

# 土木研究所資料

令和3年度  
土木研究所外部評価委員会 報告書  
(第5期中長期計画)

令和4年3月

国立研究開発法人土木研究所

Copyright © (2022) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

令和 3 年度  
土木研究所外部評価委員会 報告書  
(第 5 期中長期計画)

国立研究開発法人土木研究所

研究評価・国際室  
企画室

要旨

本資料は、令和 3 年度に実施した土木研究所外部評価委員会における研究開発テーマ及び研究開発プログラムに対する議事を取りまとめたものである。

キーワード：外部評価、土木研究所外部評価委員会、研究開発テーマ、  
研究開発プログラム、開始前評価





## まえがき

国立研究開発法人土木研究所（以下「土木研究所」という）は、主務大臣である国土交通大臣及び農林水産大臣から示される「国立研究開発法人土木研究所が達成すべき業務運営に関する目標」（以下「中長期目標」という）に基づいて「国立研究開発法人土木研究所の中長期目標を達成するための計画」（以下「中長期計画」という）を策定し、主務大臣の認可を受けた上で、これに沿って研究開発を進めることとされている。

令和4年度から令和9年度までの6年間の第5期中長期目標の期間においては、A.自然災害からのちと暮らしを守る国土づくり、B.スマートで持続可能な社会資本の管理、C.活力ある魅力的な地域・生活に貢献するための研究開発等に重点的・集中的に取り組むものとされたところである。

本報告書は第5期中長期目標期間における研究開発等の実施に先立ち、研究所外部の学識経験者から研究開発の助言を得るべく開催した令和3年度土木研究所外部評価委員会の議事をまとめたものである。

第1章では土木研究所の研究評価について、第2章では分科会での委員からの主なコメントと土木研究所の対応について、第3章では本委員会の全体講評についてそれぞれとりまとめた。また参考資料1として本委員会・分科会の議事録を、参考資料2として研究開発プログラムの実施計画書を付した。

令和4年3月

国立研究開発法人土木研究所



# 目 次

まえがき

第1章	土木研究所の研究評価	1
1	研究評価対象	3
2	本委員会、分科会の委員構成	4
3	本委員会、分科会の進め方	5
4	令和3年度の外部評価委員会の開催日等	5
第2章	分科会での主な意見と土木研究所の対応	7
	河川系分科会の主な意見と対応	9
	構造・材料系分科会の主な意見と対応	17
	積雪寒冷・地域系分科会の主な意見と対応	22
	先端・環境系分科会の主な意見と対応	28
	農業・水産系分科会の主な意見と対応	33
第3章	本委員会の講評	37
	本委員会の講評	39

参考資料1 議事録	41
土木研究所外部評価委員会 本委員会 議事録	43
土木研究所外部評価委員会 河川系分科会 議事録	52
土木研究所外部評価委員会 構造・材料系分科会 議事録	64
土木研究所外部評価委員会 積雪寒冷・地域分科会 議事録	73
土木研究所外部評価委員会 先端・環境系分科会 議事録	79
土木研究所外部評価委員会 農業・水産系分科会 議事録	87
参考資料2 研究開発プログラム実施計画書	93
A. 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献	
A11.水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発	95
A12.顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発	99
A13.極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発	105
A14.大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発	108
B. スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献	
B21.気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発	111
B22.社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発	115
B23.構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発	120
B24.積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発	126
B25.施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発	130
C. 活力ある魅力的な地域・生活への貢献	
C31.気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発	134
C32.地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発	137
C33.社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発	141
C34.快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発	144
C35.農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発	147
C36.水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発	150

## 第 1 章 土木研究所の研究評価



## 1. 研究評価対象

令和3年度の外部評価委員会では、第5期中長期目標期間に実施する予定の研究開発テーマおよび研究開発プログラムに対して開始前評価を行った。5つの分科会では研究開発プログラム15課題について助言した。本委員会では3つの研究開発テーマ（構成する研究開発プログラムを含む）について助言した。

表-1 分科会の構成と外部評価対象の研究開発プログラム

研究開発テーマ	研究開発プログラム	分科会での評価対象					本委員会での評価対象
		河川系	構造・材料系	積雪・寒冷・地域系	先端・環境系	農業・水産系	
A. 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献	水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発						
	顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発						
	極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発						
	大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発						
B. スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献	気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発						
	社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発						
	構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発						
	積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発						
	施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発						
C. 活力ある魅力的な地域・生活への貢献	気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発						
	地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発						
	社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発						
	快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発						
	農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保安全管理技術の開発						
	水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発						

## 2. 本委員会、分科会の委員構成

分科会の委員構成は以下のとおりである。本委員会は各分科会の分科会長、副分科会長で構成している。

### 本委員会

委員長	久田 真	東北大学大学院 センター長
副委員長	立川 康人	京都大学大学院 教授
委員	勝見 武	京都大学大学院 教授
委員	上村 靖司	長岡技術科学大学大学院 教授
委員	櫻井 泉	東海大学 教授
委員	佐々木 葉	早稲田大学 教授
委員	佐藤 周之	高知大学 教授
委員	里深 好文	立命館大学 教授
委員	杉山 隆文	北海道大学大学院 教授
委員	高橋 章浩	東京工業大学 教授

### 河川系分科会

分科会長	立川 康人	京都大学大学院 教授
副分科会長	里深 好文	立命館大学 教授
委員	泉 典洋	北海道大学 教授
委員	内田 龍彦	広島大学大学院 准教授
委員	岡村 未対	愛媛大学大学院 教授
委員	笠井 美青	北海道大学大学院 准教授
委員	白川 直樹	筑波大学 准教授
委員	藤原 拓	京都大学大学院 教授

### 構造・材料系分科会

分科会長	杉山 隆文	北海道大学大学院 教授
副分科会長	高橋 章浩	東京工業大学 教授
委員	勝地 弘	横浜国立大学大学院 研究院長
委員	亀山 修一	北海道科学大学 教授
委員	岸田 潔	京都大学 教授
委員	山本 貴士	京都大学大学院 教授

### 積雪寒冷・地域系分科会

分科会長	上村 靖司	長岡技術科学大学大学院 教授
副分科会長	佐々木 葉	早稲田大学 教授
委員	江丸 貴紀	北海道大学大学院 准教授
委員	尾関 俊浩	北海道教育大学 教授



委員	高橋 清	北見工業大学 教授
委員	竹内 貴弘	八戸工業大学 教授
委員	福井 恒明	法政大学 教授

#### 先端・環境系分科会

分科会長	久田 真	東北大学大学院 センター長
副分科会長	勝見 武	京都大学大学院 教授
委員	秋葉 正一	日本大学 教授
委員	小林 泰三	立命館大学 教授
委員	建山 和由	立命館大学 教授
委員	永谷 圭司	東京大学大学院 特任教授
委員	姫野 修司	長岡技術科学大学 准教授
委員	松井 純	横浜国立大学 教授

#### 農業・水産系分科会

分科会長	佐藤 周之	高知大学 教授
副分科会長	櫻井 泉	東海大学 教授
委員	岡島 賢治	三重大学大学院 教授
委員	当真 要	北海道大学大学院 教授
委員	宗岡 寿美	帯広畜産大学 教授
委員	芳村 毅	北海道大学大学院 准教授

(令和4年3月現在、委員五十音順・敬称略)

### 3. 本委員会、分科会の進め方

分科会では研究開発プログラム毎に説明・質疑応答を行った後、各委員がアドバイスシートを記入した。分科会の最後に各委員が全体講評・助言を行った。

本委員会では研究開発テーマ毎に説明・質疑応答を行った。委員会の最後に各委員が全体講評・助言を行った。

### 4. 令和3年度の外部評価委員会の開催日等

本委員会は集合方式と Web 会議システムを併用、分科会は Web 会議システムを用いて開催した。開催日および集合方式の開催会場は以下のとおりである。

本委員会	令和4年3月2日	TKP 田町 CC + Web
河川系分科会	令和4年2月3日	Web
構造・材料系分科会	令和4年1月31日	Web
積雪寒冷・地域系分科会	令和4年2月10日	Web
先端・環境系分科会	令和4年2月16日	Web
農業・水産系分科会	令和4年2月4日	Web



## 第2章 分科会での主な意見と土木研究所の対応



## 外部評価委員からの主な意見と対応（河川系分科会）

### 研究開発プログラム A11.水災害

#### 「水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発」

##### 【委員からのコメント】

- 1) ハザードマップの次に、リスクマップを作成する技術を開発していただきたい。
- 2) 日本は気候変動の知見を取り入れた政策転換について先端をいっているので、世界に発信して欲しい。
- 3) 気候変動により、流量増加に加えて高水位の長時間化が起きる可能性を分析し、堤防への影響予測を実施してはどうか。
- 4) 中小河川の氾濫に関しては、土砂や流木の発生、橋梁関連の知見も重要であり、土砂管理研究グループや橋梁関係研究グループとの連携が必要である。
- 5) ため池を治水に活用するためには、ため池の管理の実態を把握する必要がある。
- 6) 復旧できない規模の水害についても考えておく必要がある。
- 7) 流域治水では地方自治体の協力が不可欠であり、「被害対象の減少」や「社会の強靱化」の社会実装に向けた研究開発を行政当局ではない（あるいは河川管理者ではない）土木研究所で行うことに大きな意義がある。
- 8) 「被害対象の減少」や「社会の強靱化」が進み、地方自治体の協力が得られるようになれば、河川管理者の役割も「氾濫をできるだけ防ぐ」だけでなく、「計画的氾濫」や「流域の被害をできるだけ小さくするための氾濫」など、可能なことも増えてきて研究すべき内容にも幅が生まれる。
- 9) 超過外力に対する被害、影響範囲の広がりが緩やかになるようにインフラネットワークが同時多発的に寸断されないようなシステムを検討する必要がある。
- 10) シミュレーションの高度化が目標にならないようにする必要がある。
- 11) 土砂洪水氾濫に対して河道における土砂の流下能力を検討する必要はないか。
- 12) 計画、方針につながるような成果を期待したい。
- 13) 連続する豪雨災害に対する対応を想定し、洪水を受けた後に堤体のダメージが残っているかどうか、現在の堤防の質的な強度を把握するための技術開発が必要でないか。
- 14) 堤防の強化技術の開発は、多様な堤防の現状を把握した上で実務的な工法の設計を具現化する必要がある。民間や大学との連携をしながらも土木研究所が主体的に行うテーマである。ツギハギをするように高めてきた堤防を段階的に強化するだけではなく、次世代堤防のあるべき構造物としての姿とその実現に向けた構想も重要ではないか。
- 15) 河川構造物は設計外力までは適切に機能するが、超過外力に対する粘り強さは他の構造物と比較して著しく低いものが多い。統一的な概念で粘り強さについて検討すべき。
- 16) シミュレーションに土砂や流木の流れについての不確実性を取り入れることは、先駆的かつ実用的な研究に発展する可能性が高い。流木の生産される際のメカニズム等を考慮することで、流木災害の軽減に大きく貢献できると考える。
- 17) 霞提の排水効果等不連続堤の効果を的確に評価できるようになることが必要。
- 18) 氾濫量に焦点をおくことで堤防強靱化の意味がわかりやすくなり、住民とのリスクコミュニケーションも容易になる。
- 19) 地域強靱化の研究については、地域防災計画のように形骸化せず実用にかなうものになることを望む。
- 20) 「水防災意識社会への変革を図る水災害 DX」において、実効性を高めるには研究開発段階からの市民の参画が重要と感じる。

## 【対応】

- 1) 被害対象の軽減のためには、最悪を想定したハザードマップに加え、頻度や確率を加味したリスク情報が必要と認識しており、リスクマップの作成技術についても検討を予定している。
- 2) プログラムの研究成果やこれまでの研究で得られた成果について、国外への反映を図る。
- 3) 高水位が長期間継続する場合の堤防の浸透破壊や強化対策について検討を行うこととしている。
- 4) 中小河川の土砂・洪水・氾濫に関する研究では、プログラム間の連携により、上流端の土砂・流木等の供給条件の検討や研究成果の橋梁等施設管理への反映を図る。
- 5) 利水者の貯留施設等の活用については、利水者との連携を図り、管理実態や利害関係についての把握に努める。
- 6) 地域の強靱化の研究については、災害規模や国土形成等の様々な観点も念頭に進めたい。
- 7) 貯留浸透施設の整備、浸水リスクを考慮した適正な土地利用、水災害に対する対応・復旧・復興等強靱化のいずれの観点においても、地方自治体が重要な役割を担うと認識している。研究においては、モデル的な自治体と協働した研究を行うことにより、社会実装に向けた研究を実施する。
- 8) 「被害対象の減少」や「社会の強靱化」の研究においては、研究成果の河川整備等へのフィードバックも念頭において研究を進める。
- 9) インフラネットワークが同時に寸断されるような壊滅的被害を防ぐための街づくりの視点も視野に入れながら、研究を進める。
- 10) 水災害の回避・軽減や社会の強靱化が目的であることを念頭に、そのために必要なシミュレーションの役割を整理し、研究を進める。
- 11) 土砂・流木・洪水氾濫の研究においては、河道内の土砂水理現象も検討対象としており、他のプログラムと連携しながら検討を行う。
- 12) 他のプログラムと連携しながら、河川管理や計画への反映を図りたい。
- 13) 物理探査等の調査技術の開発や堤防点検の効率化等の関連研究課題と連携しながら、検討を進めていきたい。
- 14) アドバイスを踏まえ、本来の堤防のあるべき姿を念頭に置きながら検討を進める。
- 15) 堤防の粘り強さの概念整理や性能規定については、国土技術政策総合研究所と国土交通省と議論していく。
- 16) 中小河川の土砂・流木・洪水氾濫においては、上流端における土砂・流木の供給が大きく影響すると考えており、他のプログラム等とも連携し、適切な設定方法や不確実性の程度について検討する。本プログラムの実施や成果の実装に当たっては、学際的な取り組みが重要と認識しており、プログラム間の連携だけでなく、他の研究機関や研究者、地域の様々な主体とも連携する予定。
- 17) 堤防の質的強化だけでなく、その連続性や配置による浸水や排水の現象を、リスクとして取り込めるよう努める。
- 18) 堤防強靱化によって氾濫量がどの程度減少するのかという観点からの整理も検討したい。
- 19) 地域防災においては、地方自治体の人材不足やノウハウの喪失が進むと危惧しており、個々の自治体のみならず全国の自治体が連携し、知見や体験を共有できる仕組みや組織間の効果的連携のための仕組みづくりを目指す。
- 20) 水防災意識の深化のためには、防災情報のコンテンツやその伝え方の研究だけでなく、市民の方々に試していただきその結果をフィードバックする過程を継続することが重要と認識している。このため研究の実施に当たっては、モデル地域を選定し協働することとしている。

## 研究開発プログラム A12.土砂災害

### 「顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 気候変動シナリオの下での新たな土砂災害危険箇所の広がりの可能性を予測することも検討されてはどうか。
- 2) 火山灰の影響は土石流のみならず市街地の排水にも大きな影響を及ぼすことが想定される。どのグループが対応するのか分からないが、「火山灰」が引き起こす災害を考える際には、少し対象を広げたら良いと思う。
- 3) 崩壊性地すべりは斜面の内部構造の把握が最も大事かと思う。斜面内部の調査法の開発に注力いただけたらと思う。
- 4) 雪崩に関しては UAV を使った調査の重要性はよく理解できる。もう少し踏み込んで、例えば UAV 等を用いて積雪の状況に応じて人為的に雪崩を起こし、最悪の事態を免れるといった能動的な（攻撃的な）対策も考えられないか。
- 5) トンガで火山噴火が発生したように、今環太平洋地域では火山活動が活発化している。富士山の噴火に近いという予想もある。そのような中で、火砕流の被害についても考えておく必要はないだろうか。火砕流を進めるには火山学者が必要となるが、産総研などと共同して研究を進めれば良い。これまでは他分野の研究と考えられていた分野にも積極的に関わっていくべきではないか。
- 6) 多くの粒度分布調査では土石流や落石被害を生むような大きな礫が無視され、空隙率も不明で土砂量の把握は難しいと思われる。しかし、土石流後の河道に水流によって流れる砂礫量は下流河道において重要である。国総研含め連携して進むことを期待する。
- 7) 土石流の発生位置、天然ダム形成危険度などの監視システムはあるか。
- 8) 超過洪水時に砂防施設で止めることができない流木と大礫量の評価が、下流河道において想定最大降雨時の被害を検討のためにも重要となる。砂防施設においても施設対応と合わせて、施設能力を超えたときに何が起こるのかを検討を始めることが重要である。
- 9) 崩壊性地すべりの研究については、古くから長く続く研究テーマである。新たな取り組み・手法等を積極的に取り入れた研究を行っていただければと思う。
- 10) 豪雨の影響が近年広範囲に及ぶこと、また大規模地震の発生を踏まえると、地域単位に加え、地方の単位で迅速に応用できる研究成果も望む。最近は衛星などでも詳細な地形データも取得できるようになってきていることから、UAV を活用して得られた成果を、衛星データを用いて活用できるような仕組みの開発も将来的には考えられる。
- 11) また崩壊性地すべりの研究については、地中水の量の分布の把握がカギとなるはずである。空中電探などで明らかにされる地中水と地形、地質の関係が明らかになって初めて「高精度地形情報」を基にした土砂流下範囲のシミュレーションが可能になるのではないかと。

#### 【対応】

- 1) 国土交通省において令和 2 年より「気候変動を踏まえた砂防技術検討会」(座長：京都大学防災研究所藤田教授)において、今後の降雨や災害の変化等に関する検討が進められている。検討会では、気候変動による災害環境への影響予測などについて検討がなされており、ここでの議論も参考としながら、国土交通省や国総研と連携して対応していきたい。
- 2) 火山灰が引き起こす災害については、内閣府が主催する「大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ」の中で、建物、道路、電力、鉄道、通信、輸送手段などへの影響が議論されている。土石流のこれらインフラに及ぼす影響という観点から、自治体等への情報提供方法を検討していきたい。
- 3) UAV を用いた LP 地形測量や空中電磁探査等の新しい技術の活用に取り組み、地形だけでなく斜面内部の地質構造や地下水分布も含めた高精度空間情報を得るための調査手法につい

- て検討を進めて参りたい。
- 4) ハザードエリア評価後の対策として取りうる様々な手法も、今後調査していきたい。
  - 5) このプログラムでは、火山地域の土石流を対象として、土石流氾濫計算モデルの精度向上などを行っていく。火山学の研究者とは、内閣府が主催する火山防災対策会議や、研究を進める中で意見交換を行っており、他分野の研究者との情報交換を継続していきたい。
  - 6) 粒度分布調査に際しては、大礫にも着目し、国総研と連携しながら調査をしていきたい。
  - 7) 天然ダムは、現場レベルでは調査が進み、対策方法については国総研にて検討がされている。発生後の調査や監視については、土砂災害緊急調査のための手法が定まっている。
  - 8) 施設能力を超えたときの対応方策などについても今後検討していきたい。
  - 9) まず、崩壊性地すべりに関する過去の文献について網羅的に調査を行い、発生要因に着目した現象の類型について整理した上で、UAVを用いたLP地形測量や空中電磁探査等の新しい技術の活用に積極的に取り組んで参りたい。
  - 10) 将来的に、人工衛星データ等の活用も視野に入れて、検討、研究を進めていきたい。
  - 11) UAVを用いたLP地形測量や空中電磁探査等による地形・地質・地下水分布等に関する高精度空間情報の把握手法について検討を行い、その結果をシミュレーションにつなげていけるよう検討を進めて参りたい。



## 研究開発プログラム B21.流域・河道管理

### 「気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 気候変動シナリオの下での長期的な河床変動予測シミュレーションを考えてはどうか。
- 2) 河道の地形や流砂を計測する技術の向上や流砂量の実測値を分かりやすく「見せる」手法の開発が総合土砂管理計画に対しうまくリンクしていくことを期待する。
- 3) 流域・河道管理における DX (デジタルトランスフォーメーション) については技術の開発のみならず技術が普及するまでを土木研究所が後押ししていくことが重要である。
- 4) 流量、土砂移動の観測の無人化、リアルタイム化や土砂移動の監視推定技術の開発は重点的に研究に力を入れてほしい。
- 5) 河道の三次元データを用いた管理については、土砂推定量をより正確に把握できるのではないかな。
- 6) 河岸侵食予測に関する研究では、既存のシミュレーション技術を活用するとよいと思う。
- 7) ALB (航空レーザ測深機) による三次元測量技術を用いて河道の土砂のトータルボリュームの議論ができるようにしてほしい。また、植生の量の議論もできるようになるのではないかな。
- 8) 達成目標 1 の「新技術を活用した河道・流域等の監視・評価技術の開発」について新技術を使うこと自体のみが目的ではなく、必要な技術、データは何かという視点で技術の評価することも必要である。観測と解析をセットにするのが分かりやすいが、併せてこれらの高度化による恩恵、展望があるとよい。
- 9) リアルタイムでのモニタリングや ALB を用いた河床変動の把握は、これから汎用化される技術と考えることから、ALB の適用範囲や指針を示してもらいたい。
- 10) 流量観測や土砂移動の監視において観測機器が壊れない手法やモニタリングを検討してもらいたい。
- 11) 河岸侵食予測に関する研究において、河岸は土砂の生産源として重要な役割を持つことから、土砂洪水氾濫や流木対策に関するプログラムとの連携を望む。
- 12) 現場に実装することを目的とする観測等の先端技術については、国産技術の発展を奨励・促進するような進め方をされることを期待する。
- 13) ドローン等の監視技術自体の維持管理を含め、本当に業務の効率化や高度化を実現できるのかの観点からの定量的な比較やユースケースに応じた活用方法が示されると有用である。
- 14) 流量と土砂移動の無人化・リアルタイムでの計測システムの開発とあわせて、可能であれば、特に洪水時のプラスチックごみの流出量が評価できるシステムの開発も検討いただきたい。

#### 【対応】

- 1) 中長期的な構造物への影響の予測等を行うにあたり、気候変動シナリオ下での降雨・流量を活用した土砂移動のシミュレーションを行う予定としている。
- 2) 河道の地形や流砂を計測する技術の向上の方策として、例えば 3 次元データがあり、継続的な地形データの変化の観測に基づく予測と効率的な観測手法の検討の取組を行う予定である。また、「見せる」手法については、現中長期計画で開発したゲームエンジン等を活用することで土砂移動の計算結果の可視化が行えると考えており、本プログラムでは精度向上に取り組む予定である。これらの取組を通じて、総合土砂管理計画への反映について検討してまいりたい。
- 3) 成果の普及を目指した技術開発が重要と考えており、現中長期での取り組みを踏まえ、引き続き、地方整備局等や都道府県での普及方法を含めて取り組んでいく予定としている。
- 4) 流量観測の確保は喫緊の課題であり、早期の現場実装を目指すとともに、土砂と含めて連続・リアルタイム観測の特徴を生かした研究に取り組んでいく予定としている。
- 5) 河道管理においては一度の出水が大きく影響するという特性があるため、5 年に 1 度程度と

想定される河道の3次元測量データをもとに、出水時の影響の想定、効率的な把握手法の開発に取り組んでいく。

- 6) 河岸浸食の影響の把握・予測には、既存の技術とデータを活用した取り組みを進めていく。
- 7) 河道の3次元測量においてALBも効果的に活用されると想定しており、経年的な変化を把握することで土砂動態の把握が可能となると考えている。また、植生については、現中長期計画において、3次元測量データを起点とした河川景観（水域、自然裸地、草地など）の自動判読および、樹木体積の推定のためのプロトタイプモデルの開発を進めている。本プログラムでは、現地適用例を増やすことでモデルの性能を高めるとともに、河川事務所と連携によって実装性の高いモデルに発展させる予定としている。
- 8) 流量観測、土砂移動、植生量把握をはじめ、新技術の適用にあたっては、必要な技術、データは何かという視点で技術の評価しながら検討してまいりたい。
- 9) リアルタイムでのモニタリング手法やALBについては、直轄管理河川だけではなく、都道府県管理等の河川でも使われる技術と考えている。特に、ALBについては、流水の透明度と搭載機器の出力による深さ方向の制限はあるものの、水中測量の効率を大きく向上させる技術として現場での活用が進められており、河道の3次元データ取得を通じて得られる適用状況を踏まえ研究においても活用する予定であり、適用範囲について知見はフィードバックしていきたい。
- 10) 荒天時や出水時における信頼度の高い観測手法として、機器の設置方法、配置、運用等を含めた技術開発をしていく予定としている。
- 11) 本プログラムでは、堤防侵食に至らせない河道管理について研究を進める予定としており、その検討の中で、側方浸食による河岸からの土砂生産等の作用について知見が得られれば、土砂洪水氾濫や流木対策に関する研究との連携を図って参りたい。
- 12) 現場実装にあたっては、機能の信頼性ととともに、セキュリティ、継続利用時の安定供給等の観点も重要と考えており、国産資機材、技術の特長を生かした活用を図っていく。
- 13) 社会実装にあたり、より効果的に効率化が促進されるよう、現場と連携を図りつつ、国土交通省における業務へのDX化の推進状況等も注視しながら、技術開発に取り組んでいく。
- 14) プラスチックごみの流出量については、浮遊砂や掃流砂等の観測と同時に計測する技術はないが、土砂移動量に混入率を乗ずる形での推定等の取り組みにも活用されうるよう土砂観測の充実を図っていく。

## 研究開発プログラム C31.水環境管理

### 「気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 気候変動シナリオの下での流量予測は、低水、高水を区別せず、一体的にされると思うので、「A11.水災害」と協力して統合シミュレーションモデルを構築して、そのシミュレーション結果を用いてはどうか。
- 2) ダム貯水地内の堆積物は処理すべき対象、処分すべき厄介者として考えるのではなく、活用できるものとの意識の転換が必要である。そのための研究を進めていただきたい。
- 3) 気候変動の影響に関する研究は、これまで高水に対するものが主であった。今回、土研が気候変動の低水に対する影響を研究する意義は大きいと思われる。環境 DNA の研究もまだまだ確立されたものとは言えず、継続的に研究が必要な分野ではないかと思われる。引き続きの研究を期待する。
- 4) 気候変動による栄養塩流出量増大の懸念はあると思われるが、水量以外で水域における許容量はどうなるのか。
- 5) 水位計の水温データは活用しているか。ALB 計測の時に表面温度も追わせて計測しておくとういのではないか。
- 6) 水文学的地理区分においては、洪水指標と渇水指標を同時に扱わない方がよいかもしれない。両方を一緒にして分類するとどうしても洪水指標の影響に引っ張られてしまう。今回の目的は渇水なので、洪水指標の影響を排除した方がよいように思われる。
- 7) 水温予測においては人為的境界条件（堰放流水の温度や流量など）が大きく影響する可能性があるため、感度分析が重要と考えられる。水生生物への影響を「段階的に」評価するのは現実的な手法と思われる。同様に複数レベルの「許容範囲の幅」を求められるとういのではないか。
- 8) 河川・湖沼・ダム・海域の水環境管理において、気候変動の影響に対する適応策として、下水道が果たす役割は大きいですが、2 ページ、3 ページに下水道の記載がなく、7 ページ以後に初めて出てくるため、理解しにくい資料となっている。特に、水資源確保の観点での下水再生水利用の促進、水温上昇に伴う植物プランクトン異常増殖、逆に栄養塩不足による生態系悪化に対する適応策としての下水処理場の能動的栄養塩管理、消毒耐性病原微生物・消毒副生成物への対応、微量化学物質による放流先水環境への影響低減など、水環境への対策技術・気候変動への適応策としての下水道の位置づけを明確にして取りまとめていただきたい。
- 9) また、土木研究所の水質グループが歴史的に取り組んでこられた「予防原則」の考え方に基づく水質管理研究への取り組みを継続いただきたい（新たに顕在する課題への取り組みとのコメントがありましたが、ぜひ継続いただきたい）。
- 10) 監視技術の開発（DX）については、既存センサーの使用による管理方法の開発にとどまらず、新規のセンサー開発にも取り組んでいただきたい。

#### 【対応】

- 1) 統合シミュレーションモデルの構築については「A11.水災害」と調整しながら検討してきた。
- 2) 他のプログラム（例えば「B21.流域・河道管理」）と連携し、河道の予防保全的な維持管理にあたっての堆砂の有効活用についても意識していきたい。
- 3) 環境 DNA については実務への反映段階に入りつつあることを踏まえ、プログラム内で継続して研究を進めていく。
- 4) 気候変動下においては栄養塩や有機物などの物質移動量の変化が起きることが考えられる。供給量の増大や滞留時間の増加などの影響についても検討していきたい。

- 5) 既往観測成果の水位計の水温データを活用する予定。ALB 計測時に水温センサーも搭載し、面的な水温分布データを取得することは重要なポイントであると認識している。ただし、流量によって水温分布の変化が激しいことが予想されるので、高頻度に観測できる UAV による測定も視野に、平水以下の低水や渇水時の水温状況の把握について検討することも考えていきたい。
- 6) 水文学的地理区分については、洪水指標と渇水指標を同時に扱った場合、洪水指標のみを扱った場合、渇水指標のみを扱った場合と、幾つかの方法を検討する予定である。その中でも、ご指摘のように渇水の影響を見るための研究であることを踏まえて、渇水指標そのものの検討も含めて、渇水に注目した地理区分について研究を進める予定である。
- 7) 堰やダム貯水池等、人為的境界条件が影響しそうな箇所についても取り扱いを検討したい。水生生物に対するリスク分析においては、複数レベルの水温上昇について、それぞれの許容範囲の幅についても検討したい。
- 8) 水環境への対策技術・気候変動への適応策としての下水道の位置づけを明確になるような資料を作成していきたい。
- 9) 「予防原則」の考え方に基づいた水質管理研究への取り組みを継続していきたい。
- 10) 新規のセンサー開発に関して、情報収集を含め検討していきたい。

## 外部評価委員からの主な意見と対応（構造・材料系分科会）

### 研究開発プログラム A14.大規模地震

#### 「大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発」

##### 【委員からのコメント】

- 1) 第5期では、「機能確保」が1つのキーワードであるが、これまでの「ねばる」、「たえる」との両立を目指す場合や独立した場合があれば、それを分り易く分類して研究を進める事も必要ではないか。
- 2) 河川堤防の課題の中で示されている「段階的強化」は、大変有効な方法である。他の構造物（道路橋・道路土工等）においても、同様の考え方の導入が必要ではないか。また、どのような段階的対策を目指すのかについても検討すると見通しが立ちやすくなるのではないか。
- 3) 達成目標（1）「リスクマネジメントに基づくレジリエンス技術の提案」において、橋梁の機能に影響を及ぼす構造、事象、例えば、上部構造、ケーブル構造、特殊橋梁などに対して幅広く検討が必要ではないか。
- 4) 橋梁の耐震補修・補強の手法について、地震時の耐震性能、安全性を確保することが最大の目的となるが、その工法が地震時に機能を発揮するための補修・補強後の維持管理が困難になること、補強を行った箇所の既設部位や桁端の狭隘箇所等の点検が困難になることがよくある。このため、技術資料やマニュアルには、補強、取付け後の維持管理への配慮にも言及があるとよい。
- 5) 基礎の補強を行う上で、既設の基礎の評価は欠かせない。元々図面がないなど、難しい条件も考慮のうえ、評価方針・方向が示せることを期待したい。その際、データの管理と利用を通じて、基礎の評価を行うことが必要である。メタデータの整理、さらには、維持管理の調査データ、あるいは実験データなども途切れることなく管理・運用可能なものができることを期待する。また、基礎の機能性を早期に復旧するためには、地震後の基礎の状態をどのように点検、評価するかの視点が重要である。表面からの基礎の状態把握に資するデータの蓄積等にも言及するのがよい。
- 6) 達成目標（2）盛土強度については、降雨量との複合作用についても検討するのが良い。
- 7) 北海道火山灰質粗粒土の性状は、地域によって性質が異なる可能性があるため、地域に対応した液状化判定基準を策定すべきである。
- 8) 国際貢献については、従前より交流のある国・機関等への技術支援のほか、更なる対象拡大のため、成果の对外発表（国際学術雑誌への発表）も検討する必要があるのではないか。

##### 【対応】

- 1) 本研究では、構造物が「耐えられる」あるいは「粘れる」という限界を超える状態となったとしても、早期に「機能確保」が可能なように構造設計できるようにするための研究を進めていきたいと考えている。
- 2) 対策の打ち出し方については国交省の施策とも関係してくると考えている。橋梁においても、震災経験を踏まえ、落橋に対する安全性を高める対策にまず着手し、その次に被害を軽減するための対策に取り組む等、段階的な対策を行ってきたところである。一方で、本課題で対象としているような津波、断層等を含めた超過外力に対しては、段階的な対策も視野にこれまでの地震動（揺れ）に対する対策とは違った視点からの作戦とそれを踏まえた段階的な対策の立案が必要になると考えている。
- 3) エネルギー吸収を考慮する構造について普遍的な考え方を提示し、新しい技術提案に対して、その妥当性の評価ができるようにその検証手法を提示していくことを考えている。
- 4) 橋梁の耐震補修・補強について、維持管理への配慮を促進することも考慮の上、研究に取り組んでいきたい。

- 5) ご指摘の通り、図面が残っておらず、どういう基礎形式かも不明な場合もあり、対策の要否を評価するための情報がない場合もある。特にこのような基礎形式不明の基礎に対しては調査が必要であるため、合理的な調査方法も検討していきたい。既設基礎のデータについては、直轄の橋で蓄積されているが、地方自治体の橋は図面や施工時データなどの情報がないケースが多い。基礎形式のデータが残っていない基礎について、国総研とも連携して検討していきたい。
- 6) 降雨の影響等も踏まえた盛土の耐震性の評価・対策工の提案につなげるよう研究してまいりたい。
- 7) 北海道の火山灰質粗粒土のように、地域特性のある土に対しても適確に液状化予測ができるように研究してまいりたい。
- 8) 国外への発表もしていきたい。

