

第2章 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及び主な意見と対応（年度評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> 近年増加している越水破堤に対して、堤防裏法部等のシート被覆が、越水から決壊までの時間を引き延ばすことのできる水防工法として有効であることを確認した。 令和2年7月豪雨に伴い、球磨川、筑後川における国土交通省主催の堤防調査委員会への参画や現地調査等の実施により、堤防管理者への技術支援、指導を行い、復旧工法に反映された。 球磨川、筑後川、最上川、江の川の漏水被災箇所の調査に、本研究で開発した手法による透水試験、貫入試験、物理探査等を適用し、調査結果の提供や漏水原因・強化対策に関する指導を行い、復旧工法に反映された。 このほか、越水破堤や浸透対策に関する知見が求められ、20河川以上において、研究成果を用いた技術指導を実施した。 越水対策に係る研究成果が令和2年度補正予算の実施内容に反映された。 	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"> 令和2年度の水災害に対し、研究成果を活用して災害調査や試験方法の適用、対策、復旧工法の提案等の技術支援、行政委員会の参加を適切な時期に実施した。 筑後川等における災害後の対策会議において、本研究で開発した調査手法を適用した連続地質分布情報の提供を迅速に行い、早急な復旧等を支援した。 令和2年7月豪雨災害直後から現地調査を行って、堤防管理者への技術支援を行った。 越水対策に係る研究成果が令和2年度補正予算の実施内容に反映された。 	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"> 破堤時の締切にあたって、グラブを装着したバックホウを用いて締切資材を決壊口に投入する方法を提案することで、バックホウでは扱えなかった3tブロックの投入が可能になり、従来の2～3倍のスピードでの緊急対応を可能にした。 近年増加している越水破堤に対して、堤防裏法部等のシート被覆が、越水から決壊までの時間を引き延ばすことのできる水防工法として有効であることを確認した。 局所流と上昇流を考慮した新たなブロックの安定条件を定式化することで、これまでは分からなかった高速流に耐えうるブロック重量の算出が可能になった。 高水敷及び堤防侵食を防止する対策として群体ブロックが有効であることを水理実験で確認した。 大型模型実験によりドレーンと礫混合土の対策効果、崩壊形態を確認し、堤防強化設計法に関する知見を得た。 低拘束圧下の強度定数設定法の提案により、浸透による進行性崩壊を簡易に評価可能になった。 既存の試験法と同様の透水係数が得られ、極めて効率的かつ多点同時並行の試験が可能となる原位置簡易透水試験法を開発した。 これまで簡便な手法では困難であった地盤の静的な貫入強度を、自走式静的貫入試験装置を用いることにより、高精度・高分解能かつ短時間で得られた。 堤防基礎地盤の浸透安全性に着目した地形・地質調査方法（土木研究所資料）の骨子を作成した。 貫入試験とレーダ探査の組み合わせによる漏水範囲の簡易な特定手法を提案した。 電気探査による高透水地盤のレーダ探査やS波トモグラフィを組み合わせることで堤体内の高浸透域を表層部から深部まで把握する手法を提案した。 津波遡上数値解析手法を用い、各種津波対策手法の効果を定量的に提示した。 津波外力推定のため、水理模型実験ならびに海水パイルアップ形成のアナロジーに基づく力学モデルにより、陸上遡上水深から海水のパイルアップ高を推定する手法を構築した。 既往最大規模の台風を基本とした高波・高潮の計算に加えて、越波・浸水計算により浸水範囲の予測を可能にした。 北海道沿岸域における波浪特性の評価に向け、過去62年間の波浪計算を行った。 	B

<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"> ・破堤時の締切にあたって、グラップルを装着したバックホウを用いて締切資材を決壊口に投入する方法を提案することで、バックホウでは扱えなかった3 tブロックの投入が可能になり、従来の2～3倍のスピードでの緊急対応を可能にした。 ・試験実施中は作業員の張り付けが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原位置簡易透水試験を現場で使用し、従来法の3～5倍の効率で試験を実施。 ・自走式静的貫入試験装置により、これまで簡便な手法では困難であった、地盤の静的貫入強度を高精度・高分解能で取得、詳細な地盤構造の把握が短時間（15～20分/地点）でできるようになった。 	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) 氾濫流がある中で決壊口を締め切る技術で、グラップルの検討などは今後の洪水対策にすぐに反映できると思われる。
- 2) 締切資材の投入のスピードアップについては、機械の能力だけの問題ではないので、対外的に説明する際は注意が必要と思われる。
- 3) 全体として高く評価。堤防シートの有効性について、以前土木研究所が実施した実験結果ではシートの継ぎ目が弱部になるという結論だったが、異なる結果である。今回はより精度の高い実験であると考えられ、社会実装を強く望む。
- 4) シートを実際の堤防天端に迅速にしっかりと装着する技術開発が必要と思う。
- 5) 破堤拡幅の検討では、粘性土と砂質土だけでなく、中間的な土質からなる堤防の盛土があればそうした検討も必要と思う。
- 6) 三角波を生じさせないような検討はできないか。
- 7) 現場での簡易透水試験や自走式静的貫入装置は、現場へのPRによる適用が必要。
- 8) サウンディングの波形解析について、スペクトルを平滑化した上で評価した方がよい。
- 9) 物理探査による浸透層把握について、タブレットなどを用い現場で把握可能かどうか。現場で簡易に把握できる技術の開発が必要。
- 10) 災害軽減のために重要なテーマが設定され、所定の研究成果が上げられているが、それらの社会実装を想定した際の効果検証の取組が見えるようにしてほしい。
- 11) 研究を進める上でコロナによる苦労はあったか。コロナ禍を考慮すると、自己評価はやや辛めの印象を受ける。

【対応】

- 1) 今後普及活動を進めるなどして社会実装に向けて努めてまいりたい。
- 2) ご指摘を踏まえて、機械の能力以外のことも合わせて対外説明してまいりたい。
- 3) 継ぎ目の処理方法について工夫する方向で進めており、当該水防工法の社会実装に向けて継ぎ目処理に知見を持つ組織と連携して進めていきたい。
- 4) ご指摘の点も踏まえて技術開発を進めてまいりたい。
- 5) ご指摘の通り、堤防の土質を考慮する必要があるが、今後取り組んでまいりたい。
- 6) 三角波を制御することは難しく、今後の課題としたい。
- 7) 自走式静的貫入装置については、今年度、自治体と連携して現地実験を行うなどのPRを計画中。なお、簡易透水試験については既に現場で適用済みである。
- 8) 現在は平滑化しないデータを確認している段階だが、今後、アドバイスを参考に研究を進めたい。
- 9) 物理探査のほかボーリング調査等の組み合わせが必要なため、現状では即時把握は不可能である。今後は現地で概略把握が可能な技術である地中レーダ探査の欠点を補う手法の適用可能性を検討したい。
- 10) より一層の社会実装に向けて効果を示してまいりたい。
- 11) コロナにより現地調査の実施などでは制限があったが、計画通りに進めているところ。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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>近年、日本各地でこれまで経験したことのないような豪雨により、深刻な水災害が発生しており、人命の保護や社会経済被害の最小化等が求められている。国の政策としては、気候変動による降雨の激甚化に対して、流域全員が協働して流域全体で、氾濫をできるだけ防ぐための対策、被害対象を減少させるための対策、被害の軽減・早期復旧・復興に取り組む持続可能な「流域治水」への転換が図られている。このような国の方針や社会ニーズを踏まえ、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・激甚な土砂・流木・洪水氾濫現象を解明・予測するため開発したモデルを宮城県丸森町に適用し氾濫・土砂堆積について再現性を確認した。 ・逃げ遅れによる犠牲者をなくすため、水位情報が不足している全国の中小河川を対象に開発した汎用型の洪水予測システムについて河床変化、潮位変化を考慮したモデル改良により精度向上を達成するとともに、約 100 河川で現地試験を実施。 ・防災情報システム (IDRIS) を DIAS 上に構築し、全国約 1700 の自治体に情報配信できる機能を確保。また、IDRIS を活用した水害対応訓練システムについて試作・検討。 ・洪水発生時に適切な避難行動がとれるよう、平常時からの防災情報リテラシーや準備、心構えを醸成する新たなツールとして VR による仮想洪水体験システムを構築。 ・災害対応の最前線となる自治体の水害対応能力の強化のため、過去の水害対応で得られた貴重な経験を集約・解説し、水害対応ヒヤリハット事例集 (地方自治体編) としてまとめ・公表するとともに、国内外の新たな知見を継続的に収集。 <p>これらは、国の方針・社会ニーズに沿った顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	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>大雨・豪雨の頻発・激甚化により、人命の保護や自治体等の危機管理体制の強化が喫緊の課題となっている。また、R2 年から新型コロナウイルスの世界的流行が水害対応にも影響を及ぼしている。このような状況を踏まえ、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新型コロナウイルスの感染拡大が、災害対策本部の活動、避難所環境の整備等水害対応に影響を及ぼすことをいち早く想定し、感染対策の専門家と連携することにより、水害対応における留意事項等を水害対応ヒヤリ・ハット事例集 (別冊：新型コロナウイルス感染症への対応編) を速やかに編集・公表した。国連会合や国際学会で多くの発表依頼があり、高い評価を得た。 ・アースダムの決壊氾濫がアジア諸国で多発化する中、世銀のプロジェクト通じて、ダム下流の氾濫想定手法について、地上雨量観測による衛星降雨データの補正技術、RRI モデルによる流出・氾濫計算機等の ICHARM の開発技術を組み合わせ・応用することにより、約 2 か月という短期間で汎用性の高い方法を開発・提示し、世銀、ミャンマー政府より高い評価を得た。 <p>これらは、上記課題に対してタイムリーに創出された成果であり、顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	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>世界中で水災害が激甚化する一方で、データの不足や水問題を解決する組織・人材の不足が、途上国の水災害対策の障害となっている。このような状況を踏まえ、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨量観測網が貧弱なため、水災害を引き起こす降雨データの確保が困難であった途上国において、全球的に利用可能な衛星降雨データを地上雨量計で補正する手法を高度化するとともに、既開発の WEB-RRI により、西アフリカのニジェール川・ボルタ川の早期洪水警戒システムを構築した。 ・また、あわせて e ラーニング教材の開発、オンライン研修の実施により、新型コロナにより現地に行けない中でも、西アフリカ地域の洪水対策の人材育成、技術向上に貢献できた。これにより、ユネスコより高く評価された。 <p>これら成果は、特にデータの少ない途上国や治安等の問題から現地に行けない地域での水災害対策の実施や技術移転に貢献するものであり、社会的・経済的価値の創出として、顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	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>	<p>気候変動に伴う降雨条件の極端化が危惧される中で、水資源の有効利用はエネルギーや食糧の確保の観点から重要であり、世界中で適用が期待されている。このような状況を踏まえて、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・南米ブラジルに適用した植生動態－陸面結合データ同化システム（CLVDAS）による農学的渇水（根茎層土壌水分量）監視システムを、西アフリカのサヘル地域にも適用し、農学的渇水と作物の生育状況を再現できることを確認した。 ・利水ダムの事前放流による治水機能の発現・強化を図るため、発電ダムのアンサンブル流入予測を踏まえた事前放流算定アルゴリズムを提案し、従来のダム操作ルールよりも治水効果と発電効率が向上することを確認した。 <p>上記は、水防災に関わる取り組みが、食料やエネルギーの創出、防災効果による安定的な経済活動に寄与するものであり、生産性向上の観点から顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	<p>A</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) コロナの流行が水害対策に影響しているといった旨の記載があるが、その結果、本来実施予定であった研究・開発が行えなかったことはないのか。
- 2) 外国のみならず、日本の市町村の実務者研修・教育にも活用してほしい。
- 3) 災害状況の把握のためのドローンの活用は、非常に有効であり、災害調査手法の高度化も併せて推進されることを期待する。また土砂・洪水氾濫シミュレーションの妥当性を宮城県の丸森の事例で検証されているが、氾濫の事例は多いので、より多くの現場を事例に検証を積み重ね、モデルの確度を上げていただくことを期待する。
- 4) IDRIS のシステムは今後、全国での市町村へ提供できるシステムを構築されたとのこと、大いなる貢献ができると思うが、委員から意見が出たように市町村への情報回線の検討と市町村への同意の確認が必要と思う。また阿賀町での試行事例で得られた意見や問題点の反映も必要。
- 5) VR の作成、ヒヤリ・ハット集は重要。これも実際の検証による意見や問題点の反映が必要。
- 6) マラウイの研修生が 1600 万ドルの支援獲得はすごいと思う。こうした研修生の PR は必要。

【対応】

- 1) 自己評価に記載した「新型コロナの水害対策への影響」については、水害対応として自治体等が実施する災害対策本部の設置や避難所の開設等において三密等の影響が生じ得ることを記載したものです。国内外での研究・開発活動についてはリモート会議等を活用し進めてきた。
- 2) 国内の人材育成に関わる関係機関と連携し、国内の水害対応に当たる実務者の人材育成にも努めたい。
- 3) 土砂・洪水・氾濫シミュレーションの精度検証等のためには、被災直後の浸水痕跡の他土砂・流木の堆積状況のデータ収集が重要であるため、災害調査の速やかな実施や、衛星データやドローンの活用によるデータの集積に努める。
- 4) 防災情報共有システム（IDRIS）の試行実験については、市町村や関係機関と協議を進めながら丁寧に進めていく。
- 5) ヒヤリ・ハット集については、引き続き、新たな事例の収集に努め、アップデートや改善をしていくこととしている。
- 6) 研修においては研修生の母国における実際の問題を研究課題とすることにより、研修成果の政策や実務への反映もねらっている。また、研修生とは帰国後もコミュニケーションをとっており、帰国後の活動についても、適当な機会に PR できるようにしていく。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> ・噴火直後の情報に基づく物理シミュレーションによる降灰厚分布推定手法は、調査の安全を確保するとともに、住民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化(内閣府「火山防災対策会議」)に貢献する。 ・開発した土石流発生・流下・氾濫を一体化させた数値計算手法は、土石流氾濫範囲を迅速に推定可能とし、噴火の経過等に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定、また、緊急対策の工法・施工箇所の円滑な決定(内閣府「火山防災対策会議」)に貢献する。 ・不透過型砂防堰堤の経時的な流木捕捉効果に基づく対策手法の提案は、流木災害リスク軽減(社会資本整備審議会河川分科会「土砂災害防止対策小委員会」)に貢献する。 ・災害の全体像を3次元的に把握できる地すべりのCIMモデルの迅速な作成手法の開発は、インフラ分野におけるデータとデジタル技術を活用した、公共サービス、組織、プロセス、働き方の変革(国土交通省「インフラ分野のDX推進本部」)と、社会経済状況の激しい変化に対応した迅速な災害対応に貢献する。 ・積雪寒冷地特有の盛土災害に対する点検手法を明確にした「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、防災点検者へのヒアリングを踏まえ改訂した。気候変動により増大が懸念される積雪・融雪による土砂災害への事前対策の推進、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。 ・従来の連続雨量法、連続雨量-時間雨量法、土壌雨量指数-時間雨量法と異なる、土壌雨量指数-第2・第3タンク合算値による新たな事前通行規制手法の提案は、豪雨時の道路の事前通行規制の適切な実施による道路利用者の利便性と安全性の確保に貢献する。 ・従来型落石防護柵について、現行の設計体系で想定されていない落石の柵下段からのすり抜け等の災害を予防するための構造細目を検討し、主部材の向きや位置などについての標準図集の変更を北海道開発局の設計要領に提案した。これにより安全な落石対策推進に貢献できる。 	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"> ・土研でまとめた“「地すべり災害対応のCIMモデル」の作成手法”は、令和2年5月に国土交通省砂防部から地方整備局・都道府県に通知され、全国の災害現場において、対応策の検討や住民避難判断の有力な資料として活用されることとなった。 ・「地すべり災害対応のCIMモデル」は、令和2年5月にコロナ禍の技術者等の移動や現地調査、打ち合わせが制限される状況下において発生した地すべり災害において、リモートでの初動の技術指導に活用され、災害対応の迅速化・効率化に貢献。令和2年7月豪雨により発生した地すべり災害に対しても、現地調査の効率化にCIMモデルを活用し、災害対応の迅速化・効率化に貢献。 ・R2年度の活用実績をもとにCIMモデルを改良して土研資料を速やかに公表。また国土交通省「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」にも反映された。 ・「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)」を策定し、直轄国道の防災点検者による試行結果を踏まえ必要な改訂を行い、中長期最終年度を待たずに「マニュアル(案)」として取りまとめた。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> ・不透過型砂防堰堤の経時的な流木捕捉効果に基づく対策手法の提案は、既存の不透過型砂防施設を活用した流木対策がより推進されることによる流木災害リスク軽減に貢献する。 ・開発した土石流発生・流下・氾濫を一体化させた数値計算手法は、土石流氾濫範囲を迅速に推定可能とし、噴火の経過に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定、緊急対策の工法・施工箇所の円滑な決定に貢献する。 ・従来の連続雨量法、連続雨量-時間雨量法、土壌雨量指数-時間雨量法と異なる、土壌雨量指数-第2・第3タンク合算値による新たな事前通行規制手法の提案は、豪雨時の道路の事前通行規制の適切な実施による道路利用者の利便性と安全性の確保に貢献する。 	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"> ・ 既往噴火事例の検証結果に基づくパラメータの設定方法を含む物理シミュレーションによる降灰厚分布推定手法の提案は、迅速な降灰厚の推定を可能とする。これまで発災後の膨大な調査を必要としていたが、提案した推定手法により、限定した現地調査と組み合わせ同等以上の精度で降灰厚が推定できる。物的な現地調査に頼っていた従来法と比較して、調査地点数を大幅に少なくでき、現地調査の大幅な省力化、データ取得の迅速化、低コスト化に貢献する。また、その後の土石流氾濫計算の迅速化にも貢献する。 ・ 土石流発生・流下・氾濫を一体化させた数値計算手法は、氾濫範囲推定の迅速化、省力化に貢献する。 ・ 災害の状況をバーチャルに再現可能な地すべり災害対応の CIM モデルは、遠隔地間での情報共有、災害対応関係者の状況把握を容易とし、遠隔地からの初動の技術支援による対応の迅速化、現地調査や打ち合わせの省力化、低コスト化に貢献する。また、大規模災害が広域で同時多発した場合の専門家による技術支援の迅速化、省力化に大きく貢献する。 ・ 既存の気象観測システム（降雨量、積雪深、気温）と現地の地下水位計測結果を用いて、融雪期の盛土内水位を簡易に推定する手法（浸透流解析）は、最小限の調査で精度が高い安定性評価が可能となるとともに、現地に設置する計測機器や維持管理費用の削減につながる。 ・ 融雪水の影響を考慮した道路盛土の点検・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（案）」は、熟練した現場技術者が減少する中で、効率よい点検が可能となる。 ・ UAV への対応を図った「写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル（案）」（寒地土木研究所）の改訂案は、点検業務にあたる熟練現場技術者が減少するなかで効率よく点検を行うことが可能となる。 ・ 建設機械のオペレータに外部俯瞰映像の活用を促す新インターフェースは、施工効率を向上させる。 ・ 遠隔操作建設機械に SLAM 技術を活用した周辺環境把握は、建設機械の周辺環境を詳細に把握可能とし、これにより無人化施工における安全性の向上や迅速な施工着手が可能となる。 	S
---	---	---

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) 本プログラムは土砂災害、のり面災害、道路災害など多岐にわたっておりそれぞれが最先端の取り組みなので分野融合的な技術の検討もあっても良いのではないかと（たとえば火山噴出物のある斜面の融雪による斜面崩壊の検討など）。
- 2) 火山降灰の噴出範囲と粒土特性の把握技術で提案されている SAR や自動降灰量計以外にももっと簡易な方法も含めて多様なアイデアがあっても良いのではないかと。
- 3) 当該火山で過去に噴出した火山噴出物の履歴データベースの構築があると、事前に多様なシミュレーションが可能なので進めるべきだ。
- 4) 不透過型砂防堰堤の除石の知見は重要である。現場での取り組みが臨まれる。
- 5) のり面の検討結果は重要である。この知見を全国の国道、県道、市町村道まで適用していくための具体的な検討が必要である。
- 6) 融雪による斜面災害事例の収集・分析は少し観念的な考えなので災害実例をもっと増やすと良い。
- 7) ICT を活用した地すべり発生危険域及び地すべり機構の早期把握技術の開発は土砂災害を学ぶ事例が少ない中で e ラーニング的な教材を今後作成されると良い。
- 8) 岩盤崩落予測システムとして開発された「岩盤斜面の変状を写真計測を活用して抽出する技術」は、岩盤の表面の定期的な変状計測から変位の大きな箇所を抽出するということなのか。あるいは、「亀裂の 3 次元モデルを含んだ FEM 解析による岩盤の劣化推定」と連携させた計測をされているのか。具体的な技術の内容を理解することができなかった。また、社会実装に向けて、この評価システムの妥当性の検証が必要と思われる。
- 9) 「達成目標(1) 突発的な自然現象による土砂移動の監視技術及び道路のり面・斜面の点検管理技術の開発」においては個別箇所、個別事象・技術に対する技術の適応性が検討されており、もう少し全国的な、多様な技術開発、多様な現象に対する技術開発がなされてもよかったと思われる。例えば、道路法面・斜面の点検・管理技術では、平成 30 年 7 月の広島県の呉地区の豪雨災害箇所を対象として検討されているが、気候や地質といった自然的素因や道路の設置条件・形態といった人為的素因が異なれば得られた成果の適用性も異なってくる。点検・管理技術を社会実装するためにはより多くの事例を分析し、地域特性を考慮したより普遍性のある技術を開発してほしい。
- 10) 達成目標(2)の土壌雨量指数と第 2 第 3 タンクの合算値を用いた手法についても地質等の地域特性が反映されたものが良いであろう。

- 11) 達成目標(1)の流木捕捉効果の検討においては、既に実装されている所もあるが、すぐにでもできるだけ多くの砂防ダムに流木対策施設を設置してもらいたい。砂防ダムを満砂にしないこと、捕捉した流木を適宜取り除くことが効果的であり、また必須である。そのための砂防ダムの維持管理経費の見直しも必要であろう。
- 12) 降灰分布推定精度向上には粒度分布の現地調査データが有用であるとのことであるので、対象となる火山においては粒度分布を含む過去の降灰データベースを作成して、いつでも利用できるようにするとよいのではないか。このような取り組みこそ、土木研究所が率先して整備すべきであると考えます。
- 13) 達成目標(3)のロボット技術開発においては着々と成果が出され、マニュアルも作成予定とのことであるが素晴らしいと思うが、外国の先進事例やマニュアルについてはどうなのか。外国で日本より進んだ技術があればそれを導入したり改良したりすることも土研の役割ではないか。
- 14) 研究成果の公表等においては、これまでは多くの査読付き論文が出されているが令和2年度はやや少ないのではないか。何か理由があるのか。
- 15) 火山灰は重要であるが、土石流と雨の関係は見なくて良いのか。また、成果を避難計画に繋げて欲しい。

【対応】

- 1) 今回のそれぞれの成果を生かして、現場でのニーズも考慮しながら、今後の研究課題の立案につなげていきたい。
- 2) ご指摘を踏まえて検討していく。
- 3) 火山防災協議会においても様々な機関が参画するデータベースの整備が進められており、これらの動きとも連携しながら検討していく。
- 4) 除石の知見を国土交通省に伝え、現場での取り組みが進むよう助言していく。
- 5) 既存の土研の取組（土研新技術ショーケース等）も活用するとともに、検討を進めていく。なお、融雪による切土のり面及び自然斜面については、点検手法及び事前通行規制手法をマニュアルとしてまとめる見込みである。また、岩盤斜面については、「写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル（案）」の改訂案を公開するほか、北海道開発局監修の「北海道における岩盤斜面対策工マニュアル（案）」の改訂に反映させる見込みである。
- 6) 既に災害事例として14件を収集しており、融雪による自然斜面及び切土のり面の崩壊タイプを6つに分類した。令和3年度に点検手法を文章化し、マニュアルにまとめる予定である。
- 7) ご指摘をふまえて検討していく。
- 8) 本研究では、将来における岩盤斜面の崩壊規模を推定することを目標としている。定期的な計測から得た変状のみで岩盤斜面の崩壊規模を予測するのは難しい。そのため、FEM解析により将来の岩盤崩壊の範囲を解析し、規模を推定している。ただし、数値解析の妥当性を検証することは難しいが、北海道開発局監修の「北海道における岩盤斜面対策工マニュアル（案）」の改訂にあたり参考資料に示すなどして、社会実装を図る。
- 9) 今後、多くの事例を分析するなどし、地域特性を考慮した技術開発につなげていきたい。
- 10) ご指摘を踏まえて検討を進めていく。
- 11) 流木除去に関する知見を国土交通省に伝え、現場での取り組みが進むよう助言していく。
- 12) 火山防災協議会においても様々な機関が参画するデータベースの整備が進められており、これらの動きとも連携しながら検討していく。
- 13) 無人化施工は日本で開発された日本独自の技術であり、海外では同様な事例がない。海外研究者などとディスカッションをしても、遠隔操作での土木施工を大規模、実用的なレベルで行っているのは日本だけである。今後も国内外での情報集に努め、研究に取り入れていきたい。
- 14) 開発技術の実装とともに、論文での成果の公表についても継続して行っていく。
- 15) 降雨と土石流の関係をより精緻に計算する手法として、分布型降雨から土石流の発生・流下までの物理過程をモデル化し、任意の地点における土石流流量を推定できる分布型土石流流出解析モデルの開発を行ったところ。ご指摘も踏まえ、土石流と降雨の関係性について引き続き検討していく。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> 想定外の超過外力に対する道路橋の崩壊シナリオデザイン設計法を提案するとともに、シナリオを実現するための損傷誘導設計法について、部材の耐力を階層化し、支承取り付けボルトに損傷を誘導するためのせん断耐力評価式を作成した。これらの成果は損傷誘導設計法の適用性を実証するものであり、損傷誘導設計法を適用することにより大規模地震時の橋梁の損傷の最小化、早期復旧が可能となることから、緊急輸送路の早期開放を目標とする国の方針に合致する。 地震時に大規模崩壊を起こしやすいことが知られている谷埋め高盛土について、地震時変形を照査するための解析手法として2次元自重解析の適用性を明らかにするとともに、北海道に多く存在する泥炭地盤上盛土の耐震化のための調査法、耐震補強法の評価を行った。これらの成果を活用することにより、道路盛土の地震時の被害想定や応急復旧工法の選択を的確に行うことができるようになることが期待されることから、緊急輸送路の早期開放を目標とする国の方針に合致する。 河川堤防の地震時の安定性の向上が求められる中で、地震により損傷した堤防の機能低下の程度に応じた復旧の選定方法の検証、堤防の液状化対策工法の亀裂等の変状抑制効果の検証を行った。これらの成果を活用して河川堤防の震後対応方法の提案や耐震性向上を行うことが期待されることから、洪水時の人命・財産の被害の防止・最小化を目標とする国の方針に合致する。 	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"> 以下の成果について、道路震災対策便覧の改訂（R3 予定）に反映見込み。道路の被害最小化、早期復旧に貢献する。 <ul style="list-style-type: none"> 津波により被害を受けた道路橋の被災後から復旧までの経緯や早期復旧に向けた取り組み及び過去の地震による支承部の損傷傾向と残存性能の関係についてまとめた成果。 H18年以降の地震（能登半島地震、東日本大震災等）における盛土崩壊被害から得られた盛土の復旧方法に関する新たな知見、復旧事例についてとりまとめた成果。 地震による支承形式毎の損傷パターンに基づき、生じる路面段差と車両走行性について分析した成果を、道路橋耐震設計便覧の発行（R3 予定）に反映見込み。道路橋の被害最小化、早期復旧に貢献する。 斜面上の基礎の設置位置に関する知見が、杭基礎設計便覧の改訂（R2）に反映。 国土交通省や地方自治体が管理する河川堤防の耐震対策予定箇所に関する技術指導を行った。 	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〕	<ul style="list-style-type: none"> 谷埋め高盛土の地震時変状に及ぼす宙水の影響の対策手法の確立により、地震による谷埋め高盛土の大規模崩壊を抑制できるようになり、地震時における道路盛土の安全性向上に貢献する。 崩壊シナリオデザイン設計法の考えを実現化した構造（耐力階層化鉄筋を用いたRC橋脚）及びその設計法に関して特許を出願した。この構造が現場に適用されることにより、橋梁が地震による超過外力を受けたとしても、被害を最小化し、早期復旧を可能とする。 H8道路橋示方書より前のPC杭のせん断耐力評価の高精度化を図ったことにより、全国の杭基礎の要補強対象の抽出に貢献する。 軟弱粘性土地盤上の橋台の合理的な耐震性評価に資する数値解析手法の適用性を検証した。本手法を地盤流動の影響を受ける既設橋に適用することで、地盤流動対策を含めた既設橋の効率的・効果的な耐震補強の推進に貢献する。 地震後の堤防機能と亀裂・ゆるみの影響や、これらに対する液状化対策（震前対策）、応急復旧の効果に関する知見は、河川堤防の合理的な耐震性能評価、震後対応を行う上で重要であり、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。 	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"> 各種現場・土質に対する一連の間隙水圧計付属型動的貫入試験（PDC）により、泥炭層に特徴的な水圧挙動を確認し、液状化層と泥炭層を容易に把握する手法を提案した。これにより従来のボーリングに頼る調査と比べ、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。 既設基礎杭の補強を省力化する工法を提案するため、遠心力載荷実験によって補強効果を確認した。この補強工法が実用化されることで、下部工の補強工事の工期、コストの縮減に貢献する。 現行手法の10%以下の測定点数で、盛土地盤の有用な3次元電気比抵抗分布の取得が行えることを示し、道路盛土の耐震性評価の省力化に貢献する。 原位置液状化試験法（振動式コーン試験法・定点振動法）の適用性を確認したことにより、ボーリング等の従来技術に比べて地盤の液状化強度を精度よくかつ低コストで把握することに貢献する。 火山灰質地盤における液状化強度比推定手法、液状化時の地盤と杭基礎挙動を汎用プログラムで評価できる解析手法の実地震波への適用性を確認。これにより、数多くの既設インフラ施設の中から耐震対策必要施設を効率的に抽出し、対策推進の重点化（省力化）に貢献する。 	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) 着実以上の成果が出ている。
- 2) 風水害に世の関心が集中する中、地震防災の分野で損傷誘導設計法を体系化し、設計法の提案のレベルまで実用を進めた点は、社会的価値の創出に貢献するものとして高く評価したい。
- 3) 最近多発する地震に備えてレジリエンス強化のための耐震技術開発をしていることに敬意を表す。P. 5 の宙水の影響の研究は重要と思う。こうした宙水がいつ、どこで、どのくらいの量形成されるのか気になる。P. 12 の谷状地形盛土の検討では、具体的にこうした地形が全国どこにあるのか？どうやって調べていくのかが気になる。P. 19 の火山灰質土の研究は大変重要なテーマである。地震による土砂災害の予知予測につながるので防災3との連携も今後重要である。
- 4) 成果は近々発刊される便覧等に反映されるなど、研究・開発の実施とその成果の活用が着実に進められており、大きな問題はないと思われる。
- 5) Structural fuse 等類似のアイデアは過去にもあったと思うが、「損傷誘導シナリオ設計法」の開発に関しては体系として取りまとめられ、ぜひ世界的にも打ち出してほしい。
- 6) 耐震補強技術並びに耐震性診断技術の研究開発、液状化評価法の開発等が推進され、マニュアル化への反映が見込まれるなど、適切に研究開発が進捗している。新たな知見の発見やオリジナリティのある成果が少なかつたのかわからないが、令和2年度の査読付き論文数が少なすぎる。研究開発の成果が査読付き研究論文の創出に結びつかなかつたのは残念である。今後、得られた成果が学協会等で認められるよう査読付き論文として高め、その上でマニュアル化するなど努力願いたい。

【対応】

- 1) 分科会でのご意見を踏まえて、より高い成果を挙げ、その普及に努めていく。
- 2) 分科会でのご意見を踏まえて、より高い成果を挙げ、その普及に努めていく。
- 3) 谷埋め高盛土における宙水も含めた盛土内水位の推定手法や、危険度の高い地形の抽出手法などについては、次期中長期以降も含めて、さらに詳細に検討をしていきたい。また火山灰質土の液状化判定法については、ご指摘を踏まえて検討していきたい。
- 4) 分科会でのご意見を踏まえて、より高い成果を挙げ、その普及に努めていく。
- 5) 損傷誘導シナリオ設計法については、米国の学会等への論文投稿の準備をしておき、今後、世界へ向けてアピールしていきたい。
- 6) 査読付き研究論文等の公表など積極的に成果の公表に努めるとともに、基準類やマニュアル等への反映による成果の普及に努めていく。

