

## 第2章 令和元年度の年度評価（分科会での評価結果と土木研究所の対応）



## 防災・減災分科会の評価結果および主な意見と対応

### 研究開発プログラム名：(防災1) 近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発

#### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<p>【国の方針への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・背水区間における河道条件と自流量の大きさが破堤拡幅現象に与える影響を検討し、これらの条件ごとに異なる対応が必要になることを明らかにした。国土交通省の「水防災意識社会の再構築に向けた緊急行動計画」(H31.1.29)のうち、(3)被害軽減の取り組み(水防体制)、(5)防災施設の整備(本川と支川の合流部等の対策)の促進に貢献。</li> <li>・漂流物(海水等)を伴う津波遡上について、津波遡上水深と漂流物パイルアップ高の関係を水理模型実験等から示し、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」へ反映に寄与の見込み。政府地震調査委員会公表(H29.12)の「千島海溝沿いでの超巨大地震発生予測(M9級が今後30年以内に最大40%)」へ対応し、海水等を伴う津波減災技術の開発に貢献。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<p>【令和元年災害への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・令和元年台風第19号による堤防決壊被災に関し、堤防調査委員会への参画と対策工法の提案等、早期の復旧に貢献(鳴瀬川水系吉田川・阿武隈川・荒川水系越辺川及び都幾川・那珂川・久慈川・千曲川・宮城県・埼玉県管理河川)。</li> <li>・「令和元年台風第19号の被災を踏まえた河川堤防に関する技術検討会」(国土交通省)に事務局として参画し、堤防強化の技術的検討に貢献。</li> <li>・R1佐賀豪雨の土木学会災害調査団に参画し、六角川からの氾濫水及び氾濫域内の鉄工所から流出した大量の油の挙動解析を行い、報告書を執筆。本解析は当該被災地における油流出リスクを考慮した氾濫水排除の検討に貢献可能。</li> </ul>	B
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水面波の発生に伴う上昇流の発生によるブロックの安定性低下を明らかにするとともに、三角波発生時のブロック安定性評価の補正方法を開発した。これらにより「護岸の力学設計法」の改定等に寄与。</li> </ul> <p>【技術指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」の一環で実施されている河道内の樹木伐採や掘削に関する技術指導(掘削後の河岸侵食や河床形態の変化の可能性等:14件)</li> <li>・各地方整備局において、浸透対策予定箇所や浸透に係る不具合箇所に関する技術指導を実施(信濃川、土器川、重信川、物部川、北川、仁淀川、荒川上流、由良川、那珂川、千歳川)</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>【生産性向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・試験装置が安価かつ小型で試験実施中は作業員の張り付く必要がほとんど無く、多点で同時並行での試験実施が可能な現場透水試験を開発し、従来法の3~5倍の効率で試験が実施できることを実証。</li> <li>・平行測線において、電気探査と表面波探査を同時並行で実施することにより、約半分の作業人数で堤体および基礎地盤の情報を取得できることを実証。</li> </ul>	A

#### 外部評価委員からの主な意見と対応

##### 【委員からのコメント】

- 1) 河川堤防等の評価技術、強化技術はすべて有用であり、独自性に富むものであるが、研究レベルでの開発から汎用性のある技術への移行が難しい。ぜひこれに期待したい。
- 2) 防災・減災分野での生産性向上は、生産性に関わる指標を設定し、その指標を使って定量的に生産性向上を示すことが望まれる。

- 3) 本プログラムは現行の技術基準などの改定につながる要素を多く含んでおり、本研究開発から多くの成果が期待できそうであり、今後さらに実務あるいは現場に反映させる努力を期待する。
- 4) 「近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発」という大きな目標に対して、問題の所在や現状の技術水準を示した上で課題（新規の技術開発）を提示すれば、個別の研究課題の位置付けやプログラムの意義が明確になると思われるので、一考されたい。
- 5) 背水区間での越水による堤防決壊について実験、数値解析、実態把握等、国の研究開発事業に関わる法人として重要な課題に取り組んでいる。実堤防は粘着性を有し、不飽和土壌でのサクシオンによる見かけの粘着力が生じるため、より実際の場に近い土質条件に取り組んで研究成果を実用に供してほしい。
- 6) 破堤しづらい堤防の実現に向けて、堤防裏法尻の補強だけでなく、堤防裏法斜面のより安価で有効な侵食速度抑制技術の開発を目指してほしい。台風第 19 号によるおびただしい破堤氾濫被害の後に出された 2019 年の土木学会からの提言にもあるように、もっと積極的に堤防強化技術の研究を進めてほしい。
- 7) 礫混合工法の進行性破壊実験も実施していることから、土質区分が可能な稠密サウンディング装置手法の開発では、礫混じり土に対するサウンディングによる土質分析も検討する必要があるのではないかと。
- 8) 物理探査で得られた 3 次元データを場の物理的推定精度の向上だけでなく、計算結果と実績の比較による 3 次元浸透解析の手法そのものの精度向上まで進めてほしい。
- 9) 津波襲来時の河川構造物に対する津波作用圧を検討するだけでなく、津波作用圧を低減する具体的な対策方法を提示し、その指針を取りまとめるなど、さらに研究成果の社会実装に取り組んでもらいたい。
- 10) 海水のパイルアップ高の研究成果の社会実装をめざして対策工の設計指針等まで取り組んでほしい。
- 11) 高波・高潮被災リスク評価システムの開発に関する研究では、気候変動に伴う海象変化が何かを明示して欲しい。また、将来の外力変化に伴う現象の把握や対策に関する研究への取り組みを期待する。なお、JRA-55 を用いた波浪再現結果と実測を比較する際には、実測の波向き確定値は主波向きを用いており、太平洋沿岸等の波向きの変動が大きいので、変動の少ない速報値の平均波向きを使用した方がよい。

#### 【対応】

- 1) 研究成果が様々な実務・現場で使用できるよう、汎用性のある技術開発に努めてまいりたい。
- 2) ご指摘を踏まえ、生産性に関する指標の設定と定量評価について検討していきたい。
- 3) 研究成果の社会実装に向けて今後とも積極的に研究開発に取り組んでまいりたい。
- 4) ご指摘を踏まえ、個別の研究課題の位置付けやプログラムの意義がより明確になるような説明について検討していきたい。
- 5) ご指摘の通り堤体材料は堤防決壊現象に与える影響は大きく、これまでは砂礫を中心とした実験結果から検討を進めてきている。また最近では堤体材料の相違（特に粘性土）に着目した現地実験や縮尺模型実験を行っており、得られた成果を実用に供することが出来るように努めてまいりたい。
- 6) 侵食速度抑制技術については、堤体形状の相違（緩勾配化や天端幅拡幅）や堤体の一部を粘性土とした条件等を中心とした検討を進めている。堤防強化技術については、国総研とも連携を図りながら研究を進めていきたい。
- 7) 装置開発の大きな目的は、河川堤防基礎地盤の浸透安全性を簡便に精度良く調査することである。具体的には表層部の難透水層（粘性土層）の厚さの空間分布を把握できる技術の開発を目指しており、今回その可能性を示すことができたと考えている。基礎地盤の評価や対策工の設計に有用な地質構造の詳細把握に向けては、現場での検証実験を重ねる中で、より詳細な土質区分について検討したい。
- 8) 御指摘を踏まえ、関係各所間で連携を図り、3 次元浸透解析の評価機会が得られれば実施していきたい。
- 9) 現在、補助構造物等による津波作用圧低減対策の検討を実施しており、研究成果の社会実装に向けて今後とも積極的に取り組みたい。
- 10) パイルアップの特性を考慮した避難のあり方や安全な避難施設の設計指針の構築も含め、より社会実装を志向した研究を推進してまいりたい。
- 11) 気候変動の影響に伴い、「強い台風の増加等による高潮偏差・波浪の増大」の発生が懸念されているが、これまで北海道沿岸域において、過去数十年スケールで高潮偏差や波浪がどのように変化したのか詳細に調べた研

究はないので、本研究では波浪に着目し、気象庁 55 年長期再解析データと波浪モデルを用いてその変化を調べている。これまでは国土交通省・農林水産省の手引きに従ってリスク評価を行ってきたが、現在は d4PDF のような気候変動に伴う将来予測データの入手が可能になったので、今後は、そのデータを用いた高波などの将来予測を検討してまいりたい。また、波向き精度検討に使用する実測値は、ご指摘を踏まえ、速報値を用いることを検討したい。

## 研究開発プログラム名：(防災2) 国内外で頻発、激甚化する水災害に対するリスクマネジメント 支援技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国土交通省社会資本整備審議会答申「大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策のあり方について」において「技術研究開発の推進」に位置づけられた、「住民避難に資するリスク情報の高度化」に基づき、洪水再現シミュレーションと VR を結合させたコンテンツを開発するとともに、VR を適用し、疑似体験に基づく避難行動に関する地区ワークショップ等の計画・実施調整を始める等、住民が水災害を「我がこと」と捉えて対応する社会構築に貢献しており、国の方針・社会ニーズに沿った優れた成果として評価した。</li> <li>・国土交通省社会資本整備審議会答申の「技術研究開発の推進」に位置づけられた「リスク評価の高度化」等に関わる研究として、鬼怒川水害で被災した常総市において事業所を対象に実態調査を行い、この調査結果が、内閣府・防災経済コンソーシアムの「自然災害が事業に与える影響の参考指標ツール（洪水災害版）」において、評価の根拠となる実績データとして活用された。これは国の方針・社会ニーズに沿った優れた成果として評価した。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・豪雨の降り始めから洪水の到達までの時間が短く避難が遅れる危険性が高い中小河川を対象に、2 時間以上のリードタイム（水位が危険な状態になるまでの時間）を確保できる安価・簡便な技術を開発目標として、H30 年度に予測モデルを試作した。R1 年度は、予測精度の向上、モデル構築作業の安価・簡便化のため、最適化アルゴリズムによるモデルパラメータの設定、10 分間隔で配信される速報版解析雨量の使用等について検討するとともに、水位予測モデルの簡便な作成を支援するユーザ・インターフェイスを整備した。これらの改良によりリードタイムが 30 分～1 時間程度延伸された他、水位予測モデルの簡便な構築が可能となり、30 河川もの水位予測モデルを構築し、システム上で稼働させるに至っており、水位予測モデルの適用性・拡張性が確認できた。本研究は、国土交通省の施策と一体となって進められており、着実に成果を創出している。</li> <li>・H22 年以降に発生した風水害イベントのなかで、自治体が検証報告書等を公表している事例を収集し、防災担当職員が災害対応の中で「困る・焦る・戸惑う・迷う・悩む」などの陥る事例を抽出し、データベース化を行い、さらに R2 年出水期までに最新事例も加え、国土交通省等と調整の上、水害対応ヒヤリ・ハット事例集として公開予定であり、これにより地方自治体の防災担当職員の防災対応能力向上が期待される。</li> </ul>	S
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降雨・融雪流出によるダム流入量予測に基づき、治水機能の発現及び発電効率の最大化を実現するシステムを構築。R1 年度は気象モデルの改良や鉛直高解像度化による気象予測精度の向上、降雨・降雪判定と積雪深・融雪量の予測のためのモジュールの組み込みを行った。この結果、H30 年 7 月～10 月の大井川での再現シミュレーションでは、発電使用水量 16%（増電 9%）上昇、洪水ピークを 2/3 程度までカットできる結果が得られた。発電会社側でも本技術の有効性を確認し、ダム操作システムの改築を行い R2 年度から試験運用が行われることとなっている。本システムは国内外の多数のダムストックに適用可能であり、社会的に多大な効果が期待できる。</li> <li>・災害情報に対して、住民がリスクを正しく認識し、適切に行動できるようにするため、水災害を「我がこと」と認知できるよう、洪水をリアルに体感できる仮想空間上（VR）の可視化するツールを開発し、自治体や体験会で使用した。新たな情報コンテンツの創出であり、逃げ遅れ防止対策として大いに期待できる。</li> <li>・気候変動による水災害の激化は東南アジア諸国を対象に、将来の気候および将来の流況等の水循環状況を予測した。ICHARM が事務局を務める IFI（国際洪水イニシアティブ）活動の一環として、政府関係機関や学識者・NPO 等が一堂に会し議論を行う「水のレジリエンスと災害のプラットフォーム」の設立を支援するとともに、気候変動適応策の検討支援、災害レジリエンス向上のための活動提案等を行った。研究開発と東南アジア諸国の気候変動適応策策の検討支援、人材育成等を総合的に行っており、国際的・社会的価値の創出に寄与している。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世銀のプロジェクトを活用して、ブラジル・セアラ州を対象に開発・適用した湯水監視・予測システムは、現地の各農家に情報提供できるよう高い空間解像度（1km グリッド）で概ね 3 か月先までの農作物の生育状況（LAI）を推定できる。現地の研究機関 FUNCEME も本システムの維持・活用のため、開発当初よりデータや人材の提供に協力してきた。このシステムは水文学の最先端の技術を適用することにより、限られた水資源から農作物の生育状況（LAI）を最大化する水利用を可能とするものであり、適用範囲が広い技術であり、世界規模での生産性向上を可能とする。また世銀本部のセミナーで報告され、今後の展開が期待されている。</li> <li>・降雨・融雪流出によるダム流入量予測に基づき、治水機能の発現及び発電効率の最大化を実現するシステムを構築している。R1 年度は気象モデルの改良や鉛直高解像度化による気象予測精度の向上等により、H30 年 7 月～10 月の大井川での再現シミュレーションでは、発電使用水量 16%（増電 9%）上昇、</li> </ul>	S

	洪水ピークを 2/3 程度までカットできる結果が得られた。発電会社側でも本技術の有効性を確認し、ダム操作システムの改築を行い R2 年度から試験運用が行われることとなっている。国内外の多数のダムストックにも適用可能であり、クリーンエネルギーの確保、洪水被害の軽減の両面から社会の生産性に貢献するものである。	
--	---	--

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) ヒヤリ・ハット事例集や VR を用いた洪水疑似体験ツールの開発など、住民と一緒にやっていく姿勢は良い試みであり、また、住民対応の技術はすぐに成果が出せないと思うので、継続されることを期待する。
- 2) 海外でのシステムの開発と現地試験運用まで実施しているのは大変評価できる。
- 3) 人材育成は大変重要な取り組みであり、今後も継続することが重要である。
- 4) 特に、洪水の疑似体験ツールは減災対策として期待できることから、洪水を知らない国民にもぜひ体験してほしい。
- 5) 「ダム放流予測に基づく発電ダムの効率的運用技術の開発」では治水機能の強化及び発電効率の最大化を実現するシステムを構築しており、実用化が望まれる。但し、多数を占める民間の発電専用ダムにも治水への貢献が求められている中、民間の電力会社、研究所との連携は不可欠ではないか。
- 6) 「高山帯において、地上レーザー測量により、定期的に積雪分布を計測し、積雪の堆積プロセスを解明」においては、最終的に何を目標として研究しているのかの道筋が見えない。積雪分布を精度よく推定するまでの道のり、積雪プロセスを解明し積雪分布が精度よく推定できてから、長期の水収支解析精度向上のための技術・モデル開発までのフローとスケジュールを示し、研究期間中何をどこまで明らかにし、その成果をどのように社会実装していくのかを明確にする必要がある。
- 7) 「人工知能を活用したダム流域における融雪流出予測手法の構築」においては積雪深も重要な要素であるが、ここに雪の堆積プロセスも取り組んでいくのか。この研究課題を通して全体としての整合性が図られることを望む。
- 8) 「中小河川を対象とした安価・簡便な水位予測技術の開発」では実用に供されているところもあり、順調に研究が進捗してきたと判断できる。ただ、研究成果の記述のみが強調されているが、残された課題はないのか、「研究フロー」図で大まかには理解できるが、次年度に向けて何をどこまでやろうとするのか道筋が見えない。
- 9) 防災・減災活動を支援するための、効果的な防災・災害情報の創出・活用及び伝達手法の開発について、今後の取り組みについての詳細な記述がなく、次年度に向けて何をどこまでやろうとするのか道筋が見えない。
- 10) 是非、実際の防災・現場で、活発に進められている取組が活かされることを実証することを期待する。
- 11) 世銀のプロジェクトを過大に評価しているように見受けられる。
- 12) ハザード分析や防災・減災活動を支援の担当者の判断がスムーズに行えるようになり、その意味から生産性は大きく向上していると評価できる。
- 13) 個別の研究が十分な成果を上げてきていること、また、培われた技術力を背景に災害対応の技術支援がなされたこと等は、高く評価できる。特に、開発された技術のエンドユーザとの協調や、現状の仕組みで生じる困難を実際の事例からあぶりだそうとする姿勢は大変共感を持てる。今後も、社会的なニーズを適切に反映し、またそれをモニターする仕組みを組み込みながら、技術開発を進められることを期待する。加えて、国際協力の面で、現地技術者の教育を同時に行いながら技術移転が着実になされていることは大変意義深い。「我がこと」と感じていただくべきは、住民のみならず現地政府の役人も同様であり、この意味で同様に社会的ニーズをくみ取りながら、防災減災施策を実践していける人材育成を同時に進められることは極めて有効な手段であると考える。可能なら、このような取り組みと現地での施策との関係が分析されると、その重要性がよりクリアに認識されるようになるであろう。

### 【対応】

- 1) 今年度も自治体とも協力しながら、災害時の情報共有や災害対応の人的資源配分などとも関連させて研究を進めているところであり、また現在 COVID-19 下での対応を含めて研究開発を加速しており、今後も継続的に

