

目次

<b>1. 質の高い研究開発業務の遂行、成果の社会への還元</b>	1
(1) 研究開発の基本方針	1
①社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応	1
1. プロジェクト研究及び重点研究の実施	3
2. プロジェクト研究の概要と研究成果	5
3. 重点研究の概要と研究成果	76
②基盤的な研究開発の計画的な推進	98
1. 基盤研究の実施	99
(2) 研究開発を効率的・効果的に進めるための措置	112
①他の研究機関との連携等	112
1. 国内共同研究の実施	113
2. 国内他機関との連携協力	120
3. 海外機関との連携協力	123
4. 国内研究者との交流	127
5. 海外研究者との交流	127
②研究評価の的確な実施	133
1. 研究評価	134
2. 各年度の評価の流れ	135
3. 第3期中期計画における評価体制	137
4. 内部評価委員会	140
5. 外部評価委員会	142
③競争的研究資金等の積極的獲得	149
1. 競争的研究資金等外部資金の獲得	149
(3) 技術の指導及び成果の普及	158
①技術の指導	158
1. 災害時における技術指導	158
2. 土木技術全般に係る技術指導	172
3. 北海道開発の推進に係る技術指導	173
4. 技術委員会への参画	174
5. 研修等への講師派遣	175
6. 研修会・講習会等の開催	176
②成果の普及	179
ア) 技術基準及びその関連資料の作成への反映等	179
1. 研究成果の技術基準類への反映	179
イ) 論文発表等	191
1. 論文発表	191
ウ) 国民向けの情報発信、国民との対話、戦略的普及活動の展開	205
1. メディア等を通じた情報発信	206
2. 公開実験	210
3. 研究所講演会等、各種講演会の実施	212
4. 一般市民を対象とした研究施設の公開等	214

5. 重点普及技術の選定と普及戦略の策定	215
6. 土研新技術ショーケース	218
7. その他の普及活動	218
③知的財産の活用促進	229
1. 知的財産権の取得	229
2. 知的財産権の維持管理	234
3. 知的財産権の活用	235
4. 知的財産に関する手引きの作成	241
5. 知的財産に関する講演会等の開催	242
(4) 土木技術を活かした国際貢献	243
①土木技術による国際貢献	243
1. 海外への技術者派遣	244
2. 海外への技術協力	251
3. 国際的機関の常任・運営メンバーとしての活動	251
4. 国際会議等での成果公表	255
5. 土木技術の国際基準化への取組	255
②水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) による国際貢献	257
1. ICHARM に係る協定更新と ICHARM 長期・中期プログラム等の策定	257
2. 研究活動	258
3. 研修活動	260
4. 情報ネットワーク	265
5. 現地実践活動	273
6. 広報活動	276
7. 人材の確保	277
(5) 技術力の向上、技術の継承及び新技術の活用促進への貢献	278
1. 国土交通省等の技術系職員の受け入れ	279
2. 専門技術者とのネットワーク	279
3. 地域技術力の向上	282
4. 地域における産学官の交流連携	291
5. ナレッジデータベースの活用	294
6. 新技術活用のための活動	294
7. 技術的問題解決のための受託研究	296
<b>2. 業務内容の高度化による研究所運営の効率化</b>	298
(1) 効率的な組織運営	298
①柔軟な組織運営	298
1. 柔軟な組織再編	298
2. 効率的なプロジェクト研究の推進	300
3. 研究ユニット	301
4. 先端材料資源研究センターの設置	301
②研究支援体制の強化	302
1. 研究支援部門の連携	302
(2) 業務運営全体の効率化	305
①情報化・電子化の推進等	305
1. 情報セキュリティの強化	306

2. 業務の電子化の推進	306
3. 事務処理の簡素化・合理化	307
4. アウトソーシングの推進	307
5. 外部の専門家の活用	309
6. 内部統制の充実・強化	311
7. 自己収入の適正化と拡大	311
②一般管理費及び業務経費の抑制	313
1. 一般管理費及び業務経費の抑制	314
2. 随意契約の見直し	315
<b>3. 予算、収支計画及び資金計画</b>	<b>318</b>
<b>4. 短期借入金の限度額</b>	<b>331</b>
<b>5. 不要財産の処分に関する計画</b>	<b>332</b>
<b>6. 重要な財産の処分等に関する計画</b>	<b>334</b>
<b>7. 剰余金の使途</b>	<b>335</b>
<b>8. その他主務省令で定める業務運営に関する事項等</b>	<b>336</b>
(1) 施設及び設備に関する計画	336
1. 施設、設備の効率的な利用	337
2. 施設の整備・更新	337
(2) 人事に関する計画	339
1. 必要な人材の確保と職員の資質向上	340
2. 人件費	342
<b>参考資料</b>	<b>343</b>

## 参考:コラム目次

- P119 土木研究所の新たな研究連携体制が始動  
～2つの技術研究組合に土木研究所が参画～
- P122 (独) 物質・材料研究機構と連携・協力に関する協定を締結  
～社会インフラの強靱化・効率化に資する研究開発を強力に推進～
- P126 極東国立交通大学(ロシア連邦)との研究協力協定
- P131 国立水文学研究所(ロシア)との研究協力協定及び日露ワークショップの開催
- P141 基盤研究(萌芽)を創設し、内部評価委員会において19課題を採択
- P156 科学技術に関する国家的プログラムに土木研究所の研究課題が採択  
～「戦略的イノベーション創造プログラム」への参画～
- P163 東日本大震災により被災した橋梁の復旧に関する技術支援  
～約40橋の復旧方法や損傷の監視方法について助言～
- P171 広島県で発生した土石流災害における土木研究所の技術支援
- P189 笹子トンネル事故を受けた道路構造物の総点検実施要領(案)の整備
- P202 ICHARMの佐山研究員が文部科学大臣表彰(若手科学者賞)を受賞
- P203 「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」が平成24年度地盤工学会賞を受賞
- P209 道路利用者を支援する吹雪の視界情報
- P211 千代田実験水路における破堤拡幅抑制工の公開実験
- P240 24年度に新規契約した知的財産権「ワイヤーロープケーブル式防護柵」が道央自動車道に導入
- P241 土木研究所の特許技術が初めて海外に進出
- P249 インドネシア国マルク州アンボン島における天然ダム決壊と土木研究所の技術的支援
- P272 第3回国連世界防災会議における ICHARM の活動について
- P289 北海道の土砂災害に関する技術者フォーラム
- P290 茨城県内の自治体職員等を対象に橋梁研修を開催し、維持管理技術の向上に貢献
- P293 地域技能技術者等への技術的知見の提供  
現地見学を伴う技術者交流フォーラム

# 1章

## 質の高い研究開発業務の遂行、成果の社会への還元

### (1) 研究開発の基本方針

#### ① 社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応

##### 中期目標

現下の社会的要請に的確に応えるため、研究所の行う研究開発のうち、以下の各項に示す目標について、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を早期に得ることを目指す研究開発を重点的研究開発として位置づけ、重点的かつ集中的に実施すること。

また、重点的研究開発の実施に際しては、北海道総合開発計画及び食料・農業・農村基本計画等を踏まえ、総合的な北海道開発を推進するため、積雪寒冷に適応した社会資本や食料基盤の整備に必要な研究開発についても、重点的かつ集中的に実施すること。

その際、本中期目標期間中の研究所の総研究費（外部資金等を除く。）の概ね75%を充当することを目途とする等、当該研究開発が的確に推進しうる環境を整え、明確な成果を上げること。

なお、中期目標期間中に、社会的要請の変化等により、以下の各項に示す目標に対応する研究開発以外に新たに重点的かつ集中的に対応する必要があると認められる課題が発生した場合には、当該課題に対応する研究開発についても、機動的に実施すること。

##### ア) 安全・安心な社会の実現

地震・津波・噴火・風水害・土砂災害・雪氷災害等による被害の防止・軽減・早期回復を図るために必要な研究開発を行うこと。

##### イ) グリーンイノベーションによる持続可能な社会の実現

バイオマス等の再生可能なエネルギーの活用や資源の循環利用等、低炭素・低環境負荷型社会を実現するために必要な研究開発を行うこと。

また、自然環境の保全・再生や健全な水循環の維持、食の供給力強化のための北海道の生産基盤づくり等、人と自然が共生する持続可能な社会を実現するために必要な研究開発を行うこと。

##### ウ) 社会資本の戦略的な維持管理・長寿命化

社会インフラの老朽化、厳しい財政状況等を踏まえ、社会インフラの効率的な維持管理に必要な研究開発を行うこと。

また、材料技術等の進展を踏まえ、社会資本の本来の機能を増進するとともに、社会的最適化、長寿命化を推進するために必要な研究開発を行うこと。

##### エ) 土木技術による国際貢献

アジアそして世界への技術普及など、国際展開・途上国支援・国際貢献を推進するために必要な研究開発を行うこと。

##### 中期計画

中期目標の2.(1)①で示された目標に対応する重点的研究開発を重点的かつ集中的に実施するため、以下に示すプロジェクト研究および重点研究に対して、中期目標期間中における研究所全体の研究費のうち、概ね75%を充当することを目途とする。

**ア) プロジェクト研究**

中期目標の2. (1) ①で示された目標に対応する重点的研究開発のうち、別表-1-1および別表-1-2に示す国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を中期目標期間内に得ることを目指すものをプロジェクト研究として位置づけ、重点的かつ集中的に実施する。

なお、中期目標期間中に、社会的要請の変化等により、早急に対応する必要があると認められる課題が新たに発生した場合には、当該課題に対応する重点的研究開発として新規にプロジェクト研究を立案し、1. (2) ②に示す評価を受けて早急に研究を開始する。

**イ) 重点研究**

中期目標の2. (1) ①で示された目標に対応する重点的研究開発のうち、次期中期目標期間中にプロジェクト研究として位置づける等により、別表-1-1および別表-1-2に示す国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を早期に得ることを目指すものを重点研究として位置づけ、重点的かつ集中的に実施する。

※別表-1-1は、本報告書の巻末の参考資料-2に示す『別表-1-1 中期目標期間中の重点的研究開発(プロジェクト研究、重点研究)』である。

※別表-1-2は、本報告書の巻末の参考資料-2に示す『別表-1-2 中期目標期間中の重点的研究開発(積雪寒冷に適應した社会資本や食料基盤の整備に関連するプロジェクト研究)』である。

**■中期目標達成の考え方**

科学技術基本計画、国土交通省技術基本計画、北海道総合開発計画、食料・農業・農村基本計画、水産基本計画の上位計画を踏まえた形で中期目標に示された4つの目標に対応すべく6つの重点的研究開発課題を掲げ、その解決に向けてプロジェクト研究、重点研究を重点的かつ集中的に実施する。また、その実施に当たっては、全体の研究費のうち概ね75%以上を充当することとした。なお、社会情勢の変化により、早急に対応する必要があると認められる課題が発生した場合には、当該課題に対応するプロジェクト研究を立案し、取り組むものである。

**■評価指標**

当該箇所に関する評価指標は以下の通りである（詳細は後述）。

**充当した予算割合**

評価指標	基準値	評価指標値			
		H23	H24	H25	H26
重点的研究開発課題に充当した予算割合 (%)	75%	75.4%	76.4%	76.4%	75.6%

**研究評価の評価結果**

評価指標	基準値	評価指標値			
		H23	H24	H25	H26
研究評価で「社会的要請と研究目的」を「適切」と評価した評価委員の割合（事前評価）	80%	96.9%	100.0%	100.0%	100.0%
研究評価で「進捗状況」を「順調」と評価した評価委員の割合（中間評価）	80%	—	96.7%	89.5%	98.6%
研究評価で「達成目標への到達度」を「達成」と評価した評価委員の割合（事後評価）	80%	—	—	89.7%	85.7%

## ■平成23年度から平成26年度までの取組み

### 1. プロジェクト研究および重点研究の実施

本中期計画においては、科学技術基本計画、国土交通省技術基本計画、北海道総合開発計画、食料・農業・農村基本計画、水産基本計画の上位計画を踏まえた形で中期目標に示された4つの目標に対応すべく図-1.1.1の6つの重点的研究開発課題を掲げ、その解決に向けてプロジェクト研究、重点研究を重点的かつ集中的に実施することとしている。



図-1.1.1 中期計画の目標と重点的研究開発課題

研究予算については、土木研究所の中期目標達成に係わるプロジェクト研究および重点研究に対して、研究所全体の研究費の75.6%を充当するなど、中期目標の達成に向けて重点的な研究開発を進めた。研究課題数および研究予算の内訳を図-1.1.2に示す。

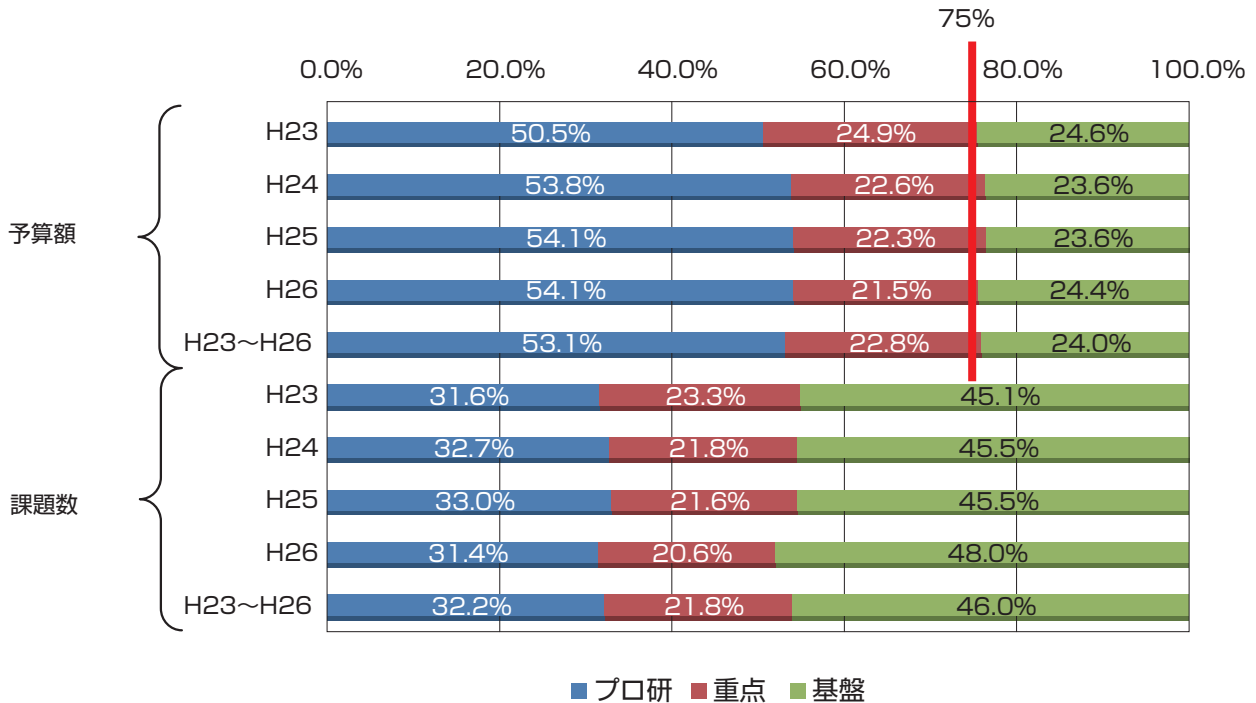


図-1.1.2 研究課題および研究予算の内訳



## 2. プロジェクト研究の概要と研究成果

実施している16プロジェクトを表-1.1.1に示す。これらのプロジェクト研究には個別課題が設定されており、25年度までに87課題を実施している。26年度は、新たに3課題の個別課題を開始した。これら3課題の事前評価において、「社会的要請と研究目的」を「適切」と評価した外部評価委員の割合は100%であった。また、個別課題10課題に対して26年度に中間評価を行った結果、進捗状況を「順調」と評価した外部評価委員の割合は98.6%であった。さらに、26年度で終了した個別課題6課題に対して事後評価を行った結果、「達成目標への到達度」を「達成」と評価した外部評価委員の割合は85.7%であった。

プロジェクト研究の概要と代表的な研究成果及び評価結果を次頁以降に示す。

表-1.1.1 第3期中期計画の16のプロジェクト研究

4つの目標	6つの重点的研究開発課題	プロジェクト研究課題
ア) 安全・安心な社会の実現	① 激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減、早期復旧に関する研究	プロ-1 気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発
		プロ-2 大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発
		プロ-3 耐震性能を基盤とした多様な建造物の機能確保に関する研究
		プロ-4 雪氷災害の減災技術に関する研究
		プロ-5 防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究
イ) グリーンイノベーションによる持続可能な社会の実現	② 社会インフラのグリーン化のためのイノベーション技術に関する研究	プロ-6 再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の利活用技術・地域への導入技術の研究
		プロ-7 リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発
	③ 自然共生社会実現のための流域・社会基盤管理技術に関する研究	プロ-8 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発
		プロ-9 河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究
		プロ-10 流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術
		プロ-11 地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究
		プロ-12 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築
		プロ-13 社会資本をより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究
ウ) 社会資本の戦略的な維持管理・長寿命化	④ 社会資本ストックの戦略的な維持管理に関する研究	プロ-14 寒冷な自然環境下における建造物の機能維持のための技術開発
		プロ-15 社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発
	⑤ 社会資本の機能の増進・長寿命化に関する研究	プロ-16 寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究
		プロ-1 気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発(再掲)
エ) 土木技術による国際貢献	⑥ 我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援に関する研究	プロ-2 大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発(再掲)
		プロ-5 防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究(再掲)
		プロ-11 地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究(再掲)
		プロ-13 社会資本をより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究(再掲)
		プロ-1 気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発(再掲)

## プロ-1 気候変化等により激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発

### ■目的

近年、局地的豪雨等により国内外において水災害が頻繁に発生しており、その原因として地球温暖化の影響が懸念されている。地球温暖化による気候変化が水災害に及ぼす影響を把握するとともに、短時間急激増水（Flash Flood）に対応できる洪水予測技術の開発が求められる。

また、洪水災害を防御するためには、河川堤防の治水安全性を確保することが重要であるが、長大な構造物である河川堤防について迅速かつ効率的に対策を進めるには、先の東日本大震災における堤防の被災状況を踏まえ、河川堤防をシステムとして浸透安全性・液状化を含む耐震性を評価する技術の開発および、より低コスト、効果的な対策についての技術開発が必要である。

地球温暖化に伴う気候変化の水災害への影響評価や洪水予測技術、堤防の浸透・侵食の安全性、耐震性および対策技術に関する研究を実施し、地球温暖化に伴う気候変化の影響への治水適応策の策定や水災害および液状化の被害軽減に貢献することを目的としている。

### ■目標

- ① 地球温暖化が洪水・濁水流出特性に与える影響の予測および短時間急激増水に対応できる洪水予測技術の開発
- ② 堤防をシステムとしてとらえた浸透・侵食の安全性および耐震性を評価する技術および効果的効率的な堤防強化対策技術の開発
- ③ 途上国における水災害リスク軽減支援技術の開発

### ■貢献

本研究成果を関連する基準書、ガイドライン等に反映させることにより、国内外の水災害分野での気候変動適応策の策定、短時間急激増水に伴う洪水被害の軽減、膨大な延長を有する河川堤防システムの安全性および耐震性向上に貢献する。

### ■得られた成果の概要

- ① 不確実性を考慮した地球温暖化が洪水・濁水に与える影響の予測技術の開発

アジア地域における将来気候の変化が洪水・濁水に与える影響を把握するため、年降水量の将来気候と現在気候との差を算出した（図-1.1）。さらに、アジア

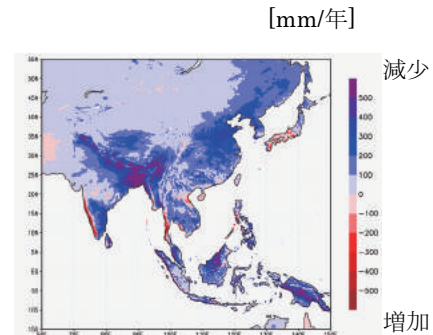


図-1.1 アジア地域における年降水量の将来気候と現在気候との差

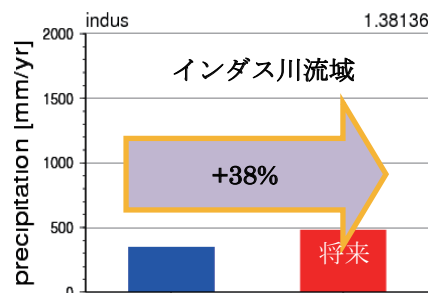


図-1.2 現在気候と将来気候の年降雨量の比較（インダス流域）

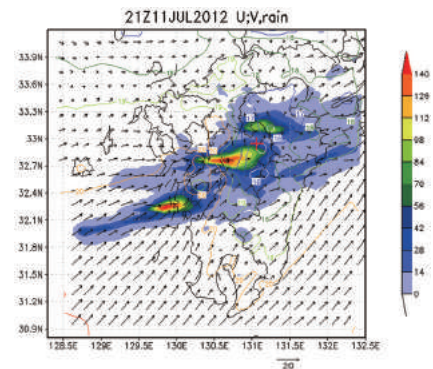


図-1.3 九州北部豪雨の降水量予測結果例

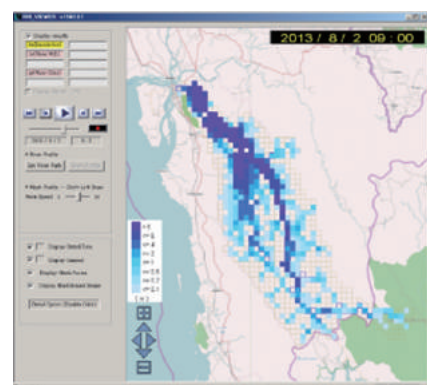


図-1.4 RRI-GUIによる浸水深分布の表示

主要5流域での将来気候の影響を把握するため、年降水量及び月別降水量について将来気候と現在気候との割合と差を算出し、その特徴を整理した(図-1.2)。

中期目標期間終了時までにはチャオプラヤ川流域等の特定河川を対象に、複数のダウンスケーリングの出力結果を使用して現在気候と将来気候とを比較し、その結果をとりまとめ、国内外の水災害分野での気候変動適応策の策定等に貢献する予定である。

### ②短時間急激増水に対応できる洪水予測技術の開発

2012年7月の九州北部豪雨を対象に、WRFモデルにアンサンブルカルマンフィルタを導入し降水量の予測実験を行った。またその結果をRRIモデル(降雨流出氾濫解析モデル)に入力し、河川流出・洪水氾濫の一体的な予測精度を検証した。さらに世界の任意の地域においてRRIモデルの迅速・簡便な適用を可能とするようグラフィカル・ユーザインターフェース(GUI)を開発した。

中期目標期間終了時までには、気候や水文特性の異なる流域を対象にして、アンサンブルカルマンフィルタを導入したWRFモデルによる物理的ダウンスケール情報をRRIモデルに入力した際のFlash Floodの予測精度を明らかにし、洪水被害の軽減等に貢献する予定である。

### ③堤防の浸透安全性及び耐震性の照査技術の開発

堤防で現地実験を行い、高速比抵抗探査システムにより、堤体内降雨浸透過程をリアルタイムで可視化できることを明らかにした。また、堤防裏のり尻で漏水した箇所において、漏水を裏付ける被覆土層厚を物理探査で詳細に把握した(図-1.5)。

平均動水勾配と地形分類を用いた基礎地盤の浸透安全性評価指標を検討し、被災箇所との対応関係を整理した(図-1.6)。

堤防の内部侵食や地震時の堤体亀裂の浸透への影響に関する模型実験を実施し、内部侵食の発生はのり尻付近の動水勾配の上昇が一因であること、地震による堤体亀裂の発生が堤防の耐浸透機能低下に与える影響を解明した。(図-1.7)。

中期目標期間終了時までには被災メカニズムを踏まえて評価を高度化し、堤防システムとして浸透・耐震性評価手法を提案し、安全性の効果的効率的な確保等に貢献する予定である。

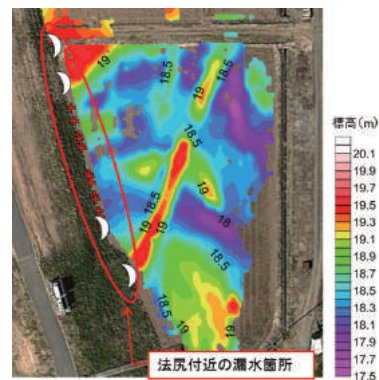


図-1.5 被覆土層の下の透水層の標高

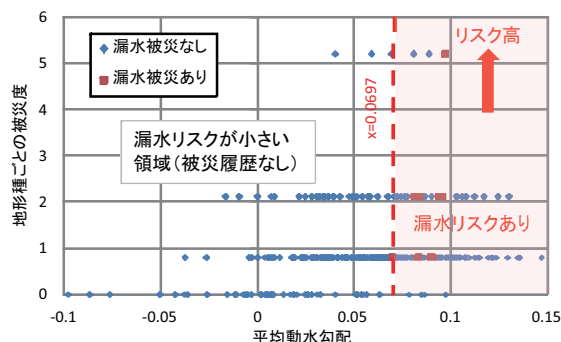


図-1.6 平均動水勾配と地形種ごとの基盤漏水被災実績を考慮した浸透安全性評価の例

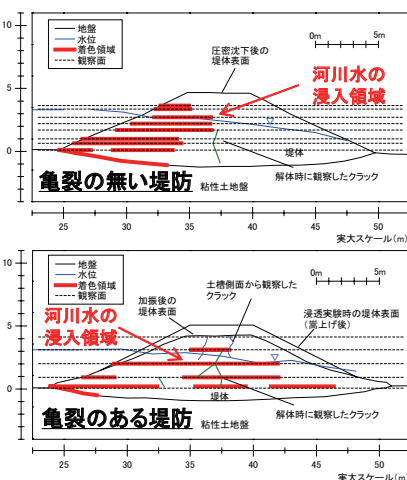


図-1.7 地震による堤体亀裂の浸透への影響

④効果的な浸透対策や液状化・津波対策を含む地震対策などの堤防強化技術の開発

模型実験の結果のとりまとめ及び数値解析結果に基づき、低コストな浸透対策工法の評価方法を提案した。また、変形解析法を改良し、解析値と遠心模型実験による実測値の堤防天端沈下量の比較により、液状化対策への適用性を評価した（図-1.8）。

東日本大震災等の河川内での被災事例収集や水理実験および数値シミュレーション等により、河川構造物の水理的な被災機構を解明した上で、津波が河川に遡上した場合の被害軽減対策とその水理設計手法に関しての基本的考え方を取りまとめる。

中期目標期間終了時までには模型実験及び数値解析等を踏まえ、浸透・地震複合対策技術および津波被害軽減策を提案し、システムとしての河川堤防の安全性確保等に貢献する予定である。

⑤途上国における水災害リスク軽減支援技術の開発

アジアの洪水常襲地帯の一つであるフィリピン国パンパンガ川流域のブラカン州カルンピット市をモデル地域として、RRIモデルを用いた洪水氾濫シミュレーションに基づき、時系列で行うべき避難誘導、応急復旧対策等をまとめた「大規模洪水危機管理計画（案）」の作成を行った。また、作成した計画案に対して、現地の災害対応担当者を招いたワークショップを開催し、意見徴収を行った。

中期目標期間終了時までには得られた意見を踏まえて、「地域BCP作成マニュアル」を作成し、他地域への手法の普及を図り、アジア地域での大規模水害発生時の減災と早期復旧に貢献する予定である。

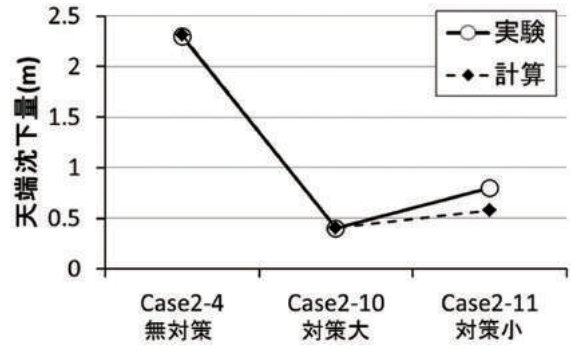


図-1.8 模型実験と改良した解析による天端沈下量の関係

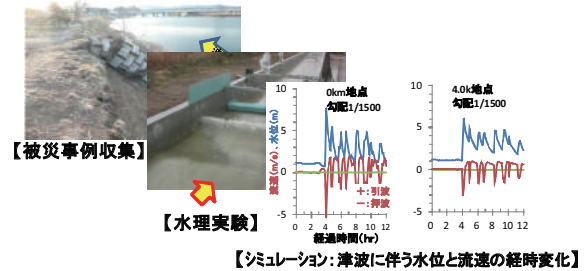


図-1.9 検討手法と検討結果の一例

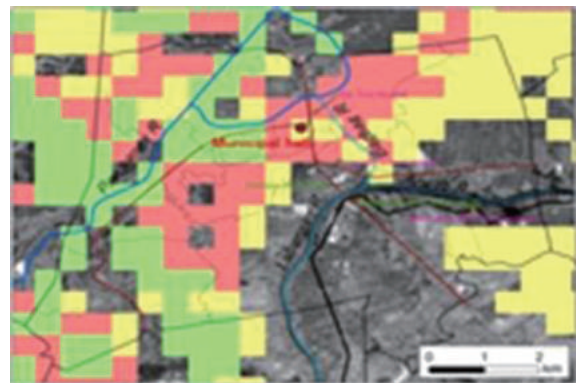


図-1.10 3つの警戒色を用いた浸水マップ  
(上：2日後、下：7日後)



図-1.11 現地ワークショップでの危機管理計画に関するグループディスカッションの様子

## 外部評価委員会での評価結果（プロ①）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 多くの項目の研究を着実に実施し、成果を上げている。また現場への適用のためのマニュアル化も進められており成果の普及が見込まれる。
- 2) 期待している成果が着々とあげられていると思われる。
- 3) 質・量ともに優れた成果をあげられていると思われる。
- 4) 多くのテーマが従来にない新規性の高いものであったが、各研究者が新しい手法にかなり十分に習熟してきていることが感じられる成果となっている。一方に論文数が少ないものもあるが全体としては十分な投稿発表数と言える。
- 5) プロジェクトによりバラツキはあるが、さらなる海外査読付きの論文への挑戦（国際学会のプロシーディングスばかりでなく）が望まれる。
- 6) 河川津波の被災機構を4年間検討され、同時に対策を提案されているが、明らかになったメカニズム等を整理され対策案を考えるというのが適切かと思われる。

### ●今後の対応

- 1)～3) 今後も、有用な成果を挙げ目標を達成できるように研究を進めていきたい。
- 4)～5) 論文数が少ないものについては、今後積極的に発表していく予定である。
- 6) 「津波外力と構造物に作用する荷重との関係は、河道の平面形状や縦断形状だけでなく微少な構造物の形状に非常に敏感で且つ非線形的である」というメカニズムが今回の実験等の分析を通してより明らかとなったことから、対策に当たってはご指摘の方向で検討することが妥当と考えている。

## プロ-2 大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発

### ■目的

近年、豪雨の発生頻度の増加や大規模地震の発生により、地域に深刻なダメージを与える大規模な土砂災害や道路斜面災害が頻発しており、今後気候変動に伴いこれらの危険性がさらに高まることが懸念されている。こうした豪雨・地震等に伴う大規模土砂災害や道路斜面災害に対し、発生危険個所の抽出、事前の減災対策、そして、応急復旧技術の開発が求められている。

### ■目標

- ① 大規模土砂災害等の発生危険個所を抽出する技術の構築 (図-2.1)
- ② 大規模土砂災害等に対する対策技術の構築 (図-2.2)
- ③ 大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築 (図-2.3)

### ■貢献

深層崩壊・天然ダム等の異常土砂災害、火山地域特有の泥流化する地すべりの発生危険個所の抽出手法等の確立を通じて、よりの確な警戒避難体制の構築等が図られることにより、土砂災害による人的被害の大幅な軽減が可能だけでなく土砂災害が問題となっているアジア諸国の防災対策の向上にも寄与することができる。

火山噴火緊急減災のための調査・監視マニュアル、大規模岩盤斜面の評価・管理マニュアル、道路斜面管理におけるアセットマネジメント手法等を整備することにより、よりの確な危機管理計画や改修計画の策定が可能となり、安全な地域社会の実現に貢献する。また、落石防護工の部材・要素レベルの性能照査手法等を整備し、より合理的な斜面对策事業の推進に貢献する。

大規模土砂災害・盛土災害に対する応急復旧施工法の確立等を通じて、被害の軽減、被災地の早期復旧が可能となる。



図-2.1 「大規模土砂災害等の発生危険個所を抽出する技術の構築」の概念図



図-2.2 「大規模土砂災害等に対する対策技術の構築」の概念図

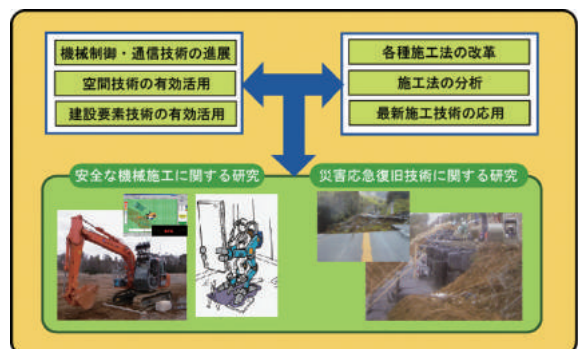


図-2.3 「大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築」の概念図

■得られた成果の概要

①大規模土砂災害等の危険箇所を抽出する技術の構築

流動化する地すべりの要因とそのメカニズムの検討のために、東北地方太平洋沖地震により発生した6箇所地すべり地において地形、地質、土質調査を行い、地すべりが発生した斜面の条件を明らかにした。①遷急線を挟んで発生、②火山灰層が厚く堆積、③すべり面となった層準は風化で軟弱粘土化、④すべり面の直上は硬軟の境界、⑤流れ盤状にテフラが堆積の特徴が共通することが明らかとなった(図-2.4)。

東北地方太平洋沖地震災害の分析を行うとともに、20～22年度災害の分析結果と併せた災害弱点箇所の抽出の視点を国土交通省作成の「総点検実施要領(案)～道路のり面工・土工構造物編～」に反映させた(図-2.5)。

凍結融解試験を実施し、凍結融解による岩石の強度比の対数と凍結融解サイクル数の平方根との間に直線的な負の相関があることが確認された。凍結融解の初期サイクル数の領域ではサイクル数の平方根を用いた近似( $\sqrt{N}$ 近似)を、それ以降のサイクル数の領域を指数近似を用いた岩石劣化の推定法を提案した(図-2.6)。

中期目標期間終了時まで地震、融雪、豪雨により流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測手法の作成、道路のり面斜面の災害弱点箇所抽出および対策緊急度判定手法を提案する。

②大規模土砂災害等に対する対策技術の構築

平成26年(2014)9月御嶽山において水蒸気爆発が発生、広範囲に降灰が確認された。このため実施された緊急調査に、本研究で開発した土石流氾濫計算プログラムが使用され、その結果が公表された。研究成果は、国土技術政策総合研究所と連携する、人材育成支援プログラムで派遣された全国の地方整備局職員を通じ共有を図っている(図-2.7)。

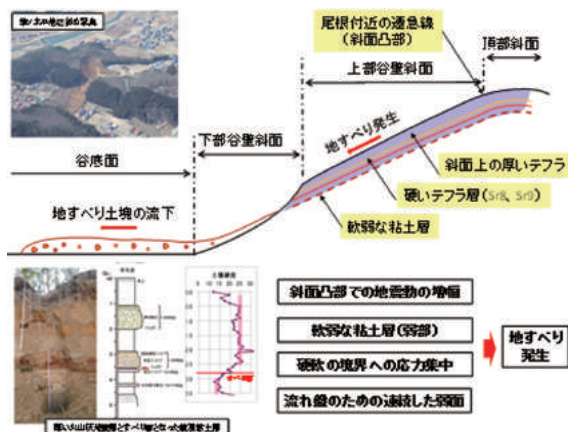


図-2.4 地すべり発生条件



図-2.5 東北地方太平洋沖地震における県道の被災事例(管轄事務所提供)

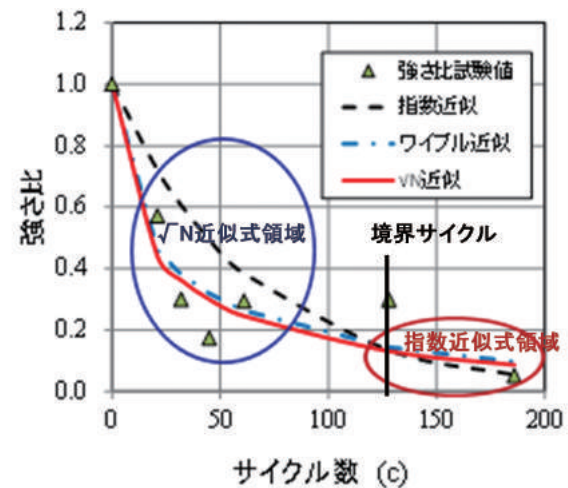


図-2.6 凍結融解サイクル数と強さ比の一例



図-2.7 人材育成プログラムでの説明

また、従来型ポケット式落石防護網の構成部材のエネルギー吸収量の算定や数値解析における材料構成則等の設定を目的として、大型静的・衝撃載荷実験を実施し、その挙動について検討を行った。さらに、過年度実施の実規模重錘衝突実験を対象に数値解析手法の妥当性を検討するとともに、従来設計法の設計適用範囲等についてとりまとめた(図-2.8)。

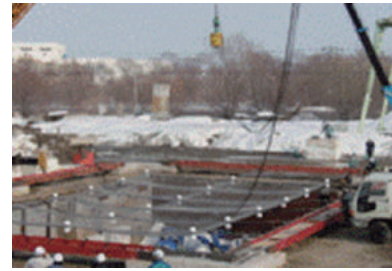
中期目標期間終了時まで天然ダム形成後の初動・継続監視期に適應した調査・対策工事の検討の手引きの作成、岩盤の劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理マニュアルの作成、落石防護工の全体系での性能照査技術の提案、吹付のり面工を主とした道路のり面構造物のアセットマネジメント手法の提案を行う。

### ③大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築

土砂災害を対象とした大型土のうを存置した復旧工法の性能評価について遠心模型実験を行った。

この結果、災害現場で多い地山の接近した条件では変形量が多いものの、安定補助工法である補強土の機構に沿った樽型の変形モードが見られ、補助工法の有効性が確認された。大型土のうを存置した復旧工法について、地整職員等災害復旧関係者にヒアリングを実施し、復旧方法等の現場ニーズを収集・分析した。収集・分析したヒアリング結果を踏まえ、実際の現場の施工条件を考慮した動的遠心実験を実施し、復旧方法を検証した(図-2.9)。

中期目標期間終了時まで大規模土砂災害時における最適な建設機械技術導入のためのマニュアルを作成(無人化施工技術における施工効率の改善および支援システムの提案を含む)、本設構造物への適用を想定した大型土のうによる災害復旧対策工法マニュアル(案)を作成する。



大型衝撃載荷実験状況



実規模実験状況 数値解析結果例

図-2.8 落石防護網の実験状況と数値解析

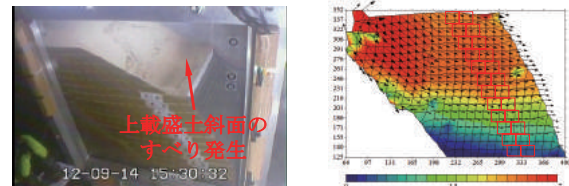
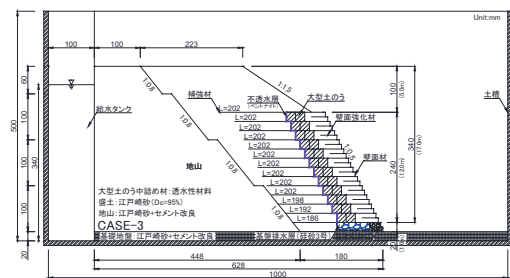


図-2.9 大型土のうの実験ケースとその結果



## 外部評価委員会での評価結果（プロ②）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 多数の項目について着実に成果をあげており、また技術の実用化・社会還元が進んでいる。全体として目標以上の成果があると考えられる。
- 2) 成果は所期の目標に達する見込みであり、有益な知見が得られている。また、実務に直結した成果と言えよう。
- 3) インドネシアで人命を救うという貢献ができたのはすばらしいことである。
- 4) 国際学会のプロシーディングスだけではなく国際的に評価の高いジャーナルへの成果の発表を希望する。