## 研究開発プログラム B22.構造物の新設・更新

### 「社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 構造物の更新・新設にあたっては、これまでの経験を活かした維持管理方針にも大きく関わることから、「B23.構造物維持管理」との相違を明確にし、必要に応じて相互に連携しながら進める事が良いと考える。また、土工構造物（寒冷地）においては「B24.積雪寒冷維持管理」と、斜面災害リスク関連は通行規制基準（すなわち防災）とも関連すると思われるので、相互に連携が必要である。
- 2) グラウンドアンカーを例に、段階的施工方法の提案について取り組むことは、大変良いと思う。実際の整備にあたって、地盤のリスクは無くならないので、どのように計画・設計・施工をしていくか（各段階での柔軟な変更を許す仕組みも含め）が大事であるため、そのような仕組みについても検討が必要ではないか。
- 3) 研究を進めるにあたり、橋梁のモデル化にあたっては、主構造に加えて、高欄等の付属物や床版と主桁との合成作用のモデル化について、舗装の更新・新設にあたっては過去の破損状況から浸透水の影響について、コンクリート関連については表面品質が全体の性能確保の中の一指標であることを留意して研究を進めてほしい。
- 4) 既設構造物の健全度や性能を評価するために民間では様々な技術が開発されているが、その適用範囲、精度、リスク、コスト等について共通の尺度で公平に評価し、公開する必要があるのではないかと。

#### 【対応】

- 1) ご指摘を踏まえ、「B23.構造物維持管理」や「B24.積雪寒冷維持管理」と連携して研究を進めていく。
- 2) 「地質・地盤リスクマネジメント」の概念が導入されたことにより、地盤調査の考え方は大きく変わると考えている。施工時のモニタリングなどで適宜設計を修正するなど、計画から管理までを見通した土構造物の信頼性確保を考えていきたい。
- 3) ご指摘を踏まえ、研究を進めていく。
- 4) 「B23.構造物維持管理」等、他分野にも関係するご指摘であり、プログラム間の連携を図り研究を進めていく。

## 研究開発プログラム B23.構造物維持管理

### 「構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 補修・補強などの対策・措置について、工法、材料の選定手法もエキスパートシステムで示せるとよい。また、新しい工法や材料は、仕様規定ではなく性能評価型の評価にならざるを得ないので、確かな性能、品質を有していることを確認する技術も合わせて示せるとよい。
- 2) 信頼性の高い点検・診断手法 / 新しい補修工法について、良い手法等の選別方法・見直しの仕方についても検討するとよい。
- 3) 橋梁点検技術に関しては、SIP で多くの研究がなされ、成果も得られていると思うが、それらの成果を有効に活かして検討されるのが良い。また、橋梁の国際貢献に関して、米国での先行事例が参考になると思われるため、日米での連携を積極的に行って欲しい。
- 4) RC 床版の土砂化について、予防保全段階での調査として電磁波レーダなどを用いた全体のデータを網羅的に取得し判断する以外に、これまでの経験や知見を活かし、車線のどのような箇所での劣化進行が速いのかなど、損傷メカニズム、特徴を整理したデータを活用することもスクリーニング調査として有用になるのではないかと。
- 5) 樋門など河川構造物に関しては、河川系分科会、農業分科会の研究と協働できるところは協働し、研究が重複しないように取り組む必要がある。
- 6) エキスパートシステムの研究を推進し、トンネルへの導入を行いつつ研究を進めて欲しい。トンネルの変状の早期覚知の支援システムは、色々困難な点もあるかもしれないが、実装しながら改良を加えていくのが良い。
- 7) 担当する研究グループは構造物毎に異なるが、同種のを扱っているものも多い(共通する部分も多い)ので、互いに連携して進めて欲しい。

#### 【対応】

- 1) エキスパートシステムにおいて、措置方針に応じた工法選定の考え方などを示せるように研究を進めていきたい。また、新しい工法、材料を評価する技術についても検討を進めていきたい。
- 2) メンテナンスサイクルを円滑に回していくために、診断を司令塔にして、診断できる情報を取得する点検手法、効果的な補修工法を示すことができるよう、適切な技術を選定できる評価方法などを検討していきたい。
- 3) 診断できる情報を取得する点検技術については、SIP の成果も活用して進めていきたい。また、土研は日米政府間での橋梁関係の共同研究 (Twinnig) に参画しており、こうした活動を通じて連携を図っていきたい。
- 4) RC 床版の土砂化の損傷メカニズムにおいて、初期の段階では外観から判別することが難しく、劣化が進行してから舗装面に土砂が噴出するなどの変状がみられると考えている。このため、床版上の水分検知が予防保全につながると考えて研究を進めているが、アドバイスを踏まえて舗装面からのアプローチも含めて検討を進めていきたい。
- 5) 樋門、水門の維持管理については「B23.構造物維持管理」で検討し、河川横断工作物などの維持管理については「B21.流域・河道管理」で検討するなど役割分担をして重複がないように進めていきたい。
- 6) トンネルの変状の早期覚知支援システムの開発について、アドバイスを踏まえて研究を進めていきたい。
- 7) 各構造物の共通部分の研究については連携して進めていきたい。



## 研究開発プログラム B24.積雪寒冷維持管理

### 「積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 世界の積雪寒冷地域との情報交換・情報発信（国際 WS 等の開催）、積雪寒冷にある発展途上国への技術の提供や育成に力を入れて欲しい。
- 2) 北海道に限定せず、他の積雪寒冷地や温暖地域にも通用するような維持管理技術を開発して欲しい。
- 3) 橋梁の診断 AI と同じようなシステムを舗装でも開発し、道路管理者が共有できると良いと思う。
- 4) 床版の取替え、もしくは補修を行うかの判定に資する劣化予測技術は大変重要である。劣化損傷程度と範囲を特定する技術を検討することについては、実際の調査や点検のデータや知見を総動員して、必要であれば非破壊試験なども視野に入れ、詳細調査（水平ひび割れの確認）が必要となるような劣化損傷段階の抽出などを検討するとよいと思う。

#### 【対応】

- 1) 国際会議等への参加や国外の研究機関・大学等との連携活動を通じて、研究開発成果の国外の積雪寒冷地域への情報発信及び普及に取り組んでまいりたい。
- 2) 得られた研究開発成果については、全国の面積の約 6 割を占める積雪寒冷地のみならず、他の温暖地域への活用についても留意しつつ、研究を進めてまいりたい。
- 3) 他の構造物における取り組み状況についても情報共有を図りつつ、良好な成果が導出できるよう研究を進めてまいりたい。
- 4) 本研究は、既設床版の劣化損傷段階に応じた性能評価技術や性能予測技術の構築を目的としている。劣化損傷程度と範囲を特定する技術については、構造・材料系の関連課題において電磁波レーダや小型 FWD 等による調査手法の検討を行うことから、本研究では、これら関連課題と連携を図りながら、効率的な維持管理に貢献する評価・予測技術の開発を進めてまいりたい。

## 外部評価委員会からの主な意見と対応（積雪寒冷・地域系分科会）

### 研究開発プログラム A13.雪氷災害

#### 「極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発」

##### 【委員からのコメント】

- 1) 3つのテーマとも極端化する雪氷災害に対して、非常に大切な研究・技術開発と思う。有用な成果が生まれ、社会に還元されることを期待する。
- 2) エリア単位の予測から道路に沿った視程予測する技術開発は重要である。路線沿線の諸データを、どの様に予測モデルに反映させるかがポイントと考える。予測値と実データの差異を検証するための手法についてどう考えるか。
- 3) 次期長中期では、道路管理者に向けた予測技術開発となっており、道路利用者への直接的な情報提供ではない。評価を見据えた場合、成果の提示方法を検討しておくことが肝要であろう。
- 4) 災害現象のみならず管理者の対応の経験も可能な限りアーカイブしてほしい。貴重なデータが散逸している現状を改善する意味でも意義深い。
- 5) 防雪林や防雪柵による視程改善などの定量的な評価によって、数値シミュレーションの妥当性を迅速に評価できると考えられる。
- 6) 「道路に沿って視程を予測」に「防雪柵・防雪林の性能評価」の研究成果をフィードバックする努力を期待したい。
- 7) 海水を伴う津波からの防災・減災に関する研究は、太平洋側のみを想定しているものと思われるが、日本海側の津波防災にも取り組んで頂きたい。
- 8) 津波による海水の挙動については、海流による挙動とは大きく異なってくるのであろうか。既往の研究成果が応用されることを期待したい。
- 9) 津波防災・減災技術の“構築”については、可能であればソフト（避難など）やハードにも少し踏み込めば目的の OUTPUT にも繋がり易いように感じる。

##### 【対応】

- 1) いただいたコメントを励みに、有用な成果が生まれるよう研究に邁進し、社会に還元できるような研究成果を普及できるよう努めて参りたい。
- 2) モデル路線を選定し、道路構造・沿道環境を変えたフィールドで視程および気象について現地観測を行い、予測値と実測値の検証を行う予定である。
- 3) 研究成果が道路管理者の吹雪通行止めタイムラインへの導入や雪見パトロールの効率化・省力化に貢献できるよう取り組んで参りたい。
- 4) 道路管理者による暴風雪や大雪時における時系列の活動記録などの資料の提供を依頼し、それらをアーカイブに反映させることで、貴重なデータの集約につなげたい。
- 5) 防雪柵の性能評価では、まず無対策の場合と標準的な防雪柵を設置した場合の道路上の吹きだまりや視程の状態を現地観測や風洞実験で定量的に明らかにする。そして、これらの観測結果を数値シミュレーションの再現性の評価に用いる予定である。
- 6) 「防雪柵・防雪林の性能評価」では、「道路に沿った視程予測」における防雪柵の設置区間の視程予測等にフィードバックできる研究成果の導出も意識して取り組んで参りたい。
- 7) 本研究では特定の海域を対象を限定しているわけではないので、ご指摘のように、日本海側における津波による漂流物対策にも活用できるよう研究を進めたい。
- 8) 津波による海水の挙動は、流れによって氷が移動するという意味では海流によるものと同じである。一方で、津波の場合は流速が大きいことに加え、海面が大きく盛り上がり広い領域にわたって陸上遡上してくることが問題となる。期待に応じられるよう研究に取り組む所存。
- 9) 防波堤や護岸、臨海部の避難施設や石油タンクといったハードを対象とするほか、ご指摘の

ように避難などのソフトにも踏み込みこんだ津波防災・減災技術を構築できるよう、広い視野で研究を進めたい。

## 研究開発プログラム C32.積雪寒冷地の道路管理

### 「地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 操作の簡略化につながる技術の開発も期待したい。
- 2) カメラ画像の処理で堆雪形状測定を行うとのことだが、ミリ波レーダー、LiDAR、デブスカメラなど様々な新技術が安価になってきているので検討されることを推奨したい。
- 3) 周囲探知技術について、天候（降雪）や光量（夜間）など、どの程度の条件まで対応させるべきかという指針はあるのか。条件がよい場合には検出できたとしても、悪条件の際に検出性能が担保できるのかということは非常に難しい問題かと思う。
- 4) 除雪オペレータ・運搬排雪車の確保は近い将来の担い手不足が予想されているので、シミュレータによる技術修得と操作の単純化は適切な目標と考える。
- 5) 除雪機械オペレータに関する研究は重要である。熟練ドライバーのデータ収集を早急をお願いしたい。AIの教師データがなければ深層学習が進まないと思う。
- 6) ここで取り上げられたテーマは、積雪寒冷地の住民にとって極めて重要な技術である。デジタル革命の加速は多くの分野で重要になっているので、各種のセンサー、AI・IT技術等をこれまでに培った冬期の路面状態把握についての“要素技術”と併せて、雪を克服して行って欲しいと思う。また、除雪の効率化、深刻化する担い手不足対策や働き方改革にも関係すると思う。社会に還元される成果を期待している。
- 7) 達成目標(1)の「除雪等機械オペレータの作業・安全運転支援技術の構築」について、建設分野やものづくり分野で職人技能を視線や身体の動きを記録した上で技能の理解と継承を容易にしている例やコンクリート打設時のパイプレータ使用技能を記録して品質管理に役立てるような研究の動きがある。こうした関連先行事例の取組をレビューした上で研究を進めていただきたい。
- 8) 道路情報について、様々なカメラ映像を収集したリアルタイムの凍結予測は目標達成が強く見込まれる。気象情報を用いた積雪深予測は昨年度岩見沢の国道12号や国道337号の例や、今年度の札幌市街地での集中した大雪のように気象予測が難しいことでもあるのでチャレンジングな課題であるが成果を期待する。
- 9) AIを用いた路面雪氷状態推定について夜間も光源があればカメラ画像から路面状況の判別は出来るとのことだが、おそらく精度は落ちるだろう。光源の付与、あるいは異なる原理のセンサーの付与によりさらに高精度で信頼性の高い路面状態推定につながると思う。センシングコストはどんどん低廉になっているので検討されることを期待する。
- 10) 機能性SMAの便益算定手法の便益とは、交通事故減少便益か、それとも摩擦係数上昇による所要時間短縮も含むのか、便益算定手法の概要が分かるように示すと良い。

#### 【対応】

- 1) 安全性向上には操作の簡略化が必須なため、既存技術等も調査の上、研究を進めていきたい。
- 2) 画像だけではなく様々な新技術の市場調査を実施の上、適用性を評価し、研究を進めていきたい。
- 3) 現在はご指摘のとおり指針はない。但し、悪条件の場合には現在ミリ波レーダーを検討しているが、最終的に除雪機械の購入仕様書に取り込まれていくことになるので、実用に耐えられるよう研究を進めていきたい。
- 4) シミュレータの技術開発や操作性等の向上により、オペレータの負担軽減や持続可能性を図っていきたい。
- 5) 研究を進めるにあたり、熟練オペレータの暗黙知を形式知化できるようデータ収集をしていきたい。
- 6) 早い段階で社会実装できるよう研究を推進していきたい。

- 7) ご助言のとおり、関連先行事例を調査、評価の上、研究を進めていきたい。
- 8) 研究成果の社会実装を目指し、研究開発を進めてまいりたい。
- 9) ご指摘を踏まえ、光源やセンサーの付与についても検討を行い、精度良く信頼性の高い路面状態の把握に努め、研究を進めていきたい。
- 10) 便益は、貨幣換算する手法が存在する交通事故減少便益と維持修繕費減少便益を主に考えているが、摩擦係数上昇による安心感の向上など貨幣換算が難しい項目も考慮に入れることができる評価手法を併せて検討していきたい。

## 研究開発プログラム C34.公共空間設計

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

#### 【委員からのコメント】

- 1) 美しい景観(美)にプラスして、快適な空間(用)へと広げる目標設定は良い。「用」は足し算、「美」は引き算を指向する。引き算しても用が足りることを丁寧に説明していくと良いのではないか。
- 2) 北海道をフィールドにしつつ、全国に展開するということと理解。冬の景観、冬の歩行空間の議論も追加し、北海道の冬の強みを活かした成果を全国に展開してほしい。
- 3) 景観を見た人の脳波で快適さとか心地良さを測るというアプローチは考えられないか。
- 4) わかりやすい標識・標示の適正配置について、積雪環境も考慮したマネジメントが必要ではないか。
- 5) 歩行行動を誘発するためには、行動目的の施設と歩行空間とを一体に考えたデザインが必要ではないか。
- 6) 地方部において何のために、誰(地元か観光客か)を、どの程度歩行するように設定するか、前提条件の明示が必要ではないか。
- 7) 景観形成の効果とその価値の定量評価の研究については、どの程度の精度を求めべきかという設定を議論する必要がある。また、精度(どれほど効くか)と感度(何が効くか)を区別し、研究を進めてほしい。

#### 【対応】

- 1) (諸外国と比較して)現状の公共空間には、個別の機能向上を目的とした施設が多いが、空間全体の最適化からみるとむしろマイナスになっている事例も多い。効果的な引き算により、機能が確保されることや、さらに高まることを明らかに、維持管理の負担を減らしたい現場のニーズに応える研究を進める。
- 2) 本研究は、冬期における景観や空間の使われ方、雪や寒さによる制約と利点も考慮して進めていくこととしており、成果は国総研等との連携などを通じ全国展開することに努める。
- 3) 提案の研究アプローチについては、以前にその可能性を検討しており、予備的調査として、脳波による景観や道路空間の評価の試行実験にもトライしている。しかしながら、得られたデータと景観や空間の評価をどう結びつけるか(データの解釈や評価)に課題があり、断念したところである。一方、脳波計測技術やデータ評価に関係する脳科学の進歩もあるので、最新の動向を踏まえ、本研究で実施する各評価の手法を検討する。
- 4) 北海道のような積雪寒冷地の場合、夏冬で、標識の背景色(郊外部の冬は、雪景色が背景)と気象条件が異なる。現状では、冬期の最も環境の厳しい条件を考慮するばかりに、標識・標示の過剰な設置が散見されており、そのような区間では、適切に撤去した方が最適な道路空間になると考えている。このように夏期と冬期の2条件を踏まえ、郊外部の標識・標示の最適配置のマネジメント手法の提案を目指すこととしている。
- 5) 地方自治体などが整備する公共の建築施設(役場庁舎、図書館、道の駅、バスターミナルなど)のほか、市街地等に設けられ市民が日常的に利用する民間施設(銀行、郵便局、食品スーパー、飲食店など)を本研究では「沿道施設・沿道空間」と位置づけ、これらの立地や施設配置、屋外空間の設計を含めて検討することとしている。
- 6) 基本的には、「地元住民等による日常的な行動」を対象として、滞在と交流を再生するような歩行空間・沿道空間のリデザイン技術を検討することとしている。「滞在と交流」に関する具体の目標設定は、本研究で実施する、地域の実情の調査を踏まえた上で、それらの実情にあわせ、適切な目標を前提条件として設定していきたい。
- 7) 計画設計時に、例えば3案比較をする際に、コスト差を超えてB案を採用することにどの程度の効果や価値の増大が見込めるのか(あるいは、コスト圧縮案Cと圧縮案Dのどちらが)

といったことの検証が可能になるようにと本研究を考えている。したがって、「比較」を前提に、それに必要な精度と感度を確保できるよう研究を進めていきたい。

## 外部評価委員からの主な意見と対応（先端・環境系分科会）

### 研究開発プログラム B25.施工・管理の生産性向上

#### 「施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発」

##### 【委員からのコメント】

- 1) 全般として、自動化やデジタル技術の導入が目的にならないように注意する必要がある。ややもすると、研究を続けるうちに自動化やデジタル技術を導入することが目的になっていきかねないため、達成しようとしている目標や目的を明確にし、それを常に意識した研究・開発が望まれる。
- 2) 実用的な建設ロボットの開発は、現場で使いながら課題を抽出してその改善を通じて技術の高度化を図る必要があるため、主に民間企業主導で進められている。土木研究所は、それらとは差別化し土木研究所しかできない課題に取り組むことを期待する。
- 3) 施工会社やメーカーではできない、土木研究所の立場を活かした研究開発計画が立案されている。i-Construction/DX など昨今の重要課題なので、当該分野をリードすることを期待している。
- 4) ニーズを把握し、綿密に考えられた研究開発項目である。民間企業が主導となる技術開発と、それらをうまく活用するために土木研究所が共通化する部分を考えることは重要である。
- 5) 「共通ルール」の設定については、踏み込みすぎると開発を阻害し、不足だと目的を達せられないおそれがあり、また進歩が非常に早い分野なので、設定の方法等を検討するのがよいと考える。
- 6) 海外で規格が決まってしまうとそれに従わざるを得なくなるおそれもあるので、海外動向も把握すべきである。
- 7) 技術のガラパゴス化が起こらないように海外の動向にも注視しながら研究を進め、同分野を主導してほしい。
- 8) 自動化による様々な効果を評価すること、評価方法を整えることも重要と考える。生産性向上・効率化はもちろんのこと、データ取得・蓄積が容易になりその活用が飛躍的に進むこと、属人的な熟練技術の横展開が可能になること、複数機関の協働体制の合理化ができることなど、効果はいろいろ考えられるだろう。
- 9) 各プロジェクトを進める上で、評価という観点が重要であると感じた。自律施工技術では、自律施工における生産性の評価や安全性の評価、コンクリート工では、コンクリートの出来形評価のみならずこの技術導入による生産性に関する評価方法、締め固め工では、品質管理手法の開発を行うための締め固めに関する評価について、まずはプロジェクト開始段階で一度検討してほしい。研究が進むにつれて評価方法が変わっていくことが有り得ることに留意してもらいたい。
- 10) 当初目標を達成するために期間中に綿密な計画が組まれていることは評価できるが、突発的に対応すべき事案が生じた場合のバッファ機能のような柔軟な体制を確保しておくことも考慮された方がよい。
- 11) プロジェクトを進めていく中で、考えていなかった新技術が現れたとき、それを上手く取り入れるような仕組みが、各テーマにそれぞれ入っていると良いと感じた。
- 12) i-Construction が本格始動して 5 年経過した現状において、DX に向けて独自開発を進める企業と、i-Con 規準のフォロワーとなっている企業との間で、技術やモチベーションのギャップの拡大が懸念される。政策のみならず、技術面でもそのギャップを埋めるための検討が必要であり、企業間の技術・モチベーションギャップの解消につながるような提案になることを期待したい。
- 13) 担い手がまだ確保できる領域では実装が進み難いことが予想されるため、危険や困難など担い手が敬遠する領域で顕在化している問題の解決を、必要性や目標に位置付けると良いので



はないか。

- 14) 一般の工事でも建設ロボットを導入するには、コスト高、安衛法などのルールという障壁があり、その改善が求められている。開発コストを抑えることに関しては、共通基盤技術の開発を推進する仕組みは非常に有意義である。また、法律の縛りに対しては、民間企業では改善に向けた対応は困難であるため、土木研究所のような研究機関が対処することが望まれる。
- 15) DX については是非積極的に先導してほしい。ただし、社会インフラに関わるため、セキュリティが重要である。こちらは扱う情報の内容とは直接には関係がないと思われるため、できるだけ早い段階で指針を策定した方がよい。
- 16) 達成目標が「最先端デジタル技術を用いた省人化のための技術開発」とされているので、AI についても検討を進めて、AI を活用した建設施工の自動化・自律化研究を主導してほしい。
- 17) 建設ロボットの開発が進む中、構造物の建設や維持管理において建設ロボットの作業を前提とした構造物のあり方を検討しても良い段階に来ているのではないか。
- 18) 建設業の将来（あるべき姿）につながる話であると考えられるので、現状では、ハード・ソフトの技術開発の積み重ねによって進められる部分が多いと思うが、人間的側面や社会的側面も含めて「その先」についても意識するとよいのではないか。
- 19) 「自律施工技術」について、どのような工事を対象としているのか、例えば土工や舗装工など明確にした方がよい。
- 20) 「締固め工・その他の工種」については、路盤工のみを対象としていて、路床や路体など土工部分は含まれないのかについて明確にした方がよい。
- 21) オウル大学との WS の開催頻度、実施方法や人材交流などは、どのような予定か。

#### 【対応】

- 1) 技術導入が目的とならないよう、常に達成目標を意識して研究開発を進めてまいりたい。
- 2) ご期待に沿えるよう、研究開発を進めてまいりたい。
- 3) ご期待に沿えるよう、研究開発を進めてまいりたい。
- 4) 民間企業と連携して協調領域と競争領域を明確にしながら、共通化する部分と考えている共通制御信号の検討を進めてまいりたい。
- 5) 民間企業と連携して協調領域と競争領域を明確にしながら、共通ルールの設定の方法等についても検討を進めてまいりたい。
- 6) ISO の動きなど、海外における規格の動向にも留意しながら研究を進めてまいりたい。
- 7) 海外の動向も把握しながら、ご期待に沿えるよう研究を進めてまいりたい。
- 8) アドバイスも踏まえて、自動化による効果をどのように評価ができるか検討を進めてまいりたい。
- 9) プロジェクトの初期では評価の軸を検討し、研究進んだ各段階で評価方法を見直していくことも検討していきたい。
- 10) 突発的に対応すべき事案が生じた場合には、産学との共同研究体制の拡張とともに、期間途中での計画見直しや重点・基盤研究により対応してまいりたい。
- 11) 革新的な新技術も取り入れる仕組みとして、必要に応じて共同研究等を工夫して活用してまいりたい。
- 12) 国土交通省の政策と連携を図りながら、アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 13) 担い手不足を加速化させるような問題に着目して研究開発領域の優先順位を考えてまいりたい。
- 14) 本省や国総研と連携しながら、法令等の制度面の検討にも貢献できるように、研究開発を進めてまいりたい。
- 15) セキュリティに関しては本省と連携しながら検討を進めてまいりたい。
- 16) AI の技術開発の進展も注目しているところであり、ご期待に沿えるよう研究を進めてまいりたい。

たい。

- 17) 過去にもインフラの整備環境を構造化する研究を実施したことがあることから、アドバイスを踏まえた研究にも取り組んでまいりたい。
- 18) アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 19) 土工を対象に考えている。今後、共同研究などを進める中で、具体の施工内容等を明確にしていく予定である。
- 20) 土工と舗装工を対象としている。とりわけ現場の品質管理について、取り組むことを計画している。
- 21) コロナ等の状況によるが、令和4年度は相互に人材交流を計画している。また、WSも交互開催などの方式で毎年行いたいと考えている。

## 研究開発プログラム C33.環境負荷低減

### 「社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発」

#### 【委員からのコメント】

- 1) 当初目標を達成するために期間中に綿密な計画が組まれていることは評価できるが、新たに開発された技術への対応など、突発的な事案に対応できる柔軟な体制を確保しておくことも考慮された方がよい。
- 2) 「有効利用技術の開発」の検討領域として、一般的な建設以外の領域まで踏み込み、他分野での活用展開や他分野からの受け入れる観点で検討を進めることも重要ではないか。
- 3) 社会的な問題として、環境負荷低減技術の要請もより高まっており、先端技術とのテーマと関連させることも時宜を得ている。他の分科会のテーマとも連携して進めてほしい。
- 4) 「社会構造の変化」に地方の衰退も挙げられるが、地域の活性化について意識していることはあるか。
- 5) 廃棄物処理に必要な費用等の世界的な動向についても研究背景に加えてはどうか。
- 6) 資源・資材活用のテーマについては、個別技術の開発ももちろん重要だが、環境条件に応じて有効利用手法を変えるなどの戦略、効果とその評価に関しても取り組むことに期待する。
- 7) 資源の再利用・未利用資源問題は、これまでも長年取り組まれてきたテーマでもあるため、既存の研究とは違う点を明確にしつつ、その成果を定量的に評価できる形で目標を設定してほしい。是非、カーボンニュートラルの問題への成果を検討してほしい。
- 8) 今回示された具体的な研究テーマは、いずれも環境負荷低減に有用な研究と思われるが、それにより、どの程度の効果が得られるのかについて見通しておくことが必要と考える。提案されたプロジェクトでも温室効果ガスの具体的な排出削減目標を設定した研究を行ってはどうか。
- 9) 基準やマニュアルは標準としつつ、最新の ICT やデジタル技術を活用し、現場の状況に応じて現場のマネジメントを精緻に管理することができると、必要最低限の入力で所定の工事を行うことにつながり、環境負荷低減に貢献できるのではないか。
- 10) 舗装発生材の再利用について、品質の安定性を含め混合物の評価の視点を明確にしてほしい。
- 11) 発生土の安全性評価技術については、安全性という材質とは大きく異なる指標の提案であるが、材質自体の評価もあり得るのか示してほしい。
- 12) 下水資源を活用したエネルギー増産実装技術についても、何がどの程度できれば目標を達成するかといった評価基準を設けると分かりやすいのではないか。開発目標等の設定や成果の工夫を期待する。
- 13) 小規模処理場における環境負荷低減型処理方法が目標とあるが、大規模処理場では既に問題ないと考えてよいのか。その場合、小規模と大規模について、定量的な比較が必要と感じた。
- 14) 下水処理場で広く発生する条件で藻類からエネルギー生産できる技術は波及効果が大きい技術と考えられるが、その生産効率はそれほど高くない事も懸念される。処理場規模や必要な敷地面積、その他に下水処理場に必要な条件を整理し、適用可能な下水処理場のイメージを持って実装研究されることを期待する。
- 15) 下水資源を活用したエネルギー増産技術の確立は、他分野の動向も踏まえてほしい。
- 16) 都市で発生する剪定枝等の草木系バイオマスの取扱いは一般廃棄物と産業廃棄物とは異なるため、有効利用、最終処分まで含めて下水処理場で取り扱うメリットを自治体に示す必要があると思う。
- 17) 小規模下水処理場に適用可能な技術は、スケールメリットが働かず、積極的な民間企業の開発投資も見込めない事から、運転制御や運営等のソフト分野についても想定した実装技術の開発が重要である。

## 【対応】

- 1) 研究開発プログラムの範囲の突発的事案には、期間途中の計画見直しや重点・基盤研究などによって柔軟に対応して行く予定である。
- 2) 火山灰や地域バイオマスなど、建設以外の分野との受け入れを検討している課題もある。建材としての適性や物質循環の観点での有効性も見極めつつ進めてまいりたい。
- 3) アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 4) 地域発生材の有効活用を重要な視点として掲げており、これが地域活性化に役立てばと考えている。
- 5) アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 6) アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 7) アドバイスを踏まえて研究を進めてまいりたい。
- 8) アドバイスを踏まえ、カーボンニュートラル対応の全体像を示すとともに、今期の主たる研究である下水処理場における CO<sub>2</sub> 排出量削減への数値的な可能性や目標を対外的にアピールしつつ進めてまいりたい。
- 9) アドバイスを踏まえ、今後の研究計画立案を進めてまいりたい。
- 10) 舗装材料に求められる性能について業界や学の専門家とも検討して進めていきたい。長寿命化が重要だがそれだけでなく、地方に適した簡易な再生技術などについても検討してまいりたい。
- 11) 発生土の建設資材としての評価については、発生土利用基準(平成 18 年 8 月 10 日通知)で定められており、研究対象とはしていない。
- 12) 評価基準や開発目標の設定を考慮に入れて研究を進めてまいりたい。
- 13) 大規模処理場については、下水道管理者が独自に取り組んだり、民間企業による技術開発がなされているが、2050 年カーボンニュートラルに向けては、さらなる開発が必要と認識している。今回土研が取り組む予定である下水資源を活用したエネルギー増産技術や草木系バイオマス利活用技術は、大規模処理場でも導入可能と考えており、定量比較も考慮に入れて、研究を進めてまいりたい。
- 14) アドバイスの内容を考慮しながら、研究を進めてまいりたい。
- 15) 他分野の動向も踏まえつつ、研究を進めてまいりたい。
- 16) アドバイスの内容を考慮しながら、研究を進めてまいりたい。
- 17) ハードだけでなく、ソフトについても考慮しつつ、研究を進めてまいりたい。

## 外部評価委員からの主な意見と対応（農業・水産系分科会）

### 研究開発プログラム C35.農業基盤整備・保全

#### 「農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保安全管理技術の開発」

##### 【委員からのコメント】

- 1) 「大区画化圃場の土壌物理性を良好に保つ施工技術の開発」について、DX に関連する取組として、デジタルマップや気象データと連係した土壌水分変化の予測システムの構築も視野に入れたデータの整理を行うことも検討されたい。
- 2) 「田畑輪換による土壌透排水性変化に対応した地下水位制御システム利用技術の開発」について、温室効果ガス排出の削減効果も副次的に期待できる技術になると期待している。なお、作物の収量や品質に対する影響について、十分考慮の上、技術の評価をお願いしたい。
- 3) 「田畑輪換による土壌透排水性変化に対応した地下水位制御システム利用技術の開発」について、研究を進める過程で、畑作物に対する地下灌漑の考え方を整理するとともに、地下灌漑実施の有無に対する用水量の変化にも留意されたい。
- 4) 「泥炭地における大区画圃場の不同沈下抑制手法の提案」について、泥炭地の沈下は重要な問題だと認識している。研究を進めるにあたり、不同沈下の進行速度にも留意するとともに、技術の評価にあっては、圃場全体を含めた不同沈下を抑制する管理手法の適応について検討をお願いしたい。
- 5) 高耐久化というのは、既存の対策技術では耐久性が足りないからなのか、それとももっと長い耐久性を持つ技術が必要とされているからなのか。過酷な北海道の環境の視点、施設管理者の視点からのニーズを踏まえて、研究を進めてほしい。
- 6) 地震時動水圧の観測について、パイプライン内の水圧計測は水撃圧の発生と抑制、漏水検知の可能性など維持管理情報としても有用であるため、ICT を活用したデータ収集システムの構築も視野に入れて研究を進めてほしい。
- 7) 斜面崩壊と被害を受ける農地との関係がよく分からない。また、濁水の発生に関し、胆振東部地震による斜面崩壊などにより、農地がどの程度の被害を受けて、どうしなければならないなどというミッションを明確化してほしい。
- 8) 人口減少で担い手不足が問題となる中で、農業生産の省力化、効率化は喫緊の課題である。大規模農地の整備利用技術の開発をはじめとする3つの目標を確実に達成することに期待している。
- 9) 6年間の取組に大いに期待している。第5期中長期計画の取組は、北海道地域特有の状況を加味しているとはいえ、その研究成果は日本全国に反映できるものとして期待できる。
- 10) スマート農業の進展にはDXが不可欠であるが、IT技術の発展はまさに日進月歩であり、どのようにして新たなIT技術というシーズ情報を入手しようとするのが重要である。情報の収集・分析を行う体制についても工夫が必要である。また、スマート農業やDXを意識した研究成果の発信に努めてほしい。

