

## 【ねばりけ】の身体感知の力学的考察

### —ねばるとのびるの音韻平行性に着目して—

A mechanical attempt of physical perception of “viscosity/stickiness”

- focusing attention on the phonologic parallelism between *NEBARU* and *NOBIRU* -

車田研一

福島工業高等専門学校物質工学科

Kenichi Kurumada

Fukushima National College of Technology, Department of Chemistry and Biochemistry

(2013年9月17日受理)

This work addresses the author's attempts to clarify the kinematic conditions where we perceive viscosity of liquids depending on the physical sensation obtained from the reaction impulse or visual features of moved liquids. The physical perception of the viscosity cannot be necessarily identified with the measured viscosity. This skeptical reflection originates in the empirical fact that the physical perception of the viscosity appears discontinuously whereas the measured viscosity is absolutely given as a continuous physical parameter in real or complex number. A subject test in which they shake a bottle containing a liquid of a certain viscosity showed that our physical motion makes us recognize the contained shaken liquid as a tangibly viscous one when the viscosity exceeds  $10^{-2}$  to  $10^{-1}$  Pas. A salient visible feature of a liquid where we perceive the tangible viscosity is that it tends to form liquid ligaments under the agitating motion. The author attended to the phonologic parallelism between the Japanese verbs “NEBARU” and “NOBIRU”, which signify showing viscosity and stickiness, respectively. A hypothetical view that the common sequence of the consonants N, B and R in these two terms may suggest that the physical perception of viscosity coincides with the formation of visible ligaments of the liquid in motion. Actually, the optimal kinematic condition for the physical perception of the tangible viscosity is in accordance with that at which ligaments of liquid are easily formed as a result of continuous formation of liquid droplets. The dominant tendency of the formation of the ligaments is also described in terms of the Weber number, which is actually in the proximity of  $10^2$  in the present case. Thus, the physical perception of tangible viscosity can be accompanied by the visible stickiness when the liquid becomes sufficiently viscous to be elongated in the agitating flow.

**Key words:** viscosity, stickiness, tangibility, visibility, phonologic parallelism

#### 1. 緒言

液体をとりあつかうときに、そのねばりけの程度を把握しておくことが重要なのはいわば流体ハンドリング上の常識である。ねばりけが問題になるのは、その液体になにがしかの力がくわえられ、その結果として流体の運動が顕在化したときであり、さらに、その顕在化の可視的な様態(ねばる、のびる、はねる、たれる、など)はわたしたちが日常的に把

握している液体の特徴群そのものである。それらの液体の動的挙動の特徴的な要素を何らかの方法で再現可能なかたちでパラメタライズすることは自然科学の主たる役わりであるといえる。ここで、ねばりけに通念的に照応させられる物理パラメターは粘性率 (viscosity) である。(慣用的には粘度といわれることが多い。) 液体や気体などの流体のもっとも基本的な性質として粘性率がだいいちに

教えられることが多いため、たとえばある液体のねばりけを把握する必要がでてきたばあいには、とにかくその粘性率を数値として得ておきさえすればよいという考えへ至るのは思考のみちすじとしては自然ではある。しかしここではあえて、この理化学的には常識的な帰結への至りにたいして懐疑的な再考をおこないたい。本論考における筆者の基本的な動機は、わたしたちの日常の周囲（環世界（Umwelt））がきわめて複雑で相互に弁別不可能な事象群の連続的生起であるにもかかわらず、理化学的な測定値さえ知ればその環世界を理解したようなつもりになってしまいがちであるというわたしたちじしんの思考の短絡傾向への自戒である。それはまた、わたしたちが、言語という厄介な媒体を通して環世界をつごうよく整序することしかできないことにたいする反芻の態度表明でもある。