### ●今後の対応

- 1)～3) 27年度も引き続き、目標の達成に向けて取り組んで参りたい。
- 4) 引き続き成果の公表に努めるとともに、国際的に評価の高いジャーナルへの成果の発表にもチャレンジして参りたい。

## プロ-3 耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究

### ■目的

南海トラフ巨大地震、首都直下地震等、人口及び資産が集中する地域で大規模地震発生の切迫性が指摘され、これらの地震による被害の防除・軽減は喫緊の課題とされている。また、今後、多くの社会資本ストックが維持更新の時期を迎えるに当たり、耐震対策についても構造物の重要性や管理水準に応じて適切かつ合理的に実施することが求められている（図-3.1）。

以上のような背景を踏まえ、本研究では、種々の構造物及び同種の構造物でも重要性や管理水準が異なる場合を対象とし、構造物及び構造物から構成されるシステムとしての適切な機能を確認するために、耐震性能を基盤とした耐震設計法・耐震補強法の開発を行うことを目的とする（図-3.2）。また、近年の地震被害の特徴を踏まえた耐震対策や震災経験を有しない新形式の構造物の耐震設計法の開発を行うことを目的とする（図-3.3）。

### ■目標

- ① 構造物の地震時挙動の解明
- ② 多様な耐震性能に基づく限界状態の提示
- ③ 耐震性能の検証法と耐震設計法の開発

### ■貢献

道路構造物に関しては、道路を構成する多様な構造物について地震時に必要とされる機能を確認できるようにし、道路の路線全体、また、道路システムとしての地震時の機能確保に資する。また、構造物の重要性、多様な管理主体等の種々の条件に応じて必要とされる耐震性能目標を実現するための合理的な耐震設計・耐震補強が可能になる。

ダムに関しては、再開発ダム、新形式である台形CSG（Cemented Sand and Gravel：砂礫に水とセメントを配合した材料）ダムを含めて、耐震性能の合理的な照査が可能になる。

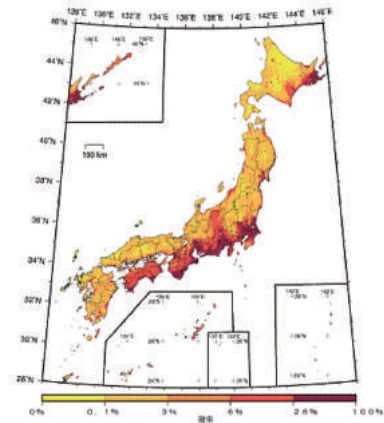


図-3.1 2012年から30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率分布（地震調査研究推進本部による）



図-3.2 道路システムの中での各種構造物の適切な機能保持のための技術開発



(a) 祭時大橋の落橋（2008年岩手・宮城内陸地震）



(b) 東名高速牧之原の盛土崩壊（2009年駿河湾を震源とする地震）

図-3.3 近年の地震被害の例

■得られた成果の概要

① 構造物の地震時挙動の解明

近年のダムサイトにおける地震動記録を用いてフィルダムに対する震力係数の検討を行った。堤高が高くなると震力係数は直線的に低下することを明らかにし、堤高と震力係数の関係を提案した。これにより100m以上のフィルダムにも適用範囲を拡張することが可能になった(図-3.4)。CSG等の強度・軟化特性を明かにし、ダムの地震時挙動を把握した。

また、津波による橋の挙動メカニズムを解明するために実験及び解析を実施し、津波作用時の支承反力と橋梁部材に作用する圧力の関係とともに、津波の速度と橋梁部材に作用する圧力の関係を把握した。また、載荷実験及び実被害との比較検証により津波作用時の力の作用メカニズム及び破壊モードを明らかにした(図-3.5、図-3.6)。

さらに、現地観測に基づき、盛土内の水位変動においては融雪の影響が大きく、融雪時は降雨時と比して水位が低下しにくい傾向を確認した。また、基盤部に排水マットを布設した模型実験の結果、盛土内の排水効果は見られるが、背面水位が高い状態では排水速度が追いつかずのり尻部の泥濘化が進み、地震の作用により崩壊する可能性が高いことを確認した。これらを踏まえ、排水及び抑え効果を考慮した補強法の効果を検証した(図-3.7)。

数多くの原位置試料の液状化試験データの分析に基づき、細粒分を含む砂の液状化強度評価法を見直し、新たな評価式を提案した。さらに、強震記録の分析、遠心実験に基づき、液状化特性に及ぼす年代効果、火山灰質土の液状化強度特性を把握するとともに、地中せん断応力分布の推定方法を提案した(図-3.8)。

中期目標期間終了時まで、提案した地中せん断応力の評価手法を既往の液状化・非液状化事例に適用し検証及びキャリブレーションを行う。

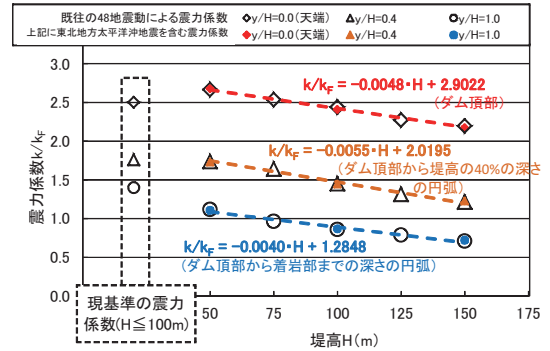


図-3.4 堤高と提案した震力係数の関係



図-3.5 実験装置

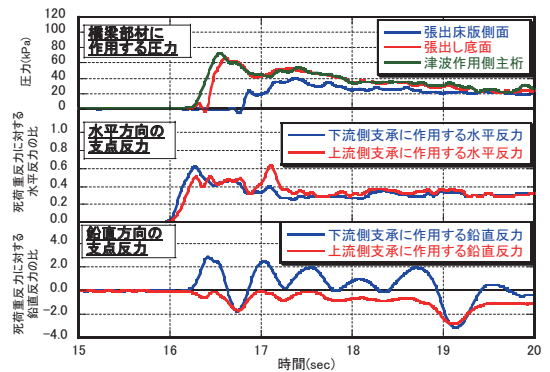
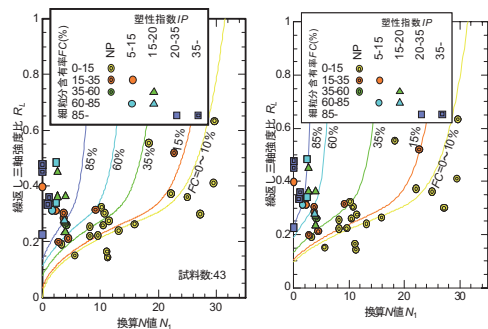


図-3.6 橋梁部材に作用する圧力と支点反力の関係



図-3.7 排水効果に関する模型実験 (のり尻部の浸透崩壊)



(a) 現行式との比較 (b) 提案式との比較

図-3.8 細粒分を含む砂の液状化強度試験結果と液状化強度評価式

### ②多様な耐震性能に基づく限界状態の提示

性能目標に応じた地震時限界状態を多様化するために破壊特性を考慮した性能評価法の開発が求められている。本研究では、軸方向鉄筋のはらみ出しを考慮した地震時限界状態の評価方法、山間部等の橋に採用事例が多い中空断面 RC 橋脚の損傷メカニズムに基づく設計法と構造細目、丸鋼鉄筋を用いた RC 橋脚の耐震性能の評価方法を提案した (図 -3.9)。

また、橋梁基礎の耐震性能評価手法の高度化を図るため、基礎の被災が確認された橋を対象に、提案する動的解析モデルによって被災を再現可能であることを確認した。また、撤去橋から取り出した実際の既製杭の載荷実験により杭本体の抵抗特性とともに杭基礎としての限界状態について確認した (図 -3.10)。

中期目標期間終了時までには、既設道路橋の基礎モデルの正負交番載荷実験により耐荷特性を把握し、橋に求める耐震性能に応じた限界状態の提案を行う。

### ③耐震性能の検証法と耐震設計法の開発

地震被害を受けた山岳トンネルの解析を実施し圧縮破壊が発生する変形モードを再現した。また、耐震対策として考えられる対策工を模型実験及び数値解析により検討し、単鉄筋やロックボルト等が耐力の向上やはく落防止等に対する効果を確認した (図 -3.11)。

地震時の斜面地盤変状事例を収集・整理し、地震時の斜面地盤の変状可能性の判定に地質構造や弱層の分布性状の把握が重要であることを明かにするとともに斜面地盤変状のパターン分類法を提案した。また、斜面上の杭基礎への地盤変状の影響を把握した (図 -3.12)。

中期目標期間終了時までには、山岳トンネルの耐震対策の選定手法、地盤変状を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドライン、事前降雨の影響を考慮した盛土の耐震対策工、再開発ダム等の耐震性能照査方法等の提案を行う。



(a) 外面の損傷



(b) 内面の損傷

図 -3.9 中空断面 RC 橋脚の損傷状況



図 -3.10 既設基礎の杭部材の耐力特性の把握

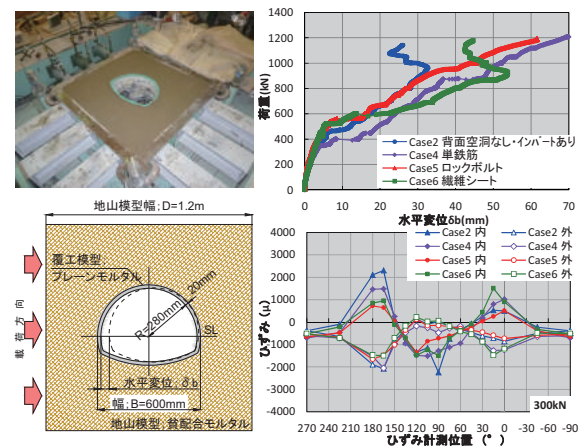


図 -3.11 耐震対策工に関する模型実験



図 -3.12 地震による斜面地盤変状の例 (流れ盤の地質構造によるすべり)

## 外部評価委員会での評価結果（プロ③）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 着実に成果をあげていると認められる。広範囲の課題を着実に進展させており、目標を十分に達成することができると思われる。
- 2) 多くの課題に対し、多種・多様な取り組みがなされているが、論文発表が少ないものがあり、確固たる成果に至ったかが不明瞭である。平成 27 年度においては、より積極的な成果の公表、論文投稿など、さらなる外部発信が望まれる。また、国際誌への投稿による海外への技術普及とともに、海外への技術指導は、より一層積極的に展開していただきたい。
- 3) 港湾空港技術研究所でも港湾構造物に及ぼす津波の影響の検討がなされているが、連携をとりながらも、お互い競いあいながら研究を進めてほしい。

### ●今後の対応

- 1) 計画に沿って研究成果を着実にあげ、所定の達成目標を達成するように努めたい。
- 2) 国際誌への論文投稿を含め、積極的な論文発表、技術指針等への反映、現場や海外への技術指導等、外部への発信に努めたい。
- 3) 津波の影響に関しては、港湾空港技術研究所とは、これまでに UJNR を通じた日米共同研究の中での連携や、学会の研究委員会の場での情報交換等を行ってきたところであるが、よりよい研究成果が得られるよう、関連研究の動向も見据えつつ進めていきたい。

## プロ-4 雪氷災害の減災技術に関する研究

### ■目的

近年、気温の乱高下、局地的な多量降雪や暴風、暖気の流入による異常高温の発生など気象変化が激しくなる中、雪氷災害が激甚化し発生形態も変化している(図-4.1、図-4.2)。

このような雪氷災害の発生条件等については不明な事項が多く、それらの解明や対策技術に関する研究が強く求められている。

そのため、近年の気候変動などにより激甚化する多量降雪や吹雪、気温の変動により多発化する湿雪雪崩などの災害に対応し、国民生活や社会経済活動への影響を緩和するため、以下の研究に取り組んでいる。

### ■目標

- ①気候変化に伴う冬期気象の変化・特徴の解明
  - ・将来気候値を利用した雪氷気候推定技術の提案と、将来の雪氷気候値の分布図を作成
- ②吹雪・視程障害の予測および危険度評価等の対策技術の開発
  - ・道路管理者と道路利用者の判断支援のための視程障害予測技術の開発(図-4.3)
  - ・吹雪障害の路線としての危険度評価技術の開発(図-4.4)
- ③冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の開発
  - ・冬期の降雨や気温上昇等に伴う湿雪雪崩の危険度評価技術の開発(図-4.5)

### ■貢献

雪氷気候値等のハザードマップの提示により雪対策の長期的計画や防雪対策施設の適切な設計に資する。また、吹雪・視程障害の予測による情報提供および危険度評価による重点対策区間の抽出等により雪氷災害に強い地域形成に貢献する。さらに、湿雪雪崩の危険度評価技術の開発により雪崩災害に強い地域形成に貢献する。

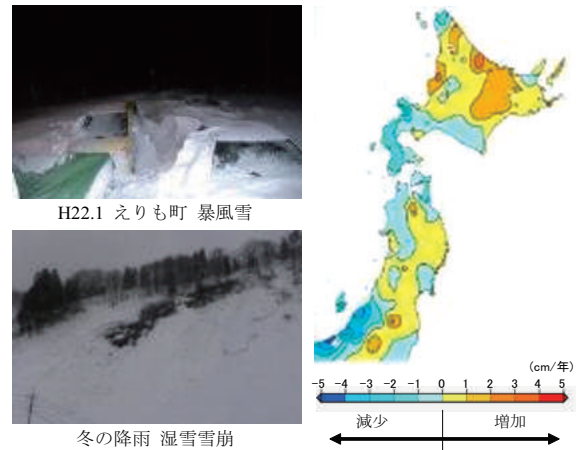


図-4.1 激甚化する雪氷災害

図-4.2 最深積雪の変化傾向



図-4.3 吹雪視程障害予測技術の開発



図-4.4 吹雪障害の路線としての危険度評価技術の開発



図-4.5 湿雪雪崩の危険度評価技術の開発

## ■得られた成果の概要

### ①気候変化に伴う冬期気象の変化・特徴の解明

雪氷気候値(吹雪や短期集中降雪等の指標となる値)を目的変数、気温や積雪深等の基本的な気象値を説明変数として、重回帰分析を実施した。分析において北海道と東北・新潟に分類した結果、概ね良好な重回帰式が得られた。その回帰式と、1kmメッシュごとの気象データ(気象庁のメッシュ気候値など)を用いて、近年の雪氷気候値の分布図を作成した(図-4.6)。

さらに、気候モデルの将来予測値を用いた雪氷気候推定技術を提案のうえ、将来の雪氷気候値分布図を作成し、現在からの変化傾向を予測した。その結果、雪氷気候値の平均値は減少傾向であるが、本州・北海道の内陸部、北海道の東部では増加する傾向がみられた(図-4.7)。

### ②吹雪・視程障害の予測及び危険度評価等の対策技術の開発

吹雪・視程障害の予測にむけて、北海道内3箇所で地吹雪発生条件の解明に必要な風速、気温、動画などを継続的に計測した。

これらの計測データを基に無降雪時の地吹雪発生有無について判別分析を実施し、気象の履歴条件を考慮に入れた2つの判別式を得た。またこれらの判別式の判別精度(適中率92.3%)を確認し、視程演算フローの改良を行った(図-4.8)。

また、改良したフローを用いて「吹雪の視界情報」サイトの改良と試験運用を行い、ドライバーの冬道での安全を支援した(図-4.9)。

一方、吹雪による視程障害の発生や運転危険度への道路構造や沿道環境条件の影響度を把握するため、吹雪時に移動気象観測を行い、同時に助手席の調査員による運転危険度調査を実施した。

これらのデータを数量化I類により多変量解析した結果、風上側の平坦地が長く、道路構造が切土の場合に運転危険度が高くなる傾向があることなど、沿道環境条件の吹雪危険度への影響度を定量的に把握した(表-4.1)。

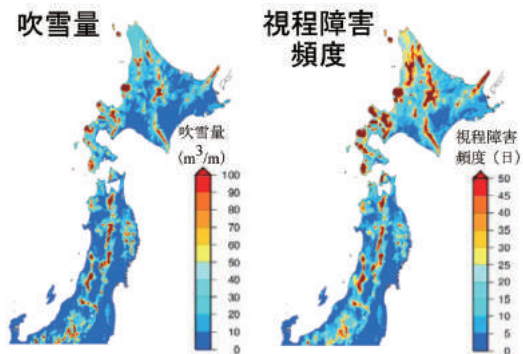


図-4.6 近年の雪氷気候値の分布図

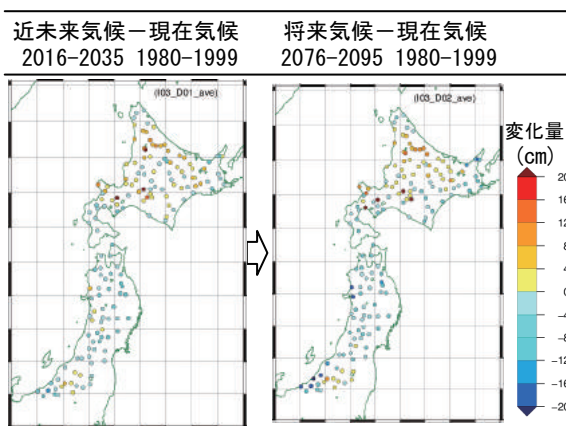


図-4.7 24時間最大降雪量の年代ごとの変化量

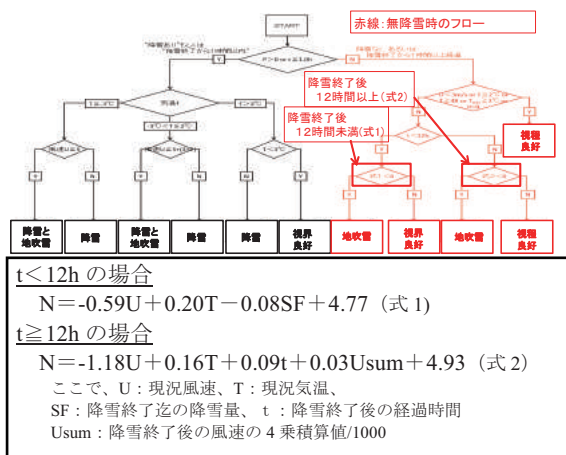


図-4.8 吹雪視程の計算フロー

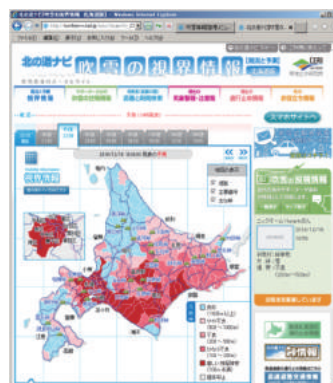


図-4.9 「吹雪の視界情報」サイト

また移動気象観測結果より、平均視程が概ね 200m 未満の場合に、ブレーキ操作を伴った走行速度の低下事例が増加するなど、運転危険度が高くなることを把握した(図-4.10)。

中期目標期間終了時までには気象履歴等を考慮した吹雪視程障害の予測技術の精度を検証し、予測情報をリアルタイムで提供する技術の開発を行う。さらに、冬期道路の吹雪視程障害発生への影響要因とその影響度の分析結果などを基に、連続的な吹雪危険度評価技術について提案する予定である。

### ③冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の開発

低温室・野外における積雪への人工的な降雨実験、積雪断面観測を実施し、雨水浸透による積雪硬度の低下、平地と斜面における積雪内の水の浸透の差異等を把握した(図-4.11)。

国内の湿雪雪崩事例について気象解析を実施し、厳冬期と融雪期で湿雪雪崩の発生形態に違いがみられ、その要因として積雪構造による水の浸透の違いが考えられることを示した。

気象データを入力して積雪層構造(雪質、密度、含水率など)を出力する積雪モデルについて、積雪内の水の浸透における水みちの影響を考慮したモデルをベースに積雪構造の再現性について検討した。平地を対象に開発された積雪モデルを斜面積雪に応用するため、帯水層の含水率の閾値や水みちへの流出量の設定値を観測データと比較して検討し、斜面における融雪時の積雪構造の再現性を向上させた(図-4.12)。この積雪モデルを用いて斜面積雪の安定度を計算したところ、安定度が低いときに湿雪雪崩の発生数が多くなる傾向がみられた。本研究で検討した積雪モデルを用いることにより、湿雪雪崩発生の危険度評価が可能であることを示した。

表-4.1 運転危険度が高くなる割合への道路構造や沿道環境条件の影響評価(数量化I類による多変量解析結果)

目的変数	説明変数(カテゴリ数と内容)	カテゴリスコア	偏相関係数			
運転危険度が高くなる割合(%) ※運転危険度が高くなる割合(%) = ランク2以下の観測回数 / 全観測回数	道路構造	0: 切土5.0m以上 1: 切土0~5.0m 2: 盛土0~1.0m 3: 盛土1.0~3.0m 4: 盛土3.0~5.0m 5: 盛土5.0m以上	3.819 4.715 -3.034 -0.068 -0.043 0.314	0.163		
	風上側平坦地	0: なし 1: 10~100m 2: 100~300m 3: 300m以上	-0.273 -1.448 2.356 4.669		0.158	
	風上の樹林帯	0: なし 1: 断続的 2: 幅10~30m 3: 幅30m以上	0.457 -0.838 -0.514 -1.818			0.066
	家屋市街地	0: なし 1: 断続的 2: 幅10~30m 3: 幅30m以上	-0.777 1.864 4.764 4.754			
	主風向との角度	0: 30°未満 1: 30~60° 2: 60°以上	3.914 -1.244 -1.949		0.212	
	定数項		10.212			

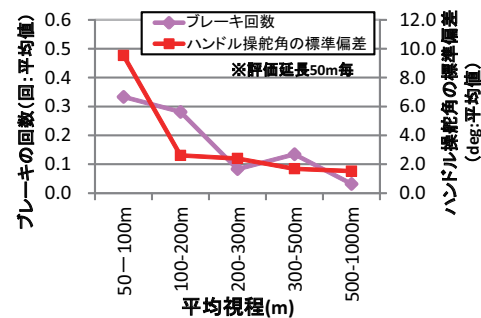


図-4.10 平均視程と運転挙動



図-4.11 積雪断面観測による水の浸透状況

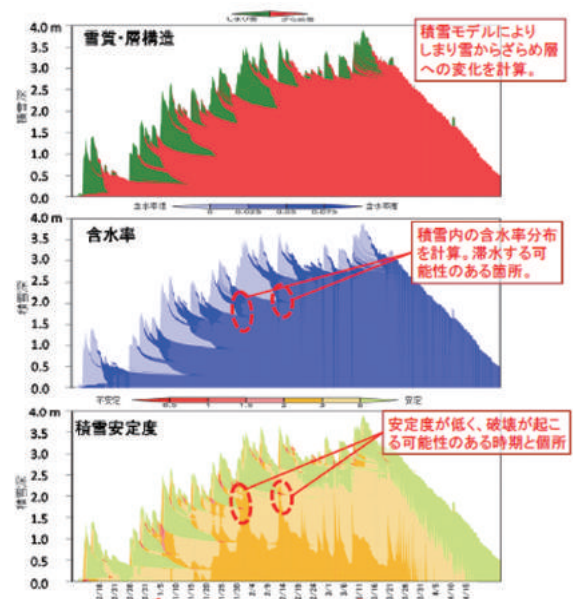


図-4.12 積雪モデルを用いた雪質・層構造、含水率、積雪安定度の計算結果(2002 - 2003年、新潟県糸魚川市柵口)



## 外部評価委員会での評価結果（プロ④）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 研究開発は予定通り進捗しており、実用化も進んでおり、技術的な貢献は極めて高い。
- 2) 基本的に十分目標を達成できる見込みと思われる。
- 3) 着実に成果をあげられていると認められる。想定外の地域における想定外の豪雪災害に対しても、機動的に貢献されることを期待する。
- 4) 一部査読付き論文が少ないものが散見されるが成果が徐々に社会に普及しつつあることが確認された。
- 5) かなりの成果が挙げられていると思われるので査読付論文への投稿を期待したい。
- 6) テーマによっては PIARC や TRB などの道路関係のジャーナルだけではなく、より一般的な国際誌に投稿して成果を公表すべきと考えられる。
- 7) 「道路吹雪対策マニュアル」の改良案として成果の一部を反映予定である点が実務的な観点から評価できる。雪氷災害は道路以外も対象となるので、他の技術基準やマニュアル等へも同様に成果を反映させていくことが望まれる。

### ●今後の対応

- 1)～2) さらに研究成果を最大化できるよう、努めて参りたい。
- 3) 次期中期の新しい取り組みの中で地域を広げて研究に取り組みつつ、社会貢献に努めて参りたい。
- 4)～6) 研究成果の最大化や社会貢献へのインパクトを考慮しつつ、査読付き論文や国際誌への投稿にも積極的に取り組んでいきたい。
- 7) 主として道路を対象に、かつ多様な気象条件下において本研究で開発した成果がそのまま適用可能かは検討の余地があるが、今後、可能なものについては対象を道路に限らず他分野へ広げることも検討しつつ対応を考えていきたい。

## プロ-5 防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究

### ■目的

大規模な災害のうちでも、突発的に大きな外力が作用し発災する地震災害と異なり、降雨の蓄積により災害危険度が漸増する特性を有する水・土砂災害は、時間の推移とともに危険度が変化し発災の予見が可能である（図-5.1）。このような災害では、事態の進展に則した情報を提供することにより、資産・人命被害を最小限にとどめることが十分に可能である。

本研究は、災害・被害の状況をリアルタイムで把握する技術（図-5.2）、広域に及ぶ被害範囲を迅速かつ正確に把握する技術（図-5.3）と情報収集技術を用いて、諸機関がすでに持つ関係情報との融合を図り、事象の変化に適切に対応できる防災・災害情報の効率的活用技術の開発を目的としている。

### ■目標

- ① 防災担当者の防災・災害情報の収集・活用を支援する技術の開発
- ② 災害危険度情報等の効率的な作成技術開発
- ③ 衛星などによる広域災害の範囲・被害規模把握技術の開発

### ■貢献

観測・計測されたデータを効率的かつ効果的な防災情報として利用するとともに、渇水災害を含む統合的なシステム開発に取り組み、激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減のための技術がエンドユーザに使いやすい形で届けられ、水・土砂災害の防止・軽減に貢献する。

また、2010年のパキスタン、2011年のタイのように大規模洪水が頻発している中で、我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援のため、土木研究所の持つ要素技術と応用技術をまとめて予警報技術として導入可能にする技術開発を行う。

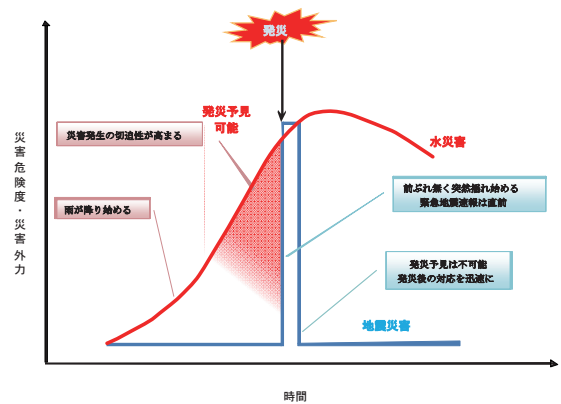


図-5.1 時間の経過により増大する災害危険度のイメージ

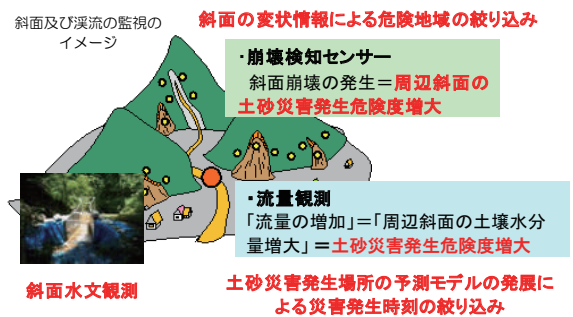


図-5.2 リアルタイム計測情報による災害危険度情報作成方法のイメージ

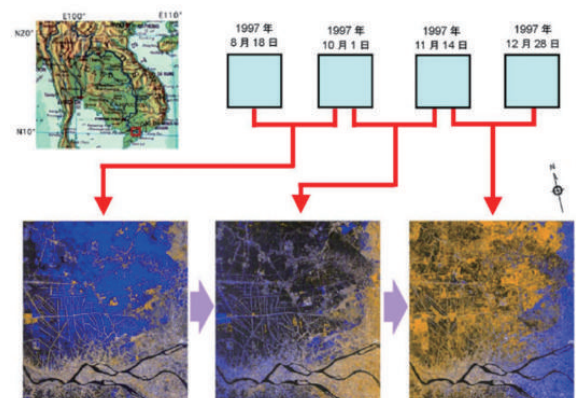


図-5.3 人工衛星を用いた広域洪水氾濫域モニタリングのイメージ

## ■得られた成果の概要

### ①防災担当者の防災・災害情報の収集・活用を支援する技術の開発

降雨流出氾濫解析モデル（RRI モデル）を我が国の中山間地の中小河川に適用した洪水リスクシミュレーションを検討している。阿賀野川上流で RRI モデルを用い、近年の大きな洪水（H16、H23）に対する河川水位および氾濫域を再現し、適用性について良好な結果を得た（図-5.4）。

中期目標期間終了時までには、RRI モデルを用いて、様々な降雨パターンに対応する様々な想定氾濫状況をあらかじめ計算し、その結果と過去の災害実績を考慮しながら、氾濫が起りやすく、家屋や生活インフラ、要援護者施設あるいは交通など社会的に重大な影響が懸念される地域を特定する。また、数時間先の水位や氾濫域などを予測し、防災担当者に情報を提供する手法の検討を行う。

### ②災害危険度情報等の効率的な作成技術の開発

豪雨による土砂移動の発生時刻を予測するために、表層崩壊発生危険度評価手法（idH-SLIDER 法）を開発した。この手法は、別途開発した「土砂移動時刻ロガー」および水位計・濁度計による現地観測による現地観測予測精度を検証した（図-5.5）。加えて、マルチエージェントモデルを用いて住民の避難状況を推定する手法を開発した。これら2つの手法を組み合わせ土砂災害が発生する場所および時刻を予測する手法を開発した。これらの成果をまとめ、「豪雨による土砂災害に対するきめ細やかな情報作成マニュアル（案）」を作成する。

さらに、総合的な洪水・水資源管理を支援する基盤システムを開発するため、総合洪水解析システム（IFAS）の解析機能の拡充を図っている。

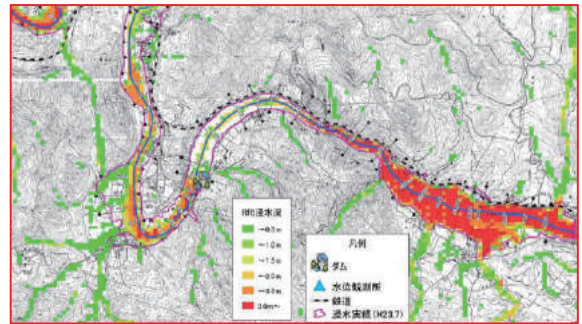


図-5.4 阿賀野川における RRI モデルによる氾濫域再現結果（H23.7 洪水）

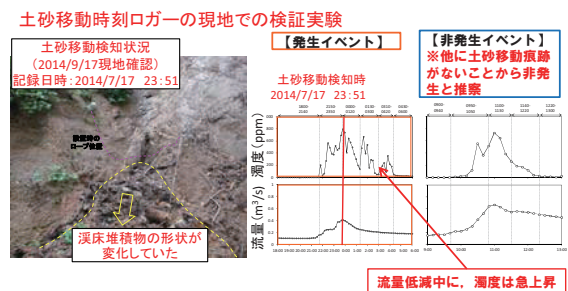


図-5.5 土砂移動時刻ロガーの検証実験

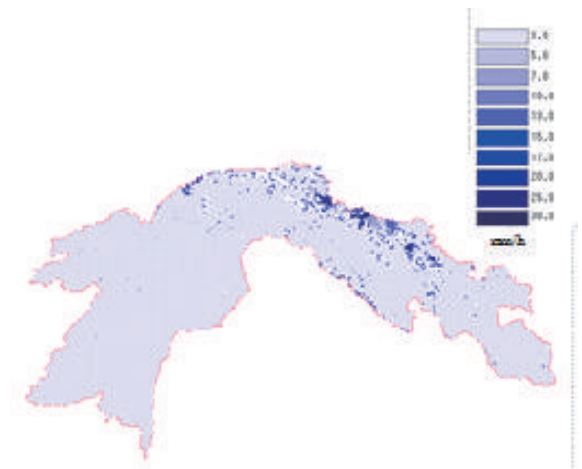


図-5.6 IFAS による融雪量の計算結果（平面分布図）（インダス川）※融雪量を降水量に追加し、解析することが可能。

蒸発散、融雪の解析機能及び操作性の向上のための機能を追加するとともに、気温、放射等のグローバルデータ、現地観測データを用いて、蒸発散量、融雪量が計算できる機能を導入した(図-5.6)。なお、解析に必要なグローバルデータは、IFASのインターフェース上で、インターネットを通じてダウンロードできるようにした。さらに、標高差が小さい低平地等において、実際の河道形状にあわせて、簡単に河道モデルが作成できるよう、インターネット上で公開されている河道網データを用いて、河道モデルを作成できる機能を構築した(図-5.7)。中期目標期間終了時までに、アジアの河川(インダス川、ソロ川流域)への適用性を検証し、さらなる機能改良の方向性の整理を行う予定である。

### ③ 衛星などによる広域災害の範囲・被害規模把握技術の開発

人工衛星データから、氾濫域を抽出するためのアルゴリズム、家屋数及び流出家屋の位置・戸数を推定する手法、氾濫水理量を観測する技術の開発を行い、特に平成26年度はSAR(合成開口レーダー)画像の家屋推定・抽出の精度向上のための処理法を検討した。

中期目標期間終了時までに、津波災害・洪水災害に関する過去の災害を例として、早期被害把握・応急対策案の作成を支援するための事例分析を行い、被災直後の浸水等の被害把握、応急支援アクセスルートの状況の把握、復興の状況把握などの段階に応じた広域的なりもーとセンシング技術の活用方法の提案を行う。



図-5.7 インターネット上で公開されている河道網データ(全域の緑線)をもとに、IFASの河道モデル(流域内の青線)を作成する機能(インダス川事例)

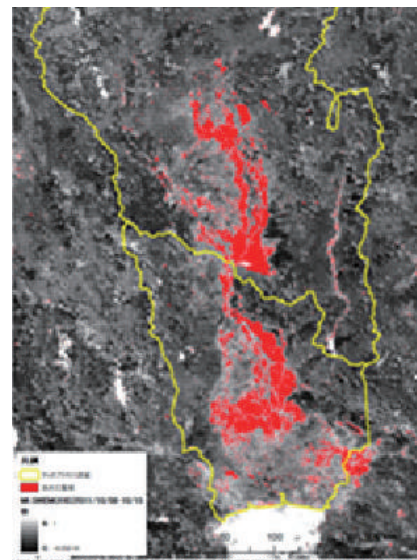


図-5.8 洪水氾濫域を自動抽出した一例(チャオプーラヤ流域、赤:氾濫域)

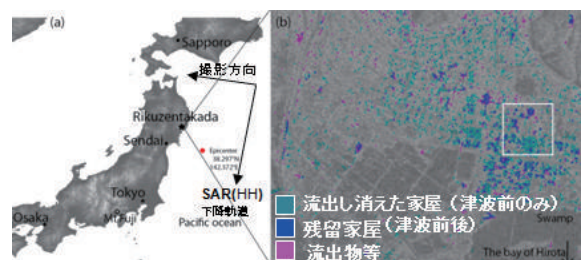


図-5.9 衛星観測範囲内(陸前高田市の一部)で推定した家屋数

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑤）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 研究課題の目的が比較的明瞭で、それに基づいた成果も公表（国際誌も含め）されている。社会貢献も積極的であるほか、他機関との連携もなされており、評価できる。
- 2) 論文による成果公表は着実に行われているが、土研刊行物による成果公表が限定的である点が気になった。後者は詳細な検討内容を理解するうえで有効な公表方法であると考えられる。
- 3) 海外での適用、研修など積極的に行われているが、国内での研修などによる普及を図りたい。
- 4) 社会実装（わが国、海外とも）を期待する。特に外国に対しては日本のプレゼンスを示されたい。
- 5) 氾濫解析ソフトを使って他国の治水計画や防災・減災計画の中でどのように活用するか進める段階である。それを使った防災減災計画や具体的施策の提言、実行に期待する。

### ●今後の対応

- 1) 今後も成果の公表・普及に積極的に努めてまいりたい。
- 2) 今後、論文だけでなく土研刊行物でも成果の公表に努めてまいりたい。
- 3) IFAS については、H26 年 7 月に水文・水資源学会セミナーで国内研修を実施したほか、土研技術ショーケース等で紹介を実施しているところ。IFAS は既往の流出解析モデル、洪水予測モデルの再現性のチェックや学習教材としても有用であるため、今後も国内活用についても推進していく。
- 4)～5) IFAS については、インダス川（パキスタン）やカガヤン川（フィリピン）のように、海外政府機関における洪水予測システムとしての導入・活用実績があり、高い評価を受けている。今後も途上国のニーズを踏まえ、国際貢献としての日本のプレゼンスを示していく。

## プロ-6 再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の利活用技術・地域への導入技術の研究

### ■目的

低炭素・循環型社会を構築するために、都市や農村から発生するバイオマスを資源やエネルギーとして、地域で有効活用する技術開発が求められている。また、再生可能エネルギーを使った社会インフラ維持のための具体的環境負荷低減技術の開発や導入が求められている。さらに、新しい技術や社会システムが実現した場合の環境改善性をスタンダードな指標で正しく評価し、技術普及を誘導する必要がある。

本研究は、社会インフラのグリーン化を図るために、バイオマスの収集・生産（加工）・利用、再生可能エネルギーの地域への導入技術を開発することを目的としている。

### ■目標

- ① 公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術の開発（図-6.1）
- ② 下水処理システムにおける省エネルギー・創資源・創エネルギー型プロセス技術の開発
- ③ 再生可能エネルギー等の地域への導入技術の開発
- ④ 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術の提案（図-6.2）

### ■貢献

- ・ 公共施設の管理業務等に開発手法を適用し、大量に発生するバイオマスが資源として効率的に活用され、循環型社会構築に貢献する。
- ・ 「下水道施設計画・設計指針」等に反映し、下水処理場における省エネルギー・創資源・創エネルギー化が図られ、低炭素社会の実現に貢献する。
- ・ 公共施設における再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の地域への導入技術の開発により、社会インフラのグリーン化に貢献する。
- ・ 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術マニュアル等に反映し、持続的な資源循環型社会の実現に貢献する。

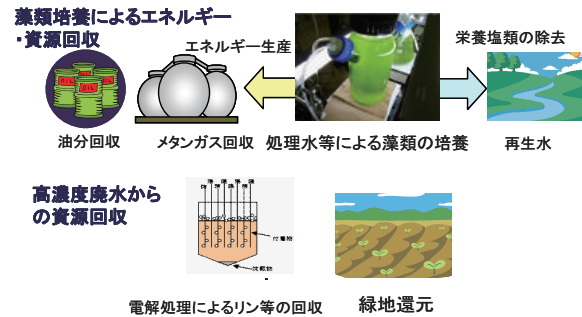


図-6.1 公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術

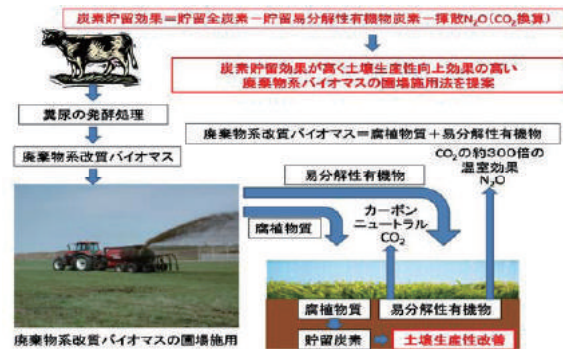


図-6.2 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術

■得られた成果の概要

①公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術の開発

公共緑地等バイオマスの資源管理手法の提案を行うために、刈草の処理や有効利用方法別に、原料の調達から廃棄までの地球温暖化への影響を評価するライフサイクル (LC) CO<sub>2</sub> 算定モデルを開発した。

