## 3　活力ある魅力的な地域・生活への貢献

### （１）　評価指標

表-1.1.3.1　「活力ある魅力的な地域・生活への貢献」の評価指標および目標値

| 主な評価軸 | 評価指標 | | 目標値 | 令和 6 年度 |
|---|---|---|---|---|
| 成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか | 土木研究所に設置された評価委員会により、妥当性の観点、社会的観点、生産性の観点、研究開発成果の最大化の観点（他機関との連携、成果の普及・行政への技術的支援、国際貢献）について、総合的な評価を行う。 | | B 以上 | A |
| 成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか | | | | A |
| 成果・取組が生産性向上・変革に貢献するものであるか | | | | A |
| 研究成果の最大化のための具体的な取組みがなされているか | | | | S |
| | | ＜他機関との連携＞<br>〇共同研究件数 | 24 件以上 | 17 件 |
| | | ＜成果普及・行政への技術的支援＞<br>〇講演会・説明会等の聴講者数（WEB 参加者含む） | 4,300 人以上 | 12,562 人 |
| | | 〇技術基準類への成果反映数 | 4 件以上 | 5 件 |
| | | ＜国際貢献＞<br>〇国際的委員会等への参画者数 | 9 人以上 | 3 人 |

## （２）　モニタリング指標

表-1.1.3.2　「活力ある魅力的な地域・生活への貢献」のモニタリング指標

| 主な評価軸 | モニタリング指標 | 令和 6 年度 |
|---|---|---|
| 研究成果の最大化のための具体的な取組みがなされているか | 招へい研究員の全数 | 1 人 |
| | 交流研究員受入数 | 9 人 |
| | 競争的資金等の獲得件数 | 9 件 |
| | 現場調査実績 | 394 件 |
| | 技術資料の策定・改定数 | 0 件 |
| | 論文・雑誌等の発表数 | 295 件 |
| | 施設見学者数等 | 2,013 人 |
| | 技術支援実績 | 517 件 |
| | 災害支援実績 | 4 件 |
| | 委員会・研修講師派遣数 | 298 件 |
| | 国際会議での講演数 | 5 件 |
| | 国際協力機構等と連携した研修受講者数 | 16 人 |

## （３）　外部評価委員会で評価された主要な成果・取組

表-1.1.3.3　「活力ある魅力的な地域・生活への貢献」の主要な成果・取組

| 評価軸 | 令和 6 年度の主要な成果・取組 |
|---|---|
| 成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか | **研究開発プログラム(10)　気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発**<br>・八潮道路陥没事故対応における下水の河川への緊急放流に際し、放流水の水質改善に関する技術支援により、迅速かつ安全な緊急放流と周辺地域の安全・安心に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(11)　地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発**<br>・道路舗装において水平振動ローラによる転圧およびポリマー改質アスファルトH型-F の使用が積雪寒冷環境下の耐久性向上に有効であることを確認。国の施策である舗装の長寿命化への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(12)　社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発**<br>・下水処理場での資源有効利用と肥料の国産化・安定供給に向けて、下水汚泥燃焼灰のリン肥料としての価値向上手法を検討し、凝集剤の種類によって焼却灰の可給態リンの含有率が異なることを把握。下水汚泥の農業利用を推進する国土交通省に技術的助言。<br><br>**研究開発プログラム(13)　快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発**<br>・「道の駅」等の公共施設を起点にしたにぎわいを広げる歩行空間を目指し、空間と交流の相互作用を把握するために街歩き調査を実施、地域への波及効果をモデル化。地域のにぎわい創出の具体的取組への支援を通じて、ウォーカブルや「道の駅」の施策推進に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(14)　農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発**<br>・大区画化水田における不同沈下の実態が不明確だったことを受け、短期的な沈下と長期的な沈下の要因を解明。沈下対策の工法等の土木と地下水位制御などの営農の両面から対策が必要であることを示し、設計・施工段階での余盛や地下水位制御の検討に活用され、農業の持続的発展への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(15)　水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発**<br>・漁業生産量が減少傾向である一因の栄養塩不足を解消するために、河口域漁港の漁港施設に設置した試験体に底生基礎生産者が生息可能であることを確認。漁港施設・空間を有効利用した水産業の持続的発展への貢献が期待。 |
| 成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか | **研究開発プログラム(10)　気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発**<br>・ダム貯水池のカビ臭問題に関して、ラボ実験と DNA モニタリングの両面から、新たな知見と多様なデータを獲得、停滞性水域におけるカビ臭発生メカニズムを解明。ダム貯水池における効果的なカビ臭発生対策への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(11)　地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発** |

| 評価軸 | 令和 6 年度の主要な成果・取組 |
|---|---|
| | ・北海道内国道の約 300 地点で道路 CCTV カメラ画像を用いた雪氷状態計測を行い、北海道開発局および道路維持業者向けに配信。将来的なスリップ事故の軽減等への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(12)　社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発**<br>・下水処理場に関して、リン価格が高騰する中、下水汚泥燃焼灰のリン肥料としての価値を高める手法を明らかにし、肥料高騰対策、下水汚泥活用の推進に期待。<br><br>**研究開発プログラム(13)　快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発**<br>・トレンチャーによる電線類地中化のスピードアップ施工技術を確立。発注・設計時における導入検討フローを盛り込み、土研発刊の手引きの改訂（案）を作成し、技術の社会実装を推進。東京電力管内の電力単独地中化事業で適用されるなど、導入促進に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(14)　農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発**<br>・農業用水路の無機系被覆工法の一つである PCM(ﾎﾟﾘﾏｰｾﾒﾝﾄﾓﾙﾀﾙ)に発生する乾燥収縮ひび割れは、母材コンクリートの凍害劣化に影響しないことを確認。寒冷地における有効性が裏付けられ、同工法による施設の長寿命化への貢献が期待。<br>・大規模地震時に充水した管水路中に発生する地震時動水圧は管水路の破損原因になることから、現地観測データの分析を行い地震時動水圧の特性を把握した。これは、耐震設計や対策技術の開発において周波数特性を考慮する必要性を示す重要な知見であり、農業施設の強靭化と被害軽減への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(15)　水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発**<br>・藻場造成が漁業環境に与える影響を調べるため周辺環境を調査し、殺藻細菌の検出と経時変化を確認。造成により抑制細菌の供給力が高まる可能性を示し、有害藻類の発生抑制と水産物の安定供給への貢献が期待。 |
| **成果・取組が生産性向上・変革に貢献するものであるか** | **研究開発プログラム(10)　気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発**<br>・ダム管理において熟練技術を要するプランクトン分析の技術者の減少が課題。プランクトンの種別判定、モニタリングに DNA 技術や AI を活用、定量的かつ詳細な分析手法を開発。技術者不足に対応したダム管理の効率化・高度化が期待。<br><br>**研究開発プログラム(11)　地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発**<br>・カメラ画像から、雪氷の種類や積雪時の路面凹凸深さを計測するスマートフォンアプリと Web システムを開発。これまで路面の雪氷状態計測に最低 100 万円以上のセンサを必要としたが、スマートフォンなど数万円の機器で同等の精度を実現し、路面状態把握のコスト縮減へ貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(12)　社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発**<br>・耐久性等の評価に手間のかかる再生アスファルトについて、よい状態（耐久性が高い）か一目で把握可能なナノ観測法を開発。少量で瞬時に評価できるため、材料評価にかかる手間を大幅に軽減。高品質な舗装リサイクルの技術開発の加速に期待。 |