筆者は、もともと重合などの高分子化の過程が進行することによりその粘性率が系時的に増加する系をハンドリングする経験のなかで<sup>1,2)</sup>、わたしたちがねばりけを感知することと粘性率が増大をしめすことは事象として必ずしも並行的な関係にあるものではないことにつよい関心をいだいてきた<sup>3,4,5)</sup>。じつはこの非並行性はわたしたちが日常の経験からつねに感じとっているものである。たとえば、水にも当然ある粘性率があり、そのことをしめす意味において「水にもねばりけがある」という表現を用いるいっぽうで、わたしたちは水はねばる液体であるとは通常は認識しないであろう。この問題についてはふたつの側面が指摘できる。まず、ふだんわたしたちは目の前でとりあつかっている液体のねばりけの調整（微調整）や感知の現場において、粘性率をそのつど測るといようなことはほとんどしないにもかかわらず、首尾よくその場での目的を達成しているということである。むろんそのひとつひとつの現場でのねばりけの感知のしかたはさまざまであるが、たとえば、ねばりけを知るための手の動作ひとつとっても、それはわたしたちが理化学的に粘性率を測定するときのうごき（たとえばクエット流を誘発する運動境界条件など）とは大きく異なっている。水には粘性率はあっても、それはいわゆる日常感覚のなかでいわれるねばりけやねばるという挙動の範疇ではないというのはこのこと

とも関係している。また、日常的な体感印象としてたとえば納豆の「ねばりけ」が挙げられる。そこでは、わたしたちが日常的に納豆をかきまぜる動作のなかでは納豆の粘性率に相当する因子よりはむしろ視覚的感覚与件として顕在化する曳糸挙動が「ねばる」という挙動の被知覚与件に照応している。（納豆はたしかに糸を曳くが、その糸じたいの力学的特性はあまりにも微小であり、わたしたちの力覚にはうったえない。そうであってもわたしたちはその状態を「ねばる」と表現するのである。このねばりは視覚情報からくるものであり、明らかに粘性には対応していない。）もうひとつの問題点として、広義の述語論理による無意識的観察停止（述語的同一化・癒合的同一化）があげられる<sup>6)</sup>。具体的には、粘性率・ねばる（粘る）の双方にふくまれる述語の核としての表意文字【粘】の共用による事象の同一視が指摘できる。日本語の表記規則の形成過程において、どのような経緯で、「ねばる」というヴァナキュラー（vernacular）な表現に漢字の粘（もとの字は黏）があてられたのかは筆者にはまったくわからない。ただ、現在わたしたちが享受しているところの漢字の学習体系のなかでは、ねばるの表記としての「粘る」と、「粘（ネン）」という音読みの学習のあいだにそれほどの時間的なさけめ（lag）があるとは考えられない。ぎゃくに、「粘」に「ねばりけ」という和語（訓読み）が対応させられていることは音読みの学習と同時にならうので、粘性率という用語じたいが、それをならった時点でほぼ同時に「ねばる」と接続されるのである。この接続性はあくまでも「粘」という漢字の物理的な相同性に依拠しており、完全に機械的な接続であるといつてよい。その意味では、上にしめした粘という漢字の共通使用が文字表記上での述語同一性をもたらしていることがつよく推測される。それゆえ、わたしたちは「ねばる」を「粘性」と同列の物理的事象であると安易に考えるべきではないのである。このような思考は、日常はむろんのこと、一般的な自然科学的議論においてもほとんどされないもので、とりわけわたしたちが学術的専門用語を用いるばあいには、その物理的な意味あいを安易に日常での直観的与件へ還元してしまう、という陥穽（日常感覚への短絡的なステロタイプ化）をふまぬよう留意すべきである。

粘性率を測定するばあいに通常体现されるクエツト流の様態が、わたしたちがふつうねばる液体を手でいじるときの運動の様態とはじつは大きく異なるにもかかわらず、粘性率とねばりけがア・プリアリに常時並行的相関関係にあることを前提してしまうのはこの一例である。そしておそらく、この述語論理的混同が発生するうえでのひとつの看過できない要因として、【粘性率】と【ねばりけ】の両語に共通する第一音節<ネ (ne)>があるだろう。この「ネ」音の相同性にはおそらくわたしたちが発見しうる必然性はなく、その意味でこの音韻の共通性は『言語の恣意性 (F. ソシュール)』の範疇にはいることがらであろう。これはむしろ仮説の域をでないが、文字表現に顕在化しがちな術語論理の陥穽の拡張概念として、音韻上の部分的な相同性によるかくれた述語論理（身体を介した暗示的述語論理）という認識論的な陥穽もありうる。ねばるの「ね」と粘性率の「ね」の音韻共通性はおそらく偶然的なもので、それらのルーツにおけるなにかの共通性はないように思われる。ねばるの「ね」は「根」であり、粘の「ね」はもとの字の「黏 (zhan)」が漢語においてnianへ転訛したもののようだ。この偶然的な音韻の共通性になにかの並行性を感じるか否かはあくまでも個人個人の感覚の水準でしかない。すなわち、あくまでも平行性を感じさせる音韻上の物理的な蓋然性の範囲でしか、上述した「音韻上の部分的な相同性によるかくれた述語的同一化」の発生にたいしては言及はできない。