そして、刈草および爆砕処理したコナラチップと下水汚泥の混合嫌気性消化実験を行った (図-6.3)。刈草のメタン転換率は、高温 (55℃) 条件で0.4 (-) 程度が安定して得られ、超高温前処理 (80℃) で向上することを示した。コナラチップは、従来 (213℃) よりも低温 (178℃) の爆砕処理でメタン転換が可能であることを示した。

中期目標期間終了時までには、草木バイオマスの下水処理場での最適導入手法を、対象物に応じた排熱活用前処理技術の検討を含めて、提示する。

②下水処理システムにおける省エネルギー・創資源・創エネルギー型プロセス技術の開発

集約型嫌気性消化技術の開発のため、他バイオマスと下水汚泥の混合嫌気性消化実験を実施し、下水汚泥と同等のメタンガス発生が可能であることを提示した。また、脱水汚泥を用いた投入固形物濃度 (TS) 5 ~ 20% 程度の中温嫌気性消化実験を実施し、TS10% 程度以下で従来と同程度のメタン回収が可能であることを示し、アンモニア性窒素生成率 (図-6.4) などの基礎特性を把握した。

下水中の栄養塩活用としては、下水脱水分離液の電気分解によるリン回収実験を行い、ヒドロキシアパタイトの形でリンを回収できることを明らかにした。また、下水の2次処理水を用いた藻類培養実験を380L水槽で行った (図-6.5)。炭酸を添加することで優占藻類がデイクティオスファエリウム科からイカダモ科に変わり、結果として、藻類の高位発熱量が12.0 MJ/kg から16.4 MJ/kgに向上することを示した (図-6.6)。さらに、藻類増殖予測モデルの構築・検証を行った。

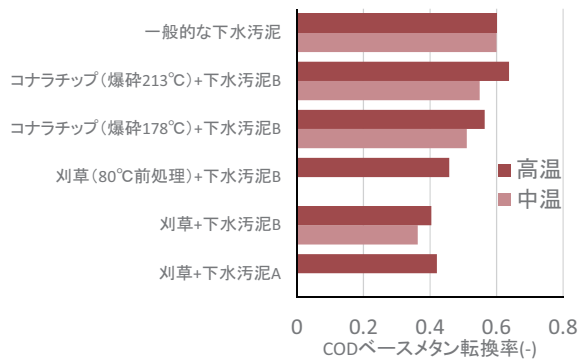


図-6.3 刈草およびコナラチップのメタン転換率 (下水汚泥との混合消化時)

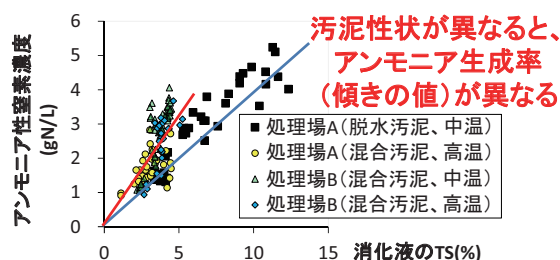


図-6.4 連続式メタン発酵実験での消化液のアンモニア性窒素濃度とTSの関係



図-6.5 380L水槽による藻類の屋外培養実験

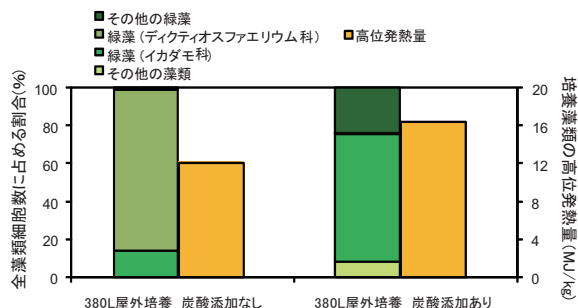


図-6.6 培養藻類の高位発熱量

中期目標期間終了時までには、標準的な下水処理システムにおける開発技術（集約型嫌気性消化、みずみち棒などの組み込み等）の導入手法と導入効果を提示する。

③再生可能エネルギー等の地域への導入技術の開発

調査により、全国の下水処理場の汚泥焼却灰の元素組成をまとめ、含有リンは全輸入量に対して17%（重量比）を占めることを明らかにした。

また、焼却灰の長期溶出実験により、黒ボク土および水田土の間で懸濁態由来の流出金属量に差があることを明らかにした（図-6.7）。

さらに、堤防刈草の発生量等の現状を都市型のモデル地域にて把握した。調査現場を対象とした温室効果ガス排出量の試算を行い、焼却処理および飼料化の比較を行った（図-6.8）。

中期目標期間終了時までには、刈草の処分や利用に関する実態と地域特性の関連を農村型モデルも含めて整理し、地域特性に応じたバイオマス有効利用システム導入手法を提示する。

④廃棄物系改質バイオマスの積雪寒冷地の大規模農地への利用による土壌生産性改善技術の提案

原料液（未処理の乳牛ふん尿）およびそのメタン発酵消化液（以下、消化液）を6年間連用している圃場において表層土壌中の土壌団粒をサイズ別に分類したところ、消化液散布区のマクロ団粒の増加が認められた（図-6.9）。また、食品加工残渣をバイオガスプラントの副原料として利用する場合を想定し、副原料の運搬距離と運搬量を変化させた場合のエネルギー収支を試算した結果、投入化石エネルギーよりも産出エネルギーが多くなる運搬距離を明らかにした（図-6.10）。

中期目標期間終了時までには土壌生産性改善効果の高い廃棄物系改質バイオマスの具備すべき条件を整理し、農地等への施用による土壌生産性改善技術等を提示する。

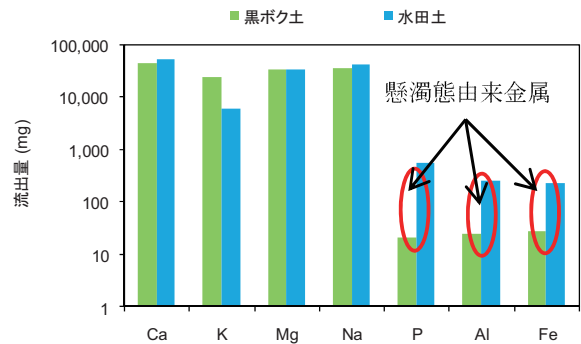


図-6.7 焼却灰の長期溶出実験での流出金属量

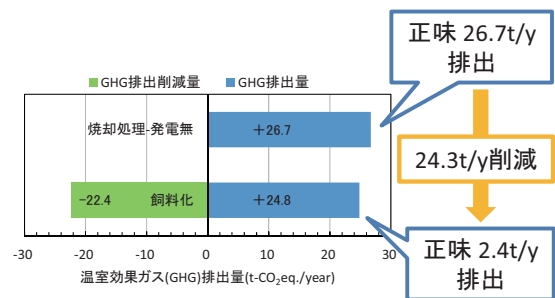


図-6.8 調査現場での堤防刈草の焼却処理と飼料化に伴う温室効果ガス排出量の比較

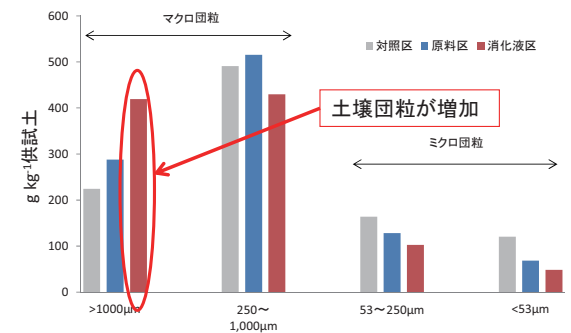


図-6.9 土壌表層の団粒サイズ別重量分布（縦軸は供試土 1kg 当たりの団粒のグラム数）

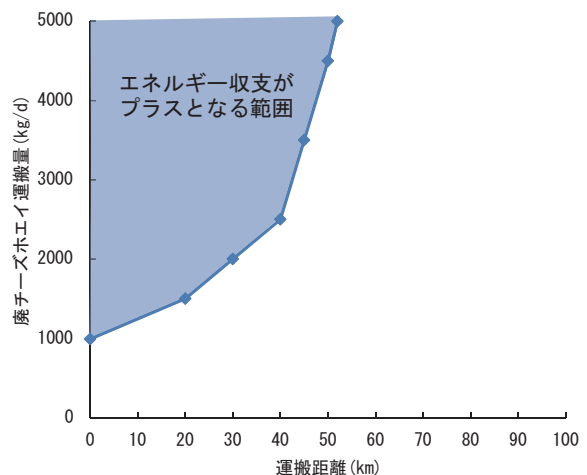


図-6.10 エネルギー収支がプラスとなる副原料の量と運搬距離（廃チーズホイイ）



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑥）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) さまざまな困難性を伴う課題であったが、有用な成果を挙げたと判断される。
- 2) 一部の課題で、若干検討の不足しているものもあるが、全体として、技術的貢献が大きい。しかし、残り1年で目標が達成できるか、不安なものもある。
- 3) 研究は総体として十分に進捗していると思うが、課題によっては査読付き論文が少ないものが見受けられ、増やす努力をお願いしたい。
- 4) 国際的な発表を積極的に行った方が良いと考える。
- 5) 特許性があるものは、特許出願を行ってはどうか。
- 6) 総括課題としては、個別課題の結果を俯瞰した事業全体の方向性を検討すると良い。

### ●今後の対応

- 1)～2) 分科会でのご意見等も踏まえながら、有用な成果を挙げられるように、また、残り1年で目標を達成できるように研究を進めていきたい。
- 3)～4) 査読付き論文も増やせるように配慮しながら、研究を進めていきたい。また、国際的な発表も積極的に行っていきたい。
- 5) 特許出願についても、考慮しながら研究を進めていきたい。
- 6) 当研究の総括及び各個別課題に関係する研究者間において、研究の検討状況や動向等について適宜情報共有や調整を図りつつ研究を進めているところであり、これらを俯瞰しつつ総括としての方向性を検討していきたい。

## プローフ リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発

### 目的

地球温暖化防止や地域環境の保全是、環境に関連する行政上の重要な課題であり、社会インフラ分野においてもこれに対応する必要がある。

特に、新成長戦略としてグリーン・イノベーションが打ち出されており、資源の循環利用等による低炭素化技術が求められている。また、同戦略や国土交通省技術基本計画の中で、地域資源を最大限活用し地産地消型とするための技術や豊かな生活環境の保全・再生のための低環境負荷型技術の開発が求められている(図-7.1)。

本研究では、主に整備・維持管理に関する課題を対象とし、資源の循環利用等による低炭素型の建設材料・建設技術を開発するとともに、地域資源を活用し生活環境の保全に寄与する低環境負荷型建設技術を開発する(図-7.2)。

### 目標

- ① 低炭素型建設材料の開発と品質評価技術の提案
- ② 低炭素型建設技術の開発と性能評価技術の提案
- ③ 低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術の提案
- ④ 環境への影響評価技術の提案

### 貢献

本研究成果を、「舗装再生便覧」、「地盤汚染対策マニュアル」やその他の関連技術基準等に反映させることにより、社会インフラ整備に伴う環境への影響の適切な評価、低炭素・低環境負荷型で品質および性能の確保された社会インフラ整備および維持管理に貢献する。

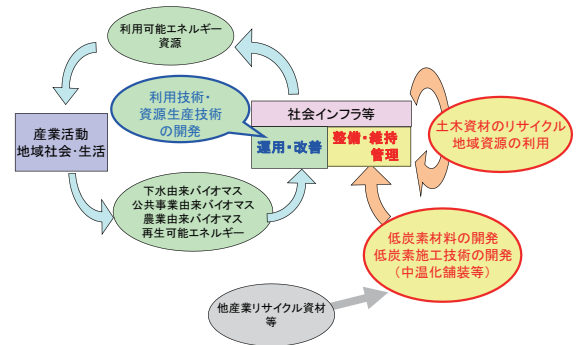


図-7.1 社会インフラグリーン化の研究対象

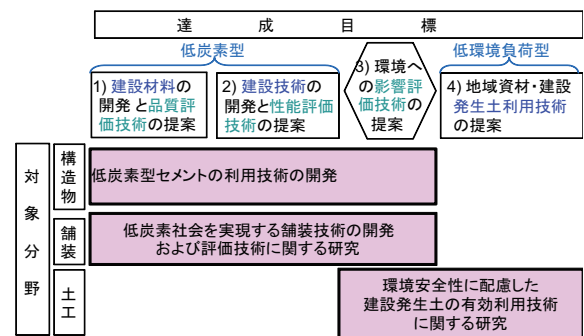


図-7.2 達成目標と個別研究課題の関係

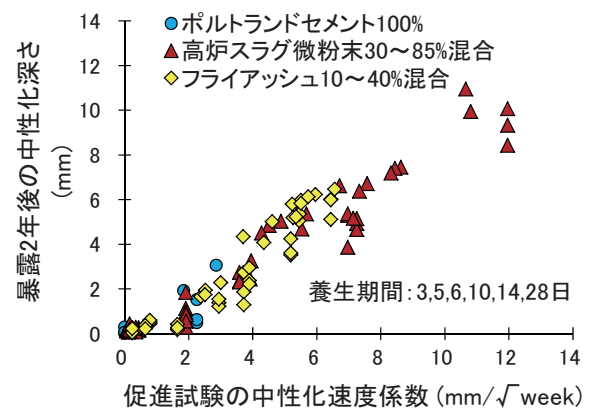


図-7.3 暴露試験と促進試験による中性化抵抗性の試験結果

■得られた成果の概要

①低炭素型建設材料の開発と品質評価技術の提案

低炭素型セメントを用いたコンクリートの屋外暴露試験を行い、高炉スラグ微粉末やフライアッシュの混合により塩化物イオン浸透に対する抵抗性が向上すること、室内促進試験により養生条件が異なる場合の中性化や塩化物イオン浸透に対する抵抗性を適切に評価できることを確認した(図-7.3)。中期目標期間終了時までには、低炭素型セメントを用いたコンクリートの品質評価方法を提案する。

低炭素舗装材料として、製造温度を流通品よりも低減できる添加剤を開発し、初期耐候性を評価した。また、リサイクル材として、コンクリート再生骨材を利用した二酸化炭素固定化舗装を開発した。

中温化剤を用いたアスファルト混合物の品質評価として、中温化アスファルトバインダの物理化学特性の把握を行い、化学性状(熱特性)と物理性状(粘弾性状)の相関関係を確認した(図-7.4)。

②低炭素型建設技術の開発と性能評価技術の提案

低炭素型セメントを用いたコンクリートの強度発現の温度依存性やクリープ・収縮特性を模擬供試体による実験で確認するとともに、初期材齢の温度応力を適切に推定するためには高温履歴下の自己収縮ひずみの推移を考慮する必要があることを実験と数値解析により明らかにした(図-7.5)。中期目標期間終了時までには、低炭素型セメントを用いたコンクリートの設計用値と設計施工法を提案する。

低炭素舗装技術を体系的に整理し、既存の建設技術を改良の上、低炭素舗装技術として位置づけた。また、走行車両の低燃費化を図るため、新しいアスファルト舗装(低燃費舗装)を開発した。試験施工および走行実験によりタイヤ/舗装路面の転がり抵抗の低減効果を定量的に確認した(図-7.6)。

積雪寒冷地において、中温化舗装技術のCO<sub>2</sub>削減効果や品質データをとりまとめ、「中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」を作成した。また、他産業再生資材については、試験施工を行い、道路舗装への適用性を確認した(図-7.7)。

中期目標期間終了時までには、低燃費舗装の開発および性能評価方法の提案を行う。さらに、積雪寒冷地の舗装リサイクル技術および低炭素舗装技術について耐久性を検証する。

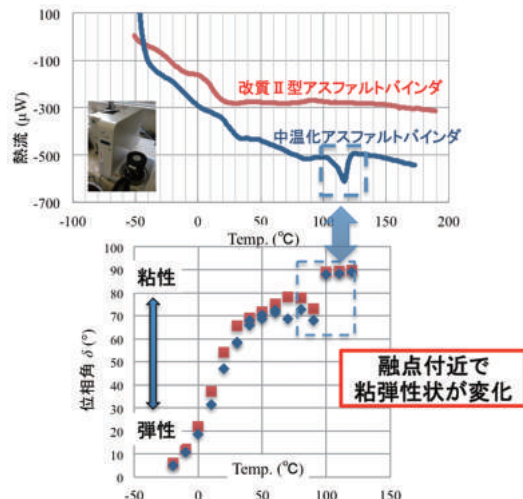


図-7.4 中温化アスファルトバインダの熱分析(上)と粘弾性状試験(下)

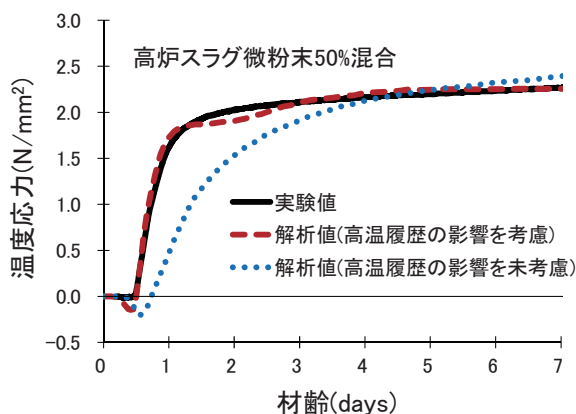


図-7.5 初期材齢のコンクリートの温度応力の実験値と解析値

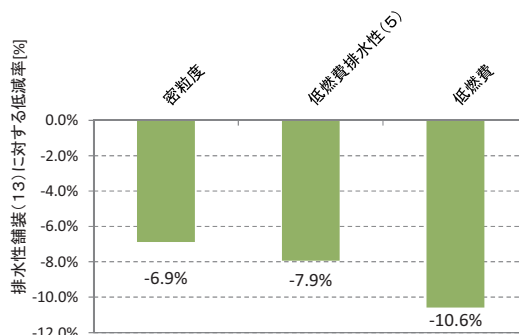


図-7.6 タイヤ/舗装路面の転がり抵抗の比較

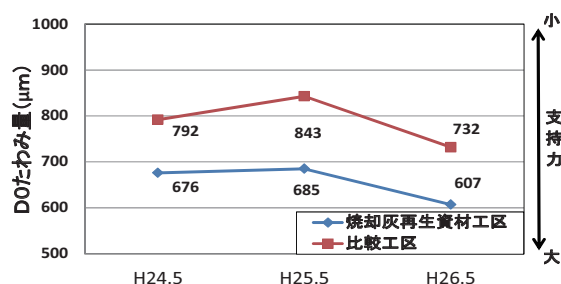


図-7.7 試験施工箇所のFWD試験

### ③低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術の提案

建設発生土の利用技術に関し、自然由来重金属等の吸着層工法について、設計・施工のための試験方法を体系化し、屋外カラム試験により吸着性能を有する火山灰質土の吸着効果を評価した。また、吸着層内の水みち発生を考慮した吸着試験方法(案)を考案した。さらに、要対策土を模擬した材料を内部に用いた盛土に降雨を与えた際の体積含水率の分布の変化から盛土内における水の移動状況を把握した(図-7.8)。

中期目標期間終了時までには不飽和カラム試験、小型土槽実験、および数値解析により吸着層工法における重金属等に対する吸着効果を検証し、対策工の設計法等を提案する。

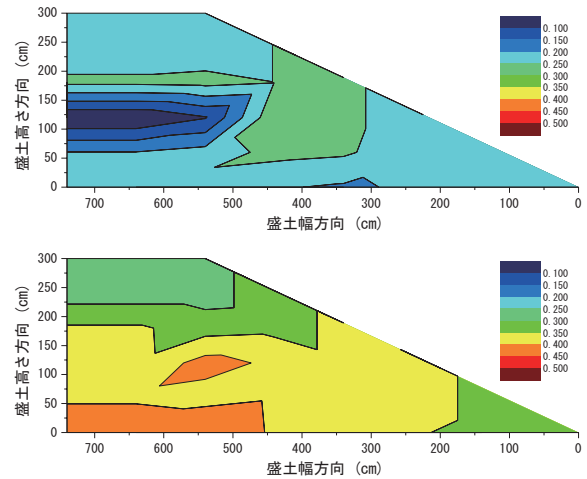


図-7.8 盛土内体積含水率分布の変化  
(上:降雨開始, 下72時間経過後)

### ④環境への影響評価技術の提案

既存の舗装材料および開発した低炭素舗装材料について、ライフサイクル(LC)CO<sub>2</sub>評価に必要なCO<sub>2</sub>排出原単位を作成した。舗装工法等のライフサイクル(LC)CO<sub>2</sub>評価を行った結果、中温化舗装技術を密粒混合物に適用した場合には3.9%、排水性混合物で5.7%低減することが分かった。また、表面処理工法についてCO<sub>2</sub>排出量を試算し(図-7.9)、従来工法に比べて新工法(従来工法+下地乳剤タイプ)の耐久性が1.26~1.45倍以上になることで、CO<sub>2</sub>排出量が抑制されることが明らかとなった。

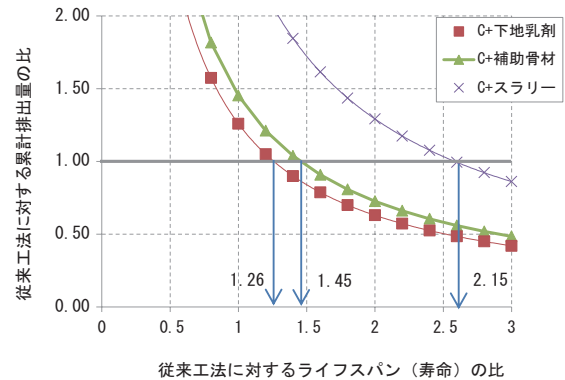


図-7.9 新たに開発した表面処理工法のライフサイクル(LC)CO<sub>2</sub>と寿命の関係

建設発生土の環境安全性評価に関し、土研式雨水曝露試験を基にした長期溶出特性の評価方法を提案するとともに、浸出水質に対する盛土内環境や含有物質の影響を評価した。また、元素ごとの岩石からの溶出挙動を確認した(図-7.10)。さらに、酸性水発生におけるpHやイオン溶出傾向を表すモデルを構築した。またヒ素(As)の影響予測にナトリウム(Na)をトレーサーとして利用できることを把握した。

中期目標期間終了時までにはこれまでの各種実験データに基づき、重金属等含有発生土の発生源濃度および酸性化に関する評価手法等を検討し、成果を関連するマニュアルの改訂素案にとりまとめる。

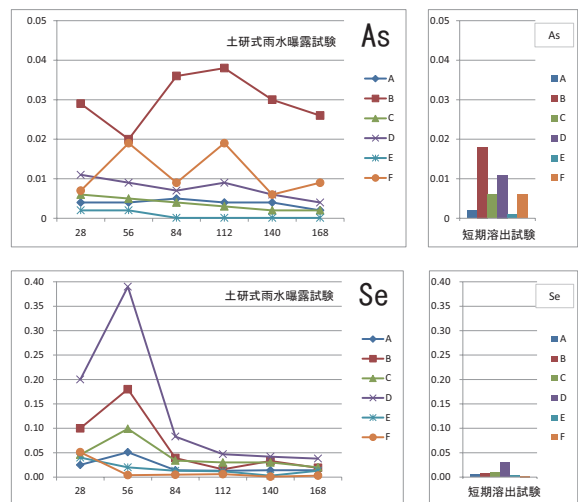


図-7.10 海成泥岩からの溶出試験結果の比較

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑦）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 研究成果を実際に適用可能な成果にまとめる努力がされており、評価される。
- 2) 建設発生土の有効利用について、多数の現場の技術指導に貢献されていることを、高く評価したいと考える。各現場でどのような効果（環境安全性、コスト）があったのか、定量的な評価ができると良いと思うが、「言うは易く」であることは理解している。今後につながるデータの集積に土木研究所がさらに貢献されることを期待している。
- 3) 実用的な面で、マニュアル・ガイドライン等に成果が反映されることを期待している。
- 4) しっかりした成果があがっていると思う。連携、社会への貢献も十分であると見受けた。
- 5) 総括課題として、個別課題の再掲による成果のアピールではなく、全体目的に対してどのように成果が上がったかを述べていただくと良いと思う。個別研究の成果はわかりよく十分なものであると思う。

### ●今後の対応

- 1) 最終年度に向け、実務への適用を意識して成果をまとめていきたい。
- 2) ご指摘頂いた点を十分踏まえ、広く活用されるデータの蓄積を心がけたい。また可能な範囲で成果の定量的な表現を検討したい。
- 3) 現在実務に用いられている指針の改訂に反映されるよう、成果をまとめていきたい。
- 4) 27年度も引き続き、目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。
- 5) 総括研究としての成果の取りまとめ方法について検討したい。

## プロ-8 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発

### ■目的

近年、河川生態系の保全に関する様々な取り組みが行われているが、生物多様性の損失に歯止めがかかっている状況にはない。本研究では、生物多様性の保全に資する基礎的・応用的研究を進め、河道設計・管理に有効な技術の提案を行うことを目的として以下の研究を行う。①人為的インパクトが河川生態系に及ぼす影響の解明を進めるとともに、②既存の知見を活用しながら河川環境を適切に評価する技術の開発を行う、また、③河川生態系の保全・再生を図るための効果的な河道設計・河道管理に関する技術開発を行い、河川における生物多様性の保全に資する。

### ■目標

- ①物理環境変化による河川生態系への影響解明：人為的改変等による生物に与える影響予測をより適確に行うために必要な現象解明を行う。
- ②河川環境の評価技術の開発：①の研究成果も踏まえつつ、生物生息場をより適切に評価するための技術の開発を行う。
- ③生物生息場を考慮した河道設計・河道管理技術の開発：生物群集・生態系に配慮したより効果的な河道設計・維持管理技術の開発を行う。

### ■貢献

- ①主として直轄管理区間について、河川生態系への影響という観点での評価が可能となり、保全すべき箇所、優先的に再生すべき箇所の抽出が可能となる。
- ②扇状地区間・自然堤防区間については効率的な樹林管理、ワンド・たまり、といった氾濫原水域の効率的な再生が可能となる。また、サケ科魚類の産卵場を保全するための河道設計が可能となる。さらに、河川改修時に環境劣化の可能性が高い自然河岸については保全するなどの措置が可能となる（図-8.1）。
- ③汽水域では、人為的活動に伴う底質と濁質の変化が底生性生物に及ぼす影響を明らかにする。また、この結果を活用して、汽水域における効率的な環境評価手法および管理が可能となる。



図-8.1 高水敷の切り下げと樹木管理  
切り下げ前（上）、切り下げ後（下）

高水敷を切り下げた後の再樹林化をどう抑制するかは治水・環境・維持管理の観点から重要な課題となっている。

## ■得られた成果の概要

### ①河道掘削等の物理環境変化が生物の生息成育環境に与える影響の解明

濁質と汚濁負荷動態を推定するため、aDcp（超音波式多層型計測技術）を用いた濁度推定手法の適用性を確認した。また、閉鎖性が強い個所で濁質を指標に汚濁負荷動態を推定可能なことを確認し、沈降物調査を実施し、濁質と水質の関係性を確認した。停滞性水域における濁質を巻き上げ・自生成に分離し、底質性状の比較から濁質供給要因や拡散範囲を推察した。冷水性魚類の産卵床の研究では、実河川で砂州が浸透流を発生させ、それがシロザケ産卵床分布と対応していることを確認した。実験により河岸形状が砂州形状・移動に影響することを確認した。河床材料の縦断分布から産卵適地を簡易に推定する手法と、物理生息場モデルを用いた詳細な推定手法を提案した。さらに、河道内樹林に対しては、ハリエンジュ、ヤナギ類、タケを対象として再萌芽を抑制できる効果的な伐採方法を提示した。ハリエンジュは、冠水による攪乱と河床変動が少ない箇所を中心に侵入し、自身の成長時に同化したリタ-として根付近に供給し、他の植物よりも著しい成長をすることを提示するとともに、ハリエンジュの成長を抑制するためには冠水により攪乱が必要であることを解明した。中期目標期間終了時までには湖沼における結氷下の水質観測を実施し、結果を反映した三次元流動モデルを構築する。

### ②河川生態系の保全・再生のための物理環境等を指標とする河川環境評価技術の提案

河川環境評価手法として、生物相を代表する代用指標の概念を導入した。代表指標の種群について、過年度で評価したイシガイ類、植物群落に加え、魚類を選定し、それらと物理環境との関連性について検証を行った。また物理環境データ（横断測量データ等）と生物データ（河川・水辺の国勢調査データ）のデータベースを作成し、河川環境評価に必要な河川の流況や微地形などを再現するシステムを構築した（図-8.2）。中期目標期間終了時までには、全国の主要河川における物理環境等を指標とする河川環境評価を試行する。

### ③魚類の産卵環境など生物生育場を考慮した河道設計・河道管理技術の提案

汽水域環境の評価・管理手法として天塩川において塩水接触頻度とシジミ現存量の関係を明らかにし、河川流量による生息環境管理の可能性を示した。網走湖において濁質拡散、結氷影響、水質影響を加味した、流動モデルの構築に着手した（図-8.3）。

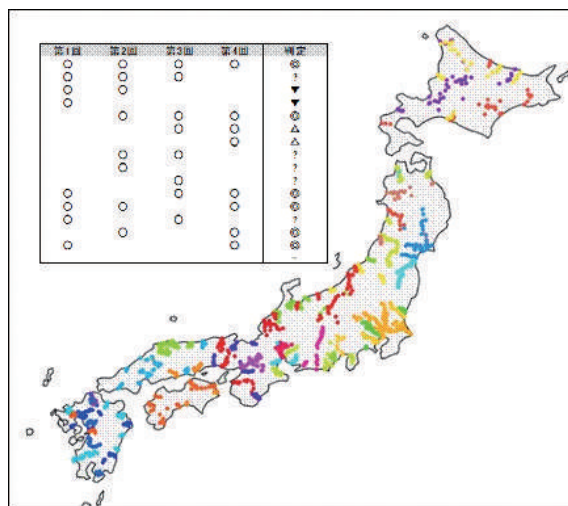


図-8.2 河川水辺の国勢調査地点のパターン分類表は魚種の経時的出現パターンの評価手法、図は出現パターンを用いた河川の分類結果。

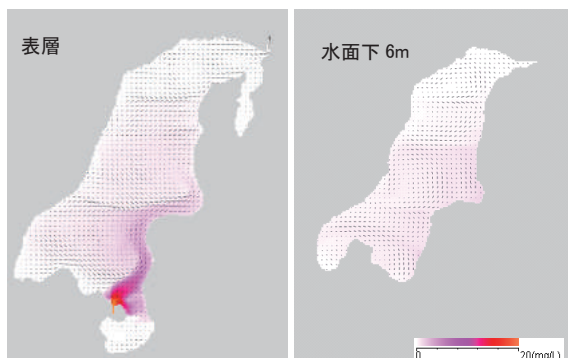


図-8.3 網走湖における濁質拡散予測計算  
赤色の濃い地点ほど濁質が供給され、土砂堆積が進行していることを示し、水質悪化、底質悪化、生物生息環境悪化が予測される。聞き取りによる良好漁場と濁質影響の少ない地点は合致した。

また、現地河川で融雪出水時に砂州形成条件である区間にシロザケ産卵床が多く確認され、砂州発生条件が産卵環境に重要なことを確認した。岩河床の覆礫対策の実験を行い、覆礫厚が砂州波高の1/2では露出率が拡大するが、砂州波高程度の厚さでは低い値で安定することを確認した(図-8.4)。樹林管理では、伐採後の流況変化について、直線部・河道湾曲部を対象として分析を行い、伐採方法の留意点を整理するとともに、トータルコストを考慮した適切な樹林管理技術を提案した。氾濫原環境を対象に、イシガイ類を指標生物として用い、氾濫原環境の簡易評価手法を開発、改善するとともに、イシガイ類の生息に適した水域形状と掘削地の地形変化パターンを把握した。氾濫原水域の存在様式パターン、イシガイ類の生息に適した水域幅(図-8.5)、高水敷掘削後の土砂堆積と流量の関係把握し、それらを基に掘削手法の提案と現場適用を行った。また、異なる河道タイプでイシガイ類生息可能性モデルを構築し、氾濫原環境評価手法の汎用性を向上させた。また、河岸侵食を考慮した解析モデルを用いて実河川で起きた堤防被災原因を明らかにするとともに、植生被覆効果を考慮した解析モデルを構築し、その実験再現性・現地適用性を確認した。ヤナギの各部位の生長量を樹齢から推定し、植生抗力を生長段階に応じて変化させる植生消長モデルを構築し、洪水流量規模の変化が河道内植生の樹林化に与える影響を評価した。さらに、多自然護岸の機能低下対策として、中長期的な河道変化を考慮した配置計画等の重要性を提示し、抽出課題の一般化に向けた全国調査に着手した(図-8.6)。

中期目標期間終了時までには実際の施工事例を対象に多自然護岸の有する機能を総合的に評価し、評価結果の妥当性を検証する。

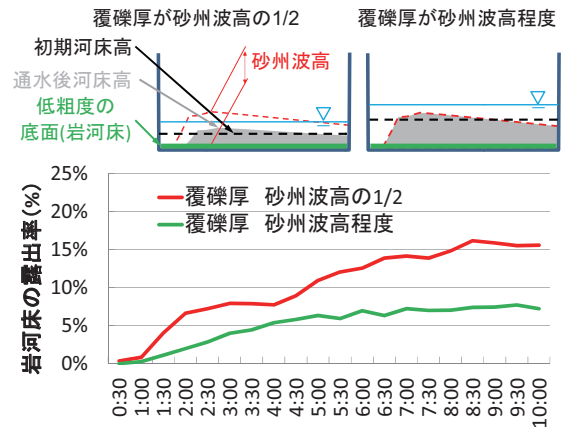


図-8.4 覆礫厚による岩河床の露出率変化  
覆礫厚が砂州波高の1/2の場合、時間経過と共に岩河床の露出率(覆礫されていない面積割合)は増大する。一方で覆礫厚が砂州波高程度であれば、低い値で安定する。

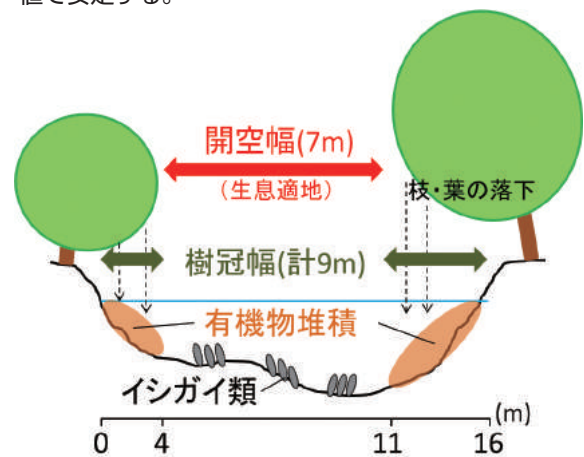


図-8.5 氾濫原水域幅の検討  
樹冠・堆積有機物・イシガイ類分布の関係から、水域幅は少なくとも10m以上あることが望ましいと判断される。

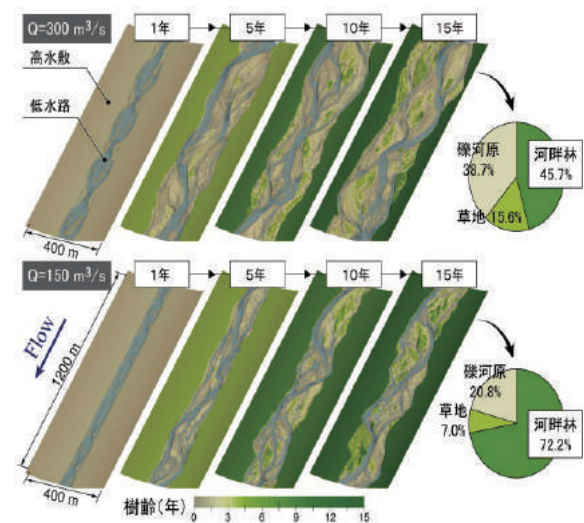


図-8.6 植生動態の解析結果(15年間)  
ダム建設等に伴う洪水流量規模やその発生頻度の低下が、河道内植生域の拡大と樹林化を促進する一因となる。



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑧）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 研究の達成目標はほぼ満足できる水準にあり、成果の公表も適切である。
- 2) 研究成果が上流から下流を通した河道設計、河道管理に生かされることが期待される。
- 3) 管理技術の提案まで優れた研究成果が得られている。今後、現地に活用して、適切な定量的な条件設定が可能になるようにしていただきたい。達成目標には到達したと思われるが、適用して改良していくことが重要である。
- 4) 個別課題はそれぞれ研究が進んでいるが、プロジェクト全体として目標にどこまで迫れたのか、難しい面はあるが個別課題の成果の羅列から一歩超えることが重要であろう。
- 5) 個別の成果の普遍性というか、他河川への適用可能性について進行レベルを明示してほしい。
- 6) 早々とマニュアルを作成することを危惧している。
- 7) 個別河川から一般化するまっとうな論理をどうするかについて、工学的・生物学的双方の面において考えることが大切。
- 8) 普段からチームでの議論が必要である。残された期間で是非実施するように。

### ●今後の対応

- 1)～2) 多くの現場で活用できる成果となるよう、引き続き努力してまいりたい。
- 3) 最終年度に各課題の関連性を踏まえ、プロジェクトの成果として説明できるよう、整理したいと考えている。
- 4) 他河川への適用可能性を明確にした上で現地に活用し、定量的な条件設定の妥当性の検証と改善を図って行きたいと考えている。
- 5) 今後、他河川への適用可能性を何段階かに分けて、説明できるように工夫したい。
- 6) マニュアル化については一般化の程度を踏まえ、慎重に対応していきたい。
- 7) 個別河川を対象として得られた成果については、他河川への適用を行い、これを修正することで成果の一般化を図っていく。ただし、成果の適用については、日本全国の河川を河川の工学的な特性、生物学的な特性の両面から類型化し、適用可能な河川群を明確にした上で行うこととしたい。
- 8) 引き続きチーム間、研究担当者間で議論を行っていく。

## プロ-9 河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究

### ■目的

河川・海岸では、近年、土砂移動の長期的変動に起因する海岸侵食、河床のアーマー化、みお筋の固定化等が進行し、自然環境の劣化や生態系の崩壊が急速に進行している状況が見られる。また、排水路や下流の中小河川、ダムでは、土砂堆積の進行が施設管理上大きな課題となる事例が生じており、これらの課題を解決するためには、流域的な視点から土砂移動のバランスを是正する必要がある（図-9.1～図-9.3）。

本プロジェクト研究は、この土砂移動バランスの是正に資するため、河川における土砂移動と土砂環境の関係および土砂環境と生物環境の関係を把握するとともに、良好な土砂環境の制御技術を提案することを目的としている。

### ■目標

- ① 石礫河川における粒径集団の役割など土砂動態特性の解明
- ② ダム・農地等からの土砂供給・土砂流出による河川環境・河川形状に及ぼす効果及び影響の解明並びにその評価技術の提案
- ③ ダム等河川横断工作物や農業用施設等における河川環境に配慮した土砂供給・制御技術の開発

### ■貢献

「河川砂防技術基準（案）」等の技術基準に反映することにより普及を図る。

また、農地からの流出土砂量の推測マニュアルの作成と制御技術の提案を行い、土砂堆積による排水路・小河川の機能不全の防止に貢献する。



図-9.1 土砂移動の長期変動に起因する流域での課題



図-9.2 流域からの土砂の流出の影響を受けた河床



国土交通省中部地方整備局ホームページから引用

図-9.3 ダム湖における堆砂状況

■得られた成果の概要

①石礫河川の土砂動態特性の解明

粒度分布が瀬・淵の規模・分布や流砂量の空間分布に及ぼす影響を把握するため水理模型実験を実施し、粒度分布が異なれば、瀬・淵の規模等が大きく異なることを確認するとともに、粒度分布の標準偏差と空隙率との関係を整理した(図-9.4)。

また、河床材料の大粒径の影響および粒径集団の役割を考慮した計算モデルについて検討を行い、流砂量式での代表粒径の設定において移動しない大粒径の影響を考慮するとともに河床材料の空隙率の変化を組み込んだ平面2次元河床変動モデルを構築した(図-9.5)。

②土砂供給・土砂流出による河川環境・河川形状への影響評価技術の提案

ダム直下の河床環境の変化に対する水生生物の応答特性については、既存の調査結果から淡水魚種(309種)が産卵期、非産卵期に利用する底質特性を整理するとともに、粗粒化または土砂供給の影響を受けやすいグループに分類した(図-9.6)。