防災・減災分科会の主な意見と対応（見込評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 現中長期計画でも全国的に水災害が頻発し、H27 年関東東北豪雨、H28 年北海道豪雨、H29 年九州北部豪雨、H30 年西日本豪雨、R1 台風第 19 号、R2 年 7 月豪雨等に対し、行政機関の要請に基づき、現地調査や指導、堤防調査委員会への参画、堤防被災原因の解明と適切な復旧工法の提案など様々な形で技術支援を行った。 ・ 国土交通省「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「被害軽減」や「堤防施設の整備」方針等に沿い、堤防被災による水害被害を軽減する社会ニーズの高まりに対応して技術開発を進めた。 ・ 堤防越水が決壊に至らなかったケースや、西日本豪雨時の背水影響による本川と支川との合流付近での破堤現象が現中長期計画中に顕在化しその解明が求められ、堤防安全性の評価や予測方法について検討項目を追加して対応した。 ・ 以下に、河川堤防に関する技術開発を挙げる。 <ol style="list-style-type: none"> 1）堤防から越水した場合でも決壊しづらくする対策技術、破堤幅幅時においても氾濫流量を軽減する対策技術を確立する見込み。 2）「堤防決壊時に行う緊急対策作業の効率化に向けた検討資料（案）」（H30.3）を公表、堤防天端と裏法部被覆の水防工法の作業マニュアルを作成する見込み。 3）「河川砂防技術基準 設計編 河川構造物の設計（堤防）」（R1.7）の改定に研究成果を反映した。 4）進行性を考慮した浸透に対する堤防機能評価技術を開発し、より合理的な強化方法を確立する見込み。 5）河川堤防基礎地盤の調査手法を取りまとめる予定。 ・ 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%）」にも対応できる海水等を伴う津波減災技術の開発を進めた。 ・ 海水等を伴う津波の減災技術について、「北海道の港湾・漁港の技術開発ビジョン」（北海道開発局 R3.3）に盛り込まれた。 ・ 高波・高潮被災リスク評価システムを開発し、近年発生した過去最大クラスの台風や、急速に発達する低気圧による波高等を再現、評価し、沿岸域の施設管理者の災害対策に資する見込みである。 ・ 越水対策に係る研究成果が令和 2 年度補正予算の実施内容に反映された。 	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"> ・ H28 年北海道豪雨、H29 年九州北部豪雨、H30 年西日本豪雨、R1 年台風第 19 号、R2 年 7 月豪雨等頻発する水災害に対し、直後の災害調査や試験方法、対策、復旧工法等に対して、研究成果を活用し、速やかに技術指導を実施、早期の復旧に貢献した。 ・ R1 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（座長：中央大学山田教授）に事務局として参画し、これまでの研究成果を踏まえつつ、関連する緊急調査の実施、委員会資料の作成などを分担し、報告書（R2.8）のとりまとめに貢献した。 ・ H30 年西日本豪雨による大規模堤防決壊において、直後に災害調査等を行い、堤防調査委員会へ参画し対策工法を提案する等により早期復旧に貢献した。 ・ H28 年北海道豪雨において、直後に災害調査を行い堤防調査委員会へ参画し、また「平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」において研究成果も活用しながら対策提案することで、被災地の早期復旧に貢献した。 ・ 中長期計画前半の水害に即時に対応し、堤防破堤関連の技術資料「堤防決壊時に行う緊急締切作業の効率化に向けた検討資料」（H30）を当初予定よりも早く北海道開発局と連名で作成、公表することで、国土交通省治水課作成「堤防決壊時の緊急対策技術資料」改訂版に掲載された。この資料は、翌年度から現場の堤防決壊時の緊急対策シミュレーション等で毎年使用されている。 ・ 内閣府「防災・減災、国土強靱化のための 3 か年緊急対策」（H30.12.14）のうち、防災のための重要インフラ等の機能維持（水害土砂災害から命を守るインフラの強化）で実施された河道内の樹木伐採や掘削技術を緊急指導し、緊急対策事業の促進に貢献した。 ・ 越水対策に係る研究成果が令和 2 年度補正予算の実施内容に反映された。 ・ 過去に例のない北海道全域で発生し、死亡事故も発生した H30 アイスジャム災害の現地調査を緊急実施、発生リスク評価指標の提案等研究成果を活用して次年度から行政機関と連携した管理体制を整備した。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> ・越水破堤など近年の災害形態を踏まえた上で、決壊しづらくする技術、被災時対応技術、護岸構造等の確立に貢献。 ・自流及び背水による堤防決壊について、河道特性や支川の自流量等の大小により決壊口の拡幅現象が大きく異なることを明らかにするとともに、破堤後の対応として、解明した破堤拡幅現象に基づいた締切工事の合理的な進め方、使用する重機や締切資材の効率的な投入方法を提案、普及活動を進めることにより破堤時の早期復旧に貢献する見込み。 ・砂礫堤を対象とした「堤防決壊時に行う緊急対策作業の効率化に向けた検討資料(案)」が、粘性土(混じり)の堤防にも適用できることを確認した。 ・堤防から越水した場合でも決壊しづらくする対策技術として、シートで裏法部等を被覆する水防工法を開発する見込み。 ・理論的手法から三角波発生条件区分図を作成・提案、三角波発生予測モデルを構築・普及することで高速流被害を軽減するための護岸の要対策箇所を選定に貢献する見込み。 ・実験及び理論的手法から三角波発生時のブロックの安定条件を定式化、評価方法を開発することで、より被災しにくい護岸設計に貢献する見込み。 ・従来型ブロックで三角波による被害を軽減するには3倍以上の重量が必要であるため、重量を最小限に抑えたブロック構造を開発する見込み。 ・浸透崩壊の進行過程を解明し、評価方法を開発するとともに、効率的で高精度な土質分布を把握する技術を開発することにより、災害時を含む堤防の安全性評価技術の確立に貢献。 ・低拘束圧下の強度定数設定法の提案により、浸透による進行性崩壊と堤防機能を簡易に評価可能となり、堤防浸透対策の設計に反映される見込み。 ・進行性を考慮した対策技術として、新工法(礫混合土)を開発する見込み。 ・既存の試験法と同様の透水係数が得られ、極めて効率的な原位置簡易透水試験法を開発した。 ・これまで簡便な手法では困難であった地盤の静的な貫入強度を、自走式静的貫入試験装置を用いることにより、高精度・高分解能かつ短時間で得られた。 ・堤体および基礎地盤の地質調査方法を体系化し、要対策箇所を効率的に選定できる見込み。 ・高速電気探査による透水性の高い堤体および基礎地盤の調査手法を開発した。 ・浸透経路となる砂礫層の空間分布の物理探査による調査手法を提案した。 ・シェルタイプゲートの設計等において推定式が活用できる可能性を提示、設計や対策検討に活用可能な津波の概形、波高及び波圧が得られる数値解析手法を提案した。 ・津波外力を反映したゲート設計技術をダム・堰施設技術基準等へ掲載した。 ・実験、数値計算、理論から、海水を含む津波荷重の基本構造を明らかにし、水位や荷重等を推定する手法を構築した。 ・津波避難施設等に作用する海水等漂流物の外力の推定法及び軽減対策、留意事項等を技術資料等に取りまとめ、技術者向けの現地講習会等を通じ普及を図る見込み。 ・複数の数値モデル(WRF、WW3、SWAN、Delft3D)を活用し、高波・高潮計算システムを構築した。 ・構築した計算システムで、急速に発達する温帯低気圧による高波・高潮の再現、台風経路に応じた高波・高潮予測に加え、越波・浸水の計算と被災リスクを評価する手法を開発した。 ・上記手法で評価したリスクに対応した波浪の低減・越波防止技術を技術資料として取りまとめ、現地講習会等で普及を図る見込み。 ・「堤内基盤排水対策マニュアル(試行版)」を策定(H29.1)、「堤防決壊時に行う緊急締切作業の効率化に向けた検討資料(案)」(H30.3)を公表(→国土交通省治水課作成の「堤防決壊時の緊急対策技術資料」の改訂(H30.3)にも掲載) ・「浸透に関わる重要水防箇所設定手順(案)」(H31.3)の改定に、被災メカニズムを踏まえた変状進行フロー等の研究成果を提案、掲載。 ・「河川砂防技術基準 設計編 河川構造物の設計(堤防)」の改定(R1.7)に研究成果を提案、掲載。 ・河川堤防の構造検討の手引き、又は、照査設計のポイントの改定の提案を行い、R3年度に改定される見込み。 ・「パイピング現象評価方法及びパイピング現象評価装置(特許第6474101号)(H30)」等、4件の特許を取得した。 <p>成果、論文等による主な受賞実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三次元反砂堆の数値解析モデルの構築が水工学の発展に顕著な貢献をなし得ると評価され、土木学会水工学論文賞を受賞した。 ・堤防破堤箇所における河川条件に応じた効率的な締切手順を体系的にとりまとめたことが評価され、全建賞を受賞した。 ・洪水時流量観測の安全性向上や省力化、高精度化、及び計画的、効率的な治水・利水対策の推進が評価され、文部科学大臣表彰を受賞した。 <p>学会委員会活動等を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土木学会 地盤工学委員会、堤防研究小委員会：水防WG長及び堤防情報WG長、土木学会 水害対策小委員会幹事、基礎水理部会委員、数値解析支援ツールに関するWG代表等、中長期期間中に、340本の論文(うち査読付き131本)が採択された。 	<p>A</p>
---	---	----------

	<ul style="list-style-type: none"> ・講演会、講習会の対外活動の取り組みを予定どおり進めた（土木研究所関係（40件他）、国土交通省関係（31件他）、自治体・民間・その他（30件））。 ・メディア取材は、テレビ、ラジオ、新聞、土木主要雑誌（3件他）に研究成果、活動等が記載された。 ・ISOの取り組み、外国機関との研究連携、交流を予定どおり進めた。 ・研究成果の普及を、河川数値計算技術を通して多数の国々で進めるとともに、洪水氾濫予測や大型模型実験に関する助言、技術指導を行った。 ・国総研、国土交通省、整備局、開発局、大学等と連携、共同した取組により共同研究14件、競争的資金17件の成果が得られた。 	
<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"> ・破堤時における締切工事の合理的な進め方や、締切資材の効率的な投入方法（グラップル使用の場合これまでの2～3倍のスピード）を提案、普及活動を進めることで破堤時の早期復旧に貢献する見込み。 ・三角波発生条件等の解明により、高速流による被害を軽減するための護岸等要対策箇所の選定、重量を最小限に抑えた新型ブロック構造等、効果的・効率的な侵食対策技術を提案、護岸設計への適用等を図る見込み。 ・自走式静的貫入試験装置により、これまで簡便な手法では困難であった、地盤の静的貫入強度を高精度・高分解能で取得、詳細な地盤構造の把握が短時間（15～20分/地点）でできるようになった。 ・統合物理探査技術（表面波、電気探査等）が河川流路においても適用可能であることを実証し、河道内における地盤調査の生産性を向上。 ・堤体の地盤調査において電気と弾性波による調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の調査を可能とする手順を実証し、生産性が向上。 ・物理探査により堤体や周辺地盤の高透水礫層分布の把握が可能になり、適切なボーリング調査箇所の選定等により、堤防管理の生産性が向上。 ・試験実施中は作業員の張り付け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原位置簡易透水試験を現場で使用し、従来法の3～5倍の効率で試験を実施。 ・個別要素法（DEM）により海水のパイルアップ等再現の際に計算負荷を減少させた。 ・アイスジャム発生箇所、発生時間等の予測技術から、冬期の効率的な工事安全管理や河川管理に貢献。 	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】

- 1) 破堤した堤防の応急復旧でグラップルを利用する提案がなされているが、災害現場での作業になるため二次災害の防止の観点から無人化施工システムの活用を考えてみてはどうか。
- 2) 破堤拡幅のシミュレーションと破堤時の締切方法にどのような関連があるか。
- 3) サウンディングに加速度データを用いることはユニーク。堤防の健全性調査では、物理探査で調査範囲を絞り込んだ上でサウンディングにより詳しく調査するような連携を考えていくべきである。
- 4) 津波外力の設計指針については、設計する際の海域ごとの海水量の設定が重要である。特に、津波の発生頻度が高い道東太平洋沿岸。
- 5) 気候変動による波浪、高潮災害については、特に流水減少等による大きな海象変化が予想されるオホーツク海沿岸の将来の災害予測が重要である。
- 6) 研究開発の成果は、確実に、社会的価値の創出に貢献すると見込まれる。特に高波・高潮の予測の重要性は増加するため、計算システムを構築した点は高く評価したい。構築したシステムの活用にあたっては、気象庁とも研究の連携をしてはいかかがか。また、本システムは、北海道以外でも適用可能ということなので、北海道以外の港湾への展開が期待される。
- 7) 土木研究所が本来実施すべき研究という印象で高く評価したい。社会に必要なテーマにもっと早い取り組みができるよう期待する。
- 8) 評価にあたって、研究全体の達成状況を踏まえ、意義が分かる内容や実用化に向けたスキーム、現場への反映実績等も取り入れてほしい。

【対応】

- 1) 御指摘の点については、今後の課題として考えていきたい。
- 2) あらかじめシミュレーションで河道特性による氾濫流の向きや決壊口の拡幅形態を予測することで、事前に決壊口の効率的な締切方法を検討できる。
- 3) サウンディング、物理探査、ボーリング調査などを組み合わせた適切な地質調査体系を今年度提案する計画である。
- 4) 本研究では、氷が多い場合のパイルアップやアイスジャムによる準静的荷重と、氷が少ない場合の高速

での漂流・衝突による動的荷重の両方を海域によらず対象としている。それぞれ危険となることを踏まえ、最も危険な荷重形態を想定し研究を進めている。なお現状では、同じ海域でも年変動が大きく海域毎の水量の設定は困難。

- 5) ご指摘のとおり、オホーツク海の海象の変化を考慮した災害予測についても研究を進めていきたい。
- 6) 当該研究で開発した計算システムでは、構造物の越波や汀線の変化などを見込んでおり、気象庁のものとは異なるが、ご指摘のとおり、連携して研究を進めたい。また、関係機関と協議し、道外への展開も検討したい。
- 7) 社会ニーズに沿い、必要なテーマには早く着手できるように努めたい。
- 8) R3 年度で終わる計画の最終評価に向けて、取りまとめ方を検討していきたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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>近年、日本各地でこれまで経験したことのないような豪雨により、深刻な水災害が発生しており、人命の保護や社会経済被害の最小化等が求められている。国の政策としては、気候変動による降雨の激甚化に対して、流域全員が協働して流域全体で、氾濫をできるだけ防ぐための対策、被害対象を減少させるための対策、被害の軽減・早期復旧・復興に取り組む持続可能な「流域治水」への転換が図られている。このような国の方針や社会ニーズを踏まえ、</p> <ol style="list-style-type: none"> ①土砂・流木を伴う激甚な洪水現象を忠実に表現できる土砂・洪水・流木氾濫モデルを開発し、現地観測・実験により検証・改良を行うとともに、IRIC によりオープンソース化した。同モデルを使用したハザードマップ等の作成方法を提案する見込み。 ②中小河川を対象にリードタイム 2 時間程度を確保する洪水予測システムを開発し、モデル構築方法を公表するとともに、本省と連携して全国への普及・展開を図る見込み。 ③IDRIS を活用し、岩泉町等と協働で自治体の防災情報プラットフォームを作成する見込み。また、IDRIS に災害対応時の工程・人員管理システム (BOSS/SHIFT)、等から構成される水害対応訓練システムを構築する見込み。 ④開発した VR 仮想洪水体験システムを防災訓練等で使用し、浸水中での適切な行動判断能力養成の観点から性能評価・改良を行い、普及を図る見込み。 ⑤水害対応ヒヤリ・ハット事例集 (地方自治体編) の継続的アップデートの仕組みの構築および、特定施設、民間企業等その他重要分野の知見集を作成する見込み。 	S
<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>大雨・豪雨の頻発・激甚化により、人命の保護や自治体等の危機管理体制の強化が喫緊の課題となっている。また、計画途中の R2 年から新型コロナウイルスの世界的流行が水害対策にも影響を及ぼしている。このような状況に対して</p> <ol style="list-style-type: none"> ①新型コロナウイルスの水害対応への影響について、新たな事例 (熊本、バングラデシュ等) を収集し、水害対応ヒヤリ・ハット事例集 (別冊：新型コロナウイルス感染症への対応編) の日本語版を出水期前に、英語版を 8 月を目途に公表する見込み。 ②アースダムの決壊氾濫がアジア諸国で問題となる中、衛星降雨データの利用、RRI モデルによる流出・氾濫計算等を応用した汎用性の高い氾濫想定技術を開発・提案。多くのアースダムが利用されている東南アジア諸国を中心に、ダム決壊のリスクマネジメントを支援する汎用的で簡便な手法の提供であり、人命の保護等多大な効果が期待される。 ③平成 29 年 5 月のスリランカ大水害に際し、国際緊急救助隊に参加するとともに、アンサンブル降雨予測及び洪水予測情報をリアルタイムで提供するシステムを構築し、データ統合・解析システム (DIAS) の協力を得て、被災 2 週間後にはスリランカに予測情報の提供を開始し、次の洪水に備えることが出来た。これら活動に対して、外務大臣表彰を授与された。 <p>これらは、上記課題に対してタイムリーに創出された成果であり、特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	S

<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>世界中で水災害が激甚化する一方で、データの不足や水問題を解決する組織・人材の不足が、途上国の水災害対策の障害となっている。このような状況を踏まえ、</p> <p>①衛星降雨データの補正による降雨量把握技術、WEB-RRI、CLVDASの開発・適用により、観測網の乏しい地域での、洪水予警報システム、渇水監視予測システムの適用や、eラーニング教材作成とオンライン研修による遠隔での人材育成を可能とした。これにより途上国の水災害対策支援が強化・展開される見込み。</p> <p>②国際洪水イニシアチブ活動（IFI）の事務局としてアジアを中心に、複数の関係機関や多数の利害関係が絡む現場の水問題に対して包括的解決のための枠組みとなるプラットフォームの構築・運営の支援を行ってきた。引き続き、プラットフォームに対して気候変動影響評価、洪水予測システム等の適用やeラーニングによる人材育成等を行う見込み。</p> <p>これら成果は、観測データの不足や治安等の問題を抱える途上国における、水災害対策の実施や技術移転に貢献するとともに、水問題の解決に関わる新たな枠組みを提示するものであり、社会的・経済的価値の創出として、顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	<p>A</p>
<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>	<p>気候変動に伴う降雨条件の極端化が危惧される中で、エネルギーや食糧の確保の観点から、水資源の有効活用を目的とした渇水を監視・予測するシステムを開発することは重要であり、世界中で適用が期待される。このような状況を踏まえて、</p> <p>①ブラジルに続き、国際機関のプロジェクトにより西アフリカ地域での農業渇水監視・予測システムの適用を行う見込みであり、今後世界的な活用が図られる。</p> <p>②利水ダムの事前放流による治水機能の発現・強化を図るため、発電ダムにおいてアンサンブル降雨予測情報を活用した効率的放流操作方法についてシステムを構築した。現地ダムでの試験運転を行うための課題を整理し、河川管理者や発電事業者と調整を行う見込み。</p> <p>上記は、水防災に関わる取り組みが、食料やエネルギーの創出、防災効果による安定的な経済活動に寄与するものであり、生産性向上の観点から顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるものとして評価した。</p>	<p>A</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) より地域密着型=流域治水に合致した研究をすすめてほしい。
- 2) 現在までの達成状況を整理したうえで、科学的知見が不足しているがゆえに評価法・設計法として定型化されていないが、その意義が高い研究に取り組んでいることを説明するとよいと思う。水害リスク評価システムなど、目標とする全体像を示されたうえで、この中期計画で達成する予定(達成された成果)を示していただき、現状での達状況と将来への課題を示していただければと思う。
- 3) 6年間を通して着実に有用な成果を上げ、外力の増大が予想される中、社会のニーズに合った特に顕著な成果が上げられるものと見込まれる。さらなる努力をお願いしたい。

【対応】

- 1) 地方自治体等と連携することにより、開発したリスクマネジメント技術の試験適用を行うとともに評価、改良等を行い、流域治水に資する研究を進めていく。
- 2) 現中長期計画における各研究課題の成果及び成果見込みを各達成目標と照らしあわせることにより、プログラム全体としての達成状況と将来的な課題を明確にする。
- 3) 社会のニーズを踏まえながら、研究や成果の実装を進めていく。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> 降灰厚分布推定手法は、噴火後のデータ取得状況と火砕堆積物の物性に応じて利用可能な手法を整理し、国土交通省の土砂災害防止法に基づく緊急調査実施マニュアル（案）に盛り込まれる見込であり、住民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化に貢献する（内閣府「火山防災対策会議」）。 土砂災害防止法に基づく既存氾濫解析（QUAD）の高速化プログラムは、数溪流が対象となった場合に1-2時間程度での計算を実現し、国土交通本省を通じて全地方整備局、北海道開発局、内閣府沖縄総合事務局に配布・実装され災害時に活用される体制となっている。 火砕堆積物の物性を踏まえた土石流発生・流下・氾濫過程を一体化した数値解析法を開発し、マニュアルとしてとりまとめる見込みであり、噴火の経過等に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定等に貢献する（内閣府「火山防災対策会議」）。 不透過型砂防堰堤の経時的な流木捕捉効果を明らかにし、指針に反映できるよう既存の不透過型砂防堰堤の機能向上策をとりまとめた。既存の不透過型砂防施設を活用した流木対策の推進による流木災害リスク軽減に貢献する。 災害の全体像を3次元的に把握できるCIMモデルの迅速な作成手法の開発は、インフラ分野におけるデータとデジタル技術を活用した、公共サービス、組織、プロセス、働き方の変革（国土交通省「インフラ分野のDX推進本部」）と、社会経済状況の激しい変化に対応した迅速な災害対応に貢献する。 融雪期盛土災害事例を分析し融雪期点検の視点、時期等を整理した「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（案）」を策定し、北海道内直轄国道で試行了。これにより気候変動により増大が懸念される融雪による土砂災害への事前対策の推進、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。 「土壌雨量指数を活用した事前通行規制手法（案）マニュアル（案）」を作成する見込みであり、先行降雨や短時間集中豪雨などによる土中水分および降雨に応じた効率的な規制手法の検討に貢献できる。 従来型落石防護柵について、現行の設計体系で想定されていない落石の柵下段からのすり抜け等の災害を予防するための構造細目を検討し、主部材の向きや位置などについての標準図集の変更を北海道開発局の設計要領に採用される見込み。これにより隣接する道路の通行車両との衝突が回避できるなど安全な落石対策推進に貢献できる。 落石防護擁壁について、安定に対する耐衝撃設計法の提案および押し抜きせん断破壊に対する照査手法を、柵付き落石防護擁壁については安定性照査手法を提案する見込みであり、安全な落石対策推進に貢献する。 	S
<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"> 令和2年5月に技術資料（案）として公表した「地すべり災害対応のCIMモデル」の作成手法は、国土交通省と都道府県で活用された。コロナ禍において、令和2年7月豪雨により発生した地すべり災害では、現地調査前の事前分析や調査結果の報告など実際の現場での効率的な調査の実施に貢献した。 国土交通省では、土壌雨量指数と時間雨量の関係を用いた事前通行規制の試行検討を進めており、提案する新たな規制手法案は、効率的な通行規制を実施するにあたり運用体制も含めた比較検討を実施することを可能とする。 連続雨量に基づく従来の道路事前通行規制基準の見直しを検討されている中、降雨だけではなく融雪に対応した基準の設定方法を公開できる見込みである。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 不透過型砂防堰堤の経時的な流木捕捉効果に基づく対策手法の提案は、既存の不透過型砂防施設を活用した流木対策の推進による流木災害リスク軽減に貢献する。 提案した融雪水を考慮したFEM土・水連成（浸透流・弾塑性変形）解析手法は、気候変動により積雪・融雪が増大する懸念がある中、積雪寒冷地特有の融雪期盛土災害に対して、冬期の原位置水位と積雪深等から融雪期盛土水位を予測するとともに、その水位を踏まえた盛土の安定性評価を可能とする。これにより、融雪期盛土災害に関する事前防災対策のための要対策箇所の抽出が可能となる。 開発した土石流発生・流下・氾濫を一体化させた数値計算手法は、土石流氾濫範囲を迅速に推定可能とし、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、緊急対策の工法・施工箇所の円滑な決定に貢献する。 「土壌雨量指数を活用した事前通行規制手法（案）マニュアル（案）」を作成する見込みであり、先行降雨や短時間集中豪雨などによる土中水分および降雨に応じた効率的な規制の検討に貢献できる。 	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"> 降灰厚分布推定手法は、噴火直後の情報に応じて利用可能な手法を整理し、国土交通省の土砂災害防止法に基づく緊急調査実施マニュアル(案)に盛り込まれる見込みであり、限定した現地調査と組み合わせ同等以上の精度で降灰厚が推定できる。物量的な現地調査に頼っていた従来法と比較して、調査地点数を大幅に少なくでき、現地調査の大幅な省力化、データ取得の迅速化、低コスト化に貢献する。また、その後の土石流氾濫計算の迅速化にも貢献する。 土砂災害防止法に基づく既存氾濫解析(QUAD)の高速化プログラムは、数溪流が対象となった場合に1-2時間程度での計算を実現し、国土交通本省を通じて全地方整備局、北海道開発局、内閣府沖縄総合事務局に配布・実装され、災害時の氾濫範囲推定の迅速化、省力化に貢献する。 火砕堆積物の物性を踏まえた土石流発生・流下・氾濫過程を一体化した数値解析法は、マニュアルとしてとりまとめる見込みであり、氾濫範囲推定の迅速化、省力化に貢献する。 災害の状況をバーチャルに再現可能な地すべり災害対応のCIMモデルは、遠隔地間での情報共有、災害対応関係者の状況把握を容易とし、遠隔地からの初動の技術支援による対応の迅速化、現地調査や打ち合わせの省力化、低コスト化に貢献する。また、大規模災害が広域で同時多発した場合の専門家による技術支援の迅速化、省力化に大きく貢献する。 既存の気象観測システム(降雨量、積雪深、気温)と現地の地下水位計測結果を用いて、融雪期の盛土内水位を簡易に推定する手法(浸透流解析)を提案した。また、この盛土内水位を考慮した変形解析を用いて、策定したマニュアル(案)より抽出した要点検箇所における盛土断面の弱部を明確化した上で最適な対策工選定が可能となり、安定性評価と対策工の合理化が図れる。 融雪水の影響を考慮した道路盛土点検マニュアル(案)は、熟練した現場技術者が減少する中で、効率よい点検による省力化が可能となる。 UAVを用いた斜面点検技術は、「写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル(案)」(寒地土木研究所)の改訂及び国土交通省北海道開発局監修の「北海道における岩盤斜面对策工マニュアル(案)」の令和4年度の改訂に反映される見込みであり、点検業務にあたる熟練現場技術者が減少するなかで効率よい点検による省力化を行うことが可能となる。 無人化施工を災害発生時及び通常施工時に迅速・安全に活用可能となる「無人化施工マニュアル」を作成する見込みであり、各地方整備局、施工業者などに展開する。これにより災害発生時および通常施工時の無人化施工を効率よく運用することによる省力化が可能となる。 開発した「遠隔操作有線給電UAV」「アラウンドビューシステム」「VRシステム」は、国土交通省の災害現場における実証実験への導入(雲仙普賢岳)、九州・四国技術事務所における災害訓練(無人化施工訓練)の教材として採用され、実装のための現地試験が進んでおり、迅速・安全な無人化施工の運用に貢献する見込みである。 	<p>A</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) 指針やマニュアルに反映された以外の業績評価の近代化、現代化はあるのか。
- 2) 既に研究成果がマニュアル、ガイドライン等へ反映され、社会実装の道筋をつけられているテーマと、まだ研究開発段階のテーマが混在している。無人化施工のSLAMのように最先端的な研究が行われており、まだ社会実装には時間を要する研究もあるが、これまでの成果を整理して、土砂災害の軽減に対する到達点と今後の研究の方向性を明らかにすることが望まれる。
土砂災害の発生原因としては、豪雨、地震、火山が考えられるが、特に豪雨による発生事例が多いと考える。このため、防災1や防災2のテーマと連携した研究があっても良いのではないかと考える。
- 3) 流木については、発生量予測や捕捉状況調査、施設の設計、維持管理をフィードバックさせながら、効果的な設計、管理をすることが重要である。
- 4) 現在までに達成された成果を所与として、斜面災害を考えた際にどのような課題が残っているのか、それを解決するためにどのような研究開発が必要となるのか、社会実装までを視野に入れて全体としての見取り図を作成いただければより研究の意義が明確になると思う。また、データベースの作成や、広範な研究レビュー、フィージビリティ、社会実装可能性の検討など、国の機関ならではの取り組みであることを強調されることも重要である。
- 5) 土砂災害に関する研究・開発を着実に進められており問題ないと思われるが、「突発的な」に対する説明が足りていないように思う。

【対応】

- 1) 指針やマニュアルの作成のみならず、現場への技術の実装を行い、災害対応の迅速化、省力化を図った。

また、現場への実装に加えて、災害対応での活用のメリットを国交省に継続して発信するとともに、国土交通省職員のみならず、コンサルタント職員など災害対応にかかわる技術者を広く対象とし、オンラインも活用して研修を行い技術の普及を図った。今後も、指針やマニュアルの作成のみならず、現場への開発技術の実装と技術の普及活動を継続して進めていく。また、現場での活用を図る中で浮かび上がってきた課題に対し改良を図るなどの対応も継続して行っていきたい。

- 2) 残された課題については、今後の研究の方向性を明かし、次期中長期計画で取り組んでいきたい。
- 3) 現地での調査結果を施設配置計画等に反映できるようフィードバックしていきたい。
- 4) 開発した成果をふまえ、残る課題を整理し、今後の研究の方向性を明らかにしていきたい。また、国の研究機関ならではの成果を強調していきたい。
- 5) 突発的な土砂災害への対応として開発した技術の意義が簡潔に説明できるように工夫していきたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・想定外の超過外力に対する道路橋の崩壊シナリオデザイン設計法を提案するとともに、シナリオを実現するための損傷誘導設計法について、部材の耐力を階層化し、支承取り付けボルトに損傷を誘導するためのせん断耐力評価式を作成した。これらの成果は損傷誘導設計法の適用性を実証するものであり、損傷誘導設計法を適用することにより大規模地震時の橋梁の損傷の最小化、早期復旧が可能となることから、緊急輸送路の早期開放を目標とする国の方針に合致する。 ・損傷シナリオの考え方は、熊本地震復旧事業の中で新阿蘇大橋の設計に反映され、活断層変位が想定を超過しても致命的損傷に至りづらく、復旧が容易な構造を実現した。 ・地震時に大規模崩壊を起こしやすいことが知られている谷埋め高盛土について、地震時変形を照査するための解析手法として2次元自重解析の適用性を明らかにするとともに、北海道に多く存在する泥炭地盤上高盛土の耐震化のための調査法、耐震補強法の評価を行った。これらの成果を活用することにより、道路盛土の地震時の被害想定や応急復旧工法の選択を的確に行うことができるようになることから、緊急輸送路の早期開放を目標とする国の方針に合致する。 ・河川堤防の地震時の安定性の向上が求められる中で、地震により損傷した堤防の機能低下の程度に応じた復旧の選定方法の検証、堤防の液状化対策工法の亀裂等の変状抑制効果の検証を行った。これらの成果を活用して河川堤防の震後対応方法の提案や耐震性向上を行うことにより、洪水時の人命・財産の被害の防止・最小化を目標とする国の方針(防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策(R2.12.11))に合致する。 	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"> ・研究成果による技術的知見が蓄積されてきたことから、これらをいち早く現場に適用、普及させることを目的として、以下の研究成果を国や(公社)日本道路協会等の技術基準の改定に反映させる。 ・見直しを行った液状化判定法を、道路橋示方書(H29)、河川構造物の耐震性能照査指針(R2)の改定に反映。的確な液状化判定の実施に貢献する。 ・斜面上の基礎の設置位置、構造に関する研究成果を、道路橋示方書(H29)、杭基礎設計便覧(R2)の改定に反映。斜面上の深礎基礎設計・施工便覧の改定(R3 予定)に反映見込み。斜面上の基礎の安全性向上に貢献する。 ・積層ゴム支承の限界状態に関する研究成果を、道路橋支承便覧の改訂(H30)に反映。積層ゴム支承の品質確保に貢献する。 ・道路盛土の点検における着眼点、変状事例をとりまとめ、道路土工構造物点検必携(H30)に反映。道路盛土の安全性向上に貢献する。 ・津波により被害を受けた道路橋の復旧までの経緯や地震による支承形式毎の損傷パターンと残存性能を踏まえた点検・診断方法、盛土崩壊被害から得られた盛土の復旧方法に関する知見等についてまとめた成果を、道路震災対策便覧(震災復旧編)の改訂(R3 予定)に反映見込み。道路の被害最小化、早期復旧に貢献する。 ・活断層への対応方法および支承損傷により生じる路面段差と車両走行性について分析した成果を、道路橋耐震設計便覧の刊行(R3 予定)に反映見込み。道路橋の被害最小化、早期復旧に貢献する。 	A

	<ul style="list-style-type: none"> ・谷埋め高盛土の地震時変形照査法について、道路土工—盛土工指針の改訂に反映見込み。道路盛土の安全性向上に貢献する。 ・地震後に亀裂が生じた河川堤防の復旧方法等に関する検討成果を、河川堤防の震後対応の手引き(国土交通省・治水課)の改訂に反映見込み。地震後の堤防機能の確保に貢献する。 ・泥炭地盤上盛土の耐震性向上に資する調査法および耐震補強法を取りまとめ、「泥炭性軟弱地盤対策マニュアル(寒地土木研究所)」の改訂(R4 予定)に反映見込み。泥炭地盤上盛土の安全性向上に貢献する。 ・各種インフラ施設の管理者からの要請に対し、研究成果を活用した技術指導を行った。 ・特に、熊本地震(H28)、北海道胆振東部地震(H30)において、被災した道路、河川堤防等のインフラ施設の復旧に関する技術指導を行い、地震後の早期復旧に貢献した。 	
<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・支承アンカーボルトの破断荷重の把握や耐力階層化鉄筋を提案し、実験に基づいたデータより、崩壊シナリオデザイン設計法の考えを実現化した構造(耐力階層化鉄筋を用いたRC橋脚)及びその設計法に関して特許を出願した。この構造および設計法は、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。 ・既設PC杭、場所打ち杭の評価手法を共同研究報告書にとりまとめることにより、全国の杭基礎の要補強対象の抽出に貢献する。 ・提案予定の耐震性能評価手法を適用し、地盤流動の影響による危険度の高い既設橋を的確に抽出することで、既設橋の効率的・効果的な耐震補強の推進に貢献する。 ・谷埋め高盛土の地震時変状に及ぼす宙水の影響の対策手法の開発及び地震時変状の評価手法の確立により、地震による谷埋め高盛土の大規模崩壊を抑止できるようになり、地震時における道路盛土の安全性向上に貢献する。 ・省力型電気探査や独立型受振器によるS波速度分布調査などの、3次元地盤調査技術の適用性や有効性を評価し、盛土調査に対する3次元地盤調査手法の実用性向上に貢献する。 ・地震後の堤防機能と亀裂・ゆるみの影響や、これらに対する液状化対策(震前対策)、応急復旧の効果に関する知見は、河川堤防の合理的な耐震性能評価、震後対応を行う上で重要であり、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。 ・原位置液状化試験法(振動式コーン試験・定点振動法)と液状化した土の要素挙動のモデル化手法は、多様な地盤の液状化発生予測や液状化に対する各種構造物の耐震性能の評価のよりの確な評価に資するものであるため、液状化対策事業の迅速化に貢献する。 	S
<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"> ・解析及び遠心模型実験によって有効性を確かめた既設基礎杭の補強設計方法の提案により、橋梁下部工の補強工事の工期、コスト面の縮減に貢献する。 ・各種現場・土質に対する一連の間隙水圧計付属型動的貫入試験(PDC)により、泥炭層に特徴的な水圧挙動を確認し、液状化層と泥炭層を容易に把握する手法を提案したことにより、従来のボーリングに頼る調査と比べ、泥炭地盤上に構築された盛土の耐震対策を行うための調査時間、コストの縮減を図ることができる。 ・原位置液状化試験法(振動式コーン試験・定点振動法)は、ボーリング等の従来技術に比べ地盤の液状化特性を効率よくかつ低コストで把握することが可能である。また液状化時の土の要素挙動のモデル化手法は、耐震性評価の精度を向上させ、効率的かつ効果的に耐震補強事業を進めることが可能となるため、各種構造物を対象とした液状化対策事業の生産性向上に貢献することができる。 ・これまでに適切な手法が確立されていなかった、火山灰質地盤における液状化強度比推定手法、杭の水平抵抗が著しく低減する地盤条件を確認するとともにこれらの液状化挙動と杭基礎挙動を汎用プログラム評価できる解析手法を提案することにより、数多くの既設インフラ施設の中から耐震対策必要施設の効率的な抽出、耐震対策の重点化(省力化)に貢献し、国土強靱化の取り組みの促進に貢献する。 	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) 実用に供し得る有用な成果が出ている。このような技術の発展を社会に認知してもらえる努力にも期待する。
- 2) 生産性の向上に直結する研究開発が相対的に弱くなってしまったことは、致し方がないが、「防災3」で取り組んでいるロボット技術の利用は、耐震の分野でも検討してもよいように思われる(今あるロボット技術を利用する、という検討ではなく、耐震に必要なロボット技術をロボット技術の研究者と共同開発する、という検討である)。
- 3) レジリエンスに関する優れた技術の開発や指針・便覧等に成果が着実に反映をされているので、もっとそれを強調してよいのではないかと?
- 4) 現在までに達成された成果を所与として、どのような課題が残っているのか、それを解決するためにどのような研究開発が必要となるのか、社会実装までを視野に入れて全体としての見取り図を作成いただければより研究の意義が明確になると思う。また、データベースの作成や、広範な研究レビュー、フィ

