

# 国立研究開発法人土木研究所 – 平成27年度業務実績等報告書 –

## 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 .....	4
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
4. 外部評価委員会での全体講評 .....	96
②基盤的な研究開発の計画的な推進.....	102
1. 基盤研究の実施 .....	103
(2) 研究開発を効率的・効果的に進めるための措置 .....	115
①他の研究機関との連携等.....	115
1. 共同研究の実施 .....	116
2. 国内他機関との連携協力 .....	126
3. 海外機関との連携協力 .....	129
4. 国内研究者との交流 .....	131
5. 海外研究者との交流 .....	132
②研究評価の的確な実施.....	135
1. 研究評価 .....	137
2. 評価体制 .....	139
3. 平成27年度に実施した研究評価 .....	144
4. 平成27年度の研究に対する研究評価 .....	148
5. 第2期中期計画の重点プロジェクト研究に対する追跡評価の実施 .....	149
③競争的研究資金等の積極的獲得.....	150
1. 競争的研究資金等外部資金の獲得 .....	151
(3) 技術の指導及び成果の普及 .....	161
①技術の指導.....	161
1. 災害時における技術指導 .....	162
2. 土木技術全般に係る技術指導 .....	169
3. 北海道開発の推進等に係る技術指導 .....	173
4. 技術委員会への参画 .....	177
5. 研修等への講師派遣 .....	180
6. 研修会・講習会等の開催 .....	182
②成果の普及.....	184
ア) 技術基準及びその関連資料の作成への反映等.....	184
1. 研究成果の技術基準類への反映 .....	184
イ) 論文発表等.....	191
1. 論文発表 .....	192
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.....	199
1. メディア等を通じた情報発信 .....	201
2. 公開実験 .....	206
3. 研究所講演会等、各種講演会の実施 .....	207

4. 一般市民を対象とした研究施設の公開等	213
5. 重点普及技術の選定	216
6. 土研新技術ショーケース	221
7. その他の普及活動	227
③知的財産の活用促進	240
1. 知的財産権の取得	241
2. 知的財産権の維持管理	243
3. 知的財産権の活用	245
4. 知的財産に関する講演会等の開催	251
5. 成果物等を対象とした新たな規程の検討	251
(4) 土木技術を活かした国際貢献	253
①土木技術による国際貢献	253
1. 海外への技術者派遣	254
2. JICA 等からの要請による技術指導	255
3. 国際的機関の常任・運営メンバーとしての活動	260
4. 国際会議等での成果公表	262
5. 土木技術の国際基準化への取り組み	262
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	266
1. スペシャルトピック	268
2. 研究活動 - 「革新的な研究」 -	269
3. 研修活動	271
4. 情報ネットワーク	275
5. 現地実践活動	280
6. アウトリーチ活動	282
(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	287
1. 国土交通省等の技術系職員の受け入れ	288
2. 専門技術者とのネットワーク	289
3. 地域技術力の向上	291
4. 地域における産学官の交流連携	298
5. ナレッジデータベースの活用	301
6. 新技術活用のための活動	301
7. 技術的問題解決のための受託研究	304
<b>2. 業務内容の高度化による研究所運営の効率化</b>	<b>307</b>
(1) 効率的な組織運営	307
①柔軟な組織運営	307
1. 効率的なプロジェクト研究の推進	308
2. 研究ユニット	309
3. 先端材料資源研究センターの設立	309
②研究支援体制の強化	311
1. 研究支援部門の連携	311
(2) 業務運営全体の効率化	315
①情報化・電子化の推進等	315
1. 情報セキュリティの強化	316

2. 業務の電子化の推進 .....	317
3. 事務処理の簡素化・合理化 .....	318
4. アウトソーシングの推進 .....	319
5. 外部の専門家の活用 .....	320
6. 内部統制の充実・強化 .....	321
7. 自己収入の適正化と寄付金受け入れ拡大 .....	323
②一般管理費及び業務経費の抑制 .....	325
1. 一般管理費及び業務経費の抑制 .....	326
2. 契約の適正化 .....	327
<b>3. 予算、収支計画及び資金計画 .....</b>	<b>331</b>
<b>4. 短期借入金の限度額 .....</b>	<b>338</b>
<b>5. 不要財産の処分に関する計画 .....</b>	<b>339</b>
<b>6. 重要な財産の処分等に関する計画 .....</b>	<b>340</b>
<b>7. 剰余金の使途 .....</b>	<b>341</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>342</b>
(1) 施設及び設備に関する計画 .....	342
1. 施設、設備の効率的な利用 .....	343
2. 施設の整備・更新 .....	348
(2) 人事に関する計画 .....	350
1. 必要な人材の確保と職員の資質向上 .....	352
2. 人件費 .....	355
<b>参考資料 .....</b>	<b>357</b>

## 参考:コラム目次

- P124 低燃費舗装の開発
- P125 水産有用種の効率的な増養殖に向けた共同研究
- P128 気象影響防御技術の研究開発に関する連携協定を締結
- P130 国立釜慶大学地質環境研究所及びインドネシア公共事業省道路工学研究所との連携協定に基づく活動
- P133 フランス IFSTTAR から研究者が来訪、最新の建設材料研究に関する意見交換を実施
- P159 科学技術に関する国家的プログラムである「戦略的イノベーション創造プログラム」への参画
- P165 口永良部島の噴火に伴う土石流調査における土木研究所の技術支援
- P166 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による鬼怒川決壊における土木研究所の技術支援
- P167 北海道内の土砂災害に対する技術指導
- P168 国道 107 号（西和賀町）の土砂災害に関する技術指導
- P171 地下水排除施設遠隔点検手法の実演・技術指導と普及
- P172 「道路メンテナンス技術集団」による「直轄診断」
- P175 良好な景観の形成や道の駅の機能向上など、まちづくりに関する講演、技術指導
- P176 妹背牛町における大区画圃場の水管理、地下灌漑手法等の技術指導
- P178 積雪寒冷地における舗装技術検討委員会
- P179 札内川技術検討会への参画
- P181 除雪機械技術講習会等への講師派遣について
- P188 「下水道技術ビジョン」の策定、推進にかかわる委員会へ参画
- P189 「北海道の道路緑化指針（案）」改訂版と「道の駅の防災機能を高める手引き（案）」を作成
- P197 『インドネシア・アンボン島の天然ダム決壊に備えた住民の能力強化』が第 7 回世界水フォーラム「Water Showcase」において「Outstanding Award（優秀賞）」を受賞
- P205 「吹雪の視界情報」や暴風雪災害の対応についてメディアで情報発信
- P206 千代田実験水路における公開実験
- P226 土研新技術ショーケース 2015 における新たな取り組み
- P230 道路の老朽化対策に関する『研究施設見学会』の開催
- P233 寒地土木研究所「開発技術説明会」の開催
- P234 「寒冷地用塗料マニュアル（案）」の作成と普及に向けた取り組み
- P238 ワイヤロープ式防護柵の導入事例増加
- P243 「水路の更生方法（特許第 5740521 号）」に関する特許登録
- P250 活用が進む「Aki（アキ）-Mos（モス）」
- P257 2015 年ネパール大地震に対する震災復興支援
- P258 ジャカルタで開催されたセミナーにおいて災害管理に関する研修講師を務めました
- P259 極東都市環境セミナーで講師を務めました
- P261 世界道路協会（PIARC）TC24 冬期サービス委員会の委員として活動
- P264 ISO TC35/SC14（塗料およびワニス / 鋼構造物の塗装仕様）への取り組み
- P284 「第 2 回 国連水と災害に関する特別会合」テクニカルセッションの共催
- P285 アジアの洪水常襲地帯での洪水危機管理計画の作成支援活動に対して感謝状を受贈
- P296 河川環境シミュレーションツール（EvaTRiP）に関する研修を実施
- P297 「海岸護岸における防波フェンスの波力算定法」の普及活動
- P300 地域の道路系官公庁技術職員を対象とした技術力向上の取り組み（寒地技術講習会）
- P305 路面すべり特性の評価に関して受託研究を実施

# 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。

#### 年度計画

中期計画に示す16のプロジェクト研究については、別表-1のとおり重点的かつ集中的に実施する。なお、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、1 (2) ②に示す評価を受けて速やかに実施する。

また、別表-2に示す課題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。

プロジェクト研究及び重点研究に対して、中期目標期間における研究所全体の研究費のうち、概ね75%以上を充当し、研究成果について、国土交通省の地方整備局、北海道開発局等の事業に的確に反映させるよう努める。

さらに、東日本大震災からの復興と大震災の教訓を踏まえた国づくりに資するための研究開発や、近年多発している大規模土砂災害の発生危険予測技術の開発を推進するなど、社会的要請に対して機動的に実施する。

なお、平成27年度は中期計画の最終年度であることから、次期中期計画において重点的かつ集中的に実施する研究について、そのテーマや内容を検討する

※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(積雪寒冷に適応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。

※別表-1は、本報告書の巻末の参考資料-3に示す『別表-1 27年度に実施するプロジェクト研究』である。

※別表-2は、本報告書の巻末の参考資料-3に示す『別表-2 27年度に実施する重点研究』である。

## ■年度計画における目標設定の考え方

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。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。



図-1.1.1 中期計画の目標と重点的研究開発課題

## ■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	H27
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%	93.4%

## ■平成 27 年度における取り組み

### 1. プロジェクト研究および重点研究の実施

平成 27 年度は表-1.1.1 に示す 16 のプロジェクト研究と表-1.1.4 に示す重点研究を実施した。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 75.0% 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。

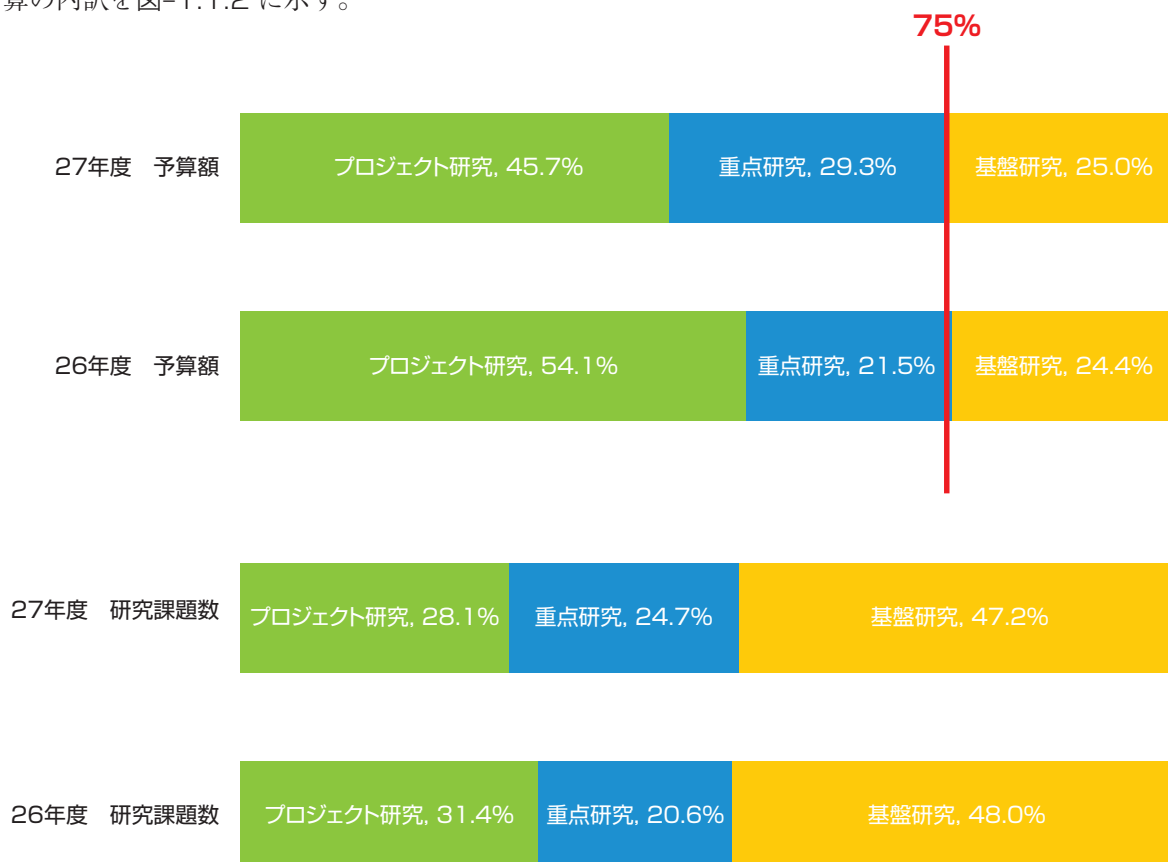


図-1.1.2 研究課題および研究予算の内訳



## 2. プロジェクト研究の概要と研究成果

平成 27 年度に実施している 16 のプロジェクト研究には個別課題が設定されており、平成 26 年度までに 90 課題を実施している。平成 27 年度で終了した個別課題 81 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 93.4%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構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
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-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
	⑤社会資本の機能の増進・長寿命化に関する研究	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
		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
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-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)
		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 (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

本研究成果に関連する基準書、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。

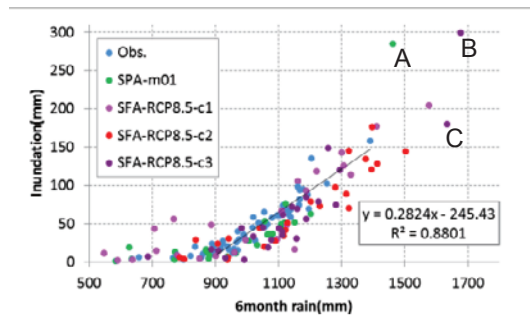
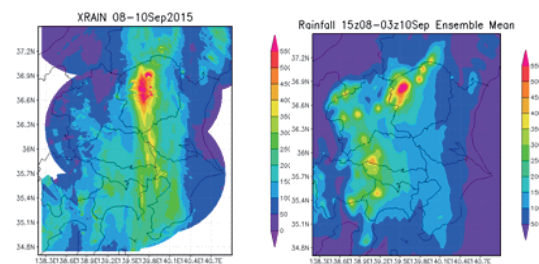


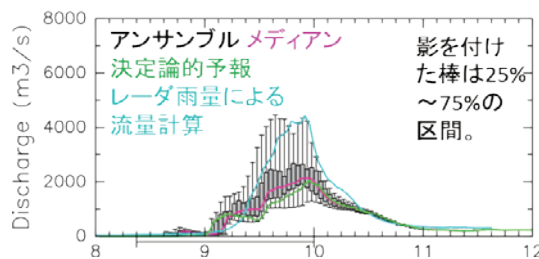
図-1.1 6ヶ月雨量と年最大氾濫量の関係  
(チャオプラヤ流域)

(図の線形関係は、水色で示す、観測雨量データとそれをRRIに与えて得られた氾濫量とは良い相関関係が得られている)



レーダ雨量 アンサンブル平均

図-1.2 2015年9月鬼怒川洪水時の総降雨量



※RRI モデルによる流量計算

図-1.3 アンサンブル降雨予測と洪水予測  
(2015年9月鬼怒川洪水)

## ■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

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

チャオプラヤ川流域等を対象に、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た。チャオプラヤ川流域では、2011年規模相当の150mm程度の水高換算（洪水氾濫量/流域面積）の再現期間は、指数分布を用いると現在気候で31年、将来は10～11年になった。6ヶ月雨量と年最大氾濫量の関係は現在気候、将来気候ではほぼ0.3程度の勾配の線形関係にあるが、6ヶ月雨量の大小に係わらず、A,BとCのように雨季末期の降雨特性の違いによっても、年最大氾濫量に大きな差が生じていた（図-1.1）。

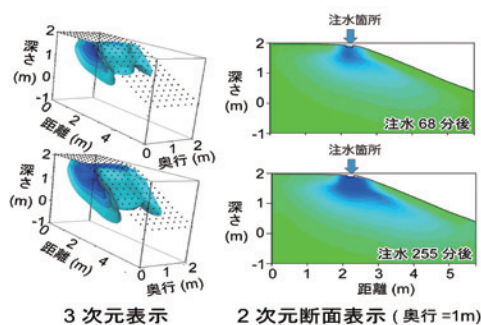


図-1.4 堤体内浸透過程の経時変化モニタリング例

### 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月の九州北部豪雨及び2015年9月の鬼怒川洪水を対象に、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。その結果、九州北部豪雨では24時間前、鬼怒川洪水では21時間前の時点で洪水発生の可能性を示した（図-1.2,1.3）。さらにRRIモデルを改良し国内の流域では国土地理院の基盤地図情報のデータからモデル作成が可能になり、国内外の流域では土壌分類及び土地被覆分類の全球データから対象流域の水文パラメータを自動的に決定可能となった。

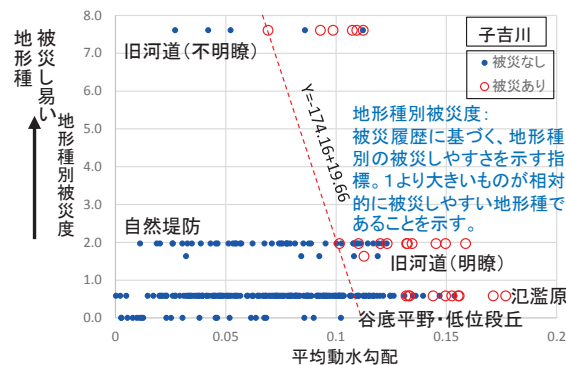


図-1.5 平均動水勾配と地形種ごとの基盤漏水被災実績を考慮した浸透安全性評価の例

### ③堤防の浸透安全性及び耐震性の照査技術の開発

高速比抵抗探査システムを用いて堤体内への降雨浸透過程を3次元で可視化する技術を開発した。これにより堤体内の不飽和透水特性の空間分布を詳細に推定する原位置試験法の実現が可能となった（図-1.4）。

モデル河川において基礎地盤の浸透安全性評価指標の有効性を確認し（図-1.5）、これを含む堤防基礎地盤の浸透安全性調査・評価手法を提案した。

堤防の浸透（内部侵食等）については、土質材料や浸透による水圧分布を考慮した評価手法を提案した。また、堤体及び基礎地盤の液状化による沈下を、堤体及び基礎地盤の液状化による沈下をより精度良く解析手法を提案し、河川構造物の耐震性能照査指針に反映させた。さらに、構造物周辺堤防については、函体周りの空洞や連通試験の結果を活用した評価手法を提案した（図-1.6）。

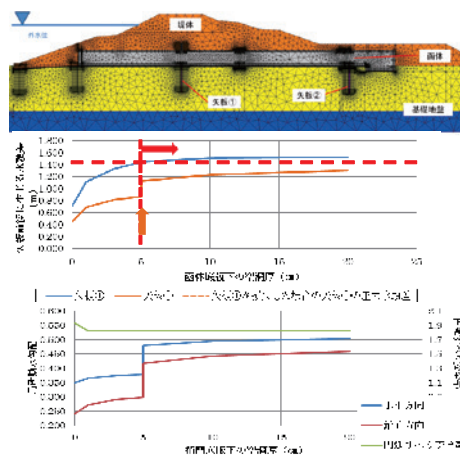


図-1.6 構造物周辺堤防の評価例

#### 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

洪水時に発生する盤膨れ対策の1つとして、堤内地側で基礎地盤の水を穏やかに抜く工法を提案し、マニュアルとしてとりまとめた。また、液状化対策に関わる検討成果を反映した「河川堤防の液状化対策の手引き」をとりまとめた(図-1.7)。

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、水理設計手法に関する基本的考え方を取りまとめた(図-1.8)。また、津波が河川に遡上した場合の河川堤防等の構造設計手法および被害軽減対策を提案する「津波に対する河川構造物等の被害軽減対策設計手法の手引(案)」を作成した。

これらの手引きによって、システムとしての河川堤防の安全性確保等に貢献する。

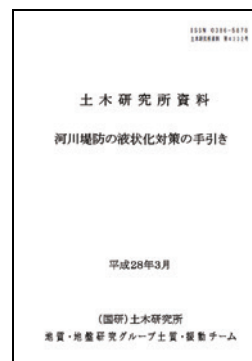


図-1.7 河川堤防の液状化対策の手引き

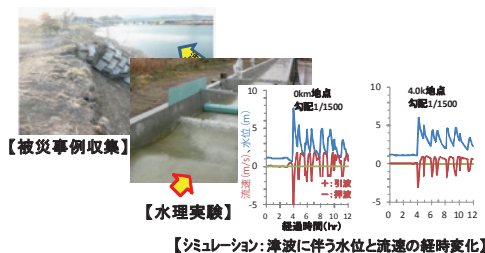


図-1.8 検討手法と検討結果の一例

#### ⑤途上国における水災害リスク軽減支援技術の開発

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、コミュニティレベルでの洪水ハザードマップの作成を行った(図-1.9)。また、特に水害リスクの高いコミュニティを対象として、時系列での浸水状況に応じて行うべき情報伝達、避難、救援活動などの対策をまとめた「大規模洪水危機管理計画」の作成支援を行った。これらの計画作成手法を対象地区以外のコミュニティとも共有するため、コミュニティの災害応担当者を招いたワークショップを開催し、約100名の参加者とともにも計画作成手法を共有した(図-1.10)。また、提案手法を他の地域にも普及させることを目的として、モデル地区での活動を取りまとめた「地域BCP作成マニュアル」を作成するとともに、国・州等の関係機関職員を招いたワークショップをマニラ市内で開催した。これらの成果に対して、カルンピット市長より感謝状を贈呈された。

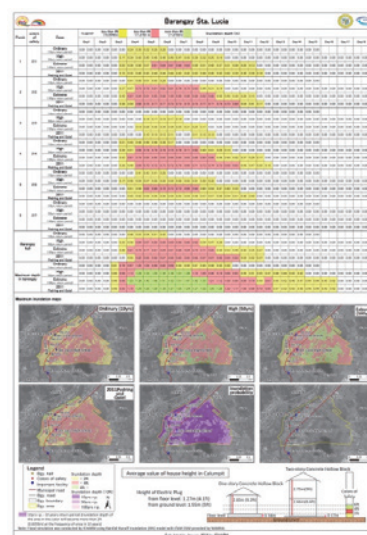


図-1.9 コミュニティの洪水シナリオ  
(上段：浸水チャート、下段：ハザードマップ)



図-1.10 カルンピット市でのワークショップ

## 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) 大きな進歩がみられた。成果の実装への取り組みが望まれる。
- 2) 目標達成、成果の発表、普及ともに十分評価できる。
- 3) 質・量ともに優れた成果をあげていると認められる。
- 4) 全体として成果が出ており、社会への貢献が行っている。
- 5) 全体としては、多くの成果発表が実施されているが、個別課題によってややばらつきがみられる。より国外への発信を期待したい。
- 6) 研究発表の数については、個別課題毎にバラツキがあるように見える。報告等が多い個別課題については、これから内容を高め、査読付論文として世に出してほしい。評価委員会での論文成果の公表状況の示し方は、フォーマットの改善を望む。

### ●今後の対応

- 1) ～ 4) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動・情報発信、各種技術基準等への反映等を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 5) ～ 6) 本プロジェクトでの成果については、国内外への査読付論文の発表など、成果の公表に努めてまいりたい。

## 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、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(案)、道路斜面管理におけるアセットマネジメント手法等の整備により、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

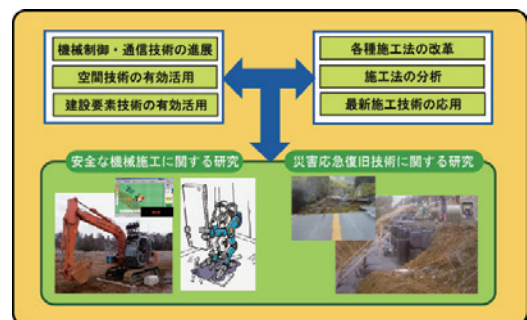


図-2.3 「大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築」の概念図

## ■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

### ①大規模土砂災害等の危険箇所を抽出する技術の構築

深層崩壊の発生のおそれのある斜面の抽出技術やひずみ率など地形特性等から斜面の危険度を評価する方法を提案したほか（図-2.4）、起伏量に基づき低開析の火山地域の土石流危険渓流の調査手法を提案した。

東北地方太平洋沖地震により発生した地すべり地や、融雪・豪雨を誘因として発生した地すべりの現地調査や土質試験及び発生事例の統計的解析を行った。この結果、流動化して長距離移動する地すべりの地形、地質的な特性を把握した。これらを踏まえ、その到達範囲の上限を設定する手法を提案した（図-2.5）。

凍結融解による岩石の強度低下比、凍結融解サイクル数、凍結最低温度などから岩盤斜面の安定性能曲線を作成し、岩盤斜面が崩落するまでの年数を推定した。実験値と推定値を比較した結果、おおむね経過年数に応じた安全率の低下を予測できるようにした。（図-2.6）

東北地方太平洋沖地震災害の分析を行うとともに、平成20～22年度災害の分析結果と併せた災害弱点箇所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。

中長期目標期間の成果として、深層崩壊の危険斜面の危険斜面抽出手法、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、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（案）、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した。

### ②大規模土砂災害等に対する対策技術の構築

火山噴火に起因する土砂災害の被害範囲の推定のため、降灰後の土石流のパラメータ推定に資する高精度の土石流観測技術、噴煙柱の崩壊により発生する火砕サージの到達範囲を推定する計算モデル、融雪量を精度よく再現可能な蒸発熱を考慮した融雪モデルを開発した。