##### 【対応】

- 1) 飽和透水係数や固相率など土壌物理性と pF との関係、降雨量など気象データと pF との関係など、関連するデータの蓄積と整理を行うなど、「土壌水分変化の予測システムの構築」を視野に入れた研究に取り組みたい。
- 2) 今回の研究では、地下水位制御システムの利用とガス発生量との関係を測定評価する。将来的には、作物生産量の最大化とガス発生量の抑制を両立する地下水位制御システムの利用方法提案につなげたいと考えている。
- 3) 導入作物の多様化や、極端な気象現象が生じやすくなっている中、気象条件と導入作物によっては、積極的に地下灌漑を実施することも視野に入れ研究を進めたい。また、可能な範囲

- で実測を行い、既往の研究と比較するなど、地下灌漑実施に伴う用水量の増減にも注視したい。
- 4) 不同沈下の進行速度にも留意して研究を進めていく。また、圃場全体の不同沈下は、周辺にある農業水利施設へも管理上大きな影響を与えることから、圃場全体への管理手法の適応も含めて技術の評価をしていきたい。
  - 5) 本研究における高耐久化とは、従来の耐久性では満足できていないという考えから、より高い耐久性を得るための行為と考えている。農業の担い手不足が喫緊の課題である現状において、将来的な営農の持続性を担保するという観点からも、さらなる高耐久化は必要不可欠であると考えている。
  - 6) 地震時動水圧の観測は、パイプラインの維持管理や機能診断においても有用なデータとなり得ることから、地震時動水圧だけでなく、幅広い視野からデータ収集を進めていきたい。
  - 7) 斜面崩壊や侵食を受けた農地に起因する濁水がその下流の農地に流入することで作物に影響を与える。また、濁水が発生すると農地における生育障害や農業水利施設の管理に悪影響を及ぼすことが懸念される。本研究では、農地や農業水利施設に与える影響を明らかにしその対応策を提案する。
  - 8) 確実に課題解決に寄与できるよう、計画的に取り組んでまいりたい。
  - 9) 北海道からの研究の取組であるが、全ての研究が全国的な課題解決に繋がる技術開発であると考えており、十分意識して取り組んでまいりたい。
  - 10) 研究のプロセスから DX を意識して取り組み、関連する部門と連携しながら、進展する ICT の農業土木技術への導入を進め、成果を発信してまいりたい。

## 研究開発プログラム C36.水産基盤整備・保全

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

#### 【委員からのコメント】

- 1) 赤潮プランクトン対策としての海藻着底基質について、自然環境への影響を考慮するとともに低コスト化にも配慮して取り組んでほしい。
- 2) 有害プランクトン対策は重要と考えるが、海水温上昇による漁場環境への影響は赤潮だけではなく、藻場造成の問題や魚種生息域の変化など大きなテーマがある中での位置づけとする説明にした方がよい。
- 3) 赤潮プランクトンの抑制は重要な問題であることから成果を期待している。特定の海藻種を対象とした検討等、実現性が高くなるよう取組んでほしい。また、普及の段階では海水温データ等に関連させてDXにつながることを期待したい。
- 4) 有害プランクトン抑制や水生生物生息環境改善のための藻場の活用について、移動式の藻場があれば被害が発生した海域へ移動して、被害の拡大を抑えることができるのではないかと。
- 5) 河川からの栄養塩の活用については、上流域からの栄養塩過供給や漁港周辺での活動等によって大きく変動する場合もあるので、そのことも含めて検討すれば成果の汎用性につながるのではないかと。
- 6) 河川からの栄養塩活用について、気候変動下において豪雨が増加した場合の栄養塩の河口への供給量の増加や、土砂流出の影響等流域、土砂管理の手法を取り入れることにより効率的な研究とすることができるのではないかと。
- 7) 漁港内に底生生態系を形成する場合には、堆砂による港口閉塞の問題との整合も考える必要があり、この点も考慮してほしい。
- 8) 魚礁設置による効果を確認する場合に、人工魚礁単独の餌料培養効果等だけではなく、もう少し広域的な範囲で確認してはどうか。また、餌料の比較も何も無い場所ではなく天然礁との比較を行ってはどうか。
- 9) 沖合構造物について、大水深における漁場環境の改善効果のメカニズムや効果を確認することは重要である。効果をもたらす生物学的もしくは化学的メカニズムの解明を目指してほしい。また魚礁コンクリートについては、材質の工夫や再生材料を積極利用することも含めて効率的な方法を検討してほしい。
- 10) 北海道の基幹産業である水産業について、資源減少、担い手不足、漁港の有効活用が課題となっていることから、しっかりと取り組んでほしい。また、DX導入をもう少し積極的にアピールできるようにしてもよいのではないかと。水産業の担い手育成に資するような取り組みは全方向から必要と思う。
- 11) 人口減少下において、漁港の統廃合や空いた漁港の養殖利用など、既存施設の有効活用への発想は素晴らしい。将来にもつながる方向性を視野に入れて研究を推進してほしい。

#### 【対応】

- 1) 着底基質の材質については、設置後の効果の継続性や、劣化状況も勘案しながら取り組むこととしたい。
- 2) 農林水産省の気候変動適応計画においても、海洋漁業における海洋生物の分布域の変化、養殖業における高水温によるホタテ貝の大量斃死、赤潮の発生北限の北上のほか寒冷地における暖水種の発生等の状況が示されている中で、水産庁では、漁港の増養殖の場としての有効利用についての方針を掲げていることから、一定の閉鎖環境にある漁港においてその適用性を検討することには意義があると考えている。
- 3) 環境的に適正な場所をうまく選定すれば、特定種を対象とした藻場造成も可能となることから、その維持手法、普及等についても効果的な方法を検討したい。
- 4) そのメカニズムや最適化や適用範囲などについて、まずは増養殖の場として漁港内の直立壁

- を活用することについて検討したい。その応用として、藻場と増養殖場をセットで考える手法の混合あるいは複合養殖の発展につながる技術についての検討も考えられる。
- 5) 栄養塩濃度が低い日本海側の漁港を対象として河川栄養塩の活用可能性についての取り組みを行う予定であるが、栄養塩供給量やその変動等を勘案することにより汎用性を高める検討も進めていきたい。
  - 6) 栄養塩濃度が低い日本海側の漁港を対象として河川栄養塩の活用可能性についての取り組みを行う予定であるが、栄養塩供給量やその変動等を勘案することにより汎用性を高める検討も進めていきたい。
  - 7) 漁港内への土砂流入、堆砂による漁船の安全な航行や係留に支障のないように、漁港内での底生生態系の形成、管理方法を検討していきたい。
  - 8) 構造物設置による周辺の物理環境の変化を把握するために、構造物の効果や配置の影響を単純化してメカニズム解明に取り組んだ後、対象魚の特徴も踏まえてその効果の確認範囲を検討する予定である。また、魚礁効果の比較については砂地だけではなく、過去の近隣海域の天然礁の調査データ等を活用できないか考えていきたい。
  - 9) 魚礁ブロックの材質により餌料生物の発生状況も変わってくることも考えられるため、必要に応じて石炭灰等のリサイクル材の活用についても検討したい。
  - 10) 御指摘の点や、高齢化、漁獲物の変化等、現場関係者が抱える問題の解決にも貢献できるよう取り組んでいきたい。
  - 11) 御指摘の点や、高齢化、漁獲物の変化等、現場関係者が抱える問題の解決にも貢献できるよう取り組んでいきたい。



### 第3章 本委員会の講評



## 本委員会の講評

本委員会における開始前評価の全体講評は以下のとおりである。

### 研究開発テーマ A.自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献

- 【A11.水災害】水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発
- 【A12.土砂災害】顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発
- 【A13.雪氷災害】極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発
- 【A14.大規模地震】大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発

### 研究開発テーマ B.スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献

- 【B21.流域・河道管理】気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発
- 【B22.構造物の新設・更新】社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発
- 【B23.構造物維持管理】構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発
- 【B24.積雪寒冷維持管理】積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発
- 【B25.施工・管理の生産性向上】施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発

### 研究開発テーマ C.活力ある魅力的な地域・生活への貢献

- 【C31.水環境管理】気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発
- 【C32.積雪寒冷地の道路管理】地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発
- 【C33.環境負荷軽減】社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発
- 【C34.公共空間設計】快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発
- 【C35.農業基盤整備・保全】農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発
- 【C36.水産基盤整備・保全】水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発

以上の研究開発プログラムの構成による研究開発テーマは、各委員からの講評、質疑応答での意見、助言等を十分に踏まえて、研究計画の策定を進めること。



参考資料-1 議事録



## 土木研究所外部評価委員会 本委員会 議事録

日時：令和4年3月2日（水）13:30～15:40

開催方法：集合方式とWeb会議システムの併用による開催

場所：TKP 田町カンファレンスセンター ホール 2A

### 出席者：

#### 委員長

○久田 真 東北大学 大学院工学研究科インフラ・マネジメント研究センター センター長  
(先端・環境系分科会)

#### 副委員長

立川 康人 京都大学 大学院工学研究科社会基盤工学専攻 教授 (河川系分科会)

#### 委員

里深 好文 立命館大学 理工学部環境都市工学科 教授 (河川系分科会)

杉山 隆文 北海道大学 大学院工学研究院 教授 (構造・材料系分科会)

○高橋 章浩 東京工業大学 環境・社会理工学院土木・環境工学系 教授  
(構造・材料系分科会)

○上村 靖司 長岡技術科学大学 大学院機械創造工学専攻 教授 (積雪寒冷・地域系分科会)

○佐々木 葉 早稲田大学 創造理工学部社会環境工学科 教授 (積雪寒冷・地域系分科会)

○佐藤 周之 高知大学 教育研究部自然科学系農学部門 教授 (農業・水産系分科会)

○印は集合方式で参加した委員。それ以外の委員はWeb参加。

### 資料：

議事次第

名簿

配席図

資料一覧

資料1 第5期中長期目標期間の概要・研究評価の概要

(研究開発テーマ説明資料)

資料2-A 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりの貢献

資料2-B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献

資料2-C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献

参考資料 国立研究開発法人土木研究所が達成すべき業務運営に関する目標

### 議事次第：

1. 開会挨拶
2. 委員長挨拶
3. 委員紹介
4. 第5期中長期目標・研究評価について
5. 研究開発テーマ開始前評価
  - A.自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献
  - B.スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
  - C.活力ある魅力的な地域・生活への貢献
6. 全体講評
7. 閉会挨拶

## 議事次第 5.研究開発テーマ開始前評価

### 研究開発テーマ A.自然災害自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献

土研から資料 2-A を用いて「A.自然災害自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献」に関する研究開発テーマについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：厳格な定義でなくてよいが、「自然災害からいのちと暮らしを守る」の「いのち」と「暮らし」に対してどのように捉えているか、伺いたい。

土研：「いのち」や「暮らし」は、一つの象徴した言葉として置き換えていると考えている。災害に対して最も避けたい命を落とすことや、人の生活に対して安全で安心して暮らせる社会が継続的に続くようにしていくことを「いのちと暮らしを守る」と置き換えていると解釈しているところだ。

委員：大事なキーワードだと思う。命は人間の命だけでいいのかとか、暮らしも日常の暮らしとそれを支える定常的な存在、一人一人の生活と社会生活がつながり、継続できるかということ。このキーワードは、あまり軽く扱わず議論することも面白いと思うし、ほかのテーマと結びつくという点でも大事かと思う。

土研：その辺りを肝に銘じながら研究を整理していきたい。

委員：特に流域治水についてどう進めていくか、様々な詳しいシミュレーションモデルを含めて説明いただいた。今示した研究開発プログラムをぜひ進めていただきたい。河川系分科会でも意見があったが流域治水を進めるに多数の利益が相反する関係者がおり、双方が理解を進めないと難しいと思う。その上で土木研究所は国土交通省ではない立ち位置、役割が非常に大きいと考えている。その辺りはどうお考えか。あるいは流域治水に対する展開について土木研究所ができることについて見解をいただきたい。

土研：流域治水は関係者で理解し合い、話し合っただけで物事を進めていくもので、行政的な側面が強くあると思っている。

実際に流域治水を進めるためには有効な手法があるか、手法にどの程度の効果があり効果が続くか、流域全体で見て効果があるのかという根拠も必要になると思う。その辺りをサポートし、それを踏まえて関係者で理解を深め、できる手段を増やし、考えて進めていただくことが重要だということで、実施するための下支えが土木研究所の役目と思っている。

委員：流域全体の気象・水象シミュレーションは土木研究所ですばらしいものが開発されているわけだが、流量、水位は予測できるとして、それにもう一個加えて流速、あるいは土砂や流木も全体としてシミュレーションできると、今、説明されたことが現実として出来上がっていくと思う。

委員：A14の研究開発プログラムに関するのだが、耐震、大地震について、機能確保、技術を開発するというキーワードで計画されているが、新設構造物はもとより、既設の構造物に対しては補修、補強という形で機能確保技術をどう進めるかが非常に重要になると思う。

既にある地盤との相互作用や既設構造物の保有耐力を見据えた形での機能確保について、どこまで機能確保をするか、現有の保有耐力はどこまでか、周辺の地盤はどう関わってくるのか、特に橋梁についてあるのではないかと。この辺りの整理はどのように考えているのか教えていただきたい。

土研：現状では橋梁について L1 や L2 の地震作用に対して設計をしている状況だが、それに対して L2 を超えるような地震も想定し、壊れ方もコントロールしながら耐力を確保するための研究を行っている。このような技術を開発しながら、既存の構造物に対しても、補修、補強していく工法も考えて進めていきたい。

委員：機能確保というのは非常に合理的な考え方だと思う。構造物としても橋梁だけでなく様々な構造物があり、橋梁でもいろいろな形式があるが、このような技術開発が着実に進む計画、プログラムになることを期待している。



委員：「被害を最小化するためにはあらゆる関係者の主体的な・・・」とか、「水防災意識社会」という記述がある。主体とか意識というキーワードが出てきていて、ステークホルダの気持ちの部分にどう整理をつけながら（取組みを進めるか）というところも関わってくると思うが、「様々な主体」や、後段の「評価と共有が必要である」というのは重要なキーワードと思う。しかし研究開発プログラム名の語尾が全部「技術の開発」となっているのでやむを得ないと思うが、その技術の開発がいかにか「いのちと暮らしを守る」につながるのかという出口戦略を、先に発言された委員は問うていると解釈して聞いていた。

資料1の11ページに、土研のミッション、「解決すべき課題ごとに必要に応じ技術の指導や成果の普及等の研究開発以外の手段のまとまりによる・・・」と書いてあり、出口もちゃんとパッケージとして考えることが謳われている。それが資料2-Aの一番後ろのページに整理されているハンドブック等に取りまとめるといふところの説明だと思う。

何が言いたいかというと、出口戦略というところで、どれだけ精密で精緻で正確な情報を的確に出しても、現実には住民が避難してくれないという問題に（現在の防災対策は）直面している。そういうことを考えたときに、それぞれの主体がどのようにこれを受け止めて活用するか、この技術開発の成果がどのように「いのちと暮らしを守る」につながるのかというところまでを意識しながら進めていただきたい。

土研：まさに現場で成果を生かして世の中のために使う形になっていかないといけないので、必要な技術開発とそれをどういう形でやれば世の中にしっかり浸透、実装される形になるのかを意識しながら整理していきたいと考えている。

委員：要は使う側、特に流域治水だと、防災の技術を最終的に使う基礎自治体や住民が分かるものでないと駄目だという意識を、開発側が常に持っていないといけない。とにかく技術が精緻になればよくなるというのは思い込みであって、分かりやすいものでないと使ってもらえない。アウトカムを意識することでもいいかもしれない。

またキーワードとして耐火耐震があったので、耐水というのをキーワードとして前に押し出してほしい。そういう言葉をしみ込ませていくのは防災の第一歩と思う。研究を進める中で、そういう押し出しも進めてもらえたらと思う。

## 研究開発テーマ B.スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献

土研から資料2-Bを用いて「B.スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献」に関する研究開発テーマについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：資料4ページに「省人化・省力化を図りながら」と書いてあるが、中身を見ると「無人化」というキーワードもある。4ページの右図にあるように、人間が行かざるを得ない危険な現場があるというのはよく分かる。ここは思い切って「無人化」とキーワードを入れても良い気がした。

8ページの上に点検、診断、措置など表現があって、その右図で診断のところに「司令塔」と書いてあり、すばらしい絵だと見ていたが「診断」というと作業員がたたっているイメージになるので、ここに「診断・監視」もつけて、冒頭の目標にある「スマートで持続可能な」の「スマート」を生かす形で、診断とモニタリング、監視としてはどうか。今、5Gでセンシング技術も安くていいのが出てくる時代で、無人で監視する技術はかなりできる気がしている。だから「司令塔」というところに「診断・監視」まで入れて、スマート化をここにも入れ込んでいくというストーリーにしてはいかがか。

土研：省人化、無人化の部分だが、全体の人手不足と、技術が分かる、オペレートできる方がどんどん少なくなるということで、二重のマイナスの大きなトレンドがある。

さらには、例えば河川で洪水に直面しているようなときにおいて、単に観測する人がいる、い

ないという以上に、危ないところに人を追いやらなくても必要なデータが適切に把握できる、そういう両方の意味も含めて無人化は先生ご指摘のとおり、非常に大事な視点になってくると思う。

土研：資料8 ページ右上のメンテナンスサイクルの図は非常に重要なコアになる図である。メンテナンスサイクル自体が5年インターバルのモニタリングとなっている。診断のところを赤く書いているのは、点検でどういうデータを取ってきなさい、こういう措置をきなさいと指示するお医者様がここにいるという絵である。リアルタイムに近いモニタリングは措置の一つの手段で、もう手遅れになったものの危機管理をするためにリアルタイムモニタリングをきなさいというのが措置の一つになるという考えで、全体をまとめている。

委員：こういった技術開発では誰がやってもうまくいくシステムをつくるのがテーマになっている。完成度が高ければ高いほど当初はいい感じで事が進んでいくが、だんだん中身が分からない人が増えていくと思う。裾野を広げるというのも土木研究所の仕事の一つと思うので、便利な道具を提供しうまく事を進めることもやるが、一方で技術者を育てる面もあったほうがいいかと思う。そういった視点ではどうか。

土研：メンテナンスサイクルのシステムはエキスパートシステムを使っている。今から技術者を教育することは、もう間に合わないと思っているので、エキスパートシステムに今あるノウハウをできるだけ詰め込んで、これを見て助けてもらいながら仕事をすることでスキルアップし、ここに新しい知見を詰め込んでいくことでシステム自体が成長し、技術の継承ができるという仕組みをこの中には込めているつもりだ。そこまでうまく動かしたいと思っている。

委員：明示的にどこかに書き込んでいただくと良いと思う。

委員：国土交通省で5か年計画を進める中、地方自治体から要望として聞くのは新技術の導入と、集約、撤去、更新のロジックがなかなか見えないということだ。人口減少に直面しているし担い手もない中、橋を取るというフローの中でこういうケースのときは撤去していいという選択肢が見えない。管理を考える上で長寿命化させるだけではなくて、時世に合った規模感を導き出せるロジックはないかということに出くわす。それこそニーズと思う。その要望に応えることを進められると、自治体も答えを出しやすくなるのではないかと思う。

土研：最終的には政治の責任になるが、そこへ行くために技術面でいろんなメニューが示せて、どのぐらいの判断の幅があるものかということを示す、それが土研の仕事と考えている。

委員：おっしゃるとおりである。参考資料を拝見すると、やはり土木研究所としての使命があり、技術開発や普及が一番のミッションになっているので、先ほどのいのちの話もそうだと思うが、土研だけが命を守るのではなくて、命を守るという大きな目標のために土研が果たすべき役割があるので、そういう観点からメニューを作られているのだろうと理解している。

委員：重要度に応じて予防保全型メンテナンスが望ましい形であると思うが、気になっているのは事後保全型、従来型といいながら、事後保全型のメンテナンスもやむを得ない場合が農水分野では出てくると思う。事後保全型の場合に、どうやってスマートな管理をしていくのかであったり、災害対応のときに事後保全がやむを得ないとなると思うが、そこで人命を大事に考えた対策、工法であったり、そういう技術の選定方法であったりがあると、より選択肢が増えていくかと思う。

土研：事後保全の段階で措置が十分進んでいないものもあり、重要な課題である。この中長期の研究開発プログラムでは予防保全に重点を置いているが、土木研究所の予算の中では各年度、採択する研究もあるので、そういった中で短期的な目標を定め、課題を設定して取り組んでいきたい。

委員：このテーマ名が非常にいいと感じた。スマートと持続可能なというところが、中身の説明と非常にリンクしていると思う。

人口減少の中でも生産性向上と謳われているが、デジタルなデータのやり取りという点で、スマートというところに比較的焦点が当たっていると思う。逆に先ほどご指摘もあったが、ツール

の開発の中で生産性向上を図る上でのハードの整備はどうあるべきか、どういう測定方法があるべきかという視点も非常に重要と感じた。

土研：現在計画している研究の中でも、点検技術はより発展の必要があり、診断を司令塔にしたメンテナンスサイクルを円滑に回すために、適切に診断できる情報を得られる点検技術を開発していくという視点で、診断から求められるリクワイアメントを満足する技術開発をしていくことができると考えている。構造物の健全性を図る非破壊検査などの技術も研究開発プログラムの中で行う予定である。

土研：河川系の構造物でも同じだが、打音による診断等、人が近くで行う作業のスマート化はもちろん、診断しなければいけない範囲を画像情報や測定値の変化から絞り込む等、対象の絞り込み、頻度の適正化を含めたスマート化に取り組んでいきたい。

委員：沿岸部や河川に非常にたくさん設置されている水門や樋門などを監視したり、あるいは危ないときに人が閉めにいなくてもいいようにといった技術開発もこの中でなされるか。

土研：水門、樋門についても作動させるための水位の監視などについては、直接ということではないが全体として研究課題の中には入ってくると考えている。ただ自動で閉められるかについては制度の問題もあり、土木研究所だけでは解決できない部分もある。関係の研究機関や国土交通本省と調整しながら、具体的に土木研究所がどこをやるのかについて詰めていきたい。

#### 研究開発テーマ C. 活力ある魅力的な地域・生活への貢献

土研から資料 2-C を用いて「C. 活力ある魅力的な地域・生活への貢献」に関する研究開発テーマについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：修正は出来ないと思うが、研究開発テーマ C の見出しは内容から考えて、頭に「環境と調和し」をつけたほうがしっくりくる。もう一言言うと「環境と調和し、活力ある魅力的な地域・生活・産業」まで入れると、後のほうの話が含まれてよい。

資料 4 ページには「有効な適応策」として適応というキーワードが出てきており、12 ページ、13 ページには「強靱化対策」とある。具体的な事例で見ると 13 ページの左下に「強靱化」が、13 ページの右下に「緩和と適応」とある。気候変動というバックグラウンドで強靱化し、変化しても受け止めるというチャレンジをしつつも、ある程度人間社会側が変化に適応しなければならないというのは共通認識になっていると思うが、その辺りの「適応」をキーワードに入れたほうがよい。

土研：「環境と調和した」、「産業」といった面は十分意識しながら研究開発を進めてまいりたい。

それから、緩和策とか、適応策とか、いろいろ言葉があるが、気候変動等に関しては両方あると思う。強靱化についても適応策の一つと思うし、緩和策についてはまた別な観点からと整理しているつもりである。

土研：資料 12、13 ページの一番下にあるようなパイプラインが地震でよく壊れるので、対策について、強靱化の一つとして捉えてこういう表現をさせていただいたが、適応策でもあるので、そういった観点で取り組んでまいりたい。

委員：資料 3 ページには暮らしという言葉も出てきたり、生活が生活空間になったり、地域社会になったり、言葉を選ばれた結果、これになっているという気はするが、揺らいであり、どうしてこうなのかと思った。暮らしと生活の使い分けであったり、生活が単独の場合と生活空間であったりとか、その辺りは一度整理していただき、その上であまりこだわらず文脈によって揺らいでもよいかないかと思いついていた。そもそも地域という言葉が、なかなか定義が見つからない非常に難しい言葉だと思っている。

3 ページの水循環と流域治水の話は、具体的にクロスオーバーするとか、接点があるということか。河川系分科会にどちらも入ってくることで扱われるのかもしれないが、まさに水循環、水資源の話と流域治水の話は、はたから見ると、非常に近いように思うがいかがか。

土研：生活などの用語については、確かに文脈でイメージしていることがあったと思う。産業の意味合いが入っていたり、あるいはもう少し身近な生活であったり、それぞれの意味があったと思うので、そこも明確化しながら、研究を進めていきたい。

土研：資料 2-B の 5 ページ目をご覧いただきたい。いわゆる流域治水だけではなく、環境面、生態系も含めて河道だけで解決ができないときに、どうすべきか明確な答えは一つではないとは思いますが、情報の可視化と共有部分をつくらなければならないだろうと考えている。研究開発テーマ B では、河道の維持管理という形にはしているが、生態系は連続的に動くものであるので、流域と一体となって情報が一元化できるものをつくっていくことが必要だろうと考えている。

ただ、いわゆる水循環というのは定義がいろいろあり、広い部分だと思いが流域と、川の外で水を使うエリアと、それから河道との水のやり取りの部分については関連情報として整理が必要と思う。

ただ、大気まで含めた水循環になってくると、こういった一つのシステムでは当然できないため、そこは別途取り組まなければならないと思っている。

委員：農業・水産系分科会でも、水の流域という考え方は議論になっていた。例えば、田んぼダムとかも、今、農林水産省でも取組が進められているので、そういったところも土木研究所の中で情報共有しながら進めてくださいとお願いしている。

土研：寒地土木研究所に農業と河川の研究部門もあるので、よく連携しお互いの共有できる情報やメリット等も活用しながら、研究に取り組んでいきたい。

委員：先端・環境系分科会で C33 について指摘があり、中長期目標期間は 6 年だが、この間に何か大きな変化等が起こると予想されている。建設に関わるものも、建設以外のところでも大きく変化をしていこうと予想されるので、この研究開発テーマ C については、変化に対応するという意味で、柔軟に進められるのがよろしかろうとコメントが出ていたので、付け加える。

C31、C32、C34 辺りも、恐らく変化に柔軟に対応していく研究かと理解したので、そのようなスタンスでこれから研究を進めてほしい。

土研：中長期目標期間は 6 年と長い期間になるので、途中でいろいろな変化に対応して柔軟に見直していきたい。今日ご説明したのは柱になる部分であるので、関連する研究も随時進めながら、対応していきたい。

委員：委員の指摘にある生活なのか生活空間なのかといった用語の揺らぎも、具体的にアクションを取ると定義がしっかりしてくるので、留意いただきながら進めるのがよい。

## 議事次第 6.全体講評

委員：日本は気候変動の知見を取り入れた政策転換という意味で、本当に世界を先導した非常に先端的なことをなされていると思う。

次の 6 年間、流域治水をキーワードにして、ますますこういった動きが土木研究所の研究によって加速していくものと思う。ぜひこういった技術的な開発、それから、実際に科学技術を政策に実装していくという点で、ICHARM というすばらしい組織があるので、ICHARM を通して、世界に発信していくということも非常に大事なことだと思う。

委員：中長期目標期間の最終年度である令和 10 年を西暦に直したら 2028 年である。2030 年にどうなっているかという社会の要請というキーワードもあったが、2030 年の時代の要請、社会の要請を見据えながら動かなければならなくて、先ほどの先生方の話で柔軟にというお話もあったが、読みにくい時期の中で仕事をやらざるを得ないという印象を持った。

この2030年というのが、今、世の中で盛んに言っているSDGsを達成する予定の年でもあるし、2050年のカーボンニュートラルに向け、その頃までに半減しなければならないという、非常に難しいタイミング。だから中長期目標期間が終わる頃には、SDGsだとかカーボンニュートラルも意識しておかないといけない。国の政策として大きな枠組みが決まっていることでもあるので、その辺りを見据えつつ、いろんなバランスが難しいが、どんな時代が来るかイメージしながら、柔軟に軌道修正しながら、やらなければならないと思いながら伺っていた。

委員：本当にたくさん大変なテーマを、必ずしも潤沢ではない環境の中で推進されることに本当に敬意を表す。

今日、出口戦略というか、最後どういうふうに入々に伝えていくかというときに、私は自分の仕事を、文明を文化に、環境を風景に、地域をふるさとにする、ことだといっているのだが、そのように人々は、文化であったり、気持ちにつながる風景であったり、自分のふるさとという形で国土というものを認識していくのだと思うので、そこに最後リーチしていくということを、ぜひ頭の隅に置いて進めていただければいいと思う。

もう一つ、分かりやすい説明やどうやって届けるかということがあったが、そのために資料の作り方であったり、動画を使ったりいろんな工夫をされているという話があったが、一番大事なのは、言っている人が信頼されているかということだと思う。いかに国とか社会の信頼を回復していく、今、信頼は失墜しているわけではないが、信頼されている状態にはなっていない。特に若い人たちは、雑談みたいになって申し訳ないが、彼らにすごくヒットしている音楽を聞いていると、もう世界は信じられない、だから目の前にいる君だけは信じたいという歌が多い。そのことをもう一度、我々大人は受け止めないといけないなと思っている。そのためにも非常に難しいが、柔軟に対応すると同時に首尾一貫した基本的な理念は揺るがない、ということも、改めて大事と思った。

あと1点だけ。これから橋などをどんどん更新しなければならないなかで、ある種トリアージ的に高度成長期に造られたものは撤去されることがあるとは思いますが、実は戦後の高度成長期に造られたものの中に、地味だが非常に優れた、地域の物語を伝える大事な構造物もあるため、そういった観点からの配慮、地元の人々のふるさととしての橋というものは、耐久性、安全性のある橋というのと、ちょっと違うベクトルがあるかと思うので、そのこともご配慮いただきたいと思う。

委員：今日は研究開発テーマA、B、C、三つ拝聴し、全て研究計画がすごく作り込まれているとお聞きしていた。

特に研究開発テーマCについては、活力がある、魅力的なという、まさに人間が判断する感性の部分が入り込んできている。例えば、私が担当している農業・水産分科会、斜陽産業という表現は言い古されているが、まさにこれから若手が育たないと産業として成り立たないような分野の方々がステークホルダーとして入ってくるということで、そういったニーズに応えられるような成果につながっていけばいいなと思った。

委員：人口減少というお話があったが、流域治水という考え方をしようとすると、人口減少は必ずしも悪いことではないのである。人口が増え続けるフェーズでは流域治水は、私はどちらかということそういう河川のありようが望ましいと思ってきたが、人口が減るからこそやれる選択肢が増える。ネガティブな意味だけで捉えるのではなく、積極的に、人口が減ることは必ずしも悪くないよという形で、だからやれることが増えるんだと考えていけるようにしていただきたい。

ただ問題としては、それを必ず協働、共に働いていかなければいけない。地方の特に技術者の力というのが急激に落ちてきている。これは人数が減ってくるからいかんともしい部分があるが、先ほど少しお話しさせていただいたが、より使いやすい、分かりやすい技術でないで地方に進めていくことができないということも現実問題として理解いただいて、浸透しやすさを求める。

技術の高度化も大事だが、それよりもまず使い勝手のよさも考えることが必要と思う。

最後、こういう形で全体の分科会の横のつながりということも、そのために今回があると思っているが、横串を通すという意味で、横だけでなく斜めの串、例えば C36 で河川の栄養塩類という話が出てきたと思うが、そういうことをやろうとすると、この分科会だけ収まる話ではなくて、研究開発テーマ C だけではなくて、流域治水の研究開発テーマ A の河川とつながらないといけなとか、そういう目も見えてくると思う。

例えば、貯水池のダム の底泥としてたまるものが、一般的には処理に困難な邪魔者として処分すべきものとして捉えられていることが多いが、そういうものを逆にプラス側に利用できないのかとか、せっかくこういう土木研究所という組織の中で違った技術のグループが存在しているわけだから、その中で新しい発展、共にどちらかのプラスだけではなくて、使い古された言い方かもしれないですけども、Win-Win と言われるものが発見できないか期待しながら見ていきたいと思っている。

委員：土木分野を取り巻く現状を踏まえた中で、適切な課題設定と取組が計画されていると思った。

先ほどの横串、斜めの串というところにも関連があるかと思うが、五つの分科会がこれからそれぞれプログラムを進めていくということだが、例えばカーボンニュートラルや、技術者の不足、担い手不足、あるいはデータサイエンスの活用は全ての分科会と関係することだと思う。そういった中で相互に連携し、共通認識として、それぞれのプログラムを進めることが大切だというふうに思っている。

