

研 究 紀 要

第 57 号

RESEARCH REPORTS

National Institute of Technology,

Fukushima College

NO. 57

2 0 1 6

福島工業高等専門学校

目 次

折り畳み可能な構造体の力学的特性	寺田 耕輔・門井 幸太・高橋 徹・戸倉 直・萩原 一郎	1
風洞装置の性能評価	島 朋也・川田 雄大・渡部 世大・小出 瑞康	9
パズルゲーム「タングラム」の解法アルゴリズム	大槻 正伸・小泉 康一・中野 良樹・新井 広	15
画像情報に基づく鳴き砂の特徴の分析	山田 貴浩・五十嵐 礼	21
電気工学への興味・関心を育むモノづくり導入教育の検討	植 英規・豊島 晋・谷地館 藍・安藤 守	27
myRIO 組込みシステム開発コンテストの活動報告	豊島 晋	33
「客観的・科学的な計測」という誘惑的信仰における身体の作用可能性	車田 研一・笠井 哲・重田 謙	39
硬化コンクリート中に含まれる塩分の抽出に関する温度依存性	緑川 猛彦・猪俣龍一郎・山ノ内正司	47
いわき市 A 浄水場における放射性物質の濃度と除去特性	高荒 智子・いわき市水道局	53
積雪観測のためのマルチコプター空撮技術 - 2015/2016 年冬期の福島県西会津国道 49 号線道路法面の事例研究 -	金 高義・内山庄一郎	59
福島県における伝統的工芸品のイノベーションとブランド化	西口美津子・安藤 真珠	63
BCP のためのサプライチェーンマネジメント支援システムの開発	湯川 崇・猪狩 千尋	69
現代アルピニズムの一課題	田渕 義英	75
情動の合理性判断が組織にもたらす影響	若林 晃央	85
eternal, permanent, perpetual の対照意味分析	鳥居 孝栄	93
FFT を用いた学生用振動実験の試作	鈴木 三男・増田 健二	99
デジタルカメラを活用したスペクトルの測定	鈴木 三男・磯上 慎二・小田 洋平・工藤 康紀	105
蜷川幸雄の世界 群衆とスター	石原 万里	111
安藤昌益における自然観について	笠井 哲	117
カントの前批判期哲学における道徳的原理の展開について	笠井 哲	123
三枝博音における「知性」と「技術」について	笠井 哲	129
山本周五郎作品における人間観について	笠井 哲	135
福島高専磐陽寮における安全で安心な生活環境の創出について	笠井 哲・市川 誠・植 英規・柴田 公彦・小出 瑞康・林 久資	141
伊藤永之介「万宝山」の周辺—一九三一年の満洲理解への一視座—	高橋 宏宣	147
新入生学習到達度測定テストとしての高専入試過去問題の活用とその結果に基づく授業運営	市川 誠・江島 孝人	157
グローバル高専事業の一環としての福島高専における TOEIC® スコア向上の取り組み	市川 誠・新井 真人・小島 悠人・河野はるか	165
古英語版『聖クリストファー伝』の言語と内容について	市川 誠	173
福島工業高等専門学校開放事業 中学生英語スピーチコンテスト—回顧と展望—	市川 誠・鳥居 孝栄・宮澤 泰彦・石原 万里・加藤 明子・本田 崇洋	179
国語教育における知識とイメージの展開—文学とサブカルチャーの融合とその可能性—	渡辺 賢治	187
γ -Fe の磁気秩序とノンコリニア磁気構造に関する理論的研究	小田 洋平	193

折り畳み可能な構造体の力学的特性

Dynamic properties on origami-based foldable structures

寺田 耕輔・門井 幸太・高橋 徹*¹・戸倉 直*²・萩原 一郎*³

国立高等専門学校機構 福島工業高等専門学校 専攻科・*¹トクラシミュレーションリサーチ株式会社・

*²一般財団法人ふくしま市町村支援機構 試験審査所・*³明治大学 先端数理科学インスティテュート

Kousuke Terada, Kota Kadoi, Toru Takahashi*¹, Sunao Tokura*² and Ichiro Hagiwara*³

National Institute of Technology Fukushima College Advanced Course, *¹ Fukushima Municipality Support

Organization, *² Tokura Simulation Research Corporation, *³ Meiji University Meiji Institute for Advanced

Study of Mathematical Sciences

(2016年9月26日受理)

In order to produce the origami based foldable structures, designers have to determine industrial material type, geometry of structures and dimensions etc. These structures may be deformed in proportion to the load at the first step, and show the property of spring. Next step, the deformation will become non-linear behavior. However, deformation mechanism in these structures cannot be estimated yet well. So, appropriate design cannot be done easily. In this paper, not only confirmation of reproducibility and time independency on polypropylene foldable structures as 12 and 6 square type, but also the theory of deformation mechanism as effects of a number of layers and angle error in crease pattern are reported based on many experiments using a hydraulic system universal testing machine and FEM results.

Key words: deformation mechanism, origami, foldable structure, FEM analysis, polypropylene

1. はじめに

折り畳み可能な構造体による工業製品は、平面的構造から立体的構造、あるいはその反対へと自在に変化できる幾何学的特性に大きな利点を発揮している。これに関する研究開発や工業製品事例を挙げると、小さく折り畳んだ宇宙構造物を宇宙空間に到着してから展開・構築するというものや、不用時は折り畳んで片づけ必要時に展開して活用できる容器、自動車の部品として折り畳みの理論に基づいたエアバッグ形状、及びその畳み方の最適化の研究¹⁻⁴⁾等多数がある。

折り畳み可能な構造体の展開図における折り線角度条件について、野島ら^{5, 6)}が一般的な理論を示し、円筒状構造物の衝撃エネルギー吸収特性に関する萩原らの報告⁷⁾などがある。しかし、このような構造体のさらに広い分野での工業生産を考えた場合、用途に応じた適切な設計仕様をより一般的に検討する必要がある。構造体の設計仕様としては、材質、板厚、円筒状正多角形数の N (例：正6角形の場合は $N=6$)、各辺長さ、展開図の折り線角度等およびこれらの設計値の許容誤差範囲の設定などがある。設計値およびその許容誤差範囲を検討する

には、折り畳み可能な構造体の力学的特性（ここでは、折り畳み方向の荷重と変形量の関係に限定する）とそのばらつきや時間依存性なども把握する必要がある。現在のところ、これらの設計仕様を検討できるようなデータベースもなく、解明されていない。筆者らは、このような課題を解明するために研究開発を進めており、前報⁸⁾ではポリプロピレン (PP) 製円筒状正12角形型折り畳み可能な構造体を試作し、荷重-変位測定実験とFEM解析を行い、変形メカニズムについての検討結果を報告している。

ここでは、円筒状正多角形数の N および折り線角度誤差が及ぼす力学的特性への影響や構造体個々のばらつき、時間依存性などに関する実験と解析から得られた知見について報告する。

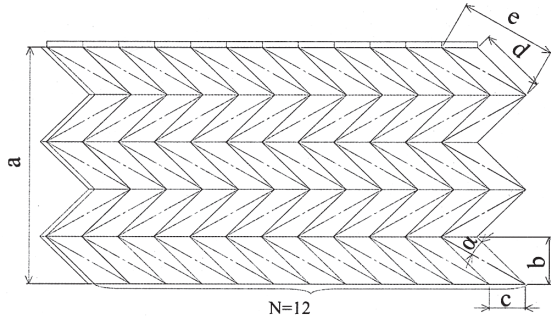
2. 樹脂製折り畳み可能な構造体試作による実験と解析

樹脂製折り畳み可能な構造体の試作方法、荷重-変位測定実験およびFEM解析については、既に報告している要領に基に、本報告では次のように行っている。

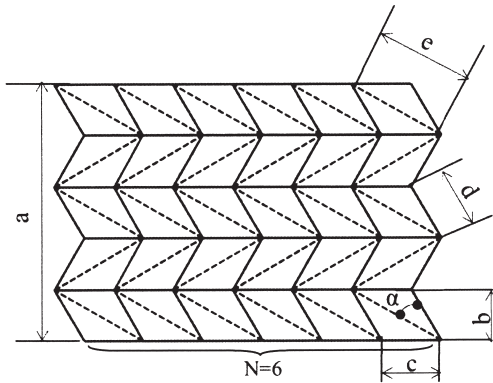
(1) 展開図：構造体の展開図と設計変数 $a \sim e$ 、 α をFig. 1.

Table 1に示す。水平方向要素の数Nは、円筒状構造体構成時の正多角形数Nを表し各要素の内角 α は次式を満たす必要がある。

$$2\alpha N = 2\pi \quad (1)$$



(a) An example of 12 square type



(b) An example of hexagonal type

Fig.1 Examples of crease pattern for the origami-based foldable cylindrical structure

展開図 (Fig. 1 (a)) では正12角形の断面を持つ5層の円筒状構造体が形成される。輪郭線は切断線、その他は折線を表し実線は山折線、破線は谷折線を表す。展開図 (Fig. 1 (b)) では正6角形の断面を持つ5層の円筒状構造体が形成される。式 (1) により、正12角形では $\alpha=15^\circ$ 、正6角形では $\alpha=30^\circ$ となる。

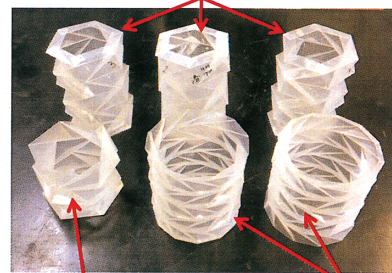
(2) 樹脂製シートの加工方法：折り畳み可能な構造体試作に用いた素材は、汎用ポリプロピレン (PP) シート (厚さ0.2mm) で、カッターマシン (GRAPHTEC, 型番 CE5000) を用いて 切断と折線の溝掘り加工 (溝深さ：約0.1mm) を行っている。折線に沿って折り合わせ加工し、合わせ面を瞬間接着剤で接合して構造体試作品を製作している。前報の円筒状正12角形型構造体に加えて、本報告では新しく正6角形型5層タイプを3個 (試作品A, B, C)、3層タイプを1個 (試作品D) 試作している。試作品Aの写真、FEMモデル図、寸法表をFig. 2~5とTable 1に示す。

(3) 折線角度誤差：シート加工過程で、カッターマシンにおけるシートの滑り等により折線角度誤差 (Table 1) が生じる場合がある。前報の正12角形型試作品およびFEMモデルの角度 α は設計値よりも約 1° 大きい 16° であった。ここでは、形状寸法精度誤差のなかでも設計変数として重要である角度 α の誤差の影響を検討する。

Table 1 Major dimensions of the prototype product

	α	a	b	c	d	e
Design plan of 12 square	15°	200.0	40.0	30.0	56.6	80.0
Prototype of 12 square	16°	206.0	41.2	30.0	56.1	79.6
Design plan of hexagonal	30°	251.0	50.2	58.0	58.0	100.5

Prototype A,B,C as 6 square type with 5 layers



Prototype D as 6 square type with 3 layers 12 square type with 5 layers

Fig. 2 Prototype products of PP foldable structures

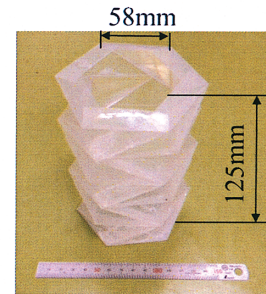


Fig. 3 The prototype product of foldable cylindrical structure based 6 square type with 150mm scale



Fig. 4 The prototype product of foldable cylindrical structure based 12 square type with 150mm scale

(4) FEM解析：FEM解析方法は、前報と同様の手法で行い解析ソルバーはLS-DYNA[®]を使用し、大変形現象を解析するために動的陽解法を用いている。解析条件としては、Fig. 5に示すように下部の固定台モデルは完全位置固定とし荷重用治具モデルを鉛直下方に降下させる。降下量を δ (mm)、鉛直下方荷重を P (N) と表し折り畳み過程における構造体の力学的特性についてFEM解析による検討 (Fig. 5) を行う。PPシートのメーカ推奨物性値 (ヤング率 E (GPa)、降伏応力 σ_y (MPa)、塑性係数 F (MPa)、加工硬化指数 n 、ポアソン比 ν) をTable 2に示す。

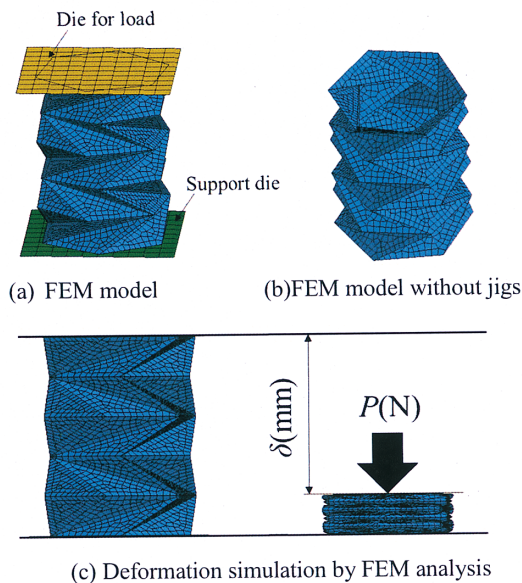


Fig.5 Applied FEM analysis as deformation simulation

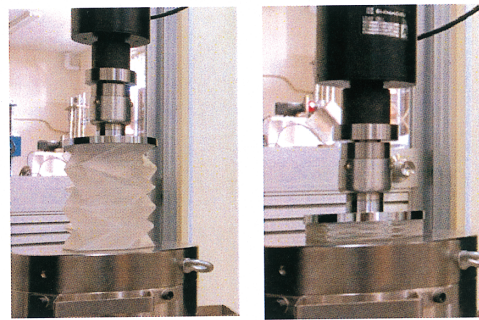
Table 2 Material constant

	E (GPa)	σ_y (MPa)	F (MPa)	n	ν
PP	1.0	20.0	30.0	0.1	0.4
Mild steel	155.0	195.5	1029.2	0.276	0.3

3. 荷重-変位測定実験と結果

(1) 実験方法：樹脂製折り畳み可能な構造体の力学的特性を把握するために、荷重-変位測定実験を次のような方法で行っている。前報での分銅による荷重設定方法を変更し、株式会社 島津製作所製のAG-300 kN 万能試験機 (Fig. 6) を用いて、正六角形型試作品3個の個々のばらつきや時間依存性を調査する。この試験では、上面から円盤状治具、下面に受台用治具を設置し試作品をセット後、円盤状治具の降下速度 V を 8.0 mm/sec で移動させながら、 0.1 sec ごとに荷重 P とたわみ δ を計測し、同様の手順でN3回実験している。後述するように前報の測定結果とも比較するため、今回はN3回も実験すれば再現性の確

認はできると考えている。さらに、変形速度の影響を調べるため $V=0.8 \text{ mm/sec}$ でも同様に実験している。なお、正六角形型試作品3個についての円周方向高さ測定結果は平常時約 $125 \sim 122 \text{ mm}$ (変動幅約 $\pm 1.5 \text{ mm}$) であるが、供試体として万能試験機にセットする際、初期高さを同位置とするため全て基点高さ 120 mm で統一し、折り畳み完了は、高さ約 15 mm (=5層 \times 3 mm/層) 以下としている。



(a) Starting (b) Finishing
Fig.6 Hydraulic system universal testing machine

(2) 実験結果と知見：今回の正六角形型試作品3個についての、2種類の変形速度条件における荷重-変位測定実験結果をFig. 7~11に示す。今回の実験結果からの知見は、次のとおりである。

a) 再現性：試作品3個についての力学的特性の実験結果 (Fig. 7) のばらつきは非常に小さく、かつ試作品単体の実験結果 (Fig. 8) のばらつきも非常に小さい。試作品3個の個々の間の変動が小さいことから、同手順で製作すれば同等の力学的特性をもつ構造体が得られることが示されている。かつ単体についてのN3回の実験結果ばらつきがほとんどないことから、この構造体はひずみ硬化などのような時間依存性はほとんどなく、レスポンスの再現性も高いといえる。

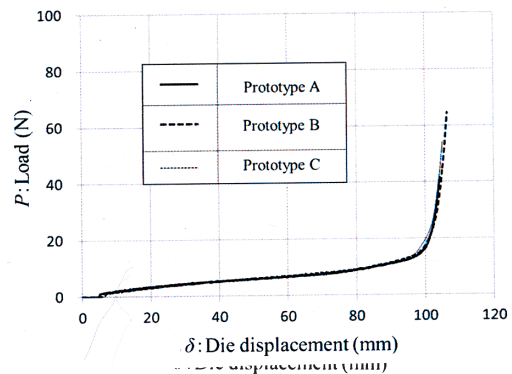


Fig.7 Measured data for P and δ as prototype A, B and C at the case of $V=8.0 \text{ mm/sec}$

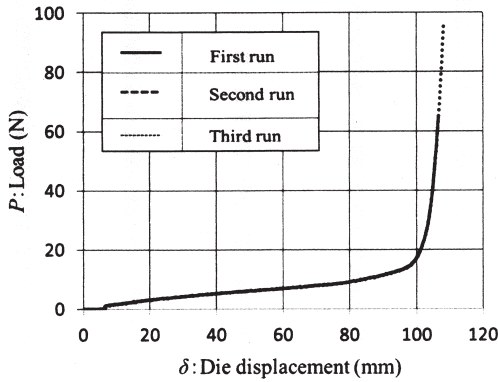


Fig.8 Measured data for P and δ as prototype A at the case of $V=8.0$ mm/sec by 3 run experiments

b) 変形速度の影響：変形速度の影響として、今回の実験から次の結果が得られる。治具降下速度が速い場合 ($V=8.0$ mm/sec)、実験開始初期段階でのレスポンスが、降下速度が遅い場合 ($V=0.8$ mm/sec)と比較すると荷重-変位曲線の立ち上がりが若干遅れている。また、圧縮変形完了が近い領域の $\delta=100$ mm付近において、治具降下速度が遅い場合、荷重-変位曲線の立ち上がりが遅れた後、荷重が約1Nほどジャンプして追いつくような不連続的な現象が認められる。治具降下速度が速い場合、このような不連続的な現象はない。このような差異はあるが、ここでの変形速度範囲における複数回の実験では、構造体の力学的特性への変形速度の影響は小さいといえる。

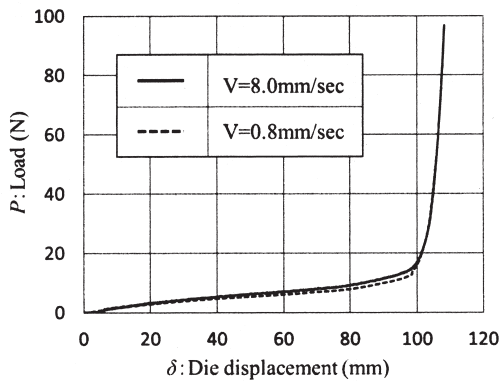


Fig.9 Measured data for P and δ as prototype A at the case of $V=8.0$ mm/sec and 0.8 mm/sec

c) 層数の影響：試作品の層数5の場合と層数3の場合の実験結果の比較をFig. 10に示す。層数の差異により構造体初期高さ寸法が異なるため、両者の比較において次式のような圧縮ひずみ ϵ を用いている。

$$\epsilon = \text{ABS} (L_n(L/L_0)) \quad (2)$$

ここで L_0 ：変形前の構造体高さ (mm), L ：変形後の構

造体高さ (mm) である。即ち、 $L=L_0-\delta$ となる。

Fig. 10から、この構造体は層数に差異があっても、力学的特性はほぼ同等である。これは、同じ断面形状をもち長さ寸法が異なる材料試験片に、同じ荷重を負荷させると、試験片長さ寸法によらずに同じ ϵ となる力学的特性である。折り畳み完了が近い領域 ($\epsilon=1.5$ 付近)における荷重ジャンプ現象は、層数3の方が層数5より若干早い違いはあるが、この構造体の層数の力学的特性への影響は小さいことがわかる。

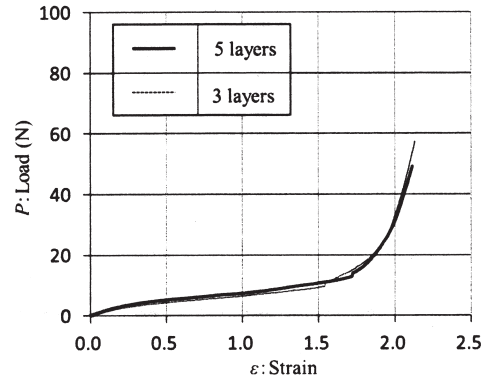


Fig.10 Measured data for P and δ as prototype A with 5 layers and D with 3 layers at the case of $V=0.8$ mm/sec

d) 正12角型との比較：前報の正12角型試作品についても荷重-変位測定実験をN3回行い、正六角型試作品との比較をFig. 11に示す。前報の分銅を用いた測定は手動作業のためばらつきが非常に大きく分銅試験結果のほぼ平均値となっている。また、正12角型試作品は昨年度に作成したものであり、約1年経過してから圧縮ひずみが2.0以上となる大変形実験を多数繰り返しても、このように非常に安定した再現性を示している。

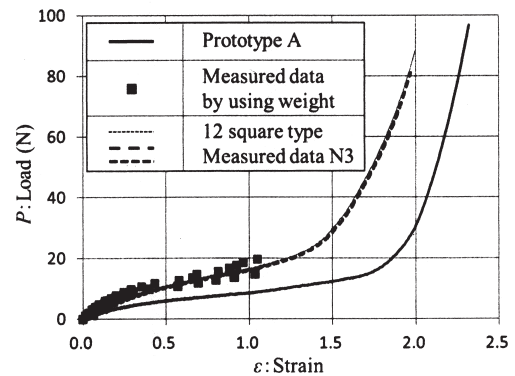


Fig.11 Measured data for P and δ as prototype A and 12 square type at the case of $V=8.0$ mm/sec

正六角形型試作品Aは正12角形型に比べて、同じ圧縮ひずみに変形するために必要な荷重は小さい。また、正12角形型は約 $\varepsilon=1.5$ 以降で急激に荷重が増加しているが、正六角形型ではこの現象が遅く約 $\varepsilon=1.7$ 以降になってから起きている。Fig. 12に示すように、今回の両タイプの正多角形断面の外接円の直径Dはともに116mmであり、かつ試作品高さも同じ125mmであるが、正12角形型の方が正六角形型よりも折り線本数が多いことによって、このような力学的特性に差異が生じていると考えられる。

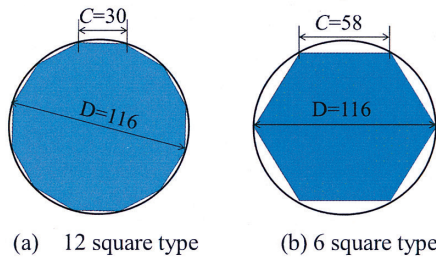


Fig.12 Circumscribed circle for 12 and 6 square type

4. FEM解析を用いた考察

(1) 角度 α の誤差の影響: 前報の正12角形型試作品のFEM解析モデルは、試作品の高さや辺長さなどの形状寸法測定結果 (Table 1) に基づいている。その結果、折り線角度 α は約 16° としているが、円筒状折り畳み可能な構造体の折り線角度条件 (1) 式によると平面状態の展開図において角度 α は 15° である。しかし、実際に角度 α を 15° とする展開図をもとに2次元状態の折り紙を作成し、高さ方向に引き上げて3次元状態の円筒状構造体を形成してみると、折り線角度を構成する折り線周囲はやや丸み等を帯びてくるのがわかる。

このため、折り線角度 $\alpha 15^\circ$ を精度よく表現するFEMモデル作成においては、次のような工夫をしている。設計寸法どおりの2次元展開図にメッシュを作成し、その平面状態のメッシュ (Fig. 13 (a)) を円筒型構造体になるように高さ方向に拡張すると、折り紙の場合と同様にFEM要素群内にFig. 13 (b) に示すような隙間部が生じる。この隙間部を折り紙での折り線とその丸み等による誤差に相当するものと考えて、最大隙間0.5mmとなるような円筒状構造体3次元モデルの高さをこのモデルリング作業から65mmと求めている。その後、Fig. 13 (c) のように隙間部に要素を追加生成する方法をとることで角度 α が 15° となるFEMモデルを作成している。

前報の試作品の形状寸法から作成したモデルは角度 α が 16° 、高さ125mmで、今回の仮想上のモデルは角度

α が 15° 、高さ65mmである。両者の力学的特性の比較のためFEM解析結果をFig. 14に示す。角度 $\alpha 15^\circ$ と 16° の解析結果から、12角形型試作品の実験結果は、 $\alpha=16^\circ$ のFEM解析結果の方に近く、角度 α の構造体の力学的特性への影響は次のとおりである。

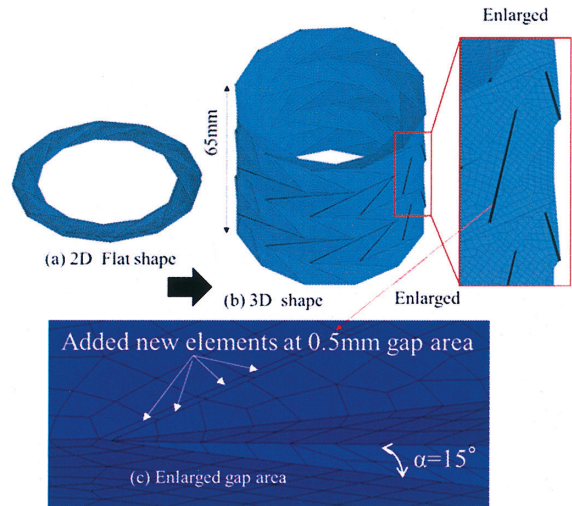


Fig.13 Added new elements to original model

・角度 $\alpha=16^\circ$ 構造体と $\alpha=15^\circ$ を比較すると、荷重負荷初期段階の ε と P の傾きの差は小さいが、その後 $\alpha=16^\circ$ の変形抵抗は $\alpha=15^\circ$ の場合よりも大きくなるため、折り畳み性が悪化することがわかる。 α の誤差は 1° でも影響が非常に大きい。

・角度 $\alpha=16^\circ$ 構造体は $\varepsilon=0.6$ 付近以降において P の傾きは小さくなるが、角度 $\alpha=15^\circ$ は $\varepsilon=0.6$ を超えても P と ε はほぼ比例関係を保っている。Fig. 15のMises応力分布からも角度 $\alpha=16^\circ$ の構造体には、降伏応力に近い赤色領域が散見されるが、角度 $\alpha=15^\circ$ は $\varepsilon=0.6$ を超えても赤色領域がないことから、角度 $\alpha=15^\circ$ 構造体の力学的特性は広い範囲で弾性変形挙動を示している。

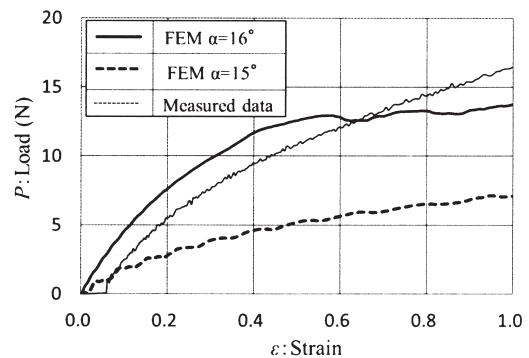


Fig.14 Comparison between $\alpha=16^\circ$ and 15° based on FEM results

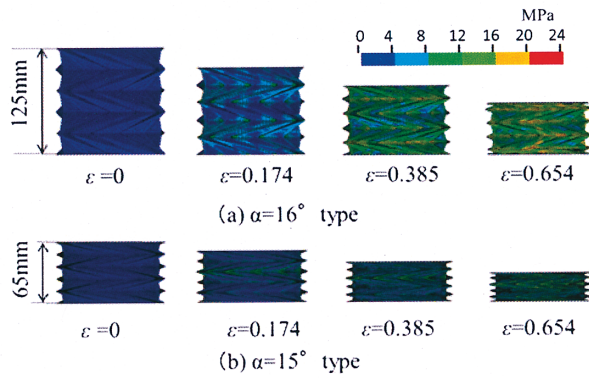


Fig.15 Comparison between $\alpha=16^\circ$ and 15° on Mises stress distributions of 12 square type foldable structures

(2) 正六角形の辺長さ c の影響：前報での正12角形と同様に正六角形の辺長さ c を4条件 ($c=26, 52, 63, 90\text{mm}$) 設定したFEM解析モデルを作成し、FEM解析結果から荷重-変位の関係からばね定数を評価する。正12角形の場合と同様に正六角形でも前報で述べた理論により、長さ c についての4条件のFEM解析結果からばね定数を評価し関数近似すると、Fig. 16に示すように c と Γ は反比例の関係にある。

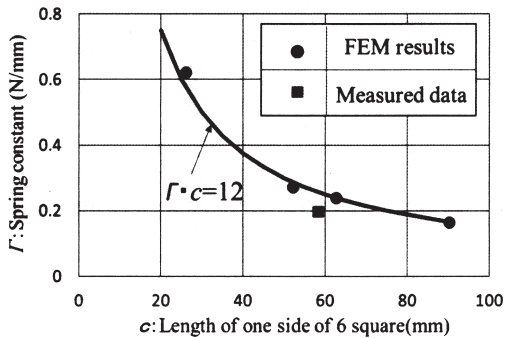


Fig.16 Relationship between c and Γ for 6 square type

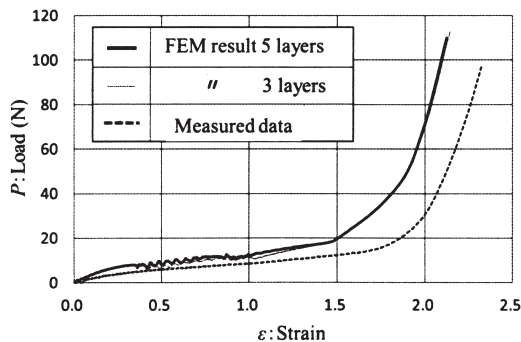


Fig.17 Comparison between FEM results at the case of 5 layers and that of 3 layers

(3) 層数の影響：正六角形型円筒状構造体のFEMモデルを5層と3層の2タイプ作成しFEM解析を行い、荷重-変位についての解析結果を比較 (Fig. 17) している。先述の実験結果と同様にFig. 17の解析結果の比較からも、層数の構造体の力学的特性への影響は小さいことが示されている。また、圧縮ひずみ $\epsilon=1.0\sim 1.5$ における両タイプのMises応力分布図 (Fig. 18) もよく類似した分布パターンとなっている。なお、FEM解析の誤差要因としては、折線上の溝切り加工によるシートの薄肉化を考慮していないため、実際の試作品よりも剛性が高くなり、折り畳み完了付近の荷重の急激な立ち上がりも実験結果より早く生じる違いがでていていると考えている。

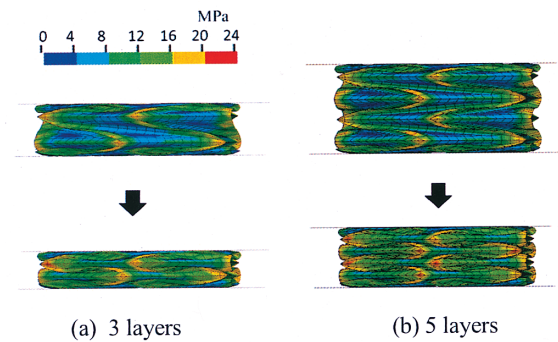


Fig.18 Comparison between Mises stress distribution as 5 layers and 3 layers of 6 square type at $\epsilon=1.0\sim 1.5$

5. まとめ

本稿では、折り畳み可能な構造として、汎用樹脂材料PPのシート (厚さ0.2mm) を用いて、正六角形型円筒状構造体を複数個試作し、万能試験機を用いて荷重-変位測定実験とFEM解析を行い、力学的特性についての検討結果から次のような知見を得ている。

- 1) 複数個の試作品についての複数回の実験結果から、この構造体の力学的特性のばらつきは非常に小さいことが示されている。同手順で製作すれば同等の力学的特性をもつ構造体を得られる。今回の変形速度実験範囲においては、この構造体はひずみ硬化などのような時間依存性もほとんどなく、レスポンスの再現性は非常に高い。
- 2) 折り線角度 α の違いによる正多角形数の N および角度 α の誤差は、実験とFEM解析からこの構造体の力学的特性に大きな影響を及ぼすことが示されている。しかし、層数の違いによる影響は非常に小さい。
- 3) ここでの試作と実験結果から、この構造体を容積可変な収納器および衝撃エネルギー吸収用部品として工業生産に適する可能性が認められる。

今後の課題としては、本報告で得られた知見をもとに

さらに構造体のその他の設計寸法の精度誤差の影響および実用化のためのコスト等について検討することなどが挙げられる。

参考文献

- 1) Freeland, R. E., Bilyeu, G. D., Veal, G. R., Mikulas, M. M., “Inflatable Deployable Space Structures Technology Summary”, 49th International Astronautical Congress, Melbourne, Australia. IAF-98-I.5.01. (1998).
- 2) Johnson, L., Young, R. M., Montgomery IV, E. E., “Recent advances in solar sail propulsion systems at NASA”, Acta Astronautica, Vol. 61 (2007), pp. 376-382.
- 3) Tsuda, Y., Mori, O., Funase, R., Sawada, H., Yamamoto, T., Saiki, T., Endo, T., Kawaguchi, J., “Flight Status of IKAROS deep space solar demonstration”, Acta Astronautica, Vol. 69 (2011), pp. 833-840.
- 4) Mroz, K., Pipkorn, B., “Mathematical Modelling of the Early Phase Development of a Passenger Airbag – Folding Using Origami Theory and Inflation Using LS-DYNA Particle Method”, 6th European LS-DYNA Conference (2007), pp. 71-86.
- 5) 野島武敏, “平板と円筒の折りたたみ法の折紙によるモデル化”, 日本機械学会論文集C編, Vol. 66, No. 643 (2000), pp. 1050-1056.
- 6) 野島武敏, “折りたたみ可能な円錐殻の創製”, 日本機械学会論文集C編, Vol. 66, No. 647 (2000), pp. 2463-2469.
- 7) 萩原一郎, 山本千尋, 陶金, 野島武敏, “反転らせん型モデルを用いた円筒形折り紙構造の圧潰変形特性の最適化検討”, 日本機械学会論文集A編, Vol. 70, No. 689 (2004), pp. 36-42.
- 8) 寺田耕輔, 門井幸太, 戸倉直, 須志田隆道, 萩原一郎, “折り畳み可能な構造体の変形メカニズム”, 福島工業高等専門学校研究紀要, No. 56 (2015), pp. 1-5.
- 9) 例えば, LS-DYNA Version 971 User’s Manual (2012), 株式会社JSOL.

風洞装置の性能評価

Performance Evaluation of Wind Tunnel Equipment

島 朋也・川田 雄大・渡部 世大・小出 瑞康*

福島工業高等専門学校専攻科

*福島工業高等専門学校機械工学科

Tomoya Shima, Yudai Kawata, Seidai Watanabe, Mizuyasu Koide*

National Institute of Technology, Fukushima College, Advanced Course

*National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Mechanical Engineering

(2016年9月21日受理)

Power generation using a vortex-induced vibration (VIV) has many advantages, such as maintenance-free, low-cost. However, power generation by the VIV has many challenges, it is necessary to accumulate of research data. In this study, a wind tunnel was manufactured as aims to carry out the experiment of VIV power generation, and flow velocity U and relative turbulence intensity T_r in the test section were measured to evaluate performance of the wind tunnel. In addition, the authors examined the rectifying effect of the honeycomb mesh. Flow velocity U is almost constant in all measured locations, T_r was less than about 1.8%. However, it is shown that U of the central portion in the test section tend to lower than U of the periphery. When two meshes are installed, U and T_r is improved compared with the case of one mesh. But, the effect is smaller than expected. This wind tunnel showed performance which T_r reach less than 2%, although T_r do not reach a target value of 0.3%~0.8%.

Key words: vortex-induced vibration, wind tunnel, velocity measurement, turbulent intensity

1. はじめに

東日本大震災以降、エネルギーへの関心が高まり、小水力発電などの自然エネルギー発電が注目されている。小水力発電は小型水車を用いたものが一般的であるが、渦が起こす振動で発電する“渦励振発電”も存在する。回転機構を持つ水車やタービンはメンテナンスの必要性が高く、場所によっては利用できない場合や、費用がかかるなどの欠点がある。これらの点において、渦励振発電は構造を簡単化できるため非常に有利である。また安価に製造でき、様々な場所に設置することが可能である。しかし、渦励振発電の実用化のためには課題が多く、研究データの蓄積が望まれている。

本研究室では、渦励振発電に関する研究を行うため

に風洞装置を製作した。実際の発電状況を考え乱れ率等の条件を変更しやすくするため、また、将来的に自動測定を行うことを計画しており、改装・メンテナンスを行いやすくするため風洞を自作することとした。流れの現象を明らかにするとともに再現性のある実験結果を得るためには、流れ場の状態が明確である必要があり、実験に使用する風洞装置の性能評価を行うことは極めて重要である。

本研究では、熱線流速計を用いて主流速度 U と相対乱れ強さ T_r を測定することで、風洞性能を評価することを目的とする。また、風洞内に設置された二つの整流ハニカムメッシュが流れの均質化にどのような効果を及ぼすかについても評価する。

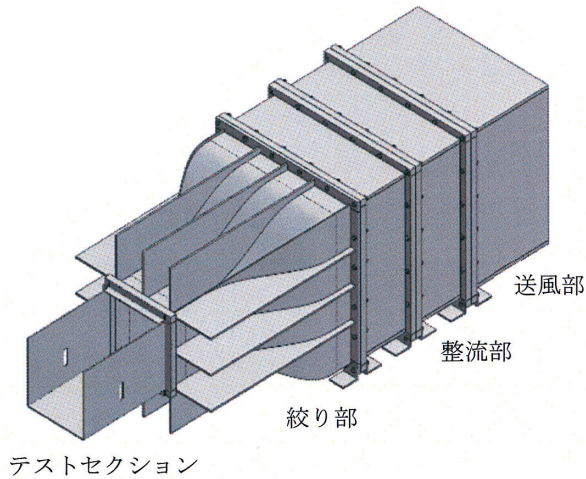


図1 風洞装置概観図

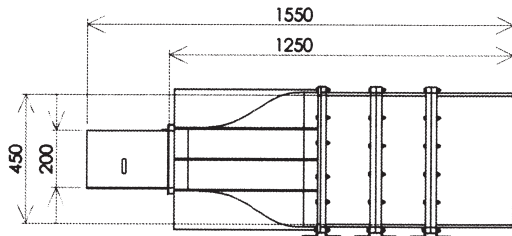


図2 風洞装置の主要寸法

2. 実験装置

2.1 風洞

図1と図2に製作した風洞の全体図、及び主要寸法を示す。主要構成は送風部、整流部、絞り部、テストセクションの4つである。送風部、整流部断面は450 × 450 [mm]、テストセクション断面は200 × 200 [mm]であり、絞り部において面積比で約1/5に絞っている。

風洞を構成する各部分はアクリル板を接着剤で接合して製作される。各部の接続は、それぞれに設けられたフランジによるボルト接続とする。

整流部にはハニカムメッシュ（以下メッシュ）を配置している。このメッシュを2枚並べることで、1枚よりも高い整流効果が得られると考えている。メッシュが風洞壁面と接触する部分のセルの形が均一にならず端部の乱れが増加すると考えられる。この乱れがテストセクション断面のどの範囲まで影響するかを確認

表1 ハニカムの仕様（柵新フェザーコア参照）

製品記号	V-8-75
材料	硬質塩化ビニル
セルサイズ	8 mm
長さ	60 mm
フィルム厚	75 μm
密度	34 kg/m ³
表面積	500 m ² /m ³

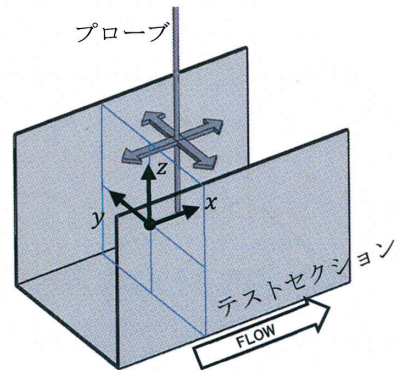


図3 テストセクションと座標系

する。表1にメッシュの仕様を示す。また、図3に示すように、テストセクションの上部にはアクリル板を配置せず、開いた状態としている。流速や乱れを測定する際に、トラバース装置に熱線流速計などのプローブを取付け、テストセクション内でプローブの位置を変えながら測定を行う。そのため、テストセクション上部を開けて、プローブの位置決めが容易になるようにしている。上部を開けたことによって乱れは増加すると考えられるが、その乱れがどの範囲まで影響するかも確認する。

また、渦励振実験のための円柱設置予定場所である絞り部から165 mm下流のテストセクション正方形断面の中心を原点とした。

2.2 送風機

本風洞装置の送風機として、柵Suiden 製軸流型ポータブル送風機を用いる。送風機の仕様を表2に示す。電源装置として三菱製汎用インバータ FREQROL-E700を用いる。0.5 Hz ~ 60 Hzの範囲で0.01 Hzずつ回転数を変化させて運転することが可能である。この送風機と製作した風洞を組み合わせた場合、テストセクション内での最大流速は約15 m/sである。

表2 送風機仕様

品番	SJF-408
電源	3相 200 V
ハネ外形	φ 400 mm
ハネ翼数	8 枚
モータ公称出力	400 W
モータ極数	4 Poles
風量	109 m ³ /min (60Hz)
質量	26 kg

2.3 トラバース装置

熱線流速計を用いた相対乱れ強さ T_r は、風洞断面において10 mm間隔でプローブの位置を変えて、多数の点で測定する。そのため熱線プローブ用のトラバース装置を製作した。表3にトラバース装置の仕様を示す。

2.4 相対乱れ強さ T_r の測定方法

本研究室で製作した風洞装置のテストセクション断面における平均流速 U と相対乱れ強さ T_r の分布を測定する。小型風洞の乱れは0.3 % ~ 0.8 %が一般的で、流速が低いほど乱れが大きくなりやすい²⁾。

主流速度の測定には日本カノマックス製の流速計(ANEMOMASTER LITE、MODEL6006-00、測定精度±5 %)を用いた。測定プローブをテストセクション内

表3 トラバース装置仕様

移動方向	3軸(x,y,z)
駆動部	台形ねじ
ガイド	リニアブッシュ
移動可能高さ	197.8 mm
移動可能幅	194.1 mm
移動可能奥行き	227.3 mm

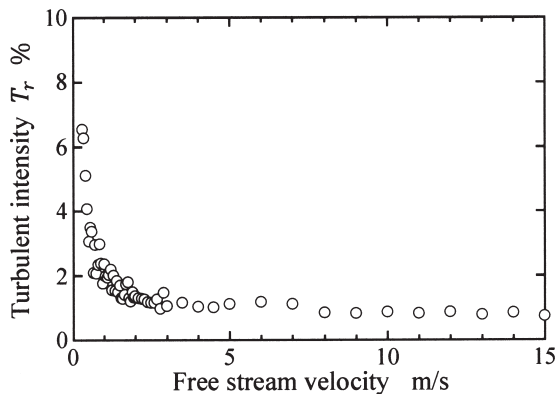
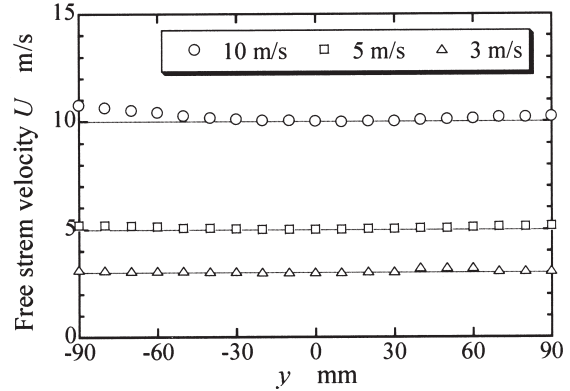
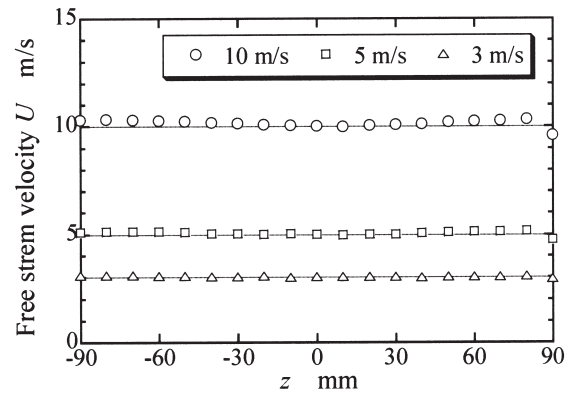


図4 主流速度に対する相対乱れ強さ T_r



(a) y方向の平均流速 U



(b) z方向の平均流速 U

図5 テストセクション内の平均流速分布

の $x = 100$ mm、 $y = 0$ mm、 $z = 0$ mmに設置し、5秒間の流速の平均を測定した。風洞の相対乱れ強さ T_r は熱線流速計を用いて測定した。主流方向(x方向)の流れがy、z方向の流れに比べて非常に大きいので、x方向の速度変動を平均速度で除して T_r とした。各実験において主流速度を3、5、10 m/sに設定し、 T_r を求めた。

3. 実験結果及び考察

3.1 主流速度に対する相対乱れ強さ T_r の変化

図4に主流速度に対する相対乱れ強さ T_r の変化を示す。流速の減少にともなって T_r が増加し、0.3 m/sでは6 %を超える。2 m/s以上では、 T_r はおおむね1.5 %以下で、流速の増加にともなってわずかに減少する。

3.2 風洞の平均速度 U と相対乱れ強さ T_r の分布

図5(a)、(b)にテストセクション内部の平均流速 U の分布を示す。整流部には2枚のメッシュを設置している。いずれの主流速度においても中心部から離れると

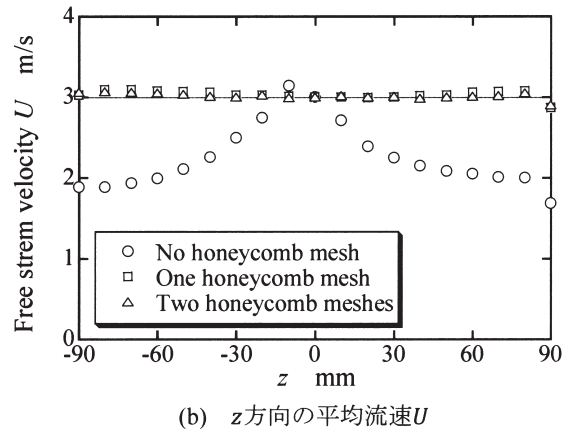
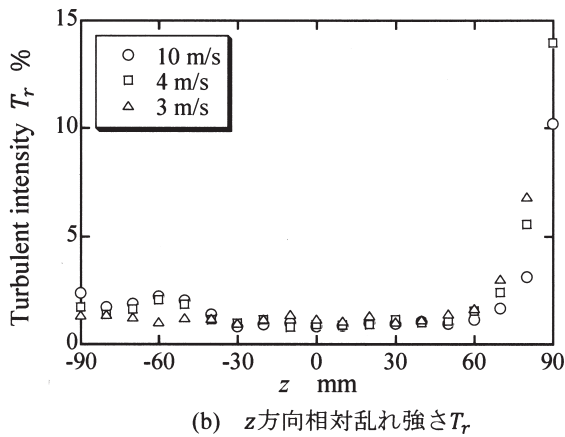
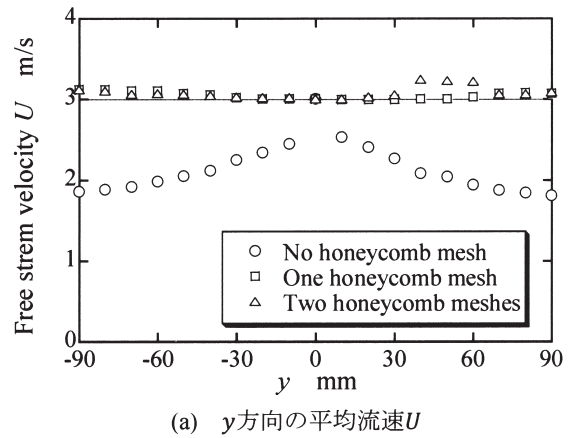
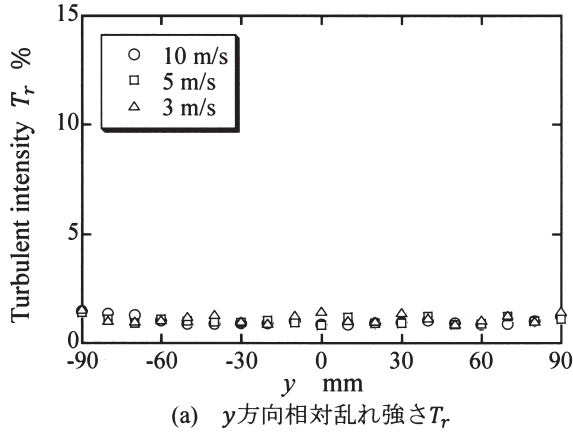
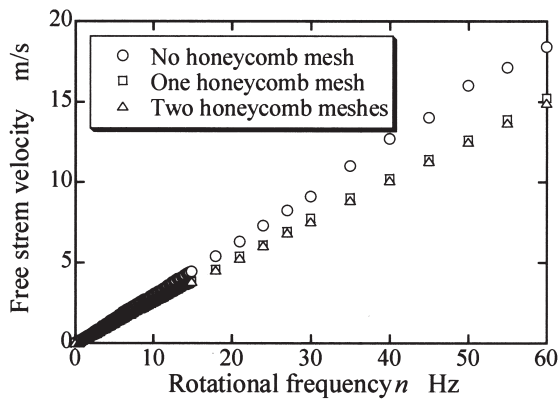


図6 テストセクション内の相対乱れ率分布

図8 平均流速に与えるメッシュの効果



U が増加する傾向が見られる。流速が5 m/sまでは増加量は大きくないが、10 m/sの場合には顕著である。送風機の中心部にはモータが配置されており、吹き出し口付近では中心部の流速が周辺部に比べて低い。メッシュを通すことでこの速度差は減少するが、速度分布の傾向は変化しないと考えられる。また、図5(b)の $z = 90$ mmにおける U の減少はテストセクション壁面がな

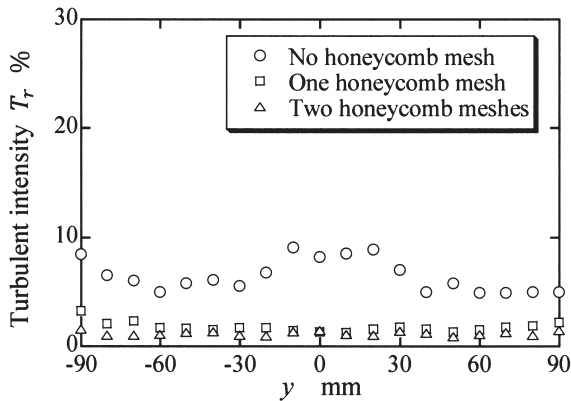
いためである。

図6(a)、(b)に図5の U に対応する相対乱れ強さ T_r を示す。 y 方向の T_r は壁面近傍を除いて約1%程度である。壁面近くでは1.6%程度まで上昇する。どの流速でもほぼ同様の傾向を示しており、この流速範囲において T_r への流速の影響はほとんど見られない。

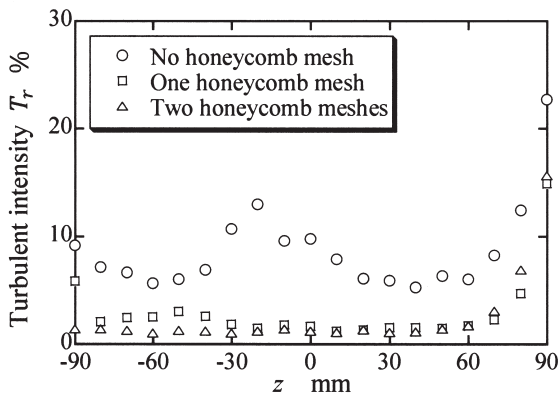
z 方向の T_r は y 方向の場合とほぼ同程度であるが、 $z = -60$ mm付近で値が高くなっている。3 m/sの場合には T_r の増加は見られず、原因は不明である。テストセクション上部では T_r が増加し、 $z = 90$ mmでは10%を超える。これは2.1で述べたように、テストセクションの上部が空いているためである。その影響は壁から40 mmの範囲まで及ぶ。

3.3 ハニカムメッシュの整流効果の検証

ここでは、整流部に設置されるメッシュの数を変えてその整流効果を調べた結果を述べる。図7に送風機の回転数 n に対する流速 U の変化を示す。メッシュを設



(a) y方向の相対乱れ強さ T_r



(b) z方向の相対乱れ強さ T_r

図9 相対乱れ強さに与えるメッシュの効果

置しない場合に比べて設置した場合には同じ n であっても主流速度が低くなる。これはメッシュによる損失によるものである。メッシュが1枚の場合と2枚の場合では大きな差が見られない。

図8(a)、(b)にテストセクション中央の流速を3 m/s固定し、メッシュの設置数を変えた場合の平均流速 U の分布を示す。メッシュを設置した場合、 U がテストセクション中央部よりも周辺部で高くなる傾向が見られる。これは主流速度が5、10 m/sの場合と同様である。また、メッシュの数による傾向の変化は見られない。

メッシュを設置しない場合、テストセクション中央部で流速が周辺部の1.5倍程度になり、メッシュを設置した場合は速度分布の傾向が異なる。これについては今のところ原因はわかっていない。

図9(a)、(b)に図8の U に対応する相対乱れ強さ T_r の分布を示す。壁面近傍を除くと T_r は約1.8%以下である。開口部のあるテストセクション上部の $z \geq 60$ mm

では T_r が急激に増大し、15%を超える。メッシュが設置されない場合、 T_r は5%以上である。また、中央部で T_r が増加し10%に達する。

メッシュの有無及び各流速のすべての条件において、風洞の壁面近傍で T_r が大きい。これは、2.1で述べたように壁面部のメッシュ形状が六角形ではないため整流効果が小さくなったことと、壁面の摩擦によるものだと考えられる。

4. 結論

本研究では、渦励振実験を行うことを目的として、風洞を製作し、平均流速 U と相対乱れ強さ T_r のテストセクション内での分布を測定し、風洞の検定を行った。また、風洞内に設置されたハニカムメッシュの整流効果を調べた。これらの結果から以下の結論を得た。

1. 場所によらず U がほぼ一定となり、 T_r もおおよそ1.8%以下となった。しかしながら、テストセクション断面の中央部よりも周辺部の U が高くなる一定の傾向が見られる。
2. メッシュを2枚設置した場合、1枚の場合に比べて U 、 T_r に改善は見られるが、その効果は大きいとは言えない。
3. テストセクション開口部での U の減少は大きくないが、 T_r の増加は大きい。また、開口部から40 mm程度まで影響が現れる。

今回製作した風洞は一定の性能を示した。しかしながら、 T_r は目標値である0.3%～0.8%に達しなかった。また、 U の分布にも一定の傾向が見られた。今後、これらの問題点を改善する必要があると考える。

参考文献

- 1) 草野翔；渦励振発電実験のための風洞装置の設計と製作，平成26年度機械工学科卒業論文，No.14，2014
- 2) 山本悠太，大竹智久，村松旦典；可視化を目的としたユニット式小型風洞の制作 - 整流装置と乱れ強度の関係 - ，第57回日本大学理工学部 学術講演会論文集，K3-58，2013

パズルゲーム「タングラム」の解法アルゴリズム

An Algorithms for Solving the Puzzle Game “Tangram”

大槻 正伸・小泉 康一・中野 良樹*・新井 広**

福島工業高等専門学校電気工学科

*秋田大学教育文化学部

**高知工科大学

Masanobu Ohtsuki, Koichi Koizumi, Yoshiki Nakano*, Hiroshi Arai**

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Electrical Engineering

*Akita University, Faculty of Education and Human Studies

**Kochi University of Technology

(2016年9月5日受理)

“Tangram” is a puzzle game, using seven pieces of 5 triangles, a square, and a parallelogram, which construct an original big square with no intersection (i.e. these pieces are parts of a big square). A problem is expressed by a figure, shown in silhouette, which can be constructed with all these seven pieces with no intersection. The problem solver, given these seven pieces, and a problem silhouette figure, have to construct the problem figure with all these seven pieces.

In this paper, we have developed an algorithm for solving this puzzle instead of human solver, and solved some Tangram problems with a personal computer. To develop more efficient algorithms are left to the future research.

Key words: Tangram, Computational Geometry

1. はじめに

「タングラム」とは次のようなパズルである。

まず Fig.1(左)のように、大きな正方形を分割してできる7個の「ピース」と「問題図形」(例えば Fig.1(右))ーピースで構成すべき影絵の図形ーが与えられる。解答者は7個のピースを全て用いて、それらを重ねることなく問題図形を構成する (Fig.2)^{4) 5) 6) 7) 8)}。このパズルは、小学校等において算数教育の教材としても使われ、またタングラムを人間が解く場合の問題解決方法について心理学的な研究も行われている^{4) 5)}。

また、従来の研究では2つのピースによる同様の問題、2ピースタングラム問題(定義は後出)を解くアルゴリズムについての研究がなされている⁶⁾。

本論文では、文献 6) で構成した基本アルゴリズムを基に、通常の7ピースのタングラム問題を解くことが可能なアルゴリズムを構成する。

図形を扱うことが苦手なコンピュータに、タングラム問題を解かせるアルゴリズムを設計することは難

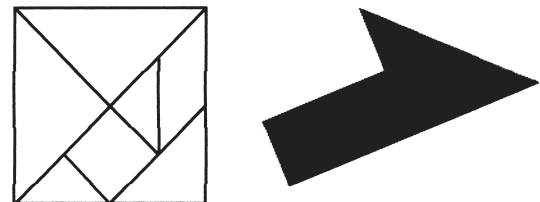


Fig.1 The basic 7-pieces of Tangram(left) and an example of a problem "Arrow (reduced scale 0.7)"(right)

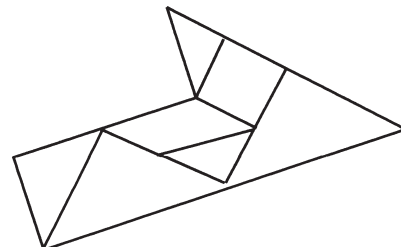


Fig.2 The Solution to the Problem "Arrow" in Fig.1

しい問題である。計算機科学 (Computer Science) においては、この種の図形問題は、その一分野である「計算

幾何学 (Computational Geometry) で扱うべきものであるが²⁾³⁾、従来の計算幾何学では、タングラムの解法に直結するものはほとんどない。本研究は、タングラム解法アルゴリズムの研究により計算幾何学を一步進めようとするものである。

さて、「タングラム」という場合、ピースは Fig.1 のように分割した7個で行うものを指すが、この種のパズルでは類似したものもあり、ピースの形は別のもも考えられている。そこで本論文では一般的に、「タングラム」という場合次のパズルを意味するものとする。

- (1)ピースは閉じた有限の図形であり、ピースのエッジ (辺) は全て直線とする。
- (2)ピース数は p である ($p=2,3,4,\dots$)。
- (3)指定されたシルエット図形を、与えられたピースで、ピースの重なりなしに構成する。

この問題を「一般的なタングラム問題」あるいは「 p (ピース) タングラム問題」などとよぶことにする。本論文では、NP 完全問題¹⁾⁶⁾と予想されるタングラム問題をコンピュータで解くためのアルゴリズムを設計し、その計算量¹⁾について解析する。

図形のデータ表現方法、図形を扱う基本的アルゴリズムは文献 6)で提案されているが、そこでは 2-ピースタングラムまでしか解かれていない。本論文では文献 6)で提案された図形データの表現法、基本アルゴリズムを基礎にして、通常の 7-ピースタングラム問題まで解けるアルゴリズムを設計する。また、7-ピースタングラム問題の中には、解が得られるまで長時間かかる問題もあるため、アルゴリズムの高速化も行った。そして高速化したアルゴリズムを用いて、いくつかのタングラム問題を、実用的な時間で解くことに成功した。

以下、2.ではタングラム問題をコンピュータで扱うための図形データの表現法、表現された図形を扱う基本的なアルゴリズムを説明する (詳しくは文献 6) 参照)。

3.では、一般の p -ピースタングラム問題を解くためのアルゴリズムの設計、およびその高速化を行う。4.では、実際にいくつかのタングラム問題を高速化したアルゴリズムで解いた結果について述べる。

2. 図形の表現方法と基本アルゴリズム

2.1 ピースと問題図形の表現方法

図形 (以下「図形」という場合、ピースや問題のシルエット図形を意味する) は、コンピュータに与えるために、何らかの数値データとして表現する必要がある。ここでは、以後の説明のために、単純な次の2-ピース

タングラム問題の例 (Fig.3) で図形の表現法を説明する。図形を表現するためのデータを、ここでは自然に「図形内部を常に左に見るように頂点を順番に訪れるもの」とし、その順番での頂点座標」とする⁶⁾。

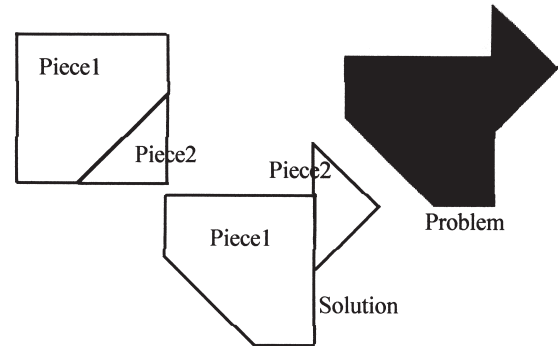


Fig.3 An Example of 2-pieces Tangram Problem

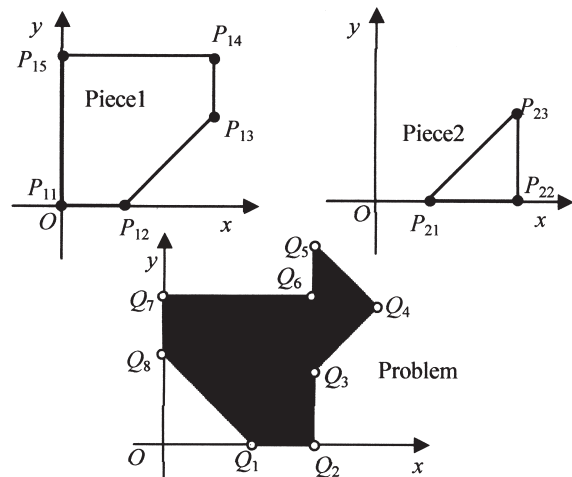


Fig.4 Expression of the 2-pieces Tangram Problem

すなわち、例えば Fig.3のピース 1 (Piece1) であれば、Fig.4に示す各頂点を用いて $\{P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}\}$ と表現できる。 $\{P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{11}, P_{12}\}$ と表現してもよい。Fig.3のピース 1 (Piece1)、ピース2 (Piece2) と問題 (Problem) の図形もデータ表現すると一例として

Piece1 = $\{P_{11}(0.0, 0.0), P_{12}(0.4, 0.0), P_{13}(1.0, 0.6), P_{14}(1.0, 1.0), P_{15}(0.0, 1.0)\}$

Piece2 = $\{P_{21}(0.4, 0.0), P_{22}(1.0, 0.0), P_{23}(1.0, 0.6)\}$

Problem = $\{Q_1(0.6, 0.0), Q_2(1.0, 0.0), Q_3(1.0, 0.5), Q_4(1.424264\dots, 1.0), Q_5(1.0, 1.348528\dots), Q_6(1.0, 1.0), Q_7(0.0, 1.0), Q_8(0.0, 0.6)\}$ と表現される。なお、図形の表現は「どの連続する3点をとっても一直線上にない」ように無駄を省いて表現するものとする。

2.2 図形を扱う基本アルゴリズム

ここで、いくつか図形を扱う基本的なアルゴリズム

(A1~A4) を以下のように構成する⁶⁾。基本アルゴリズムは文献6)と同じである。ここでは概略を述べる。

【基本アルゴリズム A1】 [正規化]

「図形 $\{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ の点 P_k による正規化」とは、図形と図形の1つの頂点 P_k を与え、 P_k を(平行移動で)原点に、その後(回転により)辺 $P_k P_{k+1}$ を x 軸の正の方向に一致させるように図形を合同変換することとする (Fig.5)。正規化の主な目的は、2つの図形の角(かど)を合わせて、角同士を比較しやすくすることである。

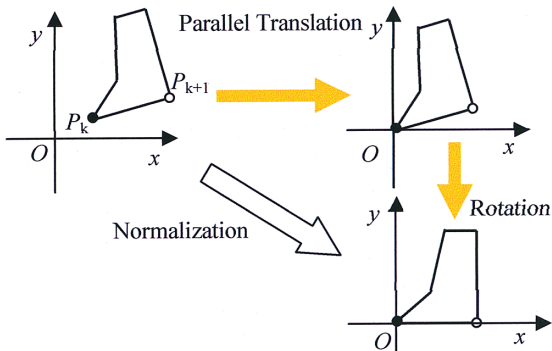


Fig.5 Normalization of a figure by P_k

正規化アルゴリズムは、図形の頂点数を m とすると $O(m)$ 時間で実行可能なものが簡単に構成できる。

【基本アルゴリズム A2】 [2つの図形の合同判定]

入力 ($F_1 = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\}$, $F_2 = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$)
(2つの図形の頂点数は等しく m とする。)

begin

$F_{work1} := (F_1$ を点 Q_1 で正規化した図形);

for $i:=1$ to m do

begin

$F_{work2} := (F_2$ を点 P_i で正規化した図形);

「 m 個の各頂点が一致」するかチェック

end;

「 m 個の各頂点が一致」が一回でもあれば合同

end ;

この合同判定アルゴリズムの時間計算量は $O(m^2)$ 。

【基本アルゴリズム A3-1】 [点 \in 図形の判断, i.e.

平面上の任意の点 B と、図形 $F = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ を与え、点 B が図形 F の内部の点かどうか判断する]

点 B から、任意の方向に半直線を引き、図形の各辺 $P_1 P_2, P_2 P_3, \dots, P_{n-1} P_n, P_n P_1$ と交差する回数を調べる。点 B からこの半直線上を無限遠点に向かって点が動く

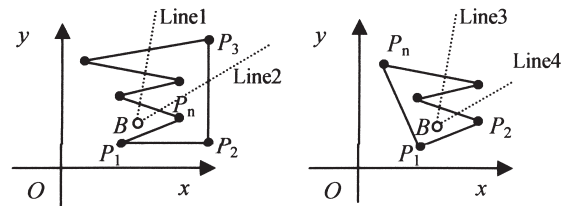


Fig.6 Examples of a point B out of a figure F (left), and B in F (right)

場合、一回交差するごとに、「図形内部に入る」、「外部に出る」を繰り返すから、その交差回数が偶数であれば点 B は図形外部の点、奇数であれば内部の点と判断される (Fig.6)。このアルゴリズムの計算量は $O(m)$ である。

【基本アルゴリズム A3-2】 [線分 BC 全体が図形 F の内部に存在するかどうかの判断をするアルゴリズム]

入力 (点 $B(x_b, y_b)$, 点 $C(x_c, y_c)$, 図形 $F = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$)

ここでは単純に、線分 BC 上の点を、点 B から微小幅 h ごとに図形 F の内部の点かどうかを(アルゴリズム A3-1 で)チェックする (Fig.7)。チェックした点全てが図形の内部であれば線分 BC は F の内部にあると判断する。

このアルゴリズムの計算量は $O(\frac{1}{h}m)$ となる。

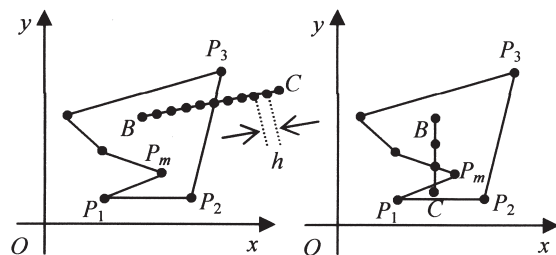


Fig.7 An algorithm for judging whether a segment BC is in a figure F or not

今回は $h=10^{-3}$ としてプログラムを設計した。ただし、図形 F が凸図形でない場合「解像度」 h によっては正しく判断されない場合もある (Fig.7右) が、 h を十分小さくすれば、実用的にはほぼ問題なく正しく判定できる。

線分が図形に含まれるかの判断の基本は「解像度 h の力づくチェック」であるが、今回は高速化のため、「線分 BC が図形のいずれかの線分と交わった場合は、線分 BC は図形の内部ではないと判断し、解像度 h のチェックには入らないようにした。これを「高速化①」とする。

【基本アルゴリズム A3-3】

図形 $F_1 = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_{m1}\}$ が図形 $F_2 = \{P_1, P_2, \dots, P_{m2}\}$ の内部にあるかどうかの判定アルゴリズム (Fig.8)

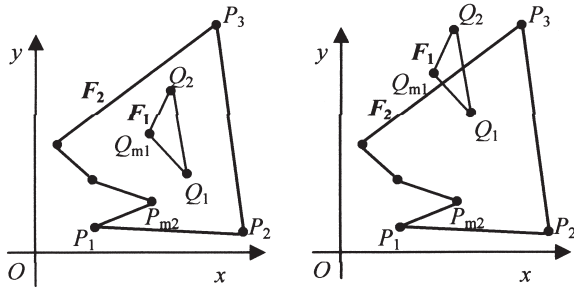


Fig.8 Examples of $F_1 \subset F_2$ (left) and $F_1 \subsetneq F_2$ (right)

F_1 の各線分が図形 F_2 に含まれるかどうかをA3-2でチェックする。全ての線分が含まれていれば図形 F_1 全体が図形 F_2 に含まれていると判断する。

このアルゴリズムの計算量は $O(\frac{1}{h}m_1m_2)$ である。

【基本アルゴリズム A4】 [図形の減算]

図形 F_1, F_2 が与えられ、(C1) $F_1 \subset F_2$, (C2) $P_1=Q_1$, (C3)線分 $Q_1Q_2 \subset$ 線分 P_1P_2 のとき、 F_2-F_1 を求める (Fig.9)

【アルゴリズムA4】

入力 ($F_1 \{Q_1, Q_2, \dots, Q_{m_1}\}$, $F_2 \{P_1, P_2, \dots, P_{m_2}\}$)

begin

$F_3 = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_{m_1+m_2-1}, R_{m_1+m_2}\}$
 $:= \{P_1, P_2, \dots, P_{m_2}, Q_1, Q_2, \dots, Q_2\};$

while(ある R_k, R_{k+1}, R_{k+2} が1つの直線上にある)do

begin

無駄を省く;

{*例えば $R_{m_1+m_2}, R_1, R_2$ は1つの直線上にあるから、
 $F_3 = \{R_{m_1+m_2}, R_2, R_3, \dots, R_{m_1+m_2-1}\}$ とする等*}

end

end.

基本的な考え方は「 F_2 の各頂点を正順で回り、次に F_1 の各頂点を逆順に回り F_3 をつくる (Fig.9 (下))。

そして、「『どの連続する3点も1つの直線上にあってはいけない』から、その無駄を全て省く」というものである。この図形減算アルゴリズムの計算量は $O((m_1+m_2)^2)$ である。

3. p-タングラムの解法アルゴリズム

3.1 しらみつぶしの角合わせによるアルゴリズム

前節2.2の基本アルゴリズムA-1~A-4をもとに、次のp-タングラムを解くアルゴリズムを設計した。

このアルゴリズムのおおよその考え方は、人間が解く場

合の直感に比較して言えば「問題図形の角の形を見て、

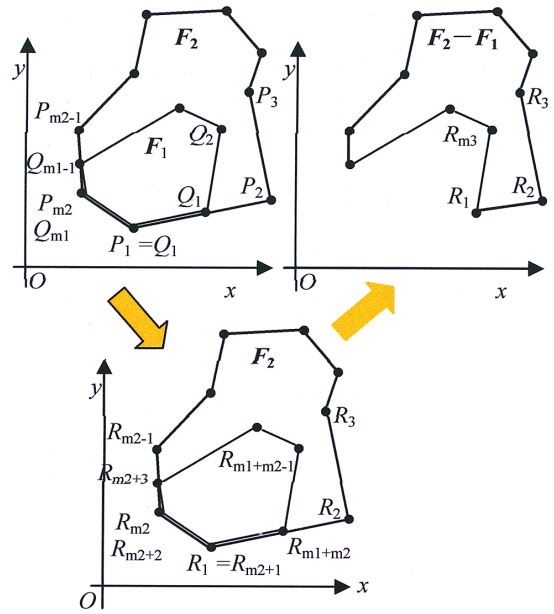


Fig.9 Subtraction of two figures (F_2-F_1)

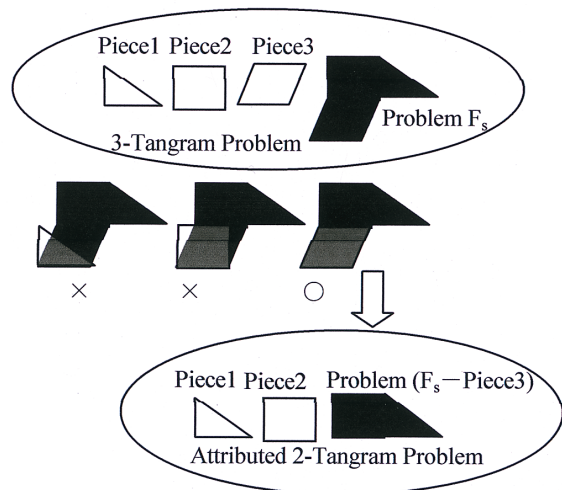


Fig.10 The Idea of the Algorithm

ある角と合いそうな形のピースと角を合わせてみて、合ったならば、図形の減算を行い、規模の小さな問題に帰着する」というものである (Fig.10)。

【アルゴリズム p-Tangram】

入力 ($F_{\text{piece}(j)}\{P_{j1}, P_{j2}, \dots, P_{jmj}\}$ ($j=1,2,\dots,p$))

$F_{\text{problem}}\{Q_1, Q_2, \dots, Q_v\}$)

//以下{A-X}はアルゴリズムA-Xを呼び出すことを示す

procedure Solve($p, F_{\text{problem}}, F_{\text{piece}(j)}(j=1,2,\dots,p)$);

begin

solvedflag=0; { *解けたら1を立てるflag* }

for i:=1 to v do

```

for j:=1 to p do
  for k:=1 to mj do
    begin
      **** (チェックポイントA) ****
      FPN:=Fproblemを点Qiで正規化した図形；{A-1}
      FPjk:=Fpiece(j)を点Pjkで正規化した図形；{A-1}
      if FPjk⊂FPN then {A3-3}
        begin
          Fwork := FPN - FPij ；{A-4}
          if p=2
            then Fpiece(3-j)≡Fwork か確認{A-2}
          (Recursive Call→) else Solve(p-1, Fwork,
            Fpiece(q)(q=1,2, ...,j-1,j+1...,p)) ；
          if (Fpiece(3-j)≡Fwork or Solve(p-1,...)
            が解けた) then solvedflag:=1
        end
      end ； { *j,kのループ* }
    { *iのループ* }
  if solvedflag=1 then begin
    write(‘Solved’) ；
    解の表示
  end
  else write(‘ Not Solved’)
end.

```

このアルゴリズムの時間計算量を求める。時間計算量は、

$$O(v \times \{v + \sum_{i=1}^p m_i(m_i + \frac{1}{h}vm_i + (v+m_i)^2) + (p-1)\text{ピース問題の時間 (Recursive Call)}\})$$

このままでは複雑で分かりにくいから、各ピースの頂点数の最大値をm (通常のタングラムではm=4) とし、時間計算量 $T(v, m, p)$ を大雑把に評価する。

$$T(v, m, p) = O(v\{v + pm(m + \frac{1}{h}vm + (v+m)^2) + T(v+m, m, p-1)\})$$

$T(v, m, 1) = O(m)$ であるから、

$$T(v, m, p) = O(\frac{1}{h}(p+1)!(pm+v)^{p+3})$$

であることが導ける。ピース数が大きくなると、このアルゴリズムでは問題を効率よく解くことが難しいことが示唆される。

3.2 アルゴリズムの高速化

実際にタングラム問題を解くと、前記

Solve(p, F_{problem}, F_{piece(j)}(j=1,2,...,p))の「for i:=1 to v」のループがなくとも解ける場合も多い。すなわち、

Solve(p,...)が呼び出された場合 (//Recursive Call→) で Solve(p-1,...)が呼び出された場合も)、「問題図形を常に、ある頂点 (例えば第1頂点) で正規化し、各ピースと問題図形の第1頂点で角合わせを試みる」というアルゴリズムでも、相当数の問題が解ける。そこで、次の高速化アルゴリズムを設計した。ただし、このアルゴリズムでは解けない問題もある。

```

procedure FastSolve(p, Fproblem, Fpiece(j)(j=1,2,...,p)) ；
begin
  solvedflag=0 ； { *解けたら1を立てるflag* }
  FPN:=Fproblemを点Q1(最初の頂点)で正規化した図形；{A-1}
  for j:=1 to p do
    for k:=1 to mj do
      begin
        以下同様ただし、RecursiveCall部を次で置き換える
        FastSolve(p-1, Fwork, Fpiece(q)
          (q=1,2, ...,j-1,j+1...,p)) ；
      end.

```

また、次の準高速アルゴリズムFastSolve2も設計した。

```

procedure FastSolve2(p, Fproblem, Fpiece(j)(j=1,2,...,p)) ；
begin
  for i:=1 to v do
    begin
      Solve(p)と同じ ただし (Recursive Call→)を}
      FastSolve(p-1, Fwork, Fpiece(q)(q=1,2, j-1,j+1...,p))
      を呼び出すように変更する
    end
  end.

```

FastSolve(p, F_{problem}, F_{piece(j)}(j=1,2,...,p))は、外側のループ (iによるループ) がない分確かに解探索は短時間で終了するが、正規化する頂点の選び方によっては、これで解が求まらない場合もある (Fig. 11)。

そこで、実際はプログラムとしては、

- (1) まず FastSolve(p, ...)で解く
- (2) 解が見つからなかったらFastSolve2(p, ...)で解く
- (3) それでも解が見つからなかったら Solve(p, ...)で解く、というようにした。

いわば、深さ優先探索 (depth first search) ¹⁾で解探索をして、それで解が得られなかったら、幅優先探索を行うことにより高速化を図ったのである。高速化には、さらに、「高速化①」 (→【基本アルゴリズム A3-2】) を入れ、さらに、上記の **procedure**

Solve(p, F_{problem}, F_{piece(j)}(j=1,2,...,p))内の//***チェックポイントA***のところで、「問題図形の第i頂点の角度<正規化しようとするピースの頂点の角度」の場合は正規化以降の処理は無駄であるから省略するようにしてある。これを「高速化②」とする。

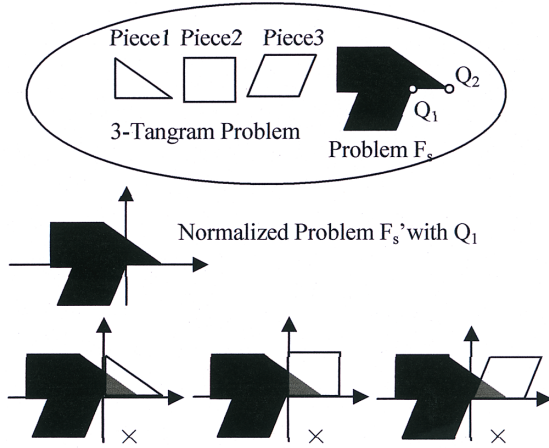


Fig.11 An Example which can not be solved by FastSolve(p,...)

4. 実行結果

上記のプログラムをパソコン(主な仕様:OS:Windows 7, CPU:インテルCore i3-2310Mプロセッサ、クロック数:2.1GH、主メモリ:2GB)で実行した結果をいくつか示す(Fig.12)。いずれも左に問題、中央に用いるピース(共通)、右には得られた解が示されている。なお、図の枠はこの3つ(問題、ピース、解)を見やすくするための枠であり、枠を飛び出している図形もあるが、アルゴリズムには影響を与えない。また解が得られるまでの時間も示してある。この時間計測はストップウォッチで行い、小数点2桁(0.01秒の位)で四捨五入してある。()内はそれぞれ高速化①のみを入れた場合、①②両方を入れた場合を示す。高速化①のみでは3割程度、①②により4割程度の高速化が実現できたことになる。なお、いくつかの頂点数の多いタングラム問題では、時間が数時間かかって解が見つからないものもあった(解が短時間で見つからなかった例 WildCat問題⁶⁾)。

5. まとめ

タングラム問題をコンピュータで解くための図形表現法、基本アルゴリズム⁶⁾を用いて、今回は通常の7-ピースタングラム程度が解けるアルゴリズムを開発した。今後の課題としては、例えばGA(遺伝的アルゴリズム)等を用いた高速で、高い確率で解が求められるアルゴリズムの開発があげられる。

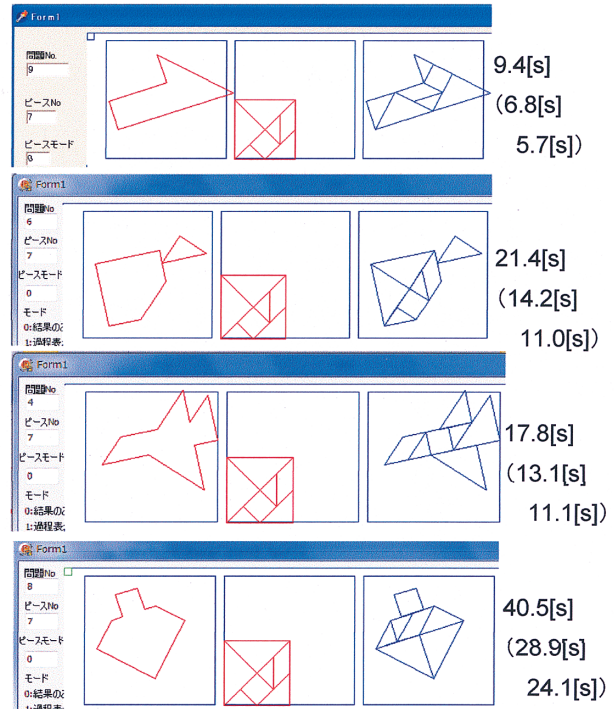


Fig.12 Some Tangram problems and the solutions found by the program

参考文献

- 1) A.V. Aho, J.E.Hopcroft, J.D.Ullman, The Design and analysis of Computer Algorithms, pp364-404, Addison - Wesley Publishing Company, 1974
- 2) 浅野 哲夫, 計算幾何学, 朝倉書店, 1990
- 3) M.ドバーク, O.チョン, M.ファンクリベルド, M.オーバマーズ著(浅野 哲夫訳), コンピュータ・ジオメトリ, 近代科学社, 2010
- 4) 中野 良樹, 児玉 佳一, 数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決を予測する要因の探索, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学第 69 集, pp121-131, 2014
- 5) 中野 良樹, 数理パズル「タングラム」における洞察的問題解決, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学第 64 集, pp65-72, 2009
- 6) 大槻 正伸, 中野 良樹, 新井 広, パズルゲーム「タングラム」解法の基本アルゴリズム, 福島高専研究紀要 第 56 号 pp 19-24
- 7) タングラムに関するホームページ URL (1)
<http://hp.vector.co.jp/authors/VA010128/math/tangram/tframe01.html>
- 8) タングラムに関するホームページ URL (2)
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BF%E3%83%B%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%83%A0>

画像情報に基づく鳴き砂の特徴の分析

Analysis of characteristics of squeaking sand based on image information

山田 貴浩・五十嵐 礼*

福島工業高等専門学校電気工学科

*福島工業高等専門学校専攻科 機械・電気システム工学専攻 修了生

Takahiro Yamada and Rei Igarashi*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Electrical Engineering

* National Institute of Technology, Fukushima College, Advanced Course in Mechanical and Electrical Engineering, Completion student

(2016年9月9日受理)

The purpose of this study is establishment of a method of analysis of the squeaking sand in the seashore based on image processing. The proposed method using image information of the sand can reduce labor. The micro images of sands taken using microscope and the macro images of sands taken by usual digital camera are analyzed in several ways. For the micro images, the size and the shape index for sand particles are discussed. For the macro images, on the other hand, are analyzed using three parameters; the spatial frequency based on Fourier transform, Euclid distance of combination of hue angle and saturation, and Brightness value.

Key words: Squeaking sand, Shape index, Fourier transform, Euclid distance, Brightness value

1. はじめに

海岸の砂のうち、表面の汚れや形状について特定の条件を満たし、歩いたときに独特な音を出すものは鳴き砂（または鳴り砂）と呼ばれる。鳴き砂が存在する条件に砂の汚れが少ないことが含まれることから、鳴き砂の有無は海岸の環境指標の1つとされている。かつて、福島県いわき市内には鳴き砂が存在する海岸が多数あったが、現在は環境の変化や東日本大震災の津波を受けたことなどから、鳴き砂の分布に変化が生じている¹⁾³⁾。

鳴き砂かどうかの判定は検鳴器を用いて砂を擦った時に発せられる音を人間の耳で判別することが多く、調査者による個人差が発生しやすくなっている。

そこで、定量的な調査を可能とすることにより、鳴き砂かどうかの判定の信憑性を向上させることに繋がるものと考えられる。本研究では、画像情報に基づいて鳴き砂を定量的に評価する手法を確立し、海岸の環境評価の指標とすることを目的とする。画像情報としては、砂を擦った時の音の周波数特性から鳴くか鳴かないかを確認した砂の画像について、顕微鏡で砂を拡大して撮影したものをマイクロ画像、汎用のデジタルカメラで撮影したものをマクロ画像として、それぞれ異なるパラメータを求めて分析を行った。本稿では、各パラメータの算出および分析方法と結果について報告する。

2. 調査地点とサンプルの採取

本研究で調査のサンプルとなる砂を採取した地点の概略図を Fig. 1 に示す。砂を採取した地点はいわき市内の海岸で、北から順に新舞子海岸、永崎海岸、下神白海岸、勿来海岸である。勿来海岸と下神白海岸では場所によって砂の状況が異なっていたため、鳴く場所と鳴かない場所のサンプルを採取した。

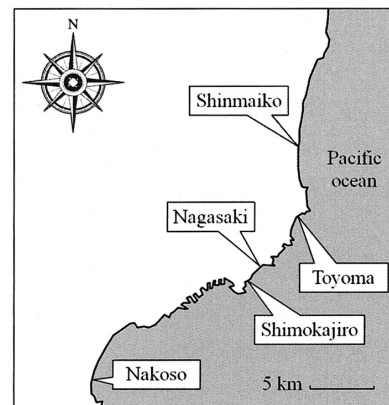


Fig. 1 Map of sample area

画像情報で判定を行うに際し、砂が鳴くか鳴かないかを確定しておく必要がある。本研究では、砂を擦った際に発生する音について複数の調査者で鳴く音が聞こえたかどうかを確認し、さらにマイクで録音し、周波数特性のグラフから鳴き砂の音の特徴となる複数のピーク

が見られるかどうかで判定をした。鳴く砂と鳴かない砂の周波数特性の例を Fig. 2 に示す。この図において、横軸は周波数、縦軸は音圧レベルを表している。

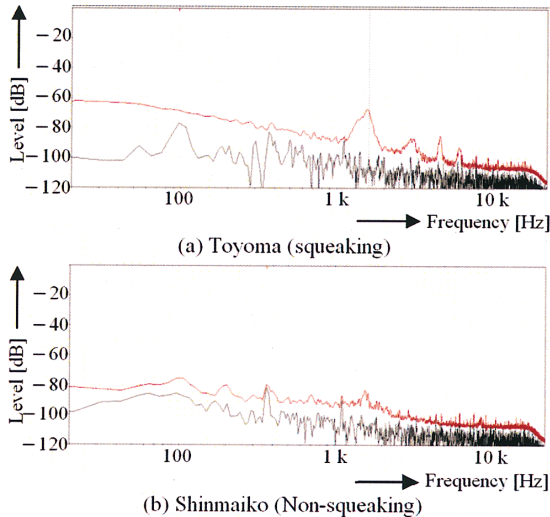


Fig. 2 Frequency response of squeaking sound

3. 拡大画像（マイクロ画像）による分析

3.1 分析方法

マイクروسコープ（松電舎製 SG200PC-5L）により撮影した砂粒の拡大画像を用いて、撮影された画像領域内の砂粒を識別し、その粒径を算出して粒径加積曲線を作成する。次に、粒径加積曲線から形状指数を算出して、砂粒のサイズについての評価を行う。Fig. 3 にサンプルの砂粒の拡大画像を示す。

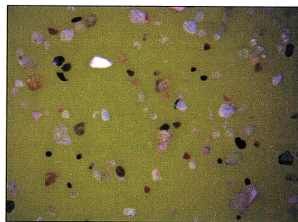


Fig. 3 Sample of micro image for the grain of sand

3.2 粒径加積曲線の作成

拡大画像に2値化処理を行い、抽出された各砂粒にラベリング処理を行う。次に、各砂粒の周囲長を求め、標準偏差の範囲外の周囲長を持つ砂粒はノイズ又は砂粒が重なり合って値が大きくなったものとみなして除外する。ここでは、砂粒を円形とみなして擬似的な半径を算出する。この値を累積し、粒径加積曲線を作成する。2値化処理を行った画像を Fig.4 に、作成した粒径加積曲線のグラフを Fig.5 にそれぞれ示す。

鳴き砂のある豊間海岸の砂の粒径加積曲線は、粒径が揃っているため傾きが急である。鳴き砂の存在しない新

舞子海岸の砂では、粒径が揃っていないので傾きは緩やかであることが分かる。

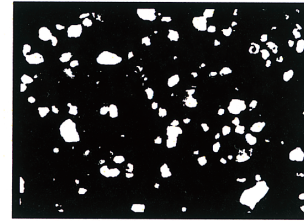


Fig. 4 Binary image of the sample image shown in Fig.3

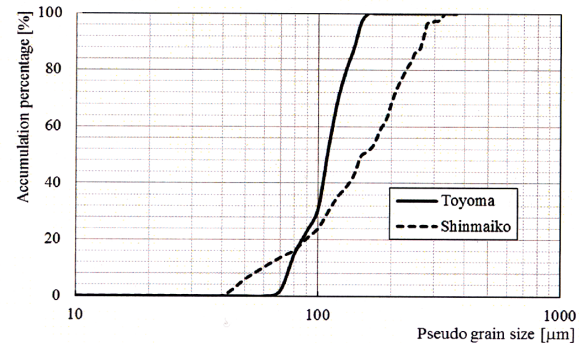


Fig. 5 Accumulation percentage curve for the pseudo grain size calculated for the sands obtained in Toyoma beach and Shinmaiko beach

3.3 形状指数による評価

形状指数は、粒径加積曲線の60%時の半径を10%時の半径で割ったものとして求められる^{1),2)}。本研究でサンプルを採取した海岸の砂から求めた形状指数を Table 1 に示す。鳴き砂でない海岸では、形状指数が高い値となり、鳴き砂である海岸では1~2に近い値となった。新舞子海岸の砂は粒径の大きな砂粒も多く含まれ、形状指数が大きな値となった。他の海岸においては、形状指数以外の判別方法と合わせて考える必要がある。

Table 1 Shape index of the sand obtained beach in Iwaki

Sand type	Beach name	Shape index
Squeaking	Toyoma	1.54
	Nagasaki	2.16
	Nakoso	2.14
Non-squeaking	Shinmaiko	4.19
	Nakoso	1.73
	Shimokajiro	2.33

4. 汎用画像（マクロ画像）による分析

4.1 2次元フーリエ変換画像による比較

フーリエ変換は、通常の距離の空間を表す“空間領域”から信号の周波数成分を表す“空間周波数領域”へ変換する数学的な操作であり、ある波形を異なる振幅や周波数、位相をもつ多数の正弦波に分解する。この原理の基礎になっているのは、「任意の波形は単純な正弦波の和

で表現できる」ということである。それにより信号に含まれる周波数の成分比を見ることができる。

フーリエ変換は2次元信号である画像にも適用することができる。1次元FFT (Fast Fourier Transform：高速フーリエ変換)を横方向と縦方向に行うことで画像のフーリエ変換を行う。水平周波数を μ 、垂直周波数を ν としてFFTを行うと、Fig. 6のような空間周波数スペクトルを得ることができる^{4),5)}。中心部分ほど低周波の領域であり、外側へ向かうほど高周波の領域である。本研究では、砂のカラー画像の明度についてフーリエ変換後、振幅特性を画素値の濃淡に対応させて画像化した。

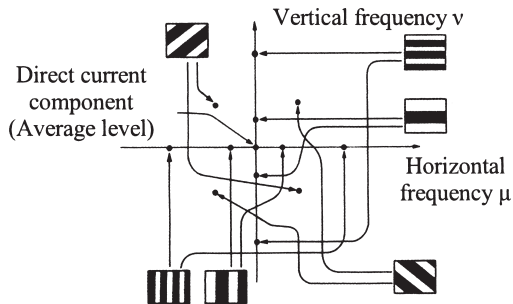
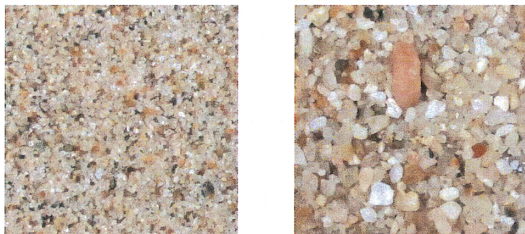
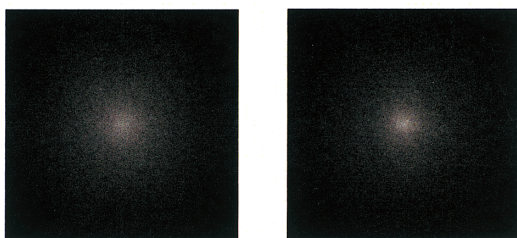


Fig. 6 Relationship of 2D spatial frequency and the image

変換後の画像は原画像に含まれる空間周波数に対する割合を表しており、中心付近の画素が明るいほど低周波数成分を多く含むことを表し、中心から離れた部分の画素が明るいほど高周波数成分を多く含むことを表す。分析の対象とした砂の画像をFig. 7に、フーリエ変換した画像をFig. 8にそれぞれ示す。デジタルカメラによる画像の撮影は、蛍光灯の光源の下、砂の表面から10 cm 離れた位置で、フラッシュを用いずに撮影した。



(a) Toyoma (b) Shinmaiko
Fig. 7 Macro images for the objective sands



(a) Toyoma (b) Shinmaiko
Fig. 8 FFT images for the objective sands

フーリエ変換後の画像を見比べると、鳴き砂の画像は中心付近(低周波成分)だけでなく外側(高周波)にまで画素が明るい範囲が広がっている。一方、鳴かない砂の画像では明るい画素が中心付近に集中していることが分かる。

フーリエ変換した画像によって含まれている周波数成分の違いを見ることができるが、この画像を見比べるだけでは鳴き砂と鳴かない砂の詳細な違いを判別するのは困難である。そこで、フーリエ変換後の画像において中心からの等距離の画素における画素値の平均を求めることにより、周波数領域における画素値の分布を調べる。すなわち、低周波成分が多い画像は、フーリエ変換後の画像の中心付近に明るい画素が集中しているため、中心付近の画素値の平均は高くなる。一方、高周波成分が多い画像については中心から離れた箇所にも明るい画素が多く分布しているため、その箇所でも画素値の平均は高くなる。このことを図示したものをFig. 9に示す。フーリエ変換後の画像の中心からの距離 r を0~255とし、距離ごとに角度 θ を0~359度まで変えていくことで、距離 r 、角度 θ における座標 (i, j) を求めることができ、その画素値を取得する。横軸を中心からの距離 r [pixel]、縦軸を各距離に対する画素値の平均値 $I(r)$ として作成したグラフをFig. 10に示す。

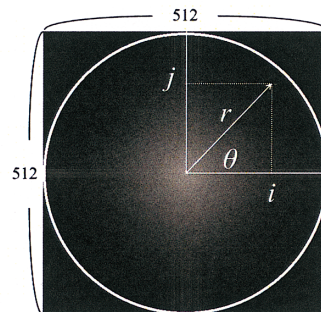


Fig. 9 Distance from the center of FFT image and angle from horizontal direction

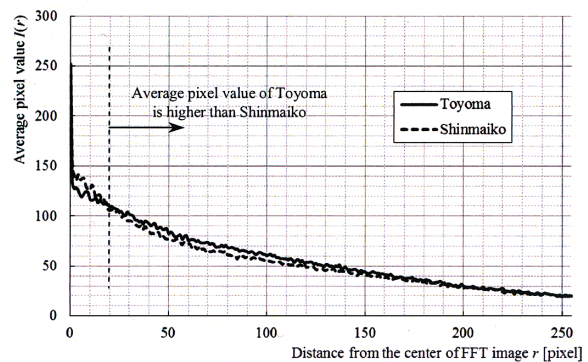


Fig. 10 Average pixel value for the distance from the center of FFT image

鳴き砂についての画像と鳴かない砂についての画像を見比べると、グラフの曲線の描き方は概ね同様の曲線となった。FFT 画像の中心からの距離 r が小さいうちは鳴かない砂である新舞子海岸のほうが平均画素値は高くなっている。しかしながら、鳴き砂である豊間海岸の画像のグラフが途中から新舞子海岸の値より高くなっていることが分かる。他の海岸の鳴き砂と鳴かない砂の画像についても同様のグラフを作成してみたところ、低周波領域において値が小さいことが鳴き砂の特徴であり、逆に鳴かない砂は低周波領域において値が高くなっていることが分かった。

2次元 FFT では、画像のきめの細かさ（大まかな画像なのか細かな画像なのか）を判別することができる。砂の画像においては、新舞子海岸のように、明らかに粒が大きい画像で低周波成分が大きくなり、鳴き砂の画像は低周波成分が小さいものとなった。このことから、FFT 画像に基づいて砂粒が大まかな画像を鳴かない砂として判別することが可能であると考えられる。また、粒径は小さいものの鳴かない砂についても、低周波成分が多くなるという結果が得られた。鳴き砂と鳴かない砂では、砂の組成の違いによって色合いが異なる。鳴かない砂では石英が少なく、磁鉄鉱など黒味を帯びた成分が多いといった特徴がある。それが周波数成分に影響を及ぼし、低周波成分における曲線の描き方の違いに繋がったものと考えられる。

次に、Fig. 10 において r が 0 から 30 pixel までの低周波領域に含まれる画素値の累計を算出して比較する。これにより、FFT 画像に含まれる低周波数成分を定量的に表し、比較を行うことが可能となる。Table 2 に主なサンプルに対する算出結果を示す。鳴き砂では累計画素値が 3,600~3,700 程度の範囲に収まっているのに対して、鳴かない砂では 3,800 を超える値となっており、数値の上から違いが出ていることが確認できた。

Table 2 Accumulation of pixel value under 30 pixels from the center of FFT image for the sand obtained beach in Iwaki

Sand type	Beach name	Accumulation value
Squeaking	Toyoma	3,675
	Nagasaki	3,662
	Nakoso	3,685
Non-squeaking	Shinmaiko	3,802
	Nakoso	3,810
	Shimokajiro	3,922

4.2 色相角と彩度による画像の比較

鳴き砂と鳴かない砂では、含まれる砂粒の種類と割合に違いがあり、画像全体に含まれている色合いにも違いが出ると考えられる。すなわち、鳴き砂の画像どうしを比較すれば同じ色の画素が多くなり、鳴き砂と鳴かない砂を比較すれば、異なる色の画素が多くなると考えられる。色合いについては、一般的に Fig. 11 に示すような色相環を用いて表すことができる。中心からの距離を彩度、角度を色相角とし、この2つのパラメータを組み合わせることで任意の色を表すことができる⁴⁾。

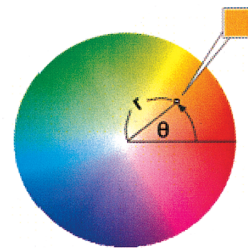


Fig. 11 Color circle

また、カラー画像における光の三原色の成分（赤：R、緑：G、青：B）から色相角と彩度を計算することができる。各海岸砂の画像の全ての画素の色相角と彩度を算出し、組み合わせごとの個数も算出する。算出したデータを比較するために、2つの異なる画像に対する色相角と彩度の組み合わせを横軸にとり、その組み合わせをもつ画素の数を縦軸にとるグラフ（Fig.12 のようなイメージ）を考える。ここで、 $x_1 \sim x_n$ は基準画像、 $y_1 \sim y_n$ は比較画像の色相角と彩度の組み合わせごとに含まれる画素数であり、グラフの縦軸は上下ともに正とする。ある組み合わせにおいて基準画像では画素数 x_1 のときに比較対象画像の画素数は y_1 、別の組み合わせにおいて基準画像で画素数 x_n のとき、比較対象画像では y_n のように考える。

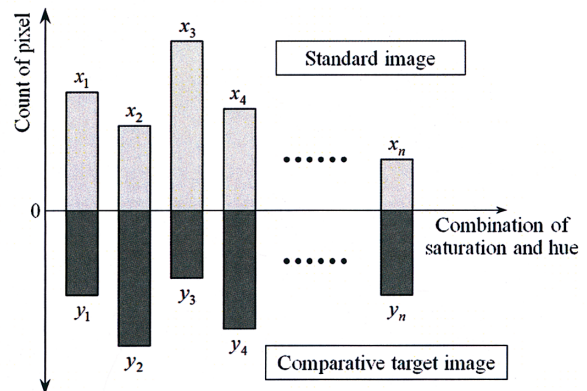


Fig. 12 Count of pixel for the combination of saturation and hue angle for the standard image and comparative target image

次に、鳴き砂の画像を基準画像とし、その他の砂の画像を比較対象画像として、全ての組み合わせの画素数に対するユークリッド距離を計算し、画像に含まれる色の類似性を簡易的に数値として算出する。ここでは、ユークリッド距離 d を式(1)で求めることとする。これにより、色相角と彩度の組み合わせから色の類似性を評価することが可能であり、 d が小さいほど比較対象画像が基準画像に類似した色彩であり、 d が大きいほど基準画像と色彩が異なるということを表す。すなわち、この値には砂の組成が色彩の面で反映され、鳴き砂に近いかどうかを推定できる。

$$d = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (1)$$

この式において、豊間海岸の砂の画像を基準画像としたときのユークリッド距離の算出結果を Table 3 に示す。

Table 3 Euclidean distance for the combination of saturation and hue angle for the sand images based on the image of Toyoma beach as the standard

Sand type	Beach name	Euclidean distance d
Squeaking	Nagasaki	7,900
	Nakoso	5,285
	Shimokajiro	7,089
Non-squeaking	Shinmaiko	13,194
	Nakoso	9,777
	Shimokajiro	23,995

鳴き砂どうしの d の値を見てみると、5,000~7,000 程度の値となっている。それに対して鳴き砂と鳴かない砂との d の値を見てみると距離の値が大きいことが分かる。鳴き砂と鳴かない砂との間で、彩度と色相角の組み合わせに対する画素数に基づいたユークリッド距離 d に違いを確認することができた。

4.3 輝度値による画像の比較

輝度値とは色による明るさの感じ方の違いを表す値である。ここでは、画像の各画素の輝度値を算出し、その値の累積比率によるグラフを作成して比較を行う。

鳴き砂には石英を多く含むという特徴がある。石英は半透明であり、他の砂粒に比べて光をよく反射するため輝度値が高くなると考えられる。そのため、鳴き砂では輝度値が高い画素の割合が高くなり、鳴かない砂では磁鉄鉱や洗炭カスのような輝度値の低い(黒い)砂粒が多いため、輝度値の低い画素の割合が高くなると考えられる。各海岸のカラー画像の全画素について輝度値を算出し、その累積比率から特徴を分析する。横軸を輝度値、縦軸を輝度値の割合としたグラフを Fig. 13 に示す。

鳴き砂でない砂は石英以外の磁鉄鉱や洗炭カス等を

多く含有していると考えられ、それらは石英と比べて輝度値が低くなる。そこで、Fig. 11 のグラフのうち輝度値 100 における各画像の累積比率について考える。まず、鳴き砂である豊間と永崎はほぼ同じ曲線を描いており、累積比率も低くなっている。しかしながら、鳴かない砂である新舞子海岸の砂は鳴き砂である前述のものと同じような曲線を描き、輝度値 100 における累積比率も同様の値となった。比較のために下神白海岸の鳴かない砂について調べてみると、鳴き砂とは大きく異なる曲線を描き、輝度値 100 における累積比率も鳴き砂と比べて高いものとなった。この結果から、鳴き砂は低輝度となる画素数が比較的少なく、鳴かない砂は低輝度となる画素数が比較的多い傾向にあるが、鳴かない砂である新舞子海岸の砂は輝度値で見るときは鳴き砂としての特徴を持っているという結果となった。砂に含まれている磁鉄鉱等の割合が影響したものと考えられる。

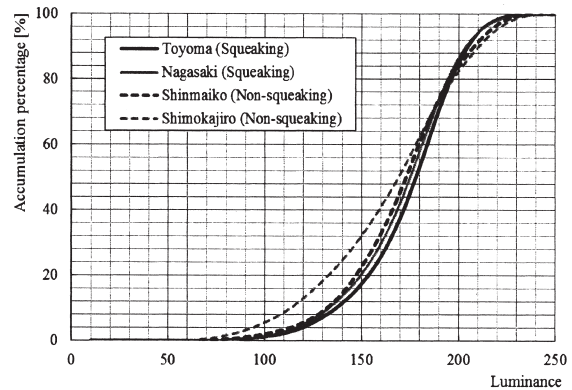


Fig. 13 Accumulation percentage curve for the Luminance for the sand images obtained in Toyoma, Nagasaki, Shinmaiko, and Shimokajiro beach

5. 鳴き砂と鳴かない砂の判定への適用

マイクロスコープを用いたマイクロ画像の分析においては、画像処理によって求めた疑似的な粒径加積曲線および形状指数から、砂粒の大きさの分布を求めることができ、鳴き砂と鳴かない砂を概ね判別することが可能であるといえる。

一方、デジタルカメラで撮影したマクロ画像では、複数の条件を組み合わせで判別する必要がある。そこで、3種類の判別法について、条件を満たすかどうかを表にまとめてみた。その結果を Table 4 に示す。この表において、Condition の欄の“FFT”は砂の FFT 画像において r が 30 pixel までの低周波領域に含まれる画素値の累計が 3,700 以下であるという条件を満たすかどうか、“S&H”は豊間の画像を基準として彩度と色相角の組み合わせに対する画素数に基づいたユークリッド距離 d が

10,000 以下かどうか, “Lum”は輝度値 100 に対する画素数の累積比率が3%以内であるかどうかを○, ×で示している. なお, ここでは鳴き砂として豊間海岸, 永崎海岸, 下神白海岸からサンプルを1カ所ずつ, 勿来海岸からは2カ所のサンプルを用い, 鳴かない砂として新舞子海岸から1カ所, 勿来海岸から3カ所, 下神白海岸から2カ所のサンプルを用いた結果を示している. サンプルには, 条件の設定に用いた砂の画像も含まれている.