| 評価軸 | 令和 6 年度の主要な成果・取組 |
|---|---|
| | **研究開発プログラム(13)　快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発**<br>・電線類地中化のスピードアップ技術であるトレンチャーの導入により事業計画期間を短縮する想定モデル（従前 3 年分を単年度で施工など）を提示し、事業費圧縮に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(14)　農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発**<br>・泥炭地の大区画化水田における不同沈下リスクを示す「沈下危険度マップ」の基礎となる「沈下量推定式」を改良。実測と推定との誤差（平均二乗誤差平方根）を 5.8cm から 2.6cm へ低下、推定精度が向上。効果的な不同沈下対策の検討が可能となることで、農業生産性向上への貢献が期待。<br><br>**研究開発プログラム(15)　水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発**<br>・水産資源の持続的な利用や増殖に役立てるため、潜水調査が困難な沖合構造物近傍の魚類相および流況を ROV 採水･計測により確認し、構造物が持つ漁場環境改善効果を把握した。水産資源の増殖への貢献が期待。 |
| 研究成果の最大化のための具体的な取組みがなされているか | **研究開発プログラム(10)　気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発**<br>・河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル改定に関し、環境 DNA 調査技術の標準化、地方整備局、民間企業との連携による実装に向けた試行・課題整理・情報高度化といった多角的検討を実施。河川水辺の国勢調査基本調査マニュアルへ反映することで、水国調査への実装に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(11)　地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発**<br>・冬期道路除雪時に障害となるマンホール等の位置を音声ガイダンス等で伝えるアプリを開発。除雪業者、発注者など 51 箇所に配布。青森市の除排雪事業実施計画にはその活用が記載され、実際の除雪施工で使用した 1 年目のオペレータからは「安心感があり非常に良い」という意見を得た。<br>・冬期道路の防災技術に関して NHK ワールド JAPAN の番組において AI 画像認識を用いた路面雪氷推定システムを紹介、研究事例の全世界への発信や成果普及に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(12)　社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発**<br>・アスファルト合材の不正納入に関する国土交通省の有識者委員会において、実施中の舗装再生技術に関する研究成果を提供。舗装材料の適正なリサイクルと更なる技術開発に向けて委員会の議論をリードした。<br><br>**研究開発プログラム(13)　快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発**<br>・景観法に基づく施策推進のため、北海道唯一の土木景観専門機関として、自治体支援を継続。令和 6 年度は 5 市町村の景観計画の策定・推進を、委員会の会合に加え、担当職員との個別相談や調整を通じて具体的に支援し、計画策定機運の醸成や開発事業に対する良好な景観形成への方向付けに貢献。<br>・JICA と連携し、海外での道の駅の開業へ向け、現地の行政担当者・技術者への研修 |

| 評価軸 | 令和 6 年度の主要な成果・取組 |
| --- | --- |
| | を実施。技術支援により、パラグアイに道の駅をモデルとした沿道施設が複数開業。道の駅第 3 ステージにおける海外展開に大きく貢献。<br><br>**研究開発プログラム(14)　農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発**<br>・基幹的な農業用パイプラインの漏水事故発生において、早急に原因究明調査および応急復旧対策に向けた技術指導を行い、迅速な施設機能の回復や水田をはじめとした作物生育被害の回避に貢献。<br><br>**研究開発プログラム(15)　水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発**<br>・磯焼け対策やブルーカーボンの推進に関して、藻場造成に関する研究開発の知見を元に、国や地方自治体が開催する委員会等への参加、公的機関や民間からの技術相談対応を通して、水産資源の生産力向上に向けた取組の推進に貢献。<br>・水産資源の生産力向上に資する研究業務の高度化や効率化、開発成果の最大化を図るために、UNSW、北大など国内外の大学等関係機関との協力関係を拡大し、他機関との連携に貢献。 |

（４）　内部評価および外部評価委員会での評価結果

表-1.1.3.4　「活力ある魅力的な地域・生活への貢献」の
内部評価および外部評価委員会での評価結果

| 評価軸 | 研究開発プログラム | 内部評価 | 外部評価委員会分科会 | 外部評価委員会 |
|---|---|---|---|---|
| 成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか | (10) | A | A | A |
| | (11) | A | A | |
| | (12) | A | A | |
| | (13) | A | A | |
| | (14) | A | A | |
| | (15) | A | A | |
| 成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか | (10) | A | A | A |
| | (11) | B | B | |
| | (12) | A | A | |
| | (13) | A | A | |
| | (14) | A | A | |
| | (15) | A | A | |
| 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 | (10) | B | B | A |
| | (11) | A | A | |
| | (12) | S | S | |
| | (13) | A | A | |
| | (14) | A | A | |
| | (15) | B | B | |
| 研究成果の最大化のための具体的な取組みがなされているか | (10) | S | S | S |
| | (11) | A | A | |
| | (12) | A | A | |
| | (13) | A | A | |
| | (14) | A | S | |
| | (15) | A | A | |

## 研究開発プログラムの実施

### １０．気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発

#### ■　目的

気候変動が水資源および水環境に及ぼす影響が徐々に顕在化しており、有効な適応策の実施に向けた取組みが必要となっている（写真-1）。本研究開発プログラムでは、気候変動の影響を正しく評価するため、河川流量の時空間変動と渇水現象の現況把握、気候予測データによる河川流量・水温の将来予測に取り組む。また、将来気候下に対応した生物影響予測やリスク評価、DX による監視能力の強化を図る。さらに、河川、ダム貯水池・湖沼、下水処理場等の水環境分野における適応策の提案を目指す。

写真-1　流量が低下した河川

#### ■　貢献

河川、湖沼・ダム、海域等の水資源・水環境分野における気候変動に対応した適切な管理を実現する技術開発により、健康で快適な生活環境を将来に渡って確保・維持をすることに貢献する。

#### ■　達成目標および令和 6 年度に得られた成果・取組の概要

**①　気候変動下における河川流況・水温の予測技術の開発**

全国のダム流入量の長期変化から、融雪の早まりによる流入の早期化を示した。疑似温暖化実験では、温暖化の進行により流入の卓越時期がさらに早まることを把握した。河川水温の将来予測に向け、過去数十年の水温指標（平衡水温）を算出し、上昇傾向（図-1）とその要因を特定した。気候変動による流況への影響を検証した結果、寒冷地域では融雪が早まり冬に流量が増す一方、春～夏は減少する可能性を示した。温暖地域では全体的に流量が減少することが明らかになった（図-2）。

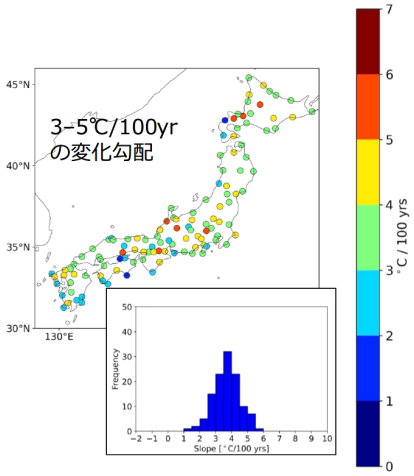



図-1　平衡水温の長期変化トレンド

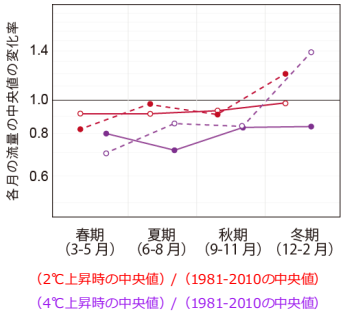



図-2　平水流量への影響の季節性・地域性

**②　河川流況・水温の変化が水資源、水環境および自然生態系に及ぼす影響評価・リスク評価、監視技術の開発**

低水や渇水の発生は、大河川では回遊魚の種数に対し、中小河川では純淡水魚の個体数に負の影響を及ぼし、それぞれ移動阻害や溶存酸素の枯渇が要因として考えられた（図-3）。

大和川を例に、河川概算流量、流域内の PRTR 届出排出量、予測無影響濃度情報を利用した渇水時に監視すべき化学物質の選定手順を提案し、水生生物リスクの観点から「亜鉛」や「銅」の優先順位が高くなることを明らかにした（図-4）。

ダム貯水池や湖沼における効率的な水質モニタリング手法の提案に向け、RGB 画像からアオコを判別するツールの開発を進めた。RGB の色成分と太陽放射輝度の比から算出した分光反射率がクロロフィル a 濃度と高い相関を示し、アオコを定量的に判別できる可能性が見出された（図-5）。

病原微生物と化学物質の制御による再生水の水質安全確保技術の提案として、衛生学的安全性を高める水質性状を検討し、大腸菌不検出基準を達成するためのUV-LED消毒条件を明らかにした。

**③ 水資源、水環境および自然生態系を対象とした有効な適応策の開発**

環境中の微生物群集の共存関係に焦点を充てた微生物ネットワーク解析により、カビ臭の生成時には、検出された約 350 種の細菌のうち約 40 種類の細菌群が共存している可能性が示唆された（図-6）。

硫化水素を含む底層処理水の再利用のため、光照射による水質変化を追跡した。硫化水素が残存もしくは暗条件での水質変化はほぼなく、溶存酸素で硫化水素処理した場合にプランクトンが発生し栄養塩削減を確認した。これらの結果から酸素と光のみで有毒物質と栄養塩を削減できることを示唆した。