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・衝撃载荷実験を実施し、その挙動について検討を行った。さらに、過

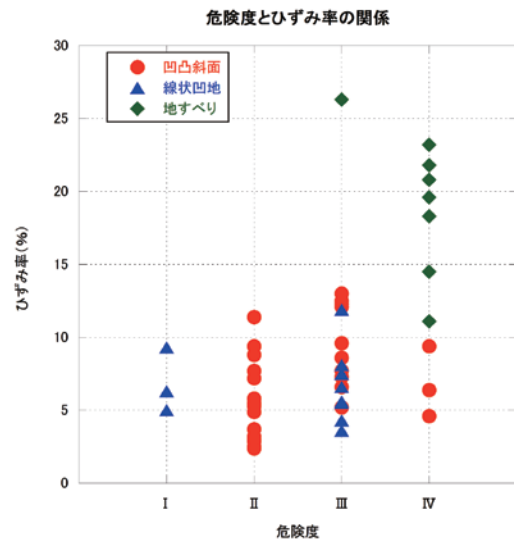


図-2.4 深層崩壊の発生危険度と地形区分に応じたひずみ率

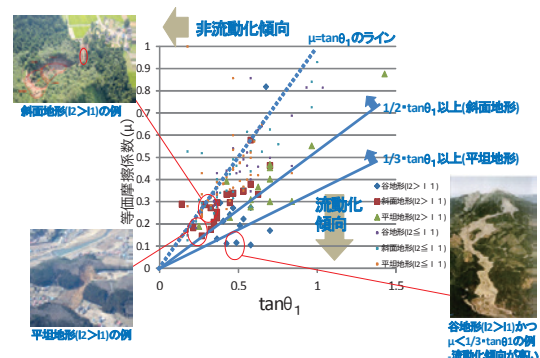


図-2.5 流動化する地すべりの到達範囲

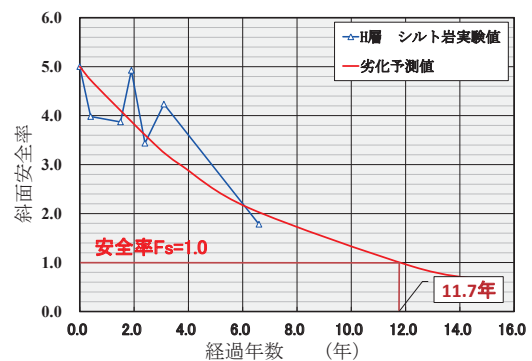


図-2.6 岩盤斜面の安定性能曲線図

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-2.7)。

中長期目標期間の成果として、火山噴火に起因する土砂災害の緊急調査技術、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を提案した。

### ③大規模土砂災害に対する応急復旧技術の構築

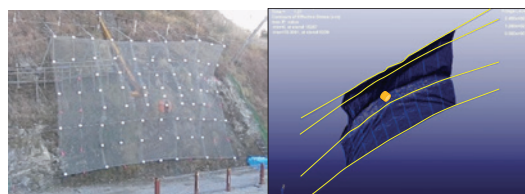
土砂災害を対象とした大型土のうを存置した復旧工法について、地整職員等災害復旧関係者のヒアリングを踏まえた実際の現場の施工条件を考慮した動的遠心実験を実施し、復旧方法を検証した。模型実験の結果を踏まえ、試験フィールドにおいて実大規模の復旧盛土を構築し、施工性や交通荷重等による影響を検証した (図-2.8、図-2.9)。

また、視野角を考慮した映像システムといった無人化施工の作業効率向上に向けた支援システムを提案し、作業効率が従来技術と比較して3割程度の向上が図ることができた (図-2.10)。

中長期目標期間の成果として、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 (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)、大型土のうを用いた災害復旧対策工法施工の手引き (案) を作成した。



大型衝撃载荷実験状況



実規模実験状況 数値解析結果例

図-2.7 落石防護網の実験状況と数値解析



図-2.8 実大実験による施工状況

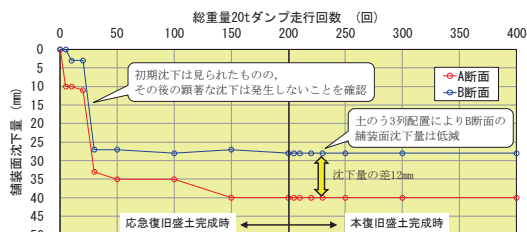


図-2.9 走行試験時の舗装面沈下量



図-2.10 視野角を考慮した映像システム



## 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) 多くの成果が出ており、今後、実務に反映させる努力を期待する。
- 2) 自然災害は国際的にも共通の課題であるので成果の海外への一層の反映が望まれる。
- 3) アカデミックな研究だけでなく重要な課題研究を含んでおり、今後の社会への普及を期待する。
- 4) 全体として十分な成果が得られており、技術の普及が進んでいる。さらなる発展を期待する。
- 5) 多岐にわたり、優れた成果をあげており、実装にも精力的に取り組んでいる。
- 6) 査読付論文以外での成果の公表も重要な事であろう。

### ●今後の対応

- 1) ～ 5) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 6) 地整職員や民間の技術者が集まる研修や会議の場で、わかりやすく技術を説明するなどPRしていきたい。

## 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保するために、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保できるようにし、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。

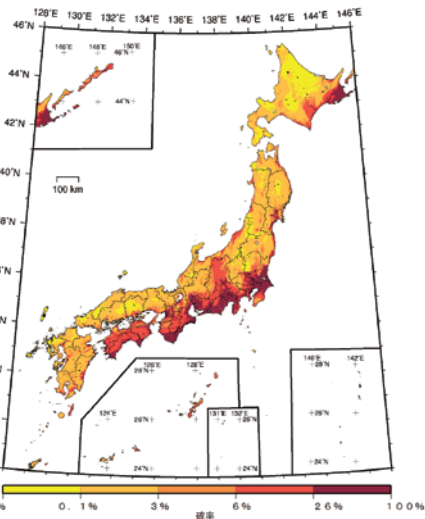


図-3.1 2012年から30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率分布  
(地震調査研究推進本部による)



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（平成 27 年度の成果は下線部）

### 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）。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等を把握した（図-3.5）。また、载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。これらの検討結果をもとに、津波の影響に対する損傷制御式支承及び津波の影響を受けにくくする構造手法の提案を行い、その効果を実験的に検証した。

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（図-3.6）。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。

多数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に関する新たな評価式を提案した（図-3.7）。強震記録の分析に基づき、地中せん断応力分布の推定方法を提案した。液状化強度及び地中せん断応力に関するこれらの提案手法を既往の液状化・非液状化事例に適用することによりその妥当性を検証し、新しい液状化判定法として提案した。

### ② 多様な耐震性能に基づく限界状態の提示

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。

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载荷実験や場所打ち杭模型の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-3.8）。杭基礎の耐荷特性を考慮した限界状態を設定し、動的解析を用いた道路橋基礎の耐震性能評価手法を開発した。

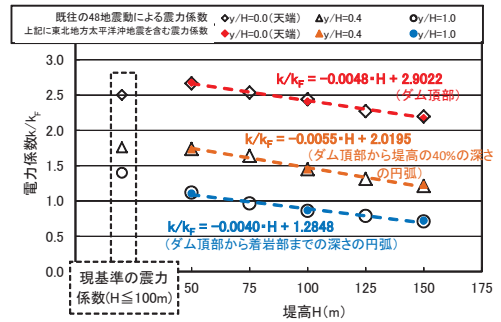


図-3.4 堤高と提案した震力係数の関係



図-3.5 津波作用の検討のための実験装置



図-3.6 排水効果に関する模型実験（のり尻部の浸透崩壊）

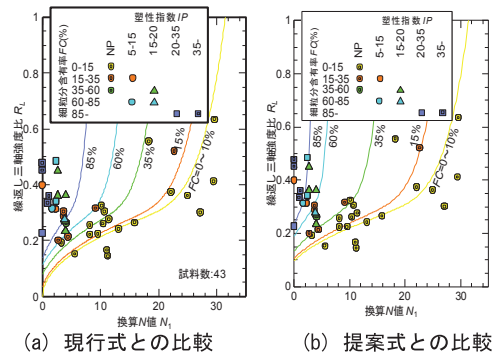


図-3.7 細粒分を含む砂の液状化強度試験結果と新たな液状化強度評価式の提案



図-3.8 古い基準で作られた場所打ち杭の耐力特性・変形特性の把握

### ③耐震性能の検証法と耐震設計法の開発

山岳トンネルの耐震対策として内巻き補強を行った場合の効果等を模型実験により確認するとともに（図-3.9）、新設及び既設の山岳トンネルにおける耐震対策の選定手法に関して、基本的な考え方を提案した。事例分析、解析等をもとに地震時に不安定となりやすい地盤条件を判定するための調査方法及び判定手法をまとめた。また、地盤変状が発生した際の斜面上の杭基礎への影響を遠心実験により明らかにし（図-3.10）、地盤変状を受ける道路橋の耐震安全対策ガイドラインを提案した。排水性の低い粘性土を用いた集水地形上の盛土について、遠心力载荷模型実験により新設時の締固め管理等の条件による耐震性への影響や、背面地山からの長期的な侵入水の影響により高い水位状態にあり施工直後で短期的な排水効果が期待できない場合に対する、大型ふとんかごによるのり尻補強工の抑え対策効果（図-3.11）を確認し、その設計方法を提案した。再開発時の施工過程を考慮した応力解析により、再開発ダムの常時の応力状態及び大規模地震時の応力状態や損傷過程を推定した（図-3.12）。また、ダムコンクリートの強度特性について繰返し载荷による影響を室内試験により確認した。これらの検討結果をもとに、再開発ダム等の耐震性能照査方法を提案した。耐震設計、耐震補強に関する技術開発は、平成23年東日本大震災の発生、国土強靱化基本法（H25.12）、国土強靱化基本計画（H26.6）の制定などから、早急な対応が求められており、得られた成果は、基準類への反映の提案や、土研発刊の資料として公表を行い、現場での実務に活用される。



(a) 補強なし (b) 補強あり

図-3.9 内巻き補強したトンネル覆工の模型実験

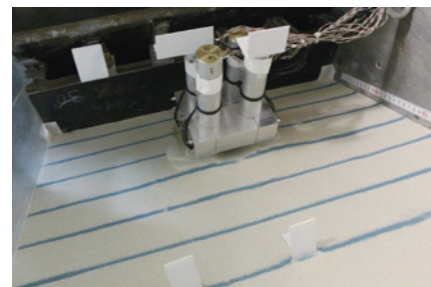
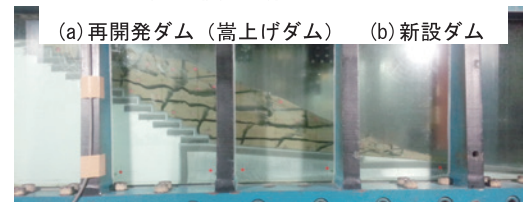
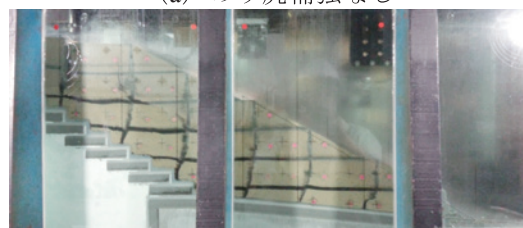


図-3.10 地盤変状が杭基礎に及ぼす影響に関する遠心模型実験



(a) 再開発ダム（嵩上げダム） (b) 新設ダム



(a) のり尻補強なし (b) のり尻補強あり

図-3.11 のり尻補強工の遠心力载荷模型実験

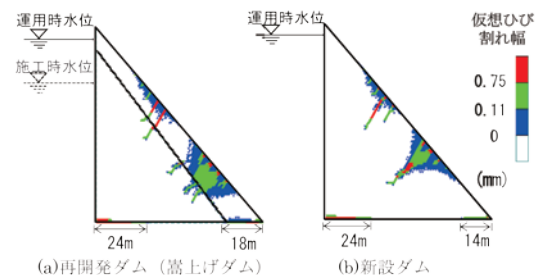


図-3.12 大規模地震時における堤体コンクリートの引張軟化範囲の推定例

## 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) 多くの成果が出ている。その成果を実務あるいは現場に反映する努力が今後とも期待される。
- 2) 成果は、マニュアル、指針にも多く組み込まれており評価できる。課題によっては、成果の国際的発信も考慮すべきである。
- 3) 研究成果の発表が十分な研究課題もあるが、さらに査読付き論文への投稿により専門家からの評価を受けた上で、基準への反映を考えることを意識することも必要と思われる。

### ●今後の対応

- 1) 技術基準類への提案あるいは技術相談・技術指導を通じ、成果の現場での実務への活用・普及に努めて参りたい。
- 2) 国際会議での発表や国際ジャーナルへの投稿等、成果の国際的な発信に努めて参りたい。
- 3) 基準類の根拠ともなる研究成果に関しては、査読付きの論文への投稿を意識して取り組んで参りたい。

## 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。

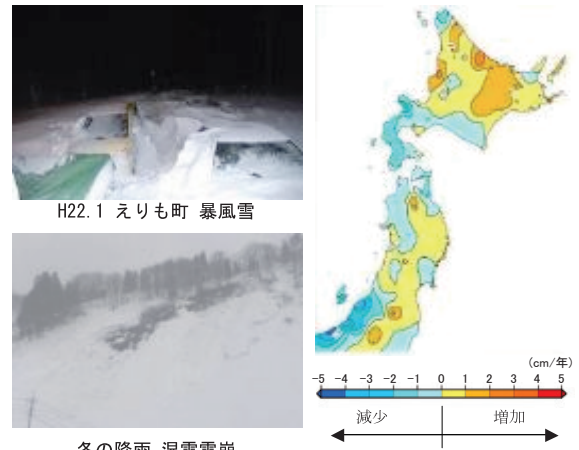


図-4.1 激甚化する雪氷災害

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

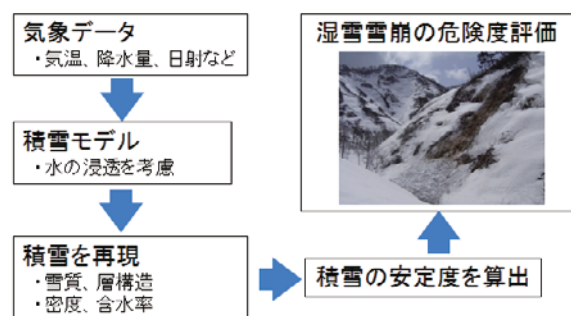


図-4.5 湿雪雪崩の危険度評価技術の開発

## ■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

### 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）。

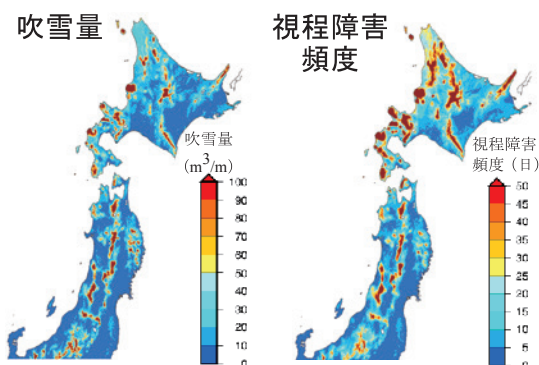


図-4.6 近年の雪氷気候値の分布図

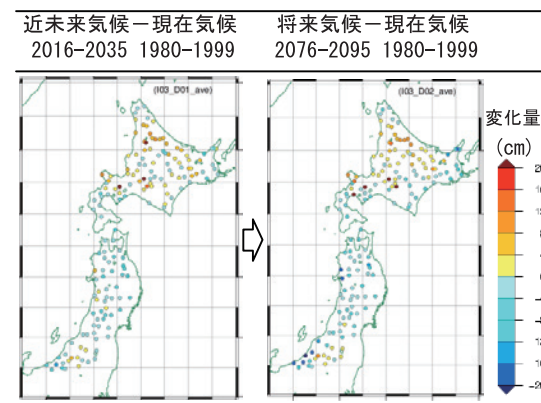


図-4.7 24時間最大降雪量の年代ごとの変化量

### 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箇所での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」サイトを改良した。さらに、暴風雪警報発表中の情報の使われ方を分析し、利用頻度の高いリンク先を追加し（図-4.9）、試験運用を行うことにより、ドライバーの冬道での安全を支援した。

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、路側に雪堤が発生しやすいと考えられる防護柵が存在する箇所であることなど、沿道環境条件の吹雪危険度への影響度を定量的に明らかにした。これらの結果を基に、道路吹雪対策マニュアルに示されている吹雪危険度の評価項目や評点についての改良案（表-4.1）や風向の考慮方法を提案した。さらに、移動気象観測車を活用し連続的に吹雪危険箇所を評価するための指標、移動気象観測を実施する際の適切と考えられる気象条件、観測の回数や区間延長などを提案した。

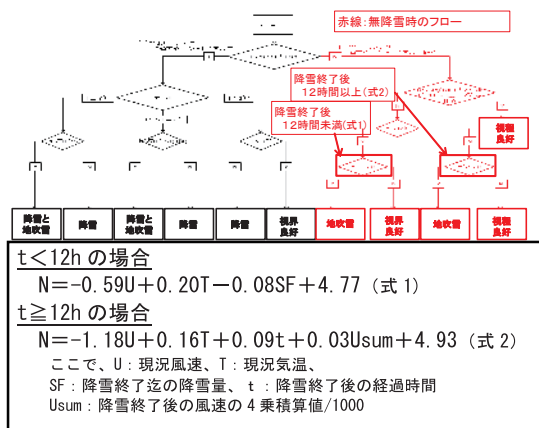


図-4.8 吹雪視程の計算フロー



図-4.9 「吹雪の視界情報」サイト

### 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 吹雪危険度の視程障害要因(拡大要因)の改良内容

(現行)		
項目	基準値	評点
地形の急変箇所 (切盛境、沢筋など)	小規模または部分的	2
	大規模または連続的	3
盛土のり勾配	1:2未満	3
カーブ区間 (曲率半径)	あり	1
	200m未満	2
	100m未満	3
トンネル坑口、 橋梁端部、立体交差点	あり	3
(改良案)		
項目	基準値	評点
風上側平坦地の長さ	平坦地あり	2
	100m以上	4
	300m以上	6
切盛境及び沢筋等の地形急 変箇所、トンネル坑口、橋 梁端部、立体交差点	あり	2
防護柵	あり	2
カーブ区間、交差点 (曲率半径)	あり	1
	200m未満(カーブ)	2



図-4.11 積雪断面観測による水の浸透状況

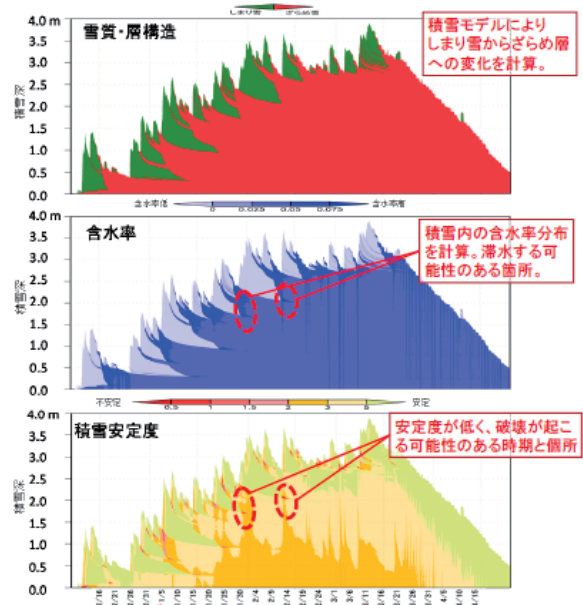


図-4.12 積雪モデルを用いた雪質・層構造、含水率、積雪安定度の計算結果(2002 - 2003年、新潟県糸魚川市柵口)



## 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) 実用に供し得る成果が出ている。
- 2) 全体として優れた成果が出ており社会実装への取り組みも卓越している。
- 3) 多くの成果が出ており、成果の普及も進んでおり優秀である。
- 4) 論文数（査読付）はややもの足りない感もあるが、社会への情報発信は積極的に実施されており評価できる。
- 5) 社会へ向けた取り組みが既に進められており、さらなるPRを期待する。
- 6) 海外においても使用できる様に、取り組みを期待する。

### ●今後の対応

- 1) ～ 4) ご期待にそえるよう、研究成果の最大化を目指してさらなる成果の普及に努めて参りたい。また本研究で得られた成果については今後とも査読付き論文への投稿に取り組んで参りたい。
- 5) 得られた成果や取り組みについては、寒地道路連続セミナーなど主催講演会、あるいは国や自治体主催の各種講習会を通じた告知・普及を行うとともに、機会ある毎にテレビ・新聞等のマスメディアを通じた発信などに取り組んでいるところであり、今後とも積極的なPRに努力したい。
- 6) 雪氷現象やその対策については、気象、降積雪量、雪質、生活習慣などが各国、各地域で異なるため、そのまま海外に技術移転することが困難な場合も多いが、海外での発表など現地技術者との交流できる機会を通じて引き続き研究成果の発信に努めて参りたい。

## 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。

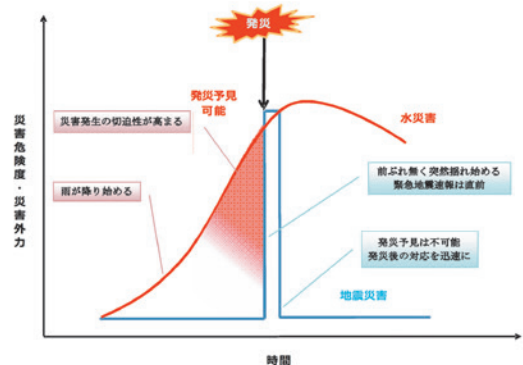


図-5.1 時間の経過により増大する災害危険度のイメージ

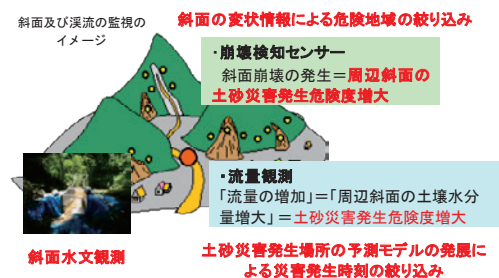


図-5.2 リアルタイム計測情報による災害危険度情報作成方法のイメージ

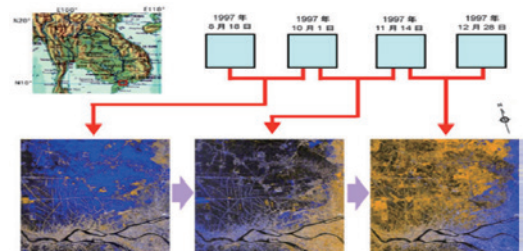


図-5.3 人工衛星を用いた広域洪水氾濫域モニタリングのイメージ

■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

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）。

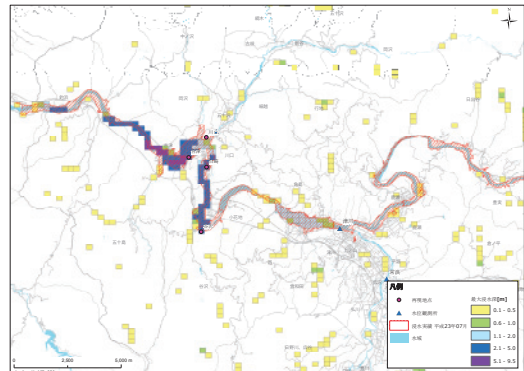


図-5.4 阿賀野川における改良後モデルによる最大浸水区域（平成23年7月新潟・福島豪雨による洪水）

中長期目標期間終了時の成果として、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（洪水ホットスポット）を特定する手法を提案した（図-5.5）。また、町の防災担当者にヒアリングを行い、リアルタイムの氾濫状況に対応できる情報の収集および活用手法の方向性を整理した。

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。また土砂移動と明瞭な関係をもつ水文情報（濁度・流量）を確認するとともに、溪流毎に土砂移動が発生した時刻を記録する土砂移動時刻ロガーを開発した（図-5.6）。加えて、マルチエージェントシステムを用いて避難に要する時間を推定し、効率的に避難させるための問題点（例えば、特定箇所への避難者の集中など）を明確化できることを確認した。これら2つの手法を組み合わせて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。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。これまで導入した融雪計算機能等を用いて、パキスタン、インダス川をモデルとした検証を行い、融雪を考慮することで河川流量シミュレーションの再現性が向上することを確認した（図-5.7）。こうした検証を踏まえて、さらなる機能改良の方向性を整理した。また、IFASの主要な流出解析エンジンである土研分布型流出解析モデルについて、CommonMP（Common Modeling Platform for water-material circulation analysis: <http://framework.nilim.go.jp/>）上で動作する要素モデルを開発した（図-5.8）。