レジリティ、社会実装可能性の検討など、国の機関ならではの取り組みであることも強調されることも重要である。

- 5) 6年間を通して着実に有用な成果を上げ、外力の増大や巨大地震の来襲が確実視される中、社会のニーズに合った顕著な成果が上げられるものと見込まれる。
- 6) 有用な技術開発が行われていると考えるため、社会実装に向けた取り組みを進めてもらうことを期待する。

【対応】

- 1) 成果の認知度を向上させるよう、論文等による成果の公表や基準類・マニュアルへの反映などによる普及に努めていく。
- 2) 耐震分野においても生産性の向上について検討を進めていく。
- 3) 損傷誘導設計などのレジリエンスに関する成果については、海外への論文投稿等でアピールしていきたい。
- 4) 今後解決すべき課題を抽出するとともに、それらに対してどのような方法で取り組み、社会実装していくかについて、視野を広げて俯瞰的に検討を進める。
- 5) 分科会でのご意見を踏まえて、より高い成果を挙げ、その普及に努めていく。

戦略的維持更新・リサイクル分科会の評価結果及び主な意見と対応（年度評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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>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>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> AI等を駆使した戦略的予防保全型管理の構築に向けた技術開発に取り組むとするなどの国の方針に適合して、各種部材（床版橋、桁橋の一部）の損傷メカニズムなど診断セットを整理し、点検情報等を入力することで診断結果とその理由及び措置方針を示す床版橋の診断AIシステムのプロトタイプを構築した。RC床版の診断AIシステムのプロトタイプについて、現場実証を行い、システムの改善点を明らかにすることで、実用化に向けた開発の目途が立ち、地方自治体の診断技術の向上に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> 笹子トンネルの天井板落下事故（H24.12）を受け、制定された「道路トンネル定期点検要領」に則って実務を進める上で参考となる「令和2年版 道路トンネル維持管理便覧（本体工編）」の改訂（R2.8月）にアンカーボルト部もしくはその周辺に生じた覆工のひび割れが、ひび割れ幅や発生位置に応じてアンカーの引抜き耐力に影響を及ぼす等の過年度の研究成果が反映されたことにより、道路利用者の安全の向上に貢献する。 国が定める定期点検要領の参考資料「モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について（道路局 令和2年6月公表）」にRAIMSガイドラインが参考図書として記載されることで、国の方針に適合して、モニタリング技術の普及促進を図り、定期点検業務の効率化に貢献する。 国土交通省において施行されている舗装の長期保証制度について、技術的な手引書となる「舗装の長期保証制度に関するガイドブック」（日本道路協会、令和3年3月出版）の作成を主導した。長期保証制度の推進という国の方針に適合した形で、舗装の性能の確認や必要な措置技術について、当該プログラム研究で開発した点検診断や措置に関する技術が反映されたことから、適切な舗装の維持管理に貢献する。 	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>以下の通り、社会資本の損傷や災害による被害に対して、発生初期段階で、現場に職員を派遣し、これまでの研究成果や経験をもとに、原因究明・応急復旧の方法に関する指導・助言を行うなど時宜を得た取組として、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"> 令和2年11月に山口県からの要請に応じ、橋台部の主桁の跳ね上がり事象が生じて通行止となった離島に架かる橋梁（上関大橋（山口県管理））に対し、原因究明・応急対策検討のため、発生の2日後に職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。PC鋼材の破断に関する知見などを生かし、早期の交通復旧計画及び応急対策の策定に貢献した。 令和2年7月に地方整備局からの要請に応じ、令和2年7月豪雨に伴い被災した橋梁に対し、災害支援のため職員の現地派遣による現場調査および技術指導を行った。豪雨災害による洗掘や橋台の流失等の調査の経験を活かし、効率的な原因調査、復旧にあたっての基本的な考え方や留意点等について、助言・指導を行った。（鎌瀬橋（熊本県：国交省管理）、坂本橋（熊本県：八代市管理）、大瀬橋（熊本県：球磨村管理）等） 令和2年9月に山形県からの要請に応じ、山形県が管理するニールセンローゼ橋（中津川橋）で発生したケーブル破断に対し、原因究明・応急対策検討のため、職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。ケーブルの損傷に対する点検・診断・補修に関する研究成果を生かし、応急措置を含む補修・補強方法について、助言・指導を行った。 令和2年7月に地方整備局からの要請に応じ、地方整備局が管理するアーチ橋（国道4号和泉橋）での損傷に対し、職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。損傷・劣化した鋼橋の点検・診断・補修に関する研究成果を生かし、応急措置を含む補修・補強方法について、助言・指導を行った。 	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>以下の通り、診断技術の向上などにより、メンテナンスの信頼性向上に顕著に貢献する取組を行った。</p> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> これまでの調査を踏まえて、床版防水に配慮した橋面舗装の打換えのために、土砂化中間層を踏まえた補修範囲の提案など土砂化した床版の補修の考え方を土木研究所資料において提案することで、床版の再劣化の防止に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼部材の疲労に関するこれまでの研究成果を鋼道路橋疲労設計便覧（R2.9 発行）に反映した。疲労設計や補修補強設計における考え方を紹介することにより、鋼道路橋の疲労耐久性の向上に貢献する。 コンクリート舗装の典型的な損傷形態である横目地劣化について、劣化の過程や健全度を評価する手法を提案した論文「コンクリート舗装横目地の劣化過程を考慮した逆解析による健全度評価手法の開発」が土木学会論文賞を受賞し、土木工学における学術・技術の進歩、発展に顕著な貢献をなしたと認められた。 ケーブル被覆の一部に小径の削孔を施して行う内部空隙の温湿度計測とケーブル素線表面の直接目視により、ケーブル内部の腐食環境を推定する手法を提案した論文「PE 被覆ケーブルの内部環境の把握に関する研究」が土木学会構造工学論文賞を受賞し、構造工学における学術・技術の進歩、発展に顕著な貢献をなしたと認められた。 	<p>A</p>
<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>	<p>以下の通り、新技術の開発について実用性の向上などを図り、点検の効率化、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する取組を行った。</p> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> R1 年度に取得した RC 床版の電磁波レーダー計測結果及び床版上面水分量の計測結果をもとに整備した教師データを AI に機械学習させ、床版上面の滞水を推定可能な学習モデルを構築するとともに、簡易に操作可能な AI プロトタイプ（アプリケーション）を構築して実用性を高める目途がたち、RC 床版の点検の効率化に貢献する。 点検支援技術等を用いて取得した写真等から 3 次元モデルを作成し、そのモデル上で損傷位置を管理するために必要なデータ納品仕様を定めた 3 次元成果納品マニュアル【橋梁編】（案）を実際に運用した事例集として「橋梁 3 次元モデル構築（検証事例）（R3.3 公表）」を作成することで、適切な橋梁の 3 次元モデルが構築可能となり、維持管理業務の効率化に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> モニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）で取り組んできたモニタリング技術が「点検支援技術 性能カタログ（案）」に掲載されることで、地方自治体のニーズに適合して、橋梁の定期点検業務の支援技術として普及促進を図り、定期点検業務の効率化に貢献する。 RC 床版の防水対策として過年度に開発した「水密性が高く防水性能に優れるグースアスファルト混合物」について、実路での橋面舗装打換え工事における適用を果たすなど、道路の長寿命化・延命化に貢献した。 	<p>A</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) 診断 AI システムについて、システムのアップグレードはどのように考えているか。
- 2) 電磁波レーダによる水分検知手法の普及方法についてどのように考えているか。

【対応】

- 1) 診断 AI のベースとなる技術情報について、現場での活用により課題が明らかになった場合はその都度改善し、新たな知見が得られた場合は随時反映していく。
- 2) 例えば、定期点検と同じタイミングでの調査などを想定しているが、単独の企業では普及は難しいため、複数の企業を巻き込むなど全国的な技術の普及に努めていきたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> ・トンネルを安価で迅速に補修できる、繊維量が少ない補修シートについて、単位はく離強さ・単位繊維強さの2指標による性能評価法を提案。 ・トンネルの補修・補強材料の長期耐久性を評価するため、2年間の屋外暴露試験と、室内促進劣化試験を実施。長期耐久性評価手法(案)を作成。 ・上記取組により、国土交通省のインフラ長寿命化計画に基づくトンネル分野での新技術開発やカルバートの点検の合理化が着実に進んでいると評価できる。 	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〕	<ul style="list-style-type: none"> ・実務上の参考となる道路トンネル維持管理便覧【本工編】の改定において、これまでの研究成果をタイムリーに提案し、反映(R2.8)され、措置や記録の考え方の合理化等に貢献。これより、全国の道路トンネルの維持管理の合理化に貢献。 ・上記取組により、2巡目(R1～)から3巡目(R6～)に向かうトンネルの法定点検における点検精度の向上とメリハリある点検を行うことで現場技術者の負担軽減に貢献するものと評価される。 	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"> ・鋼道路橋の部材の一部（腐食が生じやすい対傾構や横構）を高耐久性鋼材（ステンレス鋼）に更新する鋼道路橋の長寿命化技術の確立に向けて、ステンレス鋼と炭素鋼の継手部において、異種金属接触腐食の発生を抑制できる絶縁仕様を提示。 ・ステンレス鉄筋を梁部材として適用する際の検証項目・方法を整理し、実用化に向けた環境を整備。 ・現地での暴露試験に基づき、コンクリート構造物の部位ごとに塩分が与える最大強度を把握。使用部位に応じて耐久性の高い新材料を適用できる環境を整備。 ・様々な材料と配合のコンクリートの試験結果に基づき、設計基準等への反映を想定した遮塩性能の分類案を作成。 ・プレキャストコンクリート製造時の蒸気養生について、工場ごとの設備形式や温度管理方法のバラつきを確認。 ・補強土壁の変状形態に関して、熊本地震等の事例研究から明らかになった「重力式基礎からのすべり落ち」について、致命的な状態を回避するための対策を提案。 ・上記取組により、最新新たに明らかになった不具合事例に適切に対処し、想定される致命的な状態を未然に防ぐことに貢献するものと評価される。 ・場所打ちボックスカルバートの変状について、偏土圧の影響は小さいことを確認。 ・カルバートの継手の開きについて、カルバート前後区間の引込み沈下の影響が大きいことを確認。 	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"> ・精度を向上させた水平方向地盤反力係数の推定式を提案し、橋台杭基礎の杭本数等を減少できる可能性を見出した。特に軟弱地盤において下部工の諸元を減少することで、生産性向上に貢献。 ・胴込めコンクリートの施工品質の確保により、谷積よりも施工が容易な布積のブロック積擁壁でも同等の性能を確保できる手法を提案。施工性が大きく改善（工期約3割減(試算)）されることで、生産性向上に貢献。 ・大型ブロック積擁壁の製品の変状実態・運用実態を調査。今後、進めていくべき改善の方向性を提案し、共同研究報告書に取りまとめた。 ・上記取組により、大型ブロックの利用促進の環境が整備され、その積極的活用による生産性向上に貢献するものと評価される。 	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) 地質・地盤リスクマネジメントでは、リスクへの備えが重要となる。また地質・地盤調査の重要性の喚起を望む。
- 2) コンクリートの遮塩性能を3段階で区分していることに意図はあるか。耐久年数を推定することは困難か。
- 3) 鋼橋へのステンレス鋼の適用拡大・普及について、今年度および次期中長期でどのように進めていく予

定か。

【対応】

- 1) 事前の地質調査の重要性を訴求していくとともに、調査計画-設計-施工-維持管理まで地質情報を引継ぐことがリスク低減につながると考え、進めていく。
- 2) 現状の技術基準でも設計の利便性を考慮してコンクリートの品質を区分した対策を示していることを考慮し、将来的に技術基準に反映するイメージを意識しながら、遮塩性能の評価指標を検討している。
- 3) 鋼橋の部材の一部を更新することで実績を蓄積し、更新対象とする部材も増やしていきたいと考えている。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> ・凍結防止剤散布によるスケーリングが懸念されている各地の道路橋で行った4年間の暴露実験データを回帰分析し、スケーリング予測式の係数と水セメント比、セメント種類、凍害危険値、凍結防止剤散布回数との関係を構築。 ・RC床版の土砂化に対応する適切な工法として、断面修復時のはつり界面への接着系材料の塗布が、積雪寒冷地での劣化促進要因である滞水環境下での疲労耐久性向上に有効であることを確認。 ・これまでの研究成果を基に、「凍害との複合劣化対策マニュアル（案）」策定による体系化の目的を明確化し、必要な情報の抽出と整理を行った。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北海道内の自治体が策定した橋梁長寿命化修繕計画について、積雪寒冷地における劣化損傷に関する知見を踏まえた技術指導を実施。R2年度4市町村。 ・北海道開発局の職員向けに「土と基礎に関する勉強会」を開催し、現場の課題に対して指導を行い、国の現場技術者育成ニーズに対応。 ・インフラメンテナンス国民会議と土木学会主催の北海道内自治体職員を対象とした講習会において舗装損傷と対策技術に関し講習。 ・「北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する技術ハンドブック」のR2年度ダウンロード件数は400件（累計4400件）あり、社会ニーズに適合。 	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〕	<p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稚内ドーム（稚内港北防波堤）の柱の補修におけるシラン系表面含浸材の塗布に際しての留意事項について、研究成果をもとに助言を行った。 ・道路管理者の急な要請に応じた形で、北海道開発局と連携して補強土壁の業務（3件）・工事（7件）で「補強土壁チェックリスト」を試行し、健全な補強土壁の構築に貢献した。 	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"> ・ジオシンセティクス排水材を用いた試験舗装による実測、室内試験、解析において、凍上量を5割程度抑制できることを明らかにした。 ・冬期におけるシラン系表面含浸材の施工において、塗布前の水分調整に加え、塗布後の加温継続も吸水防止層の形成に大きな効果があることを確認。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、モデルコード改訂の公表に向けた最終案を取りまとめ、技術資料を加筆修正。 	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>	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スケーリング促進評価試験を国内で普及している JIS 法の機器で効率的に行うため、試験体養生後の乾燥時間を確保することで、既存海外試験と同様の傾向として評価が可能となることを確認。 ・のり面安定構造物の断熱対策に関する試験施工および熱伝導解析を行い、凍上力低減に効果的な対策工を確認し、簡易な凍結深推定手法を提案。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「機能性 SMA の施工の手引き（案）」は、令和 2 年度ダウンロード件数が 440 件（累計 4,000 件）。継続的に活用され適切な施工による品質の確保に貢献。 ・ダイヤモンドカッタによる表面研削工法は令和 2 年度に約 4,900m²が施工され、すべり抵抗改善による道路利用者の安全・安心、片側規制での迅速な施工による施工者の生産性向上に貢献。 	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】

- 1) 舗装の排水システムの構築による長期供用性あるいは LCC に関するメリットや、置換と断熱材との比較において同等の凍上対策効果を期待した場合の施工性や経済性の比較について検討すると良い。
- 2) 成果を他の寒冷地（国内、国外）へも展開することを期待する。

【対応】

- 1) ご意見の点については、今後の試験施工や追跡調査において検討を進めていきたい。
- 2) 国際会議も含め関係学会等での報告や道外の講習会・講演会への参画等を通じ、国内外の積雪寒冷地に向けた成果の周知・普及に取り組んでまいりたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> ・R2 年度公表の建設リサイクル推進計画 2020 で、より付加価値の高い再利用推進としてアスコン塊の再利用技術が例示された。本研究のこれまでの成果を参照されていると考えられ、国の方針に適合。 ・アスファルト混合物の繰り返し再生に関するこれまでの成果を、国等が事業を実施する際に用いられる技術指針類を作成している日本道路協会舗装委員会等と共有することを通じて、持続リサイクルは指針類に反映すべき重要なテーマとして位置づけられ、国の方針策定に貢献。 ・アスファルト舗装発生材の余剰が深刻な北海道北部地域における利用促進にあたり、歩道用路盤材としての優位性を示す成果を得た。 ・これにより舗装耐久性向上を目的とした有効活用が期待される成果を得た。（建設リサイクル法に適合） ・国交省各地整などの大規模切土を伴う事業で、重金属対策の研究成果を活用し、現場ニーズへの技術の還元を行った。 ・R2 年 6 月、R3 年 3 月にマニュアル改訂委員会（事務局：国土交通省・土木研究所）を開催し、意見照会用原稿（案）を審議した。 	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"> ・現場と土研との共同で、実大盛土実験を実施し、研究成果を遅滞なく直接現場に還元した。 ・自然由来重金属等を含む発生土の評価・取扱いについて、特に不測の事態が発生した現場からの求めに応じて、直営による分析などに基づく現場支援を遅滞なく行った。 ・自然由来重金属等を含む発生土の取扱いについて、研究成果を随時タイムリーに現場技術指導に反映。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> ・再生骨材コンクリートの乾燥収縮に対して、再生骨材の吸水率と使用割合が乾燥収縮量の指標となること、および収縮低減剤による対策の効果と耐凍害性について確認。 ・さらに、再生細骨材がコンクリートの耐久性に与える実験を行い、再生細骨材は再生粗骨材に比較して影響が小さい傾向を確認。 ・アスファルト混合物の繰り返し再生に関し、配合率と再生用添加剤の影響を明らかにし、土木学会舗装工学講演会で成果発表。その成果が認められ舗装工学論文賞を受賞。 ・さらに、PIARC（世界道路会議）の依頼により、アスファルト混合物の繰り返し再生の研究成果を世界に先駆けた研究事例として紹介。 ・再生混合物に様々な中温化技術を適用した結果、概ね同再生骨材配合率の通常の再生混合物と同等の性状となることを把握。これにより、繰り返し再生と同じ目標値を使うことにより、品質が確保できることを明らかにした。 ・研究成果を「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版」の案に反映。 	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"> ・盛土内環境を再現した脱気水上向流カラム試験を提案。数か月の期間を要していた貧酸素環境における発生源評価を最短で5日程度で可能とし、時間短縮に貢献した。 ・国交省各地整などの建設発生土を伴う工事（R2:39件）で、重金属対策の研究成果をもとに要対策土量の削減に寄与する技術指導を行い、事業費の削減に貢献した。 	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) 現場条件を考慮した土からの溶出試験法を提案しているが、どの程度普及が見込まれるのか。
- 2) 建設発生土対策で、費用対効果を出しているのは良い。土研の予算としては問題ないのか。

【対応】

- 1) すぐに普及というのは難しいが、今行なっている盛土試験の成果が次第で普及が進むものと考えている。
- 2) 人材のリソースの点でやや課題があるが、マニュアルが整えば、対応も落ち着くと思う。あわせて人材育成も進めていきたい。

戦略的維持更新・リサイクル分科会の評価結果及び主な意見と対応（見込評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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>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>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> 国の方針に適合して、R3年度末に発刊予定の道路橋床版防水便覧に床版の土砂化の現状と対策を反映させることで、床版劣化を抑制また補修後の早期再劣化を防止し、床版の予防保全に貢献する。 AI等を駆使した戦略的予防保全型管理の構築に向けた技術開発に取り組むとするなどの国の方針に適合して、桁橋とトラス橋を対象に、損傷メカニズム、点検・診断・措置の一連の考えをもとに構成する「診断セット」を部材ごとに整理した上で、診断AIシステムにプロトタイプとして組み込むことで、床版橋を含め橋梁の約9割を診断AIシステムの対象とする。構築された診断AIシステムによる現場実証とシステムの改善を繰り返し、システムを実用化することで、地方自治体の診断技術の向上に貢献する。また、診断AIにより、点検から調査作成までの作業を効率化することが可能となり、維持管理業務の省力化に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋の性能の前提となる維持管理条件を定めることを義務化するなどの国の方針に適合して、これまで蓄積された成果や知見を反映し、道路橋示方書・同解説をH29に改訂することに貢献した。H30年からの適切な運用実現を図るため、北海道から沖縄まで全国各地（19か所）で約6,000人の技術者が参加する講習会に講師を延べ54人派遣するとともに、Q&A対応体制などにより、維持管理技術の向上にも貢献することができた。 国の塩害対策のニーズに適合して、土研が作成した電気防食工法の維持管理マニュアル（案）（平成30年7月）を実運用し、電気防食設備の維持管理を適切に実施できるようになった。同マニュアルは土木学会指針改訂版（令和2年3月）にも反映され、更なる運用が期待される。 <p>なかでも、今中長期の前半では、「H29 道路橋示方書・同解説」の改訂において前中長期からの研究成果を反映するとともに、適切な運用に向けた取組に貢献した。</p> <p>後半では、新たにAI技術等を活用した道路橋の維持管理業務の効率化・省力化を図るための研究に着手するため、土木研究所が主導して共同研究などの体制を整え、診断結果の説明を可能とするエキスパートシステムの開発などに取り組み、当初計画を上回る成果を上げている。本研究は、国土交通省が進めているインフラ分野のDX施策や土木研究所の次期中長期計画につながる重要な研究である。</p> <p>既設構造物のメンテナンスサイクルの効果的な実施に資する手法の構築について、国の方針に適合して、特に顕著な成果の創出及び期待が認められることからS評価とした。</p>	S
<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>以下の通り、社会資本の損傷や災害による被害に対して、発生初期段階で、現場に職員を派遣し、これまでの研究成果や経験をもとに、原因究明・応急復旧の方法に関する指導・助言を行うなど時宜を得た取組として、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"> 令和2年11月に山口県からの要請に応じ、橋台部の主桁の跳ね上がり事象が生じて通行止となった離島に架かる橋梁（上関大橋（山口県管理））に対し、原因究明・応急対策検討のため、発生の日後に職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。PC鋼材の破断に関する知見などを生かし、早期の交通復旧計画及び応急対策の策定に貢献した。〈再掲〉 令和2年7月に地方整備局からの要請に応じ、令和2年7月豪雨に伴い被災した橋梁に対し、災害支援のため職員の現地派遣による現場調査および技術指導を行った。豪雨災害による洗掘や橋台の流失等の調査の経験を活かし、効率的な原因調査、復旧にあたっての基本的な考え方や留意点等について、助言・指導を行った。（鎌瀬橋（熊本県：国交省管理）、坂本橋（熊本県：八代市管理）、大瀬橋（熊本県：球磨村管理）等）〈再掲〉 令和2年9月に山形県からの要請に応じ、山形県が管理するニールセンローゼ橋（中津川橋）で発生したケーブル破断に対し、原因究明・応急対策検討のため、職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。ケーブルの損傷に対する点検・診断・補修に関する研究成果を生かし、応急措置を含む補修・補強方法について、助言・指導を行った。〈再掲〉 	A

	<ul style="list-style-type: none"> 令和2年6月に地方整備局からの要請に応じ、地方整備局が管理するアーチ橋（国道4号和泉橋）での損傷に対し、職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。損傷・劣化した鋼橋の点検・診断・補修に関する研究成果を生かし、応急措置を含む補修・補強方法について、助言・指導を行った。<再掲> 令和元年10月に地方整備局と長野県からの要請に応じ、台風19号に伴い被災した橋梁に対し、災害支援のため職員の現地派遣による現場調査および技術指導を行うことで、豪雨災害による洗掘や橋台の流失等の調査の経験を活かし、早期の応急復旧計画の策定に貢献した。（市道海野宿橋（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）） 令和元年7月に地方整備局からの要請に応じて、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、翌日に職員を現地に派遣し、現場調査および技術指導を行った。外観の見た目以上に内部で劣化が進んでいる場合があることに留意するなどの既往の知見を活かし、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。 平成29年度に地方整備局からの要請に応じ、トンネル内附属物（ラジオ再放送ケーブル）の落下事故に対して、原因究明と今後の対策について技術的な助言を行った。その際に、固定用アンカーボルト周辺の覆工コンクリートのひび割れや取付金具の腐食等、トンネル内の附属物における取付状態の異常に関する実態調査の成果が活用され、効率的な原因調査に貢献した。 	
<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>以下の通り、診断技術の向上などにより、メンテナンスの信頼性向上に顕著に貢献する取組を行った。</p> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> 損傷を有するPC橋について、荷重分配効果および残存耐力の実態を載荷試験で確認し、荷重載荷される桁の耐力を実態に近いレベルで評価できる手法を開発し、共同研究報告書として公表（R3上期）することで、耐荷性能のより合理的な診断に貢献する。 斜張橋などの吊り構造形式橋梁において、PE被覆ケーブル内部の温湿度状況を新たに明らかにするとともに、腐食が進行し破断につながりうる環境にあるかどうかを判断できる評価手法を提案し、今回得られた知見をR3年度に発刊予定の道路橋ケーブル構造便覧（案）に反映することで、診断の信頼性の向上に貢献する。 既設PC橋について、曲げ耐力に与える影響が大きい損傷を確認し、曲げ耐力不足の程度や範囲を評価する手法を開発し、共同研究報告書として公表（R3上期）することで、最適かつ合理的な補修・補強に貢献する。 表面塗装を施工した実橋（桁）を対象に、表面塗装の遮塩性能および損傷要因の実態を確認し品質・施工管理等の留意事項を提案し、共同研究報告書として公表（R3上期）することで、損傷発生要因に対応した信頼性の高い補修の実施および、補修技術の開発等に貢献する。 腐食した鋼桁のFRPシートによる補修・補強方法の提案を行うことで、今回得られた知見をR3年度発刊予定の道路橋補修便覧に反映し、適切な鋼橋の補修・補強に貢献する。 積雪寒冷地の軽交通道路について、舗装体の健全度評価および損傷要因に応じた対策工の選択手法を提案し、R3年度に発刊予定の「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧（仮称）」に反映することで、効率的な舗装の点検診断および維持・修繕に貢献する。 本プログラムの成果である、路面の破損状態に応じたFWD調査の留意点等の具体的な診断・措置技術の知見が、R3年度に発刊予定の「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧（仮称）」に掲載されることで、舗装の効果的な維持管理に貢献する。 MWDによるたわみ測定手法の提案するとともに、測定されたたわみを活用した健全度評価手法の提案し、共同研究報告書としてR3年度に公表することで舗装の調査の効率化・信頼性向上に貢献する。 「試験施工による表層機能延命効果の検証、表面処理工法の路面機能（遮水性等）の評価基準の提案」、「室内促進試験による耐久性評価と材料品質規格の設定」、「交通量・舗装構造・損傷段階に応じた適用条件の提案」を行い、R3年度に共研報告書として公表し、軽交通道路の維持管理技術の向上に貢献する。 接合部周辺に発生する変状への繊維シート接着工の適用などによる対策工の効果や取付状態等の評価手法を整理し、接合部の設計・施工・維持管理に関するガイドライン（土木研究所資料）としてR3年度に発刊することにより、附属施設の効率的かつ効果的な維持管理手法が構築され、道路利用者の安全の向上に貢献する。 接合部周辺に発生するひび割れや、持続荷重、アルカリなどの環境作用による影響を考慮した品質確認試験方法を提案し、附属施設の接合部の設計・施工・維持管理に関するガイドライン（土研資料）としてR3年度に公表することで、附属施設の確実な設計・施工や維持管理（点検・措置）方法が構築され、道路利用者の安全の向上に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地方整備局、自治体、電力会社の管理設備の重大な不具合に対応した技術指導を延べ40件（R2:7件）、先進的な点検技術を用いた排水機場の現地調査を延べ約70箇所（R2:12件）、水門設備の潤滑油診断を延べ約160箇所（R2:22件）を実施し、診断結果を報告書として整理するなど機械設備の適切な維持管理に貢献した。 	A

	<ul style="list-style-type: none"> これまでの研究から得られた舗装の点検・診断・措置技術に関する知見を国土交通省が策定する「舗装点検要領」(H28)に反映した。また、舗装点検要領を現場で適切に運用するための具体的な方策を示した「舗装点検必携」(H29)、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」(H30)、「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧(仮称)」(R3年度発刊予定)に対して順次研究成果を反映させた。これにより、舗装維持管理関係の技術図書類が体系的に整備され、舗装の適切な維持管理に貢献する。 「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、9機場19台に適用されるとともに、地方整備局等、メーカーや業界団体に技術指導を通じて、コラム形水中ポンプの適切な維持管理に貢献する。 	
<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>	<p>以下の通り、新技術の開発について実用性の向上などを図り、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する取組を行った。</p> <p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> R2年度までに構築した電磁波レーダー計測の活用による床版上面の滞水を推定可能な学習モデルに複数橋梁の教師データを追加学習させ、舗装厚等条件の異なる橋梁に対応可能な汎化性能の高いAIプロトタイプ(アプリケーション)に改良して実用性を高めることで、RC床版の点検の効率化に貢献する。 ロボット等を活用した点検事例集の作成や、画像を用いた点検の一元管理を可能とする納品システムの提案により、新技術を用いた点検の導入を促進させることで、点検業務の効率化に貢献する。 診断技術者が診断で参考とする特徴的なひび割れパターン等を画像から抽出する手法を共同研究報告書(R3年度公表予定)として示すことで、ドローン等で大量取得される点検データの効率的な活用技術の開発が期待され、点検業務の効率化に貢献する。 水分や塩分等の移動速度などの物理量で統一的に表面保護材料の性能を比較評価するための、試験方法と品質指標値を提案することで、今後、「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(2016.8)」に反映し、コンクリート構造物の長寿命化・延命化に貢献する。 状態監視モニタリングシステム及び異常判定AIの基本仕様を提案し、令和3年度内を目途に土木研究所資料として公表することで、機械設備の効率的な維持管理と確実な稼働に貢献する。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> Uリブ内の滞水状況から間接的に亀裂を検知する滞水調査技術を開発し、特許取得の上、実用化させた。実橋では7橋での使用実績のほか、土木分野以外(電力会社)においても使用されており、多様な分野における点検の効率化に貢献した。 	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) H29 道路橋示方書の改訂に関する取組について顕著に貢献した内容は何か。
- 2) 診断AIシステムについて、社会実装はどのように考えているか。