栄養塩供給のための季別運転を行う下水処理場での調査を通じて、処理水中の栄養塩のモニタリングを実施した。また、海洋における処理水の拡散状況を効率的に把握する手法として 3 次元蛍光分析（EEM）を用いた海洋での調査を実施し、EEM による蛍光強度から海洋での下水処理水の移流拡散状況を推定できる可能性を示した。

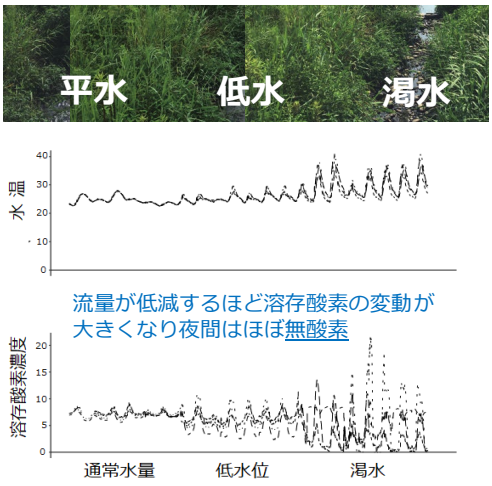



図-3　低水・渇水条件における溶存酸素量

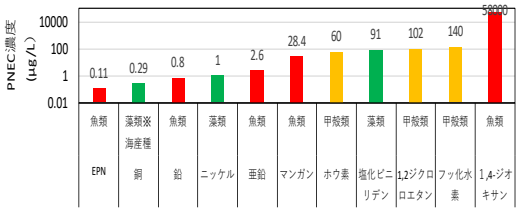



図-4　（河川）渇水時に監視すべき化学物質の優先順位

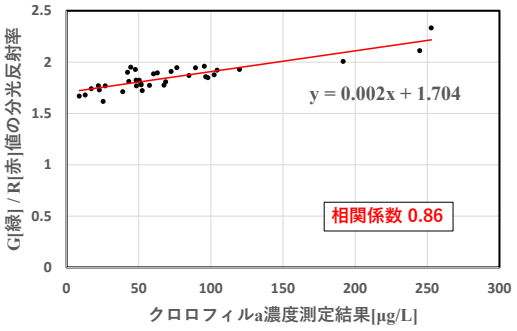



図-5　G/R 分光反射率とクロロフィル a 濃度との関係

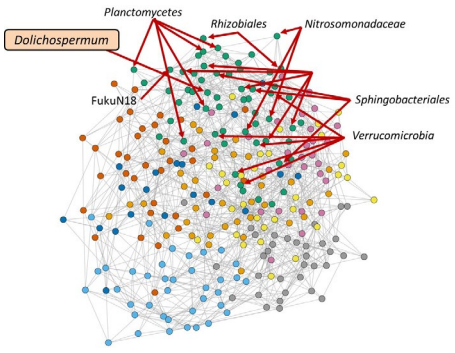



図-6　可視化した微生物ネットワーク解析

## １１．地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発

### ■　目的

積雪寒冷地においては、日常的な降積雪や路面凍結により、渋滞やスリップ事故が発生し、地域の住民生活や社会経済活動に影響を与えている。さらに財源の制約、高齢化などによる生産年齢人口の減少が進む中、除雪機械の老朽化と担い手不足が深刻化し、これまでと同様な対応は困難になりつつある。そこで本研究開発プログラムでは、先進的技術を活用し、持続可能な冬期道路交通サービスの安全性・信頼性向上に資する技術の開発を行うことを目的とする。

### ■　貢献

AI を活用して、スマートフォン等の画像から路面状態を推定する技術を開発し、広域の路面状態を把握して冬期道路管理の判断を支援する技術を開発するとともに、ICT 等の新技術を活用して、除雪機械の作業を支援するシステムや除雪機械の部品の劣化度を監視するシステムを開発し、担い手不足や除雪機械の老朽化等の課題解決を図ることで、信頼性の高い冬期道路交通の確保に貢献する。さらに、粗面系舗装の現場実装技術を開発することで、冬期路面のすべり抵抗を確保し、冬期道路の安全性向上に貢献する。

### ■　達成目標および令和６年度に得られた成果・取組の概要

#### ①　先進的技術を活用した冬期道路交通の信頼性確保に資する技術の開発

積雪または路面凍結時のすべり計測値に加えて乾燥または湿潤路面のすべり計測値および画像データを用いて路面すべり摩擦係数を推定する AI の改良を行った。その結果、路面画像から非積雪時の路面すべり摩擦係数を推定することが可能となったほか、学習用データの拡充により積雪および路面凍結時の路面すべり摩擦係数の推定精度が向上した（図-1）。

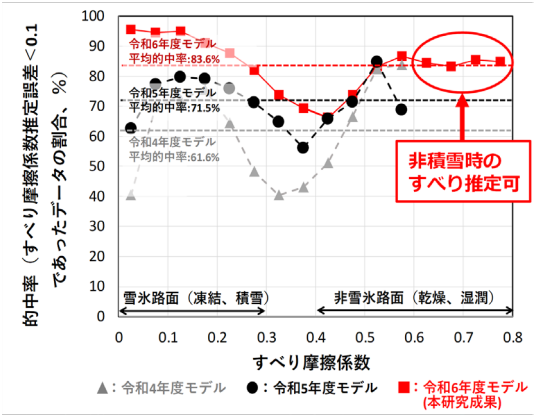



図-1　非積雪時の学習用データ拡充による路面すべり摩擦係数推定的中率の向上

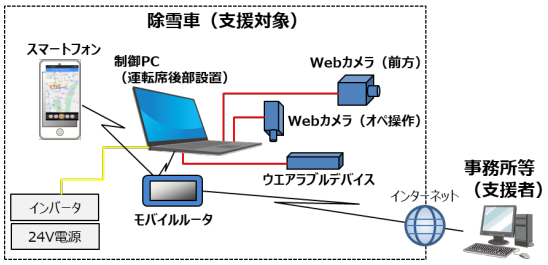



図-2　除雪等機械オペレータ支援システム（システム構成図）

表-1　除雪機械シミュレータの性能比較

| 主な機能等 | 東北<br>技術事務所 | 北陸<br>技術事務所 | 寒地<br>土木研究所 |
|---|---|---|---|
| 除雪機械の種類 | 除雪グレーダ | 除雪トラック | 除雪トラック |
| 診断評価システム | － | － | 搭載（予定） |
| 訓練シナリオ | 導入 | － | 導入（予定） |
| 自動運転モード | － | 搭載 | － |
| 走行映像 | VR | VR | VR, AR（予定） |
| 雪の量・質 | 変更可 | 変更不可 | 変更不可 |
| 周囲の交通流 | 再現あり | － | 再現あり |
| 運転席の振動 | － | － | 装備（予定） |

除雪基地から遠隔で除雪等機械オペレータの作業・安全運転を支援するシステムについて、プロトタイプの開発を行った(図-2)。

試作した除雪機械シミュレータについて東北･北陸地方整備局の各技術事務所が開発したものとの性能比較を行い(表-1)、北海道の除雪オペレータへのヒアリングにより課題を整理した上で、開発方針を AR(拡張現実)から VR(仮想現実)へと見直した。

運搬排雪作業のダンプトラック台数を計画するため、モバイル端末の LiDAR で取得した路肩堆雪形状から堆雪断面を抽出し、断面積を算出するプログラムを試作した（図-3)。

また、除雪機械のメンテナンス最適化に向け、振動加速度計測による状態監視手法について、作業時の各除雪装置の稼働やその作業における振動が特出する周波数帯を把握し、状態監視計測データのスリム化等を図った(図-4)。

**② 冬期道路交通の安全性向上に資する技術の開発**

機能性 SMA などの粗面系舗装の耐久性向上技術を開発するため、積雪寒冷環境下における変形性能に優れたポリマー改質アスファルト（H 型-F）を使用した機能性 SMA の室内試験および試験施工を実施した。その結果、室内試験によりポリマー改質アスファルト H 型-F を使用した機能性 SMA は、ポリマー改質アスファルトⅡ型や改質 H 型を使用した機能性 SMA よりも骨材飛散抵抗性が高いことを確認し(図-5)、試験施工により現行のポリマー改質アスファルトⅡ型や H 型を使用した機能性 SMA と同程度の施工性と路面性状を得られることを確認した。

既設コンクリート舗装路面に対して表面研削工法を施工後、約 10 年経過後までの長期的な追跡調査を行った結果をとりまとめ、供用後のすべり抵抗値やきめ深さなどの路面性状が良好に推移していることを確認した(図-6)。