この結果から, マクロ画像の分析において2種類以上の条件が満たされていれば, その砂は鳴き砂と判別できるといえる.

Table 4 Judgment result for the analysis of macro images

Sand type	Beach and area name	Condition		
		FFT	S&H	Lum
Squeaking	Toyoma	○	—	○
	Nagasaki	○	○	○
	Nakoso (1)	○	○	○
	Nakoso (2)	○	○	○
	Shimokajiro	○	○	○
Non-squeaking	Shinmaiko	×	×	○
	Nakoso (1)	×	○	×
	Nakoso (2)	×	○	×
	Nakoso (3)	×	×	×
	Shimokajiro (1)	×	×	×
	Shimokajiro (2)	×	×	×

6. まとめ

本研究では, 鳴き砂の分布状況の調査に役立てるため, 画像情報から鳴き砂の特徴を調査する手法を確立することを目的とし, ミクロ画像・マクロ画像から各種解析法を提案し, いわき市の海岸から採取したサンプルを用いて鳴き砂とそうでない砂の比較検証を行った.

その結果, マクロ画像のみでも, 複数の分析法の条件を組み合わせることで画像情報による判別ができる可能性を示すことができた.

本研究をさらに発展させ, デジタルカメラでの撮影条件として, 砂からの高さを変えたり光源を自然光にしたりすることで, 判定条件にどのような影響が現れるかを検討する必要がある. また, 判定の対象とするサンプル数を多くして条件のさらなる検証を行うほか, 海岸の広い範囲に対する画像を収集し, 鳴き砂の2次元分布を表示できるようなシステムの開発も今後の課題となる.

参考文献

- 1) いわき鳴き砂を守る会：いわき市16海岸鳴き砂定点観測実証検査報告書, 2011.
- 2) いわき鳴き砂を守る会：いわき市16海岸鳴き砂定点観測実証検査報告書, 2013.
- 3) 日本鳴き砂総覧：http://bigai.world.coocan.jp/msand/sand/what/mapind.html
- 4) 井上誠喜 他：C言語で学ぶ実践画像処理, オーム社 (1999).
- 5) 奥富正敏 編：デジタル画像処理, CG-ARTS協会 (2004).
- 6) 五十嵐礼・山田貴浩：画像処理に基づくいわき市海岸における鳴き砂の分析, いわき地域環境科学会誌 EQUAL, Vol.27, pp.43-47(2014).
- 7) 山田貴浩・五十嵐礼・高橋一義：小型UAVによる観測を目的とした「鳴き砂」の画像情報の分析, 日本リモートセンシング学会第57回学術講演会論文集, pp.213-214 (2015).
- 8) 五十嵐礼・山田貴浩：画像情報に基づく鳴き砂の判別法の構築, 平成28年度東北地区若手研究者発表会講演資料, pp.301-302 (2016).

電気工学への興味・関心を育むモノづくり導入教育の検討

Study on Introductory Education to Cultivate Interest in Electrical Engineering for Young Students

植 英規・豊島 晋・谷地館 藍*・安藤 守*

福島工業高等専門学校電気工学科

*福島工業高等専門学校モノづくり教育研究支援センター

Hidenori Ue, Susumu Toyoshima, Ai Yachidate* and Mamoru Ando*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Electrical Engineering

* National Institute of Technology, Fukushima College, Manufacturing Support Center for Education and Research

(2016年9月20日受理)

Since electrical technology consists of various fields of related technology, each people imagine various products from the words "electrical technology". The large difference between student's image and education materials may lead to decrease the motivation for learning. In this work, we are developing education materials to cultivate interest in electrical engineering for young students and children. The purpose of this work is to make introductory education of manufacturing to students using easy and intuitive understandable materials. We developed some materials and applied them to students. From these trials, it was confirmed that appropriate difficulties and sense of accomplishment enhances their motivation, even though the education materials are based on relatively difficult technologies for beginners.

Key words: introductory education, electrical engineering, manufacturing

1. はじめに

現在、子どもたちに科学技術の面白さを体験してもらおう科学イベントが各地で開催されている。しかしながら、科学イベントへの参加者は小学生から中学、高校へ学年が進むにつれて激減しており、子どもの理科(大学においては工学部)離れを止めるためにも、イベントで感じた興味を学校教育において継続させ深化することが重要であると指摘されている¹⁾。

我々は、高専入学時の年齢である15歳前後の生徒、学生に対して、主にモノづくりによって電気工学に興味・関心を持たせることを目指した工学導入教育に取り組んでいる。電気工学は電気エネルギーの発生・供給から、エレクトロニクス、情報までを網羅する幅広い学問である²⁾。そのため、学習の初期において学校で履修する基礎科目の内容と自分が想像していた応用分野のイメージに隔たりがある場合、その後の学習に対するモチベーションの維持が困難な場合があると思われる。本取り組みは、電気工学分野の勉強に対する目的意識の醸成と学習意欲の向上に寄与し、ひいては専門分野におけるその後の学習効果の向上につながることを期待される。

本報では、本校入学前の生徒に対する実践事例として、女子中学生に対して理系分野への興味を育むために開催されてきた本校の学校開放事業「わくわく体験授業」での取り組みを示す。また、本校入学後の学生に対する実践事例として、電気工学科における低学年生の実験実習での取り組みについて示す。これらの事例に基づき、本校入学前後の生徒、学生に対する効果的なモノづくり導入教育のあり方について考察する。

2. 女子中学生に対するモノづくり導入教育

2.1 概要とねらい

電気工学分野の基礎となる電気回路は、電源や電気抵抗などを導線で接続して構成した「回路」において、各部の電圧や電流の値などを計算することで学習を進めていく。電気現象は目で見て確認することができず、学習においては入門段階から数式が多用される。このことは、初学者に難解な印象を与える一因であると考えられる。理科の教科書では古くから電球やLEDなどの点灯・消灯によって回路動作を確認する様子がイラストや写真で表されている場合が多いが、それは電気現象を感覚

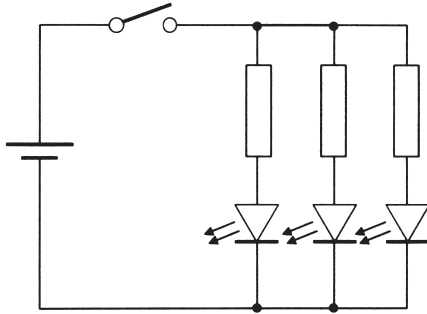


Fig.1 3つのLEDを点灯させる電気回路

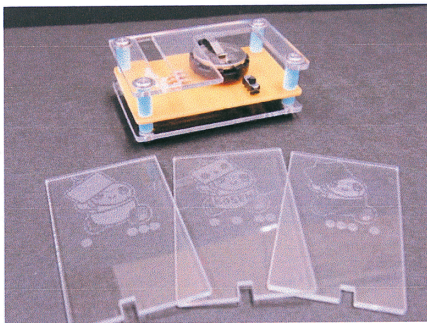


Fig.2 LEDの混色でフルカラー画像を表示する回路教材の外観



Fig.3 教材にフルカラー画像が表示されている様子

的に理解させるための工夫であると思われる。

電気工学科では平成25年度から学校開放授業「わくわく体験授業」に参加している。これは女子中学生を対象とした体験授業であり、参加者は1日あたり複数学科を順次1時間あるいは1.5時間程度ずつ体験する。本取り組みでは、相対的に電気分野への関心は低いと考えられる女子中学生に対し、Fig.1に示す電気回路を用いたモノづくり導入教材を製作した。この回路は、同図に示すように、電源（電池）と3つのLEDを並列に接続した簡単な直流回路である。

Fig.1の回路において3つのLEDにそれぞれ赤、緑、青（RGB）の各色のLEDを用いると、光の3原色を用いた加法混色の効果を観察することができる。これはテレビ

画面にフルカラーを再現する原理でもある。ここでは、レーザー刻印した亚克力板とRGB各色のLEDを用いて、透明な亚克力板上に画像をフルカラーで表示されるような回路を製作した。事前に準備する亚克力板の具体的な製作手順は以下の通りである。

- ① 対象となるデジタル画像をRGBの3色に分解し、各色について組織的ディザ法による網点化処理を行う⁴⁾。
- ② 各色の網点画像を、位置を合わせた上で2mm厚の無色透明亚克力板3枚にそれぞれレーザー刻印する。

Fig.2に教材の外観例を示す。RGB各色に対応した亚克力板を重ね、それぞれの端面から対応するLED光を照射すると、光は内部でほぼ正規反射を繰り返しながら進む。その際、レーザー刻印部で光が拡散反射し、Fig.3のように刻印部のみが発光して見える。回路自体は単純なLED点灯回路ではあるが、3色のLEDでフルカラー画像を表示させる視覚的な効果で生徒の興味・関心を育むことがねらいである。なお、あくまで電気回路の実習であることを印象付けるため、基板加工機を用いて専用基板を作製し、ハンダ付けを行う実習手順を構築した。

2.2 わくわく体験授業での実施とその効果

1.5時間の割り当て時間において、30分程度の時間でLEDの紹介と製作回路の説明を行い、その後ハンダ付けによるモノづくり実習を行った。実習前の解説では、参加者が興味を持ちやすいと考えられるスマートホン、携帯ゲーム機、人型ロボットなどを例に挙げ、電気の基本となるオームの法則やLEDの点灯・消灯の回路についてイラストを多用して説明した。また、ハンダ付けを伴う実習中は、学生補助員と教職員で製作のアドバイスと安全確保、さらには不良部品の交換などに対応した。

本教材の効果を検討するため、わくわく体験授業における参加者アンケートの中の、以下の2つの設問に着目した。

- ・ どの授業を受けたいと思っていたか（複数回答可）
- ・ どの授業が一番印象に残ったか（択一式）

Table 1に、電気工学科の授業が選択された割合を示す。なお、H25年度の参加学科は専門3学科のみであるが、H26年度からは専門5学科と一般教科を合わせた計6学科の取り組みになっている。また、本取り組みでは、H25年度、H26年度は前述の教材を用いたが、H27年度は電源として太陽電池パネルと蓄電池を用いたやや難易度が高い教材に挑戦している。

各年度において参加学科や各学科の授業内容が異な

るためTable 1の記載の内容を単純に比較することはできないが、特にH25年度においては、当初受けたいと思っていた割合に対して、実際受けてみて印象に残った割合が向上する結果となった。この結果は、女子中学生たちが挑戦した簡単な電気回路が、ロボットなどの応用技術につながることでイメージできるように事前説明を行ったこと、中学生にとってハンダ付けでモノづくりを行うという体験自体が新鮮だったこと、視覚的にインパクトのある作品を自分の手で作ったという達成感があったことなどが考えられる。一方、H26年度以降その割合が減少しているが、他の参加学科の授業内容との関係や、同年度から参加学科が6学科に増えたことにより、択一式の設問「一番印象に残った授業」に選ばれる割合が減ったことなどが原因として考えられる。

なおH27年度において、印象に残った授業である割合が受けたいと思っていた割合よりも若干ではあるが低下した。これは、前述した択一式の設問による影響に加えて、教材の難易度がやや高くなったことと、それに伴って授業時間内に製作を完了することができなかった参加者が複数いたことによる影響があると考えられる。製作のスピードには大きな個人差があるため、参加者全員が時間通りに製作が完了するような製作物の設定は困難である。しかしながら、参加者の満足度向上のためには、作業に手間取っている受講者に補助スタッフを重点的に割り当てるなど、参加者全員の製作が時間内に完了して達成感を共有できる工夫が必要であると考えられる。

Table 1 アンケート結果（電気工学科の割合）

年度 (学科数, 人数)	受けたいと思っていた授業 【複数選択可】 (人数/総数)	一番印象に残った授業 【択一式】 (人数/総数)
H25年度 (3学科, 39)	22.2% (16/72)	48.7% (19/39)
H26年度 (6学科, 44)	14.0% (14/100)	15.7% (8/44)
H27年度 (6学科, 49)	11.5% (11/96)	10.2% (5/49)

3. 電気工学科低学年生に対するモノづくり導入教育

3.1 概要とねらい

電気工学科の授業における実験実習科目は、実験技術の習得と電気電子工学についての理解を深めるために

各種のテーマ設定がなされている。それらは専門科目の知識や技術を習得するために欠かせないものであるが、低学年生にとっては学生のイメージする応用分野とのつながりが必ずしも見えない可能性もある。そこで、低学年生に対して電気工学分野への興味・関心を高めるために、実験実習の一部に新たなテーマを導入した。

具体的には、H27年度からの本科1年生の実験実習で「センサー付きモーターカーの製作実習」を、またH28年度からの2年生前期の実験実習で産業用アームロボットを用いた「ロボット制御基礎実習」を導入した。これらのテーマのねらいは、専門分野の初学者である低学年生に対して、基礎学習を積み上げて応用に発展させる方式ではなく、最初に応用技術を体験させた上で、その後の本格的な電気回路やプログラミングの学習につなげていくというものである。なお、学生が集中して実験実習に取り組めるよう、1回当たりの授業時間を超過しないようなテーマ設定を行った。

3.2 授業での実施とその効果

「センサー付きモーターカーの製作実習」は、赤外線センサー、オペアンプ、モータードライバなどを用いてFig.4に示すようなモーターカーを製作し、壁に向かって直進させたモーターカーが衝突せずに停止するように回路素子の値を設定するものである。対象となる本科1年生は、まだセンサーなどの知識に乏しい状態であるため、実習中には適宜解説を行うようにした。これまでのところ、学生全員が製作したモーターカーを実際に動作させることができた。

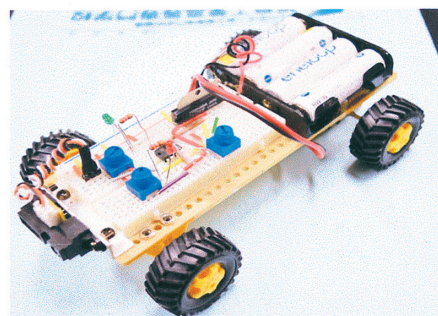


Fig. 4 センサー付きモーターカーの外観

年度末に実験全体に対する学生の感想を集め、その内容からセンサー付きモーターカーの製作実習に言及しているかどうか、またコメントが肯定的か否定的かを主観的に分類した。結果をFig.5に示す。これより、ほとんどの学生が本テーマに言及しており、しかも多くが肯定的な印象を持ったことが確認できる。具体的なコメン

トの例を以下に示す。

- ・ 「可変抵抗やオペアンプは高学年になっても使うことがあるので、使い方を覚えたい」
- ・ 「自分の作った回路が動くという達成感は大い」
- ・ 「部品のことについてもっと知りたい」
- ・ 「もともとモーターカーに興味があったのでとても楽しい実習だった」
- ・ 「自分で組んだ回路でものを動かしたことに感動した」

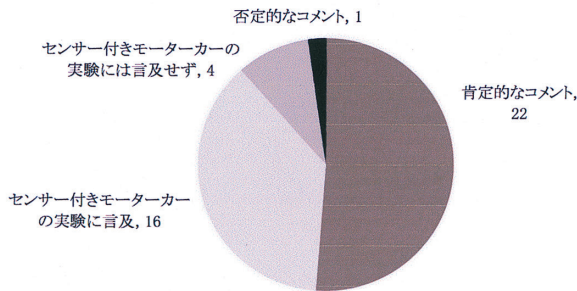


Fig.5 授業に対する学生の感想の分類結果 (回答数 43)

これらのコメントからは、学生が本実習によって達成感を感じ、今後の勉強への意欲を見せている様子が確認できる。また、否定的なコメントとしては以下のようなものが得られた。

- ・ 「実習自体は楽しかったが今後に活かさない」
- センサー付きモーターカーを構成するための回路技術、センサー技術はどれも今後の授業科目で学ぶものであり、本テーマはその後の学習効果を向上させるものであると考えている。上記のようなコメントは、実習内容と今後の授業の学習内容とのつながりを学生全員に認識させるには至らなかったことが原因であると考えられる。今後の検討においては、学生の達成感と学習へのモチベーション向上を共に達成できるような、解説と実習の最適なバランスをさらに追求していくことが必要であると考えられる。

H28年度から実施している2年生の「ロボット制御基礎実習」は、Fig.6に示す産業用の6軸アームロボット(三菱 RV-2SD-SBY)の制御プログラミングを体験するモノづくり(プログラミング)実習である。この実習では、はじめに、ティーチングボックスと呼ばれるロボットコントローラーを用いた手動制御により、学生一人ひとりにロボットの動作を確認させる。その後、コンピュータシミュレーションによって、ロボット制御のプログラム作成を行う。プログラムは専用のムーブマスター言語で

記述する。シミュレーションでは、Fig.6に示すようにディスプレイ上でロボットの動作がグラフィカルに表示され、ロボットの姿勢や動作を確認することができる。学生のプログラムをLAN経由で実際のロボットへ送信して動作させることで、低学年生でも安全に「本物」のロボットを動作させる実習を行うことができる。

実際に授業において実施した結果、学生は意欲的にプログラムの作成に取り組んでいる様子が確認できた。初歩的ではあるが、自動車工場などで実際に稼働しているロボットの制御を体験させることで学生に達成感を与え、さらに応用技術へのつながりを見出させることができたと考えている。なお、本テーマは学生の進捗状況を確認しながら実習中に内容を調整したこともあり、全受講生に統一的なアンケートを行うには至っていない。次年度以降にアンケート調査を実施し、実施内容の改善を行っていく予定である。

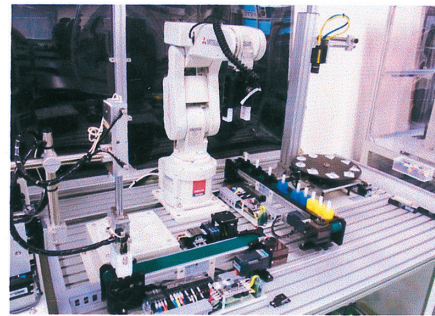


Fig.6 産業用6軸アームロボット
三菱RV-2SD-SBY (中央)

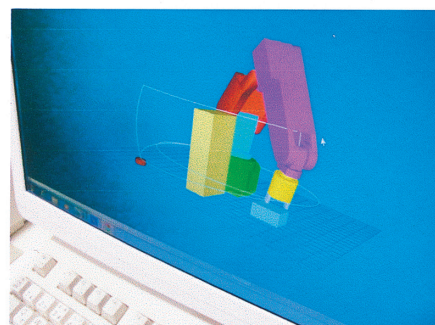


Fig.7 ロボットシミュレータの画面

4. まとめと今後の展望

本報では、15歳前後の生徒、学生に対して電気工学分野への興味、関心を育むためのモノづくり導入教育の取り組みとして、女子中学生を対象とした「わくわく体験授業」での取り組み、さらには電気工学科1、2年生における実験実習科目での取り組みを示した。これらの取

り組みにおいて、受講者の様子やアンケート調査の結果から、学生、生徒に対して適切な難易度で、実験実習における達成感を与えることが重要であることが示唆された。また、高専で勉強を行っていく低学年生に対しては、最初に応用技術を体験させることでその後の学習に対する学生のモチベーションを向上させるために有効であることが確認された。ただし、そのためには、モノづくり教材や教育内容の検討だけでなく、その後の授業科目との関連を学生にしっかりと理解させることが必要である。

本報で示したものの他にも、1年生の実験実習において、H28年度後期からは教育版レゴ®マインドストーム®EV3[®]を用いたロボット制御プログラミングの実習を導入している。今後は、これらのテーマの内容を洗練させ、さらに教育効果の高いモノづくり導入教育の実現に向けた検討を進めていく予定である。それによって、より多くの学生が意欲的、能動的に高専での学習に取り組

んでくれることを期待したい。

参 考 文 献

- 1) 黒杭清治：理科離れについて考える，工学教育，Vol.50, No.4, pp.27-34 (2002)
- 2) 渡辺良男：理科離れは止めることができるか？，工学教育，Vol.56, No.6, pp.85-89 (2008)
- 3) パワーアカデミー：電気工学を知る，
<http://www.power-academy.jp/electronics/> (2016.9現在)
- 4) 田島譲二：カラー画像複製論～カラーマネージメントの基礎～ 画像工学シリーズ編集委員会編，丸善 (1996)
- 5) LEGO education:
<https://education.lego.com/ja-jp/learn/middle-school/mindstorms-ev3> (2016.9現在)

myRIO組込みシステム開発コンテストの活動報告

Activity report of the embedded system design contest composed of myRIO educational tool and LabVIEW software

豊島 晋

福島工業高等専門学校電気工学科

Susumu Toyoshima

* National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Electrical Engineering

(2016年10月20日受理)

Students improve their skills by participating in various contests. Last year, students participated in an embedded system design contest composed of myRIO educational tool and LabVIEW software for the first time. In this paper, I introduce the activities of the students in the contest. Although they were not able to develop high level system for the short development period, they were able to learn about embedded techniques that was not learned from hands-on development process in the current curriculum. To ensure a sufficient time to develop system, it is necessary to finish the basic learning of LabVIEW programming at an early stage.

Key words: embedded technology, LabVIEW software, myRIO, hands-on learning, practical skills

1. はじめに

高専生向けのコンテストには、高専機構が主催するロボットコンテスト、プログラミングコンテスト、デザインコンペティションがある。学生は上記のようなコンテストに参加することで、実践的に高専で学ぶ基礎的な技術を応用し発展させる機会を得る貴重な経験ができる。しかし、こうした主要なコンテストだけでは、社会のニーズに合った技術力を持った学生の育成には限界があることと、高度な技術の習得を目指す学生の活動する機会が不足するため、学生がカリキュラムに組み込まれた学習にとどまらずに技術力を向上させるためのプログラムを提供する目的で共同教育プロジェクトチームが結成されている。¹⁾この共同教育プロジェクトチームの活動の一つとして企業と協力したプログラムが企画され実施されており、オムロン株式会社による制御教育キャンプや日本マイクロソフト株式会社によるImagine Cupなどが開催されている。

昨年度、日本ナショナルインスツルメンツ株式会社(以下：NI)がプロジェクトチームの協力のもと開催するmyRIO組込みシステム開発コンテストに学生が初めて参加した。本稿では、今後も学生が引き続きコンテストに参加しやすいように参考となる情報を残すため、コンテストの内容とコンテストに参加した学生の活動内容について報告する。

2. myRIO組込みシステム開発コンテストの概要

汎用的なパーソナルコンピュータ(PC)による制御システムとは異なり、機器に搭載したマイクロコンピュータにより目的に応じた制御を実現するシステムを組込みシステムと呼び、産業機器、医療用機器、家庭製品といったあらゆる物に搭載され広く利用されている。また、物とインターネットがつながった製品が今後も多く開発され普及していくことから、組込みシステムを開発できるエンジニアの必要性も高まってきている。

myRIOコンテストも実践的な学習による即戦力のエンジニア育成を目的として、組込みシステムの開発を通してエンジニアになるために必要なスキルであるプログラミング力、プロジェクト管理、アプリケーション開発、発表までを実践的に学ぶ機会を学生に提供している。下記に2015年のコンテストの募集要項に記載された内容について説明する。²⁾

●課題テーマ

組込技術を伴うシステムの開発
(課題の提起とソリューションの提案)

●開発環境

ハードウェア：NI myRIO
ソフトウェア：NI LabVIEW

●スケジュール

募集時期：10月20日～11月末
 開発期間：申込み後～2月12日
 提出締切：2月12日
 一次審査：2月
 一次審査発表：2月下旬
 最終発表会：3月中旬

●提出物

- 1) テーマと執筆ガイドラインに沿ったレポートおよびユーザー事例使用許諾書
- 2) システムに使用したプログラムとプロジェクトファイルおよび使用したライブラリ、ドライバ
- 3) アプリケーション・システムの動画のYouTube リンク先、もしくはビデオファイル
- 4) 貸し出されたmyRIOの返却

●応募条件

- 1) 応募時点で高等専門学校の学生（専攻科生含む）であること
- 2) LabVIEW とmyRIO を使用したシステムの開発をすること
- 3) 1 チーム最大5 名までのチームでの参加が可能・1 人での参加も可能
- 4) 同じ高専内から複数チームの参加が可能

申込期間は平成 2015 年10 月20 日から11 月末日であり、参加チームとチームの構成員5名以内を申し込み用 EXCELファイルに記入して各校の事務を経由して申し込む。申込み完了後にNIから受けられる支援体制としては、ハードウェアの無償貸与または半額購入割引、評価版ソフトウェアの期限付きライセンスの付与、ソフトウェアの使用方法を学習するためのe-Learningの受講(期限付き)、意見交換や質問ができるコミュニティーサイトが整えられており、開発環境がなくてもコンテストに参加できるように配慮されている。

入賞作品は一次審査を通過した5チームによる最終発表会で決定される。過去の入賞作品を下記に示す。

●平成25年度入賞作品

優勝：レッツゴー！myRIO カート！
 -ラジコン目線のドライビングシミュレーター
 準優勝：NI myRIO を用いた除草ロボットの遠隔操作

●平成26年度入賞作品

優勝：自走式ソーラーチャージャーの製作
 準優勝：CPT -通信可能なチューナー-

過去の入賞作品やその他の作品の一部はYouTubeにて紹介動画を閲覧することができるので、開発するシステムの計画をたてる際に参考にすることができる。また、myRIOを利用した導入事例の紹介、myRIOのユーザーガイドやサンプルプログラムなどもNI社ホームページ³⁾に情報が公開されているので参考にすることで効率よく開発することができる。

2.1 LabVIEW

コンテストで使用が指定されているプログラミング言語のLabVIEWは、Fig. 1に示すようなブロックダイアグラム間を配線していくことでプログラミングを構築するグラフィカルなプログラミング言語である。⁴⁾ テキスト系プログラミング言語とは違ってデータフローが一目瞭然であるためフローチャートを作成する感覚に近い形でプログラミングが可能である。また、機器の制御・監視システムを構築することを主として開発されたプログラミング言語であるため、データを簡単に取得・表示・修正し、機器の入力値を制御するプログラムを迅速に開発することが可能である。ハードウェア機器間の通信を使用する場合もテキスト系の言語ではコンフィギュレーションファイルの設定が別途必要なことがほとんどであるが、LabVIEWではこの設定も対話形式で設定可能であるため、ユーザーは使用したい機能を簡単に利用することができる。このため従来のテキスト系プログラミング言語による開発よりも迅速にプログラミングを構築することができるため、myRIOコンテストのように開発期間が短い場合でも組込みシステムの開発が可能である。

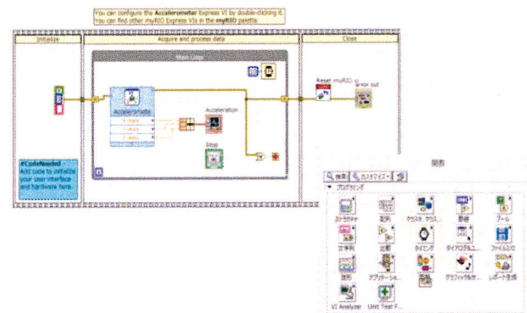


Fig.1 LabVIEWプログラミング画面

2.2 myRIO

コンテストで指定されているハードウェアのmyRIOは、Fig. 2に示すようにデュアルコアのARM Cortex-A9 リアルタイムプロセッサ、カスタマイズ可能なFPGA I/O、オンボードWi-Fiなどを備えており、LabVIEW開発環境を使用することで短期期間に実務レベルのシステムを開発することが可能な教育用ツールとして販売されているものである。⁵⁾



アナログ入力：10 個、
アナログ出力：6 個、
DIO ライン：40 本、
Wi-Fi, LED, プッシュボタン、
加速度計, FPGA,
Cortex-A9 プロセッサ

Fig. 2 myRIOの搭載機能

実際に本校の再生可能エネルギーシステムにもmyRIOより高度な制御や監視システムに最適とされるNI社製のCompactRIOが組込まれており、再生可能エネルギーシステムで利用する運用シミュレーションにもLabVIEWで作製されたシミュレーションプログラムを購入して使用している。myRIOとLabVIEWによる組込みシステムの開発を学習することは、実社会において役立つことが予想されるため、コンテストの参加により組込みシステムの開発を実際に経験できることは教育と研究の両方で大きな効果が期待できる。

3. 活動報告

コンテストに参加する学生の募集は物理の実験でLabVIEWの使用経験がある4年電気の学生に向けて実施した。募集案内の説明とともにコンテストで使用する機器のデモンストレーションなどを行った結果、7名の学生が参加を希望した。参加学生と指導教員で取り組む課題について話し合った結果、Aチーム2名、Bチーム3名、Cチーム2名の3チーム分かれて活動することになった。次に各チームが取り組んだ課題の内容とその活動状況について報告する。

3.1 モデルロケット打ち上げ補助システムの作製

Aチームで取り組んだ課題は、初心者でも安心してモデルロケットの打ち上げを行える支援システムを搭載した打ち上げ台の作製である。モデルロケットはパラ

シュートなどの回収機構を搭載し、打ち上げ後に回収する必要があるため、回収しやすい場所に戻ってくるように打ち上げ角度や方向を調整する能力が必要となる。モデルロケットの打ち上げ経験の少ない人は、地上の風速と風向から上空の風速風向を予測して適切な角度でロケットを打ち上げることが難しいため、myRIOを用いたモデルロケットの打ち上げ補助システムを搭載した打ち上げ台の作製を課題として活動を行った。

作製に必要な予算も限られているため、調整に必要な環境データを取得する風速計や風向計をチームで自作し、計測と制御に必要な不可欠なエンコーダもシステムの制御に必要な分解能となるようにチームで設計し作製した。実際に作製したエンコーダ部分をFig. 3に示す。

風速計、風向計、打ち上げ角度と方向を制御するシステムをすべて搭載した打ち上げ台をFig. 4に示す。myRIOには、風速計による風速により打ち上げ角度を制御し、風向計により風向から風上に向かってロケットを向けるプログラムが組込まれている。自作したエンコーダを組込んだ風速計、風向計、打ち上げる方向を制御する機構が正確に動作することは確認できたが、風速計などの校正が完了しておらず、実際の打ち上げによる動作確認は行えなかった。

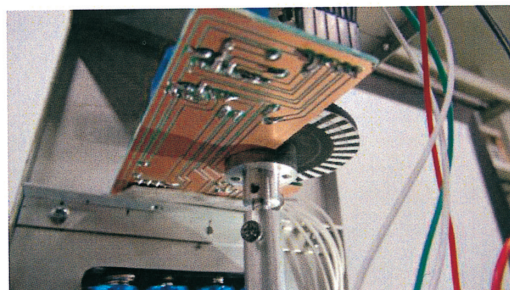


Fig. 3 自作したエンコーダ部分

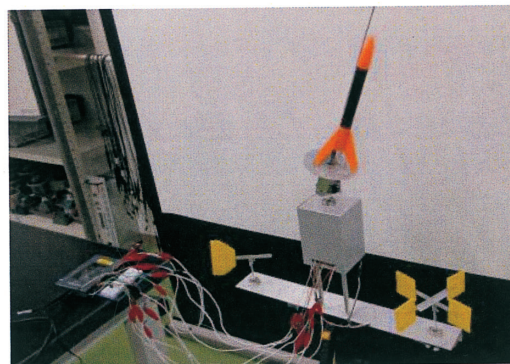


Fig. 4 作製したモデルロケット打ち上げ台



Fig. 5 モデルロケット自動撮影装置

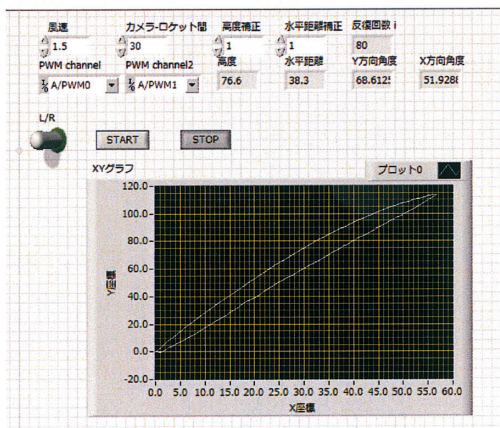


Fig. 6 データ入力と軌道予測の画面

3.2 モデルロケット自動撮影システムの作製

Bチームで取り組んだ課題は、打ち上がるモデルロケットを初心者でも簡単に撮影できる自動撮影システムの作製である。一般的に使用されるモデルロケットとエンジンの組合せによる打ち上げでは、ロケットの初速は時速180kmほどになり、打ち上がるロケットを手動で撮影する場合に手ブレやフレームアウトなどの問題がおこりやすい。また、ロケットの軌道は鉛直方向のみではなく、風向や風速の影響を受けて軌道が変化するため更に撮影が難しくなる。この解決策として、あらかじめ機体の情報と風速などの環境データを入力することでロケットが飛行する軌道を予測しカメラにその軌道を追わせる機能を持った装置の作製を行った。

Fig. 5に作製した自動撮影システムの機器とFig. 6にPC側のコントロール画面を示す。Fig. 5のように装置はカメラの角度制御用にサーボモータ搭載された三脚に撮影機器としてスマートフォンが取り付けられるようになっている。Fig. 6に示すPC画面から風速の情報などをmyRIOに入力することで、myRIOがロケットの軌道を予

測していることがわかる。myRIOは軌道予測に基づき撮影装置の2台のサーボモータを制御することでロケットの撮影が可能となっている。Fig. 7に自動撮影システムを用いた撮影試験の様子を示す。実際の運用と同じくモデルロケットを打ち上げて撮影試験を行った。撮影試験の結果、軌道予測に応じてカメラの撮影角度が変化し、モデルロケットをフレームアウトすることなく撮影することができた。



Fig. 7 撮影試験の様子

3.3 エネルギー変換実習装置の作製

再可能エネルギーの一つとして注目される太陽光発電は、太陽光から電力を生み出すため、天候や周囲の環境によって取り出せる電力が常に変化してしまう問題がある。このため実際の太陽光発電システムでは、環境の変化に対してもシステム全体でエネルギー変換効率を高めるためにインバータやコンバータを制御するエネルギー管理システムが組込まれている。Cチームでは、こうしたコンバータなどによるエネルギー変換回路を利用したエネルギー変換技術を実習形式で学習する必要があると考え、myRIOによるエネルギー変換実習装置の開発に取り組んだ。作製したエネルギー変換実習装置をFig. 8に示す。実習装置は太陽電池が発電したエネルギーをエネルギー変換回路により効率よく鉛蓄電池に蓄える構成となっており、myRIOによって太陽電池の出力電圧と出力電流、蓄電池の電圧と充電電流を計測しながら最大効率となるようにエネルギー変換回路を制御している。

実際に屋外の利用も可能であるが、屋内でも実習可能であることを確かめるために実験室で装置の動作確認を行った。実験の様子をFig. 9に示す。ハロゲンランプを用いた光源の下に太陽電池を設置しエネルギー変換回路を用いた装置の充電動作の確認を行った。動作確認の結果、エネルギー変換回路によって効率よく蓄電池に充電されていることが確認できた。

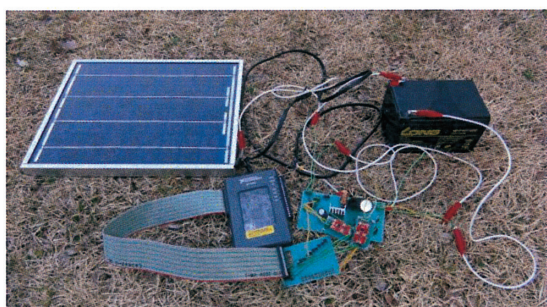


Fig. 8 エネルギー変換実習装置

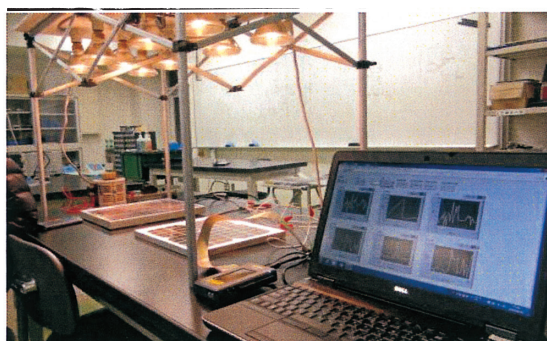


Fig. 9 ハロゲン光源によるシステムの動作確認

4. コンテストの結果

本校の3チームは最終発表会に参加する5チームに選ばれることはなかった。今回選ばれた5チームのうち4チームは5年生と専攻科生により構成されたチームであることから卒業研究や特別研究の一部として実施している可能性もある。残り1チームは4年生5名により構成されたチームであった。コンテストの参加チーム数はわからないが、提出締切日近くに入賞作品以外の作品動画がYouTubeに複数公開されていたことから、学科でLabVIEWを導入している高専や研究で利用している研究室など、多くの高専から参加していることが予想できる。また、myRIOコンテストも3回目になり、開発した組込みシステムが正しく動作することが当たり前であると同時にLabVIEWとmyRIOの特色を活かした独創的な組込みシステムであるかどうか選考において重要となっていることが、過去の入賞作品や最終発表会に選考されたチームの作品と比べることでわかった。特にmyRIOコンテストは、プログラムの提出も求められており、正しく動作するプログラムであるか、LabVIEWの機能を活かしているかなどについても十分に審査していることが考えられるため、安定して動作しないシステムでは全く評価されないことが考えられる。本校の参加チームの作品は、システム全体の動作試験まで行えな

かった作品が1つ、システムの動作確認までできた作品が1つ、実際の運用に近い形で動作試験を行った作品が1つであったため、動作の安定性といった点においても一次審査を通過する水準に達していなかったと考えられる。

コンテスト終了後に参加学生に対して実施したアンケートの結果、課題に対する達成度(最大100%)の自己評価は、Aチームが40%、Bチームが60%、Cチームが40%と低く、学生自身が過去の入賞作品や一時審査を通過した作品よりも完成度が低いことを認識していることがわかった。また、完成度が低い原因について、多くの学生が開発スケジュールに大きな遅れが生じたことが原因と述べている。このスケジュールの遅れの要因は複数考えられる。一つは開発に利用できる時間の少なさである。開発期間の短さに加えて、作品の作製に利用できる時間が放課後や土日祝日とまとまった作業時間を確保することが難しく、部品の加工作業に多くの時間がとられたことである。もう一つは購入用の予算がないため必要な部品の一から設計作製する必要があり、設計と作製に時間を要したためである。また、事務に参加申込書を11月17日に提出したが、実際に事務側で申し込んだ日が11月30日と遅かったため、e-Learning受講用のアカウントの発行が12月16日と遅くなり十分にプログラミングを学習する時間が取れなかったことも影響していると考えられる。LabVIEWでないプログラミング言語によるハードウェアの制御についても工学実験やその他の実習で取り組んだことがない技術であるため、プログラミングによる制御の基礎知識を学生がもっていない状態であったことも影響していると考えられるため、今後の改組のタイミングに合わせて3年生以下の工学実験のテーマとしてマイクロコンピュータによるセンサやモーターの制御実習を取り入れていく必要があると強く感じた。

5. 効果的な活動方法と支援体制

募集要項の情報からmyRIOコンテストに参加する場合に注意することは、不慣れたプログラミング言語とハードウェアを用いることと開発期間の短さである。開発期間は最大で3カ月程度であるが、期間中に後期中間試験と冬季休業があるため、実質的に活動できる時間はさらに少なくなることに注意する必要がある。

LabVIEWの基本的な使い方やmyRIOなどのハードウェアをLabVIEWによってプログラムする方法などは、サポートにあるe-Learningを受講することで効率よく学

習することができる。参加申し込みは早めに済ませて、受講用のアカウントとパスワードを発行してもらい LabVIEWによるプログラミングの基本について学習を済ませた方がよい。e-Learningの内容は通常数万円を支払って受講する内容であり、インターネットに接続できれば学外でも利用できるため自主的に学習が進められるといった利点もある。しかし、発行されるアカウントは各校で1つであるため、個々の学生が同時に視聴することはできない点も注意する必要がある。

LabVIEWのプログラム言語は豊富なサンプルプログラムとその他のユーザーにより情報公開されたプログラムを改良することで自身が目指すシステムを効率よく開発することも可能であるため、e-Learning 以外にも海外ユーザーによる開発情報が豊富なNIホームページのコミュニティーサイト⁶⁾を積極的に利用したほうがよい。NIコミュニティーサイトはサンプルプログラムの公開の他にユーザー間による技術的な情報交換も行われているため、NI製品について調べたいときはコミュニティーサイトの過去の情報から調べることを学生に教えておくとよい。また、NI製品は国内よりも海外の方で広く利用されているため、最新の情報については海外ユーザーによる情報公開が多いため、実践的な英語学習もかねて海外コミュニティーの情報についても積極的に利用することを学生に促すとよい。実際に開発で利用したmyRIOのハードウェア情報が記載されたエッセンシャルガイドも日本語版と英語版があり、日本語版は英語版より情報が古く内容も少ないため、ユーザーガイドなどは必ず英語版を利用の方がよいことを学生自身が気づききっかけとなった。このmyRIOエッセンシャルガイド⁷⁾には、myRIOの各種機能の使い方についてサンプルプログラムとともに説明が記されているため、開発する際に一番利用しやすい資料である。

コンテストの参加する学生は、課外活動の一つとして自主的に活動する場合、自由に課題を設定して開発することが可能であるが、システムの作製には多くの部品や材料を必要とするため開発費用が問題となり自主的に活動するには限界が生じる。今回は初めての参加ということもあり指導教員の研究室の備品や指導教員が所有する部品を貸出することで開発が行われたが、今後も継続して参加募集をかけていく場合には学校や学科として何らかの支援体制を整えていく必要がある。他高専

では各種コンテストへの学生の自主的な活動について学生会が予算を設けており活動内容を審査したうえで支援する体制などもあるため、本校においても学生の自主的な活動などに内容を審査したうえで支援する体制が整えられることを期待したい。

6. おわりに

電気工学科の4年生7名が課外活動としてNI社と高専共同教育チームが開催するmyRIO組込みシステム開発コンテストに参加した。開発期間も短く、初めての組込みシステムの開発ということで開発スケジュールが遅れ、完成度の高い作品の作製にはいたらなかった。しかし、電気工学科の工学実験や創作実習といったものづくりに関連するカリキュラムでは学ぶことができないプログラミングによりハードウェアを制御する組込み技術について実践的に学習する機会が得られた。

コンテストの開発環境であるLabVIEWは、テキスト系のプログラミング言語が苦手な学生でも簡単に高い水準の組込みシステムの開発が可能なのであるため、コンテストに参加することで実社会に役立つ組込みシステムを開発できるスキルを習得できる機会となることから、引き続き学生が自主的にコンテストに参加する体制を整えていきたい。そのためには学生がより自主的に活動できる環境と支援体制の両方が整備される必要があり、学内での課外活動の在り方と合わせて検討する必要がある。

参考文献

- 1) 共同教育プロジェクトチームポータルサイト,
<http://kyodo-kyoiku.kosen-ac.jp/>, (2016年9月現在)
- 2) myRIO組込み開発システムコンテスト2015募集要項
- 3) National Instruments 技術サポートページ,
<http://www.ni.com/ja-jp/support.html>, (2016年9月現在)
- 4) LabVIEWの製品案内, <http://www.ni.com/labview/ja/>, (2016年9月現在)
- 5) myRIOの製品案内, <http://www.ni.com/myRIO/ja/>, (2016年9月現在)
- 6) NIコミュニティーサイト, <http://forums.ni.com/>, (2016年9月現在)
- 7) myRIOエッセンシャルガイド,
<http://www.ni.com/tutorial/14621/ja/>, (2016年9月現在)

「客観的・科学的な計測」という誘惑的信仰における 身体的作用可能性

Tempting and delusive belief of “objective scientific measurement”
involved in body actions as the potential driving force

車田研一*・笠井哲・重田謙

*福島工業高等専門学校物質工学科

福島工業高等専門学校一般教科

長岡技術科学大学工学部／大学院工学研究科

Kenichi Kurumada*, Akira Kasai and Ken Shigeta

*National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Chemical and Biochemical Engineering

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Liberal Arts

Nagaoka University of Technology

(2016年1月10日受理)

This report is to give a discussion on how the concept of the scientific comprehensibility should be perceived in our actual activities including our actions for obtaining “scientific objective data”. The revolution in science which explosively spread in 20 th century opened up a completely new situation where we need to develop our scientific comprehension in the structuristic methodologies. The science became more distant from the dimension where we live. The naïve belief of the validity of our attitude toward the science in which we were allowed to rely on our own intuitive and body-action-based perspectives like the perceived affordance in dealing with everyday tools may not be held any more. We need to critically recognize the risk of taking the affiliatives and friendly-looking surface of the contemporary science as what we can easily grasp, and at the same time, we have the destiny of living inside the complexity of the cybernetically constructed structure of the constituent elements of the abstract space, which turns up as a vast web of the mere inter-quantity relationships. Now we face the merciless fact that the education of science absolutely needs to be created so that we could be conscious of the perils secretly embedded in our oversimplified view of the science. In other words, we should never be misled by the cheap narratives which are generated in the so-called popular science. Fundamental science should be intended to be heuristic for encouraging ourselves not to maintain stable beliefs in the popularized scientific narratives but to be mentally robust enough to become involved in cyclical questions. Our unconscious wish for setting an oversimplified narrative on the observed sense-datum is unexpectedly more intensive than we consciously presume.

Keywords: objectiveness, body action, perceived affordance, affiliativeness, structuristic character

1. 論考の背景

科学的である、というのは、何をさしめしているのだろうか？科学的な態度をとり、科学的に結論をだし、科学的に計画をする、という言説上の定型文的なドグマがなれば現代人としてのモラル上の必須要請でもある

かのように強制される時代に生きるわたしたちは、そもそも科学的であるということがどういうことであるかを逡巡して考える機会すら、じゅうぶんにはないだろう。たとえば、「この問題は科学的には、わりきれない」という云いかたがなされたとき、わたしたちは、それをど

のようにうけとめればよいのだろうか？この自問は、そのまま反転して、「この問題は（科学的に）わかった」という言明をわたしたちがどのように受容すればよいのかという反問につながる。

また、ひとつの科学的な態度の一例として、「それを理解する最善の方法は、それ（同じ物）を自らの手で作ってみることである」といわれるが、そもそも自らの作っているさいちゅうの物が、理解したい模擬対象と「同じ物」であるということが、なぜ了解されるのだろうか？（いうまでもなく、この「同等物再生産」という視座は、それ自体が「工学」の原型的な問題であるといえる。）それはモノでなくてもよい。たとえば、幼児が文字を書き写すと左右が逆になること（トポロジカルな反転）がしばしばおこる。しかし、それが写しまちがいであることが成人にはなぜ確信できるのだろうか？（幼児が正しいと思っていることが成人にとってはあきらかに正しくない、という事実は、けっして自明なことではない。わたしたちはいつから文字を正しく書写できるようになるのだろうか？むしろ、その瞬間の記憶を正しく書きのこせる者はいない。この、文字を正しく書くという情報操作上の工学的再生産活動への参入能力の獲得が、個々の人間の社会参画能力を身につけていく過程の出発点としての契機であることは、人間という種の生活史の形態そのものがすでに科学であったり工学であったりすることを初源から要求されていることを象徴的に示している。まさにわたしたちは字を書くからホモ・ファールベルなのだといえる。では、わたしたちが科学的な観察から導きだす状況に関する知見が確証的で信頼に値するものであるという感覚は、いったいどのように正当化されるのだろうか？この自問は回答可能ではなく、ひたすらわたしたち自身を疑問へとおくりかえすという意味において有意なのだといえる。「科学は、わたしたち自身をとりかこむ世界を理解するための不断の営為である」というごく一般的な通念は、いっけん受け容れやすい。しかし、「了解」という感覚の源泉は、じつはまったく自明ではない。たとえば、夏に繁茂する灌木や草を刈り、焚き火にくべると、パチパチと烈しい破裂音がたつ。この印象的な音がたつ原因は、焼かれる草木も焼き殺されるのが嫌で大声で叫んでいることなのだ、という了解のための理論的な説明は、いかにも呪術的で、現代人には、まるで生きた虫をそのまま喰えといわれてもためらってしまうのとおなじような感覚を伴い、いささか受け容れがたいものだ。しかし、わたしたちはこれを真に論駁する方法を、にわかには思い

つくだらうか？木には声帯はないでしょう、草には痛覚神経がないでしょう、草木には悲鳴をあげて助けを呼ぼうなどと考える前頭葉がないでしょう、といった、わたしたちがすでに持ちあわせている説明用の小道具としての、こみいっていながら常識としてはあたりまえの概念づけがないばあい、突然火にくべられて焼かれる木が熱がり身もだえ、その身が灰燼と帰すことを末期に歎いて盛大に悲鳴をあげている、という説明は、まったく荒唐無稽なものだと嗤うことはできない。（いうまでもなくこのような極論的な想定は、エポケー（epokhê）に相当する。）

わたしたちが慎重な観察さえすれば、なにがしかの正しい科学的な状況判断に至れるという考えは、あくまでもひとつの常識的な状況判断の慣性にまみれたパターンの態度決定であるに過ぎない。わたしたちにはあくまでも分節化された世界しか認識できない。（たとえば、視覚を43年にわたり失っていた男が46歳のときに手術により視力をとりもどしたとき、彼の認識世界はひどく混乱する。このときの状況を詳細に描いたロバート・カーソン著の『46年目の光』は一読に値する¹⁾。）分節化のしかたが思考停止に陥ることを怖れて、そこから這い出すことをつねに意識的に試みることのみが、わたしたちにとって可能な営為である。

2. 科学的認識にまわりつく身体性（科学との甘美な関係）

一般に、科学的命題が、言語表現が必然的にもたらす「過剰な文学」からのがれることは、はなはだ難しいといえる。たとえば、ある生物に特徴的な形態・形質が見いだされる時、その形態への科学的言及として、「その生物の大きな○◎は▲△が効率的にできるようになるために発達した」というタイプの、過度に単純化された擬似進化論物語的な説明が受け容れられやすい。だがこのレトリックは、わたしたちがわの受容の便をねらった目的指向的な言明の色彩を強く帯びており、なかば「通念的にいう科学的理解のドグマ的な強制」に等しいものである。（誤解を怖れずにいえば、外見上目立つ形態だけに説明者により自己顕示的に附される攻撃的な言及というニュアンスにおいて、ファルス的であるといえる。）さらに、個別の個体においてのみ想像できる形質の「進化」は、あくまでも「種」全体にたいする命題であり、その言明の段階ですでに誤解を惹起しやすい構造を具（そな）えてしまっている。しかし、共時的な科学的素養を身につけるためには、上記のような物語

(narrative) のイマジナティブで浸透的な威力を道具的に利用することを強いるのも、装置としての学校の教育現場の状況的事実である²⁾。その意味で、先記の「焼かれる草木の悲鳴」の物語の構造は、いつけん呪術や原始的思考からののがれているようにみえる現在の科学的思考においても、完全にその同型性が保たれている。(わたしたちはけっして同時代的な呪術からのがれることはできないのだ。) 内実としては、このことは、実際に日常的に就業上のルーチンとして学理の教授活動にたずさわる者こそ、痛烈に認識しておくべきことのように思われる。教えるということの始原的で救われがたい暴力性の根幹はここにあり、学理の教授はあくまでも同型的なデータ変換作業の身体的な繰り返しの徹底的な習熟訓練にとどまるべきなのである。その意味で、ひたすら基本的四則演算や基本動作をくりかえさせることは、教育方法論的にはもっとも正しいといえる。これは高等教育についてもそのままあてはまる。高度な外見を呈していても、それがつねに段階的に基本演算や基本動作へ還元されることを、教育担当者自身がたえず自己研鑽により身をもって意識的に認識している必要がある。しかし、もちろんこれはまったく容易なことではない。

話をもとに戻そう。それらの科学的な物語を受容可能にやらしめている要素は何だろうか？ここで、身体性がカギになることに言及してもよいだろう。認知科学分野で多くの発見的論考を著しているドナルド・ノーマンが工業製品デザインについてひろめた(知覚された)アフォーダンス(affordance/perceived affordance)、という概念は、この点においても示唆的である³⁾。たとえば、地下室の入り口の扉は押すと開くようにつくってはいけけない。これは火災時に慌てた人が地下室にうっかり入りこむことが致命的な結果をまねく確率が高く、これを建築デザインのレベルにおいて防ぐ必要があるからである。日常的な諸事を考えても、「状況の理解」という観点において、わたしたちの「理解」がはたして行動に先立っているか否かについては大いに疑問がある。わたしたちは状況の要諦をあらかじめじゅうぶんに把握してから合理的に行動するのではなく、むしろ、行動してからはじめて状況を整序的に把握しようとする。つまり、理論はあくまでも遡及的にしかみいだされない。より一般的にいえば、つねに理由は結果のあとについてくるのである。(ただし、これはまだわたしたちの思考がまだ身体性に物理的・実体的にしばりつけられた、牧歌的な段階において通用する主張である。) 上記の地下室の扉の例でいえば、わざわざ半身をひいて腕に力をこめてぐ

いとひかなければ開かない扉を「体感」して、はじめて地下室の扉がどうしてそのようにつくってあるかを「了解」できる。ぎゃくに、遡行的に理由や目的を発見しようとする意識のはたらきは、わたしたちがふだん漫然と意識しているよりもはるかに強い。まじないじみた理由であっても、わたしたちは原因を遡及したつもりにならなければ気がすまない。因果関係という認識上の分節形態は、おそらく多くの言語において人間の身体的なダイナミクスに並行していると考えられる。カール・グスタフ・ユングの以下の主張は、「方向性のある思考」(≡因果関係の説明)がなされるときのわたしたちの心的現象の発生のモーメントの強さをつよく示唆している⁴⁾。

思考を間近から観察して、集中的な思考活動、たとえばなにか困難な問題を解決するための思考をたどってみると、自分がことばで考えていることに突然気づく。われわれは極度に集中してものを考えるとき、自分自身と対話し始める、ときには問題をはっきりさせるために文字や図に書いてみたりさえする。比較的長い期間外国語圏に暮らしているひとは、しばらくたつと、自分がその国のことばで考え始めることに気づくだろう。つまり**集中的な思考活動は多かれ少なかれ言語の形で、すなわちだれかにそれを聞かせ、教え、あるいは説得しようとするかのように、行われる。思考活動はあきらかに外へ向かっている。そのかぎりではわれわれの方向性のある思考すなわち論理的思考は現実思考、つまり現実に適応しようとする思考である。いい換えれば、このときわれわれは観客的に実在するものごとの継起を模倣する、つまりわれわれの頭のなかのイメージは、頭の外部で起こるできごとと同じ厳密な因果の順序に従う。**この思考は方向づけられた注意をとまなう思考ともよばれる。(C.G. ユング『変容の象徴(上)』野村美紀子訳、下線は筆者による)

アフォーダンスという概念はノーマンの工業製品デザイン論をきっかけに急激に一般化した。もともとは生態心理学の始祖のジェームズ・ギブソンがノーマンに十年ほど先立って動物と物に介在する行為可能性の契機となる形態や形質について言及したことに始まる⁵⁾。生きる動物にとっての環世界(Umwelt)を形成するおのおのの物的要素の生態上の「意味」の賦与可能性と考えてよい。この考えは明らかにユクスキュル＝クリサートの先駆的な考えに影響を受けている⁶⁾。アフォーダンスの全般的な良否は、わたしたちの静的もしくは動的な身

体およびその動作への、その製品（など）の総合的な適合性にかかっている。端的にいうと、使いやすさの条件（しっくりくる条件）は何かということである。たとえば、速く泳ぐイルカやシャチは凹凸がすくなく長細い躯体形状をしている。これを流体力学的な筋書きにそって進化論的に説明されたときに、わたしたちはこのみかけ上の因果論的關係を容易に受容できる。この受容の容易さは、たとえば、わたしたちが紙をできるだけ速く飛ばそうと考えたときに細長い紙飛行機の形状を択ぶという日常動作と整合的に並行している。吹き矢やダーツの形状を想起してもよい。対照的に、水底に寝そべるカレイやヒラメの形状をみて、机の上に紙を首尾よくおいておこうと思ったらできるだけ折らずに机上へべったりと敷くのが最良だと考えることとの並行性に納得がいくであろう。因果関係を前提としたアフォーダンスの説明様式は、上記のようなのみこみやすさにおいて「心にやさしい」構造をかたくなにまもっており、学びやすい。しかし、それ以上に、アフォーダンスじたいが言語的に説明され、表明されることによって、はじめて有用な知見としての価値をもち始めることが、「人間の環世界」においては重要である。人間がほかの動物とはまったく異なる位相において知識を構築し利用するようになったことは、みずからの「適応」の過程を多くのケースでなごしかの因果關係の形式において記述できるようになったことに起因する。これをとおして、アフォーダンスをほぼ完璧に再現することができるようになってきたのである。自転車や鉢といった日用製品のデザイン上の形態変化がある一方向へ進行するような外観を呈し、なおかつ、けっして逆行しないのは、アフォーダンスを記述する因果的論理關係は(わたしたちの身体構造が通時的には変化しないことに対応して)変化しないことに対応する。上記の論理關係の通時的な変化は言語のそれと同じく、けっして可視的なほどの変化速度を有さない⁷⁾。このことは、わたしたちに「時代の変化」とでも表現させるような社会的環世界の総合的な変化の外観印象をもたらす。古い道具を眼にしたり、古い映画でむかしの人々の話しかたを耳にしたりしたときに、それがあつた時代をノスタルジックに、現在と親和的な關係を保持したままで想起させるのはこのことによる。そこには時間の連続性 (continuity)、物の形態変化のつながり (consistency)、時間と形態変化の同歩調性 (coherency) があり、わたしたちの生きる時間をなつかしく、融和的かつ甘美につつまこむ。科学は「身体的にわかることができる」時代があつたし、それは現在

でもある部分において保たれている。たとえば、100年前にモノクロ映像で撮影された人々の生活の記録映画をカラーフィルムに加工しなおす試みを駆動する心情を思いおこすとわかりやすいだろう。百年前の人々の肌の色がモノクロではなくわたしたちとおなじであることは科学的にはあたりまえで文言上はだれも疑わないが、カラーに加工された映画を観る瞬間までは、わたしたちには百年前の人々はほとんど異星人のように感じられる。彼らと会話ができることは何か直感として想像ができない。いわば、彼らはわたしたちよりもむしろ博物館の恐竜の化石にちかい感じがするのである。子供が母親に「お母さんが子供のころは、恐竜がいたの？」と訊くのは子供にとってはまったく冗談ではない。バブル時代の服装で写真におさまるわたしたち自身とは、根本的に異なる位相にある。連続感覚 (consistency) としての親和性は何かの契機に失われるのである。柳田国男は、わたしたちの生活史の自然的感覺の延長線的な遡及はけっして室町時代より前へいくことはできないといっている⁸⁾。現代人が生活世界を分節するやりかたを無条件に時間的に遡上してあてはめることはできない。むしろこれは自然科学の領域においてさらに過酷な断絶となる。わたしたちの「科学」は、けっして古代ギリシャ人にとって自然哲学の並行的なものではなく、いかようにしても彼らがみえていた世界をわたしたちは経験できない。

3. 変容する科学的理解と違和感 (象徴的には、演算子となり、すでにフレンドリーではなくなった科学)

古典力学の出発点として学ぶニュートンの運動方程式は物体の運動量の収支法則であり、それをわたしたちは力と加速度のあいだに成立する比例性という意味においてきわめて直観的に了解する。その了解の範囲内において、物体はいずれにせよ有限の空間内を連続関数としての一本のトラジェクトリー (軌跡) を描くものとして、身体感覺にそったかたちで納得される。理科系の高校生が物理学を将来学びたいと希望することが多いのは、おそらくこの「心にやさしく、学ぶ我が身に寄り添ってくれるフレンドリーな力学の理解形式のためである。物体にかかる諸力をじゅうぶんな精度でリストアップすることさえできれば、世界を理解可能なものとして認識することができるはずだった。

しかし、大学、とりわけ理工系学部に入學すると、心にやさしかったはずの物理科学は、おしなべて演算形式に完膚なきまでにくみしだかれる対象となる。たとえば、

被観測値はその物理量に対応する演算子の固有値であり、その統計的な「確率雲」はその固有値に対応する関数である、などという量子力学の表現は、たいていの学生にとって意味もわからないままに暗誦する梵語の経文にひとしい。わかりやすかったはずのニュートンの運動方程式により記述されていた古典力学さえも、一般化座標の導入によりラグランジュの方程式へと変容し、その抽象性に挫折感を覚える。そして、抽象性の極度の増進とともに実感されるのは、力学問題としての数学的形式上の整序性であり、構造的である。物理学の問題として専門家が「見通しがよい」というのはこんなに難しいことであったか、と初めて得心し、身体的・直観的理解などというものはじやまにしかならないと痛感する段階である。諸量はわたしたちの直観的な理解の射程がいかにほどであるかとはまったく関係なく、その理論の範疇に包含される演算子の作用を機械的にうけ、それらの形式的な関係性から目的の記述形式としての関数が導かれる。かつてはあれだけ抽象的に感じられた関数というものがかきわめて具体的な情報源としてたちあらわれてくるのはショッキングだ。学ぶべきものがわたしたちのなめらかな身体親和性から離脱し、変換規則の網の目のなかに投げこまれるこの時期に、おそらく多くの理科系の学生は（かなりの努力家であっても）勉学の継続において挫折する。端的にいうと、自然科学の学校教育システムにおいて強制的にパラダイムの転換を通過させられ、必然的につまづく。この挫折から復帰し、ふたたび勉学を続けるためには、我流の直感をいだきつづけることではけっして太刀打ちできない。いわば、交換規則の網の目という暴力的抽象性のもとに、みずからを去勢し圧倒的な演算システムの内部に無化する必要がある。これはひとつの外国語を徹底的にマスターしようとするときに母国語の使用をみずからに対してきびしく禁ずるときに感じるマゾヒスティックな感覚と似ている。

（意外と気づかれないようだが、これは一種のエポケーであり、無心の祈りである。）

上記のような数学的に形式化された自然科学の領域が提示する非親和的な様相は、さまざまな場面に表出する。情報学や統計物理学でこの傾向は顕著である。たとえば、統計力学では、相互に同等な系が無数にあり、そのひとつひとつではなく、その系が為す何らかの数値がどのていどのばらつきをもって現われるのかを推測するという考えがその根幹にあり、わたしたちが当該の対象がどのような時間連続的な経緯をたどるのかというような親和的な世界観とは相容れることはない。

しかしそれでもまだ、わたしたちは、すでに甘美な直観的自然観から離脱した科学のアウトプットが、どこかでわたしたちの身体が自然性をもって感知する世界描像と合致することを夢みている。これは鏡にうつった自分自身のすがたと、不意に撮られたスナップショットのなかの自分自身の姿とのあいだに生ずる不快な違和感⁹⁾と同じであるといってよい。わたしたちがけっして明示的に意識することはできない、露悪趣味的といってよいような「残酷な客観性」をスナップショットは写しだす。この客観性は、わたしたちがそれを誤魔化し心情的に正当化してしまおうとどこかで思いながら口にする「甘美な誨い文句としての客観性」ではなく、どれだけ不快感を感じながらも否認なしにそれをベースにして裁判をすすめてはならないような、消すに消せない証拠としてのやけどのあとである。わたしたちがおこなう「科学的測定」は、けっして消せない烙印を捺すことである。測定者自身がすでにゆらぎをとまなう可変的なシステムに否認なしにくみこまれていて逃げだすことはできないという認識は、量子力学における不確定性原理そのものであり、このことにより科学的測定はどこかで制禦不可能なものになったと同時に、わたしたち自身をシステムの一部としてとりこむ、メタ視点を獲得したといえる。

これは、通念的な科学的計測や観察が信頼に値する結果をうみだすか否かについての結論を、つねに自己抑制的におこなわなくてはならないことを示している。たとえば、ある分光学的な手法によりある物質の濃度を測定する必要にせまれている状況を考える。二回測定をおこない、0.9と1.0という値がえられたとする。わたしたちはつついこの差を測定対象が本来的に有する統計的な分散であると結論しがちである。しかし、これは、「朝起きたときに窓を開けると、晴れの日も雨の日もありますね」というレベルの身体親和的なデータのばらつきの感覚の延長線上にあるだけの可能性も大いにある。測定器はあくまでもサンプルの性質・形質、および、わたしたちの操作に対してある一定の構造だてられた変換規則をつめたく実行しているだけなのである。不意に撮られた自分の顔のスナップショットをみて、「わたしはこんな顔をしているはずはない」とかぶりをふるのが科学的には滑稽であるのと同型の過誤を、われわれはみな、おかしうる。とくに「科学的測定」においては、多くのばあいわたしたち自身が身体的にその場でそれにかかわっているがゆえに、最終判断の時点で身体的快感原則にしたがってしまいうるのだというおそれを捨てては

いけない。

4. 単純な観察実験においてさえ感じられる経験的事例 (意図的に常識的判断を捨象することによりうかびあがる認識の事例)

本稿の筆者のうちの一ひとは、福島工業高等専門学校に赴任してからの6年間、工業プロセスであつかわれる粉モノ（たとえば小麦粉など）の品質管理・モニタリングに関連する研究に没頭している。粉は一工程で大量にあつかわれる汎用的な素材であり、そのモニタリングには様々な物理的制限条件がある。一般に粉は可視水準を超える速度で搬送されるので、計測と判断が短時間におこなわれる必要がある。

粉モノの計測において、高速度撮影が比較的低廉に、かつ手軽にできるようになったことの影響ははかり知れない。たとえば、小麦粉（強力粉）がノズルから高速で出ている。これを高速度撮影すると、ノズルから強力粉が塊として断続的に出てくるのが観察される（Fig. 1）。

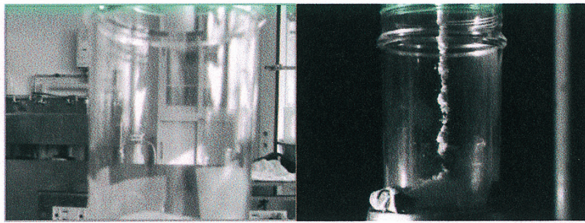


Fig. 1 Vibrated strong flour at 50Hz falls onto the bottom of the transparent plastic bottle. It is observed as a white downward stream with invisibly fast motion (left). The same object is revealed to be as shown in the right snapshot taken at 500 frames per second (right). It should be noted that the left image gives us the impression that we have revealed the hidden true figure of the powder with our “augmented eye”.

Fig. 1に写された場面はまったく何のひねりもない、あたりまえのことのように思える。しかし、Fig. 1の右のような「所感」がわたしたちに（類似的にすら）直接みえることは絶対にないのに、この画像が何か真実をあばいているように感じられるのはほんとうは謎である。

（カメラの中に1秒間に数千枚の絵を描けるすごい絵描きが潜んでいる可能性を、わたしたちは論理的に否定することはできない。）右のような画像を情報として獲得することは、わたしたちの身体的な限界を完全に超越している。それゆえ、高速度カメラのメモリーに収められた右のようなスナップショットがわたしたちにとって

なにがしかの有為な情報を包含していることは、撮影をおこなったときにレンズを落下する強力粉の方向へ向けており、粉が落下しているさいちゅうにシャッターボタンを押した、というような状況証拠的所感がないかぎり信じることはできないはずである。この意味で、高速度撮影がわたしたちの肉眼の延長線上にある「強力化された眼」であるという云いかたは成立しないことになる。高速度撮影像は写真として視覚的情報を観察者（カメラの操縦者）に与える、という約束をのみこんだうえで、右のような画像からわたしたちが何か了解のための材料を抽出する権利を与えられる、という情報の構造を有している。画像は情報の流通における通貨にすぎず、高速度カメラを「わたしの眼」と云ってはいけないのである。なお、このばあいの高速度撮影は、先記の統計力学のばあいとは逆方向にずれた身体非親和的なデータをもたらしている。

Fig. 2には、小麦粉でも薄力粉を用いて同じ撮影をおこなったばあいの画像を示した。

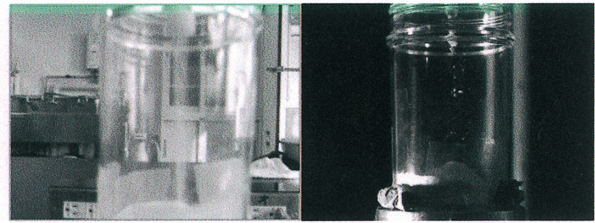


Fig. 2 Vibrated weak flour at 50Hz falls onto the bottom of the transparent plastic bottle. It is observed as a white downward stream with invisibly fast motion (left). The same object is revealed to be as shown in the right snapshot taken at 500 frames per second (right).

肉眼で観察するばあい、この状況において強力粉と薄力粉のあいだに差異があることは認識できる。しかし、この差異がどのようなものであるのかはけっして肉眼では観察できない。「差異がある」という印象だけが感じられる。製造の現場にたずさわる熟練者は、おそらく、この「差異がある」という所感だけをたよりに、正しい工程判断を不断におこなっていると思われる。否、写真技術が発明されるよりもはるか以前の大昔から、ひとはこれができていた。（筆者のうちひとりが絶えぬ関心をいだかざるをえないのは、このことの不思議である。）両Figureの右の像をみると、ノズルから出てくる粉の塊の様態が強力粉と薄力粉ではまったく異なることが明らかである。この肉眼ではけっして弁別できない差異を

職人が「弟子」に教える場面を想像してみよう。これを言語で表現することを試みると、ただ、「This is not that. (コレはアレとはちがう。)」としかいうことができない。この言語表現の困難さに関し、米国の構造主義派言語学者のジョナサン・カラーの著『*Ferdinand de Saussure*』に“teaching him brown (彼に茶色とは何かを教える)”という興味深い記述がある¹⁰⁾。brownに相当する母語の語彙をもたない学生に「茶色とは何か」を教えるようにする。そこで、とにかく数百の茶色のアイテムを彼に示しつづける。そのあとに彼に「このなかで茶色のものはどれ?」と、選択型の問いかけをするが、彼は正答することができない。次の日も同じことをくりかえすが、彼はくたびれるばかりで相変わらず茶色のものを正しく選ぶことができない。そこで文字どおりいろいろな色のアイテムをもってきて、「コレは黄色(であって茶色ではない)」、「コレは青色(であって茶色ではない)」と、何が茶色ではないのかを教える。するとたちどころに彼は茶色とはどのようなことであるのかを得心したのである。(In all cases, then, we discover not ideas given in advance but values emanating from the system. When we say that these values correspond to concepts, it is understood that these concepts are purely differential, not positively defined by their content but negatively defined by their relations with other terms of the system. Their most precise characteristic is that they are what the others are not. ***Brown is what is not red, black, gray, yellow, etc., and the same holds for each of the other signifieds!***) ここで両Figureに示した右図のようなスナップショットのように光学原理にもとづいて超身体的なレベルで粉のトラジェクトリーを克明に照らしたとしても、それはわたしたちが身体的に獲得しうる示差的な情報とは質的にはまったく交叉しない。

さらに、コンピューター上で得られた乱数をもとに、高速度で撮影された動画のコマ要素をシャッフルしてみる。ある再生条件においては、シャッフルされた画像により再生された動画はもとの正しい順序で再生された動画と肉眼印象上は区別できなくなる。身体的観察をほぼ一万分の一秒の時間間隔まで精細側へ外挿したことにより得られる動画は、ある条件においてこの時間的構造を乱数により演算上完全に破壊したときの被出力動画と、身体的な心象のうえでは相互弁別不可能なほどに漸近する。このことは視覚の物理学上では「apparent motion (仮現運動)」という考えかたで説明はできる^{11), 12)}のであるが、時系列データの時間的構造は乱数による順列のシャッフルリングというというきわ

めて暴力的な演算操作を作用させても、みかけじょうももとの時系列的な秩序性を保持しているかのようにみえることは衝撃的であった。このことは、わたしたちの自然的身体親和性は、構造的には完全に破壊されているはずのランダムデータのなかに、自然な時間的秩序性を幻惑的 (delusive) にみいだそうとする無意識の傾向 (欲動) をかかえこんでいることを示唆している。わたしたちが、本来的にはわたしたちとはまったく無関係に生起しているはずの「自然現象」を、理由づけたり物語化したりしようとする傾向は、わたしたちが意識的に考えているよりもはるかに執拗で、強いものなのだ。科学的観察において、わたしたち自身がそのシステムの外にでて「客観的」な観察を俯瞰的におこなうことができるという信仰は、近代科学的 (≠現代科学的) な信心にすぎない。わたしたち自身、つねにどこかで分節化された世界に不可避的にとりこまれ、とりこまれている。科学的認識はつねにこの地点から出発するよりほかはない。

5. おわりに

科学計測が自動制御 (サイバネティクス) に全面的に依存するようになったこんにち、わたしたちはそれらを目や指などの感覚器官の延長線上のものとして手下に従えているのだと考えるのはあまりにも傲岸である。計測機器の作動じたいがブラックボックスの内部でおこなわれるがゆえに、ますます上記のことを意識的に思いおこす必要がある。焦点があるていど自動的にあうような電子顕微鏡は、あくまでサイバネティックに構築された構造的システムであって、わたしたちの目の延長線上にあるものではない。構造的システムが提供するデータセットが、わたしたちの目に或る表象として映ることが不思議なのである。

わたしたちの身体的知覚の範囲内にあるアフォーダンスは、その限定的な有効範囲内においてのみ、周辺の諸物の相互関係性を把握するための原型として機能しうる。「科学的理解」という事態をも包含的に想定したアフォーダンスの考えかたじたいは、元来、心理的な親和性 (friendliness) にもとづいており、これが過度な「やさしさ (kindness)」を無意識のうちに要求する傾向がある。(このやさしい時代に横溢する、いっけんユーザーフレンドリーにみえるコンピューターの作動アルゴリズムは、むしろ複雑さをきわめることを思いおこせばわかりやすい。)

現代科学はわたしたちの想像がおよぶ直観的な世界

を遠くはなれ、その多くの部分を数学的演算子の作用というオペレーション規則の網目のレジームに拠っている。そこに身体的・直観的な理解を身体的惰性にしたがって (thoughtlessly) もちこむことは、致命的な短絡的過誤をまねくリスクをおかすことになる。

ふだん教育にたずさわるとわたしたちがもっとも気をつけなくてはならないことがある。ヒューリスティック (heuristic) な教育 (学習者がみずから問題をみつけるように、という意図をもって計画された教育) を実施しようとするがあまり、フレンドリーなアフォーダンス要素を過分に含んだ教育法を採ることへの誘惑は強い。しかしその「過度に親切」な教育手法の外観は、本来は難解な事態をいっけんきわめて了解しやすい外見へとゆがめてしまうリスクをはらむ。教育とは、レヴィ・ブリュルの指摘するとおり、滑らかな走りやすいレールを敷くことではなく、わたしたちがつねに同じ構造にとらわれるという意味において、わたしたち自身が包含される世界からぬけだしてこれを俯瞰することは決してできないことをくりかえし認識する「環」に、意図的にとどまることである¹³⁾。

—もし獲得され幾世紀もの間、傳承されて来た一切の経験が突然拭去されるようなことがあり得るとすれば、そしてもしわれわれが眞の未開人のように自然と直面することがあれば、我々は誤りなく同じ原始的な「自然哲學」を構成するに違いない。そしてこの哲學が宇宙靈魂説であり、幾らか實證的材料を用いさえしたら、論理的には非難できないものとなる。 (レヴィ・ブリュル『未開社会の思惟 (上)』山田吉彦訳、旧字体は原文のまま)

謝 辞

- 1) 本稿で紹介した実験は部分的に科学研究費補助金基盤研究(C)(#15K06562 代表者: 車田研一)の補助による。
- 2) 筆者のひとり (K. K.) のつねに錯綜しがちな考えにたいして整理のための批判的助言を提供してくれるS. M. 氏に深謝する。

参 考 文 献

- 1) ロバート・カーソン著 池村千秋訳 『46年目の光

- 視力を取り戻した男の奇跡の人生』 エヌティティ出版 ISBN-10: 4757150601
- 2) ジョン・デューイ著 宮原誠一訳 『学校と社会』 岩波文庫 ISBN-10: 4003365224
 - 3) ドナルド・A. ノーマン著 野島久雄訳 『誰のためのデザイン?—認知科学者のデザイン原論』 新曜社 認知科学選書 ISBN-10: 478850362X
 - 4) C. G. ユング著 野村美紀子訳 『変容の象徴 (上)』 ちくま学芸文庫 ISBN-10: 4480080090
 - 5) J. J. ギブソン著 古崎敬訳 『生態学的視覚論—ヒトの知覚世界を探る』 サイエンス社 ISBN-10: 4781903932
 - 6) ユクスキュル, クリサート著 日高敏隆, 羽田節子訳 『生物から見た世界』 岩波文庫 ISBN-10: 4003394313
 - 7) 丸山圭三郎著 『ソシユールを読む』 講談社学術文庫 ISBN-10: 4062921200
 - 8) 柳田国男著 『遠野物語・山の人生』 岩波文庫 ISBN-10: 400331381X
 - 9) 柄谷行人著 『「写真という装置」をめぐる (『隠喩としての建築』所収)』 講談社学術文庫 ISBN-10: 4061588664
 - 10) Jonathan Dwight Culler著 『Ferdinand de Saussure (revised edition)』 Cornell University Press ISBN: 0801493897
 - 11) 車田・梅本・大槻 『顕著に運動する粒状体群の特徴づけへの「仮現運動(apparent motion)」の試行的応用 (Application of apparent motion to characterizing the kinematics of particles in vigorous translational motion)』 公益社団法人化学工学会第48回秋季大会 (徳島大学) P317 2016年9月
 - 12) 大槻・遠藤・蛭田・小泉・車田 『ランダムに配置された粒子群画像の周期的提示による運動認知 (Perception of the apparent motion caused by periodically shown 2-D arrays of random dots)』 日本認知科学会第33回大会 (北海道大学) P2-5 2016年9月
 - 13) レヴィ・ブリュル著 山田吉彦訳 『未開社会の思惟 (上)』 岩波文庫 ISBN-10: 4003421310

硬化コンクリート中に含まれる塩分の抽出に関する温度依存性

The Temperature Dependence of Extraction of Salinity Content in Hardened Concrete

緑川 猛彦・猪俣 龍一郎*・山ノ内 正司

福島工業高等専門学校建設環境工学科

*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学専攻

Takehiko Midorikawa, Ryuichiro Inomata* and Masaji Yamanouchi

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil Engineering

*Ibaraki University, Graduate School of Science and Engineering, Major in Urban and Civil Engineering

(2016年9月7日受理)

The chloride ion of hardened concrete is distinguished to an immobilized chloride ion and a soluble chloride ion. According to JCI-CS4, the distinction of the immobilized chloride ion and the soluble chloride ion is judged whether it dissolve in water of 50 degrees Celsius. In the experiment of JCI-SC4, the test specimen of the concrete is made using the salt water that is including the chloride ion. Because this experiment intends for the concrete which salt was added to artificially, it is expected that it's different from the behavior of the concrete that exposed to natural environments.

In this study, the temperature dependence of the chloride ion included in the hardening concrete is examined using a concrete specimen exposed to natural environments for ten years. As a result, it was revealed that the quantity of extraction of the chloride ion rose as extraction temperature rose.

Key words: immobilized chloride ion, soluble chloride ion, temperature dependence

1. はじめに

硬化コンクリート中には毛管空隙やゲル空隙等の細孔空隙と呼ばれる空隙が存在し、その中には細孔溶液と呼ばれる水分が存在している¹⁾。海岸付近のコンクリート構造物の表面からは、海から飛来した塩化物イオンがこの細孔溶液を通じてコンクリート中に浸入していくことが明らかにされている。硬化コンクリート中に存在する塩化物イオンは、このような表面から浸入する海水や雨水あるいは冬季における道路の凍結防止剤の散布等によってもたらされるものだけではなく、コンクリート打設時に使用される材料である骨材、練混ぜ水、混和材料等からもたらされるものあり、例えばNaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, FeCl₃, 3CaO・Al₂O₃・CaCl₂・10H₂O等多様な結合をしている。

これらの塩素化合物は一般に単一化合物であれば定量も比較的容易であるが、溶解度や溶解速度の異なる混合物になると分離操作も複雑となる。

湿潤な環境下にある硬化コンクリートでは、塩素は以下の2つの形態で存在すると言われている。

(1)容易に水に溶解するイオン状となって鋼材の腐食

に直接関与するもの。例えば、塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウム等。

(2)セメント成分と結合して鋼材の腐食に直接関与し難いもの。例えば、フリーデル氏塩等。

これらの諸形態は周囲の条件に影響されて変化し易いため、それぞれを単独に分離して定量することは極めて複雑な操作が必要とされる。このため前処理操作によっては、(1)および(2)のいずれとも区別しがたい形態となる塩素もあり得る。本報告では(1)を可溶性塩化物イオン、(2)を固定化塩化物イオンと定義し、(1)と(2)を合わせたものを全塩化物イオンと呼ぶこととする²⁾。

硬化コンクリート中の固定化塩化物イオンと可溶性塩化物イオンの区別は、50°Cの温水に溶出するか否かで行われることがJCI-SC4の基準で定められている。この基準は、コンクリートが夏場日光に曝されて高温になることを鑑み、その際の降雨による塩化物イオンの溶出を考慮して50°Cを一つの目安として用いている。しかしながら、この基準を決めるに至った実験に用いられた供試体は、供試体製造時に食塩水を用いて練り混ぜることで塩化物イオンを人工的にコンクリート中に付加した

Table 1 The mix proportion of using concrete

セメント	f_{ck} (N/mm ²)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						スランプ (cm)	空気量 (%)
				W	C	BF	S	G	SP		
普通	24	56.0	45.8	162	290	-	828	1072	2.9	10.0	5.3
	30	47.5	43.3	164	346	-	761	1089	3.5	9.0	4.8
	50	35.0	40.1	137	392	-	731	1119	3.9	9.0	5.1
早強	50	35.0	39.0	140	400	-	705	1128	4.6	7.5	4.5
高流動	50	34.0	54.3	175	361	151	918	790	4.4	61.0*	3.0

W：水，C：セメント，BF：高炉スラグ微粉末，S：細骨材，G：粗骨材，SP：混和剤

※はスランプフロー値

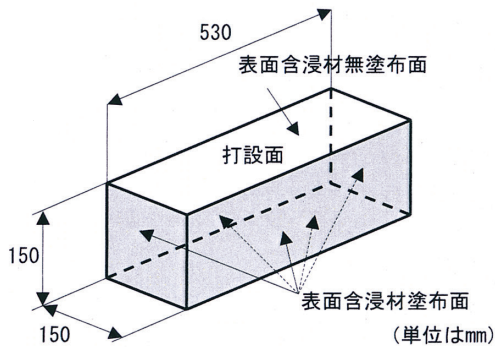


Fig.1 Outline of concrete specimen



Fig.2 Setting situation of the specimen

ものであり³⁾，塩化物イオンが自然に浸入してきた場合とは溶解に関する挙動が異なる可能性がある。

以上のことから本研究では，約10年間塩害環境下に暴露したコンクリート供試体⁴⁾を用いて，コンクリート中の可溶性塩化物イオンの抽出に関する温度依存性について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは，普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを用いた。また，後述する高流動コンクリートには，混和材として高炉スラグ微粉末を使用した。

幾つかのコンクリート供試体には，シラン系またはシランシロキサン系の浸透性吸水防止材や浸透性無機質反応型改良材であるけい酸塩系表面含浸材を施した。また，比較用として表面被覆材の範疇に入るエポキシ系ポリマーセメントを施した供試体も用いた。なお，それぞれの材料は実験開始当時に市販されていた一般的な材料である。

2.2 コンクリートの配合

Table 1にコンクリートの配合を示す。コンクリートの種類は，普通ポルトランドセメントを用いたコンクリート，早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートおよび高流動コンクリートの3種類とした。設計基準強度は普通コンクリートで $f_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ ， 30 N/mm^2 ， 50 N/mm^2 の3水準，早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートおよび高流動コンクリートでは $f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$ の1水準とした。高流動コンクリートは，早強ポルトランドセメント量の30%を高炉スラグ微粉末で置換した配合とした。なお，コンクリートの製造および打設は，コンクリート二次製品工場で行った。

2.3 供試体の作製

Fig.1にコンクリート供試体概要図を示す。暴露試験用供試体として $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 530 \text{ mm}$ の直方体を1体作製した。表面含浸材の塗布は，水中養生7日+気中養生14日の後（コンクリート打設21日後）に実施し，その後気中養生7日の後（コンクリート打設28日後）暴露試験を開始した。塗布方法はカタログに示してある塗布容量に準じて実施した。

2.4 暴露条件

暴露期間は2005/1/19～2014/8/19の3,499日間であった。暴露試験場は、山形県西田川郡温海町内の国道7号線沿いであり、旧暮坪橋A1橋台部に設けた特設暴露試験場である。ここは、東北有数の塩害地域に該当する場所で、

海からの直線距離が数メートルであることから、特に冬場における日平均飛来塩分量が約6000mg/m²/dayにも達する場所である。なお、この場所は国土交通省東北地方整備局酒田河川国道事務所より提供して頂いた。設置台

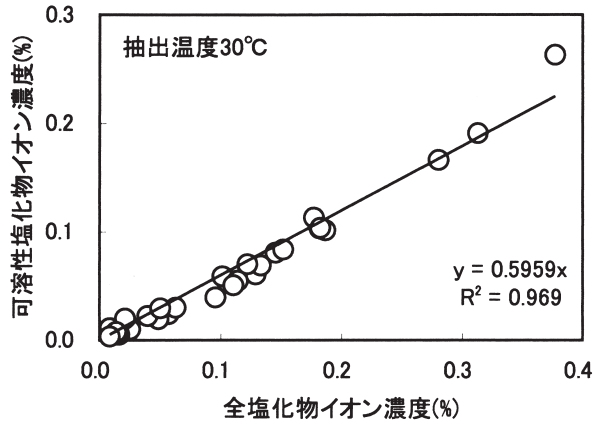


Fig.3 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 30°C).

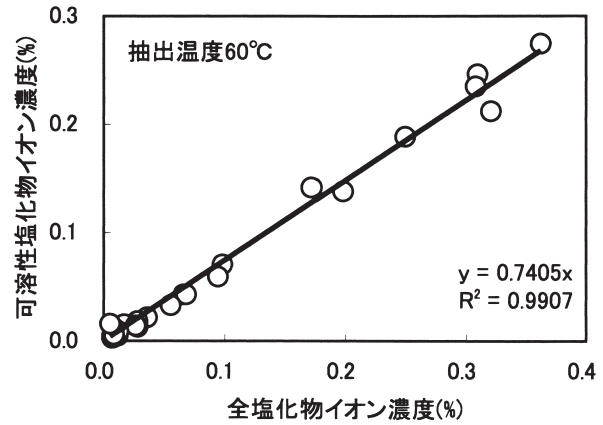


Fig.6 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 60°C)

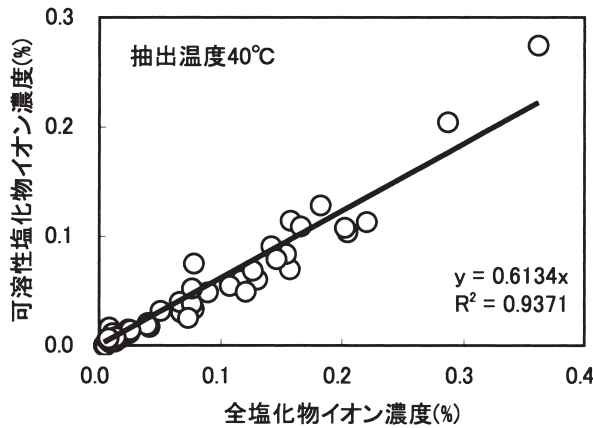


Fig.4 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 40°C).

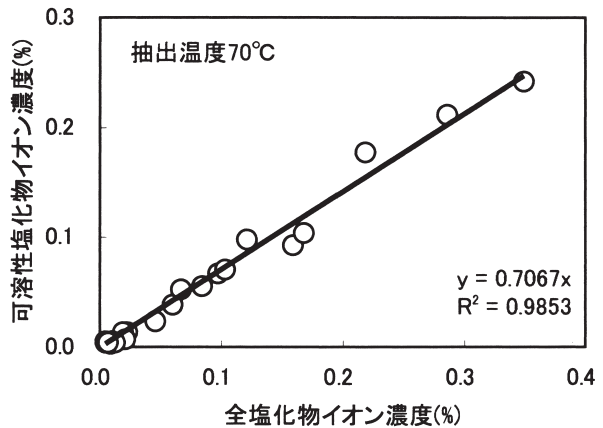


Fig.7 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 70°C)

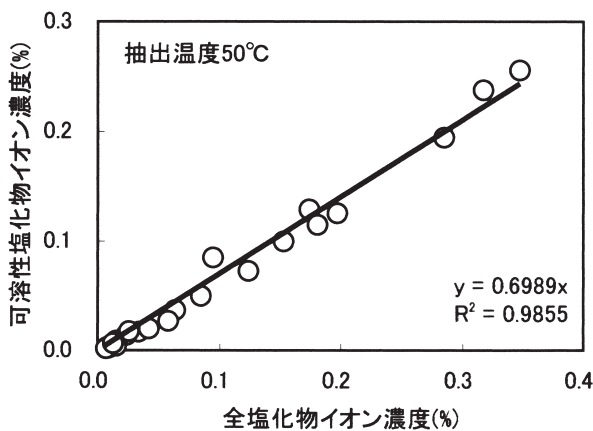


Fig.5 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 50°C)

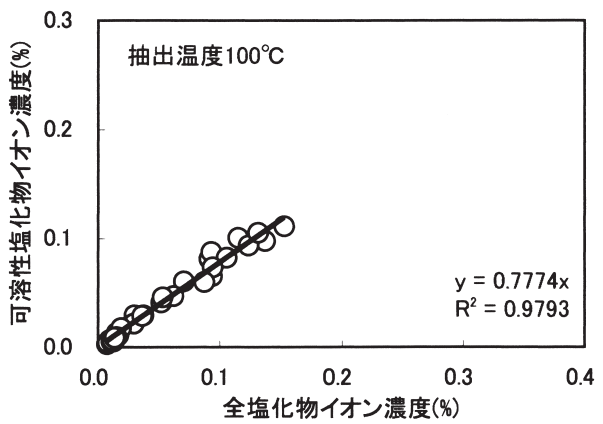


Fig.8 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (Extraction temp = 100°C).

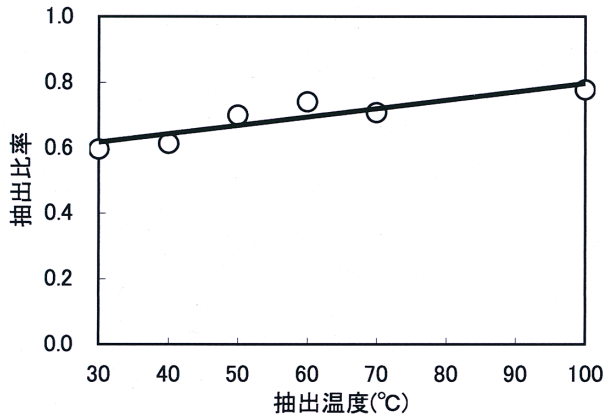


Fig.9 Relationship between extraction temp And extraction ratio of chloride ion.

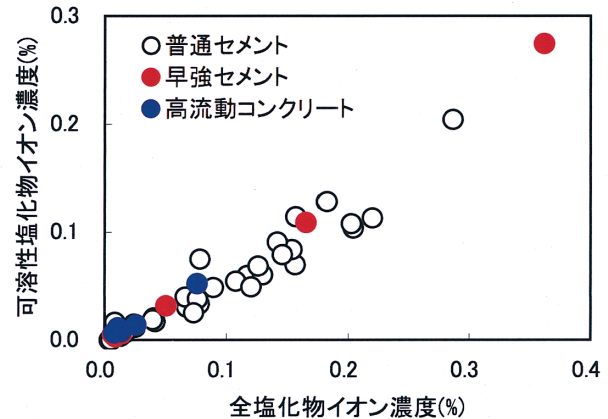


Fig.10 Relationship between all chloride ion and soluble chloride ion (various concrete).

は木製で、供試体は地面から約60cmの高さに5cm間隔で2列に配置した(Fig.2)。

2.5 塩化物イオン量

供試体中の塩化物イオン分布の測定は、JSCE-G 573-2010「実構造物中におけるコンクリート中の全塩化物イオン分布の測定方法(案)」に準拠して、ドリル削孔により得られる粉末試料を用いて実施した。ドリル粉末の採取は、供試体側面からの浸入塩分に影響されないよう供試体中心付近部とし、深さ方向に60mmまで10mm毎に行った。

全塩化物イオン量の測定は、塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法により行った。

可溶性塩化物イオンの測定は全塩化物イオン量測定と同じ試料を用いて、JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準拠し、溶媒として蒸留水を使用し、抽出温度を30°Cから100°Cまで10°C毎に変化させて行った。

3. 実験結果

Fig.3からFig.8に各抽出温度における全塩化物イオン濃度と可溶性塩化物イオン濃度との関係を示す。これらの図は全塩化物イオン濃度を横軸に、抽出された可溶性塩化物イオン濃度を縦軸にプロットすると共に、原点を通る回帰直線も示したものである。いずれのグラフにおいても全塩化物イオン濃度と可溶性塩化物イオン濃度は比例しており、抽出温度に応じてある一定の割合で塩化物イオンが溶解することが分かる。

全塩化物イオン濃度に対する可溶性塩化物イオン濃度の割合(グラフにおける傾き)を塩化物イオンの抽出率と定義し、抽出温度に対してプロットしたものを

Fig.9に示す。抽出比率は抽出温度により多少のばらつきを生じるものの、30°Cから100°Cにかけてほぼ一定の増加率を示した。JCI-SC4に示されたデータでは、人工的に塩分を付与したケースにおいて抽出温度が高くなるにつれて抽出比率が高くなることが示されているが、自然暴露により塩分が付与されたケースにおいても同様の傾向が確認された。

一方、100°Cでの抽出比率は約70%であるが、これは、全塩化物イオン濃度抽出の際に使用する溶媒(硝酸6倍希釈)の効果であると推察される。

Fig.10にセメント(コンクリート)種類別の可溶性塩化物イオン濃度と全塩化物イオン濃度との関係を示す。いずれの測定値も一直線上にプロットされていることが分かる。実験の供試体に使用したセメントや表面含浸材あるいはコンクリートの設計基準強度等は種々であったが、これらの違いによる塩化物イオンの抽出量に差異は見られなかった。

4. おわりに

コンクリート中の全塩化物イオン濃度と可溶性塩化物イオン濃度との関係において、抽出温度による差異を実験により求めた。その結果、本実験範囲内で以下の知見を得ることができた。

- (1)全塩化物イオン濃度と可溶性塩化物イオン濃度は、すべての抽出温度において比例した。
- (2)全塩化物イオン濃度に対する可溶性塩化物イオン濃度の抽出割合(抽出比率)は、抽出温度の上昇に伴い比例的に高くなった。
- (3)自然環境下で塩化物イオンがコンクリートの付加された場合でも、供試体作製時に人工的に塩化物イオンを

付加した場合と同様の塩化物イオンの抽出に関する温度依存性を示した。

参 考 文 献

- 1)宮原茂，丸屋剛，石田哲也：セメントおよび混和材の種類が塩素の固定に与える影響，大成建設技術センター報，pp.1-9，(2006)
- 2)日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに基準(案)，pp.23-46，(1987)
- 3)建設省土木研究所地質化学部・化学研究室：コンクリート中塩分の定量および形態に関する研究，土研資料 第1987号，(1983)
- 4)緑川猛彦，武田三弘，小山田哲也，阿波稔：長期暴露試験による表面含浸材を塗布したコンクリートの塩化物イオン漫透性状，土木学会論文集E2，pp.451-461，(2011)

いわき市A浄水場における放射性物質の濃度と除去特性

Characterizations of radioactive materials removal in water purification plant

高荒 智子, いわき市水道局*
福島工業高等専門学校建設環境工学科
*いわき市水道局

Tomoko Takaara, Iwaki city waterworks Bureau*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil Engineering

*Iwaki city waterworks Bureau

(2016年9月9日受理)

In this paper, the concentration changes in radioactive materials in the water purification plant in Iwaki city was researched. In addition, the removal characteristic of radioactive materials was elucidated by the efficiency of the removal of radioactive cesium in each process of the water purification plant.

In the results, the concentration of radioactive cesium in the water purification plant was decreased with the passage of time from the Fukushima Dai-ichi nuclear power station accident. Moreover, 75.33% of the radioactive cesium was removed in the coagulation and sedimentation process which is the main process in water treatment. This indicates that the coagulation and sedimentation process contributes considerably to help in the removal of radioactive cesium. Furthermore, it is necessary for the administrator of drinking water to keep a good control over the coagulation of sedimentation and decrease the radioactive cesium flowing out of the filtration process.

Key words: water purification plant, radioactive material, Fukushima dai-ichi nuclear power station accident

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県を含む広域に放射性物質が飛散した。拡散した放射性物質は水道水源や水道施設などの上水道施設も汚染し、いわき市を含む広い地域の水道水に対して、放射性ヨウ素が浄水に流出したことによる給水制限があった。東日本大震災発生の翌月の4月5日以降は浄水の放射性物質は不検出(検出下限値1Bq/Kg)が続いており、厚生労働省が通知する水道水中の放射性物質に係る管理目標値(放射性セシウム10Bq/kg以下)を下回る状況にあるが、いわき市では現在でも水道原水および浄水の放射性物質の測定を行っており、安全性の確認作業を継続して行っている。本研究では、いわき市A浄水場の各処理プロセスの放射性物質濃度の月変化を調べると共に、浄水場における放射性物質の除去メカニズムを把握するため、各プロセスにおける放射性物質の除去率を比較した。

2. 実験および方法

2.1 A浄水場の浄水処理方法

東京電力福島第一原子力発電所からの距離約40kmに位置するいわき市A浄水場は、浄水能力62340m³/日の浄水処理能力を持ち、高速凝集沈殿池による浄水処理を行っている。A浄水場の処理フローをFig.1に示す。取水は、いわき市内を流れる二級河川の河川水を引き込む農業用水路からと(第一取水口)、農業用水路の引き込み口から約5kmほど下流に下った場所の第二取水口から

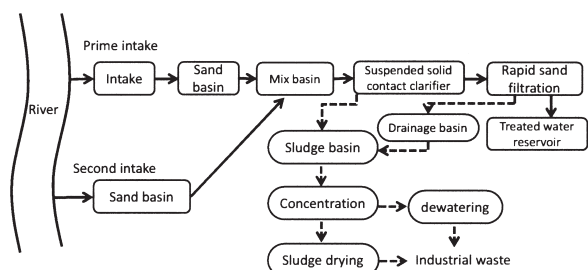


Fig.1 The treatment system of A water purification treatment plant

行っている。高速凝集沈殿の処理の後には、急速ろ過法によるろ過を行い、次亜塩素酸ナトリウムによる塩素消毒を行う。

2.2 処理プロセスにおける放射性物質の濃度変化

A浄水場内に堆積する放射性物質濃度の時間変化を調べるため、各プロセスにおける放射性物質測定と調査を行った。

調査は、2012年9月（二次攪拌混合水、ろ過砂のみ測定）、11月および2013年2月にそれぞれ一回と、2013年5月から2014年2月までは月1回の調査を行った。試料採取では、高速凝集沈殿池の二次攪拌室混合水、急速ろ過池の表層のろ過砂、排泥池の沈でん池引き抜き汚泥、濃縮槽の濃縮汚泥を採取した。二次攪拌混合水は、高速凝集沈殿池から柄杓を用いて直接、プラスチックボトルに採水した。急速ろ過池のろ過砂の回収は、逆流洗浄前後における表層の砂をシャベルですくい取り、U8容器に採取した。排泥池の引き抜き汚泥は、汚泥濃縮槽に流入する直前の汚泥を柄杓を用いてプラスチックボトルに回収した。濃縮汚泥は、濃縮槽底部の配管から引き抜き、プラスチックボトルに回収することで試料採取を行った。測定対象とする放射性物質は放射性セシウム134と放射性セシウム137を対象とし、結果は二つの濃度の合計値（以下、Cs134+Cs137）としてまとめた。放射性物質の測定は、毎回、いわき市水道局および福島高専の双方で行い、いずれもゲルマニウム半導体検出器（水道局：キャンベラ製GC3020、高専：SEIKO EC&G製SEG-EMS）を用いた。ただし、2012年9月の測定は水道局でのみ測定を行い、2012年11月および2013年2月の期間は同じ場所から採取した二つのサンプルを水道局と福島高専の双方で測定し、2013年5月から2014年2月までの調査では四つのサンプルを採取した後、同じように双方で測定を行った。水や汚泥のサンプルについては2Lマリネリ容器、ろ過砂はU8容器を用いて、いずれも検出下限値が1Bq/kg以下に到達するまで測定した。

2.3 各プロセスにおける放射性物質の除去率

A浄水場における放射性物質の処理特性を把握するため、各プロセスにおける放射性セシウムの除去率を調べた。セシウムは、土壌粒子に吸着する性質をもつことから、原子力発電所の事故において飛散した放射性セシウムにおいても、その殆どが土壌表層の5cm以内に確認されている¹⁾。また、福島県を流れる阿武隈川を対象としたシミュレーションによる予測においても、河川水中の放射性セシウムの殆どは懸濁態で存在することが示されている²⁾。このことから、浄水場に流入する放射性

セシウムの存在形態の殆どは土壌粒子に吸着した状態であると推測されることから、本調査の対象は懸濁態の放射性セシウムとした。以下に各プロセスの試料採取について述べる。

・取水施設

第一取水口から取水する水と共に流入した枝葉類は取水施設の除塵機で回収除去される。この施設は、浄水場内に流入した放射性物質が除去される最も上段の施設である。2013年8月27日から9月3日の間に除塵機によって除去された枯葉類を回収し、体積および湿潤重量を測定した後、一部を実験室に持ち帰り乾燥させた。

・沈砂池

第一取水口および第二取水口の近傍に設置されたそれぞれの沈砂池において、沈殿除去される除去物を回収した。回収は、沈砂池の流入口にポンプを設置し、揚水をプランクトンネット（直径25cm、深さ45cm、メッシュの大きさ100 μ m以下）でろ過し、捕捉される砂類が十分に収集できるまで回収を行った。第一取水口近傍の沈砂池は2013年6月19日から6月26日、第二取水口近傍の沈砂池は2013年8月19日から9月3日の期間に回収作業を行った。回収した沈殿物は実験室で乾燥させた。

・着水混合分水池

A浄水場は2箇所の取水口から取水し、それぞれの水はA浄水場内の着水分水池で混合される。着水分水池では凝集剤が添加される場所でもあるが、サンプリング地点は凝集剤の添加前とした。ポンプを用いて水を汲み上げ、プランクトンネットで懸濁成分を捕捉回収した。回収期間は2013年7月29日から8月2日とした。

・急速ろ過池流入水

高速凝集沈殿池のトラフ出口付近に揚水用のポンプを設置し、汲み上げた水をプランクトンネットでろ過することで、残留フロックを回収した。回収期間は、2013年6月26日から7月10日とした。

A浄水場では、浄水の放射性物質は不検出（検出下限値 1Bq/kg）であり、食品衛生法に基づく飲料水の基準（10Bq/kg）を大きく下回っている。このことより、浄水処理場に流入する放射性物質のほぼ全ては浄水場内で除去されていると考えられることから、本調査では放射性セシウムは処理システムの後段に位置する急速ろ過池までに除去されるとした。

なお、回収したサンプルは、十分に乾燥させた後にU8容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器を用いて1Bq/kg以下の検出限界で測定した。

3 結果と考察

3.1 放射性物質濃度の時間変化

A浄水場に滞留する放射性物質の変化を調べるため、各処理プロセスにおける放射性物質濃度をまとめた。Fig.2は高速凝集沈殿池の二次攪拌混合水の放射性物質の測定結果を示す。2012年9月に4.8 Bq/kgの値を示したが、その後は時間経過と共に濃度が減少した。2013年7月24日で一時、上昇を示し、その後再び値が減少する傾向が見られた。これは、7月22日から24日にかけて一時間に最大20mmの降雨があり、陸地から流出した放射性

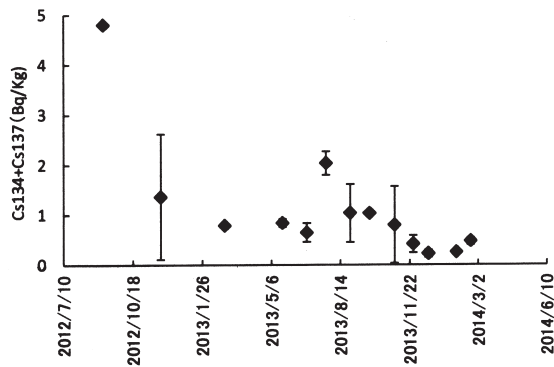


Fig.2 The change in cesium concentration in the coagulation and sedimentation process. Plot is the averages of measured values. Error bar indicates the standard deviation (n=2 or 4).