地区名	パターン1 H23実績降雨	パターン2 H23実績降雨×2.5	パターン3 H23実績降雨 対川原備基本方針	パターン4 H23実績降雨×2.5 対川原備基本方針	パターン5 ゲリラ豪雨 平常改善量	点数	総合評価
地区A	A	A	A	A	A	15	A
地区B	C	C	C	C	C	5	C
地区C	C	B	C	B	B	8	B
地区D	B	B	B	A	G	10	A
地区E	C	C	C	C	C	5	C
地区F	B	A	A	A	C	12	A
地区G	C	C	C	C	C	5	C
地区H	B	B	B	B	B	10	A
地区I	C	B	C	B	B	8	B
地区J	C	C	C	C	C	5	C
地区K	C	B	C	B	C	7	B
地区L	C	C	C	A	C	7	B
地区M	C	C	C	C	C	5	C
地区N	C	C	C	B	C	6	B
地区O	C	C	C	C	C	5	C
地区P	C	C	B	A	C	8	B
地区Q	A	B	A	A	C	12	A
地区R	B	B	B	B	C	9	B
地区S	C	A	A	A	C	11	A

A 10点以上  
B 6~10点  
C 6点未満

図-5.5 社会的に重大な影響が懸念される地域（洪水ホットスポット）の特定の例

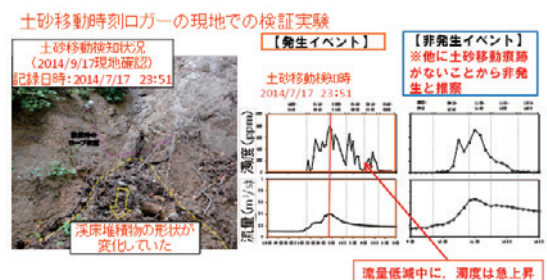


図-5.6 土砂移動時刻ロガーの検証実証

### 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

復旧活動支援等への実利用システムの検討に関して、被害規模および水理量推定技術の一連のプロセスを作成し、早期被害の把握と緊急対策を支援する手順・手法をとりまとめた提案を行った（図-5.9）。過去の洪水災害（タイ国チャオプラヤ川の2011年大洪水）を事例に、災害発生から災害情報提供まで一連のプロセスを適用した。洪水の規模とデータ可用性を考慮した後、MODIS（中分解能撮像分光放射計）データを活用し、洪水氾濫・浸水状況の時系列変化が把握できる準リアルタイム（1日から一週間遅れ）のモニタリング情報と連携した動的洪水マップ（氾濫域、浸水深等）を作成した（図-5.10）。

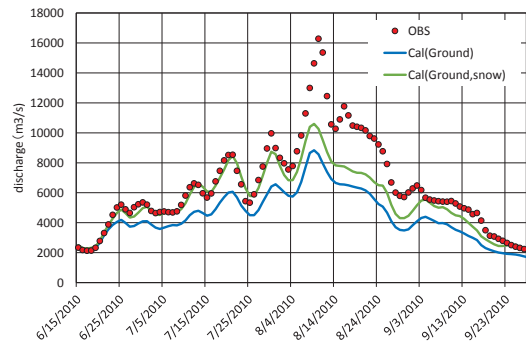


図-5.7 IFAS による融雪量の計算結果（インダス川・Pertab Bridge 地点）

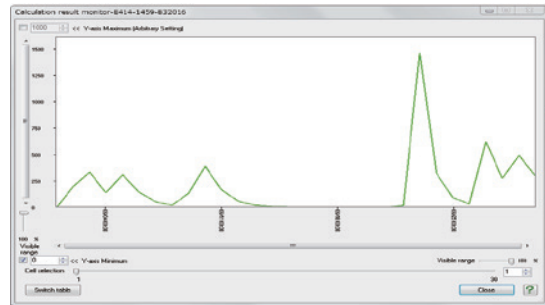


図-5.8 CommnMP 上での計算結果のアウトプット（河川流量）

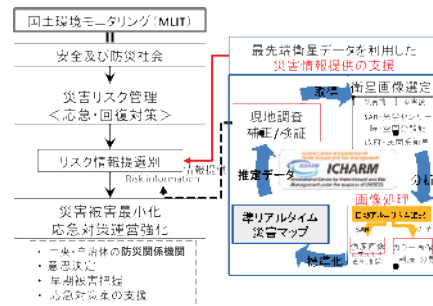


図-5.9 災害発生から人工衛星を用いた災害情報提供までの流れ

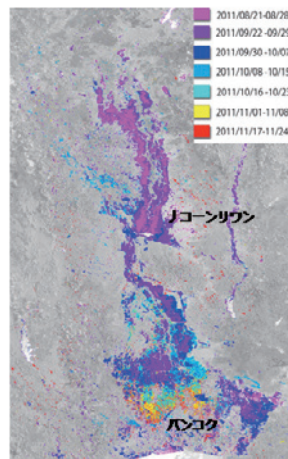


図-5.10 MODIS データによる洪水氾濫域の時系列変化（タイ2011年大洪水の例）

## 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) 研究開発の成果が国際的に評価され、実際に使われている成果となっており、今後もさらに発展していくことが期待される。
- 2) (特に ICHARM) 人材育成をさらに進めてほしい。

### ●今後の対応

- 1) 交付金で得られた研究開発の成果を内外に社会実装してゆくため、外部資金の獲得に力を入れており一定の成功を見ている。引き続き新たな外部資金の獲得と現地に合ったプロジェクトの形成に努め、成果のより一層の発展と普及に努めてまいりたい。
- 2) 人材育成については、社会実装のプロジェクトの中に必ず能力開発のコンポーネントを入れ内外において積極的に研修活動を実施してきている。今後とも人材育成を活動の柱にすえて活動してまいりたい。

## 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な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。

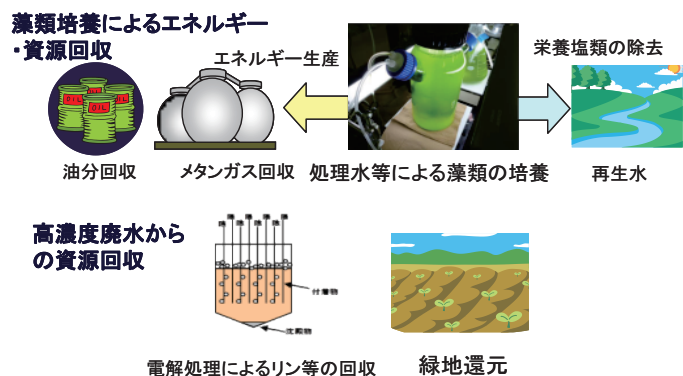


図-6.1 公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術

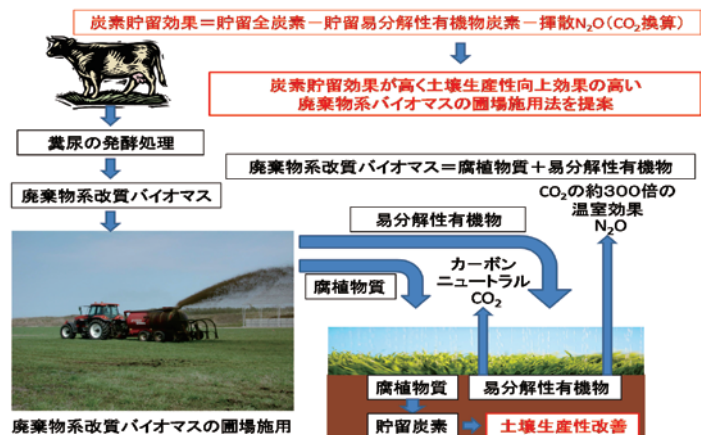


図-6.2 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術

**■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）**

**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。

中長期目標期間の成果として、対象物（刈草、伐木、水草）に応じた、前処理技術の検討を含めた、下水処理場での導入手法を提案した。

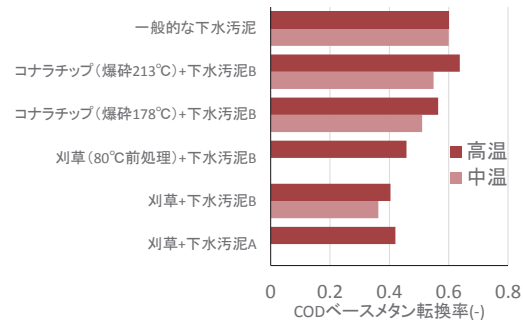


図-6.3 刈草およびコナラチップのメタン転換率（下水汚泥との混合消化時）

**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。

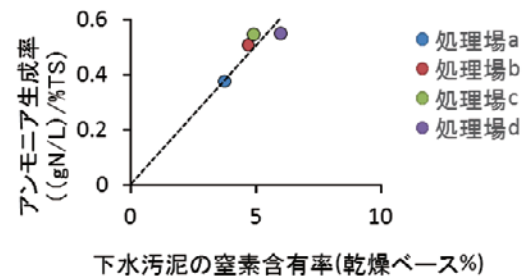


図-6.4 投入汚泥性状がアンモニア生成に及ぼす影響のまとめ

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-6.5 380L水槽による藻類の屋外培養実験

中長期目標機関の成果として、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）の導入手法を開発し、GHG排出抑制効果を提示した。

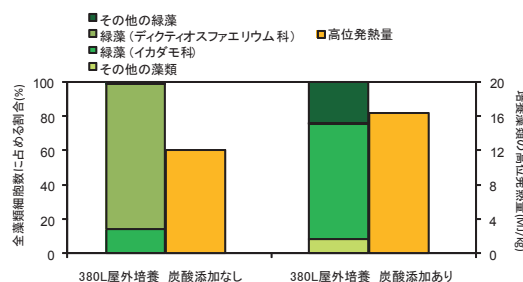


図-6.6 培養藻類の高位発熱量

### 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、リン (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 濃度は平均 19.9% (重量比) であ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。

中長期目標期間の成果として、刈草を下水処理場で嫌気性消化する標準的なケースについて、刈草の運搬距離の観点から整理し (図-6.8)、地域特性を踏まえた LCCO<sub>2</sub> 評価によるバイオマス有効利用システムの導入検討手法を提案した。

### 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 7 年間連用した圃場表層土壌の分析結果から、消化液の施用は土壌団粒化を促進することが明らかとなった (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、乳業工場から発生する食品加工残渣を広域収集する場合のエネルギー収支を定量的に評価した (図-6.10)。

中長期目標期間の成果として、土壌生産性改善効果の高い廃棄物系改質バイオマスの利用方法および農村 - 都市間の廃棄物系改質バイオマスの広域利用モデルを提案した。

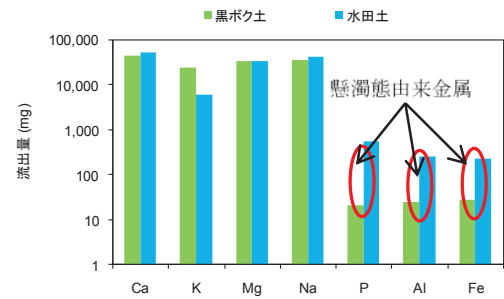


図-6.7 焼却灰の長期溶出実験での流出金属量

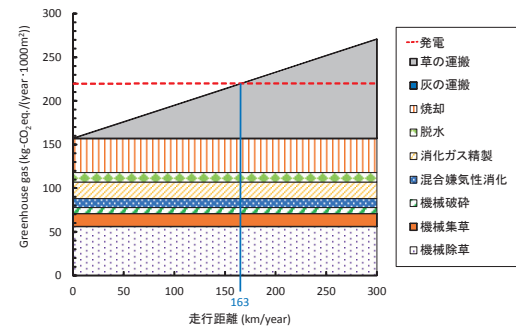


図-6.8 走行距離に応じた温室効果ガス排出量と発電による排出削減量

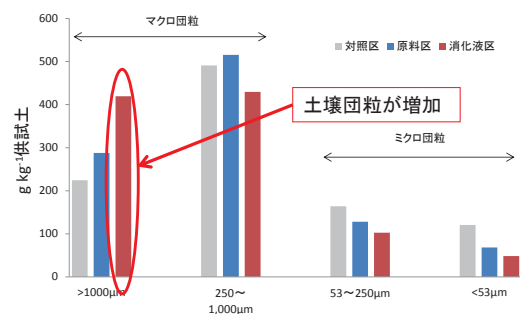


図-6.9 土壌表層の団粒サイズ別重量分布 (縦軸は供試土 1kg 当たりの団粒のグラム数)

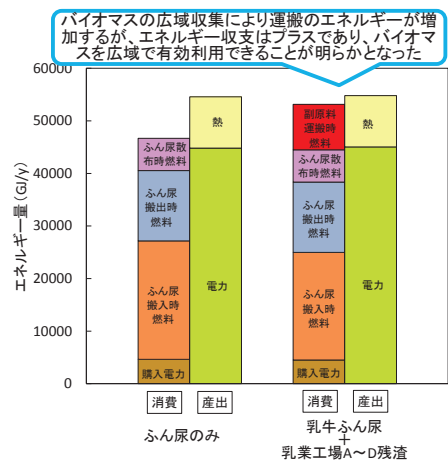


図-6.10 乳業工場 A ~ D の副原料を利用した場合のエネルギー収支



## 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) 当初目標を達成している。普及の取り組みはもちろんのこと、海外英文誌などへの成果の公表も大変立派である。
- 2) 総じて十分な成果を上げ、成果の普及への取り組みがなされている。
- 3) 第4期中長期計画につながっていている研究は、論文が今後も出てくるものもあるか。
- 4) 得られた成果の社会での実装が進むことを期待する。多くの有意義な成果が得られているが、具体的な技術として確立される必要がある。
- 5) 全体として明確な成果が得られており、今後、導入普及を図っていくにあたり、B/C をきちんと示せるような継続的な研究を行っていくことを期待する。

### ●今後の対応

- 1) ~ 2) 引き続き国内外での成果の公表・研修活動・情報発信、各種技術基準等への反映等を通じて、現場への技術の普及を推進していきたい。
- 3) 現在投稿中のものもあり、また、第4期中長期計画により発展した成果が上がれば、積極的に論文発表していきたいと考えている。
- 4) 第3期中長期計画の成果を踏まえ、バイオマスと下水汚泥の混合処理や藻類培養については、技術の確立を目指し、次期研究で取り組む予定である。
- 5) 第4期中長期計画において、B/C の観点を踏まえつつ、研究を行っていく。

## 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

### ■目的

地球温暖化防止や地域環境の保全は、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。

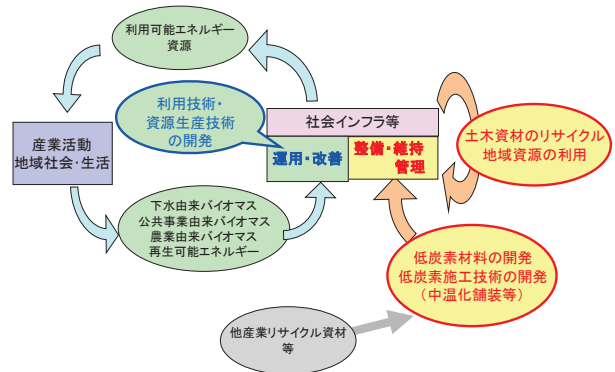


図-7.1 社会インフラグリーン化の研究対象

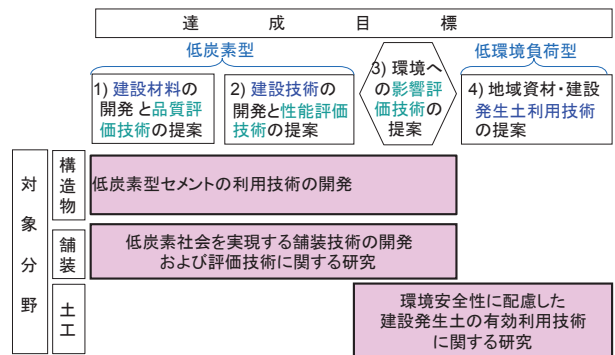
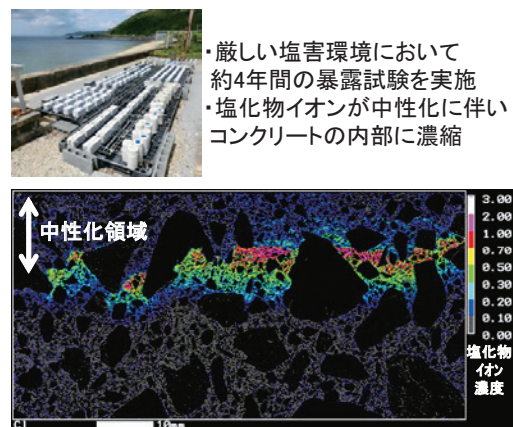


図-7.2 達成目標と個別研究課題の関係



高炉スラグ微粉末を85%混合したコンクリートの例

図-7.3 低炭素型セメントを用いたコンクリートの暴露 約4年後の塩化物イオン浸透と中性化

## ■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

### 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約4年間の暴露試験結果にもとづき、高炉スラグ微粉末やフライアッシュを多量に用いたコンクリートの実環境下での塩化物イオン浸透と中性化の特徴を確認し（図-7.3）、耐久性の評価方法を取りまとめるとともに、低炭素型セメントを用いたコンクリート構造物の設計及び施工の原則を規定したガイドライン（案）を発刊した。

中温化改質アスファルト混合物の物理性状評価として、繰り返しクリープ試験（MSCR 試験）を実施し、加熱劣化後のアスファルトバインダ物理性状と混合物の物理性状との相関関係を確認した（図-7.4）。これまで検討してきた方法も含めて低炭素舗装技術に有効な新しい評価方法を取りまとめ、技術開発の効率化および技術の信頼性評価が図れるようになった。

### 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実験や解析の結果にもとづき、クリープ・収縮特性に関する設計値、温度ひび割れ抵抗性の評価方法、強度発現と耐久性を考慮した湿潤養生期間の設定方法、二酸化炭素排出削減効果の算出方法（図-7.5）を取りまとめるとともに、コンクリート構造物の種別や混和材の構成ごとに5種類の低炭素型のコンクリートの設計施工方法を規定したマニュアル（案）を発刊した。

低転がり抵抗舗装路面に関する要求性能を整理し、特許出願を行った（特開 2015-40394）。また、転がり抵抗舗装路面の性能評価方法として、車両の排ガス・燃費や転がり抵抗の直接測定法、MPD（平均プロファイル深さ）、IRI（国際ラフネス指数）、設置圧分布（図-7.6）等の間接測定法を提案した。

積雪寒冷地において、中温化混合物の耐久性について検証した結果、通常混合物と比較し、同程度であることを確認した（図-7.7）。また、他産業再生資材については、「積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法に関する手引き（案）」を作成した。

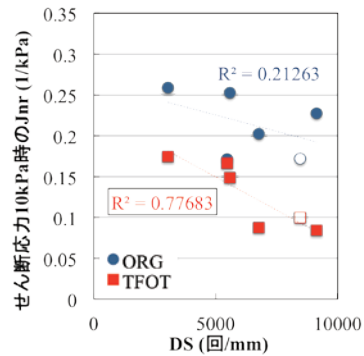
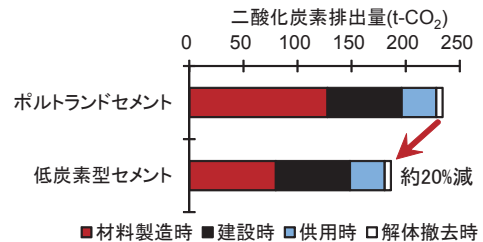


図-7.4 中温化改質アスファルトバインダの繰り返しクリープ特性と動的安定度 (DS) との関係



※コンクリート道路橋での算出結果の例  
※低炭素型セメントには高炉スラグ微粉末を混合

図-7.5 低炭素型セメントの使用による二酸化炭素排出削減効果

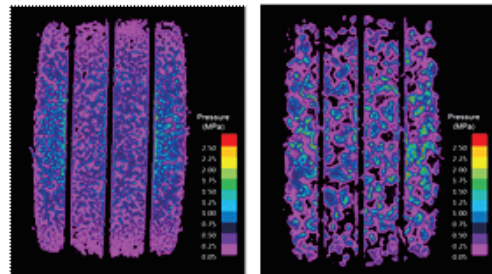


図-7.6 テクスチャによる設置圧分布の差違

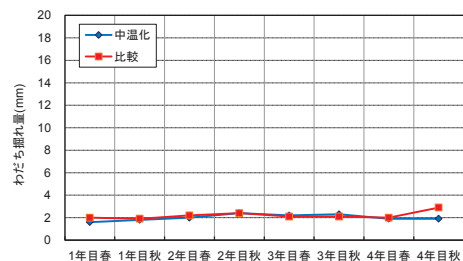


図-7.7 わだち量の経年変化（耐久性の評価）

### 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、3条件の吸着試験によりヒ素吸着性能を有する天然材料の吸着効果を評価し(図-7.8)、吸着層の設計に必要な分配係数を成分分析結果から求める推定式を提案した。さらに、要対策土を模擬した碎石を内部に用いた盛土に降雨を与えた際の碎石部分への集水状況(図-7.9)から、天端遮水が浸透抑制に有効であることを確認した。そして考案した各種試験方法や数値解析による吸着効果の評価法を含む、吸着層工法の設計法(案)(図-7.10)を提案した。

### ④ 環境への影響評価技術の提案

本研究で作成したCO<sub>2</sub>排出量の評価法(過年度にマニュアルとして公表済み)に基づき、開発した各低炭素舗装技術のCO<sub>2</sub>排出量原単位を求めた。従前の中温化アスファルト混合物、再生加熱アスファルト混合物などと比較した結果(図-7.11)、開発した技術は従来技術よりCO<sub>2</sub>排出量を低減できることを確認した。

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した(図-7.12)。

降雨実験によると、発生源への降雨の浸透状況は対策条件で大きく異なることから、リスク評価に際し、要対策土への接触水量を考慮することの重要性を確認した。さらに、現場実験を基に高精度なリスク評価モデルを構築し、その手法をマニュアル(試案)にまとめた。そして各種実験結果や技術指導実績に基づき、成果を関連マニュアルの改訂素案にとりまとめた。

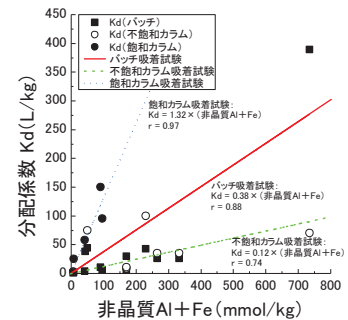


図-7.8 ヒ素吸着性能を有する天然材料成分の含有量と分配係数の関係

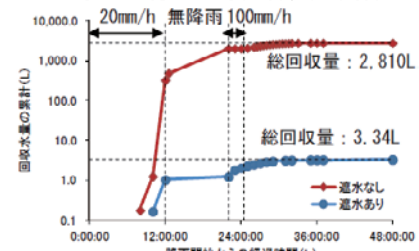


図-7.9 降雨実験における碎石部分への集水状況

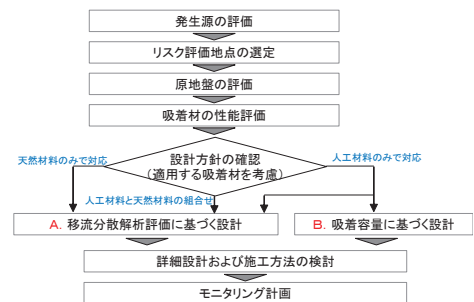


図-7.10 海成泥岩からの溶出試験結果の比較

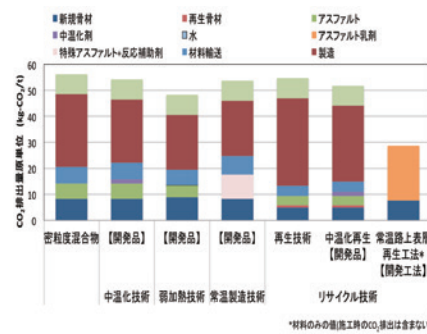


図-7.11 低炭素舗装技術に関連するアスファルト混合物のCO<sub>2</sub>排出量原単位

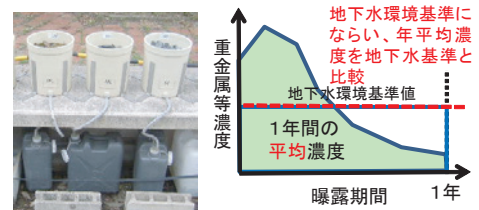


図-7.12 土研式雨水曝露試験装置とそれを用いた発生源濃度評価方法

## 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) 多数のマニュアル、基準として研究成果が実務に反映される見込みであり高く評価される。
- 2) 学会賞などの受賞もあり学術的成果も十分。またマニュアル・講演会など社会への貢献も評価できる。
- 3) 全体として目標を達成しており、評価できる。
- 4) 技術開発、マニュアル化が適切に進められている。さらなる現場普及が期待される。
- 5) いずれの研究に関しても成果をガイドラインやマニュアルとしてまとめられ、多大な成果を上げられているものと評価する。これらのマニュアル類が有効活用されるための普及活動に努力されたい。
- 6) 開発された技術が具体的工事に適用されることを期待する。

### ●今後の対応

- 1) ～ 3) ご期待にそえるよう、引き続き研究開発に取り組んで参りたい。
- 4) ～ 6) 今後も継続的に普及活動に努力するとともに、現場活用の道を絶えず探っていきたい。

## 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。
- 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。

### ■得られた成果の概要（平成 27 年度の成果は下線部）

#### 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

汽水湖で結氷下の水質挙動を把握した結果、塩淡水境界を有する湖沼では淡水層の鉛直循環が観測されるが、塩水層と淡水層の物質移動が抑制されることがわかった。得られた結果をもとに、水面が氷となる現象を加味し、物質循環を考慮した三次元生態系流動モデルを構築し、寒冷地における複数年連続の数値計算を可能とした（図-8.1）。