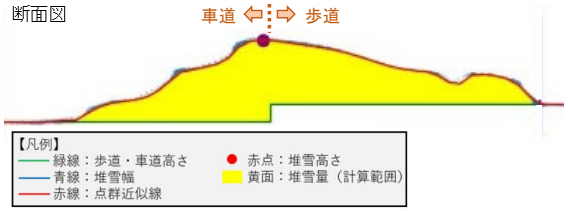



図-3　LiDAR(計測)による路肩堆雪断面抽出例

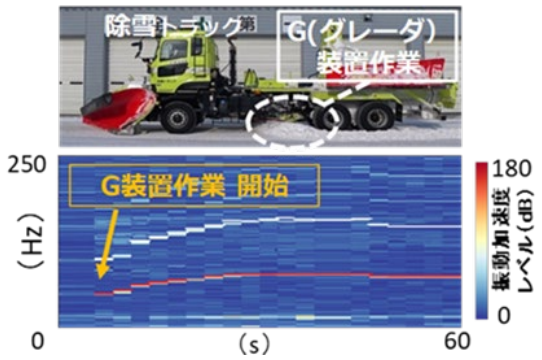



図-4　外乱、装置毎の周波数特性
（除雪トラックのグレーダ装置作業時の例）

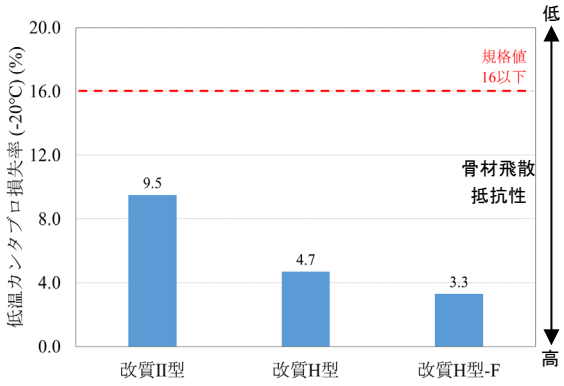



図-5　機能性 SMA の低温カンタブロ試験結果

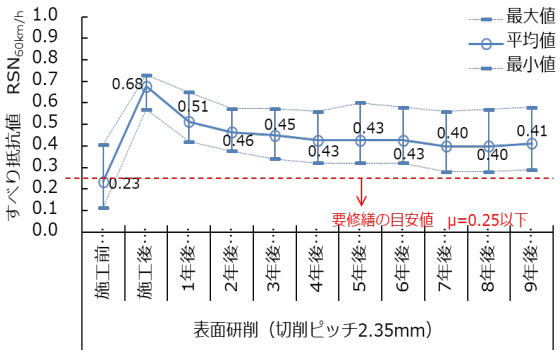



図-6　既設コンクリート舗装路面に対する表面研削後のすべり抵抗値の推移

## １２．社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発

### ■　目的

人口減少、GX 等、社会構造の変化が進む中、持続可能な地域社会を構築するためには、社会資本整備・運営において、排出されるものの再利用・有効活用の促進、社会構造の変化に対応した建設技術の開発、環境負荷軽減技術の開発が重要である。

本研究開発プログラムでは、建設発生材の中で比較的発生量の多いものを中心として、舗装発生材の重交通舗装への再利用やプラント減少に対応した舗装再生技術の開発、コンクリート発生材、スラグ・火山灰等の地域発生材のコンクリートへの利用促進方法の提案、環境負荷対策が必要な発生土を対象にした合理的な安全性評価技術の開発など、リサイクル材や地域で発生する資材・資源の有効活用方法を提案することを目的とする。

また、二酸化炭素排出量の削減余地がある下水処理場における資源有効利用・環境負荷低減技術の開発、および鋼構造物塗装の環境負荷低減技術の開発など、建設資材・資源の有効活用における環境負荷低減技術を提案することを目的とする。

### ■　貢献

建設発生材や地域未活用資源の有効活用に関わる技術開発により、地域の活性化や、良質な建設資材の世界的枯渇への対応に貢献するとともに、建設分野における二酸化炭素排出量削減や省エネルギー化技術の開発により、環境負荷が少ない社会の形成に貢献する。

### ■　達成目標および令和６年度に得られた成果・取組の概要

#### ①　地域発生資源・資材の有効活用技術の開発

舗装リサイクルの質の向上が求められる中、再生したアスファルトが長寿命化に資する「よい状態」か一目で把握可能なナノ観測法を開発した。土木研究所が長年提唱していたアスファルトの劣化と再生のメカニズムを可視化で証明した（図-1）。積雪寒冷地の再生アスファルト舗装において劣化の進んだ再生骨材を高配合率で用いた場合、室内試験結果、実態調査結果ともに舗装損傷が早期に発生する傾向が示された（図-2）。また、業界団体等との共同研究を通じて、実プラントを対象としたアンケート調査を行い、中温化アスファルト混合物の使用目的や配合条件等の実態を整理した。

コンクリートへの未利用資源の利用促進に関しては、再生骨材コンクリートの塩分浸透抵抗性について整理し、これまでの成果も含めてコンクリートの耐久性全般に影響を与えうる再生骨材の物性評価の考え方を整理

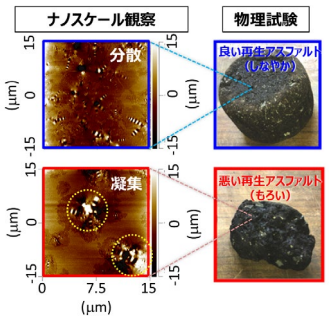



図-1　再生アスファルトのナノスケール観察

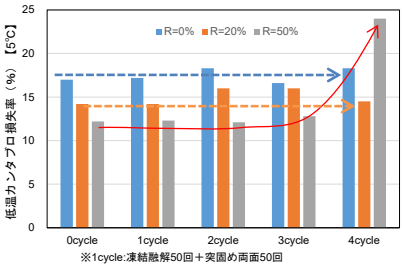



図-2　再生アスファルト舗装の低温環境における耐久性評価

した。混合セメントの冬季利用促進に関しては、促進形混和剤の初期強度改善効果を積算温度で整理し、低温下での養生期間短縮の可能性を確認した。火山灰の活用に関しては、その採取地域、粉末度、混入率等によるコンクリートの長期強度発現効果を確認し、混和材として活用できることを示した。混合細骨材の評価試験方法として簡易な水中比重分離法の有効性を確認した（図-3）。

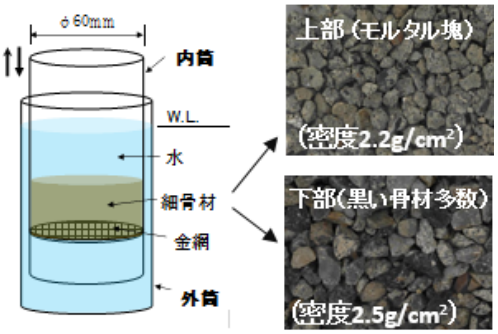



図-3　水中比重分離装置による再生細骨材の分離結果の例

既設の自然由来重金属等溶出対策盛土の健全性評価を目的に、降雨浸透、酸素濃度変化、地下水・盛土浸透水の化学組成の長期観測を実施し、重金属等の代替指標を用いた調査手法の有効性を実証するとともに、施工後 10 年を超える吸着層工法の健全性評価を実施した（図-4）。また、通常 1 年程度実施する土研式雨水曝露試験に関して 1 年以上経過後の酸性水発生事例を再評価したところ、重金属等による環境影響を引き起こす可能性は低く、現行手法の妥当性を補強する結果を得た。

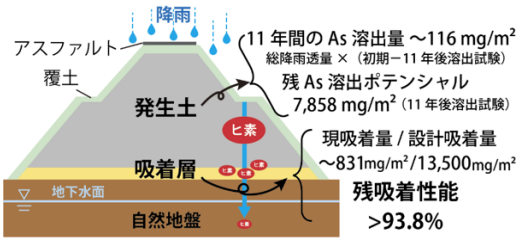



図-4　施工後 11 年の重金属等溶出対策盛土における盛土材の溶出挙動と吸着層の残吸着性能評価の概要

**② 社会資本整備における環境負荷低減技術の開発**

バイオマス混焼灰のリン肥料としての利用を想定し、下水処理場で使用されている凝集剤が与える影響について調査した。その結果、鉄系の凝集剤を使用すると相対的にク溶率（クエン酸に溶ける割合）が低くなること、バイオマスとの混焼によりいずれもク溶率が向上することを確認した。また、下水処理場での環境負荷低減型処理プロセスの開発では、高負荷接触安定化(HiCS)法について、反応槽の曝気時間及び凝集剤添加量を調整した改良法は、処理水の有機物濃度が低下することを確認した(図-5)。