また、河川環境への影響評価技術の検討としては、既存研究や野外の実験河川(自然共生センター施設)での研究成果を元とし、魚類の生息場等の環境劣化や維持管理を困難にする河道内の陸生植物の生育可否を評価する方法を提案するとともに、計画した河道断面が河川環境にとって妥当かを流況計算結果から簡易に評価できるツールの開発を行った(図-9.7)。

中期目標期間終了時までには流出土砂の質・量—河流出土砂の質・量—河道特性—河道変化との関係性を整理するとともに、今後の河道計画・設計時に反映されるように①河床環境の評価技術および土砂供給の評価シナリオの提案②環境影響の評価技術の提案③治水、環境、維持管理を加味できる評価技術の提案を行う。

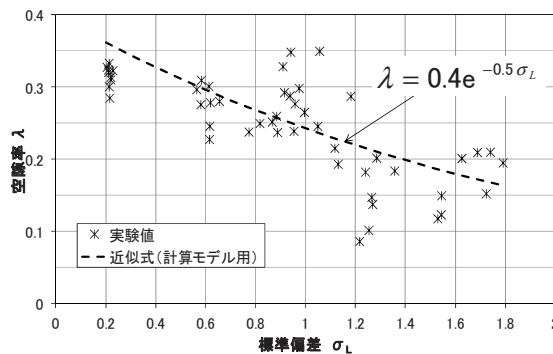


図-9.4 河床材料の粒度分布の標準偏差と空隙率の関係

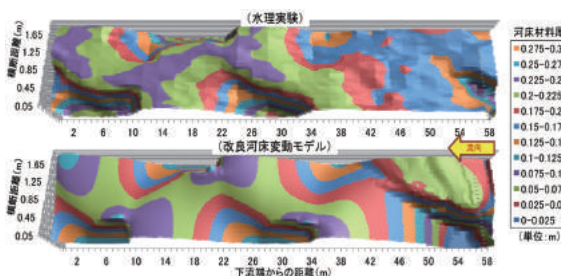


図-9.5 通水後の河床材料厚比較

各粒径の河床を用いる分類群数の割合

分類群数	粘土	泥	砂	砂中	礫	石	巨石(岩)	岩盤	例
高瀬群									
Cluster 1	15	0	0.97	0.03	0.03	0.02	0.13	0	ドジョウなど15種
Cluster 2	14	0	0	1	0	0	0	0	アユ、オイカワなど14種
Cluster 3	11	0	0	0	1	0	0	0	オイカワなど11種
Cluster 4	23	0	0	0	0.17	0.52	0.22	0.04	カジカなど23種
産卵場以外(流れ場等)									
Cluster 1	25	0	1	0	0	0	0	0	ヤツメウナギなど25種
Cluster 2	21	0	0.1	0	0	0	0	0	スジマドジョウなど21種
Cluster 3	13	0	0.31	0	0	0	0	0	オイカワなど13種
Cluster 4	19	0	0.25	1	0.44	0.50	0.63	0.13	ニオイ、ドジョウなど19種
Cluster 5	17	0	0	0	0	0	0	0	イワナ属など17種
Cluster 6	12	0	0	0	0	0	0	0	アユなど12種
Cluster 7	12	0	0	0	0	0.25	0.52	0	アユなど12種
Cluster 8	26	0	0.27	0.12	0.04	0.50	0.92	0.08	残りの26種

粗粒化の影響を受けやすい種群 (Cluster 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)  
土砂供給の影響を受けやすい種群 (Cluster 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

図-9.6 淡水魚類を底質利用特性でグループ化した結果

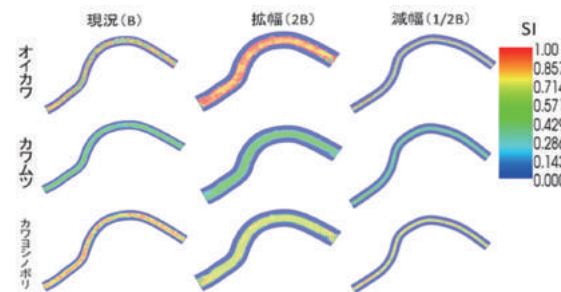


図-9.7 評価ツールを利用した例 <流速による魚類生息場の評価>

### ③ダム等河川横断工作物からの土砂供給技術の開発

検討対象ダムを設定し、洪水調節開始流量を平均年最大流量にした場合の長期の土砂の連続性について、1次元河床変動計算により調査し、土砂の連続性を確保するための条件等の感度分析を実施して、ゲート付き流水型ダムとゲートレス流水型ダムの堆砂状況についてとりまとめた(図-9.8)。

また、流水型ダムで懸念される濁水の発生機構等について、類似現象が発生している水位低下時のダムの現地調査を実施し、この現地底泥を用いた水理模型実験による侵食特性を調査した。

中期目標期間終了時まで、必要機能について検討してきたゲート～減勢工までの流水型ダム用洪水吐き(図-9.9)を計画・設計するための技術と濁水発生を抑制する対策等についてとりまとめる。

### ④積雪寒冷地の大規模農地での土砂制御技術の提案

土砂流出モデルの検討として、農業農村整備事業で利用されているUSLE(汎用壤流亡予測式)について、広域解析での利用のために、GISによるパラメータ設定手法のマニュアルを作成した。また、USLEにより、全道の土壌流亡量を算出するとともに(図-9.10)、気候モデルによる予測降水量から、将来の土壌流亡量を予測した。分布型物理モデルのWEPP(土壌侵食・土砂流出モデル)について、モデルの利用マニュアルを作成した。また、WEPPを大規模畑地流域に適用し、土砂流出と土地利用や地形との関係の詳細な分析と、土木的な土砂流出抑制対策を実施した場合の効果予測を行った(図-9.11)。

中期目標期間終了時まで、WEPPにより流域内で様々な土砂流出抑制対策を行った場合の効果予測を実施し、大規模農地流域における土砂流出抑制技術を提案する。

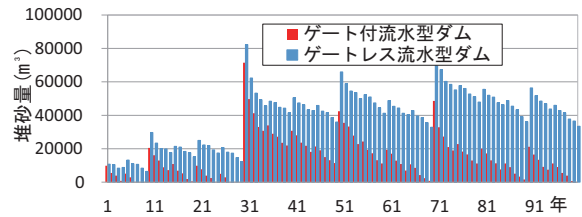


図-9.8 長期の土砂堆積状況の変化

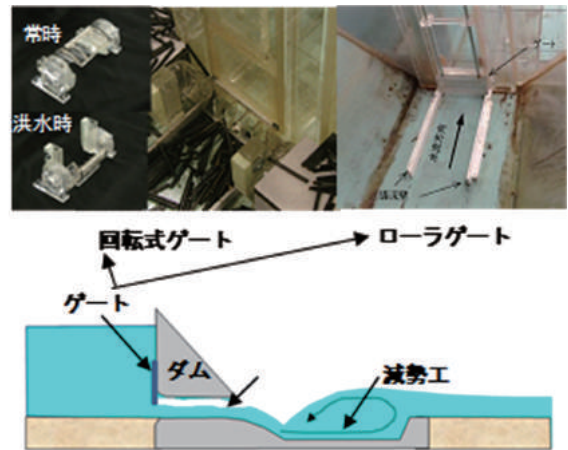


図-9.9 流水型ダム用洪水吐き

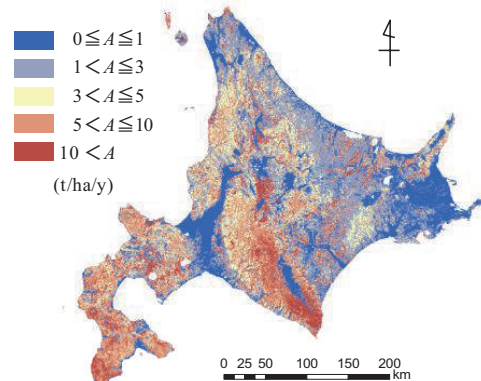


図-9.10 USLEによる全道の土壌流亡量推定

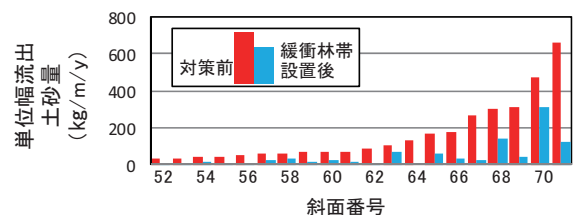
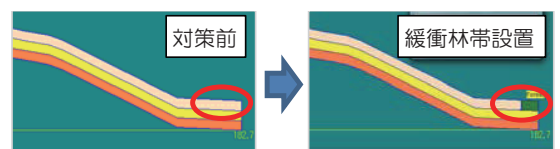


図-9.11 緩衝林帯の土砂流出抑制効果推定(流出土砂量の多い上位20斜面を抽出)

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑨）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 国内課題を主たるターゲットとする土研の役割は理解するが、ぜひ成果を国際的にも問う（公表）ことを期待する。
- 2) 影響評価を詳細に行える段階は達成したが、この影響が良いか悪いかと判断するためには、もう一步研究が必要。ダムから土砂供給する上で、影響評価は大事だが、その実際には良い影響か悪い影響かというところが事業には一番大事。この研究成果で、そこまで分類できるか合意形成の部分も研究として含めてはどうか。
- 3) テーマ間の分担と総合化に課題が残されている。取りまとめ段階で工夫が必要なテーマがある。
- 4) 研究成果のアウトプットがうまくいっていない部分もある。社会への普及の取り組みがやや不十分な側面もある。
- 5) 土砂流出については流域全体でモデル化できるようにしてほしい。

### ●今後の対応

- 1) 現場への成果の還元を意識しつつも、成果を国際的に公表できるように努めていきたい。
- 2) 良いかどうかと言うのはその地域のステークホルダーの方々の合意形成の中で形成されていくものであり、その判断材料として、現状からの変化量の部分を評価する必要があると考えている。この研究では、その議論の基礎となる情報を提供するという位置づけで研究を進めていく。ただし、ご指摘の点は事業を実施する上で重要な視点であると考えているため、上記の進め方を基本としながら、良い悪いの判断に迫れる研究にもチャレンジしたい。
- 3) 関係する個別課題間の連携・調整を図りつつ総合的な成果を示すことができるよう研究を進めていきたい。
- 4) 研究成果のアウトプットについては、査読付きを含め論文発表の充実に努めてまいりたい。社会への普及の取り組みについては、学会発表やマニュアル等の作成のみだけでなく、現場への適用の拡大等を図り、社会への普及に努めていきたい。
- 5) 主に農地からの土砂流出をターゲットとしているところであるが、今後は、土地利用の対象を拡大した土砂流出に係る研究課題の設定を検討するなどして、流域全体での評価を目指していきたい。

## プロ-10 流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術

### ■目的

総合科学技術会議でとりまとめられた、「科学技術に関する基本政策について」に対する答申（平成22年12月24日）では、人の健康保護や生態系の保全に向けて、大気、水、土壌における環境汚染物質の有害性やリスクの評価、その管理及び対策に関する研究の推進を位置づけている。

また、閉鎖性水域の水質改善傾向の鈍化、水質リスクの増大の懸念等、未だに解決されていない水質問題への対応は、河川環境を中心とした生物多様性保全と自然共生社会実現のためには必要不可欠であり、そのためには流域スケールでの物質動態を踏まえ、河川管理者や下水道管理者が科学的根拠に基づき、適切な対応を行うことが重要である（図-10.1）。

本研究は、流域スケールの視点での問題解決手法の提案を目指し、水環境中の水質リスク改善、生物多様性の確保の観点から、各管理者が行う対策技術の開発を目的としている（図-10.2）。

### ■目標

- ①各土地利用における物質動態を統合した流域スケールでの水・物質循環モデルの構築
- ②流域からの汚濁負荷が閉鎖性水域の水質におよぼす影響の解明と対策手法の提案
- ③流域スケールで見た水質リスクの把握と対策技術の提案（図-10.3）

### ■貢献

本研究の成果は、流総計画指針の改訂や閉鎖性水域の水質・底質への生活排水対策事業の効果の評価のための基礎資料となるとともに、「今後の河川水質管理の指標について（案）」、「下水道に係わる水系水質リスクへの対応方策（案）」等のマニュアルの改訂に反映される。

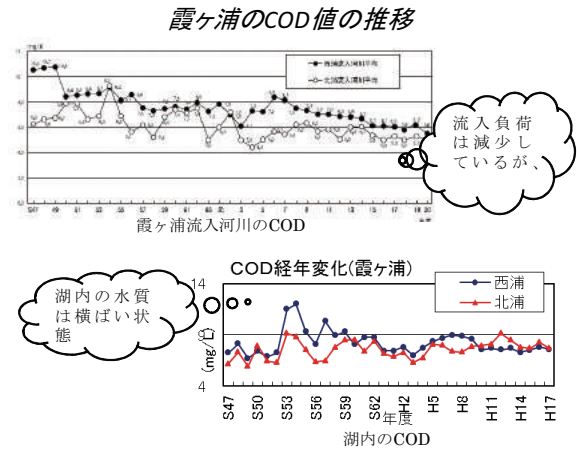


図-10.1 COD 経年変化の例

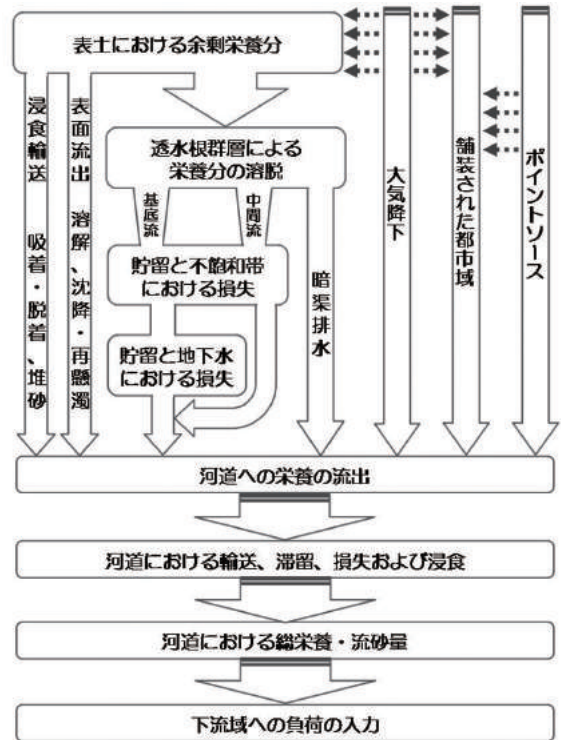


図-10.2 土砂動態を考慮した流域スケールでの栄養塩流出モデルの構成案



図-10.3 目標③に関する研究イメージ

■得られた成果の概要

①各土地利用における物質動態を統合した流域スケールでの水・物質循環モデルの構築

本課題では、霞ヶ浦および印旛沼流域を対象に、流入河川の水質と土地利用の関係を調査・検討し、晴天時及び雨天時の溶存態・粒子態物質の流出特性の把握を試みている。26年度は上記の調査を継続し、特に、豪雨時の流出特性について解析した(図-10.4及び図-10.5)。また、調査流域において、畜産、都市、森林由来の各汚濁負荷流出サブモデルを検討し、水・物質循環モデルを構築し、計算値と観測値を比較・検証を行っている。26年度は高崎川の小流域のうち、土地利用状況の異なる2流域(A:宅地21.5%、B:7.1%)について検討を行った結果、計算値が観測値より小さめに出る傾向がみられた(図-10.6)。中期目標期間終了時までには、他の降雨パターンで検証するとともに、土地利用形態の異なる他の流域でも検証する予定である。

②流域からの汚濁負荷が閉鎖性水域の水質におよぼす影響の解明と対策手法の提案

湖内環境の変化が水質・底質に与える影響の調査として、霞ヶ浦において、底泥の溶出試験を行った。近年のアオコ発生前後の気象・水象データからアオコ増殖要因を検討し、降雨量、風向など藻類の異常増殖を助長しうる要因を抽出した。26年度は、台風による出水前後の底質溶出試験を行い(図-10.7)、NH<sub>4</sub>-N溶出速度は台風通過後に大幅に上昇していることを確認した。中期目標期間終了時までには、底質からの栄養塩溶出に寄与する要因を整理し、閉鎖性水域の水質変化予測手法を提案するとともに、湖沼における藻類増殖と栄養塩等の関連性について、微量金属にも着目しながら藻類生長試験により評価する予定である。

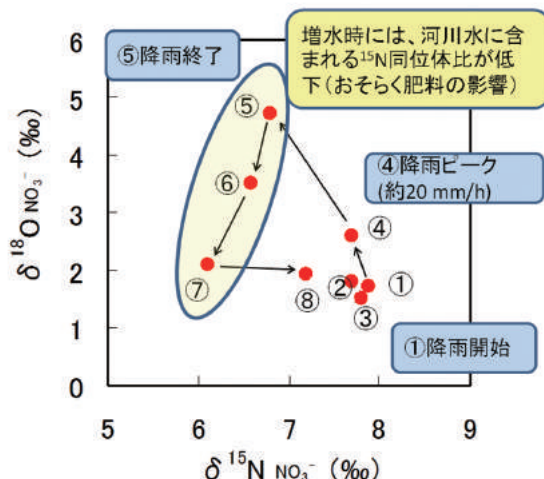


図-10.4 δ<sup>15</sup>N-δ<sup>18</sup>O ダイアグラム上の河川水

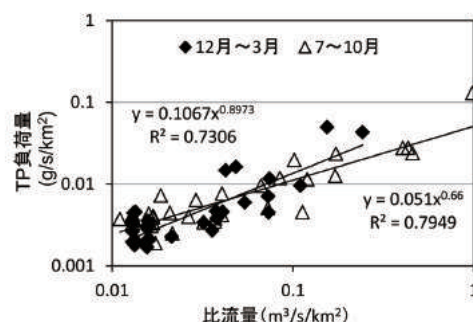


図-10.5 比流量とTP比負荷量の関係(流域が主に市街地の地点)

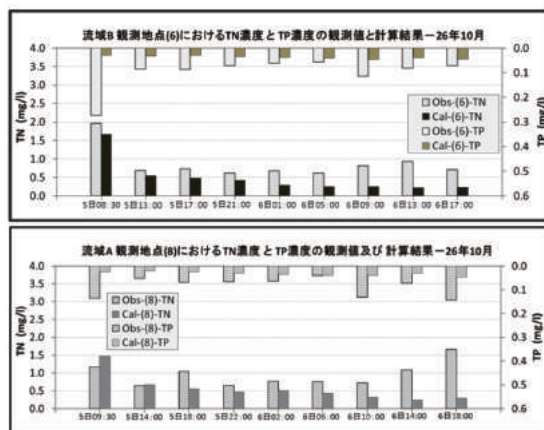


図-10.6 計算値と実測値の比較

### ③流域スケールで見た水質リスクの実態解明と対策技術の提案

下水、河川水、病院排水を対象とした抗生物質耐性大腸菌の実態調査を実施した。その結果、多剤耐性大腸菌の大部分はアンピシリンに耐性を有する一方で、イミペネムに耐性を示す大腸菌は不検出であった(図-10.8)。

水質リスク評価のため、ウイルス低濃度試料に対応した定量法の検討を進め、抽出RNAの逆転写工程やPCR反応(ポリメラーゼ連鎖反応)条件等の改良によって、検出濃度・限界値を向上させられた。

生物学的高度処理法の除去率向上要因を解明するため、活性汚泥生物相とノロウイルス除去率の関係を評価した。この知見も踏まえ、東日本大震災被災処理場の復旧において必要となった段階的な下水処理方法の導入にあたり、水質管理手法に関する支援を行った。

非点源負荷の評価と対策技術の構築に関しては、合流式下水道の越流水、越流先河川水のノロウイルス実態を評価し、越流水の影響を明らかにするとともに(図-10.9)、越流水対策技術による削減効果を把握した。

適切な対策技術の構築にあたり、下水処理場の実態調査や室内実験により、抗生物質耐性大腸菌の塩素、紫外線感受性を評価した。

中期目標期間終了時まで、各種病原微生物の消毒感受性に関する調査・実験、合流式越流水対策技術に関する評価を進め、病原微生物の特性に応じた対策手法の構築を目指す。

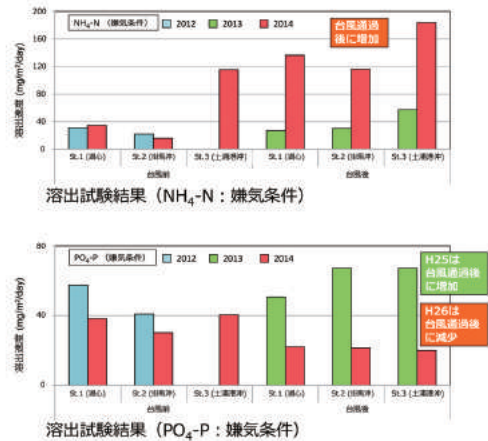


図-10.7 台風通過前後の底泥を用いた溶出試験結果(嫌気条件: NH<sub>4</sub>-N および PO<sub>4</sub>-P)

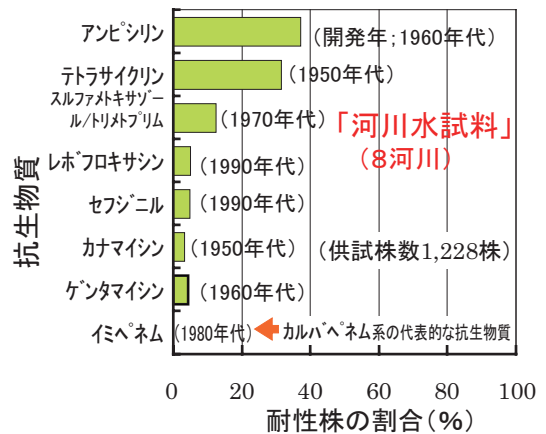


図-10.8 各抗生物質に対する耐性株の割合

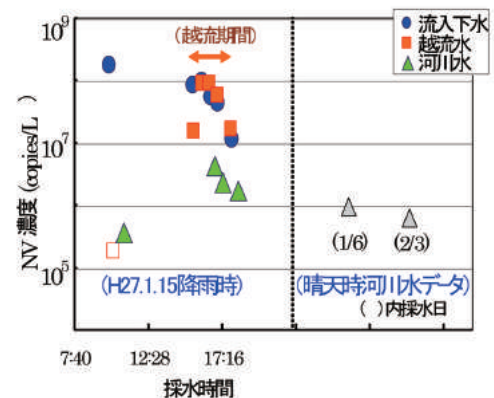


図-10.9 合流式下水道越流水の影響評価



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑩）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 研究は個別的に進んでいるが、プロジェクト全体として「流域の課題」にどう効果的なアクションを提案するのか？プロジェクトの目標として水質管理の技術にまでどういうゴールを描いているのか？
- 2) モデル化も含め、事例的研究から普遍的成果へと展開させ、ぜひ発展させていただきたい（次の一手をどう考えていくか）。
- 3) 査読付き論文が少ないように思う。

### ●今後の対応

- 1) 本プロジェクト研究では、個々の研究課題を進める中で、雨天時の現象把握とその予測などについては共通的な課題として取り組んでおり、これらのプロジェクト総括的な取りまとめに努めて参りたい。また、栄養塩や微量金属の流域からの流出特性と湖沼内での挙動等、流域全体での挙動解明と対応策について検討していきたい。
- 2) 土地利用の変化や降雨による影響の解明などに努め、普遍的な成果の活用が行えるような調査の実施と取りまとめを進めたい。
- 3) 湖沼内での微量金属の藻類増殖等と与える影響の把握など、重要な研究成果も得られつつあり、今後、査読付論文を中心に積極的に公表して参りたい。

## プロ-11 地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究

### ■目的

様々な人間活動が、河川環境を介して動植物の生態系に影響を及ぼしているが、人間活動との関係をとおして生態系を評価し、良好な河川生態系保全を行うことが社会的に求められている。

このため、流域の生態系保全を、氾濫原も含めたネットワークの中で生産性と人とのつながりの2方向の視点から解明し、その評価手法を提案することで、国土交通省の技術基本計画に掲げられている「健全な水循環と生態系を保全する自然共生型社会」の実現に資することを目的とする（図-11.1）。

### ■目標

- ①流域からの濁質流出が河口域環境へ与える影響の把握と管理技術の確立
- ②河口海域における地形変化特性の評価技術の提案
- ③積雪寒冷沿岸域における生物の生息環境の適正な管理技術の提案
- ④氾濫原における生物多様性保全を、生物の生理・行動学的視点から捉えた、流域全体としての氾濫原管理技術の提案

### ■貢献

- ・流域スケールでみた物質移動形態を把握、解明することで、山地から沿岸域までを一連の系とした浮遊土砂管理技術の提案を行い、「河川管理施設の設計指針」等に反映（図-11.2、図-11.3）
- ・長期的視点からみた、干潟等の沿岸域の安定的な保全管理に貢献
- ・生態系保全技術を「河川構造物設計指針」等に反映することで河川生態系の保全に貢献
- ・河川流出による水産資源への影響を把握し、沿岸環境の保全・管理技術をマニュアル化することで、より安定した水産資源の供給に貢献

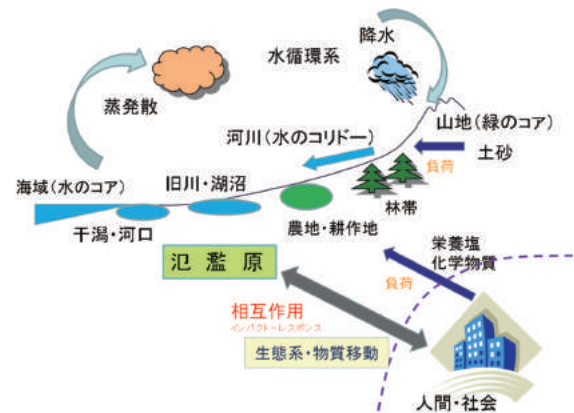


図-11.1 地域環境と人間・社会との関係



図-11.2 流域スケールでみた物質移動の様々な問題（右上の衛星写真はALOS「2006年8月26日撮影」：JAXA提供、左下の写真はホッキ貝）

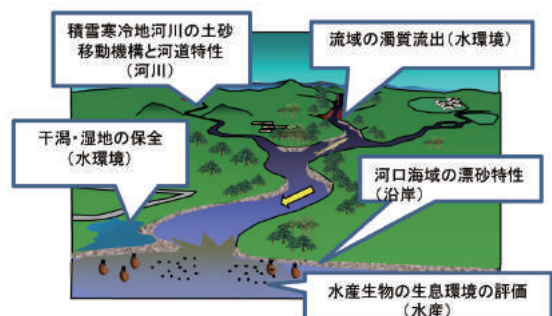


図-11.3 山地から沿岸域までの物質移動形態と生態系への影響の把握・解明

■得られた成果の概要

①流域から濁質流出が河口域環境へ与える影響の把握と管理技術の提案

濁度計を用いた高濃度濁水 (>10,000mg/L) に適用できる流出土砂量の評価手法、放射性同位体トレーサを用いた山地の地質別土砂生産推定手法を構築した。さらに、粒度試験・暴露試験により、山地小流域の生産・流出土砂の粒径特性が表層地質による地形・風化特性の違いに起因することを明らかにした(図-11.4)。河口・海岸土砂の粒径モニタリングにより、河口から漂砂方向に粗粒化傾向があり、漁港で不連続となることがわかった。海岸土砂の生産源は上・中流域の深成岩・付加体堆積岩の寄与が大きく、SSと生産源が異なることがわかった。各種土壌データベースを統合・構築した土壌マップを用いて分布型流出モデルを適用し、流量の再現性が確認された(図-11.5)。

中期目標期間終了時まで、地質別の土砂生産量を評価し、分布型流出モデルに反映する。

②積雪寒冷地における河口域海岸の保全技術の提案

鶴川沿岸域における平成6年8月から平成23年9月までの波浪・深淺データを解析した結果、当海域では西向きの波浪の影響によって、河口前面に堆積していた土砂が河口西側へ大きく移動したことが明らかとなった(図-11.6)。

高頻度で河口域の測量を行った結果、西向きの比較的穏やかな波浪の影響によって、河口東側の領域から河口西側の領域に土砂が大きく移動の様子が確認された。また、各測量期間の波浪エネルギーと砂州の延伸量、E領域とW領域の地形変化量との関係をそれぞれ評価し、各関係とも有意な相関が得られた(図-11.7)。

中期目標期間終了時まで、これまで得られた結果を精査して、河川出水に伴う海域への土砂供給量と波・流れによる土砂移動量を評価し、安定的な河口域海岸の保全手法を検討する。

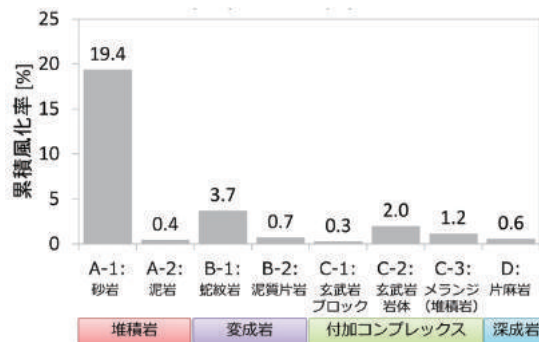


図-11.4 岩種による風化特性の違い

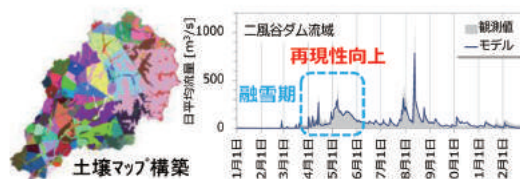


図-11.5 分布型流出モデルによる流量再現

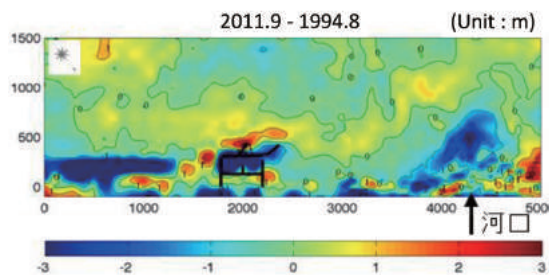


図-11.6 地形変化量 (平成6.8～平成9.9)

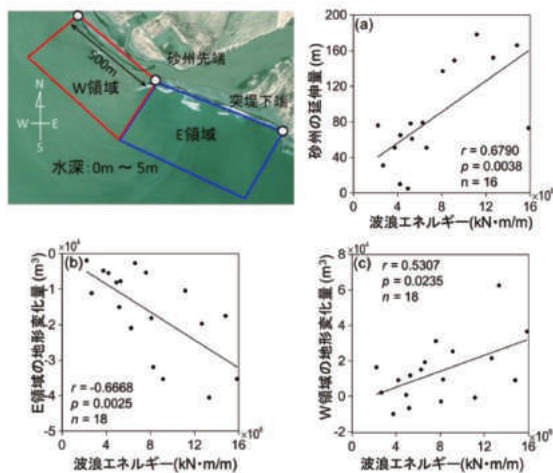


図-11.7 各測量期間の波浪エネルギーと地形変化量との関係

③積雪寒冷沿岸域における生物の生息環境の適正な管理技術の提案

鵜川沿岸の基礎生産の変化や融雪出水が沿岸域の生物生息環境に及ぼす影響について現地調査に基づいて評価した(図-11.8)。これによると、春季ブルーム後である融雪出水時は、夏季出水時と同等以上の浮遊物質が海域に供給されるが、夏季出水時のような植物プランクトンの減少は見られず高い基礎生産が維持されることが認められた。

ウバガイ生息密度、底質粒径等の環境因子による多変量解析(クラスター解析)等を実施し、この結果から生息環境に関するゾーニング・評価を実施した(図-11.9)。生息密度は底質粒径の影響を受けることが示唆された。

海域の光環境について浮遊物質とクロロフィルaを変数として定式化し適用方法を提案した。これは他の海域(釧路港)で良好に消散係数が再現され算出式の有効性を実証した(図-11.10)。

これらの結果を検討し、一般化に向け各モデルや管理手法の問題点とその対応について提案する。

④生物の行動学的視点を加えた氾濫原における生物生息環境の適正な管理技術の提案

バイオテレメトリー手法(電波発信機など)を用い、河川横断構造物がシロザケやサクラマス産卵遡上に与える影響や、魚種ごとの筋電位・酸素消費量などの行動生理的影響を明らかにした。美利河ダム分水施設におけるサクラマス産卵の降下行動を解明するためバイオテレメトリー手法を使用し、流量の大きい融雪期においては、産卵の降下行動に対し十分機能していることを明らかにした(図-11.11)。氾濫原にある石狩川旧川群の約30年間の生息魚種変遷を把握し、在来種に比べ移入種の増加が大きいことを明らかにした。氾濫原管理手法の開発を行うため、バイオテレメトリー手法を使用した石狩川流域全体のシロザケ遡上行動調査を行った(図-11.12)。

中期目標期間終了時まで、以上の氾濫原管理手法の他流域への適応を試みる。

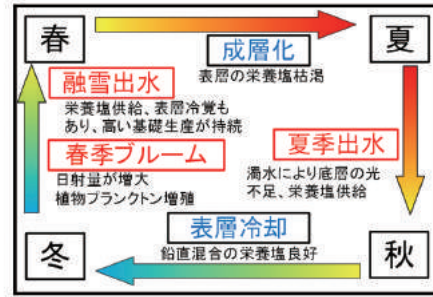


図-11.8 周年の基礎生産の変化

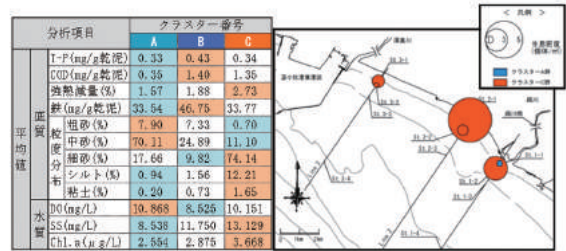


図-11.9 漁場の評価(クラスター解析)

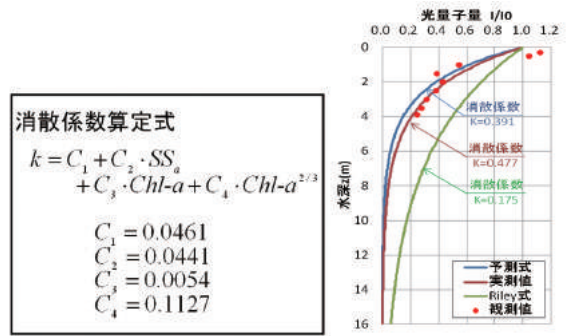


図-11.10 消散係数の比較(釧路港)

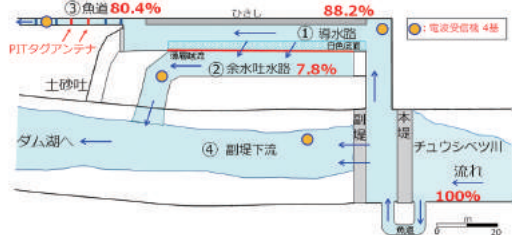


図-11.11 美利河ダム上流の分水施設にサクラマス産卵の降下行動の評価

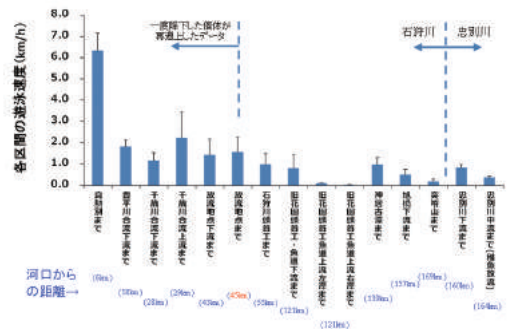


図-11.12 石狩川における横断工作物がシロザケの産卵遡上行動と与える影響(赤色は放流地点)

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑩）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 流域スケールでの物質移動形態の把握・解明はほぼ期待通りに進行している。さらに積極的な成果公表を望む。
- 2) 分布型流出モデルをより精度の高い信用性の高いレベルまで高めることが非常に重要だと思う。
- 3) 濁質の環境影響評価は出来るようになったと見られるが、管理手法についての議論がないと思う（管理とは濁質をコントロールすることではないか）。
- 4) 「水系一貫」の研究をうたっているが、それは正しく達成されたか？河口、沿岸域が研究フィールドであること、個別研究の相互的関連性が不明確（希薄）なこともあって、「一貫性」は見えにくいのでは。

### ●今後の対応

- 1) 今後とも成果の公表に努力して行きたい。
- 2) 現在、鶴川及び沙流川流域の水流出のキャリブレーションを実施しており、概ね良い再現性が得られている。放射性同位体トレーサを用いた地質別の土砂生産量の評価結果を分布型流出モデルに組み込み、土砂流出量の再現する予定である。
- 3) 流域内の土砂生産量を地質別に評価できており、それをもとにした支流域ごとの土砂生産量の分布も推定できている。さらに、土砂生産量の制限要因についても考察をすすめると同時に、分布型流出モデルによる土砂流出の再現を進める予定である。これらの成果をもとに、流域スケールで濁質をコントロールするために、砂防施設・ダムへの堆砂排砂施設（プロ研⑨との連携）・土地利用規制など、どのような対策がありえるかを考察する予定である。
- 4) 従来の研究は、研究フィールドが山地だけ、河道だけ、河口・沿岸域だけのものが殆どであったが、本研究は、放射性同位体トレーサによる濁質・堆積土砂の生産源推定や河川の多地点同時水文観測などにより、浮遊土砂動態を山地（生産）、河道（運搬）、河口・沿岸域（堆積・拡散）と一連で解析し、本格的な「水系一貫」の研究を行っている。

## プロ-12 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築

### ■目的

積雪寒冷地である北海道は、長年にわたる農業や水産の生産基盤整備によって、今日の国内食料自給の多くを担っている。

しかし、近年、地球規模の気候変動が予想され、食料生産現場では温暖化の影響や海象変化の兆候が現れてきている。

また、食料生産システムは自然環境に加え、生産構造の変化などの社会・経済的な環境変化にも大きな影響を受ける。

このため、これら環境変化に適合する食料生産基盤の整備やそのシステムの改善などの研究及び技術開発などを行うことにより、持続的な食料生産システムの確立を目指すこととしている。

### ■目標

- ①気候変動が融雪水など水源水量や水田用水など利用量に及ぼす影響を解明し、需要と供給の変化に対応して安定的に利用できる農業用水管理技術の開発(図-12.1)
- ②地下灌漑施設を伴う大区画圃場水田地域において、土壌の水分・養分を適切に制御する圃場灌漑技術及び限られた水資源を地域全体で効果的に利用する配水管理技術の開発(図-12.2)
- ③大規模畑作地域において農地の排水性を確保するため、農業用排水路の機能を適切に保全管理していく機能診断技術の開発
- ④北方海域における基礎生産構造を解明し、漁場の肥沃化や幼稚仔魚の保護育成等の生物生産性向上のための技術の開発(図-12.3)

### ■貢献

開発された技術や知見はマニュアルなどに整備され、国や地方公共団体等の施策に反映されることにより食料の安定供給に大きく寄与するとともに、地域全体の農業と水産業の持続的発展に貢献する。

(農業用ダムでの積雪量監視技術など用水の安定供給が可能となる管理技術の開発)

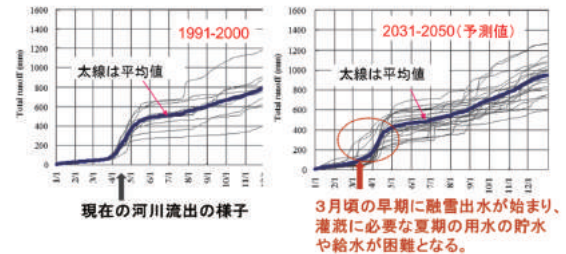


図-12.1 現在・将来の積算流出量のパターン

(大区画圃場における地下灌漑を活用した土壌の水分・養分制御技術の開発)

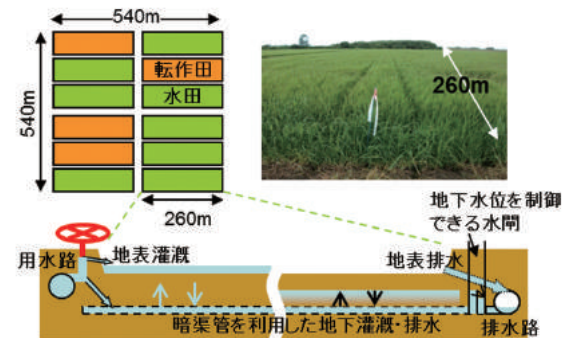


図-12.2 地下灌漑施設が附帯している大区画圃場

(基礎生産構造を解明し、海域の肥沃化や幼稚仔魚保護育成等の生物生産性向上のための技術開発)