セシウムが原水へ流入したためと考えられた。特に、降雨の直後に試料の回収を行ったことで、気象の影響がより顕著に現れたと推測された。今回の調査では、気象などの影響で放射性セシウムが上昇してから1Bq/Kg以下のレベルまで低下するのに要する期間は、上昇濃度によって差があるものの、6ヶ月程度を要した。一日あたりの減少は0.01~0.02Bq/kgであり、ゆっくりとセシウム濃度が下がることが明らかとなった。これは、高速凝集沈殿池が長期間に渡ってシステム内にフロックが循環し続ける構造であるため、一度濃度が上昇すると十分に減少するまでに時間がかかるのではないかと考えられた。また、一時的なセシウム濃度の上昇があっても数ヶ月後には1Bq/kg以下に低下することから、放射性物質の流入は主に降雨などによって原水に土砂が混入するような場合に起こり、平常時の流入は極めて低いことが推測された。

Fig.3は急速ろ過池における逆流洗浄前後のろ過砂表層の放射性物質濃度を示す。ろ過砂全体の放射性物質濃度は、時間が経過するに従って減少したが、高速凝集沈

殿の場合と同様、降雨などの影響で一時的に濃度が微増する傾向が見られた。時間の経過によって、ろ過砂に捕捉されるセシウム濃度が減少する傾向を示すと共に、洗浄前後での濃度差も減少した。前段の高速凝集沈殿池と同じような傾向を示していることから、ろ過池の負荷は、凝集沈殿処理の結果に左右されることが予想され、凝集沈殿処理のコントロールが重要であると考えられた。

一方、逆流洗浄後でもろ過砂からセシウムが検出されることから、いくらかの放射性セシウムはろ過砂の表面に強固に吸着した状態で存在することが示唆された。浄水のモニタリングでは放射性セシウムは検出されていない（検出下限値 1Bq/kg）ことから、ろ過砂に吸着した放射性セシウムが溶出したり、剥離したりすることで処理水へ流出する可能性は低いと考えられた。ろ過砂へのセシウムの吸着については、通水の初期段階でセシウムイオンがろ過砂によって除去される³⁾ という報告があるが、ろ過砂のセシウム吸着の解明については今後の課題である。

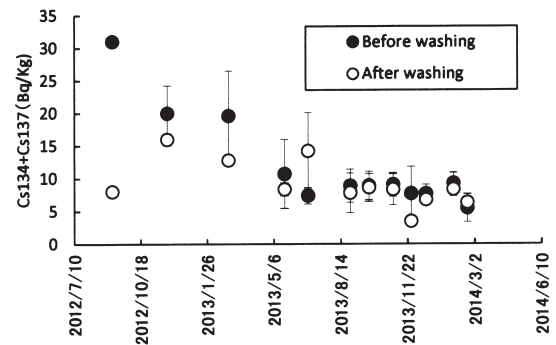


Fig.3 The change in cesium concentration in the filtration process. Plot is the averages of measured values. Error bar indicates the standard deviation (n=2 or 4).

Fig.4は排泥池汚泥の放射性物質の測定結果を示す。排泥池の汚泥は主に高速凝集沈殿池で生じる発生汚泥であるが、急速ろ過池の逆流洗浄水を排水する排水池に溜まった汚泥も流入する構造になっている。結果を見ると、2013年2月と7月に一時的に放射性物質の濃度が上昇した。高速凝集沈殿池から排出される汚泥は、沈殿池の汚泥の堆積状況にあわせて不定期に排泥されるため、二次攪拌混合水の結果のように即時の放射性物質が反映することはない。そのため、今回の調査でみられた一時的な放射性物質の上昇は、調査日よりも以前に流入した

放射性物質が検出されたと考えられるが、いつのものであるかまでは特定ができなかった。

Fig.5は濃縮汚泥の放射性物質の測定結果を示す。この濃縮槽は重力式であり、排泥池に沈殿した汚泥がポンプで流入する。汚泥サンプルは、濃縮槽の底部から採取した。2012年11月の102Bq/kgを示し、その後は100Bq/Kgを越えることはなく、2013年9月から11月にかけて上昇がみられたものの全体的に低下を示す傾向を示した。2014年2月の最後の測定では、9.7Bq/Kgまで低下し、事故発生からの時間の経過によって浄水場に流入する放射性物質濃度が、減少していることが分かった。

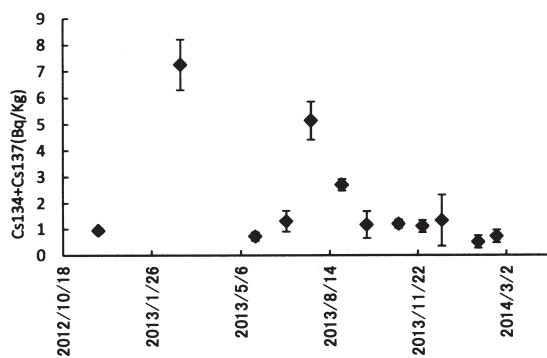


Fig.4 The change in cesium concentration in the sludge removal process. Plot is the averages of measured values. Error bar indicates the standard deviation (n=2 or 4).

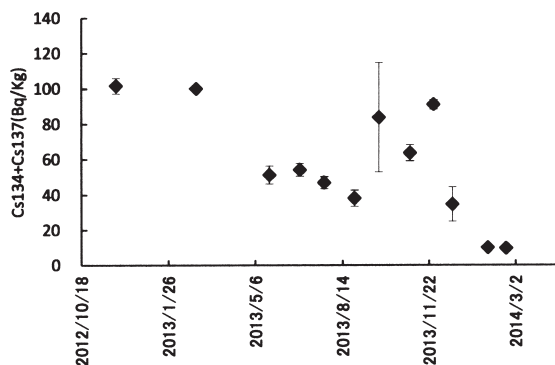


Fig.5 The change in cesium concentration in the thickened sludge process. Plot is the averages of measured values. Error bar indicates the standard deviation (n=2 or 4).

3.2 放射性物質の除去特性

浄水システムでの放射性セシウムの除去特性を把握するため、各処理プロセスの除去率を求めた。東京電力福島第一原子力発電所から放出された放射性セシウムの殆どは懸濁態の存在形態である^{1) 2)}ことから、A浄水場で除去される放射性セシウムは、粘土粒子などの懸濁物質に吸着した状態であると仮定した。尚、本調査では、試料回収にプランクトンネットを用いていることから、対象とする懸濁物質の大きさは100 μ m以上とする。

Table1は各試料の回収に要した揚水量、および乾燥試料のCs134+Cs137濃度である。この結果から、1m³の水を処理する際に除去されるセシウム量を算出すると、合計で約0.26Bqと算出された。A浄水場の浄水量は約1560万m³であることから、除去されるセシウム量は年間にして約406万Bqに達する結果となった。

各処理プロセスのセシウムの除去率をFig.6に示した。A浄水場は二ヶ所の取水口から原水を取水し、浄水場内の着水混合分水池において二つの原水を統合している。それぞれの取水量は、水源の状況などに応じて変化するが、今回は第一取水口から全体の60%、第二取水口から40%を取水していると想定して除去率を算出している。結果をみると、浄水施設に流入した放射性セシウムのうち全体の約23.67%（第一取水口沈砂池11.53%、第二取水口沈砂池12.14%）は沈砂池で除去され、その後75.33%の放射性セシウムが高速凝集沈殿池で処理される結果となった。高速凝集沈殿池における除去率が高いことから、セシウムの処理には凝集沈殿処理が有効であることが考えられた。国立保健医療科学院による文献調査によると、放射性セシウムが粘土成分と共存した場合、凝集沈殿池で35~65%の放射性セシウムが除去される報告があるとしている⁴⁾。また、東京都朝霞・三国浄水場において、非放射性セシウム（133Cs）を用いて実態調査をした報告によると、凝集沈殿処理における除去率は75~80%程度と示されている⁵⁾。A浄水場では、攪拌槽と沈殿池が一体化した高速凝集沈殿処理を導入しているものの、今回の結果から凝集沈殿池の除去率は他の報告と同程度の値を示しており、処理装置の種類が異なっても、放射性セシウムの除去には、凝集沈殿処理の寄与が大きいことが示された。

一方、凝集沈殿処理の後段に位置する急速ろ過池は、もともと沈殿池で除去できなかった微小フロックを処理するのが目的であるが、ろ過原理の一つとして微小フロックをろ層の内部まで侵入させて除去する内部ろ過の原理を利用している場合がある。本調査では、浄水へ

の影響は低いもののろ過砂への放射性セシウムの吸着が観察されたことから、放射性物質の除去においては、ろ過池へ流入する放射性物質を極力抑え、ろ過砂の汚染を防ぐことが重要であると考えられた。そのためには、処理システムの上段に位置する沈砂池および凝集沈殿池の管理が重要であり、特に処理のコントロールが可能な凝集沈殿池において、凝集剤の注入量やフロックの観察などの監視によって、沈殿効率をより上げることが重要であることが予想された。

Table1 The concentration of cesium and pumping water volume of the samples

	Intake (Dust scraper)	Sand basin (Prime intake)	Sand basin (Second intake)	Mix basin	Influent water of rapid sand filtration
Collection period	8/27-9/3	6/19-6/26	8/19-9/3	7/29-8/2	6/26-7/10
Pumping discharge	-	218.245m ³	60.598m ³	98.235m ³	449.947m ³
(Cs ₁₃₄ +Cs ₁₃₇)	293Bq/Kg	3860Bq/Kg	1551Bq/Kg	1592Bq/Kg	1002Bq/Kg

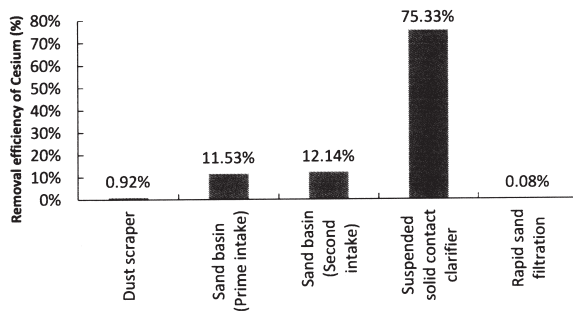


Fig.6 The removal efficiency of cesium at each treatment process in the A water purification plant

4 結論

A浄水場内の放射性物質は時間の経過に伴って全体的に減少してきており、調査当時の2012年9月～2013年2月ごろの時点で強い降雨が発生した場合に一時的に上昇することが分かった。高速凝集沈殿池ではその影響が即時に表れ、凝集沈殿池の放射性物質が上昇するが、発生汚泥には遅れて表れるため、放射性物質の管理は長期的な監視が必要であることが予想された。また、高速凝集沈殿池で良好な処理が行われていれば、急速ろ過池に流入する放射性物質が低くなり、ろ過池の負荷が低減す

るが、中にはろ過砂に強固に吸着することで逆流洗浄でも除去できない放射性セシウムがある可能性が示唆された。

さらに、各処理プロセスのセシウム除去に関する調査において、処理施設内に流入したセシウムのうち、100 μm以上の懸濁物質と共に流入したセシウムは、全体の約23.67%が沈砂池で除去され、約75.33%は凝集沈殿処理で除去される結果が示された。この結果をもとにすると、セシウム除去は沈砂池と凝集沈殿の2つのプロセスの寄与が比較的大きく、特に凝集沈殿による処理が重要であることが明らかとなった。

謝 辞

本研究は、いわき市水道局との共同研究によって遂行されました。また、調査を行うにあたり北部浄水場管理室、いわき市水質管理センター、水ingの皆様にも多大な協力を賜りました。ここに記して感謝申し上げます。また、2013年の調査においては、当時本校5年生であった菅波慎吾君に結果の集計などの面で貢献して頂きました。深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 日本原子力研究機構、平成23年放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第二次分布状況等に関する調査研究」成果報告書(第2編)放射線量等分布マップ関連調査研究。
- 2) 石川百合子ら、阿武隈川水系における放射性セシウムの数値シミュレーション、水環境学会誌, 37 (2), 2, 29-43 (2014) .
- 3) 大塩敏樹、ろ過砂によるセシウム137, ストロンチウム90の除去について、水道協会雑誌, 306, 42-47 (1960) .
- 4) 国立保健医療科学院 水道部、浄水プロセスにおける放射性物質の除去性能に関するレビュー (2011).
- 5) Wanatabe S. et al., Removal of radioactive cesium in drinking water treatment process. The 4th IWA Asia Pacific Young Water Professionals Conference (2012).

積雪観測のためのマルチコプター空撮技術 - 2015/2016年冬期の

福島県西会津国道49号線道路法面の事例研究 -

Multicopter aerial photography for snow survey - A case study for slope face of Japan National Route 49, Nishiaizu, Fukushima in the 2014/2015 winter -

金 高義・内山 庄一郎*

福島工業高等専門学校建設環境工学科

*防災科学技術研究所

Koui Kim and Shoichiro Uchiyama*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil Engineering

* National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

(2016年9月9日受理)

The combination with ,multicopter technology and Structure from Motion (SfM) technology enabled us to build a 3-D model from pictures taken by a high-resolution compact digital cameras. The developed system were applied to observe the snow distribution on the road slope. The observations were conducted at two locations along the route 49 in Fukushima, Japan, during 2015/2016 winter.

Key words: Multicopter, Aerial Photography, Structure from Motion (SfM), Snow Engineering

1. はじめに

福島県は県土面積の85%が寒冷地域ないし積雪地域に指定されている。積雪地域においては道路法面の雪崩監視が必要であるが、従来の積雪断面観測では人工単価が高くなおかつ安全確保が困難なことが課題となっている。長年空撮写真は高コストであったが、近年マルチコプターと呼ばれるラジコンの電動マルチローターヘリコプターとコンパクトデジタルカメラのめざましい小型化と性能向上により、高度10~100mの位置からの高品質の低空空撮写真が“安価・安全・容易”で取得可能になった^(例えば1)。また、取得した複数の空撮写真から3次元モデルを構築するStructure from Motion (以下, SfM) 手法は航空写真測量技術に適用され、土砂災害などの災害調査研究で活用されている^(例えば2)。本稿では、マルチコプター空撮技術を道路法面の積雪観測に適用した事例を報告する。

2. 手法

2015/2016年冬期に福島県耶麻郡西会津町・一般国道49号線の道路法面において、マルチコプター空撮を実施した。雪崩防止柵が有る場合と無い場合の2つの観測地をそれぞれA49D0270地点(北緯37度34分0.7秒, 東経

139度40分48.0秒), A49D0098地点(北緯37度33分51.5秒, 東経139度43分46.9秒)と設定した(Fig.1)。

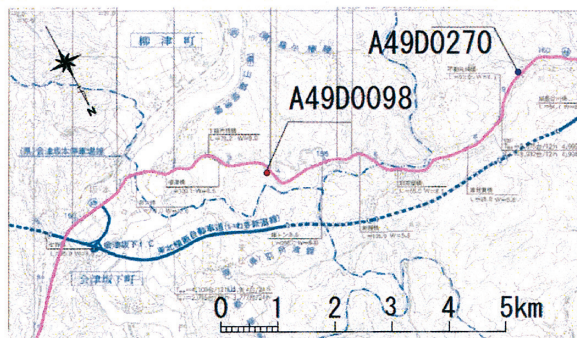


Fig.1 The location of the test sites.

マルチコプターは手動操縦による低空空撮(対地高度およそ3mの空撮)ではDJI社製・クアッドコプターPhantom2を、自動操縦による中空空撮(対地高度50mの空撮)はDJI社製・ヘキサコプターF550をそれぞれ使用した(Fig.2)。マルチコプター空撮で使用するカメラは高解像度センサーを持ち軽量であることが求められる。また、機体真下のオーバーラップした写真を撮影するために十分なインターバル速度機能を持つことも必要である。これらの条件を満たすリコー社製・GRを使

用した。また、空撮写真から3次元地形モデルの作成には商用ソフトウェアのAgisoft社製・PhotoScan Professional ver.1.2.4を用いた。

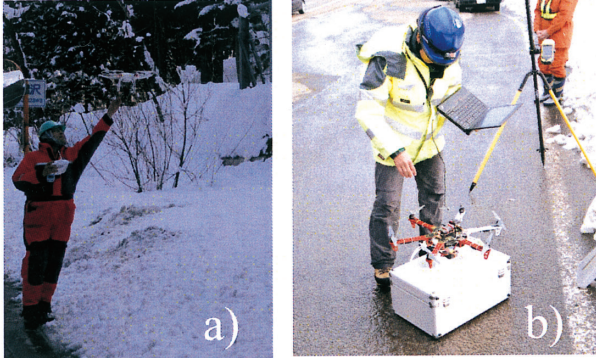


Fig.2 a) DJI Phantom2 quadcopter drone, b) DJI F550 hexacopter drone.

3. 結果

3.1 A49D0270地点 (雪崩防止柵有り)

法面の積雪面は階段状に変形していることが確認された (Fig.3) . 低空, 中空から撮影された写真の一例をそれぞれFig.4に示す.



Fig.3 Snow distribution at A49D0270.

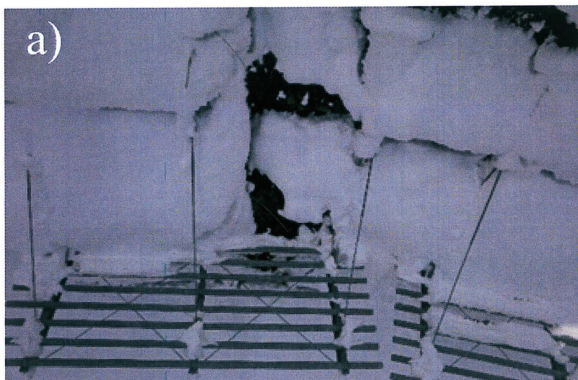


Fig.4 Snap shots; a) low-aerial photography, b) high-aerial photography at A49D0270.

次にそれぞれの高度域からの空撮写真をSfMによって結合し3D点群モデルを作成した。低空空撮では飛行経路幅の関係から欠落範囲が発生したが、細部の起伏まで再現することができた (Fig.5) . 中空空撮は欠落無く全域をモデル化され階段状形状の特徴も再現できた (Fig.6) .

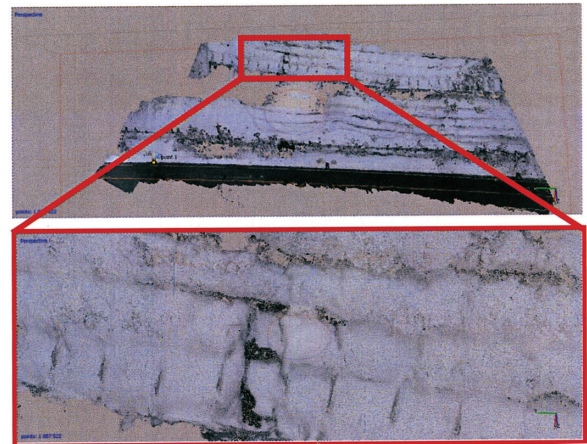


Fig.5 SfM by low-aerial photography at A49D0270.



Fig.6 SfM by high-aerial photography at A49D0270.

3.2 A49D0098地点（雪崩防止柵無し）

観測地点のA49D0098は4段式のコンクリート製の法面であり、積雪をほとんど見る事が出来なかった (Fig.7)。低空、中空から撮影された写真の一例をそれぞれFig.8に示す。低空空撮では、立ち木分布の影響で2段目途中までしか撮影できなかった。中空空撮では全域をカバーすることに成功した。これらの結果は、そのままSfM-3Dモデリングに反映された (Fig.9, Fig.10)。



Fig.7 Snow distribution at A49D0098.



Fig.8 Snap shots; a) low-aerial photography, b) high-aerial photography at A49D0098.

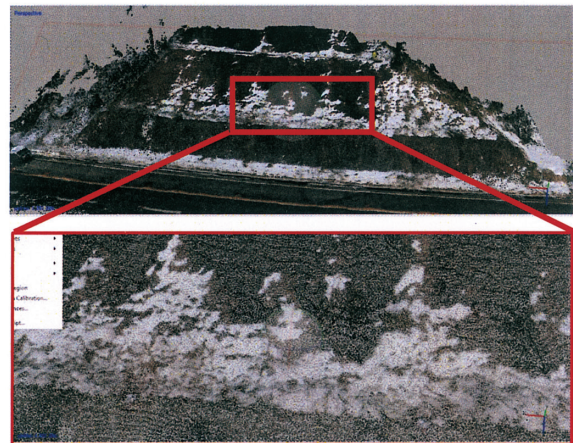


Fig.9 SfM by low-aerial photography at A49D0098.

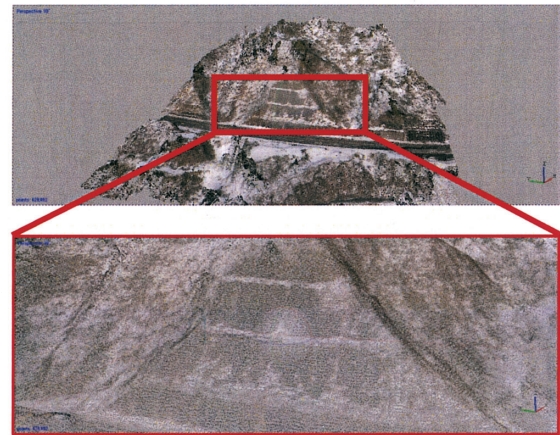


Fig.10 SfM by high-aerial photography at A49D0098.

3.3 予備的解析

次に、現地において計測した複数のGCP (地上基準点) の位置情報を設定した。GCPはVRS方式のGNSS観測によって算出した。これによって3次元モデルに地理空間座標が定義され、地形モデルであるDSM (Digital Surface Model) として出力された。2地点での中空空撮画像を使用した解析結果をFig.11とFig.12にそれぞれ示す。GCPとDSMの差を高さ方向の誤差として統計処理をかけたところ、A49D0270地点では標準偏差がおよそ2.5cm, A49D0098地点ではおよそ4cmとなった。これらはVRS方式のGNSS観測の精度と同等であった。前者のほうが後者よりも標準偏差が小さくなったのは、前者では全てのGCPが周辺に凹凸のない道路に設置されたためと考えられる。

A49D0270地点の斜面上にはGCPがないことから斜面上にGSPが4点設置されたA49D0098地点に比して、生成精度の低下が推定される。

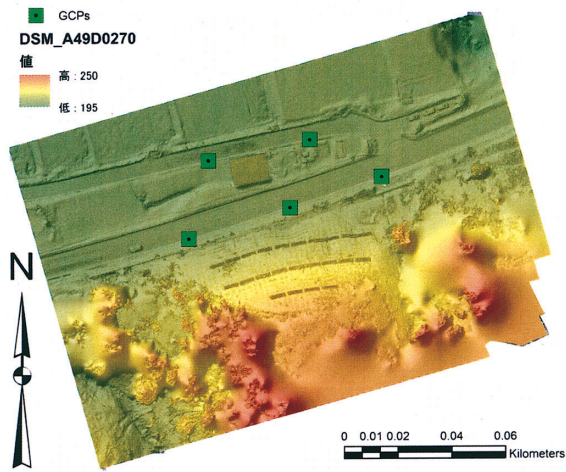


Fig.11 DSM by high-aerial photography at A49D0270.

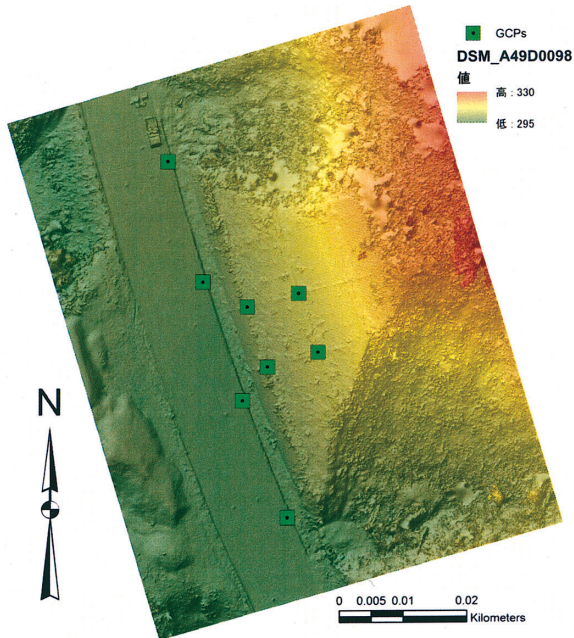


Fig.12 DSM by high-aerial photography at A49D0098.

4. まとめと今後

以下に今回の観測で得られた知見を示す.

- 2つの観測地; A49D0270地点 (雪崩防止柵有り),

A49D0098地点 (雪崩防止柵無し) において, 低空と中空の2つのマルチコプター空撮をそれぞれ実施した.

- 低空空撮は高精度ではあるがデータ欠落が出来る, 空撮範囲が狭くなるなどの問題も発生した. 中空空撮はデータ欠落が無く空撮範囲は広がったが, 地形の再現性は低空空撮に劣った.
- GCPとDSMの差を高さ方向の誤差とした統計処理はGCPの測定精度範囲内に収まった.

以上より, 低空, 中空空撮はそれぞれ有利, 不利な点があるが, ふたつを組み合わせることでマルチコプター空撮が道路法面監視に有効な手法となることが分かった. 今回, マルチコプター空撮の1回当りのフライト時間は10分間ほどであり, “安価・安全・容易”な積雪モニタリング手法の可能性を示すことが出来たことはひとつの成果である.

今後の課題であるが, 無積雪時との差分を取ることで今回の積雪分布量を計算することが出来ると考えられるため, 無積雪期に追加観測を計画している. また, 斜面方向のSfM測量精度の検証は, 今回は手段がなかったため実施されていない. トータルステーションや3Dレーザなど高精度な検証データの取得を計画している.

謝 辞

本研究を実施するにあたり, 国土交通省・東北地方整備局・郡山国道事務所には多くのご支援をいただいた. また本研究は, 山形県新庄市教育委員会社会教育課・克雪研究協議会の補助を受けて実施した. ここに記して感謝を表す.

参 考 文 献

- 1) 井上公, 内山庄一郎, 鈴木比奈子: 防災科学技術研究所 研究報告, 81, 61-98(2014).
- 2) 内山庄一郎, 井上公, 鈴木比奈子: 防災科学技術研究所 研究報告, 81, 37-60(2014).

福島県における伝統的工芸品のイノベーションとブランド化

Innovation and Branding of Traditional Art Craft Products in Fukushima Prefecture

西口 美津子・安藤 真珠*

福島工業高等専門学校ビジネスコミュニケーション学科

*福島工業高等専門学校専攻科ビジネスコミュニケーション専攻

Mitsuko Nishiguchi・Mako Ando*

NIT, Fukushima College, Dept. of Business Communication

*NIT, Fukushima College, Advanced Course, Business Communication major

(2016年9月10日受理)

Although traditional art craft products have played the important role for local economy and the employment, the market is declining from various reasons. In this research, three traditional art craft products in Fukushima are discussed from marketing point of view. As a result, innovations were conducted in those products through their more than 300 years history. However, their future success to keep the brands may depend on how they can continuously acquire natural materials and secure successors. In addition, the supports by local residents and consumers are crucial in terms of culture and tradition.

Key words: traditional art craft, local economy, innovation, branding, marketing

1. はじめに

戦後の和から洋への生活様式の変化、大量生産・大量消費の構造転換や、海外からの安価な輸入品の増大等により、伝統的工芸品の需要は縮小し続けてきた。競争が激化し、社会の変化に対応できない産地や事業所の淘汰も進行しつつある。その一方で、和の暮らしへの見直しや質の高い製品を求めるニーズの高まり、ものづくりに対する再評価、外国人観光客の増大に伴う日本文化への関心といった明るい兆しも見られている。

本稿は、福島県内の伝統的工芸品をマーケティングの視点で調査・分析を行い、今後の伝統的工芸品産業の振興に貢献することを目的とするものである。自然との共生に基づいた伝統的な産業の振興によって地域経済が潤い、地域の人々により多くの雇用が提供されるために、今まで伝統的工芸品が辿った歩みと現在、そして、今後発展してゆくための方策について考察する。

2. 伝統的工芸品産業の概要

2.1 先行研究

伝統的工芸品産業の問題に関しては、伝統的工芸品産業審議会により議論され¹⁾、伝統的工芸品産業が縮小している外的要因として生活・生活空間の変化、生活用品に対する意識の変化、大量生産による良質で安価な生活用品の供給、輸入品の台頭を挙げ、内的要因として、生活者のニーズに適合した商品開発の遅れ、新しい流通経

路開拓の遅れ、知名度不足・情報提供不足を挙げている。また、答申案では、経営難や後継者の確保難、さらには原材料や伝統的工具等の確保難を伝統的工芸品産業の問題として挙げている。これを踏まえ、米光は、伝統的工芸品産業が縮小した外的要因を整理すると、産業の内的な問題に行き着くと指摘し、上記の構造的な変化による課題を解決するには、内的な問題を解決すべきとしている²⁾。

また、伝統的工芸品産業の振興について前川らは「伝統的工芸品産業を支援するためには、伝統的工芸品を地場産業の一つとして捉えることが重要である」と指摘している³⁾。実際に伝統的工芸品産業を地場産業と捉え、特定の産地の振興について考察するといった研究はこれまでも行われている。たとえば、高野は会津漆器業に焦点を当て、現在までの系譜と変遷を究めた後に、課題と対策として次の4つの項目を挙げている。それらは、①中国との製造品の競合、②業界後継者の開拓・育成、③販路開拓と新製品の開発、④新しい組織・施設の設立・事業推進、となっている⁴⁾。

2.2 「伝統的工芸品」の定義

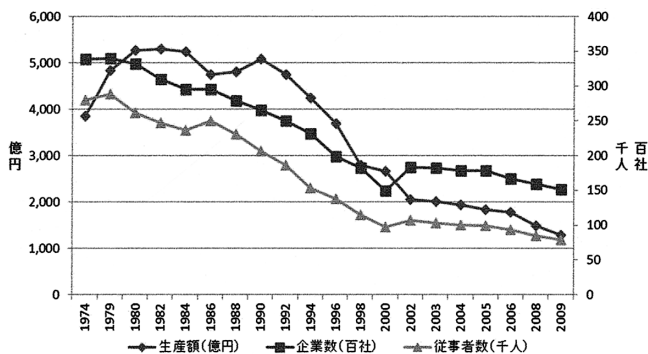
ここでは、本研究で対象とする「伝統的工芸品」の定義について述べる。外山の伝統的工芸品の継承に関する研究では、「伝統工芸」をきわめて曖昧な用語としながらも、無形文化財の中の「工芸技術」によって作られる

ものを「伝統工芸品」、工業製品として通商産業省（現経済産業省）の主導で定義されたものを「伝統的工芸品」と定義している⁵⁾。重要無形文化財の指定は伝統技法の継承を目的とするのに対し、経済産業大臣の指定する伝統的工芸品は産業振興の観点から定義されている。

平成 27 年 6 月時点では、経済産業大臣に指定されている伝統的工芸品は 222 品目存在する。「伝統的工芸品」という用語に「的」という字が挿入されているのは、伝統的な持ち味を変えない程度において一部機械工程の導入や同種の原材料への転換が認められているからである。本稿での「伝統的工芸品産業」は主に経済産業大臣に指定されている品目の産地を指す。なお、指定された伝統的工芸品を生産する産地・企業も、上記の要件を満たす工芸品のみを生産しているわけではない。

2.3 伝統的工芸品産業の変遷

伝統的工芸品産業の変遷を図 1 に示す⁶⁾。生産額は 1974 年以降の経済成長の波に乗り、1980 年代前半には最も多い 5,200 億円まで増加した。その後しばらくは横ばいに推移していたが、1986 年になると 5,000 億円を切り、1990 年には再び 5,000 億円を超えた。それ以降は、バブル崩壊後の長引く景気の低迷等の理由から減少し続け現在に至っている。2009 年の生産額は 1,281 億円で、ピーク時である 1980 年代前半と比較すると約 4 分の 1 程度まで減少している。



出所)「伝統的工芸品産業をめぐる現状と今後の振興施策について」(2001)

図 1 伝統的工芸品産業の変遷

企業数については、1979 年の 34,043 社が最も多く、それを境に 2000 年の約 14,900 社まで減少している。2000 年から 2002 年にかけては一時的な増加が見られたが、それ以降は再び減少傾向にある。2009 年の企業数は約 15,100 社で、ピーク時である 1979 年と比較すると半減していることが分かる。従事者数は、1979 年の 288,000 人が最も多く、その後は企業数と類似した推移をたどっ

ている。2009 年の従事者数は約 79,000 人で、ピーク時である 1979 年の約 4 分の 1 程度となっている。

3. 福島県の伝統的工芸品産業

3.1 調査対象と方法

福島県の伝統的工芸品には、「会津塗」、「会津本郷焼」、「奥会津編み組細工」、「大堀相馬焼」の 4 品目がある。しかし「大堀相馬焼」に関しては、その産地である浪江町が 2011 年 3 月の東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故の被害を受けたため、産地の窯元は避難を余儀なくされた。それによって産地組合の大堀相馬焼協同組合は営業停止となったが、現在は二本松市小沢工業団地に「陶芸の杜 おおぼり 二本松工房」を再開している。東京の展示会への出展といった積極的な活動も見られるが、各窯元は避難先の福島市や二本松市、郡山市などで製造を行っている。そのため、大堀相馬焼産地に関する研究は今後の課題とし、本研究では「会津塗」、「会津本郷焼」、「奥会津編み組細工」の 3 つの産地を対象に調査を行うこととする。

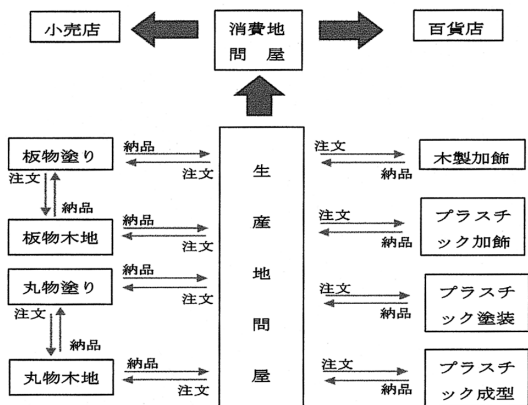
「会津塗」の産地は全国でも有数の漆器産地とされており、「会津本郷焼」の産地は東北で最古の白磁の産地である。「奥会津編み組細工」の産地は、本業として産地形成されているのではなく、積雪期の手仕事として伝承されてきたという大きな特徴を持っている。この 3 つの産地はみな会津地方に所在しており、近接するこれらの産地の動向を同時に知ることは有意義であると考えた。次に先行研究等の文献および 2015 年 8 月に実施したヒアリング調査の結果を参考に現状をまとめる。

3.2 会津塗の概要

会津塗は、1975 年 5 月に国の伝統的工芸品に指定され、福島県会津若松市や喜多方市で主に製造されている。1592 年、会津の領主となった蒲生氏郷が、前々任地の近江国から木地挽きを連れてきて慶山で挽かせ、塗師を若松・喜多方に分住させたのが始まりとされる。1643 年に会津藩の初代領主となった保科正之は、漆器業の振興に力を注ぎ、会津漆器の製造体制を強化した⁷⁾。戊辰戦争による壊滅的な打撃や、金融恐慌・世界恐慌による破滅といった厳しい変化を幾度も経験したが、これに対していち早く対応を行ってきた。特に、化学的原料の導入や、機械化等による安価な製品の量産化といった製造の合理化で販売市場に食い込み、その占有率を高めてきた。製造される品物の内訳は椀や重箱、茶托等の食卓用品が 8 割近くを占めているが、その他にも、小物や家具、仏壇までと多種にわたっている⁸⁾。

会津塗の出荷額は、1988年頃に163億円前後を達成し、その後は減少を辿っている⁸⁾。2012年の出荷額は、2011年に発生した東日本大震災の影響もあり、1年間で半減し、2013年には約16億円となり、ピーク時と比べると大きく減少している。従業員数は、1978年まで4千人程度で横ばいに推移したが、1988年頃を境に大きく減少、2013年には321人まで減少している。事業所数は、2013年には32になっている⁹⁾。業種（工程）別の出荷額は、高度経済成長期でもあった1966年から1980年頃にかけてはプラスチック成型の出荷額が最も多く、産地の生産をリードしていた。その後の1983年と1985年は吹付塗装、1994年からは宗教用具が最も多くなっている⁹⁾。

会津塗産地の大きな特色は、図2に示すように、問屋の統括のもとで、これらの製造工程ごとに木地づくりから完成品までを分業化されていることであった。しかし、最近では、企業団地内の工場で大量に製造を進めているところもある。会津塗産地の問屋は、一般的に「製造卸」と呼ばれている。問屋は、製品の受注や見込みによって企画を練り、木製漆器の場合は木地屋に素地を外注し、それを塗師に回し、下地から上塗りまで加工させる。さらに必要がある場合は、絵柄を加飾師に指定して加工させる。このようにして出来上がった製品を回収し、問屋が自ら市場化するという構造になっている⁹⁾。産地内の多くの商店で販売されているのはもちろん、近年では、各商店のホームページでの通信販売も行っている。その他にも、会津若松市内に複数ある土産品店や、福島市の福島県観光物産館といった施設、産地内の各問屋で販売されている。全国的にも大きな産地であることから、大手ネット通販サイト等でも数多く取り扱われている。



出所 会津漆器協同組合（2004）：「伝統工芸 会津漆器」パンフレット

図2 会津塗産地における製造体制と流通

3.3 会津本郷焼の概要

会津本郷焼は、1993年に国の伝統的工芸品として指定され福島県大沼郡会津美里町で製造されている。産地

の特徴として、陶器と磁器の両方を作っていることが挙げられる⁷⁾。その起源は、1647年に、領主の保科正之が瀬戸の陶工を招き、会津本郷に開窯させたことにさかのぼる。戊辰戦争によってすべての窯元が焼失してしまうが、県の産業奨励や良質な大久保陶土の発見、地域的な製造体制の整備によって再興のきっかけをつかむ。また、電化の進展にともなって碍子生産が急速に拡大し、陶磁器業は会津本郷の中心産業へと成長した。戦後の注目すべき動きは、有田産地の下請生産であった。しかし、オイルショック後、有田産地が発注を中止したため、会津本郷産地は大きな打撃を受けて製造は縮小した。また、問屋はその役割を失い、産地の組織者としての役割を放棄した¹⁰⁾。

1970年代になると、民芸ブーム・陶芸ブームで観光客が増加し、生産量・生産額は急速に増大した。主な製品には、食卓用品や茶器、花器、酒器等がある。磁器には呉須を使った染付や、日本や西洋の絵の具を使った多色の色絵など様々な種類があり、陶器は実用的なものが多く作られている。会津本郷焼事業協同組合には16の組合員（窯元）がいる。1995年の生産額は約5億円、それ以降も4億5千万円程度で横ばいとなっていて、大きな減少はみられない。従事者数は、1995年には約450人であったが、現在、100人程度まで減少している。しかし、それに伴う生産額・事業所数の減少は見られない。会津本郷焼産地の窯元は、存立基盤や成立の背景がそれぞれ異なり、製造技術も大きく異なっている。それゆえに、各窯元で類似する製品を作っているものの、製品の見た目や風合いが非常に大きく異なる。窯元同士の結びつきが比較的希薄で、共同で事業に取り組む意欲が乏しい反面、窯元の多様性を評価する声もある¹¹⁾。観光客は窯元を巡り、その違いを楽しむこともできる。会津美里町の観光客入込状況調査によれば、震災前の2010年には、60,704人もの観光客が窯元を訪れている。

3.4 奥会津編み組細工の概要

奥会津編み組細工は、福島県大沼郡三島町で製造されており、2003年に国の伝統的工芸品として指定された。主な製品には、手さげ籠や肩かけ籠、菓子器、米研ぎざる等がある。奥会津地方の山間部で採取されるヒロロや山ブドウ、マタタビ等の植物を素材とする編み組細工である。三島町で発掘された縄文時代後期の荒屋敷遺跡からは、縄の籠や編み組等の断片が出てきており、およそ2500年も前から編み組の技術・技法が存在したことが明らかになっている¹²⁾。「会津農書写本」（1748）には、会津地方で野草の縄をもって籠を作っていると記述されている。

奥会津編み組細工が作られる三島町は、1年の3分の1近くが大量の雪に覆われる雪国である。そのため長い冬の農閑期になると、生活や農作業に必要な道具類を身近な自然素材を用い製造するようになった。1981年に、行政の支援の下で「生活工芸運動」が始まり、さらに、2001年には「三島町生活工芸運動友の会」が結成され、現在、100人以上の工人（作り手）がおり、「三島町生活工芸館」が中心となって地場産業としての振興を行っている¹³⁾。ほとんどの人が農業等の傍らや退職後の趣味・生きがいとして製造に携わっている。年齢構成は、60代以上の人で8割近くを占めている。販売される際の価格帯は他産地の製品と比べて高価であるが、チラシや雑誌での宣伝効果もあり特に30代後半から40代の女性に人気を得ている。

3.5 福島県会津における伝統的工芸品の比較

福島県の伝統工芸品3品目について一覧表にしたものを表1に示す。天然素材を用いているという共通点があるものの、歴史や後継者育成に至るまで非常に異なる。たとえば、最も大きな市場を有する会津塗を特徴づける製品開発に問屋の存在があり、消費者に近い問屋が作り手に情報を伝えるという、古くからの製品開発の手法を踏襲している。それに対し、会津本郷焼は、窯元が自由に作った製品を町全体で販売することで、観光客に多様性の富んだ品揃えを提供している。奥会津編み組細工では、問屋ではなく地元の公的機関が推進役となって品質を保証している。また、後継者の育成は、1974年に制定された伝統的工芸品の根拠法（伝統的工芸品産業の振興に関する法律）に後継者の確保及び育成が示されているため、3品目すべてで実施されているものの、たとえば会津塗のように、修了者の半数近くが産地で就職できないとの報告もある¹⁴⁾。

表1 福島県会津における伝統的工芸品の比較

	会津塗	会津本郷焼	奥会津編み組細工
内容	漆器	陶器・磁器	つる細工
素材	天然木、漆、プラスチック等	陶石、陶土	ヒロロ、山ブドウ、マタタビ
歴史	1592年（室町時代）～	1647年（江戸時代）～	縄文時代、会津農書写本(1748年)に記述
市場規模	15億9000万円(2013年)	4億5000万円(1999年)	-
価格	低～高	低～中	低～中
従事者	321人(2013年)	106人(1999年)	100人程度(2002年)
製品開発	問屋	窯元	工人(作成者)
特性	伝統技法	多様性	工人のスキル次第
主顧客	百貨店等、様々	観光客	観光客
ニーズの把握	消費地問屋を通し生産地問屋が把握	観光客を通して直接把握	イベントや常設館を通して把握
後継者育成	認定職業訓練校を会津漆器協同組合が運営	1年のロクロ習得コース等を産地組合が実施	生活工芸館による政策指導やモノ作り教室の開催

4. 伝統工芸品のイノベーション

4.1 伝統的工芸品のイノベーションの事例

イノベーションの祖と言われるシュンペーターは、新製品の開発に限らず、新たな生産方法の導入、新たな市場の創造、新たな原料や新たな組織の導入もイノベーションに含めている。伝統的工芸品においては、伝統工芸の素材や技法から、イノベーションが生まれたことが報告されている¹⁵⁾。たとえば、東レは養蚕から、インターフェロン等の有用物質を抽出し、また、日本古来の塗料であるベンガラ（赤色顔料）技術を用いて、広島県の戸田工業は、磁気記録で用いる磁性酸化鉄の合成法を開発した。愛知県の日本ガイシは、陶器の製造技術を自動車用排気ガスフィルターへ応用、発展させている。また、金箔や金粉の作成技法からプリント基板用銅箔や粉体技術が生まれ、京都の西陣織の技法からより強固な炭素繊維を素材として使う試みもなされている。伝統的な素材や技法は、歴史を経て伝えられたもので、有する側に圧倒的に利するために、新規参入者へは高い参入障壁を提供することになる。また、伝統工芸品は、自然界に存在する天然素材を材料としているため、環境調和性・親和性にも優れているため¹⁵⁾、今後環境への配慮の求められる製品開発の面で、一層応用範囲が広がる可能性が期待できる。

4.2 福島県会津の伝統的工芸品のイノベーション

会津塗は、新たな原材料を導入することでイノベーションを重ねてきた。たとえば、塗に用いられる漆を、明治時代には中国から輸入、さらに、高度成長期には、素地にプラスチック品を使用し、漆の代わりに安価なカシュー塗料やスプレーの化学塗料を用いる等、量産化による汎用性の拡大と普及を図ってきた。さらに、近年では、たとえば、株式会社ユーアイズは、紫外線を照射することで硬化する「含漆 UV 塗料」を開発し特許も取得している。使い込むことで、従来の漆が持つ耐水性や防腐蚀性、ふっくら感といった良さをさらにグレードアップさせることができるという。さらに、塗装膜が硬く丈夫で、紫外線による劣化も極めて少なくなるという特長があるため、買い手が長期にわたって使用することができる。また、短時間で漆を硬化させられることから高生産性が実現、コストダウンが可能になることから、作り手にとってのメリットも大きい¹⁶⁾。新たな原料を導入することで、イノベーションの事例ともいえる。

会津本郷焼については、江戸時代から陶器、磁器、そして明治以降は電力線で用いられる碍子を生産するなど¹⁷⁾、時代のニーズに合った製品開発、即ちイノベーシ

ョンを行うことで産地の活力を維持してきた。また、近年は、製造業からサービス業に変化する産業構造に合わせるかのように、観光客をターゲットとした製品販売に力を入れている。さらに、窯元単位での異業種交流も行われつつある。県の産業支援機関と協力し、内側が磁器で、外側が漆器という新製品の試作をしたり、喜多方地方に伝わる「会津型」の模様を用いた焼き物の試作を行うといった窯元も見られる。

一方、奥会津編み組細工については、工程のほとんどすべてを人力で行うため、製品開発については、目立ったイノベーションは行われてこなかった。しかしながら、地元が常設展示場を開設し、女性向け月刊誌への掲載等を通して、30代から40代の女性という新たな顧客を創造するというイノベーションに成功している。

5. 伝統的工芸品のブランド化

5.1 伝統的工芸品のブランド化とは何か

一般に、マーケティングが、「売れる仕組みをつくること」に対して、ブランド化とは、「売れ続ける仕組みをつくること」であるといわれている。伝統的工芸品に限らず、広く伝統工芸品は、長い歴史を経て生き残ってきたものであることから、必然的にブランド化は成功してきたものであるといえる。とはいえ、成功の度合いは西洋のメーカーと日本のメーカーでは異なり、日本の百貨店に立派な売り場を構えているのは西洋のメーカーばかりで、西洋の食器はブランド化に成功した一方で、日本の陶磁器は日用品の範疇から抜け出せていないことを指摘されている¹⁸⁾。

ブランドは、日本語で「のれん」とも訳されるように守ることは容易でなく、一旦確立しても、絶えずイノベーションを行っていかないと、ブランドそのものが消滅する危機がある。たとえば、世界的な鞆やハンドバックのブランドであるエルメスは、元々質の良い馬具の会社であったことが知られている。また、絶えざるイノベーションを重ね、市場のニーズに対応してブランドを確立していった場合には、たとえ経営が破たんしてもブランドとして残る企業も少なくない。英国の18世紀半ばから続く陶磁器のウェッジウッドは、2009年、親会社が経営破綻し、現在、米国ファンドの下で経営再建中ながら、英国王室ご用達としてのブランドを維持していることが知られている¹⁹⁾。

5.2 伝統的工芸品の新たなブランド化の試み

震災による原発事故後、避難中の大堀相馬焼も含め、福島県の伝統的工芸品は、いずれも17世紀には製造が

開始されていたために、300年以上の歴史を持ち、ブランドの継続、即ちブランド化に今まで成功してきたことは間違いない。そうした中、新たなブランドの構築への試みとして注目されるのに2006年に誕生した会津塗の新ブランド「BITOWA」がある。漆塗りの技法を用い木のぬくもりを残しながらも陶器の質感を出すのに成功している。色は、従来の黒褐色を中心にした会津塗と全く異なる、ターコイズグリーン、マゼンタ、オレンジ、イエローグリーン等、独特のパステルカラーで会津塗のイメージを刷新する新しい製品となっている。会津塗の間屋を中心のグループが、革新的な製品に取り組んだ中の一つであり、製品のデザインには、英国の国立英術大学で講師を務める日本人女性を登用している。会津塗の伝統技術と新しい感性を融合させたデザインがBITOWAの製品の特徴である²⁰⁾。福島県だけでなく、他県での展示会への出展も積極的に行っているが、知名度の低さとリピーター確保の難しさが課題とされている。今後も、従来品を見直すきっかけもなるような新たなブランドづくりと、地域の住民や消費者の支援が望まれる。

会津本郷焼産地では製品や技術の異なる窯元が多いという理由で、他企業や異業種との交流は比較的低調であるが、その中でも新しい動きが生まれつつある。その1つが「六人展」の実施である。産地内の若手6人が共同して、2000年から年1回のペースで展覧会を開いている。また、一部の窯元では、経費のかかる新しい型を製作するのではなく、同様の型に手書きで様々なタイプの絵付けを行い顧客の関心を得るのに成功している。市場が縮小する中で、顧客の多様な需要に対応することで会津本郷焼のブランドを守っている。

編み組細工は自分たちの生活に用いるために製造してきたものであるため、産地内には流通や販売といった概念は存在していなかった。しかし、生活工芸運動が始まり、そこで掲げられた「身近で採れる自然素材を活用して収入に繋げる」ことを実現するために、生活工芸館が流通や販売についての独自の枠組みを構築した。製造された製品は生活工芸館による品質チェックを受け、合格すれば品質保証書（地域証紙）が発行された後に販売される。これにより、三島町で作られた編み組細工であることが証明され、他の類似品とも差別化することができる。三島の地域ブランドとしても確立しつつある一方、工人によってレベルや出来栄が大きく異なることが課題とされている。そこで、生活工芸館の編み組指導員は工人に対して品質向上のための指導を継続的に行っている。

6. おわりに

本研究では、福島県内の各産地の現状についての調査・分析を行い、3つの伝統的工芸品が、それぞれ特色のあるイノベーションとブランド化を行っていることがわかった。3つの産地の中で出荷額の大きな会津塗は、問屋主導で今までになかった製品開発、会津本郷焼は多様な顧客ニーズへの対応、奥会津編み組細工の産地では、新たな顧客創造、といったイノベーションを実践することでブランド化を図っている。

3つの品目それぞれに独自性を持ちながらも、イノベーションにも繋がる原材料の確保難や後継者育成・支援は、3つの産地に共通の問題となっている。これらは、産地のみでの解決は難しく、全国の多くの産地の共通の問題でもある。各産地の取り組みとその効果に関するデータを集約し、共有していく必要があると考える。

近年の外国人観光客数の増加や、和食がユネスコの世界文化遺産に登録されるといった外部環境の変化は、どの産地にも影響を与えうるものである。今後、産地を活性化していくためには、これらの変化をどのように活かしていくのかがますます重要になる。さらに、各産地の関係者はもちろん、その地域の住民や消費者も伝統文化を見直し、守っていく当事者であるという意識を持つ必要があるのではないだろうか。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ヒアリング調査でご協力頂いた会津漆器協同組合副理事長兼有限会社遠藤正商店代表取締役の遠藤典宏氏、同営業の吉田賢治氏、三島町生活工芸館の鹿狹毅氏に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 伝統的工芸品産業審議会 (2000) 「21世紀の伝統的工芸品産業施策のあり方について (答申) —新たな生活文化の創造に向けて」『通商産業大臣官房報道室, 通商産業調査会 編.』 Vol. 14670 pp. 1-8. 通商産業調査会
- 2) 米光靖 (2006) 「伝統的工芸品産業の振興についての考察: 有田焼、博多織、京都の伝統的工芸品産業全般を事例として」『経済学研究』 Vol. 73 No. 1 pp. 51-74 九州大学経済学会
- 3) 前川洋平・宮林茂幸・関岡東生 (2013) 「伝統的工芸品産業の振興に関する法律」の効果と課題」『東京農業大学農学集報.』 Vol. 58 No. 2 pp. 85-91. 東京農業大学
- 4) 高野弘道 (2005) 「会津漆器業の系譜と変遷」『福島地理論集/福島地理学会 編.』 Vol. 48 pp. 37-49. 福島地理学会

- 5) 外山徹 (2004) 「生きた文化財・伝統的工芸品の継承に関する現状と課題」『明治大学博物館研究報告/明治大学博物館事務室 編.』 No. 9 pp. 21-37
- 6) 経済産業省製造産業局伝統的工芸品産業局 (2001) 「伝統的工芸品産業をめぐる現状と今後の振興施策について」
- 7) <http://www.chuokai-fukushima.or.jp/aizushikki-kumiai/> 「会津漆器協同組合公式ページ」
- 8) 会津漆器協同組合 (2004) 『伝統工芸 会津漆器』パンフレット
- 9) <http://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/> 「会津データ蔵 (統計情報)」
- 10) 財団法人 伝統的工芸品産業振興協会 (2002) 「伝統的工芸品産地調査・診断事業報告書—会津本郷焼—」
- 11) 初沢敏生 (2004) 「福島県会津本郷陶磁器業の特徴と課題」『福島大学教育学部論集, 社会科学部門/福島大学教育学部 編.』 No. 74 pp. 1-11. 福島大学教育学部
- 12) 福島県農林水産部県産材特産グループ (2005) 「全国都道府県特産林産めぐり10 福島県 日本一の桐の里づくり—会津桐と編み組細工の振興」『特産情報/日本特産林産振興会編集委員会 編.』 Vol. 27 No. 3 pp. 22-25
- 13) 財団法人 伝統的工芸品産業振興協会 (2004) 「伝統的工芸品産地調査・診断事業報告書—奥会津編み組細工—」
- 14) 三浦裕子 (2008) 「会津漆器技術後継者訓練校における伝統技術の継承と後継者育成への取り組み」『技能と技術: 職業能力開発総合大学校能力開発研究センター 編.』 No. 4 pp. 9-12. 雇用問題研究会
- 15) 岡本信司 (2008) 「伝統工芸産業からの産学官連携による地域イノベーション創出に関する課題と提言—京都地域及び石川地域における事例研究—」 研究技術計画 Vol. 23, No. 4, pp. 367-382
- 16) 古水義尚 (2009) 「地域資源を活かした新たな事業展開」を支える諸条件—地域資源活用に取り組む中小企業の実例に基づく検討—、日本政策金融公庫論集第4号, pp. 47-69
- 17) 岩本由輝 (1999) 「東北の伝統産業史(6) 会津本郷焼」『東北開発研究/東北開発研究センター [編]』 No. 113 pp. 53-7, 東北開発研究センター
- 18) 上原義子 (2015) 「伝統的工芸品の現状とマーケティング課題について: 伝統的陶磁器の流通問題と付加価値の視点から、嘉悦大学経営論集, Vol. 58, pp. 85-105
- 19) <https://www.worldofwedgwood.com/> 「Wedgwood ホームページ」
- 20) <http://bitowa-from-aizu.jp> 「BITOWA ホームページ」

BCPのためのサプライチェーンマネジメント支援システムの開発

Supply Chain Management Support System for BCP

湯川 崇・猪狩 千尋*

福島工業高等専門学校ビジネスコミュニケーション学科

*アルパインプレジジョン株式会社

Takashi Yukawa and Chihiro Igari*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

*ALPINE PRECISION, INC.

(2016年9月13日受理)

In recent years, the great disasters such as earthquakes or floods occur frequently in many places, and many factories producing industrial parts suffer from them. In this study, a supply chain management support system has been developed in order to inquire about the damage situation on the supply chain at the time of disaster outbreak.

Key words: business continuity plan, supply chain, web application framework

1. はじめに

経営のグローバル化が進んでいる現在、1つの製品を製造するために必要な部品が国内外の多くの地域で生産されることは珍しくない状況である。さらに、部品を製造している会社が、その部品を製造するための原材料を複数の拠点から購入していることもあり、部品を購入したり納入したりする会社間の関係は、サプライチェーンと呼ばれる複雑なネットワークを構成している。

このことに伴って、1つの地域で発生した災害が原因となり製品の製造が中断される事例が頻発している。例として、2016年4月に熊本県を中心に起きた地震では、部品を製造する会社が被災し、その影響でトヨタ自動車や三菱自動車が車両の生産を中止する事態となった¹⁾。同様の事例は、2004年に起きた新潟県中越沖地震や2011年に起きた東日本大震災でもみられた^{2)、3)}。また、地震以外にも2011年7月から11月にかけて起きたタイの大洪水や、2016年5月に愛知県で起きた自動車部品工場の爆発事故でも部品の供給が停止し、製品の製造が中断されている^{4)、5)}。

製品の製造が中断されるような災害には地震、洪水、火災等が考えられるが、地震については阪神大

震災、東日本大震災、熊本地震などの大地震が続けて起きていることから、日本は地震活動期に入ったともいわれ、いつどこで大地震がおきてもおかしくない状況にあるとされる⁶⁾。また洪水についても、現在地球の温暖化が進んでおり、これまでに起こらなかったような大雨やそれが引き起こす洪水が増えることが予想されている⁷⁾。

このような状況のなか、企業の間には事業継続計画(Business Continuity Plan:BCP)の考えが広まっている。BCPとは日本工業規格JIS Q22301において「事業の中断・阻害に対応し、事業を復旧し、再開し、あらかじめ定められたレベルに回復するように組織を導く文書化した手順」⁸⁾と定義されており、事故や災害などが発生した際に「いかに事業を継続させるか」または「いかに事業を目標として設定した時間内に再開させるか」について対策を講じるための計画の策定と実施が企業に求められている⁹⁾。

災害発生時に部品の供給状況を速やかに確認することは重要であるが、サプライチェーンは複雑に入り組んでいるため、製品の製造に必要な部品の1つ1つについて被災した企業の影響を調査することは困難である¹⁰⁾。Fig. 1にサプライチェーンの例を示す。この例では製造メーカーは1次サプライヤ

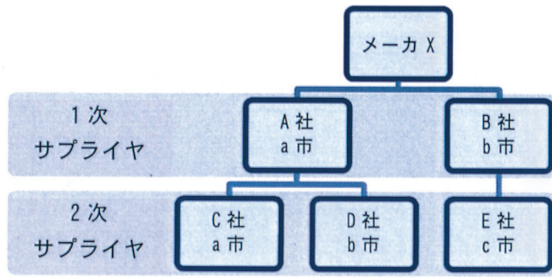


Fig. 1 Example of a supply chain

であるA社とB社から供給された部品を使って製品を製造している。ここで、b市に災害が発生したとする。メーカーXと直接取引しているのはB社であるが、1次サプライヤのA社がb市にある2次サプライヤD社の原材料を使って部品を製造しているため、B社のみならず、A社からの部品供給にも支障がでる恐れがある。そのため、メーカーXではA社とB社の両方に被災状況を確認する必要が生じる。

福島県いわき市に拠点を置き、カーナビゲーションをはじめとしたカーエレクトロニクス製品の開発・製造・販売を行っているアルパイン株式会社のグループ企業であるアルパインプレジジョン株式会社では、アルパイン社の製品のメカユニットや外装部の生産を担当している。同社もトヨタ自動車と同様に複数の国や地域にまたがった開発、生産、販売を展開している。そのため、製造している製品の部品を購入している取引先の所在地に地震や火災などの災害が発生した場合に、速やかに被災した取引先およびその影響の範囲を把握し、対策を講じることが必要となっている。

平時にサプライヤおよびサプライヤが扱う部品

のデータベースを構築することにより、ある地域で地震や洪水などの災害が発生した場合、その地域に該当するサプライヤおよびサプライヤが製造する部品を速やかに検索し、自社の事業の継続に影響があるかどうかの判断を行い、対策を講じることが可能となる。

以上の背景から本研究では、地震や火災などの災害が発生した場合に備えて、工業製品の製造メーカーが、取引を行っている1次サプライヤの中から被災の可能性のある取引先を検索し、被災状況を照会する電子メールを送信する災害時取引先検索システムの開発を目的とする。本システムの利用により、災害時にその影響を速やかに把握し、事業継続計画の遂行を支援することが期待される。

2. 災害時取引先検索システム

2.1 システム構成

本研究で開発する災害時取引先検索システム（以下BCPシステム）の構成をFig. 2に示す。本システムのユーザは工業製品の製造メーカーを想定している。本システムはデータベースとWebサーバを中心に構成されており、それらの上で動作するWebアプリケーションフレームワークにより開発されている。

BCPシステムのユーザは地震や洪水などの災害が発生した場合に、Webブラウザ向けに作られたユーザインタフェースを介して地名や会社名などの条件により製品の製造に影響を及ぼす可能性のある取引先を検索して、被災状況を照会するメールを送信する。

データベースには、事前取引先や製品の製造に

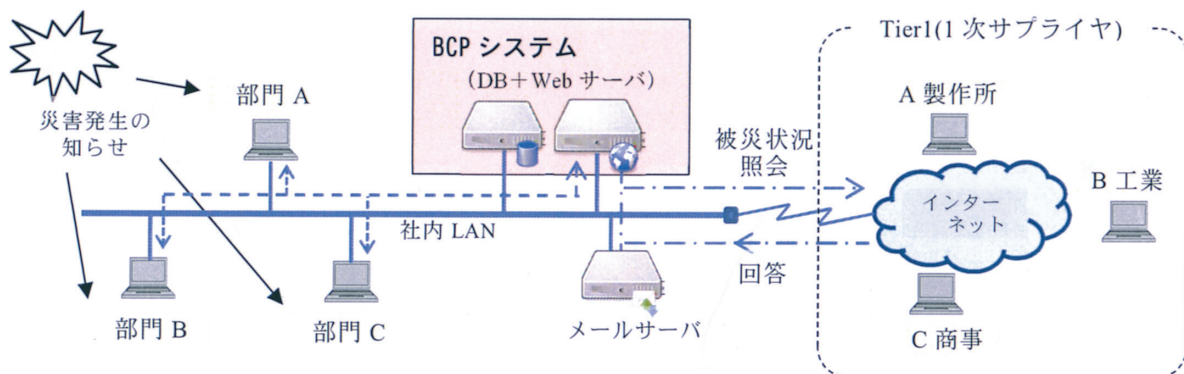


Fig. 2 BCP System Overview

使用する部品を登録しておく必要がある。これらのデータは数百から数千件になることが想定されるため、Webブラウザのユーザインタフェース以外に、Excelのワークシートに記録しているデータを一括して登録することを可能にする仕組みも提供する。

2.2 Webアプリケーションフレームワーク

現在、Webの普及により電子メール、SNS、ブログ、動画の投稿・閲覧、オンラインゲーム、グループウェア等、Webブラウザ上で動作する多様なアプリケーションが存在し、広く利用されている。これらのアプリケーションは一般にWebアプリケーションと呼ばれており、その多くはデータベースサーバおよびWebサーバから構成され、ユーザはテキストボックスやプルダウンメニューのようなWebブラウザが提供するユーザインタフェースを利用してWebサーバにデータを送信し、Webサーバは受け取ったデータをもとにデータベースに対して問い合わせを行い、その結果をブラウザに返送する。

Webアプリケーションは利用者にとっては使用するパソコンにアプリケーションをインストールすることなくブラウザのみで利用できることや、使い慣れたブラウザのインタフェースで利用できるといった利点がある。また、開発者にとっては、①プルダウンメニュー、テキストボックス、チェックボックス、ラジオボタンなどのブラウザに用意されているコントロール（部品）を利用して手軽にユーザインタフェースの設計ができる、②アプリケーション配布の手間がかからない、③アプリケーションの修正やバージョンアップが簡単にできるといった利点がある。

Webアプリケーションを効率よく開発するために、Webアプリケーションフレームワークが利用されている。これはWebアプリケーションの開発に共通する作業を低減させることを目的として作られたものであり、主に以下の機能を備えている。

データベースの管理 データベースに定義されたテーブルをオブジェクト指向言語のオブジェクトとして利用できるように対応付けを行う。
URLのマッピング Webアプリケーションを利用する際に使用するURLと、そのURLによって実行されるプログラムのメソッドとの対応を取る。

Webページのテンプレート 動的なWebページを作成する際に、HTMLによる画面表示の部分とデータを処理するコードを分離する。

Web アプリケーションフレームワークには、これまで Ruby on Rails、Django、CakePHP をはじめとする多くのものが開発され、それぞれが一般に普及しているプログラミング言語やリレーショナルデータベースに対応している。

本研究では、Web アプリケーションフレームワークに Microsoft が提供している ASP.NET MVC を、リレーショナルデータベースにオラクル社が開発しオープンソースで公開されている MySQL を利用してシステムの開発を行った。

ASP.NET MVCはC#言語により開発が可能なWebアプリケーションフレームワークであり、モデル・ビュー・コントローラ (Model-View-Controller:MVC) パターンアーキテクチャが採用されている。

ASP.NET MVCが提供する主な機能には、C#のクラスとして定義されるデータモデルとリレーショナルデータベースとの間を仲介するコンテキストクラス、クライアントからのリクエストを一元的に受け取り、処理を行うメソッドに受け渡すルーティング機能、汎用性の高いRazorビューエンジン、およびデータの表示・編集・削除といった基本的な操作を行うページを半自動で作成するスキャフォールディング機能といったものがある¹¹⁾。

C#クラスとして定義されるデータモデルはASP.NET MVCの管理コマンドを実行することにより、自動的にリレーショナルデータベースの中にテーブルとして作成されるため、データベースを意識することなくWebアプリケーションを開発することが可能となっている。

2.3 取引先管理データベース

取引先を管理するデータベースを作成するにあたり、以下の要件を考慮した。

- (1) 同一組織内の複数の部門が発注する部品を管理できること。
- (2) 同一の部品の製造をその製造工程によって異なる取引先が担当することに対応できること。
- (3) 災害により事業が継続できなくなった取引先の代替を検索できること。

これらの要件を満たすようにするため、データベー

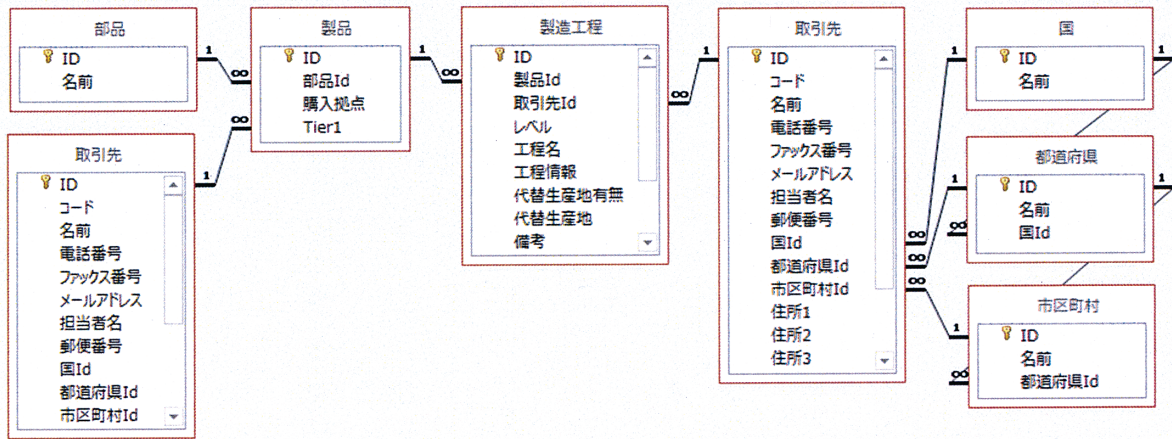


Fig.3 Relationships between Database tables (1)

スは部品テーブル、製品テーブル、製造工程テーブル、取引先テーブル、インシデント（災害）テーブル、国テーブル、都道府県テーブルおよび市区町村テーブルから構成される。各テーブルに定義された主なフィールドおよび、それぞれのテーブル間に設定したリレーションをFig. 3およびFig. 4に示す。

これらのテーブルはC#のクラスとして定義され、その後ASP.NET MVCの管理コマンドを実行することにより、リレーショナルデータベースの中のテーブルとして作成される。ASP.NET MVCの機能により、データベースに対する操作はC#のクラスのメソッドを介して行うことができる。ASP.NET MVCでは実行されたメソッドをSQLに変換してデータベースに問い合わせを行い、その結果をC#の配列の値として利用できるようにしている。

2.4 ユーザインタフェース

本システムはWebアプリケーションとして開発されるので、HTMLのフォームで利用可能なテキストボックス、ドロップダウンメニュー、ラジオボタン、チェックボックス、ボタン等の標準的なコントロールを用いて、ユーザが利用するページ（画面）が作成される。

ページの設計に際してはコンピュータに不慣れたユーザにも簡単に操作ができること、マニュアルを参照しなくても操作が理解できることを考慮している。

また、データベースへのデータの登録に際して、事前の概算では取引先数が数百レコード、部品数が数千レコードになることが見込まれた。したがって、

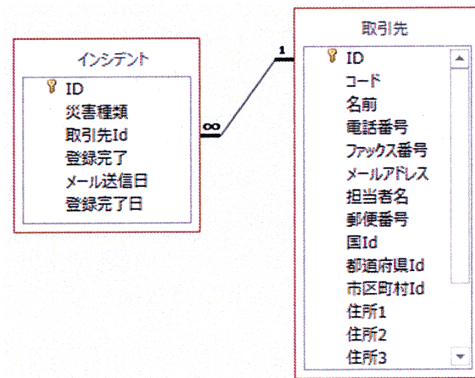


Fig.4 Relationships between Database tables (2)

データの登録をWebアプリケーションのフォームから行うことは現実的ではない。そのため、データ処理のために一般に使用されている表計算ソフトのExcelからデータベースに対して直接データの登録ができるようにした。

3. BCPシステムの使用例

開発したシステムの使用例を示す。本システムを利用する状況としては、大地震や洪水などの災害発生ニュースを受けて、購買部門などの担当者が被災地域に取引先に関連している会社があるかどうかを調べ、該当している会社があれば、電子メールにより被災状況を照会する、という使い方を想定している。

災害発生時に速やかに取引先の検索や照会を可能とするため、少ない操作で利用できることを考慮してユーザインタフェースの設計を行った。



Fig.5 Login page

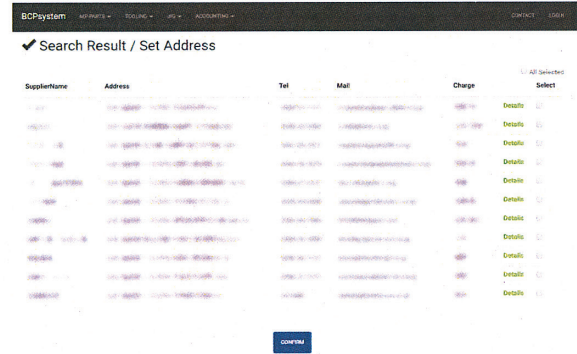


Fig.7 Search results page

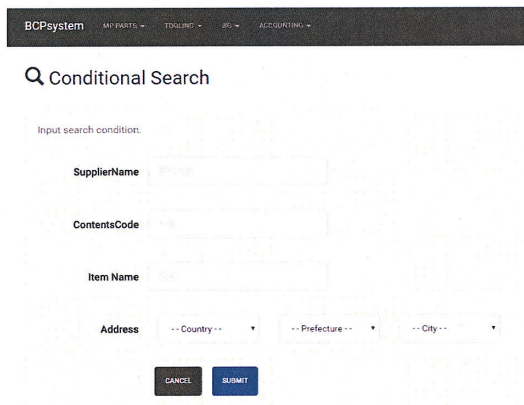


Fig.6 Retrieval condition input page

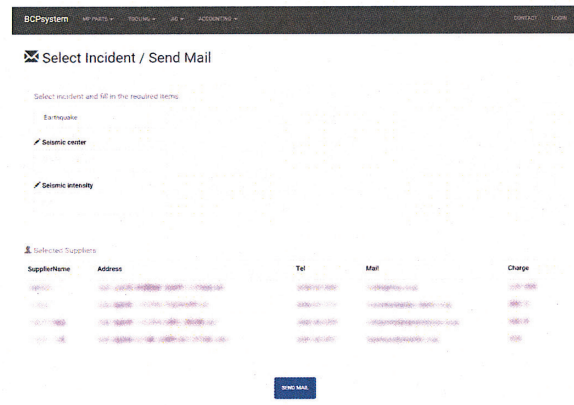


Fig.8 Incident selection and mail send page

3.1 被災状況の照会

開発したBCPシステムを使用して災害の被災状況を照会する手順について説明する。

(1) システムへのログイン (Fig. 5)

本システムを利用するためには、ユーザが確かに利用を許可された本人であることを認証する作業（ログイン）が必要である。

システムの開始ページを表示するとFig. 5に示すログインページが表示されるので、事前に発行されたユーザ名とパスワードを入力した後「ログイン」ボタンをクリックすることで認証が行われ、検索条件を入力するページに移動する。

(2) 検索条件の入力 (Fig. 6)

ログインに成功すると、Fig. 6に示す検索条件を入力するページに移動する。ここでは、取引先名、部品番号、部品名、および取引先住所を検索条件として指定することができる。検索条件を入力した後に、ページ下部のSubmitボタンをクリックすると検索が実行され、次のページにその結果が表示される。

(3) 検索結果の表示と照会先の選択 (Fig. 7)

検索結果の表示例をFig. 7に示す。検索結果に合致した取引先の一覧が表示されるので、この中から実際にメールを送信する取引先を選択し、各列の右端にあるチェックボックスにチェックを入れてページ下部のボタンをクリックすると、Fig. 8に示すメールの内容を記入するページに移動する。

(4) 災害の種類を選択およびメール送信 (Fig. 8)

検索結果の表示と照会先の選択ページで選択した取引先に対して、照会の事由を地震、火災、洪水の中から選択すると共に震源地等の追加の情報を入力し、ページ下部のSend Mailボタンをクリックすると事由の種類に応じてあらかじめ登録されている文面のメールが対象の取引先に送信される。

3.2 被災状況の登録および確認

取引先にメールを送信すると、同時にその情報がデータベースのインシデントテーブルに記録される。取引先からの回答はFig. 9に示す被災状況を登録するページから管理することができる。



Fig. 9 Incident registration page

3.3 実際の使用例

完成したBCPシステムは2016年11月からアルパインプレジジョン株式会社において運用を開始しており、同22日に福島県沖を震源とする最大震度5弱、マグニチュード7.3の地震が発生した際に初めて使用された。

その際、地震による被害の可能性が想定される福島、茨城、宮城の3県に所在する取引先を検索したところ20社が抽出されたため、それらに電子メールを送信した結果、システムへのログインから1時間以内に全社から回答を得ることができた。

本システムを運用する以前は、手作業によりエクセルのファイルに記録されている取引先約600社の中から該当する会社およびそのメールアドレスを調べてメールを送っていたため、多大な労力と時間を必要としていたが、本システムを利用することにより大幅な省力化を果たすことが実証された。

4. おわりに

本研究では、工業製品の製造メーカーが地震や火災などの災害に被災した場合に、サプライチェーン上の影響の範囲を速やかに把握し、早期の事業再開を可能にすることを目的として、取引を行っている1次サプライヤに被災状況を照会する電子メールを送信して、被災状況の把握を支援するためのシステムをWebアプリケーションフレームワークを利用して開発した。

本システムの使用例を挙げて、非常時にサプライチェーン上で被災する可能性のある取引先を検索して、被災状況の照会ならびに把握が速やかに行えることを示した。

参考文献

- 1) 日刊工業新聞：【熊本地震】部品供給網を直撃-車生産、各社に遅延波及、2016年4月20日、<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00382550>
- 2) 朝日新聞：地震で部品工場操業停止、トヨタ国内全工場など生産停止、2007年7月18日、<http://www.asahi.com/special/070716/TKY200707180648.html>
- 3) 朝日新聞：トヨタ、完成車生産22日まで中止大震災の影響長期化、2011年3月16日、<http://www.asahi.com/special/10005/NGY201103160007.html>
- 4) 日刊工業新聞：タイ洪水・産業界への影響広がる／部品各社、日本などで代替生産、2011年10月18日、<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00181603>
- 5) 毎日新聞：トヨタ生産を一部休止…工場爆発事故、減産影響懸念、2016年5月31日、<http://mainichi.jp/articles/20160601/k00/00m/020/120000c>
- 6) 文部科学省研究開発局地震・防災研究課 地震調査研究推進本部事務局：今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価一覧、<http://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/ichiran.pdf> (2016年1月)
- 7) 文部科学省、気象庁、環境省：気候変動の観測・予測及び影響評価総合レポート『日本の気候変動とその影響』2012年度版 (2013年3月)
- 8) 日本工業規格 JIS Q22301 (2013年)
- 9) 経済産業省：事業継続計画ガイドライン、企業における情報セキュリティガバナンスのありかたに関する研究会報告書参考資料
- 10) 中嶋 茂隆、堀口 勉：事業継続力を強化する7つの潮流とサプライチェーンリスクへの対応：先進企業が実践する、競争力を改善・革新させる着眼点(異次元イノベーションが次代を拓く)、季刊政策・経営研究、三菱UFJリサーチ&コンサルティング、2013、3、pp. 100-123
- 11) 山田祥寛、ASP.NET MVC5実践プログラミング、秀和システム (2015年1月)

現代アルピニズムの一課題

The Essay on the Contemporary Alpinism in Japan

田淵 義英

福島工業高等専門学校ビジネスコミュニケーション学科

TABUCHI Yoshihide

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

(2016年10月18日受理)

The purpose of this article is to explore the possibility of re-interpretation of the contemporary Alpinism in Japan. Mountaineering communities in 21st century are witnessing dichotomization of mountain activities such as so-called alpinism and popular trekking, while trekking has widely accepted among society, alpinism has been recognized as more and more something reckless and dangerous, especially after the notorious Nachi falls case. Alpinism, however, has as long tradition as trekking since when the modernization of Japanese mountain activity gave birth to both of them. Therefore, if you consider the meaning of long historical context of alpinism, it might be a great loss to Japanese mountaineering communities to cut off alpinism as reckless activity. To illustrate the importance of alpinism and its thoughts, however, it requires comprehensive research on the context of accumulated alpine activities, and their meaning to each alpinist who committed the climbs. This article, as a kick-off of this project, tries to introduce a history of dichotomization of Japanese mountain activities, and some noticeable differences between them.

Key words: alpinism, mountaineering, dichotomization of mountaineering

1. はじめに

筆者が本格的に登山を始めて数年がたった。「本格的に」といっても、もちろんアルピニストとして活動しているわけではないし、大学山岳部や社会人山岳会のような、いわゆる「先鋭的登攀」に挑戦しているわけでもない。とはいえ、西穂高岳から奥穂高岳への縦走や、妙義山の縦走などに取り組み、夏季は入門的なバリエーションルート¹⁾として知られ、松濤明の「風雪のビヴァーク」の舞台ともなった槍ヶ岳北鎌尾根などを歩いてきたなかで、いわゆる一般登山者とは少し違った眼差しで山を眺めるようになってきたことも、また確かである。

そうした眼差しから「登山」という営みを見つめ、またその歴史をひも解いてみると、山を登るという行為が古来より連綿とつづく「文化」である一方、現代社会においては、大衆化して社会に根づいた登山と先鋭化した

アルピニズムの二極化がすすみ、登山についての社会的な認知もまた二極化して乖離している状況が見えてくる。

本研究は、こうした乖離状況を架橋し、先鋭的なアルピニズム的価値を大衆的な社会に対して説明可能なものとするの可能性と意義を探るものである。なお、本研究はまだその端緒にとりかかったばかりであり、差し当たり本稿においては、登山の二極化の歴史を概観するとともに、両者の注目すべき差異を紹介するにとどめる。

2. 問題の所在

登山について近年とりわけ顕著な傾向として誰もがまず想起するのは、遭難事故の増加であろう。警察庁の発表によれば、昨年の山岳遭難は2508件、遭難者は3043人、うち死者・行方不明者は335人であった。これは、発生件数、遭難者数、死者・行方不明者数ともに、統計の残る昭和36年以降で最多となった(警察庁)。こうした傾向に対して、世論はきびしい眼差しを向けている。新聞やテレビなどのメディアは言うに及ばず、インター

¹⁾ 登山道のないルート。基本的には道標やペンキマークなどはなく、自然のままであるが、まったくの未踏というわけではないので、人気のルートであれば踏み跡は明瞭である。近年の情報化やGPSの普及で、バリエーションルートを歩く登山者は増加している。

ネット上でも遭難者批判は年々強くなっている。より困難な登攀に価値を見出す先鋭的登攀においては、完全に遭難の可能性を排除することは事実上不可能であるが、こうした価値観は社会から受け入れられているとは言い難い。

また、今年に入って巷間を騒がせている天然記念物にボルトやハーケンが残置されていたという問題は、困難な登攀を目指す登山者の行為と社会通念の乖離を強く感じさせるものだった。

このような、社会通念と先鋭的登攀を志向するアルピニストの意識の乖離がもっとも顕著に表れたのは、2012年に起きた「那智の滝登攀事件」であろう。これは、いずれも著名なクライマーであった佐藤裕介・大西良治・宮城公博の三氏が、熊野那智大社の別宮、飛瀧神社の御神体であり、世界文化遺産にも登録されている那智の滝を登り、軽犯罪法違反で現行犯逮捕されたという事件である。三氏に対する批判の大きさはすでに報道等で周知のことであるので詳述しないが、世界的にも著名なアルピニストであり、ピオレドール賞²⁾の受賞者でもあった佐藤裕介はスポンサーを失い、沢登りの世界では知る人ぞ知る存在であった宮城公博は勤めていた職場を失ったという事実は、彼らが受けた社会的制裁が決して軽いものではなかったことを示している。

この行為に対してアルピニストの野口健は、佐藤のピオレドール賞受賞に言及しながら、「警察に対し『立ち入り禁止は分かっていたが、日本一の滝に登りたかった』と供述しているとの事だが、犯行の動機のアマリの幼稚さと彼の世界的な実績とのギャップに驚かされた」と綴っているが¹⁾、佐藤の「世界的な実績」が一般に認知されていたかどうかは別にして、野口同様、「犯行の動機のアマリの幼稚さ」というのがこの事件に対する世間の偽らざる印象であったことは想像に難くない。

しかし、すべてのアルピニスト(あるいはクライマー)が野口と同様の見解を示したわけではなかった。たとえば、日本フリークライミング協会と日本山岳協会で理事を務め(いずれも事件当時)、多数のクライミング関係の書籍や、出版以来もっとも広く読まれているトポ³⁾

のひとつである『日本の100岩場』シリーズの著者として知られている北山真は、直後にTwitterで三氏を擁護して多くの批判を浴びている。また、日本のフリークライミングの草分けであり、日本最難ルート「ハードラック・トゥ・ミー」(グレードは5.14a/b、国内最難は開拓当時)の開拓者として著名な吉田和正(2016年9月26日逝去)も、「現在の日本の目先ばかりのルールを疑うこともなく、笠にかかって批判する人間が多い」と、三氏に対する批判に懐疑的な姿勢を示している²⁾。

宮城によれば、この事件が報道によって公になったとき、幾人かのアルピニストや探検家から、その行為を称揚するかのようなメールが届いたといい³⁾、当時こうした行為を評価する風潮が日本の山岳界にあったことが分かる。

そして、このような風潮は、国内のごく一部の登山家だけのものだとは言えない側面が、たしかに存在している。なぜエヴェレストに登りたかったのかを問われて「Because it's there」と答えたGeorge Malloryの言葉からも分かるように、元来登山家とは、野口のいうところの「幼稚な」動機で登っているものだ。

宮城は、職場の上司に問われて、那智の滝が美しいから登ったと答え、「美しいから登る?そんな子供みたいな言い訳が許されるはずないじゃない」と叱責されたというが³⁾、宮城の「美しいから登る」という動機も、佐藤の「日本一の滝に登りたかった」という動機も、Malloryの「Because it's there」と重なるものがある。

その死の謎も含めて現在では伝説的登山家として知られるMalloryは、エヴェレストに登ることの価値について、「重要な科学的な発見」(valuable scientific results)という側面を認めつつ、しかしそれは「副次的なもの」(byproducts)にすぎないと述べている⁴⁾。彼は、「科学は探検のための建前に過ぎず、本当の動機にはなり得ない」(science is the excuse for exploration. I think it is rarely the reason)としたうえで、次のように説明している⁴⁾。

エヴェレストは世界でもっとも高い山であり、その頂を踏んだ者はいない。その存在自体が挑戦なのだ。だから、質問に対する答えは本能的なもの、世界を征服しようとする人類の欲望の一部なのだと思う (Everest is the highest mountain in the world, and no man has reached its summit. Its existence is a challenge. The answer is instinctive, a part, I suppose, of man's desire

²⁾ 受賞式の前年に行われた登攀のうち、優秀な登攀を行った登山家に贈られる国際的な賞。「登山界のアカデミー賞」とも呼ばれている。

³⁾ フリークライミングなどで使用されるルート図で、岩場の絵や写真に線でルートを示したもの。ルート名やグレードが併記されていることが多い。Topographyの略称。

to conquer the universe) ⁴⁾

ニューヨークタイムスの記事は、Malloryのこの情熱を「純粋な恋」(pure romance)だと表現しているが⁴⁾、宮城もまた自分の情熱を「発作的な恋に触まれる」と表現している³⁾。

古今の著名な登山家に、こうした刹那的な情熱を見出すことはまったく困難ではない。彼らの登攀に対する情熱や美学の「幼稚さ」を見るにつけ、もし本当に野口が佐藤や宮城の動機にいささかも共感を抱かなかつたのだとしたら、それは野口がアルピニストではないということではないか(実際そうした批判はよく彼に向けられているが)とさえ思えてくるほどだ。

ここには、先鋭的な登攀を志向するアルピニストが山に求めているものと、社会通念上「善い」、あるいは少なくとも「妥当」であるとされているものとのあいだに、なにか決定的な埋められない溝があるのではないかと想定する余地がある。

しかし、横山勝丘が述べているように、未知の世界に入っていく緊張感と心の葛藤をとおして得られる「より大きな充実感」にこそアルパインクライミングの真髄があるのだとしたら⁵⁾、そしてまた、そうした喜びを「山に登る」という行為に見出す登山という営みが、16世紀から連綿とつづいているという事実を考慮すれば⁶⁾、一見すると刹那的で幼稚であるように映るアルピニズムの動機を非常識であると切り捨てることは、Malloryの指摘するinstinctiveな価値を我々の社会が喪失してしまうことになりはしないだろうか。

⁴⁾ 山に登るという行為そのものを楽しみ、それ自体を目的として最初に登山を行ったのは、Conrad Gesner (1516 - 1565) であると言われる。彼はスイスの博物学者であり、当初は学術的な探求を目的として山に登っていたが、やがて山に登ることそれ自体を目的として、そのためのトレーニングまで行って登山を行うようになる。彼が「世界最初のアルピニスト」と呼ばれる所以である⁶⁾。日本についていえば、山に登るという行為の起源は少なくとも飛鳥時代までさかのぼる。古い記録では佐伯有頼による立山開山(701年)などがあるが、当時の登山は基本的に宗教的な目的を持った修行であった。江戸時代後期になると登山自体を目的として山に登る人々が現れる。その代表的な人物は、北海道の名づけ親としても知られる松浦武四郎であろう⁷⁾。ヨーロッパ的な近代登山(≒アルピニズム)が日本に入ってくるのは19世紀に入ってからである。William Gowland、Ernest Satow、Robert William Atkinsonらによる近代登山装備(ピッケルやナーゲルなど)を用いた六甲山登山(1874年)が最初の近代登山であると言われる⁸⁾。

だとするならば、埋められない溝を架橋し、アルピニズムの価値を社会通念上理解可能な言葉に翻訳することには重要な意味があるかも知れない。本稿は、その可能性を探るための出発点として、先鋭的登山が山に求めるものが、大衆的登山が山に求めるものとどのように異なっているのかを、先鋭的登山と大衆的登山が分化した経緯を整理し、ついで先鋭的登山の理念が大衆的登山のそれとどのように異なるかを現代のアルピニストの言説を参照しながら検討することで、明らかにする。

3. 登山の先鋭化と大衆化

3.1 戦前の流れ

上述したような乖離状況はどのように生じたのであろうか。歴史的には、登山はもともと一般大衆のための営みではなかった。人間が山に登っていたという痕跡は縄文時代から存在しているが⁷⁾、その目的がどのようなものであったのかははっきりしていない。現在はっきりした目的をもって山にはいったことが分かっているのは、生業のために山で生活した人々と、宗教的な目的のために山にはいった人々である。

生業として山にはいる人々は古来より存在していたが、彼らは特殊技能を持った特別な集団であり、必ずしも一般的な存在ではなかった。狩猟、林業、製鉄、窯業などの職能集団であった彼らは、山での暮らしにも精通していたが、その世界は里とは明確に隔てられていたのである。こうした人々の蓄積は、のちに山岳信仰を導いた御師や中語、先達の系譜とともに、芦崎寺などの山案内人たちに引き継がれていくことになった⁸⁾。

宗教的な目的で山にはいる人々は、もっと限られた存在であった。8世紀から19世紀までの約千年間にわたって、日本の山は信仰の対象として、また同時に修行の場として開かれていく。主だったものを列挙すれば、701年の佐伯有頼による立山開山、717年の泰澄和尚による白山開山、782年の勝道上人による日光男体山開山、1828年の播隆上人による槍ヶ岳開山などがある。霊峰富士については、1149年に末代上人が富士山頂に大日寺を建立した記録があるが、開山については諸説あり定かではない。

しかし、限られた宗教者たちの修行の場であった山岳地域は、江戸時代以降に各地で参拝講が隆盛すると、俗人・大衆に開かれていく。各地で講が組織され、富士講、大山講などが行われるとともに、立山の芦崎寺衆徒による廻壇配札活動のような布教活動も行われた。このような山岳信仰の隆盛は、明治政府による神仏判然令と廃仏

毀積運動などにより衰退するものの、明治中期以降はふたたび盛んになる。

一方で、明治中期以降、明治政府のお雇い外国人として日本を訪れた知識人たちを中心に、北アルプスをはじめとする国内の高峰に登られ、海外にも紹介されるようになっていく。彼らは調査研究のために山に登ることもあったが、なによりも「冒険」としてそれを行った。精神と肉体を鍛え、強い自制心と克己心で困難なルートや未踏峰を目指す冒険的登山を始めたのである。このように、それまでの生業や宗教、あるいは科学的探究という目的を離れて、登山それ自体を目的とする登山を、登山史では「近代的登山」と位置付けている。

日本に近代的登山がもたらされたとき、それは先鋭化と大衆化という二つの方向性を持つことになった。日本の近代登山の父と呼ばれるWalter Westonらの冒険的登山は、岡野金次郎や小島烏水ら日本の登山家にも大きな影響を与え、「山岳会」（日本山岳会の前身）の設立に至る。志賀重昂の『日本風景論』は、この時期の冒険的登山の性格をよく伝えている。いわく「山に登るいよいよ高ければ、いよいよ困難に、ますます登れば、ますます危険に、いよいよますます万象の変幻に遭遇して、いよいよますます快樂の度を倍加す…（中略）…登山の気風大いに興作せざるべからず」。

大正時代にはいと、こうした気風に加えて横有恒によるアイガー東山稜（現在のノーマルルート）の初登攀（1921年）と、その帰国にともなうアルピニズム思想の紹介により、日本の冒険的登山はそれまでの縦走スタイルから、いわゆる「岩と雪」の登攀へと移行する。そして、1924年にその後の日本の冒険的登山を牽引することになるRock Climbing Club (RCC) が設立されると、冒険的登山を目指す人々の登攀は、困難さを求めてますます先鋭化していくことになる。

こうした先鋭化の方向とは別に、登山の大衆化も進んでいく。江戸中期以降の参拝登山の隆盛に見られるように、すでに日本には一般大衆が山へと向かう文化が醸成されていたのであるが、こうした文化は近代登山の導入以降宗教色を失い、純粋なレクリエーションとしての相貌を強めていく。

1907年に国内初の営業小屋が白馬岳に開業したのを皮切りに山小屋の開業が相次ぎ、1917年から22年までのわずか5年間のあいだに、現在槍ヶ岳に存在する営業小屋のほぼすべてが出そろったほどであった。また、1917に長野県大町で設立された山案内人組合を筆頭に、各地に同様の組合が設立されていき、山小屋と合わせて登山

ビジネスが確立されていく。初期の登山は費用も高く贅沢な遊びではあったが、第一次世界大戦の軍需景気は、一般大衆にとってもそうした贅沢な遊びを身近なものにし、登山はいっきに大衆化していく。横らのヨーロッパアルプスでの成功や、秩父宮ら皇族が登山を積極的に支援したこともこれを後押しした。

昭和に入って、日本初の商業山岳雑誌である『山と溪谷』が創刊されると、それまで限られたメンバーに配布されていただけの山岳会や山岳部の会誌とは異なり、一般大衆も読むことが出来る山岳雑誌として人気を博した。この成功を機に商業山岳雑誌が次々と創刊され、戦前の登山の大衆化はここにひとつの到達点を見ることになった。

3.2 戦後の流れ

ここまで見てきたように、日本の登山は近代化以降、先鋭化と大衆化という異なる方向に進んでいく。その流れは戦争によって中断したものの、戦後もその構図は変わらなかった。戦後、まず復活の狼煙を上げたのは先鋭的登山の系譜であった。『山と溪谷』が復刊し、『岳人』は創刊号で「登山復活」を宣言した⁸⁾。

1956年、二度の撤退の末、日本初の8000m峰登頂をかけて挑んだ日本山岳会のマナスル登山隊が、初登頂に成功した。この成功は敗戦による自信喪失から徐々に立ち直りつつあった日本国民から、その象徴として熱狂的に迎えられ、空前の登山ブームをもたらした。

しかしその一方で、極地法を用いたマナスル登山隊の登山に疑問を持ち、より少ない資材で、少人数、あるいは単独での登頂を目指す登山家も存在した。1958年、第二次Rock Climbing Club (RCC II) が設立され、大量の資材と人員を投入する極地法に対して、個人が担げるだけの荷物を担いで単独、あるいは少人数で登攀する、いわゆるアルパインスタイルによる登攀を展開した。RCC IIは戦後の先鋭的登山を牽引し、谷川岳ノ倉沢をはじめとする国内の困難な岩壁に初登記録を多数残し、国外でも、1965年にアルプス三大北壁のひとつマッターホルン北壁に、日本人として初めて登頂に成功した。

こののち、国内の先鋭的登山は日本山岳会の登山隊に代表される極地法を採用した大規模登山の流れと、アルパインスタイルによる登頂を目指す流れが並行して存在することになるが、2016年現在、極地法が採用されることはますます少なくなっており、先鋭的登山の主流はアルパインスタイルになっている。

一方で、戦後の大衆化の流れは、先鋭的登山の成功を

受けた熱狂として進んだ。前述のように、マナスル初登頂のニュースは日本社会が根強く抱えていた敗戦のコンプレックスを払拭し、戦後の登山ブームに火をつけた。くわえて、1964年に刊行された深田久弥の『日本百名山』が80年代に「百名山ブーム」を起し、中高年を中心に再び登山ブームが巻き起こる。なお、マナスル初登頂による登山ブームが、第一世界大戦の特需に支えられていた大正期のブームと同じく、朝鮮戦争特需に支えられていたことは指摘されてよいだろう⁹⁾。

2000年代に入ると、それまでの中高年に加えて若者も山に向かうようになり、とくに山ガールと呼ばれるファッションナブルなウェアに身をつつんだ女性登山者の増加が目されるようになる⁵⁾。2016年現在は、すでに山ガールブームも下火になっているものの、登山人口は依然として800万人前後で推移しており¹⁰⁾、裾野の広い活動になっていると言えるだろう。

3.3 小括

ここまで戦前から戦後に至る登山の二極化の流れを見てきたが、ここから理解出来ることは、登山という営みの一方の極には、常に先鋭的な、一般には理解されにくい困難さを追い求める系譜が存在していたということである。先鋭的登山と大衆的登山は、ともに登山の近代化がもたらした結果であり、日本の登山文化の両翼として相互に影響を与えながら存続してきたが、両者は必ずしも友好的な関係を取り結んできたわけではない。

戦後の一時期、先鋭的登山の系譜は、敗戦からの復興という物語として国策的に推し進められるなかで大衆の理解を得た時期もあったが、総じて先鋭的登山は、大衆化した登山からは距離をとろうとしてきたのである。次章では、先鋭的登山と大衆的登山の理念的な差異を概観する。

4 先鋭的登山と大衆的登山の差異

4.1 先鋭的登山と大衆的登山の対立

先鋭的登山と大衆的登山の対立関係は、すでに大正期の登山ブームに見ることが出来る。それまでは高い技術と知識を持った登山家の領域であった国内の深山幽谷に営業小屋が林立する状況は、大衆が登山に親しむ条件を徐々に整えつつあったが、それでも今日のように気楽に、例えば電車とバスを乗り継いで半日歩けば槍ヶ岳の

直下にたどり着ける、というわけではなかった。したがって、大正期の登山の大衆化は、総じて低山趣味の隆盛となって表れた。そのため、先鋭的登山を行う人々のなかには、高尾山や大菩薩嶺を登って「山を語る」人々は本物の登山者ではないとの苛立ちもあったようで、RCCのような社会人山岳会や大学山岳部からは、批判的な意見も多かった。これは、単に山の高低を問題にしているだけでなく、登山という営みにどのような意味を見出すのかという、「登山の価値」をめぐる対立であったと言える。

現在では、かつて先駆者が多大な犠牲を払って開拓したルートの多くが登山初心者であっても歩くことの出来る登山道になっている。山小屋や登山道の整備に加えて道具の進歩も著しく、また登山道の情報もほぼ完全に事前に知ることが出来るようになり、登山の不確定要素は以前よりも格段に抑えられるようになった。そのため、槍ヶ岳や穂高岳のような山であっても、観光客のようなでたちの登山者があふれている。それどころか、西穂高岳から奥穂高岳への稜線のような上級者向けのルートでさえ、盛期には渋滞が起こるほどになっている。

一方で、厳冬期の剣岳のような、登山者としての力量を本当に試されるような登山は下火である。登山家の和田城志は、「僕の定義する登山は探検とアルピニズムだけなので、日本百名山やエベレスト周辺へのパック登山は単純にハイキング、物見遊山です。統計の登山人数では、登山者（アルピニスト）が減り、登山客（ハイカー）が増えただけのこと。実際、アルピニストしか受け付けない、冬の剣岳も黒部も静寂そのもの。エベレスト以外のヒマラヤも静けさを保ってますわ」と嘆息している¹¹⁾。

また、大正期から一貫して登山の商業化の流れも進んでいる。個人の山岳／登山ガイドとともに登るガイド登山はもとより、旅行会社が組む登山ツアーも多く、大型バスで乗り付けて大量のツアー客を引率する形態の登山も目立つ。十分な登山経験のない登山者が安易に高峰にとりつくようになり、また利益優先でガイドレシオ⁶⁾を守らないツアーや無資格者が引率するツアーが増えた結果、遭難事故の多発も社会問題化している。増加の一途をたどる山岳遭難にはこうした未組織登山者やツ

行語大賞にもノミネートされている。

⁶⁾ ガイド対顧客の標準的な人数比率のことで、社団法人日本山岳ガイド協会のガイドは、協会の定めたガイドレシオを守らなければならない。ただし、日本では山岳ガイドは国家資格ではないため、無資格でガイド業務を行っている例も少なくない。

⁵⁾ この語がメディアで注目されるようになったのは2009年ごろからと言われており、2010年には新語・流

アー登山者も多く含まれるが、それらが入念な準備のうえに行われた困難な登山における遭難と区別して報道されることはない。こうしたことも、先鋭的登山と大衆的登山の対立構造を深める要因のひとつだろう。

このように、あくまで自己の挑戦的な冒険として登山をとらえる先鋭的登山と、管理されたレジャーとして登山をとらえる大衆的登山との溝は、年々深くなっていると思われる。

4.2 アルピニストの言説にみる登山観

ここからは、現在一線で活躍しているアルピニストの言説から、先鋭的登山者が山に求めているものと大衆的登山との差異について検討する。

1) 佐藤裕介

佐藤裕介は日本を代表するアルパインクライマーである。1979年生まれで、高校山岳部で山に親しむようになる。数々の登攀記録を持つが、とりわけ2008年のカラカ峰北壁初登攀によるピオレドール受賞で知られる。

国内では2002年の称名滝4段目の初登攀および2013年の称名滝冬季初登攀がとりわけ話題をさらった。クライミングでも国内最難クラスの登攀記録、初登記録を持つが、なかでも2015年の国内最難クラック「情熱の薔薇」(グレードは5.14b R)の初登と、倉上慶大が瑞牆山十一面岩正面壁に開拓した7ピッチのルート、「千日の瑠璃」(グレードは5.14a R/X)の第二登(第一登は倉上慶大)は記憶に新しい。特に「千日の瑠璃」は、間違いなく2015年のクライミングシーンでもっとも注目を集めたプロジェクトであり、世界的なクライミング雑誌である『Alpinist』誌でも紹介されている。

しかし、残念ながら佐藤の名前が一般に知られることになったのは、那智の滝登攀事件によってであった。2014年、佐藤はそれまで勤めていた会社を退社して、山岳ガイド事務所「Alpine Guide Office」を設立する。現役のクライマーとして絶頂期にあった佐藤が、いわば素人を相手に山に登るガイドとしての活動を開始したことを、周囲は驚きをもって受け止めた¹²⁾。

ガイドとしての活動を本格的に開始する直前に受けたインタビューで、佐藤はガイドになることを決めた時期について次のように述べている。

5年くらい前から家族内では話していました。でも・・・(中略)・・・決意したのは“那智の滝のこと”があってから。もうちょっと真剣に人生

を考えた方がいいかなと思ってようやく腰を上げました。¹³⁾

これは、那智の滝登攀事件が佐藤にとっても人生の転機になる出来事であったということであろう。その佐藤は、2016年2月から3月にかけて、実に32日間にわたる厳冬期の黒部横断を行った。厳冬期の黒部は、大衆的登山者には縁のない、エキスパートだけに許された世界だ。そこをひと月にわたって雪洞生活をしながら横断するのだから、それだけでも尋常なことではないが、佐藤にとって厳冬期の黒部に入ることは珍しいことではない。すでに厳冬期黒部横断から八ツ峰を経由して剣岳までをつないでいた佐藤らは、この年、剣沢大滝左壁に屹立するゴールデンピラーの登攀に狙いを定めていた。11ピッチ、380メートルの巨大なリッジである。

登攀の詳細は佐藤の記録を読んでいただくとして、ここではこの記録のなかから、アルパインクライマーとしての佐藤の登山観と大衆的登山の差異が分かるフレーズを確認する。

2月25日、前日に悪天による19日間にわたる雪洞停滞を経て行動を開始して、今日は取り付きまでの移動後に登攀の開始もにらむという日である。以下は、メンバーのひとりの伊藤仰二がひざの痛みを訴えたときの、佐藤の文章である。

「みんなで下山しよう」という当たり前の即答ができず、食事をつくりながら検討する。ここ十字峽は、最短ルートを取るにしても、天気恵まれて3日間の本格的な登山が必要な場所である。この谷底では無線も携帯電話も通信不能。伊藤のひざは寝返りを打つだけで痛んでしまうほどという。やたらと我慢強い男がそういつているのだ。「トライは中止。確実に下山できる方策を練る」それが冷静な判断だと思うが……私は諦めきれなかった。かなり強引な計画で、伊藤には心身ともに負荷が高いものであるが、ピラー目指して出発することに決めた。¹⁴⁾

登山の教科書的には、パーティの誰かが負傷した場合は、全員で下山が鉄則である。それが分かっているから、佐藤も「みんなで下山しよう」というのが「当たり前の即答」だと書いている。しかし、佐藤はその決断をせず、負傷者には「心身ともに負荷が高い」選択をした。

教科書的には正しくない選択は、取り付きに到着して

からも見られる。佐藤らは天候予報の悪さから当初の目標であったゴールデンピラーではなく、その左側のリッジに登攀することを前日に決定していたが、取り付きでゴールデンピラーを目の当たりにしたパーティは、その決定をあっさり覆してしまう。以下、少し長いがその際の会話を引用する。

伊藤「この左上ルンゼから登れば、速攻で左リッジのビバークポイントに行けそうだね。明日の降雪での雪崩も耐えられそうだ」

佐藤「左リッジ行くなら、それがいいですね。ところで……このゴールデンピラー、取り付かず後悔しないかね」

伊藤「えっ！？ピラーかあ。うーむ……」

宮城「行けそうじゃないですか」

佐藤「ところで伊藤さん、ひざは？」

伊藤「まあまあ～かなあ。このピラーやるんだったら痛かろうが……行っちゃおうかな。これに取り付くチャンスなんて、一生に何度もないからね。でも、これ取り付いちゃって明日の降雪は耐えられるかなあ？」

佐藤「中間部のビバークポイントは完全なリッジ上だからデカイ雪崩は食らわないじゃない？」

伊藤「ちなみにもう、15時なんだけど……」

佐藤「あそこまでは、夜になっても登り続けられるし、大丈夫でしょう」

伊藤「明日以降、降雪があったら中間部から上のガリーはヤバすぎるなあ」

佐藤「確かに……。降雪でガリーがダメなら、上部のあのかぶったピラーはどう？雪崩は絶対食らわないし、思っていたよりブッシュがあるじゃん。時間はかかっても、あんな太い木があれば死にはしないでしょう」

伊藤「確かに死にはしないかも……。でもあんな傾斜のあるブッシュピラー登ってたら、最終下山日に間に合わない可能性もあるなあ」

佐藤「あり得ますねえ。まあ3月5日には下山できなくとも、それまでに無線か電話で連絡して各方面に迷惑かからないようにできるでしょう。行っちゃおうぜ！」

宮城「よっしゃ、燃えてきた」

こういうのを「行き当たりばったり」というのだろう。これからの天候は、チャンスというには程遠く、明日は雪が降るらしい。そうなればこの

剣沢は間違いなく、雪崩の押し寄せる地獄の谷底となる。非常に困難にみえる壁なのに、途中敗退も許されない可能性があった。プレッシャーは半端なものでなかった。伊藤はひざの不調を訴え、取り付く時間は15時。すぐそこに闇が迫ってくる。やめるべき理由はいくらだってあったが、3人のゴールデンピラーに懸ける情熱はそれらを上回っていた。「死なずに、この課題を切り抜ける」という道筋を強引につけ、覚悟を決めた。

「行くのか、引くのか」——山行の核心はここにある。

あわよくばゴールデンピラー左のリッジ登攀、という計画から一転。大本命のゴールデンピラーに取り付くことに決定する。¹⁴⁾

このような行き当たりばったりの決定もまた、教科書的には絶対にはやってはいけないことの最右翼である。登山では、どうしても登りたい思いや、なんとかなるという楽観が冷静な判断を妨げるため、基本的には事前に決めた計画にしたがうことが大切であるとされる。しかしここでも、佐藤らは教科書とは異なる決定を下した。

同様の予定変更は2月28日にも行われる。ゴールデンピラーからの下降路を変更したことによって数日時間が短縮できたため、「十字峽に帰ってきたら、後立山を超えて最短コースで下山する」という当初の計画を覆し、別山尾根から剣岳に登頂し、早月尾根を下る計画に変更する。これは、当初の予定とは反対側を下ることである。結果彼らは悪天につかまり、予備日を使い果たしてギリギリで下山することになる。

ここでは、佐藤らの判断の是非は問わない。いずれにしても彼らはこの偉業を達成して無事に戻っているし、そもそも筆者には彼らのようなトップレベルのクライマーの判断を問うだけの力量はない。本稿で問題にしたのは、彼らの判断は、なぜ教科書と違ったのか、ということである。

彼らが判断を誤った、と断ずるのは早計であろう。筆者はこの判断の背後には、教科書と佐藤らのあいだにある登山についての異なる前提が影響していると考えられる。しかしでは、前提の差異とは何か。それについて述べる前にほかのアルピニストの言説についても検討しておこう。

2) 宮城公博

宮城公博は、佐藤とともに那智の滝登攀事件で不名誉

な評価を受けることになったクライマーである。特に沢登りの世界では実力者として知られているが、スポンサーをつけるような登山を嫌うため、一般的な知名度は高くない。

宮城は、2014年に46日間にわたってタイのジャングルで沢登りを行っている。宮城は、那智の滝の登攀以前から、「セクシー登山部」といういささかいかわしい活動でも知られており、とにかく非常識で破天荒な人物という印象が強かったが、この遡上記録を読むと彼の意外な一面を知ることが出来る。

なによりもまず、宮城の沢登りの計画は思いのほか綿密であり、入念に準備が行われていた。パッキングにまで気が使われ、衛星電話を荷物に含めるにあたっては心配しているはずの親族や関係者を安心させるという配慮すらみせている。

しかしその一方で、計画しているルートの入城許可が得られないであろうということになると、「私が考えることは、いかにしてバレないように目的の山城に入り込めるかだ」³⁾という、那智の滝から何も学んでいないとしか思えない発想で行動している。計画の綿密さと準備の丁寧さに対して、こうした制約に対するときのがさつで粗野な対応には大きなギャップが感じられる。

那智の滝の登攀もそうだが、宮城の山行計画自体は、決して非常識なわけでも無謀なわけでもない。彼は、「目的の山城に入り、生きて戻る」という意味では十分に合理的な計画を立てている。また、46日間もジャングルの沢を遡行するという常人には現実離れした山行を行う人物のイメージからすると、少々拍子抜けするくらい綿密に準備している。その限りでは、宮城の計画はいたって常識的だ。

しかし、「目的の山城に入り、生きて戻る」という宮城の「自由」を阻害するものがあらわれたとき、それらの阻害要因を排除する仕方は、実に非常識であると言わざるを得ない。基本的に、社会的なルールにしたがって解決するのではなく、いかに「バレずに」それを行うか、という発想になってしまう。「那智の滝登攀事件」のあとで謝罪に行った宮城が⁷⁾、懇々と論ず宮司を前にして「こんな私にも思うところ」があり「悔やんだ」と書いているのは³⁾、おそらく本心だろう。しかし、いざ「登りたい」という欲求を前にすると、彼の発想は「那智の

滝登攀事件」と同じところに戻ってしまうようだ。

しかしながら、注意しておきたいのは、この発想はたしかに非常識だが、非合理的なわけではないということだ。仮に社会のルールにしたがって入城許可を申請したとしても、整備されたルートを歩くわけではなく、規則で定められているガイドを雇う資金もない宮城らが、計画どおりに山行を行えた可能性はきわめて低いだろう。

したがって、合理的に結果を予測すれば、常識的な対応というのは山行計画の頓挫を意味する。山行の決行が絶対的な目的ならば、非常識な対応はむしろ合理的であるとさえ言える。なにが合理的な対応かということは、見る立場によって変わってくる。

しかし、だからといって宮城の対応を無批判に容認することは勿論出来ない。問題は、そのような行為が単なる身勝手な行いなのか、それとも何がしかの「価値」を内包しているのか、という点だろう。

3) 横山勝丘

横山勝丘は、現代日本を代表する登山家のひとりである。国内外の多くの岩壁に足跡を残し、2008年にデナリでアラスカグレード6の「アイシス・フェース」と「スロヴァク・ダイレクト」を8日間にわたって継続登攀してピオレドールにノミネートされた。その年は受賞を逃したものの、2010年にローガン南東壁初登攀でピオレドールを受賞している。パタゴニアのアルパインクライミング・アンバサダーのほか、国立登山研修所の講師も務めており、日本の登山界を牽引する登山家のひとりである。

2012年、横山は自身初となるパタゴニアへの遠征を行う。そこで、フィッツロイの北西リッジ、通称「アフアナシエフ」を登攀するが、ルートファインディングのミスなどで撤退の決断をする。登山では、撤退という決断は非常に重要だ。8000m峰全14座登頂に日本人として初めて成功した竹内洋岳は、「自己判断による下山も敗退といわれるが、それは破れて退くのとニュアンスが違う」とはっきり述べている¹⁶⁾。

しかし横山は、このときの自分の判断を「破れて退いた」ものとして捉えた。彼の自分に対する言葉は辛辣である。周囲の「冷静な判断だったよ」という言葉でさえ、「ただの哀れみの言葉にすぎなかった」と一蹴する⁵⁾。

しかしそれは、横山の撤退という判断が完全に間違っていたからではない。彼は撤退の判断について以下のように書いている。

⁷⁾ 2012年7月22日、事件から約一週間後に、佐藤裕介氏・大西良治氏・宮城公博の三氏は熊野那智大社を訪れ謝罪している。那智大社はこの謝罪を受け入れ、三氏をともなって飛瀧神社で謝罪の神事を行っている¹⁵⁾。

たしかに下降という選択は冷静な判断だったかもしれない。体力や集中力の消耗、持参した食料、燃料の不足、そして下山後には少し天候が悪化した。それらを考えれば、突っ込むことそのものが少なからずリスクな行為として認識できたのは事実。しかし……と思うのだ。あまりに敗退劇があっさりすぎる。冷静？モノは言いようだ。敗退する勇気？そんなもの、臆病者の戯言にすぎない。成功の陰には必ずや「一步踏み出す瞬間」がある。これまでのアルパインクライミングで身に沁みてわかっているはずなのに、その一步を踏み出そうとする葛藤そのものが欠けていた。⁵⁾

登山の教科書では、撤退はむしろ積極的に推奨される。行けるかどうかの判断に迷う場面はどのような山でもあるが、迷ったらむしろ撤退を選ぶべきであるとされる。登山では安全マージンという考え方が普及しており、この一線を超えたら危険というラインのかなり手前に、撤退するポイントを設定するべきだと教えられる。

しかし横山は、その撤退を「臆病者の戯言」だと切り捨てている。ここにも、教科書的な登山と横山の登山には、前提レベルでの差異が看取されるのである。

4.3 小括

ここまで、第一線で活躍しているアルピニストの言説が、いわゆる教科書的な登山の常識とは大きく異なっていることを確認してきた。市販されている登山の教科書は、当然大衆化された登山を念頭において書かれている。つまりこの差異は、先鋭的登山と大衆的な登山の差異、ひいては社会通念との差異を象徴していると考えられる。

では、その差異はどこにあるのか。冒頭に記したとおり、それを詳細に論じることは本稿の課題ではないが、先鋭的登山では、なによりもまず「登る」という行為が優先されていることは間違いないだろう。では、その「登る」という行為にはどのような価値が認められているのか。

2010年12月15日、パタゴニア仙台支社で開催された講演会で、横山は「山は絶えず迷わせる。考えさせる。パートナーと議論させる。山は要求し、強いてくる。そのプロセスの先に、クライマーは何か特別な瞬間が得られるのではないかと話したという¹⁷⁾。詳細についてはいずれ稿をあらためて論じなければならないが、先鋭的登山は、挑戦的な冒険の先にあるなんらかの精神的な充足を

山に求めているのではないだろうか。

山岳会、山岳部がかつてないほどに凋落し、低山を登るハイカーや、ジムで人工壁を登るクライマーは増えても、アルピニストは育っていない。もちろん、それが直ちに問題なわけではない。時代とともに、登山も変化してしかなるべきである。

しかし、そのことによって先鋭的登山が内包していた価値が社会から失われることがあるとすれば惜しいことである。いま一度、先鋭的登山の価値を再考しておく必要があるのではないだろうか。

5. 先鋭的登山の価値に向かって

本稿では、登山の二極化の歴史を概観するとともに、両者の注目すべき差異をアルピニストの言説をとおし検討してきた。そこで示されたのは、第一に、先鋭的登山は日本に近代登山が持ち込まれたとき以来の伝統を持っており、一部の酔狂な人々の活動というわけではないということである。

第二に、先鋭的登山は、大衆的登山とは山に求めているものが理念的に異なっており、先鋭的登山にはレクリエーションとは異なる精神的充足があるのではないかと、ということが予想された。

いずれにしても、これまで先鋭的登山の価値的側面はあまり論じられてこなかった。2012年にキャシャール峰南ピラーを初登して第21回ピオレドールと第8回ピオレドールアジアをダブル受賞した花谷泰広は、日本の登山界が抱えている問題を次のように指摘している。

たとえば有名人がテレビの企画で行くような登山と、ぼくらがやっているような挑戦的なクライミングが一般的には同列なこと。どちらも大きなチャレンジだし、一生懸命やっているのだからいいとか悪いとかではない。一般的にその違いがわかることが文化だと思う¹⁸⁾

登山の魅力は言葉にしにくい。しかし現在、その困難な言語化に取り組むべき時期に来ているのではないだろうか。

参考文献

- 1) 野口健：「那智の滝」事件について、野口健公式ウェブサイト (available at <http://www.noguchi-ken.com/M/2012/07/post-420.html>) .
- 2) 吉田和正：7/21, 吉田クライミング日記 (available a

- t <http://blog.livedoor.jp/hardlucktome/archives/1659301.html> .
- 3) 宮城公博：外道クライマー，集英社（2016）．
 - 4) Climbing Mount Everest Is Work for Supermen, The New York Times (March 18, 1923). (picture file of original article is available at <http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/arts/mallory1923.pdf>).
 - 5) 横山勝丘：アルパインクライミング考，山と溪谷社（2015）．
 - 6) 折坂悠太：日本登山の現状とアルピニズム再構築，兵庫教育大学（2007）．
 - 7) 小泉武栄：登山の誕生一人はなぜ山に登るようになったのか，中央公論新社（2001）．
 - 8) 布川欣一：明解日本登山史，山と溪谷社（2015）．
 - 9) 羽根田治：山の遭難—あなたの山登りは大丈夫か，平凡社（2010）．
 - 10) レジャー白書，日本生産性本部（2015）
 - 11) 特集ワイド 世相から読む登山ブーム，毎日新聞 2016年9月15日 東京夕刊 (available at <http://mainichi.jp/articles/20160915/dde/012/040/003000c>)
 - 12) 森山憲一：岳人プロフィール #15 佐藤裕介，岳人，No.821（2015）．
 - 13) 若月武治：6人のクライマー 30の質問 佐藤裕介，岳人，No.805（2014）．
 - 14) 佐藤裕介：厳冬期黒部横断32日間 剣沢大滝左壁 ゴールデンピラー，Rock & Snow，72（2016）．
 - 15) 熊野那智大社社務所：那智の滝ロッククライミングの件について，熊野那智大社（那智の滝）の公式ウェブサイト (available at <http://kumanonachitaisha.or.jp/rock/rock.html>)
 - 16) 竹内洋岳：標高8000メートルを生き抜く 登山の哲学，NHK出版（2013）．
 - 17) 大滝勝：横山勝丘講演会『10代でアルパインやりたい人がいれば、ぜひ大学山岳部に入り給え。』，月山で2時間もたない男とはつきあうな！（available at <http://everest.cocolog-nifty.com/gassan/2010/12/post-9dd3.html>)
 - 18) 山本修二：6人のクライマー 30の質問 花谷泰広，岳人，No.805（2014）．

情動の合理性判断が組織にもたらす影響

The Impact of the Judgement of Rationality of Emotion in the Organization

若林晃央

福島工業高等専門学校 ビジネスコミュニケーション学科

WAKABAYASHI Akihiro

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

(2016年9月8日受理)

The purpose of this paper is to make clear why emotions have been judged to be irrational in the organization theory, to re-examine the judgement of rationality of emotion, and to discuss the judgement's potential in the organization. The judgement of rationality of emotion is an issue that greatly affects the formation of the human view to assume society, and has the potential to demand fundamental reforms in the systems to support the social organization.