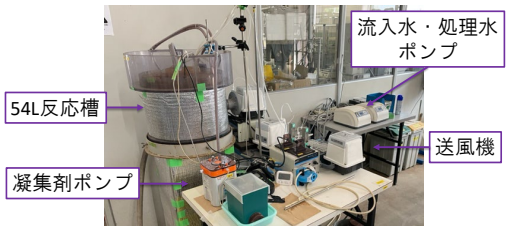



図-5 HiCS 法試験装置の構成

鋼構造物塗装の環境負荷低減をめざし、水性塗料・無機系塗料を用いた防食塗装系とその品質評価方法の構築に向けた検討を行っている。水性塗料については、塗替え塗装時の鋼材下地処理品質に関する試験・評価方法を考案し、塗装直後の不具合を生じにくい品質水準を明らかにした（図-6）。無機系塗料については、塗料種毎の基本性能の評価を網羅的に行い、有機系塗膜との特性の違いを把握するとともに、今後策定する品質規格の中で特に重視すべき性能項目を明確化した。

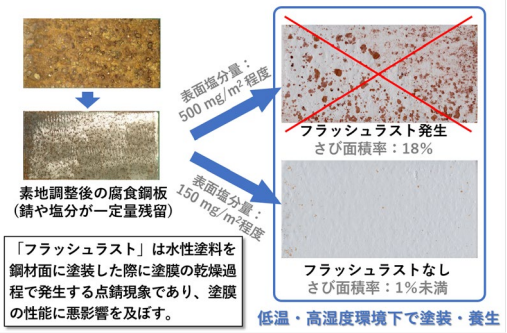



図-6　考案した方法による水性塗膜のフラッシュラスト性評価結果の一例
※これらの試験により塗膜に不具合を生じない下地処理品質（錆や塩分の清浄度）の水準を把握

## １３．快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発

### ■　目的

社会資本整備重点計画では「インフラ分野の脱炭素化・インフラ空間の多面的な利活用による生活の質の向上」を重点目標に掲げており、インフラの機能・空間を多面的・複合的に利活用することにより、インフラのストック効果を最大化し、国民の生活の質を向上させることが求められている。この実現には、当初想定した要求のみに適合した公共空間を、社会情勢やニーズの変化に合わせて最適化すること(=リデザイン)が必要となる。

本研究開発プログラムでは、美しい景観と良好な環境に溢れた快適で質の高い生活の実現のため、インフラを多面的かつ複合的に利活用することを支援する公共空間のリデザイン技術を開発することを目的とする。

### ■　貢献

地域を豊かにする歩行空間の計画・設計技術、多様なニーズに対応した郊外部道路空間の計画・設計および維持管理技術、および景観改善の取組を円滑化するための評価技術を開発し、成果の技術基準への反映や実務者用ガイドラインとして提供することで、豊かさを実感できる国土形成、観光政策、まちづくり・地域振興事業等の推進に貢献する。

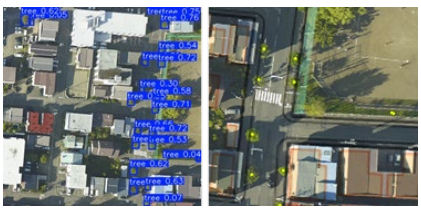
### ■　達成目標および令和６年度に得られた成果・取組の概要

#### ①　地域を豊かにする歩行空間の計画・設計技術の開発

本研究は、自動車やバスでのアクセスが前提となる地方小都市の中心市街地を対象として、地域の拠点施設から人の賑わいを周辺に波及させていくような歩行空間の計画・設計手法の確立を目的としている。6 年度は、歩行・沿道空間の構成要素と、滞留や回遊を促す効果の関係を解明するため、国内の地方小都市における実際の街歩きから、街歩きの目的や興味を促す出来事と空間の関係性を抽出する調査を実施した(図-1)。これにより、目的地以外への寄り道や印象的な出来事など、豊かな街歩きにつながる歩行活動を抽出し、それらを促す「道路空間の連担」「地域の参画」「情報の共有」のパターンを提示した。

図-1　街歩き調査結果の一例（長野県小布施町）

また、街路樹管理の効率化に向けて、航空写真（地上解像度 25cm）の深層学習により街路樹の植栽位置と樹冠サイズの推定方法を検証した。さらに、レーザースキャナによる樹形計測から積雪寒冷地の街路樹 10 種の生育特性と樹形の特徴を分析した。以上より、成長曲線と樹形モデルを構築し、樹冠から樹高等を推定するなど、街路樹管理に必要な樹木ごとの基本データの収集を省力化できる可能性を確認した（図-2)。



AI による推定　　GIS への反映

図-2　深層学習による植栽位置と樹冠の推定

### ②　多様なニーズに対応した郊外部道路空間の計画・設計及び維持管理技術の開発

「沿道の溜まり空間」の設計技術について、過年度の分類整理を基に、整備状況別に道路ネットワークや利用者行動との関係を整理し、評価の仮説を構築した（図-3）。今後、ビッグデータでの検証を進める。「標識・標示」の設計技術では、「秀逸な道」等における適正な標識・標示方法の提案に向けて、「統合型警戒標識」等の試案（図-4）を基に、Web アンケートを実施し、適切な表示方法を検討した。また、「サイクル走行空間」では、釧路阿寒自転車道にて加速度計と路面高さを計測し、路面評価方法の検討を実施した。低温ひび割れ部分は局所的に段差状となっており、ひび割れ部段差が大きいほど自転車走行時の鉛直振動加速度が大きく、走行性に影響を及ぼしていることを明らかにした(図-5)。

郊外部での無電柱化推進に向け、トレンチャーによる電線類地中化のスピードアップ施工について、施工の手引きの改訂（案）を作成し、設計・発注時の導入効果や、事業計画全体の短縮に向けた提案を行った（図-6）。

※マクロ分析のイメージ（データ取得メッシュは 500m 程度想定）

図-3　溜まり空間利用の分析イメージ

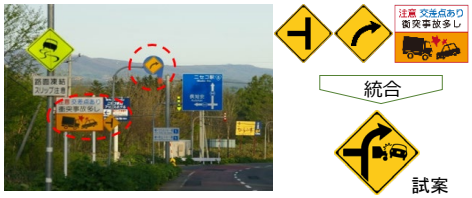



図-4　統合型警戒標識の試案

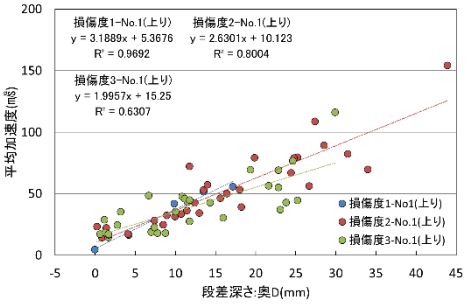



図-5　ひび割れ部段差と鉛直振動加速度の相関

### ③　景観改善の取組を円滑化するための評価技術の開発

過年度成果および既往研究、景観形成の評価事例にもとづくケーススタディを通じて、景観改善の取組効果を評価する際の「評価の視点」と「評価指標」の候補を整理した。これに基づき、「景観形成による効果の把握モデル」の試案を作成した（図-7）。今後、本モデルに基づく評価のケーススタディを実施し、その有効性を確認する。圧迫感等を与えうる構造物の壁面について、経年変化や陰影の工夫で印象を緩和する設計事例を収集・整理した。また、委員を務める新幹線札幌車両基地のデザイン検討で知見を反映した。

