

インフラメンテナンス人材育成システム

福島高専での取り組み2020

Education system for infrastructure maintenance engineering about Fukushima College
in 2020

浅野 寛元・江本 久雄

福島工業高等専門学校 都市システム工学科

ASANO Hiroyoshi and EMOTO Hisao

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

(2021年9月6日受理)

In this report, I summarize activities at Fukushima College as the education system of joint infrastructure maintenance between industry and academia based on project education system of high-level technical engineer corresponding for Society5.0 at Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. This project is promoted for recurrent education system for infrastructure maintenance engineers between industry and academia by Maizuru college mainly.

The purpose of this project is an educating for civil infrastructure maintenance engineer due to deteriorate civil infrastructure under severe circumstances and aging.

Key words: education system, civil infrastructure maintenance engineer, recurrent education, Society5.0

1. はじめに

わが国では、人口減少・少子高齢化を背景とした生産年齢人口の減少の加速とともに、社会基盤構造物(以下、インフラ)の高齢化・老朽化が急速に進展している。全国には約72万橋(高速自動車国道3%、直轄国道6%、補助国道5%、都道府県道16%、市町村道71%)¹⁾の橋梁ストックがある。このうち架設後50年以上経過する橋梁が10年後には5割を超える¹⁾など、インフラの安全・機能確保対策の必要性は大きく、維持管理・修繕等の需要は今後確実に増大する。一方、地方では、多くの自治体(町の3割、村の6割)¹⁾で橋梁保全業務に携わる土木技術者が不在であると同時に、地元企業にはインフラメンテナンスに関する高等教育を受けた技術者が非常に少なく、インフラメンテナンス分野での実務者としての経験も乏しい。また、熟練技術者の定年等による退職や離職が増加している反面、建設業界への入職者は減少傾向が続いている。将来にわたって、インフラの機能劣化により経済競争力の低下や安全・安心が脅かされる事態が生じないように適切に対策を実施していくには、インフラメンテナンスの担い手の確保と技術力の維持・向上が必須で

ある。

さらに、大きな社会の変革としてSociety5.0が訪れようとしており、インフラメンテナンスにおいても人工知能(AI)やビッグデータ、IoT、ロボティクス等の先端技術の活用が本格化する中、ICTスキルの修得は不可欠である。建設技術者は、現場でインフラの維持管理・修繕に携わりながら、技術力の維持・向上や新たなスキル修得のための学びを続ける必要があるが、時間や費用の制約、キャリアとの関係等が学びの障害となっている。このため、働きながら学びを続けるための環境整備や、職業能力の向上とキャリア・アップに繋がる教育プログラムの構築等、社会人のための学びとして「リカレント教育システム」を設計することは喫緊の課題である。

2. 事業概要

「KOSEN型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築」事業では、産学と地域が連携して、インフラメンテナンスのリカレント教育推進のための産学連携コンソーシアムを形成し、KOSEN型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築を行って

いる。

まず、建設技術者のスキル・キャリア向上のためのリカレント教育プログラム「橋梁メンテナンス技術者育成のステップアップ型教育プログラム」を開発し、高専のスケールメリットを活かした全国展開のため、福島高専をはじめ連携高専に教育拠点を整備。また、リカレント教育プログラムの講師となる実務家教員を育成する研修プログラムを開発・実施し、舞鶴高専社会基盤メンテナンス教育センターから各地域の教育拠点へ実務家教員を派遣・活用する仕組みを構築。さらに、本事業終了後のリカレント教育事業の継続性を確保するため、構築した人材育成システムをバックアップする組織(公益法人等)の創設を視野に、将来にわたり、各地域の高専が核となってインフラメンテナンス人材育成を推進する体制の実現を目指すものである。

舞鶴工業高等専門学校社会基盤メンテナンス教育センター (iMec : Infrastructure Maintenance Educational Center) を中核として、産学共同でインフラメンテナンス人材育成を推進するコンソーシアムを形成し、次の