しかし、どのようなことばがある状況を表わすためにあてられているか、という問題は、その音韻と表記の両面において、じつはかなりクリティカルな論点である。ともすると、自然科学の領域では、「対象としていることが普遍的に共通な自然現象であれば、その記述手段としての言語はいつさいの不透明さなく明確に定義されており、対応関係は一意的である」というプロパガンダ的な信念に依拠してしまいがちであるが、これは明らかに誤謬である。ある事象にたいしてなぜそのことばがあてられているのかという問いにはけっして完全な説明があたえられることはない。たとえばテクニカル・ターム (technical term, 技術的専門用語) としての粘性率は英語ではviscosityであり、この対応関係はいちお

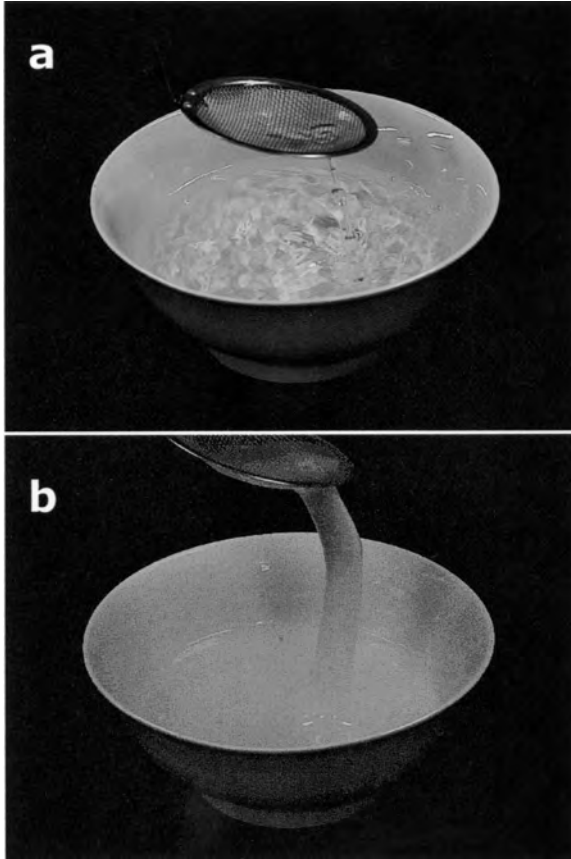
う一意的であると考えてよいだろう。viscosityの形容詞形はviscousであり、語幹の共通性から考えても、これを「ねばっこい」・「ねばりけがある」などと訳するのはまちがいでなく、その意味では「viscosity—粘性率」の対応関係といっけん並行しているといえる。ところが、じっさいの日常的英語表現ではviscousという形容詞はほとんど用いられず、thickで代用される。これはわたしたちが「この蜂蜜はねばる」というところを「この蜂蜜は粘性率が高い」というのが奇妙であるということとは根本的に性質が異なる。すなわち、書きことばと話しことばの混用による違和感ではない。thickの原意はもちろん「厚い・分厚い・厚みがある」であり、この「厚い」という表現が話し手のどのような身体感覚を媒介にして「ねばる」の意へ転写されるのか、英語を母語としていないわたしたちにはわからない。表現に用いられる語いかにによって、わたしたちの概念的想起内容は予想外の幅で変化しうるとつねに了解しておくべきである。