図-6　トレンチャー施工の手引き

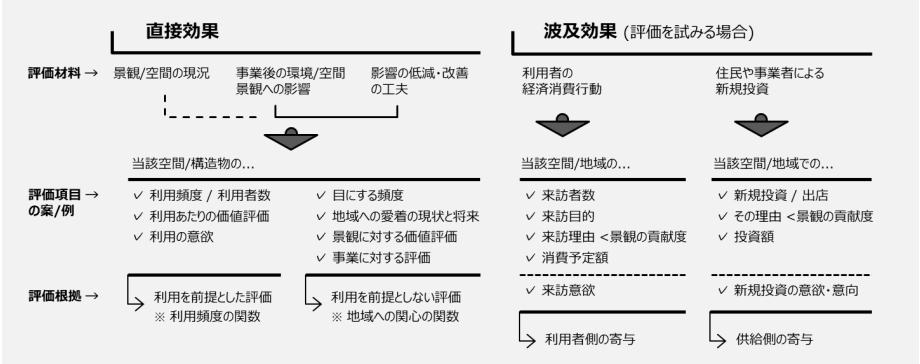



図-7　試案として作成した「景観形成による効果の把握評価モデル」

## １４．農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備･保全管理技術の開発

### ■　目的

わが国の農業は、担い手の減少・高齢化、農地面積の減少等により生産基盤の脆弱化、農業・農村の有する多面的機能の低下が懸念される。そうした中、わが国の食料供給の中核を担い、積雪寒冷な気候条件のもと大規模農業が展開される北海道では、農地の大区画化・汎用化、畑地灌漑等、スマート農業技術の導入や高収益作物の安定生産に対応した基盤整備の促進に加え、基幹的農業水利施設の機能保全と計画的な更新、農地の排水性の強化等気候変動や災害に強い生産基盤の整備が求められている。本研究開発プログラムでは、わが国の食料の安定供給、農業の成長産業化に貢献するため、北海道の地域特性に対応した農業生産基盤の整備・保全管理に必要な技術開発を行うことを目的とする。

### ■　貢献

北海道で進む農地の大区画化・汎用化に関し、農地整備技術、地下水位制御システムの利用技術を提案することで、スマート農業の展開など、収益性の高い農業生産の実現に貢献する。また、凍害をはじめとする劣化機構の解明、機能診断方法と高耐久化工法の提案により、寒冷地における農業水利施設の保全や長寿命化に貢献する。さらに、農業用管水路に発生する地震時動水圧の機構解明による対策技術の提案、頻発する豪雨により農地等から流出する土砂動態の解明による対策技術の提案により、自然災害や気候変動に対する農地・農業水利施設の強靭化に貢献する。

### ■　達成目標および令和６年度に得られた成果・取組の概要

#### ①　収益性の高い大規模農地の整備・利用技術の開発

泥炭地域における大区画化圃場での層別沈下調査から、整備後の短期（1～3 年程度）に生じる沈下に対しては、圧密沈下の影響が強いと推定された。そこで大区画化後 600 日後までに生じる沈下を対象に、大区画化時の盛土厚（F)、泥炭層厚(T)、大区画化前の水稲作年数(Y)、泥炭の種類(P)、定数（a、b）から圧密沈下を予測する回帰式（推定沈下量＝(a・F+b)・T・Y・P）を作成した。推定値は実測値の約 64%を説明し（図-1)、泥炭の種類や層厚、盛土厚、水稲作年数の分布図を組み合わせることで、大区画化後の沈下危険箇所を簡易に数十メートルスケール（圃場内での不同沈下スケール）で予測できる可能性が示された。

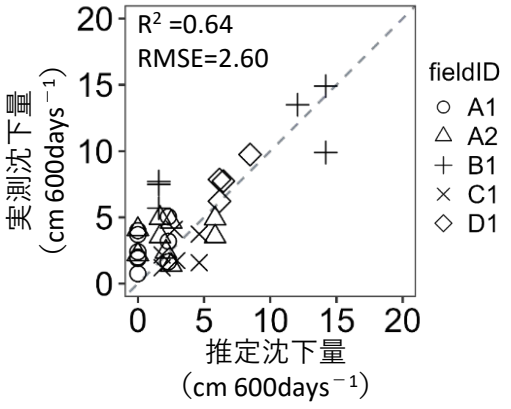



図-1　泥炭地域における大区画化後 600 日後までの沈下量の推定値と実測値との比較
（5 圃場 34 地点）

### ② 農業水利施設の戦略的な活用と保全管理技術の開発

コンクリート開水路に用いられる無機系被覆材のひとつであるポリマーセメントモルタル（PCM）に生じた乾燥収縮ひび割れが凍結融解抵抗性に及ぼす影響の検証を行った。本検証では、無機系被覆工法による補修が施工された開水路側壁から乾燥収縮ひび割れを含むコアを採取し、凍結融解試験を実施し、超音波伝播速度の測定とマイクロスコープを用いたひび割れの観察を行った。その結果、表面において緻密化が図られる無機系被覆材では、ひび割れの有無による伝播速度の傾向に違いは見られず、通水面側の母材コンクリートに劣化は見られなかった（図-2）。また、被覆材に発生したひび割れの進展も見られなかった（図-3）。以上のことから、被覆材の乾燥収縮ひび割れによる影響は小さい可能性が示された。

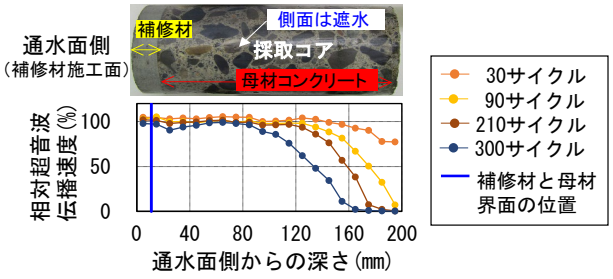



図-2　採取コアの凍結融解サイクルに応じた通水面側から深さ方向の超音波伝播速度の推移

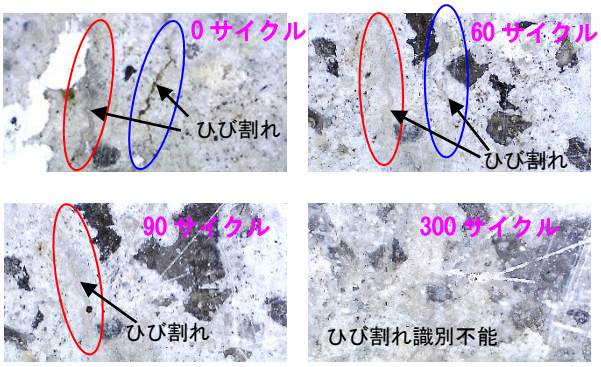



図-3　同一箇所における被覆材表面のひび割れの経過

### ③ 自然災害や気候変動に強い農地・農業水利施設の強靭化対策技術の開発

農業用管水路において、配管構造を考慮した地震時動水圧と地震動の加速度の周波数特性について検討した。地震時動水圧の卓越する周波数は地震によらずほぼ一定であり、同周波数が卓越する地震が発生した時の場合に、地震時動水圧は増大する傾向にある（図-4）ことを確認した。

斜面崩壊等により発生した濁水を水田に取水することを想定した圃場内土砂堆積シミュレーションモデルを作成した。水の流れは平面二次元とし、粒度分布を考慮した土砂の輸送と堆積を追跡可能で、稲株の成長による流れに及ぼす抵抗の変化も考慮した。流入する濁水濃度を変化させ、イネの移植から取水を終了する落水までの期間における圃場の土砂堆積状況の変化を計算したところ、流入土砂の大部分が取水口付近に堆積するという結果（図-5）が得られた。

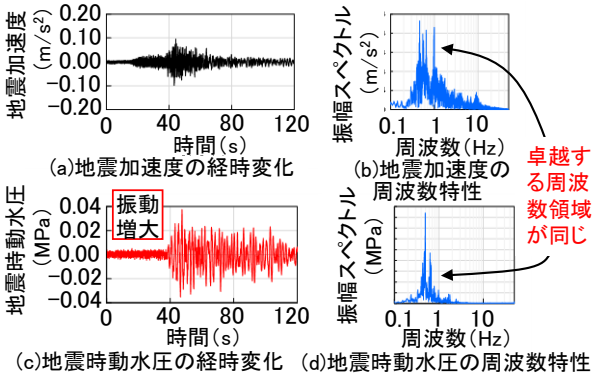



図-4　管水路における地震動加速度と地震時動水圧のピーク周波数の関係

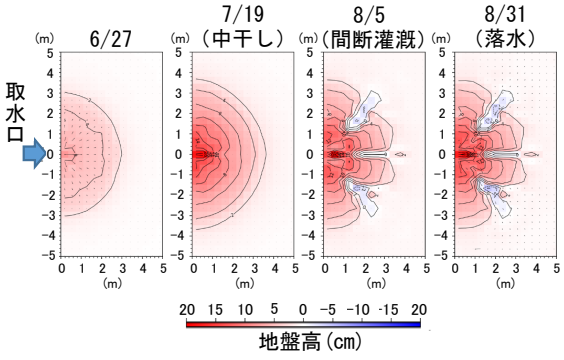



図-5　濁水取水による圃場内取水口付近の土砂堆積状況（SS 濃度 500mg/L）

## １５．水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発

### ■　目的

漁業生産量の減少や水産資源水準の悪化等の状況に対応し、河口域を含む沿岸域から沖合域において、水産資源の増大に資する海洋構造物の活用・整備技術の開発を目的とする。

### ■　貢献

研究成果をマニュアルやガイドブックへ反映し、国（北海道開発局等）や地方公共団体（北海道等）へ提供・普及することにより、漁港ストックの有効活用、水産環境整備や直轄漁場整備等の推進に貢献する。生物親和性素材の開発等により、土木技術のイノベーションに貢献する。生物生産性の高い河口沿岸域や技術的知見の乏しい沖合域に係る技術の提供・普及により漁業生産性の向上や食料生産基盤の機能強化の推進に貢献する。水産資源を育む漁場環境の適切な保全管理や海域の生産力の向上と水産業振興による地域の活性化に貢献する。