河川域においては支川域の塩分環境および水収支を観測し、支川上流の塩分環境は、本川合流部の塩淡水境界標高に最も影響されることがわかった。また、本川の塩分環境は本川の自流量によって、時間・空間的に簡易推定できることを示し、支川上流においても本川上流流量により塩分環境評価を可能とした（図-8.2）。

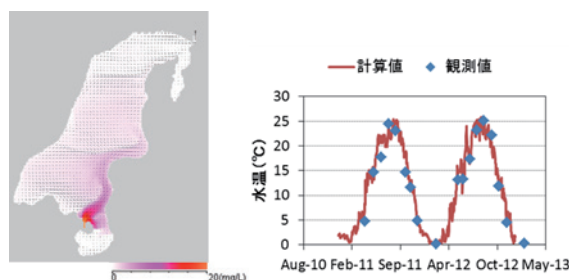


図-8.1 濁質拡散予測結果(左)と湖心表層の水温再現結果(右)  
結氷期を含めて連続計算が可能

縦断的な河床材料と産卵床分布の関係を調査、検討した結果、50%粒径がシロザケ体長の1/10である80mm以下でかつFredle指数が5mm以上の区間に産卵床が多く分布していることが確認された。また、産卵床の分布を平面的に見た場合、砂州前縁部に多く分布していた。これは砂州地形により生じる局所的な水位差が、砂州前縁部で湧出する浸透流を発生させ、産卵環境に寄与しているためと考えられた。

礫厚と水温との関係を石狩川上流部で調査した結果、礫厚が1m程度の区間において、砂州前縁部における河床内の水温が河水と同程度に低く、卵の孵化に必要なと言われている積算温度を満たさなかった。一方で、礫厚が3m程度および20m以上の区間では、河床内の水温が高く、積算温度を満足する箇所が混在することが確認された。

河道内の樹林管理においては、樹林成長や群落形成に影響を与える物理・化学要因、伐採方法や伐採後の流況変化が河川植生・周辺環境に与える影響を解明した。

## 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

河川水辺の国勢調査のデータを用いて、生物生息と物理環境を関連付け河川環境を評価する手法を開発した(図-8.3)。河川水辺の国勢調査の内、植物(主として群落組成調査)と環境地図をデータベース化し、植物群落と生育種の関係性を分析した。その後、群落内における重要種の個体群増減、外来種等が生育可能性を分析し、外来種等が生育可能性を分析し、保全優先区域を推定する評価技術を提案した。

## 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

過年度成果である氾濫原環境評価手法では、河道内氾濫原をメッシュ状に区切り、指標生物・イシガイ類の生息場の観点から面的な評価を行なう。本年度は、面的評価のベースとなるイシガイ類生息場特性を表す統計モデルを改善した。まず、河道特性が異なる直轄7河川のすべての調査データから、イシガイ類の生息は「比高」と「水域(ワンドやたまり)面積」で説明される汎用モデルが得られた。また、個別河川では、比高、水域面積、周辺樹林面積、本川からの距離、周辺水域密度が、イシガイ類生息に異なる影響を示した。以上から、汎用モデルは複数河川を対象としたスクリーニング用に活用し、個別河川をより精緻に評価する際は、本研究で提示する評価プロトコルを活用することを提案した。また、河道内においては、効果的な樹林管理技術を提案した。

イシガイ類生息場(すなわちワンドやたまり)の質と量の観点から、氾濫原環境の創出効果の高い掘削手法を検討した。異なる高さの掘削工区に着目した揖斐川での検討から、掘削高さは生息場の質に影響し、初期値で濁水位~平水位の低い掘削工区でイシガイ類の定着個体数が多く、効果的であった(図-8.4a)。生息場の質に対する時間的な影響は明瞭ではなく、掘削後10年程度の中では劣化は見られなかった。また、生息場の数と面積は掘削高さに関係なく掘削後6~8年でピークとなり、その後減少したことから、生息場の量に対する掘削高さの影響は検出されなかった(図-8.4b)。濁水位以下の掘削地ではワンドやたまりは

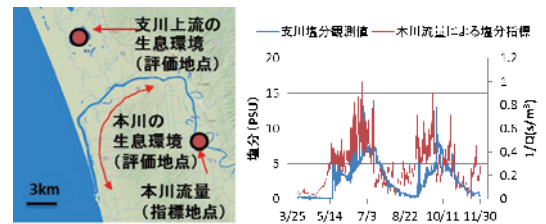
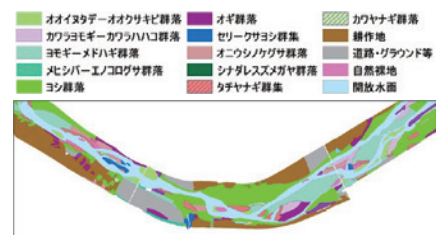
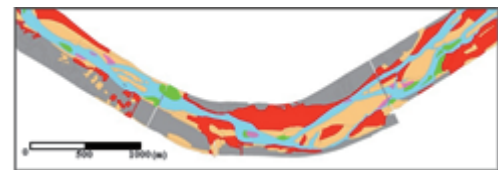


図-8.2 塩分環境の簡易推定手法適用位置図(左)と指標地点流量による評価地点塩分の適合状況(右)

指標地点の流量のみで評価地点の時間・空間的な塩分環境を推定可能



植生図は様々な群落の分布が記載されているが、保全上どこが重要かを理解することは難しい。



4つの評価軸から保全優先度を地図化。赤が最も優先度が高い地域、緑は高い地域

図-8.3 植生図(上)と保全優先度図(下)

形成されなかった。

砂州地形は浸透流発生の観点から産卵環境に重要であるため、平均年最大流量時において、砂州の発生条件を満足する川幅であることが必要となる。また、覆礫や河道掘削において、砂州前縁部における露岩部の拡大を抑制するため、岩盤から礫河床面までの礫厚を砂州波高程度確保する必要がある。数値計算により得た流速、水深、河床材料、浸透流を用いたPHABSIM（物理環境による生物生息場評価モデル：Physical Habitat Simulation Model）による解析により、産卵適地の将来予測が可能であることが確認された。この解析手法を用いて、詳細な河道掘削形状の検討が可能となった（図-8.5）

多自然河岸保護工の施工事例調査を行い、「多自然」という観点から事例の良し悪しを整理し、中長期的な河道変化を考慮した施設配置計画の重要性を提示するとともに、「多自然河岸保護工の計画・設計に関する留意事項（案）」をとりまとめた。また、蛇行流路の発達に伴う河岸侵食メカニズムの解明や、植生の被覆効果と植生の消長を考慮した河床変動解析モデルの開発を行うとともに、年最大規模の洪水流量の減少が河道内で維持され得る礫河原の面積に対して支配的な影響を及ぼしていることを示した（図-8.6）。

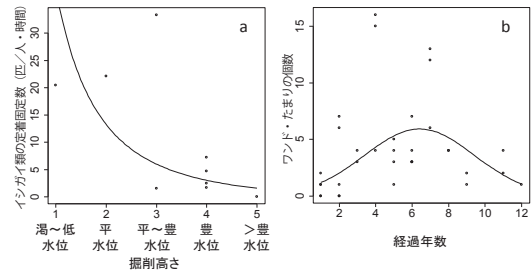


図-8.4 効果的な掘削高さの検討（揖斐川の例）  
a) 濁水位～平水位の低い掘削工区で生息場創出効果が高い  
b) 生息場の量は掘削高さに関係なく、経過年数で説明される

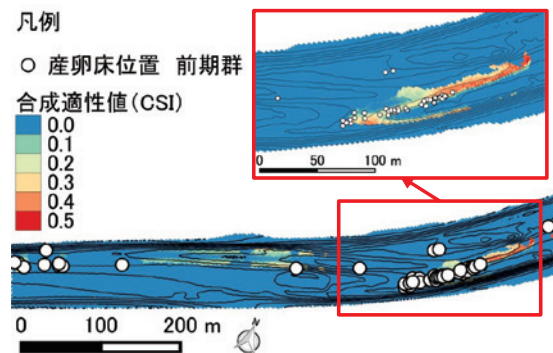


図-8.5 数値計算による物理環境の推定値を用いたPHABSIMの結果と実際の産卵床分布

合成適性値が高い評価の個所に産卵が多く分布。  
※産卵床分布は札幌市豊平川さけ科学館の調査結果

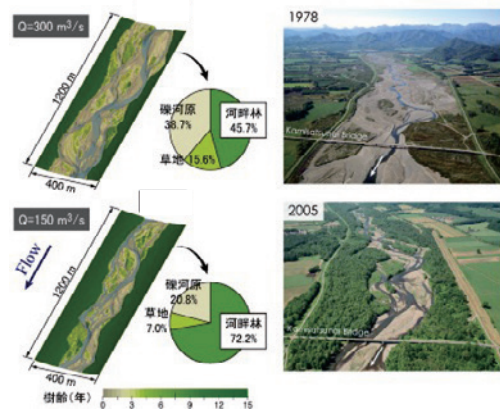


図-8.6 数値計算による年最大規模の洪水流量と礫河原の面積（札内川）



## 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) 河川環境の基本的な評価技術がつくられたが、今後は、生態系を捉えたうえで、どのような問題が残っているのか、示していくべきである。
- 2) 開発された河川環境評価技術が、第4期でもさらに活用され発展していくことを期待する。
- 3) 全てにわたり、研究内容は評価できる。しかし、対象が生物であるため、現地での技術を活用しながら、改良していく姿勢が大事である。
- 4) 構築されたデータベースについても適切に維持更新されることを期待する。
- 5) 全体を通して研究成果はおおむね満足できる到達点にある。一般市民への普及やマスコミへの対応など、さらに積極的なPRを期待したい。
- 6) 評価委員会の資料として、写真を示すなど、直感で理解できるような資料作りを期待する。
- 7) この研究課題は、全て生態系や生物学に関連しているが、そのような分野の学会に発表し、成果を評価してもらう取り組みは行っているか。
- 8) プロジェクト研究の期間後に行う取り組みが不明瞭。

### ●今後の対応

- 1) ～ 3) 第3期中長期で取り組んだ研究開発の内、主要な部分は、第4期中長期においても継続的に研究を実施していく。この中で、例えば、個別課題⑧-1で含まれていなかった、鳥類や陸上昆虫などの視点について、引き続き発展的な研究を進めるなど、アドバイスを踏まえ問題点の把握や改善に取り組む。
- 4) 河川事務所を中心に、求めに応じて必要な情報（例、群落と種との関連性、群落の成立する条件等）を提供している。今後、このアクティビティをより活発に行うことにより、データベースとその更新の必要性を高め、更新を確実なものにしたい。
- 5) 現在、河川管理者に対する普及を行っている段階にあり、順調に推移していると考えている。今後は、一般の方が意識しやすい分類群・種（例、鳥類のコウノトリやサケ科魚類）などへ評価手法の展開をおこなうとともに、効果的な広報手法について検討し、HP等を活用した成果の普及やマスコミの活用などにより広く一般の方にも知って頂くように努める。
- 6) 今後は写真などをも工夫しながら、技術指導や現場の活用事例などについてわかりやすく示すよう改善したい。
- 7) 応用生態工学会や海外の生態系分野のジャーナルに投稿するなど、生態系・生物分野にも積極的に研究成果を発表している。
- 8) 第3期中長期で取り組んだ研究開発の内、主要な部分は、第4期中長期においても継承し、研究を展開していく。具体的には、大河川、中小河川を対象に保全・再生すべき場所の明確化と河川改修を含む改変に伴う影響の最小化、効果の最大化を図る手法の開発を行う予定である。

## 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（平成27年度の成果は下線部）

### 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）。

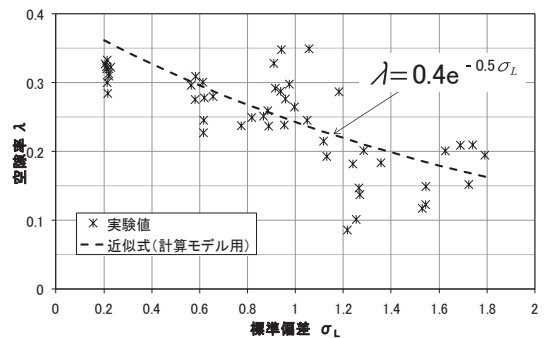


図-9.4 河床材料の粒度分布の標準偏差と空隙率の関係

### 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

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、石上の藻類を摂食するアユを対象に、石の露出高、石面積の大きさがアユの食み跡の有無と関連することを明らかにした（図-9.6）。このことから、アユの摂食において許容される土砂堆積量を石の露出高を用いて定量化できることが示唆された。

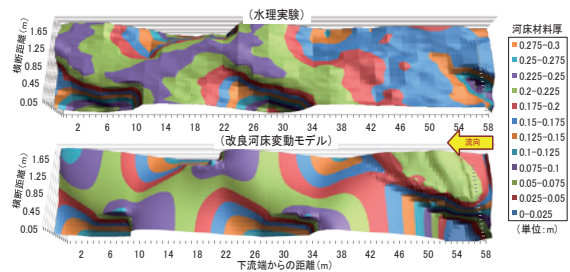


図-9.5 通水後の河床材料厚比較

また、治水、環境、維持管理を統合した対策技術の提案については、データ蓄積が少ない中小河川においても、改修後に生ずる環境や維持管理の問題点を定量的に評価し、これらを軽減するための対策方法や検討プロセスを示した（図-9.7）。

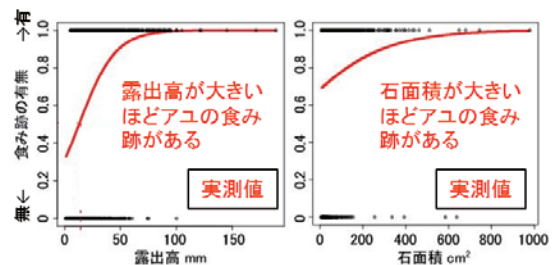


図-9.6 石の露出高、石面積に対するアユの食み跡の有無

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ダム下流への土砂供給に関する河床環境評価の考え方の提案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った。

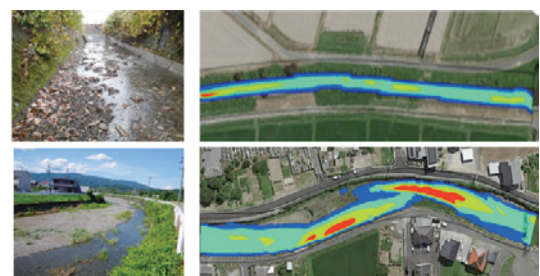


図-9.7 治水・環境・維持管理項目にかかわる定量的な分析評価の例  
(魚類の生息場評価<赤(高)→青(低)>)

### ③ ダム等河川横断工作物からの土砂供給技術の開発

ゲート付き流水型ダムにおける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、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する(図-9.8)とともに、常用洪水吐き形状・必要なゲート機能・堤体内水路の常時の魚道機能・掘込式減勢工規模について調査した(図-9.9)。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、水位低下時のダムの現地調査を実施し、これに関連する現地底泥の侵食特性を調査するとともに、対策としてのダム貯水池上流に設置する滯筋固定水路の機能を調査した。流水型ダムを計画・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た。

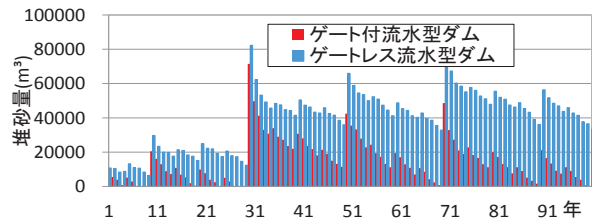


図 9.8 長期の土砂堆積状況の変化

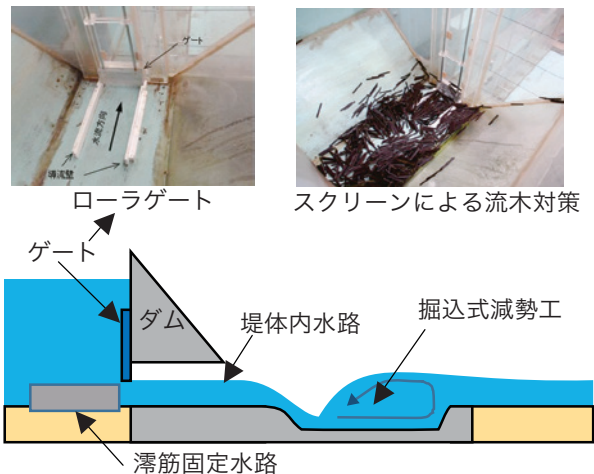


図 -9.9 流水型ダム用洪水吐き

### ④ 積雪寒冷地の大規模農地での土砂制御技術の提案

農地流域に適用可能な土砂流出対策のうち、国営農業農村整備事業で実施可能な土木的対策(図-9.10)について、土砂流出モデルの WEPP を用いて効果予測を実施し、積雪寒冷地の大規模農地における土砂制御技術を提案した。

具体的には、発生源対策である傾斜改良は、圃場の傾斜を緩くすることで土砂流出を抑制するが、圃場整備事業において緩傾斜地に区分される8度に設定しても、長大斜面を有する傾斜地では許容流亡土量(10t/ha/y)を超過する斜面がみられた(図-9.11)。河畔域対策の緩衝林帯は、斜面下部に5m幅で林帯を設置することで、解析対象3流域平均で50%程度の土砂抑制効果があることを示した(図-9.12)。水系対策の沈砂池は、上記対策が実施困難な斜面から流出してくる土砂を捕捉するために、補完的に設置することを提案した。

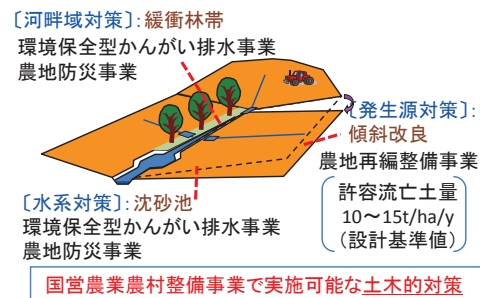


図 -9.10 流域での総合的な土砂流出対策

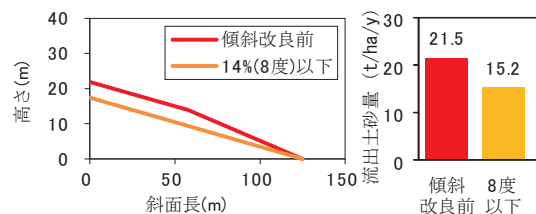


図 -9.11 傾斜改良の効果予測

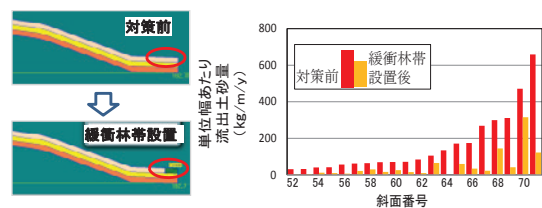


図 -9.12 5m幅の緩衝林帯の効果予測

## 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) 各個別課題間の相互補完の取り組みが不明確である。
- 2) 簡単には結びつけにくい事象に対して、どのようにチーム間で連携をとり、統合化を図るのか。
- 3) 河床変動と生物への影響の両方を評価する事が重要だが、その実用性はどの程度あるのか。
- 4) ダムからの排砂技術開発について、かなり進展したと評価できる。今後、適用・検証・改良に力を入れていただきたい。
- 5) 国際的にも評価できる成果があがっており、国際誌への投稿発表を期待したい。

### ●今後の対応

- 1) 各個別課題間の相互補完の取り組みについては、特に、自然共生 C の実施した⑨-2 と水理 T が実施した⑨-1 で、それぞれ、ダムからの土砂供給に伴う水生生物の影響評価予測技術、並びに、それを踏まえたダムからの土砂供給方法の運用技術の確立を目指し、随時、情報交換を実施し、連携を深めてきた。第4期中長期計画では、後継研究として、「流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発」を実施することとしており、更に水質 T も加わり、影響評価予測の対象に水質を加えて、共同で研究していく予定である。
- 2) 異なるチーム等が、問題意識を共有した上で、個別具体のフィールドを対象に共同で研究を実施していく体制が構築されている必要がある。第3期中長期計画では、⑨-1 と⑨-2 において共同で研究する体制を構築し、第4期中長期計画の後継研究では、その体制の拡充強化を行った。その他の研究開発においても、その必要性や優先度を踏まえ、異なるチーム等による体制の構築を検討してまいりたい。
- 3) 生物への影響については、土砂供給が生物に及ぼす直接的影響、間接的影響を想定した研究を網羅的に実施したため、実用的な知見がかなり得られたと考えている。河床変動そのものは、土砂供給が生物に及ぼす間接的な影響の一つであるが、粗粒化した礫床河川が土砂供給に伴い砂に埋もれる過程も併せて表現できる河床変動モデルを構築し、実河川に適用できるデータ基盤を構築する段階に至っている。今後は、第4期中長期計画で実施する後継研究において、実河川を対象に、それぞれの実用性を更に向上させてまいりたい。
- 4) 本プロジェクトで開発した排砂技術等の適用・検証・改良については、既に立ち上げた第4期中長期計画の後継研究において特に力点を置いて実施してまいりたい。
- 5) 国際誌への論文投稿発表等については、今後、より一層の充実に努めてまいりたい。

## 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。

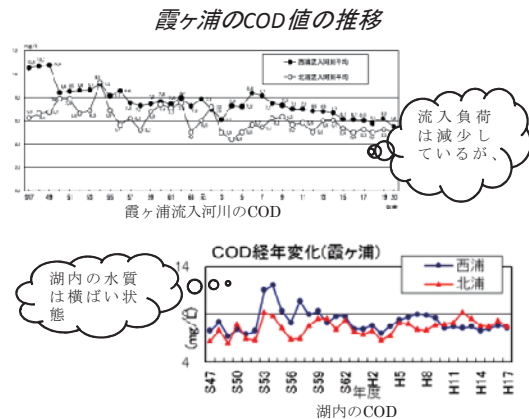


図-10.1 COD 経年変化の例

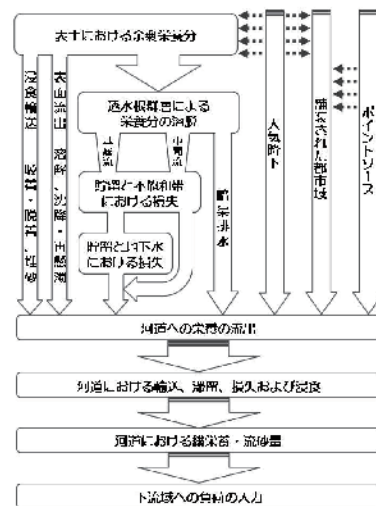


図-10.2 土砂動態を考慮した流域スケールでの栄養塩流出モデルの構成案



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（平成27年度の成果は下線部）

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、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行ってきた。その結果、雨天時には水田や森林由来の窒素負荷が増加することを見出した。また、雨天時のリンの負荷量は、総降雨量20mm以下において、約半分を占めていたことが明らかになった(図-10.4及び図-10.5)。さらに、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た。高崎川の小流域のうち、土地利用状況の異なる2流域（A流域：畑35.9%、宅地14.0%、市街地5.1%、B流域：畑3.4%、宅地21.5%、市街地40.8%）を選定し、上記水・物質循環モデルの計算値と観測値を比較・検証した(図-10.6)。中長期目標期間の成果として、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・物質循環モデルを構築した。

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

これまで、霞ヶ浦において、底泥を用いた溶出試験や栄養塩類が藻類の異常増殖に与える影響を調査した。その結果、台風による出水前後の溶出試験により、台風通過後は、地点によらず、NH4-N溶出速度が大幅に上昇することを見出した。また、底泥の地点別、深度別の細菌群集構造を解析し、細菌種の変化が栄養塩類の溶出に与える影響を把握した。また、実湖沼では溶存態マンガンは藻類の懸濁態鉄摂取に寄与している可能性が示された。さらに、懸濁態・溶存態いずれの鉄を与えた場合でもマンガン存在下のほうがMicrocystisの生長が促進される傾向がみられた(図-10.7)。

中長期目標期間の成果として、底質からの栄養塩溶出に寄与する要因を整理し、湖沼における藻類増殖と栄養塩等の関連性について、微量元素にも着目しながら藻類生長試験により評価した。