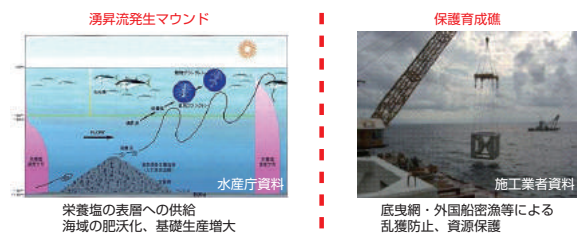


図-12.3 物理環境改変のための土木構造物

■得られた成果の概要

①積雪寒冷地の資源を利用し、地域の特徴を活かした灌漑・排水技術の提案

毎年の水資源量の把握に重要な、山地を含む流域の積雪水量をアメダスデータで簡易に推定する手法を開発した。また、9種の気候モデルの将来予測値を用いて、ダムや頭首工地点の融雪流出の減少や早期化を予測した(図-12.4)。この傾向は、流域の標高が低いほど顕著であった。

用水需要の面では、積算気温による水稻生育予測の推定式の作成と水田水管理データの分析により、生育期を通じた水田水需要をモデル化した。また、シミュレーションにより、数日先の気温の低下が予報された場合の冷害対策として湛水深を深めに保つことが有効であることを検証した。

広域の圃場群を対象とした配水シミュレーションを行い、同一日に取水可能な水田面積割合を示して、配水管理技術のマニュアル案を作成した。

水田からの水質負荷流出抑制方策として、湛水の水質濃度が高い灌漑初期は暗渠排水を通じて排水することなどを提案した。

地下灌漑システムが整備された同一圃場の用水量調査により、移植栽培、湛水直播栽培、乾田直播栽培の間で、灌漑期前半の用水量に大きな差がないことを明らかにした(図-12.5)。

室内実験で窒素低減効果が高いと評価できた給排水パターンを営農圃場で試験した。その結果、地下水制御を実施しなかった圃場に比べ、米粒タンパク含有率は低下したが、年毎にバラツキが大きいことが確認された。

圃場での地下水動態を分析すると、地下水は給排水パターンに従い地表から地下60cmまで昇降しているが、土壌水分は減少せず(図-12.6)、硝酸化成が促進しないため、窒素の洗脱や脱窒が進行しなかったことが考えられた。しかし、地表湛水には高濃度の無機態窒素が溶出していることを確認し(図-12.7)、地表湛水の迅速な排除が、窒素制御に効果的であることが示された。

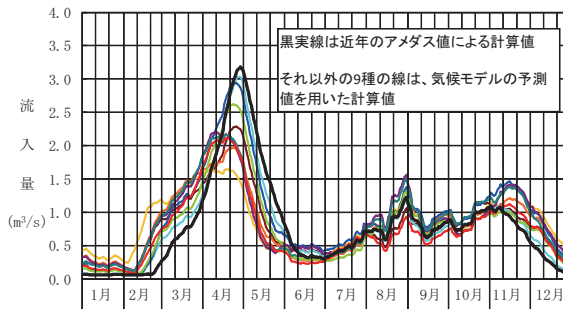


図-12.4 農業用ダムへの日流入量の現況と9種の気候モデルを用いた将来予測

表-12.1 積算気温による水稻生育予測の精度(さらに397の移植栽培での事例)

生育ステージ	実績日	予測日	予測-実績(日)
播種日	4/21	〃	—
移植日	5/24	5/22	-2
活着期	5/28	5/29	1
分けつ期	6/5	6/6	1
幼穂形成期	6/30	6/30	0
出穂期	7/27	7/28	1
成熟期	9/16	9/14	-2

実績日と予測日は、2004年～2013年の平均値

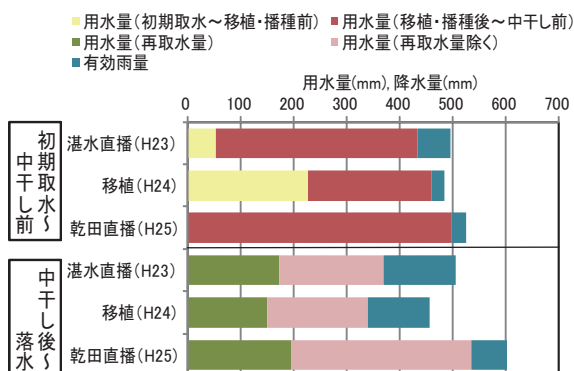


図-12.5 3種の栽培方式での用水量

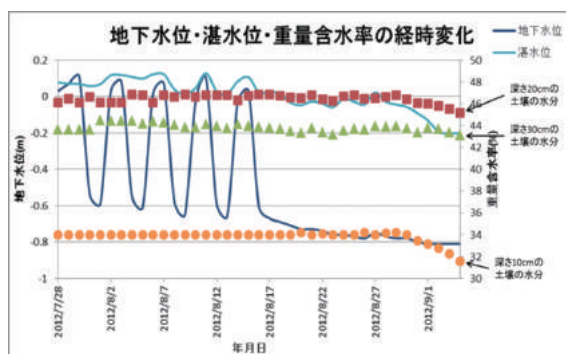


図-12.6 土壌水分と地下水位の関係

排水路の施設全体の健全度を特定の構造部材の劣化の評価によって推定する機能評価手法の試案を作成した。この試案を連節ブロック型、積みブロック型、鋼矢板型、コンクリート柵渠型の排水路に適用した。その結果をもとに各形式の排水路の健全度指標の改良を行い、機能診断技術マニュアル（案）を作成した。

中期目標期間終了時までには将来の気候変動を想定した水管理シミュレーションを行い、水資源量情報等を活用した農業用水管理技術を取りまとめる。また、大区画圃場における5カ年の用水量データを分析し、用水計画手法を取りまとめる。また、地表湛水の排除と硝酸化成を促進するための早期の落水と地下水位の制御を組み合わせた試験を実施し、地下灌漑による土壤養水分制御手法の確立を目指す。

### ② 北方海域の生物生産性向上技術の提案

日本海北部沖合において周年の水域環境調査を実施し、基礎生産構造の評価を行った。夏季及び秋季は躍層以浅の混合層で栄養塩が枯渇し基礎生産は低位であった。冬季は表層冷却による鉛直混合が生じて貧栄養状態は解消されていたが、全天日射量が少ないため基礎生産は低位であった。一方、春季は全天日射量の増大に伴いブルームが発生し、表層冷却による鉛直混合によって底層から栄養塩が供給され、基礎生産が持続することを確認した。

これらの結果を踏まえ、生物生産能力の潜在性について数値モデルによる検討を行った。ブルーム期の鉛直混合や栄養塩が枯渇する時期の栄養塩供給効果の試算より基礎生産量向上に関するポテンシャルを確認した（図-12.8）。

さらに、漁場整備に伴う保護育成効果について資源予測モデルを構築し検討を行った。モデルにおいては保護礁エリア内の当歳魚が漁獲から保護されると仮定して資源保護効果を算出し、そのポテンシャルを確認した（図-12.9）。

中期目標期間終了時までには、湧昇流発生マウンドと保護育成礁による漁場開発効果の総合的な評価手法を検討し、その結果を取りまとめる。

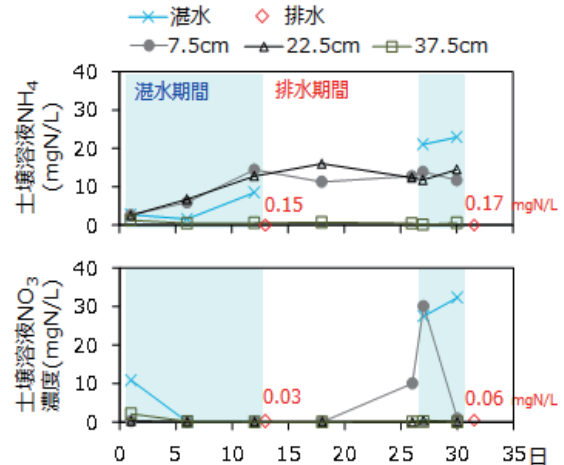


図-12.7 室内実験による土壤溶液の無機態窒素の動態

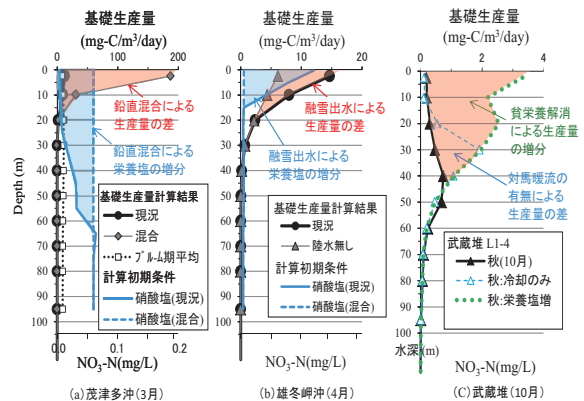


図-12.8 基礎生産量と硝酸塩濃度の鉛直分布

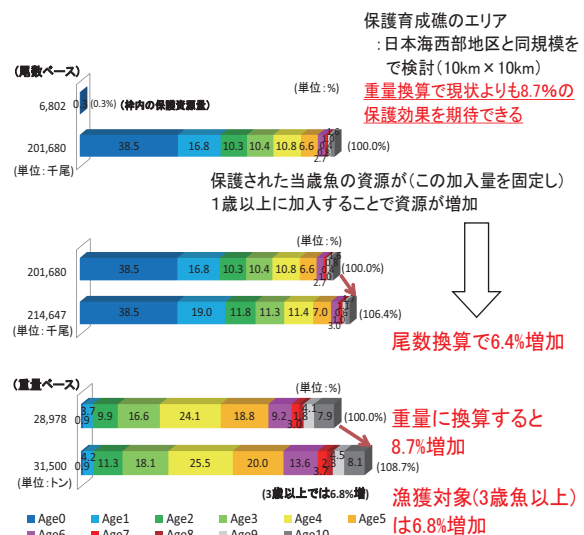


図-12.9 資源保護効果の算定



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑫）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 自然共生と食料生産との関係をどのように取り組もうとしているのか。特に、排水施設の機能評価手法は、構造診断に特化しており自然共生にも配慮すべきである。
- 2) マニュアルが活用される対象はどう考えているか、全国への展開を図るべきではないか。
- 3) 論文発表が少ないと思う。

### ●今後の対応

- 1) 食料生産を持続的に維持・向上させるためには、自然と生産が両立することが重要であり、このため総括・個別課題ともに自然共生の観点も含め取りまとめる。機能診断技術マニュアル（案）については、自然共生の視点についても追記する。
- 2) 個別課題毎に主な対象は異なり事業関係の技術者や、施設管理者、生産者等である。北海道のみならず積雪寒冷地など全国の類似地域への発信に努める。
- 3) 平成 27 年度末までに更なる論文発表に努める。

## プロ-13 社会資本をより永く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究

### ■目的

これまでの社会資本維持管理のための技術開発においては、調査・点検技術、診断・評価技術、補修・補強技術等の個別要素技術が開発されるとともに、それぞれを有機的に結合し戦略的にマネジメントするシステムが開発されてきた。しかし、今後のストックの高齢化、財政的な制約、安全確保等を踏まえた場合、社会資本に求められる管理水準を社会的な重要度等に応じて合理的・体系的に差別化していくことが求められている。

本研究では、各種社会資本について、横断的な観点から、それらの社会的影響度や要求される性能の違いを考慮し、管理水準に応じた合理的な維持管理要素技術及びマネジメント技術を開発することを目的とする。

### ■目標

- ①管理水準に応じた調査・点検手法の確立 (図-13.1)
- ②健全度・安全性に関する診断・評価技術の確立
- ③多様な管理水準・構造条件・損傷状態に応じた効率的な補修・補強技術の確立 (図-13.2)
- ④管理水準を考慮した社会的リスク評価技術と、これを活用したマネジメント技術の確立 (図-13.3)

### ■貢献

- ①損傷・変状の早期発見や、健全度・安全性を適切に診断・評価するためのデータ取得が可能となる。
- ②損傷・変状に対し、求める管理レベルに応じてその安全性をより正確に、あるいは簡易に診断・評価することが可能となる。
- ③多様な条件に応じた適切で効率的な補修・補強工法の実現が可能となる。
- ④対象物の重要度、管理レベル等に応じた補修・補強プログラムの策定が可能となり、効率的な維持管理を計画的に行うことができる。

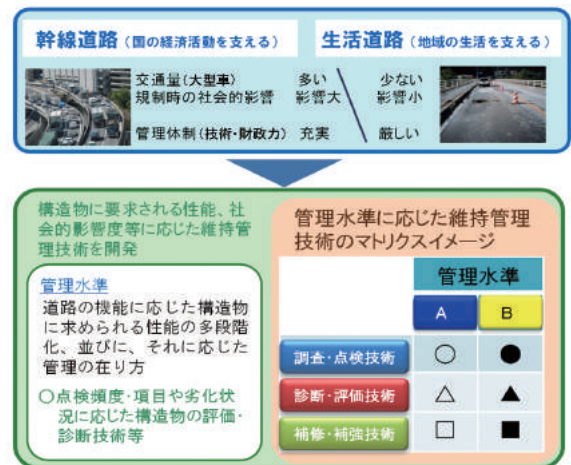


図-13.1 管理水準に応じた維持管理技術の確立(道路の例)

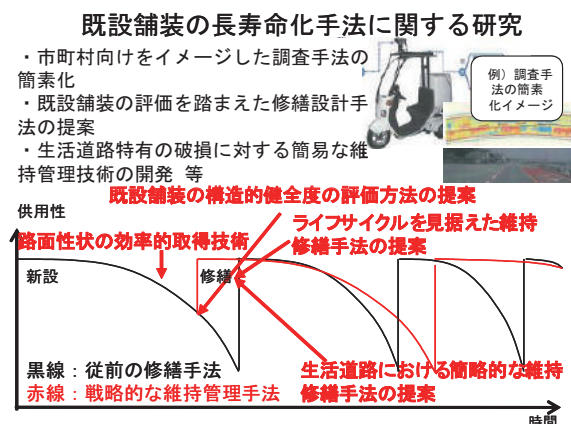


図-13.2 多様な管理水準・構造条件・損傷状態に応じた効率的な補修・補強技術の確立

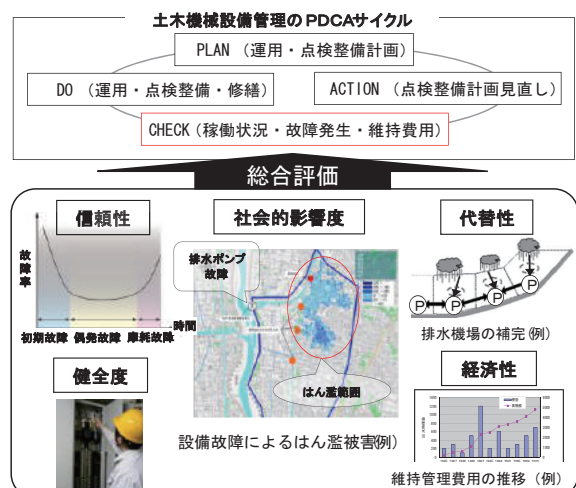


図-13.3 社会的影響度と設備状態を考慮したマネジメント技術の確立

■得られた成果の概要

①管理水準に応じた構造物の調査・点検技術の確立

遠望目視点検によるトンネル点検手法の精度向上を目的として、遠望目視の際に各変状の写真撮影し、変状箇所の拡大写真を併用した再評価を行った。その結果、判定区分に応じた顕著な傾向は認められないが、変状の程度が最も悪い3Aの判定区分の変状については、評価点3程度以上と考えた場合、一部変状で下回るものの概略的な判定が可能となることが確認された(図-13.4)。

また、道路パトロールなどの日常的な点検における、擁壁等の異常を検出する手法の検討を行った。走行車両からの写真により壁面形状を測量し、精度の高いトータルステーションでの測量との比較検討を行った(図-13.5)。

検討の結果、十分な写真枚数(6枚程度)を取得できれば、走行速度の影響は十分に小さくなることを確認した。

中期目標期間終了時までに劣化損傷の生じた既設橋梁部材の損傷調査を行うとともに各種の調査手法の適用性について検討する。

②構造物の健全度・安全性に関する診断・評価技術の確立

各種条件(補強材長さ、盛土材密度、地震履歴)の違いによる破壊モードの違いを補強土壁の模型実験で確認した。特に盛土材密度が地震力に対する壁面の変形に対して影響が大きいことと、一般的な管理密度の範囲であれば壁面の変形が限定的にとどまることを確認した。また、補強材連結部の破断検知を目的に各種診断手法の適用性について模型実験で確認した。起振器振動による壁面の振動特性の計測は補強材連結部破断の検知に有効であることを確認した(図-13.6)。

また、撤去PC桁を対象とした載荷試験および解体調査結果を反映させたFEMモデルを構築し、解析を実施した(図-13.7)。

その結果、鋼材の断面減少を反映させたケースで健全時より約20%の耐力低下が確認され、載荷試験結果と概ね一致することが確認された。

中期目標期間終了時までに劣化損傷の生じた既設橋梁部材の耐荷力試験および数値解析を行い、耐荷力評価手法および診断手法について検討する。

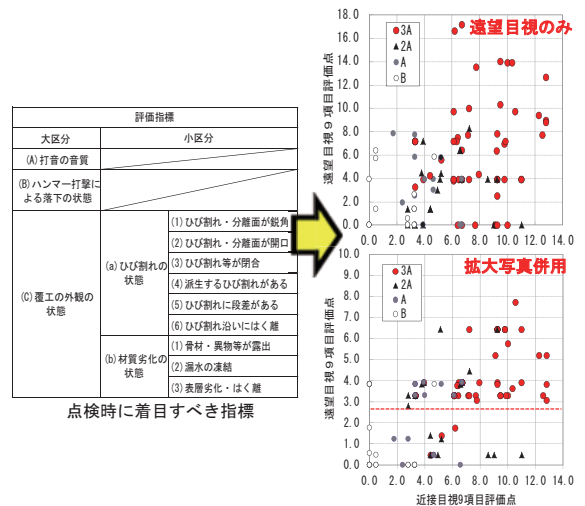


図-13.4 トンネル点検での近接目視と遠望目視(拡大写真使用)の比較の例

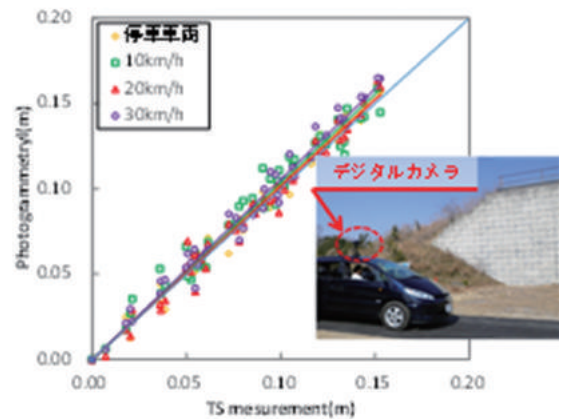


図-13.5 擁壁点検でのデジタルカメラとトータルステーションの比較の例

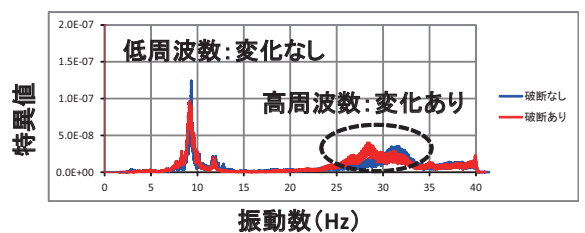


図-13.6 起振器振動による連結部破断検知結果

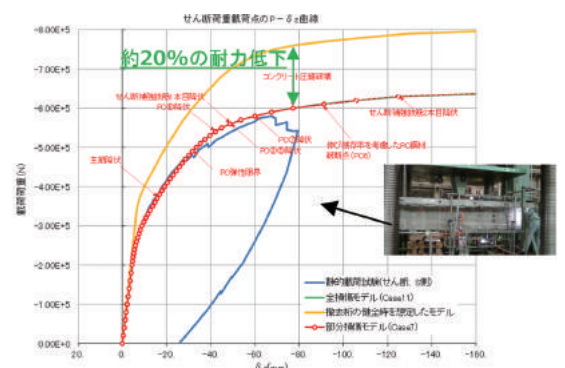


図-13.7 撤去PC桁の載荷試験結果と解析結果との比較

③ 構造物の多様な管理水準・構造条件・損傷状態に応じた効率的な補修・補強技術の確立

コンクリート構造物の補修技術の信頼性向上に向けて、断面修復、表面保護、ひび割れ修復について不具合原因や再劣化機構を調査した。

平成26年の成果のうち、ひび割れ修復のテーマでは、注入の前後のひび割れの状態をX線CT試験により観察し(図-13.8)、従来では把握できなかった注入状態の詳細を確認できるようになった。

中期目標期間終了時までには実環境下での暴露試験や試験施工等を実施し、施工性・耐久性等を検討する。また、補修対策工法施工マニュアル(断面修復編、表面保護編、ひび割れ修復編)の作成を行う。

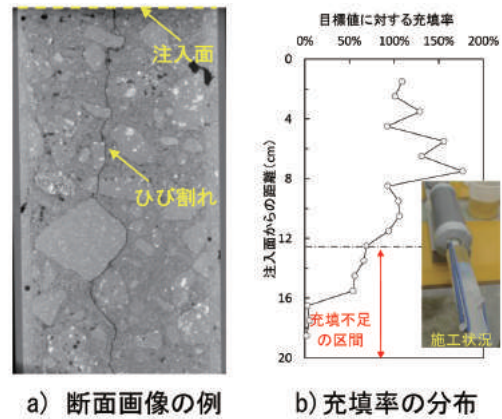


図-13.8 ひび割れ注入材により補修されたコンクリートのX線CTによる観察

④ 構造物や機械設備における管理水準を考慮した社会的リスク評価技術と、これを活用したマネジメント手法のための技術開発

23年度に提案した「長期供用ダムにおいても計測を継続すべき箇所等の選定の考え方(案)」について、実ダムへの適用を想定したケーススタディーを行い、適用性を検証した。その結果、いくつかの考慮すべき事項はあるものの、概ね長期的に継続して計測すべき箇所を適切に抽出できることを確認した(図-13.9)。

また、長期供用中のダムでは、計測計器の劣化・故障等により一部箇所での安全管理のための計測を中止している事例がある。

その現状を踏まえ、挙動が安定したダムでも、安全管理上長期的に計測を継続すべき箇所の考え方について、実ダムでのケーススタディー結果も踏まえて提案した(図-13.10)。

中期目標期間終了時までには部材の損傷リスク評価手法及びリスク発生による影響の評価手法で構成されるリスク評価手法についてとりまとめる。

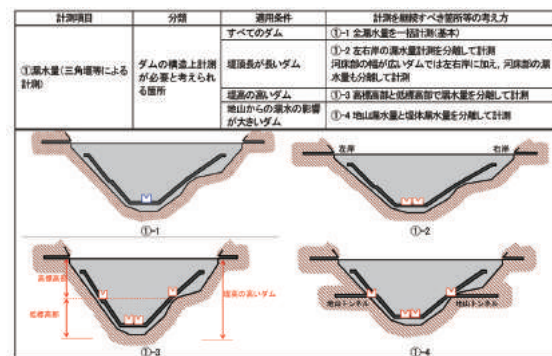


図-13.9 長期供用ダムにおいても計測を継続すべき箇所等の選定の考え方(案) (三角堰による漏水量計測の場合)

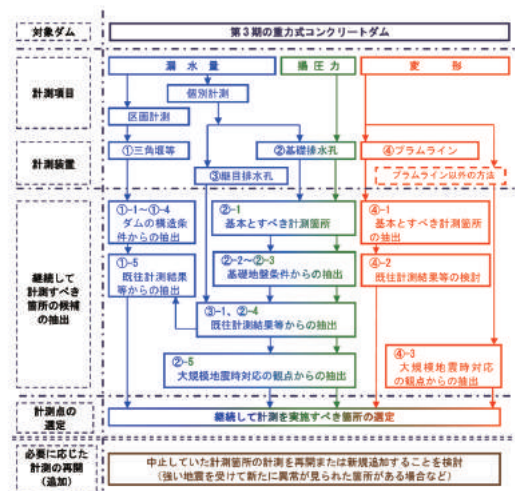


図-13.10 長期供用ダムでの安全管理計測項目・箇所の選定フロー例

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑬）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 社会ニーズの高い課題について適切に検討を進めている。
- 2) 進捗状況は概ね良好と思われる。
- 3) 予定通り進捗していると考えられる。達成目標 4 の「社会的影響」は広範囲の意味にとれるので、ある程度限定した定義を行う必要があるのではないか。そうでなければ達成の評価があいまいになる。
- 4) ISO への適切な対応は評価できる。特許には管理費用もかかるのでこだわりすぎるべきではない。成果の発表については分野によっては少ない。

### ●今後の対応

- 1) 社会ニーズや現場での活用を意識し、引続き研究を進める。
- 2) 総括課題及び個別課題の達成目標を意識し、引続き研究を進める。
- 3) 研究としては、それぞれの維持管理水準に応じた要素技術やマネジメント技術の開発を目指している。最終取りまとめにあたり、「社会的影響」の意味を含めより具体的に明らかにしていきたい。
- 4) 特許について、引続き知的財産ポリシーに基づき、活用状況を勘案しつつ、創造・保護を図っていく。成果の公表に関して、成果のとりまとめ状況に応じて、論文発表のみならず指針やガイドライン類、プログラムやモジュールなどソフト面での提供、講演会での周知等を通じて成果の最大化に努める。また、ISO に関しても引き続き取り組む。

## プロ-14 寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発

### ■目的

気象条件などの厳しい積雪寒冷地における社会資本ストックは、低温、凍結融解、地球温暖化に伴う寒冷気象環境の変化および低温地域に分布する泥炭性軟弱地盤等の影響を受け、構造物の健全性や耐久性に深刻な問題を生じる場合が多く、老朽化を防ぎその機能を維持するとともに維持管理コストを縮減することが重要となっている（図-14.1）。この観点から本研究は、寒冷な自然環境や特殊地盤条件下における構造物の適切な施工法、劣化診断法、性能評価法および予防保全策等の技術開発を行い、積雪寒冷地の安全・安心かつ持続可能な社会づくりに貢献することを目的としている。

### ■目標

- ①寒冷な気象や凍害、流水の作用に起因する構造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発（図-14.2）
- ②泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土構造物の合理的な維持管理技術の開発（図-14.3）
- ③積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発（図-14.4）

以上の研究成果を、関連マニュアル等に反映し、普及を図る。

### ■貢献

- ①構造物の安全性の向上と効率的な維持管理が行われ、その機能維持に貢献する。
- ②寒冷地における土構造物の安全性の向上及び維持管理コストの低減が図られ、社会資本ストックの機能維持に貢献する。
- ③積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理に貢献する。

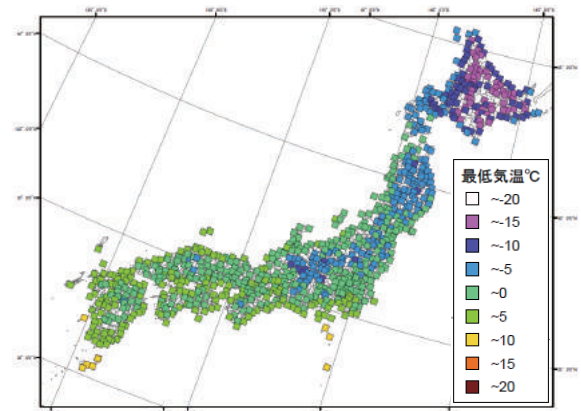


図-14.1 日最低気温の極値（1979-2000 アメダス平均値）



図-14.2 凍害・塩害によるRC壁高欄の複合劣化



図-14.3 泥炭地盤上の道路の不同沈下



図-14.4 開水路の内部劣化の検出

■得られた成果の概要

① 寒冷な気象や凍害、流水の作用に起因する構造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発

床版防水層の機能低下要因と防水システムに求められる機能を整理した。わだち掘れに着目した輪荷重試験の有効性を確認し、舗装・防水層・床版構造体の接着性能に関する判定指標の提案を行った（図-14.5）。また、高耐久排水ますを開発し、北海道開発局の設計要領に採用された。

壁高欄の劣化調査及び載荷実験により、劣化程度と耐荷性能等との関係を整理するとともに、劣化により衝撃力作用時の応答変位が増加することを確認した。また、複合劣化の進展過程を予測し補修・補強が必要となる劣化状態を示した（図-14.6）。

道路舗装の耐久性向上に向けて留意すべき事項を整理した技術ハンドブックを作成し、様々な耐久性向上策を提示した。融雪期のポットホール発生の高リスク箇所の推定方法を提案するとともに、融雪水などの寒冷地条件を考慮した補修材料に要求される性能及び耐久性評価方法を提案した（図-14.7）。

鋼材のアプレシブ摩耗（海水中の砂による研磨作用）の損耗は腐食摩耗と同等以上に大きく、無視できない劣化機構であること、その対策として通常の防食工法（電気防食・重防食被覆）は耐氷性に問題があることを室内・現地試験により確認した（図-14.8）。

パラメトリック送信技術を用いた音響プローブ（送受波器）の仕様を決定し、性能確認試験により、音響プローブによる岸壁内部の探査能力を実証した（図-14.9）。音響技術を活用した、沿岸施設に近づく海水の計測技術の適用範囲を検証し、設置・計測条件を整理した。

中期目標期間終了時までには、凍害等により劣化した構造物の補修要否のために必要な判定指標と点検・診断手法、劣化メカニズムを踏まえた効率的・効果的な対策技術を開発する。

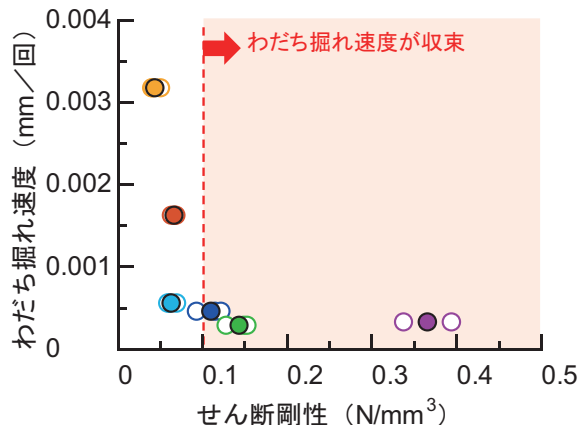


図-14.5 わだち掘れ特性とせん断剛性

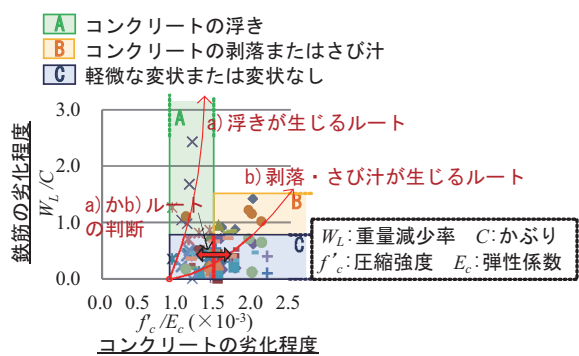


図-14.6 複合劣化の進展と劣化状態

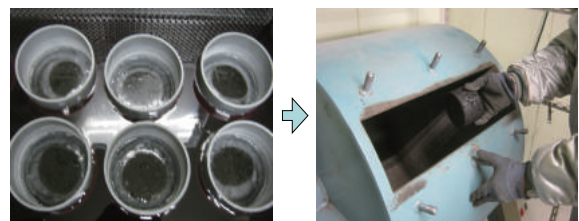


図-14.7 凍結融解作用に対する性能評価試験

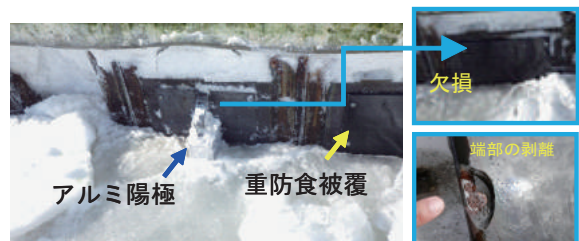


図-14.8 防食工法の耐氷性の暴露試験

② 泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土工構造物の合理的な維持管理技術の開発

地盤の過圧密化（軽量材料（EPS）による置換え）による長期沈下低減効果を確認し、軽量材料の置換え厚と置換え時期の違いが長期沈下低減効果に与える影響を整理した（図-14.10）。既設盛土の拡幅において、経済的な低改良率地盤改良の適用性を確認するとともに、低改良率地盤改良の効果のメカニズムを把握した。

中期目標期間終了時まで、過圧密化による長期沈下対策の合理的設計法、既設盛土の拡幅・高上げに効果的な対策工の設計法を提案する。

③ 積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発

各種非破壊調査手法により開水路の凍害劣化診断の適用性を検証し、「開水路の凍害診断マニュアル（案）」を作成した。開水路補修における表面被覆材の耐久性評価のための凍結融解試験方法を開発するとともに、凍害劣化を生じた開水路の更生方法（図-14.11）、補修後のモニタリング手法を開発した。

沿岸施設の背後小段部の高上げ改良等の実証試験により、藻場回復対策の効果を検証し、藻場創出機能に関する順応的な維持管理手法を提案した。沿岸施設の藻場創出機能を評価するための機能診断手法を提案した（図-14.12）。

中期目標期間終了時まで、開水路の補修工法に応じた補修後の劣化予測手法を開発するとともに、沿岸施設の自然環境調和機能の評価体系を構築し、機能維持に関する診断手法を開発する。

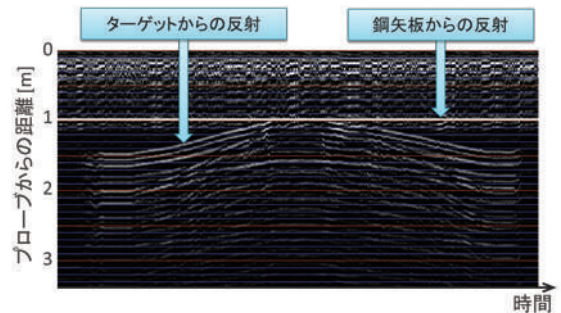


図-14.9 音響プローブの性能確認試験

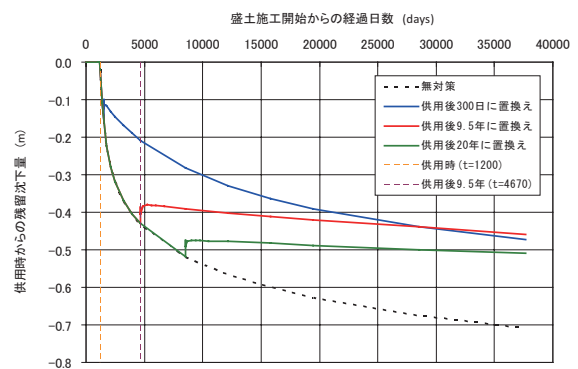
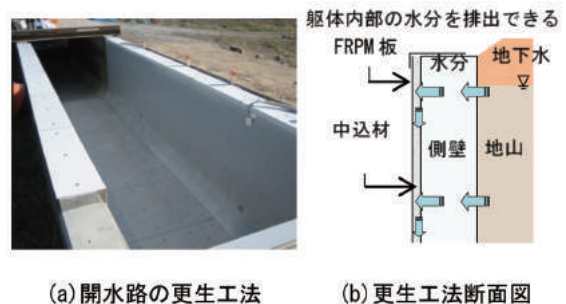


図-14.10 EPS置換えの施工時期の違いが残留沈下量に与える影響



(a) 開水路の更生工法 (b) 更生工法断面図

図-14.11 凍害劣化を生じた開水路の更生工法



図-14.12 藻場創出機能評価のための機能診断(案)



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑭）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 全体的に適切に進捗していると思われる。
- 2) 寒冷地に限った話ではない課題も多い。全国展開を望む。
- 3) 現場での活用を見込んだ成果を期待する。
- 4) 本州の寒冷地にある大学との共同研究を進めてほしい（東北、北陸等）。
- 5) 成果の発表は全体として良いが、個別課題では不十分なものもある。

### ●今後の対応

- 1) 引き続き具体的な最終成果が得られるよう取り組んでいく。
- 2) 寒冷地以外にも適用できる成果については、土研新技術ショーケースや各地方整備局における講習会等で情報発信を進め、全国展開していきたい。
- 3) 現場で利用しやすいように成果を取りまとめていく。
- 4) 開水路の凍害劣化診断技術や更生工法のモニタリング技術については、鳥取大学と共同研究を行っている。今後の寒冷地に係る研究課題において、さらに本州の大学との共同研究を検討していきたい。
- 5) 27年度に査読付き論文等を投稿中であり、28年度以降も論文等の作成に努めていく。

## プロ-15 社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発

### ■目的

人口減少、急激な少子高齢化や社会資本ストックの老朽化・増大に伴う維持更新費の増加などにより、新たな社会資本整備に対する投資余力が減少する状況のなか、国民生活の安定化を図り、地域経済を活性化させるためには、耐久性に優れた社会資本をより効率的・効果的に整備していくことが求められている。

本研究は、設計の信頼性と自由度を高め、新技術、新材料の開発・活用を容易にする性能設計法の導入に必要な技術及び各種構造物の耐久性を向上させる技術の開発を行い、効率的・効果的な社会資本の整備に資することを目的とする。

### ■目標

① 新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案 (図-15.1)

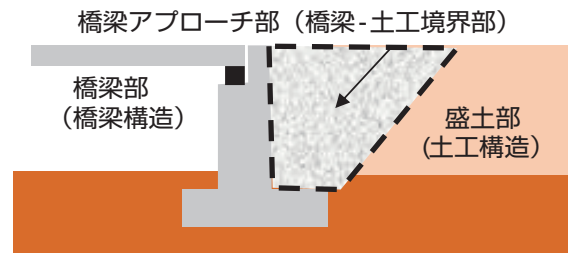
性能設計法が確立されていない新しい形式の道路構造 (橋梁アプローチ部に人工材料を用いた構造体、連続カルバートなど) や土工構造物の性能評価法の開発を行う。

② コンクリート構造物、橋梁及び土工構造物の耐久性向上技術の開発 (図-15.2)

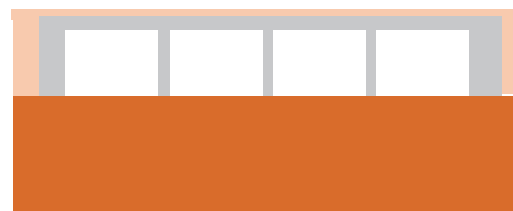
施工時における品質を確保することによりコンクリート構造物、橋梁及び土工構造物の耐久性を向上させる技術の開発を行う。

### ■貢献

本研究成果を関連する技術基準、指針等に反映させ、普及させていくことにより、性能設計法の現場への導入が進み、効率的・効果的に社会資本を整備することが可能となる。また、各種構造物の耐久性の向上が図られ、社会資本の長寿命化を図ることが可能となる。



橋梁アプローチ部に人工材料を用いた構造体



連続カルバート形式の構造体



土工構造物の例：補強土壁

図-15.1 性能評価法の開発を行う構造物

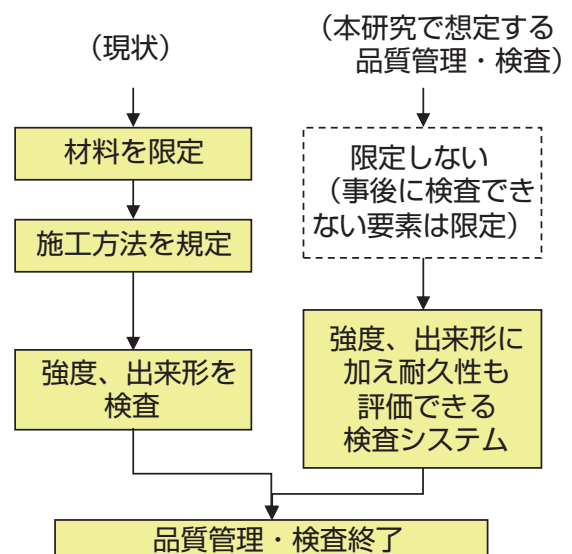


図-15.2 コンクリート構造物の耐久性を確保するための検査システム

■得られた成果の概要

①新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案

単体のアーチカルバートを対象にヒンジの有無などがアーチカルバートの耐震性能に及ぼす影響について解析（応答震度法）による検討を行うとともに正負交番実験により2ヒンジ、3ヒンジアーチカルバートについてヒンジが終局まで機能することを確認した（図-15.3）。中期目標期間終了時まで、これまでの研究成果を基に新形式道路構造の性能評価ガイドライン（案）を作成予定である。