本論考では、流体のねばりけ、あるいはねばるといふ挙動を、観察者であるわたしたちがどのような第一次情報として感知しているのかという基本的な問題提起をおこなう。すでに述べたように、筆者は、理化学的な定型的指標として得られる連続パラメーター【粘性率】だけから、わたしたちの「あ、これはねばりますね」といういわば不連続的に発生する認識を説明はできないという考察に達している<sup>9)</sup>。では、いったいどのような現象が観察者であるわたしたちに、その液体のねばりけ（の顕在化）を伝えるのだろうか？この問いの設定にたいして、もとより確立された解答へのアプローチはない。筆者自身が「ねばりけの知覚の実体的な物理的契機」としてのなんらかの現象の顕在化を仮定する必要がある。

筆者は先行する記述のなかで、ある現象を認識するさいに、それを表現する語の音韻は、認識あるいは想起される内容にたいして、無視すべからざる影響をあたえることを述べた。これにもとづけば、「ねばる (ne ba ru)」と「のびる (no bi ru)」のあいだの子音列の並行的相同性は、ひとつの仮説として、「のびる」挙動と「ねばる」挙動の何らかの同時発生性や現象上の近接性を暗示している可能性がある。ここでは、前者の「のびる」／「ねばる」

の同時発生性の可能性を、ひとつの試論として検討する。

## 2. 日常動作に見い出される具体例



**Fig. 1** Snapshot of liquid in vertical elongational motion with a circular mesh of eye-open diameter approximately  $2 \times 10^{-3} \text{m}$  : (a) water; and (b) 2.5 wt%

Fig. 1aに、水をボウルへいれ調理用のメッシュ（径約10cm、目開き約2mm）で攪拌したときのスナップショットを示した。攪拌の動作はボウルとメッシュのサイズ・形状にトポロジカルに制限されて上下運動がその主体となる。水のばあいFig. 1aのように、攪拌された水が著しくひきのばされるようなようすは観られない。メッシュが上方へ動かされるとき、メッシュの下面で水はとぎれ、メッシュのみが上方へ移動していく。Fig. 1bには2.5wt%の片栗粉水溶液を同様に上下方向に動かして攪拌したときのスナップショットを示した。水のばあいとはちがいが、上方へ移動するメッシュによって片栗粉水溶液がいちじるしくひきのばされていることがわかる。容易に想像がつくとおり、水がわたしたちにね

ばりけを知覚させないのとは対照的に、片栗粉水溶液は、通常片栗粉が用いられる目的どおり、顕著なねばりけをその水溶液にもたらしめている。この結果を考えるかぎり、「ねばる」と「のびる」は同時発生的であり、のびる挙動が顕著になると、わたしたちがその事象を「ねばりけ」として認識しはじめる、という可能性は主張できる。

上記の実験は「ねばりけの知覚」対「ねばりけを暗示することが経験的に知られている因子の強度」の対応関係の知見を得るうえで直接的なアプローチであるといえる。しかし、この「ねばりけの知覚」は、あくまで経験的知覚（「あ、ねばりますね」という感覚）であり、確立されたパラメーターとしての粘性率とは実証的にむすびつけられてはいない。そこで以下では、粘性率を基準変数としたときの「ねばりけの顕在化条件」が、その液体がのびる挙動を顕在化させる条件と合致するか否かに論点をしぼり、「ねばる」／「のびる」の同時発生性の論考を試みる。

## 3. ねばりを知覚させる物理的必要条件としての粘性率はどのくらいか？

水ていどの粘性率（約 $1/1000 \text{Pas}$ ）の液体にはねばりけをまずほとんど知覚しないことは、日常生活での経験から明らかである。いっぽう、水飴（約 $1 \text{Pas}$ ）は明らかにねばりけを呈する。では、わたしたちはどのていどの粘性率ではっきりとしたねばりけを知覚し、それを「ねばる液体」と認識するようになるのだろうか？むろん、その「ねばる／ねばらない」の境界値としての粘性率を一意的に定めることは不可能である。しかし、流体の粘性率がしだいに増加してくると、ある時点で「ねばりはじめる」と感じるようになることはたしかであり、その境界値じたいは個人差があるものの、ある粘性率の領域に集中的に分布することが予測される。そこで任意被験者50名（男性40名、女性10名）にたいして以下のような実験をおこなった。