Keywords: emotion, rationality, free will, human view

1. はじめに

これまでの組織論では、組織とは目的を追求するための用具であり、目的の達成に適した合理的な存在と考えてきた。そして、組織の合理的な設計を目指すと共に、非合理的な要因の排除に努めてきた。本稿が目指すのは、「組織の重要な動因」(若林・蔡[2008])であるにもかかわらず、非合理的と考えられたために、研究対象としてさえも排除されてきた情動である。

「合理的」という言葉は、組織論に関する範囲だけでも、用いられる文脈によって意味が異なっている(若林[2016])。このため、一言に「非合理的」と言っても、様々な意味を含んでおり、必ずしも排除すべき対象になるとは限らない。また、近年の哲学では、「情動は合理的である」という主張さえなされており、情動の合理性について再考する必要があると考えられる。

本稿は、これまでの組織論において情動がどのような意味で非合理的であると判断されてきたのかを明らかにすると共に、情動の合理性判断について改めて検討を試み、この判断の問題が組織にもたらす可能性について考察するものである。

2. 情動の定義

まず、本稿の中心テーマである「情動」の定義について、若林[2015]に基づいて確認する。「情動」という概念は、「emotion」を日本語に訳す際に、「emotion」の部分を経験として出すために新しく創られた概念である。しかし、「感情」や「情緒」、「気持ち」、「気分」、「情操」などの類似概

念と明確に区別されているとは言い難く、「emotion」が「感情」と訳されることも多い。英語でも、「emotion」や「affect」、「feeling」、「passion」、「sentiment」などの概念は、研究者の間でも互換的に用いられることがある。これらの日本語の概念と英語の概念の間には、未だ十分な対応関係が構築されていない(若林[2015])。

もちろん、上述の類似概念を区別しようという試みもなされている。例えば、Barsade & Gibson [2007]は、「affect」を「emotions」と「moods」と「dispositional affect」の3つに分類した上で、「emotions (情動)とは特定の対象や原因に向けられ、比較的激しく短期間なもの」(p.37)と定義している。Lewis [1992, 1995]は、「本質的には認知的でないあらゆる状態」(邦訳 p.15)を「affect」と呼んだ上で、「affect」の中から「空腹」や「痛み」のような身体感覚を除いたものを「emotion (情動)」と呼んで区別し、「ある情動状態が存在していることと、その情動状態を覚知していることとの両方を意味する」(邦訳 p.20) 概念として「feeling」という概念を捉えている。このように、「emotion (情動)」は、「affect」の下位概念として用いられることが多い(若林[2015])。

厳密に考えるならば、「情動は定義できない」(三上[2002])とする立場もあるし、情動を定義することは難しい。しかし、本稿では、上述の先行議論より、情動の定義を「特定の対象に向けられた心的感情」(若林[2015] p.58)とし、身体感覚やあらゆる心的状態を含む概念としての「感情 (affect)」の下位概念と考える。

3. 組織論における情動の扱い

Weber [1921-1922]は、合理的に設計された組織の理念型としての「官僚制」は、私情を交えないものとしており、「愛憎や、あらゆる純個人的な、一般に計算できない、いっさいの非合理的な感情的要素を排除すること」(邦訳 p.35)を「官僚制の徳性」と呼んだ。ここで、Weber [1921-1922]が「排除する」と述べている感情的要素は、「憤激」などネガティブとされる情動だけではなく、「好意」や「感謝」などポジティブとされる情動も含む、「あらゆる」「いっさいの」感情的要素であることに注意する必要がある。また、Weber [1922]は、社会的行為を、「目的合理的行為」、「価値合理的行為」、「感情的行為」、「伝統的行為」の4種類に区別しており、前2者を「合理的行為」と呼んでいる一方で、「感情的行為」と「伝統的行為」に対しては、「合理的」と呼んでいない。伝統的行為は「無意識の反応に過ぎぬ」(邦訳 p.39)と述べており、感情的行為もまた「無思慮な反応」(邦訳 p.40)と述べているように、共に熟慮なき行為として捉えたことから、「感情的行為」を「非合理的」と呼んだと考えられる。

これに対して、Mayo [1960]やRoethlisberger [1941]に代表される人間関係論は、ウェスタン・エレクトリック社のホーソン工場での実験より、それまで非合理的な要素として片付けられてきた個人の心理的要因こそが組織に大きな影響を与えることを主張した。Roethlisberger [1941]は、「ある人間がある集団のために懸命に働く意欲があるかどうかは、その人間が彼の仕事、仲間および上司に対して抱いている感情——彼の周囲で起る事柄が彼に対して有している意味——によって、ほとんど決定的に左右される」(邦訳 p.19)、「人間に関する諸問題を扱う場合、感情およびその相互作用 (interaction) を理解することが決定的に重要である」(邦訳 p.49)と述べて、組織における成員の感情の重要性を主張した。

人間関係論が成員の感情的要素の意義を主張したことは高い評価を受けたが、彼らは「組織の包括的モデルは提供しなかった」(Andrews [1968] 邦訳 p.17)。彼らに代わって、「感情や自己目的を有する個人を前提」(青木[2006] p.25)とした組織の全体理論の構成を試みたのはBarnard [1938]である。Barnard [1938]は、組織が存続するためには、「協働体系に対して努力を貢献しようとする人々の意欲が不可欠なものである」(邦訳 p.87)と述べ、この協働意欲に多大な影響を与える要因として感情や情動の重要性を見出した。協働意欲をもたらす誘因の方法には、物質的なものも含まれるが、「理想の恩恵」や「心的交流の状態」など、感情や情動に関するものを多く挙げ、その重要

性を指摘した。

Barnard [1938]の継承を自称するSimon [1997]もまた、合理的な意思決定を考えるにあたって、感情を合理的であることから妨げる要因と見なす「日常の思考」(邦訳 p.139)を批判して、感情が有益な要因でもあることを主張している。Simon [1997]によると、人間は一日の間に多くのニーズに目を向けなければならない中で、「注意を特定のタスクに配分する」(邦訳 p.140)が必要であり、特にリアルタイムな緊急性をもったタスクが現れたときに「注意を迅速に切り替えることを可能にするようなメカニズムをもたなければならない」(邦訳 p.140)。「モチベーションと感情はこうした注意の配分を担うメカニズムである」(邦訳 p.140)。「感情が強烈なときには、注意の焦点は非常に特定された、おそらくその場限りの目標に狭められ、あるいは行動の前に考慮したであろう重要なことがらを無視してしまうかもしれない」(邦訳 p.141)。「こうした焦点の狭さが生み出されるなかでは、感情はときとして理性の反対に位置することになる」(邦訳 p.141)。しかし、「非常に複雑な問題を解決することやきわめてむずかしい状況へ対処することにわれわれが集中できるようにしているのは、同じような想念の強さだからである」(邦訳 p.141)。「感情はモチベーションの主要な源泉であり、われわれを特定の目標に集中させるものである」(邦訳 p.141)。組織における経営や意思決定との関係では、感情は「特定の目標およびその実現手段に注意を保つことによって、行為をそうした目標に向けて方向付ける助けとなる力」(邦訳 pp.141-142)である。このように、Simon [1997]は、理性と共に合理的意思決定を支える要因として、感情や情動の意義を主張した。

しかしながら、感情や情動は理性と別物であり、両者は対立すると考える古くからの図式が修正されることはなかった。このため、経営学において意思決定に関する議論が重要な地位を占めてくる中で、意思決定が理性的な行為と見なされたため、理性と対立する情動は阻害要因と見なされ、組織の生産性を下げる要因と考えられてきた。長瀬 [2008a][2008b]は、かつての組織論の学問的風潮に対して、「感情は非合理的な現象であるから合理的な科学の対象にはなじまない」という思い込み」(長瀬[2008b] p.178)もあり、「感情が非合理的なのは言うに及ばず、感情を研究することすらも非合理的とみなされていた」(長瀬 [2008a] p.16)と批判し、現実の人間の意思決定は、規範的意思決定モデルのように理性だけで行われているわけではなく、「意思決定には感情と理性的思考の両方がかかわっている」(長瀬[2008b] p.180)、「感情を理解し感情と

折り合いをつけることで、より生産的な意思決定が可能となる」(長瀬[2008a] p.16)と主張している。ただし、その長瀬[2008a][2008b]も、感情と理性を独立した別物として考える点は引き継いだままである。

そして、1980年代後半から、組織行動論の領域で感情に関わる論文が登場するようになってきた(石田・高木・益田[1998]、高木[2003]、Barsade & Gibson [2007])。代表的なものは、楽しさなどの肯定的感情(positive affect)と、怒りや悲しさなどの否定的感情(negative affect)に注目し、組織の生産性への影響を検証しようという研究である。肯定的感情についての研究では、肯定的感情にある組織成員の方が創造的な問題解決に優れているなど、肯定的感情が個人に望ましい影響を及ぼすことが首尾一貫して主張されている(石田・高木・益田[1998]、Barsade & Gibson [2007]、長瀬[2008b])。さらに、感情は伝染するものであり、リーダーの肯定的気分は、グループメンバーに対して個人レベルでも集団レベルでも肯定的に影響することも主張されている(Barsade & Gibson [2007])。しかし、その一方で、否定的感情にある成員の方が、注意深く、数多くの要因を考慮する傾向があることも指摘されている(長瀬[2008b])。

Barsade & Gibson [2007]は、肯定的感情や肯定的気分が、個人レベルであれ、グループレベルであれ、組織レベルであれ、生産性を高める傾向にあることが多くの研究で実証されている、と結論づけている。しかし、これらの研究は、局地的調査のために仮説検証型の研究としては一般化に限界があるにもかかわらず、「幸せな労働者は生産的な労働者であるはずだ」という「支配的な仮説」(Barsade & Gibson [2007])が存在した中で、一般常識の範囲内の主張しかなされておらず、仮説構築型の研究としては理論的な新奇性はほとんどない。そもそも、肯定的感情および否定的感情の定義があいまいであり、それぞれ具体的にどの感情を含み、どの感情は含まないのか不明瞭である。長瀬[2008b]もまた、これらの実験的研究には、「肯定感情を高めるための操作をただで良しとして、参加者の肯定もしくは否定感情を実際には測定していない研究が少なくない」(p.200)など、方法論においても根本的な問題を抱えていることを指摘している。

また、組織における情動の問題を取り上げた研究には、Hochschild [1983]が提唱した「感情労働」に関する研究が挙げられる。Hochschild [1983]は、フライトアテンダントのケースを挙げて、「公的に観察可能な表情と身体的表現を作るために行う感情の管理」(邦訳 p.7)が行われていることを指摘して「感情労働(emotional labor)」と名付け、

個人の自然な情動が疎外されているとして、個人の情動を管理する社会を批判した。それを問題視する主張は個人的な価値感を訴えるものに過ぎないが、19世紀の工場労働で交換価値を有していたのは肉体であったのに対し、現在社会の感情労働で交換価値を有しているのは情動であることを指摘し、「感情社会学」という学問領域が立ち上がった。

以上のように、近年では、組織論の研究対象として情動を扱うことに対する抵抗はあまり見られなくなり、情動に関わる研究も増えてきた。しかし、自前の調査に基づく一次的データの分析が組織論研究の主流となっている中で、全体理論の構築には至っていない。さらに、情動を扱う方法論についても、多くの問題を抱えている。

4. 近年の哲学における情動論の動向

組織論では、意思決定や組織の生産性との関係を明らかにしようという観点から、情動が研究対象として認知されつつある。しかし、情動が合理的意思決定を支えたり妨げたり、組織の生産性を高めたり阻害したりするプロセスに注目した研究はほとんど見られない。その背景には、実証主義により、客観的に測定する手段をもたない研究が軽視されてきたことも挙げられるだろう。

このような研究は、内観に基づく哲学の領域で行われてきた(Elster [1999])。組織論でも、意思決定研究の源流の1つを哲学に見出す立場は見られる(長瀬[2008b])。また、感情心理学も古代ギリシアの哲学を起源としており(Gardiner & Metcalf & Beebe-Center [1937])、情動は、デカルトやスピノザなど、主に哲学者によって長く議論されてきたテーマである。さらに、Elster [1999]は、技術的および財政的および倫理的理(例えば、実験室の人間に強い情動を生じさせることは倫理に反するとされる)など、科学的な研究には限界があるため、情動に関する多くの事実は依然として文学や哲学に基づいていることを指摘している。マイクロ組織論は心理学にベースを置いており、また「これまで科学は特権的に真実を語る領域であるかのように考えられてきた」(日置[2000] p.48)ことから、心理学や神経科学の研究は積極的に取り入れようとしてきたが、科学ではない哲学の研究を積極的に取り入れようとする試みはほとんど見られない。本節では、近年の哲学の認識論における情動論の動向を概観する。

哲学においても、2500年もの間、情動は合理的な決定を邪魔するものと見なされてきた(Solomon [1980]、de Sousa [1980]、Elster [1999])。組織論における、情動を合理的意思決定の阻害要因と見なしてきた伝統も、かつての

哲学の伝統を自明視したところが大きいと思われる。

Elster [1999]は、激しい情動でも合理性と両立しうることを指摘する一方で、情動が合理的選択を妨げる過程を説明しようとした。情動は、合理的選択に欠かせない「情報入手の過程をいい加減にしてしまう現象」(邦訳 p.186)や、勝手な思い込みによって認識を歪める現象や、「当初思い描いていたこととほぼ正反対の結果になると、行為者は自分の行動をコントロールできなくなる」(邦訳 p.185)現象を引き起こすことで、合理的選択を妨げると述べている。

しかし、その一方で Solomon [1980]は、情動選択説を提唱し、「情動は合理的である」と主張している。Solomon [1980]によると、情動は、自然発生するものではなく、「判断」に付随するものであり、「選択」されるものである。例えば、「もし私が何らかの不正がなされた信じなければ、私は怒ることができない」(p.257)。「もし私が私の恋人を称賛できなければ、私は愛することができない」(p.257)。このように、「情動を持つことは、自分の置かれた状況についての規範的な判断を持つことなのである」(p.258)。そして、Solomon [1980]は、「情動は判断である」という点を強調する。判断は行為であり、行為は世界を変えることを目指す。情動が判断であり、判断が行為であるならば、情動も行為であり、世界を変えることを目指す。ゆえに、情動は合目的な、「勝利をもたらす戦略」(p.264)である、と述べている。Solomon [1980]は、情動が非合理的と考えられてきた原因の1つとして、情動は短期的目的への反応であることを挙げている。情動は、個人の合目的な行動に適合しているという意味で合理的である。しかし、短期的目的は長期的目的と衝突することがあるため、長期的目的から見ると合目的ではなく非合理的に見えるのだというのである。すなわち、Solomon [1980]は、長期的目的とは衝突するとしても、(短期的)目的に適合していると説明できる点をもって、情動を「合理的」と呼んでいる。

さらに、近年の哲学の領域では、Damasio [1994]など神経科学の知見を受けて、合理的な意思決定では情動が重要な役割を果たしていることが指摘されるようになってきた(Elster [1999]、信原[2010])。Damasio [1994]は、脳の中で情動に関わる「前頭前野腹内側部」(ventromedial prefrontal region)を損傷した患者が、「無感情」になると共に、「社会的目標を達成する手段を思い描き、社会的状況の蓋然的結果を予測し、高度な発達レベルで道徳的推論を実行する能力も有していた」(邦訳 p.99)にもかかわらず、「選択」ができなくなる決定障害の傾向があることを明らかにした。エリオットと呼ばれた患者自身がこう述べ

ている、「そうは言っても、やっぱり私は何をすべきかわかってないんだよ！」(邦訳 p.100)。

また、Damasio [1994]は、「前頭前野腹内側部」を損傷して「無感情」になった患者が、人格が変わって社会的行動に異常をきたす傾向も指摘し、彼らには周囲の人々を思いやる能力が欠如していることを明らかにした。「無感情」とは、情動を処理する能力の障害も意味する。これを受けて、それまで自然科学的探求の域外にあった倫理学の状況が変わりつつあると共に、情動が道徳的な判断においても重要な役割を果たしていることが指摘されるようになった(蟹池[2008]、信原[2010])。情動が道徳的判断を引き起こすのではないが、道徳的と形容されることが多い特有の情動の喚起を、道徳的判断は前提としている(蟹池[2008])。

前述の Elster [1999]も、社会規範を最も強くサポートしている要因は情動であり、特に社会規範を犯した者への「軽蔑」と他人の軽蔑を目にすることで生じる「恥」という2つの情動であると主張している。

以上のように、近年の哲学の領域では、一般にネガティブと見なされるような情動も含めて、情動は健全な社会生活への阻害要因とはほとんど見なされていない。むしろ、合理的意思決定の問題のみならず、道徳的判断や社会規範など人間が生活していく上で欠かせない様々な機能の前提として扱われるようになっている。

5. 情動の合理性判断

組織にとって、あるいは人間社会において、情動がどのような存在なのか、非合理的なのかどうか再考するには、そもそも合理性とは何か、非合理性とは何か、という問題を避けて通ることはできない。しかしながら、「合理的」という言葉は、組織論に関する範囲だけでも用いられる文脈によって意味が異なっている(若林[2016])。例えば、「合理的選択」と言う場合、「最善の」選択という意味になるが、「合理的説明」と言う場合、「納得のいく」説明という意味になる。本来であれば、このような概念定義の多様性は混乱を招くものであり、精緻な概念規定を行う必要がある。しかし、どちらの用法も日本語として間違っていないため、一意に確定することができないという問題を抱えている。

若林[2016]によると、ある行動を「合理的」と呼ぶ基準について、以下の3つの立場に大きく分類される。1つ目は、所与の目的の達成に結果的に最適だったことをもって「合理的」と呼ぶ立場である(「客観的合理性」)。2つ目は、行為者にとって主観的に最適な行動をとったことをもって「合理的」と呼ぶ立場である(「主観的合理性」)。3つ目

は、ある人にとって納得できる説明が事後的に思いついたことをもって「合理的」と呼ぶ立場である（「説明的合理性」）。そして、これらのいずれの立場をとるかで、ある行為が合理的にも非合理的にも解釈されうる。本稿では、若林[2016]の合理性概念の3分類に基づいて、情動の合理性を考察する。

「客観的合理性」の立場は、合理性は客観的に判断できるという前提に立ち、万人が認めるような最適に関する既存の規範や理論に基づいて、合理性概念を形成する。この合理性概念を用いたモデルには、組織論では Weber [1921-1922]の官僚制モデルや Simon [1997]の合理的意思決定モデルなどが挙げられる。そして、これらの合理性モデルに適合した行為は「合理的行為」であり、適合しない行為は「非合理的行為」と考える。つまり、あらゆる行為は、「合理的行為」か「非合理的行為」の2つに分類されることとなる。

「主観的合理性」の立場は、まず自由意志に基づく選択が行われたかを問う。自由意志に基づく選択が行われていない行為は、合理性もなければ不合理性もない、合理的な評価の域外にある「没合理的行為」に分類される。自由意志に基づく選択が行われた行為については、次に主観的に最善を尽くしたか否かが問われ、最善を尽くした「合理的行為」か、あえて最善を尽くさなかった「不合理的行為」に分類される。つまり、あらゆる行為は「合理的行為」か「不合理的行為」か「没合理的行為」の3つに分類されることとなる。この立場では、「合理的行為」ではない行為、すなわち「非合理的行為」として、「不合理的行為」と「没合理的行為」の2つを含めることができる。

「説明的合理性」の立場は、納得のいく説明が事後的に得られたか否かを問う。納得のいく説明が得られた行為は「合理的行為」に分類されるのだが、そうでない行為は「非合理的行為」に分類されるのかというと、そうではない。なぜなら、その時点で得られないに過ぎず、将来も得られないと決まったわけではないからである。未来においても、納得のいく説明が得られる可能性がゼロと決定することはできない。その時点で納得のいく説明が得られない行為は「未合理的行為」と言うべきであろう。つまり、行為は「合理的行為」か「未合理的行為」の2つに分類され、「非合理的」と決定される行為は存在しないことになる。

以上の若林[2016]の合理性概念の3分類を応用すると、組織における個人の情動は、それぞれの立場でどのように扱われるのであろうか。「客観的合理性」の立場に従うと、「感情的要素を排除すること」（邦訳 p.35）を明確に規定する合理的組織の理念型である Weber [1921-1922]の「官

僚制」を受け入れる限りにおいて、組織における個人の情動は「非合理的」な要因と考えられる。Weber [1921-1922]の「官僚制」については、Merton [1957]の官僚制の逆機能論のように非効率も指摘されているが、「官僚制」に代わる新しい合理的組織のモデルは提出されていない。少なくとも、理論として広く受け入れられてはいない。情動を積極的に評価する新しい合理的組織のモデルや規範が確立して、「官僚制」モデルに取って代わらない限り、情動は今後も「非合理的」と判断され続けることになる。

「主観的合理性」の立場に従うと、個人の意思決定に情動が影響を与えるメカニズムの解釈によって変わってくるようになる。Solomon [1980]のように、情動選択説の立場をとり、かつその選択が目的に従って戦略的に行われているとするならば、情動は「合理的」である。しかし、Elster [1999]のように、情動は自然に生起するものであり、「意志とは関係なく私たちが襲ってくる」（邦訳 p.178）ものとするならば、情動は自由意志の及ばない範疇にあるため、「没合理的」と解釈される。「没合理的行為」は、「合理的行為」ではないという意味では「非合理的行為」に含まれるが、「不合理的行為」と異なり否定的な意味合いは持たない。

「説明的合理性」の立場に従うと、情動の合理性の説明を試みる人次第であり、一概には言えない。いずれにせよ、情動が「合理的」な要因とは見なされなかったとしても、現時点での話に過ぎないため、「未合理的」に過ぎず、「非合理的」とはならない。

以上の考察より、情動を非合理的な要因であると見なし、否定的に捉えてきた伝統は、「客観的合理性」の立場に従っていたことが指摘できる。組織論では、Weber [1921-1922]の官僚制モデルや Simon [1997]の合理的意思決定モデルに基づいて、情動を非合理的な要因と見なしてきたと言える。

しかしながら、「説明的合理性」の立場に従うならば、情動は「非合理的」とは言い切れない。「主観的合理性」の立場に従うならば、情動は解釈によっては「没合理的」であり、「非合理的」と言うこともできるが、「不合理的」とは言えない以上、合理性の阻害要因とまでは言えない。Weber [1921-1922]の官僚制モデルには逆機能も指摘されているし、Simon [1997]の合理的意思決定モデルは Simon [1997]自身によって非現実的であると批判されているように、合理性の基準としては問題を抱えており、これらの基準に基づく「客観的合理性」の立場に従って、情動を「非合理的」であり合理性の阻害要因と判断してきたことには再考が求められる。

6. 情動研究が組織や社会にもたらす影響

これまで、組織論を中心に、個人の情動の理論的解明について議論してきたが、組織論における議論は組織の生産性との関係に焦点が絞られてきた。しかしながら、個人の情動が組織にもたらす影響は生産性だけではない。また、組織は個人の集まりであり、個人は自らの属する全体社会より多大な文化的影響を受けているため、組織もまた自らの属する全体社会より多大な文化的影響を受けている。現在の全体社会は、道徳的な判断のできる個人を前提としてきたが、現在の組織もまた同様である。

前述のように、個人が道徳的な判断をするには、周囲の人々を思いやる情動が不可欠であることが指摘されてきたし、社会規範が守られるには、軽蔑や恥などの情動が不可欠であることも指摘されてきた。これに加えて、科学による情動の解明が、人間観の変革をもたらし、さらには社会制度まで変える可能性も指摘されている（信原[2008][2010]）。現在の社会では、「われわれは自らのことを、自由意志によって行為しうる主体であり、それゆえ自らの行為の倫理的責任を問われる存在だとみなしており、そのような人間観に基づいてわれわれの社会の倫理的規範も成立している」（近藤[2008] p.229）。実際に、法廷での裁判でも、被疑者が精神障害を患っており、自由意志に基づいた行動ではないと見なされる場合、罪に対する責任を問えないことになっている。信原[2008][2010]が指摘しているのは、脳科学的な情動研究が発展することで、現在の法体系を変えてしまう可能性である。今後、脳科学が行動の異常を説明する新しい知見を提供したとき、従来の知見の下では責任を問われていた反社会的な情動的行動に対して、脳の障害が原因であるとして責任を問えなくなる可能性がある。微小な脳の異常や発達不全も含めるならば、完全な健常者はほとんど存在しなくなるかもしれない。信原[2008][2010]は、「自由で自律的な主体という人間観」が、「法則的に決定された無意識的で機械的な存在という人間観」へと大きく変革を迫られつつある中で、新たな人間観に基づく新しい社会制度を構築すべきなのか、従来の人間観を保持して既存の社会制度を守るべきか、岐路に立っていると主張している。信原[2008][2010]の指摘は、全体社会を対象とした議論であるが、組織の中の個人の責任問題にも通じる議論である。

しかし、組織や社会に影響を与えるのは、自然科学的な研究だけではない。本稿で取り上げた情動の合理性判断の問題、特に「主観的合理性」の指標に基づいた情動の合理性判断もまた、人間観を左右する問題である。ここで、怒りという情動によって冷静な判断ができなくなり、人を

殺してしまったケースを考えてみたい。情動を「合理的」と見なす場合、例えば Solomon [1980]のように、情動選択説の立場をとるならば、人を殺した行為はもちろん、怒りという情動を抱いたことさえも、自由意志に基づいて選択したと解釈され、殺人行為の責任を問われることになる。一方、情動を「没合理的」と見なす場合、例えば Elster [1999]のように、情動は本人の意志とは関係なく襲ってくるとするならば、殺人という行為を引き起こした元凶は怒りという情動であり、本人ははどうすることもできなかったとして、責任がないことになってしまう。

現在の日本の組織や社会における制度は、個人は自由意志に基づいて行動しているという人間観に基づいた、「その行為とは別の行為を選択することもできた」（近藤[2008] p.239）という「選択可能性原理」を前提としている一方、情動を「主観的合理性」の立場に基づいて「没合理的」と見なす一般常識がある。現実の裁判で、怒りのあまり我を忘れて人を殺してしまった場合、殺意はなかったと評価されて、殺人罪ではなく傷害致死罪が適用されて減刑されることがあるのは、情動の「没合理性」を前提としているからである。

しかし、情動の「没合理性」を認めてしまうならば、強い情動によって引き起こした行動は、どれだけ反社会的であったとしても、他に選択可能性がなかったと解釈されて責任を問えなくなる。人間の行動は様々な情動が重要な役割を果たしている以上、その先にあるのは「自由意志」という概念の否定であり、無責任社会である。

情動の「没合理性」を前提とした現在の社会では、行為と強い情動との因果関係を主張することによって、行為の責任を逃れようとする戦法が、言い訳として日常化している。一方、情動の「合理性」を前提とするならば、このような戦法は有効ではなくなる。ただし、このような戦法が通用するならば、情動は責任回避のための「合理的」な手段として機能している側面があることも、逆に指摘できる。

7. 総括

組織や社会における制度の多くは、何らかの人間観を前提に設計されている。情動の合理性判断は、この人間観の形成に大きな影響を与える問題である。これまで、組織論の領域では、「客観的合理性」の立場に従い情動を「非合理的」と見なしてきた一方で、現実の組織や社会は、「主観的合理性」の立場に従い情動の「没合理性」を前提としてきた。学問の世界と一般社会とで、合理性について異なる立場に従って、情動について異なる判断をしてきたのである。また、近年では情動の合理性を認める立場も生まれ

ている。情動の合理性判断によって、成員の行動の責任問題は大きく変わり、組織を支える制度に根本的な変革を求める可能性が指摘できる。

参考文献

- 1) Andrews, K. R. [1968] "Introduction" Barnard, C. I. *The Functions of the Executive*, 30th anniversary ed., Harvard University Press. (山本安次郎・田杉競・飯野春樹訳[1968]『新訳 経営者の役割』ダイヤモンド社)
- 2) 青木克生[2006]「組織の合理性」大月博司・高橋正泰編『経営組織』第2版、学文社、pp.17-38.
- 3) Barnard, C. I. [1938] *The Functions of the Executive*, Harvard University Press. (山本安次郎・田杉競・飯野春樹訳[1968]『新訳 経営者の役割』ダイヤモンド社)
- 4) Barsade, S. G. & Gibson, D. E. [2007] "Why Does Affect Matter in Organizations?" *Academy of Management Perspectives*, Vol.21, pp.36-59.
- 5) Damasio, A. R. [1994] *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Ink Well Management. (田中三彦訳[2010]『デカルトの誤り』筑摩書房)
- 6) Elster, J. [1999] *Strong Feelings*, The MIT Press. (染谷昌義訳[2008]『合理性を圧倒する感情』勁草書房)
- 7) Gardiner, H. M. & Metcalf, R. C. & Beebe-Center, J. G. [1937] *Feeling and Emotion: A History of Theories*, American Book Company. (矢田部達郎・秋重義治訳[1964]『感情心理学史』理想社)
- 8) 日置弘一郎[2000]『経営学原理』エコノミスト社。
- 9) Hochschild [1983] *The Managed Heart: Commercialization of Human Feeling*, University of California Press. (石川准・室伏亜紀訳[2000]『管理される心』世界思想社)
- 10) 石田正浩・高木浩人・益田圭[1998]「Research in Organizational Behavior に見る産業・組織心理学研究の動向」『産業・組織心理学研究』第11巻、第2号、pp.159-172。
- 11) 蟹池陽一[2008]「道徳的判断と感情との関係—fMRI実験研究の知見より」信原幸弘・原サク編『脳神経倫理学の展望』勁草書房、pp.283-314.
- 12) 近藤智彦[2008]「脳神経科学からの自由意志論—リベットの实验から」信原幸弘・原サク編『脳神経倫理学の展望』勁草書房、pp.229-254.
- 13) Lewis, M. [1992, 1995] *Shame: The Exposed Self*, The Free Press. (高橋恵子他訳[1997]『恥の心理学』ミネルヴァ書房)
- 14) Merton, R. K. [1957] *Social Theory and Social Structure*, revised ed., The Free Press. (森東吾・森好夫・金沢実・中島竜太郎[1961]『社会理論と社会構造』みすず書房)
- 15) Mayo, E. [1960] *The Human Problems of an Industrial Civilization*, 4th ed., The President and Fellows of Harvard College. (村本栄一訳[1967]『新訳 産業文明における人間問題』日本能率協会)
- 16) 三上真司[2002]「メタファーとしての情動—近年の情動論の動向」『横浜市立大学論叢人文科学系列』第53巻、第1-2号、pp.233-271.
- 17) 長瀬勝彦[2008a]「感情と理性の折り合いとしての意思決定」『組織科学』第41巻、第4号、pp.16-26.
- 18) 長瀬勝彦[2008b]『意思決定のマネジメント』東洋経済新報社。
- 19) 信原幸弘[2008]「脳神経科学と倫理」信原幸弘・原サク編『脳神経倫理学の展望』勁草書房、pp.1-12.
- 20) 信原幸弘[2010]『脳科学は何を変えるか?』エクスマレッジ。
- 21) Roethlisberger, F. J. [1941] *Management and Morale*, Harvard University Press. (野田一夫・川村欣也訳[1954]『経営と勤労意欲』ダイヤモンド社)
- 22) Simon, H. A. [1997] *Administrative Behavior*, 4th ed., The Free Press. (二村敏子・桑田耕太郎・高尾義明・西脇暢子・高柳美香訳[2009]『新版 経営行動』ダイヤモンド社)
- 23) Solomon, R. C. [1980] "Emotions and Choice", Rorty, A. O. (ed.), *Explaining Emotions*, University of California Press, pp.251-281.
- 24) de Sousa, R. [1980] "The Rationality of Emotions", Rorty, A. O. (ed.), *Explaining Emotions*, University of California Press, pp.127-151.
- 25) 高木浩人[2003]「人間関係論」田尾雅夫編『非合理組織論の系譜』文真堂、pp.86-103.
- 26) 若林晃央[2015]「性愛感情が組織の業務遂行能力に与える影響—テバイの神聖部隊の事例より—」『研究紀要』第55号、福島工業高等専門学校、pp.57-65.
- 27) 若林晃央[2016]「組織論における合理性概念再考」『研究紀要』第56号、福島工業高等専門学校、pp.71-77.
- 28) 若林直樹・蔡イン錫[2008]「特集「感情と組織」に寄せて」『組織科学』第41巻、第4号、pp.2-3.
- 29) Weber, M. [1921-1922] "Burokratie", *Wirtschaft und Gesellschaft*, J.C.B.Mohr. (阿閉吉男・脇圭平訳[1987]

『官僚制』恒星社厚生閣)

- 30) Weber, M. [1922] “Soziologische Grundbegriffe”,
Wirtschaft und Gesellschaft, J.C.B.Mohr. (清水幾太郎
訳[1972]『社会学の根本概念』岩波書店)

eternal, permanent, perpetual の対照意味分析

The Contrastive Semantics of 'eternal', 'permanent', and 'perpetual'

鳥居 孝栄*

*福島工業高等専門学校一般教科

Kouei Torii

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年8月2日受理)

This paper offers a contrastive analysis of the meanings of 'eternal', 'permanent', and 'perpetual.' The analysis was made based on the descriptions of these words in dictionaries and their actual uses in newspapers and other articles. The results of the analysis show that 'eternal' means to last for ever without beginning or end, 'permanent' means to continue to exist uninterrupted, and 'perpetual' means to continue endlessly or repeat many times.

Key words: contrastive, for ever, exist, repeat

1 はじめに

筆者は、ここ数年英語の類義語の意味分析に取り組んでいる。鳥居(2014)¹⁾では acute, keen, sharp を、鳥居(2015)²⁾では aim, goal, objective, target を、鳥居(2016)³⁾では bear, endure, tolerate, stand をそれぞれ分析した。今回は、日本語に訳した場合、同じように「変わらない・永久の」の意味になる形容詞 eternal, permanent, perpetual を対象として、意味分析を試みる。

分析の方法はこれまでと同様で、まず辞書・辞典の記述から大きな見通しを立て、次いで実際に収集した用例から分析・考察をさらに推し進めることにする。

2 辞書・辞典の記述

ここでは、辞書の記述から、eternal, permanent, perpetual の意味の違いについて、大きな見通しを立ててみる。参照した辞書は、小学館 Progressive English-Japanese Dictionary (1987)⁴⁾、小学館 Random House English-Japanese Dictionary (1994)⁵⁾、三省堂 The New Global English-Japanese Dictionary (1994)⁶⁾、研究社 New College English-Japanese Dictionary (1994)⁷⁾、大修館 Genius English-Japanese Dictionary (1994)⁸⁾、ベネッセ New Proceed English-Japanese Dictionary (1994)⁹⁾、桐原書店 Longman Dictionary of Contemporary English (1987)¹⁰⁾ の7つである。

まず、辞書の例を見ていて、同じく「変わらない・永久の」という意味でも、対象の違いから意味合いも違うということに気づいた。たとえば、(1)~(3)を比べてい

ただきたい。

- (1) eternal truths (Progressive)
- (2) a permanent employment (Genius)
- (3) perpetual chatter (Random)

(1)は超時間的・宇宙規模的に変わらないという意味であるが、(2)はそこまでスケールは大きくなく、ただ単に常に雇用されているくらいの意味である。(3)は絶え間なく、ひっきりなしに chatter が繰り返されているという意味である。辞書の用例を見ていて、大まかに、この3つの意味があるということがわかってきた。さらに辞書には、やや特殊なものとして、「(花が) 四季咲きの」という意味も載っていた。

そこで、辞書の用例を、「超時間的な意味での永久の」、「常にあり続ける」、「絶え間ない・ひっきりなしの」、「四季咲きの」の4つに分類して、eternal, permanent, perpetual のそれぞれが、どの意味の用例があるかということと比較してみた。結果は Table 1 のようになった。○は7つの辞書のいずれかに用例があることを、×は用例がないことを、△は用例はあるが、きわめて少ないことを示す。例をいくつか挙げておこう。

「超時間的な意味での永久の」の例

- (4) eternal peace (Random)
- (5) the eternal universe (Global)
- (6) Do Christians believe in eternal life? (Proceed)
- (7) establish permanent peace in the world (Genius)
- (8) perpetual motion (College)

(9) The top of the mountain is enveloped in perpetual snow. (Genius)

「常にあり続ける」の例

(10) This car wax gives permanent protection against heavy rain. (Longman)

(11) perpetual imprisonment (Progressive)

(12) a perpetual annuity (College)

「常にあり続ける」のグループの中には、「常置の・常設の」という意味が含まれているが、これに対しては、どの辞書も permanent の用例を挙げており、perpetual の用例は皆無であった。

(13) a permanent committee (Progressive)

「絶え間ない・ひっきりなしの」の例

(14) the eternal triangle (Random)

(15) Her eternal complaints made me weary. (Proceed)

(16) permanent money troubles (Progressive)

(17) There was a perpetual stream of phone calls all morning. (College)

(18) I am tired of her perpetual requests for money. (Genius)

「四季咲きの」の例

(19) a perpetual rose (Global)

Table 1 から3語の意味の違いについて推測してみよう。

「超時間的な意味での永久の」の意味は、eternal が圧倒的に用例が多かった。perpetual にもある程度用例はあるが、eternal ほどスケールは大きくない。「超時間的な意味での永久の」の意味を一番よく表しているのは eternal である。「常にあり続ける」の意味は、perpetual にも用例はあるが、permanent に圧倒的に用例が多かった。「常置の・常設の」の用例も permanent にのみあることを考えると、この意味を一番よく表しているのは permanent である。「絶え間ない・ひっきりなしの」の意味は、eternal と perpetual に用例が多かったが、eternal が「超時間的な意味での永久の」の意味を表すことを考慮すると、eternal の例は、絶え間なく、ひっきりなしに繰り返されることを、比喩的に、そして少し皮肉も込めて「永久の」と表現しているように思われる。したがって、perpetual がこの意味を一番よく表していると推測できる。最後に、「四季咲きの」の意味については、咲くということが絶え間なく、ひっきりなしに起こると考えることができるので、「絶え間ない・ひっきりなしの」の一種であるにとらえることもできる。perpetual だけに用例があるが、perpetual が「絶え間ない・ひっ

Table 1 Comparison of kinds of meanings of 'eternal', 'permanent', and 'perpetual' in dictionaries

意味	eternal	permanent	perpetual
超時間的永久の	○	△	○
常にあり続ける	×	○	○
ひっきりなしの	○	△	○
四季咲きの	×	×	○

きりなしの」の意味を一番よく表していることと合致している。3語の意味の違いについては、以上のようにおおよそ推測できる。

次に、7つの辞書のうち3つに、これら3語の意味の違いについての記述が載っていたので、紹介しておこう。

(20) Progressive

eternal: 初め、終わりがなく、不滅、無限の

perpetual: ずっと繰り返される

Random

eternal: 始め、終わりがなく、永久・不滅の主に神について用いる

perpetual: 途切れることなくいつまでも続く

Global

eternal: 始まりも終わりもないこと

permanent: 不変性を強調

perpetual: 絶え間ない繰り返しに重点がある

(20) は、上記の推測とほぼ一致していると言える。

以上、辞書の記述から、3語の意味の違いについて、大まかな予測を立ててみた。

3 実例からの考察

ここでは、2の辞書についての考察を踏まえて、収集した実例から、さらに考察を進めていく。実例は新聞(The Japan Times 以下 J.T.) や論説などから、eternal を52例、permanent を53例、perpetual を52例、それぞれ収集した。

まず、収集した実例を Table 1 の枠組みにしたがって分類集計して、3語のそれぞれが、どの意味の用例が多いか、あるいは辞書の記述と異なる点がないかということ調べてみた。結果は Table 2 のようになった。残念ながら、「四季咲きの」の用例は見つからなかったが、それ以外は、ほぼ Table 1 に準じた結果となった。Table 2 から、3語の大まかな傾向を指摘してみよう。

(21) ① eternal は「超時間的な意味での永久の」の用

例が圧倒的に多い。

- ② **permanent** は「常にあり続ける」の用例が圧倒的に多い。(この中には、「常置の・常設の」の意味の用例が 10 例含まれている。)
- ③ **perpetual** は「超時間的な意味での永久の」、「常にあり続ける」、「絶え間ない・ひっきりなしの」の意味の用例が、それぞれ相当数あるが、「絶え間ない・ひっきりなしの」の用例は、**eternal**、**permanent** より圧倒的に多い。「常置の・常設の」の意味の用例は皆無であった。)

(21) の傾向から、3 語の意味の違いについて考察してみる。

- (22) ① **eternal** は「超時間的な意味での永久の」の意味が中心である。
- ② **permanent** は「常にあり続ける」の意味が中心である。「常置の・常設の」の意味の用例があるのも、この中心的な意味が慣例化したものと推測される。
- ③ **perpetual** は、中心的意味があまりはつきしないが、「絶え間ない・ひっきりなしの」の意味の用例が、他の 2 語より圧倒的に多いことを考えると、対比的に見て、「絶え間ない・ひっきりなしの」の意味が中心であると思われる。「常にあり続ける」の意味の用例も多かったが、**permanent** ほどではないし、「常置の・常設の」の意味の用例が皆無であったことを考えると、中心は「絶え間ない・ひっきりなしの」の意味であると推測される。

以上、Table 2 から 3 語の意味の違いについて考察してきたが、最後に代表例を挙げておこう。

<eternal の代表例>

「超時間的な意味での永久の」の例

(23) Usually Hitler tries to rationalize and justify his wish for power. The main justifications are the following: his domination of other peoples is for their own good and for the good of the culture of the world; the wish for power is rooted in the eternal laws of nature and he recognizes and follows only these laws:...

(E. Fromm "Escape from Freedom" 金星堂 (1972) p.31)

(24) In more modern times students of history encounter a bewildering variety of political

Table 2 Frequency of each meaning of 'eternal', 'permanent', and 'perpetual' in actual uses

意味	eternal	permanent	perpetual
超時間的永久の	48	4	10
常にあり続ける	0	48	21
ひっきりなしの	4	1	21
四季咲きの	0	0	0
計	52	53	52

doctrines, some of them appropriate perhaps to their age but none of them having the eternal validity which they claim.

(G. B. Sansom "Japan in World History" 研究社 (1965) p.80)

(25) Dante tells us the story of his journey to the afterworld. First he visits the dark, underground kingdom of Hell where bad people are punished. Then he climbed the Mountain of Purgatory where good people are spiritually purified. Finally he reaches the heavenly realm of Paradise where these purified people enjoy eternal happiness.

(Joan McConnell "Culture of the Heart" 金星堂 (1998) p.41)

「絶え間ない・ひっきりなしの」の例

(26) The promotion and protection of fair competition in industry and commerce generally ought in theory to be easier but this has often not proved to be the case. Eternal vigilance is necessary, and in many countries monopoly practices have been condoned if not encouraged.

(J.T. Monday, July 23, 2001 p.19)

<permanent の代表例>

「超時間的な意味での永久の」の例

(27) In the Egyptian hieroglyphic script the circle represented eternity and marriage was seen as a permanent bond.

(R. Brasch "How did It Begin?" 金星堂 (1978) p.16)

「常にあり続ける」の例

(28) There are certain prerequisites for the

establishment of cities. First, a relatively dense population is necessary in order to create the surplus of food required to support the nuclear city group. In early times this was possible only in river valleys where the rich soil gave heavy return for cultivation and made permanent settlement possible.

(Ralph Linton "The Tree of Culture" 北星堂 (1970) p.61)

- (29) The Iraqis might even agree to permanent U.N. monitoring, since that would provide some protection against attack from the U.S.

(J.T. Friday, September 20, 2002 p.18)

「常にあり続ける」のうちで「常置の・常設の」の例

- (30) Racing against a deadline, the U.S. signed a treaty late Sunday that would create the first permanent criminal court to bring to justice individuals accused of the world's worst atrocities.

(J.T. Wednesday, January 3, 2001 p.1)

- (31) At the time of the attack, 24,000 British troops were carrying out training exercises in the sultanate of Oman — at the gate of the Persian Gulf—where Britain has permanent bases.

(J.T. Wednesday, October 31, 2001 p.21)

「絶え間ない・ひっきりなしの」の例

- (32) Nowadays the European Union and the United States seem to be locked in almost permanent quarrels. One moment it's bananas, then it's steel, land mines, the Kyoto Protocol on global warming, European defense arrangements and NATO.

(J.T. Thursday, May 16, 2002 p.21)

<perpetual の代表例>

「超時間的な意味での永久の」の例

- (33) This region, called by the Egyptians the Fields of Reeds and subsequently known to the Greeks as the Elysian Fields, was represented in later times as a group of isles reached by a magic boat, where those who had been accepted by the god could dwell in perpetual spring.

(I.E.S. Edwards "The Pyramids of Egypt"

英宝社 (1977) p.24)

- (34) A perpetual light burns on Christ's tomb in the Church of the Holy Sepulchre at Jerusalem.

(R. Brasch "How did It Begin?" 金星堂 (1978) p.24)

「常にあり続ける」の例

- (35) They had managed to tame certain species of wild animals and accustom them to live in perpetual captivity subject to their human masters.

(William L. Langer "Daybreak of History" 三修社 (1992) p.18)

- (36) And for the children, there should be after-school care and day care so that the children have some greater chance of not ending up as perpetual dependents of welfare institutions.

(James M. Vardaman "Moving on: America at Century's End" 松柏社 (1989) p.33)

「絶え間ない・ひっきりなしの」の例

- (37) One of them was a fierce black retriever housed in a barrel laid on its side, and living in perpetual rebellion against the chain that held him.

(Robert Lind "I Tremble to Think" 成美堂 (1956) p.46)

- (38) Nan liked moving the furniture about. She kept the rooms in a continual state of upheaval in which nothing was respected, neither one's belongings nor the way one chose to arrange them, and thereby satisfied, or so it seemed to Mor, her desire to feel that all the things in the house were her things. He had become accustomed, after many years, to the perpetual flux, but he hated the way in which it hurt the children.

(Iris Murdoch "The Sandcastle" Penguin Books 英潮社 (1960) p.13)

- (39) My room is right under the roof, the second storey, where there's a water tank and therefore a perpetual sound of water gurgling down through pipes, a sound you get famished for in a place so arid.

(Norman Rush "Burns" 'American Short

Stories of Today' 南雲堂 (1988) p.106)

4 まとめ

以上の考察を踏まえて、最終的に eternal, permanent, perpetual の意味の違いについて試案を提出する。

(40) eternal : 始めも終わりもなく、超時間的に長く続く

permanent : 変わらず常にあり続ける

perpetual : 絶え間なく、ひっきりなしに繰り返す

参考文献

- 1) 鳥居孝栄：acute, keen, sharp の対照意味分析，福島高専研究紀要，54，pp. 1-6 (2014)
- 2) 鳥居孝栄：aim, goal, objective, target の対照意味分析，全国高等専門学校英語教育学会研究論集，34，pp. 1-10 (2015)
- 3) 鳥居孝栄：bear, endure, tolerate, stand の対照意味分析，福島高専研究紀要，56，pp. 79-84 (2016)
- 4) Progressive English-Japanese Dictionary (小学館，1987)
- 5) Random House English-Japanese Dictionary (小学館，1994)
- 6) The New Global English-Japanese Dictionary (三省堂，1994)
- 7) New College English-Japanese Dictionary (研究社，1994)
- 8) Genius English-Japanese Dictionary (大修館，1994)
- 9) New Proceed English-Japanese Dictionary (ベネッセ，1994)
- 10) Longman Dictionary of Contemporary English (桐原書店，1987)

FFTを用いた学生用振動実験の試作

Prototype of vibration experiments for students using FFT

鈴木 三男・増田 健二*

福島工業高等専門学校一般教科

*静岡大学工学部

Mitsuo Suzuki and Kenji Masuda*

NIT, Fukushima College, Department of General

and *Faculty of Engineering, Shizuoka University

(2016年9月8日受理)

We are planning to introduce vibration experiments using fast Fourier transform (FFT). First, simulation "analysis program" has been prepared. Students can re-recognize that the knowledge of the Fourier series and Fourier transform is the basis of the frequency analysis. Next, two vibration experiments is prepared. Students can learn the rigidity and resonance phenomenon from the results of frequency analysis. In this paper, we carried out a prototype experiment, we report to consider whether the vibration experiments can be introduced to the student experiment.

Key words: fast Fourier transform (FFT), rigidity, resonance

1. はじめに

本校では4学科の3年生を対象に後期に5テーマ、2学科(電気・機械)の4年生を対象に前期に5テーマの応用物理実験を4人また2人1組で実施している。しかし、3・4年生を対象とした学生実験には振動をテーマとするものがなく、振動に関連した新たな実験テーマの導入が急務と考え、今年度から「LabVIEWを用いた弦の振動測定」¹⁾を導入した。振動現象は力学でも非常に重要であり、その後に続く波動分野の基礎となっているため、振動数に着目した実験テーマをもう一つ導入したいと考えたのが本研究の動機である。これまで我々は、「ウィルバーフォース振り子」の実験²⁾やばね振り子を用いた減衰振動の実験が、学生実験に導入できるかを検討するため予備実験を行ってきた。しかしながら実験が授業時間の枠内に収まるかの問題等もあり、実際の導入までには至っていない。今回、新たに振動的な概念を取り入れることで、これらの実験についても違ったアプローチが可能となることから、学生実験への導入について再検討する事とした。

振動数解析の基礎となるフーリエ級数に関しては、「数理解析学Ⅱ」³⁾の中で、またフーリエ変換に関しては、電気科学生が「制御工学」の中で、ともに5学年前

期に学習している。そのため振動数解析的要素を盛り込んだ振動関連の実験テーマを、4年生対象の応用物理実験に組み入れ、振動数解析の理論と実践を事前に体感する想定で、我々は構想を思案した。

まず、フーリエ級数やフーリエ変換の知識と振動数解析の関係を学生に体感してもらうために、自作シミュレーション「解析プログラム」⁴⁾⁵⁾を準備する。

「解析プログラム」では、任意の振動数、任意の振幅の正弦波の重ね合わせによって、いろいろな形の波形を合成する。そしてその合成波を高速フーリエ変換(FFT)によって、振動数成分に分解すると、最初に合成波を作るために入力した振動数成分が確認できる。この「解析プログラム」の意図は、実験等で得られる波形についても、高速フーリエ変換(FFT)を用いると、同様にその波の基調となる振動数成分を見出せる事を学生に体感してもらう事にある。

次に2つの簡単な振動実験を準備する。1つは最も簡単な振動数成分が1成分からなる「ねじり振り子の実験」⁶⁾で、もう1つには振動数成分が2成分からなる先の「ウィルバーフォース振り子の実験」である。ともに実際に得られた波形データから、高速フーリエ変換(FFT)を用いて、その波形に含まれる

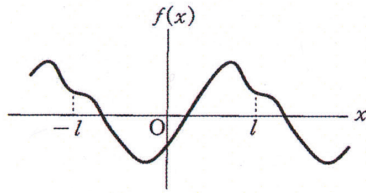


Fig.1 The function $f(x)$ of period $2l$

振動数解析を行う。「ねじり振り子の実験」では、解析で求められた振動数から針金の「剛性率」を求める。また、「ウィルバーフォース振り子の実験」では、振動数解析から上下振動の振動数と回転運動の振動数を求め、共振が起こる共振点を推定し、実験的な結果と比較する。

今回はこの構想を下に、自作シミュレーション「解析プログラム」を作成し、「ねじり振り子の実験」と「ウィルバーフォース振り子の実験」の予備実験を行い、学生実験への導入を検討したので報告する。

2. 数学からの基礎知識

Fig.1に示すような一般的に周期 $2l$ の関数 $f(x)$ は

$$f(x) \approx \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{l} + b_n \sin \frac{n\pi x}{l} \right) \quad (1)$$

とフーリエ級数展開され、(1)式中のフーリエ係数 a_n, b_n は

$$a_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \cos \frac{n\pi x}{l} dx, b_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \sin \frac{n\pi x}{l} dx \quad (2)$$

と表される。例えば、物理実験でよく出てくるFig.2に示すような周期4.0 s、振幅1.0 mの矩形波も、フーリエ係数 a_n, b_n を(2)式を用いて求めれば、

$$f(t) \approx \frac{4}{\pi} \left(\sin \frac{\pi}{2} t + \frac{1}{3} \sin \frac{3\pi}{2} t + \frac{1}{5} \sin \frac{5\pi}{2} t + \frac{1}{7} \sin \frac{7\pi}{2} t + \frac{1}{9} \sin \frac{9\pi}{2} t + \dots \right) \quad (3)$$

とフーリエ級数展開できる。ここで横軸が x ではなく、

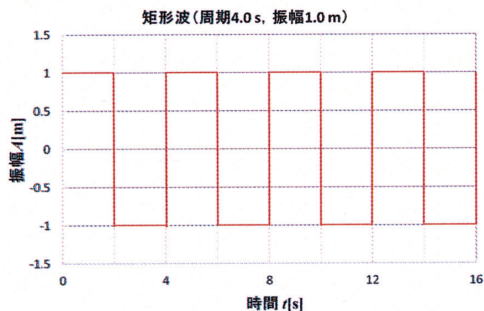


Fig.2 Square wave (period 4.0 s, amplitude 1.0 m)

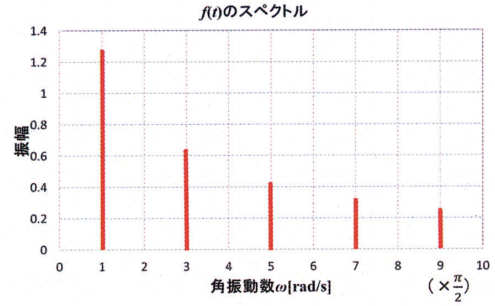


Fig.3 Spectrum of square wave

時間軸 t に変わっているので、学生たちには注意が必要である。(3)式中の \sin に続く、 $\pi/2, 3\pi/2, 5\pi/2, \dots$ は角振動数 ω である。各角振動数と各フーリエ係数 b_n の対応を $f(t)$ のスペクトルいい、Fig.3に示すように ω に対してとびとびの線スペクトルになる。

3. シミュレーション用「解析プログラム」

3.1 EXCEL版

Fig.4にEXCEL「マクロ」VBで作成したEXCEL版自作「解析プログラム」を示す。合成波条件に見られるように、最大5つの振動数、振幅の正弦波を重ね合わせて、1つの合成波にすることができ、「SIN曲線」をクリックすると合成波の様子が確認できる。次に「FFT」をクリックすると振動数分解され、合成

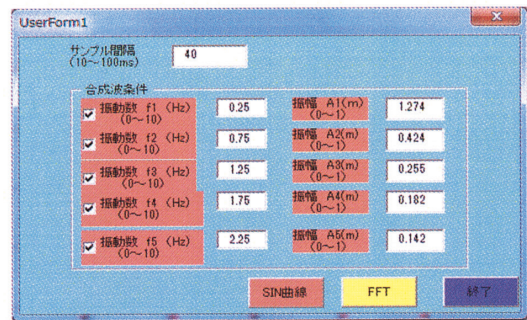


Fig.4 EXCEL version "Analysis program"

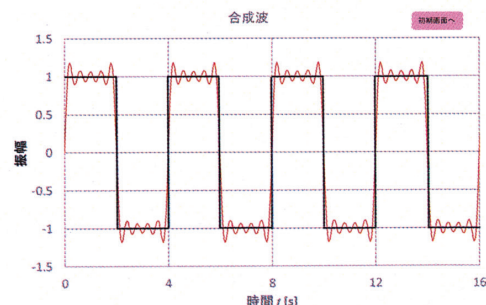


Fig.5 Associated wave (Square wave)

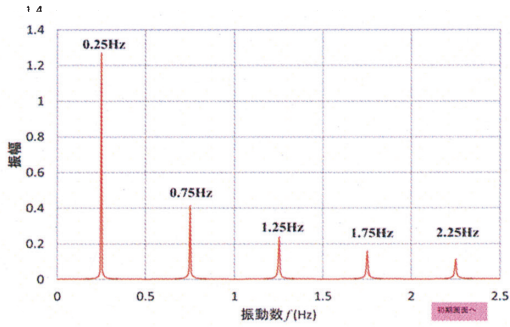


Fig.6 The spectrum of associated wave (square wave)

波のスペクトルが表示される。Fig.4～6には、Fig.2の矩形波（周期4.0 s、振幅1.0 m）の例を示す。ここでは、角振動数 ω と振動数 f の関係

$$\omega = 2\pi f \quad (4)$$

を使っている。最大5つの波の合成による合成波は、まだギザギザの部分が目につくが、自分が入力した振動数成分をスペクトル中に確認できる。

3.2 LabVIEW版

Fig.7にLabVIEW版自作「解析プログラム」を示す。プログラムの基本設計はEXCEL版と同じである。

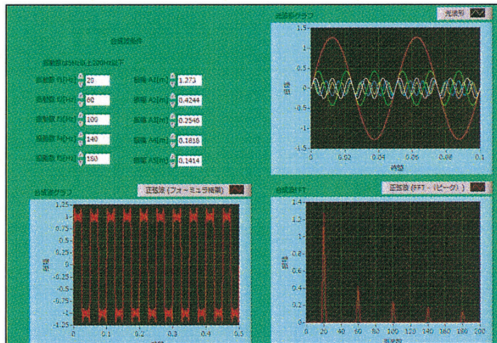


Fig 7 LabVIEW version "Analysis program"

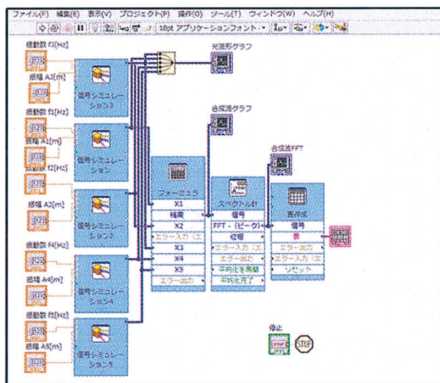
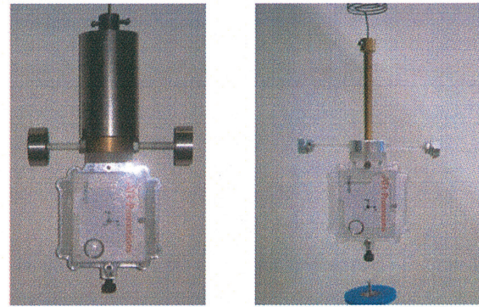


Fig 8 Block diagram



(a) torsional pendulum (b) Wilberforce pendulum

Fig.9 Compact Wireless Sensor (TSND121)

唯一、正弦波を発生する信号シミュレーション部の振動数の都合上、入力する振動数を10 Hz以上（動作：5～200 Hz）に推奨している点が異なる。また、Fig.8に自作「解析プログラム」VIのブロックダイアグラムを示すが、入力信号を5つ重ね合わせ、そのスペクトルを表示させるという単純な構造になっている。LabVIEW版を作成した理由は、他の物理実験でLabVIEW¹⁷⁾を使った経験がある学生は、「解析プログラム」VIのブロックダイアグラムの作成から始められるのではと考えたからである。

4. 測定系

Fig.9は実験で使用した振り下げおもりと縦置き小型無線センサー（TSND121）の写真である。ポリカーボネイト製のセンサーホルダーは、ミニ研（H27）で作成されたもので、改良によりセンサー取り付けを容易にし、簡単に縦置き・横置き変更できる上、耐久性に優れている。ホルダーの上部には金属製の連結部品があり、鉄製の質量調整用ボルト（M6×60）、慣性モーメント調整用ポリカネジ棒（M4）が取り付けられている。質量調整用おもり（Fig.9(a)では3個）は、ばね振り子の場合は上下振動の調整用に、ねじり振り子の場合は慣性モーメントの調整用に利用される。慣性モーメント調整用おもり（Fig.9(b)では左右1対）は、ウィルバーフォース振り子の時、慣性モーメントの調整用に利用される。ホルダーの最下部には多目的ポート（M4）があり、減衰振動用振動子や追加質量調整用おもりの取り付けができるように設計されている。今回はFig.9(b)に示すように、真下に電磁石（青い円板）を置き、磁力のON-OFFを利用して、初期振幅を調整するポートとして使用した。

TSND121は同時に3軸加速度・角速度をサンプリングし、Bluetooth（Class2）を通じてPCにデータを送

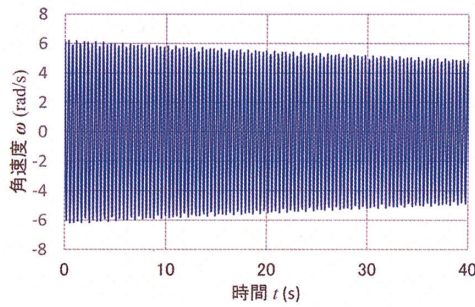


Fig10 Time change of angular velocity ($m=3$)

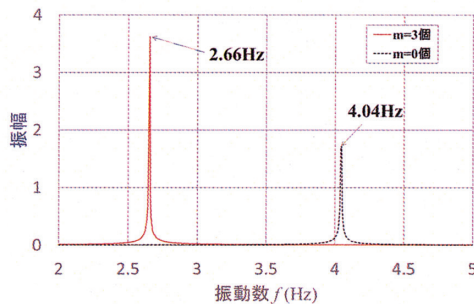


Fig11 Spectrum of angular velocity ($m=3, m=0$)

信でき、専用の「Sync Record(T)」ソフト(ART-Promotions製)を使用すれば、PCの1画面上でグラフ化された受信データを確認する事が出来る。必要なデータはCSV形式で保存して、後からEXCELなどで簡単にデータを読み出し、加工やグラフ化する事も可能である。

今回は角速度分解能0.01dpsの性能を持つTSND121を使って、サンプリングレート40 msで角速度を測定した。またFFT処理ではEXCEL最大の4096個のデータを使うことで、周波数分解能は 6.1×10^{-3} Hzとなり、今回の振動数分析には十分な分解能が得られた。

5. 測定および結果

5.1 ねじり振り子 (1成分)

一般に慣性モーメント I のねじり振り子が、釣り合いの位置から回転角 θ だけねじれているとき、生じる力のモーメントは θ に比例する。このとき振り子の回転の運動方程式は

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -K\theta \quad (5)$$

で、比例定数 K はねじりばね定数である。長さ l 、半径 a 、剛性率 G の針金の場合、 K は

$$K = \frac{\pi G a^4}{2l} \quad (6)$$

である。したがって、この一般解は、

$$\theta = A \cos(\omega t + \alpha) \quad \omega = \sqrt{\frac{\pi G a^4}{2I l}} \quad (7)$$

であり、角振動数 ω のねじれ振動が生じる。実際には角速度の時間変化なので、(7)式の時間微分

$$\frac{d\theta}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \alpha) \quad (8)$$

をTSND121で測定している。 θ も $d\theta/dt$ も同じ角振動数(または振動数)で時間的に変化しているので、 ω を測定する場合に問題はない。

Fig.10にTSND121により得られた角速度の時間変化を示す。また、このねじり振り子の振動数 f は、(4)式より

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi G a^4}{2I l}} \Leftrightarrow f^2 = \frac{G a^4}{8\pi I l} \quad (9)$$

である。Fig.10の角速度の時間変化を高速フーリエ変換(FFT)して、振動数成分を求めた結果をFig.11(実線)に示す。Fig.10より若干の減衰は見られるが、Fig.11より振動数成分は1成分からなることから、単振動していることが、成分データからも読み取れる。

また(9)式を変形すれば、

$$G = \frac{8\pi I f^2 l}{a^4} \quad (10)$$

が得られる。これより I が分かれば、 f から G を求められる。しかし、Fig.9に示すように、振り下げおもりの形状は複雑で、振り子の慣性モーメント I_0 (質量調整用おもり0個)の算出は容易ではない。そこで、我々は既知の慣性モーメント I_m ($=1.11 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$)をもつ質量調整用おもりを振り子に0~3個(Fig.9(a)参照)装着して、ねじり振り子の振動数 $f_0 \sim f_3$ を測定し、その違い(Fig.11破線参照)から針金の剛性率を算出することとした。

例えば、(9)式から0個と3個場合の振動数 f_0 と f_3 は

$$\frac{f_0^2}{f_3^2} = \frac{I_0 + 3I_m}{I_0} \quad (11)$$

の関係から、 I_0 と $I_0 + 3I_m$ が求まり、(10)式に代入して G が求められる。Fig.11より $I_0 = 2.55 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$ が求まり、 $l = 0.475 \text{ m}$ 、 $a = 5.00 \times 10^{-4} \text{ m}$ を(10)式に代入すれば、 $G = 7.86 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ が得られた。

このようにして、鋼鉄線と真鍮線の剛性率を求めた測定値平均とその比較のために理科年表中の数値をTable 1に示す。これより振動数から求める剛性率も、従来の周期から求める剛性率⁶⁾と大差のない結果が得られた。

Table 1 Comparison of rigidity

物質	測定値平均	理科年表
鉄(鋼)	7.96×10^{10}	$7.8 \sim 8.4 \times 10^{10}$
黄銅(真鍮)	3.59×10^{10}	3.73×10^{10}

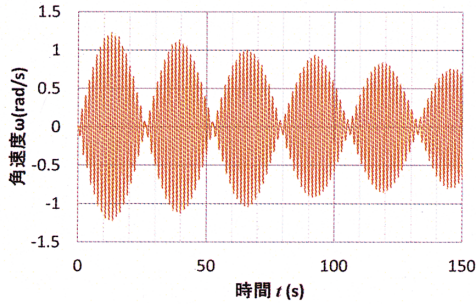


Fig.12 Time change of angular velocity (2 rotations)

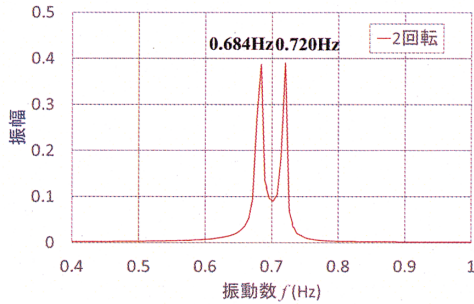


Fig.13 Spectrum of angular velocity (2 rotations)

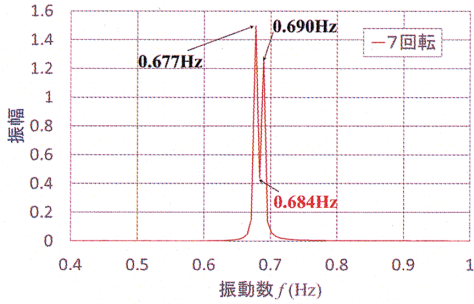


Fig.14 Spectrum of angular velocity (7 rotations)

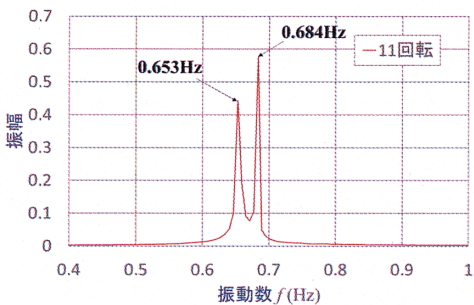


Fig.15 Spectrum of angular velocity (11 rotations)

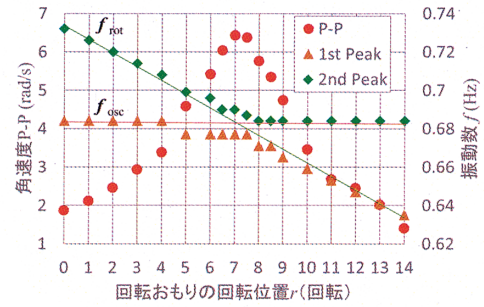


Fig.16 Changes in frequency and resonance

5.2 ウィルバーフォース振り子(2成分)

上下振動とねじれ振動を交互に繰り返すウィルバーフォース振り子の運動は、実に不思議な運動である。この運動は上下とねじれ振動の共振現象によって引き起こされることから、高速フーリエ変換(FFT)を用いて、実験的に共振現象を調べる。

実験はFig.9(b)に示すように、電磁石を用いて初期振幅10 mm、初速度なしの条件で行った。実験では、ばねには表面張力測定用のジョリーばねを使用し、慣性モーメント調整用おもり(M4ナット)を半回転～1回転(=0.7 mm)づつ内側から外側に移動させ、その時の角速度の時間変化を調べた。Fig.12に2回転させた時の角速度の時間変化を示す。Fig.13にはそれを高速フーリエ変換(FFT)して、振動数成分を求めた結果を示す。ねじり振り子のように単純な単振動とは異なり、うなり(ビート)現象が見られる。Fig.13のスペクトルからその原因となる振動数は、上下振動の振動数 $f_{osc}=0.684$ Hz、回転振動の振動数 $f_{rot}=0.720$ Hz であることが判明した。以前は上下振動の加速度変化を同時に測定して共振現象を調べていたが、高速フーリエ変換(FFT)を用いると、回転運動のみで、両方の振動の振動数も推測できることから、限られた時間内で行う学生実験には適していると思われる。

慣性モーメント調整用おもりを徐々に外側に回転させていくと、Fig.15に見られるように回転振動数 f_{rot} は小さい方に移動して行くが、その時の上下振動数 f_{osc} 、回転振動数 f_{rot} と角速度P-Pの関係をFig.16に示す。ここで角速度P-PとはFig.12に示すように、

角速度P-P = 角速度の最大値 - 角速度の最小値
と定義し、1stPeak▲はFig.13のように振動数の小さい最初の振動数(0.684 Hz)を、また2ndPeak◆は振動数の大きい2番目の振動数(0.720 Hz)を示す。慣性モーメント調整用おもりを移動させると、ほぼ比例して回転振動数 f_{rot} は変化するが、上下振動数 f_{osc} はほ

とんど変化が見られない。この特徴を利用して、先の2回転での振動数 f_{osc} 、 f_{rot} の判別を行った。

共振点では、上下振動数 f_{osc} =回転振動数 f_{rot} となると考えれば、Fig.16中の2本の近似直線の交点が共振点となる。したがって、7回転させた時が共振点と判断でき、角速度P-Pの結果とも一致した。

また、まだ原因分析はできていないが、Fig.14に見られるように、上下振動数 f_{osc} が5回転～7.5回転にかけて、微妙に0.684 Hzから少しずれることも分かった。

6. まとめ

高速フーリエ変換 (FFT) を利用すれば、実験等で得られる波形も、その基調となる振動数成分を見出せる体感型の自作シミュレーション用「解析プログラム」をEXCEL版とLabVIEW版の2つを準備できた。これにより実際の実験データ解析への基盤を養生するとともに、高速フーリエ変換 (FFT) のブラックボックス化の改善ができればと期待している。

ねじり振り子の実験では、質量調整用おもりの個数 (0個～3個) を変えて、最低2回測定すれば、剛性率を算出する事ができる。測定が簡単なので、実験者の多い場合などは、個数を変えた測定を加えれば、個数の違う剛性率を個々に求めさせることができる。また予備実験の結果から、鋼鉄線は範囲内に収まり満足いく結果となり、真鍮線については5%ほど小さな値とはなったが、ともに学生実験に導入しても問題ない精度であると考えている。

ウィルバーフォース振り子の場合、慣性モーメント調整用おもりの位置を変えて、最低3回測定すれば、共振点を推測することができるので、学生の実験時間を合わせて測定回数を調整できる。この実験では、高速フーリエ変換 (FFT) を使って、同時に「うなり」・「共振」現象の体感できる事から、学生実験への導入に向けて前向きに検討したい。

今後、学生実験導入に向けては、いくつかの問題点を解消していかなければならない。「解析プログラム」については使い勝手の洗い直しが必要で、出来れば数学科と連携して、フーリエ級数やフーリエ変換の講義終了後に、学生に「解析プログラム」利用してもらい、学生の意見が聞ければと考えている。また、2つの実験については、数名の学生による予備練習実験ができればと考えている。その結果を踏まえて、実際の学生実験テーマに組み入れを検討したい。

謝辞

ミニ研でのセンサーホルダーの作成に関しては、設計、加工のご助言を頂きました本校機械工学科卒業生の小野敬裕君に感謝致します。

参考文献

- 1) 磯上慎二, 小田洋平, 工藤康紀, 鈴木三男: 福島高専紀要, 56, 115(2015).
- 2) 鈴木三男, 増田健二: 福島高専紀要, 55, 73, (2014).
- 3) 新応用数学: 高遠節夫他, 大日本Fig書, 78(2014).
- 4) ビギナーズデジタルフーリエ変換: 中村尚吾著, 東京電機大学出版局(1996).
- 5) <http://godfoot.world.coocan.jp/fourier-transform.htm>
- 6) 静岡大学教養部物理教室編: 物理実験指導書 9訂版, 28(1981).
- 7) 磯上慎二, 新井真人, 鈴木三男: 福島高専紀要, 54, 107(2013).

デジタルカメラを活用したスペクトルの測定

Measurements of the Spectrum Utilizing the Digital Camera

鈴木 三男・磯上慎二・小田洋平・工藤康紀

福島工業高等専門学校 一般教科物理科

Mitsuo Suzuki, Shinji Isogami, Yohei Kota and Koki Kudoh

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education, Physics

(2016年9月8日受理)

"Measurements of the spectrum by the spectroscope" is one of the popular experiment themes to the students. However, it is painful for them to read the scale in the spectrometer correctly and further improvement is needed. To solve this problem, we take a picture of spectrum within the spectrometer using a digital camera and analyze the image data by a computer. Since this method reduces the reading mistake of scale and recording mistakes, the wavelength accuracy by the experimental data is expected to be improved. We would like to apply these results to the student experiment.

Key words: spectrum, spectroscope, digital camera

1. はじめに

本校では3年生後期に5テーマ、4年生前期に5テーマの応用物理実験を4人また2人1組で実施しており、そのテーマの1つに「分光器によるスペクトルの測定」^{1),2)}がある。この実験はスペクトルの綺麗さに感動して学生には非常に人気のテーマではあるが、いざ分光器を覗いてデータ収集を始めると、分光器の目盛が読み取り難い、目が非常に疲れるなど測定上の改善を求める学生からの要望がよく聞かれた。そこで今回は、安価なデジタルカメラで分光器内のスペクトルを撮影し、コンピュータでその画像データを解析する方法を試行した。この方法のメリットは、分光器の目盛の読み取る学生の苦労を軽減し、また画像データのため何度でも読み取り直しができるため、従来よく見られた目盛の読み間違いや記録ミスを大幅に減らせる点である。またレポートを採点する際にも、元の写真データがあれば、そのチェックも容易となる。今回はスペクトルの位置を写真から目測で読み取る方法と、写真画像の位置座標から求める方法の2つの方法で波長を求めた。学生実験への導入に向けて、両者の比較を行ったので報告する。

2. 実験系

Fig. 1 に分光器および実際の測定の様子を示す。

分光器（島津製 KB-2）を使用し、分光器内のスペクトルをデジタルカメラ（Canon 製 IXYL4）で撮影した。この分光器では、Fig. 2 に示すように、スリットによって光量を調整された入射光が、コリメータを通り、分光器内のフロントガラス製プリズムにより分光される。また同時に波長目盛板に光を照射し、望遠鏡から覗くと、Fig. 6～11 に示すように、波長目盛とスペクトルの両方

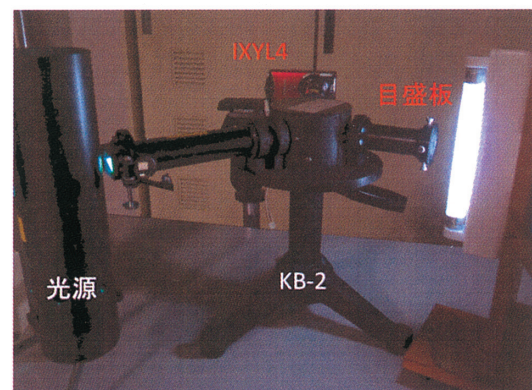


Fig. 1 Spectroscope and measurement



Fig. 2 Inside the spectroscope

が見える構造になっている。撮影画像の位置から波長を算出する方法では、画像の位置座標が重要となる。そのため撮影の度に撮影条件が自動的に変わらないように、デジタルカメラのフォーカスロック機能を使って、各スペクトルを撮影した。しかし、慎重に雲台を調整し撮影しても、微妙な傾きが生じるため、ブラウザソフト「PIXLR EXPRESS」

(<https://pixlr.com/express>) を使って、傾き修正を行った。

波長目盛は Fig. 12 に示すように、光の波長と読み取り目盛との較正曲線が、ほぼ直線となるように工夫されている。しかし、測定写真の Fig. 6~11 に見られるように、主目盛が等間隔になっていない上に、副目盛間隔も 2, 1, 0.5 間隔と目盛が小さくなるのに従って、細かくなっている。この波長目盛の複雑さが、学生実験での目盛の読み間違いや記録ミスの要因となってきた。各スペクトルの位置座標を利用する方法では、Fig. 3 に示すフリーソフト「ImageJ」

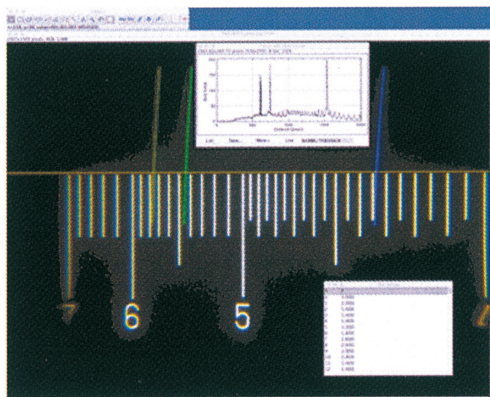


Fig. 3 Free software "ImageJ"

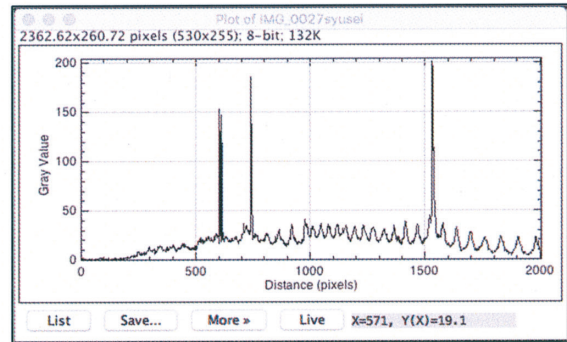


Fig. 4 Profile plot

X	Y
0	1.000
1	1.000
2	1.000
3	1.400
4	1.400
5	1.000
6	1.600
7	1.600
8	2.000
9	2.000
10	1.400
11	1.400
12	1.400

Fig. 5 List data

を使い、目測との比較を行った。「ImageJ」では、画像ファイルを読み込み、画像上をマウスマーク「+」を動かすと、画像上の位置がリアルタイムでメニューバーの下欄に表示される。しかし今回は、Fig. 4 に示すように、ピクセルの輝度を2次元グラフにして表示する「解析ツール」-「プロファイル・プロット」機能を利用した。Fig. 4 中の「List」ボタンをクリックすれば、Fig. 5 に示すような x 列が位置座標、Y 列輝度値のデータが得られ、簡単に Excel に貼り付けて、データ解析ができる。解析では、輝度値の高い位置座標がスペクトルの位置座標と一致することを確認しながら進めて行くので、読み取りミスは殆ど生じない。

光源としては、実際の学生実験同様に Hg と Na ランプ、H と He と Ne 放電管の 5 種類を準備した。

3. 測定

較正曲線の作成で、Hg および He スペクトルの各光の波長を基準の値として利用しているため、Hg スペクトルを Fig. 6 に、He スペクトルを Fig. 7 に示す。Hg スペクトルでは、学生実験で 1 本の線スペクトルと扱われがちの黄色の線スペクトルが、はっきりと 2 本あることが確認できる。逆に He スペクトルでは、肉

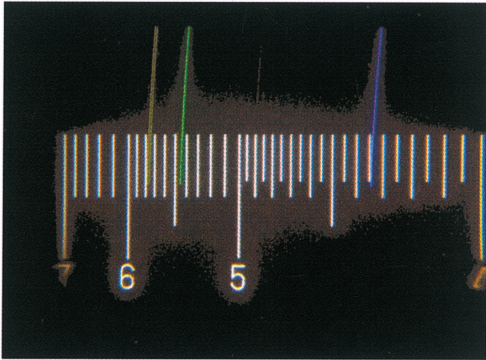


Fig. 6 Hg spectrum

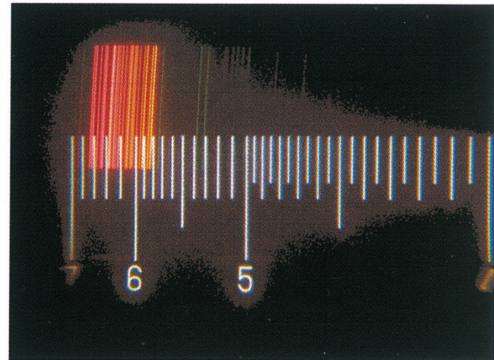


Fig. 10 Ne spectrum

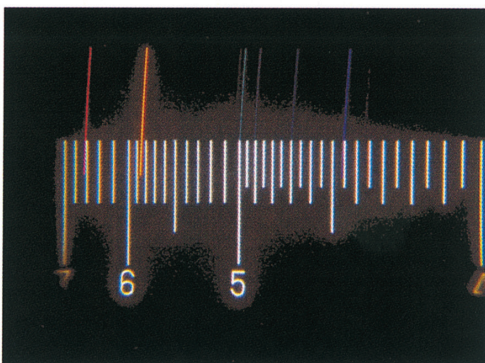


Fig. 7 He spectrum

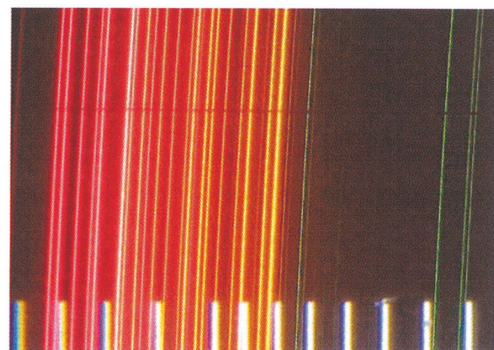


Fig. 11 Ne spectrum (enlarged view)

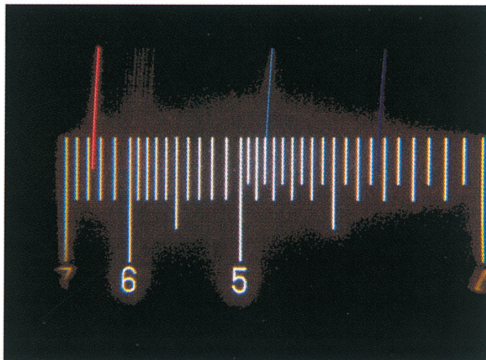


Fig. 8 H spectrum

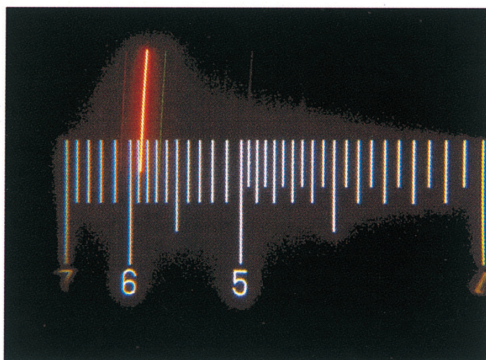


Fig. 9 Na spectrum

眼ではもう 1 本薄い赤色の線スペクトルが目盛 7 近くに確認できるが, Fig. 7 では拡大しても確認出来なかった.

較正曲線から波長を求めるサンプル光源である H スペクトルを Fig. 8, Na スペクトルを Fig. 9, Ne スペクトル Fig. 10, Fig. 11 (拡大図) を示す. H スペクトルでは 3 本の線スペクトルが確認でき, Na スペクトルでは橙色の D 線が非常に明るいため, 他の線スペクトルの読み取りが難しかった. また最も線スペクトルの多い Ne スペクトルでは, 高倍率接眼レンズなしで, Fig. 11 のように拡大できるので, 従来よりも容易に線スペクトルを識別できた.

4. 結果

Table 1 は, 較正曲線の基礎となる Hg および He の解析結果である. 表中の波長は, 学生実験書のデータに基づいた値であり, 単位は「nm」としている. これらのデータから読み取り目盛と波長の関係を Fig. 12 に, また位置座標と波長の関係を Fig. 13 に示す. グラフ内には, それぞれ線形近似, 対数近似による近似直線・曲線とその数式を表示した. Table 2 には

Table 1 Calibration curve data

Hg	目盛値	ピクセル	波長 [nm]
黄 1	5.78	604	579.1
黄 2	5.74	612	577
緑	5.43	741	546
青	4.34	1531	435.8
He	目盛値	ピクセル	波長 [nm]
赤	6.61	341	667.8
橙	5.84	574	587.6
緑	5	981	501.6
青	4.91	1024	492.1
紫 1	4.7	1196	471.3
紫 2	4.45	1412	447.1

サンプル光源であるH, Na, Neの分析データを示す。表中の「波長 1」は読み取り目盛からFig. 12の近似直線から求めた波長を、また「波長 2」は位置座標からFig. 13の近似曲線から求めた波長を示している。

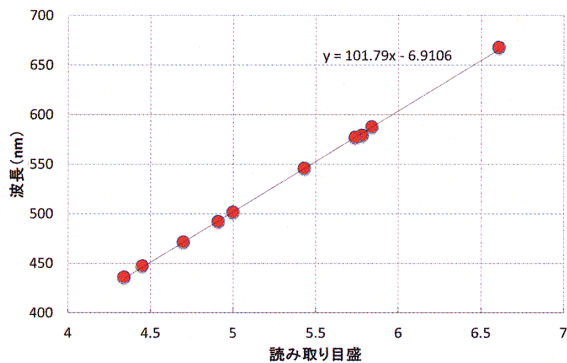


Fig. 12 Calibration curve of wavelength and scale

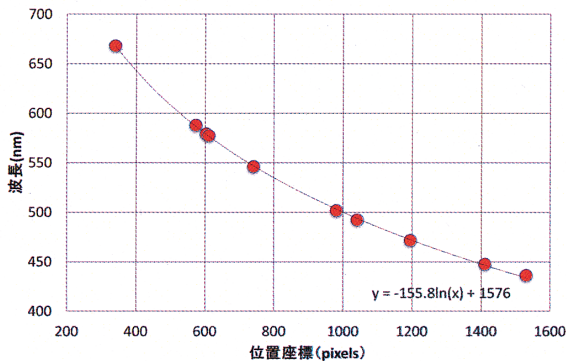


Fig. 13 Calibration curve of wavelength and position coordinates

Table 2 Sample light source data

H	目盛値	ピクセル	波長1	波長2	波長 [nm]
赤	6.52	368	656.8	655.5	656.3
青	4.85	1084	486.8	487.2	486.1
紫	4.32	1552	432.8	431.3	434.0
Na	目盛値	ピクセル	波長1	波長2	波長 [nm]
赤	6.15	480	619.1	614.1	616.1
橙	5.87	567	590.6	588.2	589 *
緑	5.66	644	569.2	568.3	568.8
Ne	目盛値	ピクセル	波長1	波長2	波長差
赤 1	6.95	264	700.5	707.3	-6.7
赤 2	6.85	285	690.4	695.3	-5.0
赤 3	6.68	331	673.0	672.0	1.0
赤 4	6.64	341	669.0	667.4	1.6
赤 5	6.55	360	659.8	658.9	0.9
赤 6	6.48	376	652.7	652.2	0.5
赤 7	6.46	383	650.7	649.3	1.4
赤 8	6.38	410	642.5	638.7	3.8
赤 9	6.36	415	640.5	636.8	3.7
赤 10	6.3	429	634.4	631.6	2.7
赤 11	6.26	437	630.3	628.7	1.5
赤 12	6.22	448	626.2	624.9	1.3
赤 13	6.19	462	623.2	620.1	3.1
赤 14	6.12	478	616.0	614.8	1.3
赤 15	6.1	485	614.0	612.5	1.5
赤 16	6.05	499	608.9	608.1	0.8
赤 17	6.03	506	606.9	605.9	1.0
赤 18	6	521	603.8	601.4	2.5
橙 1	5.95	539	598.7	596.1	2.7
橙 2	5.91	549	594.7	593.2	1.5
橙 3	5.88	564	591.6	589.0	2.6
橙 4	5.85	571	588.6	587.1	1.5
橙 5	5.82	582	585.5	584.1	1.4
橙 6	5.8	593	583.5	581.2	2.3
橙 7	5.79	599	582.5	579.6	2.8
緑 1	5.74	614	577.4	575.8	1.6
緑 2	5.72	621	575.3	574.0	1.3
緑 3	5.69	632	572.3	571.3	1.0
緑 4	5.66	643	569.2	568.6	0.6
緑 5	5.63	657	566.2	565.2	0.9
緑 6	5.54	697	557.0	556.0	1.0
緑 7	5.38	770	540.7	540.5	0.2
緑 8	5.32	799	534.6	534.7	-0.1
緑 9	5.31	804	533.6	533.8	-0.2
緑 10	5.13	903	515.3	515.7	-0.4
緑 11	5.1	920	512.2	512.8	-0.5
緑 12	5.06	941	508.1	509.2	-1.1
緑 13	5.02	967	504.1	505.0	-0.9

H, Naの波長欄については、学生実験書の物理定数データに基づいた波長を記している。なお表中のNaの“*”については、D線（橙色）は近接して正確には2本あるが、1本しか観測できなかったため、平均値を記している。また、Neについては波長差欄に波長1と波長2の差を示した。

H, Naの分析結果を見ると2つの測定法で大差は見られず、物理定数データと良い一致が見られた。またNeの波長差の分析結果からは、目盛7近傍での波長の違いが目立つ点を除けば、ばらつきはあるが良く一致している。

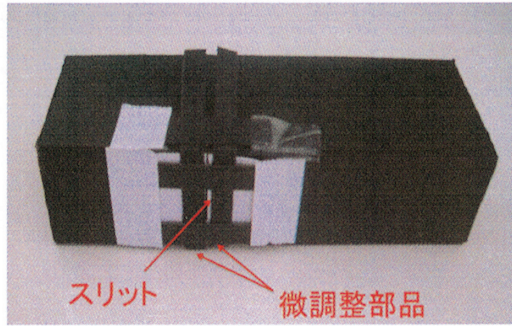


Fig. 14 Simple spectrometer

5. 簡易分光器への応用

先の結果から波長目盛板のない簡易分光器の場合は、写真画像の位置座標から波長を求める方法が、有効であると考えられる。そこでFig. 14のような、グレーティングシート1000本/mmを使用した簡易分光器³⁾をミニ研学生に作製させ、スペクトルの波長測定を行った。この分光器は写真撮影し易い場所にスリットを切り、かつ簡単ではあるがスリット幅を微調整できるように工夫されている。この分光器によるHgとHeによる波長と位置座標の較正曲線をFig. 15に、またTable 3にはこの較正曲線から得られたHとNaの波長を「波長1」欄に、前表同様に「波長」欄は物理定数データからの波長を記している。

Table 3より、簡易分光器であってもデジタルカメラを活用することで、高価な分光器並みの精度が得られた。

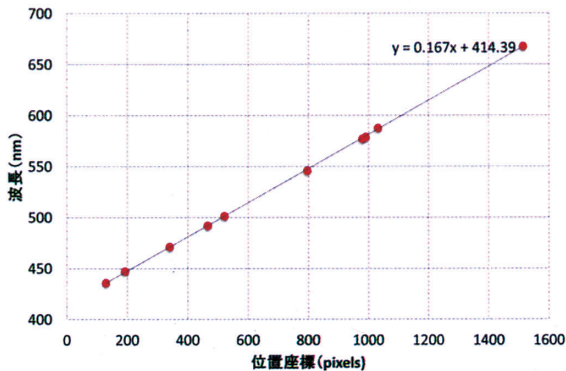


Fig. 15 Calibration curve of wavelength and position coordinates

Table 3 Sample light source data

H	ピクセル	波長1	波長	波長差
紫	121	434.6	434	-0.6
青	438	487.5	486.1	-1.4
赤	1456	657.5	656.3	-1.2
Na	ピクセル	波長1	波長	波長差
緑	932	570.0	568.8	-1.2
橙	1054	590.4	589	-1.4
赤	1213	617.0	616.1	-0.9

6. まとめ

HgおよびHeのデータから較正曲線を作成し、他の光源の波長の推定を行ったが、2つの方法での大きな差異はなかった。またH, Naの分析結果では、物理定数表との良い一致が得られた。しかし、限られた時間内で実験を行い、データ解析を行う学生実験では、目測法が容易で学生向きであると考えられる。目測法ではフォーカスロック機能を特に必要としないため、カメラに不慣れな学生でもオート撮影が可能である。

昨年、学生実験を行ったあるクラスのデータでは、Hスペクトルの解析結果を例にとれば、

H_{α} (赤) : 679~630nmの幅で、平均654.5 \pm 1.7nm

H_{β} (青) : 499~473nmの幅で、平均488.6 \pm 0.8nm

H_{γ} (紫) : 448~412nmの幅で、平均431.1 \pm 1.2nm

であった。平均値は定数表に近いものの、 H_{α} , H_{γ} では最大20nm以上違う結果も含まれていた。これはHe, Hgの較正曲線 (Fig. 12参照) の引き方によるものであり、読み取りミスによる影響が大きな要因である。今回の方法を導入することで、読み取りミスが減り、測定精度の向上が期待できる。

しかし、今回使用した小型デジタルカメラ (IXYL4) は古く、入手およびメンテナンスが大変になってきている。また最近発売のデジタルカメラではレンズが大きく、分光器内を撮影するには不向きな事も分かってきた。そこでレンズサイズの小さいデジタルカメラを搭載したipadの活用を検討している。

学生実験に導入に向けた今後の計画としては、ミニ研で分光器内をipadで実際に撮影して、まず今回は同様のデータ及び解析結果が得られる事を確認する予定である。その結果を踏まえ、実際の学生実験でのipadを活用した分光器実験を導入したいと考えている。

写真画像の位置座標から波長を求める方法は、簡易分光器による波長分析に非常に役に立つ事から、ミニ研ではipadを用いて分析を行い、再検証を行う予定である。

参考文献

- 1)平成23・24年度 応用物理実験指導書：福島高専物理科, 17 (2011).
- 2)物理実験指導書 平成16年度版：静岡大学物理教室, 90 (2004).
- 3)<http://edu.jaxa.jp/materialDB/downloadfile/79044.pdf>

蜷川幸雄の世界 群衆とスター

The World of Yukio Ninagawa -----Crowds of People and Stars

石原 万里

福島工業高等専門学校一般教科

Mari Ishihara

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年10月3日受理)

Yukio Ninagawa often used crowds of people and pop stars as actors in the Shakespearean plays that he directed. Yukio Ninagawa, one of the Japan's most famous Japanese directors, has sometimes been criticized for his use of TV stars or well-known pop stars who have no theatrical experience in his productions for the sole purpose of attracting a large audience. However, he also kept and nurtured two theatrical companies: 'Saitama Gold Theatre' consisting of people aged 65 and over, and 'Saitama Next Theatre' made up of young people. The actors in these companies were chosen through auditions.