【対応】

- 1) H29 道路橋示方書は、性能規定化など大幅な改訂をしており、前中長期計画の研究成果を反映している。また、全国19か所で約6,000人が参加した講習会に講師を派遣し、適切な運用に貢献した。
- 2) 診断レベルの底上げが目的であり、橋梁技術者の少ない地方自治体を含む道路管理者やコンサルタントでも活用できるものを想定しているが、社会実装に関する具体的な制度設計は今後検討してまいりたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 載荷試験・調査法等に応じた部分係数設計法を開発し、H29に「道路橋示方書」、R2に「杭基礎設計便覧」等へ研究成果を反映。 ・ 推定精度の高い水平方向地盤反力係数の推定式を用いて部分係数を見直し、次期の「道路橋示方書」に反映する見込。 ・ 上記により、地盤調査法等に応じた推定精度の違いによる影響を考慮した設計手法を構築し、構造物の信頼性向上に貢献。今後、新たな材料や構造の採用による構造物の合理化も期待。 ・ 施工性・維持管理性等に優れたトンネルの補修・補強工法を開発し、工法の材料特性に応じたはく落抵抗性能評価手法ならびに既設トンネルでの試験施工で検証した長期耐久性評価手法を提案。本成果は、革新的な材料を用いることで既設トンネルをサービスを中断することなく更新する手法の構築に貢献するものと評価される。 ・ カルバートの変状分析結果を国の施策である「道路土工構造物点検要領」（H29.8）の策定や、これを補完する「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」（H31.2）、「道路土工構造物点検必携」（H30.7）の改定等に反映。本取組みは、道路ネットワークの安全・安心を高め、国土強靱化に貢献するものと評価される。 ・ 社会資本整備審議会答申を受けて、土木研究所が中心となり原案を作成した「地質・地盤リスクマネジメントガイドライン」を公表し、国土交通省より通知した。 	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"> ・ 「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」の改定（H31.2）において、カルバートの定期点検の分析結果から点検における着眼点や判定区分の考え方の見直しを提案。 ・ これまでのカルバートの点検結果から、変状進展の程度や、進展しやすく道路機能に与える影響も大きい変状について明らかにし、今後の点検の省力化の可能性を整理。 ・ これらの成果は「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」や「道路土工構造物点検必携」の改定にも提案される見込。 ・ 打音検査が必要となる箇所絞り込み等の結果が道路トンネル定期点検要領の改定に反映（H31.2）され、点検作業の省力化等に貢献。 ・ また、道路トンネルの定期点検において実務上の参考となる「道路トンネル維持管理便覧【本工編】」の改定に際し、これまでの研究成果をタイムリーに提案し、反映（R2.8）され、措置や記録の考え方の合理化等に貢献。 ・ 上記取組みにより、2巡目から3巡目に向かうシェッド・大型カルバート、トンネルの法定点検における点検精度の向上と、メリハリある点検を行うことで現場技術者の負担軽減に貢献。 ・ 「平成28年熊本地震を踏まえた道路トンネルの耐震対策に関する留意点について」（平成29年3月10付道路局事務連絡）に研究成果が反映。 ・ また、耐震対策の考え方について、技術的な参考資料として、土木研究所資料（平成29年3月）を発刊し全国へ展開することで、全国の道路トンネルの設計および維持管理の実務に貢献。 ・ 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会」設置後、わずか1年間でガイドラインをとりまとめた。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 鋼道路橋の部材の一部（腐食が生じやすい対傾構や横構）を高耐久性鋼材（ステンレス鋼）に更新する鋼道路橋の長寿命化技術を確立。 現地での暴露試験結果に基づき、海洋塩分の付着特性・浸透特性を解明。海洋からの塩害環境における塩害対策の留意点を提案。 R3 年度は凍結防止剤の最大強度の整備を実施し、土木研究所資料としてとりまとめ、耐食性の高い新材料の導入促進に貢献できる見込。 ステンレス鉄筋の道路橋への適用を目指し、耐荷・耐久性能等の必要な検証を全て完了。必要な検証項目・方法を整理し、ステンレス鉄筋使用の目途が立った。R3 に共同研究報告書として公表予定。 汎用的かつ迅速な遮塩性能評価技術の提案により、コンクリート構造物の塩害に対する耐久性の信頼性向上に貢献。 上記により、耐食性の高い新材料の導入促進に貢献すると評価される。 既設トンネルを活線更新する工法を提案の見込。需要増が見込まれるトンネル更新工事への適用に向け、安全性向上や効率化へ一定の目処。道路トンネルの特性を踏まえた大規模更新工法の設計法および評価法の構築見込。 カルバートの変状事例の分析を重ね、周辺地盤の影響（偏土圧、盛土の変形、不同沈下等）に伴う変状も多いことを確認。 事例をもとに数値解析を行い、偏土圧、盛土の変形、不同沈下等が変状に与える影響について検証。これらをカルバートの設計に考慮する方法を提案。 これらの成果は「道路土工カルバート工指針」改訂にも反映され、地盤条件を適切に考慮したカルバートの設計手法の構築に貢献。 補強土壁の実験検証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）へ反映見込み。平成 29 年度から本格実施されている道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。この成果は要求性能に基づく補強土壁の新たな設計法の構築にも貢献。 ブロック積擁壁の実験検証等に基づき、接合部等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）へ反映見込み。平成 29 年度から本格実施されている道路土工構造物の点検等の合理化にも貢献。 工場での製造工程の実態調査などを通じてプレキャストコンクリート製品の遅延エトリンサイト生成を防止するための合理的な温度管理方法を提案し、品質の信頼性向上に貢献。 	<p>A</p>
<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"> 精度向上させた設計計算モデルを用いた設計法を構築することで、橋梁下部工の設計の合理化による生産性向上が期待できる。 急速載荷試験等を橋梁施工現場での支持力確認試験に適用することにより、作業期間等の大幅縮減が期待できる。 胴込めコンクリートの施工品質の確保により、谷積よりも施工が容易な布積のブロック積擁壁でも同等の性能を確保できる手法提案。施工性が大きく改善（工期約3割減（試算））されることで、生産性向上に貢献。 大型ブロック積擁壁の製品の変状実態・運用実態を調査。今後、進めていくべき改善の方向性を提案し、共同研究報告書に取りまとめた。 プレキャスト部材実用化の要となる接合部の機械式鉄筋継手（全数継手）に関するガイドラインを作成（H31.1）。 これらの成果はプレキャスト製品の活用促進に繋がり、道路構造物の生産性向上に貢献すると評価される。 	<p>A</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) 日本をあるべき方向に導く「旗振り役」を土研に期待する（例えばプレキャスト部材の普及等）。
- 2) 全体的に研究テーマが細分化され過ぎていないか。
- 3) マニュアル等の作成、講習会による普及の取り組みがよくなされている。研究成果が海外の基準類に反映されたことも高く評価できる。

【対応】

- 1) 3) 「旗振り役」を果たせるよう、引き続き研究成果の最大化に取り組んでいく所存である。
- 2) テーマを大きくし過ぎると各中長期計画間の差が不明瞭となる恐れもあり、次期中長期計画でもテーマ設定のバランスには留意する。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 北海道の国道における橋梁点検が一巡しこれに続く詳細調査の結果、33.5%で土砂化の発生が判明。対応する適切な工法として断面修復時のはつり界面への接着系材料の塗布が、積雪寒冷地での滞水環境下での疲労耐久性に有効であることを確認。これを「北海道における鋼道路橋の設計および施工指針（北海道土木技術会）」に反映し、積雪寒冷地の既設床版の長寿命化に貢献する見込み。 ・ 凍害と河水衝突を受ける河川のコンクリート構造物の劣化損傷対策において、河水浸透を遮蔽可能な補修技術を提案し、その成果を「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書」に反映することで、厳しい環境でも河川構造物の再劣化を抑制する補修対策の実施に貢献。 ・ 融雪期に多発するポットホールに関する社会の課題解決ニーズの高まりに対して、 Fogシールやクラックシールによる予防保全対策に関する技術者向けの技術資料を作成公表することで、ポットホールの発生を未然に防ぐ適切な予防保全型補修に貢献。 ・ 「凍害との複合劣化対策マニュアル（案）」の策定、雪寒地のインフラ維持管理に携わる実務者への提供により、効率的で信頼性の高い維持管理と更新・新設の高耐久化に貢献。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 北海道内自治体が策定した橋梁長寿命化修繕計画について、雪寒地における劣化損傷に関する知見を踏まえた技術指導を実施。H28～R2に58市町村に対応。 ・ 北海道開発局若手職員を対象に「舗装を基礎から学ぶ勉強会」を年2回程度開催。また、北海道開発局の職員向けに「土と基礎に関する勉強会」を毎年開催。チーム研究員がテキストの作成及び講師を務め、国の技術者育成ニーズに継続的に対応。 ・ 土木学会の舗装工学ライブラリー15「積雪寒冷地の舗装に関する諸問題と対策」に委員として編集・執筆活動に参画し、ライブラリーをテキストとした全国3都市において「積雪寒冷地の舗装技術に関する講習会」講師を務め、技術者の技術力の向上に貢献。 ・ 北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学が取り組むSIPの研究開発課題「地域協働型インフラアセットマネジメント実装に関する研究」の活動に参画し、寒冷地の路面評価技術を紹介。 ・ 「北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する技術ハンドブック」のR2年度ダウンロード件数は400件（累計4400件）あり、社会ニーズに適合。 ・ 融雪期に多発する舗装のポットホールへの関心を背景に新聞・TV等メディアからの取材要請に毎年対応し、原因などについて研究知見を広く発信。（テレビ4回、新聞・技術誌8回） 	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>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 塩害、アルカリ骨材反応と凍害の複合劣化に対応するスケーリング予測式の「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書」等へ反映、現場活用により、維持管理効率化に貢献。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「一般国道232号小平町大楨～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」が対策に盛り込まれるなど、新規防災事業箇所の検討に貢献。 ・ 「一般国道38号鎮（しずめ）橋技術検討会」に委員として参加し、床版の劣化調査について、研究成果である超音波法を用いた調査の指導を行い、劣化情報の効率的な取得に貢献。 ・ 港湾の護岸被覆ブロックが施工後早期に表面剥離等を生じたとの相談に対し、スケーリング予測式を紹介し、設計供用期間50年に対して耐久性に問題がないことを確認。 ・ 北海道開発局からの協力依頼に対し、ポットホール対策として Fogシール工法を道内10カ所、クラックシール材を7カ所の国道での試験施工で指導・助言を行い現場適用に貢献。 ・ 道路管理者の急な要請に対応した研究成果として「補強土壁チェックリスト」が、令和3年度の北海道開発局道路設計要領（擁壁）および特記仕様書（業務、工事）に明記され、健全な補強土壁の構築に貢献。 	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"> ・実橋の詳細調査や室内試験結果を反映させた FEM によるたわみ解析に基づき、既設床版の構造性能に対する定量的な評価技術を提案。「北海道における鋼道路橋の設計および施工指針（北海道土木技術会）」に反映し、効率的で効果的な維持管理に貢献。 ・凍害と海水摩耗の複合劣化試験法を開発し、予測式に基づく予防保全型維持管理のための評価手法を技術資料に整理し、技術者向けの現地講習会等を通じ普及を図り、氷海域における沿岸構造物の劣化損傷対策及び維持管理の効率化に貢献。 ・沿岸構造物の予防保全を前提とした鋼板被覆工法の構造（衝突荷重軽減の突起・間隙材含む）及び補修工の設計手法を技術資料に整理し、技術者向けの現地講習会等を通じ普及を図り、氷海域における沿岸構造物の劣化損傷対策及び維持管理の効率化に貢献。 ・はつり界面の脆弱部の浸透系塗布材による改善・接着効果の確認方法を確立して技術資料を作成・公表し、断面修復後の耐久性向上による再劣化を未然に防止し、補修技術の信頼性向上に貢献。 ・効果の高い初期ひび割れ補修方法の耐久性と持続性を検証・評価した上で、環境条件と劣化状態に応じた適用条件を整理し、技術資料を作成・公表し、予防保全型の維持管理に貢献。 ・-20℃の実環境でのシラン系表面含浸材の施工検証を行い、傾向の普遍性を確認した上で冬期施工手法を確立。北海道開発局道路設計要領への反映が見込まれ、コンクリート構造物の高耐久化に貢献。 ・耐凍上・高耐久の小段排水施設として立体網状スパイラル構造排水溝を NETIS 登録し、広く技術を普及することで、切土のり面の長期安定化に貢献。 <p>【成果の最大化の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スケーリングの進行予測式」などの研究成果の土木学会コンクリート標準示方書への掲載により、研究成果の現場への普及、活用の拡大が進み、適切な維持管理に貢献。 ・ガラス繊維系のひび割れ抑制シートを疲労ひび割れや低温ひび割れの維持修繕工事に適用することを提案し、北海道開発局道路設計要領に H30 版から掲載。効果の高いシートの選定が可能となり、舗装の適切な維持管理に貢献。 ・土木研究所の研究成果が反映された「fib Model Code for concrete structure 2020」の最終草稿が 2021 年に公表されることにより、補修技術の国際的な信頼性向上に貢献。 	<p>A</p>
<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>	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超音波法を用いた床版内部の層状ひび割れ等に関する調査技術を提案。この技術を普及することで、既設部材への影響低減、調査期間・費用の縮減などの効果が期待でき、点検・調査業務の効率化に貢献。 ・凍上に対する切土のり面の点検のポイントを整理し、凍上診断および簡易貫入試験と安定計算を用いた評価に至る一連の手法を提案することで、維持管理の省力化に貢献。 ・内部ひび割れが著しい床版に対する低弾性係数の補修材の使用や、舗装切剖面に対するせん断強度を改善した防水材の増量塗布の有効性を確認。「北海道における鋼道路橋の設計および施工指針（北海道土木技術会）」に反映し、積雪寒冷地の既設床版の長寿命化に貢献。 ・耐寒剤を用いたコンクリートの養生を終えてよい圧縮強度の低減や、薄い構造物への適用拡大について、北海道開発局道路設計要領への反映が見込まれ、養生時の仮設備の簡素化による初冬期施工の効率化に貢献。 ・切土のり面の補修技術として、断熱材を内包した特殊布団籠の設計手法を提案し、「切土のり面の凍上対策の手引き（仮）」として公表することで施工性向上（平場で作製しクレーンで設置可）および長寿命化に貢献。 ・効率的なスケーリング促進評価試験法、微細空気量の測定法と、凍害複合劣化を抑制するための目標値、標準仕様を提案し「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書」に反映することで積雪寒冷地のコンクリート構造物のスケーリング抑制による高耐久化に貢献。 ・交差点部等において更なる高耐久な SMA 混合物の適用を求める北海道開発局のニーズに対し、高耐久化のための新配合や水平振動ローラによる施工技術を確立し、高耐久型機能性 SMA（碎石マッシュアップ・ファルト舗装）として「機能性 SMA の施工の手引き（案）」に反映し、耐久性向上に貢献。 ・耐凍上性のり面安定構造物の設計法を提案することで、寒冷地における長寿命化に貢献。 <p>【成果の最大化に向けた取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北海道開発局のトンネルのすべり対策として提案したダイヤモンドグラインディング工法が開発局管内の 11 のトンネルで採用。片側規制による迅速な施工が生産性向上に貢献。 ・北海道開発局が管理する高規格道路の損傷対策のニーズに対し北海道型 SMA を提案。北海道開発局道路設計要領に掲載され、標準的な混合物として実装。施工延長は、R2 までに約 200km。 	<p>A</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) 自然環境の厳しい寒冷地では、散布する凍結防止剤が引き起こす化学的な劣化など、早期損傷の原因の可能性もある。併せて、継続的に調査を進めてほしい。
- 2) 凍害・複合劣化を受けるコンクリートの補修に適した材料について、メカニズム面からみてどの材料が良いのかといった視点から、体系化を行ってほしい。
- 3) 冬期施工への実現が普遍的なテーマの一つ。補修材料の低温挙動にも取り組んでおり、気象環境の変化

に柔軟に対応できる仕組みを開発してほしい。

【対応】

- 1) 引き続き橋梁点検等の継続的な調査を通じて凍害・複合劣化の進行を把握し、環境に応じた維持管理・更新技術の研究を進めてまいりたい。
- 2) 凍害・複合劣化要因に対する材料特性、補修時の周辺部材の状況や施工環境が耐久性に大きく影響することも踏まえて整理してまいりたい。
- 3) 補修材料の低温挙動についても留意しつつ、冬期施工においても信頼性の高い補修技術の確立に取り組んでまいりたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 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。本研究の成果は、関連副産物の再資源化率の維持・向上に貢献するとともに、建設リサイクル推進計画 2020 で示された、アスコン塊などの、より付加価値の高い再利用の方針など、国の方針に適合。 ・ アスファルト混合物の繰り返し再生に関するこれまでの成果を、国等が事業を実施する際に用いられる技術指針類を作成している日本道路協会舗装委員会等と共有することを通じて、持続リサイクルは指針類に反映すべき重要なテーマとして位置づけられ、国の方針策定に貢献。 ・ さらに同委員会において、アスファルト混合物の繰り返し再生に関し、配合率と再生用添加剤の影響などアスファルト混合物の繰り返し再生に関する研究成果を踏まえ、舗装再生便覧改訂作業を進捗させた。 ・ アスファルト再生骨材の有効利用(歩道路盤・凍上抑制層)に関する成果が北海道開発局の事務連絡に反映される見込。(建設リサイクル法に適合) ・ 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対処法を示し、建設発生土の有効利用の促進を目指す国の方針(建設リサイクル推進計画 2014; 2020)に適合。 ・ 本研究の一連の成果が、平成 29 年の土壌汚染対策法の改正に貢献した。 ・ 建設発生土に関する研究成果を盛り込んだマニュアル改訂版は R3 年 4 月に関係機関への意見照会を行う見込みで、R3 年度に公表できる目処が立った。 ・ 国交省各地方整備局などの建設発生土を伴う工事で、現場ニーズに合わせて重金属対策の研究成果を、毎年数十件にわたり還元した。 	<p style="text-align: center;">A</p>
<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"> ・ 自然由来重金属等を含む発生土の取扱いについて、国の様々な大規模事業の現場ニーズに対応して、最新の研究成果を随時タイムリーに現場技術指導に反映し、対応の合理化に大きく貢献。 ・ H31. 4. 1 施行の土壌汚染対策法では、自然由来汚染土の取扱いにおいて、本研究の成果(法対象外の土の取扱い)を参考にした改訂がなされた。 	<p style="text-align: center;">A</p>

<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・研究成果をとりまとめた「プレキャストコンクリートへの再生粗骨材 M の有効利用に係わるガイドライン(案)」が、本省から各地整に紹介された(見込)。 ・繰り返し再生により品質の低下したアスコン塊の再生に適した添加剤や配合率の解明と高温カンタブロ試験による評価方法の提案、再生中温化技術、寒冷地に考慮した再生手法を提案し、舗装再生便覧の改訂に反映見込。(舗装再生便覧は R4 年度に改訂予定) ・PIARC(世界道路会議)の依頼により、アスファルト混合物の繰り返し再生の研究成果を世界に先駆けた研究事例として紹介。 ・H30.7より、アスファルトの SDS へのアスファルトヒューム許容濃度の記載に対応し、安全な代替溶剤でヒュームを分析する方法を提案。 ・ISO 21268-3(2019年9月制定)の技術的根拠に、研究成果である上向流カラム通水試験の検証試験結果(査読付き論文に掲載)が採用された。制定にあたっては ISO/TC190 国内委員会への参画によっても貢献。 ・本研究により、土の性状と現場状況の組み合わせに応じた合理的な対応方法を明示する成果を得るなど、社会的な価値の創出に貢献した。 ・研究成果を元に全国的に技術指導を行い、要対策土対応の合理化・費用縮減に大きく貢献。 ・研究成果が平成 29 年の土壌汚染対策法の改正に盛り込まれ、合理的な利用技術の普及などの社会的価値の創出に貢献した。 ・自然由来重金属等含有土に関する研究成果を対応マニュアル改訂版に反映し、R3 年度に公表できる見通しとなった。 	<p>S</p>
<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"> ・コンクリート用再生骨材の迅速試験(11日から2日へ)の具体的な方法を明らかにし、品質試験の生産性向上に向けた成果について、より確実なものとする事ができた。 ・盛土内などの還元環境・貧酸素環境を模擬した室内試験を開発したことにより、これらの環境における溶出量や吸着能の試験評価に係る試験時間を著しく短縮することができる。 ・国交省各地方整備局などの建設発生土を伴う工事(年間数十件程度)で、重金属対策の研究成果をもとに要対策土量の削減に寄与する技術指導を行い、事業費の削減に貢献した。 	<p>A</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) 本研究によって建設発生土の再資源化率はどのように推移する見込みか。
- 2) 再生粗骨材利用コンクリートの試験法については、JIS 化は考えていないのか。

【対応】

- 1) 再資源化率の統計には、重金属を含む土は原則入っていないとの認識である。本研究により、これまで使えなかったものが使えるようになるということである。
- 2) 今回提案したプレキャスト製品などの分野で試験実績を積むことで、現場への適用性を確認しつつ、JIS への反映も視野に入れて検討する。

流域管理分科会の評価結果及び主な意見と対応（年度評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> 研究開発：多種の涉禽類を対象に季節を考慮し、流域を含めて必要な生息場所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（以下「持続性ある川づくり」））の実践に繋がる成果 研究開発：人々の利用可能性が高い水辺拠点を評価する指標を明示し「実践的な景観・河川と人とのふれあいの場についての河川環境の評価・改善の手引き」素案に研究成果を適用したことは、国の方針（持続性ある川づくり）の実践に繋がる成果 研究開発：サケ産卵床の維持保全など産学官連携の取組と連動した治水と環境を両立させる評価手法は、国の方針（持続性ある川づくり）の実践に繋がる成果 成果の普及：全国各地に住む、様々な年代、様々な職種の河川CIMに関心を持つ方々に対して、最適なテーマを設定して適切な方法でセミナーを通じた人事育成を実践したことは、国の方針（DXの推進）に適合 他機関との連携：中部地整と連携した質の高い講習での人材育成は、国の方針（持続性ある川づくり）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]	<ul style="list-style-type: none"> 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））が発出された直後に関連する技術提案を行ったことは適時 災害派遣・技術指導：災害復旧時等、即応が求められる限られた期間に再樹林化抑制等に関するアドバイスを実施したことは適時 	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"> 研究開発：高い持続性が期待できる河道掘削の断面フローを、土砂堆積と植物繁茂の観点から具体的に示したことは、社会的価値の創出に貢献 災害派遣・技術指導：山国川における災害後の河道掘削、護岸等に関する技術支援対象事業が優れた成果として土木学会デザイン賞最優秀賞を受賞したことは社会的価値の創出に貢献 災害派遣・技術指導：中部技術事務所、高等学校へ質の高い研修・活動支援を行っていることを示せたことは社会的価値の創出に貢献 基準・マニュアル等：鳥類保全の考え方、人々の利用可能性が高い水辺拠点抽出の考え方がグリーンインフラ事例集（R3.3）に掲載されたことは、社会的価値の創出に貢献 基準・マニュアル等：河川CIM標準化検討小委員会へ参画し、中心的な立場で河川CIMの実施に必須であるデータフローを完成させたことは、社会的価値の創出に貢献 成果の普及：多角的な検討により環境DNA調査技術の標準化を進め、河川水辺の国勢調査への実装の流れに繋がる成果 他機関との連携：関東地整等と連携し、生き物保全及び人の利用ポテンシャル評価手法を現場実装の段階に進めたことは社会的価値の創出に貢献 他機関との連携：自然共生研究センターにて質の高い研修・活動支援を行っていることを示せたことは社会的価値の創出に貢献 	S
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"> 研究開発：3D点群データに基づく河道内の樹木資源量の把握技術の構築は、大きな労力を必要とする植生把握の効率性向上の可能性を高め、生産性の向上に貢献 研究開発：EvaTriP Proの開発により効率的かつ質の高い川づくりの更なる推進に繋がったことは、生産性向上に寄与 成果の普及：環境DNA技術の社会実装に向けた取組みにより、調査コストの大きかった生物調査の効率性を高め、生産性の向上に貢献 	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】

- 1) P. 12 の樹木体積の推定技術について、どのくらいの精度レベルか。生産性の向上に現時点ですぐつながるものでないにせよ、そのベースを作った貴重な成果と認識している。生産性の向上につながるだろうという、「いずれ」の話を今年の年度評価に入れていいのか。
- 2) P. 11 の河床変動応答特性の把握は、6年間のモニタリングの結果、時間的にも維持可能であるというのが検証されていると思うが、今後の維持の観点からも検討が必要。P. 14 の掘削手法も、どの程度時間的観点から検証されているのか。
- 3) P. 15 以降にある部分は、最近の DX の流れに沿って優れたものだが、誰でも検証できるシステムが求められる、オープンソースという現在の潮流にどのような対応をしているのか。
- 4) 環境 DNA のマニュアルに関して精力的にやっているが、改訂につながる流れを作ったというだけで、土木研究所がどのような技術的役割を果たしたのかわからない。本当に評価できるのか。水中からの遺伝子抽出精度や回収率の確認を含めた精度とその確認はどのようにされるのか。具体的にどのような普及がされるかまで注視する必要があるのではないか。
- 5) 環境 DNA や河道特性のマニュアルは誰が使うのか。管理者やコンサルタントだと思うが、どれくらい広域に使われることを期待しているのか。導入や過程を想定されていれば教えてほしい。かつてほどの労力をかけなくてもすむ新技術になると思うが、新しいことを始めるのは大変なので、日本全国でやるというよりも、重点的に使う地域がまずあって、そこから普及していくと思うので、質問した。

【対応】

- 1) 現地調査で把握した樹種データと点群データを照らし合わせて、実測値をサンプルとすることで推定を可能にしている。実装にはサンプルをもう少し集める必要があるが、経験を積み重ねることによって定量的な評価は可能になる。今回は基礎的な技術の確立ができたものとして、A と評価している。
- 2) 河床変動特性の把握は、iRiC の計算による 6 年目までの水深分布予測および CSI 分布予測の結果であり、掘削工事自体は R1～R2 年度に実施されたものである。今後モニタリング調査を進め、予測技術の精度の検証等を行っていきたい。P. 14 も具体的に側方、鉛直方向にどのような変化があるか体系的にまとめることができたとして評価している。
- 3) 3次元河川環境評価ツール“EvaTRiP Pro”は Python 言語を導入しており、ソースコードも含めてオープンにしているため、ユーザーが自由に機能を追加することが可能になっている。
- 4) マニュアルについては、環境 DNA の河川水辺の国勢調査への反映のことで承知しているが、全国で今年度も含め 1000 か所以上で実践を行っており、妥当性を評価して実装を行う。検討評価は期間内に終了しない見込みであり、実装されるとサンプルが取れずに評価できないというリスクを回避できることが期待され、改訂作業につながる成果として S としている。

また、ご指摘の通り、環境 DNA の濃度やその後の分析精度はばらつきがあり、その要因も一様ではなく予測困難である。そのため、本研究の枠組みで提案した「報告書様式」では、河川水辺の国勢調査に導入を検討している種網羅解析の最終的なアウトプットとなる生物リストだけでなく、分析過程のあらゆるデータの記録が残るように情報を残し、エラーをさかのぼって検証できるように定めた。また、国土交通省の定期水質調査を活用し、分析エラーに関与する水質項目の洗い出しと、その影響レベルの評価を進めている。

- 5) 基本的には直轄河川を中心に適用する。調査項目によっては技術的に県管理河川では対応できないことも考えられるため、導入や維持管理にかかる人・時間を含めたコストについての改善も図る必要があると認識している。そのためには受注者のコンサルタントに対してもオンラインも含めて講習会を開くことにより普及を進め、フォローアップも含めて実践していくことになると考えている。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> 研究開発：アユの生息環境の観点から石礫の露出高の下限値に加えて上限値を提案したことで、土砂供給による環境改善も評価可能とし、多くの水系での通過土砂量の目標設定への貢献が期待。国の総合土砂管理計画策定の推進に適合 研究開発：実際のダム（高さ約36m）において潜行吸引式排砂管による排砂システムの適用性を示したことは、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]	<ul style="list-style-type: none"> 技術指導：湧別川の河口閉塞対策を検討するタイミングにおいて、河口を閉塞する土砂の起源を推定する方法を北海道開発局網走開発建設部に対して技術指導することにより、河口砂州形成要因把握に貢献したことは適時 成果普及：平成30年胆振東部地震による崩壊地発生域全域の崩壊地分布特性把握及び定量評価を行い、北海道厚真町の森林再生・林業復興に向けた行政計画立案及び総合計画改訂版の策定（R3.4）に貢献 	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"> 研究開発：アユの生息環境の観点から石礫の露出高の上限値を提案したことで、環境改善のための必要最小土砂供給量を評価可能とし、土砂流量不足の河川での土砂供給必要性の明確化に貢献することが期待 研究開発：実際のダム（高さ約36m）に潜行吸引式排砂管による排砂システムを設置して設計通りの能力を発揮することを確認し、ダムの堆砂対策に適応可能であることを提示 他機関との連携：他機関と共同執筆した流域の空間スケールと水・土砂流出に関する一連のレビュー論文が、水文・水資源学会誌論文賞を受賞。提示した新たな知見・研究の方向性は、河川砂防技術基準等への反映など、土砂動態実態把握における効率化・省力化に貢献することが期待 	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"> 研究開発：アユ生息適地の判定に、流速・水深に加えて、UAVを用いた河床評価指標（砂被度）を入れることで、予測精度の改善とともに、UAVの画像判定による河床環境調査の省力化に貢献 	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) SS流出量経年変化や地質別流出量の評価は大変すばらしい成果である。対象流域の地形（勾配）、土地利用・地表被覆や降雨履歴は地質別浮遊土砂流出量に影響するのか？この研究では、地質別浮遊土砂流出量の原単位そのものではなく、それを求める方法を構築したということか？
- 2) 潜行吸引式排砂管のシステムには適用条件があると考えられるため、適用事例を増やしてそれを明確にする必要がある。稼働時にゴミや流木などの色々な問題があると思うが、これを解決すると生産性の向上に繋がると思う。また、4系統設置して4倍の効果を見込むことは現実的なのか？1系統でも4回の洪水で1年分を処理する計画の方が確実ということはないか？吸引する砂の粒径分布によってコストや効率に差が出るのかもしれない。
- 3) 潜行吸引式排砂管は、排出する濁水の土砂濃度が排砂効率の鍵となると考えられる。土砂濃度の制御は重力密度流である混濁流の力学機構解明と深く関わっている。実用化に向けた研究が重要である一方で、キーとなる技術に関する基礎研究にも力を入れられると発展性がさらに増すと考えられる。大変興味深い。
- 4) 潜行吸引式排砂管の有用性は高く評価できる。国際会議の場等においてどのような国際的関心を集めた

か？日本方式として国際展開することが望まれる。

【対応】

- 1) これまで、土砂移動トレーサと流砂観測の組合せにより浮遊土砂流出量を評価し、流域全体の土砂動態マップとして表現する、一連の調査・解析手法を開発してきた。これにより、地質別浮遊土砂流出量には、平年的な降雨出水であれば風化特性の違いが、記録的豪雨による大規模土砂生産が生じた場合（H28年8月豪雨台風10号）は降雨分布が大きく影響することがわかった。
- 2) 3) これまでの室内・現地実験などにより土砂濃度や吸引可能土砂量などについては一定の性能が確認できているところであるが、土砂粒径が異なるなどの現場条件が異なる場合についての性能が十分に明らかになっていないなど適用条件に一部不明確な点があることは認識している。今後も基礎的な検討や適用事例を増やすことなどにより適用条件・性能などの明確化を図り、実用化を目指していきたい。
- 4) 水位を下げずに排砂できることが評価されていることや海外論文に引用されるなど国際的にも関心の高い技術と認識している。まずは、国内での実用化（「日本方式」と言えるよう）を目指しているが、引き続き国際会議の場での発表等にも努める。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> ・研究開発：大腸菌測定の公定法確立に向けた定量化試験手法の整備が求められる中、希釈水の影響評価や回収率試験により必要な精度達成を確認し、国の基準化のニーズに適時に貢献 ・技術支援：「ダム貯水池水質改善に向けた気泡式循環施設マニュアル」、「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル」が発刊、国等のダム管理者からの要望に応じ、水質改善対策に貢献 	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"> ・研究開発：大腸菌測定の公定法確立に向けた定量化試験手法の整備が求められる中、希釈水の影響評価や回収率試験により必要な精度達成を確認し、国の基準化のニーズに適時に貢献 ・研究開発：「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達成し、時間的観点から適時性のある成果 ・災害派遣：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、暫定的な水質改善効果による消毒効果と消毒副生成物の生成状況を評価し、消毒の観点からの技術支援を行ったことは適時 	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"> ・研究開発：災害復旧段階の塩素消毒における消毒指標、放流先河川における消毒副生成物挙動を取りまとめた。災害普及段階の塩素消毒の運転管理に資するものであり、社会的価値の創出に貢献 ・研究開発：繊維担体により、アンモニア性窒素とこれまで除去困難であった抗生物質の一部の低減法を提案できたことは、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：下水放流水の影響を考慮した消毒法選定のための基礎的データとなるアンモニアの影響を在来付着藻類を用いて「種の感受性分布」として明らかにし、社会的価値の創出に貢献 ・研究開発：下水処理水の水生生物影響解明、原因物質同定、生物影響評価のための簡易モニタリング法を開発。水質保全に資するものであり、社会的価値の創出に貢献 ・論文・表彰：プランクトン判別の自動化研究及び網羅的遺伝子発現解析を用いた魚類の詳細影響検出とその評価法研究が、水質調査のマニュアルや下水試験方法の高度化に資すると高く評価され、社会的価値の創出に繋がる成果 ・国際貢献：ISO/TC282（Water reuse、水の再利用）基準化活動において、水処理性能、トータルコスト、環境性能（省エネ性等）に優れた日本製を含む水処理技術の適切な評価・導入による水再利用の促進への貢献が優秀賞として評価。水質リスク低減の研究成果が国際社会に貢献 	S

<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"> ・ 研究開発：次世代シーケンサー（NGS）により、迅速・効率的に微生物叢を把握し、従来法である顕微鏡では検出されなかった水質障害の原因種を特定したことは効果的な対策検討の活用につながる成果であり、生産性向上に貢献 ・ 技術支援：「ダム貯水池水質改善に向けた気泡式循環施設マニュアル」、「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル」が発刊、国等のダム管理者からの要望に応じ、円滑かつ合理的な水質改善対策に貢献 	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】

- 1) 日本の水処理技術の世界標準とすべく国際規格化が進んでいる点を考えると評価項目③はSでもいいと思う。海洋プラスチック、広域洪水氾濫の問題など、現在問題になっている課題に対応して、すぐに研究を進めている点は評価できる。
- 2) 計画に沿った研究という意味では高く評価できるが、特にR2年度については社会情勢を考えると国の研究機関としては新型コロナウイルスへの対応を強力にプッシュする姿勢を明示的に示すべきだったと考える。昨春に報告され、今も水環境学会で進めている下水による流行度の判定なども、参加しているのであればもっと早く実用に結び付けるべきだったと思う。マイクロプラスチックの水生物影響についてはいろいろなメカニズムが指摘されている一方で実際に影響が出ているかどうかという点については十分な情報がない。影響のメカニズム毎に実際にそのような問題が発生するのかどうかを整理されると良い。
- 3) 塩素・オゾンの複合消毒では、藻類、水生生態系への評価も必要であり、消毒のあり方について議論を高めていくことに期待している。消毒技術や水質管理技術について重要な成果が上がってきている。遺伝子解析技術を活用し、健康関連微生物や藻類、また、魚類の遺伝子発現について、処理水質や放流先水質との関連から成果が上がっており、また、マイクロプラスチックのような近年懸念されている課題にも取り組んでいる。水の安全性は河川でのレジャー体験等を含めて今後より重要になっていくと考えられる。遺伝子解析技術等により、河川での大腸菌やウイルス等の存在状況を判定できる調査手法につながる研究発展を期待したい。また、処理水の再利用についても世界的に評価される成果が得られているとのことである。その一方、新型コロナウイルス関連でも取り組みが良かったかもしれないとの意見もあったが、想定外のことへの対応は、非常に勇気があることなのかもしれない。そう考えれば高く評価して良い一年だったのではないかと思う。願わくは、突発的な事象が将来起きた時には、ぜひ積極的な対応をお願いしたいところである。
- 4) 他のプログラムと比較して、昨年や一昨年の資料との連続性がわかりにくくなっていたが、成果の数は多く挙がっていたと思う（分野の特性によるものか）。災害時の塩素消毒にて接触時間を長くするという提案があったが、これは現場にて適用できるものなのか。