高水溶性高分子であるポリエチレングリコール（重量分子量約 $7 \times 10^3$ ）を水に溶解し、室温（ $25^\circ \text{C}$ ）で $1 \times 10^{-3} \text{Pas}$ （真水）から $1 \text{Pas}$ のあいだの20個の値の粘性率の液体試料を準備した。（粘性率調整値： $1 \times 10^{-3} \text{Pas}$ （真水）、 $2 \times 10^{-3} \text{Pas}$ 、 $4 \times 10^{-3} \text{Pas}$ 、 $6 \times 10^{-3} \text{Pas}$ 、

$8 \times 10^{-3} \text{Pas}$ ,  $1 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $2 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $3 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $4 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $5 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $6 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $7 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $8 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $9 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,  $1 \times 10^{-1} \text{Pas}$ ,  $2 \times 10^{-1} \text{Pas}$ ,  $4 \times 10^{-1} \text{Pas}$ ,  $6 \times 10^{-1} \text{Pas}$ ,  $8 \times 10^{-1} \text{Pas}$ ,  $1 \text{Pas}$ ) それらの試料液体を内径6cm, 高さ12cmの容積の半分だけそれぞれいれ, アイマスクと耳栓をした状態で粘性率の低い試料液体から順次被験者に振とうさせ, 「ねばりけ」を感じるようになりはじめた最初の試料液体を回答させた。(具体的には, まずはじめに被験者に上記20種類の液体試料を「あきらかにねばると感じられるもの」, 「あきらかにねばるとは感じられないもの」, 「それらの中間」の3グループに分けさせ, そのうち, 中間グループのなかでどこに「ねばる/ねばらないの境界」がはいるかを個々人の体感レベルにおいて回答してもらった。)

Fig. 2に「ねばりけを知覚したわりあい (cognition

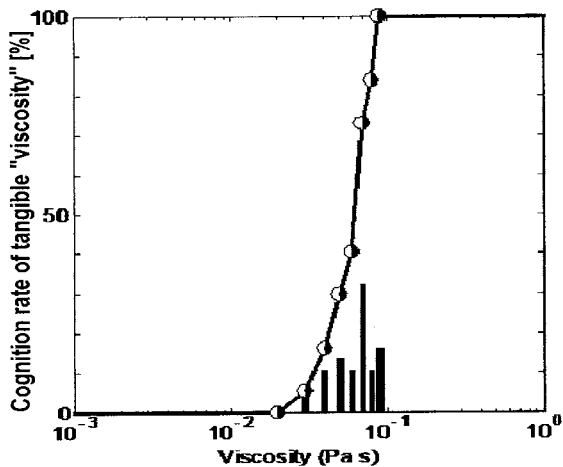


Fig. 2 Dependence of the proportion of the subjects who had the cognizance of the tangible viscosity in the shaking motion of the bottle containing the sample liquid on the measured viscosity of the liquid in the shaken bottle.

rate of tangible “viscosity” )」の試料液体の粘性率依存性を示した。 $2 \times 10^{-2} \text{Pas}$ から $9 \times 10^{-2} \text{Pas}$ の粘性率でねばりけが知覚されるようになることがわかる。この結果にもとづくかぎり,  $0.1 \text{Pas}$ , すなわち室温の真水の100倍相当の粘性率では, 人はほぼ確実にねばりけを知覚するようになることがわかった。

Fig. 3に, 左からそれぞれ $1 \times 10^{-3} \text{Pas}$ ,  $7 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ,

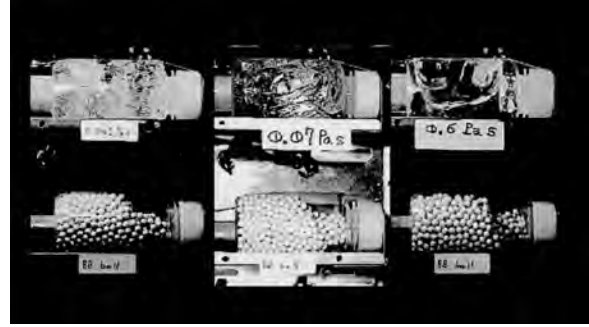


Fig. 3 Snapshot of the shaken plastic bottle containing liquid of the viscosity of  $1 \times 10^{-3} \text{Pas}$  to  $6 \times 10^{-3} \text{Pas}$ . The frequency and amplitude are 3.0 Hz and  $6 \times 10^{-2} \text{m}$ , respectively; (left)  $1 \times 10^{-3} \text{Pas}$  (water); (middle)  $7 \times 10^{-2} \text{Pas}$ ; and  $6 \times 10^{-1} \text{Pas}$ .