また、橋台背面に発泡スチロール（EPS）を用いた構造の地震時挙動について、加振実験およびFEMによる再現解析を行い、EPS盛土の場合（条件1）、地震時の橋台の応答変位は、盛土を設置しない場合（条件2）より、むしろ普通盛土を設置した場合（条件3）に近い挙動を示すこと、地震時に橋台に作用する土圧は、条件3より条件1の中間床版位置での作用力が大きくなることを明らかにした（図-15.4）。中期目標期間終了時まで、EPS盛土を用いた橋台の性能評価法を提案予定である。

補強土壁の耐震性能については、動的遠心模型実験結果から、補強土壁の変形モード、限界水平震度と残留変形との関係について分析を行い、補強土壁の変形はすべりによる変形を除けば主としてせん断変形であること、補強土壁の強度変形特性は背面地盤材料に依存すること（図-15.5）等、管理水準に応じた要求性能を考慮した土工構造物の性能評価手法の枠組みについて整理した。

中期目標期間終了時まで、補強土壁などの土工構造物について、要求性能を考慮した性能評価手法・設計手法に関するマニュアル（案）を取りまとめる予定である。

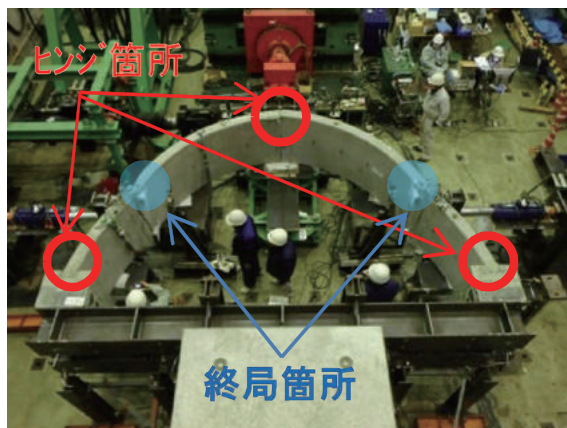


図-15.3 3ヒンジプレキャストカルバートの正負交番試験結果

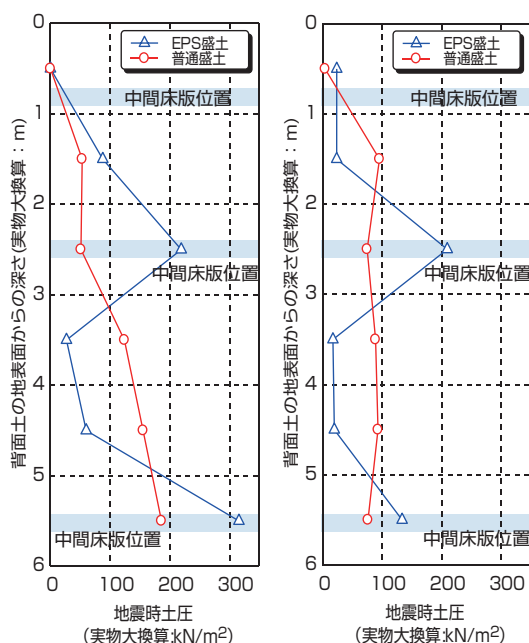


図-15.4 地震時の最大土圧（L2加震時）

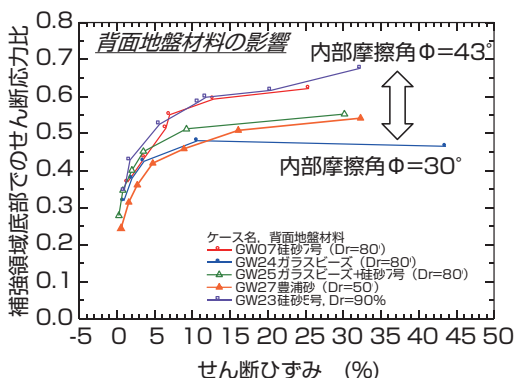


図-15.5 動的遠心模型実験で得られた補強土壁のせん断ひずみとせん断応力度比の関係

②コンクリート構造物、橋梁及び土工構造物の耐久性向上技術の開発

コンクリートの打込み時のスランプや打込み後のブリーディングが強度や耐久性に及ぼす影響をRCの大型供試体を用いた試験により検討した。その結果、単位水量が大きくブリーディング量が多い配合の場合でも強度や中性化抵抗性には殆ど影響はないものの、ブリーディング量は凍結融解抵抗性に影響することを明らかにした。それらを踏まえ、スランプの設定を自由にした場合を想定し、コンクリートの配合の良否を評価できる品質検査手法(図-15.6)等を含む性能規定に対応した簡易マニュアル及び寒冷期施工時における材齢初期の凍害を防止するための養生方法を提案した。

また、スケーリング・ひび割れが複合化したコンクリート構造物における凍害の進行性及び塩化物イオンの浸透性について、夏季に受ける乾燥・乾湿の影響に着目した試験により凍結融解と乾燥・乾湿の交互作用によって生じる膨張収縮挙動が凍害の進行性と密接な関係にあることを明らかにし、スケーリング、相対動弾性係数の変化から塩化物イオン拡散係数の変化を評価する考え方を開発した(図-15.7)。

中期目標期間終了時まで、予測式・考え方を体系化させて評価法を整理する予定である。

鋼橋塗装については、標準塗装系について、付着性能、施工性能等に関する基準値(案)を設定した。

中期目標期間終了時まで、他の塗装系の試験結果を踏まえ、最終的な性能基準値を設定予定である。

積雪寒冷地における冬期盛土に関しては、盛土の施工速度を速くすることで凍結回数が減少し、凍結深さを縮減させることで冬期に凍上した盛土の融解時間が短縮され、沈下を早期に収束できることを確認した(図-15.8)。また、断熱材、非凍上性材料、生石灰系固化材の利用など冬期に施工される盛土の品質を確保するための適切な施工法及び品質管理方法を提案し、手引き(案)に取りまとめた。

※水量が配合に比して多く、時間経過で分離するものを把握可能

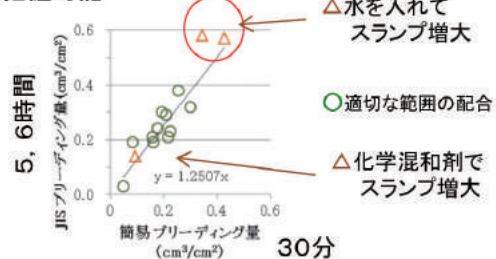


図-15.6 簡易ブリーディング試験(30分間)による分離しやすいコンクリートの把握

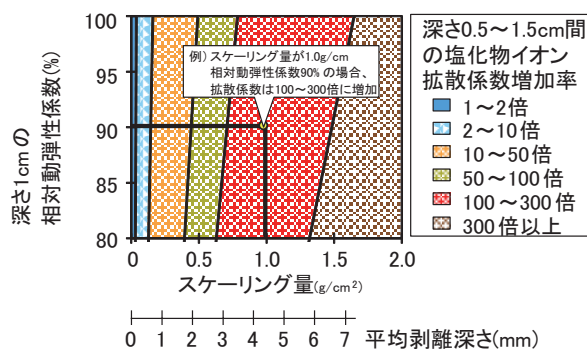


図-15.7 コンクリートのスケーリング量・相対動弾性係数と塩化物イオン拡散係数の増加率の関係

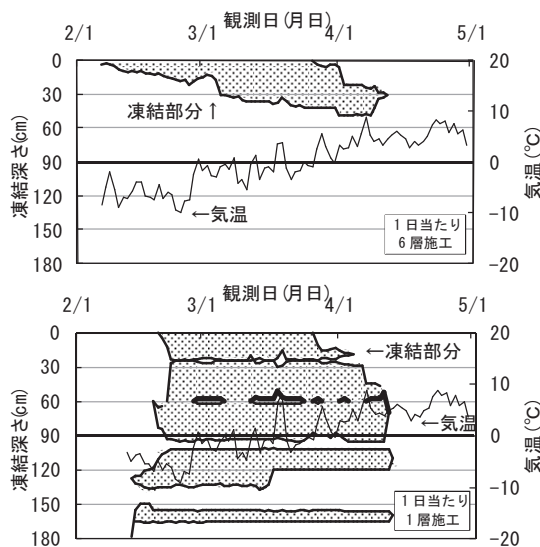


図-15.8 施工速度と凍結深さの関係

## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑮）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) いずれの研究も初期の目標は達成される見込みと思われ、予定どおり進捗していると考ええる。
- 2) 凍害と塩害の複合化に対する取り組みは評価できる。予測式についてもうまく複合化してほしい。
- 3) 領域によっては成果発表が少ない。

### ●今後の対応

- 1) 27年度も引き続き、目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。
- 2) 凍害によるスケーリング（剥離）とひび割れ（相対動弾性係数）の予測式の開発に加え、これらが複合した場合の塩化物イオン拡散係数の変化を把握しており、その結果から、凍害と塩害が複合した場合の塩化物イオン量の予測式を提案する予定である。
- 3) 研究成果の最大化を図ることを念頭にさまざまな場面で成果の発表に努める。

## プロ-16 寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究

### ■目的

社会資本整備を取り巻く社会情勢が変化する中で、豊かで質の高い国民生活を支え、地域の活力を引き出すためには、道路交通が担う機能を効果的・効率的に維持・向上させる戦略的な維持管理技術の導入が重要である。特に寒冷地域では、冬期道路の機能維持・向上に向けて、投資と機能が均衡する管理技術が求められる。

本研究では、寒冷地域の冬期道路のパフォーマンスの維持・向上に最も影響を与える要素として、冬期路面水準の評価・判断支援技術の開発、除雪効率化向上のための技術開発、冬期歩道の安全性・信頼性向上技術の開発および冬期交通事故対策技術の開発に取り組む。

### ■目標

- ① 冬期道路管理の効率化、的確性向上技術の開発 (図-16.1、図-16.2)
- ② 冬期歩道の安全性・信頼性向上技術の開発 (図-16.3)
- ③ 冬期交通事故に有効な対策技術の開発 (図-16.4)

### ■貢献

効率的で的確な冬期路面管理の支援技術および冬期歩道の雪氷路面処理技術等の開発を行い、その成果が「冬期路面管理マニュアル」等に反映されることにより、積雪寒冷地における冬期道路管理の効果的・効率的な事業実施および冬期の安全快適な歩行環境整備等に貢献する。

また、積雪寒冷地におけるスリップによる正面衝突事故、郊外部において重大事故に至りやすい路外逸脱事故の防止対策として、車両への衝撃が少なく、設置・維持補修が容易なたわみ性防護柵の技術開発を行い、車線逸脱事故削減に貢献する。

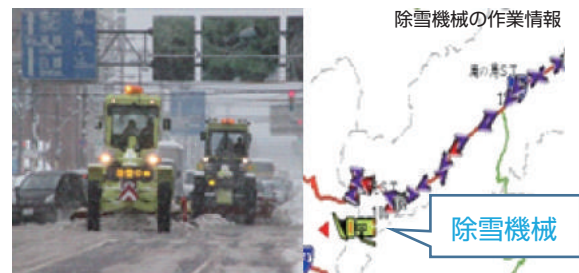


図-16.1 除雪作業効率の分析・評価 (イメージ)



図-16.2 連続路面すべり抵抗値測定装置 (CFT) およびモニタリング結果の例



図-16.3 冬期歩道の雪氷路面処理技術



図-16.4 車線逸脱防止対策技術の導入例

## ■得られた成果の概要

### ①冬期路面管理の効率性、的確性向上技術の開発

冬期路面管理水準の妥当性を検証するため、連続路面すべり抵抗値測定装置を用いて現道での路面すべり抵抗調査を行った。路線の冬期路面状態の出現傾向、要注意箇所・条件等、路線のすべり特性を把握するための基礎的分析を行い、各気象条件における路線のすべり傾向分布図（フリクションマップ）を作成した（図-16.5）。

また、密粒度舗装を対象とした屋外試験ですべり抵抗値、路面水膜厚、塩濃度等を計測し、路面水膜厚とすべり抵抗値の関係から塩散布後のすべり抵抗値を推定する手法を構築した（図-16.6）。さらに同手法を粗面系舗装に拡張した。効果的な防滑材散布のため、路面残留防滑材量とすべり抵抗値の関係を解明するとともに、湿式散布と比較して加熱水混合散布の優位性を確認した。

通常時と豪雪時の除雪機械稼働状況を可視化して分析し、各条件下で除雪梯団やルートの違い等を確認するとともに、除雪作業効率を分析・評価する「除雪作業効率分析・評価手順資料（案）」を作成した。また、工区毎の除雪作業所要時間を調査し、降雪量と所要時間の相関関係を確認した。さらに、除雪機械稼働情報をシステム上で可視化する機能を開発し、過去の作業履歴を基に、通常降雪時における代表的な作業ルートと所要時間を算定する機能を付加した（図-16.7）。

中期目標期間終了時までには、路面管理水準判断支援技術の確立、散布剤／技術の改良、および散布機械の改良も合わせた凍結路面処理技術の提案、除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法の提案を行う。

### ②冬期交通事故に有効な対策技術の開発

路外逸脱対策技術として、CGシミュレーション（図-16.8）、テストドライバーによる実車衝突実験や性能確認試験（図-16.9）を行って高速道路用および一般道路用の緩衝型ワイヤーロープ式防護柵を開発し、全国の高速道路等に試行導入された。また、カーブやサグ区間、道路構造物箇所の条件に適した構造／工法の開発、暫定2車線区間への導入可能性の検討を行った。さらに、衝突時のたわみを減少させる連結材を開発した（図-16.10）。

工作物衝突事故対策としては、路外逸脱事故分析から要対策箇所選定フローを作成した。個別対策技術として、大型車に対応したランブルストリップの施工機械を開発し、夏期・冬期走行実験、被験者実験を実施して推奨規格を作成した（図-16.11）。

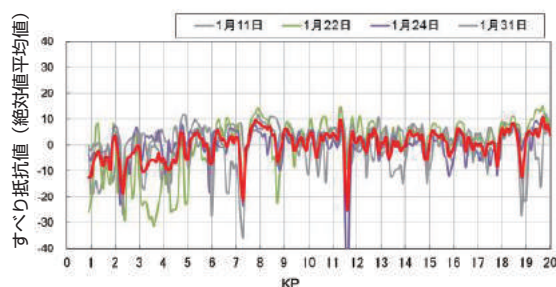
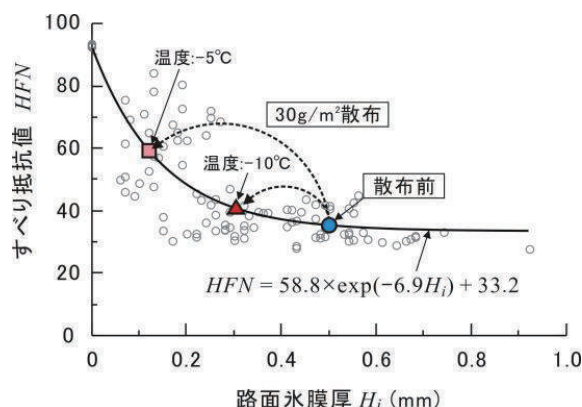


図-16.5 路線の“フリクションマップ”



HFN: CFTから得られるすべり抵抗値。値が大きい程すべり抵抗が大きいことを示す。

HFN=100→乾燥路面、HFN<45→圧雪、凍結路面

図-16.6 路面水膜厚とすべり抵抗値

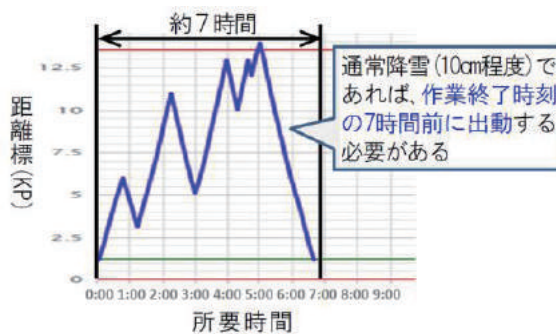


図-16.7 作業ルート・所要時間算定機能

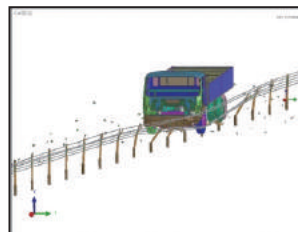


図-16.8 CGシミュレーション



図-16.9 性能確認試験

中期目標期間終了時までには、緩衝型ワイヤーロープ式防護柵整備ガイドライン案、工作物衝突事故対策マニュアルの策定を行う。

### ③冬期歩道の安全性・信頼性向上技術の開発

高齢化社会に対応した歩道路面性能の解明のため、各種機器によるすべり抵抗値および歩行者（健常者・高齢者）の主観評価試験を実施し、主観評価と相関が高いすべり抵抗値を測定できる試験法を確認した。

冬期歩道における転倒事故の特徴把握と、バリアフリー区間の縦断勾配設計に対する歩行者（健常者・高齢者）の主観評価試験を実施し、現行のバリアフリー区間基準による歩道設計の妥当性を確認した。

新しい歩道部の冬期路面処理機械として物理的に雪氷路面を破碎処理する装置を試作し、基礎的能力の確認、排雪部の改良、現道および試験路面での適応性試験（図-16.12）を実施した。さらに、薄い雪氷路面施工時の舗装面への影響低減を目的とした破碎深さ制御機能を試作し（図-16.13）、破碎深さを制御することで舗装面への損傷を低減できることを確認した。

また、各種の冬期路面状態への路面処理装置およびすべり止め材散布の効果を検証者実験により定量化した（図-16.14）。

中期目標期間終了時までには、歩道部の冬期路面処理機械の開発、および最適な冬期の歩道路面管理技術の提案を行う。



図-16.10 連結材



図-16.11 大型対応ランブルストリップス



図-16.12 雪氷路面の施工前と施工後



図-16.13 雪氷路面処理装置破碎部の改良

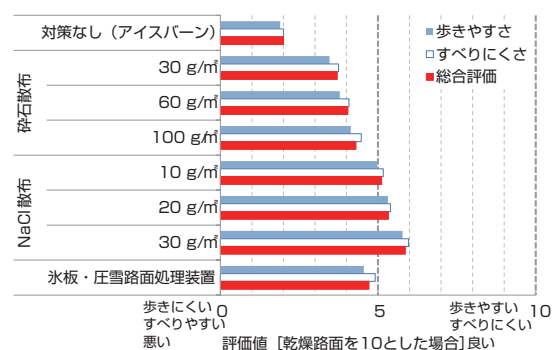


図-16.14 凍結路面对策の評価（高齢者）



## 外部評価委員会での評価結果（プロ⑬）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) これまでも着実な成果が出ており、今後も有効な研究成果が見込まれる。
- 2) 冬期道路のすべりやすい地点情報などは、利用者に公表すべき。
- 3) 領域によっては成果発表が少ない。
- 4) 他地域との連携をもっと図ってほしい。
- 5) 路面のすべり特性は、特許の出願を考えてほしい。

### ●今後の対応

- 1) さらに研究成果を最大化できるよう、努めてまいりたい。
- 2) 今後も道路管理者と連携し、成果の最大化を念頭に冬期道路管理のあり方を検討してまいりたい。
- 3) 平成27年度に投稿・発表を予定している論文等に加え、さらに成果の公表に努めてまいりたい。
- 4) 土研新技術ショーケースや地方整備局との意見交換等を通じて積極的に研究成果を紹介し、他地域との連携を図ってまいりたい。
- 5) 過去に冬期道路関連で特許を取得した経験もあり、本研究でも成果がまとまったら検討したい。

表-1.1.2 外部評価委員会におけるプロジェクト研究個別課題の評価結果

評価指標	基準値	評価指標値				備考
		H23	H24	H25	H26	
研究評価で「社会的要請と研究目的」を「適切」と評価した評価委員の割合（事前評価）	80%	96.9%	100.0%	100.0%	100.0%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「社会的要請と研究目的」の選択肢は、「適切」、「一部不適切」、「不適切」の3段階。</li> <li>・年度別の対象課題数は、H23が84課題、H24が3課題、H25が1課題、H26が3課題。</li> <li>・年度別の評価指標値は、外部評価（事前評価）における各評価委員の研究課題毎の「適切」選択割合を研究開始年度別に平均した値。</li> </ul>
研究評価で「進捗状況」を「順調」と評価した評価委員の割合（中間評価）	80%	—	96.7%	89.5%	98.6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「進捗状況」の選択肢は、「順調」、「やや問題あり」、「問題あり」の3段階。</li> <li>・年度別の対象課題数は、H23が0課題、H24が5課題、H25が81課題、H26が10課題。</li> <li>・年度別の評価指標値は、外部評価（中間評価）における各評価委員の研究課題毎の「順調」選択割合を中間評価実施年度別に平均した値。</li> </ul>
研究評価で「達成目標への到達度」を「達成」と評価した評価委員の割合（事後評価）	80%	—	—	89.7%	85.7%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「達成目標への到達度」の選択肢は、下記の4段階。 「本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される」（達成） 「本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される」 「技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される」 「研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す」</li> <li>・年度別の対象課題数は、H23、H24が0課題、H25が3課題、H26が6課題。</li> <li>・年度別の評価指標値は、外部評価（事後評価）における各評価委員の研究課題毎の「達成」選択割合を研究終了年度別に平均した値。</li> </ul>

表-1.1.3 プロジェクト研究個別課題の一覧

プロジェクト研究 1：気候変化等に激甚化する水災害を防止、軽減するための技術開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
1.1	不確実性を考慮した地球温暖化が洪水・渇水特性に与える影響に関する研究	前		中		後
1.2	短時間急激増水に対応できる洪水予測に関する研究	前		中		後
1.3	堤防システムの浸透安全性・耐震性評価技術に関する研究	前		中		後
1.4	河川堤防の浸透・地震複合対策技術の開発	前		中		後
1.5	河川津波に対する河川堤防等の被災軽減に関する研究			中		後
1.6	水災害からの復興までを考慮したリスク軽減手法に関する研究				前	後

プロジェクト研究 2：大規模土砂災害等に対する減災、早期復旧技術の開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
2.1	大規模土石流・深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害の被害推定・対策に関する研究	前		中		後
2.2	火山噴火に起因した土砂災害に対する緊急減災対策に関する研究	前		中		後
2.3	流動化する地すべりの発生箇所・到達範囲の予測に関する研究	前		中		後
2.4	劣化過程を考慮した大規模岩盤斜面の評価・管理手法に関する研究	前		中		後
2.5	規模の大きな落石に対応する斜面对策工の性能照査技術に関する研究	前		中		後
2.6	道路のり面斜面对策におけるアセットマネジメント手法に関する研究	前		中		後
2.7	大規模土砂災害等に対する迅速かつ安全な機械施工に関する研究	前		中		後
2.8	大規模な土砂災害に対応した新しい災害応急復旧技術に関する研究	前		中		後

プロジェクト研究 3：耐震性能を基盤とした多様な構造物の機能確保に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
3.1	性能目標に応じた橋の地震時限界状態の設定法に関する研究	前		中	後	
3.2	山岳トンネルの耐震対策の選定手法に関する研究	前		中		後
3.3	地盤変状の影響を受ける道路橋の耐震安全対策技術に関する研究	前		中		後
3.4	降雨の影響を考慮した道路土工構造物の耐震設計・耐震補強技術に関する研究	前		中		後
3.5	フィルダムの設計・耐震性能照査の合理化・高度化に関する研究	前		中		後
3.6	再開発重力式コンクリートダムの耐震性能照査技術に関する研究	前		中		後
3.7	台形 CSG ダムの耐震性能照査に関する研究	前		中		後
3.8	液状化判定法の高精度化に関する研究			中		後
3.9	津波の影響を受ける橋の挙動と抵抗特性に関する研究			中		後
3.10	道路橋基礎の耐震性能評価手法の高度化に関する研究				前	後

プロジェクト研究 4：雪氷災害の減災技術に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
4.1	気候変動の影響による雪氷環境の変化に関する研究	前		後		
4.2	暴風雪による吹雪視程障害予測技術の開発に関する研究	前		中		後
4.3	路線を通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究	前		中		後
4.4	冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術に関する研究	前		中	後	

プロジェクト研究 5：防災・災害情報の効率的活用技術に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
5.1	防災・災害情報の活用技術に関する研究				前	後
5.2	リアルタイム計測情報を活用した土砂災害危険度情報の作成技術の開発	前		中	後	
5.3	総合的な洪水・水資源管理を支援する基盤システムの開発	前		中		後
5.4	人工衛星を用いた広域洪水氾濫域・被害規模および水量推定技術の開発	前		中		後

プロジェクト研究 6：再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の利活用技術・地域への導入技術の研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
6.1	低炭素型水処理・バイオマス利用技術の開発に関する研究	前		中		後
6.2	下水道を核とした資源回収・生産・利用技術に関する研究	前		中		後
6.3	地域バイオマスの資源管理と地域モデル構築に関する研究	前		中		後
6.4	廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌の生産性改善技術に関する研究	前		中		後

プロジェクト研究 7：リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
7.1	低炭素型セメントの利用技術の開発	前		中		後
7.2	低炭素社会を実現する舗装技術の開発および評価手法に関する研究	前		中		後
7.3	環境安全性に配慮した建設発生土の有効利用技術に関する研究	前		中		後

## プロジェクト研究 8：河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
8.1	物理環境等を指標とする河川環境評価技術に関する研究	前		中		後
8.2	寒冷地汽水域における底質及び生物生息環境改善に関する研究	前		中		後
8.3	冷水性魚類の産卵床を考慮した自律的河道整備に関する研究	前		中		後
8.4	河川生態系と河川流況からみた樹林管理技術に関する研究	前		後		
8.5	河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究	前		中		後
8.6	積雪寒冷地河川における河岸耐性及び侵食メカニズムと多自然河岸保護工の機能評価技術に関する研究	前		中		後

## プロジェクト研究 9：河川の土砂動態特性の把握と河川環境への影響及び保全技術に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
9.1	河床材料の粒度構成に着目した土砂移動機構に関する研究	前		中		後
9.2	ダムからの土砂供給が河床環境及び水生生物に及ぼす影響に関する研究	前		中		後
9.3	流域からの流出土砂に着目した河川維持管理の軽減技術に関する研究	前		中		後
9.4	流水型ダムにおける河川の連続性確保に関する研究	前		中		後
9.5	大規模農地流域からの土砂流出抑制技術に関する研究	前		中		後

## プロジェクト研究 10：流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
10.1	流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究	前		中		後
10.2	土地利用や環境の変化が閉鎖性水域の水質・底質におよぼす影響に関する研究	前		中		後
10.3	水環境中における病原微生物の対策技術の構築に関する研究	前		中		後

## プロジェクト研究 11：地域環境に対応した生態系の保全技術に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
11.1	積雪寒冷地における流域からの濁質流出と環境への影響評価・管理手法に関する研究	前		中		後
11.2	積雪寒冷地の河口域海岸の形成機構解明と保全に関する研究	前		中		後
11.3	積雪寒冷沿岸域の水産生物の生息環境保全に関する研究	前		中		後
11.4	氾濫原における寒冷地魚類生息環境の影響評価・管理手法に関する研究	前		中		後

1. (1) ① 社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応

プロジェクト研究 12：環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステムの構築

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
12.1	積雪寒冷地における気候変動下の農業用水管理に関する研究	前		中		後
12.2	田畑輪作を行う大区画水田における灌漑排水技術と用水計画手法に関する研究	前		中		後
12.3	地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術に関する研究	前		中		後
12.4	大規模畑作地帯における排水施設の機能診断に関する研究	前		中	後	
12.5	北方海域の物理環境改変による生物生産性の向上に関する研究	前		中		後

プロジェクト研究 13：社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
13.1	土木機械設備のストックマネジメントに関する研究	前		中		後
13.2	擁壁等の土工構造物の管理水準を考慮した維持管理手法の開発に関する研究	前		中		後
13.3	コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立	前		中		後
13.4	ダムの高寿命化のためのダム本体維持管理技術に関する研究	前		後		
13.5	既設舗装の長寿命化手法に関する研究	前		中		後
13.6	道路トンネルの合理的な点検・診断手法に関する研究	前		中		後
13.7	落橋等の重大事故を防止するための調査・診断技術に関する研究	前		中		後
13.8	道路橋桁端部における腐食対策に関する研究	前		中		後
13.9	橋梁のリスク評価手法に関する研究	前		中		後

プロジェクト研究 14：寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
14.1	高機能防水システムによる床版劣化防止に関する研究	前		中		後
14.2	凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力向上対策に関する研究	前		中		後
14.3	農業水利施設の凍害劣化の診断手法と耐久性向上技術に関する研究	前		中		後
14.4	泥炭性軟弱地盤における盛土の戦略的維持管理手法に関する研究	前		中		後
14.5	融雪水が道路構造に与える影響及び対策に関する研究	前		中		後
14.6	海水作用や低温環境に起因する構造物劣化・損傷機構の解明と対策に関する研究	前		中		後
14.7	寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術に関する研究	前		中		後
14.8	自然環境調和機能を有する寒冷地沿岸施設の維持・管理手法に関する研究	前		中		後

## プロジェクト研究 15：社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
15.1	性能規定化に対応した新形式道路構造の評価技術に関する研究	前		中		後
15.2	土工構造物の管理水準を考慮した性能設計に関する研究	前		中		後
15.3	性能規定に対応したコンクリート構造物の施工品質管理・検査に関する研究	前		中	後	
15.4	凍害の各種劣化形態が複合したコンクリート構造物の性能評価法の開発	前		中		後
15.5	鋼橋塗装の性能評価に関する研究	前		中		後
15.6	積雪寒冷地における冬期土工の品質確保に関する研究	前		中	後	

## プロジェクト研究 16：寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究

No.	プロジェクト研究個別課題名	研究期間				
		23	24	25	26	27
16.1	冬期路面管理水準の判断支援技術に関する研究	前		中		後
16.2	効率的な冬期路面管理のための複合的路面処理技術に関する研究	前		中		後
16.3	ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメント技術に関する研究	前		中		後
16.4	積雪期における安心・安全な歩道の路面管理技術に関する研究	前		中		後
16.5	郊外部における車線逸脱防止対策技術に関する研究	前		中		後

※前：事前評価（事前評価を実施した課題の開始年度を示している。実際に事前評価を実施した年度は、その1年度前になる。）、後：事後評価（事前評価を実施した課題の終了年度を示している。実際に事後評価を実施した年度は、その1年度後になる。）、中：中間評価（中間評価は中間評価を実施した前年度までの成果を踏まえた評価である。）

※「前」「中」「後」（太字下線）で標記されているものについては、表-1.1.2の評価指標値算出対象課題。

### 3. 重点研究の概要と研究成果

重点研究は、次期中期目標期間中にプロジェクト研究として位置づける等により、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に反映しうる成果を早期に得ることを目指すものであり、図-1.1.1の6つの重点的研究開発課題のもと、プロジェクト研究と同様に重点的かつ集中的に実施するものである。

次頁以降に、6つの重点的研究開発課題毎の概要、代表的な研究成果例と外部評価委員会でのコメントを示す。また、23年度から26年度までに実施した92課題の重点研究及び27年度より開始した27課題を表-1.1.4に示す。

なお、26年度計画に記された課題の成果は、本報告書巻末の参考資料-4「26年度に行った重点研究の成果概要」に記載している。

#### ●重点的研究開発課題①激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減、早期復旧に関する研究

今中期目標期間中に43課題の重点研究を実施しており、26年度から開始した課題は5課題、27年度から開始する課題は10課題であり、それぞれ外部評価に諮って開始した。また、25年度までに10課題が終了し外部評価で報告した。26年度には5課題が終了し外部評価で報告した。27年度には10課題が終了見込である。

#### ●重点的研究開発課題①の目標に対する26年度までの主な成果

主な成果として、初生地すべりの危険度評価については、初生地すべりの変動計測システムと危険度評価技術の開発を重点研究として行い、達成目標として、(1)初生地すべりの抽出技術と地形活性度による危険度評価技術の開発、(2)初生地すべりの変動計測システムの開発と範囲・規模の予測手法提案を掲げ研究を実施している。

## 初生地すべりの変動計測システムと危険度評価技術の開発

地すべりチーム  
研究期間H23~H27

### ■研究の必要性

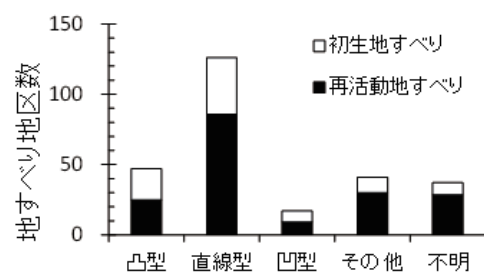
明瞭な地すべり地形が認められない斜面において発生する初生地すべりについて、その抽出技術・危険度評価技術の開発および変動計測システムの開発をする必要がある。

### ■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

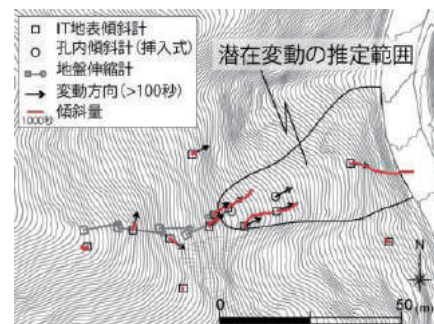
過去の地すべり災害事例を用いて、初生地すべりの発生状況と地質・地形的特徴を明らかにした。また、複数の観測測器を多地点に配置することで、斜面の微小な変動領域を抽出できることが示された。

今後、それらの成果を踏まえ、LPデータを用いた初生地すべりの定量的な抽出法を提案する。さらに、モデル流域を設定し、その抽出法の的中率等を検討する予定である。

研究開発成果の最大化に向けた取り組みとしては、初生地すべりの抽出法のマニュアル作成及び成果の公表(学術雑誌への投稿)に取り組む。



斜面形状と初生地すべりの関係



重点的計測による潜在変動の推定範囲



また、気候変化に対応した寒冷地ダムの流水管理技術については、積雪・融雪状況に適応した寒冷地ダムの流水管理に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) リモートセンシング技術等を活用した積雪・融雪調査手法の開発、(2) 積雪・融雪の長期トレンド解析手法の開発、(3) 寒冷地ダムの流水管理を行うための融雪流量推定手法の開発を掲げ研究を実施している。

## 積雪・融雪状況に適応した寒冷地ダムの流水管理に関する研究

水環境保全チーム  
研究期間H23~H27

### ■研究の必要性

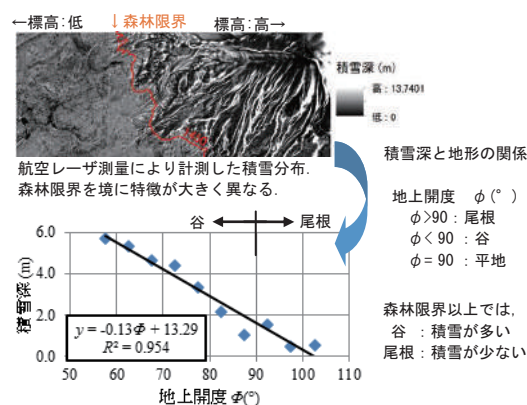
積雪寒冷地では水資源を積雪に依存しており、融雪期におけるダム流入量の予測精度向上が求められている。また、気候変動による積雪の減少が与える影響の評価が求められている。

### ■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

森林限界以上の高標高帯における積雪分布と地形との関係を解明し、ダムの貯水率が高い融雪後期における融雪・流出モデルを用いたダム流入量の推定精度を向上させた。

今後は、気候変動が融雪期のダムに与える影響について評価する手法を検討し、影響を評価する予定である。

「ダムにおける積雪包蔵水量推定ガイドライン(案)」を取りまとめ、講習会等を通じて普及を図っている。高標高帯における積雪分布の特徴を導入した融雪・流出モデルは、北海道内の一部ダムに導入され、運用されている。



加えて、改良地盤と一体となった複合基礎の耐震性に関する研究では、改良地盤に支持される直接基礎について、改良形式による改良地盤の破壊形態、支持力特性および基礎の挙動の違いを明らかにし、改良形式毎の耐荷メカニズムを解明した。また、常時・レベル1地震時の固化体の限界状態を提案するとともに、レベル2地震動に対する改良地盤に支持される直接基礎の限界状態を提案した。道路橋示方書IV下部構造編の改訂にあたり、本研究の成果を踏まえて改良地盤に道路橋基礎を支持させる場合の設計、施工における留意点を記述した。

### ●外部評価委員からのコメント

- ・地震、風水害、土砂災害等の被害の防止、復旧に資する技術開発がされており、これまでの達成度、進捗度が高いことから目標への達成度は高くなる見込と考える。基本的な研究と現地実装との距離感を狭める努力を今後とも期待する。
- ・これまでの研究成果がすでに実用化されており今までの取り組み、今後の計画から成果は十分に社会へ還元されると考える。成果の反映・社会への還元については、より積極的な活動を期待する。

### ●今後の対応

- ・地震、風水害、土砂災害等の被害の防止、軽減、復旧に資する技術開発について、27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて積極的に取り組んでまいりたい。

●重点的研究開発課題②社会インフラのグリーン化のためのイノベーション技術に関する研究

今中期目標期間中に5課題の重点研究を実施しており、27年度から開始する課題は1課題であり、外部評価に諮って開始した。また、26年度に2課題が終了し外部評価で報告した。27年度には2課題が終了見込である。

●重点的研究開発課題②の目標に対する26年度までの主な成果

主な成果として、地域エネルギーを活用した土木施設管理技術については、融雪施設の効率的な再生可能エネルギー活用に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1)融雪施設の維持管理手法の提案、(2)融雪施設への再生可能エネルギー利用技術の提案を掲げ研究を実施した。

融雪施設の効率的な再生可能エネルギー活用に関する研究

寒地機械技術チーム  
研究期間 H23~H26

■研究の必要性

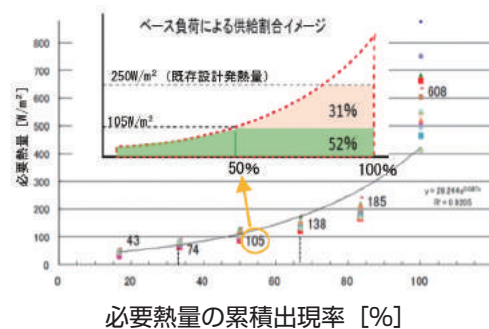
融雪施設の熱源の多くは電力であり、その料金が道路管理の大きな負担となっている。このため経済的な維持管理（運転制御）や再生可能エネルギーの有効活用が求められている。

■26年度までに得られた成果（取組み）の概要

既存融雪施設の実態調査および気象データの分析結果から、推計必要熱量は供給熱量の70%程度であり、断続運転や日射量、路面乾燥を考慮した運転制御により省エネが可能であることを示した。

また、融雪施設への効率的な再生可能エネルギーの活用方法として、必要熱量を累計出現率で整理し、地中熱や下水熱により供給する熱量（ベース負荷）を検討した。ベース負荷を出現率50%（105W/m<sup>2</sup>）以下の熱量とし、不足熱量を補助ボイラーで対応させる融雪施設についてトータルコストを試算し、電気式施設より安価になることを示した。

成果をとりまとめた「融雪施設の維持管理のためのガイドライン（案）—エネルギーの効率的な活用—」を寒地土研ホームページで公表する。



また、雪堆積場の雪冷熱利用技術に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1)雪堆積場における雪冷熱の計画、設計、管理技術ガイドラインの作成、(2)雪堆積場の雪冷熱利用モデルの提案を掲げ研究を実施した。

## 雪堆積場の雪冷熱利用技術に関する研究

寒地機械技術チーム  
研究期間 H23～H26

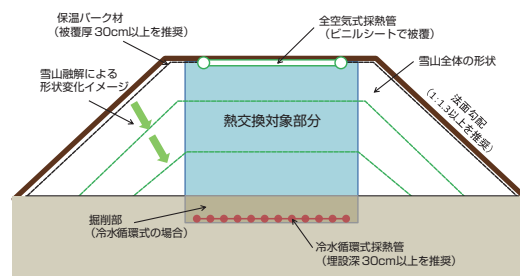
## ■研究の必要性

雪冷熱の利用は一部で実用化されているが、集雪にかかる費用が課題であり、利用技術が体系化されていない。また、都市部では雪堆積場の確保が難しく、遠隔地化して輸送距離が長くなり運搬排雪コストが増大している。これらのことから道路除排雪を冷熱エネルギーとして活用する技術を提案し普及させることが求められている。