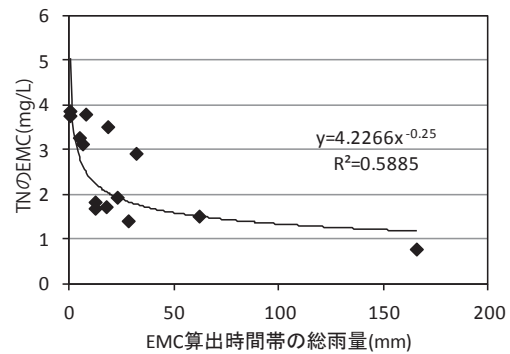


図-10.4 窒素のEMC(1降雨イベントにおける平均濃度、Event Meaning Concentration)と総雨量の関係（市街地が主な流域）

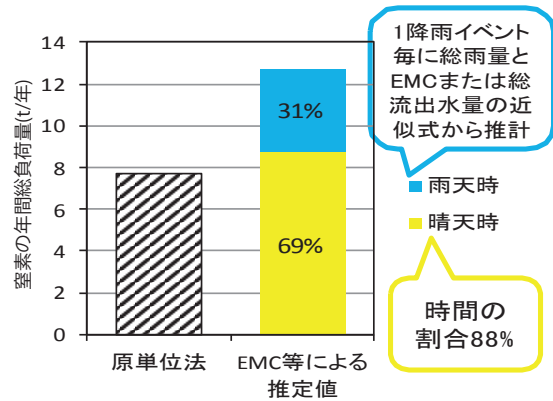


図-10.5 年間総流出負荷量の推定値（市街地が主な流域での窒素負荷量の例）

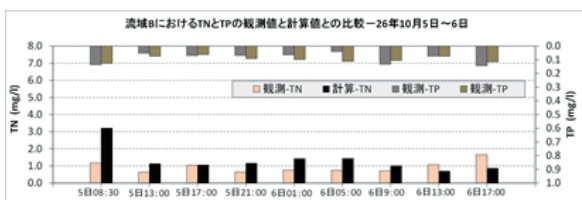
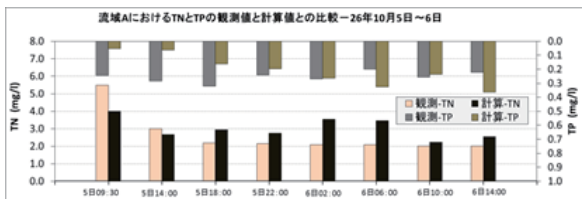
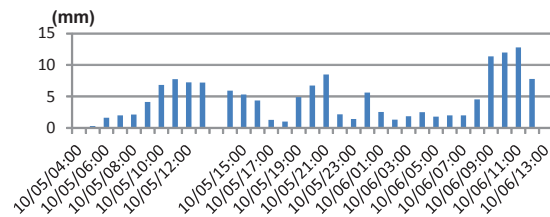


図-10.6 計算値と実測値の比較

### 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、越流水対策技術の1つである雨天時活性汚泥法による削減効果を把握した(図-10.9)。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。中長期目標期間の成果として、各種病原微生物の実態把握や消毒感受性に関する実験、合流式越流水対策技術に関する評価を進め、適切な消毒条件や効果的な負荷削減方策を提案した。

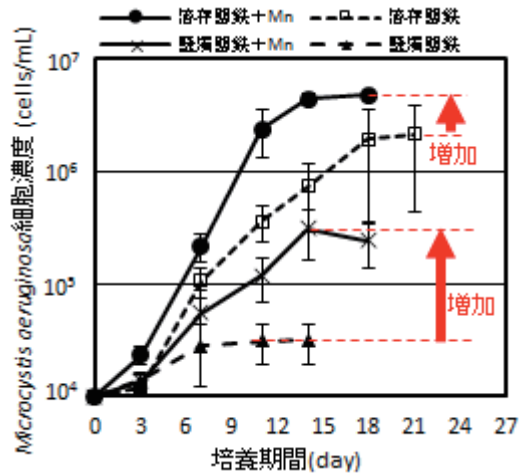


図-10.7 マンガン添加の有無が、異なる鉄形態下での *Microcystis* の生長に及ぼす影響

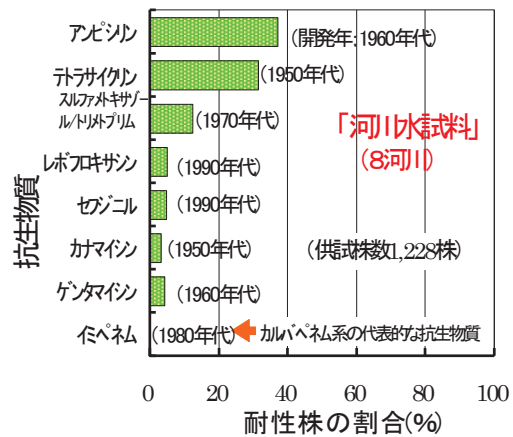


図-10.8 各抗生物質に対する耐性株の割合

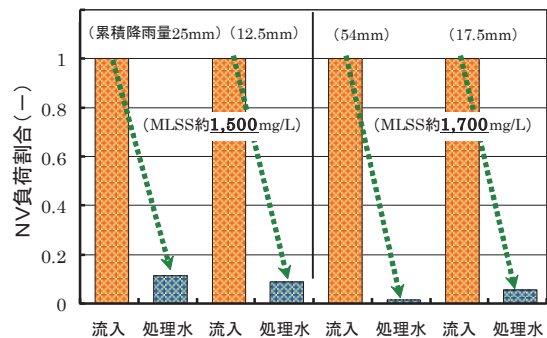


図-10.9 雨天時活性汚泥法によるNV負荷の削減効果



## 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) 総括課題の達成目標は、個別課題毎に、それぞれ3つあり、独立しているような関係であるが、雨天時について、それぞれを見ることは、それは非常に良い新しい視点。その際に、例えば、個別課題⑩-1の雨天時調査について、ノロウイルスの状況について増減を含めて議論すると、まとまりがあるように思える。
- 2) 合流式には課題があるが、⑩-1は、印旛沼流域を対象としており、そこで、窒素、リンだけではなくウイルスも含めて検討すると、まとまって評価できるのではないか。
- 3) 雨天時の栄養塩の流出負荷については明確であるが、⑩-2において、ノロウイルスや病原菌の雨天時の挙動について、個別課題をつなぐような検討があれば良かった。雨天時の面源からの栄養塩の負荷と、雨天時の合流式からのノロウイルスの越流では、成り立ちが違う。雨天時というのは総過程として一体どのような役割を果たしているのか明示できれば、⑩-1、⑩-2、⑩-3でどのように関連しているのか明瞭になり、雨天時が横串になることがよくわかると思われる。
- 4) 雨天時における物質s（ウイルス湖沼内）の動態は非常に重要であり、かつデータをとるのが困難であると承知している。今後に期待したい。
- 5) 可能であるなら雨天時に加え、融雪出水も検討対象に加えられれば、寒地土研の寄与も期待できる。
- 6) 雨天時事象への着目は重要だが、⑩-2、⑩-3ではどんな意味を持つのか。

### ●今後の対応

- 1) ウイルスについて雨天時において放流先に影響があった。今回の研究では1地点でノロウイルスのデータをとった。放流先の空間的あるいは時間的な影響については、第4期中長期計画で検討していきたい。
- 2) 今回は、印旛沼高崎川の病原微生物については、調査していない。第4期中長期計画の中で、河川中でのノロウイルスの消長等を検討したい。
- 3) 流域スケールで見た物質動態把握にあたり、重要な機構の一つである雨天時流出に着目した整理を行いつつ研究を進めたが、栄養塩類、病原微生物等、それぞれの水質項目で、達成すべき到達段階が異なっていた等により、統一感の取れた整理が必ずしもできてはいなかった。第4期中長期計画の中で、各水質項目について研究のステップをさらに進めつつ熟度を上げていきたい。
- 4) 第4期中長期において、放流先水域における消長評価を行い、成果の充実を図っていく。
- 5) 栄養塩および病原微生物の観点から、課題を見極めた上、今後、対象とするか検討したい。
- 6) ⑩-2については、雨天時に湖内へ流入する濁質成分の高い河川水が底泥からの栄養塩溶出に与える影響を調査し、特に、台風直後、沿岸に近い地点の底質からはリンの溶出が増加したことが観察された。⑩-3については、CSOによるノロウイルスの汚濁影響評価および対策技術の提案に主眼を置いたものである。

## 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)。

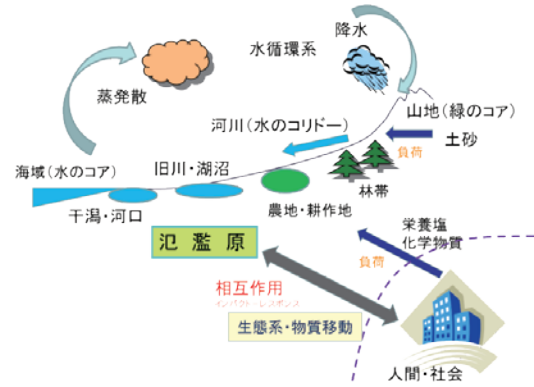


図-11.1 地域環境と人間・社会との関係

### ■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-11.2 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)

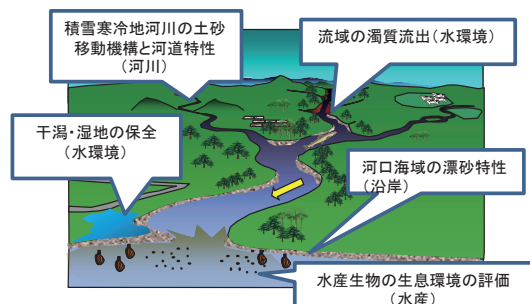


図-11.3 山地から沿岸域までの物質移動形態と生態系への影響の把握・解明

**■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）**

**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**

鵜川及び沙流川それぞれについて、出水時の水質調査と放射同位体トレーサによる全SS試料の生産源推定により、地質別Q-Qs式を構築し、2010～2012年の地質別土砂生産量を評価した結果、土砂生産量の地質依存性が明確となった（図-11.4）。これをもとに支流域の地質構成から土砂生産量の空間分布を推定した結果、地すべり地の分布密度と有意な相関が得られた（図-11.5）。既存の分布型流出モデルで流量を十分に再現できたものの、SS濃度の再現精度は不十分であり、地すべりによる土砂生産プロセスを考慮する必要性が今後の課題として抽出された。また、SS濃度による存在形態別栄養塩（N, P）濃度の推定モデルを構築し、濁度計によるSS連続観測により栄養塩流出量を存在形態別に評価できることを示した。

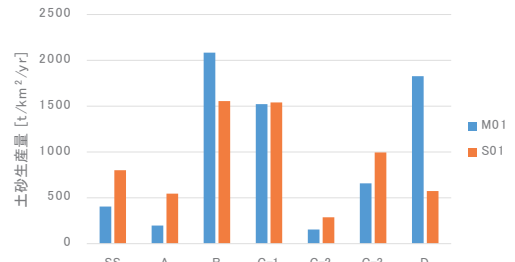


図-11.4 地質別の土砂生産量

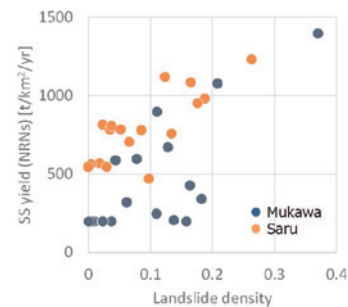


図-11.5 地すべり地密度と土砂生産量

**②積雪寒冷地における河口域海岸の保全技術の提案**

鵜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・深浅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）。

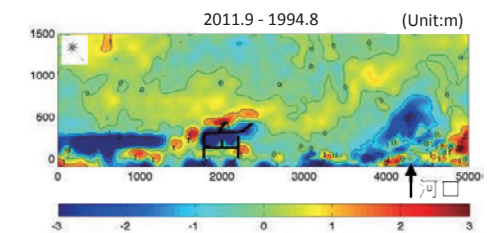


図-11.6 地形変化量（平成6.8～平成9.9）

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する様子が確認された。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）。

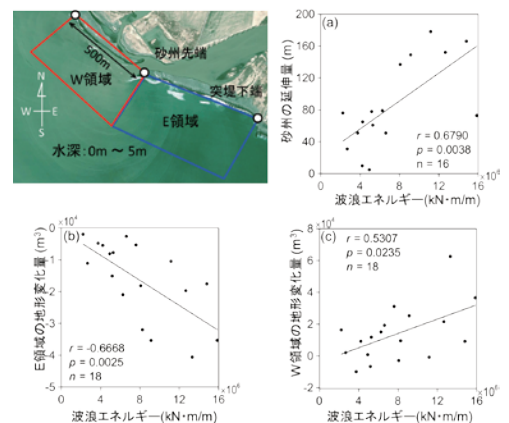


図-11.7 波浪エネルギーと地形変化量

中長期目標期間の成果として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提案した（図-11.8）。

**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を行った（図-11.9）。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。



図-11.8 河口地形の安定化に有効な養浜手法の概略図

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-11.10）。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-11.11）。また、モデルの一般化に向けて留意点について整理、提案を行った。

#### 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（電波発信機やPITタグなど）を用い、河川横断構造物がシロザケやサクラマスの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。また、同手法により美利河ダムの分水施設、魚道が、流量の大きい融雪期において、幼魚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-11.12）。さらに、バイオテレメトリー手法によりサケ科魚類の長期的な生態サイクルの行動把握が可能であることを示した。

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（図-11.13）。氾濫原内の生物生息環境の適正な管理を行うため、本川との水域連続性の確保や各旧川の保全優先度の確立が必要であることが示唆された。

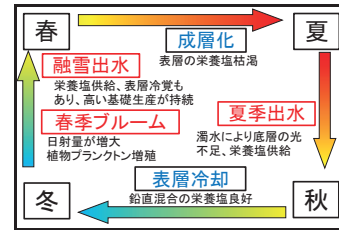


図-11.9 寒冷沿岸域の周年基礎生産変化

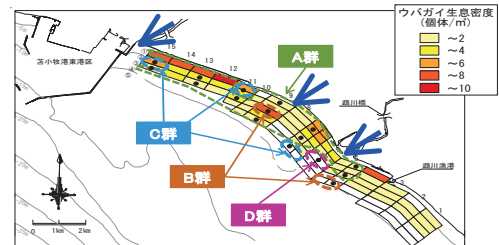


図-11.10 生息環境のゾーニング（鵜川）

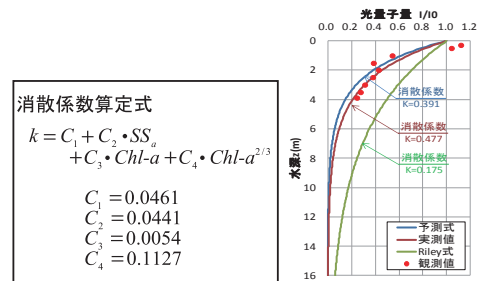


図-11.11 消散係数の比較（釧路港）

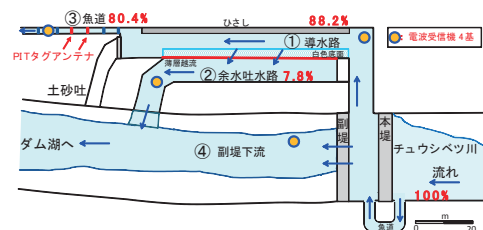


図-11.12 美利河ダム上流の分水施設におけるサクラマス幼魚の降下行動の評価

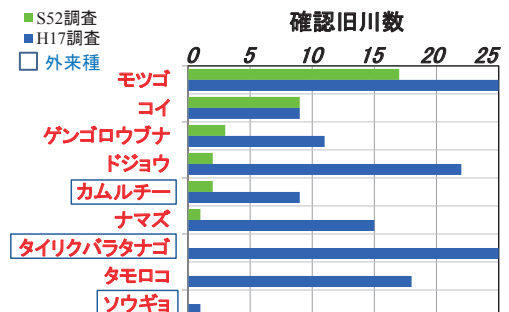


図-11.13 石狩川旧川群における約30年後の移入種の侵入状況（調査旧川数：25）

## 外部評価委員会での評価結果（プロ-11）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 地域環境研究として、良い成果が得られた。
- 2) 河川の土砂動態・濁質動態については、プロジェクト研究 9 と関連性が深いため、何らかの統合モデルの提案や、トレーサ手法の確立に向けて、より連携を深め研究を進めることを期待する。
- 3) 様々な新しい技術開発が行われたが、具体的な保全工法等への展開が必要である。
- 4) 管理技術まで達成出来なかったものもある。
- 5) モニタリングだけでは充分ではなく、対策に結びつく管理技術の構築が必要である。
- 6) 特定の河川流域（鶴川）において重点的に研究成果を上げたことは評価できる。今後は他水系への適用と展開を期待したい。
- 7) 研究成果の公表だけでなく新たな課題を見出して次期の課題に取り組むことは非常に重要である。

### ●今後の対応

- 1) 研究成果の最大化を目指してさらなる研究開発に努めて参りたい。
- 2) 第 4 期中長期計画では、プロジェクト研究 9 の後継課題と連携した研究開発プログラムにおいて、トレーサ手法の確立とより幅広い粒径への適用性について研究を進めていく予定である。
- 3) ,4) ,5) 流域内の濁質生産源の区間分布の推定手法を構築するなど本研究では一定の成果を得たが、具体的な保全工法等への展開や管理技術の構築などに向けて、第 4 期中長期計画において、継続して研究を進めたい。
- 6) 流域によって、地質・地形・流出パターンが異なるため、他流域域への適用性について、北海道内外の幾つかの流域を対象に研究を行っていききたい。
- 7) 第 3 期中長期計画で得られた成果を踏まえ、新たな課題について、第 4 期中長期で着実に取り組んで参りたい。

## 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)

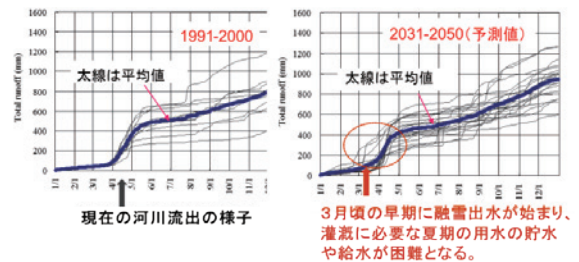


図-12.1 現在・将来の積算流出量のパターン

(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及び配水技術の開発)

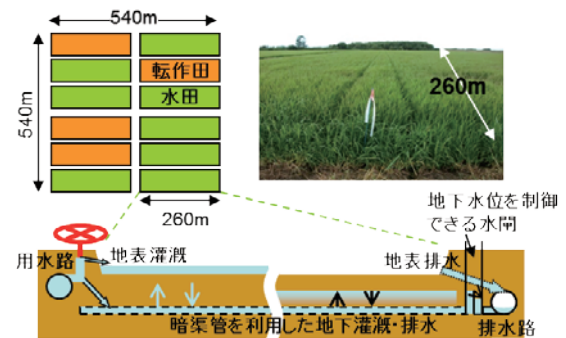


図-12.2 地下灌漑施設が附帯している大区画圃場

(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)

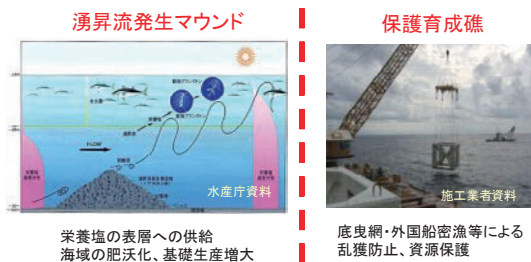


図-12.3 物理環境改変のための土木構造物

■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

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。この傾向は、流域の標高が低いほど顕著であった。

温暖化による融雪流出変化に起因する渇水傾向の緩和方法として、渇水要貯水量曲線法を用いた統合管理の効果を、対照的な流域標高を持つ2ダムでのシミュレーションで予測した（図-12.4）。その結果、取水制限が必要な半旬数の両ダムでの合計値の減少やコメの減収による渇水被害額の抑制が予測され、統合管理の有効性が検証できた（図-12.5）。

広域の水田群への配水管理技術について、43圃場（約70ha）を灌漑する支線管路を対象とした配水シミュレーションにより、同時に取水可能な圃場数割合を示し、配水管理技術のマニュアル案を作成した。また、この区域での実態調査により、現状の同時取水圃場数が、概ね配水管理可能な範囲にあることを確認した。

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。

地下灌漑システムを有する同一圃場について、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-12.6）。また、多様な水稲栽培方式における用水量特性を示し、用水計画手法を提案した。

地下灌漑システムを活用した土壌養分の制御を目的とした室内のカラム試験で、湛水、落水（地下水位-15cm維持）、地下水位上昇下降（1日給水2日排水×4回）を比較した。その結果、無機態窒素量は湛水で増加したのに対し、落水ではわずかに減少、地下水位上昇下降では大きく減少した（図-12.7）。地下水位の上昇下降が、土壌中の無機態窒素量の低減に有効な技術であることが示唆された。地下灌漑システムによる泥炭地水田圃場での土壌養分制御の応用として、水稲の出穂期に地下水位の上昇下降を繰り返す管理を行った。このことによる土壌の無機態窒素の低減は明瞭ではなかったが、これまでの試験結果を踏まえて、フィールドにおける地下水位の上昇下降管理が無機態窒素低減に影響を与え米の品質向上（米粒タンパクの蓄積抑制）に寄与する地下灌漑システムの操作手法について提案した（図-12.8）。

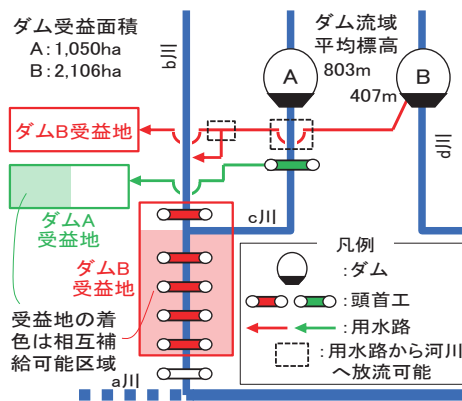


図-12.4 統合管理シミュレーションの対象としたAダム・Bダムと受益地への用水供給ルート

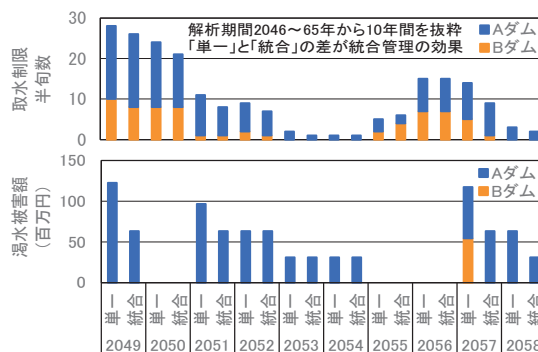


図-12.5 将来の農業用ダムにおける統合管理の効果（気候モデルはINGV-SXG）

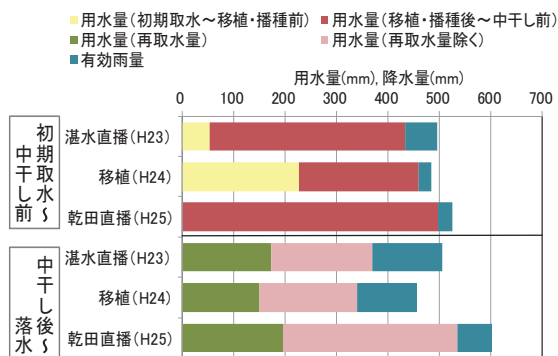


図-12.6 3種の栽培方式での用水量

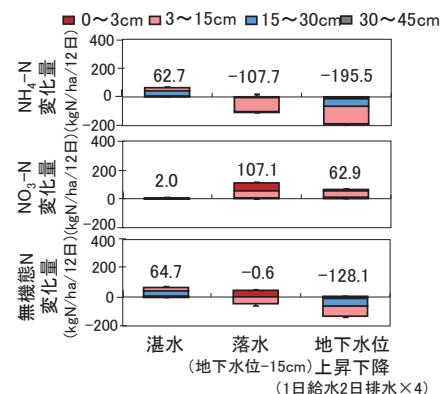


図-12.7 カラム試験における無機態窒素変化量

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。

### 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-12.9）。

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-12.10）。これまでの検討結果より、生物生産性の向上に向けた湧昇マウンド礁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提案した。

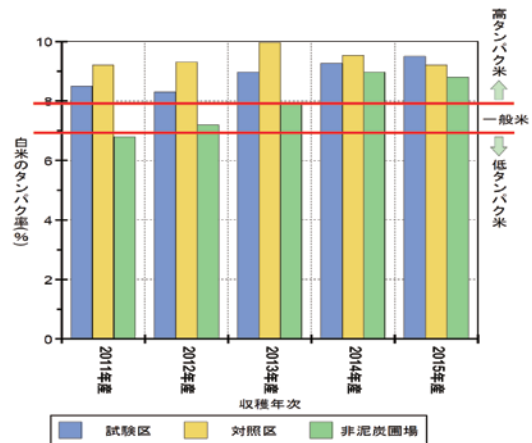


図-12.8 白米のタンパク率

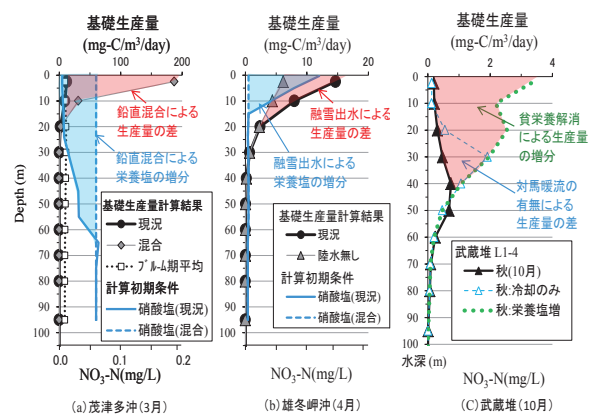


図-12.9 基礎生産量と硝酸塩濃度の鉛直分布

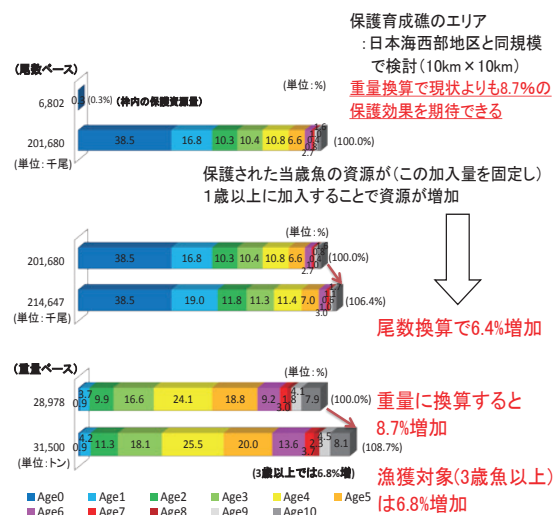


図-12.10 資源保護効果の算定



## 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) 「持続性のあるシステム構築」の具体例をあげて示してほしい。経済性の評価も重要と考えるが、そうした観点が今後望まれる。
- 2) 地球温暖化、農業従事者の減少に対して、持続的営農についての視点を明確にしていく必要がある。
- 3) 寒地の農水課題に対して「手引き」に反映する前に、研究成果の妥当性の担保についてしっかり考える必要がある。
- 4) 研究成果は満足できる水準に達していると評価できる。
- 5) 農地の大区画化を前提に技術開発が研究されているが、科学技術的になぜ大区画化なのかの説明が必要。