$6 \times 10^{-1} \text{Pas}$ の粘性率の試料液体を振幅 $6 \times 10^{-2} \text{m}$ , 周波数3.5Hzで単振動で振とうしたさいのスナップショットを示した。上記の振とう条件は, 多数の予備実験を総合して決められた, 人が内容物の性状を把握する目的で容器を振るさいの平均的モデル振とう条件である。下段のプラスチックボールの瞬間的な分布形状をそろえることにより, これら3種のスナップショットの位相はたがいにはほぼ同じになるようにそろえてある。(右端がすばまったままであることは, キャップのとりつけがされてあるボトルネック部からプラスチックボール群が抜け, さらに左端の容器底面に内容物が衝突した直後であることを示している。)水(図左端)は, 容器底面にはげしく衝突し, 気液界面が顕著にみだれている。この振とう速度と容器の内径をそれぞれ代表速度, 代表長さとして管レイノルズ数を計算すれば, その値は $10^4$ のオーダーとなる。これは乱流への遷移レイノルズ数( $\sim 2000$ )をはるかに超えており, スナップショットに撮られた流れの状態は完全に乱流領域であるといえる。対照的に,  $6 \times 10^{-1} \text{Pas}$ の粘性率のポリエチレングリコール水溶液(図右端)はほとんど気液界面の乱れを生じていない。液中の泡の動きを克明に追跡すると, それらは伸張変形と伸張状態からの戻りを繰り返していた。このことは, 振とう運動下の試料液体が「のびる」挙動を圧倒的に主としていることを示唆する。上記二者の中間にあたる $7 \times 10^{-2} \text{Pas}$ の粘性率(図中央)は, 人がねばりけを知覚しはじめる遷移領域のほぼ中間値であり, 実

際の被験者実験においてもモード値であった。スナップショットには「のびる」挙動の徴候が明確に観られる (Fig. 3の中央のスナップショット)。



Fig. 4 Snapshot of the shaken plastic bottle containing liquid of the viscosity of  $1 \times 10^{-1}$  Pa s. The frequency and amplitude are 3.0 Hz and  $6 \times 10^{-2}$  m, respectively.

Fig. 4には、「ねばる液体」への遷移が完了する粘性率  $1 \times 10^{-1}$  Pa s のばあいのスナップショットを示した。液体の「のび」は粘性率  $7 \times 10^{-2}$  Pa s のばあいと比較してもより試料溶液全体に広範に観察される。

ここで、ほぼ  $1 \times 10^{-1}$  Pa s の粘性率において、振とう動作による慣性力と粘性起因のせん断応力 (粘性抵抗) が相互に拮抗し、二者のうちのひとつが他を圧倒しなくなるにより、被験者がねばりけをはっきりと知覚するようになるかと仮定してみよう。振とうされる容器内の液体の表面に位置する大きさ  $D$  程度の液体塊にかかる慣性力とせん断応力を概算する方法を考える (Fig. 5)。

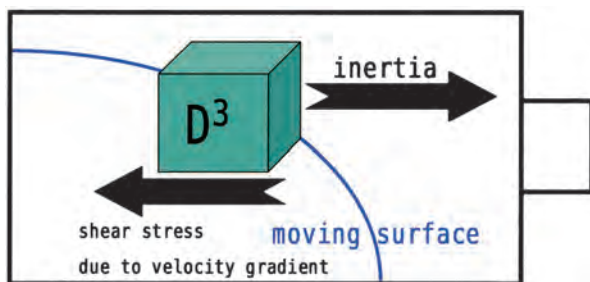


Fig. 5 Schema representing a volume element of the shaken liquid on which the inertia and viscous drag act at the same time.