He once mentioned that a protagonist is merely a person in a crowd who happens to be in focus and who starts to say long lines. *Richard II*, performed in 2015, was directed without using any "big-named" stars but instead with actors from his two theatre companies. It can be said that he finally accomplished his ideal production experience without the use of stars. This short paper follows his struggles throughout his life by concentrating on his use of crowds of ordinary people and stars in his theatrical productions.

Key words: Yukio Ninagawa, Shakespeare, *Romeo and Juliet*, *Richard II*

1. はじめに

蜷川幸雄演出によるシェイクスピア作品を見て気になるのは、舞台上に現れる名もなき群衆と、多くの場合主人公に起用されるスター達である。数々のシェイクスピア作品を手がけてきた蜷川であるが、時には、スターを起用することが、客寄せとしてとらえられ、批判されることもあった。テレビスターや、舞台経験のないアイドルさえをも、主役に起用する一方で、蜷川は、蜷川組、蜷川カンパニーと呼ばれる裏方をも含んだ演劇集団、さらには、演劇研修から始まる高齢者の「さいたまゴールド・シアター」と、若者達の「さいたまネクスト・シアター」を抱えていた。蜷川が求めたものは何だったのか。蜷川幸雄が亡くなって、数ヶ月が経とうとしている現在、彼の作品をスターと群衆から探してみたいと思う。

2. 群衆

2.1 蜷川とシェイクスピア

群衆と、スターの起用は、蜷川のシェイクスピア初演出作品である『ロミオとジュリエット』（日生劇

場, 1974年) から始まっている。

歌舞伎俳優松本幸四郎(当時:市川染五郎)をロミオに抜擢した蜷川はリハーサルで見た光景を以下のように描写している。「エルトン・ジョンの激しいロックで幕が開き、八十人近い群衆が乱闘を繰り返したあとの静寂のなかを、恋に悩む少年は、今散歩した森の中で、朝霧にぬれた野の花を摘んできた、とでもいうように、ゆっくりと歩いてきた。(略)新鮮な演技。そして見事な技術。これが歌舞伎俳優だった。」¹⁾ 蜷川は、観る者を引きつける歌舞伎俳優のスター性に魅了されている。80人もの群衆の乱闘シーンで始まる芝居は、しかしながら、その乱闘を起こした群衆とは異なる世界に生きるロミオとジュリエット(中野良子)の物語である。蜷川は、現代を、正確には1974年当時を「愛の価値が薄まった。愛の値段が安くなった時代ではないか」と考え、ロミオとジュリエットを見つめる群衆の視点を付け加えた。²⁾ 『ロミオとジュリエット』の物語は、「疾走する愛と、その疾走する愛を見つめる民衆の物語」として、蜷川によって舞台化されたのである。扇田昭彦によ

れば、この群衆は、自分たちには不可能な恋に生きる主人公の物語を、羨望を持って見つめる。「みじめな生活に明け暮れる民衆にとって、恋から死までを一瞬の流れ星のように燃え尽きた主人公たちの物語はあこがれのメロドラマ、見果てぬ夢となるのだ。(略) 報いらぬみじめな民衆という観客を置いたからこそ、ヒーローたちの物語はいよいよ華麗になり、限度を超えて無惨に、残酷になることが出来た。」³⁾ 群衆は、やがて、その恋が悲劇的結末を迎えることで、自分達とは生きる世界が違うことを再確認することになる。「愛の価値が薄まった」時代に生きる群衆の視点を取り入れることで、蜷川は観客を劇世界へと呼び込むことに成功したといえる。山口宏子も「60人(ママ)もの群衆がひしめく開幕、高い壁を使ったバルコニーの場など、「無名の人々の」の視点、垂直軸の強調といった演出手法は既に現れていた」⁴⁾として、蜷川のシェイクスピアが、それまでのシェイクスピア上演とは全く違って、群衆の視点が蜷川演出の手法であることを記している。

蜷川シェイクスピア第二弾は『リア王』(東宝製作、日生劇場、1975年)であり、やはり市川染五郎が主役を務めている。その後、蜷川は、ギリシャ悲劇『オイディプス王』『王女メディア』の後に、1978年に平幹二郎を主役に、『ハムレット』を演出する。この『ハムレット』では、群衆達は、ハムレットの物語を見つめ、その気高い生き方に涙したものの、フォーティンプラスが王位を継ぐことがわかると、フォーティンプラスへ迎合するかのよう、向かって行く。『ロミオとジュリエット』の時には、自分たちには叶わない恋を生きる主人公達を見守る視点として存在した群衆が、ここでは、自分たちの今後の生活を決定することになる大物に迎合する群衆となっていた。⁵⁾

蜷川は、シェイクスピアの原文(翻訳)に手を加えることはなかったが、幕開きと幕引きに新たな枠組みを付け加えることが多い。蜷川の名前を冠した『二ナガワマクベス』では、二人の老女がマクベスの舞台となる仏壇の扉をゆっくりと開くところから始まり、老女達は最後まで、食べ物を食べつつ仏壇の中で演じられる芝居を見守る。『テンペスト』では、役者達が佐渡の能舞台でリハーサルをするために集まっていて、出番の前までは、舞台上で「能舞台」を見守っている。原文に手を加えることなく、蜷川は独自のアレンジでもって、これまで誰も見た事がなかったシェイクスピアの舞台を作り出していたのである。その人を驚かせる幕開きと幕引きは、観客には歓呼を持って迎えられたが、一部批評家には不

評であることもあった。⁶⁾ シェイクスピア作品の持つバランス感覚をひっくり返すほどの驚きを与えてしまった場合、その驚きが劇そのものの印象をゆがめてしまうこともあったのだ。

2.2 蜷川と小劇場

蜷川の群衆は、シェイクスピア作品に限ったことではない。蜷川の最初の演出作品と考えられている『真情あふるる軽薄さ』(清水邦夫作、アートシアター新宿文化、1969)には、蜷川の特徴の二つが既に存在していた。それは、階段のセットと群衆である。この作品は、毎晩映画の最終回が終わったあとにセットを組み、夜9時半から上演されたという。設置しては撤去しなくてはならないのと、細長い舞台の上での上演という制約もあり、階段となったのかもしれない。幕が開くと、人々の長い列が、階段の上に並んでいる。彼らが、何を待っているのか、何故待っているのかは不明である。行列している人たちに、青年(蟹江敬三)が挑発的な言葉を投げかけ、女0(真山知子)がおもしろがる。しかし、行列は、彼らに乱されまいとする。おとなしい行列と、その行列に組み込まれまいとする二人との間に対立がある。列と男性との間に、物わりの良い態度で、中年男(岡田英治)が仲裁に入る。中年男は、しかしながら、最後に「行列を乱すな! 乱す奴は容赦なくたたき殺せ!」と叫ぶ。芝居が終わると、観客もまた、こん棒をもった「整理員」達に囲まれていて、いやでも現実の世界の底に棲む不気味さを感じる事になる。群衆は、「行列」あるいは「秩序」「体制」の象徴であり、それを乱そうとする不満分子は、たたき殺される。蜷川幸雄最初の演出作品と言われる『真情あふるる軽薄さ』では、群衆とは、無批判に静かに体制側に並んで、何かを待っている人達の集団だったのである。

蜷川幸雄が小劇場出身であったことは、その後の蜷川演出を考えるのに、欠かせない要素である。蜷川は、1955年、「劇団青俳」の研究生となる。俳優として劇団に所属していたが、清水邦夫の『真情あふるる軽薄さ』の上演が劇団の幹部クラスに認められなかったため、劇団「青俳」を退団し、仲間と一緒に「現代人劇場」を立ち上げる。蜷川は、『真情あふるる軽薄さ』の演出で認められ、アングラ演劇界で演出家となる。当時のアングラ演劇は、学生運動の活動と結びつき、『真情あふるる軽薄さ』の上演は、その延長線上にあったのだ。1971年、「現代人劇場」は解散し1972年、「櫻社」が結成される。そんなおり、蜷川に、東宝の中根公夫が『ロミオとジュリエット』の演出を依頼することになる。蜷川本人

は、商業演劇での監督を続けながらも、自分のテリトリーとして、仲間と立ち上げた劇団「櫻社」を維持するつもりだったようだが、劇団員にとって蛭川の行為は裏切りにも等しかったのである。彼らには、反体制側にいたはずの蛭川が、体制側についたとしか思えなかったのであろう。

蛭川にとっての群衆は、反体制側にいた学生運動家ではなくて、無批判に体制側に身をおく群衆なのであろうか？『真情あふるる軽薄さ』の中にいる群衆は、列を乱す事なく、並び続ける群衆であった。『ロミオとジュリエット』の稽古の後で、蛭川は旗竿を手に疲れきったように歩いてくる青年達に出くわす。かつての櫻社のメンバーだった。その時の様子を蛭川は以下のように記している。「ぼくは商業演劇の稽古の帰りで、彼らはデモの帰りだった。あれはたしか、一九七四年の四月だった。闘争はとっくに終わっていた。」⁷⁾ 蛭川は、アングラ劇団をするりと抜け出し、商業演劇に身をおく事になる。反体制派だった学生運動という体制の反体制側に回ったことになる。そこには、葛藤があり、覚悟が必要であった。蛭川にとっての群衆は、ただ単に体制側に無批判に身をおく人間とも言い切れないのである。

2.3 群衆の中の個

蛭川は、商業演劇で、『ロミオとジュリエット』を皮切りにシェイクスピアの作品を演出するようになったが、ギリシャ悲劇も演出している。ギリシャ悲劇でのコロスもまた、群衆のひとつの形態である。蛭川は、1976年の『オイディプス王』では男性ばかりの160名のコロスを使っている。山口は「群衆や語り手の役割を担う、ギリシャ悲劇特有のコロスという存在も、劇を民衆の視線の中に置く蛭川の考え方と合っていた」⁸⁾と書いている。蛭川の外国での出世作であり、日本人批評家の考えを変える事になった作品が、エウリピテスの『王女メディア』(1978)である。平幹二郎をメディアに抜擢した芝居は、ギリシャで好評を博したが、そのときのコロスは全員男性で、のちに大竹しのぶを主役として再演した時(2005)には、コロスは全員女性であったという。男性主役には男性のコロスを、女性主役には女性のコロスを配役することで、コロスの役割として、語り手でありながら、主人公の真情吐露の意味合いが強いようにも感じられる。

清水邦夫の他に、蛭川が尊敬していた作家が唐十郎であるが、1981年には、蛭川は、唐十郎の作品『下谷万年物語』をパルコ劇場(当時：西武劇場)で演出している。「スーパーリアルな長屋のセットと、本物の水をた

たえた瓢箪池、70人もの女装男娼が歌い踊る」舞台であったという。⁹⁾ 蛭川の舞台では、男娼の集団も、群衆となりうるのである。そこには、様々な男娼がいたはずである。

群衆としてひとつの動きをする人間像を描きながらも、その一方で、蛭川は常に、群衆の中の一人一人の個を大事にしている。『真情あふるる軽薄さ』に出演した役者は、蛭川から自分で役づくりをすることを求められたと語っている。たとえ、演じる役が群衆の一人であっても、個であることに、蛭川はこだわる。こうして、世代もばらばらな雑多な群衆が蛭川の舞台では作り上げられることとなる。「さいたまゴールド・シアター」でも、第二、第三の人生として役者を選んだメンバーに、蛭川が求めたものは、器用にいくつもの人生を描く事ができるいわゆる「役者」ではなく、それまでの60年間、70年間の生活をしてきた人間としての身体を舞台で表現することであった。¹⁰⁾ 群衆は、あくまでも個の集まりとしての群衆であるとの意識が蛭川にはある。そのため蛭川は、群衆を演じる役者達に、自分で考えて役作りをすることを常に求め続けたのである。

3 スターの起用

群衆を多様に使いこなす蛭川が、ポップスター、そして時には、演劇経験の乏しいアイドルスターを主役に抜擢することがある。

初期の頃には、沢田研二、木村拓哉を主役にした時もある。スターを起用することに関しては、蛭川自身、『千のナイフ、千の目』の中の「深夜の話—演出とは何か」で、自分自身にインタビューして、答える形で、以下のように語っている。

日常の時間から劇の時間に生活者をつれさるには、手早くその道筋を準備しなくてはなりません。ぼくがよくいう開幕三分間が勝負だというのは、日常の時間から劇の時間へつれさることがどれほど困難かということを知っているからなのです。・・・そこで、スターです。スターというのは、人々の欲望の最大公約数がスターを作っているのだと思います。とすると、スターを配役するとすでに開幕前から人々の思いも欲望も組織され準備されているのです。素早く劇の時間に入るために、こんな有利な条件はないのです。¹¹⁾

スターや、アイドルを見たいがために劇場に足を運ぶ人は、もちろん存在する。それは、スターが、日常空間とは違う世界を見させてくれるからだ。だが、スターにはスターになったゆえんがある。筆者は、2006年英国

ストラットフォードで、蝮川カンパニーの『タイタス・アンドロニカス』の公演に、裏方の通訳として参加する機会に恵まれたが、その時、アーロン役の小栗旬が、多くのイギリス観客を魅了したさまを目にした。真っ白い舞台の上の、ロムルスとレムスがオオカミの乳を吸う、真っ白い像の台座の上に、やや褐色の肌に金髪のアロンは、真っ赤な長いコートとスカートを身につけて立った。その姿は、美しく、彼がスターであることを知らない英国の観客達は、その立ち姿をため息交じりに見つめていた。¹²⁾ 彼は、日本では名前の知られたスターであったが、その彼の名前を知らない観客を魅了するだけのスターとしての存在を彼は身につけていたのである。

その一方で、蝮川に認められ、スターとして成長していった俳優達も多くいる。藤原竜也がオーディションで選ばれ、『身毒丸』を経て、ハムレットを演じるようになったのは、あまりにも有名な話である。吉田鋼太郎、市村正親、田中裕子、大竹しのぶ、真田広之、宮沢りえ、小栗旬、松坂桃李、などは蝮川により、さらに才能を開花させていったスター達である。蝮川の演出は厳しく、時には自尊心をずたずたに引き裂かれることもあったようだが、多くのスター達が蝮川によって成長できることを信じ、罵倒されても食らいついていこうとしたことが、彼らの手記から読み取れる。¹³⁾ スターはただ単にスターであるのではなく、スターになるには、人知れぬ努力の積み重ねがある。そのことを、よく理解していた蝮川と、さらに上を目指すスター達が、蝮川の舞台を支えていたのである。

4 集大成としての劇『リチャード二世』

彩の国さいたま芸術劇場でシェイクスピア全37作を上演するシリーズの第30弾となった『リチャード二世』(2015)を見た観客は、最初の場面で圧倒されることとなった。劇場内にインサイドシアターとして作られた劇場は、三方が階段状の客席で取り囲まれ、舞台は底にあり、観客は舞台と同レベルにいるか、上にいて、広く何も無い舞台を見下ろしている。舞台奥から、穏やかに談笑しながら、車椅子にのった高齢者達を若者らが押しながら入ってくる。男性は紋付き袴、女性は黒留袖で、まるで結婚式の後のようである。しかし、タンゴのメロディーが流れるやいなや、一転して、老若男女が突然踊り出す。その迫力は、まさに圧巻であった。

群衆がひとつの塊として、大きく動き出したかのように感じられたが、若い男性と高齢の女性、高齢の男性と若い女性のカップルが、腰をくねらせ、足をからませ

て、官能的にタンゴを踊っていた。その一人ひとりに目を奪われないわけにはいかなかった。今まで見たこともない情景が目の前に広がっていた。

やがて電動車椅子で年若い男性が登場する。この男性こそが、主人公のリチャード二世だった。この男性は、やがて、もう一人の若い男性と、ホモセクシャリティを漂わせながら、しなやかに、見つめ合いながら、タンゴを踊る。王座を追われることになるリチャード二世と、彼から王座を奪うことになるボリンブルックが踊っていたのだ。

『リチャード二世』は、このシリーズ初めて有名俳優が出演しない、「さいたまネクスト・シアター」と「さいたまゴールド・シアター」のメンバーだけの舞台であるという。蝮川は、かつて主役について次のように語っている。「ぼくにとって主役の人々というのは、大勢の人のなかからたまたまその人物に焦点があたり、多くの言葉を喋る人になったに過ぎないのです。」¹⁴⁾ 蝮川幸雄が1987年52歳の時に書いた文章である。生涯挑戦を続けた蝮川は、2015年『リチャード二世』で、80歳にしてスターを起用することなく、「大勢のなかからたまたま主役に焦点があた」る舞台を作りだしたのである。蝮川の集大成と言っても良いだろう。

5 まとめ

蝮川の舞台を初めて観た人は、その舞台に圧倒される。それは、彼らにとって、蝮川の舞台が新しい何かを見せてくれるからである。新劇が独占的にシェイクスピア劇を上演していた1970年代、蝮川の『ロミオとジュリエット』は、それまで、日本人が観たこともなかったシェイクスピア演出作品でとなった。

蝮川を語る時によく引き合いに出されるのだが、イギリスの評論家マイケル・ビルントン (Michael Billington) は、1987年に蝮川の『マクベス』を観た時、「これまでの観劇人生のなかで、蝮川幸雄のマクベスほど、痛々しいほどに美しい舞台は観たことがない」(In my whole theatergoing lifetime I have never seen a production as achingly beautiful as Ninagawa Yukio's Macbeth)¹⁵⁾と述べている。

2007年に蝮川の『タイタス・アンドロニカス』を観たミリアム・ギルバート (Miriam Gilbert) も、上演が自分の理解できる英語ではなくて日本語であったことも手伝って、自分が、全く新しいもの、これから何が起こるかわからないものを目にしていると感じている。¹⁶⁾

蝮川幸雄の芝居を初めて見た人たちは、「こんな・・

今まで見たことがない」と言う。それは、蜷川が常に新しいものを、私たちにを見せてくれていたからに他ならない。

蜷川は、生涯、新しいものに挑戦し続け、観る者を圧倒させてきた。観客は、あまりにも多くの群衆を舞台上に見ることで、まず驚く。そして、群衆の一人ひとりの演技に目を奪われる。やがて、その中でひとときわ一目を引く一人が紡ぎ始める物語に聞き入り、蜷川の劇世界へと連れ去られて行くのである。

注：

- 1) 蜷川幸雄『千のナイフ、千の目』（紀伊国屋書店、1993）p. 59-60.
- 2) 蜷川幸雄『闘う劇場一僕が笑い、泣き、闘った舞台のすべて』（NHK ライブリー、1999）p. 10
- 3) 扇田昭彦『蜷川幸雄の劇世界』（朝日新聞出版、2010）p. 45-6.
- 4) 蜷川幸雄、山口宏子『蜷川幸雄の仕事 とんぼの本』（新潮社、2015）
- 5) 蜷川は、『ハムレット』を8回演出しているが、市村正親主演の4回目の『ハムレット』（2001）では、成宮寛貴演じるフォーティンプラスに、生き残った人々を射殺させている。『ハムレット』の演出の変化については、秋島百合子『蜷川幸雄とシェークスピア』が詳しい。
- 6) 蜷川幸雄『闘う劇場』には、蜷川が批評家に対して批判をするために行なった壁新聞のことが書かれている。
- 7) 蜷川幸雄『千のナイフ、千の目』p. 60.
- 8) 蜷川幸雄、山口宏子『蜷川幸雄の仕事 とんぼの本』p. 67.
- 9) 蜷川幸雄、山口宏子『蜷川幸雄の仕事 とんぼの本』p. 30.
- 10) 徳永京子編、『我らに光を一さいたまゴールド・シアター 蜷川幸雄と高齢者俳優 41 人の挑戦』（河出書房新社、2013）には、蜷川の元集った俳優達が、それぞれの人生を背負いながら、俳優に挑戦している姿が浮

き彫りになっている。

- 11) 蜷川幸雄『千のナイフ、千の目』p. 110.
- 12) Miriam Gilbert 'Hearing with Eyes: Watching Shakespeare' in *Shakespeare Bulletin*, (John Hopkins University Press, Nov.2007) p.35-46.には、『タイタス・アンドロニカス』の舞台の視覚的効果が細かく描写されている。
- 13) 蜷川幸雄他『蜷川幸雄の稽古場から』（ポプラ社、2010）には、蒼井優他 10 名の俳優のインタビューが掲載されていて、蜷川が若手を育ててきた過程がわかる。
- 14) 蜷川幸雄『千のナイフ、千の目』p. 110.
- 15) Michael Billington *The Guardian* 19 September 1987
- 16) Gilbert p.35-46.

参考文献

- 1) 秋島百合子: 蜷川幸雄とシェークスピア (角川書店、2015)
- 2) 扇田昭彦: 蜷川幸雄の劇世界 (朝日新聞出版、2010)
- 3) 蜷川幸雄、山口宏子: 蜷川幸雄の仕事 とんぼの本 (新潮社、2015)
- 4) 蜷川幸雄: 闘う劇場一僕が笑い、泣き、闘った舞台のすべて (NHK ライブリー、1999)
- 5) 蜷川幸雄: 千のナイフ、千の目 (紀伊国屋書店、1993)
- 6) 蜷川幸雄、蒼井優他: 蜷川幸雄の稽古場から (ポプラ社、2010)
- 7) Gilbert, Miriam. Hearing with Eyes: Watching Shakespeare in *Shakespeare Bulletin* (John Hopkins University, 2007)
- 8) Brokering, Jon M. Ninagawa Yukio's Intercultural Hamlet: Parsing Japanese Iconography in *Asian Theatre Journal* Vol. 24. No. 2 Fall, 2007. pp.370-396.
- 9) Suematsu, Michiko. Import/export: Japanizing Shakespeare' in Dennis Kennedy and Young Li Lan (eds) *Shakespeare in Asia* (Cambridge University Press, 2010) pp.155-169.

安藤昌益における自然観について

On the View of Nature in Ando Shoeki's Philosophy

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月23日受理)

Ando Shoeki's "nature (*shizen*)" was epoch-making in that it was much like when we mean in the same word now. His thought can be seen to include the ecological view where we ought to live in proper harmony with the natural environment. Now we should carefully consider why Shoeki repeatedly mentioned *shizen* in *Shizen-shin-eido* to make his thought come into fruition in the current global context in which the human being is deeply involved into various critical situations caused by our own ignorance of the importance of being in sustainable accordance with the nature and universe.

Key words: Ando Shoeki, nature, ecological view, natural environment, *Shizen-shin-eido*

1. はじめに—生涯と思想の誕生—

古来、日本の文学者や思想家たちは、自然と一体化することを理想とし、花鳥風月を愛でてきた。しかし、日本には自然を感情的にはなく、自然自体として客観的に捉え、論理的に本質を解明する哲学は多くなかった。本稿で取り上げる安藤昌益（1703～1762）は、そのように哲学した、数少ない人々の中の代表的思想家である。彼は、18世紀の東北の青森や秋田で哲学体系を打ち立てた。日本列島の中心ではなく、周縁の場こそが、この時代に最も高度な自然哲学を生み出した。本稿の目的は、安藤昌益における自然観について考察することである。

昌益は、18世紀初頭の元禄16年（1703）に現在の秋田県大館市二井田に生まれた¹⁾。少年期や青年期のことはわかっていない。しかし、彼自身が過去において禅宗の老僧から大悟を認められ、印可を授けられたことを語っているから²⁾、これを重視すれば、青年安藤昌益が「いわゆる『身心脱落』を体験した正真正銘の禅僧」³⁾であった可能性が十分に指摘される。しかし、仮にそうであったとしても、昌益はやがて禅僧の身分を捨て、「信仰そのものをしりぞけ、仏門にいささかの未練も残さ」³⁾ ずに、「医師というまったく異なった道を選択」³⁾ するようになる。

彼は、おそらく当時の医学の中心地であった京都で医学の研修に励み⁴⁾、さらに医学以外の多くの学問も修めて「百科全書的知識人へと変貌して」⁴⁾ 行くが、まだこのころは独自の昌益哲学には到達していない。

京都における医学・学問研究の後、「おそらく江戸の地で昌益は、一七四〇～四一ごろこの地に滞在していたある医師の知遇をえ、医師としての技量だけでなく、その人物・識見ともに見こまれて、その医師の出身地である奥州・八戸（現青森県）へ熱心に招請された」⁵⁾ と思われる。

昌益が八戸に来て数年後に、八戸に「猪飢渴」という、農産物の過度の商品作物化による、自然生態系の人為的破壊に由来する大凶作が発生し、飢えた人々の間に病人・死者が続出する⁶⁾。この悲劇的事態に直面して、昌益は、ただ単に発生した病気を個々に治すだけではなく、病気を生み出す真の原因、この場合は、自然の生態系を破壊して、目先の経済的利益だけを追求する、社会的経済的システムにも目をむけるようになったと思われる⁷⁾。こうした今日の問題でもある自然破壊に直面することによって、当時の日本にあって極めて稀な「批判的知性」をもった哲学者となったのであり、「まさに八戸こそは、いわゆる昌益思想誕生の地であった」⁸⁾ のである。

2. エコロジーの先駆者

かくして書き著された書物が刊本『自然真営道』全三巻であった。この書の「序」は、昌益の高弟・神山仙確により、1752年に書かれている。この年、地球の反対側では、ディドロ (1713~1784) が精魂を傾けて世に送り出した『百科全書』の発行・配付の禁止が、フランスの國務顧問会議において、決定されている。

さて『自然真営道』の中に、次のような言葉が記されている。

師、……寝食を忘れて……身を忘れて転下・妄失の病苦・非命にして死せる者の為に神を投じて、以て自然の真営道を見わす⁹⁾。

すなわち、師昌益は寝食を忘れて天下のでたらめな誤りによって病気に苦しみ、不慮の災難によって天寿を全うできずに死んでいった者たちのために、全身全霊を傾けて、自然の真営道を明らかにされたのであったという。

確かにこの言葉は、直接的には従来の医学が自然の気行を正しく踏まえていなかったため、不当な治療を施し、それによって病気が治らずに死んでいった人々に関して語られている。しかし、この「非命にして死せる者」の中には、自然の生態系を破壊して目先の経済的システムの下に生きていなければ、死なずに済んだ人々が数多く含まれていたのである。

正に刊本『自然真営道』は、社会的経済的システムによって引き起こされた自然破壊の犠牲者として、無鉤なるままに死んでいった人々に捧げられた「鎮魂の書」¹⁰⁾でもあった。この自然哲学書・医学書は、昌益独自の概念と用語が見られる充実した昌益哲学の書である。すでにこの書には、「自然とは自り然る (ヒトリスル) を謂ふなり」¹¹⁾と語られていて、自然の自己運動性が強調されており、また「天地」ではなくて「転定 (テンチ)」と書かれ、「直耕 (チョッコウ)」の言葉も使われている。

さらにまた注目すべきことは、古代ローマのプリニウス (22/23~79) と同じく、昌益はここで、人間による地球内部の鉱物資源の採掘を批判してもいる¹²⁾。昌益は、「自然を拷問にかけ、自然から資源を搾り取るような開発に反対」¹³⁾したのである。この点で、彼は「日本におけるエコロジーの先駆者」¹³⁾であった。この刊本『自然真営道』は、ディドロの『百科全書』と同様に発禁処分になりかけた。その理由は、幕府公認の暦である貞享暦を昌益が批判したからであるが、出版元ならびに昌益の柔軟な対応により、辛くも公刊

にこぎつけた¹⁴⁾。しかし昌益は、この件によって「幕藩体制下における著作の出版の困難さ」¹⁵⁾を痛感するに至り、以後昌益の全ての著作は刊行されることなく、稿本として信頼できる少数の弟子たちだけで、読まれていくことになる。この点もディドロと似ている。ある時期以降のディドロは、著作を公刊せず後世に託するようになったのであった。

この1752年頃にはまた、八戸確門 (八戸における昌益の門人たち) に向け、稿本『統道真伝』が書かれた。この書の内容は、大きく二つに分かれている。

一つは、古代中国の儒教および諸子百家の思想とインド・中国・日本の仏教、さらに神道等の伝統的宗教思想である。もう一つは昌益独自の医学・博物学・地理学を展開した巻である。

この『統道真伝』と前後して、昌益は畢生の大著である稿本『自然真営道』を執筆していく。稿本『自然真営道』の第一巻『私制字書巻一』の「序」は、1755年に書かれている。この昌益の主著は、「ある時期に昌益がまとめて書いた著作ではなく、彼の生涯にわたる手稿を (昌益の同意の下に、おそらく高弟仙確が) 一定基準で体系化し編集したもの」¹⁶⁾である。

ところで、昌益の哲学には独自の用語が散見され、理解を難しくしているところがある。そこで、著作の解釈に入る前に、彼の用語について簡単に説明しておきたい。

3. 昌益の用語

「新しい酒は新しい革袋に盛れ」といわれるように、昌益が発見した、自然界の法則という新しい酒を盛るためには、新しい革袋すなわち新しい概念、新しい用語が必要であった。しかし、新しい概念やそれを表現する新しい用語のために、昌益独自の用語も多く、この点が難解とされる原因なので、以下簡単に解説しておこう。

昌益の『自然真営道』には、「自然」という言葉が繰り返し出てくる。昌益の思想の本質が、この語に集約されている。というのも、昌益はこの宇宙に存在するすべてのものが、「自然」の一部だと考えていたからであり、人間は「自然」を抜きには存在できないし、「自然」に則って生きることが、人として踏むべき道だと考えていたからである。

なお「自り然る (ヒトリスル)」「自然」は、「自感 (ジカン)」「自行 (ジコウ)」とも表現される。つまり、万物は外からの働きかけではなく、自己の内

なるエネルギー、内部生命によって時々刻々と自己代謝、自己脱皮を繰り返す、表面的には静止しているように見えても、一瞬たりとも同じものではありえない、生き生きとした存在であるとされる。

次に「活真（カツシン）」について。宇宙の全存在を成り立たせている根源的な実在を、目には見えないものの確実に存在する「生きて真（イケテマコト）」なるもの、つまり運動している物質、あるいは物質の運動状態にあるものを「活真」と名づけ、宇宙の全存在はこの「活真」が縦横無尽に運動し、多様な形をとって発現した状態だと考えた。それは、仏教や道教の伝統的な「無」の思想に対して「ノー」を突き付け、人々特に勤労農民の日々の生活実感を、そのまま肯定した「有」の物質観である。

なお、「活真」の語は晩期に到達した概念で、初期には「真」「一真」という語が用いられていたが、いずれも空や無に対する存在の確かさ、真実性を表したものである。また「活真」は晩年には、運動の場であり存在の場でもある「土」、エネルギー転換の場としての「土」と一体化して「土活真（ドカツシン）」という表現も見られるようになる。

国文学者の野口武彦は、「土」について次のように述べる。「安藤昌益は土くさい思想家である。強烈な土のにおいを身のまわりから発散させている思想家である。その哲学のすべてを土から発想させている思想家である。そして疑いもなく、この人物の個性をかたちづくるこの独特の土くささが、昌益を長いあいだ、ハーバート・ノーマンのいわゆる『忘れられた思想家』にしていたことの原因であった」¹⁷⁾と。

次に「互生（ゴセイ）」について。では、運動は何によってもたらされ、何によって推進されるのか。

昌益はそれを内部エネルギー、内部生命に求めた。それは宇宙に遍く存在する、一見対立しているかのように見えながら、実は相互に依存しあい補いあい、時には相互に転化しあう二つの要素（性）が、互いに働きかけあい、互いに反発しながら、「性を互いにし」、それがエネルギーの起点となって、運動が絶え間なく推進されるとして「互生」という用語を生み出した。

「互生」とは、具体的には、明と暗、昼と夜、生と死などで代表され、昼は刻々と夜に近づき、夜は刻々と昼に近づき、昼は内に夜を抱え、夜は内に昼を抱え、昼夜合わせて一日を形づくっているというように、昼と夜は一体のものとして把握される。明と暗、生と死も同様である。

生死が一体のものとして把握された結果、地獄・極楽という死後の世界が否定されるとともに、死も虚無への還元としてではなく、新たな生を準備するものとして、宇宙の悠久の生命の流れ、すなわち物質循環の中に位置づけられて、肯定的に捉えなおされる。

また、太陽と月、天と地、男と女、内と外、上と下というように、対をなす存在は、すべて「性を互いにし」「互生」の関係にあるとされる。それは、相互に不可欠な存在、一体のものとして位置づけられるだけでなく、そこにおける官尊民卑、天尊地卑、男尊女卑などの伝統的な価値序列、すなわち「二別」も悉く否定される。

さらに、「直耕」について。昌益は、この宇宙のすべての存在が、生命のあるもの、相互に有機的に関連しあい、時々刻々と新陳代謝しつつある存在であり、自己運動によって日々生まれ変わる一大生命体と見て、その総体を「自り然る自然（ヒトリスルシゼン）」と名づけた。

それと同時に、こうした日々自己を再生産する自己代謝活動を、擬人化ないし主体化して「直耕」とも表現した。「直耕」は「直ら耕す（テズカラタガヤス）」とも訓まれるように、もともとは農民が大地に鋤を入れて肥料を施し、穀物や野菜を育てること、すなわち農業労働を意味した。それが、昌益が思索を深める過程でその意味するところも深められ、基本概念の一つとして位置づけられるようになる。

具体的には、宇宙の根源的な存在である「活真」が運回して天地宇宙を生み出すことは「活真の直耕」であり、「転定」宇宙が運動することで時が流れ、四季が巡り、大地に万物を生み出し万物を養うことは「転定の直耕」、植物が根から地中の養分を得て生長し実をつけるのは「草木の直耕」、大小の動物が、互いに食い食われをするのは「動物の直耕」とであるとされる。

4. 昌益の自然観

さて、昌益の自然観とは如何なるものであろうか。彼は、稿本『自然真営道』「大序」巻の冒頭を、次のように書き出している。

自然とは互生・妙道の号なり。互生とは何ぞ。曰く、無始無終なる土活真の自行、小大に進展するなり。小進木・大進火・小退金・大退水の余蘊行なり。自り進退して、八氣互生なり。木は始を主どりて、その性は水なり。水は終を主どりて、その性は木なり。故に木は始にも非ず、無始無終な

り。火は動始を主どりて、その性は収終し、金は収終を主どりて、その性は動始す。故に無始無終なり。これが妙道なり。妙は互生なり、道は互生の感なり。これが土活真の自行にして、不教・不習・不増・不減に自ら然るなり。故にこれを自然謂う¹⁸⁾。

すなわち、自然とは「互生・妙道」の呼び名である。「互生」とは何か。それはいつてみれば、始めもなく終わりもない「土活真」の自己運動であり、その土活真が、小さくあるいは大きく進んだり、また小さくあるいは大きく退いたりすることである。土活真が小さく進めば「木」、大きく進めば「火」、小さく退けば「金」、大きく退けば「水」の「四行」となる。そしてこの四行の各々において、土活真がさらに自己運動的に進んだり退いたりすると、「八氣」となり、それぞれの気が他の気と「互生」の関係を持つ。「木」は運動の始まりをつかさどるが、その本性は「水」を本質的契機としており、「水」は運動の終わりをつかさどるが、その本性は「木」を本質的契機としている。それゆえ「木」は全くの始まりだけでなく、「水」も全くの終わりではない。この意味では、「木」も「水」も始まりでも終わりでもないのであり、そもそも始まりや終わりは存在しないのである。「火」はとりわけ活発な運動の開始をつかさどるが、その本性は収束を本質的契機としており、それゆえ、「木」は全くの始まりだけではなく、「水」も全くの終わりではない。この意味では「木」も「水」も始まりだけでも終わりでもないのであり、そもそも始まりや終わりは存在しないのである。「火」はとりわけ活発な運動の開始をつかさどるが、その本性は収束を本質的契機としており、「金」は収束をつかさどるが、その本性はとりわけ活発な運動を本質的契機としている。それゆえ「火」も「金」も始まりでも終わりでもないのであり、そもそも始まりや終わりは存在しないのである。このような一連（本質的・有機的な相互規定的運動関係の）在り方こそが「妙道」である。すなわち「妙」とは「互生」（相互規定的運動関係性）に他ならず、「道」とはそのような「互生」の発現運動（働き）に他ならない。

以上が「土活真」の自己運動であり、それは教えられ習って行うような他発的なものではなく、総体としての増減もないものであって、「土活真」が自発的にひとりで行うものである。そして正にそれゆえに、このような「互生」の「妙道」である「土活真」の自己

運動を「自然」というのである。

ここには、昌益の自然哲学の最高の達成が、簡潔な言葉で展開されている。

ここにおいて明らかなように、昌益の述べている「自然」という言葉には、まず何よりも「自り然ル（ヒトリスル）」¹⁹⁾ という動詞の意味が濃厚である。それでは、その「自り然ル」すなわち自己運動する主体は如何なるものであろうか。それは、ここに明確に語られているように、もちろん根源的には「土活真」であるが、より広くいえば、その「土活真」の結果として生成し存在しているこの世界に他ならない。そしてこの世界の事を、現代の我々はヨーロッパ語の nature の意味で、「自然」という言葉を用いている例がある。例えば、稿本『自然真営道』第七巻「私法仏書巻」では、次のように述べられている。

夫れ転定は自然の全体なり。……此の故に自然は無始無終なり。此の自然が自り大いに進退して転定ない。……此れが自然の全体、無始無終の転定なり。²⁰⁾

すなわち、そもそも天地とは、自然の全体である。このことゆえに自然は、始まりももたず終わりももってはいないのである。この自然が、大規模に宇宙的規模で進退の自己運動をして、天地となっているのである。これが、自然の全体であり、始まりも終わりもない天地なのである。

この箇所「自然」は、まぎれもなく運動する主体であり、この世界そのものを意味している名詞である。安藤昌益は現代的意味でも、すなわちヨーロッパ語の nature の意味でも、「自然」という言葉を使用していたのである。このことは、19世紀以前の東洋世界においては、極めて稀なことであり、ほとんど他に例のないことであった。したがって「昌益は、ヨーロッパ語の nature すなわち自然界という意味で『自然』の語を用いた日本で最初の人物²¹⁾」なのであり、「自然界を意味する名詞『自然』という言葉自体が、昌益の創造である²¹⁾」といっても誤りではないといえる。

5. 昌益の自然哲学

さて以上のような確認を行った上で、昌益の自然哲学の内容そのものの検討に入っていくことにしよう。すでに見て来たように、昌益によれば、自然とは第一に自ら運動するものである。そして、その運動の根源的主体が土活真であり、その土活真の自己運動の仕方が互生と呼ばれている。ここで四行・八気が語られて

いる。昌益は、この四行・八気が、それぞれ互生に有機的に相手を規定し合っていることを力説し、原理的に同等の次元のものである二つのものが、相互に他者を本質的契機としており、両者相俟って一つであり、しかもその各々が決して固定的ではなく、常に変動しダイナミックに運動していることを強調している。土活真が自己運動するということは、このような仕方でも有機的・相互的なダイナミックな運動システムが働いているということである。

なお付言するならば、これは四行・八気が土活真という一から分化する、ということの意味しているのではない。そうではなく、土活真の自己運動の仕方そのものが、はじめから以上のような有機的な相互規定的運動関係性を本質的にもっており、その運動の仕方に四行・八気があるのである。この相互規定的運動関係性が互生である。そして妙道とは、このような互性的な土活真の自己運動の、妙なる在り方を指している言葉なのである。

昌益は、この有機的にして相互的な自己運動の見事さを、妙なる道理の発現として称えている。そしてまた、この土活真の運動は、あくまでも自らが運動するのであり、決して例えば外部にいる超越的な神のようなものが運動させているのではない。そのような神は、現在の運動の根拠として不要だけではない。例えば運動の最初の一撃を与えるものとしても、不要なのである。土活真の自己運動は、本質的にもとから運動状態にあるのであり、始めもなく終わりもないのである。

では、その自己運動の根拠は一体何なのであろうか。この点について、昌益は次のように述べている。

八気・互生は自然、活真は無二活・不在の自行、人・物生生は営道なり²²⁾。

すなわち、八気とその互生規定的運動関係性が、自然なのであるが、そもそも活真は固定的・分離的な二として相互に無関係に活動するのでもなく、また、単なる均質的なただ一としてとどまっていなくて、自己運動するのである。そしてこのようにして活真が運動することによって、人間や物を次々と生み出すことが営道なのである。

すなわち、自然の生成の根源である活真は、単なる均質的なただの一ではなく、かといってまた、相互に無関係に固定的・分離的な二でもないのである。活真は一であるが、その一は自らのうちに非均質的なものを含んでおり、その結果一であり続けることができずに二となるのである。

しかし、またその二は、二となったからといって相互に無関係に固定的・分離的になるのでは全くなく、やはり相互規定的運動関係性のうちにあり、その点では相変わらず両者あいまって一なのである。この一と二のダイナミックで相互転化的な関係「一は二になり、かつ二は一になるという無限の響き合い」²³⁾の関係こそが、運動を生み出すのである。一が二となり、二が一となること自体が運動なのである。運動は、一のうちに内在しているのである。これが昌益の述べる活真の自己運動の根拠である。

6. おわりに—自然の自己運動性—

この活真の自己運動を、昌益は詳しく次のように述べている。

活真自行して転定を為り、……常に通回転・横回転・逆回央土と一極して、逆発穀・通開男女・横回四類・逆立草木と、生生直耕して止むこと無し。故に人・物、各々悉く活真の分体なり。これを営道と謂う²⁴⁾。

すなわち、活真は自己運動して天地宇宙を造り、常に運行して天を巡り、横行して海を巡り、逆行して大地を巡る。そしてこの一巡が極まる今度は逆行に発して穀物を生み、通行に展開して男女を生み、横行に巡って鳥獣虫魚を生み、また逆行に立って草木を生む。このように活真は、宇宙の全てのものを次々と生み出しているものであり、その生成活動は止むことがない。それゆえ人間もすべての物も、それぞれことごとく活真の分身なのである。このような活真の生成過程を営道という。

このはじめ言葉から、活真は宇宙を造る、宇宙とは別の造物主であると誤解してはいけない。活真は、あくまでも自己運動するのであり、その結果が宇宙の構造を形成するのである。活真とは、この点で宇宙そのものである。昌益は、この宇宙の運動性を強調するために、「天地」という固定的でしかも上下観念を含む言葉の代わりに、同じ発音の「転定（テンチ）」という言葉で造語した。それほどまでに、昌益の自然哲学は徹底してダイナミックな運動性を、根本的なものと見ているのであり、原理的に同等の次元の物である二つのものが、相互に他者を本質的契機としつつ相互転化することに注目している自然哲学なのである。

次に通・横・逆という概念が出てくるが、ここで昌益が述べていることは、世界生成のプロセスであり、そのプロセスが通・横・逆という仕方でもなされるので

ある。世界は、活真の止むことのない生活動、すなわち直耕によって多様に構造化されるのであり、その自己運動的すなわち自然的生成過程が、営道と呼ばれているのである。昌益は、このようなことを述べ、次のようにまとめている。

この故に転定、人・物、あらゆる事・理、微塵に至るまで、語・黙・動・止、ただこの自然活真の営道に尽極す。故に予が自発の書号、『自然真営道』と為るは、これのみ²⁶⁾。

このようなわけで、天地宇宙は、人間も物も、あらゆる事象も理法も、微細な塵一つに至るまで、それを語ろうとも黙ろうとも、動かそうとも止めようとも、どのようにしてもそもそも、ただこの自然的に、すなわち、互生的に自己運動している活真の生成過程という営道に尽きているのである。このことのゆえにこそ、私は自ら発案して、書名を『自然真営道』としたのであったという。ここに述べられているように、自然真営道とは、自然的活真の営道なのであり、昌益は活真の自然の営道を哲学したのであった。

以上によって明らかのように、昌益哲学における自然は、極めてダイナミックな自己運動性を本質としている。互生という徹底的に有機的な連動関係を根本とするその自然哲学は、自ら運動するものの哲学であり、単なる均質的なものを自然の世界と見る、デカルト的な哲学の対極に位置しているのである。

すなわち、昌益の互生の哲学は、自然を自己運動的にして有機的な一大関係体と見る、という原理的な次元で、デカルトを超えている。彼の自然哲学は、この点においてデカルト的西洋近代を超えた、極めて現代的な哲学である。つまり安藤昌益の思想は、地球環境破壊の深刻な時代において、18世紀の日本の周縁から現代世界に贈られた、「自然と共生するエコロジー哲学」であるといえよう。

参考文献

- 1) 安永寿延：安藤昌益 研究国際化時代の新検証，p. 30（農山漁村文化協会，1992）
安永寿延（1929～1995）は、安藤昌益に注目した日本文学・思想の研究者である。
- 2) 安藤昌益研究会編：安藤昌益全集（農山漁村文化協会，1983～1987）
以下、この全集からの引用は、巻数と頁数を、次のように記す。
『安藤昌益全集 第18巻』， p. 279
- 3) 安永前掲書， p. 31
- 4) 同， p. 32
- 5) 同， p. 33
- 6) 同， pp. 36-37
- 7) 同， pp. 37-38
- 8) 同， p. 38
- 9) 『安藤昌益全集 第21巻』， p. 305
- 10) 安永前掲書， p. 38
- 11) 『安藤昌益全集 第21巻』， p. 301
- 12) 同， pp. 423-424
- 13) 『安藤昌益全集 第13巻』， p. 62
- 14) 安永前掲書， pp. 38-41
- 15) 同， p. 41
- 16) 寺尾五郎：論考 安藤昌益， p. 122（農山漁村文化協会，1992）
寺尾五郎（1921～1999）は、『安藤昌益全集』の監修をライフワークとした歴史学者であった。
- 17) 野口武彦：土の思想家 安藤昌益， p. 7，日本の名著19 安藤昌益 所収（中央公論社，1971）
ハーバート・ノーマン（1909～1957）は、カナダの外交官である。また彼は、安藤昌益の再評価に努めた、日本史の歴史学者でもあった。
- 18) 『安藤昌益全集 第18巻』， pp. 7-8
- 19) 安永前掲書， p. 309
- 20) 『安藤昌益全集 第18巻』， pp. 252-253
- 21) 寺尾前掲書， p. 17
- 22) 『安藤昌益全集 第17巻』， p. 9
- 23) テツオ・ナジタ：現代思想を切り拓くテキスト 安藤昌益，安藤昌益 国際シンポジウム記録 現代農業1993年臨時増刊 所収，（農山漁村文化協会，1993） p. 47
- 24) 『安藤昌益全集 第17巻』， p. 9
- 25) 同， pp. 9-10

カントの前批判期哲学における道徳的原理の展開について

On the Development of Moral Principle in Kant's Pre-Critical Philosophy

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年8月26日受理)

The purpose of this paper is to consider the development of moral principle in Kant's pre-critical philosophy. In the preceding paper, the human being clarified the structure captured by the tangle of right and wrong in Kant's philosophy. Kant who suffered from the problem of agreement between the motive of moral sensitivity and the intellectual reflection discovered the internal self-active principle.

Key words: moral principle, Kant's pre-critical philosophy, internal self-active principle

1. はじめに

前稿の論述により、カントにおいて人間の現存在が一種の分裂、すなわち善と悪の葛藤によりとらえられている構造を明らかにできた¹⁾。さらに、その分裂を通して直面する深淵、つまり我々には悪を防ぎようもなく、いったん陥った悪から脱却する道がないという人間の現存在の頹落を瞥見することもできた。

問題は、カントがこのような人間の現存在の頹落において、根源悪を克服する根拠は腐敗を前提とした格率の中には見出されぬことを論じながら、それにもかかわらず根源悪克服の可能性を信じていることである。しかも、その根拠は依然として、一方的に義務の命令に基づくものとされている。してみると善の原理と悪の原理とは、たとえア・プリオリな総合的原理という点で外見的には同じ権利を持っていても、善の原理は、悪の原理の克服の可能性を信ぜしめる根拠となりうる点について、人間の現存在を包括し、悪の原理に優越しているのではなくてはならない。その根拠は、一体どこに存するのであろうか。

前稿で見たところでは、善の原理は意志の自律によるもので、悪の原理は選択意志の自由の作用によるものであった。しかし、選択意志とは元来善を選ぶか悪を選ぶかという自由の問題であり、善の原理も選択意志を通して選べとられるわけである。したがって選択意志によりいったん悪の原理が選取りられた以上は、その格率にはもはや善の原理を回復する根拠は失わ

れているはずである。それにもかかわらず、カントが、義務の命令を悪の克服の可能性を信ずる根拠としているのを見ると、善の原理には単に悪の原理と対抗することどまらず、何か悪の原理の生ずる選択意志そのものに働きかける作用がなくてはならない。カントはそれを、「理性の声」と表現した。しかし、理性の声とは何か。我々が明らかにしてきたカントの倫理学の方法からいえば、それは彼がア・プリオリな総合的命題として我々に迫ってくる、純粹実践理性の意識としての理性の事実を求める他にないであろう。

しかし、この理性の事実について解明しようとする場合に、我々があらかじめ心得ていなくてはならないことは、少なくともこの事実を直接に説明しようとする方法によっては、大部分の説明は同語反復に陥り、無意味であるということである。なぜならばこの事実は、「自由の意識と同一のもの」²⁾であり、「感性界のすべての所与および我々の理論的理性使用の全範囲から絶対に説明できぬ事実」³⁾であるからであり、実践的にこれを理解しようとしても、「我々を道徳法則の下における諸目的の秩序の中において考えるためには、我々を作用する諸原因の秩序においては自由であると想定し、しかも我々は後には、我々の意志の自由を賦与されているからこれらの法則に服しているのだと考える」⁴⁾という一種の循環に陥るからである。こうした無意味な説明や循環を避けるため、一つの回り道をしなければならない。それは、カントの道

徳哲学の成立過程において、如何なる背景から上の理性の事実が意識されるに至ったかを探究することである。本稿の目的は、カントの前批判期哲学における道徳的原理の展開を考察することである。

2. 道徳的原理の明証性

1760年代初期のカントは、倫理学を含む哲学と数学とを方法論的に区別し、倫理学および哲学一般において、数学的命題の持つような明証性に到達するのは不可能と考えていた。しかし、少なくとも倫理学を物理学と同様に、数学的方法の助けを借りた厳密な学問として根拠づけようとする根本的意図を持っていた。

1762年末の『自然神学および道徳の原則の判明性に関する研究』において、カントは数学と哲学とを次のように方法的に区別している。つまり、「数学はそのすべての定義に総合的に到達するが、哲学は分析的に到達する」⁵⁾ のであり、「数学においては、分析できない概念や証明できぬ命題は僅かにすぎないが、哲学においては無数である」⁶⁾。そして道徳においても、「義務という第一概念でさえもわずかしか知られていない」のだから、我々は「実践的哲学において、明証性のために必要な根本的概念の判明性と確実性を提供するには如何に程遠い」⁷⁾ ものかを論じている。

結局「真を表象する能力は認識であるが、善を感受する能力は感情」であり、「両者は互いに混同されてはならない」⁸⁾ というのが結論である。

しかし注目すべきは、上のような数学と哲学との方法論的区別にも関わらずカントは、形而上学が数学的方法を取り入れたニュートン物理学と同じ性格を持たねばならないと主張していることである。カントは、次のようにいう。「形而上学の真正の方法は、ニュートンが自然科学に導入し、しかもそこできわめて有益な効果を示した方法と、根本において同じものである。そこでは、次のようにいわれている。つまり我々は確実な経験によって、必要な場合には幾何学の援けを借りて、自然のある種の現象がそれに従って生ずる規則を探し求めなければならない、と」⁹⁾。続いて、さらにそれを詳しく説明し、次のようにいっている。「たとえ我々がそれらの規則についての第一根拠を物体において洞察しないとしても、それにも関わらずそれらの規則がこの法則に従って作用していることは確実である。そして込み入った自然現象が如何にこれらの十分に証明された規則の下に含まれているものであるかを我々がはっきり示す場合に、我々はそれらの

自然現象を説明しているのである。形而上学においても同じである。確実な内的経験、つまり直接的な明白な意識によって、何らかの普遍的性質をもった概念の中に確実に存する徴表を求めよ。そしてたとえ君たちが事象の全本質を知らないとしても、物事における多くのものをそこから引き出すために、君たちはそれらの徴表を確実に使用できるだろう」⁹⁾。

物理学や形而上学においては、その第一原理を定義することがなくても、直接的で明白な意識、つまり明証性を持った徴表を一種の原理として使用できるといのである。

ではそうした明証性をもった徴表は、如何にして探求されるのだろうか。カントは、それについては二つの規則をあげている。「第一の最も大切な規則は次のものである。つまり我々は説明から始めてはならないということであり、それはその場合には、たとえばその反対が不可能なものは必然的であるというように、単なる言葉の説明だけが求められなければならないことになるだろうからである」¹⁰⁾。この規則は、この論文および同年の『神の現存在の証明への唯一の可能的根拠』の基調をなす考え方であり、現存在の論理は形式的な論理的必然性、つまり「何らかの事物についての述語もしくは論証」¹¹⁾ とは区別されなければならないというもので、大きくいえば、ライプニッツ以来ヒュームやクルジウスなどにも共通した、矛盾律による論証的真理以外に、現存在の認識根拠が求められねばならないという考え方であり、カントのいわゆる超越論的論理学の出発点を示すものに他ならない。

しかし、今の問題関連で重要なのは、むしろ第二の規則であろう。「第二の規則は、次のものである。つまり対象において我々が最初に確実性をもって見出すようなものに関して、対象についての直接的判断を特に選び分け、そしてある判断が他の判断に含まれていないことに確信をもった後で、それらを幾何学の公理のように、すべての推論の基礎として先行させることである」¹²⁾。つまり対象の現存在に関しては、たとえその対象の厳密な定義が見出されなくても、明証性をもった直接的判断を幾何学の公理のように使用するのであり、この時代のカントは、物理学や道徳の原理をこうしたいわば経験的明証性の立場において考えている。先に述べた「感情が善を感受する能力である」という考え方も、この立場に基づいているのである。これは分析を事とする哲学が、経験的立場においてそれ以上分析できぬ明晰判明な単純概念を見出

し、それを原理として用いることであると解しうるのであり、カントの直覚主義と呼べるものである。

しかしカントの直覚的原理は、ヒュームのように習慣に伴う信念という感覚もしくは感情¹³⁾でもなく、あるいは現代の直覚主義のように、道徳の根底にある第一原理をまったく切り捨ててしまうものでもない。カントは、「道徳の第一根拠は、それらの現在の性質の上からいって、まだ必要なすべての明証性を持つことはできない」¹⁴⁾といい、次のように結んでいる。「道徳性の第一根拠において最大の程度の哲学的明証性に到達することは可能でなくてはならないけれど、それにも関わらず義務の最高の根本概念が第一にもっと確実に規定されなくてはならぬし、それに関しては、ただ認識能力だけかもしくは感情（欲求能力の第一の内的根拠）がそのための第一の原則を決定するかどうかということが、まずもって決定されなければならないので、実践的哲学の欠陥は思弁的哲学の欠陥よりも大きいのである」¹⁵⁾。

カントのこうしたいい方は、彼が感情に一応の道徳の基礎を認めながらも、その背後にもっと厳密な法則性を求めていることを示している。またカントはクルジウスに対しても、「私が真であるという以外に考ええないこと、それは真なのだ」というクルジウスの命題は一種の確信に過ぎないものであり、確信の感情は「告白ではあっても、それらが真であることの証明根拠ではない」¹⁶⁾と批判している。いずれにしても、この論文におけるカントは、数学の方法が総合的であることに着目しながらも、哲学においてはそれだけの明証性を見出すことができなかつたため、道徳の基礎についても原則と感情の間を動揺し、経験的な直覚主義の立場に甘んじているのである。

上の論文に比較すると、1763年の『負量概念を哲学に導入する試み』においては、一見カントは数学的命題の明証性をそのまま哲学に持ち込んでいるかのように見える。それはすでに論じたように、カントはこの論文で正数と負数との対立を力学的な力の対立の中に持ち込み、さらに快・不快の対立の中に持ち込んで「不快は単なる否定以上のものである」¹⁷⁾といい、さらに「実在的対立の概念は、実践的哲学においてもその有益な適用をもっている。悪徳は単に否定ではなく、負の徳である」¹⁸⁾といているからである。しかし実在的対立という考え方が快と不快にも徳と悪徳にも同じように適用されていることからわかるように、カントが前の論文で容易に到達し難いもの

えていた道徳の第一根拠が、この論文で数学的明証性の直接の適用として見出されていると考えるのは早計であろう。この論文の主張は単なる試みであり、「これらの考察は、我々が新しい展望を開こうとする場合になされるのが常である小端緒に過ぎない。しかしこれらの考察は、おそらく重大な結果に対して機縁を与えることができるだろう」¹⁹⁾というのがカントの真意であろう。しかしこの考え方は『宗教論』においてもほとんどそのままの形の適用が見られる。1766年の『形而上学の夢によって解明された、ある視霊者の夢』でも、独占権を求める力と公共性を求める力の争いとして論じられている²⁰⁾。カント自身が予言するように、この試みは彼の道徳哲学の発展に、きわめて重大な役割を果たしている。

3. 原則の普遍性の意識

上の二論文に共通していいうるのは、カントが道徳の基礎を直覚主義的に感情の中におきながらも、その感情の中に明証性をもったある種の規則を考え、その規則が道徳の直接的確実性の根拠であると考えていることである。こうした道徳の原理に関する考え方は、1763年に書かれ1764年に公刊された『美と崇高の感情に関する考察』においては、真正の徳と養子縁組の徳の区別として、明確な形をとる²¹⁾。この区別は「人間本性の尊敬の感情」と「美の感情」の区別²²⁾であり、また「善い心情」と「高貴な心情」の区別²³⁾でもある。

養子縁組の徳は、それ自体愛すべきものであり美であって、徳にも調和することができるが、本来的に有徳な心術には数え入れられることのできない「よき道徳的性質」²⁴⁾である。というのはそれらの性質と徳との調和は、単に偶然的であるに過ぎず、それらの性質自体としては盲目的でありそのままに放置すればしばしば「徳の普遍的規則」に反するからである。たとえば他人の困窮に対する「同情という温かな感情」の中に見出される「ある種の感じ易さ」は、柔弱で盲目的であり、有徳とはいえないのである²⁵⁾。

これに反して真正な徳においては、普遍性という原則がその根底になくなくてはならない。カントは、「これに反して人類に対する普遍的な好意は君たちがいつでも君たちの行為をその原則に従わせるならば、その場合も困窮者に対する愛はまだ残っているが、しかしその場合その愛は、いまやより高次の立場から君たちのすべての義務に対する真の関係へと置き換えられている」²⁶⁾という。つまり、ここで単なる自然素質に

基づく愛と原則に基づく愛とが区別されるのであり、カントは「したがって真の徳は、ただ原則にのみ接枝されねばならない」²⁷⁾ といっている。

しかし原則といっても、ここでは批判期の純粹実践理性の原則が意味されてはいない。カントは、「それらの原則がより普遍的なものであればあるだけ、徳はより崇高により高貴になる」²⁸⁾ といっているが、この言葉が示すようにこの原則の持つ普遍性は、その程度の差を含んだいわば相対的な普遍性であり、あくまで経験的な立場の中に求められるものである。カントはここで道徳的感情は、原則に接枝されねばならぬことを論じているが、徳を表出するものはやはり「あらゆる人間の胸の中に生きている感情」²⁸⁾ なのである。

シルプもいうように、カントはここで「社会的な自己超越的な性質」²⁹⁾ を持った感情を求めたのである。それは、おそらくルソーの影響によるものであろうが、ここには、まだ一体化しきれない二つの要素があると思われる。つまり原則を求めるものはいわば知的反省であり、思弁的な立場からのものであるのに対し、感情は自然的なものであり、生き生きとしたものではあってもそれ自体盲目的であって、この区別を押し進めてゆけば、どうしてもそこに二元的な区別が生じなければならないからである。カントの「この感情が適度な普遍性に高まると、それは崇高であるが、しかしまたより冷たいものである」³⁰⁾ というカントの言葉がそれを示している。カントは知的反省と自然的感情の一致したものを高貴な心情と呼んだのではあるが、その一致を感性的なものの中に求めたところに、知的根拠と感性的動機の分離が生じているのである。いずれにしてもこの両者の一致を求めることが、カントの次の課題であるといえよう。

『1765-66年冬学期講義公告』においても、上の二つの契機の一致の課題は十分に解決されていない。この公告でカントは、次のようにいう。「行為における善悪の区別および道徳的正当性に関する判断は、直接に、証明という迂路を経ることなく、人間の心情によって、我々が情感 (Sentiment) と名づけるものを通して、容易に正しく認識することができる」³¹⁾。つまり道徳哲学は、学問の外見と徹底性という外観をもっているが、実は理性的根拠による証明にその根拠をおくものではなく、情感の明証性にに基づくものである³¹⁾ というのであり、結局道徳哲学は真の意味での学問と呼びえないことになる。この主張は、1762年の論文と共通するものであり、しかもこの公告でカントが、特に

Sentiment という言葉を用いている点を見ると、1762年の論文ではまだその根底にあった道徳の第一原理を求めるという態度も消え、したがって、倫理学を厳密な学問として設立しようとする意図さえ失われ、一見カントは、イギリスの道徳論者たちの主張に屈してしまっただけのようである。

しかしそれに続く箇所ではカントは、イギリスの道徳論者シャフツベリ、ハッチソン、ヒュームを、彼らはあらゆる道徳性の第一根拠の探究において、最も進んでいることを認めながらも、「未完成で欠陥の多い」ものであるとして、この講義はバウムガルテンに従って講述されることを述べている³¹⁾。その講述の目指すところは、「不変な人間の本性と創造における固有の位置」³¹⁾ であると考えてよい。このような意図を持ちながら他方実践哲学の基礎を情感に求めることは、場合によっては神秘的な叡知的直観を認めることにもなりかねない。そこにカントが徳論を、「行われるべきことを示すに先立って、行われていることを歴史的および哲学的に熟考する」³¹⁾ ことに制限しなければならなかった理由も存するのだと思われる。いずれにしても情感を基礎とする経験論的立場と、バウムガルテン的な完全性に対する洞察とを一致させるのは、きわめて困難な仕事であって、この公告におけるカントは、前の論文同様、知的反省の立場と感性的動機の一致点を求めるのに苦しんでいる。

4. 内的な自己活動的原理

上の二契機の一致が見出されるのは、1766年の『形而上学の夢によって解明された、ある視霊者の夢』においてである。その一致を可能にするのは、霊の実在性に関する考察と非実質的世界の可能性についての考察である。「理性を持つ存在者」³²⁾ である霊については、まずその可能性が認められる。それは我々が霊については、それが存在することも知りえぬが、それが存在しないことも同様に知りえないという意味においてである。例えば我々は物体の抵抗において不可入性を経験し、そこに斥力が働いていることを認めるが、人間の洞察はそれをもって終わり、我々は斥力や引力そのものの存在を把握することはできない。しかしこの把握不可能性つまり一種の思考不可能性は、直ちに「認識された不可能性」ではない。「なぜならばその反対のことも、その現実性は感官の中に入ってくるにも関わらず、その可能性に関しては同じように洞察されないままの状態に止まるだろうからである」³³⁾。

全く同じことが霊についてもいえる。「我々は反駁される心配なしに、非実質的存在者の可能性を想定できる。もっともその可能性を理性的根拠によって証明しようという希望もないけれども」³³⁾。

しかしさらに重要なのは、この非実質的存在者の実在性も認められていることである。もし霊魂が実在性を持つならば、それは空間において存在しなければならぬわけであるが、カントは「物体界における人間の霊魂の場所はどこであろうか」と自問し、「その変化が私の変化であるような物体、この物体は私の身体であり、その身体の場所が同時に私の場所である」³⁴⁾と答え、さらに「この身体の中の君の霊魂の場所はどこであるか」という問いに対しては、「私が感覚するところに私はある」といい、さらに「私の霊魂は全く身体全体の中にあり、そして全くその身体のあらゆる部分の中にある」³⁵⁾と述べている。

では、その霊魂の実在性は如何にして知られるのか。カントは、「健全な悟性は、しばしばそれによって真理を証明し説明できる根拠を洞察するに先立って、真理に気づくものである」といい、「霊的存在者は、それが結びつけられている実質に緊密に現在し、そして諸要素がそれによって互いに関係しあっているような諸要素の力に対してではなく、それら諸要素の状態の内的原理に対して作用するように思われる」³⁶⁾という。つまり「これらの非実質的存在者は、自己活動原理すなわち実体」³⁷⁾である。ここでこの内的な自己活動原理は実体と結びつけられて論ぜられているが、それはその実体が直観されるというのではなく、むしろあらゆる認識に伴う統一、つまり超越論的統覚としての主体の自発性の自己意識が、原理として捉えられている。ここで、カントの直覚主義的な段階は克服されていると考えられ、内的な自己活動的原理の発見は、道徳の感性的動機と知的反省の一致の問題に苦しんでいたカントに、新しい展望を与えている。

5. おわりにかえて

こうした内的原理としての非実質的存在者の存在から、それらの相互関係の全体としての非実質の世界が導出される。この世界における非実質的存在者は、「特殊な汎通的な結びつきの中にあり、そしていつまでも相互に非実質的存在者としての交互的影響を及ぼし合う」³⁸⁾ことができる。そしてその関係によって人間の霊魂は、一方で物体界と結びついてその「人格的統一」³⁹⁾であると同時に、「魂の意識において明晰

な直観へと自己開示する」³⁹⁾ことができる。この非実質的世界における相互関係の直接的意識とは、道徳の原理と考えてよい。カントは、「人間の心情を動かす諸力の中で最も強力な若干のものは、心情の外部にあるように思われる。それゆえそれらのものは、人間自身の内部に存する目標に関するものとしての自分の利益や私的な要求に対して、単なる手段として関係するものでなく、我々の活動の傾向をして、それらの合一の焦点を我々の外部に、他の理性的存在者の中に移させるものである。そこから二つの力の争い、つまりすべてを自分に関係させる独占権と、心情がそれによって自分の外にある他者へと駆り立てられ、もしくはひきつけられる公益性との争いが生じてくる」⁴⁰⁾という。ここで取り上げられている原理は、単なる感性的動機や知的反省ではなく、「我々が自分だけで善もしくは真であると認識することを他人の判断と、両者を一致させるためのもっとも非利己的なそして真実な心情のあり方の隠された特質」⁴⁰⁾であり、「普遍的人間悟性への我々自身の判断の感受された依存性」⁴⁰⁾であり、しかも「思考する存在者の全体に、一種の理性統一を与えようとする手段」⁴⁰⁾である。

このような道徳的衝動は、「時として利己的な傾向性によって圧倒されるけれども、人間本性のどの点においても、必ずその実在性を表さずにはいない」⁴¹⁾のであり、そして「我々はそのことによって、自分たちが最も秘密の動因において普遍的意志の規則に依存していることがわかり、そこからあらゆる思考する自然の世界において、単に霊的な法則だけに従った道徳的統一と体系的組織が生ずる」⁴¹⁾のである。

カントはこの道徳的衝動を我々の「私的意志の普遍的意志への感受された依存性」⁴¹⁾と呼んでいるが、その道徳的衝動とは意志であると考えてよい。してみると少なくとも潜在的には、ここで批判期のカントの道徳哲学の構造が看取できる。私的意志は普遍的意志に依存するところに生ずるのが善への意志であると考えられるし、この善への意志は利己的な傾向性と対立し、時には後者によって圧倒されることはあっても、決してその実在性を失うことはない。しかもこの道徳的衝動は、私の中の自己活動原理として捉えられているのであり、これを行為的主体の自発性と見るならば、ここに純粹実践理性の事実に近いものが考えられていることは疑いを容れない。しかしカントは、むしろここではまだ事実という言葉を使っていないし、実践理性という言葉すら用いていない。彼は、「我々の意

志が普遍的意志と一致するようにと感受される強制を、道徳的感情と名づけようと思うなら、それを我々の内に実在的に起こることの現象として語っているに過ぎず、そのことの原因を決定していない⁴¹⁾として、道徳的衝動の中に現象を超えた原因があることを認めながら、それを理性として捉えずに、依然として道徳的感情について語っている。

さらに問題は、カントはこの論文で再び道徳的原理をニュートンの引力との類比的関係において捉える試みを示している⁴²⁾が、それと同年の1766年4月8日付のモーゼス・メンデルスゾーン宛の書簡において、この試みは「私の真面目な考えではなく、与件が与えられている場合に我々はどれだけ進むことができるか、しかも哲学的虚構の中でどれだけ進みうるかという例である⁴³⁾と上述の類比関係を否定していることである。その理由は、道徳的衝動がまだ理性的原理として把握されていないところにある。カントが上述のごとく非実質的存在者を、内的な自己活動的原理としてとらえながら、しかもそれを実体と呼んでいること、さらにまた普遍的意志への一致の強制の中に明らかに道徳的感情を超えた理性の事実を認めながらも、やはりその根拠を感受される道徳的感情の中に求めているのは、カントがそこに原理としての実践理性を見出していないことを示している。すなわち、この時代のカントは、まだ意志を「活きた存在者の一種の原因性」⁴³⁾、つまり自由による原因性としての純粹実践理性として認めていない。上述の試みが確固とした理論になるためには、自由に関する考察と特殊な原因性としての道徳的原理への考察が、先行しなくてはならない。この点については、今後の課題としたい。

文 献

- 1) 拙稿：カントの道徳哲学における「善」と「悪」について、研究紀要第56号，pp. 97-102 (福島高専，2015)
- 2) カントのテキストは、アカデミー版全集による。慣例にならい、巻数 (ローマ数字) とページ数 (アラビア数字) を表記する。KGS. V. 42
- 3) KGS. V. 43
- 4) KGS. IV. 450
- 5) KGS. II. 276
- 6) KGS. II. 279
- 7) KGS. II. 298
- 8) KGS. II. 299
- 9) KGS. II. 286
- 10) KGS. II. 285
- 11) V g 1. KGS. II. 296-297
- 12) KGS. II. 285
- 13) デイヴィッド・ヒューム：人間知性研究 付・人間本性論摘要，p. 44参照，斎藤繁雄・一ノ瀬正樹訳 (法政大学出版局，2004)
- 14) KGS. II. 298
- 15) KGS. II. 300
- 16) KGS. II. 295
- 17) KGS. II. 180
- 18) KGS. II. 182
- 19) KGS. II. 169
- 20) KGS. II. 334
- 21) KGS. II. 217-218
- 22) KGS. II. 217
- 23) KGS. II. 218
- 24) KGS. II. 215
- 25) V g 1. KGS. II. 215-216
- 26) KGS. II. 216
- 27) KGS. II. 217
- 28) KGS. II. 219
- 29) Paul Arthur Schilpp: *Kant's Pre-Critical Ethics*, p.53, Thoemmes Press, 1998
- 30) KGS. II. 216
- 31) KGS. II. 311
- 32) KGS. II. 319
- 33) KGS. II. 323
- 34) KGS. II. 324
- 35) KGS. II. 324-325
- 36) KGS. II. 328
- 37) KGS. II. 329
- 38) KGS. II. 330
- 39) KGS. II. 332
- 40) KGS. II. 334
- 41) KGS. II. 335
- 42) KGS. X. 72
- 43) KGS. IV. 446

三枝博音における「知性」と「技術」について

On the Intellect and Technology in Saigusa Hiroto's Philosophy

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月13日受理)

The purpose of this paper is to consider the relations with intellect and technology in Saigusa Hiroto's philosophy. Saigusa saw the technology in overall human life. He saw the intellect in the technology. Saigusa found the indivisible relations with the technology and intellect from the contemplation of philosophers. The intellect of human being can never be considered without taking into account the fact that our intellectual recognition is necessarily realized through our experiences of technologies which we incessantly create.

Key words: Saigusa Hiroto, intellect, technology, intellectual recognition

1. はじめに

我国において、技術史研究の先駆者として知られる三枝博音（1892～1963）は、人間の理性を信頼し、人間が人間として生きて行くこと、つまり生活を大切に、心豊かな唯物論の思想家であった。

それと同時に、科学技術史、技術論の分野における先駆者であった。彼は、深い哲学的思索の上に立ち、科学・技術史の実証的な追究を心がけ、科学・技術史の理解を土台に、哲学的な理論の解明や技術の本質の探究を志した。

例えば、『日本宗教思想史』における最澄に関する次の記述を見よう。三枝は、最澄がその『山家学生式』において、「池を修し、溝を修し、荒れたるを耕し、崩れたるを理へ、橋を造り、船を造り、樹を殖え、芋を殖え、麻を蒔き、草を蒔き、井を穿ち、水を引き、国を利し、人を利する」¹⁾ ことを、天台の僧侶の努力すべき仕事としてあげているという主張を、的確に指摘している。

一方、生涯追究し続けてきたカントの技術思想研究の一環として、「カントの Deduktion の理論と羅針盤の比喩」を『科学史研究』に寄せる際に、次のような問題意識を「はしがき」に述べている。「哲学においてむつかしい理論といわれているものも、その時代の技術史的または科学史的知識にれんかんさせてみる

と、そんなにわかりにくいものでもないのではないか、そしてまた学問としては本来そういうれんかんの理解の仕方をするのがほんとうではないか」²⁾。難解な思想や哲学も、人間実践の技術または科学史と結び合わせると、わかりやすい。つまり抽象的な哲学・思想も、具体的な技術または科学技術史と結びつけることによって、理解が易くなるという。このあたりに、啓蒙性に富む三枝博音の学問思想の特質が示されている。

ただし、上の引用文の場合「連関」を「れんかん」と仮名表記することで、単なる関係と相互連関との違いを言外に含ませている。そこに、著者のある思いが込められているとしても、むしろ馴染み難く違和感を覚えるかも知れない。しかし、そこに三枝博音の思想態度から来る、様々な苦心があったことを読み取るべきであろう。

いずれにせよ三枝は、人間と技術の問題の相互連関的な解明に一貫して高い関心をよせ、かつてのヨーロッパにおいて、ベーコン（1561～1626）やデイドロ（1713～1784）やカント（1724～1804）がそれぞれの時代に果たした先駆的な仕事を、日本で誰よりも早く自らの課題としたのである。

また、新しく日本に誕生すべき学問の基礎的作業として、1930年代以来『日本哲学全書』（第一書房、1936

～1937) や『日本科学古典全書』(朝日新聞社、1942～1949)の編纂など、実証的な仕事を積み重ねたのである。

彼の「編纂の準備過程で自ら思索した成果が、『日本の思想文化』(1937)や『三浦梅園の哲学』(1941)のような業績となって残った」³⁾という。しかも、彼は成果の公開に際しては、民衆にわかるように表現することを心がけていた。ここに、啓蒙的であると同時に、現代性に富んだ三枝博音の学風の特徴がある。

三枝は、哲学から出発したが、日本の科学論・技術論、技術史研究のパイオニアである。彼は、戦前から戦後にかけて、「技術の哲学」の確立を試みた。本稿の目的は、三枝博音の哲学において、「知性」が如何にして「技術」を展開させたのか、「知性」と「技術」、この両者の連関について考察することである。

2. 技術の規定

まず、「知性」とは何であるか。知性とは知覚をもととしてそれを認識にまで作り上げる精神的機能のことである。では、「技術」とは何か。1948年の『哲学するための序説』で、三枝は「私たちは、自然と人間と認識との三つから眼をはなすことができない。この三つは極めて根本的な事柄だといえんとすると、もし人類がこれについての三つの学問をもうけるようになったとしたら、それは自然のことといわねばならない」⁴⁾という。そして、彼は①自然について哲学すること、②人間について哲学すること、③認識について哲学すること、以上の三つを自らの課題としている。このうち②については、後に『技術の哲学』で結実している。

では、三枝が②の人間思想の一環として、如何に技術思想の解明に力を注いできたか、その軌跡を追究することから始めよう。彼は、「技術とは何々である」という規定、例えば「技術とは、労働手段の体系である」とか「技術とは、個人の技量である」とか「技術とは、客観的法則性の意識的適用である」といった規定や、何がしかの権威づけられた思想を前提にして、技術を考えることをしなかった。

常に、人間が生きてゆく生活の仕方の根底のところには技術がある、と捉え、可能な限り技術の意味を広く取り、これを人間が自分の思うことを持続的に行ってきた、いわば知性の歴史との関連で理解しようとした。『技術の哲学』の結びが、フランス百科全書派のディドロの次の文で終わっている。「哲学するほん

うの仕方は、知性を知性に当ててみ、知性と経験を感覚に当ててみ、感覚を自然に当ててみ、自然を道具の探索に当ててみ、道具を技術の研究および仕あげに当ててみるべきであったし、当ててみるべきであろう。こうして技術は人民に対して投げ出され、哲学を重んずるように習わせるであろう」⁵⁾。そこには三枝が「私たちの時代の哲学が閑却してしまっている哲学の領域」への著しい共感を覚えたからに他ならない。

技術史研究の開拓者である三枝は、その労作『技術史』(東洋経済新聞社、1940年)に先立って、『日本の知性と技術』(第一書房、1939年)という論集を著し、その中ではじめて「日本技術史」の研究を「覚書」として展開している。1934年から『日本哲学全書』の編集事業と取り組み、日本人の思想文化のうちに、ヨーロッパでいえば古代ギリシアやルネサンスの時代にも当たる「人間を純化し人間を高める知性の力」⁶⁾を見出していくうちに、この困難な課題を征服するためには、「日本人の技術および技術思想の歴史を辿ること」⁶⁾が必要であることに着目した。

「人間の生活あるところには必ず技術がある。技術のあるところには必ず知性が働いている。技術は知力発達の母胎である」⁶⁾。

これが1939年3月(『日本の知性と技術』への「序」)の時点において、三枝の到達した基本思想である。彼によれば、「日本人は厳密な科学史をもたなかったにしても、技術史をもたなかったということはとうてい言えない」⁶⁾。しかもこの技術史の研究は、「日本人の知性の特質を照らし出すのみでなく、日本歴史を国民にとって一層親しみのあるものとしてくれる」⁶⁾ものであるという。

『日本の知性と技術』において、三枝は技術の概念を深く掘り下げて追究してはいない。そのため、この書において、「私は、技術概念を分析し得たのではない。技術概念が根本的に理解せられ、そこから技術が何であるかが規定できる基礎に眼をつけることを企てたのである」⁷⁾というのである。

そして三枝は、「技術史が何を与えてくれるかは、技術が自然と人間との間に占めている(カントにおいて見たような)その位置から、指示される」⁸⁾こと、「技術史は、動かすことのできない自然法則の世界と自由の人格の世界とを、同じように透視することができる」⁸⁾こと、また「私たちが、真に日本の文化史を知ろうとするには、技術史の協力をまたないでは不可能なのである」⁸⁾こと、以上の点に確信をいただき、こ

の上は具体的に日本の技術史を叙述しつつ、技術の意味を明らかにしていくことが大切である、としたのである。

まず手がけた技術史の領域は、「開物の思想と鉱業技術」および「冶金の思想と歴史」であった。そして、「技術のこの記述は、人間を離れることができぬと同じほどに、自然を離れては行われぬ」⁹⁾という。しかも、「どこの民族でも、文化へと進み出ていったそのはじめには、先ず自然の懐から金属の鉱石を採取することにつとめたことは、ここに改めて言うまでもない」⁹⁾とするのである。

まことに、『古代の技術』の著者アルベルト・ノイブルガーがいうように「鉱業なしには、どんな技術もない」⁹⁾のであった。したがって、三枝がまず日本の採鉱冶金技術史研究から着手していったことは賢明であり、やがてこの路線は、アグリコラの『デ・レ・メタリカ』ラテン語原本による翻訳・研究と、中国の技術書、宋応星の『天工開物』との比較研究に連なっていくのである¹⁰⁾。

3. 過程としての手段

さて、三枝の唯物論の思想は、はじめから唯物論はこれだと規定せずに、まず歴史そのものに当たっている。このような彼の学問的態度は、『技術史』の場合にも貫かれていた。

三枝は、「技術についてはいろいろの立場から種々なる解釈が下されている。一見何でもないようであるが、技術というものははっきりさせようとする、なかなか容易でないのである」¹¹⁾。したがって、「何か技術を最初から具体的なものとして簡潔に考えてしまうことはむしろ避ける方が、技術の理解上好ましい」¹²⁾と考えた。そしてまず「過程ということを考え、そこから漸次に技術の意味をさぐってゆく」¹¹⁾ことにした。

ここで過程とは、「そこに独立に存在している物のことではない。むしろ物がじっさいの存在に成る道程」¹¹⁾である。たしかに技術というと、いつでも道具や機械のことがすぐに問題となってくる。それらは技術の概念にとって重要ではあるが、「道具や機械の存在のみをもって技術の本質を説明することはできない」¹²⁾。なぜならそれらは「技術的であるという過程のうちにあることによって、はじめて本来の道具や機械なのである」¹²⁾。

さらに、過程とは、「ただ過ぎゆく道程ということ

に意味が尽きるのではない」¹²⁾。例えば樋の中を流れている水は、一応水の連続の流れと思われる。しかし、それは「自然の水から人間の用への異質的過程」¹³⁾である。そういう過程であってこそ、樋は「転水技術」¹³⁾の道具なのである。つまり過程というものを現実において受け取ってみると、必ずこのような手段によっている。こうしてこの時点では、まず次のように結論づけた。

「はじめに技術を単に過程ということで掴んでみ、次に技術を過程としての手段というように把えてみたのは、技術なるものを根本的にしかも無理なく素直に理解して置きたいがためである」¹⁴⁾。

「技術は過程としての手段であることは既に、一方にあって自然というものと、他方にあって人間的意欲というものとを媒介を同時に言い表わしている以上、私たちはこの対立（自然と人間）のどちらか一側面について過程を考えることによって一層具体的に技術を考察することができる」¹⁵⁾。

『技術史』においてこのような「技術の新概念」を掲げた第一の理由は、一方では技術が労働手段であるという体系説に対し、日本の技術史の実証的研究から導かれた「手段」概念の重みを、一般人にわかりやすく訴えたかったからと考えられる。

また、他方では技術を技量とのみ見る、当時の「卑俗な解釈」¹⁶⁾によって、何よりも「道具や機械をば孤立した（従って抽象的な）物として考える」¹⁷⁾ことを排除したかったからである。

『技術の思想』の「第一章 技術の本性」に「非技術の世界と技術」という1940年の論考がある。技術が何かを十分に理解するためには、非技術の世界を考えてみるのが重要である。しかし、あまりに広く技術ということを知り、同じ意義においてすべての人間活動の範囲に拡充するとなると、技術というものの意味が見失われ、そのためかえって非技術の世界も曖昧になる恐れがあるので、次のように述べ牽制している。

「私たちが技術の意味を広くとるとすることは、実は技術なるものを文化の全連関の中で考えようとするからである。そうでないと、技術は真に理解され得ぬからである。日本人の従来の思惟の伝統からいうと、技術を以上のように理解することはむしろ考え慣れないことに属する。わが国の文化の過去を眺めてみると、あまりに非技術の世界が眼につく。技術は最小限度にしかわが文化の表面に出ないのである。殆ど悉くが精神文化ででもあるように考えられている。精神

文化のみを特に強調する民族や国家がこれから世界文化に最もよく貢献するという事は、言い得られぬことである。しかしまた技術ということしか考え得ぬ或る社会的結合や民族や国家が、これらの世界文化に同じように最もよく貢献するというように考えることも、同じように間違っている。私たちはほんとうの意味での精神の文化を理解しようとねがうが故に、技術の本質、殊にその普遍性を把握しようとしているのである¹⁸⁾。

三枝が技術を「過程としての手段」¹⁹⁾と捉え、「自然生活及び自然法則の歴史と人間活動の歴史との接触のうちに」²⁰⁾、「新しい『研究の野』」²⁰⁾すなわち「技術の歴史」の研究分野を設定したことの第二の理由は、いわば1930年代という時代の我が国が、あまりにも非技術の世界すなわち「日本精神」への傾倒に向かいつつあったことに対するささやかな抵抗でもあった。

4. 技術と人間

三枝の技術思想は、人間の「技術」と「知性」の問題を根源的に思索してみるところで、一つの光を放っている。「私たちが知性と呼んでいるところのものは、地球の上では何ととってもヨーロッパ人によって早くから発達させられたのである。もちろん知性の働きがひとりヨーロッパ人たちに限られていたわけではない。ヨーロッパ人たちの間で特に発達したといえるのである。何故そうだったかという、彼らは知性の働きに早く道筋をつけたからである。手を働かせて何か物を作る場合、手に道具を持たせると、ずっと上手にでき且つ早くやれることは誰でも知っている。それと同じように知性だって野放しにして置いては発達しない。……ベーコンは手に道具が必要であるように、知性にも道具が備わらねばならぬと考えた」²¹⁾。

この文章は、『哲学史入門』（創元社、1952）の中の「新しい『器官』としての論理学」の一節である。すでに述べたように、哲学において難しい理論といわれているものも、その時代の技術史的知識、または科学史的知識に連関させて見て行くと、それほどわかりにくいものでもないのではないだろうか、というのが三枝博音の確信なのであった。

さらに三枝が強調するように、「人間の生活あるところには必ず技術がある。技術のあるところには必ず知性が働いている。技術は知力発達の母胎である」⁶⁾とすれば、そのような関係は如何にして成立するので

あろうか。

三枝は、ノワレ（1829～89）の『道具と、人類の発展史に対する意義』にその唯物論的基礎づけがあることを洞察し、その解説に次のように述べている。「人間の人間的なものを構成するものは（ノワレの解釈する）理性的なものであるが、理性は道具という客観的な物を媒介とせねば、決して生じ得るものではなかった。否、客観的な物を物として人間に向かって対象的たらしめるといふ大きな役目を果たしたものが実に道具であった。考えること（理性）と道具との関係は次のノワレの一文によく要約されている。『考えることの発展と確立にとって、最も高度の測り知れぬ重要性をもつものは、魂のない物質が、一定の形を取り、人間の手でもって像づくられ、像づくり替えられ、目的に仕え、人間以外のすべての生物であった彼らの生来の器官にたよるだけでなし得た作業を、成し遂げたという事情、まことにこのことである。』」²²⁾。

ノワレもいのように「話言葉は思想の身体」²³⁾である。そして言葉は、考えることが、それを通じて実現されることの極めて特殊な、なくてはならぬ手段である。一方技術とは、アリストテレスもいのように、それを通じないではものがつくられるということがないものである。

とすれば、思想の道具としての言葉についても、技術論の立場から当然論じられることがなくてはならない。

そこで、次に「にほんの学問のことば」（『思想の科学』1948年11月）という論文の一節を紹介しよう。三枝は学問の言葉は、学問の世界の中のできるはずであるのに、日本にはそもそも学問の世界ができなかったとしている。その理由として、「ヨーロッパ人では、ことばは思想の動きになくてはならぬ道具として、長い歴史のもとで愛用されてきている。にほんにとっては、飾りではあっても思想の生産になくてはならぬ道具のように、とられていない。……にほん人はもっとことばを大切にせねばならぬではなからうか。大切にするというのは、にほん人が掛物や骨董品や什物一般を大切にするというような意味でなく、実験室にいる自然科学者が実験器具を貴重なものとする如く、生産力のある技術者が道具を大切にするようにである。正しく適格に思想をつたえることが必要なのである。適格に精密にということ、にほん人の生活の全体にわたって欠けている。このことはにほん人の技術史や科学史によく出てくるように思われる。そのような欠

点が学問のこぼの形成の上にも出ているのではないであろうか²⁴⁾。

また、『技術の哲学』において、三枝は「技術とは、人間の実践的生産における客観的な規則による形成の判断力的過程である²⁵⁾」と規定することを試みた。しかし、さらに以下のように付言していることが注目される。「学問または思想の世界へ向かっている技術規定の試みでなく、生産の場にある労働者に、彼の社会的位置とその文化的意義とを自覚せしめるために、技術とは何かの問いに率直に簡明に、何よりも実践的効果を期して、答えるための規定が必要であれば、『(社会的)技術とはもろもろの労働手段の体系である』という命題をえらぶことの方がはるかに当を得ているであろう²⁶⁾。

また、形成の判断力的過程に関連して、人間による描形力(形象を描く力)を、その『技術史研究』の「技術の哲学的解釈」以来特に追究していたことも、大切な要素の一つとして考える。「労働手段体系説」の側から物理学者・武谷三男(1911～2000)らの「意識的適用説」(技術とは、生産的实践における客観的法則性の意識的適用であるという説)に対する批判、あるいはその逆の場合、いずれにおいてもこの「形象を描く力」(これは設計学としての技術学の基本でもある)の位置づけが弱い。高齢化社会における医療工学・技術の課題などに思いを巡らすと、この問題提起は切実なものである。

いずれにせよ、技術の概念規定に即していえば、三枝がその「技術論」と題する晩年の論考において、次のような提言を行っていることに注目したい。「技術が何であるかを明示することは、その理論的意義はもちろんたいせつであるが、それとともにその実践的意義が十分反省されなければならない。わずかな『ことば』に圧縮された定義によって、技術論を窒息させてはならない。技術規定にはいかなる実践的意義があるか、それに応じて技術の本質を明確にする企ての起こるべきであるという主張の方向を、今日はとっているといえる²⁷⁾。

5. おわりに — 技術者倫理の先駆的思想 —

これまで見て来たように、三枝博音においては、人間を高める力である「知性」が、その課題解決のために「技術」を展開したのであった。彼は『技術の哲学』で、次のように述べている。

「これまでの『技術の哲学』の著者たちは、技術を

現実において見ることをしなかったのではなかろうか。殆んどすべてが、たとえばデッサウエルにしてもM・シュレーターにしても、それぞれ多少とも生産の場における技術を問題とするのではあるけれども、主として技術を文化の様態としてうけとり、現実の社会における生きた問題としては、とりあげなかった²⁸⁾。

さらに、次のようにも指摘している。「私がこの書において自分の課題だと考えたものは、現代における技術のもろもろの問題について基礎的な理論をつくりあげることであった。何は措いても現実における生産の場が、論及の中枢に位置していなくてはならない²⁹⁾。

「技術の本質」論を、「哲学」の観点から人間の「知性」と「技術」との連関において、広く考察しようとしたのが三枝の「技術の哲学」である。彼は、「人間の生活」全般に「技術」を見、「技術」の中に「知性」を見る。そして、その不分離な関係と、関係づける根拠を哲学者たちの諸思索から得た。それは、次のようなものである。「技術の本質に関することがらとは何であるか。哲学にとって何よりも貴重な問題であった人間の『知性』と『技術』との緊密な連かんにかかわっているのである。知性の本質は技術のことを離れては明らかとならず、技術の本質は知性の究明を離れては可能ではない³⁰⁾。

これが三枝の技術思想の出発点であり、基本思想である。看過されてはならないのは、彼が、「私たちにとってほんとうに問題なのは技術の『本質』ではない。私たちにとって『技術』が問題なのである³¹⁾」という点である。すなわち、「技術」への三枝の「哲学的思索」とは、「労働者」の「実践的生産の場」にある。さらにそれを含む「人間の生活」全般の場にある。

彼が生きた時代状況を背景に、三枝は『美しい生活の倫理—技術の思想性』の「序」で、次のように語る。「現に私たちを思想的に内から捉えているものは、それは世界共通なのであるが、生活自体に対する思想であるのではあるまいか。生活自体に向かっているのであるから、この思想は一つのイズムになったり、一つの旗じるしがあげられたりすることがない³²⁾。

さらにこう述べている。「多面なる生活の中でどれか(即ち宗教とか政治とか科学とか芸術とか)につけての一つの思想が、現代人を特に捕えているのではない。ひたすら生存してゆかねばならない。生存してゆくことにつけての一切の思慮、一切の設計、すべての思索、これが私たち今日世界人にとっての生きられて

いる思想である。世界の人口の何十分の一かが戦傷死して消えたのである」³³⁾。

三枝博音の技術理解の根底には、この現前の「生活自体」に立脚する姿勢があり、それゆえ「技術」に関する動的「過程」性を含ませる解釈をも合わせ持っている。たとえ現在の世界状況が、彼の時代とは大きく異なっているにせよ、我々の生活環境において現れている不可的避で、全世界的な危機状況に、現代技術が関わっていることでは変わりがない。

ところで、現代の「技術者倫理」に関する議論も、まさにそこにおける問題が日常生活につながっており、それを脅かしていることへの反省として成立している。この現状において、三枝博音の「技術の哲学」は、ある面で彼の時代におけるイデオロギー性、技術規定の制約性を越え、生活の場という立ちかえるべき技術理解の原点を示しているという点で、今日の「技術者倫理」の先駆的な思想であったといえる。

ただし、三枝の「技術の哲学」の今日的意義については、戦前・戦後における日本の社会状況と時代状況を背景にした「唯物論研究会」での思想性、さらに三浦梅園の研究など、日本の思想文化研究へと展開されていく彼の思想内容を検討しなければならない。

参考文献

- 1) 引用テキストは、『三枝博音著作集』（中央公論社、1972～1973）とし、次のように巻数と頁数を記す。
『三枝博音著作集』第四巻，p. 190
- 2) 三枝博音：カントのDeduktionの理論と羅針盤の比喩，科学史研究 第21号所収，p. 21（日本科学史会，1952）
- 3) 金森修編著：昭和前期の科学思想史，p. 16（勁草

書房，2011）

- 4) 『三枝博音著作集』第八巻，p. 272
- 5) 『三枝博音著作集』第九巻，p. 175
- 6) 『三枝博音著作集』第十巻，p. 291
- 7) 同前，pp. 370－371
- 8) 同前，p. 371
- 9) 同前，p. 387
- 10) 『三枝博音著作集』第十一巻，pp. 97－184
- 11) 『三枝博音著作集』第十巻，p. 17
- 12) 同前，p. 18
- 13) 同前，p. 19
- 14) 同前，p. 20
- 15) 同前，pp. 20－21
- 16) 同前，p. 21
- 17) 同前，pp. 21－22
- 18) 『三枝博音著作集』第七巻，p. 124
- 19) 『三枝博音著作集』第十巻，p. 19
- 20) 同前，p. 22
- 21) 『三枝博音著作集』第八巻，p. 23
- 22) 同前，p. 474
- 23) 『三枝博音著作集』第九巻，p. 152
- 24) 『三枝博音著作集』第六巻，p. 453
- 25) 『三枝博音著作集』第九巻，p. 172
- 26) 同前，pp. 172－173
- 27) 『三枝博音著作集』第八巻，p. 484
- 28) 『三枝博音著作集』第九巻，p. 173
- 29) 同前。
- 30) 同前，p. 174
- 31) 同前，p. 165
- 32) 『三枝博音著作集』第七巻，p. 237
- 33) 同前，p. 238

山本周五郎作品における人間観について

On the View of Human Being in Yamamoto Shugoro's Works

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年8月31日受理)

The purpose of this paper is to consider the view of human being in Yamamoto Shugoro's works. In the human heart, there are two things. They are the dirty things and the beautiful things. Yamamoto considers this human two-facedness to be a fundamental characteristic. It is the core of the view of human being in Yamamoto Shugoro's works that it is holy above all to live.