### ●今後の対応

- 1) 個々の研究は生産の持続性に資するものであり、これが生産現場で活用されることにより「持続性のあるシステム」が構築されることとなる。今後、研究の関連性、技術の先進性、補完性等システムとしての観点を含めて発信していく。
- 2) 環境変化に対応した農業生産の持続を図る技術開発を行った。第4期中長期計画においても、持続的営農の視点を明確にして研究開発を進める。
- 3) 学会等への論文投稿により研究成果の妥当性を検証するとともに、第4期中長期計画においても妥当性を担保しながら研究開発を進める。
- 4) 今後も、研究成果の最大化を目指してさらなる成果の普及に努めて参りたい。
- 5) 第4期中長期計画においては、農地の大区画化の必要性等を含めて、食糧生産の持続、強化に関する説明に努める。

## 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

### ■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・補強工法の選択が可能となる。
- 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。

#### ※道路の例

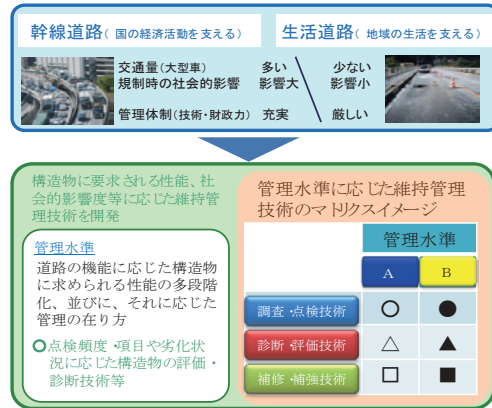


図-13.1 管理水準に応じた維持管理技術の確立(道路の例)

#### 既設舗装の長寿命化手法に関する研究

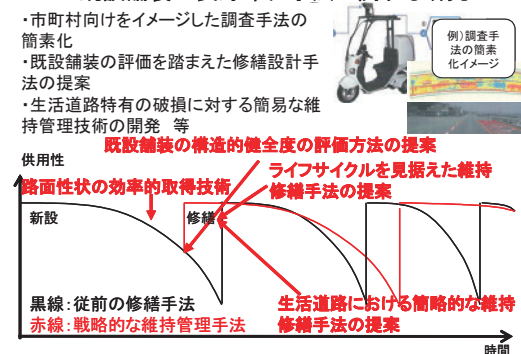


図-13.2 多様な管理水準・構造条件・損傷状態に応じた効率的な補修・補強技術の確立

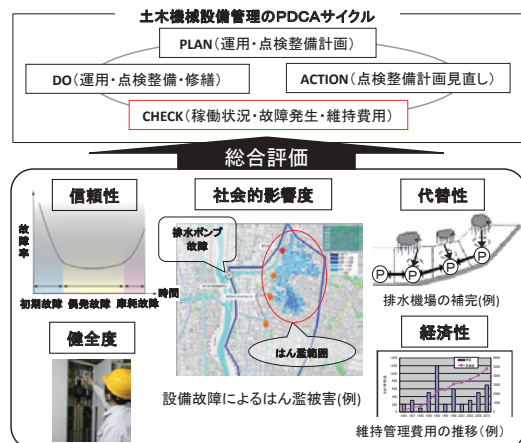


図-13.3 社会的影響度と設備状態を考慮したマネジメント技術の確立

## ■得られた成果の概要（平成27年度の成果は下線部）

### ①管理水準に応じた調査・点検手法の確立

高度な点検手法としてMMS（Mobile Mapping System）を用いて得られる三次元点群データをもとに路面を面的に評価する手法、簡易な手法として一般車両に計測機器を装着して段差等を評価する手法について実証実験等を行った。その結果、高度な点検手法により供用に伴う舗装の微小な変位が把握でき、簡易な点検手法により走行速度に応じて段差が評価できることが分かった（図-13.4）。

道路トンネルの適切なメンテナンスサイクルの実施にあたって、点検手法により判定区分の差違を明らかにするとともに、改善案を提示した。また、覆工等に発生している変状について、新しい健全性の診断区分に基づいた道路トンネル変状事例集の作成を行い、合理的な運用方法を提案した（図-13.5）。

中長期目標期間の成果として、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した。

### ②健全度・安全性に関する診断・評価技術の確立

補強土壁の診断事例を収集し、部位・部材別に診断技術を体系的に整理し、各種条件（補強材長さ等、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。また、補強材連結部の破断や盛土内の空洞化の検知を目的に各種診断手法の適用性について模型実験を行い、起振器を用いた壁面の振動特性計測による補強材連結部破断検知の有効性を確認した（図-13.6）。

重力式コンクリートダムを対象に、ダム堤体で計測された常時微動や地震動の解析から得られる振動特性に着目し、その変化からダム堤体の健全度診断を行う上で必要となる固有振動数の基本特性や影響要因を明らかにするために実ダムでの計測・分析を行った（図-13.7）。その結果を土木研究所資料にとりまとめた。PC橋の調査・診断手法の研究として、汎用性のある簡易解析モデルによる耐荷について確認し、PC多主桁橋における健全性診断手法を示した（図-13.8）。中長期目標期間の成果として、劣化損傷が生じた。既設橋梁部材の耐荷力試験及び数値解析を行い、耐荷力評価手法について提案した。

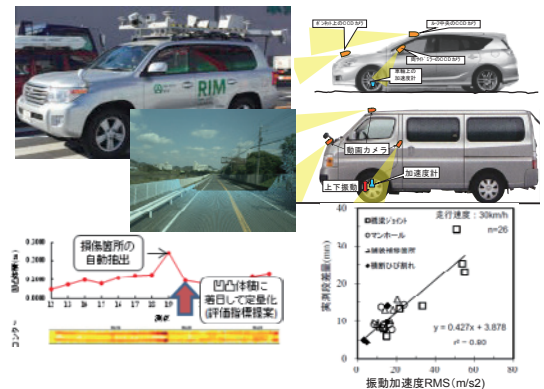


図-13.4 路面の高度な点検手法と簡易な点検手法

変位	変状現象	はく露物
平成22年 (2010.10.22撮影)	陥凹	1. 砂利 2. 針葉系木片 3. 遺失
平成23年 (2011.11.9撮影)	陥凹	ひび割れ ひび割れ状況 塊状
平成24年 (2012.11.12撮影)	陥凹	塊状 砂
平成25年 (2013.11.11撮影)	陥凹	塊状 砂

図-13.5 道路トンネル変状事例集の例

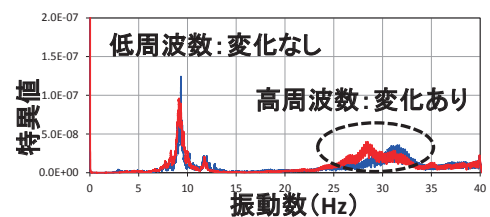


図-13.6 起振器振動による連結部破断検知結果

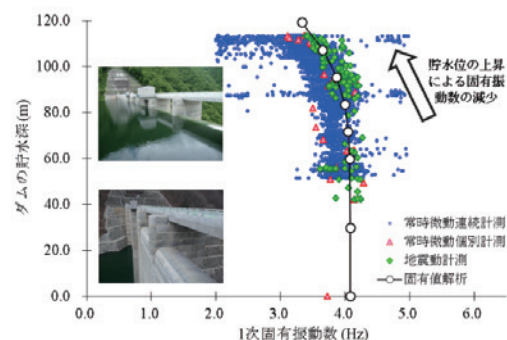


図-13.7 ダムの貯水位と1次固有振動数の関係

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

コンクリート構造物の長寿命化に向けて、断面修復工法、表面被覆・含浸工法、ひび割れ修復工法等の各種補修対策工法について暴露試験や室内実験等で得られた知見を「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(共通編、各種工法編、不具合事例集)」(案)としてとりまとめ、材料試験や施工管理標準等を提案した(図-13.9)。道路橋桁端部の腐食対策として、PC橋の狭い遊間を対象とした漏水を防ぐ排水装置の提案(図-13.10)、PC桁端部における調査時の削孔の影響評価、鋼桁端部支点上の腐食に対する当て板工法の提案を行った。いずれも、これまで十分な知見が得られていなかった部分について、それぞれの技術的課題を整理し、具体策や留意点を提示した。中長期目標期間の成果として、実環境下での暴露試験や試験施工等を実施し、施工性・耐久性等を検討した。また、補修対策施工マニュアル(案)の作成を行った。

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

土木機械設備について維持管理関係資料(点検結果、故障情報等)を収集し、FTA(フォルトツリー解析)及びFMEA(潜在的故障モード影響解析)を活用した信頼性評価・経済性管理・安全管理についてとりまとめた。また、CommonMPを活用した河川GISモデルを構築し、流域で相関関係のある複数の土木機械設備における相互補完を考慮した社会影響度評価手法をとりまとめた(図-13.11)。これらの結果を基に、各機械設備の信頼性・経済性・安全性と相互補完、社会影響度を考慮した維持管理計画立案手法として提案した。中長期目標期間の成果として、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た。

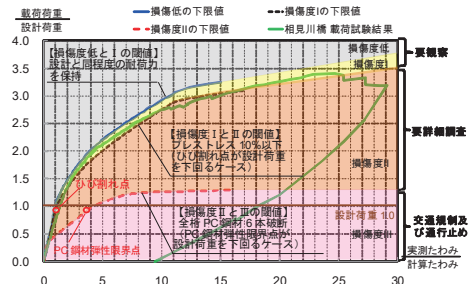


図-13.8 PC多主桁橋の健全性診断手法

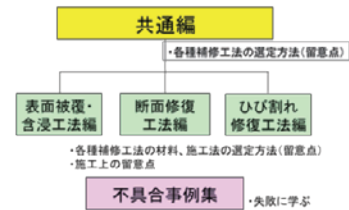


図-13.9 コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)

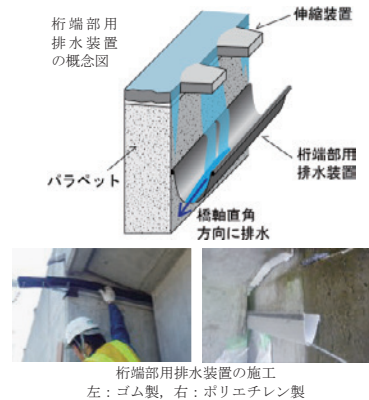


図-13.10 コンクリート橋桁端部の狭い遊間に設置可能な排水装置の提案、試験施工

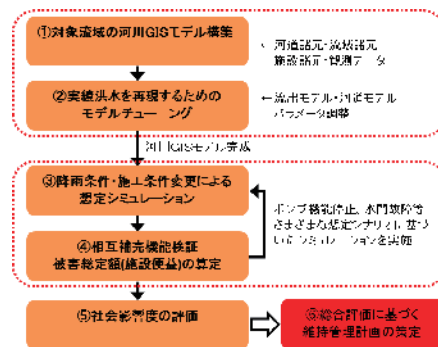


図-13.11 河川GISモデルを活用した維持管理計画立案手法

## 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) 更なる普及を期待する。
- 2) 全体的には、おおむね評価できる。
- 3) 海外対応が不十分である。海外基準へのアプローチがもっと欲しい
- 4) これまで以上に自治体レベルの技術指導、普及を期待する。

### ●今後の対応

- 1), 2) 社会ニーズや現場での活用を意識し、成果の普及に努める。
- 3) 論文の公表や海外基準への対応も意識し、研究を進める。
- 4) 講習会や現場での技術指導等で情報発信を進め、成果の普及に努める。

## 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。

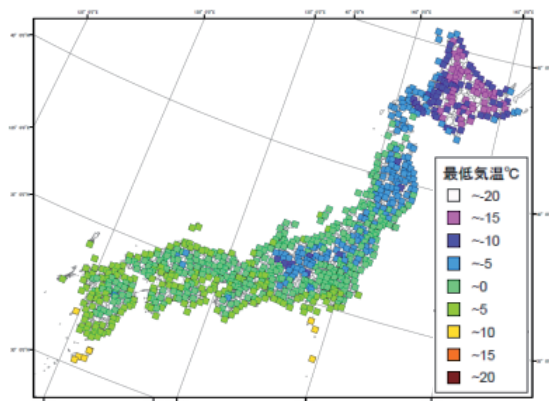


図-14.1 日最低気温の極値（1979-2000 アメダス平均値）



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 (平成27年度の成果は下線部)

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し、破壊が集中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)は耐水性に問題があることを室内・現地試験により確認、氷海域に適した補修・防食工を提案した(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。

中長期目標期間の成果として、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した。

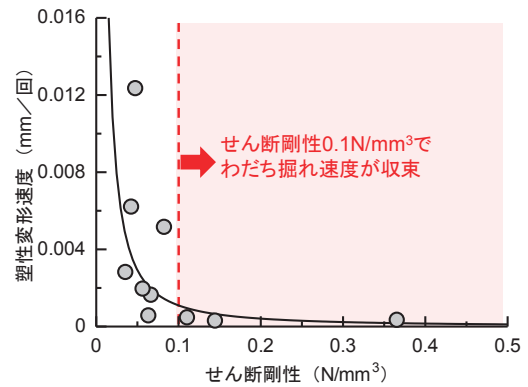


図-14.5 わだち掘れ特性とせん断剛性

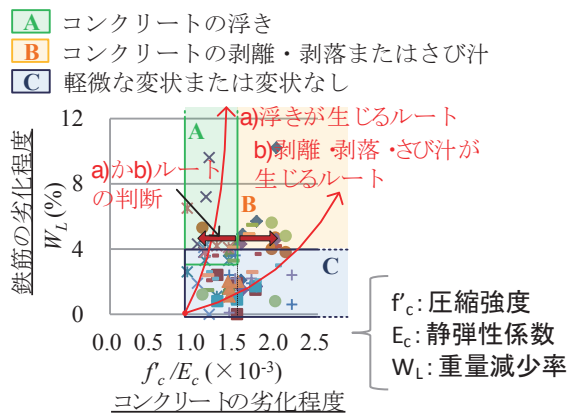


図-14.6 複合劣化の進展と劣化状態



凍結・融解行程 5°Cカンタプロ試験  
図-14.7 凍結融解作用に対する性能評価試験

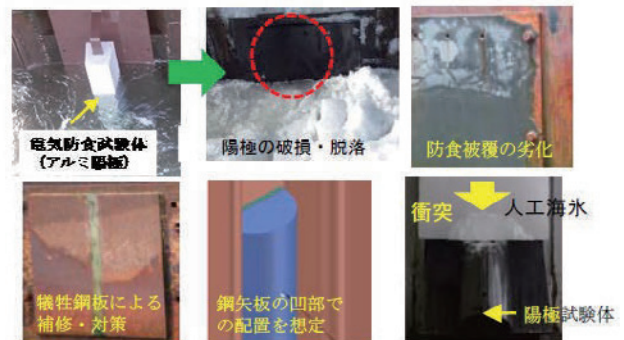


図-14.8 通常防食法及び新型補修・対策法の耐久試験

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。

中長期目標期間の成果として、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・嵩上げに効果的な対策工の設計法を提案した。

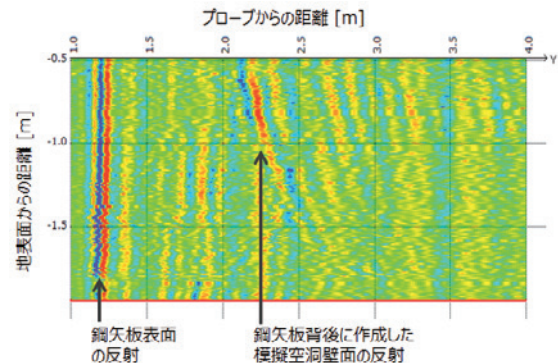


図-14.9 音響プローブによる模擬空洞計測結果

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工法（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嵩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構築した（図-14.12）。

中長期目標期間の成果として、開水路の補修工法に応じた補修後の劣化予測を試行するとともに、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した。

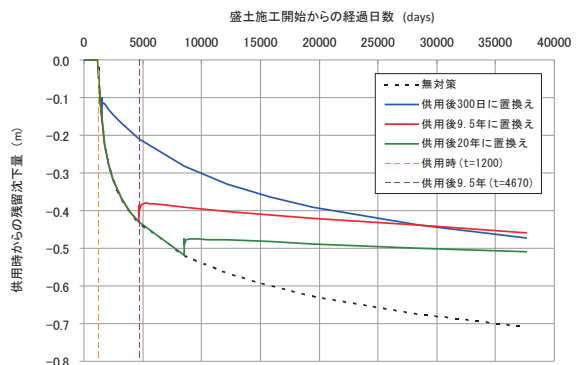
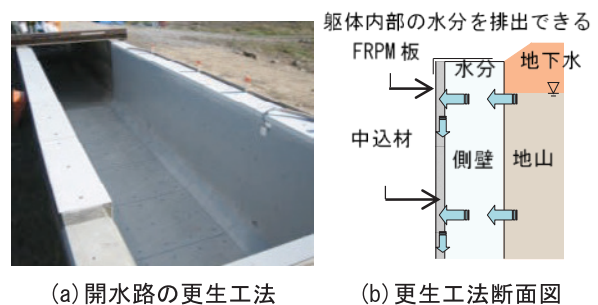


図-14.10 EPS置換えの施工時期の違いが残留沈下量に与える影響



(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



## 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) 寒冷地に特化したものではない内容も多いため、非寒冷地への展開を期待する。

### ●今後の対応

1) 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。

## 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

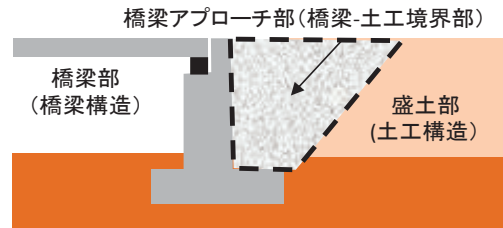
①新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案（図-15.1）性能設計法が確立されていない新しい形式の道路構造（橋梁アプローチ部に人工材料を用いた構造体、連続カルバートなど）や土工構造物の性能評価法の開発を行う。

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

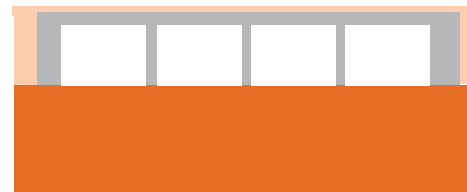


図-15.1 性能評価法の開発を行う構造物

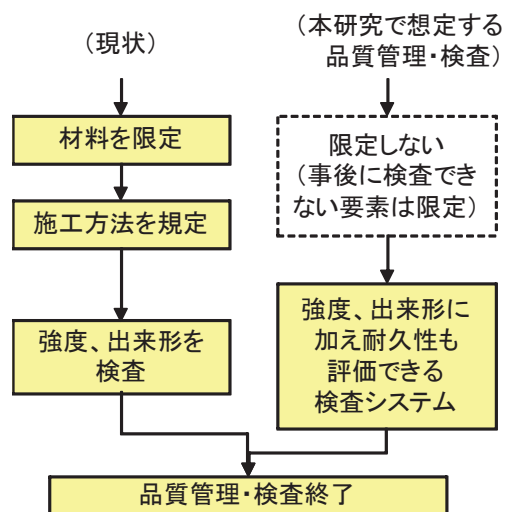


図-15.2 コンクリート構造物の耐久性を確保するための検査モデル

## ■得られた成果の概要（平成 27 年度の成果は下線部）

### 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）。中長期目標期間の成果として、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）（土研資料）を作成した。

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に、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。

中長期目標期間の成果として、補強土壁などの土工構造物について、補強領域内のせん断変形に着目した補強領域の変位を計算する手法を提案し、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）を取りまとめた。

### 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

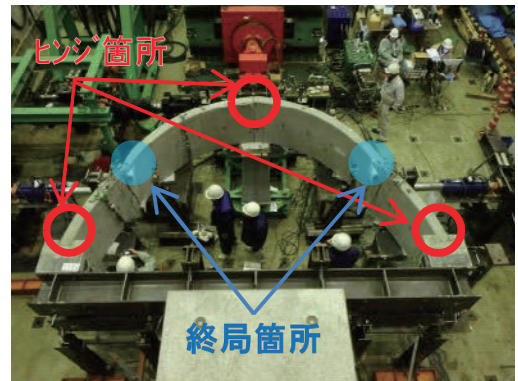


図-15.3 3ヒンジプレキャストカルバートの正負交番試験結果

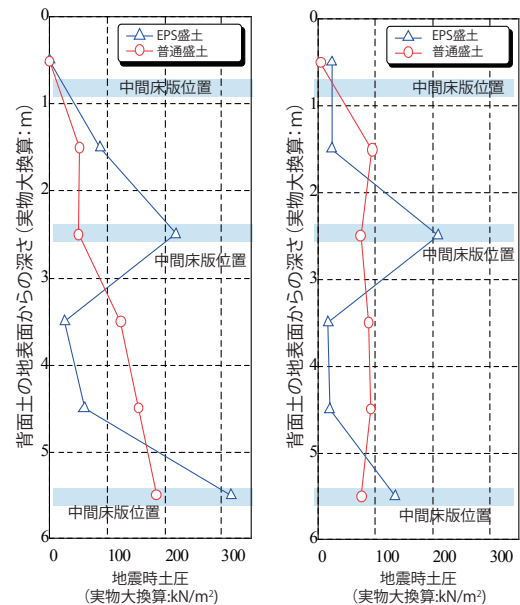


図-15.4 地震時の最大土圧（L2 加震時）

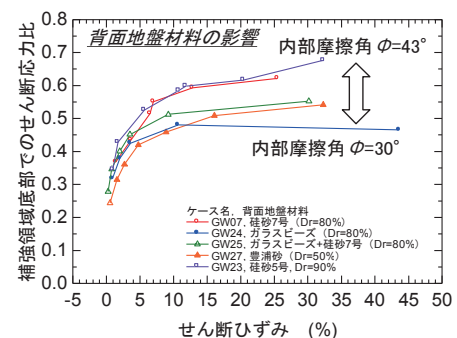


図-15.5 動的遠心模型実験で得られた補強土壁のせん断ひずみとせん断応力度比の関係

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た。さらに、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手法を開発し(図-15.7)、劣化予測手法を体系化した。鋼橋塗装については、標準塗装系および比較塗装系の性能評価試験を実施し、現行の規格・基準類に定められている試験方法・条件の妥当性について検証した。これらのデータに基づき、鋼橋塗装の要求性能(防食性能、耐久性能、付着性能、景観性能、施工性能、環境性能)ごとに適切な試験評価方法および条件を設定し、それぞれの性能基準値(案)を提案した。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

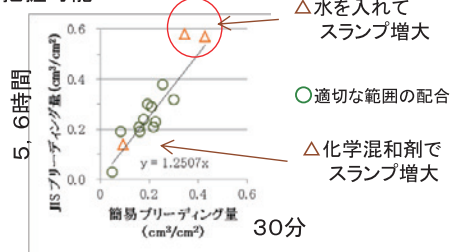


図-15.6 簡易ブリーディング試験(30分間)による分離しやすいコンクリートの把握

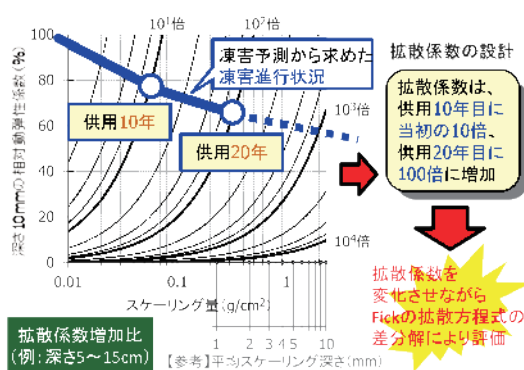


図-15.7 塩化物イオン浸透評価式の開発

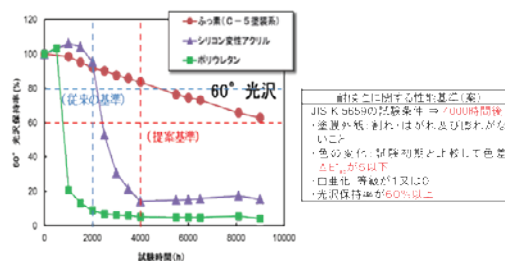


図-15.8 鋼橋塗装の性能基準の例  
(キセノンランプ法による耐候性評価と性能基準値)