ってまいりたい。

- 2) 引き続き、国内だけでなく、海外についても関係機関と協力し、現地実装と定着、また能力開発と関連させて自立的運用を目指しながら研究を進めていきたい。
- 3) 人材育成は ICHARM の活動の柱の一つであり、JICA 等の関係機関とも協力しながら、引き続き国内外における実務者・指導者の育成に力を入れてまいります。
- 4) 引き続き、VR の現実感の表現の高度化や普及版の作成等、洪水疑似体験ツール開発研究を戦略的に進め、洪水による被害について理解を深めて頂けるようにしてまいります。
- 5) 本研究は、文部科学省からの委託も受けて進めており、電力会社、建設コンサルタントとの協力の下に、大井川、犀川でのダムの実運用への適用を進めております。ある電力会社では、データ統合・解析システム DIAS と接続するために自前予算でダムコントロールシステムの改良を終え、本年4月にはリアルタイムのデータ送受信試験を実施しており、今出水期には実運用の参考となる操作情報をリアルタイムで提供する予定です。また他の電力会社でも社内調整を進めて頂いています。この実運用試験を積み重ね、プロトタイプの仕様を固めて、DIAS の現有能力を最大限に活かして広域展開できるように、電力会社や建設コンサルタントや大学等とも連携して行っているところであり、鋭意研究を進めていきたい。
- 6) 本研究の最終目標は融雪期におけるダム管理の高精度化です。R2 年度は R1 年度までの成果を踏まえて、代表地点での積雪分布と現地調査により、ダム流域全体の面的な積雪分布推定する手法を開発することで、積雪包蔵水量の高精度な推定を可能にしたいと考えています。加えて、融雪流出解析モデルの高精度化を目指し改良を行い、研究期間終了時までには上記手法の積雪包蔵水量算定への活用や指針を取りまとめ公表することにより、社会実装に結びつけることを目指して研究を進めています。
- 7) 人工知能を用いたダム流入量の予測では、積雪・融雪過程がブラックボックスとなりますが、学習として、積雪深も取り込む方向で検討を進めたいと考えております。現状では、物理モデルよりも AI モデルの方がダム流入量の再現性に優れておりますが、既往条件から大きくずれた場合には人工知能では対応が困難と考えられるため、併用を考えています。
- 8) 今年度の成果の記述に留め、展望を描き切れていなかったところ、貴重なコメントを頂き、誠に有難うございます。残された課題は、大きく3つあります。第一は、予測情報と自治体の災害対応業務を連携させることと、住民の行動につなげることで、これは1)のご質問にお答えした通りです。第二は、今後とも危機管理型水位計の増設需要の急増が予測される中、データを地方自治体一国間で一括してリアルタイムに管理できる体制の構築による迅速な情報共有です。第三は、管理委託河川においても各自治体の個別対応に加え、「中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について（答申）」で示されたように、「国からの積極的な水害リスク情報等の提供の充実」を行う体制づくりです。ICHARM は第一を鋭意進めるとともに、国と協議を進め、第二、三に関わる技術的、政策的課題の解決に資する知見を提供できるよう引き続き研究を進めてまいります。
- 9) ご指摘にありますように、「防災・減災活動を支援するための、効果的な防災・災害情報の創出・活用及び伝達手法の開発」は重要で、その哲学、展望の記述が不足しておりました。防災・減災は学際実学ですので、様々な問題が発生している「現場」において、行政庁・企業・諸団体・コミュニティ、住民等の関係当事者（ステークホルダー）によって、水災害リスクが統合的に認識され、広く共有され、それぞれの実情に合わせた取り組みが行われるために、科学技術の立場からどのような支援が必要かを考えなければなりません。現場の関係当事者と科学者コミュニティとの間で真摯に対話を重ねて、関連するデータや情報、他の取り組み事例や課題を俯瞰し、あるべき姿を描き、総合的な視野で取るべき対応方を協力して企画する必要があります。そのためには様々な情報やデータを共有するシステムの開発と、それを使って現地のステークホルダーとの協議を進め、問題解決を推進し、専門的助言を提供する触媒的な役割を担う人材の育成が必要です。ICHARM では1)で述べましたようにシステム開発や、ステークホルダーへの情報提供に加え、3)の能力開発機能を効果的に活かして人材育成にも取り組んでまいります。
- 10) 国内では大分県日田市、新潟県阿賀町、岩手県岩泉町と、また国際的にはフィリピン、ミャンマー、スリランカ、インドネシア、ブラジル各国の政府の関係機関と構築してきた協力の枠組みを一層強化し、取り組みが実装され、実証結果を見える化できるように努力してまいります。
- 11) 世界銀行のプロジェクトの研究成果は、気候変動の影響を受け、5年続きの大渇水の中、これまで国際科学誌

や国際会議などで発表した研究成果に対して、世界銀行からの緊急の要請を受けて1年で実運用システムを開発したものです。システムを運用しているブラジル東部のセアラ州ではその価値が高く評価され、同州農業省から、農業指導員によって取得された農業地区毎データが提供され、さらに高分解能のシステム開発も依頼されているところで、世界銀行でも後継のプロジェクトの可能性を探っているところと連絡を受けております。また中南米の渇水回廊への対応や、世界銀行の飢饉対策グループからソマリアへの適用可能性の打診も頂いております。これまでの研究成果を基に、限られた水資源から農作物を最大化する水利用を可能となるものであり、今後の水資源の有効利用を図るための画期的な研究で、研究成果の最大化を図りつつある事例と考えており、生産性向上の自己評価ではSとさせて頂いております。

- 12) 引き続き、防災担当者を支援することが出来るように、研究を進めてまいります。
- 13) ICHARM では今後も国内外の水災害対策に関わる行政担当者、地域住民等と意見交換等することにより、現場のニーズを汲み取った研究・技術開発を行うとともに、それら成果の現地適用・検証・改善といった一連のサイクルを回しながら研究を進めることが重要と認識しております。また、修士・博士課程の研修やWB、ADB、UNESCO等のプロジェクトを通じたトレーニングにも研究成果等を反映させ、技術移転を進めてまいります。また、毎年、対象国を選んで研修フォローアップセミナーを行い、卒業生達の現地政府での活動状況は把握しておりますが、ご指摘いただきました「人材育成と現地施策の関係分析」は極めて重要な視点であり、ICHARM 内部で進め方について議論したいと思っております。

## 研究開発プログラム名：(防災3) 突発的な自然現象による土砂災害の防災・減災技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか 〔妥当性の観点〕	<p>【国の方針への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内閣府「火山防災対策会議」に参画し、従来の「人による現地調査」に変わる「人工衛星 SAR で得た情報」から降灰範囲とその堆積厚を推定する手法を開発した。これにより夜間・悪天候を問わずに、より広範囲を短時間に調査可能となり、1cm 以上積もった降灰範囲を 1 時間程度で推定可能となった。調査の安全性を確保するとともに、住民の避難の判断など噴火時の市民生活の安全確保のために自治体等が行う判断の迅速性に貢献できる。</li> <li>併せて、降雨・降灰厚の空間分布を反映できる分布型土石流流出解析モデルを開発した。これにより噴火継続中・噴火後に発生する土石流の氾濫範囲を従来よりも精度よく推定できるようになり、噴火の経過に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定、また、土石流に備えた緊急対策の工法・施工箇所の決定を円滑に行うことを可能にする。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか 〔時間的観点〕	<p>【土砂災害対応】</p> <p>「迅速な判断のための情報共有」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究を進めてきた「発災直後に迅速に作成可能な CIM モデル作成手法」を全国ではじめて適用した技術指導を実施した。CIM モデルの作成により、住民の避難範囲の設定及び応急対策工である大型土嚢の設置位置の決定を地元行政、工事関係者とともに現場でスムーズに効率よく行うことができ、迅速な対応につながった。</li> </ul> <p>「技術指導」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国土交通大学と国総研の「地方整備局職員の TEC-FORCE 育成支援プログラム」に参画し、土研で開発した火山噴火後の土石流氾濫シミュレーションの実技講習を行った。火山噴火に対する懸念が高まっている現在、TEC-FORCE 隊員は、現場で氾濫計算を行う技術を習得することで、氾濫計算結果に基づく住民の避難や復旧対策について首長等に適切な助言を迅速に行うことができる。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<p>【技術指導】</p> <p>「災害対応」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>台風 19 号（東日本台風）等による土砂災害について、地方公共団体等からの要請により、228 件（砂防関係：55 件、ダム関係：37 件、道路関係：136 件）の技術指導を実施し、被災地の早期復旧に貢献した。</li> </ul> <p>「技術実装に向けた指導」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>九州地方整備局九州技術事務所より要請を受けて、技術事務所が取り組む「無人化施工を効率よく行うための技術改良」において土木研究所の成果を共有し、実装に向けた技術指導を行った。</li> </ul> <p>「迅速な判断のための情報共有」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発災直後に迅速に CIM モデルを作成することにより、復旧工法の決定等において、地元行政等関係者間のスムーズな意思疎通につながった。</li> </ul> <p>「噴火の経過に伴う自治体の判断への助言」:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>開発した分布型土石流流出解析モデルは、噴火の経過に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定を円滑に行うことを可能にする。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<p>【安全性と効率性の向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>無人化施工機械の遠隔操作による作業効率低下を防ぐ HMD+VR システムを実験により実証した。これにより従来の複数画像を取得するための工事現場でのカメラの設置とディスプレイの設置も不要になり、無人化施工の準備を行う作業員の安全が確保されるとともに工事着手までの時間が短縮されることで、現場作業全体の安全性と効率性の向上に貢献できる。</li> <li>衛星 SAR を利用した降灰範囲の推定は、従来の「人による現地調査による推定」に比べ夜間・悪天候時を問わずに広範囲を短時間に調査可能となり、調査の安全性と効率性を向上させる。</li> <li>融雪水の影響を考慮した道路の点検・管理技術、道路通行安全確保のための「北海道の国道における融雪期の道路盛土点検マニュアル（素案）」を新規に作成したことは、点検業務にあたる熟練技術者が減少する中で効率よく点検を行うための指標になる。</li> </ul>	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 降灰→融雪→洪水・泥流・土砂流・土石流の移動の監視技術までが確立される必要がある。この一連の土砂移動現象の監視ができるようなシステムを構築し、社会実装されることを望む。

- 2) 「流木の堆積は流木径と水深の影響を受ける可能性がある」という成果だけでは所期の目的を果たすだけの研究成果とはならないのではないかと。何を研究し、アウトカムとして何を求めるのか、そのためにはどのような手法で何を研究すればよいのか検討が必要ではないか。
- 3) 「降雨量に融雪量を加味した新たな通行規制基準の提案」については、できるだけ多くの事例を集めて、各地区でカスタマイズされたものを供せられれば、より安全な道路交通規制となり、社会貢献が期待できる。
- 4) 「崩壊危険ブロック推定や岩盤斜面の点検・対策」について、事例をより多く集め、的中率をあげるようにされたい。
- 5) 無人化施工機械の遠隔操作は、定量的に生産性が向上している（ないしは、向上しうる）ことを示す段階にきたように思われる。
- 6) 自己評価で挙げられている項目では、火山災害への対応が多い。他の災害に関してもより多くの自己評価に関する情報が記載されることが望まれる。
- 7) 研究目的「②土砂移動によるリスク評価」は、頻度の側面がほとんど議論されておらず、むしろ「影響評価」といったほうが誤解は少ないであろう。将来的には、その危険度が頻度及び影響の双方を考慮して危険地域を示す地図が示されるというように、それぞれに異なるハザードに起因した土砂災害リスクが全国的に把握できるようになると大変ありがたい。
- 8) 砂防事業、道路事業のそれぞれ一体となった融合的な技術の進展も期待したい。

#### 【対応】

- 1) 本研究では、土石流を対象としている。困難な課題もあるが、ご指摘の土砂移動現象を監視できるシステムの開発を今後目指していく。
- 2) 対策で対象とする流木流出量を算定する手法を提案することを目的としている。水深のほか、溪流の勾配、幅などの地形などについても分析を行っている。ご指摘をふまえ目的とする成果が得られるよう検討を進める。
- 3) 融雪による斜面災害事例を数多く収集するために、北海道内の国道4区間で融雪量を測定している。今後、融雪状況の分析を進め、各地区において地域に応じた融雪を考慮した新たな通行規制基準を提案できるように検討を進める。
- 4) 今後、北海道開発局等と連携して数多くの現場で UAV 撮影を行い、様々な地質や崩壊形態の点検データを蓄積する。さらに斜面の変化情報の分析を進め、崩壊危険ブロック推定の精度を向上させる。
- 5) 今後、定量的な指標にて報告する。
- 6) 来年、再来年に今中期計画で対象とした他の現象についても報告する。
- 7) 大規模な土砂災害を引き起こすような集中豪雨、大規模地震の発生頻度は高くないため評価の難しさがあるが、ひとたび発生すると大惨事となることから、頻度は低くても対策の必要性・重要性が広く理解されるよう将来の課題としてデータの蓄積を図る。
- 8) 砂防事業、道路事業の両者に活用できる技術開発、融合化を目指す。

## 研究開発プログラム名：（防災４）インフラ施設の地震レジリエンス強化のための耐震技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>集水地形上の盛土が地震時に被災しやすいことが知られている。電気探手法による盛土内の集水地形の把握が可能であることを確認したことで、集水地形上の盛土の地震時の安全性評価を効率的、高精度に行うことができるようになることから、国土強靱化基本計画（平成30年閣議決定）が求める緊急輸送道路等の防災対策の推進に貢献する。</li> <li>地震後に緊急輸送路の機能を確保するためには、被災橋梁の早期復旧が必要である。支存取付ボルトの荷重-変位関係の把握や耐力階層化のための主鉄筋配置を提案したことは、補修しやすい箇所に損傷を誘導する損傷誘導設計の開発を前進させ、被災橋梁の早期復旧に資するものであることから、国土強靱化基本計画（平成30年閣議決定）が求める交通基盤の早期復旧に貢献する。</li> <li>地震後に発生する洪水に備えるため、被災した河川堤防の早期復旧が求められている。模型を使った浸透実験により地震後の河川堤防の亀裂の影響を把握したことは、河川堤防の震後対応に必要な知見であることから、国土強靱化基本計画（平成30年閣議決定）が求める地震、洪水等の自然災害に対する河川管理施設の整備に貢献する。</li> </ul>	B
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>模型を使った浸透実験等により地震後に亀裂が生じた河川堤防の復旧方法等について検討を行い、成果をとりまとめた。それらの知見を「河川堤防の震後対応の手引き」（国土交通省・治水課）の改定に反映させる（R2刊行予定）。</li> <li>国土交通省や地方自治体が管理する橋梁の耐震補強方法や活断層への対応方法等の技術相談に対応するとともに、河川堤防の耐震対策予定箇所に対する技術指導を行った。</li> </ul>	B
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気探手法による盛土内の集水地形の把握が可能となったことで盛土の安全性評価に必要な水位観測井や排水対策等を適切な位置に設置することができるようになり、地震時における地下水がある道路盛土の安全性向上に貢献する。</li> <li>支存取付ボルトの荷重-変位関係の把握や耐力階層化のための主鉄筋配置を提案したことは、補修しやすい箇所に損傷を誘導する損傷誘導設計の開発を前進させ、大規模地震時の橋梁の被害の軽減と早期復旧を可能とするものであり、地震後の緊急輸送路の機能確保に貢献する。</li> <li>模型を使用した浸透実験により地震後の河川堤防の亀裂の影響を把握したことは、河川堤防機能の評価、震後対応のために必要な知見であり、地震後の洪水に備えるための河川堤防の早期復旧に貢献する。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土内の水位の把握はポーリング等による調査地点でしか把握することができなかったが、電気探手法を用いて非破壊で空間分布を把握することにより、調査効率が向上する。</li> <li>水圧計を付した小型動的コーン貫入（PDC）試験により、泥炭層厚を容易に把握することが示唆され、耐震対策を行う上での泥炭地盤上に構築された盛土の調査時間、コストの縮減に貢献する。</li> <li>原位置液状化試験法（振動式コーン試験）は、ポーリング調査に比べて低コストであるため、地盤調査の生産性向上に貢献する。</li> </ul>	B

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 達成目標2)においては、解析モデルの精度向上のために模型実験や数値解析が着々と進められていると認められる。ただし、それに見合った新たな知見や重要な成果を取りまとめて、査読付き論文として業績をあげ、学協会で認められた形でマニュアルや指針としてとりまとめ、社会に貢献してもらいたい。今回の評価時点では研究成果（査読付き論文数）がやや少ないように見かけられる。
- 2) 学術成果の量が少ない点は気にかかるが、成果は相応にあがっていると評価したい。特に、支存取付ボルトや主鉄筋配置は、地味ではあるが高い専門性が要求され、その成果は過少評価されるべきではなく、この成果を活かす取組を望むレベルにあると思われる。
- 3) 3つの達成目標ともインフラ施設の地震レジリエンス強化のための耐震技術の開発に対して大変ニーズの高

いものと思われる。本研究開発から多くの成果が期待できそうであり、今後さらに実務あるいは現場に反映させる努力を期待している。本課題は成果の実用化が重要であり、普及に向けて多くの機関との連携により成果の共有を図っていくことが今後も求められると思われる。

- 4) 地震だけでなく、地震に誘導される影響（盛土、河川堤防、被災した橋梁の復旧等）を対象とした研究が多岐にわたって推進されている。地震が招く被害を軽減できるように、継続して推進してほしい。
- 5) 道路橋のレジリエンス技術は、支存取付ボルトのみならず、より広範囲の検討を総合化することにより地震による被災後の早期復旧に貢献しうる重要な研究であり、その効果をアピールしながら社会実装へとつなげていきたい。

#### 【対応】

- 1) 今後は研究成果をとりまとめの上、査読付き論文として発表するとともに、技術基準への反映も検討する。
- 2) 研究成果を現場に適用する取組を進めていく。
- 3) 成果の普及に向けて、多くの機関との連携、成果の共有を図っていく。
- 4) 今後も継続して研究に取り組んでいく。
- 5) ご指摘の趣旨を踏まえ、社会実装を目指して研究を進めていく。

## 戦略的維持更新・リサイクル分科会の評価結果および主な意見と対応

### 研究開発プログラム名：(維持更新1) メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究

#### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<p>以下の通り、国の方針や社会ニーズと適合し顕著に貢献する取組を行った。</p> <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート系床版の土砂化について、国の国土技術研究会指定課題に採択され、地方整備局と連携して検討し、土砂化中間層の存在を明らかにして再劣化しないよう補修範囲を示すなど、診断及び措置方法に資する知見を土研資料として発刊 (R2.3)、現場への成果の早期普及に貢献した。</li> <li>・北陸地方整備局の橋梁塩害対策検討委員会に参画し、弁天大橋の解体調査、電気防食工法の効果や耐久性の詳細検証を行い、地整から報告書を公表した。また、土研が作成した電気防食工法の維持管理マニュアル(案)(H30.7)を実運用し、土木学会指針改訂版(R2.3)にも反映され更なる普及が期待される。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<p>以下の通り、国内外の災害の維持管理計画、応急復旧計画等の策定期限に適切な助言・指導を行うなど時機を得た取組として顕著に貢献した。</p> <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村支援のため、直轄診断に専門家を派遣し、橋梁の劣化状況の診断結果を管理者に報告したうえで、令和元年度内にこれまでの多くの技術相談に基づく知見を活かして、</li> <li>・古川橋は、遊間異常が顕著な鋼橋の補修及び今後の維持管理に係る対応方針</li> <li>・秩父橋は、橋面の防水性能を改善するなどの対応方針</li> </ul> <p>を示せるよう助言を行うことで、維持管理計画の策定に貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台風19号で被災した3橋梁に対し、土木研究所職員を派遣し、損傷を受けた橋梁構造物の評価などのこれまでの研究成果を活かして、現場調査及び技術指導を行うことで、早期の応急復旧計画の策定に貢献した。(海野宿橋(長野県:東御市管理)、国道20号法雲寺橋(山梨県:国土交通省管理)、国道361号権兵衛2号橋(長野県:長野県管理))</li> <li>・地方整備局が管理する横断歩道橋で発生した第3者被害のおそれのあった損傷について、令和元年7月3日に地方整備局からの要請を受け、翌日に現地調査を行い、これまでの多くの技術相談に基づく知見を活かして、調査方法及び補修・補強方法の検討に際し、助言・指導を行った。</li> <li>・JICAの全世界橋梁維持管理研修プロジェクトにおいて、短期専門家としてキューバ共和国に職員を派遣し研修を実施。現地の橋梁維持管理のアクションプラン(R2.9施行)を精査し、より実行力のあるものとなるよう指導を行った。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>以下の通り、点検の効率化、診断の信頼性を向上させ予防保全に寄与する取組みの創出に顕著に貢献した。</p> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・診断AIに入力するロジックのもととなる各種部材の損傷メカニズムを整理し、RC床版の診断システムのプロトタイプを作成するとともに、点検のための画像取得方法の整理や損傷の記録が可能なアプリケーションを開発し、R2年度の実証検討の見通しが立ち、点検の効率化、診断の信頼性向上に貢献。</li> <li>・海外でのケーブル破断による斜張橋などの落橋事例に対し、これまで明らかにされていない斜張橋などのケーブル内部の温湿度傾向を把握し、腐食が進行し破断につながりうる環境にあることを確認するなど、重大事故の予防に貢献できる知見を得た。</li> <li>・現道の交通状況に応じた測定が可能となるようMWDの新たなドップラセンサを開発した。FWDにより許容たわみ量の目安を超過した箇所約80%をMWDでも抽出できることを確認し、実道での検証の目途が立った。舗装の迅速な構造診断手法として、将来における点検・診断の効率化への貢献に期待。</li> </ul> <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「電流情報診断によるコラム形水中ポンプ状態監視ガイドライン(案)」を公表し、8機場17台の設備で適用されるとともに、地方整備局等への技術指導を通じて、コラム形水中ポンプの適切な維持管理に貢献することができる。</li> </ul>	A