## ■26年度までに得られた成果（取組み）の概要

道路除排雪を冷熱エネルギーとして活用するため、効率的な採熱方法（冷水循環式、全空気式）と屋外雪山の夏期保存について検証した。冷水循環式については雪山下面の浅層（30cm以上）に採熱管を埋設することで、雪山の局部的融解が発生せず効果的に採熱が可能であり、維持管理も容易であることなどを確認した。

これらをもとに、雪堆積場における雪冷熱利用の計画、設計、管理技術および雪冷熱利用モデルをとりまとめた。「雪堆積場における雪冷熱利用ガイドライン（案）」として、寒地土研ホームページで公表する。



雪山断面模式図

加えて、骨材資源を有効活用した舗装用コンクリートの耐久性確保に関する研究を重点研究として行い、20種類の骨材を用いた舗装コンクリートの強度、曲げ疲労、すり減り、凍結融解、長さ変化などの実験を行い、粗骨材の品質と舗装コンクリートのすり減り量、凍結融解抵抗性などの関係について明らかにした。今後、粗骨材の品質指針、舗装コンクリートの品質管理指針を最終成果としてまとめる。また、本研究の成果を、日本道路協会で作成中のコンクリート舗装ガイドブックに一部反映させる予定である。舗装設計施工指針等の将来の改訂の際にも、本研究の成果に基づいた提案を行う予定である。

## ●外部評価委員からのコメント

- ・目標とする成果への到達度について、十分に達成できる見込みと判断される。また、社会への成果の反映が期待できる。
- ・個別の課題についての検討はよく行われているし、目標の達成が期待できる。しかし、木質バイオマスの利用検討をしていない等、研究目的に対して検討すべき事項を精査すべき部分がある。また、重要な成果を市民によりアピールできるようにして頂きたい。

## ●今後の対応

- ・27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。木質バイオマスの利用検討については、プロジェクト研究の個別課題（地域バイオマスの資源管理と地域モデル構築に関する研究）において、木質バイオマスのメタン発酵について検討しているが、融雪施設の補助ボイラーの熱源としての利用検討は行っていないため、次期中期に向けて参考とさせていただきます。

●重点的研究開発課題③自然共生社会実現のための流域・社会基盤管理技術に関する研究

今中期目標期間中に18課題の重点研究を実施しており、26年度から開始した課題は3課題、27年度から開始する課題は4課題あり、それぞれ外部評価に諮って開始した。また、25年度までに3課題が終了し外部評価で報告した。27年度には8課題が終了見込である。

●重点的研究開発課題③の目標に対する26年度までの主な成果

主な成果として、河川の生態系を回復するための調査技術、改善技術については、河川事業への遺伝情報の活用による効率的・効果的な河川環境調査技術と改善技術に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) 遺伝情報を用いた魚類集団の水系内の空間利用実態調査技術の開発、(2) 魚類等の利用実態に基づいた空間の生態的機能の解明と河川環境改善技術の提案、(3) 遺伝情報の活用による効率的・効果的な河川環境調査技術の提案を掲げ研究を実施している。

河川事業への遺伝情報の活用による効率的・効果的な河川環境調査技術と改善技術に関する研究

河川生態チーム  
研究期間 H23~H27

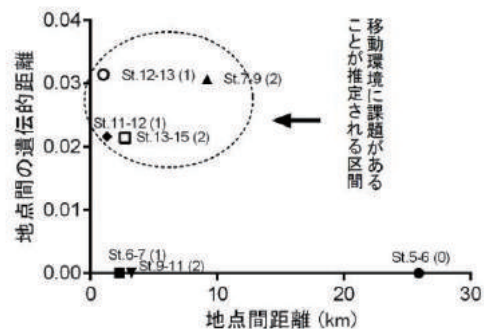
■研究の必要性

本研究は、河川事業の現場に遺伝情報を適用し、より効果的な環境調査を行うための方法を検討するために実施するものである。

■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

民間コンサルタントとの共同研究を通じ、魚類(ヨシノボリ、カワムツ等)の移動環境を評価するための遺伝情報の活用方法を検討した。また、モデル魚種であるカジカを対象に、繁殖・成育適地の抽出方法を検討した。27年度は、これまでの成果を統合し、カジカの具体的な保全策を提案する。

本研究の成果に基づき、効率的な環境調査のための遺伝情報の活用方法が具体的に示されるとともに、本手法の成果を踏まえたカジカの保全対策が現場に応用された。



魚類移動環境調査対象箇所の抽出結果

( )内は地点間の堰堤の数。実河川60kmの区間の9か所においてヨシノボリの遺伝情報を比較。個体が交流する頻度が小さい場合に遺伝的距離が大きくなることを利用し、これまで困難であった魚類移動環境の客観的な評価や、広域にわたり現況を把握するための調査方法を示した。

また、積雪寒冷地における河川の土丹層侵食の対策技術については、積雪寒冷地域における土丹河床の侵食過程と河川構造物等の影響に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) 北海道内における土丹層の分布と風化特性、河川管理上の課題抽出、(2) 土丹河床の侵食プロセスの把握とモデル化、(3) 土丹層侵食モデルを考慮した河床変動計算と対策工の検証を掲げ研究を実施している。

## 積雪寒冷地域における土丹河床の侵食過程と河川構造物等の影響に関する研究

寒地河川チーム  
研究期間 H23~H27

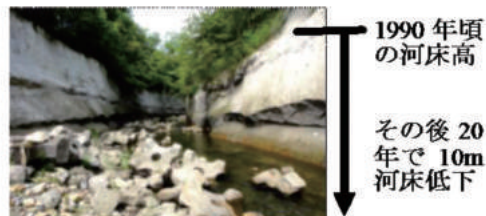
### ■研究の必要性

北海道内の複数河川において、土丹（軟岩）河床上の砂礫が流出し、急激に河床低下が進行し、橋脚などの構造物への影響や治水安全度の低下が懸念されている。軟岩河床の風化と侵食メカニズムを把握し、緊急に侵食防止対策を講じていく必要がある。

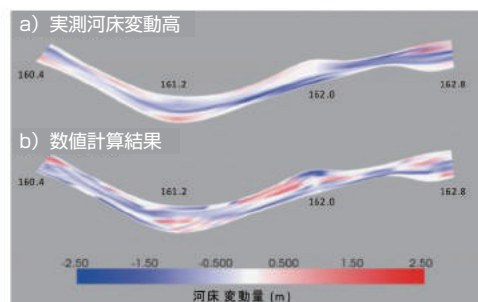
### ■26年度までに得られた成果（取組み）の概要

土丹（軟岩）河床の風化侵食プロセスを解明し、侵食速度式を提案した。また、提案式を数値計算モデルに組み込み将来的な河床変動を予測できるモデルを構築した。さらに、ネットを用いた侵食対策工法を発明し、その効果を現地河川で検証した。

今後、岩盤河川の危険度評価マニュアルを作成し公表する。また、発明した侵食対策工法（ネット）については特許申請する予定である。



土丹（軟岩）河川の河床低下と流出したブロック



土丹（軟岩）侵食を考慮した数値計算モデル

加えて、碎波乱流による漂砂輸送を考慮した高精度漂砂モデルの開発を重点研究として行い、極めて複雑な碎波乱流中の砂の移動現象を捉えることが可能な超音波計測技術と画像計測技術を開発した。本計測技術によって、波のエネルギーフラックス減衰率と砂の巻き上げ係数との関係、および、乱れエネルギーと浮遊砂濃度との関係が明らかとなり、これまで不明な点が多く存在した碎波帯での砂の移動機構に関する研究の進展に大きく貢献した。さらに、既存の深浅データから漂砂特性を容易に分析・評価可能なシステムの構築に活用されている。漂砂現象解析システムは北海道開発局の現場担当者によって海域の地形変化特性の把握や調査計画立案に利用されている。

### ●外部評価委員からのコメント

- ・目標とする成果の到達度、成果の反映・社会への還元ともに、達成となる見込である。今後に期待する。
- ・今回の重点的研究開発の各課題と分科会のテーマである「持続可能な社会の実現」「自然共生社会実現」との関係性を明確にしてほしい。個別の研究ではユニークなものが多く見られたが、各課題が持続可能な社会の実現に対してどのように貢献しうるのかを明確にしてほしい。また、国民・社会へのメッセージの発信方法を考えて頂きたい。

### ●今後の対応

- ・27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。最終的に、分科会のテーマとの関係性が明確となるよう、各課題の位置付けや成果をとりまとめ、国民・社会に発信していきたい。

●重点的研究開発課題④社会資本ストックの戦略的な維持管理に関する研究

今中期目標期間中に21課題の重点研究を実施しており、26年度から開始した課題は1課題、27年度から開始する課題は5課題であり、それぞれ外部評価に諮って開始した。また、25年度までに10課題が終了し外部評価で報告した。26年度には3課題が終了し外部評価で報告した。27年度には1課題が終了見込である。

●重点的研究開発課題④の目標に対する26年度までの主な成果

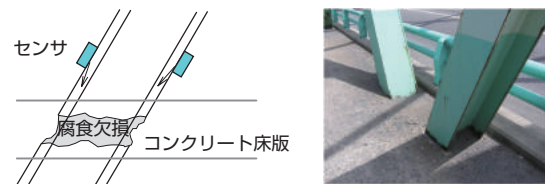
主な成果として、構造物の非破壊検査技術の高度化と適用技術については、非破壊検査技術の道路橋への適用性に関する調査を重点研究として行い、達成目標として、(1)鋼橋の腐食損傷を対象とした非破壊検査の要求性能の提示と非破壊検査法の提案、(2)道路橋の各種損傷への既存技術の適用性の把握を掲げ研究を実施した。

非破壊検査技術の道路橋への適用性に関する調査

橋梁構造研究グループ  
研究期間 H22~H25

■研究の必要性

道路橋の定期点検は近接目視により行われているが、鋼部材やコンクリート部材の内部の劣化・損傷等、目視では適切な診断に必要な情報が得られない場合があり、ニーズを踏まえた信頼性の高い非破壊検査技術が求められている。

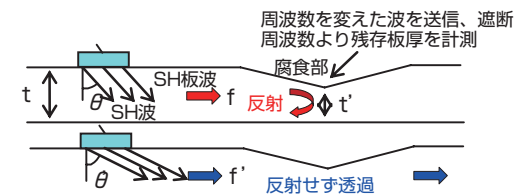


目視困難な部位の例 (コンクリート埋込部の橋梁部材の腐食)

■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

(1) 錆層上からの鋼部材減肉量の計測技術

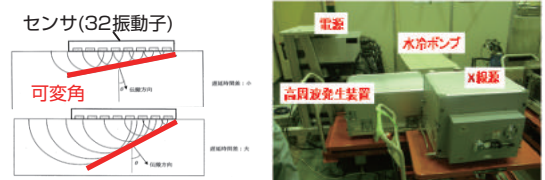
撤去橋梁部材を用いて、他の鋼構造分野の非破壊検査手法(電磁誘導法など3手法)の錆層上からの適用性を検討し、いずれも検出性・信頼性に課題があり、改良が必要であることを確認した。



SH板波アレイセンサを利用した板厚計測の概念図

(2) 埋込部の鋼部材減肉量の計測技術

民間と共同開発したSH板波を利用した埋込部の減肉量の計測技術を提案(特許出願(H25.3))し、良好な結果を得た。

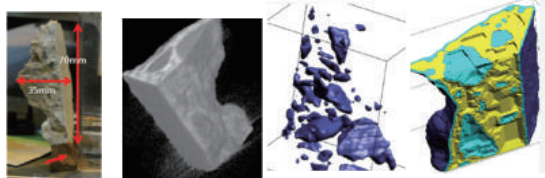


開発したアレイセンサの概念図 3.95MeV高出力X線全体像

(3) コンクリート部材内部の可視化技術

撤去橋梁部材を用いて、他分野の非破壊検査手法(高出力X線源、中性子線)の適用性を確認した。

これらの成果は、技術相談、各種研修、講演会等を通じて、道路管理者や一般技術者等に広く情報提供している。また、(3)は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)に採択され、継続して研究を実施中である。



(a)コンクリート供試体 (b)表面画像 (c)骨材 (d)骨材・セメント  
中性子ラジオグラフィの適用例

また、積雪寒冷地における道路舗装の予防保全的補修技術については、積雪寒冷地における道路舗装の予防保全に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) 道路の損傷、劣化を未然に予測する道路診断方法の提案、(2) 舗装の長寿命化のための予防的対策手法の提案を掲げ研究を実施している。

## 積雪寒冷地における道路舗装の予防保全に関する研究

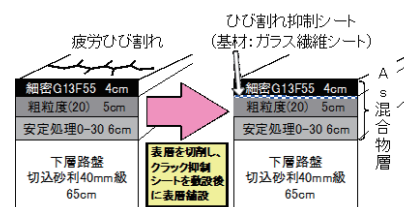
寒地道路保全チーム  
研究期間 H23～H27

### ■研究の必要性

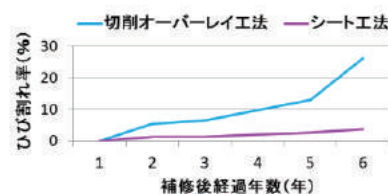
舗装の維持管理のコストダウン、既存の道路舗装の長寿命化を図るためには、舗装の損傷・劣化をより早期に把握し、予防的対応をとる必要がある。このため、舗装の損傷・劣化を早期に診断する手法および予防保全的補修技術の開発が求められている。

### ■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

舗装の損傷劣化を未然に防止する診断手法として、重錘落下式たわみ測定装置(FWD)、電磁波レーダ、赤外線カメラ等の非破壊による計測機器を用いて、疲労ダメージの蓄積や疲労ひび割れの発生、舗装損傷の危険発生部位を予め検知できる可能性を確認した。また、舗装の長寿命化のための予防的対策手法として、ひび割れ注入材、ひび割れ抑制シートの性能および延命効果を明らかにした。このほか、橋面舗装のはく離対策の一つとして耐久性の高い基層用混合物を提案する予定である。成果は、講習会等で普及を図っているほか、道路管理者の技術基準への反映が見込まれる。



ひび割れ補修方法概要図



シート工法による延命効果

加えて、盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究を重点研究として行い、盛土の性能から求められる力学特性を踏まえた施工管理基準の設定法、および、一般的な盛土を対象とした施工管理基準値を提案した。また、動的遠心力模型実験により、軟弱地盤上の盛土において、締固め度が盛土自体の液状化に及ぼす影響と敷設工法が盛土自体の液状化に及ぼす影響を整理した。本研究の成果は、盛土の締固め基準値に関して、東日本大震災で被災した堤防の復旧にあたっての締固め管理基準に反映させるとともに、国土交通省・土木工事施工管理基準値の新たな基準値の改訂に貢献した。

### ●外部評価委員からのコメント

- ・目標とする成果への到達が見込まれる。今後の成果に期待する。
- ・成果の反映・社会への還元(見込)については、重点的研究開発課題⑤と連携しての反映が望まれる。

### ●今後の対応

- ・重点的研究開発課題⑤とも連携しつつ、27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。

### ●重点的研究開発課題⑤社会資本の機能の増進・長寿命化に関する研究

今中期目標期間中に 29 課題の重点研究を実施しており、26 年度から開始した課題は 5 課題、27 年度から開始する課題は 7 課題であり、それぞれ外部評価に諮って開始した。また、25 年度までに 9 課題が終了し外部評価を受けた。26 年度には 3 課題が終了し外部評価を受けた。27 年度には 4 課題が終了見込である。

### ●重点的研究開発課題⑤の目標に対する 26 年度までの主な成果

主な成果として、ICT 施工の導入に伴う施工の効率化、品質管理技術については、ICT 施工を導入したロックフィルダムの施工管理方法の合理化に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、ICT 施工を活用したロックフィルダムの施工管理方法の提案を掲げ研究を実施した。

## ICT 施工を導入したロックフィルダムの施工管理方法の合理化に関する研究

水工構造物チーム  
研究期間 H23~H25

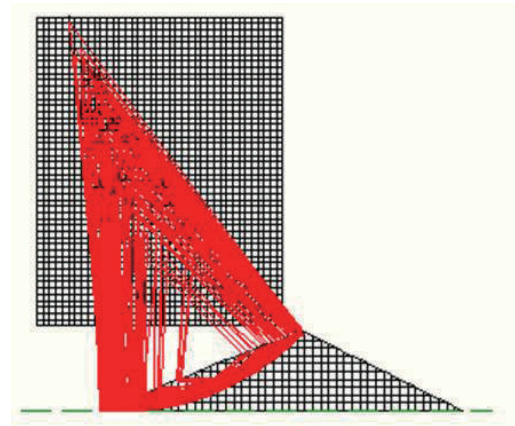
### ■研究の必要性

我が国では土木分野においても積極的な ICT の導入が推進されている。一方で、社会資本整備予算が縮小され、ダムの設計施工においても従来以上の合理化が求められており、ICT を利用した施工管理の合理化についての研究の必要性は非常に高い。

### ■26 年度までに得られた成果（取組み）の概要

原位置透水試験と非定常飽和・不飽和浸透流解析を組合せた方法により、コアの飽和透水係数を簡易迅速に推定する手法を提案した。また、強度のばらつきを考慮したすべり安全性の影響、および変形性のばらつきを考慮した堤体の沈下の影響を検討し、ICT 施工を導入した場合の、品質管理データのばらつきを考慮した品質管理基準を提案した。

ダム工学会「ダム施工の品質管理合理化の提案」に本研究成果の一部が取り入れられた。また、技術指導により現場への普及を図る見込みである。



強度定数のばらつきを考慮した円弧すべり解析のモンテカルロシミュレーションの例

また、冬期道路の機能の評価技術については、冬期道路の走行性評価技術に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) 走行環境の測定・評価技術の開発・提案、(2) 冬期走行環境が走行性に与える影響評価手法の提案を掲げ研究を実施している。



## 冬期道路の走行性評価技術に関する研究

寒地交通チーム、雪氷チーム  
寒地道路保全チーム、寒地機械技術チーム  
研究期間 H23～H27

### ■研究の必要性

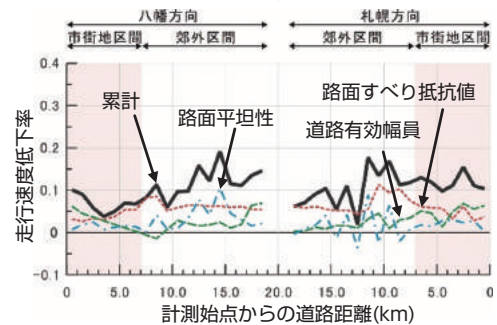
冬期道路管理事業を効率的に進め、道路利用者の満足度を向上させるためには、冬期道路の走行環境（積雪深、道路幅員、路面のすべり抵抗値等）が走行性（運転挙動、道路利用者の満足度）に与える影響を定量的に計測・評価する技術の開発が必要である。

### ■26年度までに得られた成果（取組み）の概要

レーザースキャナを用いた道路有効幅員の計測技術を開発した。また、冬期走行環境が走行速度および道路利用者の満足度に及ぼす影響を明らかにした。さらに、路面雪氷による走行抵抗増加と燃費消費率の関係を示した。今後は、冬期走行環境が走行性に及ぼす影響を主観・客観の両側面を踏まえて総合的に評価する手法の構築を目指す。本成果を学術論文として公開する他、事業の戦略的な計画や評価への活用を提案する。



実道走行試験



冬期走行環境悪化による  
走行速度低下率の計算例

加えて、部分係数設計法等の新たな設計技術や構造の適用技術については、深礎基礎等の部分係数設計法に関する研究を重点研究として行い、様々な条件で実施された载荷試験結果に基づいて限界点、設計計算モデル、照査項目および部分係数を提案した。本検討により、従来の基準では示されていなかった基礎形式・条件の設計法が提案され、安全かつ合理的な設計が可能になった。深礎基礎の設計法等に関する成果については、支持層が岩の場合の地盤反力度の上限値など、本研究で得られた成果の一部が、平成24年の道路橋示方書改定及び同年に発刊された斜面上の深礎基礎設計施工便覧に反映された。また、その他の成果は部分係数版道路橋示方書の改定案に反映され、25、26年度の地方整備局による試設計に活用された。

### ●外部評価委員からのコメント

- ・目標とする成果への到達が見込まれる。今後の成果に期待する。
- ・成果の反映・社会への還元（見込）については、重点的研究開発課題④と連携しての反映が望まれる。

### ●今後の対応

- ・重点的研究開発課題④とも連携しつつ、27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の早期普及や現場での活用に向けて取り組んでまいりたい。

●重点的研究開発課題⑥我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援に関する研究

今中期目標期間中に3課題の重点研究を実施しており、25年度までに2課題が終了し外部評価を受けた。27年度には1課題が終了見込である。

●重点的研究開発課題⑥の目標に対する26年度までの主な成果

主な成果として、途上国を対象とした都市排水対策技術の適用手法の開発については、開発途上国における都市排水マネジメントと技術適用に関する研究を重点研究として行い、達成目標として、(1) 途上国の地域要件を踏まえた水・汚泥処理技術の適用性の分類、(2) 水・汚泥処理技術の現地適用手法の開発、(3) 都市排水マネジメント方策の提示を掲げ研究を実施している。

開発途上国における都市排水マネジメントと技術適用に関する研究

材料資源研究グループ  
研究期間 H23~H27

■研究の必要性

開発途上国が都市排水分野で直面する課題を解決するため、都市排水マネジメント方策の提案が求められている。そのため、わが国が保有する下水処理技術等を現地に適用する手法を開発する必要がある。

■26年度までに得られた成果(取組み)の概要

開発途上国における国別の都市排水処理に関するニーズを整理し、また、排水の処理水質の実態を調査した。これらを受け、適切な排水処理機能に加え、処理水が農業用水として再利用可能な水処理技術の必要性が示唆された。そのため、藻類を活用した下水処理方式に着目し、実証装置を用いて水質浄化能力、消毒効果を評価した。中期目標期間終了時まで、開発技術が現地適用できるように、設計諸元や能力について整理し、都市排水の再利用を想定した都市排水マネジメント方策を提示する。研究期間内にこれらの成果が得られ、今後、開発途上国で広く活用されるよう、国際水協会等での情報発信に取り組む予定である。



藻類を活用した下水処理法の実証装置

また、全球衛星観測雨量データの海外における土砂災害への活用技術については、(1) 山岳地域におけるIFAS降雨データの検証、(2) 全球衛星観測雨量データを用いた土砂災害を対象とする危険度の解析手法の提案を達成目標とし、2009年8月に台湾高雄県少林村で発生した大規模な土砂災害及び2009年7月に山口県防府市で多発した土砂災害を対象にして、全球衛星観測雨量データにより土砂災害が発生する危険度を推定するシステムを検討した。

## 全球衛星観測雨量データの海外における土砂災害への活用技術に関する研究

水災害研究グループ  
研究期間 H23～H25

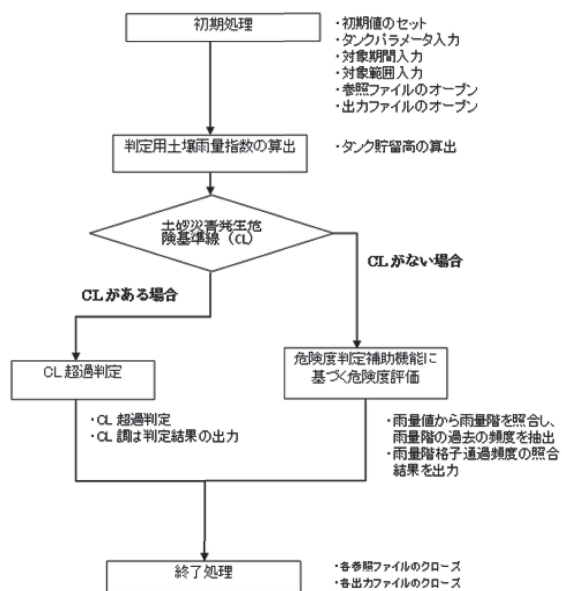
### ■研究の必要性

途上国においては、レーダ雨量計や気象観測点が密に整備されておらず、水関連災害の危険性を判断する情報が不十分な状況である。このため、多数の地上観測を必要としない、国全域あるいは地域レベルを対象とした土砂災害の危険性を推定する技術が求められている。

### ■26年度までに得られた成果（取組み）の概要

IFAS（Integrated Flood Analysis System）で補正された雨量データを使用して土砂災害が発生する危険度情報を推定するプログラムを開発した。また、途上国では土砂災害発生情報が整理されていないことが多く、発生基準値が設定できない場合を考慮して、発生情報がなくても危険度を推定できる補助機能を付加した。

この成果は、学会発表を行い、海外に対しては台風委員会で紹介した。



土砂災害の危険度推定機能の基本構成

加えて、洪水災害に対する地域防災力評価手法に関する研究を重点研究として行い、地域防災力評価に関する資料収集整理、現地の防災担当者との議論や設問紙調査を経て、途上国のコミュニティーで広く適応可能な地域防災力評価指標を開発し、それをを用いてフィリピン、タイ、ベトナムにて本調査を行い、地域防災力の現状をダイアグラムを用いて整理した。本研究で用いた評価指標・設問の作成、係数や得点の具体的な算出方法を取りまとめて、地域防災力評価マニュアルを作成した。本研究の一部については、ESCAP/WMOの台風委員会水文部会 AOP4（年次行動計画4）において平成21年～平成24年にかけて研究報告・意見交換を行い、総括として英文最終報告書を出版した。また、言語の異なる地域でも簡単に評価できるよう、多言語版の自己評価ウェブサイトを構築した。

### ●外部評価委員からのコメント

- ・日本のプレゼンスがアジア地域で示せており、これまでに研究成果は十分に得られていることから中期目標期間終了時までには目標を達成することは確実である。今後とも国レベルだけでなく世界レベルの研究成果を出していただきたい。
- ・これまでの研究成果がすでに論文やマニュアル等により社会へ還元されており、最終的にも社会へ十分に還元されると考える。海外での土研のプレゼンスの向上のためにも、努力の継続が望まれる。

### ●今後の対応

- ・27年度も引き続き、各研究課題の目標の達成および成果の国際的な普及に向けて積極的に取り組んでまいりたい。

表-1.1.4 23年度から26年度までに実施した課題と27年度から開始した重点研究の一覧

重点的研究開発課題①激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減、早期復旧に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間														
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	河川堤防の越水破堤機構に関する研究	寒地河川チーム	前		中	後											
2	改良地盤と一体となった複合基礎の耐震性に関する研究	橋梁構造研究グループ	前		中	後											
3	制震機構を用いた橋梁の耐震設計法に関する試験調査	橋梁構造研究グループ	前		中	後											
4	構造物基礎の新耐震設計体系の開発	橋梁構造研究グループ	前		中	後											
5	道路斜面の崩落に対する応急緊急対策技術の開発	地すべりチーム		前		後											
6	雪崩対策工の合理的設計手法に関する研究	雪崩・地すべり研究センター		前		後											
7	落石対策工の設計外力及び補修・補強に関する研究	寒地構造チーム		前		後											
8	無人自動流量観測技術と精度確保に関する研究	水災害研究グループ		前		後											
9	洪水災害に対する地域防災力評価手法に関する研究	水災害研究グループ		前		中		後									
10	ボックスカルバートの耐震設計に関する研究	橋梁構造研究グループ 土質・振動チーム			前	後											
11	ゆるみ岩盤の安定性評価法の開発	地質チーム			前		中		後								
12	泥炭性軟弱地盤における既設構造物基礎の耐震補強技術に関する研究	寒地地盤チーム			前		中		後								
13	火山灰地盤における構造物基礎の耐震性評価に関する研究	寒地地盤チーム			前		中		後								
14	土石流危険渓流が集中する山地流域における土砂流による被災範囲推定手法の開発	火山・土石流チーム				前		中	後								
15	ライフサイクルに応じた防雪林の効果的な育成・管理手法に関する研究	雪氷チーム				前		中	後								
16	初生地すべりの変動計測システムと危険度評価技術の開発○	地すべりチーム				前		中	後								
17	集中豪雨等による洪水発生形態の変化が河床抵抗及び治水安全度にもたらす影響と対策に関する研究	寒地河川チーム				前		中	後								
18	河川結氷災害の現象の解明及び災害対策技術の開発	寒地河川チーム				前		中	後								
19	積雪・融雪状況に適応した寒冷地ダムの流水管理に関する研究○	水環境保全チーム				前		中	後								
20	津波による流氷群の陸上来襲に備えた沿岸防災に関する研究	寒冷沿岸域チーム				前		中	後								

No	重点研究課題名	担当	研究期間											
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
21	既設落石防護構造物の補修・補強技術に関する研究	寒地構造チーム					前		中	後				
22	泥炭地盤の変形特性を考慮した土構造物の耐震性能照査に関する研究	寒地地盤チーム					前		中	後				
23	道路構造による吹きだまり対策効果の定量化に関する研究	雪氷チーム					前		中	後				
24	大規模農業用水利システムにおける地震等緊急時の管理技術の開発	水利基盤チーム					前		中	後				
25	越水等による破堤の被害軽減技術に関する研究	寒地河川チーム					前		中		後			
26	河床変動の影響を考慮した設置型流速計による洪水流量観測手法に関する研究	水災害研究グループ					前		中		後			
27	防災災害情報の活用技術とその効果に関する研究*	水災害研究グループ						前						
28	高流速域における河川構造物の安定性に関する研究	寒地河川チーム						前		中	後			
29	路側設置型防雪柵の防雪機能の向上に関する研究	雪氷チーム 寒地機械技術チーム							前	後				
30	結氷河川における津波災害の防止・軽減技術に関する研究	寒地河川チーム							前		後			
31	流水勢力変動に伴う沿岸防災の対策手法に関する研究	寒冷沿岸域チーム							前		後			
32	融雪等による道路斜面災害の調査・評価手法に関する研究	防災地質チーム 寒地地盤チーム							前		中	後		
33	極端な暴風雪の評価技術に関する研究	雪氷チーム							前		中	後		
34	土石流・斜面崩壊の監視・観測技術に関する研究	火山・土石流チーム								前		後		
35	流木の流出実態を踏まえた流木対策の高度化に関する研究	火山・土石流チーム								前		中	後	
36	土石流発生後等の初期対応の高度化に関する研究	火山・土石流チーム								前		中	後	
37	短時間多量降雪による雪崩の危険度評価に関する研究	雪崩・地すべり研究センター								前		中	後	
38	地下水排除工の効率的な点検手法及び定量的な健全度評価に関する研究	雪崩・地すべり研究センター 地すべりチーム								前		中	後	
39	防雪林の機能向上に関する研究	雪氷チーム 寒地機械技術チーム								前		中	後	
40	プレキャスト部材を用いた既設カルバートの耐震性能評価と補強方法に関する研究	橋梁構造研究グループ								前		中	後	
41	既設部材への影響軽減等に配慮した耐震補強技術に関する研究	橋梁構造研究グループ 寒地構造チーム								前		中	後	

1. (1) ① 社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応

No	重点研究課題名	担当	研究期間												
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
42	火山灰質地盤における杭基礎の耐震補強技術に関する研究	寒地地盤チーム									前		中		後
43	特殊土における既設杭基礎の要求性能に応じた耐震補強技術に関する研究	寒地地盤チーム									前		中		後

重点的研究開発課題②社会インフラのグリーン化のためのイノベーション技術に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間												
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	融雪施設の効率的な再生可能エネルギー活用に関する研究○	寒地機械技術チーム				前		中	後						
2	雪堆積場の雪冷熱利用技術に関する研究○	寒地機械技術チーム				前		中	後						
3	積雪寒冷地における再生粗骨材のプレキャストコンクリートへの利用拡大に関する研究	耐寒材料チーム				前		中		後					
4	骨材資源を有効活用した舗装用コンクリートの耐久性確保に関する研究	基礎材料チーム					前		中	後					
5	建設機械における温室効果ガス及び排出ガスの影響評価に関する研究	先端技術チーム									前		中		後

重点的研究開発課題③自然共生社会実現のための流域・社会基盤管理技術に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間												
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	氾濫原管理と環境保全のあり方に関する研究	寒地河川チーム		前		後									
2	砕波乱流による漂砂輸送を考慮した高精度漂砂モデルの開発	寒冷沿岸域チーム			前		後								
3	恒久的堆砂対策に伴う微細土砂が底生性生物に及ぼす影響に関する研究	自然共生研究センター			前		中	後							
4	河川事業への遺伝情報の活用による効率的・効果的な河川環境調査技術と改善技術に関する研究○	河川生態チーム				前		中		後					
5	ダムによる水質・流況変化が水生生物の生息に与える影響に関する研究	河川生態チーム				前		中		後					
6	水環境中における未規制化学物質の挙動と生態影響の解明	水質チーム				前		中		後					
7	下水処理プロセスにおける化学物質の制御技術に関する研究	水質チーム				前		中		後					
8	環境に配慮したダムからの土砂供給施設の開発及び運用に関する研究	水理チーム				前		中		後					
9	積雪寒冷地河川における水理的多様性の持続的維持を可能にする河道設計技術の開発	寒地河川チーム				前		中		後					

No	重点研究課題名	担当	研究期間											
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10	積雪寒冷地域における土丹河床の侵食過程と河川構造物等の影響に関する研究○	寒地河川チーム				前	中	後						
11	水質対策工の長期的な機能維持に関する研究	水利基盤チーム				前	中	後						
12	地球温暖化が水環境に与える影響評価と適応策に関する研究	水質チーム							前	中	後			
13	河道内植生の管理手法の高度化に関する研究	河川生態チーム							前	中	後			
14	生物応答手法を用いた下水処理水の評価と処理の高度化に関する研究	水質チーム							前	中	後			
15	多様化する感染症に応じた下水処理水の高度な消毒手法の構築に関する研究	材料資源研究グループ								前	後			
16	再繁茂プロセスを考慮した河畔林管理技術に関する研究	水環境保全チーム 地域景観ユニット								前	中	後		
17	既存データを活用した河川におけるインパクト・レスポンスの分析手法に関する研究	河川生態チーム								前	中	後		
18	ダムの供用が魚類の個体群に及ぼす影響と環境影響評価手法の高度化に関する研究	自然共生研究センター								前	中	後		

## 重点的研究開発課題④社会資本ストックの戦略的な維持管理に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間											
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	道路橋における目視困難な重要構造部位を対象とした点検技術に関する研究	橋梁構造研究グループ	前		中	後								
2	補修・補強効果の長期持続性・耐久性に関する研究	橋梁構造研究グループ		前		中	後							
3	盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究	施工技術チーム 先端技術チーム 土質・振動チーム 寒地地盤チーム		前		中	後							
4	既設鋼道路橋における疲労損傷の調査・診断・対策技術に関する研究	橋梁構造研究グループ		前		中	後							
5	塩害橋の予防保全に向けた診断手法の高度化に関する研究	橋梁構造研究グループ		前		中	後							
6	耐震対策済み堤防の再評価・再補強に関する研究	土質・振動チーム			前		後							
7	既設 RC 床版の更新技術に関する研究	橋梁構造研究グループ			前		後							
8	積雪寒冷地における既設 RC 床版の損傷対策技術に関する研究	寒地構造チーム			前		中	後						
9	非破壊検査技術の道路橋への適用性に関する調査○	橋梁構造研究グループ			前		中	後						

1. (1) ① 社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応

No	重点研究課題名	担当	研究期間										
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10	氷海の海象予測と沿岸構造物の安全性評価に関する研究	寒冷沿岸域チーム				前	後						
11	積雪寒冷地に対応した橋梁点検評価等維持管理技術に関する研究	寒地構造チーム				前	中	後					
12	積雪寒冷地における鋼橋の延命化技術の開発	寒地構造チーム				前	中	後					
13	積雪寒冷地における河川用機械設備の維持管理手法に関する研究	寒地機械技術チーム				前	中	後					
14	積雪寒冷地における道路舗装の予防保全に関する研究○	寒地道路保全チーム				前	中	後					
15	繊維シートによるRC床版の補強設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ						前	中	後			
16	塩害橋の再劣化を防止するための維持管理技術に関する研究	橋梁構造研究グループ 新材料チーム						前	中	後			
17	メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究	施工技術チーム							前	中	後		
18	コンクリート構造物の劣化部はつり範囲の特定技術に関する研究	耐寒材料チーム							前	中	後		
19	除雪機械の劣化度評価による維持管理に関する研究	寒地機械技術チーム							前	中	後		
20	鋼橋の疲労対策技術の信頼性向上に関する研究	橋梁構造研究グループ							前	中	後		
21	土砂による河川構造物の摩耗・損傷対策および維持管理に関する研究	水理チーム							前	中	後		

重点的研究開発課題⑤社会資本の機能の増進、長寿命化に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間										
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	施工時荷重を考慮したセグメント設計に関する研究	トンネルチーム	前		中	後							
2	構造物基礎の新耐震設計体系の開発(再掲)	橋梁構造研究グループ	前		中	後							
3	深礎基礎等の部分係数設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ	前		中		後						
4	定量的冬期路面評価手法の国際的な比較研究	寒地交通チーム		前		後							
5	構造合理化に対応した鋼橋の設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ		前		中		後					
6	山岳トンネルの早期断面閉合の適用性に関する研究	トンネルチーム			前		後						
7	流水型ダムのカートングラウチングの合理化に関する研究	水工構造物チーム			前		中	後					



No	重点研究課題名	担当	研究期間											
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	ICT 施工を導入したロックフィルダムの施工管理方法の合理化に関する研究○	水工構造物チーム				前	後							
9	道路ユーザーの視点に立った舗装性能評価法に関する研究	舗装チーム				前	後							
10	時間依存性を有するトンネル変状の評価法に関する研究	防災地質チーム				前	中	後						
11	景観機能を含めた多面的評価による道路空間要素の最適配置技術に関する研究	地域景観ユニット 寒地交通チーム				前	中	後						
12	空間認識を利用した歩行空間の設計技術に関する研究	地域景観ユニット				前	中	後						
13	冬期道路の走行性評価技術に関する研究○	寒地交通チーム 雪氷チーム 寒地道路保全チーム 寒地機械技術チーム				前	中	後						
14	鋼床版構造の耐久性向上に関する研究	橋梁構造研究グループ					前	中	後					
15	積雪寒冷地における新たな交差構造の導入に関する研究	寒地交通チーム 寒地機械技術チーム					前	中	後					
16	調査法や施工法の精度・品質に応じた道路橋下部構造の信頼性評価技術に関する研究	橋梁構造研究グループ						前	後					
17	積雪寒冷地における「2+1」車線道路の設計技術に関する研究	寒地交通チーム						前	中	後				
18	ひび割れ損傷の生じたコンクリート部材の性能に関する研究	橋梁構造研究グループ							前	後				
19	道路土工と舗装の一体型設計に関する研究	施工技術チーム 先端技術チーム 舗装チーム 寒地地盤チーム							前	後				
20	凍結防止剤散布作業におけるオペレータの現地状況判断支援技術に関する研究	寒地交通チーム							前	中	後			
21	構造の合理化・多様化に対応した鋼橋の部分係数設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ							前	中	後			
22	公共事業における景観検討の効率化に資する景観評価技術に関する研究	地域景観ユニット							前	中	後			
23	複合型地盤改良技術に関する研究	施工技術チーム 先端技術チーム 寒地地盤チーム								前	中	後		
24	コンクリート舗装の維持修繕に関する研究	舗装チーム 基礎材料チーム 新材料チーム 寒地道路保全チーム								前	中	後		

1. (1) ① 社会的要請の高い課題への重点的・集中的な対応

No	重点研究課題名	担当	研究期間												
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
25	雪氷路面のセンシング技術の高度化に関する研究	寒地交通チーム									前		中	後	
26	物損事故データを活用した冬型交通事故等のリスク評価に関する研究	寒地交通チーム									前		中	後	
27	「道の駅」の設計・改修技術に関する研究	地域景観ユニット									前		中	後	
28	電線電柱類の景観対策手法の選定と無電柱化施工技術に関する研究	地域景観ユニット 寒地機械技術チーム									前		中	後	
29	国際的観光地形成のための公共空間の評価技術に関する研究	地域景観ユニット									前		中	後	