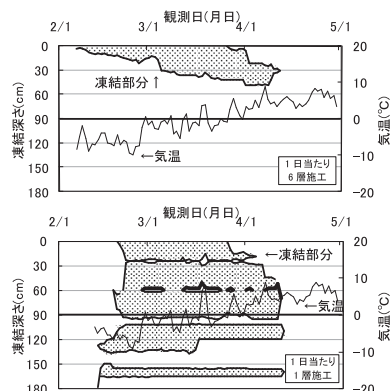


図-15.9 施工速度と凍結深さの関係

## 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) 目指した目標を十分達成し、期待どおりの成果を得ている。
- 2) 更新への情報供給が重要。性能とは何かなど基本的な点も検討願いたい。

### ●今後の対応

- 1) 第4期中長期計画における研究プログラムで、維持管理から更新を含むメンテナンスサイクルを動かすための課題を設定し、本課題の成果を引き継ぐ。
- 2) 第4期中長期計画における研究プログラムで、それぞれの構造物に求められる性能について整理したい。

## 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の中で、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。

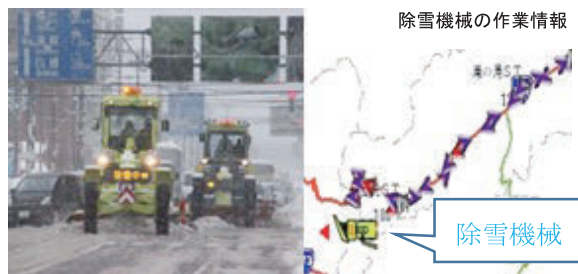


図-16.1 除雪作業効率の分析・評価(イメージ)



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（平成27年度の成果は下線部）

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実道のすべり抵抗調査を行った。すべり特性の基礎的分析を行い、気象条件毎の路線のすべり傾向分布図（フリクションマップ）の作成手法を構築した（図-16.5）。気象条件によるマップの分類数、マップ作成に必要なデータ数とマップの信頼性を検証し、冬期路面管理への適用方法を提案した。

また、密粒度舗装を対象とした屋外試験ですべり抵抗値、路面氷膜厚、塩濃度等を計測し、凍結防止剤（塩）散布後のすべり抵抗値を推定する手法を構築した。同手法を粗面系舗装に拡張し、さらに車両通過の影響も組み込んで、散布後のすべり抵抗値等を予測するツール（WIRIS）を作成した（図-16.6）。効果的防滑材散布のため、路面残留防滑材量とすべり抵抗値の関係を解明すると共に、実道試験で湿式散布に対する防滑材・加熱水混合散布の優位性を確認した。

加えて、除雪工区毎の降雪量と作業所要時間の相関を分析、その結果を後述する機能の開発に反映した。開発した機能は、除雪機械稼働情報可視化機能（図-16.7）、降雪量に応じた出動タイミングの判断を支援する機能、隣接工区の作業支援など除雪機械の運用判断を支援する機能である。また、除雪機械稼働情報を可視化して除雪作業を分析・評価する方法、大雪時等における効率的な除雪機械の運用方法等をとりまとめた除雪機械作業効率化マネジメント技術資料を作成した。

中長期目標期間の成果として、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った。

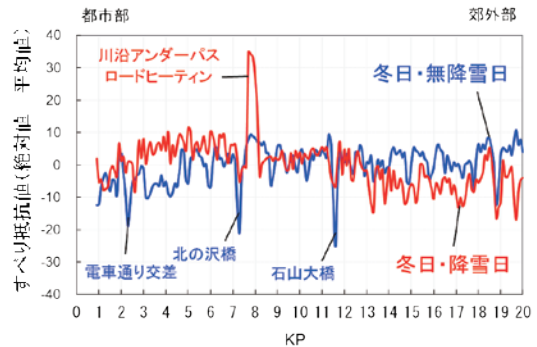


図-16.5 路線の“フリクションマップ”

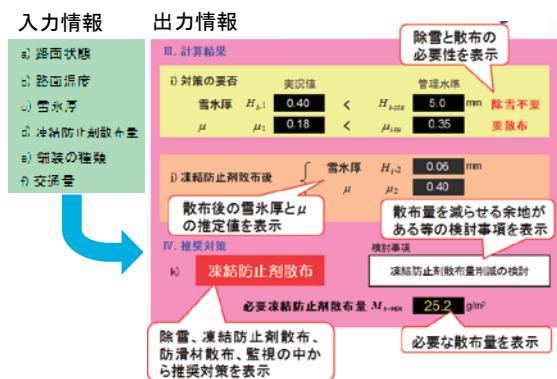


図-16.6 凍結防止剤（塩）散布後のすべり抵抗値予測ツール（WIRIS）すべり抵抗値予測ツール（WIRIS）

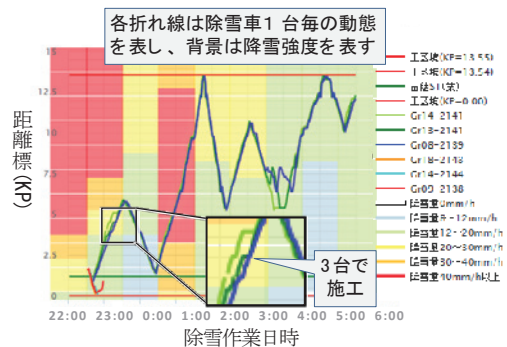


図-16.7 除雪機械稼働情報可視化機能

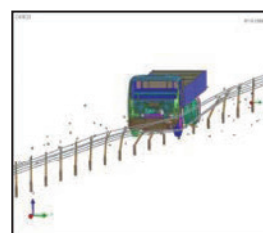


図-16.8 衝突挙動CGシミュレーション



図-16.9 実車による性能確認試験

### 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）、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・サグ・構造物等の条件に適した構造／工法の開発、暫定2車線区間への導入方法の検討を行った。さらに、衝突時のたわみ量を減少させるロープ連結材を考案し、性能確認試験を実施して規格を確定した（図-16.10）。

工作物衝突事故対策としては、車線逸脱事故分析から要対策箇所選定フローを作成し、現地調査手法と対策事例を取りまとめた。個別対策技術として、大型車対応ランブルストリップスの夏期・冬期走行実験、被験者実験を実施して推奨規格を作成し（図-16.11）、ランブルストリップス整備ガイドラインに追加した。

中長期目標期間の成果として、緩衝型のワイヤ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立案マニュアル（案）の策定を行った。



図-16.10 連結材性能確認試験



図-16.11 大型対応ランブルストリップス

### 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基準である「歩道部のすり付け部の縦断勾配の最急値5%」を寒冷地の歩道においても準用して設計すること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、改良を行った。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追加し、現道および試験路面での適応性試験を実施した。その結果、施工による静摩擦係数値の増加（図-16.12、図-16.13）及び平坦性の向上を確認した。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等の散布効果を被験者実験により定量化し、効率的な冬期路面对策方法としてすべり止め材等の散布量（図-16.14）及び雪氷路面処理装置による路面処理技術の提案を行った。中長期目標期間の成果として、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った。

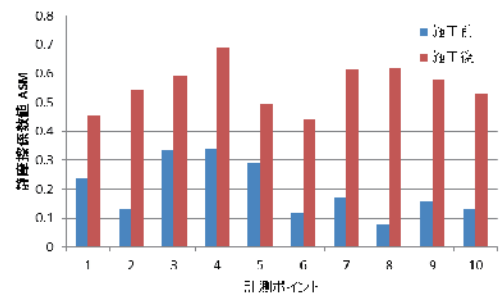


図-16.12 施工による静摩擦係数値の変化

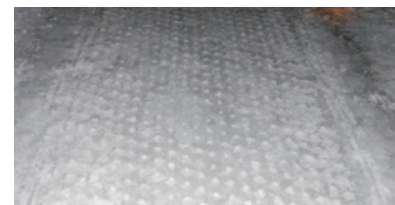


図-16.13 施工後の雪氷路面

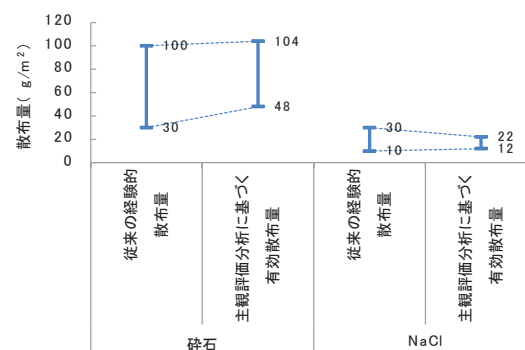


図-16.14 すべり止め材等の効率的な散布量



## 外部評価委員会での評価結果（プロ-16）

### ●外部評価委員からのコメント

- 1) 降雪条件、雪質などが異なる場にも対応は可能か。また、海外展開を期待する。
- 2) 北海道と北陸や中国道等との凍結防止剤散布量等の比較、検討をしているか。（北海道の技術の優位性はあるか）
- 3) 今後の取り組みとして、ぜひコストの概念を導入した管理技術を確立すべきである。

### ●今後の対応

- 1) 技術的には条件の異なる地域にも対応は可能。北海道以外の地域への展開と共に、国際会議や海外ジャーナルへの投稿等を通じ海外にも成果普及を図っていききたい。
- 2) 積雪寒冷度合いの低い地域では、橋梁部等で凍結防止剤の使用量がかかなり多い傾向であることを把握している。金属腐食が懸念されており、対策検討のための研究を別途実施している。
- 3) 第4期中長期計画において、費用対効果の観点から冬期道路管理を定量的に評価するための研究を実施する。

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	H27	
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、H27が0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、H27が0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%	93.4%	<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、H27が81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・濁水特性に与える影響に関する研究					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					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					後
1.4	河川堤防の浸透・地震複合対策技術の開発					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					
3.2	山岳トンネルの耐震対策の選定手法に関する研究					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					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					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					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					後
3.7	台形 CSG ダムの耐震性能照査に関する研究					後
3.8	液状化判定法の高精度化に関する研究					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					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					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					
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					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					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					

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					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					
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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					
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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					
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					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					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					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					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					
13.5	既設舗装の高寿命化手法に関する研究					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					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					後
13.8	道路橋桁端部における腐食対策に関する研究					後
13.9	橋梁のリスク評価手法に関する研究					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					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					
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					後
15.5	鋼橋塗装の性能評価に関する研究					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					

## 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					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					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					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					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					後

※研究期間欄の前・中・後は右記の通り：【前：事前評価】【中：中間評価】【後：事後評価】

※研究期間内において、計画変更などにより、別途中間評価を行っている場合がある。

### 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、平成27年度に実施した71課題を含む重点的研究開発課題毎の重点研究の一覧表を表-1.1.4に示す。このうち27課題は平成27年度に開始し、26課題は平成27年度に終了した課題である。

なお、平成27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「27年度に行った重点研究の成果概要」に記載している。

#### 3.1 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、平成27年度からは10課題開始した。また、平成26年度までに16課題、平成27年度には10課題が終了した。

##### 1) 重点的研究開発課題①の目標に対する平成27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の開発

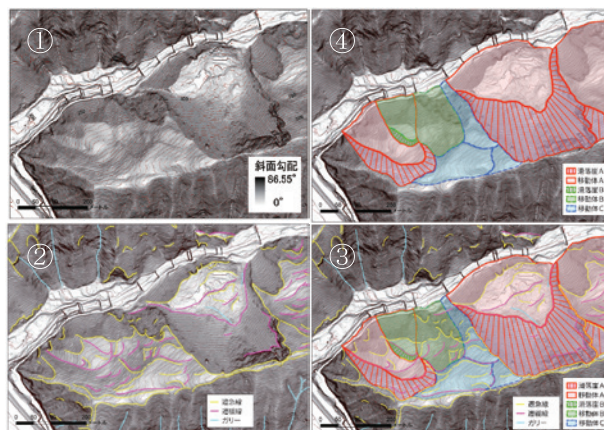
地すべりチーム  
研究期間 H23-27

#### ■ 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。

#### ■ 平成27年度に得られた成果(取り組み)の概要

初生地すべりの発生実態をもとに、LPデータを用いた地すべり抽出法を提案した。具体的には、7種のLP地形量図を作成し、地すべり地形判読に適したLP地形量図を検討した。その結果、等高線と傾斜量図を組み合わせた地形量図が地すべりの判読に適していることが明らかになった。これらの成果を「航空レーザ測量データを用いた地すべり地形判読に関するマニュアル(案)」として作成した。



LP地形量図を用いた地すべり判読事例  
(左上から反時計回りに①傾斜量+等高線図を作成、②微地形(遷急線、遷緩線等)の判読、③微地形と傾斜量を基に地すべりブロックを判読し、④地すべり分布図を作成)

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 H23-27

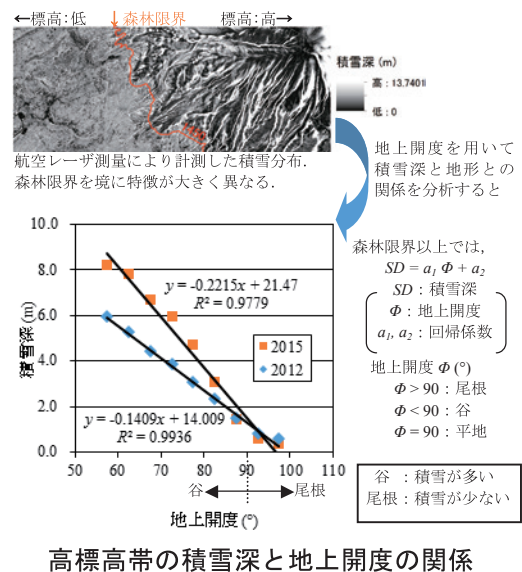
### ■研究の必要性

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。

### ■平成 27 年度までに得られた成果 (取り組み) 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。また、気候変動モデルデータを用い、気候変動が融雪期のダムに与える影響を評価した。

「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。

### 2) 外部評価委員からのコメント

- ・重要な課題であり影響範囲が広いため十分な取り組みを行っている。実用的な成果が出ており目標を達成している。成果の反映についても目標とした内容については実施をしており、今後は論文等の発表のみならず成果の社会実装が期待される。
- ・リスクの評価の考え方を国民市民行政すべてが認識してこれを社会に還元することが望まれる。

### 3) 今後の対応

- ・今後も、第4期中長期目標期間に行う研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発を実施し、現場適用などの社会実装にも積極的に取り組んでいきたい。

### 3.2 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、平成27年度からは1課題開始した。平成27年度には2課題が終了した。

#### 1) 重点的研究開発課題②の目標に対する平成27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 H23-26

### ■研究の必要性

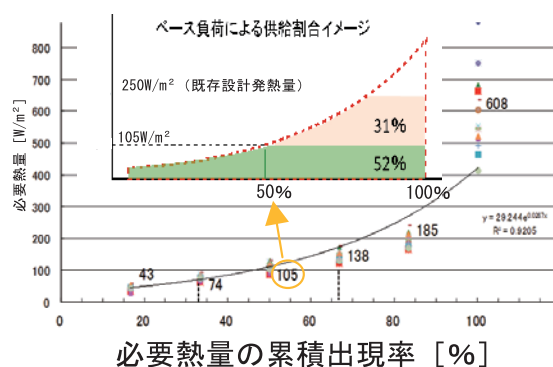
融雪施設の熱源の多くは電力であり、その料金が道路管理の大きな負担となっている。このため経済的な維持管理（運転制御）や再生可能エネルギーの有効活用が求められている。

### ■平成26年度までに得られた成果（取り組み）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 H23-26

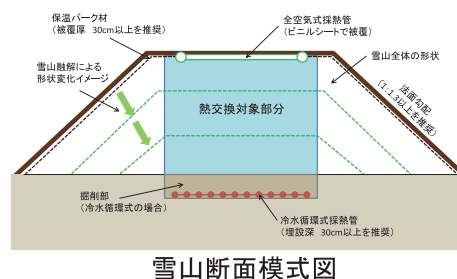
### ■研究の必要性

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。

### ■平成 26 年度までに得られた成果（取り組み）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。

## 2) 外部評価委員からのコメント

- ・目標とする十分な成果を上げていると評価する。また、成果の反映・社会への還元については、マニュアル等の作成により十分な成果を上げていると評価する。今後の普及に向けたさらなる取り組みに期待する。
- ・循環型社会構築のためには、セメント、コンクリートの活用が重要であり、コンクリート舗装の適用拡大に向けた研究を継続してほしい。

## 3) 今後の対応

- ・アドバイスを踏まえ、今後も、第4期中長期計画における研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発に取り組むなかで、フィジビリティスタディ、実証実験による効果確認等についても検討を行い、成果の普及等に向けても、積極的に取り組んでまいりたい。
- ・第4期中期計画において、コンクリート舗装の修繕を含めた研究を実施する。引き続きコンクリート舗装の活用に向けた研究に取り組んでまいりたい。

### 3.3 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、平成27年度からは4課題開始した。平成27年度には8課題が終了した。

#### 1) 重点的研究開発課題③の目標に対する平成27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

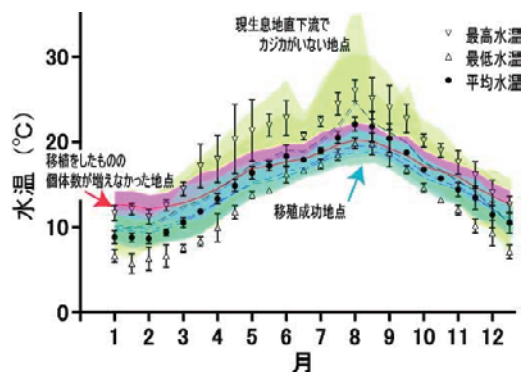
河川生態チーム  
研究期間 H22-27

### ■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。

### ■平成27年度に得られた成果（取り組み）の概要

本研究の対象魚種である分布域南限付近の希少カジカを対象に、生息適地・不適地等の水温情報と遺伝情報から推定される再生産や移動に関する情報とを組み合わせた整理を行い、河川事業による影響を回避するための移植候補絞り込みのための条件を示した。また、遺伝情報を河川環境調査に活用する際の留意点や分析手法の選択方法などについて河川管理者らがわかりやすくなるようとりまとめ、共同研究報告書第478号として発刊した。



カジカの存在に影響を与える温度条件

2011.9～2016.1(一部データ欠損)の半月ごとの地点別水温(最高・最低・平均)を、分布の有無、移植の成否別に比較した。さらに、遺伝情報により推定された現生息地の個体群の動態から、夏季の高水温および冬季の水温が分布に影響を与えることが推定された。

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

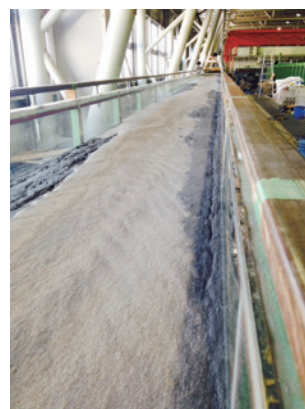
寒地河川チーム  
研究期間 H23-27

### ■研究の必要性

北海道内の複数河川において、流砂の衝突によって土丹（軟岩）が侵食し、急激に河床が低下する事例が増加している。これに伴い橋脚などの構造物の安定性低下が懸念されている。軟岩河床は、融雪期に凍結融解や乾湿繰返しによる風化の影響を受け、融雪出水時に流水や砂礫の侵食に晒されると考えられ、緊急に侵食防止対策を講じていく必要がある。

### ■平成 27 年度に得られた成果（取り組み）の概要

交互砂州発生領域においては、岩盤床上にも砂州の類似物が形成され、砂州の移動に伴い露岩部も移動する。しかし、砂州形成の過程で露出した岩盤床が砂礫の移動と衝突によりどのような形状に侵食されるのか未だ確認されていない。そこで、砂州形成に伴う岩盤侵食地形を水理実験により調査した。この結果、砂州形成に伴い兩岸付近にあらわれた露岩部は下流に移動するため、兩岸際の岩盤は縦断方向に連続的に侵食されることが確認された。



砂州が形成される岩盤河川の  
水理模型実験

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、既存の深淺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。

## 2) 外部評価委員からのコメント

- ・様々な新しい技術開発が行われたと評価できる。管理システムを含めた社会基盤形成について、第4期での研究の深化と、社会への還元を期待する。学術的な基盤を踏まえた、技術開発、マニュアルの策定が重要。
- ・この研究により、どのようなグリーンイノベーションが行われたか、多くの国民に共感される情報発信が重要。

## 3) 今後の対応

- ・引き続き、第4期中長期計画における研究開発プログラムの中で連携強化・総合化をはかり、研究開発成果の発展、一般化、普遍化や社会への還元にむけて、重点的・集中的に研究開発に取り組んでまいりたい。

### 3.4 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、平成 27 年度からは 5 課題開始した。平成 27 年度には 1 課題が終了した。

#### 1) 重点的研究開発課題④の目標に対する平成 27 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 H22-25

### ■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。

### ■平成 25 年度までに得られた成果（取り組み）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。

#### (2) 埋込部の鋼部材減肉量の計測技術

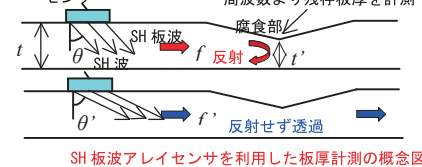
民間と共同開発した SH 板波を利用した埋込部の減肉量の計測技術を提案（特許出願（H25.3））し、良好な結果を得た。

#### (3) コンクリート部材内部の可視化技術

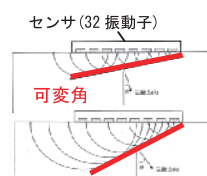
撤去橋梁部材を用いて、他分野の非破壊検査手法（高出力 X 線源、中性子線）の適用性を確認した。これらの成果は、技術相談、各種研修、講演会等を通じて、道路管理者や一般技術者等に広く情報提供している。また、(3)は戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）に採択され、継続して研究を実施中である。



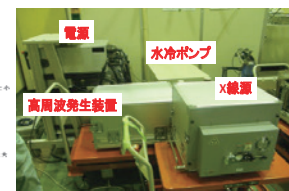
目視困難な部位の例（コンクリート埋込部の橋梁部材の腐食）  
周波数を変えた波を送信、遮断周波数より残存板厚を計測



SH 板波アレイセンサを利用した板厚計測の概念図



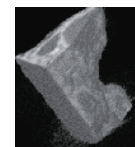
開発したアレイセンサの概念図



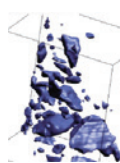
3. 95MeV 高出力 X 線全体像



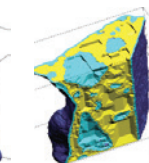
(a) コンクリート供試体



(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

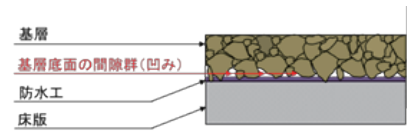
寒地道路保全チーム  
研究期間 H23-27

### ■研究の必要性

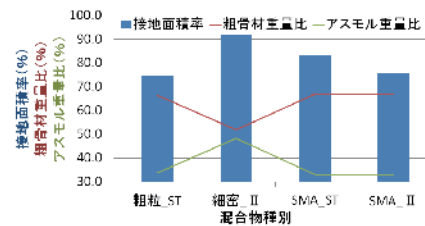
舗装の維持管理のコストダウン、既存の道路舗装の長寿命化を図るためには、舗装の損傷・劣化をより早期に把握し、予防的対応をとる必要がある。このため、舗装の損傷・劣化を早期に診断する手法および予防保全的補修技術の開発が求められている。

### ■平成 27 年度までに得られた成果（取り組み）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し、成果は道路管理者の技術基準に反映される。



橋面舗装の基層底面の  
間隙群への滞水（イメージ）



基層底面に滞水しづらい  
アスファルト混合物を提案

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。

## 2) 外部評価委員からのコメント

- ・目標とする研究成果をうるとともに、マニュアル、ガイドライン等へ反映されている。
- ・今後とも、新技術のフォローや、一層の研究の深化を期待する。また、社会還元への取り組みが重用である。

## 3) 今後の対応

- ・第4期中長期計画において、研究開発成果の発展あるいは一般化・普遍化にむけて、重点的・集中的に研究開発に取り組んでいきたい。その際、指摘事項を踏まえ、社会への還元等、積極的に取り組んでまいりたい。

### 3.5 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、平成 27 年度から 7 課題開始した。平成 27 年度には 4 課題が終了した。

#### 1) 重点的研究開発課題⑤の目標に対する平成 27 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 H23-25

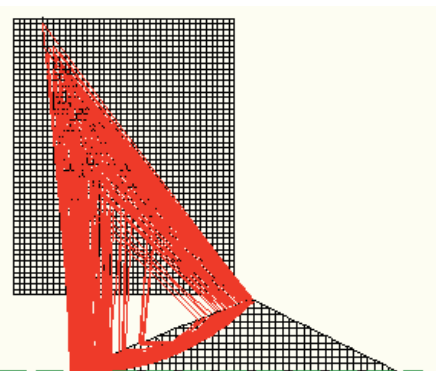
### ■研究の必要性

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。

### ■平成 25 年度までに得られた成果（取り組み）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

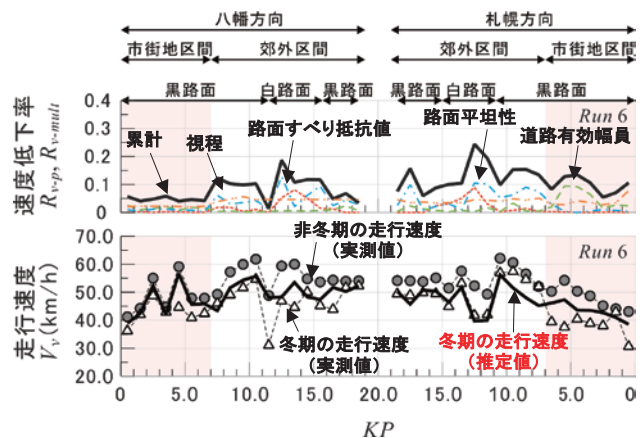
寒地交通チーム、雪氷チーム、寒地道路保全チーム、  
寒地機械技術チーム 研究期間 H23-27