Key words: view of human being, Yamamoto Shugoro's works, two-facedness, to live

1. はじめに

山本周五郎(1903~1967)は、常に弱者の側に立ち、世俗の権威・権力に背を向けた立場から、独自の文学世界を切り開いた庶民派の作家である。山本文学の基調は、貧しい人たちの生活の中に、豊かな人間性があり、計り知れない未来があるというところにある。それゆえ山本は、権力の側に立った者を小説の主人公にすることはなかった。その作品数は489編であり、多くが時代小説である。作品のジャンルとしては、下町もの、職人もの、岡場所もの、士道もの、医道・芸道・婦道、滑稽小説、不思議小説、法の裁き、さらに現代小説、エッセイもある。

山本は、時代小説、特に市井に生きる庶民や名もなき流れ者を描いた作品で本領を示す。山本文学に登場する人物は、辛酸を嘗め尽くし、志半ばで力尽きてしまう者も少なくないが、彼らに生きる上でのヒントとなる、含蓄のある台詞を吐かせるのも彼の作風である。詩人・吉野弘氏は、「山本周五郎論」において、

確かに山本氏は、民衆の「現にそうである」姿を愛した作家であった。ある意味では戯作者であった。しかし同時に、それにあきたらない作家であった。「まさにあるべき姿」を民衆に期待した作家であった。その意味で山本氏は、教師であった。多少誇張して言えば、山本氏の作品は教訓物語なのである¹⁾。といている。

本稿の目的は、山本周五郎作品における人間観につ

いて考察することである。ここで人間観とは、人間に対する心のあり方から、広く、人間に対してどのような見方や考え方をするかを問題にする。

2. 人間の二面性

山本は、人間や人生を決して一面的に見ることなく、冷静に人間存在の根本を分析する。『赤ひげ診療譚』において、「人間ほど尊く美しく、清らかで頼もしいものはない」と法定は云った、「だがまた人間ほど卑しく汚らしく、愚鈍で邪悪で貪欲でいやらしいものもない」²⁾という。さらに、『虚空遍歴』では、「『人間は、いつもきれいごとばかりしてられるもんじゃない』沖也は女に草履をはかせてもらいながら云った。『きれいごとの裏では、恥ずかしいことやみっともないこと、うすぎたないことをいやになるほどしなけりゃあならないんだ、それが人間てえもんだ』」³⁾という。これが、山本の人間観察の根本である。人間が生きるのはきれいごとではない。生きているうちに、いろいろなことが起き、平凡な生活にも表裏があり、清潔な面があると同時に、汚れたいやらしい面もある。山本はこの二面性を、人間が本来的な特色と見ている。

そして山本は『柳橋物語』において、「金があって好き勝手な暮らしができたとしても、それで仕合せとはきまらないものだ、人間はどっちにしても苦労するようにできているんだ」⁴⁾といい、さらに『栄花物語』では、「人間はみんなお前と似たりよったりだ、誰も

がそれぞれの意味で、怒りや悩みや悲嘆や絶望をもっている、人間とは元来がそういうものらしい、人間であって生きている限り、そういうものから逃れることはできないらしい⁵⁾と述べる。

しかし、これも山本が持つ人間観の一側面であり、彼が人間存在の根本を、常に悲観的に見ているわけではない。山本は、人間には本物と偽物があると見、偽物が如何にのさばっても、歳月を経れば必ずぼろを出すのが偽物の宿命と考えている。この本物と偽物を、善悪に置き換えてもよい。歳月とは必ず人間の本性を暴き出すし、善を装った悪すなわち偽善などは、歳月の前ではほとんど無力な道化といえる。

また山本は、人間の善悪を仕事に託し、『柳橋物語』において、「どんなに結構な御治世だって、良い仕事をする人間はそうたくさんいるもんじゃない、たいていはいま幸さんの云ったような者ばかりなんだ、それで済んでゆくんだからな、けれどもどこかにほんとうに良い仕事をする人間はいるんだ。いつの世にも、どこかにそういう人間がいて、見えないところで、世の中の楔になっている、それでいいんだよ⁶⁾」と語っている。これが、山本の人間観の根底にあるゆるぎない信念である。特に「見えないところで、世の中の楔になっている」というのが、この一節の眼目であり、山本文学の根本思想を象徴する最重要部分といえる。

山本は、英雄や豪傑を描くことはなかった。名もなく貧しくとも、今日という日を精一杯に生きる人々を好んで描く。『柳橋物語』の次の一節なども、その好例である。「お父っさんもおっ母さんもずいぶん苦勞したようだ、贅沢などということはいちどもできなかったかも知れない、でもお互いに好きあっていっしょになったのだから、貧乏も苦勞もきつと仕がいがあつたに違いない。お祖父さんの言うとおりの人間が苦勞するように生まれついたものなら、ほんとうに心から好き同士がいっしょになって、互いに、慰めたり励ましたりしながら、つつましく生きてゆける仕合せに越したものは無い、おっ母さんが亡くなって四年目にお父っさんも死んだ、そんなにも好き合っていたんだから、お二人ともきつと満足していらっしやるに違いないわ⁷⁾」。

この一節の「貧乏も苦勞もきつと仕がいがあつたに違いない」に、山本の人生観が色濃く現われている。人生観とは、人間の生き方や生きることの意味に関する考え、人生の価値や目的や態度についての考え方である。本稿では人生観という用語を、人間観の一部を

なすものとして用いる。人の世が苦勞や悲しみに満ちているのなら、互いに信じ合う者同士が、手に手を取り合い、荒波を乗り切つてゆこうというのが、山本の思想の根本である。

山本は、如何に苦勞が重く、悲しみが深くとも、その苦勞や悲しみの先に、希望に満ちた未来があると信じて疑わない。この向日性が山本文学を特徴づける最大の要素であり、また山本文学に心酔する多くの読者を獲得した最大の要因といえる。山本は、如何なる逆境にあつても、未来を信じてひたむきに生きる人間の姿に、この世に生を受けた人間という生き物の至高の価値を見、さらには人間の尊厳を見ている。

そして、彼は『艶書』で次のようにいう。「世の中には苦しいことや悲しいこと、辛いことや汚らわしいことがたくさんある」と彼は云った、「あなたも結婚すれば、どうしてもそういうとき絶望したり、やけになつたりしてはおしまいです。人間にもそれぞれ弱点がある、醜い、いやらしい面が誰にだってあるものです。苦しみや悲しみや、醜さやいやらしいことを経験し、そういうものに鍛えられて、はじめて人間はおとなになってゆくんです、わかりますか⁸⁾。もし人生が美しいことだけであれば、これほど楽なことはないであろう。

実際、現実をきちんと見据えるところから、真実の人生が始まる。誰もが、人生に醜さやいやらしいものは見たくない。しかし、人生の真の意義は、それを見据えるところから始まる。それには、何よりも勇気が必要となる。それゆえ、山本は『花匂う』で、「物に表と裏がある以上、人間にもそれぞれひなたと日陰がある。世の中そのものが複雑でむづかしいから、人間もきれいにばかりはなかなか生きられない、厳しいせんさくをすれば、誰にも少しは醜い厭な部分があるものです。それが現実だということを考えていらっしやい。余り美しい夢を期待すると、裏切られるかも知れません。勇気をだして、たとえ少しくらい厭な事実に遭つてもまいらないで、強く幸福に生きて下さい⁹⁾」という。人間が考えたこととその結果としての行動することの両方に対し、少しの勇気があれば人生は変わる。自分に新しい一歩を踏み出す勇気さえあれば、人生は大きく変わる。その新たな一歩こそが、自分だけの人生、すなわち自分らしさを作り出すための第一の布石となり、結局自分という人間を作り出す、人生の新たなスタートになるといえる。

3. 人生と仕事

生きることは、いつでもどこでも、人間にとって最大のかつ永遠のテーマであろう。山本文学は、見方によっては、全編が人生は如何に生きるべきかの教科書のようなものである。人生は常ならぬもので、今日のままの明日が来る保証はどこにもない。これは一種の無常観につながるが、山本の場合、この無常観に浸って宗教的な諦観に陥ることはない。なぜなら、幸福が永遠に続くものではないと同様に、不幸も永遠に続くものではないと見ているからである。

しかし、人間は不幸に陥ると、それが永遠に続くものであると錯覚し、絶望感に捉われる。その揚げ句、蒸発したり、自殺したりする人間があとを絶たない。生きることの真の意義と命の尊さを知るなら、決して安易に蒸発したり自殺したりできないはずである。生きることに對して、少しの勇気が足りないのではないだろうか。山本は、この心の機微を『人情裏長屋』で、次のように記している。「いや人間の一生には晴れた日も嵐の日もあります、どんなに苦しい悲惨な状態も、そのまま永久に続くということはありません、現在は現在、きりぬけてみれば楽しい昔語りになるでしょう、まあ焦らずにゆっくり構えるんですね、こんな暮しの中にもまた味のあるものですよ」¹⁰⁾。

山本は、向日性に富んだ作家である。向日性に富むとは、人間の可能性を信じることである。現実に絶望することは決してなく、たとえどうにもならない逆境に置かれても、未来に灯る一条の光を信じる。およそ世の中に絶望することの原因は、そのほとんどの部分が、自分の仕事に自信をなくすことから来ている。仕事とは、人間にとってそれほど大切な行為なのである。定年退職した人間が、これで悠々自適の生活に入れると思ったとたん、傍目から見ても驚くほどの速さで年老いてゆくことなどは、その端的な証明であろう。

仕事が、人間が生きてゆく上でかけ替えのないものであることを、山本も繰り返して述べている。そして山本の職業観、すなわち職業に対する考え方の根底には、職業には貴賤の差がないということがある。例えば、山本は『ながい坂』で苦勞の末に平侍から、ようやく城代家老にまで登りつめた主人公の三浦主水正に、「『たいしたことはない』主水正は声に出して呟きながら、思わず呻き、頭を振った、『たかが七万八千石の城代家老ではないか。しかも自分で選んだ道がここへ続いてきただけではないか』

石を運び、土を掘る任側たちと少しも違いはない。

一文菓子を売り、馬子、駕籠かきをしても、人間が生きてゆくには、それぞれ苦しみやよろこびがある。そのありかたはいちようではないし、どっちが重くどっちが軽いという差別も評価できない。城代家老という役が特に重大であり、苦しいものであることはない、と主水正は思った¹¹⁾」といわせている。

そして、主水正は旧友から、こう忠告されていた。

「『——三浦はもう少し気持ちをほぐさないといけない、そんなにいつも緊張しつづけているとくたびれる。人間の一生はながいし、雨、風、雪、霜、いろいろな障害に耐えてゆかねばならない、まっ白い清絹のままでは生きて行けないんだ』

泥だらけになり、傷だらけになって、そこから立ちあがるのでなければ、人間の本当に人間らしい仕事はできないだろう、と佐佐義兵衛は云った」¹²⁾。

人生は、教訓に満ちている。ただし、万人に当てはまる教訓は、一つとしてない。結局のところ、人生とは自分の人生であり、他人の人生ではない。それゆえ、自分の人生を生きたかどうかは、他人には決して分からぬことである。自分の人生を本当に生きたかどうかは、如何に真剣に仕事に打ち込んだかで決まる。毀誉褒貶とは無縁のところで、如何にひたむきに生きたかで、その人間の人生が決まるのである。

仕事をする限り、初心者には初心者なりの苦しみがあり、熟練者には熟練者なりの悩みがある。仕事は人生そのものだから、仕事をするのはすなわち、人生を生きることであり、そこには必ず苦しみや悩みがついてまわる。この点を、山本は再三再四強調する。『湯治』に、「この世に生きてゆくには、苦しいこと悲しいこと辛いことを耐え忍ばなければならない。たいていの者が身に余る苦勞を負って、それこそ歯をくいしばるような思いでその日その日を暮しているのである。しかも他人にはその苦勞が分からない、人間はみなめいめいの悲しみや辛さのなかで、独りでじっと辛抱しているのである」¹³⁾と記されている。この一節ほど、山本の人間観を象徴的に表現している文章はない。特に最後の一節の「人間はみなめいめいの悲しみや辛さのなかで、独りでじっと辛抱しているのである」という文章は、山本文学の眼目であり、辛抱するという孤独な営為の中に、山本は人間性の尊厳を見ている。そもそも人間は孤独であり、孤独だからこそ仕事ができ、同じ孤独である他人の心の傷の痛みも理解できるとする。およそ過ちのない人生というものは、よほど用心深く生きたか、よほど臆病に徹して生きたかのい

ずれかであり、味気ないことおびたしい。心に何の傷も持たない者がつまらないように、人間という生き物は、躓いたり転んだりの失敗を重ね、いわゆる人間らしさ段々身につけてゆく。

4. 人間と幸福

山本にとって、人間らしく成長するとは、七転び八起きの人生を生きること、他人の心の痛みを知る人間になるのである。そしてそういう人生を生きることによって、次のような考えに辿りつく『追いついた夢』で述べている。「生きているうちには悪いことばかりはないものさ、くよくよしないで、おけいちゃんらしく辛抱してお呉れよ」¹⁴⁾。この向日性が山本文学の一大特徴であるとともに、多くの読者にとって、明日を生き抜く力強い心の糧となる。確かに人生は一寸先が闇であり、5年先のことはわからないし、この世に生きていけば、いつ如何なることが起こるかかわからない。それゆえ、山本は『さぶ』において、人間の宿命を見定めたように、「どんなに賢くっても、にんげん自分の背中を見ることはできないんだからね」¹⁵⁾ というのである。背中を見るができないなら、前を見つめるより仕方がない。山本にとって生きるとは、常に前方を見据え、自分の力でそこへ向かって第一歩を踏み出すことから、すべてが始まる。

そこで山本は、『追いついた夢』で、人生から手痛い打撃を受けつつも、健気に第一歩を踏み出そうとする娘に、「大丈夫よおばさん、あたしちっともくよくよなんかしていないわ、こうするよりほかにどうしようもないんだもの、恥ずかしいだの悲しいだの辛いだの、そんなこと思ったら一日だって生きてゆかれやしないわ」¹⁶⁾ といわせている。

人生を生きるには、このように未来に向かって第一歩を踏み出すことが何より大切である、と山本は説いた。人生には、運・不運がつきものである。山本は、人生につきまとい、時には悲劇を呼び、時には喜劇を招くこの運・不運を、よく作品に書いている。成功の条件として、運・鈍・根の三要因があることがいわれるが、山本はひたむきな努力を続けてゆけば、必ず運も引き寄せられてくると確信する。世間には、運がないといって投げやりになる人間が少なからずいる。そういう人間は、自ら運が開ける道を閉ざしているようなものである。山本にとって、運とは自分の力で切り開いてゆくものである。運が悪いということは誰の罪でもないし、運が悪いといってもそれが永久に続くも

のではない。したがって、不運を世の中のせいにするのは卑怯である、と山本は考えている。

同時に、一生運に恵まれ続ける人間もいるわけがない。人間である限り、皆が皆、懸命にその日その日を生きている。山本はそういう生き方こそ、真摯に人生を生きることであると確信している。例えば、大銀行の頭取だからといって、人間的に偉いわけではないし、リストラされた人間だから価値がないのではない。大銀行の頭取になるのも、リストラされるのも、一つの運命であり、それを深く受け容れるしかない。そして重要なことは、もし苦境に立たされたなら、全力をあげそこから脱出するべく、努力を重ねることである。努力もせずに重圧に押しつぶされ、自分の不甲斐なさを世の中のせいにするなど、真つ当な人間のすることではない。そう考えると、運・不運というものは、結局は、人間の生き方に大きく関わっていることがわかる。強靱な精神を持っていれば、運・不運に関わりなく、全力で生きられるのである。

山本は様々な作品で、このテーマを追求しているが、その典型となるのが『雨あがる』と『雪の上の霜』に描かれた三沢伊兵衛・たよ夫婦の話である。

伊兵衛は武芸百般、どれをとっても第一級の師範になれる腕を持っていた。しかし抜群の腕前とは裏腹に、伊兵衛の精神は控えめ一本槍で、人を押しつけてまで何かをやらうとする気持ちはない。その性格を山本は、「自分のことよりひとの立場を先に考える、ひじょうに謙遜で、涙もろくて、自分の生活が楽なときは、世間の人たちに済まないと思うし、自分の苦しいときは、ひとはもっとくるしいだろうと思う」¹⁷⁾ と表現する。

しかしこういう性格のため、伊兵衛は主家を浪人してから7年もの間、仕官の口が見つからず、夫婦で放浪の旅を続けていた。だから、妻のたよは夫の性質が変わらぬ限り、決して栄達は望めないと思っているが、また「良人は、いつも誰かを幸福にしている、当然自分が占めるべき席、当然自分が取ってよい物、それらをいつも他に譲ってしまう……これでよいのだ、良人には稀な能力がある、しかもその能力で、いつも誰かに幸福を分けている、これでよいのだ」¹⁸⁾ とも思っている。たよは、準老職という大身の家に生まれ、苦勞知らずに甘やかされて育った。しかし良人の生き方に運命を感じ、大きな感動をもって良人を支えている。それゆえ、「わたくしはこれで幸福です、これ以上の物は決して望んではいけないのです」¹⁹⁾ という。

ここに、山本の人間の幸福に対する考え方すなわち

幸福観や、人間の運命に対する考え方すなわち運命観が鮮明に現われている。人を押しつけてまで手に入れたものは、真の幸福ではない。人は自らの運命を受け入れ、その運命の中で精一杯に生きてこそ、初めて真の幸福を手に入れることができる。他人を蹴落としてまで手に入れた幸福が、真の幸福でないことは誰にでも理解できよう。単純に言えば、これは他人を不幸にして獲得する幸福であり、そういうものは真実、幸福の名には値しない。人が苦しむのを見るよりも、自分が苦しんだ方がよいというのが真心である。

山本文学は、この真心を一貫して追求した文学といえる。次の文章は、その典型である。『正雪記』で、「丸橋、——人間として自分だけが満足すればいいという生きかたは誤りだ、もっとも多数の人たちと幸不幸をわかちあってこそ、人間らしい生きかたといえるだろう」²⁰⁾ といい、『壺両千両』では、「貧乏や不仕合せのなかに、云いようのない深い味わいがあり、人の世に生きることのみじみとしたよろこびが感じられる。最も数の多い人たちは、みなそのように生きているのだ。物や金に恵まれない。僅かな蹉跌にも親子兄弟が離散したり、心にもない不義理をしたりする。然しそれでも人は互いに身を寄せ合い、力を貸し合い、励まし合って生きている。『遠い親類より近い他人』とか『渡る世間に鬼はなし』とかいう言葉は、この人たちの涙から生まれたものだ」²¹⁾ といっている。

山本は常に、最大多数の人々の幸福を考える。決して、選ばれた一部の人々の幸福ではない。最大多数の人々とは、世間に名も知られず、貧しさに耐えながらも、今日を精一杯に生き、そして明日に一条の希望の光を見出している、市井の庶民たちのことである。そういう人々に幸福が来ぬ限り、真に幸福な世は訪れないというのが、山本の思想の源泉である。

そして山本は、生きることと運命との関係を、『五月雨日記』にこう書いている。「…どんな過ちでも、この世で取り返しのつかぬことはない。人間はみな弱点を持っている。誰にも過失はある、幾度も過ちを犯し、幾度も愚かな失敗をして、そのたびに少しずつ、本当に生きることを知るのだ。…それが人間の持つて生まれた運命なのだ」²²⁾。「失敗は成功の母」というように、人間は、失敗を重ねることで進歩してきた。失敗をしたなら、その失敗を償うべく努力すればよい。失敗こそが自分を成長させてくれると思えば、失敗を怖れることもなくなる。

5. おわりに

山本は、社会の底辺で、つつましくも精一杯に働く人々を好んで描いた。そういう人々にとって、日々を生きることは、決して容易なことではない。懸命に生きる他に方法はない。また彼らは、世間が非情なものであることを知っている。しかし、世間が如何に非情でも、人は生きてゆかねばならない。そこに様々な葛藤が生まれるのだが、とにかく今日という日を生き抜くことが、人として生まれた者の最低の義務である。その義務を放棄することは、如何に理由をつけても許されることではない。生きることを放棄するのは、人間であることを放棄することになる。如何に苦難に見舞われて逆境に置かれようとも、とにかく生きることである。人間らしさは、その一点にある。

如何に貧しくとも、男には家族を守る義務と責任があり、この義務と責任を果たすための前提条件が生きることである。生きることを放棄するのはこの義務と責任を放棄することに他ならず、人間としてこれほど無責任で恥ずべき行為はない。またいくら強がっても、人間は独りでは生きられない。家族もいれば、隣人、知人、友人、仕事仲間もいる。人間は生きているうちに、知らぬまに世間に対して、借りができています。その点を、山本は『新潮記』で、次のように記している。「人間は、生きているというだけで誰かの恩恵を蒙っている、他人の造った家に住み、他人の作った米麦を食べ、他人の織った着物を着る、日々の生活に欠かせないあらゆる必要な品々が、すべて見も知らぬ他人の丹精に依って出来たものだ、ひとから物を借りれば、いつかは礼を付けて返さなければならない。返せない借り物なら、それに代わるだけの事をするのが人間の義理である。世の中に生きて、眼に見えない多くの人たちの恩恵をうけるからには、自分も世の中に対してなにかを返さなければならないだろう」²³⁾。

さらに山本は、この一節を「自分はそれをしたであろうか」と締め括っている。ここが大切なことである。人間の思考は、常に自分を中心に働く。しかし、自分以外の人間に視点を置いた時、人間らしく生きるには、地位や名誉や財産よりも、いっそう大切なものがあることを悟る。すべての人間が、自分の好みのまま生きるとしたら、世の中は一日として成り立たない。そもそも人間という文字は、人の間と書く。人の間で生きるのが、人間である。独りで生きているようでも、互いに寄り添い、互いに支え合って生きているのが人間の実相ともいえる。それゆえ、山本は『つばくろ』で、

「『人間はみなそれぞれなにかしら重荷を負っている、……生きてゆくということはそういうものなんだ、そして道は遠い……』

互いに援けあい、力を貸しあってゆかなければならない、互いの労りと助力で、少しでも荷を軽くしあって、苦しみや悲しみを分けあってゆかなければならない。自分の荷を軽くすることは、それだけ他人の荷を重くすることになるのだろう。道は遠く、生きることは苦しい、自分だけの苦しみや悲しみに溺れていてはならない²⁴⁾ というのである。

生きる苦しみや悲しみが、自分だけのものではないと気づいた時、人間には本能的に思いやりという心の働きが出てくる。これが、人間が人間らしく生きるための基本であり、ここに生きることの真の意義が出てくる。山本が考える人間の道とは、きわめて単純である。『恋の伝七郎』で、「馬鹿と云われても白痴と云われてもいい、正直にやってゆきな、あこぎなことをして儲けたって、人間が寝るには畳一帖で沢山だ、飯は三杯、寒くたって、着物を十枚とは着られねえ、慾をかくな、睡ってからうなされねえように生きるのが人間の道だぜ²⁵⁾」とっている。山本にとって、これが人間の道であり、人間らしい生き方なのである。生きることの意義は、自分の人生を着実に踏みしめて歩むところから生まれる。徒労と思われるようなことでも、その積み重ねの中に必ず希望の芽が育まれている。この点を山本は『ながい坂』で、「『人間のすること、むだなものは一つもない』と主水正は云った、『眼に見える事だけを見ると、ばかげていたり徒労だと思えるものも、それを繰り返して、やり直し、積み重ねてゆくことで、人間でなければ出来ない大きな、いや、値打のある仕事を作りあげられるものだ』²⁶⁾」という。

人間の行為の結果は、長い眼で見ると不思議なくらい公平に配分が保たれているようであり、貪欲悪辣なやり方で、地位や富を得た者は、必ず馬脚を現わす。したがって、人間らしく生きるためには、地位や富に目を奪われず、精一杯今日という日を生き抜く他に道はないと山本は説いた。

この世に生きてると、人はいろいろな悲しみや苦しみに遭遇する。しかし本気で真実の人生を精一杯に生きれば、その悲しみや苦しきも、人の成長を助け、人格を成長させる強力な糧となる。そして、次のようにいえれば、その人間は疑いなく真実の人生を精一杯生きたことになる。『暴風雨の中』において、「『生まれてきたことはよかった』こんどははっきりと呟い

た。『生まれてこないよりは、やっぱり生まれてきたほうがよかった』²⁷⁾という。生きることは何よりも尊い、精一杯に自分の命を生きる人のひたむきな姿が尊い、というのが山本の人間観の核心であるといえる。

参考文献

- 1) 吉野弘：山本周五郎論、『歴史読本』編：山本周五郎を読む所収，p. 160（新人物往来社，2012）
山本周五郎作品から、教訓を読みとるものは、他にも次のものがある。
清原康正：山本周五郎のことば（新潮社，2003）
福田和也：山本周五郎で生きる悦びを知る（PHP研究所，2016）
- 2) 山本周五郎からの引用は、『山本周五郎全集』（新潮社，1981～1984）の巻数と頁数を記す。全集未収録作品については、新潮文庫を使用した。
『山本周五郎全集 第十一巻』 p. 101
- 3) 『山本周五郎全集 第十五巻』 pp. 358～359
- 4) 『山本周五郎全集 第二巻』 p. 222
- 5) 『山本周五郎全集 第七巻』 p. 57
- 6) 『山本周五郎全集 第二巻』 p. 224
- 7) 『山本周五郎全集 第二巻』 p. 223
- 8) 『山本周五郎全集 第二十五巻』 p. 131
- 9) 『山本周五郎全集 第二十一巻』 p. 221
- 10) 『山本周五郎全集 第二十一巻』 p. 203
- 11) 『山本周五郎全集 第十七巻』 p. 502
- 12) 『山本周五郎全集 第十七巻』 p. 154
- 13) 山本周五郎『湯治』、『松風の門』所収（新潮文庫、1973） p. 126
- 14) 『山本周五郎全集 第二十三巻』 p. 125
- 15) 『山本周五郎全集 第十六巻』 p. 136
- 16) 『山本周五郎全集 第二十三巻』 p. 125
- 17) 『山本周五郎全集 第二十三巻』 p. 303
- 18) 同前。
- 19) 同前。
- 20) 『山本周五郎全集 第八巻』 p. 365
- 21) 『山本周五郎全集 第二十一巻』 p. 104
- 22) 山本周五郎「五月雨日記」、『艶書』所収（新潮文庫、1983） p. 221
- 23) 『山本周五郎全集 第一巻』 p. 172
- 24) 『山本周五郎全集 第二十三巻』 p. 49
- 25) 『山本周五郎全集 第二十巻』 p. 134
- 26) 『山本周五郎全集 第十七巻』 p. 344
- 27) 『山本周五郎全集 第二十四巻』 p. 128

福島高専磐陽寮における 安全で安心な生活環境の創出について

Creating a Safety and Comfortable Living Environment at the Banyo Dormitory
of National Institute of Technology, Fukushima College

笠井 哲^{*}・市川 誠^{*}・植 英規^{**}
柴田 公彦^{***}・小出 瑞康^{****}・林 久資^{*****}

^{*}福島工業高等専門学校一般教科

^{**}福島工業高等専門学校電気工学科

^{***}福島工業高等専門学校物質工学科

^{****}福島工業高等専門学校機械工学科

^{*****}福島工業高等専門学校建設環境工学科

Akira Kasai^{*}, Makoto Ichikawa^{*}, Hidenori Ue^{**}

Kimihiko Shibata^{***}, Mizuyasu Koide^{****}, and Hisashi Hayashi^{*****}

^{*}National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

^{**}National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Electrical Engineering

^{***}National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Chemistry and Biochemistry

^{****}National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Mechanical Engineering

^{*****}National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil Engineering

(2016年9月20日受理)

Since the Great Earthquake occurred on March 11, 2011, there have been concerns of safety in Iwaki City in which the Banyo Dormitory is situated. In order to protect the dormitory students from their safety problems and in order to relieve their parents from anxiety, we have made efforts to reform and reinforce the dormitory in line with the trend of rationalization. The purpose of this paper is to show some aspects of our reform of the dormitory from a safety point of view.

Key words: Banyo Dormitory, safety, comfortable living environment

1. はじめに — 安全で安心な寮を目指して —

本稿の目的は、現在の寮務委員会が、安全と安心を目指して取組んできた、福島高専磐陽寮の改革を報告することである。磐陽寮は、遠隔地からの入学者に対して修学の便を与えると同時に、共同生活を通してお互いの自己啓発を図り、人間形成を務めるという大きな教育目的のために設置されている「教育寮」である。

平成23年3月11日に起こった「東日本大震災」後に、磐陽寮の立地するいわき市の治安が悪化し、市の教育委員会から寄せられる不審者情報が日々飛び交っている。こうした中で、「安全で安心な生活環境」を、親元を離れて暮らす寮生たちに提供するのが、寮務委員会の役目

である。因みに、平成28年4月現在の磐陽寮の寮生数は、表-1のようであった。

表-1 寮生数
(平成28年4月開寮日現在)

	男子	女子	合計
現員	127	57	184
定員	167	67	234

この200名足らずの寮生たちに、平成25年度まで毎日2名の教員(通称、寮監)と警備員1名の計3名で宿直し対応してきた。良くいえば手厚い対応だが、基本的

に教員が1名しか泊まらない他高専と比較し、本校の宿直者が寮生の数に比して多いのは、否めない事実であった。

高専機構では、「中期目標・計画」において、業務の効率化・合理化を進めることを明記している。また、平成26年4月、笠井の寮務主事就任と時を同じくして、第8代の校長の中村隆行先生が赴任した。中村校長が、同年5月に打ち出した「平成26年度 福島高専重点項目(校長方針)」のうち、寮関係は次のようであった。

「5. 人間力の育成

○磐陽寮の新方針

「あいさつ」は一年生だけでなく、全寮生が自発的に行う。寮外生の立ち入り禁止を徹底する。点呼後の外出禁止を徹底する」

以上の寮生への「教育」に関する事項は、寮生の意識改革に関するものである。月例集会で呼びかけ、後述する「磐陽寮—生活指導の指針—」に基づく指導の結果、改善が見られる。それは、「点呼後の外出者が激減した」という警備員からの証言からも明らかである。

校長方針には、さらに学校全般に関わるものとして、「9. 業務の効率化」をあげ、その中に、「寮の管理体制の見直し」があり、最後に「業務効率化のための具体的な提案募集」をあげていた。そこで寮務委員会では、「従来の質を維持した業務効率化」の手始めとして、「日課の変更」に着手した。

2. 日課の変更

表-2 日課の一元化までの推移

年度	～2014年度		2015年度		2016年度	
	平日	休日	平日	休日	平日	休日
朝点呼	集合点呼	7:30	—	7:25	—	7:25
	巡回点呼	—	7:40	—	7:35	—
朝食	7:30～	7:40～	7:25～	7:35～	7:25～	7:25～
登校	8:25	—	8:15	—	8:15	—
夜点呼	集合点呼	21:30	21:30	—	—	—
	巡回点呼	22:00	22:00	22:00	22:00	22:00
消灯	24:00	任意消灯	24:00	任意消灯	25:00	25:00

福島高専磐陽寮では、朝と夜に行われる点呼を主とする日課の変更に取り組んできた。表-2は、福島高専磐陽寮の日課変更の推移を示したものである。

まず、朝の点呼について述べると、平成25年度まで平日は寮生が寮食堂へ集まり教員が呼名点呼を行う「集合点呼」、休日は宿直教員が寮生居室を巡回し安否・所在確認をする「巡回点呼」を行っていたが、休日は巡回点呼後に居室にて二度寝・朝食を欠食する寮生が多いこ

とが問題となった。寮食堂業者の調査でも、土日曜日に寮食堂で朝食を食べている寮生は60～70名程度であることがわかっており、寮生の大半が休日に朝食を食べていないことが判明した。休日といえども、学習や部活動など規則正しい生活を行うためには朝食を食べることは不可欠であると考え、平成28年度より休日の朝点呼方法を平日と同様の寮食堂での「集合点呼」に変更した。これにより、平日と同じく寮生の健康と無事を寮監が確認でき、点呼後そのまま食堂で朝食をとる寮生が増えた。以上の変更は、寮生保護者会で賛同を得て、寮運営協議会や月例の集会で周知し、半年の移行期間の後に実施したものである。

次に、消灯時間の変更について述べる。平成27年度まで休日前日の夜は、定められた消灯時間はない「任意消灯」とされていたが、学習以外の目的で夜更かしをするものも多く見られた。成長期真っ只中の寮生は十分な睡眠時間が必要であると考え、平日・休日どちらも25時(午前1時)に消灯とすることを定めた。ただ、消灯時間の変更が学習の妨げにならないよう、自習室や試験期間は別途対応を行っている。上述した、休日朝点呼後に朝食を食べる寮生が増えたのも、点呼時間の変更によって寮生の規則正しい生活リズムを保っているからではないかと考えている。

夜の点呼に関しては、平成26年度までは寮食堂での集合点呼の後に、居室での巡回点呼を行っていたが、2015年度より集合点呼を廃止し、巡回点呼のみとした。これにより寮監の業務が低減され、平成28年度から休日前日の寮監一人体制(通常は二人体制)の実施が可能となった。さらに、寮内巡回が主な業務である日直業務を、警備会社への外部委託とすることで、教員一人あたりの年間宿直回数が平成27年度の7回/年から3回/年へ減少させることが可能となった。日直・宿直業務の教員負担が軽減されることによって、研究活動・学会活動・地域貢献活動に力を入れることができるのではないかと考えている。

寮監業務の効率化・負担軽減を進める一方で、寮務主事・主事補を中心とした連絡網を構築し、寮監一人体制時の緊急時には対応できるようにしている。

3. ハード面での強化

3-1. 防犯システムの設置

磐陽寮には、以上のような日課の見直しに加え、ハード面での強化も必要であった。というのも、寮食堂の東側に面して、「市道」が南北に走っているからである。

そこで、平成 26 年度に本校の戦略的経費（校長裁量経費）を獲得して、寮内の公共性のある場所への防犯カメラの設置および若葉棟周囲への赤外線侵入監視システムの設置を行った。これは寮内への不審者の侵入の未然防止を計ること、そして、万が一緊急事態が発生した場合に初動対応を適切に実施し被害・影響を最小化することを目的としたものである。設置当初、寮生は防犯カメラを監視カメラとして捉えているところもあったが、寮生保護者への周知、防犯カメラ運用ガイドラインの策定を行うとともに、寮生へくり返し説明することで寮生の疑念を晴らすことができた。

このようなシステムの整備は、安全で安心な磐陽寮の創出だけではなく、少人数の宿直者でも効率的に宿直業務を行うためにも資するところが大きいと思われる。引き続き、防犯カメラやカードキーシステム、各フロアの防犯・非常用ブザーなどの整備とそれらの集中管理化を順次進めて行く必要がある。



図 1 「防犯カメラ」(左)と録画用 PC (右)

3-2. ガスコンロから IH クッキングヒーターへの更新

磐陽寮には、寮生が夜食や軽食を調理して飲食するための補食室が用意してある。そこに設置されている調理器は、若葉棟の女子用補食室を除き、ガスコンロであり、そのなかには温度検知機能も搭載されていない旧型のもがあった。

寮生の火傷や火災のリスクを低減させることを目的として、校長裁量経費を獲得して平成 26 年度に食堂の男女共用の補食室、平成 27 年度に白雲棟の男子留学生用補食室のガスコンロを IH クッキングヒーターに更新するとともに電源工事を実施した。今後こずえ棟の短期留学生用補食室、若葉棟の女子留学生用補食室の更新も順次進めていく予定である。



図 2 食堂に設置した IH クッキングヒーター

4. 「磐陽寮—生活指導の指針—」の導入

寮務委員会は平成 27 年 4 月から従来の生活指導指針を改訂し、「磐陽寮—生活指導の指針—」を導入した。この指針の導入の目的は、寮生活の指導基準を文書化し、寮生に配布することで、寮生の自主・自律の精神を育成すると同時に、安全で安心な生活環境とは何かを彼ら彼女らに意識させることである。「生活指導の指針」の前文がこの理念を示している。以下に引用する。

福島高専の学生寮「磐陽寮」は、互いに敬意を払いながら、規則に基づいた規律ある集団生活を営むことを目標としています。学寮環境を保つために、寮務主事を始めとする教職員で構成される寮務委員会が、時には、寮生に対して指導を行うことがあります。この指針は、どのような行為が指導対象となるか示すことで、寮生が生活上の責務を自覚し、快適かつ安心できる生活の場を築いていくために作成したものです。

「教育寮」の定義をするならば、教育寮とは、知識と教養を身につけた社会に通用する人材を育成する寮である。「生活指導の指針」では、有為な社会人を育てるべく、(1) 日常生活に関する行為、(2) 寮内での安全に関する行為、(3) 寮内または寮外での安全に関する行為、(4) 寮内の秩序に関する行為、の 4 つに分類した反則行為を行わないことを寮生に課している。

この 4 つに分類される反則行為はすべて、刑法や条例に照らして、社会通念上ふさわしくないものである。例えば、現在、夜点呼後の午後 10 時から午前 5 時までの無断外出は厳に禁止している。その根拠は、福島県青少年育成条例第 25 条（「保護者は、特別の事情がある場合のほか、深夜（午後 10 時から翌日の午前 5 時までをいう）に青少年を外出させないよう努めなければならない」）である。同条例の第 3 条から第 6 条にかけて、青少年を健全に育成する責務のあるものとして、家族、学校、職場、地域住民、県を挙げている。

寮生は家族から離れて暮らしているからこそ、寮務委員会を始めとする教職員は、寮にいる間は親代わりとして、時には寮生に対して厳しく言わなければならない。観点を変えれば、「磐陽寮—生活指導の指針—」は、寮生の安全と安心を守る生活環境を創出していこうとする私たちの決意表明とすることができる。

5. 磐陽寮の新しい役割へ向けた取り組み

さて、産業のグローバル化に伴い、高専における国際

交流の取り組みが活発化している。本校も既に、東北地区高専を中心とした数ヶ月程度の短期交換留学の取り組みに参加しており、これまでにフランスやフィンランドから毎年数名の留学生を受け入れている。国際交流を継続的に発展させていくためにも、生活の拠点としての寮の役割は極めて大きい。

磐陽寮では当初、本校に学籍を持つ長期留学生や日本人チューターの部屋の近くに短期留学生の部屋を配置していた。しかし、門限などのルールに馴染めない場合があるなど、一般寮生と同じ条件での指導を徹底することは困難であり、平成 27 年度からは男女問わずこずえ棟で受け入れを行うこととしている。これに伴い、寮内でのルールも一般寮生とは異なったものを策定した。一般寮生と短期留学生に食堂などでの交流を勧める一方で、指導の面では両者に違いを認識させ、程よい距離感で寮の秩序を維持することが目的である。

こずえ棟を短期留学生の受け入れに用いるにあたり、生活設備の充実も進めている。こずえ棟の個室トイレの広さは通常の 90×130cm から、110×180cm と 125×190cm (2種類) へ広く確保するよう改修し、さらに各階の居室 1 室もシャワー室へと改修した。シャワー室には現時点で各 1 基のユニットシャワーが設置されているが、将来的には 2 基ずつに増設することが可能な仕様である。

国際交流に加えて、近年では、廃炉や地方創生などのプロジェクトの実施に伴い、他高専や大学との連携が進んでいる。現在、磐陽寮では短期留学生と同様に、外部学生のこずえ棟での受け入れを試行している。今後、運用面での問題点を抽出し、ルールや設備の整備を進めていく必要がある。

高専設立から 50 年を越え、各高専を取り巻く環境は大きな転換期を迎えている。寮運営において対外的な交流の拠点としての役割も意識することは、高専の持続的発展にも寄与すると期待される。一般寮生にとっても、外部との交流は社会性を育む良い機会をもたらす。磐陽寮が教育寮として存続するためにもこれらの取り組みは重要なものである。

6. 外泊許可願の提出・点呼の電子化へ向けた検討

先述のように、磐陽寮では、朝と夜の 2 度の点呼を行っている。点呼は学生の不在状況が記載された点呼カードにもとづいて行われている。寮生が外泊等で不在になる場合、「外泊許可願」等を提出し、事務職員または教員が点呼カードに不在情報を転記する。しかしながら、この方法にはいくつかの問題点がある。

この外泊許可願の受取から点呼カードへの記入が煩雑で、転記ミスや記入漏れ等が発生しやすい。学生の急な用事等により、提出期限を越えて外泊許可願が提出される場合、寮務主事・主事補等への確認、点呼カードへの転記といった作業が発生し、寮監の負担が増える。また、学生が、外泊許可願により届け出た自分の外泊予定を確認する手段がないことも問題である。

そこで、外泊許可願の提出から点呼までを電子化することを検討した。これらの作業を電子化することにより次のメリットがある。一つ目は転記ミス、記入漏れをほぼ無くすることができることである。点呼までを電子化することができれば転記作業そのもの無くすることができる。二つ目は、学生自身が自分の外泊予定を確認できるようになることである。運用方法によっては外泊の変更申請も可能になる。一方で、デメリットとしては電子システムの管理作業が発生することが考えられる。

外泊許可願の提出・点呼の電子化の可能性を検討するために平成 27 年度のミニ研究において外泊許可願を作成・印刷する Web アプリケーションの作成を行った。開発プラットフォームは ASP .NET MVC を採用した。今回の開発ではユーザー認証の検証に主眼を置いたた

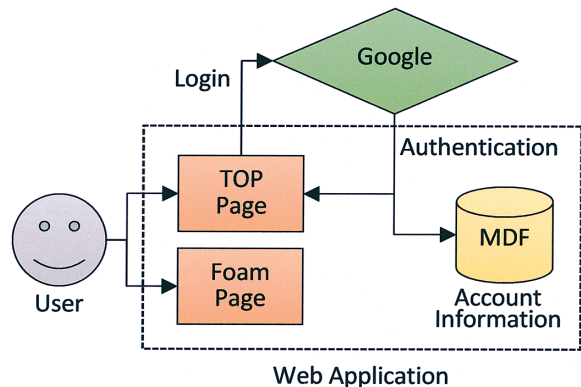


図3 認証とシステムの構成

め、入力された情報をデータベースに保存する機能は省略した。図3に Web アプリケーションのシステム構成と認証方法を示す。ユーザーはトップページから Google のアカウントでログインし、認証を受ける。この認証情報を Web アプリケーションで利用して外泊許可願を作成する入力フォームへのアクセス制御を行う。外部のユーザー認証を利用することにより、セキュリティ上重要な ID やパスワードを保存、管理せずに済む。また、アカウントの管理を外部に委託することで運用の負担も軽減できる。

外泊許可願の入力フォームではアカウントに関連づ

けられる情報は自動で入力し、ユーザーが入力する値については様々な検証を行った。これにより記入漏れやミス等を減らすことができた。

外泊許可願の提出・点呼を電子化することで外泊許可願の処理の負担を軽減するとともに、学生の外泊の状況を管理することができるようになり、適切に点呼を行えるようにすることができる。

7. おわりに — 今後の課題と将来への展望 —

平成 26 年度から、順次以上のような取り組みを実施してきた。最後に、今後に残された課題と将来への展望について述べ、結びとしたい。

1 で触れた「点呼後の外出禁止」については、女子寮生の居住する若葉寮以外では、意識改革だけでは、残念ながら 100%を達成しているとは言えない。そこで、将来望まれるのは「全棟への電子錠の導入」である。

また、独立行政法人化後の高専学生寮の宿直者の位置づけは、実は従来のような寮全般を管理・監督をする寮

監ではなく、あくまでも「管理当直」である。すなわち、その本来の業務は、緊急時に対応するため、寮監室から離れずに在室していることである。したがって、点呼は、厳密には本来の業務とはいえない。全国高専の多くは、寮生（フロア長）からの点呼報告を信頼し、教員が実際に確認しているわけではない。400 名以上も在寮している場合には、これでもやむを得ないと言える。磐陽寮は 200 名弱の所帯であるから、現在の方式を継続することも可能である。しかし、目視以上により一層確実なのは、前項 6. にも述べた「電子機器による点呼システムの構築」であろう。今後の導入が待たれる。

また、高専機構は、学生寮を将来「アウトソーシング化」する方向である。すでにいくつかの高専では、週の半分は教員一人が宿直、残り半分は警備員一人が宿直というところもある。寮業務の外注が時代の流れであるなら、それに抗うのではなく、上手く移行できるように、業務の合理化・効率化に加え、さらなる簡素化も目指すべきであると言えよう。

伊藤永之介「万宝山」の周辺

——一九三一年の満洲理解への一視座——

About “Manpozan” written by Einosuke Itou

Reconsidering from an angle of Einosuke’s grasp on the situation of Manchuria in 1931

高橋宏宣

福島工業高等専門学校一般教科

Hironobu Takahashi

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月1日受理)

Einosuke Ito published "Manpozan" in 1931. The purpose of this paper is to examine the writing process of this work and the Einosuke’s intention, to clarify the understanding of Einosuke about Manchuria problem, to re-evaluate the uniqueness of his literature. Einosuke had a good understanding of the contents of the Manpozan incident, but in the novel he wrote the opposite to the facts. This is because to reveal the ethnic tragedy to be the victim of political confrontation between the major powers. In addition, I pointed out that "Manpozan" is likely to be re-evaluated as it becomes clear that before and after the Manchurian Incident with the development of the study of Japan's modern history.

Key words: Einosuke Itou, Manpozan, Manchuria

1 はじめに

本論は、プロレタリア文学作家として出発し、後に農民文学者として知られることになった伊藤永之介が、一九三二（昭和六）年に発表した「万宝山」〔改造一九三二・一〇〕¹を取り上げる。この作品は、同年七月に満州で発生した万宝山事件に題材を採ったものだが、永之介の執筆過程と意図を検証することにより、永之介の満州問題に対する理解、そして、その文学的営為の独自性に再評価の光を当てることを目的としている。

万宝山事件は、一九三二年七月、中国長春に近い万宝山で起こった。当地に移殖してきた朝鮮人農民と現地の中国人農民が衝突し、これに中国と日本の警察が関係した事件で、日本近代史においては満州事変の遠因になったとされる出来事である。この事件をいち早く作品化して発表したのが伊藤永之介であった。『改造』掲載の「万宝山」初出末尾には、「一九三二、七、二五」と記されており、これを脱稿日と見なすと、永之介は事件発生から一ヶ月以内に「万宝山」を書き上げたことがわかる。本論は、当時の新聞雑誌の報道を参照し、永之介が短期間で「万宝山」をどのように構想し得たのかを明らかにする。また、万宝山事件を扱った他の作品との比較を通して、永之介の「万宝山」の今日的な独自性を炙り出すことも試みる。

2 「万宝山」概要・同時代評・先行研究

伊藤永之介は一九〇三（明治三六）年一月二日、秋田市に生まれた。一九一六（大正五）年、秋田市中通尋常小学校高等科を卒業し、その後、日本銀行秋田支店文書係、新秋田新聞社の記者を務めた。一九二二（大正一〇）年二月に創刊された土崎版『種蒔く人』を秋田市内の書店で読んで感銘を受け、一九二四（大正一三）年、同誌の同人であった今野賢三の紹介で金子洋文を頼って上京。『文芸戦線』に「新作家論（一）」（一九二四・七）を発表し、『文芸時代』にも評論を書いて注目された。一九二八（昭和三）年三月、労農芸術家連盟に加入し、『文芸戦線』に「見えない鉱山」（一九二八・六）「山越え」（一九二八・一二）等の「鉱山もの」を発表。一九三〇（昭和五）年には「総督府模範竹林」〔文芸戦線一月〕、「平地蕃人」〔中央公論二月〕の「樵民地もの」を発表。そして、一九三二（昭和六）年に「万宝山」〔改造一〇月〕を発表し、プロレタリア作家として文壇に認められた。

その後、一九三六（昭和一一）年の「鼻」〔小説九月〕を皮切りに、芥川賞候補となった「鷲」〔文芸春秋一九三八・六、第二回新潮社文芸賞受賞〕を含む所謂「鳥類もの」を書き、これらは永之介を代表する農民小説とされている。戦時中は郷里の秋田へ疎開し、一九四九（昭和二四）年に再び上京。戦後は「村のナイト・クラブ―一本木町警察日記」〔小説新潮一九五一・一〇〕に始まる「警察日記」シリーズが好評を博した。一九五四（昭和二九）年、日本農民文学会が結成され、一九五六年から一九五九年まで会長を務めた。一九五九（昭和三四）年七月二六日に永眠している。

「万宝山」であるが、掲載本が入手しにくいこともあり、概要を記しておく。

物語のなかの朝鮮人農民集落は、三月はじめに、金ら数人が万宝山周辺に荒蕪地のあることを知り、ブローカーを通じて十年間土地を借りる契約を結んだことから生まれた。金らは満州に流入してくる朝鮮人農民を万宝山に呼び寄せ、これに中国国内各地から追われてきた農民が加わり、集落が成立する。四月、この集落に趙判世（夫）、裴貞花（妻）、太秀（息子）一家が加わる。一家は日本人地主に家と田を奪われて集落に流れ着いたのだった。

しかし、そこは一家にとって安息の地ではなかった。巡警（中国警察）や中国人農民が来て一家をいたぶつたうえ、中国兵が水田の開墾に必要な水路工事の中止を命令し、それに反抗した趙を連れ去ってしまったからである（一・二章）。夫のなくなった裴貞花は地主に立ち退きを迫られ、中国兵に無理やり家を追い出されてしまう（三章）。そこに、武装した中国人農民が集落を襲撃するという事件が起こる。日本領事館は朝鮮人農民を保護しなかったが、形式的にせよ日本警察が朝鮮人農民を保護していることもあり、中国人の攻撃は威嚇にとどまった。水路に水を通すための伊通河の堰止工事の期限が迫るが、集落では食料や工事の物資が不足し、中国人商人はその提供を拒むようになる（四章）。ようやく趙が解放されて帰宅するが、集落では疫病が流行し、死者が多数出た

(五章)。趙の息子、太秀も疫病で亡くなってしまふ(六章)。追い詰められた朝鮮人農民は堰止工事を再開。しかし、中国兵と武装した中国人農民が再び襲撃を加え、集落全滅の危機を感じた趙は保護を求めるために長春の日本領事館に向かう。途中、趙は中国兵につかまり、行方がわからなくなってしまう。こうして、裴貞花ら集落の女たちは再び集落を捨て、満州の曠野に流浪し始める(七章)。

宮本顕治は「万宝山」に対し、「事件の本質的契機をなす帝国主義的矛盾の鋭い対決」は描かれておらず、「至極曖昧な政論的な説明」によつて、「漠然とした背後の力とおぼしいものがお義理程度でふれられてゐるにすぎない」と厳しく切り捨てた²。プロレタリア文学作家内の党派的な対立はさておき、宮本の指摘は「万宝山」の特徴を確かによくついているのだが、この点については後ほど検証する。一方、宇野浩二は、「故郷にゐられなくなつてさ迷ふ民族の苦痛が現されてゐる」と評価した³。

先行論では、平野謙が作品の芸術性の欠如を指摘し⁴、紅野敏郎は、「万宝山」の執筆が農村へと関心の向かうきつかけになつたと指摘するにとどめ、浦西和彦も、「万宝山」を含む永之介のプロレタリア文学作品は後の農民文学へといたる「過渡期」のものだとしている⁵。

江藤淳が指摘するとおり、永之介の「万宝山」は、一九二二(大正一一)年に中西伊之助が発表した「楮土に芽ぐむもの」をはじまりとする、日本の植民地・満蒙権益の確保にもとづく大陸への進出をテーマとした一連の作品のなかに位置づけることができる⁶。永之介の万宝山事件への関心も、当時プロレタリア作家のあいだに広く共有されていた、日本の大陸進出とそれに伴う植民地政策への問題意識の延長線上にあつたものとみなしてよからう。更に、永之介と中西伊之助は『文芸戦線』の編集を通じて親交があり、一時近くに住んでいた間柄でもあつた。『改造』一〇月号への「万宝山」掲載に先立ち、中西伊之助は『改造』『中央公論』に、朝鮮人農民の満州における現状を報告しており、永之介がこれらの報告を読んでいた可能性は高い。

作中で朝鮮人農民が過酷な境遇に翻弄されていることへの言及は先行論で共通しているのだが、任秀彬は、「万宝山」のなかの中国側と日本・朝鮮側の力関係が、事実とは逆になっている点に注意を促している。この点は島木圭太も指摘している⁷。事件の発生当初から、日本領事館・日本警察が事態の推移に積極的に関与していた事実を転倒したこと、これが、「万宝山」の最大の特徴であると言える。この理由については、後に考察を加えることとする。

3 「万宝山」の背景―万宝山事件について―

実際の万宝山事件とはどのようなものであつたのか。万宝山事件は歴史学者によつて検証されており、緑川勝子「万宝山事件及び朝鮮内排華事件についての一考察」(『朝鮮史研究会論文集』六、一九六九・六)や、朴永錫『万宝山事件研究』(一九八一・三、第一書房)の成果が先行論ではたびたび参照されている。本論では、両氏の論を踏まえた菊池一隆「万宝山・朝鮮事件の実態と構造―日本植民地下、朝鮮民衆による華僑虐殺暴動を巡つて―」(愛知学院大学人間文化研究所紀要『人間文化』二〇〇七・九)に拠り、事件の背景と推移を確認していきたい。まず、事件の背景には次のような事情があつた。

万宝山事件の背景としては、まず間島問題をとりあげなくてはならない。一九一〇年、日韓併合以降、朝鮮人が中国東北に大量に移住するようになった。その理由は①日本人による土地買収、②日韓併合に不満、③飢饉、④生活難などであるが、日本の植民地になつたことによる直接、間接の理由が八二・六%も占めた。周知の如く、日本は「土地調査事業」と「林野調査事業」で、申告主義を利用して朝鮮農民から土地を奪つた。さらに「会社令」を發布して日本系工場を多数設立しかつ道路、鉄道、港湾を整備、拡張し、原料搬出地、製品市場に改編していった。このように、日本により朝鮮の封建制は突き崩され、農民の離村現象に拍車がかかり、農民層の階級分解が促進された。ところが、先進資本主義国に見られるブルジョアジーとプロレタリアートに階級分解したわけではなく、かつ植民地朝鮮では中国のように民族資本家を生み出すこともできず、

いわば「下層階級分解」とも称せるものであった。この結果、朝鮮農民は都市に行き、労働者や失業者が増大した。さらに、一部は日本に向かい、多くは中国東北、シベリアに向かい、局地的に朝鮮人があふれた。無土地化した朝鮮農民は農業を続けようとするれば、生活のため中国東北に移動せざるを得ない状況にあったのである。(菊池一隆「万宝山・朝鮮事件の実態と構造―日本植民地下、朝鮮民衆による華僑虐殺暴動を巡って―」)

間島地方は中国吉林省東南部に位置し、朝鮮とソ連の国境に接する地帯にあった。間島人口約五〇万のうち、朝鮮人は三八万を占め、しかもそのほとんどが農民であった。そして日本は、間島地方の朝鮮人農民を利用して満州進出を目論んだのである。日韓併合後、朝鮮人は日本国籍(半島籍)を有するようになったが、朝鮮農民が満州で農地を開墾していくなかで中国国籍を取得する者が出るようになった。しかし、日本は朝鮮人農民が中国国籍を取得しても日本国籍を離脱することを認めなかった。「朝鮮人に中国国籍を取得させ、満州に移住させ、土地を買収させようとした」(菊池)からである。この二重国籍問題は、土地問題だけでなく警察権の問題とも連動し、日中間の重大な懸案事項になっていく。そして、万宝山事件は次のようにして勃発した。

吉林省政府の国民政府外交部への報告によれば、事件の概略は以下の通り。一九三二年三月長春県民郝永徳は万宝山で荒地四〇〇余垧(東北では15畝が1垧)を租借し、朝鮮人による水稻栽培を計画した。契約内容は長春県政府の審査を受けていたが、まだ許可が出ていなかった。にもかかわらず、郝は朝鮮人約一八〇人に水路を掘らせた。付近の中国農民の耕作地が水路によって分断され、耕地に注水できず、他所では水が溢れ、数万畝の田畑を放棄せざるを得なくなった。こうした状況を受けて、中国農民は県政府、省政府に制止を誓願した。県政府は中国農民に軽率妄動を慎むように戒め、他方で県警察を派遣した。県警察が現場に至った時、予想外なことに長春の日本領事館警察が現場にすでに到着していた。朝鮮人は日本警察をバックに頑強に抵抗した。長春の日本領事は、遼寧の日本総領事に吉林省政府と交渉するようにと打電した。その結果、双方の警察撤収後、再交渉することになり、中国側の県警察は即時撤収し、日本警察も二日後に撤収した。そこで、県政府はまず朝鮮人が水路工事を停止し、真相が明らかになった後、方策を決め、日本領事に通知するとした。だが、日本領事は中国側の提案である農田回復、水路工事停止を拒絶した。その上、日本は銃携帯の私服警察数十名を再び派遣し、朝鮮人を護衛させた。七月一日中国農民三〇〇〜四〇〇人がついに各自鋤を持ち、水路を埋め戻した。この時、日本警察が中国農民に発砲したが、幸い双方の民衆に死亡者が出なかった。ただ中国側警察二人が殴られ、負傷した。日本側は中国側警察が農民を扇動したとして再来を禁じ、さらに日本警官を増強したという。結局、朝鮮農民が掘った水路は西南から北に向け、伊通河中流から馬家哨に至る二五華里という長いもので、三姓壁の官有荒地を貫通し、水路の幅三丈(一丈は約^{3.3}メートル)、深さ一丈五尺(一尺は一丈の10分の1)という大規模なものであった。(菊池氏前掲論文)

一九三二年三月、郝永徳という人物が朝鮮人による水稻栽培を計画し、朝鮮人約一八〇人に水路を掘らせた。付近の中国人農民は、耕作地が水路によって分断され田畑を放棄せざるを得なくなったことから、県政府・省政府に水路工事の制止を請願し、県政府は警察を派遣した。現場には長春の日本領事館警察が到着していて、朝鮮人は日本警察をバックに頑強に抵抗した。双方の警察撤収後に交渉し、県政府はまず水路工事の停止を要求し、その後、方策を日本領事館に通知するとしたが、日本側は中国側の農田回復、水路工事停止の要請を拒絶し、私服警察数十名を派遣して朝鮮人を護衛させた。七月一日に中国農民三〇〇〜四〇〇人が水路を埋め戻し始め、このとき日本警察が発砲したものの、双方の民衆に死亡者はなく、中国側警察二人が殴られて負傷した。これが狭義の万宝山事件である。日本総領事館監督下の朝鮮人民会金融部が開墾費用を支出し、南満州鉄道株式会社が水田設計を行い、かつ種籽を提供していた。朝鮮人と日本との関係は当初から密接で、朝鮮人が日本側の意を受けていたと菊池氏はみなしている。当然のことながら、日本官憲は朝鮮人農民の開墾遂行を監督、擁護した。

4 万宝山事件の報道・永之介の満洲理解と着想

こうした経緯を、当時の日本国民はどの程度理解していたのだろうか。この間の事情を知るために、朝日新聞を中心に、当時の報道を検証してみたい。

次に挙げるのは、事件発生から間もない七月三日と四日の朝日新聞の記事である。日本領事館・日本警察が暴動初期の段階から朝鮮人農民の保護に積極的に動いている様子が報じられている。

万宝山事件の事態重大化

万宝山西支那暴民五百名は二日午後五時に至り再び襲撃の態度を取り来り形勢重大となつたため鮮人四名は急を長春警察署に報じて来た、鮮農保護の日本警官三十六名は暴民と百五十メートルの距離でさんごうを築き暴民に対し決死的態度を続けてをり武波警察署長は事態の急なるに鑑み更に警官二十名を長春より現場に派遣すべく田代長春領事と協議手配中である（一九三一年七月三日『朝日新聞』朝刊二面）

包囲を解き支那暴民四散す 万宝山一先づ平穏

一昼夜にわたり日本警官、鮮農を包囲して居た万宝山の支那暴民五百名は日本側警官の態度意外に強固なものと疲労のため三日午後零時半に至り包囲を解き四散したので鮮農の不安は一掃され、平穏に帰した。万宝山事件善後策につき田代長春領事、武波警察署長等は三日午後領事館に参集協議したが大体

一、支那側の要求たる日本側警官の無条件撤退には断して応ぜられぬ事

一、支那暴民の破壊した用水路修築には少くとも十日を要し今年の水田経営は不可能の状態にあるが、明年以降の鮮農の経営に対して支那側の保証を確立せしむる事

一、支那側の鮮農に対する保護確立せば日本警察は引揚げる事

に意見の一致を見た（七月四日『朝日新聞』朝刊二面）

支那官憲不法にも朝鮮人五十名捕縛

わが武装警官隊現地へ急行

万宝山の形勢悪化

万宝山にて朝鮮人五十名支那官憲に捕縛され三日午前六時十五分百名の巡警監視の下に十二台の馬車にて吉林に護送された。この理由として支那側は単にこれを共産黨員と称してゐるので日本領事館当局は目下嚴重交渉中である。なほ三日朝八時三十分長春發警官五名、機関銃一丁を携帯して万宝山に急行した（七月四日『朝日新聞』夕刊一面）

また、四日の紙面には「万宝山はこんな所」と題した、事件の概要について解説した記事も掲載されている。

各地を追はれた鮮農が唯一の活路

事件の裏に動く支那官憲の手

万宝山はこんな所

朝鮮人と支那農民と衝突し危機をはらめる問題の万宝山はどんな土地であるか、又事件の原因並にその内容は如何なるものであるかを見よう

万宝山とは長春の北方六里の地にある高原地帯といひその麓は水田として最適の不毛地でほとんど未開人のまゝ雑草の茂るにまかせてゐた土地だ。

（中略）

然るに支那側がこれに反対して不しやう事件を起すに至つた理由はどこにあるか、それは主として最近排

外熱わう盛となつて来た際支那側の敵とせる日本の勢力を駆逐することに狂奔し併せて在滿朝鮮人をもつて日本の対滿政策の前衛と認めこれを圧迫せんとする意図から出たものと見るべきであらう。

(中略)

かくて各地を追はれた鮮農は期せずして万宝山麓に集まりその数二百余名に達した。彼等は直に水溝を開き八分通り完成せしめたが五月下旬支那官憲は何故か突如工事の中止を命ずるとともに朝鮮人九名を拘引した工事をはぐまれて死活問題に直面した鮮農等は事情を長春領事館に訴へて保護を願ひ出た。一方付近の一部支那農民は開さくされた水路によつて自分達の畑に浸水するものとして水路工事に反対を唱へ鮮農の退去を支那官憲に迫つた。これによつて支那官憲は多数の巡警を派して工事を不能ならしめて事態急変し、わが長春領事館でもまたこれに対抗して六月はじめ多数の警察を繰だして日支双方対抗の姿勢をとつた。

(中略)

六月下旬鮮農のせき止工事開始を見るや最初無事に完了するものとみられていたものが突如一日朝に至つて支那農民と大〇〇したために無法にも支那農民の発砲騒ぎとなつて事態は突然急変危機をはらむに至つたものである。しかも支那農民中には数十名の支那私服巡警がまぎれ込んでをり最初支那の一〇〇〇〇がわが警官に鮮農とともに撤退すべしと要求し来りしに対しこれを拒絶したところその巡警は後方に退くや否や支那農民をそゝのかし五六十丁の小銃を一せいに放つて日本側を射撃したこと判明し、今回の衝突事件の裏面には支那官憲の手が動いてゐるといはれてゐる¹¹ (七月四日『朝日新聞』朝刊二面)

雑誌においても、宮本顕治が『東京日日新聞』の月評で言及した『産業労働時報』(一九三二・八)が「万宝山問題—滿洲を中心とする戦争の切迫—」と題して事件への日本領事館の関与を具体的に報じているし¹²、中西伊之助は事件後すぐに「滿洲に漂泊ぶ朝鮮人」(『改造』一九三二・八)、「万宝山事件と鮮農」(『中央公論』一九三二・八)で朝鮮人農民の滿洲での状況を克明に報告した¹³。

このように、万宝山事件に関しては、その内容の真偽はさておき、各種紙誌で様々な角度から報じられ論じられていた。永之介が「万宝山」を発表したのは『改造』の一九三二年一〇月号で、宮本顕治がその月評を発表したのが九月末であつたことから同月には読まれていたことを考えると、「万宝山」が時宜になつた創作であつた一方、既報に新たな情報を付加する余地の少なかつたことが容易に想像されるのである。

永之介は「万宝山」執筆の経緯について次のように述べている。

これは植民地小説の一つであるが、「見えない鉦山」「山の一夜」「暴動」とつづいた鉦山ものものと足かけ二年の間は、私は絶えず植民地に関する文献を読んだり材料を探したりしてゐて、台湾からはじめて滿洲から朝鮮にわたつて四つ五つの植民地ものを書いた。勿論その間には前述の「恐慌」のやうな別の系統のものが無いわけではなく、また植民地ものと平行して農民組合に取材した当時流行の所謂争議小説も書いてゐたが、大体に於いて私の作家的な関心は植民地の上をさまよつてゐた¹⁴。

一九二八(昭和三)年から翌年にかけて「鉦山もの」を発表した後の二年間、「絶えず植民地に関する文献を読んだり材料を探したりして」植民地に強い関心を寄せていた永之介は、この時期に日本統治下の台湾を舞台として「総督府模範竹林」(『文芸戦線』一九三〇・一一)、「平地蕃人」(『中央公論』一九三〇・一二)を書いており、植民地を舞台とした作品を執筆する準備は十分に整つていた。万宝山事件の報道から二〇日程度で「万宝山」を脱稿できたのは、こうした準備が背景にあつたのに加え、新聞雑誌から事件の概要を詳細に知ることができたからでもあつた。回文で永之介は「万宝山」執筆前に朝鮮人の李という人物と同居していたことも述懐しており、登場人物名などはこの人物の教示に拠つたとも考えられる¹⁵。

5 「万宝山」における事実の転倒

『朝日新聞』『産業労働時報』中西伊之助の報告の一部を通じ、当時万宝山事件が日本国民にどのように知られていたかについて確認してきた。万宝山事件は、発生からその推移、事件の背景にいたるまで、新聞雑誌で詳細に報道されていた。次に引用するのは「万宝山」の第二章、朝鮮人農民集落の形成について語られた部分だが、登場人物とその経歴を除けば、諸報道から知りうる情報に少し手を加えるだけでこの部分を書くことが可能であったことがわかる。

金光水蓮数人が、此処へ辿りついたのは三月はじめだった。彼等は当座、長春で阿片の密売をしてゐる鮮人仲間の巨介になつてゐるが、此の辺の土地が荒れるに任せて放擲してあるのを知ると、その借地に百万奔走した。地主との直接交渉は、仲々思ふやうに進まなかつたので、ブローカーの沈を通じて万宝山五百天地の荒蕪地を一天地につき年租二石で向ふ十箇年間契約した。が五百天地を開墾するにはこの数家族ではどうにもならなかつた。もと慶尚南道で面長をして居た関係で、金は自分の近郷から満洲に流れ込んで来てゐる多数の百姓を知つてゐた。彼はそれらと呼ばひ集める事に気がついた。

間もなく万宝山には、地主や巡警に北へ北へと追ひまくられた百姓達が群つて来た。荒れた野面には、高粱程で薄鋤形に屋根をふいた泥の家が、ポツクリくと立ち並んだ。(一章)

日本で「万宝山」を執筆していた永之介にとり、諸報道にない新味を加えて事件を小説化することは、事件が詳細かつ多面的に報じられていただけに困難であった。しかし、永之介は「万宝山」執筆当時を振り返つて次のように述べている。

『万宝山』はこれに反して、昭和六年の秋にこうに描かれた事件の起つた二、三ヶ月目に書いたものである。今の言葉でいへば報告文学といつても差支ないやうなものであるが、自分では決してさう言つたやうな実用だけのものに終つてゐないと思つてゐる。よくもそんな際どいことが出来たものだといふ気がするが、この作品がそれほど上すべりしてゐないのは、当時の自分ののつびきならぬ窮迫のどん底に直面してゐたためかも知れない。

「実用だけのものに終つてゐないと思つてゐる」という文言からは、独自の視点を作品に盛り込むことに成功したという永之介の自負を読み取ることができる。独自の視点とは何か。それは、先行論で指摘されていたように、朝鮮人農民に対する日本領事館・警察の関与を、報道とは逆に書いたという点にある。先に引用した朝日新聞の記事では、日本領事館と警察が朝鮮人農民を保護するために奔走していると書かれていた。しかし、「万宝山」では次のように描かれている。

黒帽子(日本警察)の着いたのは、次の日の夕方だった。彼等は一台の荷馬車に、毛布やら天幕やら缶詰やら一杯に積んで、僅か五名の人数でのろくさとやつて来た。その荷物の中には機関銃がかくしてあるのだと百姓達は噂し合つた。

彼等は警戒してゐる当兵の一隊とは数町離れた工事現場に落着いた。平安北道あたりから来たらしい鮮人の巡捕が居て、百姓たちに日本語で冗談口をきいた。

『え、娘が居たら世話せんかい』

誰も返事しない。

『べつ、畜生め、作男の癖に、ピストルを下げたつて高張つて居やがる』

孫道時は眼をむき出して、口の中で唸つた。

黒帽子はみんなピストルを肩から脇へブラ下げてゐた。ブローニングのピカクする反射が、五丈里も先にある

る百姓の眼を射た。引き金の具合を調べたり、銃丸を装填したりするカチカチ歯を食ひ合せるやらの音が、百姓たちを身ぶるひさせた。(三章) (傍線部・種者。以下同)

中国人農民の襲撃を受けた集落に、日本警察は少ない人数で「のろくど」とやって来る。しかも、警備にはまるで緊張感がない。集落の農民に日本警察(「黒帽子」)が与えるのは、保護の安心ではなく、携帯する武器がもたらす「身ぶるい」するような脅威である。事態はこの後も変わらない。

水路が貫通してからも、三家屯には二百名からの馬隊と歩兵が駐屯してゐた。野面にはきまつて馬隊の列を見ることが出来た。青い旗がヒラヒラ揺れて丘のかげを走つた。

彼等は毎日のやうに、平原の彼方此方を押し廻つて、彼等部落の鮮人百姓たちを脅しつけてゐた。

長銃、ピストル、スコップ、そんなものを提げた支那人百姓が、野鼠の群のやうに野面を襲つて来た。発砲するのは主に彼等だつた。

平原の支那農民は悉く官憲から武器を供与されて所持してゐるらしくつた。が、長春に一箇連隊と多数の警官を擁してゐる日本領事館は、××××××××××「鮮農の生命の危険」などは、何処吹く風とばかりに、新に一名の警官も送つて来ない。

『俺たちが×××××「やれりや」、いい金儲けの口実になるべよ』

この位ゐは皆言ひ出した。(四章)

中国人農民は当局より武器を与えられて武装し、その背後には中国警察が駐屯して掩護している。中国側は朝鮮人農民を威嚇し続けるが、日本領事館は一名の警官も派遣しない。最終的に、朝鮮人農民の集落は中国人農民の襲撃によつて解体し、戦うすべのない女たちは再び満州の曠野を流浪する身の上へと押し出される。

誰からも保護されることのない、ひたすらに弱い立場にある存在として朝鮮人農民を描き、それにより、国策と大国間の政治的対立の犠牲となつた民族の悲劇を明らかにする。これが永之介の意図であつた。新聞等の報道によつて万宝山事件の概要が国民に広く知られていたことを利用し、永之介は自らの意図を明確に押し出す目的で、事実を転倒させた筋立てにしたのだ。当然のこととして、事実との齟齬に気づいた読者は当時多数いたわけで、彼らは永之介の意図を読み取り、その批判精神を共有したと思われる。永之介の「報告文学といつても差支ないやうなものであるが、自分では決してさう言つたやうな実用だけのものに終つてゐない」という発言は、以上の経緯を踏まえてなされたものであると思われる。

6 万宝山事件を扱った他作品との比較

出来事への背景への言及を控え、救済の予兆も解決の方途も示さず、ただ不幸な境遇に流されていくだけの弱き者を描くというのが、「鉦山もの」以来永之介が採用してきた小説作法であつた。「万宝山」もまた、日本植民地下の朝鮮を追われ、新天地で中国人に襲撃される朝鮮人農民の悲哀を描いたものだつた。万宝山事件を直接的題材として取り上げた日本人作家は永之介だけであり、日本人プロレタリアートではなく朝鮮人農民を取り上げたことは、プロレタリア作家陣営における永之介の独自性を際立たせている¹⁷⁾。

万宝山事件に関心を示したのは、中国と韓国の作家たちであつた。中国の作家李輝英は、一九三三年に万宝山事件に題材をとつた「万宝山」を発表し、今日同作は抗日文学の先駆けとみなされている。永之介同様、李も新聞報道をもとに中国人農民の日本の帝国主義に対する反抗精神を主題として小説化した。しかし、その中身は「中国を侵略し、それを拠点にソビエト社会主義政権の打倒をねらう日本帝国主義と中国農民との戦い」と「中国人農民と朝鮮人苦力の連合による革命闘争」で、作中に朝鮮人農民は登場せず、事実と大きく乖離することになつた¹⁸⁾。

韓国の作家、李泰俊の「農軍」は、永之介同様に万宝山での朝鮮人農民と中国人農民の対立を扱っている。「農

軍」の結末では、朝鮮人農民が水路工事を完成させ、水田の隅々にまで水が満ちていく様子を描いている。これは朝鮮人農民が満洲の開拓に成功したことを表し、農民の未来が明るいことを予感させる。事件を背後で動かしていた日本領事館・警察への言及もほとんどない。「農軍」は日本語に翻訳され、一九四〇年に『朝鮮小説代表作集』として日本で出版されており、時局協力的な性質を帯びた親日文学であるといえる。

そうした偏向性を一旦措いて内容をみると、「農軍」では、朝鮮人農民が満洲に来ざるをえなかった背景、朝鮮人農民の集落形成の経緯、中国と朝鮮の農民同士の対立について、その食文化の違いまで含め、丁寧に語っているのがわかる。一方、永之介の「万宝山」は、現実起こった事件を題名に掲げているにもかかわらず、事件の背景や中国人農民と朝鮮人農民の対立の理由への言及が少なく、今日読めば、なぜこれほどまでに両者が対立しているのか、よくわからない部分が多い。

筒井清忠『満洲事変はなぜ起きたのか』(二〇一五・八、中公選書)によれば、日本は日露戦争後の国際情勢の変化や大正期の大衆の登場に伴う世論の勃興により政治的にあまり選択肢のない隘路を通つていかざるを得ず、そのなかで満洲事変につながる事態が生じていったのであった。当時の新聞報道は感情的なものに傾きがちであり、国民は事実を正確につかむことが難しい時代でもあった。そうした時代状況を踏まえて、今日的視点から「万宝山」を読み返してみると、事件の背景や政治的文脈への言及を最小限にとどめつつ自らの主張を明確に盛り込むという永之介の手法は、状況に対する主観的な言説が少ないだけに、今後の日本近代史研究の発展とともに見直される余地を残していると言える。

本論は、日本文学研究会第六八回研究発表大会(二〇一六年六月十二日、秋田県カレッジプラザ)での発表「伊藤永之介「万宝山」の周辺―一九三〇年代の満洲理解―」に基づいている。なお、本研究は、二〇一四―二〇一六年度科研費基盤(C)採択課題「一九三〇年代日本の経済と地方・農村・満洲の文学における表象に関する研究」(研究代表者・山崎義光)の成果の一部である。

注

¹ 後、『鴉』(一九三九・七、新潮社)に所収。その際、初出の伏せ字部分が文字に置き換えられている。

² 「文藝月評(二)」(『東京日日新聞』一九三二・九・二五、朝刊)

³ 「文学の眺望」(『改造』一九三二・一一)

⁴ 「作品解説」(『日本現代文学全集89』一九六八・七、講談社)

⁵ 「伊藤永之介・本庄陸男・森山啓・橋本英吉入門」(『日本現代文学全集89』一九六八・七、講談社)

⁶ 「プロレタリア文学者としての伊藤永之介」(『国文学解釈と鑑賞』別冊 伊藤永之介 二〇〇三・九、至文堂)

⁷ 「植民地支配を告発した作品―中西伊之助・伊藤永之介を中心に―」(『民主文学』一九八九・八)

⁸ 任秀彬「“満洲”・万宝山事件(一九三二年)と中国、日本、韓国文学―李輝英、伊藤永之介、李泰俊、張赫宙」(『東京大学中国語中国文学研究室紀要』7、二〇〇四・四)の指摘に基づく。

⁹ 注8に同じ。

¹⁰ 「プロレタリア文学の中の植民地主義 伊藤永之介「万宝山」を読む」(『フエンスレス』二〇一四・六)

¹¹ 当該記事は国立国会図書館所蔵のマイクロフィルムから転載したが、その際判読困難だった文字を○で示してある。

¹² 「以前長春附近の三姓堡に移住し来り、水田経営を営んで居た九人の朝鮮人農業資本家は、長春の北方約三里万宝山の麓に可成り広大な平原が未開墾のまゝ残されてゐる事に着眼し、そのうちの最有力者李某は長春の鮮人救済協会―背後には日本領事館―から二千元の融通をうけ、今年二月に支那人ブローカーをして「長春稲田公司」といふ團體会社を設立させ、会社名義で同地方支那人地主十二人から約三千町歩の土地を借りうけた。(以下略)」というように、事件の背後にある日本側の動向を詳しく伝えている。

¹³ 一部を紹介すると、「満洲に漂泊ふ朝鮮人」(『改造』一九三二・八)では「官憲や地主に反抗するやうな鮮農は赤化してゐる。彼は共產黨員になつたといふのだ。そして彼は朝鮮人―日本人ではあるが、中国官憲は直ちに彼を逮捕して投獄することができる。それは大正十四年朝鮮総督府と奉天省が不逞鮮人取締に関する協約を締結されたいはゆる奉天協約に依る正当な國際法に依るのだと軍閥の手先共は公言するのである。そのために在満鮮人は戦々競々として薄氷をふむが如く、何時難くせをつけられて投獄せられるか分らない実に不安極る生活をし

てゐる。現に吉林省あたりでは六百人以上の純朴な鮮農その他の朝鮮人がその冤罪の下に悲慘な投獄をされてゐるのである」。「万宝山事件と鮮農」(『中央公論』一九三二・八)では「なるほど、鮮農が滿洲へ移住すれば、朝鮮の本国にゐるよりも遙かにいゝのである。万宝山の耕地二千天地(一天地は日本の約五反)では日本概二万石近い収穫がある。一天地から穀十五石、その小作料は穀二石である。これを朝鮮本国の小作料から比較すると天地の差である。天壤の差である」と報告している。

¹⁴ 「文学的自叙伝」(『新潮』一九三九・二)

¹⁵ 「そのころ上京して来た弟と、植民地を描いた私の作品を読んで訪ねて来てゐるうちに失業して駆けこんで来た朝鮮の李君とを加へた六人の家族を、わずかな編輯手当だけでやつて行かなければならないといふ一寸言葉では言ひ様のないほどひどい貧乏な家を振り返りもせず「文芸戦線」の編輯の仕事で駆け廻りつづけた。(中略) 困窮はいよいよ加はつて来るばかりであつたので、私は思ひ切つて一時一家離散の旨を宣言した。それで子供は女房の叔母のところにあづけ、女房は同じ店で働いてゐる同僚と店の近くに部屋を借り、家に残つた私は「万宝山」(改造)を書いたのであつた。」(前掲「文学的自叙伝」)

¹⁶ 「序」(『鴉』一九三九・七、新潮社)

¹⁷ この点については、共同研究「一九三〇年代日本の経済と地方・農村・満洲の文学における養象に関する研究」の二〇一五年度研究報告会(二〇一六年三月六日、水道橋グランドホテル)で山崎義光氏に教示を受けた。

¹⁸ 岡田英樹「李輝英「万宝山」―事実と虚構のはざま」(『立命館文學』620、二〇一・二)に拠る。

※「万宝山」本文の引用は初出の『改造』(一九三二・一〇)に拠り、ルビは省略した。伏せ字部分は「」内に初刊『鴉』(一九三九・七、新潮社)で補われた語句を記した。旧字体は新字体に改めてある。

新入生学習到達度測定テストとしての 高専入試過去問題の活用と その結果に基づく授業運営

The Use of the Year 2015 Admission Test of National Institute of Technology
as an Achievement Test for Freshman Students
and its Feedback on our English Class Management

市川 誠・江島 孝人*

福島工業高等専門学校一般教科

*久留米工業高等専門学校一般科目（文科系）（非常勤）

Makoto Ichikawa and Takato Eshima*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

*National Institute of Technology, Kurume College, Department of General Education (Part-Time)

(2016年9月6日受理)

In recent years, a number of colleges of National Institute of Technology (NIT) have adopted a variety of methods for recruiting students. As a result of this variety, the academic ability differs from one student to another and this difference sometimes makes it difficult for us to conduct a class during the semester. Do we have a means to measure the English skill of freshmen of different backgrounds beforehand? The Admission Test of NIT serves as an achievement test to measure the attainment level of junior high school graduate when it is used as such and imposed on freshmen students. In this paper, we will report on the result of the achievement test for freshmen of two colleges: Fukushima College and Kurume College and will show how we will conduct our English class on the basis of the result.

Key words: Admission Test, achievement test for freshmen students, class management

1. はじめに

近年、高等専門学校の入試選抜方法が多様化するにつれて、授業開始時での新入生学級全体の学力の把握が難しくなりつつある。¹⁾ 例えば、福島工業高等専門学校(以下、福島高専と略す)では、入学者選抜方法として1月に推薦入試を、2月に学力入試を実施し、次年度の入学者を選抜している。²⁾ 選抜方法、入学の動機、教科に対する関心など多様な要因のため、入学時の学力は、教科によっては均質というより差が大きい。教科担当者は、学生の学力を予め把握することなく、初回授業で初めて新入生と対面するため、学生だけでなく学級全体の学力については、授業の過程で徐々に知る他にない。

確かに、高専は高等教育機関であり、学生の学力差や興味、関心を無視して、授業を展開することも可能である。しかし、近年、学生の理解度を考慮して学級単位で

の学力を向上する授業展開が求められている。初回授業の段階で、学級全体の学習到達度を測定、把握ができれば、その後、学力差に応じた授業展開が可能となる。

筆者(市川・江島)たちはそれぞれ、福島高専と久留米工業高等専門学校(以下、久留米高専と略す)で英語教育に従事している。平成28年度に共に1年生の英語表現科目(福島高専では英語IB、久留米高専では英語演習Iという名称である)を担当することが分かると、両高専の新入生に共通して実施できる学習到達度測定試験がないか検討した。条件としては、出題内容が新入生にとって適切であり、実施費用がかからないことである。

そこで、筆者たちは、国立高等専門学校「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」で使用された英語の問題を新入生到達度測定テストとして使用することに決めた。「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」

の問題は、全国の高専専門学校の入試用に作成されたため、中学校学習指導要領の内容に基づいた中学校卒業レベルの適切な内容であると推定される。また、この検査問題は、国立高等専門学校機構のホームページで公開されているため、費用が印刷代だけで済む利点だけでなく、学生が、後日、ホームページを閲覧して復習することができるという点で便利である。

もちろん、過去に学力検査で使用された問題なので、すでに内容を承知している学生が問題を熟読することなく解答する可能性は否定できない。しかし、「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」は、学力検査受検者だけが受けた直近の平成28年度の検査問題よりも学生間の公平性の問題が少ないことに加え、マークシート方式を採用した平成28年度の検査問題とは違い、設問1のように、学生の綴字能力を把握できる点で、英語表現の授業に活用することができると考えた。

筆者たちは、平成28年4月にそれぞれが担当する福島高専5学科と久留米高専3学科の1年生計339名に新入学生学習到達度測定テストとして平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語の問題を解答させた。本稿では、その結果を提示し、特に英語表現に関連する設問1と設問4の正解率を分析する。そして、その結果に基づき、クラス全体の成績を向上させるための授業展開例を報告する。

なお、本稿は福島高専、久留米高専の学力差、また各高専の学科間の学力差を示すことが目的ではない（それ故、個別の高専および学科の結果は明示しない）。本稿の目的は、授業開始時点で均質であるかのように思われる新入生の学力に偏りが存在することを確認し、そして、その偏りを前提として、クラス全体が教科に対して興味・関心を抱くことができるような授業運営をする必要性を示すことである。

2. 平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語

本題に入る前に、入学生学習到達度測定テストとして使用した「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」の内容について概観する。この検査問題は次の内容で構成される。

2.1 語彙（単語）

設問1は5つの語彙問題で構成され、空所を含む2つの単文を読み、共通する名詞、動詞、形容詞、序数詞を空所に補充する問題である。ヒントとして解答用紙のマス目によって文字数が示され、最初のマス目には語の最初

の文字が与えられている。選択肢を記号で答える他の設問とは違い直接単語を書かせるので、品詞についての知識だけでなく、学生の現在の綴字能力について把握できるという点で有益である。

2.2 対話文での文補充

設問2は対話文を読み、空所に当てはまる適切な文を4つの選択肢から選び記号で答える問題である。対話が行われる状況として、テレビでのスポーツ観戦、海外からの訪問者と面会、美容院での髪型の注文、友人のパーティーへの勧誘、電話での問い合わせなど状況を想起し、適切な選択肢へと導く自然な場面が設定されている。

2.3 語彙補充

設問3は「ロボット義足」についての面談者と被面談者との対話文を読み、空所に当てはまる適切な語句を4つの選択肢から選び記号で答える問題である。選択肢として提示される語句は、それぞれ (1) 動詞 (2) 副詞句または前置詞句 (3) 動詞 (4) 再帰代名詞 (5) 動詞である。

2.4 語句整序

設問4は文法に従い語句を並べ変える語句整序問題である。この問題で尋ねられている文法項目は (1) 句動詞（連語）take care of (2) 間接疑問文の語順 (3) 状態動詞を使った現在完了形の継続用法 (4) 主語 + 動詞 + 間接目的語 + 直接目的語の第4文型の語順 (5) 関係代名詞の目的格の省略と義務を示す準助動詞のhave to である。

2.5 長文読解 (1)

設問5は説明文と付属する図に読み解き、適切な数字を4つの選択肢から選び記号で答える問題である。具体的に言うと、男子中学生の家族と彼の友人の家族一同がカラオケに行き、そこで歌った歌の数、カラオケに参加した人数、店で支払った料金の総額を計算し、答えるものである。

2.6 長文読解 (2)

設問6は動物の睡眠時間の違いについて説明文と付属するグラフを読み解き、適切な語、句、文を複数の選択肢から選び記号で答えるものである。中学校で学習しない英語の動物名については、問題文の終わりに注が記してある(bat コウモリ, giraffe キリン, deer シカ, sloth ナ

マケモノ)。この設問には、選択問題だけでなく、設問1と同じく、空所に当てはまる適切な形容詞を直接書かせる問題がある。

3. 結果

平成28年4月に新入生到達度測定テストとして国立高等専門学校「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」を福島高専5学科1年生211名と久留米高専3学科1年128名の計339名に解答させた。以下に結果を示す。

表1 福島高専と久留米高専の試験結果

被験者数	最低点	最高点	平均点
339	24	100	68.7

試験の結果、福島高専及び久留米高専の1年生の英語の学力は均質でないことが判明した。学力の偏りを容易に認識できるように、両高専の全被験者の得点分布を以下に図で示す。

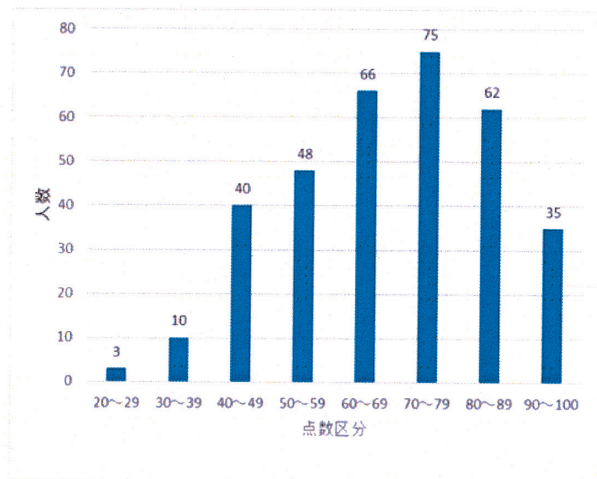


図1 福島高専と久留米高専全被験者の得点分布

4. 設問1と設問4の正解率

第1節で、試験の目的は学生の到達度を測り、その結果を筆者たちが担当する英語表現の授業に活用するためであると述べた。両高専の1年生が解答した「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」にある直接単語を書くことを求める設問1と語句整序を扱う設問4は特に英語表現に係わる領域である。なぜなら、綴字能力と文構造の理解は共に「読み手や目的に応じて、簡潔に書く」という高等学校学習指導要領が掲げる英語表現の理念を達成するのに重要な役割を果たすからである。本節では設問1と設問4の各問題とその正解率を示す。

4.1 設問1

設問1の指示文は次の通りである。

次の(1)~(5)の各組の英文において、アとイの()に共通する適切な1語を入れなさい。なお、その語は解答欄のマス目の数と同じ文字数の語です。解答欄に書かれた1文字目に続けて正しく綴りなさい。

設問1は、空所を含む2つの単文を読み、共通する名詞、動詞、形容詞、序数詞を空所に補充する問題である。ヒントとして解答用紙のマス目によって文字数が示され、最初のマス目には語の最初の文字が与えられている。マス目は正解へと導く補助として有効であると同時に、ともすれば、文脈を考慮させず文字数だけで誤った解答へと導く危険性を伴う。以下で、設問1の各問題とその正解率を示す。また、今後の指導の参考として、学生の綴りの間違いに注目する。

4.1.1 設問1(1)

- ア An (e) is a person who designs or builds things like roads, buildings, and machines.
イ My father is working as an (e) in a computer company.

設問1(1)の正解は名詞 engineerであり、正解率は37.5%である。正解率の低さの理由は、339名中144人が「エンジニア」という答えが分かっているにもかかわらず、正しく綴りを書くことができなかったためである。「エンジニア」を意図した不正解の主な例として engineer, enginier, enjineer, engineer, enginner, enjinior, engenieer, engeniour, engeneer, enginere, enginiar, engenerr などが確認された。

4.1.2 設問1(2)

- ア I'm late because I (m) the train this morning.
イ Where have you been? I (m) you very much.

設問1(2)の正解は動詞 missedであり、正解率は52.8%である。この設問のポイントは、括弧の左側が1人称の主語であり、右側が名詞または代名詞であることから、主語 + 動詞+(代)名詞といういわゆる第3文型の文構造を理解しているか、また、動詞 missが(1)「～を見逃す」(2)「～がいなくてさみしい」という2つの意味を持つ動詞であることを知っているか尋ねるところにある。さらに、マス目が6つあることから、正解として missの活用

変化形が解答として求められている。動詞 miss を選択した解答者は、3人称単数現在の misses でなく過去形の missed を書いていることから、彼らは1人称主格代名詞と misses は共起しないこと、また、動詞 miss は規則変化をする動詞であり、規則変化の過去形は語尾に -ed を付けることを理解しているように思われる。

4.1.3 設問1(3)

- ア Burning plastic bags causes (g) warming.
イ People gathered from many countries to talk about the problems of the (g) environment.

設問1(3)の正解は形容詞 global であり、正解率は34.5%である。この正解率の低さの理由は、設問1(1)と同じく339名中131名が「グローバル」という答えが分かっているにもかかわらず、正しい綴りを書くことができなかったためである。「グローバル」を意図した不正解の例として global, globe, glohle, gloal, glorbl, gloval, gobale, grobal, grobar, groble, grobul, groval, growbl が見られた。

4.1.4 設問1(4)

- ア April is the (f) month of the year.
イ May the (f) is a holiday called "Midori no Hi" in Japan.

設問1(4)の正解は序数詞 fourth であり、正解率は76.1%である。序数詞を答えとして求める問題が平成25年度入試問題で既出のためか、この問題の正解率は比較的高い。「4番目の」を意図した不正解の綴りの例として farses, fiorth, foures, fours, fouthu, fowrth が確認された。また、序数詞 first やマス目数と文字数が一致する形容詞 famous を解答して記している学生もいた。

4.1.5 設問1(5)

- ア I use my computer every day to look for (i) on the Internet.
イ Something strange happened last night. Please tell me some (i) about it.

設問1(5)の正解は名詞 information であり、正解率は69.3%である。「インフォメーション」という語になじみがあるためか、この問題の正解率も比較的高かった。他方、「エンジニア」や「グローバル」と同じく、綴りを間違えたために不正解となった例が見られた。不正解の綴りの例として imfomations, imformasion, imformation,

imphomation, informeston の5種類が確認された。また、マス目数と文字数が一致する形容詞 interesting という解答例が両高専の学生に見られた。

4.1.6 設問1のまとめ

正解率が特に低い問題(1)と(3)を見ると、学生は日本語に定着している英単語をカタカナからローマ字に変換することで不正確な綴りを書く傾向にあることが分かる。もし、不正確な綴りを書いたために不正解となった解答者がすべて正しい綴りを書いたとすれば、問題(1)の正解率は79.9%、問題(3)の正解率は73.2%と上昇する。設問1の分析から、授業では、英語を書く機会をできるだけ多く提供し、そこで正しい綴り字法の指導をする必要があることが分かる。

4.2 設問4

設問4の指示文は次の通りである。

次の1～5の会話文の()内の語句を並べ替え、それぞれの文を完成しなさい。解答欄には、()内において3番目と5番目にくるものの記号を答えなさい。

設問4は文法に従い語句を並べ変える語句整序問題である。先述の通り、「読み手や目的に応じて、簡潔に書く」という高等学校学習指導要領が掲げる英語表現の理念を達成するためには、単語レベルの知識だけでなく、単語を組み合わせ、文を作り上げる文構造についての最低限の知識がなければならない。その意味で、語句整序問題である設問4は、学生の現在の文構造についての知識を測定するのに有益である。

4.2.1 設問4(1)

- A: Do you have any brothers or sisters?
B: I have a sister. She is still a baby.
A: Do you (ア of イ like ウ care エ sister オ taking カ your)?
B: Of course. She is very cute.

設問4(1)の正解は名詞ウ-カであり、正解率81.7%である。この問題は(1) like + 動名詞という文構造 (2) take care of (～の世話をする) という連語 (3) of の目的語として your sister という所有代名詞と名詞という構造を理解しているか尋ねるものである。

4.2.2 設問4(2)

A: Mary is coming back from America today? Shall we go to the airport to see her.

B: Do you know (ア plane イ arrive ウ her エ time オ will カ what)?

A: Yes. At 10:30.

設問4(2)の正解は名詞ウ-オであり、正解率29.5%である。この問題では、通常の疑問文とは違い、間接疑問文では語順が疑問詞 + 主語 + (助)動詞となることを知っているか尋ねるものである。

4.2.3 設問4(3)

A: Why do you know so many things about Taro?

B: Because we (ア each イ have ウ we エ known オ other カ since) were children?

設問4(3)の正解は名詞ア-カであり、正解率79.6%である。この問題は、状態動詞 know が現在完了の3つの用法の一つである状態の継続が使われていること、その目的語として「互いに」を意味する相互代名詞として each other が使われること、そして since が過去のある時点の起点を示す接続詞として後続する文と伴に使われることを尋ねるものである。

4.2.4 設問4(4)

A: Excuse me. Can (ア me イ tell ウ shortest エ the オ way) to the station?

B: Sure. Go straight along this street to the bank. Turn right at the corner.

設問4(4)の正解は名詞ア-ウであり、正解率76.4%である。この問題は、主語 + 動詞 + 間接目的語 + 直接目的語といういわゆる第4文型の構文の知識を尋ねている。

4.2.5 設問4(5)

A: What are you doing?

B: I am practicing my English speech. The (ア Mr. Smith イ have ウ make エ students オ teaches カ to) speeches in class?

設問4(5)の正解は名詞オ-カであり、正解率24.1%である。Students と Mr. Smith の間で関係代名詞の目的格が省略された文の理解を尋ねるこの問題に関しては、福島・久留米両高専ともに正解率が低かった。

4.2.6 設問4のまとめ

設問4の正解率を見ると、間接疑問文の語順についての知識と関係代名詞の目的格の省略についての知識の定着が非常に低いことが分かる。間接疑問文の語順と関係代名詞は、筆者たちの英語表現の授業で再び扱う予定である。多くの学生がこれらの文法事項の理解を深めることができるよう今後の教え方に工夫が必要である。

5. 結果に基づいた授業運営

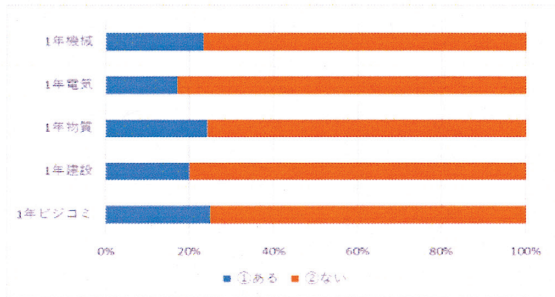
これまで、福島高専5学科と久留米高専3学科の1年生に新入生学習到達度測定テストとして「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」の問題を解答させ、両高専の1年生の英語の学力が均質でないこと、そして、その偏りは、設問(1)や(4)に見られるように英語表現で重要となる綴字知識や文構造の理解に及ぶことを見てきた。本来ならば、個々の学力に応じ、理解度を高めるきめ細かい対応をするべきであるが、40人規模の学級単位で授業を展開する以上、完全な個別指導を授業内で行うことは現実的に困難である。

それでは、学級内の学力差を考慮しつつ、全体の学力を向上させるだけでなく、学生の授業満足度を高めるためにどのような授業運営をすればよいだろうか？以下では、筆者たちの授業運営上の工夫を紹介する。

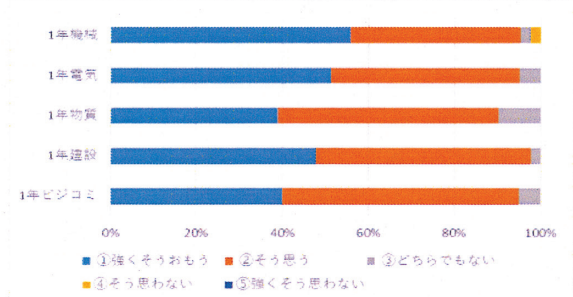
5.1 福島高専での授業運営上の工夫

昨年度から、筆者(市川)は英語表現での授業展開の改善を試みてきた。具体的な改善点としては、すでに実施してきたパワーポイントを使った説明に加え、学習内容の定着のために必ず英文を書く機会を設定したことである。³⁾ 文法事項を説明した後、日本語の文をパワーポイント上に提示し、それを学習した文法事項に基づく英語で書かせることとした。このデジタルとアナログ2つの教授法を組み合わせることで、学生は英文を書く行為に楽しさを感じると同時に、文法事項をより深く理解できているようである。以下で、平成28年度1学期終了後に福島高専5学科(機械工学科、電気工学科、物質工学科、建設環境工学科、ビジネス・コミュニケーション学科)の英語IB受講者に対して実施したアンケート結果を紹介する。

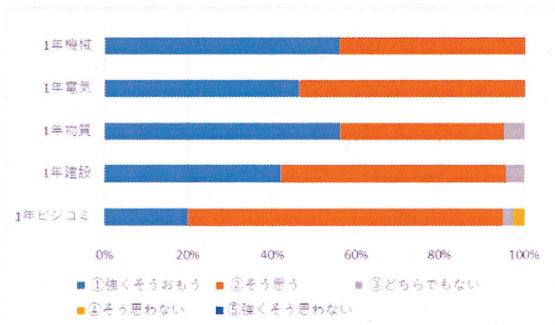
Q1 中学校でパワーポイントを使った英語の授業はありましたか？



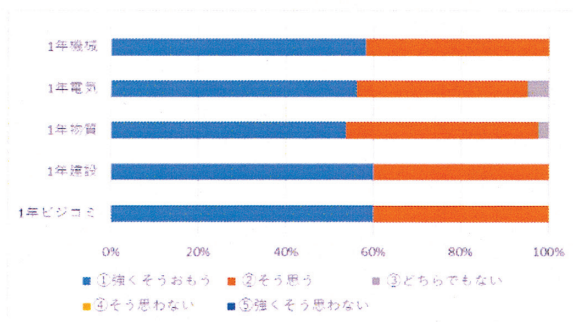
Q4 パワーポイントと英語を書くという授業の組み合わせは良いと思いますか？



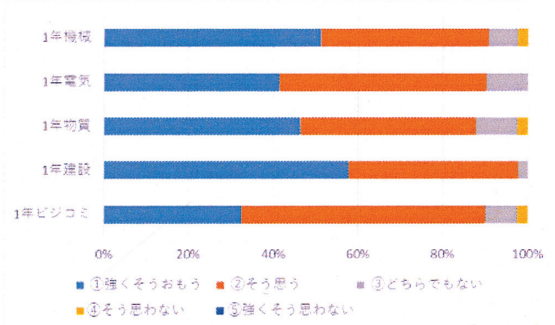
Q2 パワーポイントは見やすかったですか？



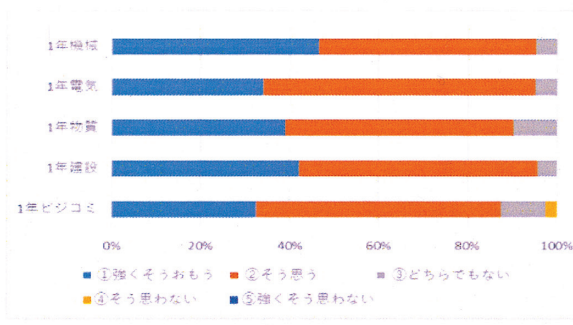
Q5 授業中に英作文を書くことは文法事項の理解につながりましたか？



Q3 パワーポイントを使った説明は分かりやすかったですか？



Q6 授業中の英作文の分量は適切でしたか？

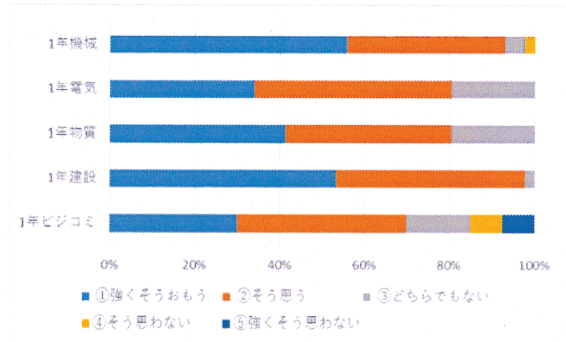


Q1 から Q3 まではパワーポイントを使った授業についての質問である。多くの学生が、高専で初めてパワーポイントを使った英語授業を経験し、新鮮さを感じたようである。パワーポイントを使う授業では、スライドに含める情報量を意識した。Q2 と Q3 の結果によれば、見やすさと説明の分かり易さについては高い評価を得た一方、「そう思わない」という回答も得たので、今後、さらなる改善が必要である。

Q4 はパワーポイントと英語を書くという授業形式の組み合わせについて、Q5 は英語を書くことが授業で学んだ文法事項の理解に繋がっているか尋ねたものである。いずれも高い評価を得た。授業終了時には、学生から英作文の答案を回収し、スキャンに取り込み、PDF ファイルで管理をしている。この管理によって、学生が正しい綴りで書いているか、文法事項を(少なくとも授業時間内で)理解しているかを観察することができる。授業で書く英文は教科書の例文に倣って書くことができる単文である。Q6 の結果が示すように、分量は授業内で

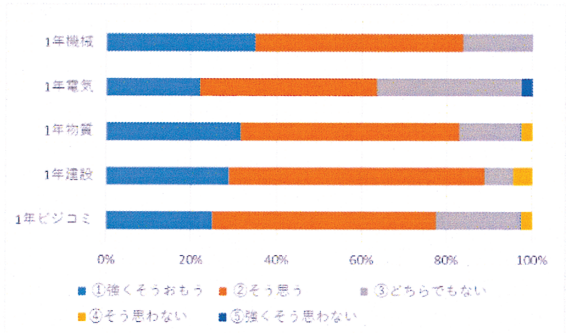
完了する適切な分量であると言える。

Q7 英作文のトピックは身近で分かり易かったですか？



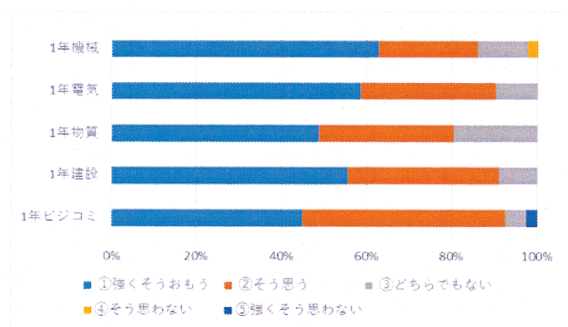
英作文の課題を課すときはできるだけ漫画、アニメ、映画など学生に身近なトピックを選ぶように心がけている。トピックの選択については、細心の注意を払っているが、「強くそう思わない」という回答がある以上、今後、選択には細心の注意をしていきたい。

Q8 毎回行うコーパス 3000 で語彙力が強化されましたか？



将来、TOEIC 試験などで語彙力が必要となるため、授業冒頭で英語を提示し、その日本語訳を解答させる形式の単語テストを実施している。しかし、ある学生がアンケートで答えているように、「意味だけを覚えて綴りまで覚えることができない」ということが判明した。前節で、学生は英単語の綴りを正しく書けない傾向があることを見た。今後は、日本語を提示し、それに対応する英単語を書かせる問題を作成するなど、正しい綴りを定着させるための改善をしていきたい。

Q9 ウォームアップで映画の英語に興味を持ちましたか？



筆者(市川)は学生の理解を促すため、YouTube などインターネットの題材を積極的に授業に取り入れている。授業の冒頭で、ウォームアップとして、最新の映画の予告編を見せ、その中にある英語の台詞を聴き取り、答えさせている。台詞は主に授業で取り上げた文法事項に関連するものを取り上げている。例えば、2016 年 7 月公開の『ファインディング・ドリー』で使われる Can you help me? という表現は、授業で学習した can の依頼表現の定着に大いに役立った。Q9 の結果が示すように、学生は映画を使った文法事項の理解促進に高い評価を与えている。

5.2 久留米高専での授業運営上の工夫

筆者(江島)は 10 年にわたり久留米高専一般科目(文科系)の非常勤講師をしている。新入生には毎年「英語演習 I」2 学科(年度によって学科は異なる)を担当してきた。「英語演習 I」の授業目的は、中学校での学習内容を踏まえ、基礎的な文法事項について学習し、演習問題で確認しながら英語基礎能力の育成を目指すことである。テキストは年度ごとに異なるが、主に英文法の演習問題集とそれに対応した「総合英語」参考書を使用している。平成 27 年度、平成 28 年度はテキストに文科省高等学校検定教科書 *Vision Quest English Expression I Advanced* (Keirinkan) と参考書 *Vision Quest 総合英語* (Keirinkan) を使用している。ここ数年、新入学生全員が入学時 *Vital 3000* 英単語・熟語(文英堂)を購入している。

5.2.1 平成 27 年度の授業展開について

平成 27 年度の授業では、次の 3 点について重点的に指導展開した。

1 つ目は語彙力の強化である。最初の授業で *Vital*

3000の単語・熟語確認テストを実施するために、各回の出題範囲一覧を配布した。それに従って、毎時間、単語・熟語確認テスト20問(10分間)を行った。毎回、満点近くを取る学生が10%程度いたが、正答が12問以下の学生も10%程度いた。正答が12問以下の学生には、間違っ単語・熟語を10回書き提出することを課した。

2つ目は基礎英文法の定着である。中学校での既習事項の確認と基礎的な文法事項をテキストに沿って体系的に学習させることで、英語の基礎的な能力を定着させることに重点を置いた授業展開を行った。具体的には、年間スケジュールを立て、毎時間ごと計画通り進めていった。基本的な文法事項を漏れなく学習させることはできた。内容の未消化を防ぐためにテキスト付随のワークブックを家庭学習の課題として課し、「前置詞」など授業で細かく扱わない項目は、長期休暇の際に課題レポートを課し、定期試験にも出題するなど、定着を図った。

3つ目は基本五文型を意識させた「英作文」指導の取り組みである。テキストの練習問題に出てくる英作文については黒板に問題を解かせ、添削をし、その際、日本語と英語の文構造の違いに焦点を当てて指導した。特に、日本語に省略されがちな主語や日本語にはない自動詞、他動詞、語順の違いなどについて質問・説明などに時間を多く割いた。また実際に使用できるような状況を想定し、同じような英文を作る練習も行った。

5.2.2 平成28年度の授業展開について

平成28年度の新入生到達度測定テストの結果を受け、昨年度の3点に加え、次の2点に注意して指導を行っている。

設問1の結果から単語の綴り字を正確に覚えていない学生が多いことが推定される。平成28年度から学力検査にマークシート方式が採用されたことが影響していることも考えられるが、近年、スマートフォンやコンピュータが身近なものになり、その結果、英語だけでなく日本語も実際に書く機会が減少している。実際、定期考査等の答案でも漢字を書けずひらがなを多用する学生が増加しているように感じられる。そのような理由から、授業の中で黒板やノート等に、実際に英語で綴り字を書かせる機会を増や

し、学生が綴り字を意識するよう図っている。

また、到達度測定テストから、中学校既習事項の中で到達度が十分でないと推察される文法事項に重点をおいた授業の展開の必要性を認識し、中学校で既習した内容であっても、指導の際には復習として、学生に丁寧に確認しながら双方向の授業展開を図っている。

6. おわりに

以上、本稿では福島高専5学科と久留米高専3学科の1年生に新入生学習到達度測定テストとして「平成27年度入学者選抜学力検査問題・英語」の問題を解答させ、結果を提示した。また、英語表現に関連する設問1と設問4の正解率を分析した。そして、その結果に基づき、クラス全体の成績を向上させるための筆者たちの授業展開例を報告した。

近年のグローバル化で、英語を書く必要性がますます高まっている。例えば、海外とのメール、学会でのポスター発表、口頭発表の原稿、そして、論文も英語で書かなければならない。そのような場合、正しいスペルを書く綴字能力や、分かり易い文を書くための文構造の理解が必要とされるのは言うまでもない。

筆者たちは、将来、グローバルな活躍を期待される人材を教育している。彼らの可能性を伸ばすために、できるだけ早い段階で個々の学力上の問題を認識し、苦手意識を解消すると同時に、彼らの学習意欲を高める授業を展開していきたい。

参考文献

- 1) 『高校別入学シリーズ国立高等専門学校平成29年度』 pp. 1-2 (東京学参, 東京, 2016)
- 2) 福島高専本科入試 情報一覧 (http://www.fukushima-nct.ac.jp/nyushi/info/honka_nyushiannai.html 平成28年8月17日閲覧)
- 3) マーク・ピーターセン『実践 日本人の英語』岩波新書 no.1420 pp. iii-vi. (岩波書店, 東京, 2013)

グローバル高専事業の一環としての 福島高専における TOEIC®スコア向上の取り組み

Attempts to Raise the TOEIC® Score of the Students of
National Institute of Technology, Fukushima College
as a Project of the Globalizing Kosen

市川 誠・新井 真人*・小島 悠人**・河野 はるか***

福島工業高等専門学校一般教科

*山形大学理学部

**東北大学理学部宇宙地球物理学科天文学コース

***福島工業高等専門学校専攻科産業技術システム工学専攻

Makoto Ichikawa, Masato Arai*, Yuto Kojima**, Haruka Kono***

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

*Yamagata University, Faculty of Science

**Tohoku University, Faculty of Science, Astronomy Course

***National Institute of Technology, Fukushima College,

Department of Chemistry and Biochemistry, Advanced Course

(2016年9月9日受理)

In 2016, National Institute of Technology has selected Fukushima College as one of the campuses which play a leading role in its globalization projects such as sending the students to foreign colleges and providing them with teaching materials in English. In line with these projects, Fukushima College aims to raise the TOEIC® score of its students. The purpose of this paper is as follows: (1) to give an overview of the actual TOEIC® scores of the students whom one of the present authors taught from 2012 to 2014; (2) to analyze the motivation and strategy of the students who succeeded in raising their TOEIC® scores significantly; (3) to report how Yamagata University attempts to encourage its students to take TOEIC® test and (4) to conclude the paper by pointing out the problems which remain to be solved.