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	以下の通り、新技術の開発について実用化に目途が立ち、道路橋の点検・診断の効率化、長寿命化・延命化などの観点から生産性向上に顕著に貢献した。 <b>【研究開発】</b> ・床版において電磁波レーダー計測等を実施し、データを蓄積するとともに、舗装開削調査により計測データとの床版の劣化状態の比較を実施。AIによる床版内部の滞水箇所の判別手法を開発し、使用する教師データを整備した。将来の床版の予防保全に資することで長寿命化に貢献する。 ・電極を用いて現場で簡易に評価できる塩分量調査技術を開発した。また、その適用例が、北陸地整の報告書（参考資料）に掲載されたことにより、塩害を受ける構造物の点検・診断の効率化への貢献が期待できる。 ・現道の交通状況に応じた測定が可能となるよう MWD（移動式たわみ測定車）の新たなドップラセンサを開発した。FWD（固定式たわみ測定車）により許容たわみ量の目安を超過した箇所の約 80%を MWD でも抽出できることを確認し、実道での検証の目途が立ち、点検・診断の効率化への貢献に期待。（再掲） ・RC 床版の損傷を防止するため防水材の代替工法としてコンクリート床版用グースアスファルトを開発した。実用化に向けた研究を行う目途が立ち、実用化により道路橋の長寿命・延命化に貢献できる。	A

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) サイクルを回すことこそ大きな力になるので、地味ですが是非とも継続して頂きたい。舗装関連の研究と地盤関連の研究とを連携して研究に取り組みたい。
- 2) 舗装関連に関して、目標に対する成果が現れつつある状態と評価できる。地中レーダーと FWD (MWD) の関連性について検討を加えて頂きたい。
- 3) AI を活用した道路橋メンテナンスにかかわる産学官の共同研究には非常に期待している。市町村などの維持管理技術の進展につながるよう取り組みたい。
- 4) 【時間的観点】の自己評価が A となっているが、その理由等で、これまでの研究成果を活かして・・・等の記載があった方が良い。
- 5) ガイドライン等への反映、②タイムリーな現場対応は、適切に遂行されている。
- 6) RC 床版の診断システムや新たなドップラセンサによる MWD 等の技術開発、および、PC ケーブル内部の温湿度傾向の把握等は、オリジナルな研究成果である。
- 7) AI を用いた構造物の診断方法、上記 MWD による舗装の簡易な構造診断手法、簡易な塩分量調査技術、コンクリート床版用グースアスファルトの開発は、生産性向上に有意な貢献が期待できる。
- 8) 診断から措置の間に、「予測」が必要と思われるが、それへのアプローチ（時系列的な劣化の進行）がやや希薄ではないか。
- 9) AI の適用可能範囲についてどのように考えているのか。
- 10) 土木技術における国際貢献として、今回キューバ共和国への職員派遣、研修の実施について大変素晴らしい取り組みと評価できる。その意義や技術者教育の観点からの成果や今後の方針等も見据えて、引き続き適切に組み込まれたい。
- 11) 評価項目①については、特に顕著な成果と判断し、「S」評価、②～④については顕著な成果および将来的な成果の創出が期待されるものであり「A」評価とする。AI を活用した道路橋メンテナンスの効率化に関して、維持管理台帳に記載された過去の膨大なデータを活用できるような手法を検討してはどうか。
- 12) 舗装の路面状態分析技術においても、点検調査に関するビッグデータに対して、AI を活用できるような手法を検討してはどうか。
- 13) 既設舗装の診断技術として、MWD（移動式たわみ測定車）は極めて有効な技術であると考えているが、結果の解釈に対する具体的なガイドラインを作成するなど、本技術が一般に広く用いられるための方策が必要ではないか。
- 14) 点検 AI（床版の土砂化）に関する研究について、AI がどのように活用されるのか。また、達成目標（2）と（3）に点検 AI（床版の土砂化）の記載があるため、整理されたい。
- 15) ポリエチレン被覆ケーブル内部の腐食環境評価方法に関する研究の波及効果はどの程度か。また、何を計測して評価することになるのか。
- 16) ストップホール工法に関する研究について、既往研究との違いは何か。

- 17) 舗装関係の研究について大変意義のある研究と評価できる。
- 18) 最小限の交通障害で舗装内部構造や変状等を把握する手法に関する研究について、ブレイクスルーになるような技術がなければ、進展が望めないのではないか。
- 19) コンクリート床版用ゲースアスファルトに関する研究について、研究体制をどのように考えているのか。

#### 【対応】

- 1) 舗装と地盤の連携に関しては重要と考えており、平成 29 年より維持更新 2 の研究開発プログラムにおいて路床及び路体の締固め状態を考慮した道路舗装の設計・施工に関する研究を、舗装および地盤の関連チームが連携して実施している。ご意見を踏まえ、今後、連携を図りつつ取り組んでまいりたい。
- 2) ご意見を踏まえ、今後、FWD、MWD、地中レーダー等の非破壊診断技術について、各技術の特性を生かしつつ、適材適所な診断技術の体系化について取り組んでまいりたい。
- 3) 今後も、AI を活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究により、現場への適用性のある点検・診断を支援する AI の開発などの成果を得られるよう進めてまいりたい。また、地方自治体への支援として、共同研究メンバーの地方自治体の意見等を取り込みながら、地方自治体の点検・診断レベルに応じた維持管理技術の開発も意識し、検討を進めてまいりたい。
- 4) ご指摘を踏まえ、以下の通り表現を修正する。
  - 市町村支援のため、直轄診断に専門家を派遣し、橋梁の劣化状況の診断結果を管理者に報告したうえで、令和元年度内にこれまでの多くの技術相談に基づく知見を活かして、
    - ・ 古川橋は、遊間異常が顕著な鋼橋の補修及び今後の維持管理に係る対応方針
    - ・ 秩父橋は、橋面の防水性能を改善するなどの対応方針を示せるよう助言を行うことで、維持管理計画の策定に貢献した。
  - 台風 19 号で被災した橋梁に対し、土木研究所職員を派遣し、損傷を受けた橋梁構造物の評価などのこれまでの研究成果を活かして、現場調査及び技術指導を行うことで、早期の応急復旧計画の策定に貢献した。  
(海野宿橋（長野県：東御市管理）、国道 20 号法雲寺橋（山梨県：国交省管理）、国道 361 号権兵衛 2 号橋（長野県：長野県管理）)
  - 地方整備局が管理する横断歩道橋で発生した第三者被害のおそれのあった損傷について、令和元年 7 月 3 日に地方整備局からの要請を受け、翌日に現地調査を行い、これまでの多くの技術相談に基づく知見を活かして、調査方法及び補修・補強方法の検討に際し、助言・指導を行った。
- 5) 今後も、研究成果のガイドライン等への反映やタイムリーな現場対応に取り組んでまいりたい。
- 6) 今後も、現場のニーズに対応して土研独自の研究成果を得られるよう中長期計画に従って主要研究など各研究課題を進めてまいりたい。
- 7) 今後も、生産性向上に貢献できる成果が得られるよう各研究課題を進めてまいりたい。
- 8) AI を活用した道路橋メンテナンスの研究の中で各種損傷の劣化メカニズムを明確して、それに対応した点検・診断・措置を体系化する検討を行っており、どこまでの劣化状態であれば予防保全に該当するのか、どこからの状態が事後保全に該当するのかを整理することで、劣化の進行状況に応じた診断・措置ができるように検討してまいりたい。
- 9) 橋梁に関しては、AI のうち、大量のデータを学習し、画像の認識精度を高めるディープラーニングについては、対象物の目視や画像解析が中心となる点検での活用を検討してまいりたい。また、専門家と同じレベルの意思決定や問題解決ができるようなエキスパートシステムについては、構造物の損傷や劣化を説明できることが必要となる診断での活用を検討してまいりたい。
- 10) ご意見を踏まえ、今後も、土木技術における国際貢献について、適切に取り組んでまいりたい。
- 11) 診断技術者の判断においては、維持管理台帳にある全ての情報を必要とするわけではないことから、その中で診断に有効な情報を選択して、診断 AI におけるインプット情報として活用を検討してまいりたい。
- 12) 加速度データをはじめ、将来的には路面状態に関する様々なビッグデータが蓄積されていく可能性があることから、それらのビッグデータから路面状態の把握、予測、診断などを効率的に行えるよう、AI を活用していく手法の検討にも取り組んでまいりたい。

- 13) ご指摘いただいた点については、本成果の活用において非常に重要と認識している。説明資料 P25 に FWD により許容たわみ量の目安に超過した箇所の抽出をした結果を示しているが、これは、道路管理者等における構造的な健全性を把握する際の利用方法を念頭に整理したものである。引き続き委員ご指摘の点を踏まえて、MWD の活用を念頭においた取り組みを進めてまいりたい。
- 14) 点検技術に関する研究開発については、床版内部の滞水箇所を人が画像を視認して判断していた部分を電磁波レーダーから得られるデータにより AI で判断可能とする。また、診断技術に関する研究開発については、各種データと内部劣化状態の相関分析を行ったうえで、適切な対策の提案を AI で可能とすることを目指す。さらに、電磁場レーダーの活用など目視の代わりとなる点検技術の研究開発については達成目標 (2) に位置付けており、損傷・劣化の原因を解明した上での措置方法などの診断技術の研究開発については達成目標 (3) に位置付けているため分けて記載したが、ひとかたまりの研究課題として進めているので一体で整理するなど記載方法は工夫したい。
- 15) これまで腐食による断面欠損や破断に至るまで状態把握が容易でなかったポリエチレン被覆ケーブルに対して、腐食が生じる環境にあるかどうか評価できるようになることで、全国数百橋にのぼるケーブル構造の橋梁について、予防保全が可能となり、維持管理の確実性及び維持管理費の低減につながる。ケーブルに腐食が生じる環境にあるかどうかはケーブル内部の温湿度計測及び計測孔から確認したケーブル素線の状態により評価する。
- 16) ストップホール施工後に亀裂が再進展する場合があります、その発生条件は明確になっていないため、本研究ではストップホールのみで再進展を防止できるかの判定を施工前に可能とすることを目的としている。母材が局部的にも塑性化しなければ疲労しないと仮定し、孔壁に生じる応力が降伏応力近傍での疲労試験を行っている。繰返し回数  $N=1,000$  万回まで載荷しているデータは従来ないことから、貴重なデータを取得している点で既往の研究とは異なる研究課題と考えている。
- 17) 引き続き、適切に取り組んでまいりたい。
- 18) 交通障害が生じない、車載型電磁波レーダーによる解析精度の飛躍的向上を実現すべく、従来の手押し型電磁波レーダーを正解値とした AI による自動解析手法の開発を推進してまいりたい。
- 19) 新たな材料開発を目標のひとつとした、民間企業 10 者との共同研究体制で取り組んでおり、今後も連携を図りつつ実施してまいりたい。

## 研究開発プログラム名：（維持更新2）社会インフラの長寿命化と維持管理の効率化を目指した更新・新設に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか 〔妥当性の観点〕	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・H29 道路橋示方書において設計供用期間 100 年を標準としたこと（国の方針）を受け、ゴム支承の耐オゾン性評価の定量化を可能とする方法を提案。これによりライフサイクルコストの算出や新技術の活用促進に貢献。</li> </ul> <p>【基準類】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国土交通省等の要請を受け、補強土壁及び大型ブロック積擁壁の研究成果を道路土工-擁壁工指針の改定（素案）に反映。定量的な性能評価による道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。</li> <li>・社会資本整備審議会の答申を受け土木事業における地質・地盤リスクの取扱いや対応の基本的な考え方、地質・地盤リスクマネジメントの導入及び運用方法をとりまとめたガイドラインを作成し、地方整備局等に通知。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか 〔時間的観点〕	<p>【基準類】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路トンネル非常用施設設置基準の改定（H31.3）を踏まえ、その運用に不可欠な同解説（日本道路協会、R1.9）の改定において、これまでの研究成果をタイムリーに反映し、非常用施設の合理的な設計・運用に貢献。</li> </ul> <p>【技術指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台風 19 号に伴う豪雨により被災した橋梁において、これまでの橋脚の洗掘や被災事例に関する知見を活用し、早期の応急復旧及び通行止め解除に貢献。</li> <li>・変状が生じた供用中のトンネルに対して、これまでの研究による知見・成果を活用し、変状原因の分析、早期交通開放に向けた応急対策等の緊急的な検討に貢献。</li> <li>・変状が生じた擁壁及びカルバートについて、これまでの研究による知見をもとに、要請後の早急な原因の究明、変状の進展抑制や利用者被害防止を考慮した措置の検討に貢献。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・使用環境に応じたステンレス鉄筋の種類を選定や異種金属接触腐食対策に関する研究成果をコンクリート道路橋設計便覧に反映。ステンレス鉄筋の効果的な利活用が促進され、コンクリート道路橋の耐久性向上に貢献。→ステンレス材料の土木材料としての可能性</li> <li>・大学、協会、民間企業等 12 者と改良した発生土の共同研究を行い、地下水の浸透があっても深刻な劣化は認められないことを確認。共同研究報告書にとりまとめると共に、発生土による盛土の排水への留意事項として土工便覧（仮）の素案へ反映。</li> <li>・補強土壁の実証実験に基づいて定量的な限界状態を把握し、性能評価の基本的な考え方を提案し、道路土工-擁壁工指針（素案）へ反映。道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。</li> <li>・大型ブロック積擁壁の実験検証に基づいてプレキャスト製品の性能評価の基本的な考え方を提案し、道路土工-擁壁工指針（素案）へ反映。道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・軟弱地盤における基礎について信頼性の高い設計計算モデルを構築するため、地盤反力係数の推定式を見直すとともに、軟弱地盤の側方流動圧分布の再現解析を行い、設計照査の考え方を示した。これにより設計の合理化による生産性向上が期待できる。</li> <li>・大型ブロック積擁壁に関する研究成果を活用し、道路土工-擁壁工指針の改定原稿（素案）に反映。プレキャスト部材の活用促進による生産性向上に貢献。</li> </ul>	B

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 診断の結果をどのように使うかを意識する必要があると考える。また、予算配備の計画では工期と予算の大きな把握が必要となり、維持更新の予算にあたって、積算の枠組みを改善する余地が少なくないのではないか。
- 2) 地質地盤リスクマネジメントのガイドラインに注目している。地質の知見を重視した土木事業の遂行は土木研究所が先導して進めるべきものと考えられ、波及効果が一層拡大されることを期待する。
- 3) プレキャストコンクリート部材の利用が拡大するなか、プレキャスト製品の非破壊検査等を利用した合理的な

品質評価方法について研究を進めていただければ有難い。

- 4) 時間的観点における台風や変状の顕在化に対する早急な対応について、実施内容について他の課題との差別化を明示することが良いのではないか。
- 5) ステンレス鋼の道路橋への適用に関する研究について、急には成果が出ない実験と思われるが期限に間に合うか心配である。また、現在は二次部材の更新に限っているが、将来的には主要部材等への展開も視野に入れたまとめを期待する。
- 6) ゴム支承については、重要な研究課題である。しかし、ゴム支承の寿命も100年とすべきかは、議論があるところと思う。また、亀裂が貫通しないだけでは耐震性能が確保できていることの保証とはならないため、亀裂の貫通以外に別途検討が必要ではないか。
- 7) 不織布の幅と補強土壁の接合部の限界目開き量の定式化は、実務に適用できる成果である。しかし、不織布の幅が2種類しかなく、これを基に関係を線形として定式化しており、さらなる詰めが必要と思われる。
- 8) 地盤反力係数の推定式の精度向上は、実務に適用できる成果である。しかし、推定値を設計に用いる場合の妥当性（軟弱地盤でひずみレベル1%のkを用いてよい）の検討が必要と思われる。

#### 【対応】

- 1) 指摘の通り、維持修繕の積算は不確定要素が多いのが現状であり、必要な予算を適時に確保することに貢献できるような（＝早めのタイミングで措置計画が立てられるような）研究開発も含め、引き続き検討していく。
- 2) 指摘の通り、地質の知見を重視した土木事業の遂行は技術者としての本懐と認識している。期待に沿うよう、引き続き検討を進めていく。
- 3) プレキャスト製品の利用拡大につながるよう、引き続き検討を進めていく。
- 4) 指摘の通りである。現場での技術支援において維持修繕の観点なのか新設改築の観点なのかを明確に区別できていない。技術支援時の成果の整理方法について、引き続き検討する。
- 5) 現在の中長期計画はR3年度までであり、期間内に実務に反映できる成果として取りまとめられるように検討を進めていく。
- 6) 指摘の通り、ゴム支承の耐久性能評価にはまだ不明な点が多いため、引き続き検討を進めていく。
- 7) 指摘の通り、現時点では十分なデータに基づいた成果とは言い切れないが、不織布の破断・引抜け照査式を検討するとともに今後、現場での実務でデータを蓄積し、その妥当性を検証していく。
- 8) 側方流動に関する新たな課題も見つかっており、これと合わせて引き続き検討していく。