委員：重要なテーマについて必要なことを計画されており、非常に安心した。

ここで扱われているテーマは、先ほどの話にあったように、将来いろいろ変わるかもしれないため、それに柔軟に対応しながら進めていく予定であると理解した。基本的に割と目前にある問題に対して答えを出していこうということで、担い手が減っているから現場の技術者が迷わないように全国展開できるような仕組みをつくらうとか、技術開発をしようとか、そういった目標設定をされてつくられているようである。目前の問題を解決することは非常に大事だと思うが、先ほどコメントさせていただいたように、裾野を広げるために、これは担い手不足に関連するのだが、やはりこの分野に若い人に入ってきたくなるように見せることが大事である。実はこれは大学でも同じ問題があるのだが、できれば幅広い階層において魅力的な分野であると映るような成果を出していただきたい。すなわち、ここの分野で仕事をしていくと、すごいエキサイティングだということに見えるようにしていただきたい。先ほどエキスパートシステムの結果からそれを見て学んでほしいというようなお話もあった。そういった志がある人が増えればそれでいいのだが、よく分からないけど面白そうだなと思って多くの人が土木技術者になってくれるように成果を発信できないか。これを土木研究所でやるべきかと否かというのは判断が難しいところがあるが、そういった面白さや楽しさというのが成果を出すときに一緒に見える形にできたらいいと思った。

委員：先生方から、いろいろ非常に微に細にコメント、ご指摘をいただいた。4月から本格的に第5期中長期計画がスタートしていくことになるが、あれもこれも、皆さん、それぞれ土木研究所に対する期待の高さに裏打ちされたコメントだろうということで、大変ご足労ではあるが、ぜひ、期待に応えていただきたい。

私からは4つほどある。本日全てのテーマをご紹介いただいたが、キーワードとして「データ駆動型の社会づくり」みたいなところがあるのではないかと思う。それは今、日本は Society 5.0 とか、そういった未来社会をつくっていくための舵切りをしているということで、その中の大事な一翼を担っているのだという使命感をぜひ持ってお進めいただきたい。

二つ目は、安全・安心で豊かな社会と暮らしをつくっていく上で、土木研究所の役目はますます

す重要になってくるだろうと思う。業務運営に関する目標においては、技術開発と普及という大きな二つを担っていることはよく分かるが、もう一つは日本の中での土木研究所の社会的な役目というのもあり、繰り返しになるが、人を育てる重要な場でもあろうと思う。私が言うことではなく、もう十分ご承知のことかと思うが、土木技術というものの大きな屋台骨の機関だということのをいま一度ご認識いただき、果たすべき役割をお進めいただきたい。

三つ目はそれをするためには、成果の普及、アウトリーチ活動、もう既にショーケースなど取組を進められているが、本当に隅から隅まできめ細かく、ぜひ誰一人取り残さないというのも重要なことかと思う。分かりやすく、みんなを次のステージに引っ張って行っていただきたいなという期待も述べさせていただく。

四つ目は分野横断の話が出ていた。今日の話はマトリックスでいうと、横の話で分科会が縦であったと思う。あと、斜めにもという指摘もあったが、私からは、土木・農業だけでなく、その他、ものづくりとか、いろんなところ、全ての基盤が僕は土木、インフラ、建設にあると思っていて、そういったロジスティクスも、物流も、資源循環も建設のみでサーキュラーを回すのでなくて、よその分野のほうでお使いいただく、あるいはよその分野でお困りのものを受け止めるとか、さらに間口の広いダイナミックな研究をお進めいただきたいと思う。

本当にお願ひというか、要望というか、勝手なことばかり申し上げているが、これも御研究所に対する期待の表れということで、ぜひ受け止めていただきたい。

以上、今まで委員の皆様方からいただいた講評とか、質疑応答でのご意見、ご助言等を十分踏まえていただき、これから4月からスタートする研究計画の策定と実行を進めいただきたい。

- 以上 -

## 土木研究所外部評価委員会 河川系分科会 議事録

日時：令和4年2月3日(木) 9:30～12:30

場所：Web会議

### 出席者：

分科会長	立川 康人	京都大学 大学院工学研究科社会基盤工学専攻 教授
副分科会長	里深 好文	立命館大学 理工学部 環境都市工学科 教授
委員	泉 典洋	北海道大学 工学研究院土木工学部門社会基盤マネジメント 教授
委員	内田 龍彦	広島大学 大学院先進理工系科学研究科社会基盤環境工学プログラム 水工学研究室 准教授
委員	岡村 未対	愛媛大学 大学院理工学研究科環境建設工学コース 教授
委員	笠井 美青	北海道大学 大学院農学研究院 准教授
委員	白川 直樹	筑波大学 システム情報系 准教授
委員	藤原 拓	京都大学 大学院工学研究科都市環境工学専攻 環境システム工学講座水環境工学分野 教授

### 資料：

議事次第

分科会名簿

配席図

資料一覧

資料1 第5期中長期目標期間の概要、研究評価の概要

(研究開発プログラム説明資料)

資料2-1 A11.水災害

「水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発」

資料2-2 B21.流域・河道管理

「気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発」

資料2-3 A12.土砂災害

「顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発」

資料2-4 C31.水環境管理

「気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発」

資料3 研究開発プログラム 実施計画書

資料4 アドバイスシート

### 議事次第：

1. 開会
2. 主催者挨拶
3. 分科会長挨拶
4. 委員紹介
5. 第5期中長期目標・研究評価について
6. 研究開発プログラムの説明
7. 分科会講評
8. 閉会



議事内容：

議事次第 6.研究開発プログラムの説明

研究開発プログラム A11.水災害

「水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発」

土木研究所から資料 2-1 を用いて「水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：大変網羅的な研究だと思った。国土交通省の業務は「氾濫をできるだけ防ぐ」に限定されていたと思う。被害対象の減少、社会の強靱化は地方自治体の協力なくしてはできないし、時間がかかると思うが、土研が研究していくということに意味があると思う。

被害対象の減少や社会の強靱化が地方自治体の協力によって実現されていけば、「氾濫をできるだけ防ぐ」という従来の河川整備も変わってくると思う。被害をできるだけ小さくする氾濫の仕方の研究もあり得るのではないかと。

土研：被害対象の減少や脆弱性の研究については自治体との協力の中で、良い方法を見つけ成功事例をつくって、全国に普及するモデルケースにしたいと思っている。

本プログラムにおける技術開発が従来の河川整備の選択肢を増やすことができれば、大きな成果だと思う。

委員：中小河川における土砂・流木・洪水氾濫の研究開発では、土砂と流木を追跡するだけでなく、流木・土砂の発生の研究とのリンクが重要。カタストロフィックな現象が確認されている発生メカニズムの研究にまで踏み込むべき。

流木による橋梁の閉塞が氾濫を顕著に拡大させている。土砂・流木を含む氾濫に関して、河川だけでなく、橋梁分野まで分野横断的に取り組むべき。

土研：河川上流端の土砂・流木の供給量の影響は大きく、土砂管理研究グループ等とも連携し、設定方法を検討していきたい。また土砂や流木の不確実性を考慮したハザードマップの作り方等について検討したい。

橋梁の問題についても、プログラム連携の中で良い方法を検討していきたい。

委員：2019 年台風によるほとんどの破堤事例が中小河川であり、破堤したときの被害は大幅に違うのであろうが、国全体のリスク、被害を考えた上で、中小河川の堤防に関する研究はどうするのか。

土研：堤防に関しては、ご指摘のとおりこれまでは直轄を主とし、直轄で実施されている管理等を前提とした設計・評価の体系になっている。中小河川への適用を踏まえた場合、データが少ない中でどのように評価していくかということが課題である。中小河川への適用も踏まえて研究としては取り組んでいきたいと考えている。

委員：分かった。おっしゃったように、中小のほうはデータ集めから多分始めなければいけないと思うので、今期ではなくてその次の 6 年間になるのかもしれないが、データ収集も積極的にやり始めるのがよいと感じた。

委員：いずれも大事な研究と思った。研究所としての役割として、計画等に反映されていないといけないと思う。

最近、超過洪水が非常に増えているが、超過洪水になると堤防、道路、橋梁等いろんな社会インフラネットワークが同時多発的に崩壊する恐れがあると思うが、そういったときどう考えていくかということにつながるようなものが研究成果になればいいと思う。

川には流下能力として流量があるが、全ての土砂と流木は川には多分流せないはずであるが、例えば粒径だったらどこくらいまでは川がもたないといけなかつか、その辺の考え方につながるような研究になっていけばいいのかなと思っている。

土研：インフラの連鎖的破壊については、それをいかに復旧するかということに、本プログラムでは着目している。ライフライン、インフラが被災する中で地域の生活、地域の機能を速やかに効率的に回復するための仕組みについて提案したい。

計画洪水の中で、河川の中でどれだけの土砂を負担するかといった河川管理の話は、土砂・洪水氾濫の知見を共有しながら、そういった課題も検討していきたいと考えている。

## 研究開発プログラム B21.流域・河道管理

### 「気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発」

土木研究所から資料 2-2 を用いて「気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：私は土砂が専門なので、その研究に力を入れていただけるということで非常に頼もしく思って聞かせていただいた。特に流量観測の無人化・リアルタイム化、それから土砂移動を監視推定、これなんかはまだ少し難しそうな感じがするが、少なくとも研究は、やはり予算である。予算をかければ必ず先に進むという面もあるため、そういう面で重点的に研究に力を入れていただくと画期的に進んでいくのではないかと思います非常に期待している。これまで、特に洪水時の土砂輸送に関する研究はデータがなくて全然それ以上進めないという状況があったから、これがブレイクスルーになれば良いと思った。

それから、河道のデジタルツインである。三次元データを用いた管理、これも画期的である。これが行われるようになると、川の上流部いわゆる砂防区間でも、これまで地形変化からの推定しかできなかった土砂の流出量もかなり正確に把握できるようになるため、これらの研究に非常に期待している。

それから、堤防被災に至る河岸侵食の対策は河川管理にかかるタスクフォースでも取り組んでいる。この技術はもう既にシミュレーション技術など、かなり進んだものがあるので、それらを活用すれば、これもかなり有望な研究テーマになり得るかと思って聞かせていただいた。

土研：土砂の移動の監視については、非常にチャレンジングになってくると思っている。上流の山間部の土砂の発生等についてはかなり研究が進んでいる一方で、河道の中に入ってきたときに定期縦横断でしか測量していないとなかなか追跡できなかったが、これからは5年に一度、河道について連続的に三次元データが入ってくる。これと併せて、いわゆる一出水でどのような動きをするのかを捉えることによって、河道の変化に対して深刻な影響を与えるものであるか否かを追跡できるのではないかと考えており、そういった観点も含めて検討を進めたい。

委員：今のことに関連して、私も土砂に関して非常に興味を持っているので期待をお伝えする。今、総合土砂管理計画が直轄水系では全て、都道府県管理河川においても主要な河川にはどんどん進めていこうという方向に動いている。それと研究対象とされている技術の開発がうまくリンクして、流砂量がそれぞれの場所で、こういった大きさの土砂がどういうタイミングで幾ら流れているのかということが手に取るように分かって、それが非常に把握しやすい形で保存されれば私も大いに期待しているので、頑張ってください。

土研：ご指摘のとおりで、予測と観測というものを組み合わせなければいけないが、実は観測に非常にお金がかかる場所があった。三次元データにより先ほどの地形データの変化というものを継続的に追いかけるので、今回はその予測と併せて、どう効率的に観測すればいいのかについても突き詰めることによって、その後の、いわゆる総合土砂管理計画に具体的に盛り込もうという形に持っていきけるのではないかと考えている。

委員：私も ALB（航空レーザ測深）のデータについて非常に興味を持っていて、これまで分からなかつ

たことが分かるのではないかと期待している。特に、先ほど少し説明があったように、200メートルの横断ピッチではどうしても土砂の体積の議論ができないと思うのだが、水域含めて密なデータが取れると、河道に今、一体どのくらいの土砂の体積があるのかという議論ができるようになるので、ぜひ研究を進めていただきたい。

このように技術や測量されるものががらりと変わったときに考えて欲しいと思うことがある。例えば航空レーザ測量がスタートした当初植生のフィルタリングでどのように地盤高をつかまえるかということをしごく努力されていたイメージがある。ただ、(レーザで)底が見えないような植生は、洪水流解析の面からすると河床高とほぼ同じであり、それをわざわざフィルタリングで地盤高にすることはまた意味が違うことがある。高密度のデータに含まれる意味と、その目的に合ったようなデータ活用ができるようになればいいと思う。そういう意味では、ALB(航空レーザ測深)と併せて航空レーザのデータを見れば、河道の中にある植生のボリューム自体も見られるようになっていたり、それらを活用できたりすれば、より良くなるのではないかと思った。

土研：植生の影響については、今年度まで行っている第4期中長期研究開発プログラムの中でも研究を進めているところがあるので、積極的にその成果の活用に取り組んでいければと思っている。本当は土砂の粒径等も推定ができればと考えているが、それはまだ少し難しそうであるので、また技術の芽が出てきたら取り組むことも考えたい。

委員：土砂の体積について、ぜひ検討していただきたいと思う。

土研：はい、土砂の体積については取り組むべき課題と承知している。

委員：3ページで、流況変化に対応した河道・河床の予測という記載があり、ここが一つの重要なポイントかと思う。この中には、例えば気候変動シナリオで、2 上昇あるいは4 上昇したときの、その流量変化あるいは氾濫域の広がりの変化に関しては、前の研究開発プログラム(A11.水災害)の中にもあったと思うが、本研究開発プログラム(B21.流域・河道管理)では、それらの情報を基に河道あるいは河床の予測をすると理解してよいか。

土研：この流況変化の部分については、B21の研究開発プログラム独自というよりも、先ほど話があったA11やその他の研究からデータをいただくことを考えている。河道と河床が流況変化で経時的にどう変化していくのかということについて、これまでの延長線上では、おそらく解明できないと思うので、実際に想定される流量を流したときにどのような変化が起きるのかを長期的に予測するとともに、実際に相当する出水があったときに測量が可能な部分については実態と合わせるような形で、河道や河床の予測について検証していきたいと考えている。ただ、新しいモデルをつくるというよりも、既往のモデルに対して実測、それから実測に近いデータを入れることによって、どういったものが予測でき、それが実態とどのように違うのかという従来手法の検証等がメインになってくると考えている。

委員：例えば河川の流量情報等はシナリオに基づいたものが出てくるとして、それを条件として使って連続的な、長期的な河道計算あるいは土砂の侵食あるいは堆積の計算を行って、将来的にどのように河床が変動していく可能性があるかという河床変動に対するシミュレーションが計画として盛り込まれていると考えてよいか。

土研：長期的な河床変動の予測においては、河道の細かな形状のところはどこまで現実と合うのかという点と、もう一つ、どこで合わせるかという点について考えなくてはならない。例えば構造物周りの洗掘や堆積などの河道の機能に影響を与えるポイントに対して、どの程度の予測が可能なのかということと2点で評価をしていくことになるかと考えている。

委員：この後の水環境管理のテーマ(C31.水環境管理)との連携的な提案になるが、気候変動の影響評価とともにプラスチックの問題は水環境管理上の非常に重要な課題になっていて、今回このテーマで流量と土砂移動の無人化・リアルタイムでの測定システムを開発されるに当たって、もし可能であれば、併せてプラスチックごみの流出量の評価であるとか、さらには、より微細なマイク

ロプラスチックの中でも比較的大きいサイズについては自動で海への流出量を評価できるようなシステムも同時に開発いただくと、この後の水環境管理の観点とも合わせる形で非常に国全体に対する貢献が大きいように思うが、そういった検討はいかがか。

土研：実は土砂の移動について浮遊砂と掃流砂の洪水中の移動をどうやって捉えるかということについては、リモートセンシング的に、その外形的なところの評価から分析する方法と、実際に動いているものの粒径等を追いかけてみようというようなことを考えている。その流れている物の種類まで判別できるかどうかというところは、「B21.流域・河道管理」の中では正直難しいかと思っている。これについてはマイクロプラスチック等の分析技術が「C31.水環境管理」以外も含めた河川環境の分野で進んでいく可能性があるかと思う。例えば、センサーの選択であるとか、濁度についての混入率のようなものを推定可能になれば間接的に算定するとか、いろんな方法があるかと思うので、その辺りについては関連の研究とも連携しながら、どのようなことができるのかについて考えていきたい。

委員：私もいろいろと興味深く聞かせていただいた。お話に上がっているように、流量観測の無人化や土砂移動の監視は本当に進めていただけるとありがたいと思うのだが、観測機器が特に洪水のときに壊れてしまうことが多い。大洪水のときは必ず壊れるとなると、一番知りたいところが分からなくなるので、できれば強い機器やそういった故障が少ないような強靱なモニタリングをしていただけるとありがたい。それから、ALB（航空レーザ測深）は最近、次第に活用されてきて非常に有用な技術だと思うのだが、そのときに、この辺までは使えるが、この辺は使えないみたいな、そういう指針を示していただけるとありがたい。おそらく、濁っていたり、流れが速かったりするところでは、レーザが届かないこともあるので、この辺ぐらいまではできるということを教えていただけるとありがたい。

あと、もう一点。これは少しテーマとずれるかもしれないが、河岸侵食の対策に関連して、流域で土砂移動等を考えるときは、これから河岸侵食についてもその土砂の生産源としておそらく考えないといけないところがある。例えばこの写真のように河道が変わるのであれば、その分、流木も大量に出てくるはずなので、先ほどもお話にあった流木対策にもリンクして、研究を進めていただければいいのではないかと思った。

土研：土砂観測については、確かに先生のご指摘のように、壊れない機械をどう開発するのかということも大きな研究テーマとなっている。流量観測は、一応、非接触で計測するので大丈夫かと思うが、荒天時、それから、降雪等の影響についても検討していきたいと思う。

それから、ALB（航空レーザ測深）等の適用範囲については、直轄管理河川だけではなくて、都道府県管理等の河川でも使われる技術と考えており、現場実装に向けて、これまでの研究で進んでいる成果も活用しながら、どういうところが対象になるか、しっかりと目を向けていきたい。それから、河岸浸食についてであるが、どこまでの外力を考えられるかについては、まだ一つずつ潰していかなければいけない部分だと思う。ご指摘の点を踏まえて、流木等、それから土砂移動等について、どのような形で考慮するのかは、検討を進めるに当たって考慮していきたい。

## 研究開発プログラム A12.土砂災害

### 「顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発」

土木研究所から資料 2-3 を用いて「顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：やはり土石流とか、こういった土砂災害というのは、まずは、予測、危険区域を設定する、そういった対策が主になるというのは、これはやむを得ない。具体的な対策というのは、その先にあるんだろうなというのは、分かった。

一つ、私が気になったのは、最近、トンガでもあったし、富士山の噴火なんかも言われているところであるが、火砕流というのは、これは対象にしなくていいのか。これは、降灰後の土石流と違って、いきなり流れてくる火砕流、こういったものというのは土研の範疇ではないという、そういう理解でいいか。

土研：火砕流については、現象がどのぐらいの規模かということにもよるが、大きなものについては、ほぼ対応することが不可能ではないかということもある。ただ、一方で、雲仙の噴火のときには、火砕流の熱風を予防するために柵を作った事例もあるが、そここのところの検証というのは、実のところはできていないということもある。そうした中で、溶岩流であるとか、火砕流であるとか、土石流であるとか、火山噴火に起因した土砂の災害というのは、そういった現象もあるわけであるが、土石流については、豪雨時の対応もしてきているし、新たに火山灰がたまってきたときは、またちょっと状況が違うので、発生メカニズムなんかもちょっと違うだろうと予想できるので、まずは、そういったところについて、しっかりと対応していく、技術を確立していくことが重要ではないかと思う。

長い目で見たときに、対象からもう全く外すかということ、それはそこまでのことは言えないが、ただ、なかなか難しいのかなというのは、今のところ思っているところである。

委員：将来的には、でも、できるようになるかもしれない。少し基礎的なことは考えておいたほうがいいかなと思った。

委員：全体の組織を把握していないからかもしれないが、3 ページの説明であった土砂・洪水氾濫で、さっきの最初にあった土砂と河道管理の組合せでいくと、ここは連携していくという話と回答いただいたと思ったのだが、さっきの説明は、土砂・洪水氾濫は別にいいやという話だったか。

土研：いいやということではないが、つくばに国土技術政策総合研究所と土研があるのだが、その中でマンパワーや予算も限られている中で、どういう調整をしているかということ、これはスライドにも、下に、ちょっと字が小さくて恐縮であるが、いわゆる、昔、水系砂防と呼んできたものだとか、最近、土砂・洪水氾濫と呼んでいるが、土砂の部分については、今、国土技術政策総合研究所の砂防研究室がもう重点的に取り組んでいるので、そちらのほうでやる体制になっているので、土研では、研究としては扱わずに、土石流の研究を通じて、国土技術政策総合研究所、国土交通省をサポートできる部分は、引き続きサポートしていきたいと考えているというのが実態である。

一方で、流木については、国土技術政策総合研究所から土研でやってくれと言われているので、ちょっとこのプログラムでは対応し切れないのだが、次期の中期でも、流木については、発生源の部分については、調査研究を進めていきたいと考えているところである。

委員：分かった。では、もしかしたら、ここで言うのが適切ではないかもしれないが、少しだけ要望がある。土石流に関係して、もしかしたら、落石とかにも関係するかもしれないのだが、砂防施設に堆積した土砂の粒度分布等を調査するときに、大体、粒度分布調査はできるものしかあまり調査されていないようで、大きな礫がどのぐらいあったかとか、全体の空隙率が幾らになったとか、後からどのぐらいの堆積量があったのかは、なかなか分からないような状況になっている。おそらく、表面の微地形の変化によって、落石が現れるというのも、きっともともとの土砂の粒度分布にも関係すると思うので、もしそういうことができるのであれば、粒径の分布については、大きなものも併せて、何か調査できる方法を検討いただければと思う。

土研：粒径に関しては、土石流の発生、発生源での粒径がどのぐらいかということも一つ重要だし、それは土石流の発生モデルをつくる上で、極めて重要だと考えている。一方で、堰堤に堆積した土砂に関しては、砂防施設の効果を評価していく上で重要だと思っている。なかなかちょっと不勉強な部分もあるが、先生がおっしゃったような技術についても、今後とも、技術開発に取り組みながら、実態を明らかにしていきたいと考えている。

委員：四つあるテーマの中の崩壊性の地すべりについて。この崩壊性の地すべり、全国では本当におび

ただし数々の急傾斜地があって、おっしょっていたように、斜面角度と高さから、経験的にかつ安全側に崩壊土砂の到達範囲を想定している。そうすると、もう広島みたいなところは、本当に住むところがないくらい、危険地域として塗りつぶされてしまう。経験的で安全側の手法を取ると、このようになってしまうので、手法の高度化に対するニーズはよく分かる。

この斜面の問題は、画期的な方法が出てきて急速に問題が解決するものではなく、これまでの研究の継続も必要であることはわかる。しかし、16 ページあたりに書いてある研究計画では、UAV や衛星等を用いたより詳細な情報が容易に得られるようになってきている現在においても旧態依然としてオーソドックスな研究手法に留まっているように思われる。研究であるからには、もう少し野心的で、もしかすると、ブレイクスルーになるかもしれないというような研究方法や技術が計画の中に入っているべきではないかと思う。

土研：先生のおっしょるとおり、ここに書かせてもらったものは、かなりオーソドックスなものを書かせていただいている。今、かなりチャレンジングな話なので、あまり図までつけながら書けていないが、例えば、UAV から取る空中電磁探査法、これは、従来のヘリコプターよりもかなり細かく取れると。もしくは、浅い領域を取れるという期待をしている。実は、そういうものやっていく準備を今進めておるところで、この研究期間、6 年あるので、こういう中で、使っていく手法を新しいものをどんどん取り込みながら、研究計画の中も、ブラッシュアップしながら進めていきたいと思っている。

委員：分かった。そういうチャレンジングな中身がしっかり入っていると。弾を込めつつあるということであれば、安心した。大変期待している。

委員：私も崩壊性地すべりのところがやはり気になった。というのは、先生がおっしょられていたとおり、どうしてもこれは地形情報だけだと、恐らくかなり限りがあるというか、やはり地質的なものが利いていて、それで、今、電磁探査の話が出たので、大丈夫だと思うのだが、やはり、層序について考えないといけない。テフラの下に、不透水の層があるということがやはり非常に重要だということになる。それも、空中電磁なんかを加えて、しかも、谷地形なんか、そういうところを加えれば、結構、画期的なことになるのではないか。

やはり重要なのは到達範囲である。どこまで行くのかということが、そういう情報も含めて、うまくシミュレーションできれば、地下の情報も含めて、できれば、結構、いい研究になるのではないか、ブレイクスルーになるのではないかというふうに思った。

あとは、感想であるが、やはり土砂災害というのは、迅速な対応というのが必要になるから、火山噴火のときに、迅速に土石流がどこで起こるかというシミュレーションをやる研究というのは、なかなか期待できるかなというふうに思って、聞いていた。

土研：ご助言も踏まえながら、今後、研究をしていきたいと思う。

## 研究開発プログラム C31.水環境管理

### 「気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発」

土木研究所から資料 2-4 を用いて「気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：河川、湖沼、ダム、海域の水環境管理において、気候変動の影響に対する適応策として、下水道が果たす役割が大きいと思うが、2 ページ、あるいは、3 ページ目のこのプログラムの全体概要のところ下水道に関する記載がなく、7 ページ以降に初めて下水や処理水という言葉が出てきたりするので、非常に理解しにくい資料になっているように思った。特に適応策という観点で見るときに、水資源確保の観点での下水再生水利用の促進、また、水温上昇に伴う植物プランクトンの異常増殖、あるいは、逆に、その栄養塩不足による生態系悪化に対する適応策としての下水処

理場の能動的栄養塩管理、そして、消毒耐性病原微生物、消毒副生成物への対応、微量化学物質による放流先水環境への影響低減など、水環境への対策技術、気候変動への適応策としての下水道の位置づけを明確に取りまとめでいただきたい。

また、土研の水質チームが歴史的に取り組んできた予防原則の考え方に基づく水質管理の研究への取組というのを、ぜひ継続いただきたいと思う。先ほど新たに顕在する課題への取組をするという話があったので、大いに期待している。

個別のテーマについては、監視技術の開発、DX の部分について、7 ページ目に書かれている既存センサーの使用による管理方法の開発にとどまらず、ぜひ、新規のセンサー開発にも取り組んでいただけたらと思う。

土研：水質の関係で、下水道が大事というのは、まさにこの研究、主要研究の数も実は下水分野を大変多く取り入れており、重視している。冒頭の説明のところで、不十分ではないかというご指摘ありがたく、少し考えたいと思う。

また、最後の新しい観測技術の適応について、これについても積極的にやりたいと思っている。現在、これを使えばいいということについては、明確に分かっていないものもあり、6 年の間に新たに出てくるものもあると思う。そのような新しい要素技術の取り入れは常にやっていきたいと思う。

委員：流量の問題をこのように環境のところで研究されることになって、とても心強い。流量の研究は大分遅れていると思うので、果敢にやっていただきたい。

対象について、2 点ほど疑問がある。一つは、流量が減ったときの影響を考えるのに、二つの意味がある。一つは、今よりも将来流量が減ることが予想されるときに悪影響をいかに緩和するかということ、もう一つは、今の川を流れている流量をもう少し増やして、現在よりも川の環境の状態をよくしようということである。恐らく前者のほうに今回の研究は重点を置かれていると思う。後者のほうは、現実にはいろいろ難しいと思うが、何かそちらも考えていただきたいというのが一つ目である。

二つ目は、対象が国河川に限られるのかということである。特に流量が減少することの影響は、流量のもとと少ない川に非常に大きく現れるので、そうすると上流だったり、山間地だったりするけれども、そういうところは国管理になっていないし、データも少ないので、恐らく研究が難しい。その辺まで考えておられるのか、その2点、お聞きできるか。

土研：1 点目の流量減の悪影響感、おっしゃるとおり、ここが研究の主な対象になっている。もう一つ、川の流量そのもののお話について、このプログラムの研究対象では守備範囲の外かと思っている。

また、2 点目の対象は国管理の河川だけかということについては、これについては、環境問題については国管理河川だけではないと考えている。ダム、湖沼も含めて、いわゆる公共水域の問題については、ここは守備範囲の中だと考えているので、個別対応になるかもしれないが、新たな課題、顕在化するリスクに対して対応していきたいと思う。

委員：1 点目については、今、既にかなり流量が減少して、環境が悪化している川に対して、これ以上悪化することにならないようにと思っている。そういう所の環境が今よりもよくなることに流量の研究が繋がってほしいというのが希望である。

委員：既に出ているが、私も繰り返し述べたいと思うのは、やっぱり気候変動の影響というのは、これまで高水に対して注目が多かったが、低水に対してもきちんと考えていくというのは、これは大変重要なことだと思った。

細かい質問で恐縮だが、昨年、土研の研究発表会に行ったとき、環境 DNA の可能性と研究、土研もそれに力を入れるという、そういうお話をされていたのだが、今回の研究計画にはあんまり出てきていないが、これはもう一段落したということか。それとも、まだこの資料外に存

在していて、やはりそれは続けていかれるということなのか、教えてほしい。

土研：低水対応に対しての研究について進めていく。ご指摘ありがたい。

環境 DNA については、やめるということはなく、続ける。ただし、ある程度、研究が進んだという認識、そして、ステージとして、水辺の国勢調査等々で、まさに実装していくタイミングとと思っているので、向こう6年の主要研究という意味では、ここには記載していない。引き続きやるし、まさに現場で使っていきたいと思っている。

委員：達成目標(1)の気候予測データによる河川流量・水温の将来予測のところだが、この資料だと、北海道だけにフォーカスをされる研究になるのかというのが、1点目である。

それから、もう一つ、この将来の気候変動シナリオに基づく将来の流量予測については、国土交通省内でも相当に分析が既になされているところかと思うし、また、テーマ「A11.水災害」とも非常に密接に関連するところかと思うが、これまでの蓄積、あるいは、A11 等との連携というのは、どのように考えたらよろしいか。

土研：先に、他のプログラムとの連携についてだが、大きく分けて、この研究では低水、少ない水の対策になるかと思う。特に、土砂移動のところでは、どちらも大切だと思うので、そういう意味では連携するが、この水資源・水環境の研究では、渇水、低水対応のほうを中心にやりたいと思う。

それから、その前のご質問だったが、北海道だけかということについては、この数値計算を伴うモデル作成、予測モデルの作成、これは北海道を対象に行いたいと思っている。先ほどの説明の中で少しだけ触れたが、キャリブレーションをかけるための流況、それから、水温データの蓄積、この蓄積量、それから、低水をやるときに融雪の影響が大変効いてくるので、その研究をやるという意味でも、北海道でまずこのモデル開発の研究をしたいと思う。当然ながら、この研究成果は、随時他地域でも使えるものと考えている。

委員：1番目のほうだが、例えば、連続的に長期の計算をするようなシミュレーションモデルがあったときに、そのデータについては、当然、洪水のことも含まれれば、低水のところも含まれるので、その連続的なその計算として、もしもデータとして蓄積されているならば、そのデータを基に、高水を使ったり、その低水のところを使ったりというふうに、その後の役割分担はあるかと思うので、その前の段階のシミュレーションモデルについては、統合的に土研内で考えたりする、あるいは、これまでの蓄積を考える、あるいは、さらにもっといいものを土研の中で協力して構築していく。そのようなお考えについて、質問をさせていただいた。

土研：ぜひ、統合的にというか、既存の研究、それから、現在進んでいる研究と連携して進めていきたいと思う。

委員：もう一つ、低水の研究において水温などを扱うことになると、かなり取水の影響が効いてくるだろう。恐らく今回の研究は水利用や取水量の検討とは独立して進めるかと思うが、正常流量検討の手引きなどのレベルになると、かなり取水や水利に配慮する必要が出てくる。環境や生態系、水温の現象としてはこうであるという研究結果と、取水がどこまで可能かという社会的判断を、できるだけ独立に切り離れた成果を出していただけるとありがたい。

土研：今回の我々の研究では、水が少ないときの環境への影響について、中心的にやりたいと思う。正常流量ないし取水量については、そのほかの判断もあると思うので、今回の研究の対象ではなく、我々の研究を流量管理のほうに使うてもらって、そのための研究と考えている。

## 議事次第 7.分科会講評

委員：繰り返しになるところもあるが、研究開発プログラムの水災害についてだが、これは国土交通省の役割は氾濫をできるだけ防ぐということに限定されてきたのだが、流域治水では、被害対象の



減少とか社会の強靱化、こういったものが必要になってくる。これは地方自治体の協力が不可欠であって、なかなか実際に実現するのは時間がかかると思うが、それをやはり研究ベースで土研が率先してやっていくということに大変大きな意味があると思う。自治体の協力が得られた暁には、氾濫を防ぐというだけではなくて、それを超えた何か新しい技術というのが生まれるのではないかと思っている。

それから、2 番目の土砂災害の話だが、流域河道管理において、DX の可能性は大変大きいと思われる。ただし、DX 技術というのをを用いた管理技術の普及には、なかなか難しいものもあるかもしれない。特に普及まで力を入れて、土研としては研究をやっていただきたいと思った。

委員：災害が多発している中、今回説明いただいて、いずれの課題も重要性も理解できた。個人的には、土研は全体から科学的に国の方向性を決める、非常に大事な研究機関だと思っている。このため、土研は、社会に対する波及効果と併せて、我々、大学の基礎研究にも何か影響が及ぶような大きな波及効果をもつ成果が期待されていると思うので、今後、ますます期待したいと思っている。

具体的には、例えば、どの分野も、今回の説明いただいたところも、コンピュータが発達してきたので、計測とか、データとか、シミュレーション、全てが高度化されていて、その多くが土研に集まっていると感じた。高度化するこれら技術と合わせて、何か高度化すること自体が目標にならないように、そこから何か新しいものが出てくるというようなことになればいいかと思う。例えば、出てきたシミュレーション結果から何かを理解する新しい技術が創出できるようなことになれば、よりよいかと思った。