3つの取り組みを実施する。

- ・ **講師の育成**
実務家教員育成研修プログラムを開発し、産学連携でリカレント教育プログラムの講師を育成する
- ・ **プログラム開発**
職務を離れることなく受講可能なリカレント教育プログラムを開発・実施する
- ・ **全国展開**
全国 5 か所のリカレント教育拠点到育成した実務家教員を配置し、リカレント教育プログラムを全国展開する

Fig.1には、「KOSEN 型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築」の全体を示す。



Fig.1 Outline of the education system of joint infrastructure maintenance between industry and academia

3. 地域の連携体制

インフラメンテナンス人材育成において、地域のインフラの維持管理を担う地方自治体や建設業界との連携は欠かせないので、本校では 2020 年度以降も連携を進めていくことになる。

2020 年度は、2020 年 8 月に、公益財団法人 福島イノベーション・コースト構想推進機構（以下、イノベ機構）と下記の連携協定を締結した。

「福島ロボットテストフィールドを活用した社会基盤メンテナンスに関する研究開発及び人材育成並びに福島イノベーション・コースト構想の推進に関する連携協定」

福島ロボットテストフィールド（以下、福島 RTF）には、インフラ点検・災害対応エリアがある。そのエリアは、ロボットによるインフラ点検と災害対応のために整備された試験場である。劣化が再現されている試験用橋梁やトンネル等が建設されている。実物劣化教材をそのような福島 RTF のフィールド内に設置することで、社会基盤メンテナンスの実践的な技術者の養成や研究開発に利活用されることが期待できる。

本協定は、福島 RTF を活用した福島イノベーション・コースト構想の推進に大きく寄与することを目的としている。



Fig.2 Fukushima RTF and Fukushima College signing ceremony

Fig.2 に締結協定時の写真を示す。

4. 2020年度の実施計画

福島高専の実施計画を Table1 に示す。なお、赤文字は本校単独の事業実施計画、青文字は舞鶴高専等と協働で行う事業実施計画である。Table1 に示す実施計画の中でも、主活動は③～⑥のリカレント教育プログラムの開発であった。

Table1 Implementation plan at 2020 in Fukushima college

2020 年度	<ul style="list-style-type: none"> ① 実務家教員育成研修プログラムの開発を行う ② 実務家教員育成研修プログラムの開発方針について、社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会で技術評価を受ける ③ リカレント教育プログラムの開発を行う ④ リカレント教育プログラムの開発方針について、社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会で技術評価をうける ⑤ リカレント教育プログラム実証講座を開催する ⑥ リカレント教育プログラムの当該年度実証講座について、内部評価（リカレント教育推進委員会）および外部評価（社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会）を行い、検証と改善を行う ⑦ REIM 産学連携コンソーシアム合同会議を開催する（年 2 回程度） ⑧ REIM 産学連携コンソーシアム合同会議の各開発部会を開催する（合同会議との同時開催 2 回、他 1 回程度） ⑨ リカレント教育推進委員会の活動および会議を開催する ⑩ 本事業の当該年度実施内容と次年度実施計画について、外部評価（社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会）を受ける ⑪ 当該年度の事業報告書を作成し、印刷・製本する ⑫ 本事業の広報媒体（ホームページ、事業紹介パンフ）を更新する ⑬ 地域連携体制を構築する
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. プログラム開発

5.1 リカレント教育プログラムの目的と特徴

本事業で開発する教育プログラムは、アクティブ・ラーニングをふんだんに取り入れたカリキュラムにより、橋梁メンテナンスに必要な ICT スキル、及び橋梁の点検・診断に必要な知識や技術を、効率的かつ効果的に修得することを目的とする。また、この教育プログラムに対応する新規技術資格として『橋梁診断技術者』を創設し、リカレント教育による学びとキャリア向上の好循環に繋げることを目的とする。

本事業で開発する教育プログラムは、技術レベルや学修レベルが異なる複数の講座で構成し、各講座はeラーニングと超短期の講習会(最長3日間)からなる独立した講座とすることで、現場での職務を続けながら段階的かつ体系的に橋梁メンテナンスに必要なスキルを修得できる点に特徴がある。体系を Fig.3 に示す。