(p8) 図2において、NoV濃度は降雨中から上がっているか、それならここに示された総降雨量に達する前から上昇しているため、さらに小さな降雨量でも上昇するものと思う（越流期間の途中から上昇している）。この経過を細分化すれば、総降雨量の閾値がより詳しくわかるのではないか。

(p12) ビーズ状と違って繊維状マイクロプラスチックは影響しないという結果は、帯電しない（吸着しない）からという理由か。
- 5) 多くの社会的、行政的ニーズに対応している。研究成果は、国内外で高く評価されていることをもう少し高く自己評価して欲しい。研究の課題が将来の社会課題を先取りしている内容だが、これらの成果は確実に社会問題となっており、①の評価がBでは低いと考えられる。また、③に関連するISOの表彰などは素晴らしい成果であり、Sとして十分評価できる内容である。
- 6) 繊維マイクロプラスチックに関する成果は、素晴らしい成果と思われる。国土交通省のマニュアルや指針に直結しなくても政府全体の方針に適合するものであり、日本全体に貢献する基礎データとなるものであるため、これらはより評価されるべき成果である。将来の課題を先取りした研究を展開され、その結果がISO優秀賞、各種論文の受賞などにつながっていることは、高く評価されると思う。

【対応】

- 1) R2 年度は、現下の課題に取り組み高い評価を受ける成果を創出することができた。残りの 1 年間でもさらに成果を創出できるよう努めていく。
- 2) 新型コロナウイルスへの対応については、国土交通省設置の委員会に委員として参画する等により、専門的知見を提供し行政貢献に努めている。また、研究については水環境学会の最新知見に基づく測定法公開に連携して下水試料測定に関する技術的助言を行う等、関係機関と十分に連携協力して、現場への更なる貢献の方法も含め今後も検討して取り組んで参りたい。R2 年度は藻類を用いてマイクロプラスチックの影響を検討したが、引き続き他の生物種（魚類等）を用いた研究や情報の蓄積も行き、より総合的に整理できるように努めていく。
- 3) 複合消毒では消毒効果、副生成物の観点からの評価も含め取り組みを進める。遺伝子解析技術を活用した病原微生物の検出に関しては、現在、下水試料の NGS 解析によって感染症の流行状況との関連性について評価を行っている段階であり、その成果を踏まえ河川試料などへの展開を考慮したい。
- 4) 資料の作り方については、今後、より一層、理解しやすくなるよう工夫をしていきたい。消毒の効果は処理水質が要因となることから、今後、追加的な評価を行い総合的な提案を行っていききたい。ご指摘のとおり、NoV 濃度は越流の発生に応じて降雨中から上昇しているため、今後追加調査も行き、降雨特性（降雨強度、総降雨量等）と NoV 濃度との関連性についてより詳細に評価していききたい。繊維状マイクロプラスチックの帯電の測定が難しく直接確認できていないが、繊維状のナイロンでは洗濯由来、純物質のどちらでも藻類吸着が観察されなかったことから、繊維状やビーズ状などの形態の違いにより帯電を含めた吸着特性が異なる可能性があると考えている。
- 5) 今後とも社会的、行政的ニーズへの対応を意識しつつ、研究としても高く評価される成果を創出するよう努める。
- 6) 今後も全体への貢献、将来課題の先取りも意識しつつ効率的に研究を進め、成果を最大化できるよう努める。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> ・ 研究開発：剪定枝等の下水污泥焼却施設補助燃料利用において、実施設を用いた剪定枝等破砕物の搬送試験による技術の適用可能性を示した成果は、国の方針（2050 年カーボンニュートラルの方針、「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）と適合。 ・ 研究開発：草木系バイオマスの下水污泥脱水助剤利用において、刈草等を用いることによる污泥脱水性の向上機構を示し試験機を用いた脱水試験との整合性を示した成果は、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り、国の方針（2050 年カーボンニュートラルの方針、「循環型社会形成推進基本計画」）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）と適合。 ・ 研究開発：草木系バイオマスの下水污泥脱水助剤利用に関するニーズのある自治体（A 市）に対して実処理場での実機を用いた実証実験を実施し、刈草等の混合脱水技術の適用可能性を示した成果は、国の方針（2050 年カーボンニュートラルの方針、「循環型社会形成推進基本計画」）における下水処理場の地域バイオマス活用拠点の方針）と適合。 	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"> 研究開発：剪定枝の汚泥焼却施設補助燃料について、実施設を用いた剪定枝等破砕物の搬送試験による技術の適用可能性を示した成果は、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用に関するニーズのある自治体（A市）に対して、実処理場での実機を用いた実証実験を実施し刈草等の混合脱水技術の適用可能性を示した成果は、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 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、実施設を用いた剪定枝等破砕物の搬送試験による搬送可能性を示した成果は、2050年カーボンニュートラルに資するものであり、地域バイオマス活用の継続的利用の可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用について、実処理場に導入した際の便益について試算しバイオマスを受け入れる便益を示した成果は、2050年カーボンニュートラルに資するものであり、地域バイオマス活用の継続的利用の可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用に関するニーズのある自治体（A市）に対して、実処理場での実機を用いた実証実験を実施し技術の適用可能性を示した成果は、2050年カーボンニュートラルに資するものであり、地域バイオマス活用の継続的利用の可能性を示し、社会的価値の創出に貢献。 	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>	<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。</p> <p>個別事項は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究開発：下水を用いて培養した藻類によるメタン発生試験において、下水による培養でメタン発酵しやすい炭水化物や脂質が多くなる傾向を発見したことは、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。 研究開発：藻類中の脂質の分析において、短時間で分析が可能で、かつクロロホルムを用いない方法で分析しており、作業効率の向上に貢献。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用について、実処理場に導入した際の便益について試算し、バイオマスを受け入れる便益を示したことは、下水汚泥とともに草木系バイオマスの有効利用に寄与するものであり、生産性向上に貢献。 	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】

- p.13の培養藻類エネルギー化に係るLCCO₂評価については、電力消費のみで評価しているのか。それ以外の要素も考慮しているのか。
- 上記について、エネルギー増加と削減の各項目をCO₂に換算してから差し引きしてトータルを出すよりも、電力消費量等の値をトータルしてから最後にCO₂に換算する方が、メカニズムを理解しやすい。
- p.13の培養藻類エネルギー化に係るLCCO₂評価について、培養藻類の回収手段を重力濃縮としているが、藻類は沈降しにくく、重力濃縮だけでは回収が難しいのではないか。
- 上記のシステム評価について、上記の重力濃縮による回収の妥当性に加え、重力濃縮で回収できない藻類を含む上澄水の処理法の検討等、より精緻な実現可能性検討をすべきである。
- 藻類培養を活用したバイオマスエネルギーの生産手法の従来の手法に対する優位性がよくわからなかった。エネルギー効率が良くなるのか、二酸化炭素の排出量が減るのか、いずれにしてもその優位性が大きいということであれば、藻類培養を活用した手法の画期性がアピールできてより高い評価が得られると思う。
- 「評価項目④生産性向上」について自己評価がBとしているが、理由を教えてください。
- 成果を具体的に社会に還元していくためには技術面だけでなく行政的制度の面からも検討を加える余地があると思う。
- 実装までにはさまざまな障害があると推察する。そういった各種のハードルを見せていく、課題を整理していくことも価値があると思う。
- 実験、施設での実証実験と進み、実用化へ進んでいると思うが、これまでの研究で、この手法の実用化の可能性がどの程度であると評価されたのか、それを可能にするための障害などを示してほしい。
- 全体的に、GHG排出抑制効果の評価等、システム全体の効率を評価されたことを高く評価する。また、伐木や刈草の補助燃料化・脱水助剤化も高く評価する。

【対応】

- 1) CO₂排出量については電力消費のみで算定し、CO₂削減量については総エネルギーで評価している。今後、必要に報じて評価方法を見直していきたい。
- 2) ご意見を踏まえて、CO₂評価の方法を検討していきたい。
- 3) 過年度、重力濃縮で大半の藻類を回収できた結果がある。前年度に遠心濃縮による回収を検討したが、エネルギー消費が大きかった。今後も回収条件を精査していきたい。
- 4) 今後のとりまとめに当たり、実現可能性について十分考慮の上、検討していきたい。
- 5) 培養藻類のエネルギー化については、二酸化炭素排出量削減による効果を示したが、今後とりまとめに当たり本技術の優位性についてわかりやすく示すよう、取り組んでいきたい。
- 6) 特に達成目標 1 の培養藻類エネルギー化について実装化が進んでいないためである。次期中長期計画期間での実装化を目指していきたい。
- 7) 成果の社会還元に係る行政的制度面の課題についても考慮に入れつつ、検討を進めていきたい。
- 8) 実装に向けた課題の抽出やそれへの対応を整理しつつ、検討を進めていきたい。
- 9) 剪定枝の焼却施設補助燃料利用技術については剪定枝破砕物の現地での搬送試験を行い、刈草の下水汚泥脱水助剤利用技術については現地での刈草等の混合脱水試験を実施し、どちらも問題なく終了した。剪定枝の焼却施設補助燃料利用技術については、実際の汚泥焼却炉での焼却実験に向け、民間企業等との共同研究で汚泥と剪定枝破砕物の混合焼却における灰の挙動等について調査を進めており、着実に社会実装に近づいていると認識している。培養藻類のエネルギー化も含めて、実用化への課題・障害としては技術面のみならずコスト面や制度面も想定されるが、最終年度のとりまとめに当たっては各手法の実用可能性評価や実用化への障害要因についても整理を進めていきたい。
- 10) 実用化に資するよう成果をとりまとめていきたい。

流域管理分科会の評価結果及び主な意見と対応（見込評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> 研究開発：水辺利用拠点及び生物の保全優先地区抽出・配置手法の提示見込み（R3）。河川環境目標設定に繋がる成果であり、国の方針（持続性ある川づくり）を実現する成果 成果の普及：多自然川づくり Q&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（持続性ある川づくり）に適合 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（持続性ある川づくり）の実践に繋がる成果（R1） 他機関との連携：河川環境の知識・体験習得を目指した人材育成が、実務への実践へと進んでいることは国の方針（持続性ある川づくり）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〕	<ul style="list-style-type: none"> 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））が発出されたタイミングで関連する技術提案を行ったことは適時 研究開発：背後地までも含めた評価項目を設定し、仮想空間（VR）を用いたかわまちづくり（実務）への適用を図ったことは、近年の DX の流れを具体化するものであり適時 基準・マニュアル等：九州北部豪雨等の大規模災害が多発する中で、大規模災害に対応する多自然川づくりの具体的手法（美しい山河を守る災害復旧基本方針）を示せたことは適時 	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"> 研究開発：好適なサケ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 研究開発：植生管理（樹木伐採）計画の検討フローは、持続可能な河川植生管理の可能性を高めることに繋がり、社会的価値の創出に貢献 研究開発：河道掘削断面の設計フローは、持続可能な河川管理に資するものであり、社会的価値の創出に貢献 災害派遣・技術指導：時間的制約がある中で行った、災害復旧事業への技術支援が、優れた成果として土木学会デザイン賞での受賞や東北ブロックの多自然川づくり技術発表会での受賞につながり、質の高い川づくりに対して多大な貢献 基準・マニュアル等：河川域における鳥類の保全プロトコルを公開予定（R3）。これは社会的価値の創出に貢献に該当 基準・マニュアル等：鳥類の生息場の保全・創出に向けた土研刊行物の発刊（R1）により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 基準・マニュアル等：「実践的な景観・河川と人とのふれあいの場についての河川環境の評価・改善の手引き」の作成見込み（R3）。効率的河川管理の実践に繋がる成果であり、社会的価値の創出に貢献 基準・マニュアル等：「美しい山河を守る災害復旧基本方針」を改訂し、大規模水害時の多自然川づくりの具体的手法を示したことは、災害時における多自然川づくりの推進に貢献（S）。「大河川における多自然川づくり Q&A」を発出し、大河川における多自然川づくりの考え方、進め方に関する情報を示したことで、多自然川づくりの実務への活用が進み、社会的価値の創出に貢献 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「河道内氾濫原の保全と再生」を発出（R1）できたことは社会的価値の創出に貢献 基準・マニュアル等：「多自然川づくりアドバイザーハンドブック」（R2.3 改定）に現場チェック項目に関して成果を反映したことは、技術支援の高度化につながり社会的価値の創出に貢献 成果の普及：RiTER Xsec を公開し、過年度公開した EvaTRIP と共に研修を実施、普及も図りつつあることは、効率的な多自然川づくりの推進に貢献し、社会的価値を創出 成果の普及：研究段階であった環境 DNA 技術を、科学的視点・実務者の視点双方から課題を精査し情報を発信、「河川水辺の国勢調査」の改訂につながる流れをつくったことは社会的価値の創出 成果の普及：テクスチャー認証制度の創設と証明件数の増大は、質の高い河川用護岸ブロックの供給に貢献し、社会的価値を創出 他機関との連携：土研の知見を活かし、有馬川の遊歩道整備計画及び有馬川活用計画の策定に貢献したことは社会的価値の創出に貢献 他機関との連携：自然共生研究センターにて質の高い研修・活動支援を行っていることを示せたことは社会的価値の創出に貢献 	S

<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"> 研究開発：3D 点群データに基づく河道内の樹木資源量の把握技術の構築は、大きな労力を必要とする植生把握の効率性向上の可能性を高め、生産性の向上に貢献 研究開発：河道地形編集ツール RiTER Xsec、河川環境評価ツール EvaTriP Pro、RiTER 3D、RiTER VR の公開および全体フローの作成は、効率的かつ質の高い川づくりの更なる推進に繋がり、生産性向上に貢献 成果の普及：環境 DNA 技術の社会実装に向けた取組みにより、調査コストの大きかった生物調査の効率性を高め、生産性の向上に貢献 	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】

- 1) マニュアルのみならず、データを入れるだけで答えの出るツールも大事。マニュアルは読み手の労力や理解に左右される点もあるが、ツールはそれ以上の成果になると思う。河川支援ツールをAにとどめている理由は何か。Sにしてもいいのでは。

【対応】

- 1) 河川支援ツールは現在進行で実践を進めているが、実践例が乏しく、実践を通して使用上の注意事項を整理しないといけないと認識しており、今回はAと評価した。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> 研究開発：岩石由来の放射性同位体トレーサによる土砂生産源推定手法を確立(H30)し、浮遊土砂動態の時系列変化をマップとして「見える化」して表現できる新たな流砂系モニタリング手法を提案(R3 見込)することで、国が進める「総合的な土砂管理の取り組みの推進」のための「適切な土砂管理を行うための土砂移動に関するデータの収集や分析(調査研究)」のニーズに適合 研究開発・基準等：礫露出高をしきい値として目標通過土砂量を検討する手法が国が策定する「総合土砂管理計画策定の手引き(平成31年3月)」に反映された。河川の物理環境(礫露出高)と生物環境(生物群集の類似度)の双方の変化を定量化できる指標を開発(H29~R2)し、それに基づく水域環境影響評価手法を提案(R3 見込)することで、手引きへの反映、全国の水系の総合土砂管理に関する委員会における管理目標設定への貢献が期待され、国の総合土砂管理の推進のニーズに適合 研究開発：潜行吸引式排砂管による排砂システムについて、管径300mm×4系統で、国土交通省所管管理ダムの約半数の年堆砂量をカバーできる量の排砂を実現できる見通しを室内実験で示し(H30)、実際のダム(高さ約36m)に設置し高落差での適用性を示した。前処理と合わせて実際のダムで洪水時に排砂を可能(R3 見込)とすることで、ダムの堆砂対策への貢献が期待され、国が推進するダム再生のニーズに適合 	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"> 研究開発：矢作川水系総合土砂管理検討委員会の検討のタイミングで、アユの生息に適した礫床環境として許容される礫露出高を提示し、土砂供給量の許容範囲の設定に貢献(H29)、土砂供給時の水生生物に対する金属類の急性影響導出値を提案し、堆砂対策工法の影響比較を可能とし、工法選定に貢献 技術指導：土砂供給による生物群集の種組成変化を視覚的に把握する解析方法について小浜ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会の検討のタイミングで技術指導し、単独種による評価に代わる底生動物群集の年変動評価として、令和2年1月の委員会の環境部会で採用。バイパス運用影響の評価手法の高度化に貢献 成果普及：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(厚真川流域(R1)、崩壊地発生全域(R2))を行った結果を、林業や土砂流出による地域産業への影響を懸念する北海道厚真町からの要請に基づいて提供し、森林再生・林業復興に向けた取組や、令和元年11月の町の復旧・復興計画の策定および令和3年4月の町総合計画の改訂に貢献 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発：岩石由来の放射性同位体トレーサ手法と流砂水文観測により浮遊土砂動態の時系列変化をマップとして表現できる新たな流砂系モニタリング手法を開発、沙流川・鶴川・足洗谷に適用して課題を整理し、汎用性のある手法として提案（R3 見込）。河川砂防技術基準・調査編「総合的な土砂管理のための調査」に反映されて広く活用されることが期待 研究開発・基準等：礫露出高をしきい値として目標通過土砂量を検討する手法が「総合土砂管理計画策定の手引き（平成31年3月）」に反映され、全国の水系での適用が期待（H30）。さらに、水域環境の評価軸として礫露出高を提案し、下限値提示（H29）により許容最大土砂供給量を、上限値提示（R2）により環境改善のための必要最小土砂供給量を評価可能とした。多くの水系での許容土砂供給量の設定や土砂流量不足の河川での土砂供給必要性の明確化に貢献することが期待 研究開発：礫露出高を河床材料の粒度分布から簡易に予測する手法を開発（H30）し、多くの河川で対象となるアユの生息環境を河床変動計算結果から予測できる見通しが立ち、社会的価値の創出に貢献 研究開発：河川の物理環境（礫露出高）と生物環境（生物群集の類似度）の双方の変化を定量化できる指標を開発（H29～R2）し、それに基づく水域環境影響評価手法を提案する（R3 見込）ことで、「総合土砂管理計画策定の手引き」への反映、全国の水系の総合土砂管理に関する委員会における管理目標設定に貢献が期待 研究開発：潜行吸引式排砂管による排砂システムについて、国土交通省所管管理ダムの約半数の年堆砂量をカバーできる量の排砂を実現できる見通しを室内実験で示し（H30）、実際のダム（高さ約36m）に設置して高落差における適用性を示した（R2）。技術資料を作成し前処理と併せて実際のダムで洪水時に排砂が可能（R3 見込）とすることで、ダムの堆砂対策への貢献が期待 	<p>A</p>
<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"> 研究開発・成果普及：潜水目視が必要で観測が困難な礫露出高を、河床材料の粒度分布から簡易予測するモデルを開発してホームページ上に公開、潜水調査を不要として、多くの現場でモニタリングの省力化が期待（R1） 研究開発：増水時の土砂供給に対する現場吸着法の適用性を確認でき、洪水時採水を伴わない安全な生物利用性金属濃度把握手法として確立（R3 見込）することで、現地調査の省力化と多くの現場での活用が期待 研究開発：貯水池から水位差エネルギーだけで下流へ効率的に排砂でき、吸引部以外は主として汎用品で構成される潜行吸引式排砂管のシステムは、ダムの堆砂対策の低コスト化・省力化への貢献が期待（R3 見込） 	<p>A</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) タイトルの持続可能についての議論が少ない。持続可能な土砂管理とはどのような管理なのかも明確にして、この研究がそれにどの程度貢献したのかを明確にするといい。管理目標に関する議論も重要であり、流域1との連携研究になるのではないかと。また、防災とも関連（河道管理との関連）づけることで、研究成果の発展性も広がるのではないかと。土砂管理は全国的、世界的な問題なので、研究成果を広く広めていくことが大事である。
- 2) SS 流出量のモニタリングが多くの河川で実装され、地質別流出量原単位の信頼性が高まることを期待される。一方で、本年4月のインドネシアや東ティモールの災害を見ると、これらの国々での流域からの土砂供給は斜面植生に大きく影響されていることがわかる。手法の普遍性を高めるためには植生を説明変数に取り込むことが不可欠だと考える。
- 3) 浮遊土砂として重要な粒径の把握と組み合わせたモニタリング手法と原単位の整理が重要と思われるので、今期の成果を踏まえた発展を期待する。
- 4) 土砂の流出の監視やダムの排砂技術について非常に期待できる成果が得られつつある。特に監視技術については情報処理技術の進展も相まって成果がかなり出ている。その一方で、制御するためには流域の土地利用の管理と絡めて議論する必要があると考えられるため、土地利用誘導とつながるようなまとめ方をするとよい。
- 5) 置き土砂の水生態への影響評価は高く評価できる。今後は、今期の成果を踏まえて総合的な影響手法としての生物検定法の研究を進展させてほしい。
- 6) 潜行吸引式排砂管については、適用可能性（適用可能なダムの数量）や運用（出水時に運用）について、わかりやすい表現をするとよい。

【対応】

- 1) ご指摘を踏まえ、最終とりまとめにあたって持続可能な土砂管理への貢献を明確にしていきたい。また、

流域 1 と連携して成果を共有し、河道管理と関連づけて次期中長期の研究につなげてまいりたい。研究成果の国内外への発信についても積極的に取り組んでいきたい。

- 2) 今期において評価した地質別の浮遊土砂流出量原単位は森林流域を対象にしており、現状では植生の影響は加味していない。今後、異なる土地利用を含む流域など多くの河川で SS 流出量モニタリングを実装することで、手法の普遍性・汎用性を高めることが可能と考えている。
- 3) 地質別流出量原単位と粒径との関係を解析し、モニタリング手法としての汎用性と技術的課題を整理することで、中長期的に流砂系モニタリング手法の発展を目指して行きたい。
- 4) これまで開発してきた土砂流出モニタリング技術について、土地利用管理との関連を視野に入れた今後の展開を意識して進めていきたい。
- 5) 今後は、ダム下流への土砂供給による生物環境への効果を予測する複数の手法（礫露出高、生物群集の類似度）をもとに総合的な評価を提案し、総合土砂管理に関する手引きへの反映等を通じて成果の普及を図る。
- 6) これまでの室内・現地実験などにより土砂濃度や吸引可能土砂量などについては一定の性能が確認できているところであるが、土砂粒径が異なるなどの現場条件が異なる場合についての性能が十分に明らかにできていないなどの適用条件に一部不明確な点があると認識している。今後も基礎的な検討や適用事例を増やすことなどにより適用条件・性能などの明確化を図り実用化を目指していきたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 研究開発：大腸菌基準化検討のための定量手法を確立し、公定法として放流水の水質基準の試験方法に本成果が反映される予定であり、環境基準の見直しに対応した放流水基準化に向けて、国の方針や社会ニーズに適合 ・ 研究開発：下水処理場の新たな役割である地域の感染症拡大防止に繋がる成果が得られることから、国土交通行政に貢献 ・ 研究開発：下水処水中の繊維状マイクロプラスチックの検出方法に関するマニュアルの作成見込みであり、成果・取組が国の方針や社会ニーズと適合 ・ 技術支援：「ダム貯水池水質改善の手引き（H30.3月）」、「ダム貯水池水質改善に向けた気泡式循環施設マニュアル（R3.3月）」、「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル（R3.3月）」が発刊、国等のダム管理者からの要望に応じ、円滑かつ合理的な水質改善対策に貢献 	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"> ・ 技術支援：有害物質の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、処理安定化に貢献したことは適時 ・ 研究開発：大腸菌基準化検討のための定量手法を確立し、公定法として放流水の水質基準の試験方法に本成果が反映される予定であり、時間的観点から適時性のある成果 ・ 研究開発：マイクロプラスチックの種類（素材、形、大きさ）によって生物影響が異なる知見を得たことは、時間的観点から適時性のある成果 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発：ウイルスも考慮した越流水対策手法の提案は、重要影響水域に対する公衆衛生上の安全確保に資する成果であり、「効率的な合流式下水道緊急改善計画策定の手引き（案）」などの行政指針の見直しへ反映でき、国土交通行政に貢献 研究開発：残留塩素濃度の制御により消毒副生成物の生成が抑制可能であることが示唆され、国土交通省の「災害時における下水の排除・処理に関する考え方（案）」の塩素消毒への留意点に反映できる成果であり、社会的価値の創出に貢献 研究開発：省スペース、省エネルギー型のアンモニア性窒素と医薬品の低減法は、社会・行政的要請に対応し、科学的な影響評価に基づいた水質管理に資するものであり、社会的価値の創出に貢献 研究開発：水質を踏まえた適切な塩素消毒方法の提案は、水生生物保全の観点から、社会的価値の創出に貢献 研究開発：本研究で得られた下水処理水のモニタリング法、影響評価手法は、下水試験方法（生物評価試験）に反映できる成果であり、社会的価値の創出に貢献 災害派遣：技術支援を通じて得られた成果が「災害時における下水の排除・処理に関する考え方（案）」（平成24年9月国土技術政策総合研究所）の改定に反映される予定であり、社会的価値に貢献 論文・表彰：合計8件の論文賞、学会発表賞等を受賞した。研究が高く評価され、社会的価値を創出 国際貢献：国際標準化により水処理技術の適切な評価・導入、水再利用が促進されることは、国際社会に貢献 	<p>S</p>
<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"> 研究開発：ダム貯水池における低コストで迅速・効率的な動植物プランクトンモニタリング手法の開発、水質障害原因種の検出、効果的な水質保全施設運転方法の提案は、生産性向上に貢献 技術支援：「ダム貯水池水質改善の手引き（H30.3月）」、「ダム貯水池水質改善に向けた気泡式循環施設マニュアル（R3.3月）」、「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル（R3.3月）」が発刊、国等のダム管理者からの要望に応じ、円滑かつ合理的な水質改善対策に貢献 	<p>A</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】

- ISOの表彰や論文賞、個々の研究成果についても素晴らしい成果が出ている。評価についてはもう少し高めでもよいと思われる。評価項目③は研究成果が多く、国際貢献もされているのでSでも良いと思う。
- 下水道：コロナ禍を経て、下水のモニタリングが国民の衛生に大いに寄与しうる可能性があることが示唆された。新たに発生した問題にいかにか素早く対応していけるか、ということが重要な分野だと思う。そうした能力の向上を意識した研究をお願いする。
- 今回の研究テーマ外であるし、厚生労働省など他部局との住み分けというのがあるのだと思うが、コロナウイルスへの対応、例えば下水道の分析からウイルス濃度を検出して感染拡大状況を知ったり、高齢施設のトイレの水を分析して感染状況を明らかにするなど、積極的に取り組んではどうかと思う。歴史的にみて、土木工学が防疫に大きな貢献をしてきたのであるから。
- 水質の安全性の確保について、非常に大きな進展のあった5年間だったと思う。その一方で、何を目的とする水質評価なのか、もうそろそろ改めて見直して良い時期なのではないかとも感じる、見込みの評価としては十分だが、次の5年に向けてはぜひ技術や制度の目的もあわせて積極的に見直していただきたいと思う。技術の進展や社会経済的状况の変化などで、水質管理の目的は変わって当然だと考える。行政の無謬性との兼ね合いが難しいところかもしれないが、日本社会を取り巻く環境の変化が著しくなると予想するので、社会を良い方向に導くためにはその道しるべをはっきりさせることがますます大切になるだろう。
- 中期的な計画には必ずしも乗らない研究が他プログラムに比して多かった印象である。すでにかなり高いレベルの社会実装が済んでいる分野だからではないかと思った。だからこそ先取りの研究が可能になるという意味である。社会に必要とされる結果を着実に出し、それ以上の知見も得ているという印象を持った。
- 先取りした研究を実施しており、行政的な指針やマニュアルが未検討・検討中の内容について、積極的に技術的な規格や方法論を示していくことが望まれる。大腸菌の定量手法について、是非とも確立してもらいたい。下水処理水の放流水質基準などに是非反映するよう至急、行政に働きかけていただきたい。国土交通省だけでなく、他の省庁、国際的な貢献度を将来像への貢献をもっと高く評価していただきたい

い。また研究成果の学術的貢献レベルも高く出ているとおもう。塩素+オゾンの研究は世界的にはまだほとんど手が付けられていないので、機構の解明、代替消毒法との得失をより総合的にみた研究を進めていただきたいと期待する。また今後は、河川、湖沼に加えて、社会的、行政的に重要性が増している内海・内湾での栄養塩管理にも視野を広げていただきたい。面源を含めた下水道以外の負荷流出がどのように変わってきたのか、季節運転を期待されている下水処理場でどのような運転管理と消毒を行えばよいのかも手を付けられることを期待する。

- 7) 環境の分野ということもあり、予防原則的に将来の課題を先取りした研究を行い、成果が生み出されていることは素晴らしい結果である。現状のマニュアルや指針を先取りした研究課題であるため、評価が低めになっているかと思われる。今後も予防原則の観点から、将来の課題を先取りした研究を進めていただきたいと思う。

【対応】

- 1) 各評価について、委員からの評価を高めるべきとのご意見を踏まえて修正した。最終年度でも高い評価をいただけるよう努める。
- 2) 新型コロナウイルスへの対応については、国土交通省が設置の委員会に委員として参画する等により、専門的知見を提供し行政貢献に努めている。また、研究については水環境学会の最新知見に基づく測定法公開に連携して下水試料測定に関する技術的助言を行う等、関係機関と十分に連携協力して現場への更なる貢献の方法も含め今後も検討して取り組んで参りたい。
- 3) 2) に同じ。
- 4) 水質管理については、行政・制度面も意識しながら、技術や社会状況の変化等に対応した新たな研究の方向性を示せるよう取り組んでいきたい。また、社会的なニーズに迅速に応えるため、適時、指針やマニュアル等に研究成果を反映させていくよう努める。
- 5) 今後も先取りを意識しながら効率的に研究を進めていくとともに、成果を最大化できるよう努める。
- 6) 今後、国土交通省の行政、国土技術政策総合研究所の研究と十分に連携しながら、定量手法の確立を含め放流水質基準と公定法に反映できるよう着実に取り組みを進める。複合消毒では、ご指摘の内容を含め消毒効果、副生成物の観点からの評価について取り組みを進める。内海・内湾での栄養塩管理については行政ニーズ、現場の課題に対応する研究を進めていきたい。
- 7) 環境分野の予防原則的な先取りの研究成果が適切に評価されるよう資料作成を一層工夫していきたい。また、今後も時宜を得た研究を進めていけるよう情報収集や関係者との調整を図るよう努める。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 研究開発：下水資源による培養藻類のエネルギー化について、メタンガス化のエネルギー収支を提示したこと、メタン発生量を増加させる攪拌方式を提示した成果等は、具体的なエネルギー回収の有効性を示したものであり、国の方針（2050年カーボンニュートラルの方針、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の方針、及び「循環型社会形成推進基本計画（平成30年閣議決定）」における下水処理場の地域バイオマス活用拠点化の方針）と適合。 ・ 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、実施設を用いた剪定枝等破砕物の搬送試験による技術の適用可能性を示した成果は、国の方針（2050年カーボンニュートラルの方針、「循環型社会形成推進基本計画」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）と適合。 	A

	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用において、刈草等を用いることによる汚泥脱水性の向上機構を示し、試験機を用いた脱水試験との整合性を示した成果は、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り、国の方針（2050年カーボンニュートラルの方針、「循環型社会形成推進基本計画」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）と適合。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用に関するニーズのある自治体（A市）に対して、実処理場での実機を用いた実証実験を実施し、刈草等の混合脱水技術の適用可能性を示した成果は、国の方針（2050年カーボンニュートラルの方針、「循環型社会形成推進基本計画」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）と適合。 	
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"> 研究開発：下水資源による培養藻類のエネルギー化について、メタンガス化のエネルギー収支を提示したこと、メタン発生量を増加させる攪拌方式を提示した。これは、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 研究開発：剪定枝の汚泥焼却施設補助燃料について、実施場を用いた剪定枝等破砕物の搬送試験による技術の適用可能性を示した。これは、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用に関するニーズのある自治体（A市）に対して、実処理場での実機を用いた実証実験を実施し、刈草等の混合脱水技術の適用可能性を示した。これは、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 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た。これは、カーボンニュートラル技術への社会的な期待に対する適時な成果である。 	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"> 研究開発：下水資源による培養藻類のエネルギー化について、下水処理場での培養藻類エネルギー化諸元をまとめ、技術資料としてとりまとめる見込。2050年カーボンニュートラルに資するものであり、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。 研究開発：剪定枝等の下水汚泥焼却施設補助燃料利用で、共同研究により、下水汚泥とバイオマスの混合焼却の特性把握を行い、手法を確立し、技術資料としてとりまとめる見込。2050年カーボンニュートラルに資するものであり、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。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用について、実証実験結果をもとに手法として確立し、技術資料としてとりまとめる見込。2050年カーボンニュートラルに資するものであり、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。 基準等：本研究プログラムの研究結果について、草木系バイオマス利活用技術として、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン平成29年度版」、「下水汚泥広域利活用検討マニュアル」（ともに国土交通省）に反映された。 この取組は、2050年カーボンニュートラルに資するものであり、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。 基準等：「下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版」において、土研の特許技術である「過給式流動燃焼システム」と「みずみち棒」が掲載された。 この取組は、2050年カーボンニュートラルに資するものであり、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。 	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>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"> 研究開発：下水資源による培養藻類のエネルギー化について、メタンガス化のエネルギー収支を提示したこと、メタン発生量を増加させる攪拌方式を提示したこと等は、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。 研究開発：剪定枝等の下水汚泥焼却施設補助燃料利用について、共同研究により、下水汚泥とバイオマスの混合焼却の特性把握を行い、手法を確立し、技術資料としてとりまとめる見込。本技術は地域バイオマス有効利用、化石燃料消費削減に寄与するものであり、生産性向上に貢献。 研究開発：草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用について、実証実験結果をもとに手法として確立し、技術資料としてとりまとめる見込。本技術は地域バイオマス有効利用、汚泥処分費削減に寄与するものであり、生産性向上に貢献。 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。 	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】

- 「評価項目④生産性向上」について、自己評価がBとしているが、理由を教えてください。
- 社会実装が進まないボトルネックが、技術だけでなく、制度、システム、社会的合意形成など総合的に検討が必要であり、下水道管理者等関係者への聞き取り、現場への実装等よりきめ細かく取り組むこと