もう一つ、広島でまた今年度も2 連続、災害があったので、同じ年度に連続して災害があるということも、もう考えなければいけないのかなと思った。難しい問題だと思うが、次の洪水に備えてダム貯水池を下げなければいけないけれど、下流河道は破堤したままであるとか、破堤しかかっているとか、そういったことに対しても、何か技術が発展しなければいけないのかなと思った。

今後の研究成果を期待しながら、そういったことも勉強していきたいと思った。

委員：個別の研究開発プログラムの具体的な中身ではなくて、全体的に、土研を外から見ていて、と感じることがあるので、一言申したいと思う。

各個別のテーマについて外部との連携を積極的にやられているというのは、大変結構だと思う。一方、長期的な視点に立つと大学や他の研究機関、民間の研究力を含め国全体の技術力を高めていくことは重要で、土研だけで何でもできるわけでない。

その中で、この数年から 10 年、もっと長いかもしれないが、だんだん学会や社会の研究における土研のプレゼンスが、小さくなってきたと感じる。おそらく、土木学会とか関連の学会が多くあるが、国土交通省からの会員数が激減している。土研の方は研究者なので、それほど激減していないのかもしれないが、だいぶ少なくなっている。会員数だけでなく、学会活動への参加状況についても、土研業務に密接に関連するところにはしか出てこない、いろんなところに幅広く参加する雰囲気では大分なくなってしまったなというのが、私の外から見ている感じである。学会の中のセッションだとか委員会では、偉い先生が一言言うと、びしっと場が引き締まるというのも当然あるが、土木研究所や国土交通省の人がいると、民間の研究者は、ぴりっと引き締まって、やる気は当然増してくる。ものすごく影響力があるので、特定のテーマだけに特化して学会に参加するのではなく、もう少し幅広く、ぜひ、学会活動を盛り上げて欲しい。皆さんの力は物すごく大きいので、参加していただければいいなと思っている。

それから、昔は、例えば、自然災害だと、UJNR とか、日米の枠組みとか、いろいろ世界とつながって、情報収集をしていたと思うが、最近、どれだけ活発にされているのかというのが気になっている。国際的な情報収集についても、ぜひ、積極的にやっていただきたいと思う。

委員：土研ならではの新しい技術をいろいろ駆使して、社会的な問題に大挙しているプログラムが聞けて、心強いなと思って聞いていた。

感想としては、やはりシミュレーションやモデルの研究プログラムが多いが、まずは、本当にモデルシミュレーションをやることに対して、検証とメカニズムを的確に把握しているのかというのは、忘れないでいていただきたいと思う。UAV等で、いろんなデータをつかめるが、実際にその現象がちゃんと把握できていないので、モデルを回しても、ただモデルを回しているだけになるので、その点は留意していただきたい。

あとは、これから、先ほど広島の話もあったが、災害等が広域に起きることが非常に多くなっているということもあり、もちろん有事で何かの突発的な災害がポイント的に起こってというのも、ある局所的な現象を理解するというのも重要だが、長期間で、かつ、広域に対応できるような、そういう課題も重要なのだろうなと、聞いていて思った。

委員：環境から治水へのシフトを少し感じた。流域治水の「流域」には二つの意味がある。そのうち伝統的な流域から河道へのインプットとしての面に偏っている印象を持つ。流域に対する影響という面をもう少し考えたほうがいいのかと思った。

最初の「外力×暴露×脆弱性」という式の外力は、降雨量や流量ということもあるが、流域の被害を考えると、そこは氾濫量であるべき。なので、氾濫量に対してどう効果があるかとか、氾濫した水がどのような時空間分布を持って広がっていくかということも、もっと我々は知らないといけないのではないかと、シミュレーションも観測も含めて、と思った。

もう一つ言うと、人という要素が今回あまり出てこなかったと感じる。細かい資料の中には出てきているが、流域に住む人々に対しての影響に関する研究が弱くならないようにしてほしい。

委員：それぞれのテーマが気候変動の影響の評価とその適応策という観点で、横串が通った統一感のある全体プログラムになっていると感じて、大変意義のある研究プロジェクト、プログラム群になると思った。それぞれの研究機関等の連携等についても示していただいたのだが、特に市民との連携、例えば、研究開発をするに当たっても、その研究開発段階から市民を巻き込んだ研究というのも、これから市民科学といった観点で重要になってくるかと思うので、そういった点もご検討いただければと思った。

また、来年以降、研究成果の評価がなされていくと思うが、適時性等の評価事項はもちろん国の研究所として重要だと思うが、ぜひ学術的な貢献についても土研内部で高く評価していただき、研究を進めていただけたら大変ありがたいと思う。

委員：今、一番大事なことは、連携なのだということが他の委員からお話があったが、結局、全てのこういう技術、特に自然災害に対する研究を進めていこうと思うと、もうそれぞれ人間が決めたその部署の中だけで収まるような話ではなくなっているのだから、いろんな形で、それこそ、この河川系の中でも連携が必要になっているし、分科会を越えた枠組みでも、あるいは、その土研の枠を越えて、大学、国土技術政策総合研究所、国土交通省とも連携せざるを得ない状況だと思う。それは、決して悪いことではないと思うが、その連携の起点になっているのは、組織間の契約というものではなくて、私は人だと思っている。先ほどお話が少しあったが、学会に出てきてほしいというのは、その観点もある。今、残念ながらこういうコロナの影響もあって、なかなか懇親を深めるとかということも難しくなっているが、なかなか個人的に打ち解けた関係ではない人と深い議論はできないのである。であるから、特に、違う分野の、研究の大きく違う分野の人となるべく会う機会、話を聞く機会、あるいは、自分には直接あまり関係ないと思う研究の発表等に対しても、積極的にそれを聞きに行くと。結果的に、それはその人の能力によるのだなということも思った。

土研には、ぜひとも若い人を、なかなか人材育成も難しいのかもしれないが、いろんな分野の研究を理解して、それを連携させて、発展させていけるような人材育成にも関わっていただけたらと期待する。そこに、このプログラムの推進がうまくマッチしていったら、私としては非常にありがたいなと思っている。

委員：気候変動に対する最新の科学技術の成果というのが、本当に国土交通省はしっかりと取り込み、それを最新の成果を取り込まれて、実際、それは政策に生かされている。具体的には、河川整備基本方針の改定が始まっているし、また、それに合わせて、整備計画についても見直しが始まっている。また、さらに、流域治水関連法について、昨年5月、法制度の拡充がなされて、11月にはもう施行されるということ。それが実際にもう動き出しているところがあるし、予算的な裏づけもあって、本当に流域治水というのが、今まさに開始されるところで、その中で6年ということなので、非常に重要な6年間の研究であろうと思う。ぜひ、6年間、あるいは、その途中でも、この成果が河川砂防技術基準とか、様々な基準類、あるいは、水理公式集等に反映されて、それがまたその次の6年間、さらにその次というふうに生かされていくような、最初のその重要な6年間にぜひなってほしいと思う。

それから、もう一つは、土木研究所の中にある ICHARM は、非常に国際的にも活躍をしておられて、非常に評判が高くて、私が様々なユネスコ関連の会議に出させていただくときにも非常にありがたく、鼻が高い気持ちになる。こういった科学的な、技術的な最新の知見が政策にしっかりと入って、それが本当に実際のいろいろな計画に生かされて、動いているというのは、恐らく日本は結構先導的というか、先端的なところにいると思うので、ますます ICHARM の皆様方が様々な世界の国々に対して、こういった日本の取組が生かされるような形で、国際的な貢献もしていただけると大変ありがたく思う。

これはもう本当に ICHARM だけではなくて、日本の多くの大学も含めて、多くの研究機関や技術を担うところが一緒にやっていくことかと思うが、ぜひ、そういった形の6年になればと思う。

以上

## 土木研究所外部評価委員会 構造・材料系分科会 議事録

日時：令和4年1月31日(月) 9:30～12:30

場所：Web会議

### 出席者：

分科会長	杉山 隆文	北海道大学 大学院工学研究院 教授
副分科会長	高橋 章浩	東京工業大学 環境・社会理工学院土木・環境工学系 教授
委員	勝地 弘	横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 研究院長・教授
委員	亀山 修一	北海道科学大学 工学部都市環境学科 教授
委員	岸田 潔	京都大学 工学研究科都市社会工学専攻 教授
委員	山本 貴士	京都大学 大学院経営管理研究部 教授

### 資料：

議事次第

分科会名簿

配席図

資料一覧

資料1 第5期中長期目標期間の概要、研究評価の概要

(研究開発プログラム説明資料)

資料2-1 A14.大規模地震

「大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発」

資料2-2 B22.構造物の新設・更新

「社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発」

資料2-3 B23.構造物維持管理

「構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発」

資料2-4 B24.積雪寒冷維持管理

「積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発」

資料3 研究開発プログラム 実施計画書

資料4 アドバイスシート

### 議事次第：

1. 開会
2. 主催者挨拶
3. 分科会長挨拶
4. 委員紹介
5. 第5期中長期目標・研究評価について
6. 研究開発プログラムの説明
7. 分科会講評
8. 閉会

議事内容：

## 議事次第 6.研究開発プログラムの説明

### 研究開発プログラム A14.大規模地震

#### 「大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発」

土木研究所から資料 2-1 を用いて「大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：二つ質問がある。一つは、達成目標(2)の説明で明記されている河川堤防の段階的強化について、それ以外の構造物についても、一回の対策により所要の水準まで機能確保することは難しいため段階的に整備することもあり得ると思うので、そこも含めて実施いただきたい。もう一つは、国際貢献として引き続き技術協力をしていくことは大変よいと思うが、今後のさらなる提供先の拡大という意味では、成果を国際的に発表する、論文発表することも大事だと思う。

土研：最初の質問について、河川堤防以外の橋梁についても阪神・淡路大震災以降、段階的に、まず、一番の弱点であった橋脚、その次に支承の補強を実施し、次に基礎の補強対策を行う必要があるのかどうかを判断するというように、被害を受けたところから段階的に強化対策を実施しているところである。一方、被害を受けたところを補強対策すると、次に相対的に弱点となる部材が被災することになるが、橋の耐震性能という観点では確実に改善するように補強戦略を立てている。例えば、橋梁の RC 橋脚の場合、橋脚のせん断破壊という脆性的な壊れ方を避けることを考えつつ、段階的に各部位の補強対策を進めてきた。一方で、本課題で対象としているような断層に対する対策については、これまでの地震動（揺れ）に対する対策とは違った視点からの作戦とそれを踏まえた段階的な対策の立案が必要になると考えている。

2 点目の質問について、国際貢献については、ご指摘のとおり、海外のジャーナル等に投稿し発表することが最も広く世に行き渡ると考えられるため、海外への投稿についても、引き続き努めていきたい。

委員：橋梁の基礎の状態やトンネルの背面の状態等、見えない部分をどのように性能評価するのか。それをするためには、施工時からのデータの蓄積とそのデータマネジメントが必要だと思う。

土研：橋梁の基礎についてはご指摘のとおり、見えていない部分について、どう評価するかが課題である。既設橋の基礎についても図面が残っておらず基礎形式が何か分からないという事例も少なからず存在する。そのような場合にはそもそも対策が必要かどうかの評価すらできないという課題があることも承知している。それらについて、まずは基礎の構造の調査を行う技術が必要ではないかと認識している。加えて、既設橋の評価をする時点で地盤情報が十分ではない箇所については、その調査の仕方も含め、様々な手法を使いながら、既設橋、基礎の評価をしていくことが重要ではないかと認識している。

新設橋については、基礎の施工時データを記録として残すことが技術基準類にも明記されており、このようなデータの活用やマネジメントができるように、あるいは維持管理に活用できるようにしていくことが必要と考えているが、既設構造物の見えない部分について、図面や施工時などのデータが無い場合、どのように合理的に評価していくか知恵を出さないといけないと認識している。

委員：データマネジメントは難しい課題かもしれないが、特に過去のデータはないとしても、メタデータを整理し、どのようなデータを残し共有化するのかを明確にすることが大事だと思うので、ぜひお願いしたい。

委員：今期が第 5 期になるが、これまでに、そういったデータの蓄積というのは、どの程度しているか。

土研：直轄の管内であれば、これまでの橋脚の耐震補強の検討の際に、基礎の形式に関する情報は概ね把握できている状況と思う。一方、中には基礎の情報がよく分からないものがそれなりにあると

いう相場感を持っている。ただし、直轄の場合はかなり図面が残っているが、地方自治体では図面や施工時データなどの情報がないケースが多い。そういったものの中に、非常に地震のときに被害リスクが高くなる、あるいは液状化の影響を受けてしまう構造となっている等、様々な悪条件が重なり大きな被害になりかねないこともある。このように図面がなく基礎形式も分からない基礎に対する対策については、国総研とも連携をして検討をしているところである。

委員：達成目標(1)の5ページで、応急復旧が不要な構造とあるが、これは応急復旧が不要な構造の場合であっても、(早期復旧のために)機能回復が可能な構造の設計体系を構築するということなのか。それとも応急復旧が不要というのは対象外ということにするのか。それから、今回例示されている検討には、基礎とか、エネルギー吸収について検討するということだが、ここに示されていない上部工に対する検討も含まれるのかどうかを確認したい。

土研：1点目の、5ページに記載のある「応急復旧不要の構造」についてである。橋の技術基準である道路橋示方書では、レベル2地震動に対して、重要度の高い橋では応急復旧を行うことにより短時間で通行機能が回復することを求めているが、ここで示しているのは、応急復旧を要せずにそのまま供用できるという性能水準のメニューも用意し、その性能を満たす構造設計法について研究していきたいという意味である。

2点目について、説明資料ではエネルギー吸収をする部材としてダンパーの絵だけを描いているが、ご指摘のとおり、上部構造の中のどれかの部材によりエネルギー吸収をするという考え方も、今後新しい技術として開発されることが考えられる。このような様々な新しい技術提案に対して、その妥当性の評価ができるようにその検証手法を提示していくことを考えている。

委員：確認だが、応急復旧が不要というものは、機能回復の対象にはしないということか。

土研：そのとおりである。応急復旧せずに、そのまま通行できる状況を目指す水準の設計法もあって良いのではないかと、そういう意味合いである。

委員：承知した。

委員：7ページの北海道火山灰質粗粒土の液状化に興味がある。北海道胆振東部地震において、道内の札幌市等で、火山灰質粗粒土を使用していた道路に液状化が起きた事例があり、これに対する判定方法が新しく作られれば、北海道の道路等に有効であると感じている。質問としては、北海道の火山灰質粗粒土といっても、北海道の場合、いろいろなところに火山灰があるため、地域特性を考える必要があるのではないかと。もう一つは、液状化すると判定されたときの対処方法についての研究や提案まで、踏み込んで実施していただきたい。

土研：地盤にはいろいろと地域特性があり、北海道の火山灰質粗粒土については個別に検討していきたいという認識の下で実施している。液状化すると判定された際の設計での対応を含め、ご指摘を踏まえて研究を進めていきたいと考えている。

## 研究開発プログラム B22.構造物の新設・更新

### 「社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発」

土木研究所から資料2-2を用いて「社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：達成目標(1)と達成目標(2)であるが、今後更新する、あるいは新設するものに対して、どういった維持管理等の目標を持つのか。できる限り高耐久性を有するものを造って、ミニマムメンテナンスを目指すのか、あるいは予防保全的に維持管理するような方向性にするのか。それが開発する材料や工法などに大きく関わってくると思うが、そのようなシナリオの設定に関する考え等を伺

いたい。

土研：基本的には、できる限り長寿命なものと考えているが、ご指摘の一つは、クイックメンテナンスもあり得るのではということかと思う。例えば4ページ目、達成目標の3つ目に、計画から管理までを見通したインフラの信頼性を向上させるところにも関連してくるかと思うが、全体最適や、ライフサイクルコストで考えたときに、長寿命なものを造ることが正義ではなくて、全体のバランスを見て、高性能であるが管理が難しいのでは使用が困難であるということもあるので、設計の段階で維持管理まで見通したインフラを想定した中で最適な設計とは何かということを考えていきたい。

委員：下水施設等の点検し難いような構造物に対して、どのように考えていくか、あるいは部材の取替え等の選択肢も含めて、いろいろと模索いただくと良いと思った。

委員：2ページ目のスライドに示された事故の防止について、地盤の調査不足とあるが、事故があった場合、そこに押し込んでしまうと無責任な感じもしている。どこまで調査すればいいのか、現場や事務所の人に示してあげることが大事なことはないかと思う。都市部、大深度、あるいは大土被り等、地盤中の見えない部分が増えていく中で、先ず調査スルべきという調査のお手本を示す必要がある。ここでは斜面を例示されているが、都市部だと、調べる位置が制限されるし、表面から調べる点の情報で地中に水平に展開される構造物を造ることになっており、何か通り一遍になっている気がしている。そういったルールを抜本的に変えることは難しいのか。

土研：11ページ目の達成目標(3)、見逃しのない地質・地盤リスク特定方法の提案が該当すると思いますが、福岡(博多)の陥没事故を契機に、地質・地盤リスクを把握した上で、3次元で高精度な調査を行えば施工前に地盤の状態は全て分かるというわけではなく、これまでの事故情報とか不具合事例を基に色々なリスクがあることを拾い出していく予定である。リスクについては、ここまで分かっているということを明確にし、どこが駄目だったのか、もっとこうすればよいということを、この課題の中で整理していく予定である。マネジメントガイドラインを本省から出しているが、まだ概念的なところもあるので、特定方法を明確にしていくということが、この6年間の取組の一つである。明確な手法を提案していきたいと思っているが、先ずはどういうリスクがあるのかということ整理するところがスタートと考えている。

委員：リスクが出てきた先に、それが設計等に反映されることまでが大事と思う。

土研：そのとおりである。

委員：調査不足もあるかもしれないが、リスクを設計に反映されないと、不足している印象を持つところがあり、そこでトラブルが発生しているように思う。地盤情報が柔軟に途切れることなく設計にも反映されるシステムを土木研究所が提案してもらえるとありがたい。

委員：斜面災害リスクに関連したところで、説明では、得られたデータをどのように使い、抽出あるいはリスクを評価するかという手法の検討ということだったと思うが、そういった検討を踏まえて、どのような観測を行えばいいのか、モニタリング手法等のフィードバック的な検討というのは含まれているのか。

土研：すでに取得されているデータを用いて、何ができるかを検討していくことは達成目標として示している。追加の調査も検討することも今後生じるかと思うが、まずは、既存の取得データを有効活用していくという点を主に計画している。こういうデータが補足的に得られれば、もっと分かるということも増えてくると思うが、まだ具体的な達成目標としては掲げていない。

委員：非破壊試験機というのは非常に新しく、非常に重要になると思うので、調査の高度化を、土木研究所が持っている技術を高度化してもらいたい。もう一つは、調査を高度化するといっても、できる装置に限られるため、高度化の進み方と同時に、診断や判定ができる技術者が少なくなって

いるから技術者を育成する等の取組も実施いただけたらありがたい。例えば講習会を全国で行うとかを考えていただきたい。

さらにもう一つ、どのぐらいまでその試験をやったら、どのぐらいまで分かる、分からないという、リスクの線引きを地方自治体の道路管理者も引けるような指針を定めてもらえると、国以外の地方自治体の人にも役に立つと思う。

土研：一つ目の調査手法とかについては、この後に説明のある「B23.構造物維持管理」のほうが主になると思う。今回目指しているのは、既設のものを管理してきた実績に基づき、設計に反映すべきということを反映しようというところである。

リスクの線引きについては、調査して分かること、分からないことがある中で、例えば直轄国道は壊れたら困るから、ここまで調査するとか、市町村道はクイックメンテナンスで維持管理するといった考え方が整理できればよいなど、成果として明確には書いていないが、地方自治体支援ということも、土木研究所の目標としているので、道路の重要性に応じた設計の考え方を（管理の考え方とセットで）提案していきたい。民間の方々、もしくは地方公共団体の方々、大学の先生の方々から意見をいただき、成果を実用性のあるものにしていきたいと考えている。

委員：「B22.構造物の新設・更新」と「B23.構造物維持管理」の境界を明確に線引きする必要はないのかもしれないが、お互いに乗り合いがあると見ていた。

## 研究開発プログラム B23.構造物維持管理

### 「構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発」

土木研究所から資料 2-3 を用いて「構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：2点教えてほしい。一つは、橋梁点検ということで、SIP でいろいろな検討、あるいは技術開発がなされたと思うが、そういった成果と今回の研究内容との関係はどのようになっているかということ。もう一点は、国際貢献で日米橋梁共同研究というのが挙げられているが、以前に日米橋梁ワークショップというものがあつたが、そのことなのか。日米橋梁ワークショップは私も参加したことがあり、日米の橋梁技術の情報交換・意見交換というような場で、よかったと思う。

土研：一つ目の SIP については、官・民・大学で技術開発を行い、点検技術、あるいは診断技術についても、開発がかなり進んだ。実装に向けて努力をされているが、なかなか進んでいないというような実態があると聞いている。今回、このプログラムにおいては、診断をメンテナンスサイクルの司令塔に置くということで、診断を行うために必要な点検の情報、点検時にどんな情報があれば診断できるのかということをも明らかにし、その上で、診断に使えるような点検情報を取得できるように、点検技術を開発するためのリクワイアメントを出すことも可能になるのではないかと考える。また、今回のプログラムの中でも、一部、点検技術の開発も進めていくことを考えている。これまで開発されてきた技術も有効に活用して、診断に使っていきたいと思っている。

二つ目の国際連携について、日米橋梁ワークショップは、引き続き行っている。日米橋梁共同研究（Twinning）は、緩やかな連携の共同研究で、米国の政府と国総研という政府間の中に、土研もその共同研究の体制に組み込まれている。そうした取組の中の一つの活動として、日米橋梁ワークショップも位置づけてあり、引き続き、その場でも橋梁技術の情報交換・意見交換に取り組んでいきたいと思う。二つの違いは、Twinning は、具体的な研究課題を設定して、共通の研究課題の下で、それぞれのリソースで技術を開発し、情報交換をするという取組である。日米橋梁ワークショップは、その他の日米の橋梁技術の様々な課題や技術開発の情報を共有する場と考えている。



委員：12ページの床版の土砂化のところ、電磁波レーダによる方法を書かれているが、車載式の電磁波レーダは新しい装置で、ほかにもたくさんの会社が持っているわけではないと思う。狙い打ちではなく、例えばこれは水がたまるところとかになるから、舗装の凹凸とか、舗装のひび割れとか、そういうものも影響してくるはずであるから、一つの非破壊の試験方法に固定してしまうと、なかなかほかの調査に、業者に広まらないということもいろいろある。できれば違う試験方法や、非破壊の方法も少しチャレンジしてみて、それで、ほかの方法でもできるような方法をご検討いただけるとありがたいと思う。

土研：電磁波レーダの技術について、共同研究では民間1社が参加しているが、電磁波レーダは、様々な民間会社が開発し、空洞探査などで活用されている。この共同研究の中では、土砂化の予防保全が目的で、その一番の原因となる床版と舗装の間の水の検知を早期に行うことが必要だと考えている。水の検知のために、いろいろな技術を試してみたが、電磁波レーダが大変有効で、水が検知により土砂化の可能性をスクリーニングする手法として開発を進めている。1社だけでは、なかなか導入に結びつかないこともあり、土研で開発した検知ソフトを、いずれは他のレーダを開発している会社に提供して、広く活用してもらえらる仕組みを考えていきたい。それから、ご指摘のとおり、こういった電磁波で検知する水だけではなくて、舗装上の凹凸や、ひび割れなどの情報も含めて、総合的に判断できるように検討していきたい。

委員：予防保全ということであるから、床版と隙間にある水を検知するというのも必要だが、その上の段階の舗装のところから予防保全ができれば、もっと早い段階で床版の予防保全ができるという可能性もあるので、複数のことをやっていただきたい。

委員：診断支援システム（エキスパートシステム）の中で、診断を行って、どのような対策、措置を行っていくかという観点で、達成目標(3)の特にコンクリート構造物の補修技術がそうだと思うが、新たな補修技術がいろいろ出てくる中で、どの工法、どの材料を選定したらいいのかが、現場で迷うことだと思う。このエキスパートシステムの中では、材料・工法の選定、あるいは、その材料が適切なものかどうかの確認手法とか、そういったところにまで、研究していくことになるのか。

土研：措置については、措置方針と、工法例を示すことを考えている。措置方針は、予防保全の段階で、長寿命化できる段階なのかどうか、あるいは延命化措置が必要な段階なのか、あるいは緊急的に措置をしなくてはならない段階なのか、危機管理の段階なのか、という措置方針を示し、その措置に合った工法としてどういった例があるのかを提示することを考えている。信頼性のある工法を提示する必要があるため、多くの工法の中でどれが効果的なのかというのは、よく選別をする必要があると思う。できればこの研究の中で進めて、工法例として示せるぐらいの信頼性のあるものを選別できれば良いと思っている。また、材料についても、どういった材料が適切なのか、選定する手法について、アドバイスを参考に、検討させていただこうと思う。

委員：新材料と新工法については、どうしても性能規定というか、性能評価をせざるを得ないところがあると思う。確かめる技術とのセットで考えていかないといけないのかなと思う。

委員：先ほど「B22.構造物の新設・更新」の説明のときに、「B23.構造物維持管理」との連携というお話があったが、今ご説明を聞いて、違いを明確に認識した次第である。道路橋の診断支援システム、さらには2枚目、トンネルでもエキスパートシステムの取組を始めるということが記載されているが、同じようなプラットフォームでやると、例えば各自自治体で行うときに、非常に診断が容易になると思っている。道路とトンネルを相互に行き来するようなシステムは、研究対象に入っているのか。

土研：全般的な話だが、現状は橋梁で先行的に進めており、そこでの基本となる考え方として、どのような損傷メカニズムで最終の段階に至るのかということ、まず明らかにし、そこに十分な知見がない場合は仮説を立てて、損傷メカニズムを設定して、それに応じて、予防保全の段階、延命

化の段階などの措置方針と方法を判断している。橋梁で得た方法や知見を参考にしてトンネルでも検討を進めることができると良いと思っている。

## 研究開発プログラム B24.積雪寒冷維持管理

### 「積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発」

土研から資料 2-4 を用いて「積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：一つは、9 ページの寒冷地独特のひび割れである、凍上のひび割れと低温のひび割れを深層学習によって判定するということが、2 種類しかないので、この二つの判別というのは別に AI を使うものではないと思う。一方、北海道のひび割れは全部この二つのひび割れかということ違って、全国的に同じようなアスファルト構造物の疲労のひび割れとか、それから、支持力不足によるひび割れとかということも混在している。そうすると、寒冷地だけでなく、通常のところの温暖な地域でも見られるひび割れも含めて判別できるようなシステムを作られたほうが良いと思う。「B23. 構造物維持管理」では、トンネルや橋梁で、エキスパートシステムまで入れた診断 AI を考えられているということなので、できれば、そちらの知見も参考にしながら、舗装も構造物の一つであるから、寒冷地だけではなく全国的に通じるような診断 AI みたいなのも適用していくほうが良いのではないか。

もう一つは、ポットホールの発生予知やそれによる予防保全は、寒冷地にとって非常に重要だが、これも最近、維持修繕費の低減によって、北海道のみならず、東北地方、あるいは信州の標高が高いところでも、ポットホールが徐々に増えてきている知見もあるので、これも北海道に限らず、地域を広げていったほうが良いと思う。もう一つは、赤外線を使って検知しようということだが、やっぱり手法を一つに絞らないほうが良い。赤外線ではない方法も試すなど、研究の段階でいろいろ汎用的なものも少し考えて、広げたところから考えていったほうが良いと思う。

土研：1 点目についてだが、研究を進めるに当たって、つくば研究所の関係チームとも連携を図りながら、これまでも研究課題の候補の組立てなどをしてきたところである。「B23. 構造物維持管理」においても、診断 AI の説明があったが、そちらについても知見を共有しながら効果的に研究結果が出せるように進めていきたいと思っている。それから、北海道の舗装のひび割れについては、ご指摘のとおりであるが、まずは寒冷地に特徴的な、低温や凍上ひび割れも事例が多いということもあるので、そちらの技術の確立を目指したい。それを広げて、ほかのひび割れについても効率的に判別できることになるかもしれないが、そこは中長期期間の中で技術の確立を進めて、研究の進捗を見ながら幅広く現場の役に立つような成果を出していければと考えている。

また、2 点目の舗装のポットホールであるが、もちろん、北海道に限らず本州のほうでもポットホールは発生する。北海道をはじめとする積雪寒冷地では融雪期のポットホール多発問題が、悩まされている状況であるので、これまでも相談を受けてきた中で、まずはこの対策に力点を置いて取り組んでいこうと考えている。ただ、ポットホール対策の研究成果については、もちろん本州にも積雪寒冷地は広く分布している。全国の約 6 割が積雪寒冷地域でもあるし、積雪寒冷地でなくてもポットホールというのは条件に応じては発生するので、研究成果はそちらの方に幅広く普及できるのではないかと考えている。

最後に、調査手法を一つに絞らずに、幅広くいろんな技術を排除しないで取り組んではどうかというお話であったが、一つの手法として赤外線カメラを例として示した。手法を一つに絞るといって進むということではなく、6 年間の中で新たな技術の進歩も当然あるはずなので、そういったことにもアンテナを広げながら、いい研究成果が現場に実装できるように柔軟に取り組んでいきたいと考えている。

委員：成果の最大化という観点から、国内においても積雪寒冷地でポットホールのような事例も北海道以外でも散見しているという状況の中で、海外に目を向けたときに、最後の14ページにも、中国黒龍江省との情報交換というような部分もあるので、積極的に海外でも積雪寒冷下の状況は情報交換なり連携なりというものをもう少し進めてもいいと考えているが、どのようにお考えか。

土研：寒地土木研究所と黒龍江省の交通科学研究所は以前から連携協定を結び、お互いの情報交換、技術の紹介などしているところである。中国に限らず、ほかの積雪寒冷地は世界にも広がっているし、同様の課題を抱えているところもあるので、こういった既存の枠組みも活用し、広く研究成果の情報発信をしていきたいと考えている。国際学会、例としてTRBとかPIARCの冬期道路会議、こういったところへ定期的に情報発信をしてきたところであるが、引き続き、研究成果を発信するとともに、世界の最新の知見も取り入れながら、柔軟に効率的に成果が出せるように考えていきたい。例えば、12ページ目に書いているジオシンセティックス排水材は、外国の使用事例もあるということで、現中長期からも取り組み始めてはいるが、まだ現場で使用できる状況にはいないので、次期中長期もこの課題に取り組みもうと考えている。引き続き視野は幅広く、世界的にも入れられる情報は取り入れながら、いい研究成果が現場実装できればと思っている。

#### 議事次第 7.分科会講評

委員：大変重要な事項、これからこういうのをやらなければいけないと思うものを網羅した形で計画されているということで、大変よいと思った。一方で、対象とする構造物がかなり違ったりもするが、手法や、見ていくものが割と近いものもたくさんあると思う。もちろん、その実施に当たっては、グループごとに担当の構造物ごとに見ていかないといけない部分があるので、そこに目を向けながら、こういったものを外に出していく際には、お互いのグループが異なる構造物ごとにも連携してやっていることが見える形で物事を発信してもらえると、よりいいかなというふうに感じた。この計画を踏まえて、鋭意、技術研究を進めていただければよろしいと思う。

委員：大変分かりやすく資料もまとめていただいております、分かりやすいご説明をいただけたと思う。向こう6年間にわたる詳細な研究計画をご説明いただき、非常によかったと思うし、しっかり取り組める体制にあると思った。一方、本日の研究課題に関連して、これまでに蓄積されている技術の成果がどういったレベルにあるのか、その辺りが今日のご説明ではちょっと分からなかった。これは当然、時間の関係で割愛されていたのかと思うが、私は初めて伺うので、その辺りが知りたかった。それから、向こう6年間の研究成果ということで、予算、資料のほうには来年度の予算が計上されていたが、それ以降の予算計画についても、この研究が予定どおり進捗できるように予算確保に努めていただければと思った。それから、これはもう少し一般的な話であるが、それぞれの研究課題で関係機関との連携ということで、フローというか、図を示していただいていたが、土木研究所の場合には、国総研、あるいは国交省本省との関係が当然強くあると思うが、今日の資料のフローでは国総研とは直接の矢印だが、国交省本省の間では国総研を介しての関係というようになっている。国交省とも密にやり取りされているとは思うので少し気になった。

委員：我が国が置かれている建設業の状況に応じた適切なテーマが設定されて、それで、それに対する研究計画も非常に細かいところまで立てられているということに非常に感心した。この計画に沿って研究を進めていただければと思う。成果のところ、論文発表というのは当然のことであるが、今まで開発された技術を、より広い技術者に伝えるという、そういうような何か仕組みやイベントも成果の一つの中に計画されたらよいと思う。もう一つは、成果を世界に向けて広げて公表するというようなことも考えると、研究所が中心となった国際的なワーキングだとか、そういうような国際会議だとか、そういうものも主催されるというようなものもあつたらよいと感じた。