5.2 専門特修講座

2020 年度、本校が開発に携わった専門特修講座【施工技術と施工管理】と【建設 ICT】について、開催日程、修得を目指す知識及び技能(到達目標)、受講資格、教育方法、カリキュラム(案)、学修期間、修了要件、及び到達度評価を示したシラバスを作成している。

(1) 専門特修講座【施工技術と施工管理】

専門特修講座【施工技術と施工管理】については、今年度、香川高専と協同してeラーニング教材と講習会用テキスト、体験型学修資料などの開発作業を行った。専門特修講座【施工技術と施工管理】のシラバス(案)を Table2、カリキュラム(案)を Fig.4 に示す。

これらのシラバス(案)、カリキュラム(案)をもとに、第1回実証講座を2020年11月14日~15日の2日間、舞鶴高専で行った。受講生は行政機関から7名、舞鶴高専の学生1名の計8名であった。受講生には、まず講習会前の事前学修として所定のeラーニングを受講してもらった。講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化、および施工技術と施工管理に関する技能を修得するための体験型学修や実習等のアクティブ・ラーニング形式で実施した。

講習会終了時に受講生に対して、本講習会のアンケート調査を行った。その結果、受講生全員が“講習会を受講してよかった”と高評価を得た。講習会の全体のレベルは“やや難しい~ちょうど良い”と評価され、eラーニング教材や講習会用テキスト、体験型学修資料などの開発は適切なレベル設定であったことが確認できた。講習会全体のボリュームは“やや多い(1名)、ちょうど

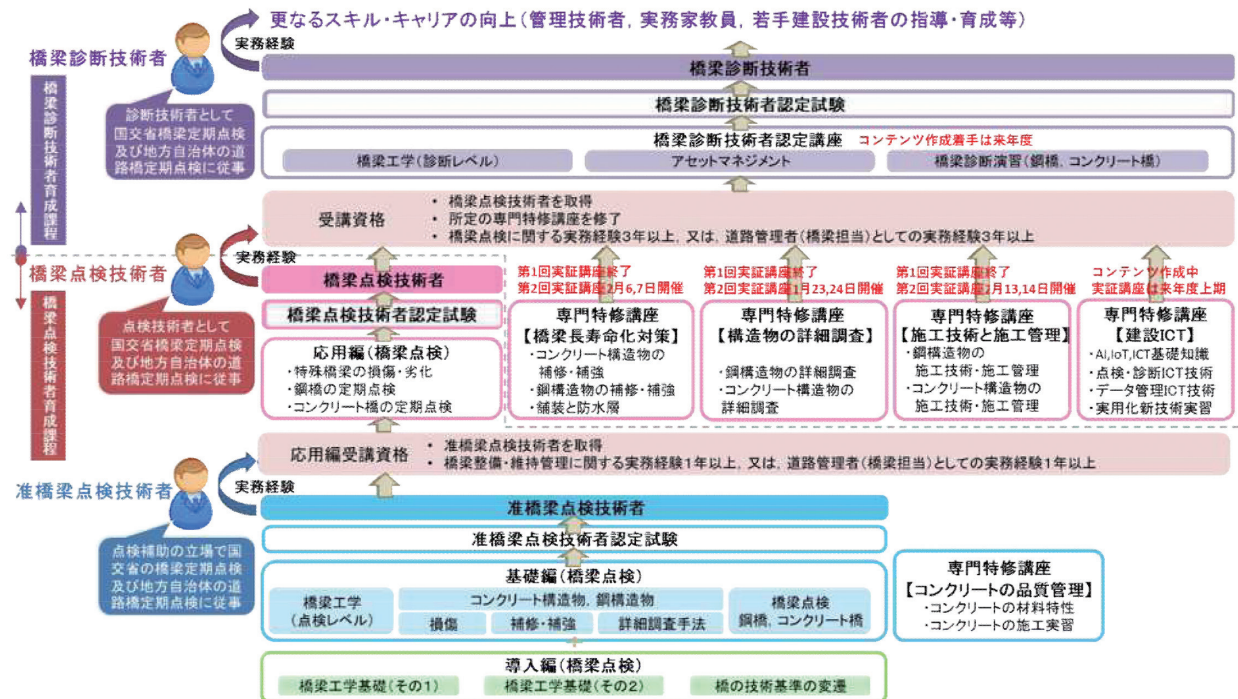


Fig.3 Configuration of consortium of REIM between industry and academia

Table2 Specialized training course [Construction technology and construction management] Syllabus (draft)