Key words: TOEIC® Test: globalization, motivation

1. はじめに

平成 28 年度、福島工業高等専門学校(以下、本校と略す)はグローバル高専に選定された。その事業の一環として、本校本科生の TOEIC®試験(Test of English for International Communication: 以下 TOEIC と略す)スコア向上の取り組みを積極的に推進することを挙げている。具体的な数値目標として、500 点以上の学生を 10%から 20%以上に、600 点以上の学生を平成 28 年度当初の 24 人から 40 人以上に、800 点以上の学生を同じく 3 人から 5 人以上に増やすことを掲げている。¹⁾3 年という期間でこの目標を達成するためには、学生向けに参考書や問題集を購入する、TOEIC 対策に特化した授業を開講

する、本校主宰の TOEIC-IP テストを複数回実施するなど本校学生の全般的な英語力を底上げし、さらに向上させる環境を整備、提供するだけでなく、教職員側が学生の TOEIC 学習に対する動機付けを知り、それを情報として共有することが必要である。また、本校だけでなく、他高専や他大学のスコア向上の取り組みを参考にすることも重要である。

2012 年 4 月に着任して以来、筆者(市川)は本校の英語教育に従事してきた。筆者が初年度に授業を担当した 2012 年度次本科 3 年生の 2012 年から 2014 年までの 3 年間の TOEIC スコアの推移を見ると、3 年次の段階で成績が平均的または平均以下だったにもかかわらず、4

年次・5年次には着実にそして大幅にスコア向上を達成した学生がいることが判明した。先述の目標を実現するためには、彼らの3年間の学習体験を知り、それを情報として共有することが有益である。本稿の目的は、2012年度次本科3年生の2012年から2014年までのTOEIC-IPテストの点数に基づき、本校学生の成績推移の傾向を把握すること、その中でも著しい得点向上を達成した本校卒業生と面談し、得点向上のための動機付けと学習方法を理解すること、他校でのTOEICスコア向上の取り組みとして山形大学理学部の事例を紹介することである。そして、最後に今後の課題を述べる。

2. 本校におけるTOEICの活用例

本論に入る前に、本校におけるTOEICの活用例を紹介する。受験者数の推移が示すように、近年、TOEICテストを導入し、それを活用する企業や学校の数が増えつつある。²⁾ 本校では2004年(平成16年)以来、高学年生と専攻科生にTOEIC団体試験(IPテスト)受験を課し、その結果を成績評価の一部として採用してきた。2015年度からは、学生の実情に合わせて方針を修正した。2年生の段階でTOEIC-Bridgeテストを受験させ試験の形式に慣れさせた上で、3年生と4年生にIPテストを受験させるようにした。また、当初は受験を義務づけていた5年生と専攻科生に対しては、大学編入学試験や大学院入試試験の際に公開試験のスコアが重視される傾向を考慮して、団体受験割引制度を利用した公開試験受験を強く推奨し、希望者がいれば、随時、IPテストを実施することとした。

本校のTOEIC活用の特徴の一つとして、他高専に比べ、TOEICスコアを大幅に外部単位として認定し、学生の受験意欲を刺激していることを挙げることができる。一般財団法人国際ビジネスコミュニケーション協会が公表する「TOEIC®テスト 入学試験・単位認定における活用状況」によれば、協会が調査を実施した全国57高等専門学校のうち43校がTOEICを単位として認定していると回答している。そのうち、900点以上のスコアを単位認定の対象としているのは、本校を含めわずか4校だけである。³⁾ また、本校では500点以上のスコア取得者に対してTOEIC賞を授与することで、スコア向上に対する強い動機付けとしている。

3. 2012年度本校3年次学生の3年間の成績の推移

グローバル高専專業の一環としてTOEICに関する目標を達成するためには、事業終了年次に5年生となる現

在の本科3年生以下の全般的な英語力を底上げする教育が重要な鍵となる。そもそも、本校の3年次から5年次までのTOEICスコアは通常どのように推移するのだろうか?本節では、筆者が資料として持つ2012年度3年次学生の3年間の成績の推移を学科別に提示する。

表1 2012年度機械工学科3年次学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点平均の3年間の推移

年度	L	R	合計
2012	209.5	126.8	336.3
2013	184.8	117.6	302.5
2014	182.6	109.7	292.3

表2 2012年度電気工学科3年次学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点平均の3年間の推移

年度	L	R	合計
2012	193.5	126.5	320.1
2013	176.2	108.9	285.1
2014	185.2	111.5	296.8

表3 2012年度物質工学科3年次学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点平均の3年間の推移

年度	L	R	合計
2012	204.6	131.1	335.7
2013	215	127.1	342.1
2014	195.2	122.6	317.8

表4 2012年度建設環境工学科3年次学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点平均の3年間の推移

年度	L	R	合計
2012	197.2	121.8	319
2013	205.9	118.1	324
2014	191.8	103	294.8

表5 2012年度コミュニケーション情報学科3年次学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点平均の3年間の推移

年度	L	R	合計
2012	243.1	155.3	398.4
2013	256.7	158.8	415.5
2014	255.2	172	427.2

各学科の3年間のTOEICスコアの推移を見ると、コミュニケーション情報学科を除く4学科で合計点平均が上昇するというよりはむしろ低下する傾向があることが分かる。この低下には主に2つの原因が考えられる。第1の原因は、授業時間の減少である。本校のカリキュラムでは、3年生まで英語の授業を最低週4時間確保して

いる。しかし、高学年での専門授業の増加に伴い、コミュニケーション情報学科を除けば、英語授業は週2時間に半減する。つまり、工学系学科では高学年になるにつれ、英語を学ぶ時間は減少する。第2の原因は、進路が決定し、英語学習に対する動機付けを失う学生もいることである。教員が強く英語学習を促しても、将来英語を使う必要がないと判断した学生に学習の動機付けを与えるのはやはり困難だろう。

前節で2015年度から学生に対して団体受験割引制度を利用した公開試験受験を強く推奨していることを述べた。公開試験を受験する学生は、言うまでもなく、自発的に受験する学生であり、強い動機付けがあるためIP試験よりも平均点が上昇する。以下は2015年度に団体割引受験制度を利用し公開試験を受験した本校学生の平均スコアである。

表6 2015年度に団体受験割引制度を利用し公開試験を受験した本校学生のリスニング(L)・リーディング(R)・合計点の平均スコア

実施回	L	R	合計
200	276	177	453
203	246	174	420
207	252	160	412

受験者の学年や学科の多様さにもかかわらず、本校学生の合計点の平均スコアは453点、420点、410点といずれも400点代に到達している。IPテストの合計点の平均スコアと公開試験のそれとの違いは、TOEIC合計点スコアの向上には、受験に対する強い動機付けが重要であることを示す。

ところで、2012年度本校3年次学生の3年間の成績の推移を詳細に見ると、3年次の段階で成績が平均または平均以下だったにもかかわらず、4年次・5年次と着実にそして大幅にスコア向上を達成した学生がいることが判明した。このことは、多くの学生が合計スコアを低下させていることを考えると非常に対照的である。受験者本人の了承を得て3年間の点数推移を示す。

表7 2012年から2014年までの3年間でTOEICスコアを600点代まで向上させた学生の点数推移(1)

年度	L	R	合計
2012	175	110	285
2013	235	125	360
2014	320	325	645

表7は3年間の間でスコアを285点から645点まで向上

させた小島悠人氏(2015年物質工学科卒業、現東北大学理学部宇宙地球物理学科・天文学コース4年生)の点数推移を示したものである。彼は2012年度ではリスニングスコアが175点、リーディングスコアが110点であったのに対して、2014年度にはリスニングを320点、リーディングを325点まで向上させ、合計645点とした。

表8 2012年から2015年までの4年間でTOEICスコアを600点代まで向上させた学生の点数推移(2)

年度	L	R	合計
2012	215	180	395
2013	215	215	430
2014	320	270	590
2015	325	305	630

表8は河野はるか氏(2015年物質工学科卒業、現福島工業高等専門学校専攻科産業技術システム工学専攻化学・バイオ工学コース2年生)の点数推移を示したものである。2012年度の段階ですでに彼女は400点代に近い395点を獲得していた。彼女は本科5年(表8での2014年度)でリスニングスコアを320点、リーディングスコアを270点、トータルスコア590点へ、専攻科1年生(表8での2015年度)でリスニングスコアを325点、リーディングスコア305点、トータルスコア630点へと向上させた。他の学生について言えば、3年間リーディングスコアが停滞または低下した結果、トータルスコアを向上させることができなかったのに対して、両名はリーディングスコアを着実に向上させることで、トータルスコアの向上につなげている。このことは、TOEICスコア600点以上の学生数を増やすためには、リスニングだけでなくリーディング対策も重要であることを示唆している。

4. 成績向上者との面談

学生のTOEICスコアを向上させるためには、彼ら自身が強い動機付けを持って英語を学習することが重要である。教職員が目標達成のために学生に学習を強く促しても、彼ら自身の動機付けを知らなければ、その努力は結局のところ徒労に終わるだろう。そこで、小島氏と河野氏の2名に対して面談を実施し、次の質問を行った。

【Q1】 TOEICを初めて受験した時の感想

【Q2】 当時のリスニング能力について

【Q3】 当時のリーディング能力について

- 【Q4】点数向上のため学習を決意した動機
 【Q5】600点台に到達するまでの学習時間
 【Q6】リスニングスコアを向上させるためにしたこと、
 また向上したきっかけ
 【Q7】リーディングスコアを向上させるためにしたこと、
 また向上したきっかけ
 【Q8】本科生へのアドバイス

小島・河野両氏による回答を以下に引用する。

4.1 小島悠人氏の回答

【Q1】TOEIC を初めて受験したのは、高専3年生の時のIPテストです。正直、初めての受験の時は、自信を持って解答できる問題は一つもありませんでした。当時の自分にとっては難しく、もう受験したくないと思いました。

【Q2】Part 1 に関しては3割ほど、Part2・3・4 に関しては1割すら聞き取れなかったと思います。すべての問題を勘で解いていました。スコアにもそれが表れていると思います。当時は、自分から英語の勉強をしなかったため、英語に触れる機会と言ったら週に数時間の英語の授業ぐらいです。英語の授業もほとんど文法の時間でしたので、リスニングの時間は週に10分ぐらいです。当時のリスニング能力は中学生レベルだったと思います。

【Q3】まず、Part7の長文問題は全く理解できず、読んでもいませんでした。穴埋め問題に関しては、わからない単語が多かったです。だいたい、一文にわからない単語が2~3個はあったと思います。基本的に、授業で扱う単語はサイエンス寄りの単語が多かったので、TOEICの単語には合わなかったんだと思います。文法は授業でしっかり学んでいたはずだったのですが、単語を知らなすぎて、解ける問題も落としていました。

【Q4】動機は編入試験でTOEICの点数が必要だったからです。僕が志望していた大学では、600点程度が求められていました。

【Q5】勉強を始めたのは高専4年生の12月です。編入試験が高専5年生の7月だったので、勉強を始めるのは遅かったです。3ヶ月後の3月の公開テストで700点を取ることができたので(それから英語の勉強を一旦止めてしまったので、1ヶ月後のIPテストは645点(表7の

2014年度のスコア)でしたが、600点を取るための学習時間はだいたい3ヶ月ほどだったと思います。

【Q6】リスニングスコアを上げるため、日常生活の中で英語に触れる機会を増やすことを努力しました。通学時間や休み時間などはずっとTOEICの音声聞いていました。合計すると一日一時間ほど英語の音声を聞いていたと思います。一つ一つの単語、さらに、単語と単語のつながりを聞き取ることに集中していました。一ヶ月ほどで効果が表れ、文の細かい意味はわからなくても、全体の大まかな意味はわかるようになりました。リスニングは毎日の継続が重要だと実感しました。

【Q7】まず、文法と単語の勉強から始めました。TOEICで問われる文法はだいたい決まっているので、そのパターンを公式問題集で身につけました。単語については、これはもう覚えるしかないと思ったので頑張って覚えめました。公式問題集に出てきた単語(3冊分)はすべて覚えるようにし、さらにTOEIC単語用の本を購入し覚えめました。覚え方のコツとしては、「一日10個の単語を覚える。」といった形式ではなく、一日に数百個の単語を軽く目を通して、数日かけて覚えていくようにしました。一日になるべく多くの単語に触れたかったので。長文に関しては、多くの問題を解くようにして、TOEICの分量の多い長文問題にも対応できるようにしました。

【Q8】(ここで言っているのかわかりませんが)高専の英語の授業だけでTOEICのスコアを大きく上げるのは無理だと思います。英語の授業だけでは時間が足りなさすぎるので。TOEICのスコアを上げるには、自分から英語を勉強する時間を作っていなければいけません。レポートなどで忙しいかもしれませんが、休み時間や朝の時間、通学時間など探せばいくらでもあると思います。また、スコアを上げたいと思うならモチベーションが必要です。モチベーションがないと継続出来ません。まずは、なぜスコアを上げたいかを考えるべきだと思います。自分の英語へのモチベーションが見つかったら、英語に触れる時間を増やしていく事だと思います。毎日継続すれば力になるはずですよ。

4.2 河野はるか氏の回答

【Q1】初めてTOEICを受験したのは、本科3年の夏に受けた公式テストだったと記憶しています。試験問題の

形式や規則などは事前に知ってはいたのですが、いざ受けてみるとやはりリスニングにおいて聞き返しとメモができないことがつらかったです。リーディングについても、Part5やPart6に時間がかかってしまい、Part7にいたっては、当時英文をまともに読めるだけの文法力がなかったのでほとんど記号の羅列にしか見えませんでした。

【Q2】1つの問題において、中学程度の単語が断片的に聞き取れる程度で、意味がしっかりつかめるほどは聞き取れていませんでした。

【Q3】まず、語彙については中学校に毛が生えた程度しかなかったのが、重要な動詞でも意味が取れないものが多かったです。時制や品詞（接尾辞）についての知識もあやふやだったので、Part5、Part6もきつかったです。長文にいたって、副詞句がどこを修飾しているか、また、等位接続詞がどこを繋げているかが殆ど読み取れていませんでした。

【Q4】本校 IP 試験の前に受けた公開試験で 275 点を叩き出してしまい、さすがにこれはもう少しスコアを上げなくては行けないと危機感を持ちました。2 回目に受けた際は 300 点台になったので、これ以降は単に「どうせなら人よりもいい点数を取りたい」という気持ちがモチベーションでした。ただ、本格的に点数を上げる必要性を感じたのは、大学院入試が近づいて来てからです。

【Q5】本科 4 年か 5 年の頃に、400 点～500 点台用の問題集や TOEIC 公式の DS ソフトを買って勉強をしたことがありましたが、実をいうと、これと言って長続きはしませんでした。DS ソフトは、1 日 30 分くらいを 10 日続けてやめてしまった記憶がありますし、問題集の方はというほとんど手を付けていません。机に向かって継続的に勉強するよりも、授業や課題などで英語に触れた機会に、気になった単語や、すぐに意味がつかめない文、単語同士の繋がりがしっくりこない箇所などを納得が行くまで調べるスタイルの方が性に合っているようでした。それ故、勉強時間は日によってまちまちです。また、塾の授業で中高生に英語を教えています。これが自分にとってかなり良い勉強になっています。もしこの時間も英語学習時間としてカウントすると、最低でも週に 5 時間程度は英語に触れていることとなります。

【Q6】まずやったことは、リスニング力そのもののトレーニングよりも、試験形式への対応です。Part3、Part4 については、問題文が流れる前の時間で質問文を読み、どのような情報に注目すれば良いか大まかな予想を立てます。マークは極力迷わずに素早くつけ（迷ったらあとは勘）、次の問題に目を通します。これに慣れてくるとある程度スコアが上がるようになりました。

リスニング力については、英語話者の動画（YouTube チャンネルや、TED Talk など）を字幕付きで見ることで、聞き取れるようにトレーニングをしていました。ただ、本当に気が向いたときにしかやっていなかったので、効果があったかどうかは定かではありません。また、昨年度に 3 か月間フランスでインターンシップをしたことはリスニング力の向上に一役買ったと思います。フランスは非英語圏ですが、大学の教職員や学生には英語が堪能な人も多く、リスニングのトレーニングとしては問題なかったように思います。街の人でも、駅やホテルの人など英語がうまかったので、耳が結構慣れてきたように思います。

また、リスニングスコア向上の要因には、リーディングへの慣れも大きいと思います。耳が慣れて単語が聞き取れるようになっても、WPM (Word Per Minute 1 分あたりに読むことができる単語量) が向上しないと意味が取れないので。

【Q7】勉強法については、Q5 で述べたような勉強スタイル（分からない箇所を徹底的に調べ、人に英語を教えること）を積み重ねてきました。他人に英文法や訳し方を説明しているうちに、自分の頭も整理されますし、記憶も定着しやすいです。きちんとした授業をするために予習が必要な場合もあり、それもまた勉強になります。（もし塾講師をやっていないとしても、もし自分が授業をするとして、どのように説明するかイメージしながら文法のとめをしていくと効果的かと思います）。

スコア向上のきっかけですが、トータルスコア 500 点の壁を越えた際には、Part7 にしっかり取り組むことを意識していました。ここは長文なので敬遠されがちですが、日付や価格を答える問題などは、語彙や文法に不安がある段階でもしっかり読めば当てやすいと思います。

【Q8】TOEIC スコア、とりわけリーディングスコア向上のためには、やはり英文をそれなりに読み慣れることが必要になってきますが、「慣れる」うえでの近道は、

英文法をしっかりと固めておくことだと考えています。多くの日本人にとって英語は第二言語なので、第一言語と違い、フィーリングで習得することは相当困難です。そのため、それなりの英文を読むときには、規則に基づいて理論的に、単語と単語のかかり方を意識して読んでいく必要があると思います。私は当時英文法を軽視していたので、後からやり直す際、途方にくれました。本科生の皆さんも、文成分、品詞、時制、関係詞など細かくてやっつけられないと思う時もあるかもしれません(私はそれで学習を放棄してしまいました)が、文法知識は基礎体力のようなものです。もし学校の授業プラスアルファとして、TOEIC に特化した勉強をしようと思った際にも、体力があると学習効率は大きく違ってきます。

単調な学習にモチベーションを見いだせなくなってきたら、興味を持ったジャンルや自分の専攻に関連した英文に触れてみるのがおすすめです。専門的な内容について書かれた英文は、案外オーソドックスな文法を使っているため、単語さえ調べれば、新聞等と比較すると読みやすいです。

私の経験は TOEIC に特化したやり方ではないので、点数向上のペースは特筆するような速さではありません。ただ、こういう勉強スタイルもあることをお伝えできたなら幸いです。本科生の皆さんにも、自分なりの勉強スタイルでスコアアップを目指してほしいと思います。

5. 山形大学理学部での取り組み

前節で本校卒業生のスコア向上のための動機付けと学習方法を見た。それでは、他校では TOEIC スコア向上のためにどのような取り組みをしているのだろうか？2014 年以来、筆者(市川)は、山形大学理学部新井真人氏と理系教育機関における英語教育のあり方について議論してきた。ここで山形大学理学部の事例を紹介したい。

山形大学の基盤教育(一般教養)では、全学部の1年生に TOEIC-IP の年2回(前期と後期に1回ずつ)の受験義務を課している。その導入の主たる目的は「学生自身が自らの英語力を客観的に知り、今後の学習への動機づけを高めるため」となっており、そのスコアが英語科目の成績評価の20%を占めている。そのため、基盤教育では TOEIC-IP を受験する学生たちのために、前期と後期にそれぞれ1回ずつリーディングとライティングの対策講座を開講しており、一定数の学生が任意に受講

している(単位とはならない)。

2 年次以降は、学部ごとに TOEIC の対策講座、もしくは学習サポートを行っている。理学部では27 年度より様々な学習サポートを始めている。まず、1,2 年生の年度初めのガイダンスにおいて TOEIC の重要性について説明を行い、さらに7 月初旬に TOEIC 公開試験を主催する国際ビジネスコミュニケーション協会から講師を招いて TOEIC についての説明会を開催し、就職や大学院入試で導入されている事例を紹介している。これらを通して学生が英語学習に興味を持つようになることが期待される。また、基盤教育の教員と協力して英会話を楽しむ“English Café”を開催し、リスニング力強化のための試みも行っている。27 年度からは TOEIC 公開テストの受験料のサポートを行っており、年度内1 回に限り受験料の一部(3,000 円)を理学部が負担している。これらの試みは一定の成果を得始めている。理学部学生の TOEIC-IP 試験の平均点は毎年450 点前後であるが、これまで受験料サポートを受けた学生の公開試験の平均点は560 点程度と比較的高くなっている。これは3 節の「2012 年度本校3 年次学生の3 年間の成績の推移」でも述べたように、公開試験を受験している層は強い動機付けを持っていることに関係している。そのような学生へのサポートを行うことで複数回の受験機会を創出し、結果として点数の向上につながっているものと考えられる。

今後、更なる公開テストの平均点の向上のために、28 年度の11 月の TOEIC 公開試験から団体受験割引制度を導入する予定である。3,000 円のサポートと合わせた更なる割引を行うことで、できるだけ多くの学生が公開試験を受験できるようなシステムを構築するところである。理学部で行われている学習サポートは27 年度からスタートしたものであり、特にガイダンスを聞いた1,2 年生が大きな影響を受けていると考えられる。今後、彼らの取得した TOEIC 公開試験の点数を追跡し、学習サポートへフィードバックすることでさらなる点数の向上を目指すことを計画している。

6. おわりに

最初に述べたように、本校はグローバル高専事業の一環として本科生の TOEIC スコアの向上を目指している。この目標を達成する一助を担うべく、2012 年度次本科3 年生の2012 年から2014 年までの点数推移を調査し、その中でも著しい得点向上を達成した本校卒業生と面談し、彼らの得点向上のための動機付けと学習方法を把

握した。また、他校でのTOEICスコア向上の取り組みとして、山形大学理学部の事例を紹介した。

TOEICスコア向上のために重要なことは、目的は何であれ、学生自身が明確なモチベーションを持って英語を学習することである。教職員は、個々の学生の英語学習の動機を理解し、彼らの学習を励まし、支援できる環境を整備、提供しなければならない。

グローバル高専事業で、本校は(1)「エンジニアのための英語教材」(2)「コミュニケーション英語教育の充実」(3)「海外派遣の充実」(4)「英語環境の整備」(5)ブロック間の連携と5つの事業の展開を掲げる。まさに、本校は学生の多様な目的に応じて、英語学習を援助できる環境の整備を目指しているということができよう。特に(3)「海外派遣の充実」に関して、平成28年度、「トビタテ！留学JAPAN日本代表プログラム」(高校生コース：地域人材コース)、フランスIUTへの海外インターンシップ、オーストラリアの語学研修等のプログラムを利用して、本校から45人の学生が延べ14ヶ国に派遣される予定である。河野はるか氏が述べるように、海外滞在経験は、彼らのコミュニケーション能力を確実に高め、結果として、英語力が伸びることだろう。帰国後の彼らのTOEICスコアの向上が大いに期待される。

本稿ではスコア向上に成功した本校卒業生に焦点を当てた。しかしながら、一方で、3年間で合計スコアを下降させた学生がいる事実も忘れてはならない。意欲のある学生の学習支援をしていくと同時に、全体的な学力

の底上げを目指していくことも重要である。今後の課題としては、英語学習に対して意欲を失いつつある学生に対して、再び動機付けを与え、学習意欲を持たせるよう授業内外で工夫をしていく必要がある。

謝辞

査読者から誤植等のご指摘を受けました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 平成28年度 福島高専重点項目(校長方針)及び平成28年7月26日福島高専教員会議提出資料4
- 2) (一財)国際ビジネスコミュニケーション協会 TOEIC®テスト「上場企業における英語活用実態調査 2013年」報告書 (http://www.toeic.or.jp/toeic/about/data/katsuyo_2013.html 平成28年8月17日閲覧)
- 3) (一財)国際ビジネスコミュニケーション協会 TOEIC®テスト「TOEIC® Listening & Reading Test 入学試験・単位認定における活用状況 -大学・短期大学・高等専門学校-」(<http://www.toeic.or.jp/toeic/about/data/search.html> 平成28年8月17日閲覧)

古英語版『聖クリストファー伝』の言語と内容について

Some Notes on the Language and Content of the Old English Version of *the Life of St. Christopher*

市川 誠

福島工業高等専門学校一般教科

Makoto Ichikawa

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月7日受理)

The Old English version of *the Life of St. Christopher* survives in London, British Library, Cotton Vitellius A.xv., a manuscript which is famous for containing *Beowulf*, *the Marvels of the East*, *Alexander's Letter to Aristotle*, and *Judith*. Although *the Life* is well-known in the literature on Old English, little attention seems to have been paid to the language and content of *the Life* in the Japanese scholarship on Medieval English as far as the present author knows. The purpose of this paper is to give an overview of the language and content of *the Life* and to provide the Japanese translation of *the Life* as a starting point for future study of *the Life* as well as the *Beowulf* manuscript in which it is preserved.

Key words: Old English, Lives of the Saints, St. Christopher, *Beowulf*

1. はじめに

古英語版『聖クリストファー伝』(*the Life of St. Christopher*) は不詳の翻訳者によりラテン語から古英語に訳された聖者伝の一つである。この聖者伝は『ベオウルフ』(*Beowulf*) が収録されていることで有名な大英図書館 (British Library) 所蔵の Cotton Vitellius A.xv 写本に現存する。¹⁾ 『ベオウルフ』研究でしばしば言及されるため、『聖クリストファー伝』は比較的良好に知られている作品である。²⁾ しかしながら、その知名度にもかかわらず、その言語と内容は日本では『ベオウルフ』ほど知られていないように思われる。その理由の一つとして、筆者が知る限り、日本語による翻訳が公刊されていないことが挙げられる。³⁾ 本稿の目的は、写本に現存する『聖クリストファー伝』の言語と内容を記述し、その日本語訳を提示することで、『聖クリストファー伝』研究だけでなく『ベオウルフ』写本研究に貢献をすることである。なお、底本として Rypins, Stanley. Ed. *Three Old English Prose Texts in MS. Cotton Vitellius A.xv.* (1987) を使用した。また、写本に関しては Kiernan, Kevin. Ed. with Andrew Prescott, Elizabeth Solopova, David French, Linda Cantara, Michael Ellis, and Chen Jiun Yuan. *The Electronic Beowulf* (1999) を参照した。

2. 聖クリストファーについて

最初に主人公である聖クリストファーについて述べ

る。ジェフリー・チョーサー (Geoffrey Chaucer) の『カンタベリー物語』「総序の歌」(General Prologue) 115 行目における楯持 (yeoman) の描写が示すように、⁴⁾ クリストファーは中世で旅行者の守護聖人として人気のある聖人の一人であった。⁵⁾ ヤコブス・デ・ウォラギネ (Jacobus de Voragine) の『黄金伝説』(*the Golden Legends*) によるクリストファーの伝記は次の通りである。⁶⁾ カナンの生まれであるクリストファー(クリストボルス) は 12 フィートもある巨大な男で、いかつい面貌だった。彼は偉大な王に仕えることを望み、旅に出た。旅の途中で出会った隠修士の助言により、川の岸辺に住み、旅人が川を渡るのを助けていた。ある時、子どもに扮したキリストを肩に担いだ(クリストファーとは「キリストをになう」という意味である)。その重さ故に、彼はキリストの偉大さを実感したのである。

この出来事の後、クリストファーはキリスト教徒が拷問を受けていた小アジアにあるリュキアのサモスという町に行った。クリストファーは奇跡を起こし、8000 人を改宗させた。しかし、それを知ったダグヌス王(Dagnus) は、拷問または娼婦による誘惑でクリストファーに異教への改宗を試みた。ダグヌスは 400 人の射手に王の企みに乗らないクリストファーを射殺すよう命じた。彼らが放った矢はクリストファーには当たらず、逆に、ダグヌスの目に当

たった。ダグヌスは失明した。クリストファーの殉教後、彼が殉教した場所の土と彼の血で作った膏薬を目に塗ることで、ダグヌスは視力、すなわち、キリストへの信仰を得たのである。

以上が、『黄金伝説』にあるクリストファー伝の要約である。後で見るように、古英語版『聖クリストファー伝』はダグヌスによる拷問の場面を描いた後半部分のみ断片で現存する。なお、クリストファーは『古英語殉教伝』で、通常の7月25日とはちがい、4月28日が祝祭日の聖人として登場する(「付録」を参照のこと)。「古英語殉教伝」でも拷問を描いた後半部分のみ描かれているが、そこではクリストファーの迫害者がダグヌス王からダキウス帝(Dacius)に置き替えられている。

3. 古英語版『聖クリストファー伝』の写本

『聖クリストファー伝』は『ベオウルフ』と同じ大英図書館所蔵 Cotton Vitellius A.xv 写本 (Ker no.216) に現存する。この写本には『聖クリストファー』を含め以下の5つの作品が収録されている。⁷⁾

1. ff.94-98 『聖クリストファー伝』 (*the Life of St. Christopher*)
2. ff.98v-106v 『東方の驚異』 (*the Marvels of the East*)
3. ff. 107-131v 『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』 (*Alexander's Letter to Aristotle*)
4. ff.132-201v 『ベオウルフ』 (*Beowulf*)
5. ff.202-9 『ユディット』 (*Judith*)

この写本は11世紀前半に製作されたものであり、現在ではアルフレッドによる *Soliloquies* の翻訳、*the Gospel of Nicodemus*、*the Debate of Solomon and Saturn* などを含む12世紀に製作された写本と合本されている。⁸⁾

『聖クリストファー伝』が始まる94葉の書き込みから明らかのように、この写本は1563年に好古家 Laurence Nowell の所蔵であった(それ故、この写本はノーウェル写本とも呼ばれる)。1731年の火事でこの写本は損傷を受けた。『聖クリストファー伝』も例外ではない。写本の画像を見ると、写本の端が炭化のためところどころ欠落している箇所がある。その欠落箇所は、言うまでもなく、Rypins の刊行本に反映されている。⁹⁾

これまで、『聖クリストファー伝』が『ベオウルフ』と同じ写本に収録された理由が写本文脈の観点から議論されてきた。Sisam はこの写本を 'marvelous stories' (奇譚集) の集合体として見なす。Sisam によれば、クリストファーは12フィートもある巨人であり、『古英語殉

教伝』に描かれるように犬の頭を持つ食人種である。『ベオウルフ』のグレンデルを想起させる彼の怪物的な風貌のため、『聖クリストファー伝』が Cotton Vitellius A.xv. 写本に収録されたと Sisam は推測する。¹⁰⁾

他方、Orchard は同じ写本に収録されている『ユディット』との詳細な比較から、『聖クリストファー伝』は『ユディット』と共に後に追加されたものであり、その怪物性だけでなく、信仰者(クリストファーとユディット)の王(ダグヌスとホロフェルネス(Holofernes))の傲慢に対する忍耐と克服という主題の共通性ゆえに追加された可能性を提案する。¹¹⁾

4. 古英語版『聖クリストファー伝』の言語

写本の書体から『聖クリストファー伝』は『東方の驚異』、『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』、『ベオウルフ』の1939行目までを書き写した写字生によって書き写された。¹²⁾ その言語について、Sisam は 'in good average Late West Saxon' (概して後期ウエストサクソン方言) であると述べている。¹³⁾ Rypins が指摘するように、この写字生は原本の言語に対して忠実であった。そのため、『東方の驚異』や『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』には見られない言語特性が観察される(時を表す接続詞 *mytty (be)* や男性名詞主格の *cyningc*)。なお、代名詞 *hyne* は『聖クリストファー伝』で13例現れるが、『東方の驚異』や『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』では観察されない(『ベオウルフ』と『ユディット』には見られる)。この事実もまた、写字生が原本の言語に忠実であったことを示唆する。

5. 古英語版『聖クリストファー伝』の内容

以下は古英語版『聖クリストファー伝』の日本語である。日本語訳を提示することで、『聖クリストファー伝』の内容を理解すると同時に、今後の『聖クリストファー伝』研究また『ベオウルフ』写本研究の更なる貢献につなげていきたい。底本としては、Rypins, Stanley. Ed. *Three Old English Prose Texts in MS. Cotton Vitellius A.xv.* pp. 68-76 (1987) を使用した。単語については、Rypins の刊行本にある *Glossarial Index* に加え、Hall, J.R. Clark. With a Supplement by Herbert D. Meritt. *A Concise Anglo-Saxon Dictionary* (1996) を参照した。また、Sisam の5箇所の校訂の提案を採用した。

-クリストファーの台詞の途中で始まる-

[Rypins p.68] 私の主であり救世主キリストの。しかし、万物の創造主である主を恐れない汝は愚かである」。

王は激怒し、彼の手足を縛るよう命じた。王は彼を鉄の鞭で苦しめるよう命じ、火の冠を頭に置くよう命じた。クリストファーを苦しめていた 3 人の兵士が王に言った「ダグヌスよ、幸いあれ。汝が生まれてこなければ、汝はかくも残酷に神の兵士を苦しめるよう命じる」。王は激怒し、同時に男たちも殺すよう命じた。

聖クリストファーは王に向かって叫び、言った。「もし汝が大きな苦しみを私に対して与えることを考えているのなら、私に与えよ。なぜなら、汝の拷問は、私にとって蜂蜜よりも甘いからだ」。

王はその男の背丈と同じ鉄の椅子を持って来るよう命じた。それは 12 尋の高さだった。王は聖クリストファーを町の中心に置き、[Rypins p.69] そこに連れて来るよう命じた。王は椅子の下に勢いのある火を点けるよう命じた。炎が最も熱くなった時、その上に 10 杯の油を注ぐよう命じた。なぜなら、王は、火の熱が聖人のところでより激しくなることを望んだからである。

激しい炎の中で、クリストファーは朗らかに主に叫んだ。クリストファーは王に言った。「汝が私に与える拷問が、汝の困惑、そして破滅としてやって来る。私は、汝の拷問や怒りを決して恐れはしない」。彼がこのことを言った時、聖人は火の中で群衆を[...] (転写の際の欠落?)。椅子は彼には押し寄せる蟻のようになった。

ダグヌス王が火の中に立つ聖クリストファーを見た時、クリストファーの顔は薔薇の花のようだった。王がそれを見た時、心は大いに驚愕し、[Rypins p.70] 恐れのために怯え、地に倒れ、長い間横たわっていた。

聖クリストファーがそれを見た時、王に立ち上がるよう命じた。立ち上がった時、王は言った。「最悪な野獣よ。かくも長く、民を私から引き離し、彼らに私の神々を崇めることを許さないのか?」。

聖クリストファーは彼に答えて言った。「今や多くの民が私を通して私の神であるキリストを信じる。その後は汝自身だ」。

王は罵りながら、彼に答えて言った。「恐らく、私が汝の神を崇め、私の神々を拒むよう、汝は私を騙すだろう。この日のまさにこの時に、私は汝に復讐し、汝を滅亡させ、汝の名前をこの世から消し去ることを知るがよい。そして、汝は汝を通して、汝の神を信仰する者たちの模範となるのである」。

翌日、王は聖クリストファーを連れて来るよう命じ、言った。「私のことばを認めよ。[Rypins p.71] 私の神々を崇めよ。汝に用意される多くの拷問で汝が滅びることがないよう」。

聖人は答えて言った。「常に汝の神々を私は憎む。彼らに復讐する。それゆえ、私が洗礼で受け入れた信仰を私は汚れることなく保つのである」。

王は大きな木を持って来るよう命じた。それは聖人の背丈と同じ高さであった。彼はそれを広間の前に置き、彼を木に固定するよう命じた。そして、3 人の兵士に彼を矢で射殺すよう命じた。兵士たちは朝から晩まで彼に矢を放った。

王はすべての矢が彼の体に突き刺さると思ったが、一つさえ彼の体に触れることはなかった。神の力が聖人の右側で風に漂っていた。日没時に王は兵士に遣いをやり、彼を縛り監視するよう命じた。[Rypins p.72] なぜなら、キリスト教徒が、彼を翌朝に解放すると思ったからである。

王は聖クリストファーに歩み寄り、彼に言った。「どこにお前の神はいる?なぜ神は、私の支配、この恐ろしい矢からお前を解放しなかったのか?」。彼がこの言葉を述べた時、すぐに二本の矢が王の目に突き刺った。そのため、彼は盲目となった。

クリストファーがそれを見た時、彼は王に言った。「残忍で愚かな王よ、今日の8の刻に、私は勝利を受け入れる。主は自ら私のところに現れた。キリスト教徒が来て、私の肉体を受け取り、主によって示された場所に置くのである。私の体へ来い。私が殉死した場所の土の塊をとれ。それを私の血と混ぜ、汝の目に塗れ。もし神を心から信じるなら、[Rypins p.73] その時、汝の盲目が治癒するだろう。その時が近づいていることを知るがよい。神に選ばれしクリストファーが戦いの報酬を受け取り、この日、彼が兵士によって殺される前に、生きて主のもとに進むのだ」。この言葉と共に、彼は祈り唱え始めた。

「私を異教から改宗させ、汝のしもべである私が、汝に祈るべく良い知恵を教える全能の主よ。私の肉体の一部があるところはどこであれ、貧しさや火への恐れがないことを私に知らしめよ。もし、近くに病人がいて、汝の聖なる寺院に赴き、汝を心から拝み、汝の名において私の名前を叫ぶなら、汝は彼らを病から救いたまえ」。

その時、声が聞こえ彼に言った。「私のしもべであるクリストファーよ。汝の祈りは聞き入れられる。[Rypins p.74] 汝の肉体はその場所に存在しなくても、信じる人は、祈りで彼らの罪から救われる。彼らが正しく汝の

名、そして汝の報いとして求めるものは何であれ、彼らはそれを受け取るだろう」。

この栄光ある言葉が天から聞こえ満たされた時、すぐに彼は兵士に殺された。彼は、最大の喜びと得も言えぬ栄光で、キリストのもとへ向かった。聖クリストファーが彼の教えで8と4115(原文のまま)の民を得たことは奇跡であった。

翌日、王は兵士に言った。「どこに兵士が彼を置いたか見に行こう」。彼らが聖人の遺体がある場に来た時、王は大きな声で叫んで言った。「クリストファーよ。汝の神の真実を私に示せ。私は彼を信じよう」。彼はキリストの殉教者が殉死した場所の土、少しばかりの血の一部を取った。[Rypins p.75] それらを一緒に混ぜ、彼の目に塗った。彼は言った。「クリストファーの神の名において、私はこれを塗る」。

すぐにその時、彼の目は開き、視力を取り戻した。彼はすべての民の前で叫び、言った。「キリスト教徒の神は栄光にあふれ、偉大である。この栄光ある御業を、人の欺きは打ち勝つことはできない。今や私は国中に命令を発する。私の権力に属するものは誰もが敢えてクリストファーが信仰する天の神の意志に反することを行ってはならないと。もし、誰かが悪魔の企みにより欺かれるなら、その時には剣で罰せられるだろう。なぜなら確かに私は知っている。どんな地の権力も彼を除いては憐れいということを」。こうして、神の力、[Rypins p.76] そして聖クリストファーのおかげでかつて悪魔の意志に満ちていた王は(キリストを)信じたのである。

主が、彼の名を称えるために、彼を通して行い、今日まで行く聖クリストファーの栄光の御業を語るには長くかかる。彼の聖なる祈りが花開き、栄える場では、すべての平和と喜びと共に、主の称えがある。生けし神の子であるキリストは祝福される。彼は父、子、そして精霊と共に支配する。このことを、聖クリストファーは彼が魂を送り出す最後の時に祈り言った。

私の神である主よ。

私の受難を書き写す人に良き報いを与えよ。

涙で受難を読む人に永遠の報酬を与えよ。 -終-

6. 結び

以上が古英語版『聖クリストファー伝』の日本語訳である。ところで、Cotton Vitellius A.xv 写本に収録されている古英語版『東方の驚異』や『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』はまだ日本語訳が刊行

されていない。¹⁴⁾ 今後の課題としては、上記の2つの作品を日本語へ翻訳し、『ペオウルフ』写本研究の更なる貢献につなげていきたい。

付 録

『古英語殉教伝』における聖クリストファー

以下は、『古英語殉教伝』(*the Old English Martyrology*)に記録されている聖クリストファーの日本語訳である。底本として Rauer, Christine. Ed. *The Old English Martyrology: Edition, Translation and Commentary* (2013) pp.90-1 を使用した。

[Rauer p.90] 4月28日。同日は偉大な殉教者聖クリストファーの受難日である。彼はダキウス帝の時代に、犬頭の国から、互いに共食いをする地域から、サモスという町にやって来た。彼は犬の頭を持ち、髪は途方もなく広がり、目は宵の明星のように明るく輝いていた。歯は猪の牙のように鋭かった。

彼の心は神に忠実だった。しかし、彼は人のように話せなかった。彼は自らに人のことばを与えるよう神に祈った。その時、白服を着た男が彼の側に現れ、彼の口に息を吹きかけた。その後、彼は人のように話すことができた。

ダキウス帝は自らのところにクリストファーを連行するべく200人の兵士を派遣した。もし彼がそれを拒むのなら、彼らは彼を殺し、皇帝が彼の体を見るために、彼の頭を切り落とさじやう。兵士たちが彼のところに来た時、彼らは近づこうとしなかった。それにもかかわらず、クリストファーは彼らと共に赴いた。

クリストファーが皇帝のところに着いた時、皇帝は彼の顔を見た。彼は驚き、椅子から転落した。皇帝はクリストファーがキリストの信仰から離れるよう彼に金と銀を捧げた。クリストファーがそれを拒んだ時、皇帝は彼をさまざまな拷問で苦しめるよう命じた。皇帝が彼を打ち負かすことができなかった時、クリストファーを斬首するよう命じた。

クリストファーは主に祈った。彼の遺品を持つ人は誰であれ、彼らの罪を咎めず、神の怒りが彼らを襲わず、彼らに食料や財産の欠乏がないことを神に祈った。

その時、天から声が聞こえ言った。「汝の祈りの通りに。私は確かに汝に言う。もし、誰かが悲痛のなかで汝を思い出し、汝の貴い名を自らの仲介として叫ぶのなら、私は人に必要なことを行う」。

そしてクリストファーの殉教は終わった。ペテロという名の司教が彼の亡がらを買い取り、町へと運んだ。それを湖の側に置いた。そこで、最近、洪水が起り、町を破壊した。その後、町は神の栄光によって洪水から守られたのである。

注

- 1) 『聖クリストファー伝』は大英図書館 Cotton Otho B.x 写本にも現存している。しかし、この写本は1731年の火事で激しく損傷したため、現在では、Humphrey Wanleyが1705年製作した写本目録によって冒頭の文を知るのみである(Ker p.225)。
- 2) Sisam pp.66-72, Orchard pp.1-27 を参照のこと。
- 3) 『ベオウルフ』と同じ写本に収録されている『ユディット』の日本語訳に羽染(1985) pp.123-31がある。
- 4) A Cristopher on his brest of silver sheene (「胸の上には美しい銀製の、クリストファー聖人をかたどったブローチが下がっておりまして」チョーサー作: 榊井迪夫訳『完訳 カンタベリー物語(上)』p.20)。以下に見るように、旅の守護聖人であるクリストファーのメダルは現在でも流通している。



(撮影日2016年8月31日 撮影者筆者)

- 5) 守護聖人としてのクリストファーについてはJones pp.72-3, Attwater pp.84-5が詳しい。
- 6) ヤコブス・デ・ウォラギネ (Jacobus de Voragine) の『黄金伝説』(the Golden Legends) は13世紀以降中世で人気を博した聖者伝集である。以下はウォラギネ (著) 前田・西井 (訳) (2006) からの要約である。
- 7) Ker p.281, Orchard p.2を参照のこと。
- 8) Kiernan p.70を参照のこと。
- 9) Rypinsでは単語の欠落部分が括弧で補われている。
- 10) Sisam pp. 65-8を参照のこと。
- 11) Orchard p.27を参照のこと。
- 12) Sisam pp. 68-70を参照のこと。
- 13) Sisam p.69を参照のこと。
- 14) ラテン語版『アレクサンドロス大王からアリストテレス宛ての手紙』の日本語訳に逸名作家、池上 (訳) (2009) がある。

謝辞

査読者から誤植等のご指摘を受けました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- Attwater, Donald with Catherine Rachel John. *Penguin Dictionary of Saints: Third Edition*, London: Penguin Books, 1995.
- チョーサー (作), 榊井迪夫 (訳) 『完訳 カンタベリー物語 (上)』 第22刷 東京: 岩波文庫, 2016.
- Hall, J.R. Clark. With a Supplement by Herbert D. Meritt. *A Concise Anglo-Saxon Dictionary*, Toronto: University of Toronto Press, 1996.
- 羽染竹一 『英語詩大観』-頭韻詩の手法による 東京: 原書房, 1985.
- 逸名作家, 池上俊一 (訳) 『西洋中世奇譚集成 東方の驚異』 講談社学術文庫. 東京: 講談社, 2009.
- Jones, Alison. *The Wordsworth Dictionary of Saints*, Hertfordshire: Wordsworth Editions Ltd, 1992.
- Ker, Neil R. *Catalogue of Manuscripts Containing Anglo-Saxon*, Oxford: Clarendon Press, 1957.
- Kiernan, Kevin. *Beowulf and the Beowulf Manuscript*, Ann Arbor, the University of Michigan Press, 1980.
- Kiernan, Kevin. Ed. with Andrew Prescott, Elizabeth Solopova, David French, Linda Cantara, Michael Ellis, and Chen Jiun Yuan. *The Electronic Beowulf*, London: British Library, 1999.
- Orchard, Andy. *Pride and Prodigy: Studies in the Monsters of Beowulf Manuscript*, Woodbridge: D.S. Brewer, 1995.
- Rauer, Christine. *The Old English Martyrology: Edition, Translation and Commentary*, Woodbridge: D.S. Brewer, 2013.
- Rypins, Stanley. Ed. *Three Old English Prose Texts in MS. Cotton Vitellius A.xv. (EETS 161)*, Kraus Reprint: Millwood, N.Y., 1987.
- Sisam, Kenneth. "The Compilation of Beowulf Manuscript"

in Kenneth Sisam. *Studies in the Old English Literature*,
Oxford: Oxford University Press, 1957, pp. 65-96.

ヤコブス・デ・ウォラギネ (著) 前田敬作・西井武 (訳)
『黄金伝説 3』東京: 平凡社, 2006

福島工業高等専門学校開放事業

中学生英語スピーチコンテスト

-回顧と展望-

English Speech Contest for Junior High School Students
Hosted by National Institute of Technology, Fukushima College
-Retrospect and Prospect-

*市川 誠・鳥居 孝栄・宮澤 泰彦
石原 万里・加藤 明子・本田 崇洋
福島工業高等専門学校一般教科

*Makoto Ichikawa, Kouei Torii, Yasuhiko Miyazawa,
Mari Ishihara, Akiko Kato, Takahiro Honda

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education
(2016年9月9日受理)

Since 2010, National Institute of Technology, Fukushima College has been hosting English speech contest for junior high school students with a view to encouraging the participants to express themselves in English as well as enhancing their awareness toward the globalizing society. As the growing number of the participants shows, this contest is becoming evaluated within the local community and serves as a good occasion to recruit young promising students. The purpose of this paper is to give an overview of the past and the present of the contest, thus making a prospect for the way it should be in the future.

Key words: English speech contest, globalizing Kosen

1. はじめに

福島工業高等専門学校(以下本校と略す)は、本校の将来を担う人材となる地域の小中学生とその保護者を対象とした公開講座を随時開催している。平成22年から本校英語科は、中学生の英語表現力の向上、並びに国際感覚の育成に寄与することを目的とする学校開放事業「中学生英語スピーチコンテスト」を開催してきた。近年の参加者数が示すように、このコンテストは中学生を対象とした英語スピーチコンテストとして地域の中で評価が高まりつつあると同時に、参加者の一部が、その後、本校に入学するという点で、本校にとって優秀な人材を確保する重要な機会となっている。

毎回、スピーチコンテスト表彰式の時に参加者に対して実施しているアンケートによれば、参加者の満足度は非常に高い(3.5の図3を参照のこと)。この評価の高さは、本校英語科教員が工学系教育機関にふさわしくPD

CAサイクルの考えに基づき、大会終了後に運営を検証し、次年度の大会に改善を反映し続けてきた結果であると自負している。平成28年7月30日に開催した第7回中学生英語スピーチコンテスト終了後、英語科教員の間で、満足度の高いコンテストを今後も参加者および地域社会に提供するために、コンテストの変遷とその過程で実施した改善例などを資料として報告し、広く検証に委ねるべきとの意見が出た。この意見を踏まえ、本稿は過去に開催したコンテストの実績を資料として提示し、それに基づき、将来の展望を述べる¹⁾。本稿の構成は以下の通りである。第2節で、中学生英語スピーチコンテストの立案、準備、実行、評価、表彰までの過程を記述する。第3節で、参加者の性別、居住地域、学年、スピーチの演題名、スピーチの内容、コンテストについてのアンケート結果、コンテスト後の本校への進学実績を概観する。第4節で、PDCAサイクルに基づいた改善例を提

示する。第5節で、コンテスト後に、本校に入学した本校在籍者によるコンテストの感想を紹介する。最後に、今後のコンテストの展望を述べる。

2. コンテストの概要

2.1 コンテストの立案

平成22年から本校英語科は「中学生英語スピーチコンテスト」を開催してきた。コンテストの開催場所は本校管理棟大会議室、参加対象者は中学校に在籍する生徒である。競技内容は英語によるスピーチで、演題は自由、制限時間は5分以内、発表内容は未発表のものに限とした。開催日は、例年、7月最終土曜日としている。この日程は、県内および近隣地域から多数の参加者を募るため、中学校の夏季休業期間に合わせて設定した。

2.2 コンテストの準備

コンテストの周知方法として (1) 報道機関へ事業案内を持ち込み、新聞等への記事の掲載等により参加者を募集する (2) 県内及び近隣の中学校に事業案内を送付する (3) 本校公式ホームページに事業案内を掲載する (4) 正門前看板に事業案内を掲示する、の4つを実施する。参加者募集期間は例年6月である(平成28年度は6月13日から7月1日まで)。募集受付を終えた後、応募者は開催日2週間前までに本校総務課地域連携係宛てに郵送またはEメール添付ファイルで発表原稿を送る。英語科教員は大会までに送付されてきた原稿を読み込み、その内容を理解することで、当日の審査に集中することができる。「英語スピーチコンテスト」という性質上、英語母語話者による審査が欠かせない。例年、本校の英語科目を担当するネイティブ教員に審査員を依頼している(平成22年から25年までは坂内キャサリン氏、平成26年からは渡辺エリカ氏)。

2.3 コンテストの実施

平成28年度の大会プログラムを以下に記す。

- 9:30~10:00 受付
- 10:00~10:10 開会式
- 10:10~10:20 発表順決定抽選
- 10:20~12:00 発表 (途中 10分休憩)
- 12:00~13:00 昼食
- 13:00~13:30 閉会式

英語スピーチコンテストにふさわしく、英語で開会式と閉会式を進行する。特に、開会式では主催校を代表し、本校校長が英語で挨拶することが恒例となっている。



写真1 平成28年度第7回英語スピーチコンテスト開会式で挨拶をする中村隆行校長 (撮影者 市川 誠)

開会式終了後、発表者を前方に集め、抽選箱に入れたくじを使用し、発表順を決定する。発表順を決定後、参加者全員によるマイク音量確認を行い、その後、制限時間5分間で発表を行う。



写真2 平成25年度第4回英語スピーチコンテストで発表する藤間なつみさん (現コミュニケーション情報学科3年 (撮影者 市川 誠))

2.4 発表者に対する評価

審査員は発表者を次の審査基準で評価する。

- a. English (英語)
発音、リズム、強勢、間、フレージング、ポーズなど
- b. Content (内容)
演題、構成、独創性
- c. Delivery (話し方)
説得力、自信、声、流暢さ、アイコンタクト、ボディランゲージなど

発表が終わるごとに、審査員は上記3点それぞれを10段階評価し、Englishを3、Contentを3、Deliveryを4の割合で評価シートに記入する。昼食時に審査員が集まり、全員の評価得点を合計し、その合計で上位3名を決定する。

2.5 入賞者の表彰

閉会式で上位3名を入賞者として表彰する。表彰を終えた後、審査委員長による講評、英語母語話者審査員による講評を行い、最後に全体の記念撮影を行い、スピーチコンテストは終了する。なお、コンテストでは、保護者や聴衆に写真撮影やビデオ録画を許可している。発表の様子を記録に残すことは、参加者とその保護者にとって良い記念になり、好評を得ているようである。



写真3 平成25年度第4回英語スピーチコンテスト表彰式で表彰を受ける鈴木朋華さん(現コミュニケーション情報学科3年 (撮影者 市川 誠))

3. スピーチコンテストの参加者について

平成22年に開催された第1回から平成28年に開催された第7回まで延べ72人の中学生が英語スピーチコンテストに参加した。なお、第3回に参加した1年生の一人は、その後第4回、第5回と3年連続でコンテストに参加した(この参加者以外に連続出場の記録はない)。従って、スピーチコンテスト参加者の実数は70人となる。

3.1 参加者の性別

参加者の性別を見ると、男性が20人、女性が52人と女子中学生の参加が多い。次の表は、参加者の男女比を示したものである。

表1 スピーチコンテスト参加者の男女比

開催回	男性	女性
第1回	1	4
第2回	2	7
第3回	4	12
第4回	5	4
第5回	3	9
第6回	1	5
第7回	4	11
合計	20	52

3.2 参加者の居住地

参加者の居住地をいわき地区、県北地区、県中地区、県南地区、会津地区、相双地区、県外地域の7つに分類した。分類の結果、いわき地区からの参加者が65人と圧倒的である。第1回では会津地区、相双地区から1名ずつ計2名、第5回では県中地区、会津地区、相双地区1名ずつ計3名が参加した。今年度初めて、県北地区と県南地区からの参加者がいた。今後の課題として、いわき地区以外からの参加者をより多く募るための方策を考える必要がある。

3.3 参加者の学年

参加者の学年を見ると、1年生が5人、2年生が15人、3年生が53人と3年生の参加者が多かった。次の表は、開催回の学年比を示したものである。

表2 スピーチコンテスト参加者の学年

開催回	1年	2年	3年
第1回	1	0	4
第2回	0	1	8
第3回	3	5	8
第4回	0	1	8
第5回	0	2	10
第6回	0	1	5
第7回	1	5	9
合計	4	15	53

3.4 参加者によるスピーチ

スピーチコンテストで発表する内容は参加者が自由に設定することができる。ここでは第1回から第7回までの参加者の演題名とスピーチの内容について概観する(なお、第2回コンテストのスピーチ内容は資料として利用できなかったため、本節で扱うことは割愛する)。

3.4.1 参加者によるスピーチの演題名

最初に、これまでの参加者による演題名を示す。

第1回 (平成22年度)

- (1) *My Realizations about the World and Life*
- (2) *Yachting and English*
- (3) *Global, Volunteer, English, and Me*
- (4) *What Is Miracle?*
- (5) *Always Love Your Family*

第2回 (平成23年度)

- (1) *Manners for Better Society*
- (2) *Saving Energy*
- (3) *The Things I Learned from the Disaster*
- (4) *Changing Myself*
- (5) *To Save Energy*
- (6) *My Dreams*
- (7) *Sunflower to Our Hometown Iwaki*
- (8) *The Importance of "Connection"*
- (9) *Cycling*

第3回 (平成24年度)

- (1) *My First Step*
- (2) *Think about 3R*
- (3) *Who Is Guiding Our Country Forward?*
What Is Needed to Lead Us to a New Era?
- (4) *The Charm of Animations*
- (5) *What I Have to Do*
- (6) *My Dream*
- (7) *My Family, My Treasure*

- (8) *Life with my Pet, Shelley*
- (9) *This Is Dream*
- (10) *My Treasure*
- (11) *My Lively Origin*
- (12) *A New Beginning*
- (13) *My Goal*
- (14) *My Dear Grandmother*
- (15) *Rome Was Not Built in a Day*
- (16) *Japanese Spring*

第4回 (平成25年度)

- (1) *Be the Light*
- (2) *Do You Like to Make Efforts?*
- (3) *Thing That Saved Me*
- (4) *A Japanese Weak Point*
- (5) *My Important Things*
- (6) *Finish New Zealand Short-term Studying Abroad*
- (7) *Welcome to Nakoso*
- (8) *Jangara*
- (9) *For World Peace*

第5回 (平成26年度)

- (1) *Very Important Words*
- (2) *More than Words*
- (3) *Knowing*
- (4) *What I Have Been Thinking about since That Day*
- (5) *If I Were a Boy*
- (6) *Simple Things Make a Difference*
- (7) *Changes for the Better*
- (8) *My Dream*
- (9) *In Order to Lose Marine Garbage*
- (10) *My Favorite Things*
- (11) *Smile Is Power*
- (12) *The Power of Individuality*

第6回 (平成27年度)

- (1) *The Power of OTAKU*
- (2) *What Is Happiness for Pets?*
- (3) *My Lovely Family*
- (4) *Have a Dream*
- (5) *My Dream*
- (6) *Magic Words*

第7回 (平成28年度)

- (1) *My Hero, Baikinman*
- (2) *An Invitation to the Magic Kingdom*
- (3) *To Sleep or not to Sleep*
- (4) *My Dream*
- (5) *Learn by Losing: Table Tennis and Me*
- (6) *Be Hopeful*
- (7) *A Magic Medicine*
- (8) *The Impact of Sports*
- (9) *What Osamu Tezuka Taught Me*

- (10) *The World I've never Seen*
- (11) *What Running Means to Me*
- (12) *Bridging the Language Barrier*
- (13) *I Believe in Myself*
- (14) *The Language Barrier*
- (15) *For the Realization of My Dream*

演題名で一番多く使われる名詞は *dream* であり、その使用頻度は7回である。複合語を含め3回演題名として使用された名詞に *magic, power, word, world, barrier*、2回演題名として使用された名詞に *day, energy, English, family, language, treasure*がある。

3.4.2 発表者によるスピーチの内容

次に参加者によるスピーチの内容を概観する。スピーチの内容は、中学生らしく、家族や友人など周囲の人への感謝やその大切さ、卓球、陸上、野球、ソフトボール、テニス、吹奏楽などの部活動経験から得た教訓、オーストラリア、ニュージーランド、カナダ、イギリス、フィジーなどの外国経験、いわきでのアメリカ人やドイツ人との交流から学んだ英語学習の重要性、アンパンマン、バイキンマン、ガンダム、ワンピース、ナルト、手塚治虫などのアニメや漫画、自らの将来の夢など身近な物事を扱ったものが多い。また、いわきの郷土芸能であるじゃんがら念仏踊り、オタク、睡眠など意外性があり興味深い題材を取り上げたものもあった。

東日本大震災が発生した1年後の平成24年以降はスピーチのなかで震災または震災関連の話題に言及する参加者が見られた。例えば、第3回では16名中8名が、第4回では9名中3名が、第5回では12名中3名が、第6回では6名中2名が発表の中で震災について言及している。今年度の第7回大会では震災に触れる参加者は皆無だった。震災発生から5年経過し、震災についての記憶の風化がスピーチからも垣間見ることができる。

過去の発表原稿を読むと、発表者の英語には過去完了形、仮定法過去、仮定法過去完了など中学校の段階では学習しない文法事項が使われていることが分かる。このことは、中学校の学習内容の段階を超えて、高等学校の学習範囲を先取りするという発表者の学習意識の高さの表れということができる。

3.5 コンテストについてのアンケート結果

本校の他の公開講座と同じく、表彰式の時に参加者からコンテストについてのアンケートを募っている。以下は、第1回から第5回までのアンケート結果である。

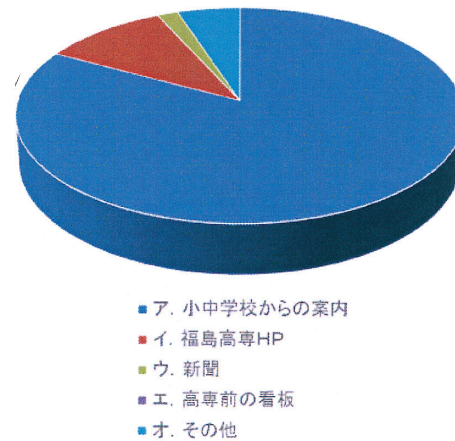


図1 講座の情報源

参加者の82.5パーセントが県内及び近隣の中学校に送付した案内によってコンテストの開催情報を知った。また、6名(10パーセント)が本校のホームページを情報源としている。新聞の記事で開催を知った学生は1名に留まった。その他の情報源としては、「家族が参加したから」、「母が教えてくれた」「前回も参加した」があった。

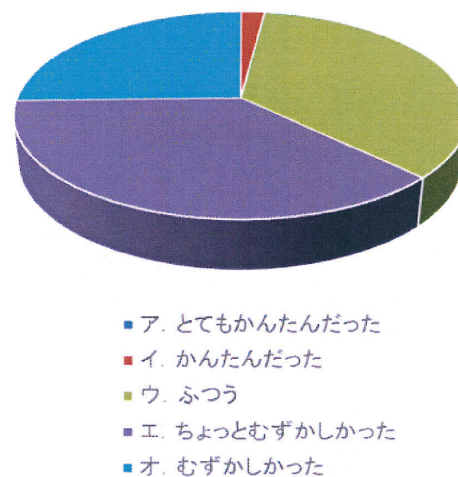


図2 講座の難易度

難易度について、参加者の61パーセントが「ちょっとむずかしかった」「むずかしかった」と回答した。難しさを感じた理由は、恐らく、自分の意見を英文で書き、暗記し、多くの聴衆の前で発表することが初めての経験だったためだろう。この結果にもかかわらず、次の図が示すように、参加者がコンテストに満足しているのは主催者として大変喜ばしいことである。

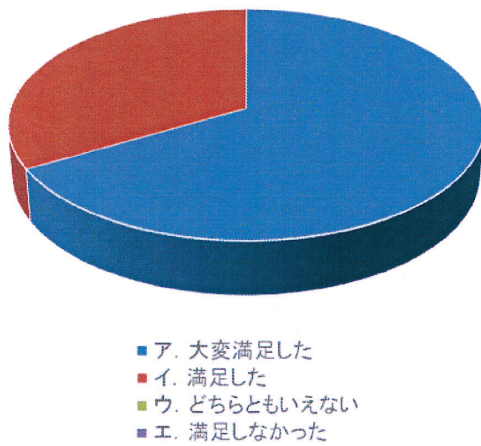


図3 講座の満足度

3.6 参加者の本校への進学

第1回から昨年度開催された第6回までの参加者実数55名のうち、10名がスピーチコンテストに参加した後、本校に進学したことが確認された。進学先は機械工学科1名、建設環境工学科1名、コミュニケーション情報学科(現ビジネスコミュニケーション学科)8名である。昨年度までの参加者の約2割が最終的に本校を進学先を選んでいるという事実は、主催者側にとっては、コンテストが優秀な人材を確保する重要な機会として、参加者側にとっては、コンテストで本校の雰囲気を知り、入学意欲が促される契機として機能していることを意味する。今年度は15名がスピーチコンテストに参加した。彼ら彼女たちの多くが来年度本校に入学することを大いに期待する。

4. コンテストの検証と改善

スピーチコンテスト終了後、英語科教員はPDCAサイクルの考えに基づき、コンテストの準備、運営、評価、

表彰などについて評価・検討を行う。この検討の結果、改善点を提言し、翌年度のスピーチコンテストに反映することとしている。改善例を1つ紹介する。平成24年度のコンテスト終了後、英語科での議論の過程で、審査員によるコメントを表彰式の時に参加者に配布するべきとの意見が出た。確かに、コメントの配布は、表彰基準を明確にし、参加者のコンテスト後の学習意欲を大いに促進するものである。英語科全員の同意を経て、平成25年度から表彰式の時に審査員全員のコメントが同封された封筒を配布することにした。このような小さな改善が、図3で示した満足度の大きさに繋がっていると自負する(ある参加者の感想に、コンテスト当日の案内の丁寧さが、大会全体に対して良い印象を与えたというものがあった)。

5. 本校に入学した在籍者に対するアンケート結果

これまで主催者の観点から過去に開催したスピーチコンテストを振り返ってきた。満足度の高いコンテストを今後も参加者および地域社会に提供するために、実際の参加者の声に耳を傾け、参加者の視点を知ることが有益であり、必要である。前節で触れたように、本校にはスピーチコンテスト後に入学した学生が在籍している。そこで、本校に在籍するコンテスト経験者4名に書面で次の質問を行った。

- Q1. 当時、スピーチコンテストの存在をどのように知りましたか？
- Q2. 当時、スピーチコンテストに臨む時にどのような点を努力しましたか？
- Q3. スピーチコンテストに参加した感想を教えてください。
- Q4. 今後、スピーチコンテストに対して要望があれば教えてください。
- Q5. スピーチコンテストに参加する前から本校の入学を希望していましたか？または、スピーチコンテスト後に本校の入学を希望するようになりましたか？教えてください。
- Q6. スピーチコンテストに参加した経験が、本校の入学後に役立ったことがあれば教えてください。

以下が4名による回答である(上記の質問事項に対する回答はA1, A2と示す)。なお、回答は原則そのまま引用した。

5.1 Aさん

- A1. 学校で配布されたプリントで知った。
- A2. 一番は相手に自分の気持ちを伝えようとするように頑張った。その次に発音や速さなどを練習した。
- A3. 最初はこんなことできるのだろうかという不安があったが、やり終わった後は自信が付き、何よりもっと英語を学びたいと思った。また自分の気持ちを英語で伝えるという、大きなことをやり遂げた、充実した気持ちになれた。
- A4. もっと多くの人に参加してほしい。
- A5. スピーチコンテスト後に入学を希望するようになりました。
- A6. 英会話などの授業で、スムーズに発表できるようになった。英語の授業がとても楽しい。

5.2 Bさん

- A1. 進路相談で福島高専に行きたいと考えていると話したら、担任の先生にスピーチコンテストの参加を勧められました。
- A2. スピーチの原稿はまず、先生の力を借りず辞書を引いて自分の力で作り上げました。その後英語科の先生、ALTに推敲してもらい、発音等の指導を受けました。
- A3. 正面で多くの先生方が審査していたので緊張しました。また、自分と同世代の人たちの英語力を知る良い機会だったと思います。
- A4. 現状はどうなっているか分かりませんが、私の時は参加者が少なかったように感じたのでスピーチコンテスト自体の知名度を上げる工夫が必要だと思います。
- A5. 参加する前から希望していました。
- A6. 同じくスピーチコンテストに参加していたクラス

メイトと友人になるきっかけになりました。

5.3 Cさん

- A1. 中学校の先生から出場を勧められて知りました。
- A2. 本番前は、原稿内容と発音を向上させるために、ALTの先生などに協力してもらい、何度も読み練習をしました。本番時は、目線を観客のみなさんからそらさないように努力しました。
- A3. 他のお出場者の方の発表を聞いて、コンテストのレベルが非常に高いと感じました。内容だけでなく、ジェスチャーや抑揚などといった要素まで注意して、みなさんが発表していたことが印象に残っています。その中で自分が発表をすることで、自身の英語力を再認識できたので、参加してよかったと思っています。
- A4. ほかのお出場者の方の原稿を、許可を得て配布していただけると、コンテスト後にどんな発表だったかを振り返ることが出来て、良いと思います。
- A5. 私は、コンテストに参加する前から福島高専への入学を希望していました。このコンテストに参加し、学校の雰囲気を感じることによって、入学の意思はさらに強いものになったと思います。
- A6. このコンテストに出場し、人前で自分の意見を述べる経験をしたおかげで、入学後の授業でプレゼンテーションなどをする際、あまり緊張せずに発表することが出来ています。また、コンテストで隣の席に座っていた方と同じ学科に入学したので、共通の話題が出来、スムーズにその方とコミュニケーションをとることが出来ました。同じ学科・学校に入学するかもしれない方と事前に知り合えるという意味でも、このコンテストに参加する意義は十分にあるかと思っています。

5.4 Dさん

- A1. 母に勧められました。
- A2. 学校の先生に特に相談しないで取り組んだので原稿作りから発表の練習まで個人で行ったことが努力した点です。でも先生には協力してもらったほうが良いと思います。
- A3. 当時は人前で英語を話すのが苦痛だったので、正直そこまで熱を込めて挑んだわけではなかったのでは

すが、周りの発表者のレベルの高さに目が覚めました。終わった後は自分が恥ずかしくて、もっと英語力をつけたいと思っていました。

A4. 特にありません。

A5. スピーチコンテストに参加する前から高専への入学を希望していました。

A6. あのスピーチコンテストのリベンジをしたくて英語サークルに入部し、今年は高専のスピーチコンテストに挑戦することになりました。まだ校内予選前で代表になるかも分かりませんが、原稿作りから熟を入れて取り組んでいます。その意味で、私にとって中学生スピーチコンテストは、英語を学ぶことの火付け役になったと思います。

6. 結び -今後の展望-

以上、本稿では (1) 中学生英語スピーチコンテストの立案、準備、実行、評価、表彰までの過程、(2) 参加者の性別、居住地域、学年、スピーチの演題名、スピーチの内容、コンテストについてのアンケート結果、コンテスト後の本校への進学実績、(3) PDCAサイクルに基づいた改善例、(4) 本校に入学したコンテスト経験者による感想を見た。最後に、コンテストの今後の展望について述べたい。

平成22年度に開始した中学生英語スピーチコンテストは、途中、東日本大震災の発生があったが、無事、第7回目を迎えることができた。表彰式の時に参加者に対して行ったアンケートの結果や、第5節で示した本校に

在籍するコンテスト経験者の回答から明らかなように、このコンテストは地域に定着しつつあるとすることができる。上で見たように、参加者のほとんどがいわき地区からの中学生であるなど周知方法について検討すべき課題が依然として残っている。他方、このコンテストの良い点は、ある参加者の感想に「発表の順番をくじ引きで決めるのがすごく新鮮だった」、「先生方の笑顔でとても勇気が出ました。ぜひ高専に入り、先生方の授業を受けたいです」とあるように、参加者、保護者、聴衆、審査員の距離の近さにある。今後も、「中学生の英語表現力の向上、並びに国際感覚の育成に寄与する」という従来の目的を達成すると同時に、アット・ホームな雰囲気を作り出し、その結果、参加者の多くが本校の入学を希望するような満足度の高いスピーチコンテストを参加者および地域社会に提供していきたい。

謝辞

査読者から誤植、図の見やすさなどについてご指摘を受けました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

1) 本校の公開講座を扱った先行研究として、根岸嘉和「地域連携型教育支援事業「福島県中学生ブリッジデザインコンテスト」の実施と評価基準の改良」『研究紀要』第55号 福島工業高等専門学校 2014 pp.25-30 がある。

国語教育における知識とイメージの展開

—文学とサブカルチャーの融合とその可能性—

Deployment of Knowledge and Image in Japanese-language Education

—Fusion and possibility of literature and subculture—

渡辺 賢治

福島工業高等専門学校一般教科

Kenji Watanabe

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月9日受理)

At present, a lot of young people live surrounded by subculture materials like manga, anime, games, and light novels. The visual images of these materials greatly influenced their way to read Japanese novels and their way to imagine the scenes when reading the text. In this paper, I will consider good points and bad points of using subculture materials in the education of the Japanese language.

Key words: Japanese-language Education, literature, subculture, manga

1. はじめに

現在、多くの青少年が漫画やアニメ、ゲーム、ライトノベルといったサブカルチャーに囲まれた中で生活をしている。いわば視覚効果による影響が多大なものになっており、既に生まれた時点でそうした環境に囲まれているといっても過言ではないだろう。それは学習にも影響しており、国語の授業を例に挙げると、小説を扱う単元において活字のみから想像力を膨らませることが苦手な学生が多くなっている点からも明らかである。

文部科学省は平成21年度版高等学校指導要領において、国語科のうち「国語総合」では「文字、音声、画像などのメディアによって表現された情報を、課題に応じて読み取り、取捨選択してまとめること」^{注1)}という内容を明記した。つまり、これからの国語教育においては視覚教材の活用もすべきことがここに示されたわけである。サブカルチャーが溢れる現代、携帯電話やスマートフォン、iPadなどの情報端末機器の普及により、容易にネットで動画や漫画に親しむ機会が増えた学生たちに対し、従来のような教科書・ノート・国語便覧・ワーク等を主軸とした授業展開のみに固執しては授業展開も陳腐化し、円滑には進まないだろう。

筆者自身、高校での教育経験を経て現在高専で教鞭を執っているが、高校生も高専生も上記のような視聴覚教材を用いない形での従来の授業展開では、なかなか学ぶ側の興味や楽しみを喚起することは難しいことを実感

している。とりわけ学期単位でそれを維持していくことは容易ではない。現場での教育実践に役立つメソッドをいかに提示するかが今後の国語教育にとって重要であることは言うまでもない。

文学作品を扱った漫画も多く存在する現在、学校の授業には漫画を用いることは適切ではないという認識は既に時代遅れになりつつあり、あとは教える側の柔軟さが要請されている。こうした視点に立脚して、既に町田守弘はサブカルチャーを用いた教材を「境界線上の教材」^{注2)}として積極的に使用し、試行錯誤を繰り返しながらも理論と実践を構築しつつ着実にその成果を上げている。

そこで本稿では、町田の方法論を参看しつつ、今までの筆者の高校と高専での国語科授業での実践例を挙げながら、国語教育における知識とイメージの展開にサブカルチャーを始めとする視覚教材がどのような効果をもたらすのか、その有用性と問題点等について考察してみたい。

2. 国語教育における視覚教材使用の現状

視覚教材を用いて授業展開するにあたって、必ず問題として浮上するのは時間の制約である。これはどの教科にも該当するであろうが、国語の授業の場合、現代文にせよ古典にせよ本文読解が基盤であるため、その段落や場面、脈絡の中でいかに効率よく視覚教材を提示してい

くかが重要となる。パワーポイントを用いた説明、プロジェクターでの映像 (DVD など) 提示、紙媒体での資料配布など、いくつかパターンはあるが、毎回の授業でこうした授業展開を行っていくことは決して容易ではない。事前の準備はもとより、時として手間暇をかけた割に学生の理解度が予想以上に低い結果を目の当たりにすることもある。

事前の準備にあたって、学生の興味や関心を引くための視覚教材の作成、とりわけ情報収集が重要である。例えば、「羅生門」や「山月記」といった定番教材を扱う場合、既に複数の出版社から漫画やDVD (映画) 等が刊行されており、中には完全な二次創作といったものも存在する。既に拙稿^{注3)}で扱った「山月記」の漫画は電子書籍を含め7、8種類が存在する。従って、教員自身が漫画を始めとするサブカルチャーの情報をある程度、積極的に収集・把握して行く必要も生じているということである。

しかし、筆者が知る限り、現状においては教員個人の力によってサブカルチャー情報を吸収しなければならない状況にあると言える。仮に「国語教育用サブカルチャーデータベース」といったものがウェブ上で展開すれば、教員同士でシェアし合い、各単元での視覚教材の準備も円滑に進むものと考えられるが、現状はそこまで至っていない。数研出版の『国語便覧』(2014年2月、第5刷)では「見つけよう自分の物語を」といった見開きの項目を設け、接続性のある漫画と文学作品を掲載しており、データベースとまでは行かなくとも、現在刊行されている『国語便覧』においては異彩を放っている。教える側としては、こうしたデータベースのレベルまではともかく、一つのリストアップのような形でまとめられていると非常に有益である。

この『国語便覧』の「見つけよう自分の物語を」という見開きの項目では、いくつかのキーワードが存在する。例えば「生きることを求めて」というキーワード内には以下のような形で漫画と文学作品との接続性が示されている。

〈文学作品〉

- ・一瞬の光 (白石一文)
- ・海辺のカフカ (村上春樹)
- ・ラブ&ポップ (村上龍)
- ・火車 (宮部みゆき)
- ・永遠の仔 (天童荒太)
- ・夏の朝の成層圏 (池澤夏樹)
- ・不毛地帯 (山崎豊子)

- ・龍馬がゆく (司馬遼太郎)
- ・人間失格 (太宰治)
- ・千年の愉楽 (中上健次)
- ・黒い雨 (井伏鱒二)
- ・いのちの初夜 (北条民雄)
- ・芽むしり仔撃ち (大江健三郎)

〈漫画〉

- ・新世紀エヴァンゲリオン (貞本義行/GAINAX)
- ・機動戦士ガンダム (近藤和久/富野由悠季)
- ・火の鳥 (手塚治虫)
- ・風の谷のナウシカ (宮崎駿)
- ・漂流教室 (楳図かずお)
- ・寄生獣 (岩明均)
- ・P i n k (岡崎京子)
- ・ドラゴンヘッド (望月峯太郎)
- ・7 S E E D S (田村由美)

教員側からすると、中には知らない漫画や、聞いたことはあるが実際に中身までは知らない漫画もあるだろう。なお、キーワードは全部で10個あり、それに併せて「人との関わり」「安らぎ」「自分の内面」「張りつめた心」といった4つの特色の中にそれぞれのキーワードの作品が位置づけられている。先に挙げた「生きることを求めて」というキーワードは「張りつめた心」と「自分の内面」との間あたりに位置づけられている。もう一つ、「たたかう」というキーワードを見ると次のような作品が挙げられる。

〈文学作品〉

- ・鼓動 (小松成美)
- ・セーラー服と機関銃 (赤川次郎)
- ・麻酔 (渡辺淳一)
- ・始皇帝暗殺 (荒俣宏)
- ・美貌の女帝 (永井路子)
- ・輝ける闇 (開高健)
- ・梟の城 (司馬遼太郎)
- ・砂の女 (安部公房)
- ・俘虜記 (大岡昇平)
- ・山椒大夫 (森鷗外)
- ・藪の中 (芥川龍之介)
- ・蟹工船 (小林多喜二)
- ・破戒 (島崎藤村)
- ・斜陽 (太宰治)
- ・李陵 (中島敦)
- ・金閣寺 (三島由紀夫)

〈漫画〉

- ・バガボンド（井上雄彦／吉川英治）
- ・あずみ（小山ゆう）
- ・るろうに剣心（和月伸宏）
- ・ONE PIECE（尾田栄一郎）
- ・HUNTER×HUNTER（富樫義博）
- ・BLEACH（久保帯人）
- ・進撃の巨人（諫山創）

「たたかう」というキーワードにおける文学作品、漫画とそれぞれ挙げてみたが、漫画においては新旧メジャーな作品が挙げられていることが分かる。なお、このキーワードの位置づけは「張りつめた心」の極みとして位置づけされると同時に「人との関わり」という特色にも位置づけられている。

2つのキーワードに着目して具体例を挙げてみたが、もちろん、数研出版『国語便覧』に掲載された文学作品と漫画との接続性は一つの参考であり、漫画に目の肥えた人からすれば、納得の行かない部分もあるかも知れない。ただ、いずれにせよ上記のような形で『国語便覧』に掲載しているのは数研出版のみであり、この点は特筆すべきであろう。

視聴覚教材使用に際して、教員側からの柔軟な姿勢と積極的な情報収集が欠かせないことは留意すべき点である。

3. 国語の授業における実践例

ここでは筆者が実際に国語の授業において漫画を使って授業展開を試みた実践例を神奈川県私立高校と松江高専を例に挙げてみたい。なお、実践例は紙幅の都合により現代文とし、芥川龍之介「羅生門」と中島敦「山月記」を対象とする。使用教科書はそれぞれ高校が『高等学校 国語総合』、『現代文』、高専が『精選 国語総合』、『精選 現代文』（いずれも明治書院）である。高校と高専いずれも一、二年生を対象とした授業である。

「羅生門」における実践例

※ここでは終盤の下人が老婆の弁解を聞き、態度を豹変させ老婆の着物を剥ぎ取る場面を挙げる。

- ①前回の復習と要点整理（生徒・学生を指名してノートに書いた内容を確認する）
- ②当該授業における学習箇所を生徒・学生を指名して音読させる。
- ③音読箇所の読解。下人が老婆の弁解を聞いて、心境がどのように変化していくのかを確認させる。
- ④下人の心理が老婆の論理の何に反応して行動に移っ

ていったのかを考えさせる。

⑤最後の場面、老婆の着物を剥ぎ取り、夜の闇に消えた下人のその後を想像させる。作品テーマの確認、本日の授業のまとめ。

①～⑤のプロセスを経て、時には⑤の部分で、作品テーマの部分でグループでディスカッションをさせたり、老婆の着物を剥ぎ取った下人のその後についても自由に考えさせるようにしている。「羅生門」は比較的、教科書にも適宜、羅生門の写真や当時の平安朝の風俗（市女笠や揉烏帽子など）の絵などが下段脚注などに掲載されており、作品世界は想像しやすいものになっている。そうした中に、毎回の授業の最後に各時限に学習した場面に該当する部分の「羅生門」の漫画を紙媒体で印刷し、生徒・学生に配布する。

ちなみに、漫画の「羅生門」にもいくつか種類があるが、筆者は極力、作品に忠実かつ漫画に登場するキャラクターも比較的中性的な（多くの生徒・学生が見ても受け入れやすい）絵で描かれているものを採用している。下に挙げた資料A、Bは筆者が使用した漫画「羅生門」である。



資料A



資料B

それぞれ資料Aは『羅生門 まんがで読破』（イースト・プレス 2007年10月）で、他にも様々な文学作品が「まんがで読破」シリーズとして刊行されている。資料Bは『藪の中・羅生門』（ホーム社 2010年7月）であり、こちらも「MANGA BUNGOシリーズ」として様々な文学作品が刊行されている。

こうした漫画を適宜、印刷して授業で配布しているが、もちろん、全ての箇所を印刷するわけではなく、重要な場面においてのみの印刷、配布としている。なお、筆者が2011年度から2013年度に神奈川県私立高校（授業名は「国語総合」）において、また2014年

度から2015年度に松江高専(授業名は「日本語1」)において実施した学期末の授業評価アンケートによれば、およそ9割以上の生徒・学生が「漫画があって分かりやすかった」と回答している。

同様に「山月記」においても、以下のような形で授業を展開した。

「山月記」における実践例

※ここでは李徴が友人袁愔に対し自らの心境を吐露し、漢詩を託す場面を挙げる。

- ①前回の復習と要点整理(生徒・学生を指名してノートに書いた内容を確認する)
- ②当該授業における学習箇所を生徒・学生を指名して音読させる。
- ③音読箇所の読解。李徴が虎になったいきさつを整理し、「臆病な自尊心と尊大な羞恥心」とは何かを考えさせる。
- ④李徴が袁愔に託した漢詩を読解しつつ、その心境を理解させる。
- ⑤李徴の託した漢詩に対し、袁愔が「何処か(非常に微妙な点に於て)欠ける所」とは何かを考えさせる。(時にはこの部分でグループに分けてディスカッションも取り入れている。)本日の授業のまとめ。

このように①～⑤のような形で授業を展開させていくのだが、「山月記」は「羅生門」とは異なり、漢文調で難解な語句も多く、教科書下段の脚注にも適宜、解説されているが、その数の多さに生徒や学生は読解に対する前向きさを喪失しやすいと言える。さらには⑤にある袁愔が李徴の漢詩に対し「何処か(非常に微妙な点に於て)欠ける所」とは何かを問うても、多くの生徒・学生は沈黙してしまい、なかなかテーマに迫る説明を生徒・学生側から導き出すことは容易ではない。中には「李徴の性格のため」「妻子の衣食のために節を屈して再び働いた気の弱さ」といった答えもクラスに一人二人と述べる者もいるが、大半は答えられない状況である。それ以前に「漢字や語句の意味が難しく理解出来ない」「何となく想像出来るが、場面展開が分かりにくい」といった感想も多く、総じて、活字だけでは作品世界を理解することは難しいといった感想が多かった^{注4)}。

そこで「羅生門」同様に、漫画「山月記」を用いて各時限ごとに学習内容を終えた部分ごとに印刷し、配布した。こちらは「羅生門」よりも多くの生徒・学生が漫画があったことで、作品世界の読解の糸口に繋がったといった感想を先の年度に実施したアンケートで答えている。ここでも漫画を用いた視覚効果の大きさが窺えた。

なお、「山月記」も「羅生門」同様に、複数の種類の漫画が刊行されており、中には完全な二次創作の漫画も多数存在する。筆者は以下の資料C、Dを用いて読解の一助とした。選んだ基準は先の羅生門と同様である。



資料C

資料D

資料Cは『新装版文芸まんがシリーズ 山月記・李徴』(ぎょうせい 2010年4月)であり、「文芸まんがシリーズ」として他にも様々な文学作品が刊行されている。資料Dは『山月記一他2編』(ホーム社 2012年2月)であり、こちらは先の『藪の中・羅生門』と同様、「MANGA BUNGOシリーズ」として刊行されているものの一作品である。

以上のように、「羅生門」「山月記」とともに上記に挙げた漫画を用いながら授業展開を試みているが、まだまだ手探りな状況にあると言えるだろう。しかし少なくとも、生徒・学生の各時限終了後の感想や授業評価アンケートから推察すると、大半の者が、漫画があったことでより作品世界を理解し読解しやすくなったと述べている。町田守弘は『「サブカル×国語」で読解力を育む』^{注6)}において「マンガは一般的に、学校文化には馴染まないものとして認識されている」と指摘しており、確かにその認識は現在でも優勢である。町田は前掲書において、こうした状況を踏まえつつ漫画の教材化の可能性や課題を5点挙げている。それをまとめると次のようになる。

- 1、教育において何故、漫画を用いるのかという明確な目的意識の提示。
- 2、「マンガで教える」のか、「マンガを教える」のかという問い、つまり補助教材と主教材の位置付けの問題。
- 3、マンガを主教材として教育実践を考える際に「読むこと」「描くこと」という二つの領域に分類し

て考えることの有用性。

- 4、学力論・評価論の立場から漫画を教材化する際、「言語化能力」の育成を授業の目標に置く必要性。
- 5、教科教育の分野からの実践の蓄積と併せて、通時的・共時的な形での研究の推進（海外の教育におけるマンガを活用した授業との比較など）。

このように町田は漫画を教材として用いた際の可能性や今後の課題を挙げているが、どれも授業展開において示唆に富む内容と言える。とりわけ1つ目の「何故、漫画を用いるのか」という明確な目的意識の提示は重要である。単に授業の該当箇所に関して、漫画を用いて印刷し配布するだけではなく、明確な目的意識をきちんと述べた上で使用することで生徒・学生の意識も改められよう。また、5つ目の「通時的・共時的な形での研究の推進」も重要であり、例えば日本と海外での漫画を用いた授業の比較や分析、さらには教育史と漫画との関わりなどの考察が挙げられる。現状においてはまだまだ未開拓な状態にあると言っても過言ではない。町田が前掲書で指摘するように、確かに現在、漫画に関する研究は増加傾向にある。ただし、それは単発的なものであり、国語教育と直結しかつ体系的な提示までには至っていない。

まだまだ未開拓な部分を多く孕んでいるが、それでも国語の授業において漫画を用いた形での授業展開は有効性がある。今後の可能性も秘めていることは今までの考察からも十分想定される。

また、漫画以外の視聴覚教材も国語の授業で活用すべきであろう。筆者の実践例では、先に挙げた漫画以外にも次のようなDVDや朗読CDを用いて授業を行っている。



資料E



資料F

これらの資料E、Fは、授業時間数に余裕がある時のみ使用しているが、時折、生徒・学生からも理解力の補

完になるものとして認識されている。ただし、資料E『羅生門』は内容が「藪の中」とアレンジされており、純粋に「羅生門」の世界を描いているわけではないので注意を要する。なお、資料Eの名称は『羅生門 デジタル完全版』（角川映画 2010年3月、監督 黒澤明、出演 三船敏郎、京マチ子 他）であり、約半世紀以上前の作品であるが、デジタル完全版に復元されており、その迫力は現在においても遺憾なく発揮されている。資料Fは『朗読CD 朗読街道(47)山月記・名人伝 中島敦』（スタジオスピーク 2010年3月、声 石原玲）である。

4. まとめにかえて

漫画を始めとしたサブカルチャーが国語の授業において、一定の理解力や読解力向上の一助になることは事実であろう。ただその反面、視覚効果が生徒・学生の想像力の展開の制約になっていることもまた事実である。活字のみの難解な作品に遭遇した場合、どのような形で想像力を以て取り組むのが課題となってくる。

既に漫画やDVDといった形で視覚効果の中に慣れてしまっている生徒・学生では自力で難解な作品世界を想像力を駆使して把握することは難しい点が指摘される。また、漫画やDVDにせよ、そこには作り手側すなわち作者の視点が始めから土台として備わっている。いわば生徒・学生は漫画家の描く「羅生門」「山月記」の作品世界のルールの上に乗った状態で想像しているのであり、予め想像力の枠組みが創られている点を忘れてはならない。こうした点も考慮しつつ今後の視聴覚教材を利用した授業展開を探っていくことも重要であろう。

参考文献

- 1) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm（文部科学省ホームページ）参照。
- 2) 『国語科の教材・授業開発論—魅力ある言語活動のイノベーション』（東洋館出版社 2009年8月）。
- 3) 拙稿「国語教育におけるメディア教材の可能性と展開—中島敦『山月記』を一例に」（『解釈学』第69輯 2013年11月）。
- 4) 注3) に同じ。
- 5) 岩波書店 2015年10月。なお、町田は大学において学生を対象にサブカルチャーを用いた授業展開を継続している。

γ -Fe の磁気秩序とノンコリニア磁気構造に関する理論的研究

Theoretical study on magnetic order and noncollinear magnetic structure in γ -Fe

小田 洋平

福島工業高等専門学校 一般教科

Yohei Kota

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2016年9月10日受理)

In this report, magnetic order and magnetic structure in γ -Fe are studied theoretically. To consider noncollinear magnetic structure in metal and alloy systems, we developed a method of the first-principles calculation based on the Green's function approach in the framework of the tight-binding linear muffin-tin orbital scheme. The obtained results reveal that the magnetic order of γ -Fe strongly depends on the lattice constant a . The stable magnetic structure for $a = 3.6$ [Å], which is an experimental value of a , is the spin-spiral structure, whereas the multiple-Q spin-density wave structure is stable for $a = 3.5$ [Å] and the ferromagnetic state is stable for $a = 3.7$ [Å]. Especially, for $a = 3.5$ [Å], the antiferromagnetic triple-Q structure is more favorable compared with the single-Q (AF-I) and double-Q structure.

Key words: Magnetic order, Noncollinear magnetic structure, First-principles calculation, γ -Fe

1. はじめに

鉄は地球上に豊富に存在する元素の一つであり、鉄をベースにした種々の合金や酸化物は産業の中で幅広く利用される物質・材料である。金属の鉄単体 (Fe) は磁気的な性質を示すが、 α 相 (体心立方格子) の Fe と γ 相 (面心立方格子) の Fe とでは異なる磁気秩序を示す。特に α -Fe が強磁性を示すことはよく知られており、Fe 原子の磁気モーメントの向きが同じ向きに揃うことで α -Fe は磁化を持つ (鉄が磁石にくっつくのはこの性質のためである)。一方、 γ -Fe では磁気モーメントの向きが揃わず、物質内で相互に打ち消しあう反強磁性的な配置となって全体の磁化はゼロとなっている。

γ -Fe 中の磁気モーメントの配置に関して、これまでの研究から、スピンスパイラル構造もしくは多重 Q スピン密度波構造などが準安定的な状態として存在すると考えられてきた¹⁾⁵⁾。これらの磁気構造の特徴は、磁気モーメントの向きが同一直線上にはなく非共線的 (ノンコリニア) な構造となる点である。ノンコリニアな磁気構造が現れる要因としては、強磁性秩序と反強磁性秩序の競合や反強磁性秩序から生じる磁気的なフラストレーションなどが考えられている。ただし物質の磁気秩序は結晶格子の形やその格子定数に大きく依存する (現

に α -Fe と γ -Fe とでは異なる磁気秩序を示す) ことから、Fe の格子と磁気秩序の関係について検証する必要がある。

そこで本研究では、磁気秩序を支配する固体中の電子の運動の様子を明らかにするために、物質の電子状態の第一原理計算を行う。そこでまずノンコリニア磁気構造を持つ物質の電子状態計算に対応するため、著者が用いている手法やそのプログラムコードを拡張する (3節)。次いで γ -Fe の磁気秩序やノンコリニア磁気構造に関する計算機シミュレーションを行った結果について議論する (4節)。

2. 計算方法

Figures 1(a), (b) に α -Fe と γ -Fe の結晶構造をそれぞれ示す。ここで各 Fe 原子上の矢印は磁気モーメントを表しており、 α -Fe [Fig. 1(a)] については強磁性状態、 γ -Fe [Fig. 1(b)] については AF-I 型の反強磁性状態におけるコリニアな磁気構造が描かれている。また Fig. 1(c) は α -Fe や γ -Fe の立方格子を正方格子化した模式図である。ここで底面となる結晶面の格子定数を a 、高さ方向の格子定数を c とし、 $c = a$ とすれば面心立方格子、 $c = a/\sqrt{2}$ とすれば体心立方格子とそれぞれ等

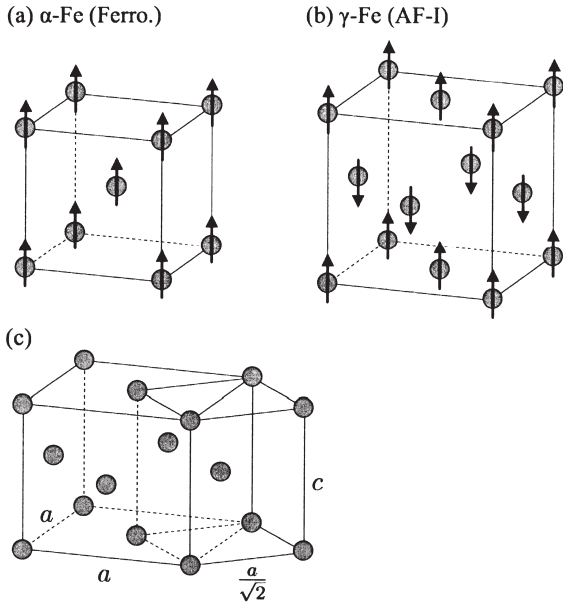


Fig. 1 Lattice structure of (a) α -Fe (body-centered cubic) in the ferromagnetic state and (b) γ -Fe (face-centered cubic) in the AF-I state. The arrows denote the direction of the magnetic moments of Fe. (c) Tetragonally distorted lattice of Fe (a and c are the lattice constants).

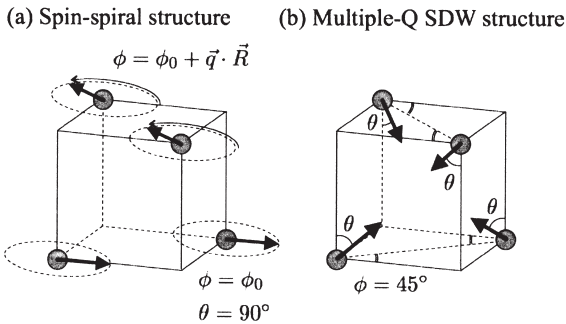


Fig. 2 Configuration of magnetic moments in (a) the spin-spiral structure and (b) the multiple-Q spin-density wave (SDW) structure.

価となることわかる。なお a と c の比率 c/a は面心立方格子からの歪みの程度を表す。

Figures 2(a), (b) は面心立方格子の一部を拡大し、スピンスパイラル構造、多重 Q スピン密度波構造における磁気モーメントの配置をそれぞれ示したものである。スピンスパイラル構造 [Fig. 2(a)] では、スピンの極角 θ は 90° 、方位角 ϕ はある位置を基準として波数ベクトル \vec{q} と位置ベクトル \vec{R}_i の内積の分だけ位相が変化している。多重 Q スピン密度波構造 [Fig. 2(b)] では、図中の 4 つのスピンはそれぞれ θ 、 ϕ (ϕ は 45° に固定) で指定される向きを向いている。ここで θ を 0° 、

90° 、 55° ($\cos^{-1}(1/\sqrt{3})$) とした場合の磁気構造をそれぞれシングル Q 構造、ダブル Q 構造、トリプル Q 構造とよび、各スピンは $[0, 0, \pm 1]$ 、 $[\pm 1, \pm 1, 0]$ 、 $[\pm 1, \pm 1, \pm 1]$ 方向を向く。

なお本研究における物質の電子状態の計算については、タイトバインディング線形マフィンティン軌道形式によるグリーン関数法 (TB-LMTO-GF 法)^{6), 7)} を採用した。TB-LMTO-GF 法を採用する利点として、コヒーレントポテンシャル近似を用いることで不規則合金系への適用が将来的には可能なことが挙げられる。また交換相関エネルギーは局所スピン密度近似の範囲で扱い、スピン軌道相互作用は無視した。

3. ノンコリニア磁気構造の計算の定式化

3.1 ハミルトニアン

Figures 1(a), (b) に示した強磁性状態の α -Fe や AF-I 型の反強磁性状態の γ -Fe のようなコリニアな磁気構造となる系の電子状態を求める場合はスピンの z 成分のみを扱えばよいが、ノンコリニアな磁気構造を持つ系の電子状態を求める場合はスピンの x, y, z 成分全てを扱う必要がある。ノンコリニアな磁気構造を持つ系での電子の運動を考えると、一電子のハミルトニアンは

$$\mathcal{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + \sum_i V_i + \sum_i \vec{\sigma} \cdot \vec{B}_i \quad (1)$$

と表される。第 1 項は運動エネルギー、第 2 項はスピンの依存しないポテンシャル、第 3 項はスピンの依存するポテンシャルである。また i は原子サイトのインデックス、 $\vec{\sigma}$ はパウリ行列

$$\sigma^x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma^y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma^z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

である。ここで原子内のスピンはコリニアに配列し特定方向を向いているものと仮定し (コリニア近似)、交換磁場が

$$\vec{B}_i = (B_i \sin \theta_i \cos \phi_i, B_i \sin \theta_i \sin \phi_i, B_i \cos \theta_i) \quad (3)$$

と表されるものとする (θ_i, ϕ_i はそれぞれ i サイトにおけるスピンの極角と方位角)。ここでスピン $1/2$ の回転行列

$$\begin{aligned} U_i(\theta_i, \phi_i) &= U_Y(\theta_i) U_Z(\phi_i) \\ &= \begin{pmatrix} \cos(\frac{\theta_i}{2}) & \sin(\frac{\theta_i}{2}) \\ -\sin(\frac{\theta_i}{2}) & \cos(\frac{\theta_i}{2}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \exp(i\frac{\phi_i}{2}) & 0 \\ 0 & \exp(-i\frac{\phi_i}{2}) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos(\frac{\theta_i}{2}) \exp(i\frac{\phi_i}{2}) & \sin(\frac{\theta_i}{2}) \exp(-i\frac{\phi_i}{2}) \\ -\sin(\frac{\theta_i}{2}) \exp(i\frac{\phi_i}{2}) & \cos(\frac{\theta_i}{2}) \exp(-i\frac{\phi_i}{2}) \end{pmatrix} \quad (4) \end{aligned}$$

を用いて Eq. (1) の第 3 項をスピンについて対角化し

て表すと

$$\mathcal{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + \sum_i V_i + \sum_i U_i^\dagger \sigma^z B_i U_i \quad (5)$$

となる. Eq. (5) より, 局所的に見ればスピンは各サイトにおける z 方向を向いているが, 大域的に見ればスピンは (θ_i, ϕ_i) で決まる向きを向いている. よって Eq. (4) のスピンの回転行列は各サイトの局所的なスピンの z 軸と大域的なスピンの z 軸の向きの違いを運動する電子に伝える役割を担っていると考えることもできる.

3.2 TB-LMTO-GF 法によるノンコリニア磁気構造計算

TB-LMTO 形式によると一電子のハミルトニアンは行列表示で

$$\mathcal{H} = \bar{C} + \sqrt{\Delta} S^0 (1 - \bar{\gamma} S^0)^{-1} \sqrt{\Delta} \quad (6)$$

と与えられる^{6),7)}. ここで S^0 はカノニカル表示の構造定数の行列, $\bar{C}, \bar{\Delta}, \bar{\gamma}$ はポテンシャルパラメータの行列である. ノンコリニアな磁気構造となる系ではそれぞれのポテンシャルパラメータの各行列は, Eq. (4) の回転行列を用いるとそれぞれ

$$\bar{C} = U^\dagger C U = U^\dagger \begin{pmatrix} C_\uparrow & 0 \\ 0 & C_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (7)$$

$$\bar{\Delta} = U^\dagger \Delta U = U^\dagger \begin{pmatrix} \Delta_\uparrow & 0 \\ 0 & \Delta_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (8)$$

$$\bar{\gamma} = U^\dagger \gamma U = U^\dagger \begin{pmatrix} \gamma_\uparrow & 0 \\ 0 & \gamma_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (9)$$

と表される. なお $(C_\uparrow, C_\downarrow)$, $(\Delta_\uparrow, \Delta_\downarrow)$, $(\gamma_\uparrow, \gamma_\downarrow)$ は各原子球内のスピンの z 方向を基準として与えられるポテンシャルパラメータである. また (本研究では無視されている) スピン軌道相互作用を考慮する場合は

$$\bar{C} \rightarrow \bar{C} + \frac{\xi}{2} (\vec{\ell} \cdot \vec{\sigma}) \quad (10)$$

とおけばよい ($\xi, \vec{\ell}$ はそれぞれスピン軌道相互作用定数, 軌道角運動量演算子を表す).

このとき TB-LMTO 法で用いられるポテンシャル関数の行列 $P(z)$ および諸関数の行列 $\mu(z), \tilde{\mu}(z), \lambda(z)$ はそれぞれ

$$P(z) = \left[\sqrt{\Delta} (z - \bar{C})^{-1} \sqrt{\Delta} + \bar{\gamma} - \beta \right]^{-1} \quad (11)$$

$$\mu(z) = \frac{1}{\sqrt{\Delta}} [1 + (\beta - \bar{\gamma}) P(z)] \quad (12)$$

$$\tilde{\mu}(z) = [1 + P(z)(\beta - \bar{\gamma})] \frac{1}{\sqrt{\Delta}} \quad (13)$$

$$\lambda(z) = \mu(z) \frac{\bar{\gamma} - \beta}{\sqrt{\Delta}} = \frac{\bar{\gamma} - \beta}{\sqrt{\Delta}} \tilde{\mu}(z) \quad (14)$$

という形で与えられ, また補助グリーン関数 (散乱経路

演算子) は

$$g(z) = [P(z) - S]^{-1} \quad (15)$$

と与えられる. ただし $S = S^0 (1 - \beta S^0)^{-1}$ はベータ表示の構造定数であり, 因子 β は原子種に依存しない定数として文献で与えられている. これらを用いると一電子グリーン関数は

$$G(z) = [z - \mathcal{H}]^{-1} = \lambda(z) + \mu(z) g(z) \tilde{\mu}(z) \quad (16)$$

と表される.