重点的研究開発課題⑥我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援に関する研究

No	重点研究課題名	担当	研究期間												
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	洪水災害に対する地域防災力評価手法に関する研究（再掲）	水災害研究グループ		前		中		後							
2	全球衛星観測雨量データの海外における土砂災害への活用技術に関する研究○	水災害研究グループ				前		後							
3	開発途上国における都市排水マネジメントと技術適用に関する研究○	リサイクルチーム				前		中		後					

※前：事前評価（事前評価を実施した課題の開始年度を示している。実際に事前評価を実施した年度は、その1年度前になる。）、後：事後評価（事前評価を実施した課題の終了年度を示している。実際に事後評価を実施した年度は、その1年度後になる。）、中：中間評価（中間評価は中間評価を実施した前年度までの成果を踏まえた評価である。）

\*：研究実施期間中に評価委員会の審査を受けて、研究区分が重点から変更（プロジェクト研究）になった課題

○：前頁にあるそれぞれの「重点的研究開発課題の目標に対する26年度までの主な成果」において掲載した課題

## 外部評価委員会での全体講評

- 重点的研究開発課題①激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減、早期復旧に関する研究、⑥我が国の優れた土木技術によるアジア等の支援に関する研究に関する全体講評

### (第1分科会での全体講評)

#### 【研究の進捗状況】

- ・幅広い分野を精力的に研究していて、現実的で現場に必要な研究などで着実な成果が出ている。また、海外における技術移転についても着実に進んでいる。

#### 【研究のターゲット】

- ・現場に使える、あるいは使ってもらえる、あるいはマニュアルの中にすぐに反映できるような研究が望まれるが、基礎研究も重要である。

#### 【成果の公表】

- ・研究成果の公表、権威あるジャーナルへの投稿等も進んでいる。相手としっかり議論できるポスターセッションの活用も評価している。

#### 【ソフト開発・データベース化】

- ・ソフト開発では Common MP を中心に IFAS、RRI モデルの精度向上など充実が図られてきた。今後は、氾濫解析ソフトを使って他国の治水計画や防災・減災計画の中で活用されるように努力をお願いしたい。また、土木研究所全体で、材料の持つ不確実性を有する土、岩盤、コンクリート等のデータベース化を望む。

- 重点的研究開発課題④社会資本ストックの戦略的な維持管理に関する研究、⑤社会資本の機能の増進・長寿命化に関する研究に対応に関する全体講評

### (第2分科会での全体講評)

#### 【土研の研究への要望】

- ・現場対応も行いつつ、多様なテーマに対し素晴らしい成果が出されている。一方で大規模な土やコンクリート構造物など土研しかできない基礎的な研究も必要である。

#### 【研究開発成果の最大化に向けて】

- ・土研としての成果の最大化は、土研に要求されるものが何かという戦略があり決まるのではないかと。成果の最大化の第一歩は、維持管理や老朽化対策について、約 1,800 ある県や市町村などの地方自治体に成果を生かして行くことであると思われる。また、現場で利活用した際の問題点等をフィードバックし改良する方法を考えることも必要である。

#### 【国際的な活動・連携】

- ・多くの成果を得ているものの、海外の研究所・大学・研究機関と余り結びついていないため、今後はもう少し国際的な活動を強くすることが重要と思われる。海外との連携をうまく進めてほしい。

#### 【寒冷地に着目した研究】

- ・寒冷地に着目した研究は、成果が得られてから側方展開を行っているのが多い印象がある。東北や北陸など、各地で成果を得てそれらを集約するという研究スタイルにも配慮したらどうか。

- 重点的研究開発課題②社会インフラのグリーン化のためのイノベーション技術に関する研究に関する全体講評

### (第3分科会での全体講評)

#### 【研究の進捗状況と達成見込】

- ・研究成果は着実に得られているし、作成しているマニュアルの姿も見えてきている。
- ・プロジェクト研究6は、これまであまり研究実績のない分野であったが、ここにきて成果が見えてきた。今後、それを実際にどうやって応用していくかということが次の段階にあると思う。
- ・プロジェクト研究7は、これまでも研究の実績があることからスムーズに研究が進捗し、マニュアル

の作成の段階まで来ていると思われる。

- ・研究開始段階からみて4年が経過した時点で、かなり内容のレベルが上がってきている。

#### 【成果の公表・社会貢献】

- ・本プロジェクト研究で得られた成果は、日本だけではなく国際舞台でも活用されるような取り組みを期待したい。
- ・今後は、マニュアル作成に止まることなく実際の現場への活用に積極的に取り組んでいただきたい。また、広く国民にもアピールするような活動に期待したい。

### ●重点的研究開発課題③自然共生社会実現のための流域・社会基盤管理技術に関する研究に関する全体講評 (第4分科会での全体講評)

#### 【総括課題の目標達成に向けて】

- ・プロジェクト研究の個別課題としては、ユニークな研究をそれぞれ完成に近いところまでこぎつけているが、総括課題としては、達成目標に対する個別課題の成果が羅列されているだけである。プロジェクト研究8から12までである中で、個別課題を通してどんな目標が達成できそうなのかということを見せていただきたい。そのために、各プロジェクト研究で議論する機会を持ち、それぞれの個別課題の成果をどのように当てはめていったら、プロジェクト研究のタイトルにふさわしい結果が出るのかを考えるべきである。

#### 【分科会テーマに向けて】

- ・第4分科会という自然共生を目指した研究テーマとして、プロジェクトの8から12まで全体で本当に自然共生を目指すようにうまくアレンジして研究ができてきたかということも一つの評価のポイントになると思う。この辺をぜひ残された期間でやっていただきたい。

#### 【農水共管課題の進捗状況】

- ・農水共管の課題については非常によく進捗していると思った。進捗確認で圃場での検証がまだ終わっていないと言われていたが、その研究のプロセスは決して無駄になるものではないので、今後の展開に期待したいと思う。

#### 【本委員会での全体講評】

年次計画どおりに研究が着実に進展しており、当初の予定が達成される見込みである。各分科会での対象領域における各プロジェクト研究の位置付けが分科会によっては非常に分かりやすく描かれていた。また、プロジェクト研究における基礎と応用のバランスが良くなってきている。今後、以下を整理することにより、次の新しい5カ年にもつながると思われる。

#### 【各研究課題の位置付けとフォローアップ】

- ・4つの分科会で今中期計画全体をどのように実現するのか、各分科会の対象領域において各プロジェクト研究がどのように構成されているのか、さらにプロジェクト研究に対して各個別課題がどのような役割を果たしているのかについて示して頂きたい。それらが、研究の技術移転や政策に貢献する仕組みにつながることを期待する。政策との関連性については、研究者だけでなく全体で議論し示していくことが必要である。
- ・得られた成果や技術を追跡して頂きたい。追跡評価では、成果の普及や論文数の増加だけではなく、研究期間終了時に残った課題や実用化に際して出てきた懸案に対するその後の取り組みを評価できるとよい。成果の早期普及のため、早々にとりまとめたマニュアルについては、普遍性等を見極めて後継の研究に位置付けてほしい。

#### 【他機関との連携・分担】

- ・他機関の研究との関連性について意識して取り組んでほしい。具体的には、土研と国総研との関係、大学との関係、分野によっては民間企業との関係等、他機関とどのように連携・分担しているかについて明確にしてほしい。

### 【海外への展開】

・海外協力・支援が進んできているが、技術移転にとどまることなく、国際規格や ISO 等に反映されることが重要である。

### ●今後の対応

外部評価委員会本委員会および各分科会で頂いた講評を踏まえ、今後も実施計画に従って鋭意研究を進め、社会的ニーズに的確かつ迅速に対応した研究成果を出し、各研究課題の目標達成に向けて努力していきたい。また、プロジェクト研究に対する各個別課題の役割、各プロジェクト研究の成果の達成と分科会全体の目標との関係、さらには、研究成果がより効果的に現場へ適用されるための方策や、政策と関連した基準類への反映方法等について検討を進めたい。

一方、得られた成果や技術を追跡し、今後の研究課題に反映していく仕組みについては本年度中に検討し、次期中長期計画から実施できるよう取り組んでいきたい。また、成果のマニュアル化にあたっては、一般化の程度に十分留意し、その程度をマニュアルに明確に示すとともに、さらに一般化を進める観点から後継の研究課題に引き継いでいきたい。

他機関との連携・分担については、次期中長期計画策定において、研究開発成果の最大化に向けて、さらに連携・分担の可能性を検討するとともに、研究開発成果の現場への適用がより早期に図られるよう整備局等との連携も進めてまいりたい。さらに、国際貢献においては、技術移転だけでなく我が国の国際競争力を向上させる観点から、引き続き国際標準化への取り組みを推進していきたい。

### 中期目標達成に向けた見直し

26年度は中期目標で示す「安全・安心な社会の実現」「グリーンイノベーションによる持続可能な社会の実現」「社会資本の戦略的な維持管理・長寿命化」「土木技術による国際貢献」の各目標に対応する16のプロジェクト研究を継続して推進したほか、13課題の重点研究を新たにスタートさせるなど、重点研究開発であるプロジェクト研究と重点研究に研究費の75.6%を充当し、重点的かつ集中的に実施した。

また、23年度から26年度までの全ての年度で実施したプロジェクト研究の事前評価で「適切」と評価された課題の割合、プロジェクト研究の中間評価で「順調」と評価された課題の割合、プロジェクト研究の事後評価で達成目標を「達成」と評価された課題の割合が基準値の80%を達成した。

さらに、東日本大震災後の24年度からは津波災害や液状化災害に対応した研究課題を追加するとともに、平成25年10月の伊豆大島での土石流災害直後には、火山性地質における土砂災害に関する研究内容を既存の研究課題を拡充することで取り組む等、社会的要請の変化に迅速に対応したプロジェクト研究の見直しを行った。

27年度以降も引き続き重点的研究開発を重点的かつ集中的に実施することにより、中期目標を達成できるものと考えている。

## ②基盤的な研究開発の計画的な推進

### 中期目標

国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、我が国の土木技術の着実な高度化や良質な社会資本の整備及び北海道の開発の推進の課題解決に必要となる基礎的・先導的な研究開発を計画的に進めること。その際、長期的視点も含めて、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した有機的な連携等に留意しつつ、基礎的・先導的な研究開発を積極的に実施すること。

### 中期計画

国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、我が国の土木技術の着実な高度化や良質な社会資本の整備及び北海道の開発の推進の課題解決に必要となる基礎的・先導的な研究開発を、基盤研究として位置づけ計画的に進める。

その際、科学技術基本計画、国土交通省技術基本計画、北海道総合開発計画、食料・農業・農村基本計画、水産基本計画等や行政ニーズの動向も勘案しつつ、研究開発の範囲、目的、目指すべき成果、研究期間、研究過程等の目標を明確に設定する。また、長期的観点からのニーズも考慮し、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した有機的な連携等に留意しつつ、自然災害や事業実施に伴う技術的問題等に関する継続的なデータの収集・分析に基づく現象やメカニズムの解明、社会資本の耐久性や機能増進のための新材料の活用や評価手法等、基礎的・先導的な研究開発について積極的に実施する。研究シーズの発掘に際しては、他分野や境界領域を視野に入れ、他の研究機関等が保有・管理するデータベースも有効に活用する。

## ■中期目標達成の考え方

基盤的な研究開発課題については、長期的観点からのニーズを様々な手段により把握し、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した有機的な連携等を考慮して、自然災害や事業実施に伴う技術的問題等に関する継続的なデータの収集・分析に基づく現象やメカニズムの解明、社会資本の耐久性や機能増進のための新材料の活用や評価手法等、基礎的・先導的な研究開発について積極的に実施することとした。

## ■評価指標

当該箇所に関する評価指標は以下の通りである（詳細は後述）。

### 研究評価の評価結果

評価指標	基準値	評価指標値			
		H23	H24	H25	H26
研究評価で「進捗状況」を「順調」と評価した評価委員の割合（中間評価）	80%	90.7%	91.5%	95.6%	94.8%
研究評価で「達成目標への到達度」を「達成」と評価した評価委員の割合（事後評価）	80%	85.9%	94.1%	81.4%	92.7%

## ■平成 23 年度から平成 26 年度までの取組み

### 1. 基盤研究の実施

基盤研究については、関係する分野の長期的観点からのニーズを考慮しつつ、最近の研究シーズを踏まえ、土木研究所として実施することが必要と判断された研究を今中期目標期間中に 238 課題実施した。基盤研究の実施にあたっては、毎年度 2 回の内部評価委員会を行い、新規課題の妥当性、研究途中の課題の進捗状況、終了課題の達成目標への到達度等を確認し、計画的な実施に努めた。新規課題の妥当性については、研究の必要性、研究内容、達成目標、年次計画、実施体制等を明確に設定し、それぞれの内容が適切である研究を実施した。また、中間評価において、進捗状況を「順調」と評価した内部評価委員の割合は 90.7%～95.6%であった。また、事後評価において、「達成目標への到達度」を「達成」と評価した内部評価委員の割合は 81.4%～94.1%であった。

また、他分野や境界領域における新たな研究シーズの発掘と土木分野の研究開発への適用可能性の検討を推進するとともに、若手研究者の研究意欲を向上させることを目的とした「基盤研究（萌芽）」を 19 課題実施し、新規性に富んだ研究開発も積極的に実施した。

基盤研究の一覧と代表的な研究成果及び内部評価結果を以下に示す。

表 -1.1.5 基盤研究の一覧

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間															
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1	複合的地盤改良技術に関する研究	施工技術チーム	前		中			後										
2	魚道機能に関する実験的研究	河川生態チーム			前		中	後										
3	地すべり対策のライフサイクルコストの評価及びアセットマネジメントの研究	地すべりチーム			前		中	後										
4	凍上および凍結融解に耐久性のある道路のり面構造に関する研究	寒地地盤チーム			前		中	後										
5	積雪寒冷地における環境負荷低減舗装技術に関する研究	寒地道路保全チーム			前		中	後										
6	寒冷地空港舗装の耐久性向上に関する研究	寒地道路保全チーム			前		中	後										
7	道路橋の支承部・落橋防止システムの性能評価技術に関する試験調査	橋梁構造研究グループ			前		中	後										
8	河川コンクリート構造物の凍害劣化補修に関する研究	耐寒材料チーム			前		中	後										
9	寒冷地域における湿原植生保全に関する研究	水環境保全チーム			前		中	後										
10	道路案内標識の着氷雪対策に関する研究	雪氷チーム			前		中	後										
11	鉄筋溶接継手の信頼性向上に関する研究	基礎材料チーム				前		後										
12	コンクリート収縮ひび割れ防止対策に関する研究	基礎材料チーム				前		後										
13	リアルタイム水位情報を活用した被災危険箇所の推定手法に関する研究	水理チーム				前		後										
14	アンカー緊張力モニタリングシステムを活用した斜面評価マニュアルの開発	地すべりチーム				前		後										
15	地すべり対策斜面の耐震性と地すべり斜面の地震時安定性評価に関する研究	雪崩・地すべり研究センター				前		後										
16	道路の対症的メンテナンスの高度化に関する研究	道路技術研究グループ				前		後										

1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
17	歩行者系舗装の要求性能と管理水準に関する研究	舗装チーム				前	後									
18	騒音低減機能を有する舗装の性能向上に関する研究	舗装チーム				前	後									
19	トンネル工事等における地質リスクマネジメント手法に関する研究（地質・地盤特命上席共同研究）	トンネルチーム				前	後									
20	凍結融解等における岩切法面の経年劣化に関する研究	防災地質チーム				前	後									
21	沖積河川における河道形成機構の解明と洪水災害軽減に関する研究	寒地河川チーム				前	後									
22	異常気象時の吹きだまり災害防止に関する研究	雪氷チーム 寒地機械技術チーム				前	後									
23	沿道の休憩施設や駐停車空間の魅力向上に関する研究	地域景観ユニット				前	後									
24	迅速かつ効率的な凍結防止剤散布手法に関する研究	寒地機械技術チーム 寒地交通チーム				前	後									
25	気候変動下における水文統計解析手法に関する研究	水災害研究グループ				前	後									
26	高力ボルト接着接合継手を用いた補強技術に関する研究	橋梁構造研究グループ				前	後									
27	火災を受けた橋梁の健全性評価に関する試験調査	橋梁構造研究グループ				前	後									
28	グラウンドアンカーの効率的な維持管理手法に関する研究	施工技術チーム				前	中	後								
29	歴史的変遷に立脚した河川環境修復手法に関する研究	河川生態チーム				前	中	後								
30	閉鎖性水域の貧酸素化に及ぼす陸域負荷の影響と対策手法に関する研究	水質チーム				前	中	後								
31	自生植物を利用した積雪寒冷地の酸性法面対策に関する研究	防災地質チーム				前	中	後								
32	長支間コンクリート道路橋の設計合理化に関する研究	橋梁構造研究グループ				前	中	後								
33	再生水利用の安全リスクに関する研究	リサイクルチーム				前	中	後								
34	合理的なアルカリシリカ反応抑制対策に関する研究開発	基礎材料チーム				前	中	後								
35	地球環境の変化が河川湖沼水質に及ぼす影響の評価に関する研究	水質チーム				前	中	後								
36	表面被覆工法の塩分環境下の凍害に対する耐久性に関する研究	耐寒材料チーム				前	中	後								
37	実験河川を用いた河川環境の理解向上のための情報発信手法に関する研究	自然共生研究センター				前	中	後								
38	すべり面の3次元構造の把握と地すべり土塊特性に関する研究	地すべりチーム					前	後								
39	軽交通道路における舗装の構造的健全度の把握手法に関する研究	舗装チーム					前	後								
40	積雪寒冷地における新たな交差構造の導入に関する研究*	寒地交通チーム					前									



No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
41	建設機械排出ガスの実稼働状態における評価に関する研究	先端技術チーム					前	後								
42	新しい低環境負荷土木材料に関する研究	新材料チーム					前	後								
43	天然凝集材による環境負荷低減型濁水処理システムに関する研究	水理チーム					前	後								
44	舗装用骨材の物理・化学性状に関する研究	舗装チーム					前	後								
45	凍結抑制舗装の性能向上に関する研究	舗装チーム					前	後								
46	寒冷地でのゴム製支承を用いた橋梁の最適設計手法に関する研究	寒地構造チーム					前	後								
47	FRP 合成構造を用いた床版拡幅技術に関する研究	寒地構造チーム					前	後								
48	厚板耐候性鋼材の低温下での靱性能に関する研究	寒地構造チーム					前	後								
49	地域資源を活用したフットパスに関する研究	地域景観ユニット 防災地質チーム 水環境保全チーム 寒地道路保全チーム					前	後								
50	地域に根ざしたローカルな防災経験の現代への活用に関する研究	水災害研究グループ					前	後								
51	既設木杭基礎の耐震性能検証法に関する調査	橋梁構造研究グループ					前	後								
52	橋梁の RC 部材接合部の合理的な耐震性能評価法に関する研究	橋梁構造研究グループ					前	後								
53	低改良率地盤改良における盛土条件に関する研究	施工技術チーム					前	中	後							
54	河道内における移動阻害要因が魚類に及ぼす影響の評価に関する研究	河川生態チーム					前	中	後							
55	地すべり斜面の地下水観測手法の標準化に関する研究	地すべりチーム					前	中	後							
56	凍結抑制舗装の性能向上に関する研究	舗装チーム					前	中	後							
57	泥炭性軟弱地盤における盛土の長期機能維持に関する研究	寒地地盤チーム					前	中	後							
58	寒冷地域に適応した河畔林管理に関する研究	水環境保全チーム					前	中	後							
59	寒冷地域に適応した堤防法面植生に関する研究	水環境保全チーム					前	中	後							
60	非常用施設の状態監視技術に関する研究	先端技術チーム 寒地機械技術チーム					前	中	後							
61	機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究	先端技術チーム					前	中	後							
62	人間の視覚特性に着目した街路景観評価手法に関する研究	材料資源研究グループ					前	中	後							
63	現場塗装時の外部環境と鋼構造物塗装の耐久性の検討	新材料チーム 耐寒材料チーム					前	中	後							
64	北海道における景観の社会的効果に関する研究	地域景観ユニット					前	中	後							





1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
114	簡易な舗装点検評価手法に関する研究	寒地道路保全チーム							前	中	後					
115	積雪寒冷地河川の物資輸送に関する研究	寒地河川チーム							前	中	後					
116	流路の固定化に着目した河道形成機構と持続可能な河道の管理及び維持技術に関する研究	寒地河川チーム							前	中	後					
117	積雪寒冷地における疎水材型暗渠工の機能と耐久性に関する研究	資源保全チーム							前	中	後					
118	泥炭農地の長期沈下の機構解明と抑制技術に関する研究	資源保全チーム							前	中	後					
119	腐植性土壌流域からの水産業有用物質の供給機構に関する研究	資源保全チーム							前	中	後					
120	フーチングにおける損傷度評価および補強方法に関する研究	橋梁構造研究グループ							前	中	後					
121	震災被害軽減に資する舗装技術に関する研究	舗装チーム							前	後						
122	積雪寒冷地における火山灰のコンクリートへの利用に関する研究	耐寒材料チーム							前	後						
123	路側設置型防雪柵の防雪機能の向上に関する研究*	雪氷チーム							前							
124	寒冷地域における河川津波被害の防止・軽減技術に関する研究*	寒地河川チーム							前							
125	水災害からの復興までを考慮したリスク軽減手法に関する研究*	水災害研究グループ							前							
126	道路橋基礎の地震時挙動推定方法に関する研究*	橋梁構造研究グループ							前							
127	建設作業における安全管理向上に関する研究	先端技術チーム							前	後						
128	建設機械へのバイオディーゼル燃料の普及に関する研究	先端技術チーム							前	後						
129	山地部活断層の地形的把握方法に関する研究	地質チーム							前	後						
130	数値シミュレーションを用いた合理的な雪崩防護施設設計諸元の設定手法に関する研究	雪崩・地すべり研究センター							前	後						
131	道路利用者の視点による道路施設メンテナンスの高度化に関する研究	道路技術研究グループ							前	後						
132	未利用アスファルト資源の舗装技術に関する研究	舗装チーム							前	後						
133	舗装マネジメントシステムの実用性向上に関する研究	舗装チーム							前	後						
134	防水型トンネルの設計法に関する研究	トンネルチーム							前	後						
135	積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の劣化対策に関する研究	寒地道路保全チーム							前	後						
136	道の駅の防災機能向上に関する研究	地域景観ユニット							前	後						
137	雪崩対策施設の管理技術の向上に関する研究	雪崩・地すべり研究センター							前	中	後					
138	積雪寒冷地における切土のり面の崩壊危険度評価に関する研究	寒地地盤チーム							前	中	後					

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間															
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
139	積雪寒冷地における道路のり面の緑化手法および植生管理に関する研究	寒地地盤チーム								前	中	後						
140	積雪寒冷地における岩切法面の経年劣化に対する評価・対策手法に関する研究	防災地質チーム								前	中	後						
141	積雪寒冷地の高規格道路舗装の機能向上に関する研究	寒地道路保全チーム								前	中	後						
142	積雪寒冷地の空港舗装の劣化対策に関する研究	寒地道路保全チーム								前	中	後						
143	除雪水準の変化に対応した冬期路面予測技術の開発に関する研究	寒地交通チーム								前	中	後						
144	地震による雪崩発生リスク評価技術に関する研究	雪氷チーム								前	中	後						
145	北海道における雪崩予防柵の設計雪圧に関する研究	雪氷チーム								前	中	後						
146	タイ・チャオプラヤ川洪水における連鎖的被害拡大の実態に関する研究	水災害研究グループ								前	中	後						
147	気候変動による世界の水需給影響及び適応策評価に関する研究	水災害研究グループ								前	中	後						
148	土砂動態および魚類の移動特性を踏まえた、魚道設計技術に関する研究	河川生態チーム								前	中	後						
149	すべり面の三次元構造を考慮した大規模地すべりの安定性評価に関する研究	地すべりチーム								前	中	後						
150	地すべり対策工における耐震性能評価に関する研究	地すべりチーム								前	中	後						
151	樋門コンクリートの凍害劣化に対する耐久性および維持管理に関する研究	耐寒材料チーム								前	中	後						
152	セメントコンクリート舗装の適用性に関する研究	舗装チーム									前	後						
153	河川堤防の劣化過程評価に関する研究	土質・振動チーム									前	後						
154	レポーターゾーンアッセイを用いた再生水の安全性評価に関する研究	水質チーム									前	後						
155	貯水池に流入する濁質の動態と処理に関する研究	水理チーム									前	後						
156	新支保部材を活用したトンネルの設計・施工の合理化に関する研究	トンネルチーム									前	後						
157	災害発生後の防災構造物に対する調査点検手法と健全度評価に関する研究	寒地構造チーム									前	後						
158	超高性能繊維補強コンクリートを用いた補修・補強技術に関する基礎研究	寒地構造チーム									前	後						
159	植物の浄化機能を活用した重金属類の合理的な対策に関する研究	防災地質チーム									前	後						
160	港湾・漁港における津波漂流物対策に関する研究	寒冷沿岸域チーム									前	後						
161	北海道における街路樹の景観機能を考慮したせん定技術に関する研究	地域景観ユニット									前	後						
162	基礎 鋼製の特殊橋における耐震主部材の性能評価法に関する研究	橋梁構造研究グループ									前	後						
163	ゴム支承の長期耐久性と維持管理手法に関する研究	橋梁構造研究グループ									前	後						

1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間												
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
164	震災時の機能不全を想定した水質リスク低減手法の構築に関する研究	リサイクルチーム									前	中	後		
165	シールドトンネルの維持管理手法に関する研究	トンネルチーム									前	中	後		
166	せん断補強による道路橋床版の長寿命化に関する研究	寒地構造チーム									前	中	後		
167	石礫処理工法による土壌改良の評価に関する研究	資源保全チーム									前	中	後		
168	軟弱地盤上に設置された道路橋基礎の健全度評価に関する研究	橋梁構造研究グループ									前	中	後		
169	基礎 材料や構造の多様化に対応したコンクリート道路橋の設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ									前	中	後		
170	基礎 鋼道路橋の疲労設計法の高度化に関する研究	橋梁構造研究グループ									前	中	後		
171	寒冷地特性を考慮した火山泥流監視システムの開発に関する研究	寒地河川チーム 寒地水圏研究グループ									前	中	後		
172	グラウンドアンカーの腐食に対する維持管理手法構築に関する研究*	施工技術チーム									前				
173	あと施工アンカーの信頼性向上に関する研究	新材料チーム トンネルチーム									前	後			
174	リサイクル材料のコンクリートへの有効活用を目的とした要求性能の明確化	基礎材料チーム									前	後			
175	高品質ボーリングコアを利用した地質性状評価に関する研究	地質チーム									前		後		
176	微生物機能による地盤改良技術の適用に向けた研究	土質・振動チーム 寒地地盤チーム									前		後		
177	消毒副生成物の水環境中での挙動とその影響に関する研究	水質チーム									前		後		
178	河川環境と治水に配慮した新しい設計プロセス構築に向けた基礎的研究	自然共生研究センター									前		後		
179	ダム下流における濁水の流下過程とその影響に関する基礎的研究	自然共生研究センター									前		後		
180	地質・地形的要因から見た表層崩壊の発生と評価に関する研究	火山・土石流チーム									前		後		
181	水位・流量観測による地すべり災害発生ポテンシャル監視技術に関する研究	地すべりチーム									前		後		
182	舗装の維持修繕時の品質・性能に関する研究	舗装チーム									前		後		
183	寒冷地域におけるゴム支承の性能低下に関する研究	寒地構造チーム									前		後		
184	橋梁ジョイント部の補修技術に関する研究	寒地構造チーム									前		後		
185	地震時における橋梁の衝突挙動に関する研究	寒地構造チーム									前		後		
186	トンネル舗装の路面摩擦低下対策に関する研究	寒地道路保全チーム									前		後		

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
187	積雪寒冷地における河川管理施設の地震時点検技術の高度化に関する研究	寒地河川チーム 寒地機械技術チーム 寒地水圏研究グループ										前	後			
188	粒子法による土石流氾濫域解析モデルの開発	寒地河川チーム 寒地水圏研究グループ										前	後			
189	持続的で維持管理が容易な緑化システムの実践的研究	水環境保全チーム 寒地水圏研究グループ										前	後			
190	寒冷沿岸域における沿岸施設の保護育成機能の解明に関する研究	水産土木チーム										前	後			
191	泥炭地盤等におけるパイプラインの診断技術に関する研究	水利基盤チーム										前	後			
192	機能向上に資する道路施設の色彩設計に関する研究	地域景観ユニット										前	後			
193	電線電柱類の効果的・効率的な景観対策手法の選定技術に関する研究	地域景観ユニット										前	後			
194	リアルタイム洪水管理のための洪水予測技術に関する研究	水災害研究グループ										前	後			
195	道路橋の維持管理における検査・計測技術の適用に関する研究	橋梁構造研究グループ										前	後			
196	ゴム堰・SR堰の維持管理および長期性能評価方法に関する研究	新材料チーム										前	中	後		
197	新規省エネルギー型下水処理技術の開発	リサイクルチーム										前	中	後		
198	落石防護工の性能規定化に関する基礎的研究	寒地構造チーム										前	中	後		
199	点検可能な漏水対策工に関する技術開発	寒地構造チーム										前	中	後		
200	先進ボーリングによるトンネル地山の合理的評価手法に関する研究	防災地質チーム										前	中	後		
201	海岸護岸の防波フェンスへの作用波力に関する研究	寒冷沿岸域チーム										前	中	後		
202	非塩化物系の凍結防止剤の開発に関する研究	寒地交通チーム										前	中	後		
203	堆雪幅の再配分と効率的な除排雪工法に関する研究	寒地交通チーム 寒地機械技術チーム										前	中	後		
204	XバンドMPレーダを用いた吹雪検知に関する研究	雪氷チーム										前	中	後		
205	視界不良時における除雪車運転支援技術に関する研究	寒地機械技術チーム										前	中	後		
206	除雪機械オペレーティングの安全性向上技術に関する研究	寒地機械技術チーム										前	中	後		
207	魚類の移動分散を考慮した人為的インパクトに対する応答性の評価に関する研究	河川生態チーム										前	中	後		
208	積雪寒冷地における鉄筋防食材の効果に関する研究	耐寒材料チーム										前	中	後		
209	耐寒剤を活用した冬期施工の効率化に関する研究	耐寒材料チーム										前	中	後		

1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
210	在来種による堤防植生の施工・維持管理に関する研究	水環境保全チーム										前	中	後		
211	土木機械設備の多様な診断技術に関する研究	先端技術チーム 寒地機械技術チーム										前	後			
212	細粒分含有率の高い盛土材の力学特性を踏まえた施工管理基準値に関する研究	土質・振動チーム										前	後			
213	軟弱地盤上の道路盛土の液状化対策に関する研究	土質・振動チーム										前	後			
214	河川横断工作物周辺におけるアユ降下仔魚モニタリング技術の開発	河川生態チーム										前	後			
215	道路の施設多様性と多面機能を考慮した健全性評価手法に関する研究	道路技術研究グループ										前	後			
216	海外における舗装及び土工に関する技術基準類のあり方に関する研究	舗装チーム										前	後			
217	集中豪雨に対するのり面の安定に関する研究	舗装チーム										前	後			
218	トンネル覆工の品質向上と評価手法に関する研究	トンネルチーム										前	後			
219	適正な橋面排水処理による橋梁の長寿命化に関する研究	寒地構造チーム										前	後			
220	部分補修したRC床版の健全度評価に関する研究	寒地構造チーム										前	後			
221	ゴム支承の低温時における限界性能に関する研究	寒地構造チーム										前	後			
222	融雪期の広域斜面変状調査手法に関する研究	防災地質チーム										前	後			
223	沿道の屋外広告物の評価による景観改善に関する研究	地域景観ユニット										前	後			
224	土木分野における木材活用に関する研究	地域景観ユニット										前	後			
225	非接触型センサーを用いた面的な河川水流速・水位の計測方法とその活用方法に関する研究	水災害研究グループ										前	後			
226	PC橋の施工初期段階における内力評価に関する研究	橋梁構造研究グループ										前	後			
227	インターネット情報を利用した街路景観評価モデルの作成手法に関する研究	材料資源研究グループ										前	中	後		
228	抗土圧構造物と地盤の地震時相互作用の評価に関する研究	土質・振動チーム										前	中	後		
229	流域スケールからみた湖沼環境の定量的分析を用いた適正な植生再生区域の選定手法に関する研究	河川生態チーム										前	中	後		
230	河川水温の上昇が有機物代謝に及ぼす影響に関する基礎的研究	河川生態チーム										前	中	後		
231	雪崩の規模の推定手法に関する研究	雪崩・地すべり研究センター										前	中	後		
232	地すべり地における地下水流動調査の高度化に関する研究	雪崩・地すべり研究センター										前	中	後		
233	トンネル付属施設的设计・運用の高度化に関する研究	トンネルチーム										前	中	後		



No.	基盤研究課題名	担当	研究期間												
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
234	泥炭地盤における河川堤防の安定性向上に関する研究	寒地地盤チーム										前	中	後	
235	コラム形水中ポンプの維持管理に関する研究	寒地機械技術チーム										前	中	後	
236	複合的な地盤抵抗を考慮した道路橋下部構造の設計法に関する研究	橋梁構造研究グループ										前	中	後	
237	メンテナンスを考慮した発生土等の品質管理手法に関する研究	施工技術チーム 先端技術チーム										前	中	後	
238	トンネル漏水の水理地質点検手法に関する研究	防災地質チーム										前	中	後	

前：事前評価（事前評価を実施した課題の開始年度を示している。実際に事前評価を実施した年度は、その1年度前になる。）後：事後評価（事前評価を実施した課題の終了年度を示している。実際に事後評価を実施した年度は、その1年度後になる。）、中：中間評価（中間評価は中間評価を実施した前年度までの成果を踏まえた評価である。）。

\*：研究実施期間中に評価委員会の審査を受けて、研究区分が基盤から変更（重点研究、プロジェクト研究）になった課題

表-1.1.6 基盤研究（萌芽）の一覧

No.	基盤研究（萌芽）課題名	担当	研究期間			
			26	27	28	29
1	河川水における溶存態有機物の粒径画分の特性解析と生体・生態影響評価	水質チーム	前			
2	ダム基礎岩盤におけるセメントグラウトの長期的劣化に関する基礎的検討*	水工構造物チーム	前			
3	大規模酪農地帯の牧草地における有機性肥料由来炭素の土壌貯留機構に関する研究	資源保全チーム	前			
4	積雪寒冷地河川における流出計算の精度向上と洪水・濁水リスク評価に関する研究	水災害研究グループ	前			
5	遺伝子解析による嫌気性消化槽の維持管理技術の開発	リサイクルチーム	前			
6	降水現象の極端化に伴う流況変化等が河川生態系に与える影響に関する研究	河川生態チーム	前			
7	下水処理水が両生類の変態に及ぼす影響に関する基礎的研究	水質チーム	前			
8	深層崩壊の監視・観測技術に関する研究	火山・土石流チーム	前			
9	外力性変状の発生したトンネルにおける補強後の全体耐力に関する研究	トンネルチーム	前			
10	アスファルト廃材の再利用による特殊土の改良強度特性に関する研究	寒地地盤チーム	前			
11	掃流砂観測手法開発に関する研究	寒地河川チーム 水環境保全チーム 水災害研究グループ	前			
12	積雪寒冷地救急医療からみた道路空間活用の便益計測に関する研究	寒地交通チーム	前			
13	吹雪リスクコミュニケーションに関する研究	雪氷チーム	前			
14	下水中病原微生物の網羅的検出法の開発に関する研究	リサイクルチーム		前		
15	締固め機械の自律走行に関する研究	先端技術チーム		前		
16	高温耐性 FRP の開発	新材料チーム		前		
17	現場で実施可能な赤外分光を利用したアスファルトの劣化診断に関する研究	新材料チーム		前		
18	河川氾濫の3Dハザードマップ作成技術に関する研究	寒地河川チーム		前		
19	高齢運転者を想定した道路付属物の評価手法に関する研究	寒地交通チーム		前		

前：事前評価（事前評価を実施した課題の開始年度を示している。実際に事前評価を実施した年度は、その1年度前になる。）

【基盤研究成果例】

微生物機能を活用した次世代地盤改良技術に関する研究		H23 ~ H25
達成目標	①現地微生物の活用も可能な微生物代謝活性化手法の提案 ②施工を考慮した微生物機能による地盤改良技術の提案	
成果	①微生物代謝を利用した土の固化への寄与が知られる特定の種類の外来種に依存しない改良技術を検討し、尿素分解作用の速度と継続時間が固化状況に大きく影響することを明らかにするとともに、これらを考慮した地盤改良に用いる微生物の効果の確認手法を提案した。 ②実施工を模擬した土槽実験により、地盤内に微生物や栄養塩を三次元的に注入して固化させる場合の課題や対応策について検討し、栄養塩等の注入ポイントからの注入流量、注入ポイント・揚水ポイントとの位置関係が固化状況に影響することを確認し、微生物や栄養塩の地盤内での滞留時間を確保することで効果的に地盤を固化させることができる可能性を明らかにした。	
成果の反映・社会への還元	平成 22 年度より連携機関等との研究情報交流の場として年に 1 回計 4 回のワークショップを開催し、産官学から毎回数十名が参加され、それぞれの研究成果や今後の方向性等、活発な議論を行い、今後の本分野の研究・技術開発の促進に貢献した。	

新しい低環境負荷土木材料に関する研究		H22 ~ H24
達成目標	①低環境負荷で土木用に利用可能な素材リスト ②低環境負荷材料の利用方法の提案 ③低環境負荷材料の環境負荷量の解明	
成果	①植物油、植物樹脂、バイオマスプラスチック、繊維類、リサイクル材などについて、土木利用の可能性のある素材を整理した。 ②低環境負荷な素材において、バインダ的利用と骨材的利用に着目し、その適用可能性について確認した ③他分野でも導入が始まっている植物由来の樹脂材料の利用を例として二酸化炭素排出量を評価し、強度等の性能が改善されれば排出削減が期待できることを確認した。	
成果の反映・社会への還元	「CO <sub>2</sub> 換算量共通原単位データベース」を活用した CO <sub>2</sub> 排出量の評価を行い、バイオマスプラスチックを用いた FRP の CO <sub>2</sub> 排出抑制効果の将来性を評価した。また、本研究の成果の一部は「舗装再生便覧」に反映した。	

表-1.1.7 内部評価委員会における基盤研究の評価結果

評価指標	基準値 (%)	評価指標値 (%)				備考
		H23	H24	H25	H26	
研究評価で「進捗状況」を「順調」と評価した評価委員の割合（中間評価）	80%	90.7	91.5	95.6	94.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「進捗状況」の選択肢は、「順調」、「やや問題あり」、「問題あり」の3段階。</li> <li>・年度別の対象課題数は、H23が9課題、H24が12課題、H25が30課題、H26が16課題。</li> <li>・年度別の評価指標値は、内部評価（中間評価）における各評価委員の研究課題毎の「順調」選択割合を中間評価実施年度別に平均した値。</li> </ul>
研究評価で「達成目標への到達度」を「達成」と評価した評価委員の割合（事後評価）※	80%	85.9	94.1	81.4	92.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「達成目標への到達度」の選択肢は、下記の4段階。 「本研究で目指した目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価される」（達成） 「本研究で目指した目標を達成できない部分もあったが、技術的貢献は評価される」 「技術的貢献は必ずしも十分でなかったが、研究への取り組みは評価される」 「研究への取り組みは不十分であり、今後、改善を要す」</li> <li>・年度別の対象課題数は、H23が27課題、H24が22課題、H25が35課題、H26が31課題。</li> <li>・年度別の評価指標値は、外部評価（事後評価）における各評価委員の研究課題毎の「達成」選択割合を研究終了年度別に平均した値。</li> </ul>

※評価指標値について、各年度の数値は事後評価を実施した課題の終了年度を示している。例えば、H26の数値については、平成26年度に終了した課題の評価結果を示している（評価委員会（事後評価）自体は平成27年度に実施している）。

### 中期目標達成に向けた見通し

国土交通省技術基本計画等関係する計画や行政ニーズの動向を勘案し、我が国の土木技術の着実な高度化や良質な社会資本の整備及び北海道の開発の推進の課題解決に必要な基礎的・先導的な研究開発を基盤研究として238課題、また、より新規性に富んだ研究開発を基盤研究（萌芽）として19課題実施した。

また、内部評価委員会における基盤研究の評価結果は、中間評価、事後評価ともに、23年度から26年度までの全ての年度で基準値80%を達成した。

27年度も引き続き、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した有機的な連帯等を考慮し、基礎的、先導的な研究開発を計画的に実施することで、中期目標の達成は可能であると考えている。