## 研究開発プログラム名：(維持更新3) 凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国の国土技術研究会の指定課題の中で、北海道内の国道橋について供用環境や構造条件と床版の土砂化の発生しやすさの関係を整理し、土研資料(R2.3)として発刊した。 ⇒ [維持更新1(橋梁関連)と連携した取り組み]</li> <li>河水の衝突による補修箇所の再劣化が課題となっていた河岸部コンクリート矢板の合理的な対策の検討に向け、劣化メカニズムを解明できた。</li> </ul> <p>【技術指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北海道内各自治体の橋梁長寿命化修繕計画の個別対応方針の修正・見直し案に対して、積雪寒冷地における劣化損傷等に関する知見を踏まえた技術的な助言を行った。</li> </ul>	B
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<p>【技術指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「一般国道232号小平町大榎～花岡間技術検討会」に参画。研究成果である「切土のり面の緩勾配化による凍上抑制」が対策内容に盛り込まれるなど、新規事業化が急がれる防災事業箇所の事業内容検討に、研究成果を活かし貢献した。</li> <li>長野県で施工中の法面工事で発生した凍上による被害に対し、研究成果を活用して速やかに助言し、事業への影響を低減した。</li> </ul> <p>【成果の普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工後早期に表面剥離等が発生した港湾の護岸被覆ブロックの耐久性について相談を受け、研究成果であるスケーリング予測式により、問題がないことを確認した。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>【成果の普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北海道内各自治体に加えて、盛岡・山形・福井の講習会等で国や自治体及び民間の職員に対しインフラの維持管理等に関する開発技術を紹介し、積雪寒冷地への普及に貢献。</li> </ul> <p>【国際貢献】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国際構造コンクリート連合(fib)のモデルコード改訂に参画し、補修工法に関して解説する技術資料(Bulletin)の作成に際して「ひび割れ注入工法」を執筆し寄稿した。</li> </ul>	B
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>初冬期のコンクリート施工において耐寒促進剤を使用することにより、簡易で経済的な仮設備による経費節減、工期短縮などが可能であることを、実際の工事現場における試行にて確認できた。</li> <li>塩水を用いたJIS A法の質量減少率の計測により、汎用の試験機械を活用してより短期間により多くの配合のスケーリング抵抗性を評価できることを示した。</li> </ul>	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 施工段階で空気量が変わる点を踏まえ管理水準を変える等の研究に期待。防水とともに融解時の排水に力を入れる必要がある。
- 2) 寒冷地舗装特有の問題を解決する高耐久の材料・補修技術や排水システム開発の成果が見られる。今後経済性に関する評価が加わるとよい。
- 3) 今後も維持更新1の研究開発プログラムとの連携を深め、両方から最大限の効果が出るように工夫してほしい。
- 4) B評価となった項目についても研究成果の社会実装に繋がるようなマニュアル、指針、ガイドライン等への反映を期待する。
- 5) 広範にわたる研究対象の連携も重要であり、これらを総合した複合劣化の解明に期待する。
- 6) コンクリート工の施工がコンクリートの劣化に及ぼす影響に関する研究開発と現場への適用に期待する。
- 7) 内部にひび割れが発生したRC床版の耐荷力・耐久性について興味深い知見が得られている。水平ひび割れや

層状ひび割れを検知する技術開発は別途行われているか。

**【対応】**

- 1) 凍害・複合劣化に関する技術の体系化を進める中で、管理水準の変更にも留意していきたい。また、融解時の排水についても引き続き取り組んでいきたい。
- 2) 実道における試験施工と試験施工箇所での追跡調査を引き続き実施し、それらの結果に基づいて経済性に関する評価も行う視点をもって検討を進めたい。
- 3) 引き続き、つくばの関係チームとも連携し、凍害・複合劣化に関する技術の体系化に取り組むとともに、成果の最大化を図りたい。
- 4) 凍害・複合劣化に関する技術の体系化に取り組み、マニュアルの作成等を通じて成果の最大化を図りたい。
- 5) 既往の研究成果も取り込み、凍害と他の劣化との複合劣化に関する技術の体系化に取り組みたい。
- 6) 施工品質による凍害・複合劣化への影響についても留意し、現場への反映を通じて長寿命化を図りたい。
- 7) 床版より採取したコア試料に対し超音波法で水平／層状ひび割れの有無と深さを検出する手法を過年度に提案。実橋床版での調査事例を重ね、調査手法やフローの改善を図りたい。

## 研究開発プログラム名：（維持更新４）持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか 〔妥当性の観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・R1 年度に公表された、建設リサイクル推進計画 2014 の H30 年度の建設副産物の再資源化率は、概ね目標を達成。本研究の対象とした建設副産物の再資源化率の維持・向上には本研究の成果も貢献したと考えられ、国の方針に適合。</li> <li>・国土交通省主催の「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル改訂委員会」を立ち上げ、研究成果を反映した改定案原稿を作成・提案した。</li> <li>・H30 年度に立ち上げた国土交通省国土交通大学校「道路環境研修」における、国土交通省や自治体等の職員を対象とした自然由来重金属等含有土の取り扱いに関する講義で、R1 年度の受講者アンケートの結果、講義の必要性、実務における参考程度とも高いとの評価を受けた。</li> </ul>	B
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか 〔時間的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然由来重金属等を含む発生土の取扱いについて、最新の研究成果を随時現場技術指導に迅速に反映した（国土交通省、北海道開発局、地方自治体、中日本高速道路、北海道新幹線のトンネル、切土等の事業）。</li> </ul>	B
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生骨材 M であれば、耐凍害性を試験により品質管理できること、強度の変動も普通骨材と同様の管理で良く、凍結防止剤散布地域で適用できることを示し、社会的価値を創出した。</li> <li>・アスファルトを繰り返し再生した場合の性能低下を防ぐために、配合率と再生用添加剤の選択が重要なことを示した。成果普及のため、舗装再生便覧改定を提案・了承され、改定作業に着手。</li> <li>・北海道地域においても一般地域と同様に再生アスファルト混合物の配合設計が可能となるよう設計値（設計圧裂係数）を示した。</li> <li>・寒地土木研究所が検証に加わった上向流カラム通水試験が、ISO 21268-3 Up-flow percolation test として 2019 年 9 月に制定。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・凍結防止剤散布地域でも普通骨材と同等とみなせる再生骨材コンクリート製品に関するガイドライン案をとりまとめた。成果の実際の現場での効率的な実証につながることから、生産性向上に貢献。</li> <li>・小規模で汎用性がある土研式雨水曝露試験と大規模で実際の溶出現象そのものである実大盛土試験との結果比較により、一部の元素を除いて土研式雨水曝露試験による濃度評価は概ね適切であること明らかにし、生産性向上に貢献した。</li> <li>・従来の短期溶出試験、長期カラム・盛土試験の間を補完する、盛土内環境を再現した条件下での溶出トレンドの把握を目的とした試験法として「無酸素条件下での攪拌翼を用いた溶出試験」を考案し、生産性向上に貢献した。</li> </ul>	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 次期の「建設リサイクル推進計画」の策定におけるリサイクルの「質」や情報通信技術の活用等に関する議論を意識して、今後数年～10 年レベルの国の方向性を牽引する取組のシーズづくりにも配慮してほしい。
- 2) 再生アスファルト混合物の利用があたりまえになっている現状で、長寿命化舗装を目指した再生技術の成果が見られる。その上で、再生骨材中の劣化したアスファルトは、劣化する前のアスファルトの種類や劣化の過程の違いによっても再生後の品質にバラツキが生じると考えられるので、このような違いが品質に与える影響等の基礎的な検討もあって良いように思う。
- 3) 自然由来重金属等を含む発生土の取扱いについては、最近のトンネル工事で問題が発生することが多い。研究成果を技術指導からさらに踏み込んだガイドライン等への反映を期待する。
- 4) プログラム目標である「～リサイクル材料等の利活用技術の構築」と、重金属溶出の封じ込めとは関係しないと思う。封じ込めたうえで固化物を利活用するという方針か。
- 5) 着実に研究が進展していると感じるが、資料が難解であった。

#### 【対応】

- 1) 今後の中長期的な取り組みの検討にあたっては、ご指摘頂いた点を考慮のうえ行ってまいりたい。
- 2) アスファルトの種類として、直轄国道での使用量が多いポリマー改質アスファルトについて、再生アスファルトにした場合の品質に関する基礎的な検討に着手している。また、アスファルト劣化の過程については、主なものとして製造時、供用時の劣化があり、特に供用時の劣化は紫外線や熱、乾湿の違い、空隙率の影響など様々考えられる。紫外線や空隙の影響などに着手したところであるが、ご指摘いただいた点を踏まえ、アスファルトの種類や劣化の過程の違いに留意しつつ検討していきたい。
- 3) 「マニュアル」には強制力はないものの、国土交通省より課長補佐名で国土交通省各地方整備局および都道府県等に通知され、現場ではすでに広く参照されている。なお、令和2年度中に研究成果がマニュアルの改訂版に反映される見込みである。
- 4) 発生土の有効利用は広い意味でのリサイクル（リユース）に相当すると捉えており、これまで処分場に搬入していた発生土を盛土に利用できるようにすることを目指している。そのため本研究では不溶化工法、吸着層工法といった対策方法だけでなく、評価方法の改善もその対象としている。
- 5) 資料が難解であったとの点については申し訳なく、今後の資料作成にあたって、より分かりやすい資料となるように心掛けたい。

## 流域管理分科会の評価結果および主な意見と対応

### 研究開発プログラム名：(流域1) 治水と環境が両立した持続可能な河道管理技術の開発

#### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	R1 年度は、当初計画通り目標の達成に加えて、以下を達成し、社会ニーズへ対応した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：渉禽類 20 種の鳥類を対象として渉禽類を対象に幅広い種に必要な生息場面積の閾値を示したことは、国の方針（持続性ある実践的多自然川づくりに向けて*）の実践に繋がる成果といえる。</li> <li>研究開発：草地化工法に基づく樹林化抑制の具体的提案は国の方針（持続性ある川づくり）に適合する成果といえる。</li> <li>成果の普及：多自然川づくり Q&amp;A として最新の知見をガイドライン等として示せたことは国の方針に適合。</li> <li>成果の普及：研究段階であった環境 DNA 技術を、国の事業へ展開していくために、科学的視点・実務者の視点双方から課題を精査し、方向性を示したことは国の方針に適合。</li> <li>成果の普及：鳥類の生息場の保全・創出に向けた土研刊行物の発刊は、国の方針（持続性ある実践的多自然川づくりに向けての実践に繋がる成果といえる。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	R1 年度は、以下については適時な成果となった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：国の技術指針(河川管理用三次元データ活用マニュアル(R2.2))が発出したタイミングに関連する技術提案を行ったことは適時。</li> <li>災害派遣・技術指導：平成 31 年から政府により緊急に開始した「防災・減災、国土強靱化のための 3 年緊急対策」による河川の河道掘削、河畔林伐採について、多数の河川事務所に再樹林化抑制等のための技術的助言やモニタリング手法を提案出来たことは、期待された時期に適切な形で成果が実現された。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1 年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、社会的価値の創出に貢献した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：20 種程度の鳥類を対象として必要な生息場の面積の閾値を推定したことは、河川環境目標の実現に資するものであり社会的価値の創出に貢献。</li> <li>研究開発：河川環境とサケ卵の生残率に関する知見を得たこと、好適なサケの産卵場を維持する掘削断面設定手法を提案したことは、持続可能な河川管理を可能とし、社会的価値の創出に貢献。</li> <li>研究開発：草地化工法に基づく樹林化抑制の具体的提案は社会的価値の創出に貢献。</li> <li>災害派遣・技術指導：甚大な被害を受けた災害復旧現場（台風 19 号関連で千曲川・多摩川・阿武隈川・那珂川 他で多数、過年度の被災河川）に対する迅速かつ継続的な技術的支援（多自然川づくりアドバイザー）は被災地域の良質な社会資本整備に寄与し、社会的価値の創出に貢献。</li> <li>成果の普及：最新の知見をガイドライン等として示せたことは大河川における多自然川づくりの推進に寄与するという点で社会的価値の創出に貢献。</li> <li>成果の普及：環境 DNA 技術を「河川水辺の国勢調査」の「テーマ調査」に実装できたことは社会的価値の創出に貢献。</li> <li>成果の普及：鳥類の生息場保全の視点から河川管理者にとって現場で活用可能な河川整備の視点を示したことは社会的価値を創出に貢献。</li> <li>基準・マニュアル等：河道掘削に対する環境配慮の考え方、具体的方法を示した書籍を発出できたことは社会的価値の創出に貢献。</li> <li>他機関との連携・役割分担：土研の知見を活かし、有馬川の遊歩道整備計画・有馬川活用計画策定に貢献したことは社会的価値の創出に繋がる。</li> <li>他機関との連携・役割分担：自然共生研究センターにおいて質の高い研修・活動支援を行い、連携機関が「内閣総理大臣賞」を受賞したことは社会的価値の創出に貢献に繋がる成果である。</li> </ul>	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1 年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、生産性向上に寄与した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：RiTER Xsec の大幅改良は効率的かつ質の高い川づくりを可能とし、生産性向上に寄与。</li> <li>他機関との連携・役割分担：環境 DNA 調査を「河川水辺の国勢調査」の「テーマ調査」に実装できたことは、調査コストの大きかった生物調査の効率性向上の可能性を高め、生産性の向上に貢献。</li> </ul>	A

\* 国土交通省河川法改正 20 年多自然川づくり推進委員会提言「持続性ある実践的川づくりに向けて」(H29.6)

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) 治水と環境の両立という難題に対して個別の研究だけでなく、総合的にこの難題を解決するための河川技術の確立を図っている。特に具体的な数値に基づく工法に関する研究成果を社会では求めている。この点において多くの成果を得ているので、妥当性と社会的価値の創造の面で特に優れていると評価でき、S評価とした。また、このような問題に対する個別の問題の解決は多くの研究者により試みてきたが、治水のための河道掘削とその箇所での環境保全のための生息場の創造という一つの閉じたシステムでの問題の解決を図っているという点でも評価できる。構築された技術は高度な知識と経験が必要であると思われる。講習会などを実施しているが、その効果が見える形にできないのか？また、官民学における人材育成と人材の確保を積極的に行って欲しい。
- 2) ・P7(1)－2 水田雑草群落面積の減少がH30に明らかになった涉禽類の減少を説明できることを明らかにできれば、査読論文にもでき、結果の信ぴょう性も高まると思う。  
・P8(1)－1 評価指標による判別結果は大変明確に見え、実務利用可能と思われる。A評価でも良いのではないか。  
・P9(2)－1、(3)－1 提案に基づき実際の河川の掘削工事が計画されたとのこと。モニタリングの結果に期待する。現在の提案手法では竣工直後の断面の評価に留まっているように見える。河道地形の時間変化をも考慮して評価できるようになることを期待する。  
・P11 現状はB評価かもしれないが、管理の省力化に大いに貢献することが期待される。  
・P12(3)－1 ヤナギについて大変興味深い成果を得ている。ここで制御手段として用いられる草本そのものが中小河川では逆に問題となることが多いことから、中小河川をも意識した解析が平行して可能であればより有効な研究となると思う。  
・P13(2)－2 国が推奨する標準手法の整備は実務上重要だと思う。S評価でも良いと考える。利用例などの公表を期待する。  
・P14(3)－2 具体的な利用の姿がまだ見えないので今後期待する。
- 3) 環境に良好な掘削断面設定手法の開発や樹林化抑制の具体的な提案は、社会的なニーズもあり、社会的価値の創出にも資するものであり、高く評価できる。ただし、掘削断面については短期的には良くても長期的には維持が難しいような場合もあるので、若干長期的に見る必要があるのではないか。河道計画から河道設計までを一体的に行う支援ツールの開発には期待している。これが実用化になるとS評価に値する。学会発表や論文は十分あるが、海外の学会や学術雑誌への発表についてはもう少し努力すべき。総合的に判断して、自己評価通り全てAと評価した。
- 4) 全Aという自己評価をそのまま採用した。資料をよくよく見返したが、Bに落とすだけの理由も見当たらず、Aとした。活発に活動していると思う。  
「治水と環境の両立」「持続可能」が重要なキーワードであると理解している。それらキーワードにピッタリはまっているトピックは、草地化による再樹林化の抑制であると理解した。しかし、再樹林化の抑制はもちろん治水に貢献するし、河道管理の省力化にもつながるが、環境からの観点ではどういう評価になるのか。草地化することによって生態系はどのような影響を受けるのか、踏み込んだ議論があっても良いかと思う。紙面が限られる中でそうした議論は落とされていたのかもしれないが、また、生態系が鳥類や陸生植物にやや偏っているように感じた。環境DNAを活用するなどして、水中生物への取り組みを進めると良いと思う。
- 5) 社会の期待通りに着実に進行していると思う。特に昨年は台風19号の対応を迅速かつ確に実行され、社会貢献を実現されたことから『時間的観点』をS評価とした。  
個別の事項についての感想を記す。  
・(p7) 鳥類について統計的に具体的な結果を得ているので、汎用性の検討(全ての河川に言える一般論なのか個別の注目河川について検討すべきことなのか)を伴うことが求められるかと思う。河川の働きを代替するような生息場が河川の外に存在するかどうかによっても異なるだろう。堤内地水田を積極的に評価することにしていよいよかも気になる。  
・(P8) 水辺拠点については、代替地(河川以外の公園など)の有無が利用可能性を大きく左右するように思

った。

・(P9) 1と2を合わせると、滞筋拡幅部分のD0(溶存酸素)が重要ということになるかと。副流路Bのようにならないようにするには何が必要か(流速が落ちないようにすることか、それとも河床材料や水深か)。

・(P10) 植生遷移が確率で表されているので、再現計算も確率表示されるものかと思う。(各地点が河畔林に遷移する確率が何%、など)

・(P11) 植生管理のコストは最小化する対象の変数ではなく、閾値として扱うべき変数かと思われる。目的変数となるべきは環境の指標と思う。

・(P12) 草地化工法はさらに研究を進めて普及していただきたいと思うが、ヤナギや樹林化だけを気にするあまりに他の生態系を損なうことの無いよう、よく指導されることを望む。

・(PP13-15) 三次元データの活用が進むのは喜ばしいことだが、現場担当者の処理能力を超えないよう、要所にはメリハリをつけられるツールが必要かと思う。特に事後的に判断過程を再現できること、維持管理や環境モニタリングから入ってきた人にも使える(理解できる)ことが望ましい。

・取組については、多自然川づくり施工個所の長期的なモニタリング、一般の通行者にわかるような説明・案内板の設置(現地でなくとも)などに向けても取り組んで欲しい(かわまちづくりも同様)。

- 6) 河川改修の河川掘削にあたっての魚類の生息・産卵場についても重要な知見が得られている。特に資料1-2のサケに関する知見は重要である。環境基準でも水生生物の保全に関する基準の設定で、低水温を好む魚類と高水温でも生活できる魚類の類型区分、仔魚・産卵場の類型区分がなされ、指定がすすんでいる。サケに限らず、低水温を好む魚類への配慮のための知見の集積を期待する。また、工事中にあたっての配慮事項(現在はアセスメントが行われていない)も本プロジェクトでは必要に思える。期間内でその体系化が難しければ、第4期での課題として引きついでもらいたい。

研究機関であるから研究業績をきちんと評価すべきである。国内論文は本数や質的に評価できるが、世界的な成果が出ていると思われるのに国際査読論文0本は、きわめて残念。若手研究者の育成のためにも至急その改善を図っていただきたい。