講座名称	e+iMec 講習会【施工技術と施工管理】(専門特修講座) ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定されている。
開催日程	eラーニング(3週間)+講習会(2日間)/年間2回程度開催
修得を目指す知識及び技能(到達目標)	鋼橋およびコンクリート橋の「施工技術と施工管理」に関する専門的な知識と技能として、以下の修得を目指す。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼橋に用いられる鋼材や施工に関する留意点 ・ 鋼橋の防食法と接合法に関する知識 ・ 鋼橋の初期欠陥に由来する劣化現象の体現 ・ コンクリート構造物(橋)の劣化現象、劣化原因の究明力 ・ コンクリート構造物工事における施工計画の重要性の理解と実施工に関する知識 ・ 基礎知識からの実務への応用力、展開力
受講資格	<ul style="list-style-type: none"> ・ 准橋梁点検技術者を取得、または取得予定 ・ 橋梁整備、維持管理に関する実務経験3年以上、または道路管理者(橋梁担当)としての実務経験3年以上
教育方法	講習会の事前学修として、所定のeラーニングコースを受講する。 講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化、および施工技術と施工管理に関する技能を修得するための体験型学修や実習等のアクティブ・ラーニング形式で実施する。
カリキュラム(案)(教育内容)	Fig.4 参照
学修期間(学修時間)	<ul style="list-style-type: none"> ・ eラーニング:事前学修として講習会前の3週間, 所要時間:約6時間 ・ 講習会 :2日間(約14時間)
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること、かつ講習会の全時限に出席しカリキュラムを全て修了のこと。
到達度評価	講習会の最後に修得を目指す知識および技能(到達目標)に対する学修到達度チェックを実施する。 eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。

良い(6名)、やや少ない(1名)”と概ね適切なボリュームであったと判断できた。eラーニングによる事前学修後に講習会を受講したことで、受講生が自身の理解度の向上を概ね実感していた。さらに、動画を用いた講義では、理解度や満足が高い結果を得た。

また、実証講座であることから複数名の担当者による検証も行われた。eラーニングのボリュームがやや多いという意見があり、eラーニングの受講期間を2週間から3週間確保することや解説を追加するなど、検証会の助言を反映する。講習会(座学)については概ね適切であると評価されたが、動画使用の再検討やテキスト・配付資料に工夫を加えた方が良いとの指摘を得た。講習会(体験型学修)については、eラーニングや座学との連動性に一部見直しが必要との指摘があったので、eラー

ニングや座学からのつながりを確認できるカリキュラムに再検討する。

以上より、シラバス(案)やカリキュラム(案)、eラーニング、テキストについては、2021年度に実施される第2回実証講座に向けて修正・変更を行い、さらに、講義の工夫、講師の説明力向上などにも取り組む。

(2) 専門特修講座【建設 ICT】

専門特修講座【建設 ICT】については、2019年度、舞鶴高専およびその他高専の開発メンバーと協働してコンテンツの開発を行う計画であった。しかし、コロナ禍であることや他講座の開発を優先させることとなり、シラバス(案)の検討やeラーニング教材の一部を開発したのみである。開発は2021年度上期に行う予定である。専門特修講座【建設 ICT】のシラバス(案)を Table3、

カリキュラム (シラバス/プレゼン用)