### ■　達成目標および令和６年度に得られた成果・取組の概要

#### ①　海域の環境変化に対応した水産資源の増養殖を図る水産基盤の活用技術の開発

持続的な水産資源利用の推進を図るため、気候変動に伴う有害プランクトンの分布域拡大への適応にも資する、漁港施設等を活用した増養殖環境創出手法の提案を目的とする。

漁港水域内に造成したホソメコンブ藻場環境中及び港口（対照区）に分布した有害プランクトン *Karenia mikimotoi* に対して殺藻活性を示す細菌（殺藻細菌）の季節的変動特性を把握するため環境中から分離した細菌の *K. mikimotoi* 増殖に与える影響を室内試験で評価した。

造成したホソメコンブ藻場においては、最大でホソメコンブからは約 19 万 CFU/g、周辺海水からは約 750CFU/mL、底泥からは約 6 万 CFU/g の殺藻細菌が検出された。それら細菌はホソメコンブが分解・消失する過程で急増し、藻場海水・底泥中の殺藻細菌密度は、対照区の海水及び底泥と比較し大幅に高い値であったことから（図-1）、藻場造成により周辺環境への殺藻細菌供給量が増加した可能性が示された。

また、直立護岸を対象とした増養殖環境の良化技術の開発については、6 年度の調査で海藻繁茂に差があることが確認された同一漁港水域内 2 地点における海藻及び付着動物の季節変動の把握を行った。

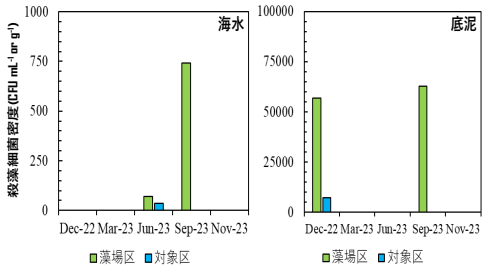



図-1　造成藻場と対照区における殺藻細菌密度の比較

図-2　貧植生の地点で優占したコシダカガンガラ

大型海藻が例年繁茂する地点では海藻及び巻貝の多様度が高く一方貧植生の地点ではコンブの配偶体を摂餌することで知られる単一の巻貝（コシダカガンガラ）が優占した（図-2）。海藻の多様性が高かった地点で巻貝の多様性も高く分布生物の多様性の差は生息基質（場）の多様性の差である可能性が示された。

**② 水産資源を育み生産力の向上を図る水産環境改善技術の開発**

過年度より引き続き漁港内根固めブロック上で試験体を用いた生息環境改善技術に関する実験を実施した。堆積物表層のクロロフィル *a* 現存量（図-3）は設置一年後の箱型試験体では条件に関係なく設置期間中の港内堆積物と同程度でありブロック上においても凹みや基質を設置することにより底生基礎生産者が生息可能であることが確認できた。また設置一年後の箱型試験体内の環形動物の湿重量（図-4）は条件により異なっており仕切や基質を設置している方が多い傾向が見られた。そのため漁港施設上に基質を設置することにより底生生態系を創出する生息環境改善技術に関する実験を実施し魚類餌料生物の増大可能性を確認することができた。

利尻島沖合の人工魚礁漁場で最大漁獲量の魚種ホッケの主要餌料であるカイアシ類動物プランクトンについて採水による環境 DNA 分析とプランクトンネットによる生体採捕を実施した。採水試料から環境 DNA を抽出しメタバーコーディング解析を行った結果暖水性カイアシ類 *Paracalanus parvus*、*Clausocalanus pergens* が優占したほか冷水性の *Pseudocalanus newmani*、*Oithona similis* も出現した（図-5）。採捕でも *P. parvus*、*C. pergens* が優占した。これらの種は過年度も優占して出現しておりメタバーコーディング解析は餌料種を捉えるのに有効といえる。環境 DNA と採捕種数を比較すると環境 DNA で 14 種、採捕で 19 種が出現し両方で共通する種は 8 種であった（図-6）。これらは当海域で優占する種であり、環境 DNA により構造物近傍の魚類組成を把握できた。また、漁場環境改善の評価手法確立に向け ROV による魚礁区での採水と流速計測を試みて成功した。

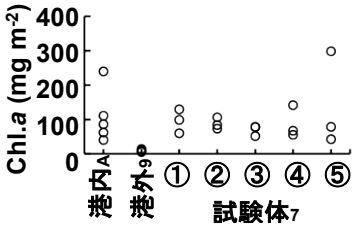



図-3　漁港内外と設置 1 年後の箱型試験体でのクロロフィル *a* 現存量（試験条件：①仕切なし、②5cm 仕切、③砂利小、④砂利大、⑤玉石）

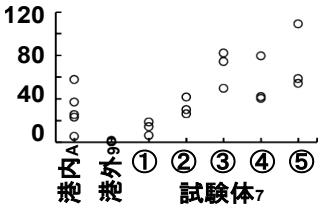



図-4　漁港内外と設置 1 年後の箱型試験体での環形動物の湿重量

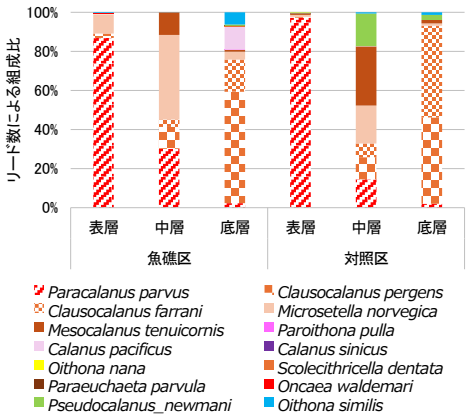



図-5　人工魚礁漁場における環境 DNA によるカイアシ類動物プランクトンの組成比

図-6　人工魚礁漁場における環境 DNA と採捕による出現種数の比較

## 将来を見据えた基礎的・挑戦的な調査・研究の実施

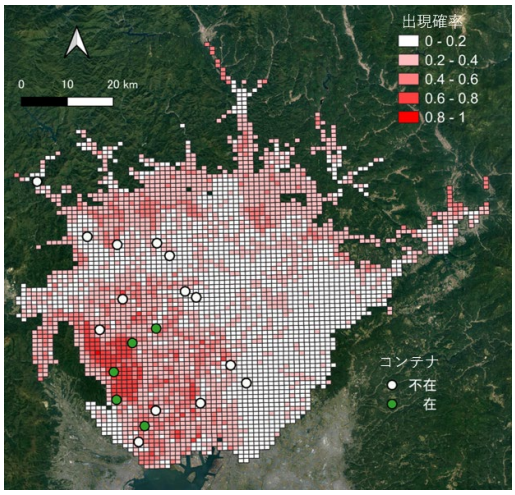
### １０．気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発

**流域環境に基づいた生態系ネットワークの計画に資する評価手法の開発**

自然共生研究センター

#### 研究の必要性

流域総合水管理を考える上で、流域内に生物の生息場を保全・創出することに加えて生態系ネットワークの形成が重要となる。一方、流域単位での生物の生息実態や移動経路は不明な点が多く、健全な生態系ネットワークを構築する上でこれらを明らかにすることは重要である。




コンテナビオトープ調査の結果から算出されたヒメゲンゴロウの出現確率

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

本研究では、コンテナビオトープ（120×86×45 cm）を活用することで小型水生昆虫の移動分散範囲および生息状況を評価した。コンテナビオトープに飛来する昆虫相と周辺に生息する昆虫相に有意な関係性が見られたことからコンテナビオトープを配置することでその地域に生息する昆虫相を評価できることが示唆された。加えて、これらのデータから分布モデルを構築を行い、各種の生息適地や移動分散範囲の推定を行った。