委員：個々の内容についてしっかりと企画され、素晴らしい提案だと思し、実行されることを期待する。研究内容がたくさんあるので、オーバーワークにならないのかということも心配な感じもした。横の連携を利用すれば、もう少しスリム化できたり、あるいはよりプラスアルファができると感じた。いろんな部分で共有できるもの、最後のほうの質問でも、舗装のことを、寒冷地特有だけれども、全国的にも使えるのではという指摘も出ていましたし、そういう意味では、協働でできることとかをもう少し考えてもいいのかなと思いました。一つの切り口として、データの共有化といったことを深化させるのも一つの選択肢です。既に国から通知が出ていて、大学でもオープンサイエンス、オープンデータを進めています。そのポリシーは既に策定されていると思いますが、国が強く言われているのは、やはり、研究成果の公正を守ることとデータが盗用されないようにするということだと思います。さらに、様々な分野のデータが有機的に組み合わせることによって、高度に融合されていくことが新しいものをイノベーションしていくというようなことに繋がっていくと思います。特に土木研究所は我々大学からしても欲しいようなデータをたくさん共有していると思うので、適正な管理と、共有化をもう少し明確化されていくと、国の方針に合致していくと思います。土木分野でのデータサイエンスのリードラボとなるべきデータ資源があると思います。

委員：いずれも喫緊に必要なテーマであるということが伺えたので、地道に進めていただくということが必要で、国力維持のために必要と思うので、ぜひとも進めていただきたいと考えている。先ほど、先生方のコメントにもあったとおり、テーマ的にいろいろ多岐にわたっているということ、それから、それらがこれからまた検討を始めないといけないこと、ある程度これまでの技術や知見の蓄積があるものといった形で、温度差、あるいは成熟度、それぞれの技術においてかなり差があると考えている。その場合、今後、立てていかれると思うが、年度ごと、あるいは中間のマイルストーンをきっちり明確に立てていただいて、それぞれの技術の持つ成熟度を眺めながら、どの辺りを年度の目標にするかということも明確にして進めていただければと考えている。その際には、国内外のこれまでの知見といったものを利活用した上で、有効な技術の発展につなげていっていただければと思う。

委員：土木研究所は国立研究開発法人ということで、まさに真に社会に求められている技術開発、それがイノベーションにつながって、よりよい土木につながっていくというふうに思っているので、これからも今日の4研究プログラム、計画に沿いながら確実に進めていってほしいと思う。これまで各委員の先生からいただいた講評、質疑応答でのご意見、アドバイスシートのご助言等を十分に踏まえて研究計画の策定を進めていっていただきたいと思う。

以上

## 土木研究所外部評価委員会 積雪寒冷・地域系分科会 議事録

日時：令和4年2月10日(木) 13:30～16:00

場所：Web 開催

### 出席者：

分科会長	上村 靖司	長岡技術科学大学 大学院機械創造工学専攻 教授
副分科会長	佐々木 葉	早稲田大学 創造理工学部社会環境工学科 教授
委員	江丸 貴紀	北海道大学 大学院工学研究院機械・宇宙航空工学部門 人間機械システム分野ロボティクス・ダイナミクス研究室 准教授
委員	尾関 俊浩	北海道教育大学 札幌校理科教育講座 教授
委員	高橋 清	北見工業大学 地域未来デザイン工学科社会インフラ工学コース 教授
委員	竹内 貴弘	八戸工業大学 工学部土木建築工学科 教授
委員	福井 恒明	法政大学 デザイン工学部都市環境デザイン工学科 教授

### 資料：

議事次第

分科会名簿

資料一覧

土木研究所の研究開発評価

資料1 第5期中長期目標期間の概要、研究評価の概要

(研究開発プログラム説明資料)

資料2-1 A13.雪氷災害

「極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発」

資料2-2 C32.積雪寒冷地の道路管理

「地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発」

資料2-3 C34.公共空間設計

「快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発」

資料3 研究開発プログラム 実施計画書

資料4 アドバイスシート

### 議事次第：

1. 開会
2. 主催者挨拶
3. 分科会長挨拶
4. 委員紹介・資料確認
5. 第5期中長期目標・研究評価について
6. 研究開発プログラムの開始前評価
7. 分科会講評
8. 閉会

議事内容：

## 議事次第 6.研究開発プログラムの説明

### 研究開発プログラム A13.雪氷災害

#### 「極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発」

土木研究所から資料 2-1 を用いて「極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：達成目標(1)極端気象時の冬期道路管理判断支援技術の開発で、2 つ目の雪崩災害の判断支援技術について、現中長期では乾き雪の間接雪崩が対象だったが、次期中長期では濡れ雪、特に雪の上に雨が入ってくる場合の雪崩を対象にした理由を説明してほしい。

土研：この研究を立ち上げる背景として、3 ページ左上の写真において、平成 30 年の野塚峠では、積雪が多い 3 月の厳冬期に、かなりの雨量があり、土砂を含んだ雪崩が発生し、長期に及ぶ通行止めがあった。このように最近の雪崩の特徴として、気候変動が大きい影響があるが、今までは冬期に、ものすごい大雨が降ることはなかった。しかし、今後は気候変動の影響でこのような災害が増えると考えられるので、次期中期において積雪内部における水分移動も考慮した雪崩の危険度評価を研究対象にした。

委員：7 ページの吹雪視程障害について、今までは面的に予測していたが、今回は路線の予測になった。面から線へ変わることによって収集するデータが変わるので、精度よく予測できるのか。8 ページについて、いつと同じような気候状況なのかを知り、対策のためにデータを提供するということが大変重要である。デジタルアーカイブデータベースの量について、今の段階で用意することができるのか。また、そこから類似したデータを取り出せるような膨大なデータがあるのか。

土研：路線の予測でどの程度の精度が得られるかはわからない。方法としては防雪林や防雪柵、平坦部などの周辺状況の重みづけを考慮して、エリアや路線の精度を高める予定である。

土研：アーカイブについては、雪氷チームで過去 30 年間の暴風雪や大雪などを集めた 85 事例ほどあり、6 年ほど収集に時間が空いているが、さらに 15 事例を加えて、極端な事例は北海道を対象に 100 事例ある。それらに加えて現在の被害の情報を足して、構築する予定である。

委員：7 ページで示されている防雪柵の研究と視程障害の研究はリンクしていくのか。8 ページについて、過去に極端な事例があったのを残していくのは意義があるが、どのように対応したかという情報もアーカイブする必要があるのではないか。

土研：防雪柵のシミュレーションが進んでいけば視程予測にリンクさせることも考えている。防雪柵や防雪林によって視程がどの程度改善するかといったパラメータの設定について総合的に考えていく必要がある。行政の道路管理者は異動があるので現場の除雪業者の中で経験の長い人が危険な気候について助言や判断する事例がある。そういう意味において、除雪業者も高齢化しており、対策としてこれまでの暗黙知を形式知にしていくことを考えている。

委員：10 ページの次期と今期の計画の違いを教えてください。6 ページ右端のフローについて、三次元シミュレーションまでの現象把握的な研究が、達成目標の津波防災減災の構築につながっており、飛躍してはいないか。

土研：今期はピロティ構造の構造物に作用する氷の外力を明らかにした。次期はピロティ構造のほかの港湾や漁港のさまざまな構造物を対象に氷の外力を算定できるよう研究を進めるとともに、数値計算では、小規模な港湾や漁港程度に範囲を広げてもアイスジャムの予測ができるようなシミュレーションの構築を考えている。フローについては、まず、資料調査及び現地調査において、現地の津波以外、例えば風の影響で氷が重なるような状況の現象を把握し、シミュレーションに反映させていきたい。フローの津波防災減災に資する技術という表現については、本達成目標の成

果が、北海道開発局などが進める防災減災への取組に直接的に繋がるツールになりえるという期待を踏まえてこの表現にした。

## 研究開発プログラム C32.積雪寒冷地の道路管理

### 「地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発」

土木研究所から資料 2-2 を用いて「地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：10 ページの熟練オペの形式知化について、建設現場でパイプレータの作業技術を形式知化しているようだが、除雪作業員においてそのようなものがあるのか。そういったルーチンの形式知化もするのか。また、作業安全データベースとはどのようなものか。

土研：基本的にはルーチンの暗黙知を形式知にする。

土研：除雪車をまっすぐ進ませるといった運転技術の支援など、道路の状況に応じたオペの判断も形式知化する予定である。

委員：例えば道路の状況に応じてオペレータがどのように判断するのかを調べるといふことか。

土研：その通りである。

委員：10 ページでは、助手を減らしてワンオペとすることを目指している。従来であれば見習いとして助手席に乗り技術を覚えていたが、シミュレーションで技術を覚えて早期に独り立ちを目指すということか。9 ページについて、人が動いている数時間で突然気象状況が変わったことがあったが、そのような突発的な状況も対応できるのか。

土研：10 ページについては、除雪車の二人乗りのオペレータから、一人乗りが変わってきているが、その際に運転のトレーニングのシステムが必要になっていることでこの研究が成り立っている。9 ページについては、今回路面状態をリアルタイムで把握する技術ができることによって、急激な気象変化にも対応できるようにしたい。新しいデータをもとに路面予測を逐次更新して急激な変化に対応する予定である。

委員：CCTV データを使えるので、かなり広範囲なデータを把握できるようになりそうだが、夜間のデータは問題ないのか。夜間に明かり、センサなど、あと一つ加えると、豊富なデータが取れるかもしれない。また、最近はグーグルで渋滞がわかるなど進展がすごい。民間のデータの活用とのリンクの可能性も検討していくとよい。

土研：昼間と夜間でアルゴリズムを変えているものの、明るさがとれるところでは夜間でもデータはとれると考える。

委員：10 ページのワンオペのニーズがあるのはわかるが、むしろ操作の簡略化・単純化という取り組みのほうが有効なのではないか。11 ページの排雪の積み込み支援の中で、雪山の形状把握について、今では LiDAR、ミリ波レーダなどいろいろなセンサがあるが、どのように活用するのか。

土研：i-Snow という取り組みの中で、ロータリ除雪車は 11 本のハンドルをジョイスティック 1 本にする簡略化や操作の自動化ができるようにするなどが進められている。雪山の形状把握については、画像データの AI 判定を使っていたが、うまくいかないのが、重さスケール、LiDAR やミリ波レーダなどを幅広く検討することを考えている。

委員：11 ページの 省力化・自動化について、車両の運転、シュート操作など、どの程度まで自動化を考えているのか。

土研：作業装置の自動化を考えている。現在は、車両の速度を制限し、シュートの角度を変えながらダ

ンプに投雪している熟練作業がある。その作業を AI の技術を用いながら、簡略化したいと考えている。

委員：13 ページの舗装について、SMA を実装したときに、剥離などの問題もあるが、どのくらいの耐久性を期待しているのか。

土研：排水性舗装が 10 年程度に対して、SMA はそれ以上の年数を狙っている。次期中長期では、20 年程度を目指して取り組んでいきたい。

## 研究開発プログラム C34.公共空間設計

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

土木研究所から資料 2-3 を用いて「快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：5 ページの、これまで美が中心であったところが、用まで含めて一体的に考えるというコンセプトは非常に分かりやすかった。それで 13 ページの評価と価値について、これを美と用の関係性で、どのように位置づけているのかがわからない。用というのはつまり役に立つものだというのは思うが、この評価の精度を上げていくということが、美から用にもっていくという全体のコンセプトに対してどう位置づけられているのかよく分からなかったので、補足説明をしてほしい。

土研：今まで美に関する研究を行ってきて、景観形成の手法など成果はあげてきたが、現場からはそれらを実現することが難しいと指摘を受けている。そこを打破したいということで、景観形成の意味や価値を定量的に評価する手法がなければ、行政の事業として採択されたり実現するのは難しいだろうということで、この研究を立ち上げた。本研究開発プログラムでは、美と用を兼ね備えたインフラを作りたいということですので、美の方も、事業のベースに乗るような、位置づけにしたいと考えている。

委員：北海道であればなおさら、美の価値が高く出るんじゃないかなと思われる。なので、精度を上げることなのか、これがきちんと効果があるということまででいいのか、精度の桁数をあげることが採択に向けて効果的なのか、すこし疑問が残った。これについては将来もう少し意見交換出来ればと思う。

土研：行政とも、先生ともディスカッションしながら、研究を進めたい。

委員：7 ページのフローの自転車道の路面点検評価について、この「自転車道」は、あくまで「自転車が走行する路面」のことか、それとも「大規模自転車道」との位置づけで整備されたもののことを指すのか。8 ページの地方都市においても歩行行動を誘発する歩行空間リデザインは、興味を持っており、かつ重要であると考えますが、交通とは派生需要なので、行きたいところがなければ歩行行動自体も派生しない。この研究では沿道施設や敷地まで含めて考えるとのこと、本質需要まで含めた研究となることと理解。そうすると、建築まで含まれることになるので、どこまで研究対象とするのか、考え方について教えてほしい。

土研：「自転車道」については、大規模自転車道のみを対象とするわけではなく、一般道の路肩も含めた自転車が走る路面を考えている。自転車道という表現は誤解を招くので修正を検討する。歩行空間については、「道の駅」や市役所、郵便局など必ず人が集まる場所があり、そこに集まった人を歩行空間のリデザインで歩かせることができないかということを考えている。そのためには、公と民の空間を合わせて考える必要があり、建築物そのものまでは対象としないが、民間でも公共的な要素が強い部分や駐車場まで含めて研究対象としたい。

委員：8 ページの歩く文化について、地方都市・中小都市で人々を歩かせるという目標は何のためなの



か。歩くことによって、何を促すのか、健康のためなのか、補足してほしい。

また、駐車場から回遊を誘導するという点については、必ず車で来る人たちを、車ですぐ次に行ってしまう前に、近郊で歩かせるために空間を使うということなのか確認したい。

土研：回遊の誘導については、その通り。現状は車で来て、用事が済んだら車で帰る行動を、車から降りて歩きたくなる空間を創造したいと考えている。歩く意義については、魅力的な空間や魅力的な街であれば、歩いて、会話して、回遊につながると考えている。ここまでが公共空間の提供するサービスだと考えており、それを地方都市でも実現できないかということが研究の目的。健康面も含め、快適性や楽しさを高めるためには、歩行ということが重要なファクターであると考えている。

委員：地元の人が歩くということなのか、観光客が訪問して歩くということなのか、これらは違いがあると思う。北海道特有の環境を踏まえ、これらをどう捉えているか。

土研：どちらも対象にしているが、日常の歩行に重点を置いている。観光行動による歩行は現中長期計画で考えており、楽しみや目的を持っている人はある程度歩くことが考えられるが、そうではない日常の歩行を楽しく快適にできるようにすることが次期中長期計画で重要と考えている。

委員：北海道をフィールドとしつつ、全国に展開するというのと理解した。であれば、冬の景観や雪の景観というキーワードが出てきていないと感じた。また、冬の景観、雪の景観は観光客にとってはポジティブな話だが、一方で、冬の歩行空間はネガティブにならないように冬の歩道をどう確保するかということも課題もあるのではないかと。これらの冬の議論というのはどう考えているか。

土研：資料には強く打ち出していないが、冬の環境は考慮して研究を進めていくこととしている。冬の歩行空間については、歩行空間をリデザインするときに雪の処理や夏に空間をどう使うかについて考えることなどや、郊外部の道路であれば、堆雪幅は夏に自転車道で活用するなど、場面に応じた空間の活用方法を考えるという意味で、冬のことを考えていきたい。

委員：美と用のコンセプトは分かりやすく良いコンセプト。用の場合、研究者・エンジニアは足し算をしたがるが、美の場合「いらぬ標識」など引き算の話になる。引き算しても用が足りるということはどう説得するかということだと理解した。

土研：ご指摘の通り、用はともすれば、いろいろな物が付いてしまう。それを理論的に取るための研究をしたい。

委員：ぜひ実現してほしい。引き算しても、景観が良くなって、機能も問題ないことを示すことができれば、技術者にも受け入れられると考える。

## 議事次第 7.分科会講評

委員：C32.積雪寒冷地の道路管理について興味を持って聞いた。様々なセンサを利用して環境認識をすることが夏期の環境ではできるが、積雪時やホワイトアウトするような吹雪の環境でどうなるのか、北海道だけの問題ではなく、将来的な自動運転を見据えた技術となるので、研究がうまく進むことを期待したい。

委員：C32の人材不足に対してDXをどう使っていくかという研究は重要である。ITを使った施工現場をみると、オペに頼らず自動化されていた。ぜひ幅広い現場に使って課題を解決してほしい。

委員：国だと抱えている技術もあるので中で解決しがちだが、例えば経産省の技術とかそういった外部の技術を入れるとより効率的に技術開発できると思う。また、景観については、北海道は非常にレベルの高い景観を持っているので、ここで培われる技術ややり方というのは、おそらく日本

全国に提供可能だと考えている。ぜひ積極的な展開をお願いしたい。

委員：3つのテーマ、共に、各分野で挑戦的、かつ、現在のニーズにマッチしている目標が掲げられていると感じた。良い結果がでることを期待している。

委員：気になったキーワードは、「アーカイブ」、「冬期道路の管理」、「地方のリデザイン」である。「アーカイブ」では、事実だけでなく、どのように対応してきたかを残すことが重要だと思う。「冬期道路の管理」については、通常時の研究と非常時の研究が融合できれば、良いと思う。「地方のリデザイン」では道路構造自体もリデザインすると冬期の道路管理も良くなるかもしれない。また、資料2-3の3ページあるような道の駅に人が集まっているイメージは、北海道の地方では、これほど人が居ないので、実際の地域にあったイメージパースを描き、それに研究をあわせていく必要があるのではないかと。

委員：6年間で成果を出して社会実装していくことを考えると、10年後の未来をイメージして、そこからさかのぼって今やるべきことを考えるバックキャストという思考が重要だと思う。例えばSDGsやカーボンニュートラルなど世の中が急激な変化を求めてくる可能性を踏まえて準備する必要がある。2030年ごろには北海道でEVが当たり前になっている可能性などがあり、自動運転の技術開発が進むと、先進技術が急激に進展し、安くなるという可能性も考えて、研究を進める必要があると思う。場合によっては途中で軌道修正していくことも必要ではないか。審議での意見やアドバイスシートの内容を十分に踏まえて、研究計画の策定を進めてほしい。

以上

## 土木研究所外部評価委員会 先端・環境系分科会 議事録

日時：令和4年2月16日(水) 13:30～15:30

場所：Web会議

### 出席者：

分科会長	久田 真	東北大学 大学院工学研究科 インフラ・マネジメント研究センター センター長
副分科会長	勝見 武	京都大学 大学院 地球環境学堂社会基盤親和技術論分野 教授
委員	秋葉 正一	日本大学 生産工学部土木工学科 教授
委員	小林 泰三	立命館大学 理工学部環境都市工学科 教授
委員	建山 和由	立命館大学 理工学部環境都市工学科 教授
委員	永谷 圭司	東京大学 大学院工学系研究科 特任教授
委員	姫野 修司	長岡技術科学大学 技術科学イノベーション専攻 准教授
委員	松井 純	横浜国立大学 工学研究院 教授

### 資料：

議事次第

分科会名簿

配席図

資料一覧

資料1 第5期中長期目標期間の概要、研究評価の概要

(研究開発プログラム説明資料)

資料2-1 B25.施工・管理の生産性向上

「施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発」

資料2-2 C33.環境負荷低減

「社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発」

資料3 研究開発プログラム 実施計画書

資料4 アドバイスシート

### 議事次第：

1. 開会
2. 主催者挨拶
3. 分科会長挨拶
4. 委員紹介
5. 第5期中長期目標・研究評価について
6. 研究開発プログラムの説明
7. 分科会講評
8. 閉会

議事内容：

## 議事次第 6.研究開発プログラムの説明

### 研究開発プログラム B25.施工・管理の生産性向上

#### 「施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発」

土木研究所から資料 2-1 を用いて「施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：7 ページについて、共通ルールを設定することで多様なプレーヤーを参画するよというの非常に感心した。このときの共通ルールというのは、具体的にどういうイメージになるか説明いただきたい。基準ということか、それとも、技術的な共通ルールなのか。

土研：施工会社は、各機械をコントロールする施工のシステムを持っている。そして、そのシステムに基づいて、各メーカーの機械が動くため、このシステムと機械との間のやり取りをする信号の定義を決めるものである。

委員：ここで開発されるようなものは、ある程度、多くの会社が共通的な開発をしているような技術に対して取り組むイメージか。

土研：例えば、バックホウならバックホウという共通の機械に関して、メーカーが違っても、どのゼネコンの施工のシステムがどの機械でも使えるようにするものである。

委員：基本的には、ある程度、どのような施工かをイメージして取り組むのか。

土研：その予定である。工種、機械が違くと、制御の方向も変わってくると考えられるため、そこについては変わると思っている。

委員：7 ページ目にある自律施工における生産性評価手法について、生産性を向上させる話と事故防止技術という話が、対立する軸にあると感じた。この二つ関係性の整理方針について、もし現状であれば、ご説明いただきたい。

土研：現状では、デモンストレーション、あるいは、実験等を実施していると、どうしても安全性を優先するため、頻繁に機械が止まるという状況がある。そのため、これから最終的に生産性向上の観点を考えると、この状況では問題なため、どのようにして折り合いをつけていくかということが非常に重要だと認識している。

一般の産業機械の世界では、産業のラインの中に、機械と人が混在する状況がある。これに対して、一定の安全基準を確保しているため、このような考え方なども参考にしながら、解決策を考えていきたい。

委員：8 ページ目の「熟練技術者の不足に対応できる動画や写真で客観的かつ簡易に評価できる手法に期待」と、「高流動性コンクリートを用いることで、熟練技術者の不足に対応できる」という繋がりが理解できなかったため、説明をいただきたい。

土研：最近、動画等の性状で、コンクリートがまだ固まる前の状態からコンクリートの品質をある程度評価する技術提案がされているため、その活用方法を考えるのが主な内容になっている。

基本的には、まず従来型のコンクリートへの導入を対象に考えているが、今までよりも流動性の高いコンクリートにも、この 5、6 年の間を見越すと、適用可能であると考えている。なお、高流動性のコンクリートは、非常に施工性が上がるということが期待されているため、そういった視点で、熟練労働者の不足等に対応できると記述した。

委員：8 ページ目の土木機械設備の維持管理支援について、AI を活用した判断支援は、非常にすばらしいことだと思った。具体的には、例えば、AI の学習に使えるデータ等が既にあると考えてよろしいか。それとも、これからそれを収集して、AI を鍛えていくとか、スケール感を詳しく説明して

いいいただきたい。AI系の研究では、教師データをどう集めるかが非常に課題になると考えている。

土研：ここで実現することは、人の動きも含めて、こういった形で維持管理を支援していくかという観点にAIを使用することを想定している。機械自体のどこが悪くなっているかのような話も、既に研究等を始めているところではあるが、むしろ、ほかのプラント系も含め、他分野で維持管理において、人を削減するにはこういった支援技術を使っているのか参考にしながら、まずは研究していくことを考えている。

教師データが十分あるかということについては、他分野についてはこれからというところもあるし、先ほど言った、設備そのものがどこか異常が発生しているかのような形での教師データというのは、現在、土木研究所で進めている研究の中でも、幾つかテストベッドを持っており、データを集めているところである。ただし、実際のところは、まだまだ教師データとして使えるほどのデータは集まっていないのが現状である。

委員：施工会社やメーカーではできない、土木研究所の立場を活かして、研究開発計画を立案していると感じた。大変重要な課題で、分野をリードするような方向性で進めていくことを理解した。DXあるいは自動化を図ることで、様々なプラスの効果が出てくるであろうと思う。今日の説明の中には、ハード、ソフトを含めての技術開発をさらに積み重ねていくということ、それから、それに関わる基準化のような話もあったが、仕事の仕方が変わるような可能性を感じた。そうすると、人間的な要素とか、あるいは、社会的な要素がこれからの6年間で変わるようにも感じた。そのため、社会構造のあり方も考えながら、またそういう立場でリードしていただきたい。

また一方で、熟練技術者が減っていくという中で、自動化する技術を用いることで、大事なものを残そうとするような取り組みであると考えるが、その先に何があるのかというようなところも、少し抽象的な言い方だが、土木研究所なりの考え方みたいなものも意識していただきたい。

土研：仕事の仕方がどう変わるかというのは、現状では予測できないところがある。まず、既存の手法を置き換えるというような観点から研究を進めるが、単純な置き換えではなく、例えば、最終的な品質の目標は何かということまで立ち返ったほうが、より適用される技術が広いというものもあるかと思う。今回の説明資料では、普及の可能性が高い技術について取り組むことを提案しているが、研究を進める中で、さらに深く、あるいは、広く適用可能なものがあれば、検討を広げていく予定である。

委員：今の発言で、その先に何があるかとの話で、新しい技術を導入するのに、困った場所はどこかと思うと、まだまだ人が介入できるような領域であれば、自動化する必要がない。むしろ、危険な場所とか、困難な場所とか、真夏で草刈りとか、何か頻繁に発生する作業などに、開発ニーズがあるように感じており、その辺を背景や達成目標などで意識すると、得られた成果が役に立つというのがかなり色濃く出るのではないかと思った。

土研：これまで人が入りにくい、あるいは、危険な作業ということで、建設機械だと、遠隔操作が着目されているが、遠隔操作だとオペレーターと機械が1対1以上にならないため、生産性の向上に繋がらなかった。しかし、今回の自律施工では、一人のオペレーターが複数の機械を運行することが可能となる。これで初めて生産性の向上に繋がると考えているため、その意味では、その次の段階のつもりで、取り組んでいるものである。

ただ、その先どうなるかについては、まだ具体的なイメージは持っていないが、これまでの遠隔施工、自律施工を踏まえて、取り組んでいるという状況である。

## 研究開発プログラム C33.環境負荷低減

### 「社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発」

土研から資料 2-2 を用いて「社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発」に関する研究プログラムの概要を説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：これまでの研究成果の積み重ねということで、第 4 期中長期計画の外部評価委員会でもこの分野の分科会では高く評価をしたので、さらなる発展を期待している。

まず、この分科会のテーマが社会構造の変化に対応したということで、人口減少とか少子・高齢化という話もあったが、土木関係の仕事をしていると、地域の衰退もこれからますます問題になると思っている。それは、この資源活用のテーマだけに關係するものではないが、その辺りが土木分野全体としても意識すべき社会構造変化であると思っているところである。

環境負荷低減という観点について、温室効果ガス、カーボンニュートラルの話が切り離せない課題ではないか。その中でも下水道事業は、国土交通省関係で大きなシェアを占めていると思うが、この分科会での取り扱いに關係なく、もっと広い範囲で、CO<sub>2</sub>を排出している。カーボンニュートラルについて、この分科会、このテーマ、あるいは土木研究所全体での関わりについて少し対外的に見えやすく示していただきたい。

土研：地域の活性化について、環境負荷低減という観点でリサイクルなどを行うとむしろ費用がかかるようなこともあるため、他の要素が少し必要になると考えられる。例えば、地域発生資源は、様々なものがあるため、こういったものを活用し特定の地域における付加価値のようなものを高めることで、その地域への貢献や活性化が可能ではないかと考えている。その一つの視点として、火山灰の話を挙げているが、それ以外のものも可能な限り取り組みたいと考えている。

また、ここで挙げている 5 つのテーマは、特にメインで取り組むテーマであるが、それ以外についても、この 6 年間の間に同じ方向性にあるようなテーマは、柔軟に取り組む予定である。特に、ご指摘のあったカーボンニュートラルの關係に資するような材料は、ここで挙げた 5 つのテーマについてはこの 6 年間で成果が期待できるものとして設定したが、それとは別に、検討を進める中でその他の材料についても柔軟に対応したいと考えている。

委員：今の後半の話題で、社会資本整備における環境負荷低減技術の開発で、下水道事業で CO<sub>2</sub>を削減することは、幅広く CO<sub>2</sub>が排出されていることでカーボンニュートラルが期待されていること、その中で新たにエネルギーを生産する技術というのが既に進められている。一方で、新たなエネルギーというのは、例えば、藻類の場合では民間企業も含めたジェットエンジン燃料などの航空機利用もあるので、他分野での動向や期待のようなところと独立して進める研究なのか、あるいは、そのようなことも踏まえて進めるのか説明いただきたい。特に、後者であれば、何か他の潮流に対して悪影響を受けるようなことがあるといけないので、情報共有が必要ではないかと考える。あまり下水道の分野だけで、固まって研究を進めると、社会全体の効果としてスピード感も含めて生まれにくくなるのかもしれないと思った。

また、小規模処理場について、地方都市の話であると思うが、民間企業から見るとマーケットとしての魅力があまり多くないため、取り残されがちな条件と思われる。そのため、土木研究所のような機関が中心となって国土交通省とも連携を図ることで、民間資本があまり開発動機としないような場合にもスムーズに地方都市が採用できる技術やプラットフォームになるようなことを期待している。特に、そのような何か施策や、何かツールみたいなものはあるのか。

土研：まず、後半の小規模処理場についての話は、やはり地方自治体、特に小さい自治体では技術開発が、そこにあったような環境負荷低減型の処理方法の技術開発に力が割けないため、そういったところで役に立つような方法の提案をしたいと思っている。

土研：方針としては、小規模処理場に対しては、可能な限りエネルギーを下げる必要があり、導入に関

しても難しい技術を取り入れると普及も厳しくなると考えている。現在、別途研究を進めており、標準活性汚泥法だと滞留時間 8 時間で水処理が可能であるが、それをなるべく短くすることで、水中の有機物をなるべく回収できるような処理ができないか検討をしている。つまり、なるべく有機物を回収してエネルギーも抑えていくような処理法ができないかを一つは考えている。

藻類培養に関しては、他のメーカー、特にジェット燃料などを製造しているところは、適した条件で、特定の藻類を培養していると認識している。土木研究所では、なるべく下水処理場において簡単に導入できるよう、下水処理場では自然に生えてくる藻類を回収して、下水処理場内にある嫌気性消化槽でメタンガス化する検討を行っている。第 4 期中長期でもこのとおり検討していたが、民間等でも培養藻類の利用に向けた開発が進んでいるため、そういった動向も踏まえながら、今後判断していくということは頭の中には入れていきたいと思う。

委員：舗装発生材の再利用について、やはり持続可能といったところも含めて長寿命化を目指した舗装材料、あるいは混合物の技術開発、あるいは当然その再生骨材等を使っていくので品質の安定というのが非常に重要な問題になると考えている。その品質の安定も考慮した評価技術や技術開発なのかを確認したい。

土研：リサイクル材、新規材をそもそも区別すること自体があまり意味ないだろうということで、舗装材料に一体どういう要求性能が求められるのかを業界や学の委員方と舗装委員会で議論を行って進めている。その中で、長寿命化というキーワードも当然出てくるかと思う。リサイクルに関しては、主要課題として当然出てくるが、先ほどの地方衰退のような話もある。リデュース・リユース・リサイクルの観点から、リデュースとして何か簡易な再生技術、過去に考えていた再生用添加剤を路面に塗ることでリフレッシュされる、重交通用ではない地方に適したリサイクル・リフレッシュ工法のような技術などを、重点課題や基盤課題で立ち上げたいと考えている。

## 議事次第 7.分科会講評

委員：第 5 期中長期計画ということで、私は第 2 期中期計画から関わっている。主に資源・資材活用のテーマについては、期が替わると分科会の組合せが変わっているが、今回の先端技術・生産性向上というテーマとの組合せは、非常にタイムリーでもありよいと思っている。つまり、これは他の分科会で実施するテーマともつながらないといけないう横串のような形と思う。それは逆に言えば、この分科会のプロジェクトだけで閉じるのではなく、他の分科会のテーマと連携が必要ということである。組織体制のことまでこの場で申し上げることはないのかもしれないが、その点についても配慮いただけると、より実効性が上がると思う。

それから、大分関わってきたこともあって、これまでの蓄積を大事にして引き継いでいることを感じた。期が替わるから何か全部を変えるようなことではなく、やはりこれまでの期での取組を当然だけれど大事にしていることも改めて認識した。さらにその上によいものを重ねてリードしていくようなことを本日は感じた。

委員：前回の第 4 期中長期計画から参加しているが、土木研究所での研究というのは非常によく実施している印象を持っており、また、その成果が社会に還元されているという状態をよく見てきている。今回については、これまでの成果の積み上げと、それをさらに発展させると同時に、横串になっていることが非常に大きいという印象を持っている。舗装で言えばまだまだ研究の余地が多くあるので、そういったところで、ぜひ成果を出してほしいと思う。

委員：私はこのたび初めてこの分科会に参加するということで、勉強していくつもりで 6 年間、どうぞよろしくお願いいたします。

前半の施工の部分に関する話だが、重々ご承知の話ばかりかもしれないが、i-Construction が本格始動してから5年ぐらい経過して、さらにDXに向けて独自で開発を進められているような大手ゼネコンなどの会社と、そのi-Constructionの基準のフォロワーになっているような中小企業とか地場の企業などとのギャップが今後ますます拡大していく懸念がある。政策的な側面というのも結構大きいと思うが、技術的な面でも土木研究所としてそのギャップを埋めていくような検討も必要ではないかと思っている。ぜひそういった辺りも、成果としてほしいと思う。

また、海外もかなり進んできていると思う。携帯のようにガラパゴスにならないように海外の動向も踏まえて進めて、ぜひそれを反映してほしい。

最後に、最先端のデジタル技術ということで、コンクリート、建設機械の自律化や締固めについても、AI関連の研究を先端的にぜひ進めてほしい。

委員：私はこれまで防災の分科会に入っていたけれども、今回初めてのこの分科会に入り、非常に新鮮に感じた。

まず一つ目の施工・管理の生産性向上のところで、ロボットの話があったかと思う。ロボットの開発というのは、現場で使いながら課題を見つけて、それを改善することによって技術等々を高度化していくという側面があるため、民間企業中心で進められているというところがある。その意味で、土木研究所でしかできないような課題に取り組んでほしい。例えば、建設ロボットの開発というのは、先ほども言ったように現場で使いながら磨いていくが、現場で使うとなると、どうしてもコストが高いのである。