を望みたい。

- 3) 培養藻類のエネルギー化については、実装化に向けて課題が多いと思う。課題について具体的に整理してほしい。
- 4) 下水汚泥焼却炉の補助燃料は、どのような廃棄物が使用できるのか、国土交通省所管のものだけでなく、資源として有効利用できそうなものも含めて整理されたい。
- 5) IT 技術の恩恵にも浴しにくく、時代の流れに乗りにくいトピックだが、資源循環の必要性を考えれば極めて重要な分野と理解している。行政の垣根を意識せず、あるいは行政の垣根と取っ払うようなつもりで、積極的に取り組むと、もっと面白くなるのではないかと思う。
- 6) 土研以外にも、日本ではいろいろな研究者がそれぞれの考え方で下水道の資源・エネルギーの有効利用に取り組んでいる。最終的なとりまとめにあたって、国内での他の研究者の取組も視野に入れてほしい。
- 7) 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、下水道がエネルギー拠点へと転換するための新規システム開発を目指した技術であり、実用化に向けたロードマップを早期に描いてほしい。
- 8) 当初からすぐに結果の出るような段階に達していないテーマを扱っており、技術的なもの以外の課題に直面することも多いはずである。いろいろな可能性を確認してつぶしたり伸ばしたりすること、周辺の技術的課題を一つ一つ明らかにしていくこと、社会実装に向けての難所を経験すること、それらがこのプログラムの成果と言えるのではないかと思う。
- 9) 社会の持続性を考えるならば、いつかは必ず実装しなければならない技術であるが、実装することにはコストの考え方が変わっている可能性がある。現時点の収支計算の結果にとらわれて努力が中断させられるようなことが無いよう、少ないパワーでも各方面の検討が継続されることを望む。
- 10) バイオマスの有効利用技術の開発は SDGs に資するものであり、実用化を期待する。一般にもわかりやすいテーマであり、研究内容を積極的に PR してほしい。
- 11) 研究成果は社会的価値の創出に大きく貢献するものであり、S でもよいのではないか。また、「評価項目④生産性向上」については、実用化の可能性が高ければ S となるのか。
- 12) 社会実装が早く進められることを望む。
- 13) 草本系バイオマス利用手法をとりまとめた技術資料には実務上大きな期待を持つ。ぜひ地方行政が採用したくなるようなものに仕上げしてほしい。
- 14) 藻類で栄養塩回収する方法について、現在望まれている「豊かな海づくり」とも連携し、下水処理場内部だけでなく、水域でのブルーカーボンの固定化として評価することも行ってほしい。

【対応】

- 1) 特に達成目標 1 の培養藻類エネルギー化について、実装化が進んでいないためである。次期中長期計画期間での実装化を目指していきたい。
- 2) ご意見を踏まえて検討していきたい。
- 3) ご意見を踏まえて整理していきたい。
- 4) 次期中長期計画期間も含めて、地方公共団体の廃棄物部局へのヒアリング等を通じて検討するよう考えていきたい。
- 5) 国土交通省行政、下水道行政のみとられず、広い視野を意識して、検討を進めていきたい。
- 6) 最終とりまとめに当たり、下水道の資源・エネルギー利用に係る国内の他の研究動向についても視野に入れて、とりまとめていきたい。
- 7) 次期中長期計画期間も含め、早く実用化に向けたロードマップを描けるよう、取り組んでいきたい。
- 8) 課題について一つ一つ整理し、それらに着実に対応することで、少しでも実装に近づけていきたい。
- 9) 収支計算等においては、社会情勢の変化等による将来的な変化の可能性も含めて検討していきたい。
- 10) 技術開発の進展に応じて検討していきたい。
- 11) 現状では、実用化へのハードルがあり、S という評価は難しいと認識しているが、次期中長期計画期間も含めて、今後 S 評価がいただけるよう、取り組んでいきたい。
- 12) 少しでも早く社会実装に近づくよう、取り組んでいきたい。

- 13) 地方公共団体の下水道管理者の技術導入の容易性にも留意しつつ、とりまとめていきたい。
- 14) 下水処理場外の技術活用について、ご意見を考慮しつつ、今後の研究課題としての可能性について、次期中長期計画期間も含め、検討していきたい。

空間機能維持・向上分科会の評価結果及び主な意見と対応（年度評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> 除排雪作業計画支援技術として予測式を活用した支援システムを試作し、除雪作業の効率化というニーズに対応した。 冬期道路管理作業現場における、凍結防止剤散布支援システムの実践的検証を実施し、冬期道路管理効率化という社会ニーズに適合させた。 除雪機械劣化度の定量的評価による維持管理手法の構築について、北海道開発局「建設機械整備事業の在り方WG」で「維持除雪機械の効率的な修繕について」の定量的評価手法を提案。実装に向け行政と調整中。冬期道路管理を担う除雪機械の効率的・効果的な維持管理手法の構築という国の方針に貢献した。 道路安全診断をモバイルツール開発し、交通事故防止という国の方針や社会ニーズに資する成果を得た。 ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）のコンクリート舗装への設置ニーズに対応した固定方法を開発した。 積雪寒冷下における自動運転に関する検討会のWGの座長として提言書のとりまとめに貢献した PIARCの冬期サービス委員会技術委員として海外の先端技術情報を調査し、国内にフィードバックした。 TRBラウンドアバウト委員会、PIARC TC3.2冬期サービス委員会、TRB陸上交通気象委員会に委員として参加し、研究課題の設定等を行い、国際協力に貢献した。 ロシア・サハリン国立総合大学からの招待により国際会議において雪害事例を紹介し、国際協力に貢献した。 	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"> 吹雪による視界不良のためワイヤロープ式防護柵への接触事故が多発したことから、太陽光で発電し、電波で同期する自発光式デリネーターを迅速に開発した。 ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）をコンクリート舗装に設置するニーズに応え固定方法を迅速に開発した。 ワイヤロープ式防護柵設置に関する技術相談件数109件に対し、迅速に対応した。 国道275号、道道きたひろしま総合運動公園線におけるラウンドアバウトの設計に適切な時期に技術的支援を行った。 	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"> 堆雪断面積予測式の適応性を確認し、除排雪作業計画支援技術として予測式を活用した支援システムを試作し、効率的な冬期維持管理の実現による持続可能な社会の創出に資する成果を得た。 除雪トラックメインフレームに係る外力について振動加速度に着目して計測し、作業時の箇所毎の負荷傾向について確認、劣化度診断手法を検討。効率的な冬期維持管理の実現による持続可能な社会の創出に資する成果を得た。 ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）をコンクリート舗装に設置するための固定方法を開発。施工可能箇所の拡大が可能となり、安全性の向上に顕著に貢献する成果を得た。 	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〕	<ul style="list-style-type: none"> 除排雪作業計画支援技術として予測式を活用した支援システムを試作し、除雪作業の効率化による生産性向上に資する成果を得た。 凍結防止剤散布支援システムを改良し、実際の冬期維持管理現場において凍結防止剤散布支援システムを試行し実践的検証を実施。凍結防止剤散布の効率化に貢献する成果を得た。 現場で除雪機械の信頼度が算出可能なツールを作成するとともに、除雪機械の劣化度定量的評価と診断手法に基づく総合的な維持管理手法を提案し、効率的な除雪機械の保守・整備に貢献した。 	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) 背景の写真が20年以上前では？ 研究年代に合致したものに替えましょう。
- 2) R2年度の学会発表と査読論文が少ないです。対外的な発表を積極的に増やすことで、研究開発への気付

きが生まれます。

- 3) R2年度の取り組みの成果が達成目標のどこになるかをクリアにしてください。
- 4) 既存の技術と近い内容の研究開発のとき、既存との差異あるいはメリットを示してください。
- 5) 開発コスト、実用時のコスト、維持管理コストなどコストを意識した議論を加えるようにしてください。
- 6) 時間的観点として、R2年度もワイヤロープ式防護柵の新課題について成果を上げており、標準よりも上回ると評価した。浜頓別のラウンドアバウトについて、今後の研究成果を期待する。
- 7) 12頁の堆雪断面の推定に関して、「地域ごとの堆雪断面予測」とありますが、「地域ごと…」というよりは、「路線ごと…」の方が適切ではないでしょうか。もちろん気象条件にも強く依存しますが、堆雪形状は道路断面の影響を強く受けるかと思えます。アウトプットとして、「地点ごと」に評価して分布を把握し、それを除雪計画に活かすという流れではないでしょうか。
- 8) 13頁の非塩化物系の凍結防止剤については、有望な材料をよく見つけられたな思いました。普及すれば社会的インパクトの大きい成果につながると思えます。
- 9) ワイヤロープについても着実に個別事案に適用されているようで、普及のステージに入っていることが良くわかりました。
- 10) 冬期走行環境と走行速度・時間信頼性に関する関係解明について多くの成果が得られている。今後、研究成果の適用範囲の拡大を考えると、札幌市内の計測データのみで研究を進めていくことが妥当なのか検討する必要があるのではないかと。
- 11) 除排雪作業計画の支援システムを試作したとの記述があるが（13頁）、試作により、何を検証しようとしているのかを具体的に示して分析・検証をする必要があるのではないかと。
- 12) 説明資料13頁について、令和2年度は中日本高速道路にて非塩化物系凍結防止剤の実道試験を行っているが、他の地域及び路線での実道試験の実績はあるか。今後、これをさらに発展させて、様々な場所で使用できる予定と判断してよいか。
- 13) 説明資料13頁について、非塩化物系凍結防止剤はインフラの長寿命化に期待できる話を頂いた。コストはどの程度か、著しく非塩化物系凍結防止剤のコストが上がるということはないか。部分添加とはいえ結構な量になるので、近い将来のコスト見込や供給体制といった実装に向けての課題がよりクリアになっていくと、見込評価も良い評価を出しやすいという印象を持っている。
- 14) 説明資料20頁の文章から「受容性」は、冬期交通に対する管理水準のようなもので、それをある程度利用者が受け入れたことを評価したと推察した。冬期交通事故リスクに対して、利用者がどう考えているかを研究されると、もっと色々な方向が見えてくると考える。「受容性」と違う表現のほうがよい。

【対応】

- 1) ご指摘のとおり古い写真も含まれていたことから、特に古いものについては新しい写真に更新する。
- 2) ご指摘を踏まえ、研究成果の最大化に向け、積極的な対外的な発表に努めたい。
- 3) ご指摘を踏まえ、「R2の成果・取組」に達成目標を追記することとし、わかりやすい資料作成に努めたい。
- 4) ご指摘を踏まえ、既存の技術との差異や新しい技術のメリットについても記述することとしたい。
- 5) ご指摘を踏まえ、非塩化物系凍結防止剤に関して現在の材料のコストを追加し、維持管理コストについては実道試験を進め、防錆効果をコストとして表せないか取り組むこととしたい。その他の研究課題についても今後の研究の中でコストを意識して研究に取り組んでいきたい。
- 6) 今後ともワイヤロープへの要望に対し迅速に対応できるよう研究に取り組んでいきたい。また、ラウンドアバウトの優れた研究成果を出せるよう研究に取り組んでいきたい。
- 7) 「堆雪断面積の実測値」と「地域の状況（気象観測値、除排雪実績、道路状況等）」の解析により、堆雪断面予測を検証している。コメントいただいた道路断面の影響を把握するため、各地域でも「路線ごと」に、例えば、札幌市の国道274号（片側3車線）と国道5号（片側2車線）など気象条件が同一でも道路状況の差異で影響が把握できるよう検証しているところである。ご指摘を踏まえて、今後、気象条件と該当路線の幅員などの道路状況等を併せた「地点ごと」の視点で評価し分布を整理、除雪計画に活用できるよう進めて参りたい。

- 8) 今後とも実道試験を進め更なる普及拡大を目指し、研究に取り組み成果の最大化に取り組んでいきたい。
- 9) 今後ともワイヤロープの普及に向け研究を進め成果の最大化に取り組んでいきたい。
- 10) これまで札幌市内をフィールドとして研究を進めてきたが、ご指摘を踏まえ札幌市以外への適用拡大についても検討を進めたい。
- 11) 試作した支援システムは、除排雪作業計画における「施工量（除排雪量）」、「工法の選択」、「実施時期」、「施工期間」等を、堆雪断面積の予測結果などから効率的かつ定量的に選択判断できるよう作成している。試行においては、監督員、請負者含めた除雪従事者への説明や実際に操作してもらい、追加機能や、計画立案に欲しい追加項目などの機能面、よりわかりやすい表示・操作方法などの操作感も含め、ヒヤリングし、改良に向けた検証をするため、北海道開発局及び札幌市と調整しているところである。ご指摘を踏まえて、支援システムの試行にあたり、操作感等の改良に向けた検証内容について整理し、除雪従事者へも項目立てをするなど明確に示し、検証を進めて参りたい。
- 12) 現時点では、中日本高速道路以外で実道試験を行っていないが、阪神高速道路が、当該薬剤を混合した散布について現在検討中とのことである。他の場所での使用について技術的な問題はないと考えており、実道試験での結果も踏まえ、研究成果の普及に努めて参りたい。
- 13) 現在凍結防止剤として広く用いられている塩化ナトリウム 30 円/kg に対しプロキオン酸ナトリウムは通常 1、200 円/kg、大量(10t)購入で 250 円/kg である。また、塩化ナトリウムにプロキオン酸ナトリウムを 1 割添加して散布することにより価格は 52 円/kg、金属腐食も約半分に減少することができる。さらに利用が進み今後大量生産になれば、さらにコストが下がることが期待できることから、コストの試算や供給体制などについて検討を進めて研究成果に反映して参りたい。
- 14) 「受容性」は、提供している情報の内容の理解しやすさという意味で使用していた。ご指摘を踏まえ誤解を招かないよう「リスク対策の有効性と受容性を評価した」を「リスク情報の理解しやすさを評価した」に修正する。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> 道路で雪崩が発生した際に、研究を通じて得られた知見を基に、道路管理者に対する技術的助言を行い、的確な通行止め解除の判断という道路管理者のニーズに対応した。 吹雪による視程障害予測を引き続き行い、ドライバーが暴風雪に巻き込まれたり冬型事故の発生を未然に防ぐことで、暴風雪災害の被害軽減という行政や社会のニーズに対応した。 北海道開発局等が推進している「i-Snow」において、除雪車運行支援に関する研究成果を反映させ、視程障害時に作業する除雪車の性能向上に寄与した。 	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"> R3 年 3 月 2 日に道内数カ所が発生した雪崩等に対して現地調査と研究の知見を活用して助言を行い、現地での迅速な対応と的確な通行止め解除に貢献した。 吹雪の視界情報のツイッターフォロワー数が 2.8 倍となり、特に、暴風雪発生が予測される時にタイミング良く発信することで、吹雪視界予測情報の利用を促進した。 吹雪による交通障害が多発する中、マスコミからの取材に対して、研究で得られた知見をもとに視程障害の発生に関する解説と道路利用者への注意喚起を行った。あわせて吹雪の視界情報サイトの紹介と活用の PR を行った（テレビ、ラジオ、新聞社説、web マガジン等多数）。 「i-Snow」において、障害物の多い実除雪現場での実証実験の際、除雪車の安全確認に必要な後方車両検知技術が必要とされたのに対応して、研究成果であるミリ波レーダによる周囲探知技術を提供し、「i-Snow」のプロジェクト推進にタイムリーに貢献した。 	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]	<ul style="list-style-type: none"> 吹雪による視程障害予測を引き続き行い、視程予測精度を改良したアルゴリズムを「吹雪視界情報」に実装し、情報提供することで、ドライバーが暴風雪に巻き込まれたり、冬型事故が発生するのを未然に防ぎ、安全・安心な社会の実現に貢献した。 追従走行支援ガイダンスを試作し、試験道路において検証試験を行った結果、除雪車の先導による追従走行が可能であることを確認。暴風雪時に、除雪車が緊急車両等を先導するオペレーションが取られる際の、後続車両の安全確保に寄与できる成果が得られた。 	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"> 前方障害物探知ガイダンスを改良し、一般国道において検証試験を行った結果、複数車線においても前方の車両を検出、その接近を警告することで安全運行に有効であることを確認し、除雪の生産性向上に寄与できる成果が得られた。 追従走行支援ガイダンスを試作し、試験道路において検証試験を行った結果、除雪車の先導による後続車両の追従走行が可能であることを確認。除雪車が緊急車両等を先導する際の負荷軽減につながり、除雪の生産性向上に寄与できる成果が得られた。 「i-Snow」において、周辺探知技術として研究成果が、ミリ波レーダを用いて接近車両を検知する実証実験の成功に貢献し、除雪現場の生産性・安全性向上に寄与できる成果が得られた。 	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) 達成目標と記載された研究成果の関係がわかりやすいような記述にすること。また、毎年同じような成果が繰り返し書かれているように感じる。年度で新しく進んだところを強調すること。
- 2) 前方車両による雪煙の巻き上げが、現場のショートレンジの視程不良に大きく影響しており、交通量（特に大型車）や圧雪路面上の新雪量にもよるので難しい課題とは思いますが、実態解明や影響度の解明などに期待する。
- 3) 暴風雪予測について、「空振り」に注目されているが、むしろ「見逃し」が少ないという視点での総括をされた方が良いのではないか。
- 4) 防雪林について、維持管理の成果が防雪効果として発揮されるには時間がかかること、人工物による柵などにはない防雪林特有の複合的価値（景観、生態系など）も含めた技術資料の作成をお願いしたい。
- 5) 防雪柵の端部開口部対策について、視界不良で非常に困難な状況が発生する箇所において効果が期待できると考えられる。令和2年度に取り組んだ実地観測に基づく効果と費用について説明頂きたい。
- 6) 防雪柵の端部開口部対策について、斜向配置の防雪柵についても有効性が高いものと拝聴した。コストの議論もあったが、むしろ高くないという印象を持った。
- 7) 令和3年3月2日に北海道内の国道で雪崩が5箇所発生した際、うち4箇所は研究所で迅速に出動し、開通に向けた取り組み等非常により対応をされた。
- 8) 物流業者のフォロアーが少ないのが気にかかる。広域に移動するトラックドライバーのニーズを取り込むことも重要ではないか。

【対応】

- 1) ご指摘を踏まえ、「R2の成果・取組」に達成目標を追記することとし、個別の研究課題におけるR2の成果については太字で記載するよう修正する。
- 2) 次期中長期計画で「道路構造と風向の変化を考慮した吹雪視程予測技術に関する研究」に着手する予定であり、視程不良につながる事象について、推定手法に取り入れられるよう考慮してまいりたい。
- 3) ご指摘を参考に、空振り率の低減を図りつつ見逃し率の増加を抑えたことにより推定精度が向上したことを明記したい。
- 4) ご指摘いただいた点については重要な課題と認識しており、次期中長期計画で防雪林の整備・管理手法について、地域景観チームの協力を得ながら、技術資料としてマニュアル化を図る計画を進めているところである。
- 5) 令和2年度に取り組んだ実地の観測結果は現在解析中であり、具体的な効果については最終年度の資料で提示させていただきたい。また、費用について、今後、効果を有する最小限の柵の枚数など、効果とコストの両方を見据えた検討を行うこととしたい。
- 6) ご指摘のとおり、実際の現場への適用に向けて、効果とコストの両方を検討することが重要と考えてい

る。今後、効果を有する最小限の柵の枚数など、効果とコストの両方を見据えて検討を行うこととした。

- 7) 今後も、災害現場での活用も意識して研究開発に取り組む所存である。
- 8) 物流業者のフォロワーが少ないのはツイッターの公式アカウントを持っている会社が少ないためと考えられる。今後、アンケート調査によりトラックドライバーの意見を基に、物流業者のニーズ取り込みに努めたい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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"> ・ 国交省所管事業において導入が進む BIM/CIM について、研究計画変更を行い、景観検討での BIM/CIM モデル活用が効果的であることを示し、国の BIM/CIM ガイドライン改定時に反映され、景観検討の効率化と精度向上に寄与。 ・ 第 8 期北海道総合開発計画中間点検で、景観計画策定自治体数の増加が求められ、計画策定意義と効果の説明資料を北海道開発局に提供 5 自治体が新たに策定意向を示した。 ・ コロナ禍を踏まえた “感染拡大防止と観光需要回復のための政策プラン” (官邸) では、観光地の景観改善への国の支援が打ち出され、公共空間の景観向上技術がこれに貢献。 ・ シーニックバイウェイ北海道「秀逸な道」が R2 本格施行となり、広域的観光ルートとしての道路空間や施設の構成とその改善手法について要点を明らかにしたことが施策推進に貢献。 ・ 農村自然域など電力・通信需要の少ない郊外部における事業化の促進や事業延長の延伸に向け、低コストで合理的な埋設構造や、トレンチャー掘削などの技術を提案。また、この新たな社会ニーズを見据えた研究成果は、国交省の次期無電柱化推進計画(2021～25)に盛り込まれた。 ・ 極寒地においても、浅層埋設が可能なることを明らかにしたことで、北海道の電線共同溝マニュアル改訂に繋がり、大幅なコスト縮減に貢献。他の国内寒冷地域への適用も可能とした。 ・ 総務省の「情報通信基盤に特化した無電柱化の推進に資する調査」に対し技術協力し、需要が増大している通信線の埋設化推進に寄与。 ・ 全国で唯一、JICA と連携して海外諸国への技術指導を継続的に実施しており、「道の駅」の海外展開に顕著に貢献。またこの成果が「道の駅」第 3 ステージにおける海外展開の動きを加速させた。同様に第 3 ステージの「リニューアルへの支援充実」に関し景観配慮の具体的手法が貢献。 	S
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"> ・ 国や自治体、海外からの技術指導要請に臨機に対応して課題解決に貢献し成果を最大化(景観計画策定手数増加に向けた北海道開発局への資料提供、景観計画策定等の技術支援(世界遺産候補地(洞爺湖町)、観光開発対策(倶知安町)、太陽光発電増加対策(阿寒・摩周国立公園周辺)、北海道無電柱化推進協議会低コストWG、「道の駅」の構想段階から事業手法や計画策定について技術指導(平取町)、「道の駅」の経済波及効果算定手法による町議会・町民説明資料の作成(安平町)、JICA の中米・カリブ 5 カ国やモンゴル国を対象としたオンライン道の駅研修) ・ 技術資料を随時発行し、技術指導にも活用【新規 2 編、改訂 2 編】(ケーブル埋設用掘削機械(トレンチャー)を活用した施工の手引き(R3.2 発行)、北海道の色彩ポイントブック(改訂)(R3.5 発行)、「道の駅」ハンドブック(西語版)(改訂)(R2.10 発行)、「道の駅」の経済波及効果算定のポイント(R3.1 発行)) 	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>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 景観検討でのBIM/CIMモデル活用が効果的であることを示し、国のBIM/CIMガイドライン改定時に反映され、景観検討の効率化と精度向上に寄与。 ・ 景観検討に用いる評価用画像における天候等が景観評価結果に及ぼす影響を明らかにし、効果的な景観評価画像の活用方法と留意事項を示した。 ・ 広域的エリアを対象に、観光的魅力をもつ「道路ルート」に求められる要件を、事例分析、コンジョイント分析等からコア要因・補助的要因・促進要因・阻害要因に区分して明らかにした。 ・ SBW「秀逸な道」区間に設置される眺望スペースの設計に関し、開発局の支援要請に応え、観光客・利用者の快適性・満足感の視点から設計案の大幅な改善提案を行い、空間の快適性と魅力の向上に貢献。 ・ 第8期北海道総合開発計画中間点検で、景観計画策定自治体数の増加が求められ、計画策定意義と効果の説明資料を北海道開発局に提供。5自治体が新たに策定意向を示した。 ・ 無電柱化の地上機器が景観に与える影響を明らかにし、その対策手法を提案。 ・ 総務省の「情報通信基盤に特化した無電柱化の推進に資する調査」に対し技術協力し、需要が増大している通信線の埋設化推進に寄与。 ・ 彩度、明度の高い慣例色や限られた推奨色が使用されている河川/農業空間の土木施設について、WEB実験等により積雪寒冷地の景観に融和する色彩を明らかにした。 ・ 「道の駅」について、周辺環境・資源・地域課題の評価、目的・コンセプトづくりと提供する機能・サービスを選定するための、現場検討を支援する手法を明らかにした。 ・ 道路/建築/造園設計を複合的に取り入れた「道の駅」版施設設計手法のうち、駐車区画改善のポイントと景観配慮の具体的項目を明らかにし、「道の駅」計画設計手法を概成。 ・ 構想時からソフト・ハード両面で技術指導していた上士幌町の重点「道の駅」と展望施設「ナイトテラス」がオープン。地域振興に貢献し、社会的にも高い評価を得ている。 ・ 「道の駅」の整備効果の発現プロセスを明らかにし、これを基に自治体職員自らが達成度や効果を高めるポイント等を把握できる評価手法を提案。計画検討支援や運営改善に貢献。 ・ 「道の駅」経済波及効果を、産業連関表から簡易に算出する方法を示し、自治体等が地域振興の程度を定量的に把握できるようにした。安平町「道の駅」では運営面の評価で活用。 ・ コロナ禍で国際貢献が困難な中、モンゴル国、パラグアイ、中米カリブ諸国に対するJICAの道の駅研修をオンラインで実施、「道の駅」第3ステージにおける海外展開に顕著に貢献。 ・ 「道の駅ハンドブック」西語版が、JICAの中米・カリブオンライン研修の他、研修対象国以外の南米パラグアイの現地講習会のメインテキストとしても活用されるなど、成果普及に貢献した。 ・ 各研究における個別技術については、成果が出た段階で随時、多数の技術資料にとりまとめ、これを技術指導に活用し、技術普及を図った【新規発行2編、改訂発行2編】。 ・ 多数の技術指導を通じ、研究で得られた成果を国の施策や自治体の事業に随時反映させている。 	<p>A</p>
<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"> ・ 寒冷地における浅層埋設の研究結果が北海道の電線共同溝マニュアルに反映、大幅なコスト縮減に寄与（試算では0.5億円/kmの減：浅層埋設分のみ）。 ・ 試験施工を通じ、トレンチャー掘削の現場適用性を明らかにし、施工条件を記載した手引きを作成、寒地土研HPで公開。 ・ 無電柱化施工におけるトレンチャー技術の活用に関する成果普及と担当技術者との意見交換を目的に、現場見学会を開催。 ・ 剪定良否の定量評価には3次元樹形データが有効である事を示し、さらにAI画像診断を組み込めば街路樹管理を大幅に省力化する可能性を確認。次期計画での研究を検討中。 	<p>A</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) 着実に達成目標をクリアしていると理解。3つの目標とも、インフラのみでは実現できないもの。多くのステークホルダーとどう共同していくのか、仕組みの構築を成果に加えていくこと。
- 2) 実践的で社会的ニーズがある広義の技術を確実に蓄積しており高く評価。その意義、価値を十分踏まえた上で、今後個別の要素技術のまとめ方・表現について、吟味を重ね、完成度を高めること。
- 3) 社会ニーズや国の方針を先取りして景観研究に取り組み、世の中をリードしている点について高く評価して良い。
- 4) 景観予測・評価技術やそれらに基づいた景観設計により、地域の魅力を高めることで社会的価値の創造につながっていることが十分理解できる研究成果。
- 5) 地道な取組みが、大きく花開いた年度と思う。景観検討におけるBIM/CIMの有効性が認知され、国のガイドラインに反映されたのは大きな成果。
- 6) トレンチャーの導入による電線類地中化コストの大幅の削減、またその成果を技術資料として取りまとめたことは、大きな前進。
- 7) 送電鉄塔の地中化は景観対策ではあるが、大風災害のみならず、着雪・着氷災害にも大いに効果がある。こういう被害状況の抽出をするとよい。

【対応】

- 1) 「まちづくり効果を高める公共事業の進め方、2014、国総研」を寒地土研も参画して作成したところ。これらの知見に加え、技術指導を通じて得られた効果的な実施体制や仕組みのあり方等の知見を最終成果に反映させたい。
- 2) 社会や現場のニーズに効果的に対応し、成果の普及に繋がるよう、ガイドライン等の現場での試行やこのフィードバックなども通じて、個別の技術のまとめ方・表現について、完成度を高めていきたい。
- 3) 無電柱化研究の成果が国交省の次期無電柱化計画に盛り込まれたことなどは、先導的な取り組みで早期に成果が還元出来た。公共空間の良好な景観形成に関する研究は、ウォンツ（潜在ニーズ）に答えることも重要であり、引き続きこの視点で研究に取り組んでいきたい。
- 4) 引き続き着実に研究を進め、現場で広く活用できる技術として成果普及に努めることで、良質なインフラによる社会的価値の創造とこれによる地域の魅力向上に繋げたい。
- 5) 景観検討における BIM/CIM の活用について、次回ガイドラインの改訂時にも成果反映を目指しつつ、同ガイドラインだけでは景観検討の記述に制約があるため、今後ガイドラインを補完できるよう技術資料に取りまとめ、成果普及に努めたい。
- 6) トレンチャーの導入について、今後、実現場での歩掛かり調査など効果・効率の検証を実施し、その成果を広く発信することで、更なる普及に努めたい。
- 7) ご指摘を踏まえ、被災状況の抽出を行いたい。景観対策が防災対策にも繋がることについて、景観対策の大きな効果のひとつとして取りまとめたい。

空間機能維持・向上分科会の評価結果及び主な意見と対応（見込評価）

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 除雪や凍結防止剤散布等による経済効果等を算出するツールを作成し、冬期道路管理の効率化というニーズに貢献する見込み。 ・ NEXCO 中日本が非塩化物系凍結防止剤（プロピオン酸ナトリウム）の本格導入に向け、H29 から試行導入を開始。長期効果試験中。金属腐食抑制効果によりインフラ長寿命化という国の方針に貢献した。 ・ 日本道路協会の「自動運行補助施設 WG の路面施設 SWG」に委員として参画し、国の基準となる「自動運行補助施設（路面施設）設置基準・同解説」に磁気マーカークの施工等の研究成果を反映。 ・ 道路維持に関わる熟練オペの高齢化や人材不足という厳しい社会情勢に対し、路面凍結防止剤の散布的中率向上、作業負担感の軽減、安全性向上技術を開発し、熟練オペの高齢化や人材不足という課題解決に貢献する見込み。 ・ 除雪機械劣化度の定量的評価による維持管理手法の構築について、R3 までに北海道開発局に定量的評価手法を提案。冬期道路管理を担う除雪機械の効率的・効果的な管理手法の構築という国の方針に貢献の見込み。 ・ 冬期交通事故リスクを低減するマネジメント手法を構築するとともに、道路安全診断を支援するマネジメントツールを開発することにより、交通事故防止という国の方針や社会ニーズに貢献する見込み。 ・ 北海道警察のスリップ事故危険度のリアルタイム情報提供（全国初の取り組み）に貢献し、交通事故防止という社会的ニーズに対応した。 ・ ワイヤロープ関連の成果・取り組みで、正面衝突による交通事故減少という強いニーズに対応して研究を開始し、死者数等の減少（H29 整備区間において設置前（H28）の飛び出し事故 71 件が設置後（H29）1 件）に顕著に貢献。 ・ H28 に高速道路暫定二車線区間で多発する正面衝突事故を防止するため、国交省はワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）を全国約 100km で試行設置。事故防止効果が確認されたことから H30 に国が高速道路暫定二車線区間の土工区間への設置方針を決定した。 ・ また、橋梁や BOX カルバート区間への設置要望、緊急時に迅速にワイヤを開放する必要性、設置や補修時間の短縮等のニーズが発生したことから、このような国の方針や社会ニーズに応えるため、ワイヤロープ式防護柵のレーンディバイダー仕様を開発するとともに、新たな技術開発と改良を行った。 ・ H26 にラウンドアバウトが道路交通法に位置づけられて全国で整備が進み、H29 に長井市、R1 に上ノ国町、R2 に浜頓別町で整備され、積雪寒冷地における設計方法や除雪方法に関する技術指導のニーズが高まったことに対し、積雪寒冷地における評価や維持管理方法に関する研究を進めるとともに、整備に際して冬を考慮した設計や維持管理方法について技術指導を行った。 ・ PIARC 冬期サービス委員会技術委員として海外情報のフィードバックにより先端技術情報の収集という国の方針・社会ニーズに貢献。 ・ PIARC（世界道路協会）TC3.2 冬期サービス委員会（任期 2020-2023 年）、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。研究課題の設定、雪氷データブックの改訂作業、国際道路用語辞典の日本語訳の監修（冬期道路関連用語を担当）、論文査読等により国際協力に貢献した。 ・ R3 に PIARC 冬期サービス委員会において、カルガリー冬期大会の論文査読、WG による調査活動により国際協力に貢献する見込み。 	<p style="text-align: center;">A</p>