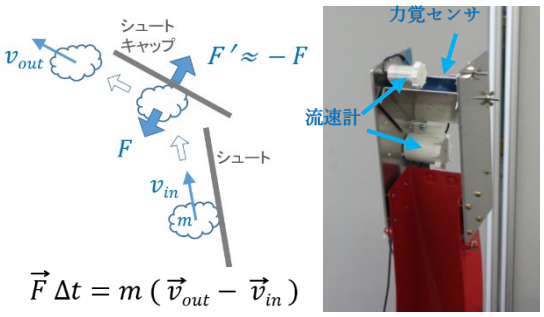
### １１．地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発

**ロータリ除雪装置のリアルタイム排雪重量計測に関する研究**

寒地機械技術チーム

#### 研究の必要性

除雪従事者不足が深刻であることから、運搬排雪作業におけるダンプトラックのより効率的な運用が求められている。ダンプトラックに積み込む雪の量を「重量」で管理し、許容積載重量を有効に活用できれば、使用台数を削減できる。このため本研究では、ロータリ除雪装置からの排雪重量の計測技術を開発することを目的とする。




重量計測原理と試験装置

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

ロータリ除雪装置からの排雪重量を自装置内で計測する方法について検討し、力積と運動量変化の関係から計測を行う方法を考案した。試験装置を製作し、ハンドガイド除雪機を使用した計測試験の結果、本方法による排雪重量計測では、誤差１割程度で計測できる可能性があることがわかった。

排雪重量計測試験状況

## １２．社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発

### カーボンニュートラル対応コンクリートの長期耐久性に関する研究

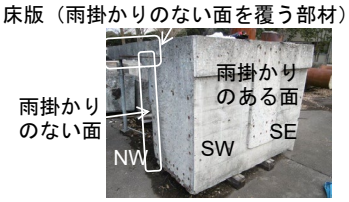
材料資源研究グループ

#### 研究の必要性

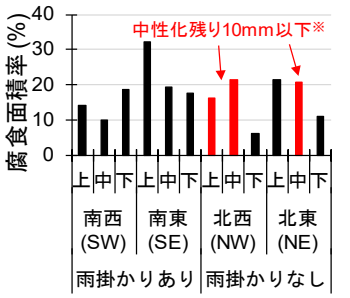
脱炭素社会実現に向け、様々なカーボンニュートラル対応（以下 CN）コンクリートが開発されている。しかし、構造物への適用を検討する際には、CN コンクリート特有の長期耐久性への影響を明確にする必要があり、本研究を実施した。

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

CN コンクリートには様々な技術があるが、その１つにコンクリートに積極的に $CO_2$ を吸収させ中性化させたものがある。中性化すると鉄筋が腐食しやすくなるおそれがあるが、水分の供給がなければ、腐食速度は十分小さいとの指摘もある。そこで、竣工から 66 年の間に中性化が進んだコンクリート部材で鉄筋の腐食度合を調査した。その結果、鉄筋近くまで中性化が進んでも雨掛かりがなければ、鉄筋近くまで中性化していない雨掛かりのある箇所と同程度の腐食面積率で、顕著な鉄筋腐食は生じていないことを確認し、このような環境では CN コンクリートの使用が長期耐久性へ影響を与えにくいことを確認した。




調査部材の概要




※中性化した／していないは、中性化で鉄筋腐食が始まるとされる「中性化残り10mm以下」に達しているかで判断した。

各面の鉄筋の腐食面積率

## １３．快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発

### 「道の駅」の整備効果向上に資する多様な主体との連携手法に関する研究

地域景観チーム

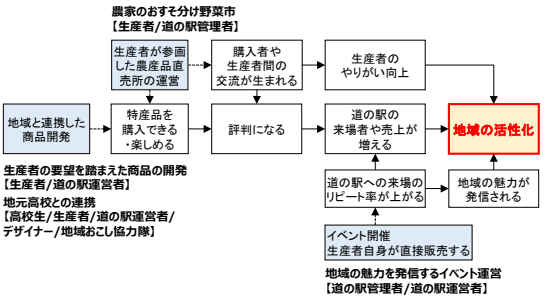
#### 研究の必要性

「道の駅」の整備にあたり、地域振興効果や防災機能などを高めることが求められている。「道の駅」に関わる多様な主体の「役割と繋がりのルール」、及びそれらの違いが効果や機能に与える影響を解明し、「道の駅」が置かれている状況に合わせた連携手法を構築することを目的とする。

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

「道の駅」の事例調査から、運営やサービスに携わる関係主体と、各々の役割と繋がり方を抽出し、効果が発現したプロセスと、各段階での関係主体の関わり方を見える化した。

R6.１に発生した能登半島地震で被災した「道の駅」において防災機能に着目し現地調査を実施。「道の駅」の平時の交流の場としての役割が災害発生時に機能している実態を把握した。




「道の駅」の機能に着目した効果発現プロセスの例

被災地の「道の駅」でのヒアリング

## １４．農業の成長産業化や強靭化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発

### 大区画圃場の分割利用に対応した暗渠整備に関する研究

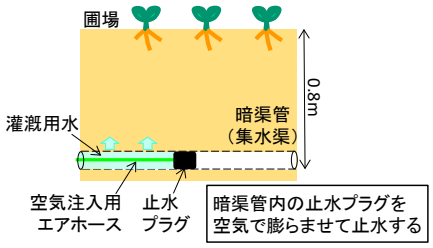
資源保全チーム

#### 研究の必要性

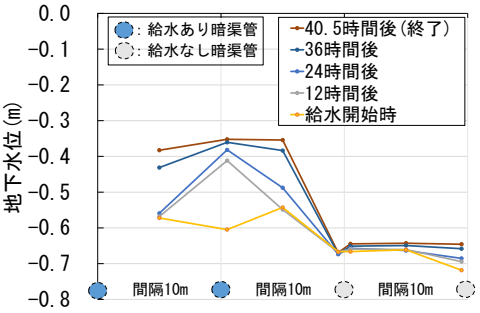
大区画圃場に整備された地下水位制御システムは、圃場全体の地下水位を一律に制御する仕組みであるが、一つの圃場を複数のブロックに分けて栽培管理する作物では、ブロック毎の地下灌漑の制御が必要である。本研究では、既設の地下水位制御システムにおいて、大区画圃場内の地下灌漑区域を分割する技術を開発する。

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

地下灌漑の給水区域を分割するため、エアホースを接続した止水プラグを給水口から挿入し、暗渠管内の所定の位置でプラグを膨らませて止水した。止水後に地下灌漑を開始し、圃場内の地下水位の変化を計測した結果、給水なし暗渠管を境界にして、地下水位が上昇する区域と上昇しない区域に分割できることが明らかとなった。




止水プラグを用いた暗渠管内の水流制御




給水区域分割時の地下水位の変化
（暗渠横断面）

## １５．水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発

### 漁港・港湾構造物への簡易な人工基質付加による生物共生機能向上に向けた研究

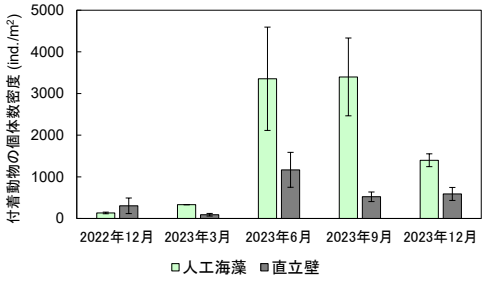
水産土木チーム

#### 研究の必要性

近年、異常気象の激甚化・頻発化により漁港・港湾構造物の重要性が大きくなる一方で、こうした構造物の周辺環境の生物多様性は低い傾向にあり、生態系機能の向上が求められている。本研究では、既存の構造物の機能を損なわずに生態系への悪影響の緩和や生態系機能の向上を図る持続可能な構造物改良手法の開発を目的とする。

#### 令和６年度に得られた成果・取組の概要

先行研究において行った漁港内の直立壁を利用した人工海藻の現地調査で採集した付着動物試料の詳細な分析を行った。人工海藻上は近傍のコンクリート直立壁面よりも付着動物の個体数密度が高く、より多様な動物相が見られたことから、人工海藻の生物共生機能付加技術としての有用性が示された。今後、人工海藻の機能発現メカニズムに関する調査を実施するとともに、環境に配慮した材質の検討を行う予定である。




人工海藻および直立壁の付着動物
個体数の季節変化