- 7) 多自然川づくりに関する国の政策目標と、本プログラム目標ならびに達成目標との関係性が明確に示されており、妥当性および社会的価値が高い研究である。また、研究フロー全体におけるR1年度の研究項目の位置づけが明確で、生態学等の異分野の知見を取り込みながらプログラム達成目標の実現に向けた着実な成果を得ていることは、高く評価される。加えて、UAV・AI・VR・ビッグデータなどの最新知見を活用しながら技術的課題を解決し、研究成果が実河川の計画や工事に適用されていることは、研究開発の観点からも社会的価値創出の観点からも優れた研究と判断する。また、研究段階にあった環境DNA技術の実務への展開に向けた検討を進めたことは、学術的にも生産性向上の観点からも卓越した成果と判断する。今後も、現在の研究計画を着実に遂行し、適時に現場の計画や工事に還元される成果を挙げられるよう期待する。

#### 【対応】

- 1) 成果普及については、①ガイドライン等、②技術指導、③人材育成・啓発、の3点があると思う。短期的～長期的に実施すべき普及方法を戦略的に考えながら、“目に見える成果”を追求して行きたい。
- 2) 個々のご指摘への対応は以下のとおり。
- ・P7: 論文化に向けて、現在準備を進めている。河道内の湿地環境だけで渉禽類の生息場所を維持することは困難であるため、河道外の湿地環境とトータルで考えることが重要ととらえている。
  - ・P8: 今後研究成果を現場に適用できる段階へと進め、より高い評価を頂けるよう提案したい。
  - ・P9: 河床変動計算結果、GSI分布予測と、実際の河道や産卵環境の変化をモニタリングすることで、提案の妥当性を検証していくとともに、研究開発のフィードバックにつなげていきたい。
  - ・P11: 管理省力化に繋がるよう研究を進めたい。
  - ・P12: 現状は大河川を意識した研究となっているため、中小河川を視野に入れた適用範囲についての検討を進めていきたい。
  - ・P13: 今後完成度を高めつつ、現場への普及を図りながら利用例を紹介できるように進めていきたい。
  - ・P14: 引き続き検討を進めたい。

- 3) ご指摘のとおり長期的な視点も必要になると考えている。過去の掘削事例等も参考にしながら長期的な現象の理解も進めつつ研究したい。また、設計支援ツールについては今後完成度を高めつつ、普及を図り実用化への道を拓きたい。海外誌への投稿は努力していく。
- 4) 現在、日本では宅地化や森林整備、圃場整備などにより全国的に草地在減少している。河道内の裸地には特有な生態系が存在し、河畔林は様々な機能を有しているが、河道内の草地在陸生昆虫にとって重要な避難場（レフュージア）となっている可能性が見えてきている。このような視点をもとに、草地在化することの影響について検討を進めていきたい。
- 5) 災害対応については、今後も質の高い社会資本整備に向けて努力したい。個別のご指摘への対応は以下のとおり。
  - ・P7：汎用性については、河川の特徴によって涉禽類の応答も変わることが予想されるため、河川敷幅等に着目した河川のパターン分けを構想している。また汎用とは別の視点になるが、最終的にはこのような解析方法を各河川において管理者に実施していただき、その結果に基づいて整備箇所の選定等に活かしてもらうことを想定している。涉禽類に対して堤内地水田を積極的に評価する方向性ではなく、河道内・外を合わせ、横断的な視点で湿地環境を確保する方向性を目指している。
  - ・P8：「都市公園からの距離」という指標を設定したが、ご指摘の通り水辺拠点と他の都市公園は競合しない配置（少なくとも1km離れている）になっていた。なお、水辺拠点の利用形態は公園の利用に限らないことから、今後利用形態と指標との対応についても検討したいと考えている。
  - ・P9：現在結果の分析中でもあるが、副流路Bは閉塞した副流路で伏流水が主な成分、一方の副流路Aは、閉塞していない副流路で河川水が主な成分であると分析している。この場合、適度な流水により副流路内の沈殿物などが流され、河床の礫などの目詰まりなどが起きない方が望ましいのではとの解釈もできるかと考えている。粒径、伏流水、表流水など微妙なバランスによって、D0や水温といったサケ卵の成残率に影響する産卵環境が維持されたり、変動を受けたりすると考えており、引き続き検討を進めていきたい。
  - ・P10：他の地被から河畔林への遷移確率は単純に表すことはできるものの、各地点の遷移確率はその他の物理条件などを加えた判別関数を基に求めており、現状ではその具体的な確率について評価していないため、今後の課題としたい。
  - ・P11：ご指摘のとおり治水と環境が目的であることを踏まえればコストは比較すべき項目であるが、同等に扱うのは課題があるように考える。今後、上記も踏まえ総合的に手法を選択できる方法を確立したい。
  - ・P12：個別の手法の開発だけでなく、対象河川および区間そのものの多様性を損なわないような計画論の立案に努めたい。
  - ・PP13~15：現在開発を進めている3次元設計の考え方としては大きく2つあり、ひとつは「従来の図面を用いた2次元設計の手法を活かし、結果として3次元設計となる手法」、もうひとつは「3次元のまま設計する手法」である。前者はこれまでの設計技術の経験が生かせる方法で、後者は新しいタイプの設計技術や経験が必要と考えられる。土木研究所としては、前者も重要と考えており、その機能開発を進めています。今まで通りの感覚で地形編集を行い、それが3次元に展開できるので、現場担当者の処理能力を超えないものとなっている。取組については、中小河川などを管理する都道府県の土木事務所等と連携しながら啓発に繋がるような努力を行いたい。
- 6) ご指摘の通り、サケ科魚類など低水温を好む魚類の生息場等の知見について、より一層、他機関等とも連携して知見の集積に努めていきたい。また評価方法の確立、体系化に苦慮しているところだが、現場のPDCA管理の確立支援など、連携しながら継続していきたいと考えている。国際論文数については見劣りする結果となっているが、引き続き研究環境の改善や人材育成を行い、国際誌への投稿促進に努めて行きたい。
- 7) 今年度以降も研究計画を着実に遂行し、現場の計画・設計・施工・維持管理に還元できるような研究の実施に努めて行きたい。

## 研究開発プログラム名：(流域2) 流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	R1年度は、当初計画通り目標の達成に加えて、以下を達成し、社会ニーズへ対応した。 ・研究開発：管径 300mm の潜行吸引式排砂管のシステムにおいて、落差 12m の条件の現地実験によって高落差でも排砂可能な設備として設置できることを示したことで、現場への適用の見通しが立ち、国が推進するダム再生(堆砂対策による長寿命化)のニーズに適合	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	R1年度は、以下について特筆すべき成果を達成し、適時な成果となった。 ・研究開発：平成 30 年胆振東部地震時に発生した崩壊地の分布特性把握及び定量評価を行った結果、北海道厚真町から、土砂流出による地域産業への影響の懸念の対応として情報提供の要請があり、令和元年 11 月の町の復旧・復興計画の策定および森林再生・林業復興に向けた取組に対して貢献した。 ・技術指導：小浜ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会から、土砂供給による環境への影響を評価できる手法の開発を要請され、ダム下流への土砂供給による底生動物群集の年変動に対する評価として群集の違いを視覚的に把握する手法を技術指導した。令和 2 年 1 月の委員会の環境部会で単独の種による評価手法に代わる手法として採用され、評価手法の高度化に貢献した。 ・技術指導(受託研究)：流水型ダムである足羽川ダムについて、平時の魚類等の生物の移動、中小洪水における下流への土砂供給などに配慮した掘り込み式減勢工形状を提案、令和 2 年 1 月の本体工事発注時期に設計を間に合わせた。	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、社会貢献に寄与した。 ・成果普及：流速の大きい状態でも跳躍や揺動の少ない橋上操作艇や、ADCP(超音波流速計)を含む各種センサー等をパッケージ化した計測システムの開発により、流量と土砂の同時観測の高精度化・省人化が可能となり、実際に活用されている画期的な研究開発として文部科学大臣表彰を受賞した。 ・研究開発：管径 300mm の潜行吸引式排砂管のシステムで管径を途中で縮小することにより、高落差の施設でも設計が可能となる設計法を提案、現地実験でも設計と同等のパフォーマンスが確認できたことで高落差のダムでの堆砂対策に貢献できる見通しが立った。 ・成果普及：研究開発成果の普及・展開に向けた活動を積極的に実施し、国内のみならず海外の現場の課題対応、人材育成・技術力の向上に貢献した。	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、生産性向上に寄与した。 ・研究開発：増水時の河川で、現場吸着法によって生物利用性金属の濃度を把握する手法の適用性を確認できたことで、直接採水による手法を省力化できる見通しが立った。 ・成果普及：アユの生息環境を評価する礫露出高を、潜水調査を行わずに河床材料の粒度分布から簡易予測するモデルをホームページ上に公開し、多くの現場でモニタリングが省力化できる見通しが立った。	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) 土砂管理の骨格をなす技術の開発がなされており、今後の展開が期待される。流砂系をもっと意識して、「流砂系の土砂管理に必要な技術体系」の全体の中で、どの程度技術開発が進んだのかも明確にしておくことが重要である。そのために一つのモデル流域を設定して研究成果を集約してみるのもいいかと思う。
- 2) 達成目標 1 について、浮遊土砂=SS ということに違和感がある。水質分野では試料は 2mm のふるいを通ったものを対象としている(河川水質試験方法)。濁度計からの換算はどの程度の精度があるか。
- 3) 達成目標 1 について、トレーサーを用いた新規手法は、外部評価を受ける観点から、積極的な査読付論文投稿が望まれる。
- 4) 達成目標 2 について、今回はコケとの関連で述べていますが、H27 までのプロジェクトでは土砂による被覆のされやすさからも考察している。双方の影響を組み合わせたの評価が最も妥当なのではないか。
- 5) 達成目標 2 について、平均的な水質状況は現場吸着法で推定できるのは分かり、慢性的な生態系影響評価には

使えると思われるが、土砂供給という不連続な行為では、供給開始後の初期に汚染物質濃度が上昇する恐れがある。実際、このような推定をどのように行うのかも検討してほしい。

- 6) 達成目標 3 について、直接水位を下げなくても効率的な排砂を可能とするようなイノベーション的技術開発が望まれますが、潜行吸引式排砂管システムはサイフォンにすることで管路部分が長くなりエネルギー損失が大きくなるのは排砂に不利な気がする。一方、土砂管理だけでなく有機物の排除やそれに伴う水質改善効果など応用性の高い技術だと思うので、様々な形式・規模のダムに適用できるよう検証してほしい。

#### 【対応】

- 1) 土砂動態のモニタリング、環境評価予測手法、土砂管理技術に関して、研究開発の熟度は上がってきていると考えている。今後は、最終的な目標となる「流砂系の土砂管理に必要な技術体系」の全体の中で、3つの課題を連携させながら、今中期で実施できる達成度を明確にしていく。また一つのモデル流域を設定して研究成果を集約してみることも今後の研究を進めていく中で検討していきたい。
- 2) 出水イベント期間中（出水前の低水時も含む）の表面採水による試料を JIS K 0102（2019）に準拠した分析法で SS 濃度を分析している。表面採水により採取された懸濁物質のほとんどが粒径 0.1 mm 未満である場合が多く、2mm 以上の粒径はほとんど認められない。また、濁度計と SS 濃度との関係式は以下の累乗式による線形回帰分析で、決定係数  $R^2 = 0.936$  を得ており、幅広い濁度範囲で、十分な SS 濃度の推定精度を持ち合わせていると考えている。  
$$SS = 0.117 \times Tb^{1.2297}$$

（N=47；濁度（Tb）範囲：16 度～11126 度（カオリン）；SS 濃度範囲：2 mg/L～9200 mg/L）
- 3) 精緻な結果が徐々に蓄積されつつあり、査読付き論文への投稿をすすめてまいりたい。
- 4) 土砂による被覆のされやすさ（供給土砂の堆積）は、アユが付着藻類を採餌する環境に影響を及ぼすとされているが、定量的な閾値の探索が難しい指標である。そこで、今回のプロジェクト研究では、供給土砂の堆積により変動する石礫の露出高を指標として摂食環境への影響を定量評価する取り組みを実施している。この露出高の適切な範囲について、今回はコケとの関連で最大値を探索している。
- 5) 雨天時河川で SS 濃度と金属濃度に相関が見られる調査例や、室内実験で SS 濃度と金属溶出ポテンシャルを把握した知見等から、土砂供給時に推定 SS 濃度から金属濃度のピーク予測を行う手法等を毒性影響の考え方も踏まえて検討してまいりたい。
- 6) 潜行吸引式排砂管システムは、本研究で管長を含め本技術の適用限界を明確化したいと考えている。小規模ダムや土砂バイパストンネルとの併用による排砂技術の適用は可能ではないかと考えている。また、土砂管理だけではなく多面的な利用の可能性も検討してまいりたい。

## 研究開発プログラム名：(流域3) 地域の水利用と水生生態系の保全のための水質管理技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	R1年度は、当初計画通り目標の達成に加えて、以下を達成し、社会ニーズへ対応した。 ・研究開発：大腸菌公定法の確立に向けた成果の蓄積が進み、最終目標に近づいたことは国の方針に適合する成果である。	B
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	R1年度は、以下については適時な成果となった。 ・災害派遣：昨年10月の令和元年東日本台風で水没した福島県北浄化センターにおいて、研究成果等を踏まえ水質改善のための応急対応について助言し、水質改善に貢献したことは適時。 ・技術支援：有害物質が下水処理場に流入に際して、地方公共団体の管理者の要請に応じて速やかに技術的助言を行い、水質改善に貢献したことは適時。 ・研究開発：影響が懸念されるマイクロプラスチックの下水処理場からの排出後の挙動を考慮し、生物応答試験により安全性を評価し科学的知見を得たことは、「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」(R1)の「実態把握・科学的知見の集積」を具体的に実現する研究開発目標を前倒して達成し、時間的観点から適時性のある成果。	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、社会的価値の創出に貢献した。 ・研究開発：風量制御可能な小規模処理場向けアンモニア性窒素の低減法を提案は、省エネルギー、水質保全に資するものであり、社会的価値の創出に貢献。 ・研究開発：これまで藻類を用いた処理水の毒性評価は短期影響評価のみであったが、慢性毒性の評価および増殖促進の影響確認ができたことは、社会的価値の創出に貢献。 ・研究開発：水環境中の多様な化学物質について、従来法より精密な質量分析法の適用により、影響懸念化学物質の一斉スクリーニング手法を構築し、下水処理や河川水質の管理を高度化し、社会的価値の創出に貢献。 ・論文・表彰：「4種の生物処理方法における夏・冬季の下水の藻類生長阻害削減能力の評価及び生長阻害物質の推定」が2018年年間優秀論文賞(メタウォーター賞)受賞、「Fluorescent staining - observation method for detecting microplastic fibers in wastewater treatment plants」が「第56回下水道研究発表会 英語口頭発表部門 最優秀賞」受賞。	A
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	R1年度は、以下の特筆すべき成果を達成し、生産性向上に寄与した。 ・研究開発：環境研究総合推進費課題「ライフサイクル全体での化学物質管理に資するPRTRデータの活用方策に関する研究」と有機的に関連させ、大学・他研究機関との連携で成果創出を促進して生産性向上に貢献(他機関連携も含む)。 ・研究開発：ダム貯水池における迅速・効率的な動植物プランクトンモニタリング法の開発は、生産性向上に貢献。	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 流域の水環境のモニタリング手法、水質リスク軽減のための処理技術、停滞性水域の水質管理技術について、研究計画どおり順調に進展している。妥当性についてはマイクロプラスチックの研究が海洋プラスチックごみ対策アクションプランに対応しており、A評価とした。
- 達成目標1に関して、公定法の確立は国の機関として最も重要な研究であり成果に期待する。達成目標2に関して、新型コロナウイルスの各種処理方式の除去能力を明らかにしてほしい。下水処理水が希釈されない場合のムレミカツキモへの慢性影響を明らかにしたことは重要。影響を低減するため、影響が発生する機序を明らかにしていただきたい。マイクロプラスチックの劣化が藻類への阻害を低下させる知見は基礎的な情報として興味深いと思う。実際の環境中でどの程度のリスク低下効果があるのかまで評価できるようになることを期待する。仮想ダム貯水池の水質シミュレーションについては、普遍的な標準モデルとして公開できれば社会に大きく貢献できると考える。NGS(次世代シーケンサー)と従来法の検出種数が比較にならないほど違うため、

結果に信憑性があるのかどうか判断するのが難しいと感じる。従来法での試験回数を増やして比較するなど、国の機関として信頼できる手法に育ててほしい。CNN（畳み込みニューラルネットワーク）による植物プランクトンの判別にはデータを集積しやすい国の機関の研究に大いに期待する。

- 3) マイクロプラスチックに関する科学的知見を更に得て、「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」の「実態把握・科学的知見の集積」を具体的に実現する研究開発目標を前倒しで達成できたことは高く評価できると思う。また、論文・表彰が2件あったことは、大変優れた成果である。論文や学会発表も国内外で活発に行われていることを評価して、3番の項目をSと評価した。そのほかは自己評価通りとした。
- 4) 自己評価と同じくBAAAと判定した。成果としては十分なものが得られており、そのように判定したが、研究成果を説明するにあたって研究の位置付けをしっかりと述べるなど、より一層の工夫が必要であるとも感じた。例えばマイクロプラスチックについての成果が取り上げられているが、それに関連して土木研究所として把握すべきことはもっと広範なのではないか。その中でどのように焦点を絞ったのか、説明が欲しいと感じた。またスライド13は、本来は温暖化・気候変動への適応についてのものだと想像するのだが、なぜ、「予測された水質問題」という、少し説明がないとわからないような表現となっているのか。また、流域3は基礎研究に近いところにも力を入れている。現在の評価の枠組みにはややのりにくいが、今後ともぜひ続けていくことを期待する。
- 5) 前年度との連続性が把握しにくい部分もあったが、昨年度の資料と見比べて理解した。
  - ・(P9) なぜ二層化したか、その動機がわからなかった。二次処理水中の濃度が長期的に上昇傾向にあること、二次処理水と1層目、1層目と2層目の濃度が近い日と遠い日があることの意味もわかりません（水温と関係あるのでしょうか）。ただ、アンモニア性窒素の除去性能が良いことは理解できた。
  - ・(P13) 選択取水の場合に富栄養化が悪化するのなぜか。表層取水に比べて水面付近の温水が動かなくなるからか。
  - ・(P15) 水塊移動があると効果が低下するのは、せっかく供給した酸素が吸入口の方へ移動して、また吸い込んでしまうからか？（写真-1にある「漏れ発生」は関係あるか？）水塊移動そのものはDO改善範囲が広がるため望ましいと思ってしまった。
- 6) P6のFRNAPH（F特異RNAファージ）を使った実施設での確認方法の研究は、重要で緊急性があり、特にUV（紫外線）の実規模施設の確認には有効である。これを研究発表にとどめず、下水試験法やISO/TC282などに規格化し、国内外で利用できるようにしてほしい。P9の担体による独立栄養細菌による共代謝での化学物質分解は有効と思われるが、共代謝以外に従属栄養細菌による効果も考えられ、アンモニアがほとんど残っていない場合の有効についても検討を加えて欲しい。P13での酸素供給法と曝気循環法での富栄養化への対策効果の違いも明らかにしてほしい。P14のNGSを用いたプランクトン同定は、今後の顕鏡専門家の減少を考えると急がれる技術であり、積極的に進めるべき研究であるが、定量を行うにはNGSのみでは限界があるように思えるのでq-PCR（定量ポリメラーゼ連鎖反応）との組み合わせなども含めた実用化方法に広げて欲しい。
- 7) 大腸菌、ウイルス、マイクロプラスチックなどの新たなリスク要因による水環境問題に対応するため、各種の新規モニタリング手法、分析手法の開発に取り組んでいることは高く評価される。時間的観点では、「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」への前倒しでの貢献から、A評価が妥当である。社会的価値創出の観点では、下水処理水慢性毒性評価、影響懸念化学物質一斉スクリーニング手法構築、受賞から、A評価が妥当と判断した。生産性向上の観点では、ダム貯水池における迅速・効率的な動植物プランクトンモニタリング法開発から、A評価が妥当と評価した。一方、「小規模処理場におけるアンモニア性窒素低減法の開発」は新規性、政策への貢献ともに十分とはいえない。「貯水池シミュレーション」については、現状のモデルには新規性が認められず、動植物プランクトンモニタリング手法開発と連動した新規モデル開発を土木研究所に期待したい。