また、労働安全衛生法などの法律の縛りがあり、なかなか導入できないというところがあり、現場で導入して開発を進めにくいところがある。今日お話があったように、共通基盤技術の開発というのは非常に重要な取組みで、土木研究所ならではの取組みと思う。労働安全衛生法などの法律の縛りについては、民間企業ではその縛りを取ることはできないので、土木研究所でも検討するとよいと思っている。

また、建設ロボットというのは最近進化してきており、構造物の建設や維持管理において、建設ロボットの作業を前提としたような構造物の在り方のようなものを議論してもよいと思っている。例えば、橋梁の床版をドローンによって調査するとき、普通だとドローンが見ている床版が、どの床版かを認識する必要がある。そのためにドローンは自分の位置と床版との相対関係で、ここの床版は何番の床版ということを特定すると思う。もし床版にバーコードなどが付き、それを見れば何番の床版かすぐに分かれば、位置を特定する機能は不必要となる。将来、ロボットが当たり前のようにして使われること想定し、ロボットが作業しやすいような構造物の在り方を考えていくことも必要と思う。これは土木研究所で実施すると非常によいテーマと思っている。

全般として、自動化やデジタル技術というのは現場で磨きながら課題を見つけて、それを改善して開発するプロセスになると思う。柔軟にどんどん計画や方針を見直していく必要もあるが、研究を続けていくうちに自動化やデジタル化が目的になりかねない。そうではなく、本来の目標・目的をしっかりと見据えた上で、それを実現するために道具を使い、研究開発に取り組んでいく必要があると思っている。

環境負荷低減の話だが、今回提案された研究テーマはいずれも環境負荷低減に非常に有用な研究、重要な研究と思う。ただ、それによりどれぐらいの効果が得られるのかということの見通しもある程度持つておく必要があると思う。例えば、温室効果ガスの削減効果を設定し、その目標を達成するところに向けて研究開発することも一つの手と思っている。今回、研究成果が出たとしても、それによって環境負荷がどの程度低減されるのかを考えたときに、それほど大きな効果はないという話になると、あまり研究成果として望ましくない。具体的な達成目標などを少しテーマとして掲げられてもよいと思っている。政府も2030年までに温室効果ガスをどの程度減らすのかという目標を掲げているので、あらゆる分野でそのような努力が求められると思うので、



このプロジェクトでも具体的な設定をされてもよいと思う。

環境負荷低減の基本的な考え方として、日本は高度成長期にインフラを効率的に整備するために設計を体系化して基準やマニュアルをつくり、それに従うことで、一定品質のものを効率的に作る仕組みを構築してきた。そのおかげで、日本は非常に短期間に品質の高いインフラを整備することができた。一方、そのような一律管理の考え方に従うと、どうしても過剰が含まれる。現場というのは工場と違い、環境や条件が日々変わっていく。そうすると、環境や条件が悪くても、ある程度工事ができるように設計や施工計画を立てるため、設計における安全率は高くなる。ただ、現場の条件というのは常に悪いわけではなくよいときもあるため、悪いときを想定した計画、あるいは設計どおりに工事にすると、どうしても必要以上のエネルギーや資材や人員を投入することになる。そこで、そのような基準やマニュアルを標準としつつ、最新の ICT やデジタル技術を使って現場の状況を把握して、設計や施工計画とのギャップをうまく埋める形で柔軟に施工や設計を見直すと、より合理的に過剰を減らし、環境負荷低減も実現できるのではないかと考えている。そのような精緻なマネジメントのことも念頭に置いてほしい。

委員：私も今回から初めて参加するが、私自身の研究テーマ・研究分野が建設機械の自動化ということで、前半は割と自分にとって既知の話であるが、後半は大変勉強になった。

前半の施工・管理の生産性向上の部分については、評価方法を作るということが非常に大事で、土木研究所に求められている一つの重要な仕事だと思うので、しっかりと進めてほしいと思う。安全性とか生産性というのは簡単に定義できるものではないとは思いますが、しっかりと進めてほしいと感じた。

後半の環境負荷低減については、専門分野は若干異なるので勉強しつつ、今後、いろいろコメントできればと思っている。本日、どのような成果が出てくるかをうまく説明する必要があると思った。これは、環境負荷低減というタイトルがすごく注目されるためである。注目される分、この研究によってどの程度削減できるかなどの成果の示し方をうまく説明する必要があるかなというふう感じた。

また、全体の計画を進めていくうち、特に、例えば施工の生産性向上などで、様々な別の技術が新しく開発され、別のところからこれを使えばよいというのが提案される気もする。これをうまく取り込めるようなプロジェクトの運営をしてほしいと感じた。最初に決めたことだけを取り組むよりも、むしろ新しい何か別の技術が入ってきたら、それをどう取り込めるかを考えるとよいと感じた。

委員：私も今回からの参加であり、特に前半のテーマは不慣れなところもあり勉強になった。先ほどからあるように、i-Construction が進み、AI まで進むと感じた。

後半の環境負荷低減、特に水処理分野、下水道分野においては専門であり、かなり練られている研究計画だと思っている。

環境負荷低減の成果については、下水道事業のため、一旦条件がそろえば非常に自治体への波及効果も早いところを期待している。自治体、特に地方の自治体のニーズに沿って展開していくと、使いやすい技術のような意味合いで普及・展開が図られる可能性もある。一方で、昨今の FIT のように、他の分野で必要とされるものをうまく下水道事業の中に取り込むことで相乗効果となり、目に見えやすい成果を作れるとも感じている。

また、今日の説明ではなかったが、技術を今後、効率よく使うためには、ソフト的な運営や管理が必要と思った。実装に向けた研究であれば、運営や管理もイメージして取り組むと、要素技術の開発にとどまらずよいと思う。

委員：私も今期から初めてこのような評価をすることになったので、非常に勉強になった。非常にしっ

かりプランを立てている印象を受けた。

「B25.施工・管理の生産性向上」については、DX化は待ったなしの考えがあると思うので、ぜひ土木研究所が主導してほしいと思っている。特に現場を知らない人がこのようなルールを決めようとする、かえって足を引っ張ったり、いろんな大混乱を招いたりするので、現場をよく知っている土木研究所がリードしていくつもりで計画を立ててほしい。

「C33.環境負荷軽減」については、これまでの研究成果が非常に多岐にわたり、それらをうまく堅実に進めていく印象を受けた。環境系というのは単独の研究で済まず、例えばその処理に必要なエネルギーや副産物が出る場合にそれをどうするのかなど、様々なことを考える必要がある。先ほどCO<sub>2</sub>の話もあったが、単独ではなくて、それを含む全体として評価を考えることが大事と思う。

委員：委員の方々からのご発言、ご意見から、土木研究所が進める計画とその内容について期待されているとの印象を持った。私からは3点反映してほしいことがある。

1点目は、これは具体的な内容ではないが、計画が非常に綿密に立てられていて、このまま進めれば確かな成果が得られると思う反面、突発的に取り組まなければいけない課題に対する柔軟性を持ってほしいと思う。

過去の事例を申し上げますと、東日本大震災のときに災害廃棄物をどのように建設資材として活用するかというような問題に直面したときは、かなり緊急性が高かった。そのような場合に、あまり計画が綿密過ぎると吸収しづらいのではないかという懸念がある。そういう余裕があればよいと思うが、災害はローカルの事案であり、例えば東北で培った瓦礫の利活用技術が必ずしも九州でそのまま適用できるというものでもない。緊急時の対応は土木研究所に求められていると思うので、そういった柔軟性もぜひ持って研究を進めてほしい。

2点目は、「C33.環境負荷軽減」についてである。環境負荷低減のところで資源循環、未利用資源のキーワードが出てきたが、今日の説明資料の中では、建設分野の資源を建設分野で使用する循環の印象があった。要は建設分野で出てきた資材を他分野で利用することや、他分野で困っている建設資材として利用する間口の広い循環を考える研究の進め方もあったので、柔軟に考えてほしい。

最後は、情報発信である。土木研究所では毎年、土研新技術ショーケースを開催しているが、土木研究所の成果をぜひ情報発信してほしい。情報発信しているとは思いますが、ニーズのあるところに届いているかを検証する余地も十分あろうかと思う。成果の情報発信も大事な研究活動の一環と思ったのでコメントした。

以上、本日の講評や質疑応答での意見、今後提出予定のアドバイスシートの助言等を十分踏まえた上で、研究計画の策定と確実な実行を進めていただきたい。

以上

## 土木研究所外部評価委員会 農業・水産系分科会 議事録

日時：令和4年2月4日（金）9:30～11:30

場所：Web会議

### 出席者：

分科会長	佐藤 周之	高知大学	教育研究部自然科学系農学部門	教授
副分科会長	櫻井 泉	東海大学	生物学部海洋生物科学科	教授
委員	岡島 賢治	三重大学	大学院生物資源学研究科	教授
委員	当真 要	北海道大学	大学院農学研究院基盤研究部門 生物機能化学分野土壌学研究室	教一授
委員	宗岡 寿美	帯広畜産大学	環境農学研究部門農業環境工学分野	教授
委員	芳村 毅	北海道大学	大学院水産科学研究院海洋生物資源科学部門	准教授

### 資料：

議事次第

分科会名簿

配席図

資料一覧

資料1 第5期中長期目標期間の概要、研究評価の概要

（研究開発プログラム説明資料）

資料2-1 C35.農業基盤整備・保全

「農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の  
整備・保全管理技術の開発」

資料2-2 C36.水産基盤整備・保全

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

資料3 研究開発プログラム 実施計画書

資料4 アドバイスシート

### 議事次第：

1. 開会
2. 主催者挨拶
3. 分科会長挨拶
4. 委員紹介
5. 第5期中長期目標・研究評価について
6. 研究開発プログラムの開始前評価
7. 分科会講評
8. 閉会

議事内容：

議事次第 6.研究開発プログラムの開始前評価

研究開発プログラム C35.農業基盤整備・保全

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

土木研究所から資料 2-1 を用いて「農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：8 ページに温室効果ガスの排出抑制というキーワードが出てくるが、対象とする温室効果ガスは何か。また、その発生メカニズムに対して、新しく研究対象としている技術がどのように関係するのかを教えてください。

土研：対象とする温室効果ガスは、一般的に水田などで発生するメタンガス、一酸化二窒素である。今回の研究では、実際に地下灌漑を運用するとき、温室効果ガスの発生がどのように変化するのかを把握し、温室効果ガスの抑制に配慮した地下灌漑の利用方法の検討を行う。

委員：10 ページの維持管理対策についての研究内容 について、考えとして非常に有用と思われる。これは大規模な更新・修繕や新設の基準を新たに高耐久化に向けて提案していくということか。

土研：この研究では、補修・補強工法を対象にしており、これまでの工法より耐久性を持たせる工法の開発を目標としている。基準を提案するところまでは、研究対象とは考えていない。

委員：既存の工法にも、現在の設計基準よりも高機能なものがあると思うが、適用にあたっては基準が足かせになっているので、高耐久化に向けた長期的なライフサイクル全体の基準作成も視野に入れた研究に取り組んで欲しい。

委員：これはコメントになるが、達成目標(2)の寒冷地における農業水利施設の維持管理対策の最適化に資する技術開発の中で、施設の補修・補強材料における水に起因する劣化機構の解明やそれを踏まえた高耐久化工法の施工方法の提案の項目がある。水にさらされる施設としては、港湾や漁港施設あるいは河川の施設があり、これらの施設でも水に起因した劣化問題があると思うので、そうした分野の知見を活用することも検討してほしい。

土研：土木研究所の中では、港湾分野や道路分野など、それぞれの分野を対象にした研究が実施されており、そういった情報も参考にしながら研究に取り組んでいる。引き続き連携しながら研究を進めていきたい。

委員：最初の質問に対する回答では、対象ガスがメタンと  $N_2O$  との話であったが、温室効果ガスとして、主要なガスである  $CO_2$  が抜けているのではないかと。土壌からの  $CO_2$  発生は、土壌中の炭素ロスということだけではなく、肥沃度としても重要であり、土壌の炭素貯留も視野に入れた評価をしていただきたい。

土研：先ほどの回答では  $CO_2$  を言い忘れたが、温室効果ガスの測定は、 $CO_2$ 、メタン、一酸化二窒素を対象に考えている。

委員：泥炭地の不同沈下の抑制手法について質問する。不同沈下自体が時間をかけてゆっくりと進行すると認識しているが、要因の解明のなかで、特定の要因の変化をどのようにとらえるのか。

土研：農地整備後の圃場では、急速に沈下する部分と徐々に沈下する部分があり、泥炭の分布状況、土地利用や整備状況の違いなどの要因があろうかと思う。難しい部分もあるが、これらの違いや関係性をよく見ながら研究に取り組んでいきたい。

委員：7 ページ、8 ページの達成目標について質問する。水田の汎用化、田畑輪換とあるが、土壌物理性

として、水田は水が抜けたら困る、一方、畑はある程度水はけがないと困るということで、それを汎用する土壌物理性と言うのは難しい条件となると思われる。一つ目の質問は、この研究では田畑輪換が可能な圃場を作っておくということか、それとも実際に毎年田畑輪換を実施するのか。

二つ目の質問は、田畑輪換の説明時に地下灌漑の話がされていたが、畑作地帯では小麦にはあまり水を必要としないと私は認識しており、地下水位が高い時期が一定期間続くことがふさわしいのかどうかと思った。

土研：一つ目の質問の田畑輪換についてお答えする。田畑輪換を可能とする圃場については、既に国営事業などで農地整備を行う際に、大区画化と併せて排水対策を行っており、それが出来る状態になっている。農地整備後の圃場では、水稻の直播栽培やてん菜の栽培が導入されてきており、田畑輪換に伴う土壌の変化に対応した地下灌漑技術が必要と考えている。

二つ目の質問の小麦への灌漑については、実際、例えば、農業の灌漑計画でも、小麦は無灌水作物に位置づけられているが、小麦であっても、ある生長ステージで灌水することで生育がよくなるということもある。そのため、常に地下から水を満たしておくということではなく、速やかに地下水位調整などが可能となるように、土壌の変化に対応した灌水技術を提供していきたい。

委員：水田の汎用化で、圃場の排水性を高めるという話であったが、水田は、一定程度、水をためなければいけないが、排水性を高めるということは、ある一定期間における灌漑水量は、湛水のことを考えると増加しないのか。

土研：現在のところ、国営事業の計画では盛り込まれていないが、例えば水田では、今まで代かきして移植栽培を行っていたところが乾田直播栽培になると、代かきを行わないので透水性は高い状態になると思う。そういった意味で水量が増えることは考えられる。

委員：十分な灌漑水量が確保できるのであれば問題ないが、そうでない場合は、考慮に入れて検討いただきたい。

委員：11 ページの地震時動水圧の研究は、非常に時宜を得た研究である。12 ページの研究について質問する。斜面崩壊と農地のつながりがよく分からない。たとえば、前回の地震の斜面崩壊により、農地がどの程度の被害を受けて、どうしなければならないなどといったミッションが分かるとうれしい。

土研：斜面崩壊からの土砂流出量を細かく捉えるところまでは難しいことではあるが、斜面崩壊との関連を流域全体で捉えていかなければいけないと考えている。特に農村地域においては農地の占める割合が高いため、作付状況まで踏まえて検討する必要があると考えている。

委員：最近、洪水も流域管理という考え方が導入されているので、土砂管理についても、具体的にどのような対策を講じるか、そこまで期待したいと思う。

## 研究開発プログラム C36.水産基盤整備・保全

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

土木研究所から資料 2-2 を用いて「水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発」に関する研究開発プログラムについて説明後、以下のような質疑応答がなされた。

委員：3点教えてほしい。1点目は、達成目標(1)の海水温の上昇等の海域の環境変化に関して、有害プランクトンの発生抑制に限定した文章内容になっているのが少し気になる。確かに、昨年、道東海域に新たな赤潮プランクトンが発生して甚大な漁業被害が発生し、2015年頃にも函館港で赤潮プランクトンが発生してマイワシが大量死した。有害プランクトン対策は、非常に重要だと認識しているが、ここでは海域の環境変化として海水温の上昇が挙げられている。漁場環境への影響はプランクトンだけではなく、寒地土研でも取り組んでいた藻場造成の問題や、今回も取り上げて

いる魚礁研究にも関連してくる魚種交代の問題など、非常に大きな問題があると思う。有害プランクトンに取り組むことは否定しないが、それ以外にも問題はいろいろある中で、特に近年問題になっている有害プランクトンに焦点を当てて取り組むことと説明してはどうか。

土研：海水温の上昇により、赤潮以外の影響、増養殖や放流等も踏まえて、研究を進めている。今回の研究開発プログラムには含まれていないが、それ以外の研究という枠組みの中でも並行して進めていきたい。また、昨年に赤潮が北海道で大規模に発生したことについて、発生自体を抑制するのは難しいことと考えているが、漁港の有効活用、藻場の造成や増殖・蓄養空間の整備を進める中で影響を少なくする、機能を維持するという考えから取り組むこととした。海洋域で大規模に発生した赤潮を遮断するには、例えば、防波堤等において、漁港内への侵入を防止する施設を設置することも必要かもしれないが、いろいろなことを考えつつこの研究を進めていきたい。

委員：赤潮の被害を大きく受けたのは沿岸部だと思うが、漁港内において、水産物を一時的に蓄養しているときに、赤潮プランクトンによる被害への対策を行うことは非常に有効と考えられる。2点目だが、達成目標(2)の寒冷河口沿岸域における生物の生息環境改善技術の提案として、河川に注ぐ漁港とその周辺域で、物質循環を踏まえた生態系評価に取り組む内容であると理解した。従来は浮遊生態系が中心だった物質循環を底生生態系がうまく機能するように改善することで、漁港を活用した環境創造を図ろうとしているが、その底生生態系については、二枚貝や多毛類など埋在性のベントスとして砂が必要となる生物が主体になる。そうすると、漁港内での砂の堆積が必要になるが、漁港や港湾では砂の堆積で港口が閉塞することが問題となっていて、頻繁に浚渫工事なども行われていることから、そうした問題と相反することのないように留意して取り組むことを説明した方がよい。

土研：河口域、河川に近いところは、融雪期あるいは出水期に土砂が多く流出する可能性があることから、漁港の航路を維持するため浚渫等も実施している。今回の研究では、それも踏まえつつ、どこの場所でこのような取り組みが可能かを検討することが重要と考えており、河川、沿岸、漁港内の土砂の堆積、流出等の状況を見ながら適地を選定し、取り組んでいきたい。

委員：最後にもう1点。達成目標(2)の沖合構造物が持つ餌料培養効果について、魚礁区と対照区の浮遊生態系と底生生態系を流れ環境の違いで差別化して、魚礁周りの餌料培養効果を見いだす内容だが、第4期の成果も踏まえた上で、対象とする魚礁について、狭い範囲の群体礁レベルではなく、もう少し広域的に捉えるほか、対照区についても何も無い砂地ではなく天然礁を対象にして、魚礁から距離を離して設定するなど、魚礁の餌料培養効果が広域的に明らかになるよう検討いただきたい。

土研：第4期中長期計画の成果や広域的な影響範囲も踏まえて、引き続き、研究を推進、発展させていきたい。

委員：沖合構造物の課題に関して、水深100メートルを超えるような海域での効果をもたらす生物的、化学的なメカニズムを解明してほしい。また、魚礁の材料について、例えば、再生コンクリートや石炭灰などのリサイクル材を利用して廃棄物を減らすような方向でも考えてほしい。

土研：100メートル以上の大水深の餌料培養効果は、今まで沿岸域で行われてきた比較的浅い水深に比べると、生態系構造が違うのではないかと考えている。今回、それも含めて違いを明確にし、魚礁等人工構造物による漁場環境改善効果を把握していきたい。また、魚礁の材料についても、ぜひ検討していきたい。

委員：達成目標(2)の課題に関して、川からの栄養塩供給が非常に重要とのことだが、「C35.農業基盤整備・保全」の達成目標(3)の土砂流出でSWATを使うとのことなので、農業の研究ともリンクすることにより、河川からの供給量が予測できるようになれば、ほかの対象地域にも適用可能な栄養塩供給モデルが提案できるのではないか。

土研：流域によって栄養塩の出方が変わってくるので、それを表現できるSWATモデルをC35のプログラ

ムと連携してぜひ実施していきたい。

委員：藻場の造成に関して、例えば、移動式の藻場のようなものも検討すれば、一度、港湾で設置した藻場を赤潮が発生した海域に移動して、即応的に応急的な対応が取れるような技術とすることができないか。そのような視点も持ちつつ進めてほしい。

土研：ぜひ検討させていただきたい。

委員：6ページにおいて、栄養塩の供給モデルがあるが、酪農地域からの河川の流入水によって栄養塩が補給され過ぎて、富栄養化を起こしている。同じ1次産業の中で、農業が加害者、漁業が被害者という構図が長く続いているので、河川から供給される栄養塩活用ということだけではなく、過供給にならないようなバランスのよいシステムという形で、ある程度の供給量は漁業には必要だとすれば、他への汎用性も利くのかなと思うので、説明の方法を工夫していただきたい。

土研：海域の特性によってやり方が違ってくると思うので、その辺りを考慮して進めていきたい。

委員：将来の検討事項としてお願いしたいが、先ほどの寒地農業基盤研究グループの話にあった土砂管理、流域管理という考え方を盛り込んで、海の環境との接続をやはり考えなければいけないのではないかと。寒地土研の中で二つのグループがあって、それが一緒になってやっていけるという方向を、例えば、今回、第5期ではなくて第6期とか、そういったところに盛り込んでいければ、さらに幅広い研究につながっていくのではないかと。

土研：寒地土研には河川系のチームもあるので、そことも連携して、農業、河川、水産で進めていきたいと考えている。

## 議事次第 7.分科会講評

委員：農業基盤整備も水産基盤整備も、緊急性の高い研究テーマであることがよく理解できた。農業基盤整備については、人口減少で担い手不足が問題となる中で、農業生産の省力化、効率化は喫緊の課題であると私も認識している。大規模農地の整備利用技術の開発をはじめとする3つの目標を確実に達成することを期待している。

水産基盤整備についても、水産資源の減少や担い手不足、漁港施設の遊休化が顕著になっている中で、漁場環境の保全や増殖場の造成、漁港を含めた生息場評価は非常に重要な課題だと考えている。今、私が申し上げたことは、資料に記載されている達成目標の文言とは少し異なるが、目指すところはこうした漁場環境の保全や増殖場造成、漁港利用と理解しているので、目標に向かって確実に成果が得られることを期待している。

委員：農業基盤整備も水産基盤整備も十分に理解でき、今後の研究を非常に期待したい。農業基盤整備については、説明のはじめの部分では、スマート農業やDXについての話が出ていたにもかかわらず、後半の研究内容説明時にはそれほど触れられていなかった。ただし、説明を聞いていると、データの活用であるとか、データの収集を積極的に行っていることが伺えた。成果の発信時には、スマート農業やDXに貢献などの文言をいれると、成果が現代にあったものと理解してもらえると感じた。

水産基盤整備に関しては、気候変動の文言が若干少ないと感じたが、実施される研究内容は、気候変動の結果、起こった課題に関して取り組む内容が比較的多いと感じた。成果の発信時には、気候変動に対応したというような文言があると、成果が広く認知されると感じた。研究内容に関しては、非常に有意義な内容を設定していると思う。

委員：これから進める研究内容について理解することができた。農業分野については喫緊の課題として、

地震時動水圧に関する研究であるとか、水産分野については赤潮に関する有害プランクトンに対する研究などの課題が盛り込まれている。中長期計画期間で着実に研究を進めていただき、結果を期待している。

先ほど他の委員のコメントにもあったが、農業、水産の両分野において、いわゆる普及の段階でDXに絡むような取組ができるように、研究開始時から、気象データや土壌マップ、地形マップ、海水温といったような一般的に得られるようなデジタルデータを収集し、そのようなデータと関連できるように整理していくと良いと思う。今後の研究の進展を非常に期待している。

委員：研究内容をよく理解できた。他の委員が述べたコメントと同様であるが、人口減少が前提にあり、農業分野であればスマート農業の推進や省力化が挙げられ、水産分野であれば漁港の集約化による漁港の漁場としての利活用など、次の時代に向けた研究が進められていくと期待している。中長期計画期間で成果を上げていただき、さらに次の期間、次の次の期間につながっていくことを期待している。

委員：今日は、農業分野あるいは水産業の分野に関して、非常に魅力的な研究テーマの話が聞けることが出来た。農業分野に関しては、気候変動が進み、世界の食糧問題を抱える中で、大規模化、スマート化というのが極めて重要な、推進して行かなければならない課題であり、重要な研究である。毎年の成果を聞かせていただくのを楽しみにしている。

水産分野に関しては、普段は我々の目に見えない環境であり、生態系構造、あるいは生物と生物の関係、あるいは環境と生物の関係というのが未知な部分も非常に多い中で様々な研究を検討されている。人間が手を加えることによる効果というものを、技術開発とともに、そのメカニズムの解明や環境に関する社会の意識を高めるようなことも進めていくとよいと思う。

委員：非常に分かりやすい説明であった。6年間の取組を大きく期待している。私は高知大学にいますが、農業、漁業が基幹産業である。抱えている社会的課題は、高齢化や労働者減少は北海道であっても高知であっても同じである。その様な観点から見ると、第5期中長期計画の取組は、北海道地域特有の状況を加味しているとはいえ、日本全国で使える研究開発であると私は確信している。本日、各委員からいただいたご意見やアドバイスシートの内容を十分踏まえて、研究計画の策定を進めていただきたいと思います。

- 以上 -



参考資料-2 研究開発プログラム実施計画書



研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和4年2月3日 作成

研究責任者：水災害研究グループ長

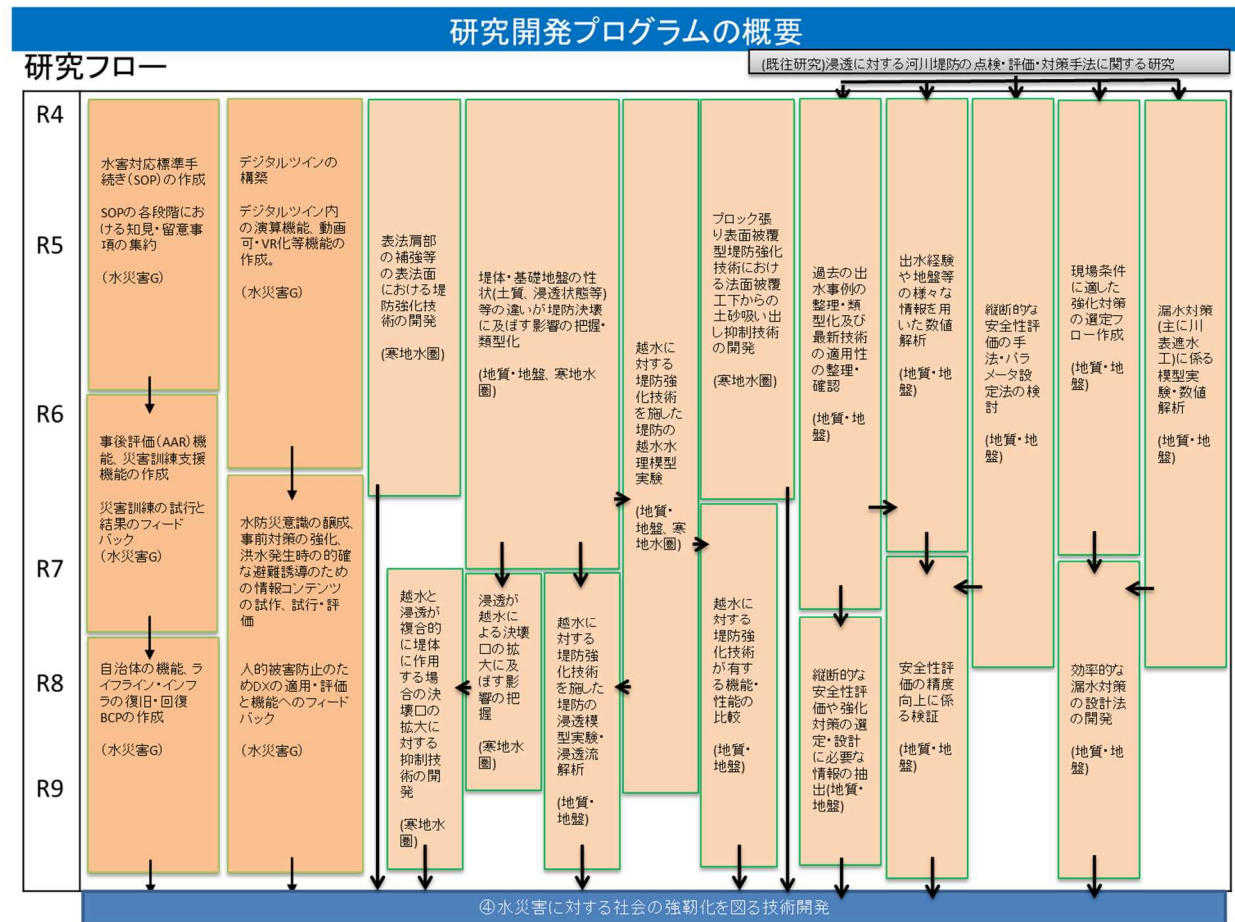
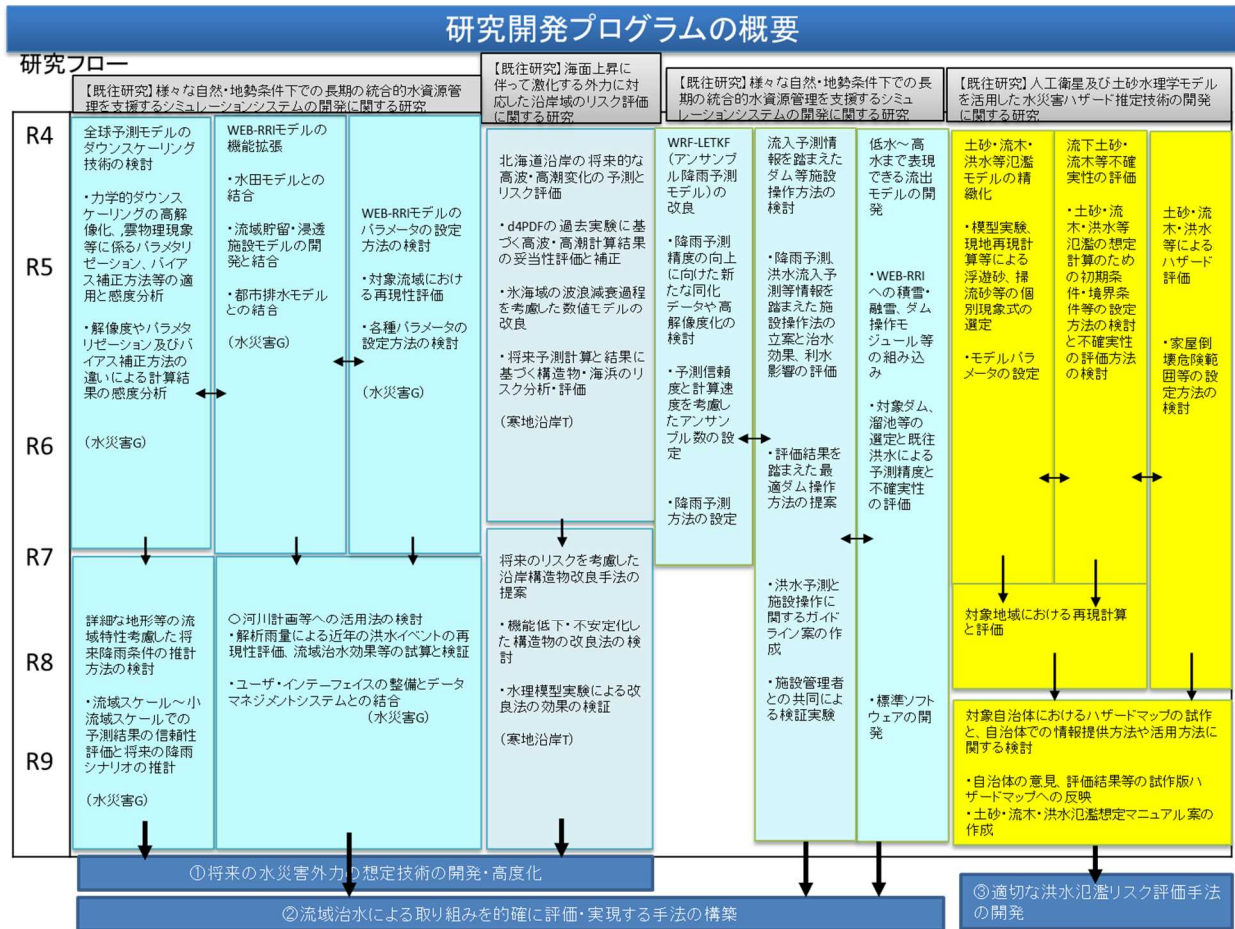
令和 年 月 日 修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	A11 水災害の激甚化に対する流域治水の推進技術の開発	研究開発テーマ	A 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	河川系
プログラムリーダー	水災害研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	1.8 億円 [調整中] (1.8 億円)
担当	水災害研究 G	水災害研究担当、リスクマネジメント研究担当	
	地質・地盤研究 G	土質・振動 T	
	寒地水圏研究 G	寒地河川 T、寒冷沿岸域 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>我が国では、近年毎年のように、大型の台風の接近や上陸、活発な前線の活動により、激甚な水災害が発生し、多くの犠牲者や家屋等資産の損壊、経済や社会機能のマヒが発生している。</li> <li>2021 年 7 月に公表された IPCC の第 6 次 AR（評価報告書）では、「人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。」と地球温暖化について確信的な表現がされた。</li> <li>また、「継続する地球温暖化は、世界全体の水循環を、その変動性、世界的なモンスーンに伴う降水量、降水及び乾燥現象の厳しさを含め、更に強めると予測される。」とし、水被害の激甚化が予想される。</li> <li>2015 年 3 月の国連防災世界会議における『仙台防災枠組』の合意、9 月に『持続可能な開発のための 2030 アジェンダ』(SDGs)の合意、12 月の「パリ協定の合意」等国际的な枠組みで防災・減災が進んでいる。</li> <li>一方、我が国の社会・国土条件としては、自然災害の激甚化の他にも、人口減少・少子・高齢化、インフラの老朽化等課題や SOCIETY5.0, 5G, ニューノーマル等新たな可能性を有している。</li> <li>このような状況を踏まえ、国土交通省では気温 2 上昇シナリオから治水計画における計画降雨を設定。本州以南では計画降雨は従前の 1.1 倍、洪水流量は 1.2 倍と推定され、安全度の低下が明らかとなった。</li> <li>さらに想定される最大規模までのあらゆる洪水に対して、被害の防御に加え、被害の軽減を図る必要がある。</li> <li>このため国土交通省では従来の河川整備だけでなく、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う「流域治水」への転換を打ち出し、R3 年 5 月に実施のための関連法を整備した。</li> <li>「流域治水」では、被害要因である外力、暴露、脆弱性の観点から、氾濫をできるだけ防ぐ、被害対象を減少させる、被害の軽減・早期復旧・復興（強靱化）のための対策を総合的かつ多層的に取り組む必要がある。</li> <li>そのためには河川管理者と流域の関係者全員による協働が重要であり、利水事業者や民間主体、住民等による取り組みへの参画・連携を推進・支援する技術の開発が必要である。</li> <li>氾濫をできるだけ防ぐための取り組みとしては、将来を見越した手戻りの無い対策目標の設定と、様々な主体による流域貯留浸透対策への参画・協力が必要となる。</li> <li>将来を見越した手戻りの無い対策目標の設定のため、地球温暖化シナリオに沿った将来の降雨条件、高潮条件等の予測において地域特性の反映や予測信頼性の向上を図る必要がある。</li> <li>様々な主体による流域対策への参画・協力については、農業や自然環境保全、観光等と水災害対策の重層化を図るため、土地利用や流域施設に応じた貯留浸透機能の評価と流域全体での洪水低減効果の評価・共有が必要。</li> <li>また、利水事業者等による洪水調節への参加・協力を促すためには、利水等施設による治水機能の最大化と利水への損害の回避を両立する施設操作方法が必要である。</li> <li>さらに、越水や長時間の高水位が生じた場合でも、堤防決壊による壊滅的な被害を回避するため、堤防の強化技術が必要である。</li> <li>被害対象の減少では、住民や民間セクターが土地の購入や利用において、水災害リスクを意識して行動することを促す必要がある。</li> <li>特にリスク情報の整備が遅れている一方で洪水氾濫の激甚化が予想される中山間地中小河川を対象に、大量の流木や土砂を考慮した洪水氾濫や家屋倒壊危険性を想定し、リスク情報を創出する必要がある。</li> <li>強靱化のためには、洪水氾濫が発生した場合でも、人命の保護、国家・社会の重要機能の維持、財産及び公共施設に係る被害の最小化、迅速な復旧復興等を可能とする必要がある。</li> <li>被害軽減のためには、地方自治体を中心とした的確な危機管理が必要であり、職員数の減少や高齢化が</li> </ul>		