<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"> ・日本道路協会の「自動運行補助施設 WG の路面施設 SWG」に委員として参画し、国の基準となる「自動運行補助施設（路面施設）設置基準・同解説」に磁気マーカーの施工等の研究成果を反映。 ・人材不足やオペレータの高齢化という喫緊の課題に対し、R3 にオペレータの熟練度に左右されず一人乗車にも対応可能な凍結防止剤散布支援技術を開発し、課題の解消に貢献する見込み。 ・ワイヤロープ関連の成果・取り組みで、整備が進む中で、橋梁、構造物などへの設置や事故処理における補修時間の短縮など、次々に出てくる課題・ニーズに速やかに対応し普及拡大に貢献し、R2 年度までの整備延長は 990 km に達した。 ・高速道路暫定二車線区間で多発する正面衝突事故を防止したいという国の方針に応じてワイヤロープ式防護のレーンディバイダー仕様を開発した。 ・本省要請により、H28 に寒地交通チームが「高速道路の正面衝突事故防止対策に関する技術検討委員会」に委員として参画し、ワイヤロープの整備効果や維持管理上の課題等に関する技術的助言を行った。 ・国がワイヤロープ式防護柵の試行設置を経て H30 に本格設置を決定し、全国での設置が進む中、橋梁や BOX カルバート区間への設置要望、緊急時に迅速にワイヤを開放する必要性、設置や補修時間の短縮、コンクリート舗装への設置等のニーズが次々と発生した。 ・これらに対応するため、橋梁用支柱、緊急開放金具、新たな間隔材、あと施工アンカーによる設置方法等の技術を迅速に開発し、整備促進に貢献した。 ・ワイヤロープ式防護柵の設置が進む中、全国から多数の技術相談（207 件：H29～R2）が寄せられ、これらに迅速・丁寧に対応し、整備促進に貢献した。 ・H29 に山形県長井市でのラウンドアバウト整備に対し、ラウンドアバウト協議会に委員として参画し、豪雪地帯における設計及び除雪方法について技術指導を行った。 ・北海道上ノ国町（R1）、浜頓別町（R2）におけるラウンドアバウト整備にあたり冬を考慮した設計及び除雪方法に関する技術指導を行った。 	<p>A</p>
<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・冬期走行環境と走行速度、経済損失・経済効果の関係を解明し、冬期道路管理の経済効果等を算出することを可能とし、予算制約の中で適切な水準を示すことが可能となり実際に札幌市で活用されるなど、持続可能な社会実現に資する成果を創出した。 ・NEXCO 中日本が非塩化物系凍結防止剤（プロピオン酸ナトリウム）の本格導入に向け、H29 から試行導入を開始。長期効果試験中。金属腐食抑制効果により持続可能な社会実現に資する成果を創出。 ・劣化度の定量的評価指標である信頼度を、部品等毎に現地でも算出可能とし、持続可能な社会実現に資する成果を創出した。 ・物損を含む冬期交通事故の要因分析とリスク評価の手法を構築し、道路安全診断を支援する冬期交通事故リスクマネジメントツールを開発。現場で活用されることで、道路の安全性向上に顕著に貢献する成果が期待できる。 ・北海道警察のスリップ事故危険度のリアルタイム情報提供（全国初の取り組み）に貢献し、交通事故防止という道路の安全性向上に顕著に貢献。 ・ワイヤロープ関連の成果・取り組みで、道路の安全性向上に顕著に貢献するとともに、暫定二車線高速道路の価値を高めた。 ・高速道路暫定二車線区間で多発する正面衝突事故を防止するため、H28 にワイヤロープ式防護柵のレーンディバイダー仕様を開発し、整備ガイドライン化した。 ・本省要請により、H28 に寒地交通チームが技術検討委員会に委員として参画し、ワイヤロープの整備効果や維持管理上の課題等に関する技術的助言を実施。国土交通省は、全国約 100km で試行設置を経て H30 に高速道路暫定二車線区間の土工区間への設置方針を決定した。 ・暫定二車線のワイヤロープ設置区間は、設置前（H28）の飛び出し事故 71 件（内死亡 7 件、負傷 14 件）が、設置後（H29：約 115km）の飛び出し事故は 1 件（内死亡 0 件、負傷 0 件）に減少し、飛び出し事故防止に顕著な効果を発揮した。 ・土工部に加え橋梁や BOX カルバート区間への設置、緊急時に迅速にワイヤを開放する必要性、支柱設置や補修時間の短縮等、新たに発生するニーズに対応する技術を開発したことにより、整備の促進に寄与し、安全性向上に貢献するとともに、橋梁用支柱、緊急開放金具、新たな間隔材等の特許を取得・出願した。 ・H28 から R2 までのワイヤロープ式防護柵の整備延長は約 990km で、急速な普及拡大を達成した。R1 には、橋梁 5 箇所にも設置された。これらの社会実装により、道路の交通安全に顕著な成果を創出し、将来的にも顕著な成果を創出が期待できる。 ・ワイヤロープ式防護柵は、メディアでも多数報道され、早急な整備が期待されている。 ・H30 にワイヤロープ式防護柵が、建設産業に係わる優れた新技術として「国土技術開発賞 優秀賞」を受賞し、社会的価値が認められた。 	<p>S</p>

<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"> ・ 除雪や凍結防止剤散布等による経済効果等を算出するツールを作成し、道路管理者が活用することで、冬期道路管理の最適化への顕著な貢献が期待できる。 ・ 除排雪計画支援システムを開発し、効率的な除排雪作業に貢献する成果が得られる見込み。 ・ ICTを活用した凍結防止剤散布作業支援インタフェースを開発し、2人乗車で行っている作業が1人乗車でも可能になることで、顕著な生産性向上が期待できる。さらに路面凍結防止剤の散布的中率向上、作業負担感の軽減、安全性向上を図り、凍結防止剤散布の適正化、作業中事故の減少による生産性の向上にも顕著に貢献する成果が得られる見込み。 ・ R1 に除雪機械の劣化度の定量的評価指標である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。予算を見通した整備の前倒しや、平準化が可能となり効率的な除雪機械の保守・整備の推進に寄与、生産性の向上に顕著に貢献する成果を得た。 ・ R2 に現場で信頼度が算出可能なツールを作成するとともに、除雪機械の劣化度定量的評価と診断手法に基づく総合的な維持管理手法を提案し、効率的な除雪機械の保守・整備に貢献する成果を得た。 ・ 緊急開放金具や新たな間隔材の開発により、ワイヤロープ式防護柵箇所での事故時の対応や事故後の復旧作業の時間を大幅に短縮する成果を得た。 	<p style="text-align: center;">A</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) 6年間の研究で実施してきた成果が具現化したときの冬期道路交通サービスの具体像（サービスレベル）を示してください。そのとき実現可能なレベルはどこなのかという議論もあるとなおよいと思います。
- 2) 一連の研究をとおしてえられた「安全で信頼性の高い道路交通サービス」の研究の視点、フレームワークが、「冬期や積雪寒冷地」に限定せず、ひろく適用できるものとなるか、という観点から議論してみたいかがでしょうか？
- 3) 非塩化物系凍結防止剤について、R2年度にはNEXCO中日本の実道で実績を積まれるなど、社会的な観点での成果が出てきているので、他地域・他路線への波及に期待する。また、経済的観点から、量産時の価格の低下見込みや混合使用による価格を押し下げる効果が試算されると良い。
- 4) ワイヤロープに関しての成果は、言うまでもなく卓越した成果かと思えます。
- 5) オペレータの高齢化、人材不足という課題に対してはそう簡単に解決策が見いだせるとは思いませんが、着実に高度化と自動化に向けて成果を上げられていると思えます。
- 6) 非塩化物系の凍結防止剤については極めて有望との感触をもっていますので、普及に向けてコスト（見込み）と供給体制の検討について進めて頂くよい。
- 7) 当初の研究計画に従って多くの成果が出ていることを評価する。ワイヤロープ式防護柵の開発をはじめとし、突出した技術開発や多くの研究成果が得られる見込みであると考え。そこで、研究計画立案時を振り返り、目標として掲げた「合理的な冬期道路管理水準」とは如何なるものであるのかについて、もう一度考えをまとめられては如何。
- 8) 今期の冬期交通事故対策に関して、ワイヤロープは大変重要な研究成果だと考える。説明資料23頁の中長期計画中の成果・取組で、見込がないことから令和2年度で終了なのか。見込にワイヤロープの今後の展開を含めるとよりよい評価になると思うが予定を伺いたい。
- 9) (ワイヤロープを)一般道に導入する計画はあるか。
- 10) 評価項目②と③について、年度毎に評価が「S」「A」「B」と変化する理由について、当該分野の技術と合わせて、説明願いたい。

【対応】

- 1) ご指摘を踏まえ、具体像を示せるよう最終年度の検討を進めて参りたい。
- 2) ご指摘を踏まえ、冬期・積雪寒冷地以外への研究成果の適用の可能性について議論を進めて参りたい。
- 3) 今後とも実道試験を進め更なる普及拡大を目指し、研究成果の最大化に取り組んでいきたい。また、ご指摘を踏まえ、経済的な視点からの分析に取り組みたい。
- 4) 今後ともワイヤロープの普及に向け研究を進め成果の最大化に取り組んでいきたい。
- 5) 今後ともオペレータの高齢化、人材不足の課題に対応出来るよう、最終年度に向けて本研究において検討を進め、システムの高度化を実現していきたい。

- 6) ご指摘を踏まえ、コストや供給体制についてメーカーなどの関係者から情報収集を行い研究成果の普及拡大に努めたい。
- 7) ご指摘を踏まえ、研究計画立案時を振り返り、目標として掲げた「合理的な冬期道路管理水準」について考えをまとめながら最終年度の検討を進めて参りたい。
- 8) ワイヤロープの研究開発は、令和 3 年度からワイヤロープの維持管理、及び効率的な施工方法の研究開発を開始している。今後とも要請に迅速に対応できるよう最終年度の検討に取り組みたい。
- 9) 今後、一般道に導入頂くために、地方自治体に向けても成果普及活動に取り組んでいきたい。なお、乱横断防止対策としての使用可能性についての問い合わせをはじめ、既にいくつかの技術相談が地方自治体から来ているところである。
- 10) 「S」については、外部からの強い要請があったタイミングで、成果を迅速に実装できた年度、十分に普及・貢献できた年度に、特に顕著な成果・取組として評価され「S」を頂いたと考えている。ワイヤロープが顕著であるが、平成 29 年度は、全国 113km に設置、交通事故死者数の減少等、平成 30 年度は、国土技術開発賞優秀賞受賞等インパクトが強い成果がいくつか出ており「S」評価を頂いたものと理解している。一方、令和元年度の評価委員会では、コロナ禍の影響で集計が間に合わなく、整備延長を示すことが出来なかったことが「B」に止まった理由と思量される。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・過去の暴風雪災害の分析を行い、一回の暴風雪の厳しさを表現するリスク指標を提示。過去の暴風雪の横並び比較ができるよう整理し、道路管理の判断支援方を提示する見込み。 ・極端な暴風雪、大雪の発生頻度と地域性の変化傾向を解明し、ハザードマップを作成する見込みであり、将来的に暴風雪や大雪時のタイムラインや防災計画策定等への活用により暴風雪災害の軽減に顕著な貢献が期待できる。 ・雪崩発生頻度の推定や、雪崩の到達距離と衝撃圧の算出手法の開発によるリスク評価技術を提示し、予防的対策（施設整備等）や事前準備（巡回出勤等）に活用できる成果が得られた。 ・道路で雪崩が発生した際に、研究を通じて得られた知見を基に、道路管理者に対する技術的助言を行い、的確な通行止め解除の判断という道路管理者のニーズに対応した。 ・吹雪視程予測の適用エリアを拡げるため、吹雪視程推定手法を改良した。この技術開発により、より広い地域を対象に吹雪視程予測が可能となり、自然災害の被害軽減という国の方針に顕著に貢献できる成果が得られる見込み。 ・「大雪時の道路交通確保対策中間とりまとめ」（国土交通省 平成 30 年 5 月）の提言を参考に計画変更を行い、R1 年度より SNS（ツイッター）による情報提供を開始。 ・放送局や交通機関など多岐にわたる分野にフォロワーがおり注目度も高く、吹雪を回避する行動選択の判断材料を求める道路利用者の強いニーズに対応。 ・下枝の枯れ上がりが見られる防雪林の管理方法を提示し、さらに技術資料(案)として取りまとめる見込み。行政が活用することで防雪林の機能向上を図り、吹雪災害の被害軽減という国の方針や社会ニーズに対応できる成果として顕著な貢献が期待される。 ・条件に応じた防雪柵端部・開口部対策工の選定手法を提案する。さらに新しい対策工を開発し技術資料(案)として整理する見込み。行政が活用することで、防雪柵端部・開口部の防雪機能の向上を図り、吹雪災害の被害軽減という社会ニーズに対応できる成果が期待される。 ・H29～R 1 年度に、磁気マーカを用いた自車位置推定システムの除雪車への適用に取り組み、その有効性を確認した。R2 年度に磁気マーカは自動運行補助施設として位置付けられ、国の方針に先導する成果を収めた。 ・北海道開発局等が推進している「i-Snow」において、除雪車運行支援に関する研究成果を反映させ、視程障害時に作業する除雪車の性能向上に寄与した。 	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"> ・道路で雪崩が発生した際に、研究を通じて得られた知見を基に、期待されたタイミングで、道路管理者に対する技術的助言を行い、通行止め解除の判断などに貢献。 ・毎年、継続的に24時間先までの吹雪視程の予測情報提供に取り組み、暴風雪時など道路利用者が必要とするタイミングで情報提供を行った。 ・R1年度よりSNS(ツイッター)による情報提供に取り組み、広域に暴風雪が予想される際にタイムリーに情報伝達することで、暴風雪時におけるツイッターを通じたサイトのアクセス数の増加につなげ、吹雪災害の軽減に寄与。 ・吹雪による道路交通障害が発生したり、暴風雪が予測されるタイミングで、マスコミ取材の機会を通じて、吹雪視程障害全般に関する注意喚起や吹雪の視界情報サイトのPRを行った。 ・北海道開発局等が推進する「i-Snow」において、除雪車の機械操作の自動化の実証実験の際、安全確認技術が求められる中、研究成果である周囲探知技術を提供し、「i-Snow」の進展にタイムリーに貢献。 ・磁気マーカの研究成果について、北海道の自動運転に関する検討会の求めに応じてタイムリーに情報提供。 	<p>A</p>
<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・極端な暴風雪、大雪の発生頻度と地域性の変化傾向を解明し、ハザードマップを作成する見込みであり、将来的に地域の防災計画の策定を支援し、吹雪災害の減災に顕著に貢献する成果の創出が期待できる。 ・北海道よりも温暖な気象環境下における視程推定手法を開発し、吹雪視程予測の適用エリアの拡大を可能にした。吹雪判断フローと推定式の改良を実装し、予測精度の向上を実現することで、将来的な吹雪視程予測地域の拡大が可能になり、吹雪時の安全性向上に資する成果創出が期待できる。 ・毎冬期、継続的に吹雪視程予測情報提供に取り組むことにより、サイトが一般的に利用される状況となったことで、ドライバーの吹雪を回避する行動につなげることで、暴風雪災害の被害軽減に顕著に貢献。 ・暴風雪が予想されるときや、全国的に吹雪・大雪による道路交通障害が発生する中、数多くの取材に対応し、視界不良や吹きだまりに関する知見や映像資料を提供したり、「吹雪の視界情報」サイトのPRを行うなど、吹雪災害防止の啓発に顕著に貢献。 ・防雪柵の端部・開口部における新たな対策工法を開発する見込み。吹雪災害の軽減に貢献が期待できる。 ・防雪対策の弱点である防雪柵の端部・開口部や、防雪林の枯れ上がりに対して、研究成果を反映、防雪柵の端部・開口部対策の技術資料(案)や、下枝の枯れ上がりの見られる防雪林の管理に関する技術資料(案)を策定する見込み。次期中長期計画期間(R4年度～)において、道路吹雪対策マニュアル(寒地土研著)に反映し、当該マニュアルに基づき対策工の整備や管理が行われることで、暴風雪時の道路の安全性向上に顕著な貢献が期待できる。 	<p>A</p>
<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"> ・自車位置推定技術、周囲探知技術を用いて開発・改良した支援ガイダンスにより、オペレータが視程障害時においても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顕著に貢献する成果が得られた。 ・R3年度に、各種支援ガイダンスシステムの仕様をとりまとめ、除雪車運行支援技術の実用化を提案し、将来的に除雪の生産性向上に貢献する顕著な成果が得られる見込み。 ・除雪現場の効率化に向けたプラットフォームである「i-Snow」に参画、除雪車運行支援技術の研究成果の提供を行い、「i-Snow」の実証実験に反映させることで貢献をし、除雪現場の生産性向上に寄与した。行政と連動して開発を進めることで顕著な成果創出が期待できる。 	<p>A</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) 6年間の研究で実施してきた成果が雪氷災害の被害軽減にどう貢献したのか、今後どう貢献するのかを実績を踏まえた具体的な内容で示すこと。
- 2) 極端な気象がもたらすリスクそのものの予測や評価と対応について、完全には予測・防止できないという基本的なスタンスを明示することが必要ではないか。
- 3) 雪氷災害におけるハザードマップについて、防災計画策定に際しどの様に貢献できるか具体的なイメージを持ち、関係するステークホルダーを十分に巻き込んで、真に使えるマップの作成を期待する。
- 4) 暴風雪予測とその災害情報発信に精力的に取り組まれ、道路ユーザーの認知度も着実に高まり、そして具体的な行動変化に好ましい影響を与えており、極めて有効な成果が得られたと思うので、もっと高く評価されてしかるべきかと思う。
- 5) 吹雪視界情報サイトの一般への普及は注目すべき成果であると考えている。まだサイトを利用していない一般ドライバーにどう行動変化を促すのか、さらなる工夫を期待する。
- 6) 「吹雪時の安心感や安全性を向上」について、吹雪時には適度な不安感を持って頂くのが安全につながると考える。
- 7) 最終年度に斜向配置の防雪柵という有望な成果ができたことは特筆すべき成果と思う。東北・北陸も含めて社会的インパクトは大きい。

【対応】

- 1) ご指摘を踏まえて、最終年度に向けて検討を進めてまいりたい。
- 2) ご指摘のとおり、極端気象もたらす災害は完全には防止できないと考えており、スタンスを明確にしたうえで最終年度に向けて検討を進めてまいりたい。
- 3) 雪害のハザードマップはこれまでになく、ステークホルダー間の中で様々な思惑や考えがあり難しいと認識している。最初のステップとして災害の外力を把握するため、物理的な要素を用いて現在研究所で取り組んでいるある閾値（レベル）を上回る頻度などを作成し、必要に応じてご意見を賜りながらより良いものとしたい。
- 4) 今後も暴風雪災害の防災・減災に向けた情報提供を継続し、防災・減災に貢献したいと考えている。
- 5) 令和元年度から SNS を利用した情報提供を行っており、SNS 経由でアクセスする新規ユーザーが増加している。これらのアクセス実態を検証し、効果的な情報発信によりさらなる利用者の増加促進に努めてまいりたい。
- 6) ご指摘を参考に、吹雪予測情報提供や啓発活動が吹雪を回避する行動に繋がったことにより暴風雪災害の被害軽減に貢献したことを明記したい。
- 7) 最終年度では、吹雪対策の現場で使っていただけるように、条件に応じた端部開口部対策工の選定手法を整理する予定である。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・国土交通省所管事業では景観検討実施が原則化されており、景観検討を行うための具体的かつ実践的な景観予測・評価技術を体系化し、現場活用可能なものとするはこれに適合。 ・また、導入が進むBIM/CIMについて、研究計画の変更を行い、景観検討でのBIM/CIMモデル活用が効果的であることを示し、国のBIM/CIMガイドライン改定時に反映され、景観検討の効率化と精度向上に寄与。 ・屋外公共空間の現状診断と改善策の検討・設計が可能な技術を構築したことは、世界水準の観光地形成（北海道総合開発計画）の実現に貢献。 ・コロナ禍を踏まえた“感染拡大防止と観光需要回復のための政策プラン”（官邸）では、観光地の景観改善への国の支援が打ち出され、公共空間の景観向上技術がこれに貢献。 ・国土交通省の無電柱化推進計画（H30～R2）における景観形成・観光振興のための無電柱化の実現に向け、郊外部に適した低コストで合理的な地中化設計を提案することがこれに適合。 ・農村自然域など電力・通信需要の少ない郊外部における事業化の促進や事業延長の延伸に向け、低コストで合理的な埋設構造や、トレンチ掘削などの技術を提案。また、この新たな社会ニーズを見据えた研究成果は、国土交通省の次期無電柱化推進計画（2021～25）に盛り込まれた。 ・極寒地においても、浅層埋設が可能なことを明らかにしたことで、北海道の電線共同溝マニュアル改訂に繋がり、大幅なコスト縮減に貢献。他の国内寒冷地域への適用も可能とした。 ・総務省の「情報通信基盤に特化した無電柱化の推進に資する調査」に対し技術協力し、需要が増大している通信線の埋設化推進に寄与。 ・「道の駅」の構想～事業化～整備の段階において、自治体職員等が活用できる計画・設計・管理の具体的手法の提案は、「道の駅」施策の主目的である地域振興に貢献。 ・全国で唯一、JICAと連携して海外諸国への技術指導を継続的に実施しており、「道の駅」の海外展開に顕著に貢献。またこの成果が「道の駅」第3ステージにおける海外展開の動きを加速させた。同様に第3ステージの「リニューアルへの支援充実」に関し景観配慮の具体的手法が貢献。 	<p>A</p>

<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"> ・国や自治体、海外からの技術指導要請に臨機に対応して課題解決に貢献し成果を最大化。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 景観計画/まちづくり計画策定：北海道、札幌市、函館市、稚内市、長万部町、倶知安町、洞爺湖町、美瑛町、弟子屈町、増毛町、鶴居村、福島県：三島町、長野県：大鹿村、中川村 ・ インフラ空間整備：R273 三国峠緑深橋路側駐車帯(国)、SBW 秀逸な道(国)、石狩川下流幌向地区(国)、かわまちづくり(砂川市、恵庭市)、街路樹等景観整備計画(美瑛町)、さっぽろ湖橋梁群色彩計画(札幌市) ・ 道の駅：現地指導を行った 20 駅を含む 40 駅以上に計画設計監修や改善指導 ・ 無電柱化：低コストで合理的な地中化手法、通信線単独地中化など国や自治体に多数指導 ・ 国際貢献：JICA を通じ中央アジア・中南米 7 カ国に道の駅制度を普及、コロナ対策でオンライン研修も実施。 ・ 期間中、ほぼ全ての研究テーマに関する技術資料を、新規に多数発行しており、社会的価値を創出【新規 11 編、改訂 7 編】。特に、無電柱化や「道の駅」、木材活用など、多くの技術資料は関係分野で全国唯一の資料で、魅力ある地域づくりに大きく貢献。 ・ 北海道開発局道路設計要領の毎年の改訂時に最新成果を反映。開発局道路調査の手引き、道路予備設計審査シートについて H28 改訂時に成果反映。 	<p>A</p>
<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 景観検討での BIM/CIM モデル活用が効果的であることを示し、国の BIM/CIM ガイドライン改定時に反映され、景観検討の効率化と精度向上に寄与。 ・ 景観検討のプロセス、景観予測技術の選定方法、簡易に作成できる予測資料の活用方法、評価精度向上のための予測および評価の留意事項を体系化。R3 には、技術資料を発行し、目的に合わせた現場活用を促進できる見込み。 ・ 現場技術者のインフラ景観に対する理解が促進し、景観検討がより多く実施され地域景観の底上げに貢献することが期待される。 ・ 観光地の「徒歩圏規模の観光地単位」「個々の滞在空間」「広域的な観光エリア」の 3 スケール区分において、観光地の魅力向上に寄与する空間デザイン手法について明らかにし、これに基づき観光地等の屋外公共空間の改善策の検討・設計、現状診断のための技術を構築。 ・ 成果をもとに北海道開発局（路側駐車帯・展望スペース）や自治体の景観まちづくり施策等、多数の技術相談等に対応し地域の魅力向上に貢献。今後取りまとめ公開する技術資料等を通じ、さらに多くの地域における魅力向上に貢献できる見込み。 ・ 数多くの技術指導を行い優良な事例がモデルケースとして示され、更に多くの地域の景観まちづくり施策などで成果の活用が期待される。 ・ 需要の少ない郊外部に適した低コストで合理的な設計手法（トレンチャーも含む）を提案し、技術資料を発行。電共マニュアルによる郊外部でのオーバースペックを是正、大幅な施工効率化とコスト縮減（試算では最大でコスト約半減）を可能とし、事業化の促進及び施工延長の延伸に寄与。 ・ R3 には、郊外部の電線共同溝において実施工を実施。浅層埋設に加え、角型 FEP 管やトレンチャーを採用し、更なるコスト縮減が可能となり、歩掛かり調査等にて実証できる見込み。 ・ 従来手法では実現困難であった農村自然域での無電柱化事業が可能となり、観光振興に繋がることが期待される。 ・ 土木施設毎の機能や立地、積雪地の景観変化を考慮した色彩設計技術を完成させた。これにより現場技術者が景観 4 色以外の景観に融和する色彩の選定が可能となった。 ・ 北海道の主要な樹種を対象に剪定良否を判断する指標の閾値を検証し、現場や写真等により管理者が簡易に剪定良否を判断できる指標を明らかにし、技術資料にとりまとめる。 ・ 景観重要樹木の維持管理の留意事項を整理し、剪定良否の評価手法と併せて既存技術資料を改訂する。 ・ 技術資料を新規 6 編、改訂 4 編発行。無電柱化および木材活用については関係分野で唯一の資料であり、社会的価値は顕著。 ・ 技術指導を多数、継続的に行っており、魅力ある地域づくりに大きく貢献。 ・ 「道の駅」の構想から計画設計、各段階における事前評価のプロセスを具体化し、コンセプト設定手法、施設設計技術、整備効果の評価手法など、計画設計や運営管理の改善に資する実践的技術を提案。R3 には自治体の協力を得て実際の「道の駅」での試行を行い、精度を向上させて発行する。技術資料を新規 7 編、改訂 2 編発行。 ・ 40 駅以上に技術指導を実施。構想段階からアドバイザーを務めた「道の駅」が既に開業し社会的に高評価を得ている（安平、上士幌）。今後も大きな貢献が期待できる。 ・ 全国で唯一、JICA と連携して多くの海外諸国に技術指導を実施。R2 以降はコロナ禍のため国際貢献が困難な中、オンラインで実施。 ・ 継続的な技術協力により、2 カ国に道の駅が完成、4 カ国（8 駅）で計画中。技術指導した日本人専門家が R3 に中米 2 カ国に派遣され、寒地土研と連携しながら整備計画が進む見込み。 ・ 技術指導により魅力ある「道の駅」が実現し、地域づくりの中核施設となる今後の「道の駅」事業に貢献することが期待される。 	<p>A</p>

<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"> ・ 景観・予測評価の研究の一環として、現場導入が進むBIM/CIMモデルを景観検討に活用する手法を明らかにしたことで、現場の省力化にも貢献する。 ・ 「公共事業の景観予測・評価に関する技術資料（BIM/CIM編）」として取りまとめ発行。 ・ 寒冷地における浅層埋設の研究結果が北海道の電線共同溝マニュアルに反映、大幅なコスト縮減に寄与（試算では0.5億円/kmの減：浅層埋設分のみ）。 ・ 試験施工を通じ、トレンチャー掘削の現場適用性を明らかにし、施工条件を記載した手引きを作成、寒地土研HPで公開。 ・ R3には、郊外部の電線共同溝において実施工を実施。浅層埋設に加え、角型FEP管やトレンチャーを採用し、更なるコスト縮減が可能となり、歩掛かり調査等にて実証できる見込み。 ・ 需要の少ない郊外部に適した低コストで合理的な設計手法（トレンチャーも含む）を提案。電共マニュアルによるオーバースペックを是正し、大幅な施工効率化とコスト縮減（試算では最大でコスト約半減）を可能とし、事業化の促進及び施工延長の延伸に寄与する。 ・ 無電柱化施工におけるトレンチャー技術の活用に関する成果普及と担当技術者との意見交換を目的に、現場見学会を開催。 ・ 剪定良否の定量評価には3次元樹形データが有効である事を示し、さらにAI画像診断を組み込めば街路樹管理を大幅に省力化する可能性を確認。次期計画での研究を検討中。 	<p style="text-align: center;">A</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) 期間を通じ、研究成果が地域の発展にどう貢献したのか、あるいは進めてきた研究が地域にどのようにこれから貢献していくのかを示すこと。景観を考えることの意義が分かる内容を希望する。
- 2) 成果は属人的な面もあるので、知や技術の継承、普及・拡大を踏まえること。今後の研究体制、研究環境、ならびに成果を活用する側の体制、環境の確保をどうしたら良いのか。これらを国の機関として幅広く議論してほしい。
- 3) 景観に関する公的研究組織が全国にない中で、こちらの研究が海外には大変貢献していることを十分知っているが、国内他地域に対してどのように展開していくのか。
- 4) 地域の個性を生かした景観形成と、公共インフラとしての全道的な景観形成は明確に仕分ける必要がある。自治体が持つ魅力を引き出すには、景観計画策定が必要であり、研究所の強みを活かしリーダーシップを期待する。
- 5) ポストコロナのインバウンド復活に向けて、より一層魅力的な目的地としての日本となっていくこと、それを北海道が先導することを大いに期待する。
- 6) 「道の駅」の「評価改善」とは既存の駅を改修し評価を上げることを指しているのか。新設について「改善」という用語が適切か。曖昧さを感じた。
- 7) 「道の駅」に関する国内外への技術指導は大いに評価。海外への技術指導が、その後どのような形で地域に根差しているかフォローをお願いしたい。

【対応】

- 1) 景観を考えたインフラ整備がどのように地域に貢献するか、国や自治体における理解の促進に繋げることや、効果の高い事例の実現への支援、好事例を紹介し更なる発展に繋げることなど、効果の最大化を見据えて成果を取りまとめたい。
- 2) ご指摘は重要なことなので、豊富な知見や行政経験を有する研究員と若手がペアを組むなど、技術の継承を図っているが、今後は論文や技術資料のみならず、Q&Aや解説、動画などをHPに掲載するなど「知のストックとその共有」に努めたい。また、今後の景観研究体制や環境、行政側の課題について、本省や開発局、有識者などとも議論していきたい。
- 3) 国総研と密に連携しながら本省の空間系の3つの委員会に参画しており、成果を国総研のチャンネルも活用して全国展開していきたい。また、美しい村連合やNPO無電柱ネット等の全国規模の民間団体とも連携しており、これらを通じた普及も引き続き行っていく。
- 4) 現在、複数の自治体の景観計画策定の委員になっており、直接的な技術支援を引き続き行っていきたい。また、ここで得た知見を元に、開発局や道庁との連携、政策面での支援なども通じ、その実現に努力したい。

- 5) 国の目指す国際競争力のある魅力ある観光地の形成に向けて、本プログラムの研究成果を高め、観光地の屋外公共空間や広域観光ルートなどにおいて、魅力の向上や価値の向上の実現に努めたい。
- 6) 「評価改善」とは、改修時だけでなく、新設時の計画・設計の各段階においても、その改善に繋げるものでもあるが、文言については、「各段階における事前評価のプロセス～（中略）～計画・設計、運営・管理の改善に資する実践的技術」と変更したい。
- 7) 中米に関しては、現地での候補地選定や計画策定状況など連絡を定期的にかけているが、ご助言を踏まえ、技術指導による沿道地域への効果などについては、さらにフォローアップしていきたい。

食料生産基盤整備分科会の評価結果及び主な意見と対応（年度評価）

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・保安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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2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"> ・ 既往データの少ない大区画圃場の整備前後の水稲の移植栽培・直播栽培の用水量の調査データが充実し、その分析から今後のかんがい排水事業の用水計画や施設計画に活用できる方向性が高まった。これらは、国が進める農地の大区画化・汎用化、効率的な農業基盤の形成に寄与するものである。 ・ コンクリート水路の補修材で、一般的な無機性材料では凍結融解作用が水流における耐摩耗性の低下を促すことを確認した。補修工法の設計等に反映することで、施設の長寿命化対策に寄与するものである。 ・ 北海道胆振東部地震（H30年9月）で被災した農業用ダムやパイプラインの復旧を進める段階において、復旧工法等に関する技術的指導・助言を行った。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。 ・ 国（北海道開発局）からの指導助言依頼49件と、突発事故対応要請2件に対応した。また、北海道開発局や農水省からの委員10件、幹事4件の委嘱を受け、国営農業農村整備事業の推進に寄与した。 	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"> ・ 大区画圃場における給排水ムラの対応策として提案した有材心土破碎の有効性が確認でき、成果を速やかに関係技術者・農業者に発信したことで、国営事業地区の事業効果発現の促進に繋がった。 ・ 「耐震設計の充実」などに係る改定を進める農水省の「土地改良事業計画設計基準（設計パイプライン）技術書」に、北海道胆振東部地震のパイプライン被害の要因解明と復旧対応を契機に「地震時動水圧」の研究結果が反映され、農業用パイプラインの耐震化の全国的な指針となった。 ・ パイプラインの地震時動水圧の事象解明に関する研究成果が、国営かんがい排水事業の実施地区の施設設計に反映され、耐震性の向上に繋がった。 ・ 開発中のコンクリート開水路の超高耐久性断面修復・表面被覆技術の実証試験現場（空知幹線開水路）において、農業農村整備事業の実務を担う北海道開発局技術職員や施設管理者である土地改良区職員等65名を対象に技術説明会を実施（R2.11.13）し、機械化施工の導入による効率化技術等の普及を行った。 	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〕	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大区画圃場の整備土工技術、地下水位制御システムの利用技術、大区画化水田の水管理技術は、国が進める農地の大区画化・汎用化の効果を最大化するための新たな視点での技術開発として成果の活用を見込んでおり、国営農地再編整備事業等で整備が先行する北海道での技術開発としての期待が大きい。 ・ 農林水産省の官民連携新技術研究開発事業による「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、一般的な補修材料の高度利用による汎用性と、新たな機械化施工導入による施工効率向上を確保するものであり、現場へ適応できる技術開発として達成している。 ・ 農業用パイプラインで発生する地震時動水圧の長期観測は全国的にも希少事例であり、その活用及び解析により、耐震化に繋がる新たな施設設計への反映や対策工法の開発が期待される。 ・ 北海道開発局への指導助言、農林水産省や北海道開発局の職員への研修等を通じて、研究成果の速やかな普及と活用を図り、国の農業農村整備事業の推進に寄与した。 ・ 各研究において、北海道開発局が行う国営農業農村整備事業で整備した農地・農業水利施設を活用し、事業に直結した技術提案を実施した（大区画圃場、農業用水路（開水路、パイプライン）、頭首工、鋼矢板排水路、肥培灌漑施設等）。 ・ 農水省食料・農業・農村政策審議会専門委員（農業農村整備部会）、農林水産省用水計画基礎諸元調査意見聴取会水田分科会委員、農林水産省土地改良事業計画設計基準パイプライン改定委員会准委員、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。 	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"> ・大区画圃場の整備土工技術では、R2年度に降雨後の施工開始の判断基準を策定した。これは、施工条件の厳しい北海道において、降雨後に適切なタイミングで施工することで効率の良い施工を実現し、工事の生産性向上に寄与するものである。 ・大区画転作圃場における地下灌漑技術では、R2年度に地下灌漑における有材心土破砕の有効性を示した。これは、効果的な地下灌漑を実現し、農産物の生産性向上に寄与するものである。 ・農水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」(H30～R2) は、従来の人力施工の水路補修に新たに機械化施工を導入し、施工効率の向上と人材不足の解消に対応する現場技術の開発である。R2年度に実用化に向けた現場実証試験、凍結融解試験による耐久性の確認を行い、新たな工法開発に至った。 ・毎年度一定数の特許実施(R1年度までに257件、9.9万㎡)がある「水路の更生工法」等は、FRPMパネルを活用した水路の補修工法であり、寒冷地における施工期間の短縮や掘削の困難な現場条件での施工に対応し、水路施工の効率化を実現している。 	<p style="text-align: center;">A</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開発で、降雨後のデータの取得が順調とあるが、土壌水分などの面的分布と日変動を評価するためにはどの程度の降雨量のパターンの検証が必要なのか。
- 2) 地下水位制御システムの利用技術に関して、地下灌漑が実施可能な圃場条件をどのように整理しているか。
- 3) 大区画圃場の水管理技術に関して、整備済み・移植に比べて、整備済み・乾直の用水量は増大している。「乾田直播となることで用水量が増大する」ということであれば、用水計画、河川協議（水利権更新）等において非常にインパクトがある。この用水量の増大は何によって生じているか。
- 4) 圃場の大区画化は行われているが、用排水路や水口のレイアウトは変わっていない。欧米の施設に比べると施設が多くコスト高に繋がっている。こうした新たな大区画圃場に関する課題にも取り組んでもらいたい。
- 5) 農水省のマニュアルでは耐用年数は20年と定められている。20年を超える耐用年数を有する補修工法を提案することが必要である。他の選択肢も提示して、比較可能にするような提案も必要である。
- 6) 肥培灌漑の課題について、曝気に伴う泡の溢流は大きな問題であるが、メカニズムがよくわかっていないため、泡の制御方法は経験に頼っているのが実情である。この研究課題では、実験室でパラメータを変えた実験を行い、また、実際の現場にカメラを設置してデータを記録している。これらの研究成果を発信していくことが重要である。
- 7) 自己評価（年度評価）において、省エネ型糞尿調整システムと水質解析モデルに対する評価が①～④の中に反映されていないように思う。
- 8) 全体的に各種技術開発の成果については高く評価できる。年度評価、見込評価において、今期の研究において新たに発生した課題を、次期の研究計画に活かして、着実に実行されるように努めていただきたい。また、今期の研究成果を踏まえた長期的なビジョンに基づいて、次期研究計画を策定してほしい。