#### 【対応】

- 1) 今後も計画にしたがって、研究を進めていく。
- 2) 大腸菌定量のための公定法は、確立に向け評価を進めていきたい。新型コロナウイルスに関しては、国土交通省等、国の方針に沿って対応していきたい。下水処理水の影響に関しては、今後、藻類種の感受性分布評価による安全評価を行っていく。また、貧栄養化した沿岸域への栄養塩供給等に処理水を安全に有効活用していく

こともあわせて検討していきたい。マイクロプラスチックに関しては、環境中の UV 照射量に当てはめた効果推計等も含め、実環境での評価につながる知見の蓄積にも努めていきたい。ダム貯水池の水質シミュレーションモデルについては、関係機関との協力・連携も含め検討していきたい。NGS に関しては、検出精度の確認をしつつ、従来法とのギャップを埋めるよう実用化を見据え、地方整備局等と連携し、効率的に研究開発に取り組み、新たなダム貯水池水質の維持管理手法を提案したい。CNN については、データ集積も含め効率的に研究を進めていきたいと考えている。

- 3) 今後も、計画にしたがって、研究を進めていくとともに、成果の公表にも努力していきたい。
- 4) マイクロプラスチック (MP) に関して、水環境分野での研究、知見蓄積が進む中、国土交通省分野で重要だが知見不足の課題に土木研究所としてまずは注力している。具体的には、1) 下水道への流入実態・処理プロセスでの挙動把握と、そのために必要な微細な繊維状 MP の計測手法の開発、2) 下水処理水放流先の河川等水域での生物影響を想定した MP の生物安全性 (影響) 評価、等である。今後は、関連する知見も踏まえ、より広い視点で捉えた流域での MP 対策に資する整理も行っていきたい。また、スライド 13 の気候変動の研究に関して、本研究は、「ダム貯水池の水質問題の予測」、「当該問題への適応策の有効性検討」という二段階の流れであるため、「予測された水質問題」との表記になっている。今後、よりわかりやすい資料の作成に努める。
- 5) ・ (P9) 担体処理によるアンモニア性窒素の処理目標値 2mg/L 以下を HRT (水理学的滞留時間) が過大とならないようにしながら達成するために、単槽式より低減効率の高い 2 槽式で対応した。水温が低下していく冬季の実験であったため、前段の活性汚泥処理装置の硝化活性の低下により、二次処理水中のアンモニア性窒素が上昇傾向になったと考えられる。アンモニア性窒素の除去特性は、二次処理水中のアンモニア性窒素濃度の変動、有機物濃度や硝化阻害物質の存在その他の要因の影響を受けて変動すると考えられるが、2 槽目の処理水は比較的安定して目標達成できていることから、複槽式の効果で安定処理を目指して取り組んでいく。  
・ (p13) ご指摘のとおり、選択取水を行った場合、表層の水が吐き出されなくなり、計算結果ではその表層でクロロフィル濃度が高くなることから、富栄養化が悪化する傾向の結果となった。  
・ (p15) 酸素を消費する物質である硫化水素が過大に存在するため、供給した DO は即座に消費されて、硫化水素が残存することになる。DO を上昇させるためには硫化水素がゼロになる必要があるが、水塊移動があると無限に硫化水素が供給されることになるために DO 改善効果が低下する。硫化水素がゼロになるくらいの濃度 (40mg-S/L 以下) であれば、水塊移動にともない DO 改善効果は拡大することになる。
- 6) P6 について、技術の普及等、成果の最大化を図るよう努力していく。P9 について、水質状況と化学物質の低減効果、担体付着微生物の関係性の把握も含め、取り組んでいきたい。P13 のダム貯水池水質改善対策技術について、それぞれの対策について、導入が有効な条件を提示していく。P14 の NGS について、q-PCR 等を用い定量性を考慮した検討をしていく。
- 7) 微生物担体処理やアンモニアセンサーによる風量制御等の新規性は高くないが、実績ある既往要素技術を組み合わせた効率的な開発として進めたい。標準活性汚泥法や OD 法でなく硝化運転が難しい小規模処理場での対策に貢献できるよう取り組んでいく。また、微生物担体処理で医薬品等の化学物質も除去されうることから、硝化とあわせた効果的な処理条件を把握し、政策へ反映していきたい。ダム貯水池の水質シミュレーションモデルについては、動植物プランクトンの挙動やアオコ発生の予測が難しい場合もあることから、機械学習による予測手法も含め検討していきたい。

## 研究開発プログラム名：(流域4) 下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：遠心濃縮による藻類回収を考慮した藻類培養・エネルギー化によるエネルギー収支試算によりエネルギー回収を可能とした成果は、具体的なエネルギー回収の有効性を示したものである。この成果は、平成27年の下水道法改正内容における下水汚泥のエネルギー化等の方針、および「循環型社会形成推進基本計画（平成30年閣議決定）」におけるエネルギー回収取組推進の方針に沿ったものであり、国の方針と適合。</li> <li>研究開発：剪定枝等の下水汚泥焼却施設補助燃料利用において、剪定枝量の供給可能性、チップ投入箇所、化石燃料使用量の削減効果を示した成果は、地域バイオマス活用の具体的な適用可能性を示したものである。</li> <li>この成果は「循環型社会形成推進基本計画（平成30年閣議決定）」における下水処理場の地域バイオマス活用拠点化の方針に沿ったものであり、国の方針と適合。</li> <li>本件は国土交通省の「下水道エネルギー拠点化コンシェルジュ事業」とも連携して実施しており、国の方針に沿って実施している。</li> </ul>	B
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：汚泥分離液による藻類培養が有効に行えると期待される自治体との協力により、実処理場（横浜市北部汚泥資源化センター）の試料水を用いた藻類培養実験を開始し、当該技術の下水処理場での迅速な実用化に取り組んだ。</li> <li>研究開発：剪定枝の汚泥焼却施設補助燃料としての利用に関するニーズのある自治体（千葉市）に対して、利用に向けた調査にタイムリーに着手。また、当初想定していなかった実施場を用いた実験についても調整を行う段階に進捗するなど、当初予定よりも早いスケジュールで進捗。</li> <li>実用化促進：国土交通省予算「下水道応用研究」において、下水資源を用いた藻類培養の実用化に向けた研究を実施し、実験室レベルの研究から大きく前進。下水熱を利用した藻類培養の可能性を示し、下水道資源を活用したエネルギー利用について下水処理場での迅速な実用化に向けて前進。</li> <li>災害派遣：昨年10月の台風19号で水没した福島県北浄化センターにおいて、技術指導や現地調査を行い、下水処理機能や汚泥処理機能確保の観点から、応急対応について助言を適時適切に実施。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：汚泥分離液を用いた藻類培養が実用化の観点から現実性が高いことを明らかにした。</li> <li>研究開発：千葉市南部浄化センターでの剪定枝等の下水汚泥焼却施設補助燃料利用において、実施場における化石燃料使用量削減効果を試算により提示。これにより持続可能な社会の実現可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。</li> <li>研究開発：刈草の下水汚泥脱水助剤利用について、機械メーカーの試験機（実機）において、刈草の脱水助剤としての有効性を示した。これにより持続可能な社会の実現可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。</li> <li>基準等：「下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版」において、土木研究所の特許技術である「過給式流動燃焼システム」と「みずみち棒」が掲載された。</li> <li>この取組は、下水処理場における化石燃料消費量と温室効果ガス排出量の削減という持続可能な社会の実現可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。</li> </ul>	B
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<p>以下の成果・取組は、平成27年の下水道法改正内容における下水汚泥のエネルギー化・肥料化の方針や、「国土交通省生産性革命プロジェクト」における下水汚泥の有効利用の方針を踏まえたものであり、生産性向上に貢献。個別事項は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発：培養藻類添加によるメタン発生試験において、有機物添加割合を上回るメタン発生量を得たことは、エネルギー生産手法の確立に寄与するものであり、生産性向上に貢献。</li> <li>実用化促進：国土交通省予算「下水道応用研究」において、下水資源を用いた藻類培養の実用化に向けた研究を実施し、実験室レベルの研究から大きく前進。下水熱を利用した藻類培養の可能性を示し、下水道資源を活用したエネルギー利用について下水処理場での実用化に向けて前進し、エネルギー生産手法の確立に寄与するものであり、生産性向上に貢献。</li> </ul>	B

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- 1) まだ手法の有効性の確認にとどまっているところが多く、社会での活用につながる技術の確立にまで至っていないようであるが、順調に進展すると思われる。政府の方針にどの程度貢献できるかも問題である。
- 2) 汚泥に対する藻類有機物添加率より、メタン発生量増加率が大きいことで、エネルギー回収の有効性が高いと論じている点については、疑問を感じる。この結果は、汚泥より藻類の方が同量あたりの炭素含有量が多いた

めにメタン発生量が多いことを示しているに過ぎないと考えられるからである。逆に言えば、活性汚泥の自己分解を少なくするような運転操作をすることで、別の施設の追加なしに、余剰汚泥からのエネルギー回収を増やすこともできるのではないかと想像される。

- 3) 剪定枝のエネルギーの試算は下水処理場だけでなく、ごみ焼却場などにも応用可能な大変重要な成果だと思う。指針としてまとめていただくことを期待する。
- 4) 刈草の下水汚泥脱水助剤としての効果も実用的だと思う。これについてはC/P評価はまだされていないようなので、今後に期待する。
- 5) 伐木や剪定枝を下水汚泥焼却施設の補助燃料等に活用する技術や下水資源を用いた藻類培養の実用化に向けた研究の大きな前進などは、社会的経済的な観点からも評価できるものではないか？そういう意味で3番の項目もAと評価した。
- 6) 成果の有効性を表現するにあたっては、一層の工夫がなされるべきだと感じた。例えば藻類培養によるバイオマスエネルギー資源の回収については、面積当たりの藻類の収量として表現するとわかりやすくなると思うし、また、藻類の量も、菌体量として示すのではなく、その持っている熱量で示すと、エネルギー資源として評価しやすくなると思う。現状の表現では、有望な成果が得られているのかどうか、正直判断しにくいと感じた。
- 7) (達成目標1) 分離液は水域に放流できるレベルまでする必要はあるのか。P6の表には水処理施設に返流可能とあるが、この条件が緩めば回収コスト(エネルギー)はもっと下がるのではと思った。
- 8) (達成目標2) 実機や実施設においてシステムを動かしてみること自体に価値があり、現時点では必ずしもプラスの結果が出なくても当然であると思う。もちろんプラスになるに越したことはないが、実施設による実験が実現することを願う。
- 9) 遠心分離機のエネルギー消費が大きいので再生利用エネルギーがかなり限定されるため、代替方法の研究も進めることが望ましい。
- 10) 下水施設での藻類増殖の研究では、光エネルギーをどのように確保するのが、固液分離とともに課題となると思うが、全体システム設計全体として残り2年で実用化にどこまで進むのか、現在どこにいるのかが分かりにくい。
- 11) 下水道施設を活用したバイオマスの資源・エネルギー有効利用方法の開発は、机上計算を中心に進めているが、どのような土木研究所としての成果が得られるのかわからない。
- 12) 研究成果の査読論文の本数が少なく、研究所としての責務や若手研究者の育成に心配がある。
- 13) 下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究は、国土交通省の新下水道ビジョン加速戦略に合致した研究であり、国の方針や社会ニーズに合う研究であることから、妥当性の観点はAと評価した。また、提案するシステムのエネルギー評価を前倒しして行い、今後継続すべき要素研究を精査した点は研究PDCAの観点から評価される。次年度以後、今年度のシステム評価を踏まえて選択と集中により実施される要素研究により、技術の実現可能性を証明し、下水道応用研究やB-DASH等を通じて技術の実用化を進め、その結果として国の施策へ貢献することを期待したい。上述のように国の政策に合致した重要な研究と認識していますが、マンパワーは足りておられるのか。

#### 【対応】

- 1) 実際の下水処理場に活用できるよう、技術の確立に向けて研究を進めていきたい。
- 2) ご指摘の内容も考慮に入れ、藻類活用における全体システムの評価を検討していきたい。
- 3) 剪定枝の下水汚泥焼却施設の補助燃料利用技術については、研究成果を技術資料としてとりまとめていきたい。
- 4) 刈草の下水汚泥脱水助剤利用についても、今後の実用化に向けた評価を進めていきたい。
- 5) 今後とも社会実装に向けて研究を前進させていきたい。
- 6) 藻類培養によるバイオマスエネルギー資源の評価方法については、ご指摘いただいた点を参考にし、今後工夫していきたい。
- 7) 下水処理水で培養する場合は、その後に上澄みを消毒・放流することが想定され、下水処理水を放流できるレベルまで藻類を分離する必要がある。資料でも言及したとおり、下水汚泥分離液は元々水処理槽に返流するため、今後、汚泥分離液を中心に用いて培養する方向で検討を進めていきたい。

- 8) 剪定枝の下水汚泥焼却施設の補助燃料利用等について、実施設での実験に進めるよう、今後も調整を進めていきたい。
- 9) 培養藻類の回収方法については、全体システムを踏まえて検討していきたい。
- 10) 実用化に向けての現状や、今後どこまで実用化に近づけるかについては、今後整理して示していきたい。
- 11) 剪定枝の下水汚泥焼却施設補助燃料利用については下水道管理者から業務を受託して実用化に向けた整理を行っており、また、刈草の下水汚泥脱水助剤利用についてはメーカー所有の試験機で脱水試験も行っている。しかし、実用化に向けての現状や、今後どこまで実用化に近づけるかがわかりにくかったと思われるため、今後整理して示していきたい。
- 12) 関与している担当者が少なく、制約があるが、可能な限り積極的な査読論文の執筆に努めていきたい。
- 13) マンパワーについては、現在専門研究員の応募に取り組んでいる等、補充を図っているところであり、限られた人員ではあるが、効率よく成果を出せるよう取り組んでいきたい。

## 空間機能維持・向上分科会の評価結果および主な意見と対応

研究開発プログラム名：(空間1) 安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>国の財政が厳しいなか、路面すべりやすさ、有効幅員や走行速度を機械学習により推定できる可能性があることを確認できたことから、適切で効率的な冬期道路管理による冬期道路交通の確保という国の方針に貢献。</li> <li>非塩化物系凍結防止剤（プロピオン酸ナトリウム）の開発については、NEXCO 中日本が本格導入に向け試行中。防錆効果によりインフラ長寿命化という国の方針に貢献。</li> <li>ワイヤロープ式防護柵は、中小橋梁曲線部、コンクリート舗装、BOXカルバートへ設置する技術が確立されていなかったため連続的に設置できないことが多かったが、新たな固定方式を開発したことにより設置可能範囲が広がり、危険エリアを縮小できた。高速道路等の正面衝突事故を防止するという国の方針に貢献。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>高規格道路暫定2車線区間（土工区間）へワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）の整備が進むなか、中小橋曲線部に試行設置した支柱の傾倒事象が発生したため全国展開ができない状況であったが、新たな定着方式を開発し整備ガイドライン（案）に反映。橋梁5カ所（延べ144m）に試行設置。国はR2年3月に本格設置を決定。</li> <li>釜石自動車道において、ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）を連続鉄筋コンクリート舗装へ設置したいとの技術相談を受け、新たな設置方法である既設橋梁への固定方法の適用を迅速に提案し、早急な施工に貢献。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまでワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）を設置できなかったBOXカルバートへの新たな固定方法の仕様を整備ガイドラインに反映することにより整備が促進され、新たな社会的価値の創造に貢献。</li> <li>PIARC（世界道路協会）TC3.2冬期サービス委員会（任期2020-2023年）、第99回TRB（米国交通運輸研究会議）ラウンドアバウト委員会、陸上交通気象委員会に委員として参加。実施計画の策定、取り組むべき研究課題の設定等により国際社会に貢献。</li> </ul>	B
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICTを活用した散布作業支援技術の開発により、散布したい箇所への的確な散布、散布量の削減が見込めることから散布の適正化が可能であることを確認。さらに、オペレーターの作業負担感も軽減できることから、現在は2人乗車でやっている作業を1人乗車でも可能とする技術をほぼ開発することができた。凍結防止剤の散布量や人件費の削減により生産性の向上に貢献。</li> <li>除雪機械の信頼度の目標値を変えた際の予防整備費用を試算・比較し、除雪機械劣化度評価が予防整備計画の作成支援などへ有効であることを確認。効率的な除雪機械の保守・整備の推進により生産性の向上に貢献。</li> </ul>	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- ①から④の評価の記述の中で、ワイヤロープが多くなっていること気になった。9ページにあるようなHFN（路面滑り抵抗値）の予測・道路有効幅員の予測などは、評価されるべき技術と思うし、それによる道路管理の費用対効果分析が可能となることは大きな成果では？なぜ①あるいは④に記載されないのか。
- 冬期交通事故リスクにおける、リスク情報提供による経路誘導策の便益算定と対策評価について、国道と高速道路が並走しており、その国道がかなりトラフィック機能に富んでいるという状況は、北海道特有の状況とも思われる。平時からの路線選択状況を踏まえた上での、ドライバーの行動変容のメカニズムを考える必要があるように思う。
- 冬期路面管理について、機械学習により、路面滑り抵抗値及び走行速度の推定値が実測値に合致する成果を上げている。この推定手法が、どの程度応用可能か、すなわち毎冬期おなじ手法で同じ精度の推定が可能か、地域についても広範囲で同じ手法で推定可能か。