2020.11.04

e-learning		iMec講習会【施工技術と施工管理】				
科目	限	時間 (分)	項目	内容	目	
技術・材料変遷と架設 防食方法 施工上の留意点 接合方法 施工上の留意点	-	9:00-9:20	(20)	講習会ガイダンス	本講座の位置付けの理解	1 日 目 .. 鋼
	1	9:20-10:00	(40)	鋼材の種類と鋼橋の架設方法	鋼材の種類や特性、鋼橋の各種架設方法等	
	2	10:10-11:10	(60)	溶接接合の技術と施工管理	溶接の原理、溶接欠陥の種類	
	3	11:10-12:00	(50)	溶接の欠陥	溶接欠陥の観察と計測	
	4	13:00-13:40	(40)	高力ボルト接合の技術と施工管理	リベット、高力ボルトによる接合方法	
	5	13:40-14:30	(50)	リベット、高力ボルト接合の実際	リベット、高力ボルトの観察と動画教材による理解	
	6	14:40-15:30	(50)	防食技術と施工管理	塗装、耐候性鋼材、溶融亜鉛めっき、金属溶射	
	7	15:30-16:30	(60)	塗膜の欠陥	隅角部の塗膜厚さの計測、塗膜剥離実験	
8	16:40-17:00	(20)	まとめ (1日目)	質疑応答、補足、アンケート		
コンクリート構造物 (コンクリート橋) の概要	9	9:00-9:30	(30)	コンクリート構造物 (橋) を知る	年代ごとの構造の特徴、構造形式等の理解	2 日 目 .. コン クリ ート
劣化現象と劣化原因	10	9:30-10:10	(40)	劣化現象と初期欠陥	コンクリート構造物の劣化現象と初期欠陥の理解	
施工計画の実際 施工の実際	11	10:20-11:00	(40)	コンクリート橋の初期欠陥	簡易教材を用いた初期欠陥の理解	
	12	11:10-12:00	(50)	施工計画の実際	初期欠陥防止に向けた施工計画の重要性の理解	
	13	13:00-13:30	(30)	施工の実際	施工条件・施工環境の理解、特殊コンクリートの理解	
	14	13:40-14:30	(50)	コンクリートのフレッシュ性状と施工性	動画教材を用いたフレッシュ性状の理解	
	15	14:30-15:50	(80)	コンクリート橋の実施工	動画教材を用いた実施工の理解	
〈凡例〉	16	16:00-16:20	(20)	まとめ (2日目)	質疑応答、補足、アンケート	
座学	17	16:20-16:50	(30)	学修到達度試験	問題数20問、回答時間30分	
体験型学習	18	16:50-17:00	(10)	修了式	修了証の交付	

Fig.4 Specialized training course [Construction technology and construction management] Curriculum (draft)

Table3 Specialized training course [Construction ICT] Syllabus (draft)

講座名称	e+iMec 講習会【建設 ICT】(専門特修講座) ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定されている。
開催日程	eラーニング (2週間) + 講習会 (2日間) / 年間2回程度開催
修得を目指す知識及び技能 (到達目標)	建設 ICT に関する基礎知識、橋梁メンテナンス実務で ICT を活用するために必要な知識及び技能として、以下の修得を目指す。 ・ 建設 ICT (AI、IoT、ICT 等) に関する基礎知識を修得する ・ 橋梁メンテナンス分野における新技術に関する知識及び技能を修得する ・ データ活用型インフラメンテナンス【インフラメンテナンス 2.0】に対応するために必要な知識及び技能を修得する
受講資格	特になし
教育方法	講習会の事前学修として、所定の eラーニングコースを受講する。 講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化、および建設 ICT を活用した新技術等に関する技能を修得するため、体験型学修やグループワーク等のアクティブ・ラーニング形式で実施する。
カリキュラム (案) (教育内容)	Fig.5 参照

Table3 Specialized training course [Construction ICT] Syllabus (draft)