まず、前者の慣性力を考える。液体の密度を  $\rho$  とすれば、この液体塊の質量は  $\rho D^3$  程度である。振とうされる容器の加速度を  $a$  とすれば、この液体塊には  $\rho D^3 a$  の慣性力がかかることになる。

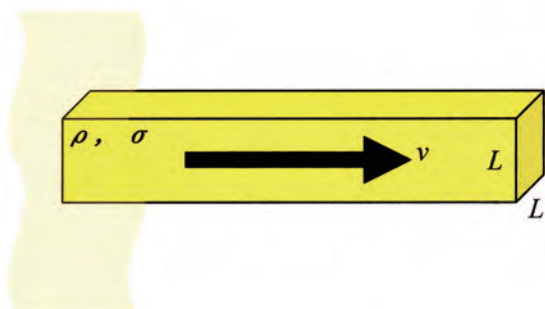
つぎにせん断応力による粘性抵抗の大きさを見積もる。振とうされる容器は速度  $u$  で運動しており、この結果、上記の大きさ  $D$  の領域に速度勾配が生じているとすると、これは  $u/D$  程度である。液体の粘性率を  $\mu$  とすると、この速度勾配に起因するせん断応力は  $\mu u/D$  である。このせん断応力が面積  $D^2$  の液体塊の底面に作用するとすると、液体塊にかかる粘性抵抗は上記二者の積、 $(\mu u/D)D^2 = \mu u D$  である。

よって、慣性力と粘性抵抗の拮抗条件を表す式は  $\rho D^3 a = \mu u D$  となる。この式にそれぞれの概数値であるところの  $\mu = 0.1$  (Pa s),  $u = 1$  (m/s),  $a = 10$  (m/s<sup>2</sup>),  $\rho = 10^3$  (kg/m<sup>3</sup>) の各値を代入すると、着目された表面領域のサイズはおおむね  $D \sim 3 \times 10^{-3}$  (m) となる。Fig. 3 および Fig. 4 にみられる液体ののびた部分 (リガメント, ligament) の幅はおおむね  $3 \times 10^{-3}$  (m) と一致していることから、以下のような描像がえがけるであろう。すなわち、容器を手で振とうするさいに、内封された液体の粘性率がしだいに増大していくと、真水のばあいにみられるような圧倒的な慣性力支配の運動モードから、漸次粘性抵抗が拮抗するようになる。最終的には粘性抵抗が慣性力を圧倒するようになっていく。その過程で、上述の二種類の力がたがいに拮抗するようになった時点で、容器を手にもった被験者は粘性抵抗の影響を有意に感じるようになる。そしてこのことが「ねばりけ」のはっきりした知覚につながっている。この『慣性力-粘性抵抗拮抗モデル』の有効性は、今後  $D$ ,  $u$ ,  $a$  が異なった値をとる系での再検証を経る必要がある。

#### 4. 「のびる条件」と「ねばる条件」の同時発生性は物理的に妥当な考えか？

前セクションでは、液体の粘性率を順次増加させたときに、その液体にはっきりとしたねばりけが感じられるようになる条件では、その運動下の液体に顕著にのびた部分 (リガメント) が発生していることが示された。ここでは、そのリガメントじたいの生成条件が液体に与えられた振とう運動下で実現される可能性の多寡を、液滴およびリガメントの生成条件の指標としてしばしば使用される無次元数  $We$  (ウェーバー数) によって検討する。 $We$  は  $\rho$ ,  $v$ ,  $L$ ,  $\sigma$  をそれぞれ液体の密度, 速度, 液滴やリガメントの径, 表面張力としたばあいに、 $\rho v^2 L / \sigma$  と

定義される。 $\rho v^2 L / \sigma$ のままではその意味が理解しづらいが、分母と分子の双方に $Lv$ を乗じ、さらに分子を $\rho (vL^2)v^2$ と整理すれば、液体柱が速度 $v$ である断面を通過するとき、単位時間あたりに液体がなさなくてはならない表面生成のための力学的仕事にたいする断面を通過する液体の運動エネルギーであることがわかる。(Fig. 6)



**Fig. 6** Schema of dragged liquid for estimating the Weber number. The liquid is in motion at the velocity  $v$  forming a liquid ligament, the width of which is  $L$ . The Weber number is given as the ratio of the kinematic energy transferring across a plain perpendicular to the direction of the motion to the required mechanical work for the formation of the sideways surface,  $\rho (vL^2)v^2 / (\sigma Lv)$ .