- 4) 除排雪作業計画支援について、路肩堆雪部の断面積予測式が他地域で適用できるかは R2 年度の研究課題となっているが、毎冬期同じ推定式が適用できるかについても検討が必要であろう。
- 5) ワイヤロープ式防護柵については、広範囲での使用・普及に向けた開発が着々と進んでいる。
- 6) 満足度は 100%が上限かと思うが、100%を追求するのはナンセンスだと考える。その理由は、機能や性能を高めても、所詮は受け止めるユーザーの「心理」の問題であること、かつパレートの法則の通り、8 割を超える領域は著しく非効率であることによる。従って、「許容可能 (Acceptable)」な水準をどう設定するか、の議論に展開していくことを期待する。同様に「費用対効果」という概念も一つのモノサシでしかなく、効率性・合理性の指標にはなりえないが、「真に良好な交通サービスを提供しているか」を測る指標にはなりえない。例えば、激しい暴風雪時であれば速度低下が起こるのは当然で健全である。ユーザーの適切な判断の結果である。むしろ、積極的に交通流抑制を図るのが良好なサービスである場合もあるだろう。次のステージに向けて、新しい時代のユーザーサービスのありようについて継続的に議論を深めて頂くことを期待する。

#### 【対応】

- 1) ワイヤロープ式防護柵は、国の方針により全国で整備が進められている普及期であることから、評価項目に合致する成果が多くなっているものである。HFN（路面滑り抵抗値）の予測・道路有効幅員の予測などについては、機械学習により推定できる可能性があることを確認できたことから、ご指摘を踏まえ評価項目に追加したい。
- 2) ご指摘を踏まえ、北海道の特性を考慮しつつ、冬期において経済性、速達性、事故リスク等の要因が路線選択にどのような影響を及ぼすのかという、ドライバーの行動変容のメカニズムを検討していきたい。
- 3) 路面滑り抵抗値および走行速度の推定精度検証は計測データ数の制約から 1 冬期かつ単一の区間についてのみ行っており、複数の冬期および区間にわたる精度検証は行っていない。ご指摘を踏まえ、昨冬期に得た冬期走行環境データを用いて毎冬期同じ手法で冬期走行環境の推定を精度良く行うことができるか検証したい。また、これらの推定は道路交通センサスや気象庁アメダス観測値などの入手が容易なデータを入力値としている。このため、これらのデータが入手可能な地域・路線であれば広範囲にわたり推定が可能である。
- 4) 予測式について他地域への適用性と合わせ、冬期毎やその冬期の気象状況についても着目し検証していきたい。
- 5) 今後も現場での課題を解決しながら普及に努めていきたい。
- 6) 費用対効果評価に基づく合理的な冬期道路管理水準設定技術の開発は、道路管理者が適切な判断を行うための材料として、満足度を高めるために必要な費用を提示することを目的の一つとしており、最高の満足度を目指しているものではないが、ご指摘を踏まえ、過度な冬期道路管理水準とならないよう研究を進めたい。また、国の財政が厳しいという社会情勢を踏まえ、現中長期計画では費用対効果を指標としたものであるが、引き続き「真に良好な交通サービス」について検討を深めていきたい。

## 研究開発プログラム名：(空間2) 極端気象がもたらす雪氷災害の被害軽減のための技術の開発

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暴風雪時の道路管理（通行規制判断、迂回路選定等）に活用するため、過去の通行規制と、吹雪量のデータベース（面的データ、時系列データ、履歴データ）を整備したことで、タイムライン（段階的な行動計画）のための成果を得た。</li> <li>・短時間多量降雪によって、従来発生しにくいと考えられてきた樹林帯での雪崩発生条件の提示、発生頻度の推定手法と雪崩発生危険度図、雪崩の到達距離と衝撃圧の算出手法の提案により、雪崩に対する予防的対策（施設整備等）や事前準備（巡回出動等）に活用できる成果を得た。</li> <li>・広域的な吹雪視程障害予測の適用のため、吹雪発生判定フローと視程予測に用いる推定式の改良により、視程推定手法の精度を向上させ、社会実装のための成果を得た。</li> <li>・「吹雪の視界情報」サイトについて、暴風雪時に1.3万アクセスがあり、広く活用されたことに加え、冬型事故の削減に貢献できることが示された。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国道236号野塚峠において発生した雪崩（短時間の多量降雪に伴い発生）に対して、発生直後の道路防災有識者の派遣要請を受け、現地調査を行い、推定される発生要因と道路除雪等の今後の対応、多量降雪後の降雨時における斜面積雪の安定性や留意すべき気象状況等の長期的対応に関して助言し、現地での迅速な対応（調査、監視、除雪、応急復旧等）と的確な通行止め解除に貢献。</li> </ul>	B
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「吹雪の視界情報」のツイッターによる配信を開始し、暴風雪時に2.3万アクセスあり、暴風雪の被害軽減や冬期道路の安全性・安心感の向上に貢献した。</li> <li>・「吹雪時の交通行動判断を支援する「吹雪の視界予測」の技術開発」が土木学会北海道支部技術賞を受賞したほか、その他の発表や論文でも日本道路会議優秀賞や日本雪工学会学術賞を受賞し、社会的価値が認められた。</li> <li>・PIARC（世界道路協会）TCB.2冬期サービス委員会（任期2016-2019年）の委員として技術レポートのとりまとめに参画。完成したレポートがPIARCのウェブサイトに掲載され、国際協力に貢献。</li> </ul>	B
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除雪車運行支援技術の開発において、磁気センサーを用いた自車位置推定システムの車線走行支援ガイダンスは、目標測位誤差（±50cm）以内で自車位置が表示され、オペレーターは前方視界を遮断した状態でも走行車線を逸脱することなく、除雪作業が可能であることを確認し、除雪の生産性向上に寄与する成果が得られた。</li> <li>・周囲探知技術において、ミリ波レーダーを用いた前方障害物探知ガイダンスは、ガイダンス情報に未探知・誤探知がなく、オペレーターは前方視界を遮断した状態でも障害物の10m以上手前で安全に停止可能であることを確認し、除雪の生産性向上に寄与する成果が得られた。</li> </ul>	A

### 外部評価委員からの主な意見と対応

#### 【委員からのコメント】

- ③の社会的価値の創出のところが、学会発表や委員会活動のみとなっているところ気になった。空間1及び空間3と異なる記述内容となっている。被害軽減の現場に与えた影響が大きかった研究内容とその取組を記載してはかがか。防雪柵あるいは防雪林の研究は、ここに該当しないのか（これらはどこにも記載されていない）。
- 除雪車運行支援について、停止実験は路面に雪がない状態で行われている写真が掲載されているが、実験条件の多様化は必要ではないのか。
- 吹雪視程障害予測技術について、サイト活用に関する事故削減効果の推定により、有効性を表す客観的指標が示された。また、ツイッターを活用した情報の発信に良い成果が見られた。
- 暴風雪時の除雪車運行支援技術は、車線走行支援も周囲探知技術も技術的向上がみられ、オペレーターへの支援効果が大きい。

- 5) 多くの個別課題が完了、または仕上げの段階に入っているかと思う。吹雪に関する予測・情報提供は社会実装段階まで進み、持続的改善を図りつつ、ドライバーの行動変容につながる成果が上がってきたように思う。次なる段階として、極端気象時の「積極的通行止め」や「外出自粛勧告・指示」といった、能動的防災の方策についても検討して頂くことを期待する。
- 6) 防雪林、防雪柵などのハード対策についても、古くて新しい課題としてまだやるべきことが種々残っているように思う。既存の研究のアプローチや固定概念にとらわれない思い切った新たなアイデアや視点での新しいチャレンジに取り組み始めてはいかがか。北海道というフィールドを持っている貴機関だからこそできる、そして世界をリードできる研究分野であるように思う。

#### 【対応】

- 1) ご指摘を踏まえ、令和元年度から「吹雪の視界情報」Twitterを開始し、より多くの方に吹雪情報が伝わりやすくなることで、暴風雪時の被害軽減や、冬期道路の安全性・安心感の向上に貢献したことを、③の社会的価値の創出に追加した。一方、防雪柵と防雪林の研究については、令和元年度は、最終成果を得るための観測、分析、検討を進めている段階であり、社会的価値に該当すると考えられる成果を得た段階で記載し、それらを社会実装に結び付けたい。
- 2) 本実験は、視界不良時において、停止警告のガイダンス情報が出てから安全に停止することを検証目的としており、路面状態を実験条件に設定しておりません。ご指摘のとおり、路面状態によって制動距離が変わるため、ガイダンス情報の条件設定の多様化は必要であると考えており、速度等を考慮したガイダンス設定に取り組みたい。
- 3) 「吹雪の視界情報」サイトによる情報提供について、具体的な冬型交通事故の削減件数を推定することで、同サイトの効果を定量的に示すことができた。また、令和元年度冬期から開始したツイッターによる情報提供では、道路利用者の多様なニーズに対応するとともに、サイトへのアクセス増加効果も確認できた。今後とも、「吹雪の視界情報」の更なるPRや、利用者ニーズに応じた情報提供方法の改善を進めるなど、研究成果の最大化を図るよう取り組みたい。
- 4) 除雪車のオペレーターへの支援として、除雪車運行支援技術は必要な技術であると考えており、さらなる技術的向上に取り組みたい。
- 5) 暴風雪の厳しさについて吹雪量を用いて定量的に評価し、過去の暴風雪に関するデータベース（面的データ、時系列データ、履歴データ）を整備したところであり、ご指摘の「積極的通行止め」や「外出自粛勧告・指示」などの能動的防災にも活用できるものと考えている。今後も道路管理者や行政サイドと議論や調整を進め、社会実装が効果的に進み被害軽減に繋がるよう取り組みたい。
- 6) 防雪林、防雪柵については、防雪効果に関する観測や分析、対策手法や工法選定の検討のための環境整備などを進めてきたところであり、今後具体的に対策や工法を検討する際には、新たなアイデアや視点での検討を積極的に行い、より充実した成果となるよう取り組みたい。

## 研究開発プログラム名：(空間3) 魅力ある地域づくりのためのインフラの景観向上と活用に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会 評価
①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか 〔妥当性の観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電線共同溝以外の多様な無電柱化手法をとりまとめた「地中化工法と整備手法の選定ポイント」を発行したことは、無電柱化推進法において国が今後進めるべきとする多様な整備手法の導入に貢献。</li> <li>・国土交通省の要請を受け、「景観デザイン普及・実践会議」(道路局)に有識者として技術協力したことは、道路景観改善手法の普及と景観エキスパートの育成に繋がり、「メンテナンスセカンドステージ」などの国の方針等に適合。</li> <li>・これまでの研究成果で得られた計画・設計・管理技術に関する知見を活かし、複数の「道の駅」において計画段階から技術支援をしたことは、重点「道の駅」(国交省道路局施策)の整備推進にも貢献。</li> <li>・道路附属物への木材利用に関する耐久診断・効率的な維持管理手法の提案は、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」において建築物以外の公共工作物に木材利用を促進する国の方針等に適合。</li> <li>・街路樹の剪定良否の定量的な評価技術について、目標樹形の設定による剪定の質向上効果を明らかにし、効率的で機能を損なわない街路樹の管理のための「道路緑化技術基準・同解説」に示される緑化技術の性能規定化に貢献。</li> <li>・JICAの要請を受け、R1に改訂した西語版「道の駅」ハンドブックをテキストに活用したJICA研修や現地指導を実施したことは、「道の駅」第3ステージにおける海外展開や、日本の国際協力などの国の方針に適合。</li> <li>・直轄現場で今後導入が進むCIMデータの景観予測への活用は、国土交通省所管事業における景観検討の的確な実施に寄与し、また屋外公共空間の改善の診断ポイントは、国が進める国際競争力の高い観光地づくりに貢献。</li> </ul>	A
②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか 〔時間的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無電柱化、道路緑化、道の駅に関する計4つの技術資料をとりまとめたことは、現場の効率・効果的な事業の推進に対応。</li> <li>・東京オリンピックのマラソンコースの景観改善への技術協力の要請を受け、これまでの研究成果の活用により、5月の現地施工開始に間に合うよう、短期間での景観改善計画の策定に貢献。有効かつ適時に研究成果を反映。</li> </ul>	A
③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無電柱化の景観改善効果の定量的評価や整備効果の高い計画立案手法を示した「景観のための無電柱化推進のポイント」、電線共同溝以外の多様な手法をまとめた「地中化工法と整備手法のポイント」を発刊。今後の普及により、自然・農村域や、国立公園内や世界遺産エリアなどでの事業推進が期待。</li> <li>・観光地屋外公共空間の改善のための診断ポイントを明らかにし、「診断マニュアル(素案)」にとりまとめ。今後、観光地の質向上に繋がることに期待。</li> <li>・本成果により、以下の北海道内市町村の景観審議会などで技術指導し、計画の一部見直しが実現。</li> <li>・札幌市景観審議会及び同審議会プレアドバイス委員として、北海道新幹線札幌駅の新設札口前や札幌駅前通の街区において、溜まり空間のスケール感や導入すべきシェルターや植栽などの技術指導が計画の一部見直しに繋がった。</li> <li>・倶知安町景観審議会の委員として、急増する外国人による大型開発案件などに対し、容積率などではコントロールが既に難しい中、開発地内の緑量の確保を第一とした協議を行うことを指導し、景観形成に貢献。</li> <li>・「Michi-no-Eki」の海外展開に必要な技術資料の提供ニーズに応える英語版「道の駅」ハンドブックは、「道の駅」第3ステージでも提言された「道の駅」の海外展開や、日本の国際協力への技術支援に貢献。</li> </ul>	B
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「地中化工法と整備手法の選定ポイント」や、効率的施工の技術開発(トレンチャー工法、寒冷地における浅層埋設工法)などの最新の研究成果を、全国レベルの展示会(無電柱化推進展(東京ビックサイト))で発信。</li> <li>・電線地中化の低コスト工法の技術開発に向け、トレンチャー工法における狭隘な掘削溝での改良型転圧機械の試験を行い、実用性を確認した。また、浅層埋設試験では、道北の酷寒地域である美深町でも現設計より浅い埋設深さを確認したことは、今後の施工性の向上に繋がる。</li> </ul>	B

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) 無電柱化のポイントブック（2冊）は、②の適切な時期あるいは③の社会的な価値の創出において顕著な成果になると判断してはどうか。ポイントブックの記載があった③をAにしたが、②をAでもよいかと思う。
- 2) 景観予測・評価あるいは屋外公共空間の評価は、社会のニーズおよび社会的価値の創出につながっており、①や③の評価の中に記載されていてもおかしくない研究と思える。また、今後、これらの基礎的検討は有用なツールとなっていくと思う。知見の信頼性を高め、広く受け入れられるものに高めていかれることを強く期待する。
- 3) 木材活用の研究について、木材＝腐るという漠然とした思い込みを実態調査によって具体的に対策方針を示したことは意義深い。こうした「現状を調べてみればわかる」というシンプルな行為がなかなかできない現状に対して、「自分たちでできる簡単な調査」と「その結果からの対策の考え方」をポイントブックとして広く発信することで、気候条件が北海道とは違うから参照しない、となってしまわず、それぞれの地域で調査、検討、木材活用を展開すること、及びその一連の活動による景観意識の高まりを促すことができると期待されるので、検討されたい。
- 4) 技術資料やポイントの発行、診断マニュアルの作成など、技術指導や成果の普及に向けた取組が多く行われていることを評価する。
- 5) 「魅力ある地域づくりのための・・・」と謳っていることに共感する。景観を単なる風景としていないのは、そこに人々の生活と営みと文化があり、そして来訪者の体験（UX）が加わって、魅力が創出されます。そしてそれが成立し続けるためには、地域住民にとっての「誇り」が非常に重要なファクターになってくると考えている。景観の向上と活用に向けては、技術的・政策的な側面は当然のこととしつつ、地域住民を如何に巻き込み当事者にしていくかが、誇りの創出に大きな影響を与えると思う。場合によっては、インフラ管理の一部の作業に参加して頂く機会を作ってもよいだろう。手間暇のかかることだが、できる範囲でご検討を頂ければと思う。

### 【対応】

- 1) 無電柱化は、現状、実施スキームが電線共同溝方式以外に広がらないために本来必要な整備が進まないこと、整備コストが高いこと等、制度面と技術面の両面に課題を抱えている。本ポイントブックは、その両面の課題解決の一助となることを目的としており、評価項目③の社会的価値の創出に寄与すると考える。また、②の適切な時期に成果を創出するため、研究期間終了途中の段階でも迅速に成果を取りまとめて発行し、その後に適宜更新するよう努めている。
- 2) ご指摘のあった二つの研究は、いずれも国土交通省の制度や施策の実現のための研究であるため、助言を踏まえ評価項目①に追記したい。評価項目③について、景観予測・評価の研究は進捗しているものの、現時点では研究成果としての取りまとめには至っていないため記載していない。今回の評価や助言も踏まえ、今後ケーススタディ等を通じて知見の信頼性を高めるとともに、多くの行政職員や技術者に採用・参照されるものとして整理取りまとめを行い、社会的価値の創出につなげていきたい。なお、屋外公共空間の研究については、③に「診断マニュアルによる観光地の質の向上」として記載してある。
- 3) 木材の研究成果については、土木学会の木材工学委員会の研究発表会でも成果について評価を得ているところ。助言を踏まえ、気象環境条件や生産されている樹種の異なる北海道外の地域でも、同様の調査研究が進められるように、調査分析の方法の全国への普及も意識して、今後成果普及に取り組むほか、発出準備中の技術資料にも反映させていきたい。
- 4) 研究途中の段階であっても、すぐに現場で活用できる成果はポイントブックというスタイルを取ることで積極的に取りまとめて公表し、技術指導にそれらを活用することで成果にフィードバックし、翌年以降適宜更新することにより精度を高めるよう努めている。今後も引き続き、適切なタイミングで成果の普及や技術支援に取り組み、社会に貢献できるよう努力していきたい。
- 5) ご指摘の通り、魅力ある地域づくりの主体は地域であり、直接裨益するのはインフラ利用者であると考えている。そのことを踏まえ、利用者のニーズやその評価に基づいて知見の信頼性を向上させ、幅広い読み手を想定