【対応】

- 1) 現時点では10mm以下、10～20mm程度、20mm以上の降雨データが検証できれば良いと考えている。これまで、粘土分の少ない圃場では、10mm以下、20mm以上の降雨データが、粘土分の多い圃場では、20mm以上の降雨データが調査できている。引き続きデータを取得し、評価精度の向上を目指したい。
- 2) 地下灌漑が実施可能な圃場条件は、畑地浸入能や負圧浸入計を用いた透水性を整理する予定である。
- 3) 整備済み移植および整備済み乾直の用水量の違いについては、第1に乾田直播は代かきを行わないことによる圃場浸透量の増大が考えられる。その他、栽培管理用水量、表面流去量の差によることも考えている。そのデータの分析および原因の特定は今後実施していきたい。
- 4) 本研究成果の取りまとめに際して、大区画圃場における水利施設の規模、数、配置などの適正化に関して検討する。さらに、この課題は、次期の水田研究においても取り組んでいきたい。
- 5) 工法選定の場面では、LCCを算定する際に耐用年数が20年である補修工法を選定できない場面が生じている。本研究では、20年を超える工法を開発して、選定可能な補修工法を開発したいと考えている。

- 6) 今後成果をとりまとめ、研究成果の発信につとめたい。
- 7) 自己評価（年度評価）の理由には、評価のポイントとなる代表的な事項のみを挙げている。そのため、ご指摘いただいた研究に関する事項は、年度評価の理由に記載していないが、両研究の内容や達成度合は自己評価において確認している。
- 8) 今期の研究成果をとりまとめ、新たに生じた課題について、次期の研究計画に反映していきたい。また、寒地土研の長期的なビジョンを検討・確認し、関係者間において共有を図りながら、次期研究計画を策定したい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	R2 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】「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"> ・ 漁港水域の有する保護育成機能の魚類利用を確認できたことは、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。 ・ 漁港水域の餌場機能強化に有効な機能強化礁の設置場所や隙間サイズによる魚類の利用状況を確認できたことから、これらの整備により機能強化が見込め、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。 <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"> ・ 漁獲調査により沖合構造物の餌料培養効果を解明し、構造物の平面配置に対応した流況解析手法を構築したことは、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。 <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）、「漁港ストックの活用」（H29 漁港漁場整備長期計画）に適合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 稚ナマコの適正な放流サイズが定着率等に及ぼす影響を把握したことは、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。 ・ 食害生物（オオヨツハマゴニ）による捕食回避が見込める稚ナマコ密度の解明は、放流効果の向上に活用され、漁港水域を再活用するための指標として貢献。 	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>【技術指導を通じて、研究で得られた知見を関係者に提供し、それぞれの活動を支援】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 留萌管内のナマコ資源の活性化、漁業者の所得向上に向け、産官学が連携した「ナマコ資源活性化プラットフォーム」が設立され、研究成果について報告を実施。 ・ 後志管内において、小樽開発建設部が設置した「管内地域磯焼け対策意見交換会」において、深刻化する磯焼けに関連して調査手法（廉価版 ROV を用いた寒冷域漁港での魚類モニタリング手法等）の指導、意見交換等を実施。 ・ 沖合域の人工魚礁の餌料培養メカニズム解明とモニタリング手法について、北海道庁と意見交換を実施。 ・ 魚カウンターについて、アユやコイの移動数計測への応用可能性等について、指導を実施。 	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"> ・漁港静穏域の避難場機能や餌場機能の重要性に加え、餌場機能を支える栄養塩供給の場であることが確認できたことは、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。 ・漁港静穏域でのアサリ垂下養殖における、收容個体数や籠固定による成長の違いを確認できたことは、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。 ・効果的なナマコ種苗放流に関する技術開発や食害生物（オオヨツハマガニ）による捕食の影響の明確化は、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。 <p>【技術指導／成果の普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漁港水域等を活用した増養殖の手引き（R2年9月水産庁）に寒冷海域の漁港水域の保護育成機能に関する研究結果が引用され、社会的価値の創出に貢献。 ・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水域での廉価版 ROV を用いた魚類モニタリング手法を紹介し、市町村からの更なる情報提供依頼への対応したほか、成長戦略会議で議論され水産庁において取り組んでいるスマート水産業にも資するものであり、行政施策等の推進に貢献。 	<p>A</p>
<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>	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保護育成機能調査のために廉価版 ROV を用いた魚類モニタリング手法の提案により、現地計測コストの縮減（省力化）に貢献。 ・稚ナマコ放流後の生残率を高めるための食害防止礁について、実用化に必要な知見を蓄積することにより、漁港内水域における生産性が向上する見込。 <p>【共同研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北海道立総合研究機構との「アサリ垂下養殖技術に関する研究」の成果をとりまとめ、新たな現場技術を早期に提供。 	<p>A</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) 寒冷海域の生態系全体の生産力の底上げと栽培漁業の支援による漁業地域の振興は、我が国水産業の底支えとしても極めて重要な課題である。本研究プロジェクトでは、これらの喫緊の諸課題がよく整理されており、多くの課題で目標を達成していると認められる。今後は、これらの技術を社会実装するにあたっての問題点や課題を整理し、次期中長期計画の策定とともに、水産基盤整備事業が着実に実施されるよう進めていただきたい。また、これらの成果が今後学術論文として公表されることを期待する。
- 2) 港内静穏域の保護育成機能に関して、港内より港外の方が小型魚の出現頻度が高いのは、港内の保護育成効果の考え方に反するのではないか。
- 3) 構造物の表面積や隙間の大きさで生息する魚種が異なることが確認された。その理由は何か。
- 4) アサリの餌場機能の説明では、評価指標の妥当性がよくわからなかった。
- 5) 人工魚礁ブロックの設置により、流速が低減する滞留域はブロック 1 基でも 20m 以上に及ぶことが分かり、魚類の餌料である底生生物（環形動物）の生息密度が魚礁区で高い結果と整合することを示したことは評価できる。
- 6) 新たな食害防止礁の詳細を説明に加えてほしい。食害防止礁では、放流種苗が 2cm より小さいサイズでも高い生存率に寄与したことを発見し、国際学術誌に投稿していることは評価できる。
- 7) 稚ナマコの餌環境を明らかにしたとあるが、条件の説明がなくわかりづらいため、現地の環境と微細藻類の種類の関係を示した方がよいのではないか。また、整備技術として実用化に向けた視点を示すと良いのではないか。
- 8) サケ科魚類の遡上では距離が大きな直線型魚道よりも距離が小さな屈曲型魚道の方が遡上最盛期の日あたり遡上数が約 1.5 倍増加することを示しており評価できる。
- 9) 河川の魚類の遊泳負荷について、ウトナイ堰では 9 月に遡上中止個体が多く、10 月は少なくなっているのは流速の大小に関係しているのか。9 月と 10 月でトキサタ堰では中止個体数に変化がないのはなぜか。

【対応】

- 1) 今後も研究を進捗させて、目標を達成するとともに、次期中長期および事業実施に繋げるよう進めていきたい。また、得られた研究成果は、今後も学術論文として公表していきたい。
- 2) ここでは、港内は 2 地点の合計、港外は 1 地点の出現頻度を表しているが、体長の階級頻度を比較しよ

うとしたものではなく、港内は産仔可能な成魚が見られず、幼魚の保護育成場になっていることを示したものである。

- 3) 設置場所や隙間サイズにより観察される種が異なった理由として、種ごとの体長や生活様式、周辺環境の影響を考えている。継続調査を実施しており、今後要因を明らかにしていきたい。
- 4) これまで寒冷域漁港での基礎生産に関する知見が乏しかったことから、現地実験結果から基礎生産の推定式を構築し、炭素を基準とした評価手法を構築する予定である。
- 5) 底生生物(餌料)の生息密度は流速が小さいほど高い傾向にあることが多くの既往研究でも確認されているため、今回の魚礁ブロックによる滞留域が現場の底生生物の分布密度を高めるように作用していると考えている。
- 6) 新たな食害防止礁については、特許も含め取り扱いについて検討していることもあり詳細には記述していないが、特に高い捕食圧が認められた食害生物の侵入防止機能について検討を進めており、実用化に向けた一層の取り組みを進めたい。得られた成果については、査読付きの学術誌等で発表していきたい。
- 7) ナマコ種苗放流礁(貝殻表面)に形成されたバイオフィルム中の微細藻類と稚ナマコの糞を採取、分析した結果、ある特定の珪藻が稚ナマコに利用されていた。整備技術の実用化に向けた視点は、稚ナマコの餌料の探索によって、礁内の餌環境を最適化する技術を開発することと考えている。
- 8) 距離が異なることが遡上数の違いに関係するのかは、今回のデータからは明らかにできないが、その仮説を明らかにできるようなデータをとる機会があれば対応したい。
- 9) 9月には降水による流速の大きな時期があったことから遡上中止した個体が多くなった。一方、トキサタ堰は上流側であり降水の影響を受けにくかったため、月別の流速の大きな違いがなく遡上中止個体数には変化がなかったものである。

食料生産基盤整備分科会の評価結果及び主な意見と対応（見込評価）

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・ 保安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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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"> ・ 大区画圃場の整備土工技術、地下水位制御システムの利用技術、大区画化水田の水管理技術の開発は、国が新たに決定した「食料・農業・農村基本計画（R2.3.31）」に示す農地の大区画化・汎用化の促進に必要な新たな基盤整備技術として寄与しており、国営農地再編整備事業等の基盤整備事業の計画・実施に研究成果の活用を見込んでいる。 ・ 農業水利施設の複合劣化を対象とした診断・評価方法の構築、補修・補強工法の開発では、年数や工法の違う多数の供用中の補修水路の劣化分析から凍結融解抵抗性の違いを推定し、また耐久性の高い補修・補強工法を開発した。更新需要が急増する農業水利施設の整備促進に繋がる有用な成果が得られた。 ・ 北海道胆振東部地震（H30.9）において、国の要請を受け、発災直後から農業水利施設の被災状況調査、ダム安全性確認を行い報告した。また、特に甚大な被害を受けた農業用パイプラインについては、当所が取り組む地震時動水圧に関する研究の新たな知見から破損の原因究明や復旧工法の検討を行い、施設の耐震性向上と早期の復旧に繋がった。 ・ SWAT（水質解析モデル）の適用性を向上し、国が酪農地域で進める環境保全型かんがい排水事業の水質改善効果の評価を可能にした。国営事業の計画策定や実施地区の環境評価等での活用が見込まれる。 ・ 農林水産省が農業生産に関わる喫緊の課題対応を進める委託プロジェクト「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」で、「豪雨に対応するための圃場の保水・排水機能活用手法の開発」に参画し、「分布型土壌侵食・土砂流出モデルによる圃場管理技術の土壌流亡抑止効果の評価」についてとりまとめた。 ・ 国（北海道開発局）からの指導助言依頼約 50 件／年、及び突発事故等案件の技術対応の要請に対応した。また、北海道開発局や農林水産省からの委員 11 件、幹事 4 件の委嘱に対応し、国営農業農村整備事業の推進に寄与した。 	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"> ・ 農林水産省の「土地改良事業計画設計基準（計画 農業用水（水田）技術書）」に、水稻直播栽培拡大時の用水変化と用水計画手法の成果が掲載され、全国的に増加する直播栽培に対応した水田の用水計画への指針となった。 ・ 大区画圃場の転作作物へ灌漑を行う際の地下水位制御技術に関する研究において、少雨で推移した R1 年度は、播種後に干ばつ状態が発生した農地で貴重なデータが得られ、干ばつで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。また、R2 年度は、給排水ムラの対応策として提案した有材土土破碎の有効性が確認でき、成果を速やかに関係技術者・農家に発信することで、国営事業地区の事業効果発現の促進に繋がった。 ・ 農林水産省の「土地改良事業計画設計基準（設計 パイプライン）技術書」に、地震時動水圧の研究成果が反映され、農業用パイプラインの耐震化の全国的な指針となった。 ・ 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）】（案）」に、研究で解明した鋼矢板排水路の性能低下機構が掲載され、対策技術の全国的な指針となった。 ・ 農業水利施設の大規模災害時のリスク管理手法の研究成果は、国が H30 年度から集中的に進める農業水利施設の BCP の整備に合わせ、北海道開発局及び施設管理者（市町村・土地改良区）へ説明・提案し、活用が図られた。 ・ H28 年 8 月の北海道大雨災害、H30 年 9 月の北海道胆振東部地震災害において、農地・農業水利施設の被災状況の調査を行い、北海道開発局や施設管理者へ報告した。また、農業農村工学会の報告会、学会誌等を活用し、技術者への情報発信を行った。 ・ 酪農地域において国営事業で整備された肥培灌漑施設の効率的な運転方法や、家畜ふん尿曝気時の泡の発生対策に関する研究成果について、事業者である北海道開発局や事業実施地区の農業者に直接説明し、既に稼働中の施設で実証的な活用が図られた。 	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>	<ul style="list-style-type: none"> 大区画化圃場の整備土工技術、地下水位制御システムの利用技術、大区画化水田の水管理技術は、国が進める農地の大区画化・汎用化の効果を最大化するための新たな視点での技術開発として成果の活用を見込んでおり、国営農地再編整備事業等で整備が先行する北海道での技術開発としての期待が大きい。 大区画化水田の水管理技術では、直播栽培の導入など栽培方式の変化、地下灌漑など取水方式の変化、情報化技術の導入による取水管理の変化など、多様で急激な変化に対応した水管理技術を開発しており、これまでの取水実測データの蓄積と分析が今後の技術開発に果たす役割が大きい。 農林水産省の官民連携新技術研究開発事業に参画し、研究で得られた知見を活用して社会に求められる新技術の開発（泥炭地等軟弱地盤における農業用パイプラインの新たな管種の適用性検証）を行った。JIS規格「ガラス繊維強化ポリエチレン管システム（JIS K 6799-1～3）」としてH30年10月に制定され、泥炭地等軟弱地盤での適用を想定した新たな管種となった（農林水産省の基準に反映され、設計・施工マニュアルを作成し普及）。 農林水産省の官民連携新技術研究開発事業による「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、一般的な補修材料の高度利用による汎用性の確保と、新たな機械化施工導入による施工効率向上を確保するものであり、現場へ適応できる技術開発として達成している。 軟弱地盤、低湿な水田地帯で多用されている鋼矢板排水路で、多数の現地調査から経過年数と腐食量の関係を明らかにした。施設の適切な維持管理や長寿命化、更新整備技術につながる重要な成果であり、同種の施設の多い北陸地方などでも活用される。 農業用パイプラインで発生する地震時動水圧の長期観測は全国的にも希少事例であり、その活用及び解析により、耐震化に繋がる新たな施設設計への反映や対策工法の開発が期待される。 国の地域整備方向検討調査において、適用性向上を進めてきた土砂流出推定モデル（USLE式とWEPPによる）の適用を指導した。国営農地防災事業等で構想する農地整備のために必要な土砂流出被害の定量化に開発した手法の活用が見込まれる。 北海道開発局への指導助言や、農林水産省、北海道開発局の職員への研修等を通じて、研究成果の速やかな普及と活用を図り、国の農業農村整備事業の推進に寄与した。 用水路の補修に関する現地講習会や、開発技術に関して地方講習会で講演等を行い、成果の普及・活用に務めた。 農林水産省食料・農業・農村政策審議会専門委員（農業農村整備部会）、農林水産省用水計画基礎諸元調査意見聴取会水田分科会委員、農林水産省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。 	<p>A</p>
<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"> 大区画圃場の整備土工技術は、施工条件の厳しい北海道において、降雨後に適切なタイミングで施工することで効率の良い施工を実現し、工事の生産性向上に寄与するものである。 大区画転作圃場における給排水ムラの解消など高度な地下灌漑利用技術は、作物に必要な水分を適切に供給することを可能とし、農作物の生産性向上に寄与するものである。 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」（H30～R2）は、従来の人力施工の用水路補修に新たに機械化施工を導入し、施工効率の向上と人材不足の解消に対応する現場技術として開発に至っており、生産性向上に寄与する技術として現場への適用が見込まれる。 毎年度一定数の特許実施（R1年度までに257件、9.9万㎡）がある「水路の更生工法」等は、FRPMパネルを使用した水路の補修工法であり、寒冷地における施工期間の短縮や掘削の困難な現場条件での施工に対応し、水路施工の効率化を実現している。 	<p>A</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) 大区画化圃場の整備工法の研究開発において、圃場の地耐力を調べることで、降雨後、施工に適さない期間が何日になるかを簡単に求める方法（評価手法）の確立は評価できる。今後、評価の結果、相当長い期間施工できない可能性が高い地区に対して、どのように対応するのか検討するとよい。
- 2) 土壌水分とトラクター走行の関係は古くから多くの研究があり、コンパクション（土壌の圧縮）による土壌劣化を定量的に評価する重要な研究である。また、土壌劣化は、侵食抑止のためにも解決しなければならない問題であり、工事中の濁水防止の観点からも大事である。今後、既往の研究との関係を整理しながら最終的な成果に結びつけてほしい。
- 3) 地下水位制御システムの利用技術に示す「地下灌漑を実施可能とする圃場条件を整理し提案する見込み」とは、有材心土破碎を行うと地下水位が問題なく上昇することを提案するということなのか。
- 4) 「周辺水文環境と調和した灌漑排水技術」に関して、当該調査地区のパイプライン化によって、どのエリアが流出量減少の影響を受けるのか、あるいは逆に、保全すべき湿地があったとして、どのエリアの水田群のパイプライン化が問題になりうるか、比較的広めの流域でマップを作成すると、研究成果が環

境保全に貢献しているのがわかりやすくなる。

- 5) 「超高耐久性断面修復・表面被覆技術」の経済性をどのように評価しているか。
- 6) ふん尿調整システムの研究課題のタイトルは「省エネルギー型」となっており、消費電力についてどの程度削減できるのかについてもわかりやすく述べてほしい。
- 7) 「水質解析モデルによる大規模酪農地帯の水質環境対策手法の提案」では、SWAT を超えるモデルの提示が本プロジェクト終了後にできるような基盤作りを目指して欲しい。
- 8) 胆振東部地震の時に寒地土研は速やかに対応した。同様に、コロナ禍における農業部門の影響に対応すべきことはないか。こうしたイレギュラーに発生した問題を随時、年度計画に反映できるような仕組みがあると良い。また、情報化技術などの進歩は日進月歩であるので、そうした技術についても年度計画に柔軟に取り入れられると良い。
- 9) 地球温暖化抑止に貢献するような環境保全型農業に関する研究開発に期待したい。
- 10) 研究成果は、論文にして海外にも発信し、その成果をもとにマニュアルを作成していただきたい。また、研究成果を発信するためのシンポジウムを開催してはどうか。
- 11) 我が国の食料供給力強化に資するために、多くの新技術を活用した生産基盤の整備を効果的に進めるための研究課題を打ち立てており、組織化された研究体制が構築され、研究及び技術開発の進展が著しいと認められる。
- 12) 研究開始以来5年間の研究進展はめざましいが、最終とりまとめに向けて特に要望したい点は、本研究プロジェクトが「積雪寒冷地」での農業生産基盤の画期的な整備発展にあることを再確認して、今後の10年単位での気候変動影響を予測して各種の整備技術の提案を行って欲しい。
- 13) 全体的に各種技術開発の成果については高く評価できる。年度評価、見込評価において、今期の研究において新たに発生した課題を、次期の研究計画に活かして、着実に実行されるように努めていただきたい。また、今期の研究成果を踏まえた長期的なビジョンに基づいて、次期研究計画を策定してほしい。

【対応】

- 1) 今後、得られた指標が現場の実態とかけ離れる場合は、施工前後の比較で施工前と同程度に土壌物理性が維持される土壌水分を判断指標とするなど工夫したい。
- 2) 本研究で得られた指標は、表土はぎ・表土戻しの施工を伴う現場での活用が見込まれるものである。データの蓄積も進んでおり、今後、既往の研究と比較できる点について精査するなど研究成果の精度向上に努めたい。
- 3) 調査の結果、地下水位の上昇に有材心土破碎を必要とする圃場と必要としない圃場があった。そのため、その違いを整理して有材心土破碎等の対策の要否を決める圃場条件を提案することである。
- 4) 研究成果を取りまとめる際は、水田地帯のどのようなエリアで、圃場整備により流出量や水質に影響が生じるか、周辺環境と調和した灌漑排水技術をどのように配置するかについて、面的に分かるように示したい。
- 5) イニシャルコストを上げることで市場競争性を失っては意味がないと考えている。経済性は維持したまま、高耐久化を図っている。
- 6) 成果の最終とりまとめ時には、推奨されている施設運転方法と比較した消費電力の削減量を示し、省エネルギー型ふん尿調整システムを提案する。
- 7) SWAT を道東酪農地帯に適用するための基盤として、地域特有の土地利用の設定や営農管理スケジュールの設定を重視しており、将来の気候変動下での水質環境対策の提案を目指している。
- 8) 地震や豪雨などの自然災害に対しては、今後とも速やかに対応していく。同様に、コロナ禍における農業部門の情報に注視している。こうした突発的な災害や日進月歩の新技術に関する調査・研究を、現行の研究計画に随時取り入れていけるように努めていきたい。
- 9) 現在、農地から放出される温室効果ガスを計測し、環境への影響を評価している。次期研究計画においても環境保全型農業への貢献に積極的に取り組んでいきたい。
- 10) 本研究プログラムにおいて、英文による発信が有意義である研究成果に関しては、積極的に国際学会で

の発表および国際的な学術雑誌への投稿を目指す。国内外の学術雑誌に掲載された論文を基礎に、マニュアルを作成するように努めたい。研究成果を発信するためのシンポジウムや講習会には、これまでも積極的に参加しているが、必要に応じて、本研究所企画のシンポジウム等の開催を検討したい。

- 11) 国や自治体、大学、研究機関との連携を図り、寒地土木研究所の組織的な強みを活かして、今後とも寒冷地土木技術の開発に尽力していきたい。
- 12) 現在の課題解決だけでなく、将来を見据えた提案をしていくことが重要であると認識している。ご指摘のとおり、あらためてそのことを念頭に、最終年度の研究成果の取りまとめと提案を行っていきたい。
- 13) 今期の研究成果をとりまとめ、新たに生じた課題について、次期の研究計画に反映していきたい。また、土研の長期的なビジョンを検討・確認し、関係者間において共有を図りながら、次期研究計画を策定したい。

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、質疑応答後、評価委員による評価・審議がなされ、以下の評価結果となった。

評価項目	中長期期間中の主な成果・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>【沿岸施設の水産生物保護育成機能の評価技術開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水産資源の維持・保全のための評価手法は、漁港漁場整備事業の事前の事業評価に利用可能であり、漁港の整備等事業の推進に貢献。 ・漁港内の水域の餌場、隠れ場、放流場としての保護育成機能の評価は、水産庁が推進する「漁港ストックの活用」の方向性に合致。 ・第4期中長期計画開始後に策定された漁港漁場整備長期計画(H29~R3)において新たに盛り込まれた「静穏水域を増養殖場として活用する漁港ストックの活用」については、既に現中長期計画の中で取り組んでいるものであり、より高度な成果が得られる見込。 ・簡易海底創出礁を使用したコンクリートブロック上の底生物の出現により、餌場機能強化の有効性が確認でき、「沿岸環境悪化要因を把握した上での回復対策」に貢献。 <p>【沖合海洋構造物等の増殖機能に関する効果予測技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖合域において収集された、底質、水質、蛸集生物に関するデータから解明される餌料環境と生物蛸集のメカニズムの把握は「沖合漁場の整備効果把握」に適合。 ・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の解明、流動モデルによる魚礁ブロック周辺の流速分布の把握は、沖合漁場施設の整備に向けた増殖機能の定量化に重要であり、「沖合漁場整備による効果の的確な把握」に貢献。 <p>【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構築】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稚ナマコの漁港港湾水域への放流にあたっての、放流密度や放流サイズが定着・生残に及ぼす影響の解明は、「漁港の静穏水域を増養殖の場としての活用」に適合。 ・食害生物(オオヨツハマガニ)による捕食速度や、捕食回避が見込める稚ナマコサイズの解明は、漁業者による放流適正環境の把握や放流手法の高度化に活用され、「漁港水域を再活用」に貢献。 <p>【水産有用魚種の自然再生産を目指した河川・沿岸構造物の評価手法の構築】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流域全体での定量的な魚類行動の把握のための魚道の流速計測と遡上中止行動の関係の解明は、漁獲量の安定化に資する水産有用魚種の自然再生産に必要な技術開発であり、「サケの漁獲量の安定化」等に貢献。 	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>【技術指導を通じた成果の創出、技術の普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・適時に研究成果をとりまとめ、行政機関や漁業者等による技術活用に資する。 ・「寒冷地における自然環境調和型沿岸構造物ガイドブック」に反映する内容を取りまとめ。 ・大規模漁場整備による生産力向上効果に関する評価手法について、新たに技術マニュアル「沖合漁場整備手法マニュアル（仮称）」として取りまとめ。 ・「漁港を活用したマナマコ種苗放流に関するマニュアル」（仮称）を取りまとめ。 ・「水産環境整備手法マニュアル」（仮称）を作成し、研究で得られた成果を反映。 <p>【技術指導を通じて、研究で得られた知見を関係者に提供し、それぞれの活動を支援】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・留萌管内のマナコ資源の活性化、漁業者の所得向上に向け、産官学が連携した「マナコ資源活性化プラットフォーム」が設立され、研究成果について報告を実施。 ・後志管内において、小樽開発建設部が設置した「管内地域磯焼け対策意見交換会」において、深刻化する磯焼けに関連して調査手法（廉価版 ROV を用いた寒冷域漁港での魚類モニタリング手法等）の指導、意見交換等を実施。 ・沖合域の人工魚礁の餌料培養メカニズム解明とモニタリング手法について、北海道庁と意見交換を実施。 ・札幌ワイルドサーモンプロジェクト、道興建設、札幌河川事務所と共同で、豊平川サケ産卵場の改善工事の方法について現地指導を実施。 ・魚カウンターについて、アユやコイの移動数計測への応用可能性等について指導を実施。 	<p>B</p>
<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"> ・漁港の高波浪からの避難場機能や餌場機能を確認し、魚類の利用等行動特性を解明。 ・魚類や二枚貝（アサリ）の保護育成機能に関して、漁港等沿岸施設が有する高波浪からの避難場や静穏、餌場機能の評価手法を構築見込み。 ・現場条件の厳しい沖合海域での底質・水質・餌料生物等の調査を行い、これらのデータから餌料培養効果に基づく人工魚礁による漁場生態系評価手法を構築見込み。 ・オオヨツハマガニによる稚マコ捕食速度を世界で初めて確認すること等により、マナコ生息場として利用される漁港内環境の解明、稚マコの定着・生残に必要な環境、減耗要因を解明し、漁港水域の種苗放流最適環境評価技術を構築見込み。 ・中型魚類（イワナ）の移動数の自動計測装置を我が国で初めて開発することにより、流域の行動把握手法、遊泳負荷（流速）による構造物評価手法を構築見込み。 ・水産生物の餌場機能を強化するための沿岸構造物の表面積や隙間を増加させる技術や、港内養殖での垂下籠固定技術の開発。 ・沖合域における人工魚礁ブロックの配置技術を開発見込。 ・食害防止礁の設計、設置技術の開発。 ・効果的な魚道として、落水位置等が調整可能な構造を検討するにあたり屈曲型魚道の開発をすることにより、河川・沿岸構造物改善技術を開発見込。 <p>【技術資料等成果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖合域の人工魚礁群における漁場生態系評価手法を構築し、「沖合漁場整備手法マニュアル（仮称）」をとりまとめ予定。 ・漁港内のマナマコ放流について、食害や放流密度等を考慮した「漁港を活用したマナマコ種苗放流に関するマニュアル（仮称）」と取りまとめ予定。 ・魚類の河川遡上計測手法、遊泳負荷（流速）による河川・沿岸構造物評価手法を構築する見込み。 ・水産生物の避難場、餌場機能に関する「沿岸構造物における保護育成機能の強化技術マニュアル（仮称）」を作成の見込。 ・効果的な魚道への改良に資する「水産環境整備手法マニュアル（仮称）」を作成の見込。 <p>【成果の最大化取組—技術指導、成果普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「漁港水域等を活用した増養殖の手引き（R2年9月水産庁）」に漁港水域の保護育成機能に関する研究結果が引用され、広く公開。 ・北海道開発局が開催する「小樽管内地域磯焼け対策意見交換会」で漁港水域での廉価版 ROV を用いた魚類モニタリング手法を紹介し、市町村からの更なる情報提供依頼への対応したほか、成長戦略会議で議論され水産庁において取り組んでいるスマート水産業にも資するものであり、行政施策等の推進に貢献。 ・サケカウンターの移動数計測技術が、「SALMON 情報」（水産研究・教育機構発行）で紹介。 ・これまでに得られた知見を「寒冷地における沿岸構造物の環境調和ガイドブック」（北海道開発局・北海道監修）に反映させ、自然環境調和型沿岸構造物の評価等に貢献。 ・効果の高い魚道整備手法の提案により、地域に受け入れられやすい河川整備計画の策定に貢献。 	<p>A</p>

<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>	<p>【研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動化等による生産性向上 ・保護育成機能調査のために廉価版 ROV を用いた魚類モニタリング手法を提案したことは、現地計測コストの縮減（省力化）に貢献する。 ・ROV を使用した採水と採泥の手法を開発し、水深の深い沖合構造物のごく近傍での調査を可能にしたことは、調査の効率化と安全性の向上に貢献。 ・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。 ・形状可変型魚道の開発により、新たに整備しようとする魚道の効果確認が短期間、低コストで可能となり、精度の高い魚道整備に貢献。 ・水産資源の生産性向上 ・海底創出や表面積を増加させる機能強化礁により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、漁業生産の向上に貢献。 ・高い生残率に寄与する稚ナマコ放流手法を導入するほか、稚ナマコ放流後の生残率を高めるための食害防止礁について、実用化に必要な知見を蓄積することにより、費用対効果の高い漁業生産に貢献。 <p>【共同研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北海道立総合研究機構との「アサリ垂下養殖技術に関する研究」の成果をとりまとめ、新たな現場技術を早期に提供。 	<p>A</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) 順調に研究が進行しており、目標は達成できると考える。海外の関係機関等との協力関係の構築も非常に大切なことから、国際シンポなどを開催するなど具体化させてほしい。
- 2) 漁港と環境が近い場所を比較しての評価が重要。物質循環を数値化して評価し、定量化のスケールを明らかにした形で示してもらいたい。漁港の新しい機能を定量化して、現中長期計画での成果全体をうまく連携させて次期計画につなげてもらいたい。
- 3) アサリ養殖について、漁港によって利用条件が異なることから、漁業者が現場で使えるような、より実用的なものとしてほしい。
- 4) ナマコ放流時の餌環境と密度について、個別の漁港でのデータから一般化をする際には注意してほしい。
- 5) 漁業関係者への普及も極めて重要な課題である。マニュアルの作成に当たっては、専門用語を一般的な用語に言い換えるなどわかりやすいものを作成してほしい。また、マニュアルを作成するだけでなく、講習会の企画や普及機関との連携など、成果の最大化を行ってほしい。

【対応】

- 1) 今後も研究を進捗させて、目標を達成したい。今後は、海外の関係機関等との協力関係の構築も検討していきたい。
- 2) 保護育成機能のうち、餌場機能の評価に関しては、他海域との比較を行う予定であり、寒冷海域の特徴を明らかにしたいと考えている。漁港に似た環境との比較や、物質循環も含めたその他の漁港の評価に関しては、環境条件の違いを明確にして漁港の生態系評価をできるだけ数値化することを次期中長期計画で取り組みたい。
- 3) 蓄養施設の整備などを利用した籠が固定できる条件で検討しており、籠固定の条件が明らかになったことから、漁業者による実用的な籠固定方法を提示したい。
- 4) 成果の一般化に向けた取り組みとして、福島漁港のみでなく調査漁港を増やし取り組んでいる。また、餌環境の観点からの礁内環境の最適化という視点を念頭に入れて整備技術としての実用化を進めたい。
- 5) わかりやすい用語でマニュアルを作成し、マニュアルを活用した講習会の企画などの技術の普及に努め、事業化に繋がるよう取り組みたい。