一般的に、 $We$ が50から100ていどになると、表面は速度 $v$ で並進する液体により顕著にひきだされ、リガメントが形成されやすくなる。 $We = \rho v^2 L / \sigma$ に実験条件および観察結果の概数 $\rho = 10^3$ (kg/m<sup>3</sup>),  $v = 1$ (m/s),  $L = 10^{-2}$ (m),  $\sigma = 10^{-1}$ (J/m<sup>2</sup>)を代入すると、 $We \sim 100$ となる。すなわち、液体のねばりけを手による振とう動作により知覚するために自然に選ばれる条件は、リガメント形成に有利な運動学的条件であることがわかる。

ここで、 $We$ 数( $\rho v^2 L / \sigma$ )は、いっさい粘性率には影響されないことに留意する必要がある。すなわち、今回の振とう条件では $We$ 数が100ていどであることじたいはのびる挙動(リガメント形成)に有利であるが、それはあくまでも液体側ののびる性質がそなわっているばあいに顕在化して発揮される有利性である。たとえば、真水じたいにはのびる傾向がとぼしく、たとえ $We$ 数が100になってもリガメン

トは形成されづらい。粘性率が大きくなり液体の伸張性が増大してくると、 $We \sim 100$ という物理的条件があればリガメントが顕著に形成され、たとえばげしく振とうされている状態であっても、その「のびる挙動」のすがたがスナップショットにとらえられると考えられる。

## 5. 結言

「ねばる」という知覚は、通念的にその対応物理量とみなされることが多い粘性率よりもむしろ「のびる」という視覚的被観察条件とつよい関係にあるという仮説をたてた。「ねばる」挙動が力覚として顕在化する動力学的条件を被験者実験により明らかにした。その動力学的条件は、ウェーバー数でおおむね100に相当することがわかった。これより、のびる挙動(リガメント形成)が顕在化する条件がわたしたちの手振り振とう動作により無意識のうち選ばれているため、振とうされる液体がわにのびやすい性質がそなわったばあいには、「のび」が顕在化するものと考えられる。この「のびやすい性質の増大」は、おそらく、粘性率の増大とともにおこるものである。そのため、結果的に、「ねばる」と「のびる」は現象として同時発生しやすい。わたしたちの知覚上、「のびる」挙動が顕在化するばあいは、「ねばる挙動(性質)」も同時に顕在化するのであろう。このかぎりにおいて、「ねばる」と「のびる」は同時発生するということができよう。

## 謝 辞

本論考の過程において啓発的な御批判をいただいた東京大学大学院工学系研究科小池修博士、山口由岐夫教授に深謝いたします。

## 文 献

- 1) K. Kurumada, A. Suzuki, S. Baba, E. Otsuka, "Relationship between Polarity of Template Hydrogel and Nanoporous Structure Replicated in Sol-Gel Derived Silica Matrix", *Applied Polymer Science*, Volume 114, 2009, Pages 4085-4090.
- 2) K. Kurumada, A. Suzuki, E. Otsuka, S. Baba, Y. Seto, K. Morita, T. Nakamura, "Effect of Residual Swelling Solvent on Nanopore Formation in Replication of

Swollen Hydrogel Network”, *Progress in Colloid and Polymer Science*, Volume 136, 2009, Pages 113-120.

3) K. Kurumada, “Quest of Measurable Signals as Sources of Information for Perception of Particles, Powders and Liquids”, 40th Advanced Powder Handling Sciences Seminar in Switzerland, 2010, ETH Zürich (Hönggerberg), Zürich, Switzerland, August 12th, 2010.

4) K. Kurumada, “What is the Clue for Physical Perception of Various States of Materials? – An Observational Study of Motion for Cognition –”,

Core-to-Core 2010, World Network Seminar on Advanced Particle Science and Technology, Kyoto, November, 2010.

5) K. Kurumada, “How can we truly study “powder” or “particle”?”, *Journal of the Society of Powder Technology, Japan.*, Volume 50, 2013, Pages 272-276.

6) 市川浩：精神としての身体，講談社学術文庫，1992.