一電子グリーン関数が得られればスペクトル関数 (状態密度)

$$\rho_{i\sigma\sigma'}(\varepsilon) = -\frac{i}{2\pi} \text{Tr}[G_{i\sigma, i\sigma'}(\varepsilon + i0) - G_{i\sigma, i\sigma'}(\varepsilon - i0)] \quad (17)$$

が求められ, さらに全サイトの状態密度のスピン状態に関する対角和をバンドの底から積分し, その値が全電子数 \mathcal{N}_e に一致する条件

$$\int_{-\infty}^{\varepsilon_F} \sum_{i\sigma} \rho_{i\sigma\sigma}(\varepsilon) d\varepsilon = \mathcal{N}_e \quad (18)$$

からフェルミエネルギー ε_F が決定される. すると ε_F と $\rho_{i\sigma\sigma'}(\varepsilon)$ より電荷・スピン密度

$$\bar{n}_i = \begin{pmatrix} n_{i\uparrow\uparrow} & n_{i\uparrow\downarrow} \\ n_{i\downarrow\uparrow} & n_{i\downarrow\downarrow} \end{pmatrix} \quad (19)$$

$$n_{i\sigma\sigma'} = \int_{-\infty}^{\varepsilon_F} \rho_{i\sigma\sigma'}(\varepsilon) d\varepsilon \quad (20)$$

が求められる. 得られた \bar{n}_i から局所的なスピンの向きを求めると

$$\begin{aligned} \vec{m}_i &= \text{Tr}(\vec{\sigma} \bar{n}_i) \\ &= (\text{Tr}(\sigma^x \bar{n}_i), \text{Tr}(\sigma^y \bar{n}_i), \text{Tr}(\sigma^z \bar{n}_i)) \\ &= (n_{i\uparrow\downarrow} + n_{i\downarrow\uparrow}, i(n_{i\uparrow\downarrow} - n_{i\downarrow\uparrow}), n_{i\uparrow\uparrow} - n_{i\downarrow\downarrow}) \end{aligned} \quad (21)$$

より

$$m_i^x = 2 \text{Re}(n_{i\uparrow\downarrow}) \quad (22)$$

$$m_i^y = -2 \text{Im}(n_{i\uparrow\downarrow}) \quad (23)$$

$$m_i^z = n_{i\uparrow\uparrow} - n_{i\downarrow\downarrow} \quad (24)$$

$$|\vec{m}_i| = \sqrt{(m_i^x)^2 + (m_i^y)^2 + (m_i^z)^2} \quad (25)$$

となる. ここで \bar{n}_i はエルミート行列となるので $n_{i\uparrow\downarrow} = n_{i\downarrow\uparrow}^*$ となることを用いた. 局所スピンの方向余弦を

$$\frac{\vec{m}_i}{|\vec{m}_i|} = (\sin \theta'_i \cos \phi'_i, \sin \theta'_i \sin \phi'_i, \cos \theta'_i) \quad (26)$$

とすると

$$\cos \theta'_i = \frac{m_i^z}{|\vec{m}_i|} \quad (27)$$

$$\tan \phi'_i = \frac{m_i^y}{m_i^x} \quad (28)$$

より新たな局所スピンの向きを表す極角 θ'_i と方位角 ϕ'_i が決定される. これらの角で与えられるスピンの回転行列 $U_i(\theta'_i, \phi'_i)$ を用いると, 行列 \bar{n}_i をスピン成分について対角化することができて

$$U_i(\theta'_i, \phi'_i) \begin{pmatrix} n_{i\uparrow\uparrow} & n_{i\uparrow\downarrow} \\ n_{i\downarrow\uparrow} & n_{i\downarrow\downarrow} \end{pmatrix} U_i^\dagger(\theta'_i, \phi'_i) = \begin{pmatrix} n_{i\uparrow} & 0 \\ 0 & n_{i\downarrow} \end{pmatrix} \quad (29)$$

となる. 得られた $n_{i\uparrow}, n_{i\downarrow}$ からそれらの汎関数として与えられる交換相関エネルギー $E_{\text{ex}}[n_\uparrow, n_\downarrow]$, トータル

エネルギー E_{tot} および新しいポテンシャルパラメータが求められ, セルフコンシステントな電子状態計算を実行することができる.

3.3 ヘリカル・スパイラル磁気構造の計算

Figure 2(a) に示すようなスパイラル磁気構造, あるいは角度 θ が任意 (ただしサイトに依存しない) となるヘリカル磁気構造の場合, $\theta_i = \theta, \phi_i = \vec{q} \cdot \vec{R}_i$ となることから

$$\vec{B}_i = (B_i \sin \theta \cos(\vec{q} \cdot \vec{R}_i), B_i \sin \theta \sin(\vec{q} \cdot \vec{R}_i), B_i \cos \theta) \quad (30)$$

と表され, i サイトにおける交換磁場が位置ベクトル \vec{R}_i に依存する形となる. このとき2成分スピノル

$$\eta_\uparrow = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \eta_\downarrow = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (31)$$

を用いてブロッホ表示の波動関数を

$$|\Psi\rangle_{\vec{k}} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_i \left\{ \exp[i(\vec{k} - \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_i] \eta_\uparrow |\psi_{i\uparrow}\rangle + \exp[i(\vec{k} + \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_i] \eta_\downarrow |\psi_{i\downarrow}\rangle \right\} \quad (32)$$

とおく. このとき Eq. (1) 第3項の行列要素を求めると

$$\begin{aligned} \langle \Psi | \vec{\sigma} \cdot \vec{B}_i | \Psi \rangle_{\vec{k}} &= \langle \Psi | U_i^\dagger \sigma_z B_i U_i | \Psi \rangle_{\vec{k}} \\ &= (\langle \psi_{i\uparrow} | \eta_\uparrow^\dagger + \langle \psi_{i\downarrow} | \eta_\downarrow^\dagger) U_i^\dagger \sigma_z B_i U_i (\eta_\uparrow |\psi_{i\uparrow}\rangle + \eta_\downarrow |\psi_{i\downarrow}\rangle) \\ &= \begin{pmatrix} \langle \psi_{i\uparrow} | B_i \cos \theta | \psi_{i\uparrow}\rangle & \langle \psi_{i\uparrow} | B_i \sin \theta | \psi_{i\downarrow}\rangle \\ \langle \psi_{i\downarrow} | B_i \sin \theta | \psi_{i\uparrow}\rangle & -\langle \psi_{i\downarrow} | B_i \cos \theta | \psi_{i\downarrow}\rangle \end{pmatrix} \quad (33) \end{aligned}$$

となり \vec{R}_i に依存しない形に変換される. なおここで

$$U = \begin{pmatrix} \cos(\frac{\theta}{2}) & \sin(\frac{\theta}{2}) \\ -\sin(\frac{\theta}{2}) & \cos(\frac{\theta}{2}) \end{pmatrix} \quad (34)$$

とおき

$$U^\dagger \sigma_z U = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{pmatrix} \quad (35)$$

となることを用いた. 一方, Eq. (32) の波動関数を用いて Eq. (1) 第1項の行列要素を求めると

$$\begin{aligned} \langle \Psi | \nabla^2 | \Psi \rangle_{\vec{k}} &= \sum_i \left\{ \exp[i(\vec{k} - \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_{ij}] \langle \psi_{j\uparrow} | \eta_\uparrow^\dagger \nabla^2 \eta_\uparrow | \psi_{i\uparrow}\rangle + \exp[i(\vec{k} + \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_{ij}] \langle \psi_{j\downarrow} | \eta_\downarrow^\dagger \nabla^2 \eta_\downarrow | \psi_{i\downarrow}\rangle \right\} \\ &= \begin{pmatrix} \sum_i \exp[i(\vec{k} - \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_{ij}] \langle \psi_{j\uparrow} | \nabla^2 | \psi_{i\uparrow}\rangle & 0 \\ 0 & \sum_i \exp[i(\vec{k} + \frac{\vec{q}}{2}) \cdot \vec{R}_{ij}] \langle \psi_{j\downarrow} | \nabla^2 | \psi_{i\downarrow}\rangle \end{pmatrix} \quad (36) \end{aligned}$$

となり ($\vec{R}_{ij} = \vec{R}_i - \vec{R}_j$ とおいた), こちらが波数ベクトル \vec{q} に依存する形になる.

これら一連の変換 [Eq. (33) および Eq. (36)] を TB-LMTO 形式に適用する場合, ポテンシャルパラメータ $\bar{C}, \bar{\Delta}, \bar{\gamma}$ については

$$\bar{C} = U^\dagger C U = U^\dagger \begin{pmatrix} C_\uparrow & 0 \\ 0 & C_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (37)$$

$$\bar{\Delta} = U^\dagger \Delta U = U^\dagger \begin{pmatrix} \Delta_\uparrow & 0 \\ 0 & \Delta_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (38)$$

$$\bar{\gamma} = U^\dagger \gamma U = U^\dagger \begin{pmatrix} \gamma_\uparrow & 0 \\ 0 & \gamma_\downarrow \end{pmatrix} U \quad (39)$$

またブロッホ表示のカノニカル構造定数については

$$S^0(\vec{k}) = \begin{pmatrix} S^0(\vec{k} - \frac{\vec{q}}{2}) & 0 \\ 0 & S^0(\vec{k} + \frac{\vec{q}}{2}) \end{pmatrix} \quad (40)$$

とそれぞれ変換すればよい.

なお Eq. (32) の波動関数を用いて $\vec{\ell} \cdot \vec{\sigma}$ の行列要素を求めると \vec{q} 依存性が残るという問題が生じる. そのためスパイラル・ヘリカル磁気構造の計算を行う際はスピン軌道相互作用を無視する必要がある.

以上の定式化のもと, 本研究では Fortran 90 をベースに書かれたプログラムコードの改造を行った. 次節にて計算機ミュレーションで得られた結果を示す.

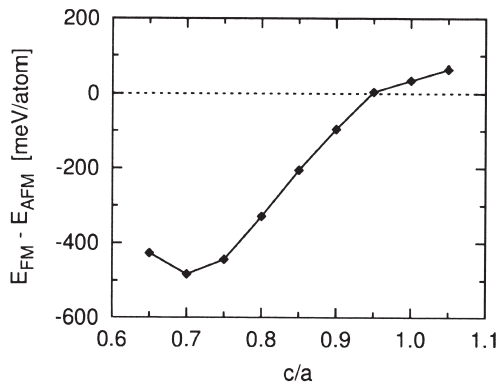


Fig. 3 Axial ratio c/a dependence of the energy difference between the ferromagnetic state and the AF-I type antiferromagnetic state.

4. 計算結果

4.1 α -Fe および γ -Fe の磁気秩序

初めに α -Fe と γ -Fe の磁気秩序について検討するために、強磁性状態と反強磁性状態におけるエネルギーの比較を行う。Figure 3 はコリニアな磁気構造を考慮した強磁性状態と AF-I 型の反強磁性状態のトータルエネルギーの差と正方格子の軸比 c/a との関係を示したものである。実験で与えられている格子定数 a は 3.6 \AA であることから¹⁾、格子体積を $V = a^2c = 3.6^3 [\text{\AA}^3]$ に固定して、 c/a の値の変化を考慮した。

Figure 3 の結果より、 γ -Fe ($c/a = 1.00$) では強磁性状態がエネルギー的に最安定状態とはならないことがわかる。 α -Fe ($c/a = 0.71$) では強磁性状態の方が反強磁性状態よりもエネルギーが低くより安定となるが、 c/a の増大に伴って両者のエネルギー差は次第に小さくなる傾向がある（なお $c/a < 0.8$ においては反強磁性状態に結果が収束せず非磁性状態となった）。そして $c/a = 0.95$ 近傍で大小関係が逆転し、 γ -Fe では強磁性状態が不安定となっている。したがってコリニアな磁気構造を仮定した γ -Fe ($a = 3.6 [\text{\AA}]$) については、少なくとも AF-I 型の反強磁性状態の方が強磁性状態よりもエネルギーが低くなる。ただし Mn 合金のように反強磁性体では磁気構造がノンコリニアとなることがしばしばあり得ることから⁴⁾、 γ -Fe においてもノンコリニア磁気構造について検討する必要があると考えられる。

4.2 γ -Fe のノンコリニア磁気構造

γ -Fe のノンコリニア磁気構造について検討するために、スピンスパイラル状態および多重 Q スピン密度波状態におけるエネルギーの比較を行う。Figures 4(a), (b) はそれぞれスピンスパイラル状態におけるトータルエ

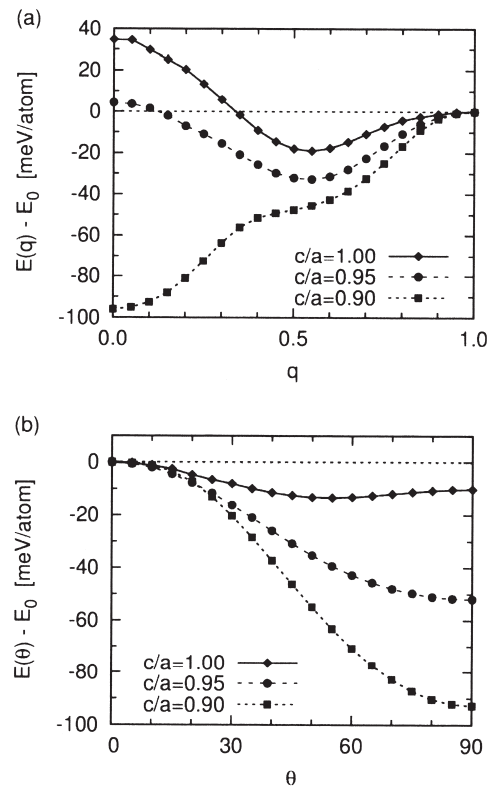


Fig. 4 Energy of (a) the spin-spiral state as a function of q and (b) the multiple-Q SDW state as a function of θ for $c/a = 1.00, 0.95,$ and 0.90 ($V = a^2c = 3.6^3 [\text{\AA}^3]$).

ネルギーの \vec{q} ベクトル依存性 [ただし \vec{q} ベクトルは z 成分のみ考慮して $\vec{q} = (0, 0, \frac{2\pi}{a}q)$ とした]、および、多重 Q スピン密度波構造の反強磁性状態におけるトータルエネルギーの角度 θ 依存性の計算結果である。なお Fig. 3 における計算と同様に格子体積は $V = a^2c = 3.6^3 [\text{\AA}^3]$ に固定し、Figs. 4(a), (b) には $c/a = 1.00$ での計算結果のほか $c/a = 0.95, 0.90$ における結果をそれぞれ示した。また Fig. 4(a) における $q = 1.0$ の状態、Fig. 4(b) における $\theta = 0^\circ$ の状態は共にコリニアな AF-I 型の磁気構造と一致することから、これらの状態におけるエネルギーをそれぞれ基準点 E_0 とおいた (スピンスパイラル構造については $\theta = 90^\circ$ とするため磁気モーメントは c 面に沿うが、本研究の場合はスピン軌道相互作用を無視しているため実質的には AF-I 構造と等価になる)。

Figures 4(a), (b) の結果より、 γ -Fe ($c/a = 1.00, a = 3.6 [\text{\AA}]$) の磁気秩序については、スピンスパイラル状態がエネルギー的に最も安定であることがわかる。スピンスパイラル状態のエネルギー [Fig. 4(a)] に注目すると、 $c/a = 0.90$ では $q = 0$ において極小となるが、

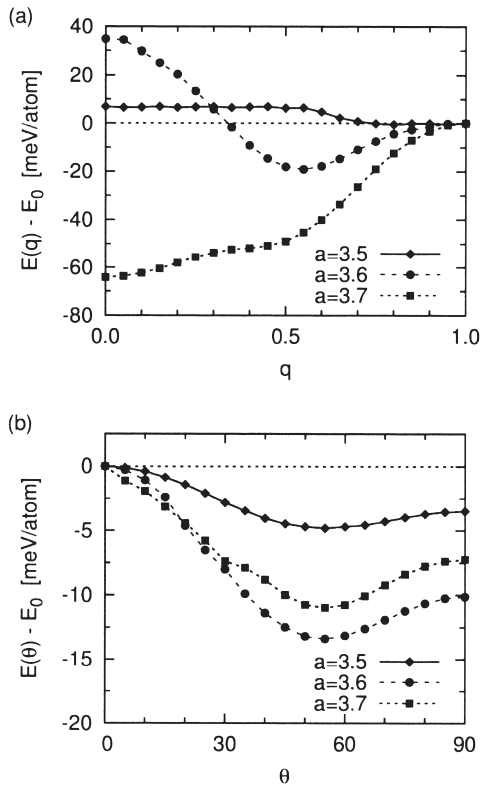


Fig. 5 Energy of (a) the spin-spiral state as a function of q and (b) the multiple-Q SDW state as a function of θ for $a = 3.5, 3.6,$ and 3.7 [Å] ($c/a = 1.00$).

$c/a = 0.95, 1.00$ では $q = 0.55$ 近傍でエネルギーが極小となっている。したがってこれらの領域では Fig. 3 において考慮した強磁性状態 ($q = 0$) や AF-I 型の反強磁性状態 ($q = 1.0$) といったコリニアな磁気構造ではなく、ノンコリニアなスピンスパイラル構造が安定な状態となっている。一方、多重 Q スピン密度波構造の反強磁性状態のエネルギー [Fig. 4(b)] に注目すると、 $c/a = 0.90, 0.95$ については $\theta = 90^\circ$ でエネルギーが極小、 $c/a = 1.00$ については $\theta = 55^\circ$ 近傍でエネルギーが極小となっている。よって $c/a = 0.90, 0.95$ ではダブル Q 構造、 $c/a = 1.00$ ではトリプル Q 構造がそれぞれシングル Q 構造 ($\theta = 0^\circ$ の AF-I 構造) と比べて安定な状態となっている。しかし γ -Fe ($c/a = 1.00$) の磁気構造としては、Figs. 4(a), (b) の比較から、結果的にトリプル Q 状態よりもスピンスパイラル状態の方がよりエネルギーが低く安定である。同様に Figs. 4(a), (b) の比較から $c/a = 0.95$ ではダブル Q 状態、 $c/a = 0.90$ では強磁性状態が安定となる。

次に、 $c/a = 1.00$ に固定し、格子定数 a (もしくは体

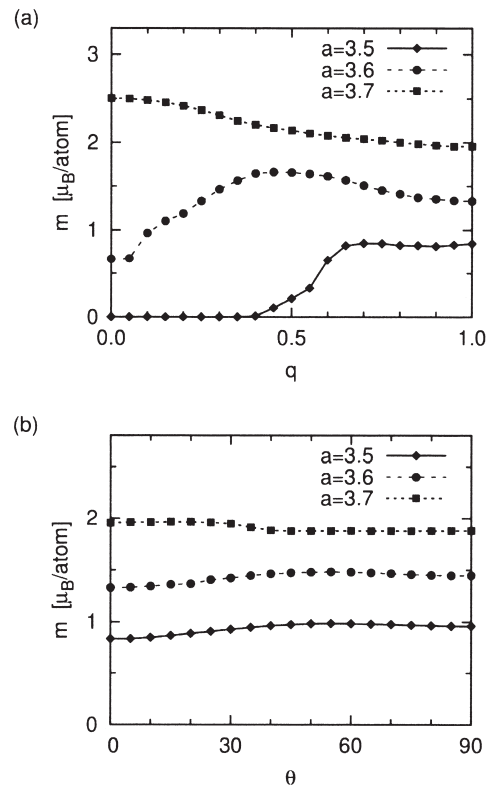


Fig. 6 Local magnetic Moment of Fe in (a) the spin-spiral state as a function of q and (b) the multiple-Q SDW state as a function of θ for $a = 3.5, 3.6,$ and 3.7 [Å] ($c/a = 1.00$).

積 $V = a^3$) を変化させた場合における γ -Fe の磁気秩序や磁気構造について議論する。Figures 5(a), (b) はそれぞれスピンスパイラル状態および多重 Q スピン密度波構造の反強磁性状態におけるエネルギーと格子定数 a との関係を示したものである。先ほどの議論から $a = 3.6$ [Å] ではスピンスパイラル状態が最も安定となるが、 $a = 3.5, 3.7$ [Å] ではトリプル Q 状態、強磁性状態がそれぞれ安定となっている。なお本研究の Fig. 5(a) および後に示す Fig. 6(a) の結果の一部については、先行研究^{2),3)} で同様の計算結果が示されているが、二つの結果は同じ傾向となることを確認した。

Figure 5(a) より、 $a = 3.5$ [Å] では反強磁性的な磁気秩序を示すが、格子定数 a が大きくなるにつれて徐々に強磁性的な秩序が現れてくることが分かる。ただ実験で得られている γ -Fe の格子定数は 3.7 Å よりも小さく、人工的に $a = 3.7$ [Å] の γ -Fe を作製することは容易ではない。しかしながら例えば γ -Fe₄N ($a = 3.795$ [Å]) のような物質では、N 原子が γ -Fe 中に侵入して格子が拡張されることにより強磁性が現れていると考えること

もできる。

一方、Fig. 5(b)においては、エネルギーは a によらず $\theta=55^\circ$ で極小となっている。特にトリプル Q 状態が最安定となる $a=3.5$ [Å] においては、磁気モーメント間に反強磁性的な相互作用がはたらくものと考えられる。しかし面心立方格子の対称性の事情から全ての反強磁性相互作用を満足することができず、磁気的なフラストレーションの少ないトリプル Q 状態が安定になると推察される。ただし最安定状態がスパイラル状態 ($a=3.6$ [Å]) あるいは強磁性状態 ($a=3.7$ [Å]) であってもトリプル Q 状態がローカルミニマムとなっており、さらには γ -Mn ではトリプル Q 状態がむしろ不安定となるという報告⁴⁾があることから、これらの点に関しては今後より深く検討する必要がある。

4.3 γ -Fe の局所磁気モーメント

Figures 6(a), (b) にスピンスパイラル状態および多重 Q スピン密度波状態における Fe の局所磁気モーメントの大きさ m の変化をそれぞれ示す。両図より格子定数 a が大きくなると磁気モーメントが大きくなる傾向がある。これは原子間距離が大きくなってバンド幅が狭くなることで、スピン分極による運動エネルギーの損分をクーロンエネルギーの抑制でカバーできるためであると考えられる。また Fig. 6(a) において、磁気モーメントの大きさ m が波数 q に強く依存している。特に、 $a=3.5$ [Å] の q が小さい領域では m がゼロ、つまりインバー特性によって非磁性状態が安定解として得られている。そのため Fig. 5(a) の $a=3.5$ [Å] の結果において、 q が小さい領域でエネルギーが変化せず一定となったと考えられる。一方、Fig. 6(b) では対照的に m が θ にほとんど依存しないが、これは本研究で考慮した多重 Q スピン密度波構造は基本的には Fe の局所磁気モーメントがユニットセル内で相互に打ち消しあう反強磁性状態の枠内にあるためである。このように金属磁性体では磁気モーメントの配列が変化すると、磁気

モーメントの大きさそのものが変化する性質があり、磁気的な励起状態を考える際に注意を払わなければならない点と言える。

5. まとめと今後の課題

本研究では γ -Fe の磁気秩序とノンコリニア磁気構造について理論的な検討を行った。電子状態の第一原理計算によってノンコリニア磁気構造の計算を実行するための定式化を行い、プログラムのソースコードの開発を行った。作成したコードを用いて計算機シミュレーションを行った結果、 γ -Fe の磁気秩序は格子定数 a に大きく依存することが分かった。特に $a=3.5$ [Å] ではトリプル Q 構造の反強磁性状態、 $a=3.6$ [Å] ではスピンスパイラル状態、 $a=3.7$ [Å] では強磁性状態がそれぞれ最安定となった。ただし格子定数 a が大きくなると、反強磁性状態 \rightarrow スピンスパイラル状態 \rightarrow 強磁性状態と磁気秩序が変化する原因については著者の中で未だ理解が不十分であり、この点をより深く考察することが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 1) J. Kübler: Theory of Itinerant Electron Magnetism Revised Edition (Oxford University Press, New York, 2009).
- 2) O. N. Mryasov, A. I. Liechtenstein, L. M. Sandratskii and V. A. Gubanov: J. Phys.: Condens. Matter **3**, 7683 (1991);
- 3) O. N. Mryasov, V. A. Gubanov, and A. I. Liechtenstein: Phys. Rev. B **45**, 12330 (1992).
- 4) A. Sakuma: J. Phys. Soc. Jpn. **67**, 2815 (1998).
- 5) S. V. Okatov, Y. N. Gornostyrev, A. I. Liechtenstein, and M. I. Katsnelson: Phys. Rev. B **84**, 214422 (2011).
- 6) H. L. Skriver: The LMTO method (Springer, Berlin, 1984).
- 7) I. Turek, V. Drchal, J. Kudrnovský, M. Šöb, and P. Weinberger: Electronic Structure of Disordered Alloys, Surface and Interfaces (Kluwer, Boston, 1997).

付 教員研究業績報告書（平成27年10月～平成28年9月）

機械工学科

2) 論文

- ① 寺田耕輔, 門井幸太, 戸倉 直, 須志田隆道, 萩原一郎, 折り畳み可能な構造体の変形メカニズム, 国立高等専門学校機構 福島工業高等専門学校 研究紀要 第56号, P1-6 (2016.2)
- ② Yaoyang Zheng, Kunio Shimada, Chikai Tei
Research on Electrical Conduction Characteristic and Temperature-dependent Characteristic of Aqueous MCF Rubber
International Journal of Materials Engineering, 5 (5), pp.125-128 (2015.10)
- ③ Masataka Shirakashi, Kye Wei Yeo, Mizuyasu Koide, Tsutomu Takahashi, Sheikh Ahmad Zaki, DEVELOPMENT OF ROBUST VELOCIMETER FOR NATURAL WATER FLOW MONITORING, Journal Technology (Sciences & Engineering) 78:7 pp.107-112 (2016.6)

4) 口頭発表

- ① 寺田耕輔, 佐藤秀俊, 戸倉 直, 萩原一郎, 高橋 進, 溝付板材の曲げ加工における変形メカニズム, 第66回塑性加工連合講演会講演論文集, No.553, 2015.
- ② 門井幸太, 寺田耕輔, 折り畳み可能な構造体の変形過程におけるメカニズム, 日本機械学会東北支部第52期秋季講演会, 講演論文 No.210 (2016.9)
- ③ 「The 2nd International Symposium on Engineering and Applied Science」
(August 09-11, 2016, Hawaii, USA)
Yaoyang Zheng, A New Process Method for MCF Polishing (2016.8)
Proceedings in USB メモリー (ISEAS-14967, pp.1-4)

電気工学科

2) 論文

- ① 鈴木晴彦, 徳永昇吾, 金丸允俊, 貝沼秀一郎, 伊藤 淳, シリンダ形状永久磁石で構成した Halbach 配列の磁場分布特性の検討, 日本 AEM 学会誌, Vol.24, No.3 (2016) pp.228-233 (2016.9)
- ② T. Yamamoto, Xu Yanbin, S. Hashimoto, N. Higuchi, K. Nara, H. Yasue, Operational Simulation of PV Generation System with Hybrid Batteries, Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT Asia) 2015, IEEE, IEEE Xplore Digital Library, pp.1-5 Print ISBN : 978-1-5090-1237-4 (2015.11)
- ③ Shinya Hashimoto, Toshikazu Yamamoto, Yanbin Xu, Noboru Higuchi, Koichi Nara, Hirotaka Yasue, Islanding Operation of PV Generation System with Hybrid Batteries, The International Conference on Electrical Engineering 2016, 論文番号 90372, pp.1-6 (2016.7)
- ④ Takashi Wakamatsu, "Enhanced-Evanescent-Field Induced Photoluminescence of Rubrene Thin Films," Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 622, Issue 1, pp.140-144 (2015.12)
- ⑤ Takashi Wakamatsu, "Low Applied Voltage Effects on Thaumatin Protein Crystallization," Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 41, No. 1, pp.13-15 (2016.2)

4) 口頭発表

- ① 鈴木晴彦, 徳永昇吾, 金丸允俊, 貝沼秀一郎, 伊藤 淳, シリンダ形状永久磁石で構成した Halbach 配列の磁場分布特性の検討, 日本 AEM 学会, 第 24 回 MAGDA コンファレンス in Tohoku, 1-4-6 (2015) pp.65-70. (2015.11)
- ② 猪狩聖人, 荒川雅俊, 金成憲吾, 鈴木裕司, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, PG 板の試料端部形状差による反磁性磁気反発力の動的計測法による検討, 日本 AEM 学会, 第 24 回 MAGDA コンファレンス in Tohoku, PS1-4-8 (2015) pp.237-240 (2015.11)
- ③ 金丸允俊, 徳永昇吾, 貝沼秀一郎, 佐藤瑞起, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 磁場分布のスライド性能を有する新しい Halbach 配列におけるシリンダ形状永久磁石の回転に関する検討, 電気学会, マグネティクス・リニアドライブ合同研究会 (沖縄), MAG-15-182, LD-15-92 (2015) pp.39-42 (2015.12)
- ④ 鈴木晴彦, 猪狩聖人, 荒川雅俊, 金成憲吾, 鈴木裕司, 伊藤 淳, 数種の計測法による端部形状差を利用した PG 板試料の反磁性磁気反発力データの比較検討, 電気学会, マグネティクス・リニアドライブ合同研究会 (沖縄), MAG-15-184, LD-15-94 (2015) pp.43-46 (2015.12)
- ⑤ 鈴木晴彦, 佐藤瑞起, 貝沼秀一郎, 金丸允俊, 徳永昇吾, 伊藤 淳, 磁場のスライド性能を有するシリンダ形状永久磁石型リニア Halbach 配列の高機能化へのアプローチ, 電気学会, リニアドライブ研究会 (大阪), LD-16-23 (2015) pp.127-130 (2016.1)
- ⑥ 佐藤瑞起, 貝沼秀一郎, 金丸允俊, 徳永昇吾, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, シリンダ形状永久磁石型リニア Halbach 配列のデュアルクロス構成による磁場のスライド機能に関する初期検討, 電気学会, リニアドライブ研究会 (大阪), LD-16-24 (2015) pp.131-134 (2016.1)
- ⑦ 鈴木晴彦, 植 英規, 五つのコース学生プロジェクトチームによる PBL 演習, 電気学会, 教育フロンティア研究会 (福工大), FIE-16-012 pp.57-60 (2016.2)
- ⑧ 金成憲吾, 鈴木裕司, 荒川雅俊, 猪狩聖人, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 反磁性グラファイト板に作用する反磁性磁気反発力のデジタル微小トルク計を用いた準静的計測, 平成 28 年東北地区若手研究者研究発表会講演資料, YS-14-B12 (2016) pp.55-56 (2016.3)
- ⑨ 松田裕樹, 境 拓也, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 配列バルク超電導体試料を用いた側壁型非接触支持機構の磁気支持特性, 平成 28 年東北地区若手研究者研究発表会講演資料, YS-14-B13 (2016) pp.57-58 (2016.3)
- ⑩ 荒川雅俊, 猪狩聖人, 金成憲吾, 鈴木裕司, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, デジタル微小トルク計を用いた PG 板試料に作用する反磁性磁気反発力の準静的計測, 日本機械学会, 第 28 回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 19A1-4, (2016) pp.222-223 (2016.5)
- ⑪ 境 拓哉, 松田裕樹, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 側壁型非接触支持機構に用いるリニア Halbach 配列永久磁石と配列バルク超電導体試料の磁気支持力特性, 日本機械学会, 第 28 回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 20A1-1, (2016) pp.334-337 (2016.5)
- ⑫ 鈴木晴彦, 佐藤瑞起, 貝沼秀一郎, 徳永昇吾, 金丸允俊, 伊藤 淳, 層状のシリンダ形状永久磁石型リニア Halbach 配列の磁場特性, 日本機械学会, 第 28 回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム (SEAD28), 20A2-3, (2016) pp.358-359 (2016.5)
- ⑬ 貝沼秀一郎, 佐藤瑞起, 徳永昇吾, 金丸允俊, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, シリンダ形状永久磁石型リニア Halbach 配列の磁場スライドのための回転機構の試作機設計, 日本機械学会, 第 28 回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 20A2-4, (2016) pp.360-363 (2016.5)
- ⑭ 鈴木晴彦, 筈崎達教, 野口孝浩, 伊藤 淳, 非接触磁気軸受機構を有するマイクロ風力発電に利用する PG 板試料の適用, 電気学会, リニアドライブ研究会 (信州大), MAG-16-052/LD-16-044 (2015) pp.73-76 (2016.6)
- ⑮ Haruhiko SUZUKI, Masatoshi KANAMARU, Mizuki SATO, Shogo TOKUNAGA, Shuichiro KANINUMA, Atsushi ITO, Round Layout Halbach Array using Cylinder Shaped Permanent Magnets, The 15th International Symposium on Magnetic Bearings (ISMB15) : August 3-6, 2016, Kitakyushu, Japan,

S3C2 (2016) pp.791-796 (2016.8)

- ⑩ 徳永昇吾, 金丸允駿, 貝沼秀一郎, 佐藤瑞起, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 回転可能なシリンダ形状永久磁石を用いたリニア Halbach 配列の磁気特性, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会 (群馬大・荒牧キャンパス), ヤングエンジニア・ポスター・コンペティション, Y-127 (2016) (2016.8)
- ⑪ 猪狩聖人, 荒川雅俊, 鈴木裕司, 金成憲吾, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 数種の計測法による PG 板の端部形状差を利用した高効率非接触駆動のための反磁性磁気反発力データの比較検討, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会(群馬大・荒牧キャンパス), ヤングエンジニア・ポスター・コンペティション, Y-130 (2016) (2016.8)
- ⑫ 大路貴久 (富山大), 柿木稔男 (崇城大), 森下明平 (工学院大), 水野 毅 (埼玉大), 岡 宏一 (高知工科大), 鈴木晴彦 (福島高専), 田中慶一 (ニコン), 磁気浮上と磁気軸受の原理と応用 – 磁気回路専用型 (平面運動) 磁気支持の動向 -, 平成 28 年電気学会産業応用部門全国大会, シンポジウム S14 「磁気浮上と磁気軸受の原理と応用」, 3-S14-2 (2016) pp.III61-66 (2016.9)
- ⑬ Haruhiko SUZUKI, Masatoshi KANAMARU, Shogo TOKUNAGA, Shuichiro KAINUMA, Mizuki SATO, Atsushi ITO, Observation of magnetic field distribution related to multidimensional motion utilizing a novel layered cylinder-shaped permanent magnet type linear Halbach array, The 23rd Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives (Maglev2016) : Berlin-Germany, 23rd-26th Sep., A.10 (2016) pp.316-322 (2016.9)
- ⑭ Masatoshi KANAMARU, Shogo TOKUNAGA, Shuichiro KAINUMA, Mizuki SATO, Atsushi ITO, Haruhiko SUZUKI, Slide Performance of Magnetic Flux Distribution on Cylinder PM Type Linear Halbach Array, The 23rd Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives (Maglev2016) : Berlin-Germany, 23rd-26th Sep., P-A23 (2016) pp.314-315 (2016.9)
- ⑮ 大槻正伸, 遠藤佑哉, 蛭田一希, 小泉康一, 車田研一, ランダムに配置された粒子群画像の周期的提示による運動認知, 2016 年度日本認知科学会第 33 回大会発表論文, pp694 – 699 (2016.9)
- ⑯ T. Yamamoto, Xu Yanbin, S. Hashimoto, N. Higuchi, K. Nara, H. Yasue, Operational Simulation of PV Generation System with Hybrid Batteries, Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT Asia) 2015, IEEE, pp.1-5 (2015.11)
- ⑰ 山本敏和, 徐 艶濱, 橋本慎也, 樋口 登, 奈良宏一, 安江弘貴, ハイブリッド蓄電池利用太陽光発電システムの自立運転試験, 平成 28 年度電気学会全国大会, 電気学会, 講演論文集 [Vol. 7, p.78] (2016.3)
- ⑱ Shinya Hashimoto, Toshikazu Yamamoto, Yanbin Xu, Noboru Higuchi, Koichi Nara, Hirotaka Yasue, Islanding Operation of PV Generation System with Hybrid Batteries, The International Conference on Electrical Engineering 2016, IEEJ, 論文番号 90372, pp.1-6 (2016.7)
- ⑲ Takashi Wakamatsu, “Characterization of Lysozyme Pre-Crystalline Aggregates using Forward-Light-Scattering Method,” 25th Annual Meeting of MRS-Japan 2015, 日本 MRS, F2-P9-001 (2015.12)
- ⑳ 若松 孝, 田中大輔, 千葉 薫, 城所俊一, 「蛋白質の凝集・結晶化における塩の効果」, 第 28 回助成研究発表会要旨集, ソルト・サイエンス研究財団, No.5 (2016.7)
- ㉑ Takashi Wakamatsu, “Photoluminescence Characteristics of Rubrene Thin Films on Silver,” KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016, PR-210, p.161 (2016.9)
- ㉒ Anno Ide, Takashi Wakamatsu, Ikuo Ihara, and Moriyasu Kanari, “Mechanical Properties of Copper Phthalocyanine Thin Films Densified by Cold and Warm Isostatic Press Processes,” KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016, PR-223, p.168 (2016.9)
- ㉓ 若松 孝, 「前方散乱光瞬時計測によるリゾチーム凝集・結晶化の評価」, 第 77 回応用物理学会学術講演会予稿集, 14p-P18-10 (2016.9)
- ㉔ 山田貴浩, 五十嵐礼, 高橋一義, 小型 UAV による観測を目的とした「鳴き砂」の画像情報の分析, 日本リモートセンシング学会第 59 回学術講演会, 日本リモートセンシング学会, pp.213 ~ 214 (2015.11)

- ③① 五十嵐礼, 山田貴浩, デジタルカメラ画像を用いたいわき市海岸における鳴き砂の分析, 平成 27 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム (2015.12)
- ③② 上遠野涼, 山田貴浩, 衛星画像を用いた陸域・水域混在領域の環境評価, 平成 27 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム (2015.12)
- ③③ 遠藤優貴, 山田貴浩, 音声情報に基づくいわき市海岸の鳴き砂の分析, 平成 27 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム (2015.12)
- ③④ 五十嵐礼, 山田貴浩, 画像情報に基づく鳴き砂の判別法の構築, 平成 28 年東北地区若手研究者研究発表会, pp.301 ~ 302 (2016.3) (※優秀発表賞受賞)
- ③⑤ 上遠野涼, 山田貴浩, 陸域と水域の混在した領域における衛星画像を用いた環境評価, 平成 28 年東北地区若手研究者研究発表会, pp.303 ~ 304 (2016.3) (※優秀発表賞受賞)
- ③⑥ Takahiro Yamada・Shin-ichi Hamazaki・Mamoru Ando・Ai Yachidate, Introduction of electronic handwork training to the subject "Introduction of electrical / electronic engineering" for the other department students, The 10th International Symposium on Advances in Technology Education, pp.152-155 (2016.9)
- ③⑦ 植 英規, 電気系分野の学生に対するロバスト設計教育のための教材開発と教育の実践, 電気学会, 教育フロンティア研究会, FIE-16-011, pp.51-56 (2016.2)
- ③⑧ 植 英規, 学生に対する品質工学導入教育の研究 - 福島高専の場合 -, 第 24 回品質工学研究発表大会, 品質工学会 pp.110-113 (2016.6)
- ③⑨ 中丸智貴, 植 英規, MT 法を用いた太陽光パネル面の画像診断, 電気関係学会東北支部連合大会講演論文集 (CD-ROM) 2016 ROMBUN No.2 G12 (2016.8)
- ④⑩ 植英規, ばらつきを利用した安定化設計のための実践的教育法, 電気学会基礎・材料・共通部門大会講演論文集 (CD-ROM), 電気学会, 2016 ROMBUN No.5-F-a1-3 (2016.9)
- ④⑪ 岡部佑弥・安瀬登軌・濱崎真一 (福島工業高等専門学校), 「フィルム型圧電体を用いた集音発電システム教材の試作」, 平成 28 年電気学会全国大会, A103-A3, 1-012 (2016.3)
- ④⑫ 小野郁朗, 青木亮太, 濱崎真一, 豊島 晋, 磯上慎二 (福島工業高等専門学校), 谷山智康 (東京工業大学), 「分極反転時の疲労軽減を目指した強誘電体 (Bi-Ti-O, KNO₃) 薄膜の作製」, 平成 28 年電気学会全国大会, A203-A4, 2-068 (2016.3)
- ④⑬ 岡部佑弥, 濱崎真一, 豊島 晋, 「微小電圧源によるコンデンサを用いた充電補助回路の試作」, 平成 28 年電気学会 基礎・材料・共通部門大会 (九工大), 5-9-66 (2016.9)
- ④⑭ 豊島 晋, 電池について理解を深める学生実験テーマの検討, 電気学会材料共通部門大会, 電気学会 (2016.9)
- ④⑮ 徐 艶濱, 「スマートグリッド実規模実験装置」を用いた蓄電池の制御についての研究, 平成 28 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集 (2016.3)

5) その他

- ① 若松 孝, 丸山智章, 大西裕季, 「タンパク質結晶化分析装置及びタンパク質結晶化分析方法」, 特許第 5821127 号, 国立高等専門学校機構 (2015.10)
- ② 若松 孝, 「結晶化分析装置及び結晶化分析方法」, 特願 2015-198366, 国立高等専門学校機構 (2015.10)
- ③ 若松 孝, 豊島 晋, 「結晶化促進方法、結晶化解析方法、結晶の製造方法、結晶化装置の制御プログラム、記録媒体、及び結晶化装置」, 特許第 5858274 号, 国立高等専門学校機構 (2015.12)
- ④ 若松 孝, 「タンパク質の凝集・結晶化の促進技術と分析技術」, イノベーション・ジャパン 2016 (大学見本市&ビジネスマッチング) 出展, L-75 & JP-57A1, 科学技術振興機構 (JST) (2016.8)
- ⑤ 植 英規, タグチメソッドフェスタ 初心者向けワークショップ, 東北品質工学研究会 (2015.10)
- ⑥ 豊島 晋, 微小電場印加によるタンパク質結晶化の検討, 旭硝子財団助成研究報告会, 旭硝子財団 (2016.7)

- ⑦ 徐 艶濱, 「A Real Scale Smart Grid Experimental System "in National Institute of Technology, Fukushima College」. 3rd Regional Conference on Campus Sustainability 2016 (2016.4)

物質工学科

1) 著書

- ① 小林高臣 (長岡技科大), 中西恒雄 (株 T&E), 内田修司 (福島高専), 大城 優 (株 カサイ) 焼却飛灰の除染・減容技術, 株式会社 NTS, ISBN:978-4-86043-415-1 (2015.10)
- ② 車田研一 (単著), 『化学ギライにささげる 化学のミニマムエッセンス "Laid-back" Learning of Fundamental Chemistry - Minimum Items Based on High School Chemistry -』 ISBN:978-4-7853-3510-6, A5 判 / 212 頁, 裳華房 (2016. 9)
- ③ 尾形 慎, 朴 龍洙, バイオチップの基礎と応用 - 原理から最新の研究・開発動向まで -, シーエムシー出版, ISBN:978-4-7813-1079-4 (2015.10)
- ④ 山内紀子, シランカップリングによるマグネタイトナノ粒子の表面修飾, シランカップリング剤の使いこなしのノウハウ集, 技術情報協会, 第 6 章 第 8 節 (2016.1)

2) 論文

- ① Takaomi Kobayashi* †, Masaru Ohshiro † ‡, Kohtaroh Nakamoto †, and Syuji Uchida §
† Nagaoka University of Technology, ‡ Kasai Corporation, § NIT, Fukushima College, Decontamination of Extra-Diluted Radioactive Cesium in Fukushima Water Using Zeolite-Polymer Composite Fibers Ind. Eng. Chem. Res., 2016, 55 (25), pp.6996-7002
DOI: 10.1021/acs.iecr.6b00903
Publication Date (Web) : June 3, 2016
- ② H. Umezawa, J. M. Nunzi, O. Lebel, R. G. Sabat, Electric-Field-Induced Nanoscale Surface Patterning in Mexylaminotriazine-Functionalized Molecular Glass Derivatives, Langmuir, 32, 5646 (2016.5)
- ③ H. Umezawa, M. Jackson, O. Lebel, J. M. Nunzi, R. G. Sabat, Second-Order Nonlinear Optical Properties of Mexylaminotriazine Functionalized Glass-Forming Azobenzene Derivatives, Optical materials, 60, 258 (2016.7)
- ④ 羽切正英, 本田一史, 内田修司, 銅水砕スラグの硫酸および塩酸への溶出特性, 銅と銅合金, 55, pp.256-261 (2016.8)
- ⑤ Ogata, M., Umemura, S., Sugiyama, N., Kuwano, N., Koizumi, A., Sawada, T., Yanase, M., Takaha, T., Kadokawa, J., Usui, T. Synthesis of multivalent sialyllactosamine-carrying glyco-nanoparticles with high affinity to the human influenza virus hemagglutinin. Carbohydrate Polymers, 153, pp.96-104 (2016.9)
- ⑥ Ogata, M., Chuma, Y., Yasumoto, Y., Onoda, T., Umemura, M., Usui, T., Park, E.Y. Synthesis of tetravalent LacNAc-glycoclusters as high-affinity cross-linker against Erythrina cristagalli agglutinin. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 24, pp.1-11 (2016.1)
- ⑦ Noriko Yamauchi, Kenichi Kurumada, Surface hydrophobization of magnetite nanoparticles with polyhexylsilsesquioxane in diethylamine as reaction solvent, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 508, pp.178-183 (2016. 8)

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 車田研一, 『"中間的"な撥水強度領域での撥水性の相対評価』, Colloid and Interface Communication,

No.3, vol. 41, 2016, 公益社団法人日本化学会 コロイドおよび界面化学部会 (Division of Colloid and Surface Chemistry,CSJ).

- ② 山内紀子, Fe₃O₄ ナノ粒子の有機シリカコーティングおよび酸溶出による中空有機シリカナノ粒子の作製, セラミックス, 51, No.5, (2016.5)
- ③ 山内紀子, 両親媒性溶媒を用いた親水表面ナノ粒子への有機シリカシェル形成, 化学工学会東北支部 News Letter, No. 92 (2016.1)

4) 口頭発表

- ① 内田修司 (福島高専), 大城 優 ((株) カサイ), 小林高臣 (長岡技科大)
放射性物質含有下水道焼却灰の減容化技術
第5回 環境放射能除染研究発表会 環境放射能除染学会 (2016.7)
- ② S.Uchida †, M. Oshiro †† and T. Kobayashi †††
NIT Fukushima College †, Kasai Cop. ††, Nagaoka University of Technology †††
Development of separation and recovery technology of radioactive cesium of sewage sludge in the incineration ash
平成 28 年度化学系学協会東北大会 (社) 日本化学会東北支部 (2016.9)
- ③ 天野仁司, 小口高昭, 学生実験の事例紹介 - 身近なものを使うヨウ素滴定学生実験の事例紹介 -, 平成 28 年度化学系学協会東北大会公演要旨集 化学教育研究協議会東北大会, 日本化学会東北支部, pp.183-184 (2015.9)
- ④ 車田研一 (依頼講演), 『"Terminal" application of comprehensive chemical knowledge for venous industries -a challenge for industry-academic collaborative R&D in venous technologies-』, 11F2, 平成 28 年度化学系学協会東北大会 (2016.9)
- ⑤ 車田研一, 遠藤恭平, 山口弘之, 本郷和広, 『埋立層浸出水中の Ca イオンの土層中固定化促進法』, P104, 公益社団法人化学工学会第 48 回秋季大会 (徳島大学) (2016.9)
- ⑥ 佐藤 潤, 車田研一, 『高速度観察によるアルギン酸カルシウムゲルのゲル化分相時間の測定法』, P301, 公益社団法人化学工学会第 48 回秋季大会 (徳島大学) (2016.9)
- ⑦ 車田研一, 梅本 翔, 山川貴礼, 『オンゲストロームサイズの空隙を有するポリシロキサン固体微細構造を保持するための縮重合条件』, P309, 公益社団法人化学工学会第 48 回秋季大会 (徳島大学) (2016.9)
- ⑧ 車田研一, 梅本 翔, 大槻正伸, 『顕著に運動する粒状体群の特徴づけへの「仮現運動 (apparent motion)」の試行的応用』, P317, 公益社団法人化学工学会第 48 回秋季大会 (徳島大学) (2016.9)
- ⑨ 車田研一, 『中程度撥水表面における撥水挙動相対比較法』, J119, 公益社団法人化学工学会第 81 回年次大会 (関西大学) (2016.3)
- ⑩ 遠藤佑哉, 車田研一, 『オルガノシラン由来の有機シリカの縮重合条件と発現される撥水性の相関』, J120, 公益社団法人化学工学会第 81 回年次大会 (関西大学) (2016.3)
- ⑪ 佐藤 潤, 車田研一, 『多価イオン架橋によるアルギン酸ゲルの分相の動的観察』, P207, 公益社団法人化学工学会第 81 回年次大会 (関西大学) (2016.3)
- ⑫ 車田研一, 阿部真優加, 佐々木夏子, 遠藤恭平, 本郷和広, 山口弘之, 『埋立処分場排水管の閉塞をもたらすスケール形成要因』, P319, 公益社団法人化学工学会第 81 回年次大会 (関西大学) (2016.3)
- ⑬ 車田研一, 『"apparent motion < 仮現運動 >" の粉粒体の動的特徴解析への試行的応用』, 2015 年次〔第 26 回〕新機能化学工学研究会 (東京理科大学工学部) (2016.1)
- ⑭ 佐藤 潤, 車田研一, 『多価イオン架橋によるアルギン酸のゲル化過程の精細時系列観察』, O-4, 化学工学会東北支部福島懇話会第 6 回福島地区 CE セミナー (日本大学工学部) (2015.12)
- ⑮ 車田研一, 『粉粒体などの不連続な構造体の流動の特色の把握 - 試論: 仮現運動のみかけ速度の利用

- 一], O-5, 化学工学会東北支部福島懇話会第6回福島地区 CE セミナー (日本大学工学部) (2015.12)
- ⑩ 車田研一, 『衝突滴の撥水現象とモルフォロジー詳細時系列解析 —撥水強度の相対比較の視点から—』, P-23, 化学工学会東北支部福島懇話会第6回福島地区 CE セミナー (日本大学工学部) (2015.12)
- ⑪ 齊藤甲希, 車田研一, 『粉体の流動性及び圧縮性指数と安息角の関連性』, OP-03, 第1回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑫ 佐藤 潤, 車田研一, 『アルギン酸カルシウムゲルの形成過程の観察』, PP-11, 第1回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑬ 車田研一, 『高速で運動する粉粒体材料の視覚印象上の差異性はどこに見いださうか?』, PP-27, 第1回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑭ 佐々木夏子, 阿部真優加, 遠藤恭平, 車田研一, 山口弘之, 本郷和広, 『埋立処分場排水管スケール生成への微生物の関与』, PP-30, 第1回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑮ 遠藤佑哉 (受賞), 車田研一, 『有機シリカに顕著な撥水性をもたらす固化条件の探索』, A104, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ⑯ 山川貴礼, 梅本 翔, 車田研一, 『アルキル化有機シリカからの無極性官能基熱分解除去によるマイクロ孔の形成条件』, A112, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ⑰ 梅本 翔, 山川貴礼, 車田研一, 『孔源フェニル基の分子容に対応するマイクロ孔をシロキサン結合マトリクス中に形成するための熱処理条件』, A120, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ⑱ 車田研一, 遠藤恭平, 齊藤甲希, 『粉粒体の特徴的テクスチャが顕在化する振動型運動条件の探索』, C201, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ⑲ 車田研一, 遠藤佑哉, 『表面の撥水性/疎水性の程度を反映する衝突水滴の過渡的モルフォロジー上の差異』, C202, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ⑳ 佐藤 潤, 車田研一, 『アルギン酸カルシウムゲルの形成過程の観察』, C205, 公益社団法人化学工学会群馬大会 2016 (北海道/東北/関東甲信越三支部合同大会) (2015.11)
- ㉑ 鈴木達也, 押手茂克, 超微量分析のための ICP と均一液抽出 (HoLLE) を用いた分析法の検討, 第1回北関東磐越地区科学技術フォーラム, 小山工業高等専門学校・福島工業高等専門学校・化学工学会福島化学工学懇話会, 第1回北関東磐越地区科学技術フォーラム要旨集 (PP-24), p.28 (2015.12)
- ㉒ 木田貴文, 計良莠将, 蛭田一希, 押手茂克, 超微量有害金属イオンの分析法の検討, 第1回北関東磐越地区科学技術フォーラム, 小山工業高等専門学校・福島工業高等専門学校・化学工学会福島化学工学懇話会, 第1回北関東磐越地区科学技術フォーラム要旨集 (PP-25), p.29 (2015.12)
- ㉓ 押手茂克, 学生を対象とする人材教育プログラム～(株)パーキンエルマー・福島大学との連携における福島高専の役割～, 平成27年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業『英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業(原子力基礎基盤戦略研究プログラム)』『マルチフェーズ型研究教育による分析技術者人材育成と廃炉措置を支援加速する難分析核種の即応的計測法の実用化に関する研究開発』～学生を対象とする人材教育プログラム(版)～, (株)パーキンエルマー・福島大学・福島高専連携事業, 依頼講演 (2016.1), 成果報告書 (2016.3)
- ㉔ 小野寺大輝, 山口仁志, 伊藤弘康, 押手茂克, 熊沢紀之, 五十嵐淑郎, プルシアンブルー合成と均一液抽出 (HoLLE) に基づく放射性セシウム除去技術の創出, 第5回放射能研究発表会, 一般社団法人環境放射能除染学会, 第5回放射能研究発表会要旨集 (P2-08), P.82 (2016.7)
- ㉕ 石井太陽, ヘン・ユーゲック, 押手茂克, 繊維状吸着剤を用いた環境中の有害物質回収法の開発, 平成28年度廃炉分析技術若手セミナー, 福島大学・環境放射能研究所, 平成28年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業『英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業(原子力基礎基盤戦略研究プログ

- ラム)』研究成果発表 (2016.9)
- ③② ヘン・ユークック, 石井太陽, 押手茂克, 新しい繊維状セシウム吸着材試料への応用, 平成 28 年度廃炉分析技術若手セミナー, 福島大学・環境放射能研究所, 平成 28 年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業『英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (原子力基礎基盤戦略研究プログラム)』研究成果発表 (2016.9)
- ③③ 海藤育未, 押手茂克, 均一液抽出法 (HoLLE) に基づく超微量有害金属の迅速・簡便な高感度定量法, 平成 28 年度廃炉分析技術若手セミナー, 福島大学・環境放射能研究所, 平成 28 年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業『英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (原子力基礎基盤戦略研究プログラム)』研究成果発表 (2016.9)
- ③④ 諏江なつき, 押手茂克, 福島高専生を対象とする人材教育プログラムの実施状況, 平成 28 年度廃炉分析技術若手セミナー, 福島大学・環境放射能研究所, 平成 28 年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業『英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (原子力基礎基盤戦略研究プログラム)』研究成果発表 (2016.9)
- ③⑤ 押手茂克, 均一液抽出法による放射性核種の抽出分離, 平成 28 年度廃炉分析技術若手セミナー, 福島大学・環境放射能研究所, 依頼講演 (2016.9)
- ③⑥ Heng Youguek, Taiyo Ishii, Ikumi Kaito, Natsuki Sue, Kazuki Hiruta, Shigekatu Oshite, Application to Liquid samples using the New fibrous adsorbent for Cesium, 平成 28 年度化学系学協会東北大会, 日本化学会東北支部, 平成 28 年度化学系学協会東北大会講演予稿集 (2P013), p.130 (2016.9)
- ③⑦ 押手茂克, 内田修司, 羽切正英, 環境中の放射線と放射能を学ばせる福島高専での取り組み, 平成 28 年度化学系学協会東北大会, 日本化学会東北支部, 平成 28 年度化学系学協会東北大会講演予稿集 (化学教育 2P0118), p.187 (2016.9)
- ③⑧ 村上絵理奈, 今西大生, 松田寛子, 白井隆明, 阿部勝正, 高橋祥司, 解良芳夫, 柴田公彦, 無脊椎動物組織中 NMDA およびその生合成活性の LC-MS/MS を用いた測定, 平成 28 年度日本水産学会秋季大会 (2016.9)
- ③⑨ 今西大生, 久野 峻, 山川貴礼, 村上絵理奈, 阿部勝正, 高橋祥司, 解良芳夫, 柴田公彦, LC-MS/MS を用いた無脊椎動物由来 D- アスパラギン酸 N- メチルトランスフェラーゼ活性の測定, 第 84 回日本生化学会大会 (2016.9)
- ④⑩ M. Jackson, H. Umezawa, R.G.Sabat, Second Harmonic Generation of Light in Crystals, 51st Annual Canadian Undergraduate Conference (2015.10)
- ④⑪ 梅澤洋史, J. M. Nunzi, O.Lebel, R. G. Sabat, Second-order nonlinear optical properties of mexylaminotriazine-functionalized azobenzene derivatives, 平成 28 年度 化学系学協会東北大会, 2P102 (2016.9)
- ④⑫ 羽切正英, 國谷亮介, 内田修司: 銅水砕スラグの酸溶出特性と資源回収: 日本銅学会第 55 回講演大会講演概要集, pp.129-130 (2015.11)
- ④⑬ 羽切正英, 山内紀子: フェイクスイーツを題材にした高分子化学教材: 日本理科教育学会第 54 回関東支部大会講演要旨集, p.116 (2015.12)
- ④⑭ Shofiyah Sakinah, 佐々木美佳, 羽切正英: α -リン酸三カルシウム-ポリカルボン酸系硬化体の銀 (I) イオン交換: 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム講演要旨集, p.30 (2015.12)
- ④⑮ 佐川千尋, 薄葉なつみ, 加島敬太, 羽切正英: アルギン酸カルシウムヒドロゲルへの低分子量ポリエチレングリコールの導入: 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム講演要旨集, p.30 (2015.12)
- ④⑯ 佐々木美佳, Shofiyah Sakinah, 内田権一, 羽切正英: オルトリン酸銀光触媒被膜の低温形成と機構の検討: 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム講演要旨集, p.31 (2015.12)
- ④⑰ 薄葉なつみ, 佐川千尋, 加島敬太, 羽切正英: 活性炭含有アルギン酸カルシウムヒドロゲルの調製とアニオン性色素の吸着速度: 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム講演要旨集, p.33 (2015.12).
- ④⑱ Shofiyah Sakinah, 佐々木美佳, 羽切正英: α -リン酸三カルシウム-ポリカルボン酸系硬化体の銀イオン

- ン交換による光触媒作用の発現：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pa-023 (2016.1)
- ④⑨ 佐々木美佳, Shofiyah Sakinah, 内田権一, 羽切正英：カルボン酸銀塩の低温分解性を利用した可視光応答光触媒被膜の形成：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pa-024 (2016.1)
- ⑤⑩ 薄葉なつみ, 佐川千尋, 加島敬太, 羽切正英：活性炭含有アルギン酸カルシウムヒドロゲルのアニオン性色素吸着能：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pa-047 (2016.1)
- ⑤⑪ 佐川千尋, 薄葉なつみ, 佐藤 潤, 加島敬太, 羽切正英：低分子量ポリエチレングリコールの導入がアルギン酸カルシウムヒドロゲルの銅 (II) イオン交換速度に及ぼす影響：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pa-048 (2016.1)
- ⑤⑫ 本田一史, 内田修司, 羽切正英：銅水砕スラグ酸抽出物のヒドロゲル形成挙動：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pa-077 (2016.1)
- ⑤⑬ 羽切正英, 佐藤 潤, 林 真, 山内紀子：高分子化学を主題にした中学生向け実験型公開講座の展開：第 21 回高専シンポジウム in 香川, Pb-087 (2016.1)
- ⑤⑭ 大澤健人, 羽切正英, 加島敬太, 今井正直：プルシアンブルーを安定に包埋したアルギン酸カルシウム膜の調製と透過性能の評価：第 18 回化学工学会学生発表会浜松大会, A106 (2016.3)
- ⑤⑮ 加島敬太, 大澤健人, 羽切正英, 今井正直：活性炭を包埋したアルギン酸ゲル膜によるメチレンブルー吸着能の評価：化学工学会 第 81 年会, G216 (2016.3)
- ⑤⑯ 羽切正英, 本田一史, 内田修司：銅水砕スラグ塩酸抽出物からの多孔質シリカの合成とキャラクタリゼーション：日本化学会第 96 春季年会, IPC-069 (2016.3)
- ⑤⑰ 加島敬太, 大澤健人, 羽切正英, 今井正直：活性炭を包埋したアルギン酸膜を用いた膜透過型吸着装置による Methylene Blue の除去：分離技術会年会 2016, S7-3 (2016.5)
- ⑤⑱ 加島敬太, 大澤健人, 羽切正英, 今井正直：Dye adsorption process using calcium alginate membrane embedded with activated carbon particles：平成 28 年度化学系学協会東北大会講演予稿集, p.150 (2016.9)
- ⑤⑲ 藤崎智行, 加島敬太, 羽切正英, 今井正直：Preparation of stable biopolymer membrane embedded with Prussian Blue for cesium ion removal：平成 28 年度化学系学協会東北大会講演予稿集, p.151 (2016.9)
- ⑥⑰ 鹿島諒人, 吉田佐和子, 尾形 慎, 加藤竜也, 朴 龍洙, インフルエンザウイルス A (H5N1) 由来のヘマグルチニンと受容体との結合特異性の解析, 日本生物工学会 (2016.9)
- ⑥⑱ 加藤紗優里, 後藤咲季, 河野はるか, 尾形 慎, 鈴木智大, イトマキヒトデ由来 α -L- フコシダーゼの精製とその性質, 日本生化学会 (2016.9)
- ⑥⑲ 坂本舞央, 谷地越拓, 山内紀子, 車田研一, 尾形 慎, 糖被覆型有機シリカ微粒子の合成とレクチンとの相互作用解析, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥⑳ 小野田崇司, 鈴木哲朗, 朴 龍洙, 碓氷泰市, 尾形 慎, シアロ糖鎖クラスターとポリオーマウイルス様粒子との架橋形成メカニズムに関する研究, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥㉑ 河野はるか, 後藤咲季, 柴田公彦, 加藤紗優里, 小野晶子, 鈴木智大, 尾形 慎, イトマキヒトデ由来 α -L- フコシダーゼの精製・諸性質解明・クローニング, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥㉒ 尾形 慎, 小泉亜未, 大坪忠宗, 池田 潔, 加藤竜也, 朴 龍洙, 山中隆史, 左 一八, Neu5Gc 含有糖鎖ポリペプチドの合成とウマインフルエンザウイルスとの結合能評価, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥㉓ 長田光正, 東海林真也, 末永 信, 嶋田五百里, 福長 博, 高橋伸英, 尾形 慎, 戸谷一英, 高温高压水中での N- アセチルグルコサミンからの含窒素化合物の無触媒合成, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥㉔ 戸谷一英, 二階堂望, 佐野孝晃, 小野寺一樹, 尾形 慎, 中島将博, 中井博之, *Trichoderma reesei* 由来 β - グルコシダーゼ II (Cel1A) の糖転移生成物の解析, 日本応用糖質科学会 (2016.9)
- ⑥㉕ Mao Sakamoto, Takehiro Yachi, Noriko Yamauchi, Kenichi Kurumada, Makoto Ogata, Facile synthesis of particulates covered by the hydrophobized glycopolypeptide. 化学系学協会東北大会 (2016.9)
- ⑥㉖ Haruka Kono, Saki Goto, Kimihiko Shibata, Sayuri Kato, Tomohiro Suzuki, Makoto Ogata,

- Purification and characterization of α -L-fucosidase from *Asterina pectinifera*. 化学系学協会東北大会 (2016.9)
- ⑦⑩ Takashi Onoda, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Taichi Usui, Makoto Ogata, Studies on formation mechanism of cross-linked aggregates of MCV-LP with multivalent sialo-glycoclusters. 化学系学協会東北大会 (2016.9)
- ⑦⑪ Makoto Ogata, Studies on synthesis of multivalent glycoclusters as high-affinity cross-linker against lectin and virus. 化学系学協会東北大会 (2016.9)
- ⑦⑫ 東海林真也, 末永 信, 尾形 慎, 戸谷一英, 嶋田五百里, 福長 博, 高橋伸英, 長田光正, 高温高压水中での N-アセチルグルコサミンからの含窒素化合物合成, 日本キチン・キトサン学会 (2016.8)
- ⑦⑬ 青木大地, 田中利彦, 細見 修, 尾形 慎, メリビオサミンの酵素合成と効率的精製法の検討, 日本キチン・キトサン学会 (2016.8)
- ⑦⑭ 坂本舞央, 谷地赳拓, 山内紀子, 車田研一, 尾形 慎, 疎水化人工糖鎖ポリペプチドの合成と糖被覆型微粒子の開発, 日本キチン・キトサン学会 (2016.8)
- ⑦⑮ 中里隆之佑, 細見 修, 尾形 慎, 佐々木啓, 飯泉恭一, 久保原禪, ヒト乳がん細胞 MDA-MB-231 に対する MeINH₂ (Gal α 1-6GlcNH₂) の作用, 日本キチン・キトサン学会 (2016.8)
- ⑦⑯ 小野田崇司, 鈴木哲朗, 朴 龍洙, 碓氷泰市, 尾形 慎, 低分子型シアロ糖鎖クラスターとポリオーマウウイルス様粒子との 架橋形成メカニズムに関する研究, 日本応用糖質科学会東北支部会 (2016.7)
- ⑦⑰ 坂本舞央, 谷地赳拓, 山内紀子, 車田研一, 尾形 慎, 疎水化糖鎖ポリペプチドを用いた糖被覆型微粒子の合成, 日本応用糖質科学会東北支部会 (2016.7)
- ⑦⑱ 河野はるか, 後藤咲季, 柴田公彦, 加藤紗優里, 小野晶子, 鈴木智大, 尾形 慎, イトマキヒトデ由来 α -L-フコシダーゼの精製とその諸性質解明, 日本応用糖質科学会東北支部会 (2016.7)
- ⑦⑲ 青木大地, 田中利彦, 細見 修, 尾形 慎, 非天然型二糖メリビオサミンの酵素合成と効率的精製法の検討, 日本応用糖質科学会東北支部会 (2016.7)
- ⑧⑰ 佐野孝晃, 二階堂望, 尾形 慎, 中島将博, 中井博之, 戸谷一英, *Trichoderma reesei* 由来 β -グルコシダーゼの糖転移生成物の解析, 日本応用糖質科学会東北支部会 (2016.7)
- ⑧⑱ 尾形 慎, 小野田崇司, 朴 龍洙, 碓氷泰市, 鈴木哲郎, 低分子型シアロ糖鎖クラスターの合成とウイルス架橋形成能評価, 日本農芸化学会 (2016.3)
- ⑧⑲ 藤原欄紫, 小泉亜未, 尾形 慎, 山中隆史, 大坪忠宗, 寺岡文照, 左 一八, 池田 潔, 新規 CMP-シアロ酸誘導体の合成とシアル酸転移効率の検討, 日本薬学会 (2016.3)
- ⑧⑳ 相田玲奈, 小泉亜未, 坂本舞央, 戸谷一英, 尾形 慎, *Hypocrea jecorina* 由来セルラーゼの縮合活性を利用した配糖化法の条件検討, 北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑧㉑ 加藤優奈, 尾形慎, α -アミラーゼ阻害剤のワンポット酵素合成, 東北高専シンポジウム (2015.12)
- ⑧㉒ 小泉亜未, 桑野夏希, 渡邊浩史, 柳瀬美千代, 鷹羽武史, 門川淳一, 尾形 慎, 糖鎖を活用したインフルエンザウイルス吸着剤の機能設計, 東北高専シンポジウム (2015.12)
- ⑧㉓ 小野田崇司, 安本佳成, 朴 龍洙, 梅村舞子, 尾形 慎, デイゴマメレクチンを架橋可能な低分子型糖鎖クラスターの合成, 東北高専シンポジウム (2015.12)
- ⑧㉔ 河野はるか, 後藤咲季, 柴田公彦, 鈴木智大, 尾形 慎, 新規 α -L-フコシダーゼの精製と諸性質の検討, 東北高専シンポジウム (2015.12)
- ⑧㉕ 尾形 慎, 新しい機能性糖質づくりとその展開, 静岡大学学術セミナー (2015.10)
- ⑧㉖ 山内紀子, 齊藤玲子, 石川裕太, 車田研一, 疎水性ポリシロキサンの性状のペンダント基への依存性, 化学工学会第 48 回秋季大会 (2016. 9)
- ⑧㉗ 山内紀子, 谷地赳拓, 佐藤瑞樹, 坂本舞央, 尾形 慎, 車田研一, 超音波印加によるラズベリー型ポリシロキサン粒子のワンポット形成, 化学工学会第 48 回秋季大会 (2016. 9)

- ⑨① Haruna Iino, Shunsuke Obinata, Noriko Yamauchi, Makoto Ogata, Kenichi Kurumada, One-pot synthesis of sugar-immobilized monodisperse polymethylmethacrylate (PMMA) particles by soap-free emulsion polymerization, 化学系学協会東北大会 (2016. 9)
- ⑨② 山内紀子, 新川真弘, 菅原佳奈, 車田研一, ルイス塩基性ジエチルアミンの両親媒性を利用した親油性有機シリカエラストマーの形成, 化学工学会第 81 年会 (2016. 3)
- ⑨③ 山内紀子, 有機シリカのワンポット形成における両親媒性ジエチルアミンの有効性, 2015 年次〔第 26 回〕新機能化工学研究会 (2016. 1)
- ⑨④ 山内紀子, 五十嵐達也, 新川真弘, 菅原佳奈, 谷地越拓, 車田研一, ジエチルアミンの両親媒性を利用した有機シリカのワンポット生成, 第 6 回福島地区 CE セミナー (2015.12)
- ⑨⑤ 谷地越拓, 山内紀子, 車田研一, 超音波印加下で形成される有機シリカ粒子のモルフォロジー, 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑨⑥ 新川真弘, 山内紀子, 車田研一, 両親媒性ジエチルアミン中での親油性有機シリカゲルの形成, 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑨⑦ 菅原佳奈, 山内紀子, 車田研一, 両親媒性ジエチルアミン中で形成される有機シリカゲルの特性—疎水基の影響—, 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑨⑧ 飯野春菜, 山内紀子, 車田研一, マグネタイト-ポリスチレン複合粒子作製時の含カルボキシ基重合開始剤の有用性, 第 1 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2015.12)
- ⑨⑨ 尾日向駿介, 山内紀子, 車田研一, ソープフリー乳化重合によるミクロンサイズの単分散ポリマー粒子の作製, 化学工学会群馬大会 (2015.11)
- ⑩⑩ 五十嵐達也, 山内紀子, 車田研一, 親水性無機ナノ粒子の表面疎水化における両親媒性分散媒の使用の効果, 化学工学会群馬大会 (2015.11)
- ⑩⑩ 山内紀子, 車田研一, アミン中でのナノ粒子表面への有機シリカシェル形成とその中空化, 化学工学会群馬大会 (2015.11)

5) その他

- ① 内田修司 (福島高専), 平成 27 年度環境省除染減容化実証事業 水熱抽出方法による焼却灰に含まれる放射性セシウムの除去と放射性物質の減容化、及び安定化実証 (2015. 9～12)
- ② 天野仁司, ロボットづくりの話あれこれ「電気計算」, 電気書院 (2015.10～2016.9)
- ③ 車田研一 (単名代表), 『埋立処分場排水管のスケール閉塞抑制方法の開発』, 科学研究費補助金 (基盤研究 (C) 15K06562, 分野 反応工学・プロセスシステム)
- ④ 車田研一, 公益財団法人 岩谷直治記念財団: 第 43 回 (平成 28 年度)「岩谷科学技術助成」
2016 年 7 月申請, 研究期間: 2017 年 2 月 - 2018 年 3 月 原子力発電所廃炉サイトでのバイオ・コンソリデーションによる地表砂地盤中での粒子結着による汚染種の拡散の抑止
(テーマの専門領域 : 化学工学, 機械系単位操作, 界面制御工学, 環境保全化学工学, 応用移動現象論)
- ⑤ 平成 27 年度 文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「マルチフェーズ型研究教育による分析技術者人材育成と廃炉措置を支援加速する難分析核種の即応的計測法の実用化に関する研究開発」: 研究分担 (福島高専代表) 押手茂克, 内田修司, 羽切正英 (研究代表: 福島大学共生システム理工学類・高貝慶隆), 成果報告書 (2016.3)
- ⑥ 押手茂克, 平成 28 年度化学系学協会東北大会実行委員会・庶務幹事 (長)・プログラム編成委員・F 会場と C 会場と H 会場と P 会場責任者, 平成 28 年度化学系学協会東北大会, 日本化学会東北支部 (2016.9)
- ⑦ 山内紀子, 公益財団法人 大倉和親記念財団: 2015 年度 (第 46 回) 研究助成金, 低誘電率シリカナノ粉体の実用的ワンポット合成および高分子薄膜中での粒子分散性評価, (2015 年 12 月～2017 年 3 月)

建設環境工学科

2) 論文

- ① 金澤伸一, 橋 伸也, 飯塚 敦: 盛土構造物の排水能力に対する解析的検討, 土木学会論文集 A2, 土木学会, Vol.71, No. 2, pp.429-436 (2016.1)
- ② 菊地卓郎, 齊藤充弘, 佐藤勇人, いわき市における逃げ地図に関する検討, 福島工業高等専門学校研究紀要, 第 56 号, pp.49-54, 独立行政法人国立高等専門学校機構福島工業高等専門学校 (2016.3)
- ③ 高橋 順, 宮本文穂, 江本久雄, 塩害および中性化による劣化を受けた橋梁の余寿命推定と信頼性評価, 材料, Vol.65, No.3, pp.259-266, 日本材料学会 (2016.3)
- ④ Ratna WIDYAWATI, Ayaho MIYAMOTO, Hisao EMOTO, Jun TAKAHASHI, Service Life Prediction of an Aged Bridge Based on Carbonation Tests of Cross-Section Cutting-Off Girders, Journal of society of material science, Japan, Vol.64, No.10, pp.835-842, 日本材料学会 (2015.10)

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 緑川猛彦, 菊地卓郎, 高荒智子, 金 高義, 加村晃良, 林 久資, 齊藤充弘, 霜田宣久: 福島高専建設環境工学科学科の現状と実践的教育の取組み, 土木技術, Vol.71, No.4, pp.49-54 (2016.4)
- ② 齊藤充弘, 避難者受入自治体の復興状況について～いわき市～, 日本建築学会東日本大震災における実効的復興支援の構築に関する特別調査委員会最終報告書, pp. ii -44 - 47, 日本建築学会 (2016.8)
- ③ 宮本文穂, 江本久雄, 矢部明人, 路線バスを利用した中小橋梁モニタリングシステムの実証実験, 山口大学工学部研究報告, Vol.66, No.2, pp.1-20 (2016.3)
- ④ 江本久雄, 宮本文穂, 高橋順, ひび割れおよび剥離検出のための VR 技術を用いた橋梁目視点検支援システムの開発, 山口大学工学部研究報告, Vol.66, No.2, pp.21-34, (2016.3)
- ⑤ Aleixo Sarmiento, Ayaho Miyamoto, Hisao Emoto, The application of an evaluation of road surface in East Timor by using Ippo-campo System, Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL), VERITAS, Vol.4, No.1, pp.28-31

4) 口頭発表

- ① 猪俣龍一郎, 緑川猛彦, 山ノ内正司: 硬化コンクリート中に含まれる塩分の抽出に関する温度依存性について, 平成 27 年度東北地区高等専門学校専攻科産学シンポジウム, T15-P-114, pp.139 (2015.12)
- ② 高橋秀実, 緑川猛彦, 山ノ内正司: 塩化物イオンの固定化に及ぼす化合物の影響, 平成 27 年度東北地区高等専門学校専攻科産学シンポジウム, T15-P-115, pp.140 (2015.12)
- ③ 猪俣龍一郎, 高橋秀実, 緑川猛彦, 山ノ内正司: 硬化コンクリート中に含まれる塩分の抽出に関する温度依存性について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, V-3 (CD-ROM) (2016.3)
- ④ 高橋秀実, 猪俣龍一郎, 緑川猛彦, 山ノ内正司: 塩化物イオンの固定化に及ぼす化合物の影響, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, V-3 (CD-ROM), (2016.3)
- ⑤ 安島歩美, 大樂沙央里, 緑川猛彦: 高温の温度履歴を受けたコンクリートの強度性状について (ポスターセッション), 第 1 回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC-1) (2016.3)
- ⑥ 志賀裕太郎, 齊藤充弘, 平中心市街地における駐車場形態と利用実態について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会 IV - 21 (2016.3)
- ⑦ 原田真衣, 齊藤充弘, 近隣商店街の土地利用の実態について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会 IV - 22 (2016.3)

- ⑧ 熊谷純樹, 齊藤充弘, 通学手段における自転車利用の実態について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会Ⅳ - 33 (2016.3)
- ⑨ 三浦千明, 齊藤充弘, 小中学生にみる公園の利用と評価について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会Ⅳ - 34 (2016.3)
- ⑩ 緑川果夏, 齊藤充弘, 自転車歩行者道の形態と利用実態について, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会Ⅳ - 45 (2016.3)
- ⑪ 松崎慎也, 金澤伸一: 解析による施工時期の違いが盛土の初期応力に与える影響, 第 51 回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会 (岡山), pp.2101-2102 (2016.9)
- ⑫ 金成雅季, 金澤伸一, 坂本将吾: 被災確率に基づく液状化判定の構築, 第 51 回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会 (岡山), pp.1679-1680 (2016.9)
- ⑬ 宮脇公平, 金澤伸一, 林 久資, 石山宏二: 温度変化を考慮したベントナイトの圧縮特性, 第 51 回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会 (岡山), pp.735-736, 2016. 9 (2016.9)
- ⑭ 坂本美咲, 林 久資, 金澤伸一, 緑川猛彦, 山崎雅直, 石山宏二, 大谷達彦, 進士正人, : 数値解析やクラックテンソルによる大深度立坑掘削時の力学的影響に関する検討, 平成 28 年度土木学会全国大会, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会 (仙台), CS12-046, pp.91-92 (2016. 9)
- ⑮ 真田昌慶, 石山宏二, 金澤伸一, 福井勝則: 連設坑道における岩盤の長期力学挙動評価手法の検討, 平成 28 年度土木学会全国大会, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会 (仙台), CS12-045, pp.89-90 (2016.9)
- ⑯ 吉野 修, 石山宏二, 金澤伸一, 飯塚 敦: 高レベル放射性廃棄物の地層処分における緩衝材の再冠水挙動に関する解析的検討, 平成 28 年度土木学会全国大会, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会 (仙台), CS13-039, pp.77-78 (2016.9)
- ⑰ 渡部滉大, 林 久資, 金澤伸一, 石山宏二, 温度変化を考慮したベントナイト一軸圧縮試験機の開発および基礎実験, 平成 28 年度土木学会全国大会, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会 (仙台), CS13-032, pp.63-64 (2016.9)
- ⑱ 佐藤文啓, 金澤伸一, 林 久資, 高山裕介, 石山宏二: 温度変化を考慮したベントナイト緩衝材の膨潤量の計測について 平成 28 年度土木学会全国大会, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会 (仙台), CS13-031, pp.61-62 (2016.9)
- ⑲ 斎藤健太, 高木将人, 林 久資, 海野寿康, 仙頭紀明: いわき市平周辺の地震による地盤沈下と地盤堆積構造の関係, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究会, 土木学会東北支部, Ⅲ -25 (2016.3)
- ⑳ 斎藤健太, 高木将人, 林 久資, 海野寿康, 仙頭紀明: 福島県いわき市平周辺の地震による地盤沈下と地盤堆積構造の関係, 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会, Ⅲ -278 (2016.9)
- ㉑ 林 久資, 緑川猛彦: 高温加熱を受けたコンクリートの再養生による強度回復, 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会, V -369, pp.737-738 (2016.9)
- ㉒ 佐藤文啓, 金澤伸一, 林 久資: 温度変化を考慮したベントナイト緩衝材の膨潤量の計測について, 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会, CS13-031 (2016.9)
- ㉓ 渡部滉大, 林 久資, 金澤伸一: 温度変化を考慮したベントナイト一軸圧縮試験機の開発および基礎実験, 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会, CS13-032 (2016.9)
- ㉔ 坂本美咲, 林 久資, 金澤伸一: 数値解析やクラックテンソルによる大深度立坑掘削時の力学的影響に関する検討, 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会, CS13-046 (2016.9)
- ㉕ 宮脇公平, 金澤伸一, 林 久資, 高山裕介, 石山宏二: 温度変化を考慮したベントナイトの圧縮特性, 第 51 回地盤工学研究発表会, 0368 (2016.9)
- ㉖ Kouji Kim, Takanori Uchida, Kenji Ishizawa, Hiroyuki Fujino, Hideaki Nakamura, Construction of wind power generators at Japanese Antarctic station, Syowa - A case study using CFD-GIS wind synthesis simulator -, COMNAP Symposium 2016 in Goa, India, National Centre for Antarctic & Ocean Re-

search, Ministry of Earth Sciences (Govt. of India), Download (2016.8)

- ⑳ 金 高義, 内山庄一郎, 積雪観測のためのマルチコプター空撮技術 - 2015/2016 年冬季の福島県西会津国道 49 号線道路路面の事例研究 -, 2016 年度日本雪氷学会東北支部大会 (2016.5)
- ㉑ 金 高義, 南極建物の雪氷防災対策, 「建設系企業と福島高専との懇談会」通常総会 (2015.12) [招待有り]
- ㉒ 金 高義, 半貫敏夫, 石鍋雄一郎, 小杉健二, 望月重人, 南極ドームふじにおける 9m- 天文観測架台のスノウドリフト性状評価, 寒地技術論文・報告集, 北海道開発技術センター, Vol. 31, pp.258-263 (2015.11) [査読有り]
- ㉓ 加村晃良, 風間基樹, 河井 正, 金 鍾官, 疋田信晴, 小西成治, 既存盛土の切土抑止壁として用いる圧縮補強土工法の打設ピッチに関する解析的検討, 第 51 回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, pp.1549-1550 (2016.9)
- ㉔ 吉武俊章, 原田紹臣, 木下 義博, 江本久雄, 宮本文穂, センサデータを活用した道路盛土区間の路面変位箇所検出手法の提案, 土木学会第 71 回年次学術講演会 (2016.9)

5) その他

- ① 金澤伸一, 林久資, 高山裕介, 石山宏二, 太田秀樹: 平成 27 年度放射性共通技術調査等事業 (放射性廃棄物重要基礎技術研究調査), 「天然バリアと人工バリアの力学特性を考慮した放射性廃棄物処分施設の長期的な力学挙動予測システムの開発」成果報告書 (2016.3)
- ② 競争的資金等の研究課題: Construction of Wind Power Generators at Japanese Antarctic Station, Syowa - A Case Study using CFD - GIS Wind Synopsis Simulator -, 公益財団法人日本科学協会: 平成 28 年度海外発表促進助成, 研究期間: (2016.8), 代表者: 金 高義
- ③ 競争的資金等の研究課題: マルチコプター空撮技術による道路法面積雪量の三次元測量手法開発: 山形県新庄市 教育委員会社会教育課・克雪技術研究協議会, 研究期間: (2015.4 ~ 2016.3), 代表者: 金 高義
- ④ 江本久雄, JICA, 東ティモール国立大学工学部能力向上プロジェクト, 模型設置, 実験演習方法作成, 路面計測, 2015 年 9 月 18 日から 10 月 2 日, 専門家として派遣

ビジネスコミュニケーション学科 (コミュニケーション情報学科)

1) 著書

- ① 安部智博, 「インカム・ゲイン」「キャピタル・ゲイン」「金銭債権」「金銭債務」「鉱業権」, 高須教夫・倉田幸路・佐藤信彦・浦崎直浩編 『新版現代会計用語辞典』, 8, 62-63, 64, 65, 94 ページ, 税務経理協会 (2016.8)

2) 論文

- ① 西口美津子・永山友理, 福島から考える屋内遊戯施設の一提案, 福島工業高等専門学校紀要, 第 56 号, pp.55-60 (2016.2)
- ② 若林晃央, 「地方都市における芸妓文化の現状と課題—会津東山芸妓の事例より—」, 『社会・経済システム』, 第 36 号, pp.73-79, 社会・経済システム学会, (2015.10)
- ③ 若林晃央, 「組織論における合理性概念再考」, 『研究紀要』, 第 56 号, pp.71-77 福島工業高等専門学校 (2016.2)

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① Nghiê-m-Phú Bình (2016). Improving residents' perceptions of their country with an application of body image theory: A case study in Hanoi, Vietnam. South Asian Journal for Tourism & Heritage, 9 (1), pp.39-56 (2016.2)
- ② Nghiê-m-Phú Bình (2015). A confirmation of the four-component structure of destination image, and

their relationships with tourists' loyalty. *European Journal of Tourism Research*, 11, pp.147-153 (2015.11)

2. Nghiê-m-Phú Binh (2015). A confirmation of the four-component structure of destination image, and their relationships with tourists' loyalty. *European Journal of Tourism Research*, 11, pp.147-153 (2015.11)

4) 口頭発表

- ① 西口美津子・渡部美紀子, マトリックス履歴書から考える女性のキャリアと起業～イノベーションの視点から, 画像電子学会第44回年次大会予稿集, pp.1-7, 早稲田大学 (2016.6)
- ② 西口美津子, 地域の活性化に向けた中高年女性の起業と能力開発, 日本産業教育学会第56回大会要旨集録, pp.46-47 (2015.10)
- ③ Nghiê-m-Phú Binh (2016). Tourist motivation structure: A confirmatory analysis of Snepenger, King, Marshall, and Uysal's (2006) scale. *Proceedings of the 4th International Conference on Creative Technology* (pp.68-70). Bangkok: Rajamangala University of Technology Krungthep. (2016.8)
- ④ Nghiê-m-Phú Binh (2016). Actual tourists as potential promoters of destination image. *Proceedings of the International Conference on Information and Social Science ISS 2016* (pp.198-216). Sapporo: International Business Academics Consortium & Nagoya Institute of Technology. (2016.6)
- ⑤ Nguyễn Thành Hưng; Nghiê-m-Phú Binh (2015). Perceptions of accountants and accounting in Vietnam - Findings of a qualitative study. *Proceedings of the 1st International Conference for Young Researchers in Economics and Business*, Vol. 2 (pp.143-161). Hanoi: National Economics University Publishing House. (2015.12)
- ⑥ Nghiê-m-Phú Binh (2015). Predicting life satisfaction from perceived place image - An intercultural and cross-cultural study with the local and foreign residents of a country in a tourism context. Paper Presented at 13th Asia Pacific Conference of Ritsumeikan Center for Asia Pacific Studies, November 7-8, 2015, Ritsumeikan Asia Pacific University, Beppu, Japan. (2015.11)

一般教科

2) 論文

- ① 笠井 哲, 沢庵『不動智』の諸武術への影響について, 印度学仏教学研究, 第64巻第2号, pp.115 - 121, 日本印度学仏教学会 (2016.3)
- ② 笠井 哲, 『蘭学事始』における学問の開拓, 洋学史学会研究年報 洋学, 第23号, pp.143 - 161, 洋学史学会 (2016.4)
- ③ 小口千明, 川崎俊郎, 高橋 淳, 三津山智香, 菊凜太郎, 木村遼之, 藤野哲寛, 王 君香, 桜木真理子, 近現代茨城県旧筑波郡および谷田部市街の活況とその後, 歴史地理学野外研究, 第17号, 59~94, 筑波大学人文社会科学部研究科 歴史・人類学専攻 歴史地理学研究室 (2016.3)
- ④ S. Isogami, T. Kawai, and M. Futamoto, "Anisotropic FMR Linewidth in Si-doped (0, 6, 10 at.%) Fe Single-crystal Films with A2 Phase," *Mater. Trans.* 57, pp.1489 -1493 (2016)
- ⑤ S. Isogami, and M. Tsunoda, "Enhanced inverse spin-Hall voltage in (001) oriented Fe₄N/Pt polycrystalline films without contribution of planar-Hall effect," *Jpn. J. Appl. Phys.* 55, 043001-5 -043001-5 (2016)
- ⑥ "Planar Bond Magnets with 52% Enhanced Stray Magnetic Flux Density and the Same Polarity at Both Surfaces via Homopolar Magnetization," S. Isogami, *Mater. Trans.* 57, pp.457-460 (2016)
- ⑦ 「LabVIEW で操作する計測器を用いた応用物理実験テーマの策定 - 共振実験用 VI の作成と線形フィッティング解析の実習 -」 磯上慎二, 小田洋平, 工藤康紀, 鈴木三男, 福島高専研究紀要, No.56, 115 (2105)
- ⑧ 渡辺賢治, 露伴の処女作「風流禅天魔」について, 解釈学, 巻76号, pp.39-45 (2016.3)

- ⑨ 本田崇洋「『ボエース』と『カンタベリー物語』の繋がり - 「巡礼」を視点に-」OLIVA 22号, 関東学院大学英語英米文学学会 (2016.4)
- ⑩ T. Iida, Weighted estimates of higher order commutators generated by BMO-functions and the fractional integral operator on Morrey spaces, J. Inequal. Appl., 23pp. (2016. 1)
- ⑪ M. Ogata, S. Umemura, N. Sugiyama, N. Kuwano, A. Koizumi, T. Sawada, M. Yanase, T. Takaha, J. Kadokawa, and T. Usui, Synthesis of multivalent sialyllactosamine-carrying glyco-nanoparticles with high affinity to the human influenza virus hemagglutinin, Carbohydr. Polym. 153, 96-104 (2016)
- ⑫ T. Sawada, Classification of globally F-regular F -sandwiches of Hirzebruch surfaces, preprint, arXiv:1604.00745.
- ⑬ T. Sawada, Globally F-regular F -sandwiches of degree p of a projective space, preprint, arXiv:1604.00746.
- ⑭ 大岩慎太郎, 「追加選挙と本選挙の暫定的な選挙結果公表による情報格差の合憲性」, 自治研究第 92 巻第 2 号 151 - 158, 第一法規 (2016.2)
- ⑮ K. Hyodo, Y. Kota, and A. Sakuma, "First-principles evaluation of intrinsic, side-jump, and skew-scattering parts of anomalous Hall conductivities in disordered alloys", Physical Review B, vol. 94, pp. 104404-1-104404-9, 2016.

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 川崎俊郎, 雑誌「地方経済」からみた昭和戦前期における茨城県の地方都市 (第 241 例会発表要旨), 歴史地理学, 58 巻 3 号, 53, 歴史地理学会 (2016.3)
- ② [Review] S. Isogami, "Enhancement of surface magnetic flux density of bonded permanent magnets by homopolar facing magnetization process and its applications", BM news of the Japan association of bonded magnetic materials 55, pp.54 -57 (2016).
- ③ [Review] S. Isogami, "Development of future logical operation using inverse magnetoresistive effect", Electrical Review 10, pp.75 - 78 (2015)

4) 口頭発表

- ① 笠井 哲, 空海における「自然観と社会活動」の現代的意義について, 平成 27 年度いわきヒューマンカレッジ (市民大学) 講演集, (いわきヒューマンカレッジ「環境再生学部」学部代表講師の講演, 於いわきワシントンホテル椿山荘, 2015.12), いわき市生涯学習プラザ, pp.33 - 36 (2016.2)
- ② 笠井 哲, 沢庵における「仏教と儒教との対決」, 印度学仏教学会第 67 回学術大会, 於東京大学, 日本印度学仏教学会 (2016.9)
- ③ 川崎俊郎, 雑誌「地方経済」からみた昭和戦前期における茨城県の地方都市, 歴史地理学会第 241 例会, 歴史地理学会 (2015.12)
- ④ 高橋宏宣「伊藤永之介「万宝山」の周辺——一九三〇年代の満州理解——」
日本文芸研究会第六十八回研究発表大会 (秋田県カレッジプラザ) (2016.6)
- ⑤ Masahiko Fuse Satoru Ozawa Seiichirou Miura, Risk communication for students in the case of Fukushima Nuclear Plant Accident 2011., International Symposium on ICT for Sustainable Development 2015, National University of Samoa and Ibaraki University (2015.11)
- ⑥ 布施雅彦, 福島の実状と福島第一原子力発電所の事故から学ぶ放射線教育の重要性について, 第 1 2 回日中友好科学技術教育シンポジウム・西安市科学技術協会 (2016.5)
- ⑦ M. Fuse, S. Ozawa, S. Miura, Continues Monitoring of Environmental Radioactivity in the area polluted by the Fukushima Nuclear Power Plant Accident 2011 and disclosure of the data to public through

- the Internet, International Symposium on ICT for Sustainable Development 2016, Department of Zoology and Environmental Management, Faculty of Science, University of Kelaniya and Ibaraki University (2016.8)
- ⑧ E. ISHIZAKI, M. Fuse, A. Minato, M. Itaba, S. Ozawa, Use of ICT for monitoring environment radioactivity and decontamination of sea water polluted by Fukushima Nuclear Power Plant accident, International Symposium on ICT for Sustainable Development 2016, Department of Zoology and Environmental Management, Faculty of Science, University of Kelaniya and Ibaraki University (2016.8)
- ⑨ Seiichiro Miura, Hiroshi Fujimoto, Kurt Fischer, Masahiko Fuse, Satoru Ozawa, Use of portable application technique in an introductory course of National Institute of Technology, International Symposium on ICT for Sustainable Development 2016, Department of Zoology and Environmental Management, Faculty of Science, University of Kelaniya and Ibaraki University (2016.8)
- ⑩ 布施雅彦, 地域の放射線測定を題材とした情報教育におけるグラフ作成の教材開発, 教育システム情報学会第41回全国大会, 教育システム情報学会, pp.75-76 (2016.8)
- ⑪ 磯上慎二, 水口将輝, 高梨弘毅, 「擬単結晶 Fe₄N 薄膜における異常ネルンスト効果の結晶方位依存性」, 第40回日本磁気学会学術講演会, 08aC-5, 金沢, (2016.9).
- ⑫ S. Isogami, Tetsuroh Kawai and Masaaki Futamoto, “Enhanced anisotropic FMR linewidths under rotating magnetic fields in Fe-Si (001) single-crystal-film planes”, The International Conference on AUMS 2016, Taiwan (2016). Oral
- ⑬ [Invited] S. Isogami, M. Oogane, A. Sakuma, and M. Tsunoda, “Anisotropic spin dynamics and generation of spin current in Fe₄N thin films”, The 178th Spinics Research Meeting, Sendai (June 10th, 2016)
- ⑭ 磯上慎二, 「4極型同極対向着磁プロセスによる52%磁束密度強化ボンド磁石の作製」, 第158回日本金属学会春季講演大会, p61, 東京, (2016.3)
- ⑮ 小野郁朗, 磯上慎二, 濱崎真一, 「Bi-Ti-O系薄膜の作製と圧電応答顕微鏡による強誘電性の評価」平成28年電気学会全国大会, 2-068, 仙台, (2016.3).
- ⑯ [Invited] S. Isogami, “Spintronics using Fe₄N thin films”, The 213rd MMU special seminar, Tsukuba (2016.1)
- ⑰ 青木亮太, 小野郁朗, 磯上慎二, 濱崎真一, 「Bi-Ti-O系薄膜の作製と圧電応答顕微鏡による強誘電性の評価」, 第21回高専シンポジウム in 香川, Pa-022, 香川, (2016.1)
- ⑱ S. Isogami, and Masakiyo Tsunoda, “Enhanced inverse spin-Hall voltage in Fe₄N/Pt bilayer films”, 2016 Joint MMM-Intermag Conference, FT-06, San Diego, USA, January (2016). Poster
- ⑲ [Invited] S. Isogami, “Enhancement of surface magnetic flux density of bonded permanent magnets by homopolar facing magnetization process and its applications”, BM Symposium 2015, Tokyo (Dec. 4th, 2015).
- ⑳ 本田崇洋, 『チョーサーの巡礼の一側面 — 『ボエース』との繋がりから—』, 第31回日本中世英語英文学会全国大会 (2015.12)
- ㉑ 飯田毅士, The Adams type inequality on weighted Morrey spaces and weighted inequalities on Morrey spaces for linear and multilinear fractional integrals, 実解析シンポジウム 2015 (2015.10)
- ㉒ 飯田毅士, 中村昌平, A note on the Fefferman-Stein inequality on Morrey spaces, 日本数学会 2016年度秋期総合分科会 (2016.9)
- ㉓ 小田洋平, 「遷移金属合金のスピン波スティッフネス・交換相互作用の第一原理計算」, 日本物理学会 2016年秋季大会, 14pAA-14, 金沢大学 (2016.9)
- ㉔ 兵頭一茂, 小田洋平, 佐久間昭正, 「FePt, FePd 不規則合金における異常ホール効果の第一原理計算」,

日本物理学会第71回年次大会, 20pAU-3, 東北学院大学 (2016.3)

- ②⑤ 小田洋平, 「コランダム型 Cr₂O₃ のネール温度に対する静水圧効果のシミュレーション」, 日本物理学会第71回年次大会, 19aPS-17, 東北学院大学 (2016.3)
- ②⑥ 工藤康紀, 「青少年のための科学の祭典大分大会」と科学技術教育, 第12回日中友好科学技術教育シンポジウム, 西安市科学技術協会 (2016.5)

5) その他

- ① 笠井 哲, 大蔵卿の阿呆ぶり, NHK カルチャー平成27年10月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編13>〜一條大蔵卿の人物造形〜第1回, 於NHK文化センターいわき教室 (2015.10)
- ② 笠井 哲, 人間と活きた自然との一体性を見直そう, 平成27年度いわきヒューマンカレッジ「環境再生学部」第7回, 於福島高専 (2015.10)
- ③ 笠井 哲, 常盤御前の矜持, NHK カルチャー平成27年10月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編13>〜一條大蔵卿の人物造形〜第2回, 於NHK文化センターいわき教室 (2015.11)
- ④ 笠井 哲, 大蔵卿の本心, NHK カルチャー平成27年10月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編13>〜一條大蔵卿の人物造形〜第3回, 於NHK文化センターいわき教室 (2015.12)
- ⑤ 笠井 哲, 梶原景時の智略と人格, NHK カルチャー平成28年1月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編14>〜「石切梶原」の様式美〜第1回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.1)
- ⑥ 笠井 哲, 六郎太夫の気骨と情愛, NHK カルチャー平成28年1月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編14>〜「石切梶原」の様式美〜第2回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.2)
- ⑦ 笠井 哲, 立敵・大庭の凄みと貫禄, NHK カルチャー平成28年1月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編14>〜「石切梶原」の様式美〜第3回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.3)
- ⑧ 笠井 哲, 心のふれあい, NHK カルチャー平成28年4月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編15>〜『一本刀土俵入』の世界〜第1回, 於NHK文化センターいわき教室, (2016.4)
- ⑨ 笠井 哲, 義理と人情, NHK カルチャー平成28年4月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編15>〜『一本刀土俵入』の世界〜第2回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.5)
- ⑩ 笠井 哲, 茂兵衛の恩返し, NHK カルチャー平成28年4月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編15>〜『一本刀土俵入』の世界〜第3回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.6)
- ⑪ 笠井 哲, 陽気な道中, NHK カルチャー平成28年7月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編16>〜「沼津」, 親子の情愛〜第1回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.7)
- ⑫ 笠井 哲, 悲しい宿命, NHK カルチャー平成28年7月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編16>〜「沼津」, 親子の情愛〜第2回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.8)
- ⑬ 笠井 哲, エコ・フィロソフィの構想について, 平成28年度いわきヒューマンカレッジ「環境再生学部」第2回, 於福島高専 (2016.9)
- ⑭ 笠井 哲, 親子の情愛, NHK カルチャー平成28年7月期講座, 芸道の心に触れる<歌舞伎・探究編16>〜「沼津」, 親子の情愛〜第3回, 於NHK文化センターいわき教室 (2016.9)
- ⑮ 川崎俊郎, 日本史再訪21「ニッポン・スポーツ事始め」〜近代日本とスポーツ〜第1回 幻の東京オリンピック〜神宮外苑略史〜NHKカルチャー10月期講座 (2015.10)
- ⑯ 川崎俊郎, 日本史再訪21「ニッポン・スポーツ事始め」〜近代日本とスポーツ〜第2回 高校野球100年〜少年スポーツと社会〜NHKカルチャー10月期講座 (2015.11)
- ⑰ 川崎俊郎, 日本史再訪21「ニッポン・スポーツ事始め」〜近代日本とスポーツ〜第3回 国民的体操序説〜ラジオ・生保・みんな〜NHKカルチャー10月期講座 (2015.12)
- ⑱ 川崎俊郎, 日本史再訪22「まるごと室町時代」〜日本文化の分水嶺〜第1回 惣と一揆〜仮名まじり文のはじまり〜NHKカルチャー1月期講座 (2016.1)

- ①⑨ 川崎俊郎, 日本史再訪 22「まるごと室町時代」～日本文化の分水嶺～第2回 畳と「ちゃかぼん」～和風のはじまり～NHKカルチャー1月期講座 (2016.2)
- ②⑩ 川崎俊郎, 日本史再訪 22「まるごと室町時代」～日本文化の分水嶺～第3回 広がる「学芸」～小京都のはじまり～NHKカルチャー1月期講座 (2016.3)
- ③⑪ 川崎俊郎, 日本史再訪 23「あなたの知らない明治時代」～近代社会と現代社会の相違点～第1回 両から円へ～二分金はどこへ行った?～NHKカルチャー4月期講座 (2016.4)
- ④⑫ 川崎俊郎, 日本史再訪 23「あなたの知らない明治時代」～近代社会と現代社会の相違点～第2回 習字今昔～草書から楷書へ～NHKカルチャー4月期講座 (2016.5)
- ⑤⑬ 川崎俊郎, 日本史再訪 23「あなたの知らない明治時代」～近代社会と現代社会の相違点～第3回 「おじいさんのランプ」～明かりの近代～NHKカルチャー4月期講座 (2016.6)
- ⑥⑭ 川崎俊郎, 日本史再訪 24「近くて遠い大正・昭和」～知ってるはずの時代・知らなかった時代～第1回 マグロ・クジラ・アホウドリ～自然保護と地政学～NHKカルチャー4月期講座 (2016.7)
- ⑦⑮ 川崎俊郎, 日本史再訪 24「近くて遠い大正・昭和」～知ってるはずの時代・知らなかった時代～第2回 二つの外地～疎開と接収地～NHKカルチャー4月期講座 (2016.8)
- ⑧⑯ 川崎俊郎, 日本史再訪 24「近くて遠い大正・昭和」～知ってるはずの時代・知らなかった時代～第3回 電車今昔～路面電車と通勤電車～NHKカルチャー4月期講座 (2016.9)

研究紀要

第 57 号

平成29年 2月28日 発行

編集兼発行者 **福島工業高等専門学校**
いわき市平上荒川字長尾30
TEL 0246-46-0700

印刷所 **八幡印刷株式会社**
いわき市平字田町82-13
TEL 0246-23-1471

乱丁落丁はお取替えいたします。

C O N T E N T S

Kousuke Terada, Kota Kadoi, Toru Takahashi, Sunao Tokura and Ichiro Hagiwara Dynamic properties on origami-based foldable structures	1
Tomoya Shima, Yudai Kawata, Seidai Watanabe and Mizuyasu Koide Performance Evaluation of Wind Tunnel Equipment	9
Masanobu Ohtsuki, Koichi Koizumi, Yoshiki Nakano and Hiroshi Arai An Algorithms for Solving the Puzzle Game “Tangram”	15
Takahiro Yamada and Rei Igarashi Analysis of characteristics of squeaking sand based on image information	21
Hidenori Ue, Susumu Toyoshima, Ai Yachidate and Mamoru Ando Study on Introductory Education to Cultivate Interest in Electrical Engineering for Young Students	27
Susumu Toyoshima Activity report of the embedded system design contest composed of myRIO educational tool and LabVIEW software	33
Kenichi Kurumada Akira Kasai and Ken Shigeta Tempting and delusive belief of “objective scientific measurement” involved in body actions as the potential driving force	39
Takehiko Midorikawa Ryuichiro Inomata and Masaji Yamanouchi The Temperature Dependence of Extraction of Salinity Content in Hardened Concrete	47
Tomoko Takaara and Iwaki city waterworks Bureau Characterization of radioactive materials removal in water purification plant	53
Koui Kim and Shoichiro Uchiyama Multicopter aerial photography for snow survey - A case study for slope face of Japan National Route 49, Nishiaizu, Fukushima in the 2014-2015 winter -	59
Mitsuko Nishiguchi and Mako Ando Innovation and Branding of Traditional Art Craft Products in Fukushima Prefecture	63
Takashi Yukawa and Chihiro Igari Supply Chain Management Support System for BCP	69
Yoshihide Tabuchi The Essay on the Contemporary Alpinism in Japan	75
Akihiro Wakabayashi The Impact of the Judgement of Rationality of Emotion in the Organization	85
Kouei Torii The Contrastive Semantics of ‘eternal’, ‘permanent’, and ‘perpetual’	93
Mitsuo Suzuki and Kenji Masuda Prototype of vibration experiments for students using FFT	99
Mitsuo Suzuki, Shinji Isogami, Yohei Kota and Koki Kudoh Measurements of the Spectrum Utilizing the Digital Camera	105
Mari Ishihara The World of Yukio Ninagawa ---- Crowds of People and Stars	111
Akira Kasai On the View of Nature in Ando Shoeki's Philosophy	117
Akira Kasai On the Development of Moral Principle in Kant's Pre-Critical Philosophy	123
Akira Kasai On the Intellect and Technology in Saigusa Hiroto's Philosophy	129
Akira Kasai On the View of Human Being in Yamototo Shugoro's Works	135
Akira Kasai, Makoto Ichikawa, Hidenori Ue, Kimihiko Shibata, Mizuyasu Koide and Hisashi Hayashi Creating a Safety and Comfortable Living Environment at the Banyo Dormitory of National Institute of Technology, Fukushima College	141
Hironobu Takahashi About “Manpozan” written by Einosuke Itou Reconsidering from an angle of Einosuke's grasp on the situation of Manchuria in 1931	147
Makoto Ichikawa and Takato Eshima The Use of the Year 2015 Admission Test of National Institute of Technology as an Achievement Test for Freshman Students and its Feedback on our English Class Management	157
Makoto Ichikawa, Masat Arai, Yuto Kojima and Haruka Kono Attempts to Raise the TOEIC® Score of the Students of National Institute of Technology, Fukushima College as a Project of the Globalizing Kosen	165
Makoto Ichikawa Some Notes on the Language and Content of the Old English Version of <i>the Life of St. Christopher</i>	173
Makoto Ichikawa, Kouei Torii, Yasuhiko Miyazawa, Mari Ishihara, Akiko Kato and Takahiro Honda English Speech Contest for Junior High School Students Hosted by National Institute of Technology, Fukushima College -Retrospect and Prospect-	179
Kenji Watanabe Deployment of Knowledge and Image in Japanese-language Education -Fusion and possibility of Literature and subculture-	187
Yohei Kota Theoretical study on magnetic order and noncollinear magnetic structure in γ -Fe	193