### ■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。

### ■平成27年度に得られた成果（取り組み）の概要

実道走行試験を通じて、冬期の雪氷に起因した走行環境（路面すべり抵抗値、視程、道路有効幅員および路面平坦性）の悪化が走行速度低下率に及ぼす影響を評価する手法を改良した。手法の妥当性検証のため、冬期走行速度について実測値と推定値を比較した。その結果、複数の冬期走行環境（例えばすべりと平坦性等）が同時に悪化した時の走行速度低下率、および走行速度を評価できる可能性が示された。



冬期走行環境悪化による  
走行速度低下率および走行速度の推定計算例

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載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、平成25年度・26年度の地方整備局による試設計に活用された。

### 2) 外部評価委員からのコメント

- ・目標とする成果を十分達成していると評価する。成果の反映、社会への還元も適切に反映している。
- ・今後も、B/Cの議論や、社会への還元の取り組みが重要。

### 3) 今後の対応

- ・今後も、第4期中長期計画における研究開発プログラムの中で、研究開発成果の発展あるいは一般化・普遍化にむけて、重点的・集中的に研究開発に取り組んでまいりたい。その際、指摘事項を踏まえ、B/Cの議論や、社会への還元等、積極的に取り組んでまいりたい。

### 3.6 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、平成27年度には1課題が終了した。

#### 1) 重点的研究開発課題⑥の目標に対する平成27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 H23-27

##### ■研究の必要性

開発途上国において人口増加が著しい都市部において、衛生状態の改善や河川水質汚濁対策のため、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関連技術を現地に適用する手法を開発する必要がある。

##### ■平成27年度までに得られた成果(取り組み)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、遺伝子学的手法を適用して、途上国で使用される中級処理法や藻類を活用した下水処理法のノロウイルス(途上国で重症化することが報告されている病原微生物)除去率等の処理水質の実態を調査した。実態調査の結果等を活かして、処理水の農業利用時のノロウイルスによる健康影響を一定値以下で管理できるように、途上国における適切なかんがい利用方法の判定手順を提示した。研究開発成果の最大化に向け、開発途上国で広く活用されるよう、国際水協会等で成果を公表した。



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

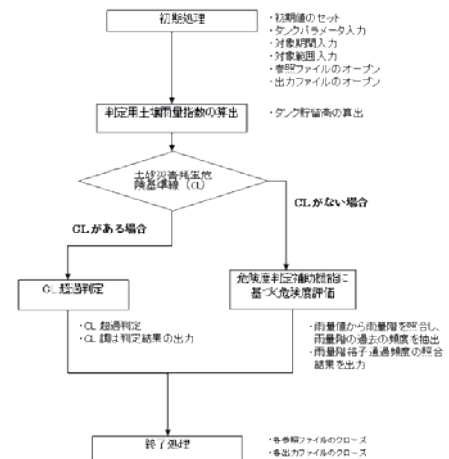
水災害研究グループ  
研究期間 H23-25

### ■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。

### ■平成 25 年度までに得られた成果（取り組み）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。

## 2) 外部評価委員からのコメント

- ・実用的な手法を開発しており目標を達成している。成果の反映等についても目標の内容については達成している。今後さらに海外への普及を進めてほしい。
- ・各種の技術をどこまで実装するかは、各国の経済発展の段階に依存するが、目標の到達度はかなり高い。社会実装へのさらなる発展が期待される。国内においてチャレンジングな社会実装が望ましい。

## 3) 今後の対応

- ・今後も、第 4 期中長期目標期間に行う研究開発プログラムにおいて、関係する研究開発を実施し、海外への普及、社会実装、論文発表の充実にも積極的に取り組んでいきたい。その際、頂いた意見を踏まえ、国内での適用等についても検討してまいりたい。

表-1.1.4 平成23年度から平成27年度までに実施した課題と平成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															
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															
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															
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															
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															
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 雪氷チーム															
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															
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															
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															
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															
11	ゆるみ岩盤の安定性評価法の開発	地質チーム															
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															
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															
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															
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 寒地機械技術チーム															
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											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											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	
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									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									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									後				
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									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									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									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									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													
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													
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													
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									中				
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									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													
31	流氷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													
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													
33	極端な暴風雪の評価技術に関する研究	雪氷チーム													
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				
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				
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				

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		
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				
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				
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				
40	プレキャスト部材を用いた既設カルパ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				
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				
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				
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				

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														
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														
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										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	材料資源研究グループ										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				



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				
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					

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																
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																
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																
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																
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																
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																
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																
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																
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																
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																
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																
12	鋼橋の延命化技術の開発	寒地構造チーム																
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																
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											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										中						







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			
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			
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			
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			
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			

## 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													
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													
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	材料資源研究 グループ										後			

・研究期間欄の前・中・後は右記の通り：【前：事前評価】【中：中間評価】【後：事後評価】

## 4. 外部評価委員会での全体講評

### 4.1 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)

#### 1) 研究成果の達成度について

技術面、研究面で、すばらしい成果をあげており、継続的な研究の取り組みに敬意を表す。論文も多数発表されており、世界的に権威のある学術誌への掲載も見られた、自然災害のテーマは、1つのことを技術的に成し終えても、新しい課題が出てくる。今後も油断せず、研究開発に努められたい。

#### 2) 成果の社会実装について

今後、成果を社会に実装していくことが重用である。成果が活用されることで、より良い技術として進歩する。自治体等に活用されるような努力や、制度作りなどを期待する。例えば、地域の防災担当者は、文系の方もいるため、技術普及にあたっては配慮が必要である。

#### 3) 研究連携について

研究連携を進めており、評価できる。  
以前と比べ、情報公開なども進み、土木研究所以外の研究者も、関係するテーマで研究に参画できるようになり、大きな発展につながる。

#### 4) 国際貢献について

国際的な取り組みが評価できる。日本の存在感を示すためにも、国際的な活動の継続を期待する。

#### 5) 人材育成等について

若手研究者が、次のステップに進むための論文執筆などの配慮をしてほしい。また、女性研究者の進出できるような土木研究所であってほしい。

## 4.2 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)

### 1) 研究成果の達成度について

すべての課題において、目標を達成でき、技術的に大きな貢献を果たしたと評価できる。

### 2) 成果の普及、社会実装について

成果の普及、社会実装に向けては、自治体に対しても成果の普及の取り組みを期待する。

マニュアル類については、実務では適用条件を無視して使われる場合があるため、適用条件を明確に示してほしい。また、現場での問題点をフィードバックし、改定等の対応を行うことや、既往のものとの整理、集約や、マニュアルの入手方法など、メンテナンスに努めてほしい。

### 3) 論文等の成果の公表について

プロジェクトによって、論文数に偏りがあるようである。国際会議への積極的な論文発表・参加を期待する。土木研究所は、地方・海外へも成果の発信が重要で、ISO等の委員会資料、報告書に使われた等のことも成果に含めて行くのが良い。

成果の公表のアピール方法について、査読などの分類方法や、被引用数の適用などについても検討を行うこと。

### 4) 今後の取り組みについて

新しい中長期計画期間中に新しい問題・ニーズがあった場合に柔軟に対応できるようにしてほしい。例えば、「冬道の舗装のポットホール」などの比較的新しい問題への対応や、「自動運転と社会インフラ」など将来的なテーマへの取り組みを期待する。

#### 4.3 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)

##### 1) 研究成果の達成度について

プロ研6は、バイオマスに関する新しい技術の開発へのチャレンジであった。

中長期期間の当初は、最終成果の見通しに対する懸念もあったが、それぞれ新しい知見が得られ、マニュアル類をまとめ、かなりの成果が出たと判断している。今後の発展につながる研究成果については、引き続き取り組みを行ってほしい。

プロ研7は、ある程度技術が隔離地しているものについて、実務のためのマニュアル化を重点に進めてきた研究であった。

非常に多数のマニュアル類を作成し、実際の実務に反映できる成果が十分に得られたと判断している。また、発生土の有効活用の成果など、東日本の復興に向け、貢献していると認識している。土壤汚染対策法をリードするような成果も得られ、波及効果は大きい。

##### 2) 成果の発信、社会実装について

各種メディア・媒体を利用した情報発信や、つくばテクノロジーショーケースで出展、受賞等、着実に実施しており、大変評価できる。

開発した技術、マニュアル類が有効に活用されるよう、発注機関への働きかけ等、社会実装に注力をしてほしい。

企業が総合評価等で発注機関にアピールする際に、環境負荷低減の点が十分に取り入れられない傾向があり、発注者に対しても理解促進をするよう取り組んでほしい。

##### 3) 論文等、成果の公表について

権威ある国際誌にも多数の論文を掲載しており、非常に高く評価できる。

#### 4.4 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)

##### 1) 研究成果の達成度と外部評価委員会の取り組みについて

自然共生という難しい分野で、評価委員会では5年間厳しい評価を続けてきたが、毎年度のアドバイス・研究評価がモチベーションとなり、年度毎に進化してきていることがみられ、その結果、十分な研究成果が得られたと強く感じる。

論文発表についても、当初、論文数が少ないと感じた課題も、委員会でのアドバイスを受けた、最終的には質も量もそろい、非常によい研究発表も見られた。

##### 2) 研究の取り組みと成果の社会実装との関係について

基礎的な研究においても、応用面においても、研究のスタンスを保ち、学会論文集に載るようなレベルでの研究開発にしっかり取り組んでほしい。安易にマニュアル化に走るのではなく、研究的なバックグラウンドを踏まえた上で、マニュアル類を作成することが重要。また、マニュアル類の実現場での活用状況とその効果についてフォローアップしてほしい。

##### 3) 第4期中長期に向けて

将来に向けては、「自然共生」で培った技術が持続可能性の中でどのような役割を果たすのか、考えてほしい。

自然共生という分野は環境だけではなくて、食料生産や活力という面、場合によってはレジリエンスという面もある。災害に対する強さや体制というものも含めた視点が重要である。

テーマの関連性だけではなく、地域の連続性が研究をつなぐ場合もある。地域や事業主体、行政とのつながりも探りながら研究に取り組んでほしい。

## 4.5 外部評価委員会本委員会での全体講評

### 1) 中長期目標期間における研究開発の目標達成

第3期中長期目標期間に実施した研究は、計画通り目標が達成された。また、学術論文等の成果の公表、成果普及に向けてマニュアル類の作成、講習会の実施等についても数多く報告され、十分な成果を得た。

### 2) 外部評価委員会の評価結果の研究への反映

外部評価委員会は、研究の目標達成のため、中長期期間の当初から厳しい評価と議論を行ってきたが、土木研究所は委員会の評価結果を受け止め、毎年度の取り組みに反映し、研究がブラッシュアップされていく過程が認められた。その結果、十分な研究成果が得られた。

新しい中長期目標期間においては、第3期の評価結果も踏まえ、以下の取り組みを期待する。

### 3) 研究の目標

中長期期間で研究を実施する過程で、新たに得た知見や情勢の変化などから、当初立てた目標から到達点が変わる可能性があることも見据えて研究に取り組むこと。その際、定量的な目標設定についても検討を行うこと。

### 4) 他機関との連携

研究成果が十分活用されるためにも、今後も引き続き国総研や行政との十分な連携をすることが重要である。また、他の関連する研究開発法人や大学とも研究連携を進めること。

### 5) 研究成果の公表・普及

開発した技術の普及にあたっては、学術論文等の取り組みをはじめとした研究面での科学的な裏付けが重要である。マニュアル類は、対象や適用条件の明確化、社会情勢との対応、従来のマニュアル類との関係、入手方法等含めて、各行政機関等とも調整を行いながら、より体系化をすすめること。また、土木研究所取り組みを、一般の方にもわかりやすく伝える努力をすること。

### 6) 人材の育成

ポスドクなどの若手研究者が、土木研究所の目標達成に貢献している。若手研究者のキャリアパス等に配慮し、研究者が自由に研究できる素地を整えてほしい。

### 7) 国際貢献

土木研究所の国際的な貢献が認められるが、日本の技術を国際的にどう展開していくのか検討を進め、国際規格や ISO 等への反映の取り組みをアピールすることが重要である。



## 4.6 今後の対応

外部評価委員会で頂いた講評を踏まえ、第4期中長期目標期間においても、土木技術に対する社会的要請、国民のニーズ及び国際的なニーズを的確に受け止め、技術的問題解明や技術的解決手法等の研究開発を実施し、成果の創出により社会への還元を果たしてまいりたい。

その際、長期性、不確実性、予見不可能性、専門性等といった研究開発の特性を十分に考慮し、研究の進捗や評価委員会等の結果も踏まえながら研究計画の具体化・見直し等についても随時検討を実施していく。

また、研究開発成果の最大化に向けて、国総研や行政等の関係機関との連携・分担について検討を行い、マニュアル類の体系化、成果の公表の方法、技術の国際展開の取り組みについても、研究成果がより効果的に社会実装されるよう、関連した基準類への反映等に向けて引き続き積極的な取り組みを推進していきたい。さらに、若手研究員をはじめとした研究員の能力向上、意欲向上を促し、人材育成に努めていく。

### 中長期目標の達成状況

平成27年度は中長期目標で示す「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、27課題の重点研究を新たにスタートさせるなど、重点的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75.0%を充当し、重点的かつ集中的に実施した。

また、中長期目標期間の最終年度である27年度に実施したプロジェクト研究の事後評価で達成目標を「達成」と評価されたものは93.4%（81課題）であり、基準値80%を達成した。

以上より、中長期目標を達成した。

## 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。

### 年度計画

平成 27 年度に実施する基盤的な研究開発課題について、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、別表 -3 に示す課題等を計画的に実施する。

その際、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。

また、より基礎的・先導的な研究開発を目的とした研究区分「基盤研究（萌芽）」を実施し、新規性に富んだ研究開発にも積極的に取り組む。

※別表 -3 は、本報告書の巻末の参考資料 -3 に示す『別表 -3 平成 27 年度に実施する基盤研究』である。

## ■年度計画における目標設定の考え方

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。

また、より基礎的・先導的な研究開発を目的とした研究区分「基盤研究（萌芽）」を実施し、新規性に富んだ研究開発にも積極的に取り組むこととした。

## ■評価指標

当該箇所に関する評価指標は以下のとおりである（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	H27
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%	98.5%
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%	97.4%

## ■平成 27 年度における取り組み

### 1. 基盤研究の実施

平成 27 年度は、上記目標設定の考え方に基づき、表-1.1.5 に示す 136 課題（うち新規 37 課題（基盤研究（萌芽）を含む）、終了 43 課題）の基盤研究を実施した。

基盤研究（萌芽）については、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て、平成 26 年度から 13 課題を開始し（うち、1 課題は平成 26 年度終了）、平成 27 年度には 9 課題を追加した。

136 課題のうち 8 課題に対して中間評価を行った結果、進捗状況を「順調」と評価した内部評価委員の割合は 98.5%であった。また、平成 27 年度で終了した 43 課題に対して行った事後評価の結果、「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 97.4%であった。

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												
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1 ※	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									後				
2 ※	河川堤防基礎地盤の原位置パイピング特性調査法の実用化研究	地質チーム									後				
3 ※	景観と自然環境に配慮した護岸工法の開発	自然共生研究センター									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												
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
4 ※	環境配慮型帯工の開発に関する基礎的研究	自然共生研究センター									後				
5 ※	崩落に至る地すべりの変形プロセスの解明及び崩落範囲推定手法の開発	地すべりチーム									後				
6 ※	特殊土地盤における性能規定化に対応した地盤変形特性の調査手法に関する研究	寒地地盤チーム									後				
7 ※	積雪寒冷環境下に長期暴露されたコンクリートの耐久性評価に関する研究	耐寒材料チーム									後				
8 ※	疲労と凍害の複合劣化を受けたRC梁の耐力評価に関する研究	耐寒材料チーム									後				
9 ※	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									後				
10 ※	積雪寒冷地河川の物質輸送に関する研究	寒地河川チーム									後				
11 ※	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									後				
12 ※	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									後				
13 ※	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									後				
14 ※	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									後				
15 ※	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									後				
16 ※	機能高分子材料を用いた構造物劣化検出	材料資源研究グループ									後				
17 ※	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									後				
18 ※	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									後				
19 ※	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									後				
20 ※	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									後				

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
21 ※	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								後						
22 ※	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								後						
23 ※	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								後						
24 ※	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								後						
25 ※	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								後						
26 ※	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								後						
27 ※	気候変動による世界の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								後						
28	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														
29	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														
30	地すべり対策工の耐震性能評価に関する研究	地すべりチーム														
31	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														
32 ※	河川堤防の長期的機能低下の評価に関する研究	土質・振動チーム								後						
33 ※	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								後						
34 ※	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								後						
35 ※	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								後						
36 ※	災害発生後の防災構造物に対する調査点検手法と健全性評価に関する研究	寒地構造チーム								後						
37 ※	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								後						
38 ※	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								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													
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
39 ※	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								後						
40 ※	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								後						
41 ※	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								後						
42 ※	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								後						
43	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								中						
44	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								中						
45	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								中						
46	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								中						
47	鋼道路橋の疲労設計法における信頼性向上に関する研究	橋梁構造研究グループ								中						
48	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								中						
49	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	材料資源研究グループ								中						
50	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								中						
51 ※	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								後						
52 ※	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								後						
53 ※	積雪寒冷地河川における流出計算の精度向上と洪水・湧水リスク評価に関する研究	水災害研究グループ								後						
54 ※	あと施工アンカーの信頼性向上に関する研究	材料資源研究グループ トンネルチーム								後						
55 ※	リサイクル材料のコンクリートへの有効利用を目的とした要求性能の明確化	材料資源研究グループ								後						
56	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・地盤研究グループ														







No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
90	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														
91	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														
92	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														
93	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														
94	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														
95	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														
96	新規省エネルギー型下水処理技術の開発	材料資源研究グループ														
97	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														
98	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														
99	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														
100 *	無人化施工における車載型カメラの高度利用に関する研究	先端技術チーム									前					
101 *	水辺空間デザインの体系化に関する研究	河川生態チーム									前					
102 *	下水中病原微生物の網羅的検出法の開発に関する研究	材料資源研究グループ									前					
103 *	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					
104 *	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					
105 *	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に関する研究	土質・振動チーム									前					
106 *	集中豪雨に対するのり面の安定に関する研究	土質・振動チーム									前					

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												
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
107 *	河川横断構造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				
108 *	道路の施設多様性と多面的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				
109 *	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 施工技術チーム									前				
110 *	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				
111 *	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				
112 *	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				
113 *	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				
114 *	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				
115 *	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				
116 *	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				
117 *	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				
118 *	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				
119 *	道路の設計・デザインにおける認知工学の活用に関する研究	地域景観ユニット									前				
120 *	非接触型センサーを用いた面的な河川水流速・水位の計測方法と河床変動を考慮した河川水流量の算出方法に関する研究	水災害研究グループ									前				
121 *	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				
122 *	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	材料資源研究グループ									前				
123 *	高温耐性 FRP の開発に関する研究	材料資源研究グループ									前				
124 *	金属材料の残留応力低減技術に関する研究	材料資源研究グループ									前				

No.	基盤研究課題名	担当	研究期間													
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
125 *	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					
126 *	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 水質チーム									前					
127 *	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					
128 *	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					
129 *	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					
130 *	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					
131 *	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					
132 *	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					
133 *	複合的な地盤抵抗を考慮した道路橋下部構造の性能評価法に関する研究	橋梁構造研究グループ									前					
134 *	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					
135 *	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	先端技術チーム 施工技術チーム									前					
136 *	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					

・ No. 欄の「※」印は平成 27 年度に終了した課題。「\*」印は平成 27 年度に開始した課題。

・ 研究期間欄の前・中・後は右記のとおり：【前：事前評価】【中：中間評価】【後：事後評価】

【基盤研究成果例】

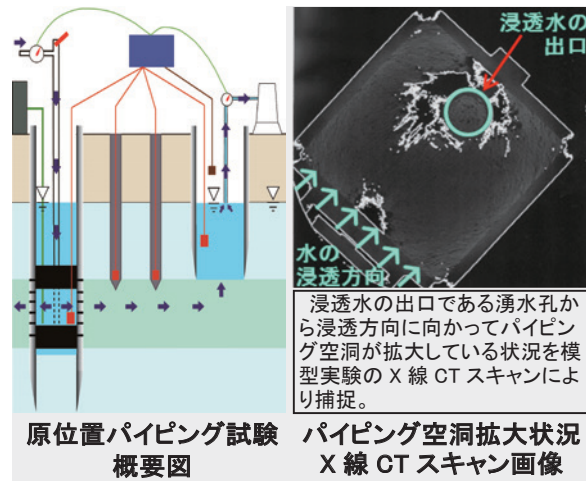
河川堤防基礎地盤の原位置パイピング特性調査法の実用化研究

地質チーム  
研究期間 H23-27

■平成 27 年度に得られた成果（取り組み）の概要

河川堤防基礎地盤におけるパイピング特性について、空洞の拡大進展のしやすさを考慮に入れた新たな評価方法の開発を目的に、原位置パイピング試験法をマニュアルとしてとりまとめた。

また、浸透によるパイピング空洞の拡大メカニズムを把握するために、模型パイピング実験中の土層地盤を X 線 CT スキャンにより可視化を行い、水の透水に伴いパイピング空洞の発生・拡大状況を把握した。



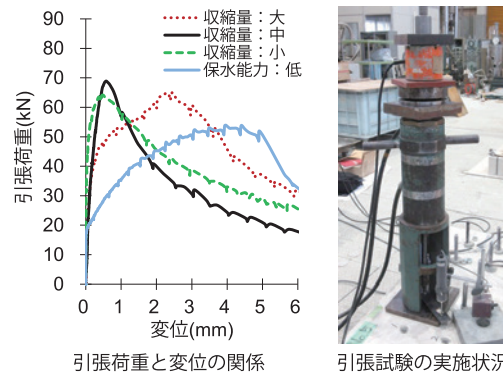
【基盤研究成果例】

あと施工アンカーの信頼性向上に関する研究

材料資源研究グループ  
研究期間 H26-27

■平成 27 年度に得られた成果（取り組み）の概要

無機系接着剤の品質が接着系あと施工アンカーの引張耐力に与える影響を明らかにするため、収縮量や施工時の保水能力が異なる接着剤を用いた接着系あと施工アンカーの引張試験を実施した。その結果、収縮量の大きい接着剤や保水能力の低い接着剤を用いても、引張耐力の大幅な低下は生じなかった。しかし、荷重作用時の剛性が低下し、耐力のばらつきが大きくなること、コンクリートと接着剤の界面で付着破壊が生じる範囲が広くなることを明らかにした。



引張荷重と変位の関係 引張試験の実施状況  
収縮量や保水能力の異なる無機系接着剤を用いた接着系あと施工アンカーの引張試験

## 【基盤研究成果例】

## 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  
研究期間 H25-28

## ■平成 27 年度に得られた成果（取り組み）の概要

既設 RC 床版の打替えでは、設計上の制約により、現況の床版厚を保持したまま現行示方書に準ずる床版と同等の疲労耐久性の確保が求められる場合がある。

平成 27 年度は、既往の実験結果等を基に、床版厚不足によるせん断耐力の不足をコンクリート強度や鉄筋量で補う方法を検討し、その設計手法を示した。また、実物大および小型床版供試体を用いた輪荷重走行試験により、設計手法の妥当性を検証した。

床版供試体を用いた  
輪荷重走行試験の状況

## 【基盤研究成果例】

## 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  
研究期間 H26-29

## ■平成 27 年度に得られた成果（取り組み）の概要

助手が乗車しないオペレータ単独作業時における、安全確認行動などの負担増加を抑制する技術を提案するため、除雪グレーダのオペレータ及び助手を撮影した映像から、除雪作業中の安全確認行動の傾向を把握した。また、オペレータ及び助手にアンケート調査を行い、作業中における安全確認要注意箇所等を抽出した。加えて、これら要注意箇所等の情報をオペレータに提供するガイダンスシステムの開発に向け、プログラム仕様を作成した。



撮影した除雪作業中の映像

表-1.1.6 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	H27	
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%	98.5%	<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、H27が8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%	97.4%	<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、H27が43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>

### 中長期目標の達成状況

平成26年度から継続して実施している99課題と平成27年度から新たに開始した37課題の合計136課題を基盤研究として実施した。また、新たなカテゴリーとして創出した基盤研究（萌芽）は21課題を実施した。

内部評価による中間評価において「順調」と評価されたものは98.5%（8課題）、内部評価による事後評価において達成目標を「達成」と評価されたものは97.4%（43課題）であり、いずれも基準値80%を達成した。

平成27年度も引き続き、新たに導入した基盤研究（萌芽）も活用し、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帯等を考慮し、基礎的、先導的な研究開発を実施した。

上記より、中長期目標は達成したと考えている。