したポイントブック等の発行などを通じて、真に魅力ある地域づくりに繋がるよう、研究成果の普及と社会実装に努めていきたい。

## 食料生産基盤整備分科会の評価結果および主な意見と対応

### 研究開発プログラム名：(食料1) 食料供給力強化に貢献する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・ 保全管理に関する研究

#### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1年度の主な成果・取組	分科会 評価
<p>①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか 〔妥当性の観点〕</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経営規模の拡大に対応した大区画圃場の整備における表土の物理性悪化抑制の診断基準、転作作物への地下灌漑技術、大区画圃場整備の前・後の水稻の移植栽培・直播栽培の用水量比較データは、いずれも既往の調査例がなく、国が進めている効率的な農業生産基盤の形成に寄与するものである。</li> <li>・国や地方自治体、土地改良区に向けた、農業水利施設に対する大規模災害リスク管理手法の普及の取り組みは、国が進めている農業水利施設の事業継続計画（BCP）整備に寄与するものである。</li> <li>・異なる表面保護工法により施工され、供用年数の様々な水路から採取された実際的な試料を用いた試験により、工法の違いによる凍結融解抵抗性の推測が可能であることがわかった。また、農業用水路に適合した機械化施工（左官施工など）の試みは、現場の労働力不足を補う有用な取組である。</li> <li>・平成30年北海道胆振東部地震による農業用ダムやパイプラインの被災対応については、H30年度の被災要因の調査を主とした取り組みから、R1年度には復旧を進める上での指導助言や復旧後のパイプラインでの挙動観測の着手に進んだ。これらは国が進めている被災地の復旧・復興に貢献する取り組みである。</li> <li>・国からの指導助言依頼62件と突発事故対応要請7件に対応した。また北海道開発局や農水省からの委員9件、幹事4件の委嘱に対応し、国営の農業農村整備事業の推進に寄与した。</li> </ul>	A
<p>②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか 〔時間的観点〕</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パイプラインで発生する地震時動水圧の研究成果は農水省の土地改良計画設計基準技術書改定案に設計で注意が必要な水理現象として引用されるなど、今後ニーズの増す施設の強靱化に向け、広く活用が期待される。</li> <li>・農林水産省は「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【鋼矢板水路腐食対策（補修）編】（案）」（R1年9月）を発刊した。土木研究所が近年解明を進めてきた鋼矢板水路の構造性能の低下機構が、このマニュアルに掲載された。今後北海道内だけでなく、鋼矢板水路が多い北陸地方などでもこの成果が活用される。</li> <li>・農業水利施設に対する大規模災害リスク管理手法の普及の取り組みは、国が集中的に進めている農業水利施設のBCP整備の時期に合わせて実施しており、H30年度にとりまとめた成果が期待された時期に活用されている。</li> <li>・大区画圃場での転作作物への水分供給のための地下水水位制御技術に関するR1年度の成果は、少雨で推移し、播種後に干ばつ状態であった空知地域の農地で得られた貴重なデータである。播種後の干ばつによる発芽不良を経験した農家に対して有用な情報提供ができた。</li> <li>・パイプラインの地震時動水圧観測地点の増設によるデータの収集は、パイプラインの耐震設計技術における喫緊の研究ニーズに応える取り組みである。</li> </ul>	A
<p>③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕</p>	<p>【顕著な成果や将来的な成果の創出が期待されるもの】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農林水産省の「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【鋼矢板水路腐食対策（補修）編】（案）」（R1年9月）に鋼矢板水路の構造性能の低下機構が掲載された。今後、北海道内だけでなく鋼矢板水路が多い北陸地方などでもこの成果が活用される。</li> <li>・農水省の官民連携新技術研究開発事業による共同研究と補修の機械化施工方法の開発への取り組みは施工効率の大きな改善が期待できる技術である。</li> </ul> <p>【社会的価値の創出への貢献】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・開発局への指導助言や開発局職員への研修を通じて研究成果の速やかな活用を行い、国の事業推進に寄与した。</li> <li>・開発局や土地改良区の技術者を対象として、工法が早期に理解されるために、コンクリート開水路の補修の機械化施工技術の現場での講習会を催した。またパイプラインで生じる地震時動水圧、畑作地帯における土砂流出モデルなどの新たな研究成果を地方講習会で発信した。</li> <li>・土木研究所で蓄積した知見を活用して基幹的農業水利施設等の突発事故等の発生時に指導助言を行うことで、灌漑用水の安定供給に寄与した。</li> <li>・国の用水計画基礎諸元調査意見聴取会水田分科会主査、土地改良事業計画設計基準パイプライン改定委員会委員、北海道開発局のストックマネジメント技術高度化事業に係る第三者委員、国営サロベツ地区農地防災事業検討委員会委員などの委嘱を受け、研究で得られた知見を活用して国営事業の推進に寄与した。</li> </ul>	A

<p>④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか [社会的・経済的観点]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経営規模の拡大が続く北海道において大区画圃場の整備は、労働生産性の向上に寄与する生産基盤整備である。また大区画圃場の整備・管理に関わる研究は、今後の国内でのスマート農業の展開にも寄与する。このような視点から、R1年度の成果である大区画圃場整備における施工機械の選定方法や転作圃場における地下灌漑技術、大区画圃場の整備前・後の水田用水量データは、労働生産性向上に寄与するものである。</li> <li>・H30年度に開始した農林水産省官民連携新技術研究開発事業「高炉スラグ系材料及び機械化施工による超高耐久性断面修復・表面被覆技術の開発」は、人材不足に対応した施工効率向上に向けた取り組みである。H30年度の曲線部を有する側壁の試験施工に引き続き、R1年度には底版部の試験施工を行い、一定の傾斜をつけながらの機械施工が可能であることを検証した。順調に技術開発を進めている。</li> <li>・毎年一定数の特許実施(R1年度は66件)がある「水路の更生工法」等はFRPMパネルを用いた工法であり、施工の効率化を実現している。</li> </ul>	<p>B</p>
---	--	----------

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) 大区画圃場の整備工法の研究では、物理性の悪化が抑制される土壌水分(pF)が含有粘土分の多少により異なることになるメカニズムについて解説を加えると、より説得力が増し、また、今後の改善の方策も検討し得るようになると思う。また、「土壌の物理性の悪化」は、固相率の変化よりも施工後の固相率自体の方が理解しやすく、現地でも使いやすいように思う。
- 2) 大区画圃場の整備に関する土壌や地下灌漑の一連の研究について、そのような整備を行った圃場での継続的追跡調査は予定されていないのだろうか。今後実施していく必要はないか。
- 3) 地下水位制御システムの高度利用技術の研究では、易有効水分の範囲も考慮した地下灌漑の適用を検討したほうがよい。
- 4) 圃場整備(パイプライン化、地下灌漑導入、深い排水路)によって、用水量は乾田直播で大きく増えているという結果である。農家の水管理の違いが要因として大きいようであるが、乾田直播において地下灌漑の影響の有無も考察していただきたい。
- 5) 北海道における気候温暖化予測と「積雪寒冷地における農業水利施設の補修・補強方法とその評価方法の開発」の関係をもう少し明示できないか。マニュアルや関連書籍の出版もされているので、さらに実行力のあるものにしていただきたい。
- 6) 実際の現場が抱える課題が的確に抽出されている。震災関連の技術開発も継続されていて成果を出していることは評価できる。
- 7) 省エネルギー型ふん尿調整システムの研究において、曝気が臭気や調整槽液温に効果のあることを明らかにされたが、今後、「省エネルギー」へどう結びつけていくのか、その展望を示されたい。
- 8) 「各達成目標における進捗状況」においては、進捗状況は理解できたが、表現がバラバラであったり、積極性が伝わらない表現などがあり、評価しやすいよう表現の仕方を工夫されたい。
- 9) 「③社会的価値の創出への貢献(社会的・経済的観点)」では、将来的な特別な成果の創出の期待が認められることから高く評価できる。
- 10) 国際貢献実績に対する受賞、学会賞等の3件の受賞は高く評価できる。

### 【対応】

- 1) メカニズムについて解説を加えた。施工に伴う表土の物理性の変化をみるために固相率の変化率で評価している。なお、施工後の固相率の値も重要であり、その適用性についてはよく検討していきたい。
- 2) 継続的追跡調査については、今後検討していきたい。
- 3) 易有効水分の範囲も考慮に入れて、地下灌漑の適用を検討していきたい。
- 4) 今後、乾田直播圃場の用水量を地表灌漑分および地下灌漑分に分離し、複数年分の用水量データを検証することにより、地下灌漑が用水量増加に与える影響の有無について考察したい。
- 5) 「積雪寒冷地における農業水利施設の補修・補強方法とその評価方法の開発」は、積雪寒冷地という過酷な気象条件下にある施設の長寿命化を目指す研究である。今後、気候の温暖化に伴い施設を取り巻く環境はさらに激化すると予想され、本研究の重要性は益々高まるものと考えられることから、気候変動の観点も念頭において研究を進めたい。

- 6) 災害関係の調査・研究を今後とも継続的に実施し、その成果を発信していきたい。
- 7) 曝気による臭気抑制、冬期間の液温上昇等、良好で効率的に腐熟が行われる条件において、今後必要な曝気時間等を明らかにし、適切な省エネルギー型の運転方法を提案したい。
- 8) 進捗状況の自己評価について、今後表現ぶりや表現の統一性に配慮し改めたい。
- 9) 引き続き社会的価値に結びつくよう研究の充実を図りたい。
- 10) 引き続き社会的にも評価が得られるよう研究の充実と成果の普及に努めたい。

## 研究開発プログラム名：(食料2) 食料供給力強化に貢献する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究

### 成果・取組および評価結果

研究開発プログラムの成果・取組について、説明資料に基づく各評価委員による評価結果を受け、分科会長による一括審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
<p>①成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合しているか [妥当性の観点]</p>	<p>【国の方針】「水産環境整備を促進」(H28 北海道総合開発計画)に適合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚類行動に影響する流速基準値案と評価方法案を作成したことは、漁港水域が魚類等の生息空間の一部として果たす機能評価に活用され、現有施設の整備方針の検討に貢献する。</li> <li>・海底創出礁、表面積増加礁による漁港水域の餌場機能強化の有効性が確認されたことは、整備による機能強化が見込め、水産生物の生活史に配慮した水産環境整備の推進に貢献する。</li> </ul> <p>【国の方針】「沖合漁場整備の推進」(H29 漁港漁場整備長期計画)に適合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安定同位体比分析から人工魚礁群の魚類と餌料生物の食物網を解明したこと、および流動モデルによる魚礁ブロック周辺の流速分布を把握したことは、沖合漁場施設の増殖機能の定量的評価手法の検討に必要不可欠なことであり、また沖合漁場整備の推進にも貢献する。</li> </ul> <p>【国の方針】「漁港水域の再活用の促進」(H28 北海道総合開発計画)に適合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・稚ナマコの放流密度による定着率等の関係を把握したことは、費用対効果の高い種苗放流技術の開発に資するとともに、漁港水域の再活用に貢献。</li> <li>・天然環境下および室内水槽試験にて食害生物(オオヨツハモガニ等)の稚ナマコ捕食量を定量化したことは、放流効果の予測に活用され、漁港水域を再活用するための指標として貢献する。</li> </ul> <p>【国の方針】「サケの漁獲量の安定化」(H29 水産基本計画)に適合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サケ行動データと波動場解析による流速値を用いた関連性の分析による荒天時の構造物評価手法の有効性を検証したことは、漁獲量の安定化に資する水産有用魚種の自然再生産を目指した技術開発に貢献する。</li> </ul>	A
<p>②成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか [時間的観点]</p>	<p>【国の事業に歩調を合わせて進捗】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水産庁と北海道開発局は北海道においてフロンティア漁場整備事業の実施に向けた調査・委員会を令和元年度から開始し、水産資源増大に係る効果の調査方針について、研究実績を踏まえた技術的支援を実施。委員会等に参加し、適時調査結果を報告する予定。</li> </ul> <p>【次年度目標を見据えて進捗】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・沖合構造物の餌料培養効果評価手法の基礎知見を得るため、令和元年度は流動モデルにより魚礁ブロック1個あたりの滞留域を把握し、底生生物(餌料)の生息密度が魚礁区で高い現地観測結果との整合が確認され、次年度以降実施予定の面的な(魚礁群での)検討に繋がり、順調に進捗。</li> </ul> <p>【全体工程を見据えて進捗】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚類移動数データの収集と精度向上に着手し、それと平行して構造物周辺の行動把握を行った。また沿岸構造物周辺において、前年度に得たサケ行動データと今年度行った波動場解析による物理データ(流速値等)を用いて解析を行い、これらの関係性を検討しこれが荒天時の構造物の評価手法として有効であることがわかったことから、順調に進捗。</li> </ul>	B
<p>③成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか [社会的・経済的観点]</p>	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・漁港静穏域の避難場機能に関する評価方法案を作成したことは船舶の航行・停泊等以外の泊地の機能を価値化し、漁港ストックの有効活用を図る上で泊地の社会的価値の創出に貢献する。</li> </ul> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・漁港静穏域でのアサリ垂下養殖の有効性を確認でき、流速評価案を作成出来たことは、各地に適した垂下手法の提案につながり、漁業振興に貢献。</li> </ul> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・稚ナマコの効率的な種苗放流に関する技術開発や食害生物による捕食の影響の定量化は放流及び適地選定手法など漁港水域を活用した増養殖促進に繋がると考えられ、少子高齢化する漁業の労働不足対策、漁業者負担の軽減などの漁業振興に貢献する。</li> </ul> <p>【学会発表・国際貢献】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・令和元年度の研究成果を国内査読論文3件、海外査読論文3件発表し、国内外への成果発信に貢献。さらにアメリカサンディエゴほか二カ国にて講演。</li> </ul> <p>【技術指導/成果の普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道開発局が開催する磯焼け地域での意見交換会で漁港における増養殖に関する技術指導を行ったほか、北海道開発局水産課との意見交換によって行政で抱える問題点等を把握したことや、北海道、民間が開催するものを含む委員会の委嘱を受け、行政施策等の推進に貢献する。</li> </ul>	B

評価項目	R1 年度の主な成果・取組	分科会 評価
④成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか 〔社会的・経済的観点〕	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海底創出や表面積増加による餌料増加を確認できたことは、港内餌場機能強化の技術開発により生態系の底上げに繋がると考えられ生産性の向上に貢献する。</li> </ul> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・稚ナマコの食害生物による影響が判明し、更に食害防止ネットの設計・設置を行ったことは、新規的かつ効果的な技術開発に繋がる取り組みであることから、生産性の高い放流方法の開発に貢献する。</li> </ul> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中型魚類（イワナ）の移動数の自動計測が我が国初めて可能となった。また中型魚類の複数同時遡上時の遡上数の自動計測化（24時間無人計測、夜間・濁水時も計測可能）や多点同時観測が可能となり、現地計測コストの縮減（省力化）に貢献する。</li> </ul> <p>【共同研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道大学と「稚ナマコの摂餌生態に関する研究」、東海大学と「北方沿岸海域における物理環境及び生物環境の再現計算の精度向上に関する研究」、北海道立総合研究機構と「アサリ垂下養殖技術に関する研究」、民間企業と「漁港港湾における稚ナマコ生息基盤の開発に関する研究」を締結。技術の向上に貢献するとともに、経済性の観点では共同研究によって成果が迅速に得られ、生産性の向上に貢献する。</li> </ul>	B

## 外部評価委員からの主な意見と対応

### 【委員からのコメント】

- 1) 水生生物の行動は、多様な環境因子や生物相互の関係で極めて複雑なものと思われるので、現在もしくは今後得られる知見が適用可能となる物理的・生物学的な範囲を示してはどうか。
- 2) 沖合海洋構造物（人工魚礁）の餌料培養効果の把握に関する研究について、底生生物の餌候補が捉えられていないと思う（底生微細藻類は $\delta 15N$ （窒素同位体比）が5‰以上小さいので、直接の餌と考えるのは無理がある）。魚礁周辺に堆積あるいは懸濁する有機物が餌となっている可能性があるため、その確認が必要である。餌が有機堆積物であれば、それを集めるための流動環境の創造などのテーマに繋がると思う。
- 3) 沖合海洋構造物（人工魚礁）の餌料培養効果の把握に関する研究について、安定同位体によるカレイとホッケの食物連鎖の違いを明らかにしたことは面白いと思うが、これをどのように活かすのか。
- 4) 種苗放流適地としての漁港港湾水域の適正環境評価技術の構築に関する研究について、試験礁の設置により「定着率が約35%、湿重量は8.6倍と増加…」とあるが、3つの放流群の値が同じような数値に収まっていることから、これらの値が重要なのではなく、研究対象とした漁港の環境収容力がこの値だったということか。
- 5) 栽培漁業支援強化のための漁港港湾の有効活用手法及び整備技術の開発に関する研究について、ナマコを捕食する生物による食害防止のため、試験礁にネットを取り付けて実験を行っているが、ネットによる海藻の付着や泥分による目詰まりでナマコの生残に影響するのではないか。
- 6) 沿岸や沖合の人工構造物周辺の海流や波による流速分を計測し、またシミュレーションを行って、物理的な環境の変化をそのメカニズムとともに定量的に把握しており、土木工学の知見・技術が沿岸漁業や生態系保全にいかされている研究として着実に成果をあげている。沿岸や沖合の人工構造物周辺の海流や波による流速分を計測し、またシミュレーションを行って、物理的な環境の変化をそのメカニズムとともに定量的に把握しており、土木工学の知見・技術が沿岸漁業や生態系保全にいかされている研究として着実に成果をあげている。またそうした環境で、水生生物がどのような影響を受けるかを調査しており、漁港やその他構造物の効果や効果的な形態を示すものとして期待できる。
- 7) 北方寒冷圏の海域生産力向上と漁業振興を図るという非常に重要な課題解決に向け、努力を続けていることは大いに評価できる。海洋の生産力を規定する大きな因子は基礎生産量（栄養塩濃度の多寡）、再生産基盤の保証などが挙げられるが、漁港水域の高度利用の観点から各種技術開発に取り組み成果を挙げている。水産土木学と海洋生産生態学の融合は特に喫緊の課題であるが、折角の研究成果について、対外的な宣伝や学術出版の点で物足りない。更に積極的な情報開示・広報を期待したい。

### 【対応】

- 1) これまでの研究により評価基準や評価方法の案を作成することが出来たので、ご指摘の通り、今後評価基準や

方法の提案時には適応可能な物理的・生物的範囲を同時に示したい。

- 2) 同じ人工魚礁で採取された環形動物の消化管内容物の検鏡も実施しており、底生微細藻類の羽状目珪藻や有機堆積物も確認されている。いずれも環形動物は底生微細藻類または懸濁有機物を餌としているものと推察している。今後はDNA食性解析等も行って餌料経路の更なる解明と有機堆積物の人工魚礁による集積効果の両面から研究を進めたい。
- 3) 食物連鎖を明らかにしたことは、構造物が持つ餌料培養効果が魚類の蝸集と成長にどのように貢献するかのメカニズムの解明のために有益な知見と考えられる。これに基づいて魚類、動植物プランクトン、底生生物等をパラメータとした生態系モデルの構築に繋げたい。
- 4) ご指摘の通り、本研究で技術開発を目指している放流・育成基盤の収容力は、この値だったと考えている。今後は、収容力を多角的に見積もるための礁内に存在した有機物量（炭素や窒素）等やその他指標となり得るデータの分析も鋭意進めたい。
- 5) これまでの研究で目合いが細か過ぎると中の環境が劣化し、生残や成長に悪影響することが分かっているため、対象となる食害生物が入らない目合いで生残や成長に対する影響を慎重に検討したい。
- 6) 今後も課題解決に向けた研究を進めて、目標となる技術の構築を進めて行きたい。
- 7) まとまった成果が得られてきたので、今後は研究成果については学術論文等で研究によって構築された技術はマニュアルやガイドブック等を作成し、広報・普及に努めて行きたい。