学修期間 (学修時間)	<ul style="list-style-type: none"> eラーニング：事前学修として講習会前の2週間，所要時間：約3時間 講習会：2日間（約13時間）
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること、かつ講習会の全時限に出席しカリキュラムを全て修了のこと。
到達度評価	講習会の最後に修得を目指す知識および技能（到達目標）に対する学修到達度チェックを実施する。 eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。

e-learning		e+iMec講習会【建設ICT実務】				
講座名	限	時間	(分)	講座名	内容	日
建設ICTの基礎知識 (AI, IoT, ICT)	-	9:00-9:45	(45)	講習会ガイダンス	オリエンテーション, 導入ワーク 事前学修のチェックテスト	1 日目
橋梁メンテナンス分野 の新技术	1	9:45-10:15	(30)	建設ICTの基礎知識	AI, IoT, ICT等	
データ活用型 インフラメンテナンス	2	10:15-10:50	(35)	橋梁メンテナンス分野の新技术	橋梁点検・橋梁診断に関する新技术等	
AIの基礎知識 (環境構築, 深層学習, CNNの仕組み)	3	11:00-12:00	(60)	データ活用型インフラメンテナンス 【インフラメンテナンス2.0】	維持管理情報のデジタルデータ化 デジタルデータ活用システム(API 等) AI活用によるメンテナンスの高度化	
AI演習の準備 (PCの環境構築)	4	13:00-15:00	(120)	実用化新技术実習	実用化新技术の実体験 (ドローン, 3D測量, ...?)	
《凡例》	5	15:10-17:00	(110)	AIの基礎知識	環境構築, 深層学習, 畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の仕組み 演習の事前確認: PCの環境構築	2 日目
e-learning講座単位	6	9:00-14:30	(270)	AI演習～基礎編～	CNNによる簡単なプログラムを作成・ 操作することで, AIの仕組みを学ぶ 実務への応用事例: 部材損傷判定 CNNの構築事例を学ぶ	
座学(講義)	7	14:40-16:00	(80)	これからの橋梁メンテナンス実務	Society 5.0を想定したケーススタディ, グループワーク, プレゼンテーション	
体験型学修	8	16:00-16:15	(15)	まとめ	質疑応答, アンケート	
	9	16:25-17:00	(35)	学修到達度確認試験	問題数20問, 回答時間30分	
	-	16:50-17:00	(10)	修了式	修了証の交付	

Fig.5 Specialized training course [Construction ICT] Curriculum (draft)

カリキュラム(案)をFig.5に示す。

シラバス(案)およびカリキュラム(案)については、コンテンツ開発に伴い修正・変更を行い、改善していく。

6. 実施報告

6.1 会議・打ち合わせ等

2020年度に本校が出席した合同会議および委員会は計11回である。専任教員研修会および実証講座関連には計3回参加した。専任教員の打合せは計10回である。遠方他高専の専任教員とはこの専任教員の打合せでコ

ミュニケーションを図っている。そして、コロナ禍であることから、移動や集合が難しいこともあり、これらの会議や打合せの多くは、オンラインで行われた。

6.2 実施環境整備

2019年度には、リカレント教育拠点として実施環境の整備を行った。2019年度に整備ができなかった本事業の事務室は、本校専攻科棟3階の研究室(2)を2020年度4月1日より使用を開始した。

福島RTFに設置している実物劣化教材については、新規に劣化教材の追加等を行っていない。2021年度以

Table4 Staffs of REIM at Fukushima College at 2020

役 職	名 前	備 考
准教授	江本 久雄	都市システム工学科
特命助教	浅野 寛元	都市システム工学科

降、橋梁を撤去するなどの情報が得られ、その撤去橋梁の一部材が教材として適切な部材であれば受け入れる計画である。PC 橋の主桁など実物劣化教材の充実を図りたい。

6.3 運営体制

福島高専のリカレント教育運営スタッフは 2019 年度と同じスタッフである。そのスタッフを Table4 に示す。

2021 年度には、e+iMec 講習会【基礎編（橋梁点検）】の試行講座を行い、2022 年度には同講習会を本校主催で開催する計画であることから事務員の補充が必要と考える。

7. まとめ

本報告は、KOSEN 型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築事業において連携高専である

福島工業高等専門学校の取り組みについて、2020 年度に関してまとめたものである。

謝 辞

KOSEN型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築事業においては、連携高専の舞鶴高専、長岡高専、福井高専、香川高専、そして連携協定を締結した公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構に対しここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 国土交通省 道路局：道路の老朽化対策 施策の概要「老朽化対策の取組み」, <<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>>, (入手2021.3.15)