	<p>進む中で、危機管理能力の強化が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害後の速やかな復旧・復興のためには、地域の各主体におけるライフラインや交通機関等の復旧作業と整合した業務継続を支援する必要がある。</li> <li>・また、人的被害防止のためには、洪水に対する心構えや準備を促すことにより自助・共助の能力が育成される社会への変革が必要である。</li> </ul>		
研究目的	<p>本研究では、持続可能な流域治水の推進を図るため、以下を目的とした研究を行う。</p> <p>将来の洪水等水災害外力の想定技術の高度化 流域治水による取り組みを的確に評価・実現する手法の構築 適切な洪水氾濫リスク評価手法の開発 水災害に対する社会の強靱化を図る技術開発</p>		
研究概要	<p>1．水災害外力を想定する 将来の洪水等水災害外力の想定技術の高度化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手戻りのない効率的な対策を図るため、治水計画等の作成に資する将来の降雨・洪水条件等の予測技術を高度化する。</li> </ul> <p>2．氾濫をできるだけ防ぐ 流域治水による取り組みを的確に評価・実現する手法の構築</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・山林・農地・生態系保全地・流域貯留施設等の貯留・浸透機能や都市排水等を考慮した洪水現象を算定できる方法を開発する。</li> <li>・評価結果を流域の各主体で共有等することにより、水災害リスクに関わる意識や流域対策の促進を促す仕組みを構築する。</li> <li>・洪水調節を目的としない発電、農業等事業者の協力を得て、ダム・溜池等による洪水調節を実現するための洪水予測技術や操作方法を開発する。</li> </ul> <p>2．被害対象の減少 適切な洪水氾濫リスク評価手法の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流域の各主体が水災害リスクを意識し、適切な土地利用が行われるよう、土地の水災害リスク情報を創出する。</li> <li>・特に、リスク情報の整備が遅れており、また従来の浸水想定技術では想定できない洪水氾濫現象が予想される中山間地中小河川を対象に、大量の流木や土砂の影響を考慮した洪水氾濫計算技術を開発する。水予測技術や操作方法を開発する。</li> </ul> <p>3．社会の強靱化 水災害に対する社会の強靱化を図る技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・氾濫による災害が発生した場合でも、速やかな状況把握、的確な判断・対応の実施により、被害の最小化を図るため、地方自治体を中心とした危機管理能力強化のための技術を開発する。</li> <li>・被害が発生した場合でも、生活や社会への影響を極力軽減するため、速やかな復旧・回復を支援する技術を開発する。</li> <li>・人命の保護を第一優先として、洪水に対する心構えや準備を促すことにより自助・共助の能力が育成される水防災意識社会への変革を支援する。このため、日頃からリスク情報や洪水視覚化情報に接することができるDX環境の整備を図る。</li> <li>・流下能力が低く長時間の高水位や越水が予想される箇所等において、避難や水防活動・浸水防止対策支援のため、堤防の質的強化技術の開発を行う。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	流域治水の推進技術の開発	(1) 将来の洪水等水災害外力の想定技術の開発・高度化	・河川整備基本方針等への提案 ・高潮ハザードマップ等マニュアルへの提案
		(2) 流域治水による取り組みを的確に評価・実現する手法の構築	・河川整備計画等への提案 ・発電ダム等既存施設への適用
		(3) 適切な洪水氾濫リスク評価手法の開発	・洪水浸水想定区域図、ハザードマップ等作成マニュアルへの提案

	(4) 水災害に対する社会の強靭化を図る技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤防強化に関する技術指針への提案</li> <li>・自治体等での活用</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「社会資本整備重点計画」において、流域治水が「重点目標1：防災・減災が主流となる社会の実現」の政策パッケージとして位置づけられていること、分野横断的な取り組みにより社会資本整備の効果を最大化することとされていること。</li> <li>・国土交通技術基本計画の3つの柱のうち、(1)人を主役とするIoT、AI、ビッグデータ等の活用、(2)社会経済的課題(気象災害、地球温暖化対策等)への対応、(3)好循環の形成である。(オープンイノベーション、オープンデータ化、産学官の連携、国際展開、技術政策を支える人材育成、技術に対する信頼の確保等)全てに合致した研究であること。</li> <li>・国では、流域治水を実施可能とする法律整備や特に河川整備を行うが、特に技術的課題については、国総研と土木研究所が連携して行う。</li> <li>・土木研究所では水災害現象の解明や予測に関する研究、リスクマネジメント支援ツール等の技術開発を行い、国総研では政策適用の観点からそれら技術の適用性評価、適用に当たっての技術基準の作成等を行う。</li> <li>・防災分野の研究は、公益性が高い一方で収益性が低いため、研究や技術開発の投資に見合った利潤が見込めないことから民間セクターのインセンティブが小さいため、公的セクターが実施すべき課題である。</li> <li>・以上から、本研究は良質な社会資本の効率的な整備を図る上で重要な課題であり、公的セクターが実施すべきものである、このため土木研究所が実施することが妥当である。</li> </ul>	
他機関との連携、役割分担	<p>本省(政策・法案等立案、事業の実施等)</p> <p>国総研(研究情報の共有、意見交換、技術政策の検討、技術基準立案等)</p> <p>国土地理院(地形・地理データ提供等)</p> <p>地方整備局(調査・研究フィールドの提供、試験施工、災害調査のコーディネート等)</p> <p>地方自治体(試作技術の試行・評価、議論・ニーズの把握等)</p> <p>大学・研究機関(共同研究、意見交換等)</p> <p>民間企業(技術提案、業務委託、意見交換等)等</p>	

研究フロー



研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和4年2月3日 作成

研究責任者：土砂管理研究グループ長

令和 年 月 日 修正

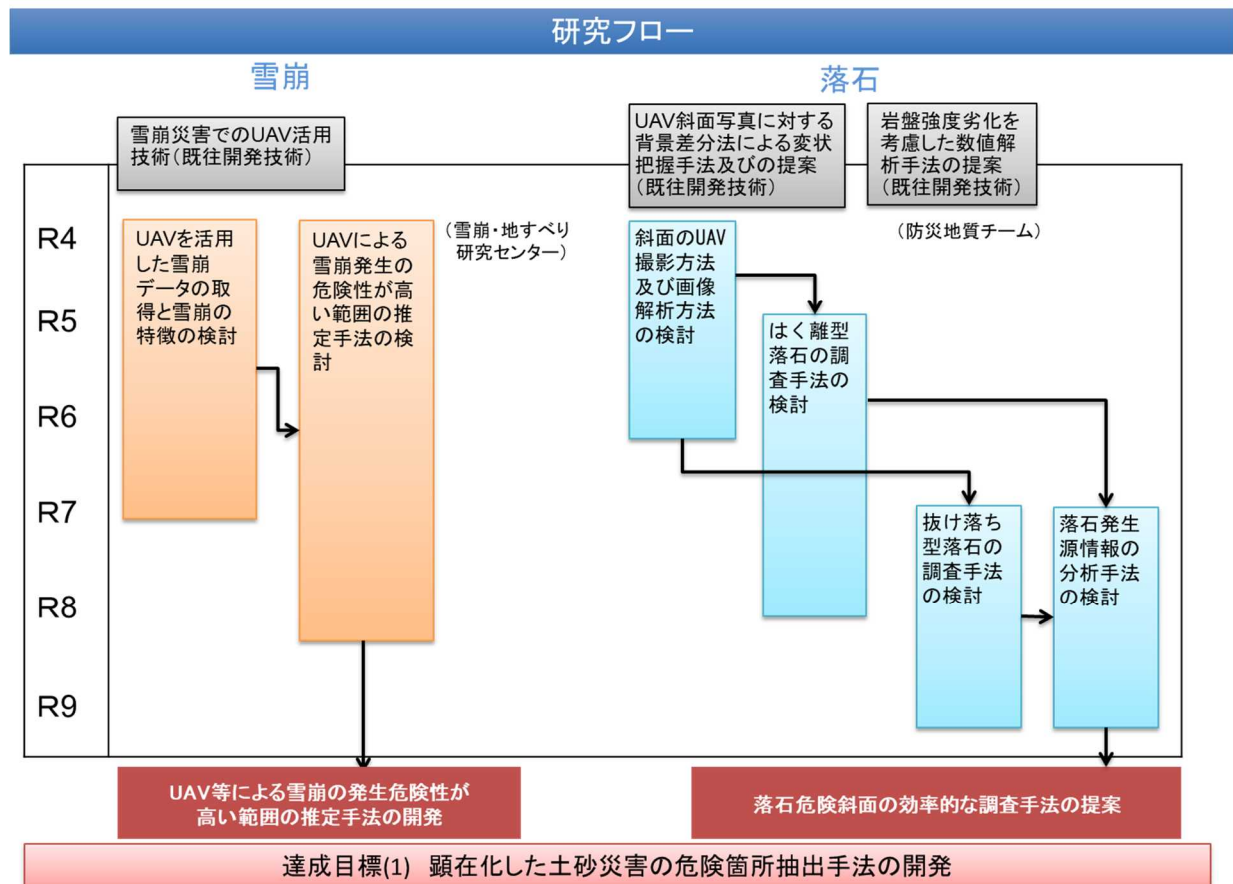
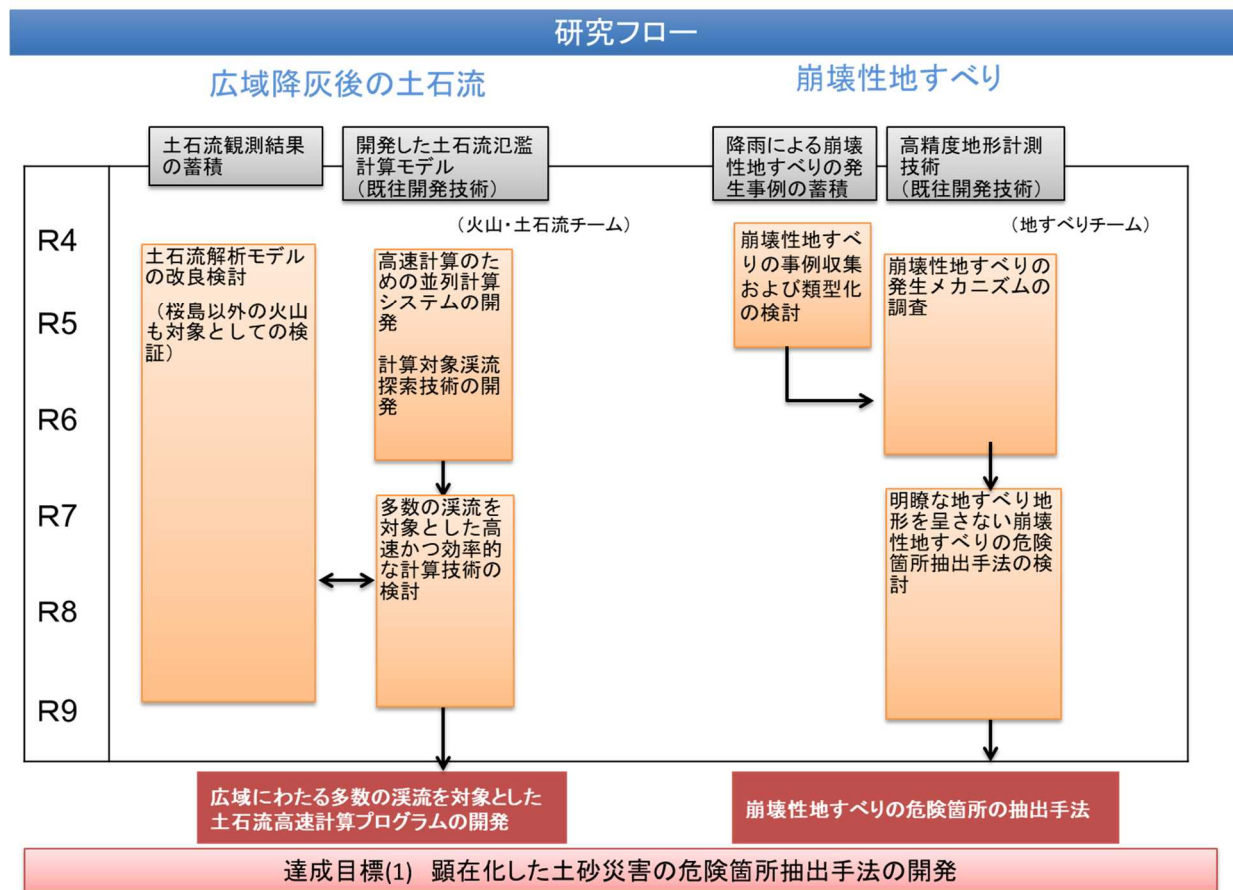
研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	A12 顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発	研究開発テーマ	A 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	河川系
プログラムリーダー	土砂管理研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	2.1 億円 [調整中] (2.1 億円)
担当	土砂管理研究 G	火山・土石流 T、地すべり T、雪崩・地すべり C	
	寒地基礎技術研究 G	寒地構造 T、防災地質 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの研究開発により、通常規模の降雨や降雪、小規模な噴火に伴う土砂災害を対象としたハザードエリアの設定や事前対策、応急対策が進展してきている。</li> <li>一方、激甚化・頻発化する豪雨、降雪、また切迫する火山噴火や大規模地震、等の自然現象に伴い、これまで対策の進んでいない崩壊性地すべりや雪崩、これまで点検が困難であった自然斜面からの落石、大規模降灰後の土石流などの顕在化した土砂移動現象による土砂災害の深刻化が懸念されている。</li> <li>このように、近年被害の深刻さが顕在化あるいは増大し、従来技術で対応できていなかった土砂移動現象について、その土砂移動現象が起こり得る危険箇所を抽出し、その影響範囲を評価して、それらに対する事前対策や緊急対策を迅速・的確に実施することが求められる。</li> <li>近年 UAV、AI、BIM/CIM、ICT 等のデジタル技術の活用が進んでおり、これらのデジタル技術等によって 3 次元高精度空間情報を取得し数値解析を行うことにより、これまでハザードエリアの設定や事前対策、緊急対策が技術的に困難であった箇所に対しても土砂災害対策を迅速・的確に進めていく必要がある。</li> <li>以上の技術開発においては、土砂災害の防止に関する法令、国土交通省訓令(緊急災害対策派遣)、国土強靱化基本計画(閣議決定)、活動火山対策特別措置法の改正、防災・減災・国土強靱化のための国土強靱化のための 5 か年加速化対策、火山防災対策会議(内閣府) 気候変動を踏まえた砂防技術検討会(国土交通省)、社会資本整備審議会河川分科会「土砂災害防止対策小委員会」等において、国の方針・社会ニーズが示されていることから、斜面災害対策を所掌している国土交通省の砂防、道路防災部局及び国総研等関係機関と連携し、開発技術を技術基準・マニュアル等に反映させ現地対応に実装していく必要がある。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年、被害の深刻さが顕在化した、土砂災害防止法や道路斜面点検要領等での対応が十分でない現象として、大規模火山噴火による広域降灰後の土石流災害、崩壊性地すべり、斜面対策施設の効果も考慮した降雪量変化の極端化による雪崩への対応、点検が困難であった自然斜面からの落石を対象とし、(1) 顕在化した土砂災害の危険箇所抽出手法の開発、(2) 緊急対応を迅速化するハザードエリア設定技術の開発、(3) 高エネルギーの落石に対応した事前対策工の評価技術の構築、を行う。</li> <li>具体的には、 <ul style="list-style-type: none"> <li>大規模噴火による長期にわたる広域降灰時の土石流氾濫域評価手法</li> <li>高精度空間情報を用いた崩壊性地すべりの予測手法</li> <li>斜面対策施設の雪崩への効果を考慮したハザードエリア評価技術の開発</li> <li>落石危険斜面における効率的な調査手法と対策工の評価技術の構築</li> </ul> </li> <li>について技術開発を行う。</li> </ul>		
研究概要	<p>顕在化した土砂災害として研究で対象とする、大規模火山噴火による広域土石流災害、崩壊性地すべり、降雪量極端化による大雪の増加に伴う雪崩、自然斜面からの落石について、次の研究を行う。研究は、それぞれの開発技術の進捗をふまえ、災害対応・調査・計画・対策・管理の将来像を考えながら連携して研究を進める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大規模噴火による長期にわたる広域降灰時の土石流氾濫域評価手法</li> <li>広域降灰後の多数溪流における迅速な避難による人的被害防止のため、膨大な数にのぼる溪流に対して速やかな対応を可能とする土石流高速計算システムを開発する。</li> <li>住民等の警戒避難や応急復旧対策時の安全確保のため、降灰・降雨の状況に応じた準リアルタイム土石流計算システムを開発する。</li> <li>高精度空間情報を用いた崩壊性地すべりの予測手法</li> <li>崩壊性地すべりの類型ごとに、すべり面形成や地下水供給等の発生要因となる地形、地質・地質構造を</li> </ul>		

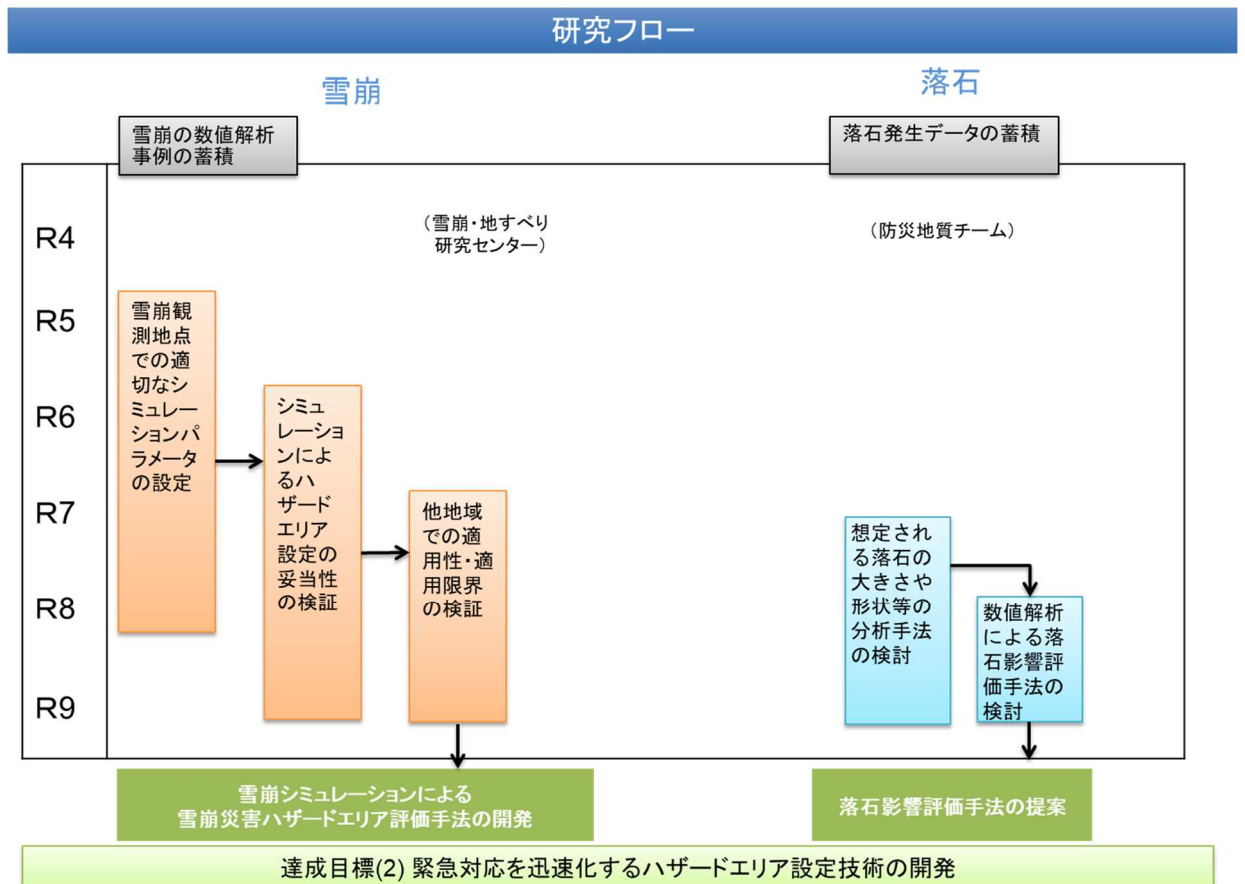
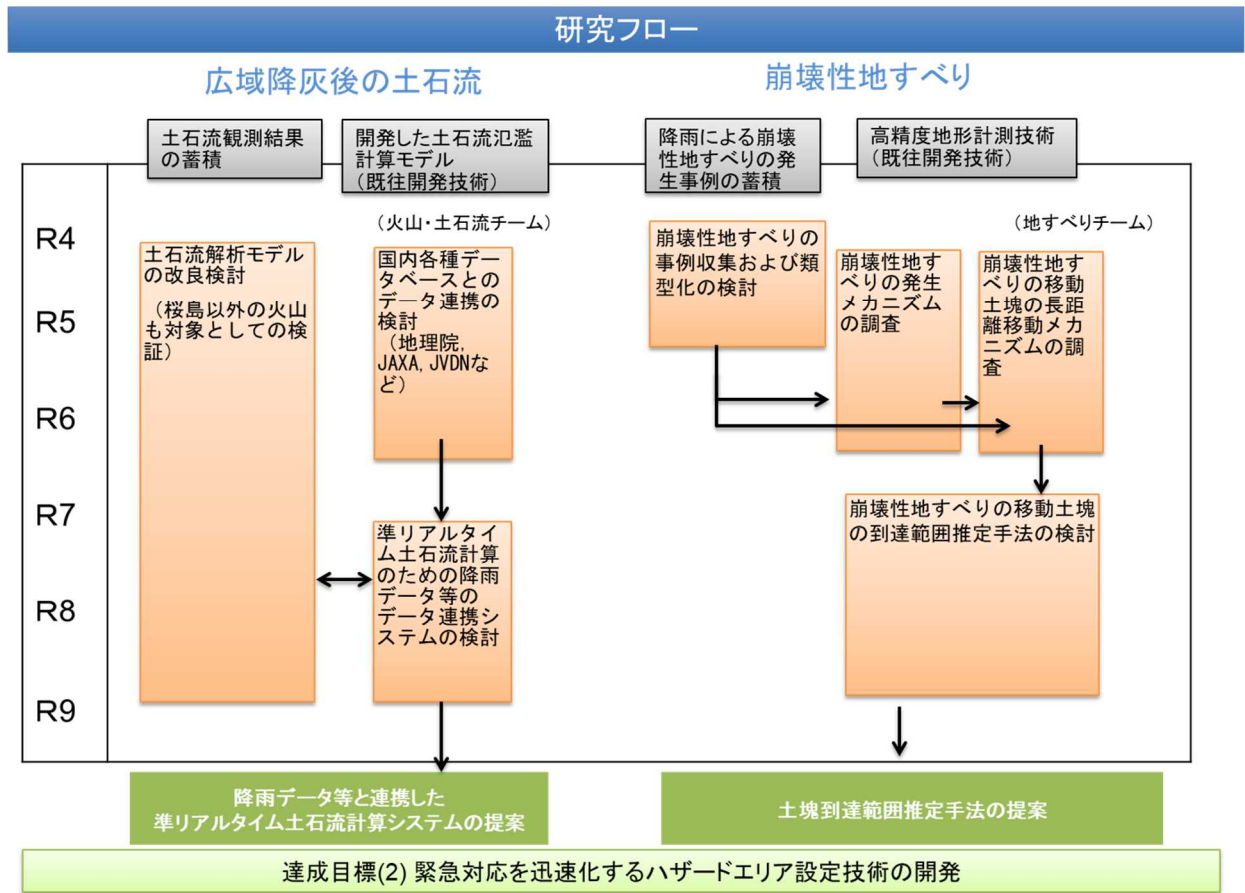
	<p>特定し、高精度空間情報の解析及び簡易な地質調査によって危険箇所を抽出する手法を提案する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>崩壊性地すべりの移動土塊の到達範囲について、移動経路の地形条件、水の供給状況、地すべり土塊の構成物質等を調査し、数値シミュレーションに基づき推定する手法を提案する。</li> </ul> <p>斜面対策施設の雪崩への効果を考慮したハザードエリア評価技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UAV による定期的な調査結果により 3 次元データを作成し、積雪斜面の積雪状況などから雪崩発生の危険性が高い範囲を推定する手法を開発する。</li> <li>推定された雪崩発生の危険性が高い範囲に対し、雪崩シミュレーションにより既往施設の減災効果を評価して雪崩災害ハザードエリアを評価する手法を開発する。</li> </ul> <p>落石危険斜面における効率的な調査手法と対策の工評価技術の構築</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UAV による自動航行撮影及び画像処理などにより斜面を効率的に調査し、落石の不安定箇所を抽出する手法と、数値解析により落石の到達範囲や道路での落石が有するエネルギーを推定し落石の影響を評価する手法を提案する。</li> <li>高エネルギーに対応した落石防護施設の性能照査のため、落石衝突時の動的挙動を適切に評価可能な数値解析を活用した設計手法を構築する。</li> </ul>		
<p>プログラム目標と達成目標の関係</p>	<p>プログラム目標</p>	<p>達成目標</p>	<p>成果の普及・反映</p>
	<p>顕在化した土砂災害へのリスク低減技術の開発</p>	<p>(1) 顕在化した土砂災害の危険箇所抽出手法の開発</p>	<p>河川砂防技術基準(案)、土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き、地すべり防止技術指針、国土交通省土石流氾濫計算プログラムの改訂、道路土工指針(改訂)、落石対策便覧(改訂)、へ反映の提案</p>
		<p>(2) 緊急対応を迅速化するハザードエリア設定技術の開発</p>	<p>河川砂防技術基準(案)、土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き、地すべり防止技術指針、国土交通省土石流氾濫計算プログラムの改訂、道路土工指針(改訂)、落石対策便覧(改訂)へ反映の提案</p>
<p>土研実施の妥当性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全国の土砂災害発生直後の現地調査を行っており、発生原因の解明・流出解析等の研究実績及び関連するデータを蓄積している土木研究所が実施することが適切である。</li> <li>土木研究所は、土砂移動現象の解明、対策手法の開発、効果検証等の技術開発を行い、開発技術は国土技術政策総合研究所の指針などへの反映の提案を行う。</li> </ul>		
<p>他機関との連携、役割分担</p>	<p>【国総研】 連携による成果の提供により技術基準・指針を策定</p> <p>【大学】 東京大学(土石流の流下モデルの改良に関する研究)、京都大学(土石流の発生モデルの改良に関する研究)、防災科研・産総研(火山に関するデータベースや大規模計算システムとの連携)、室蘭工業大学(落石防護工の性能評価技術(数値解析)に関する研究)</p> <p>【国際】 JICA(研修活動) 国土交通省とイタリア国家研究評議会水・土砂災害対策研究所との二国間会議への参加による学術的連携</p> <p>【学会】 砂防学会、気候変動研究小委員会との連携</p> <p>【地方整備局等】 成果の普及による調査・工事への反映 九州防災・火山技術センターとの連携(多数の渓流を対象とした高速かつ効率的な計算技術の検討)</p> <p>【地方公共団体】 成果の普及による調査・工事への反映、技術相談・指導</p>		



	<p>【全国地すべり・がけ崩れ対策協議会(会長：新潟県知事)】 施設に関するデータ、現場毎のニーズや現場への適用条件に関する情報取得、</p>
--	---

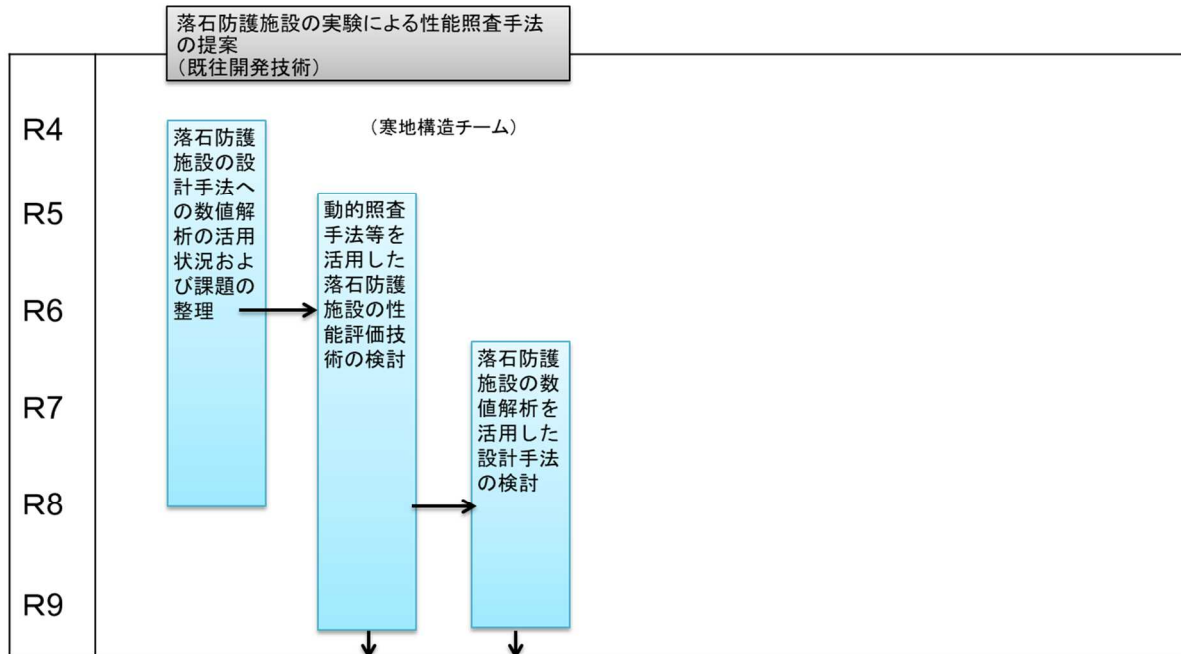
研究フロー





研究フロー

落石対策技術の開発



数値解析を活用した落石防護施設の設計手法の構築

達成目標(3) 高エネルギーの落石等に対応した事前対策工の評価技術の開発

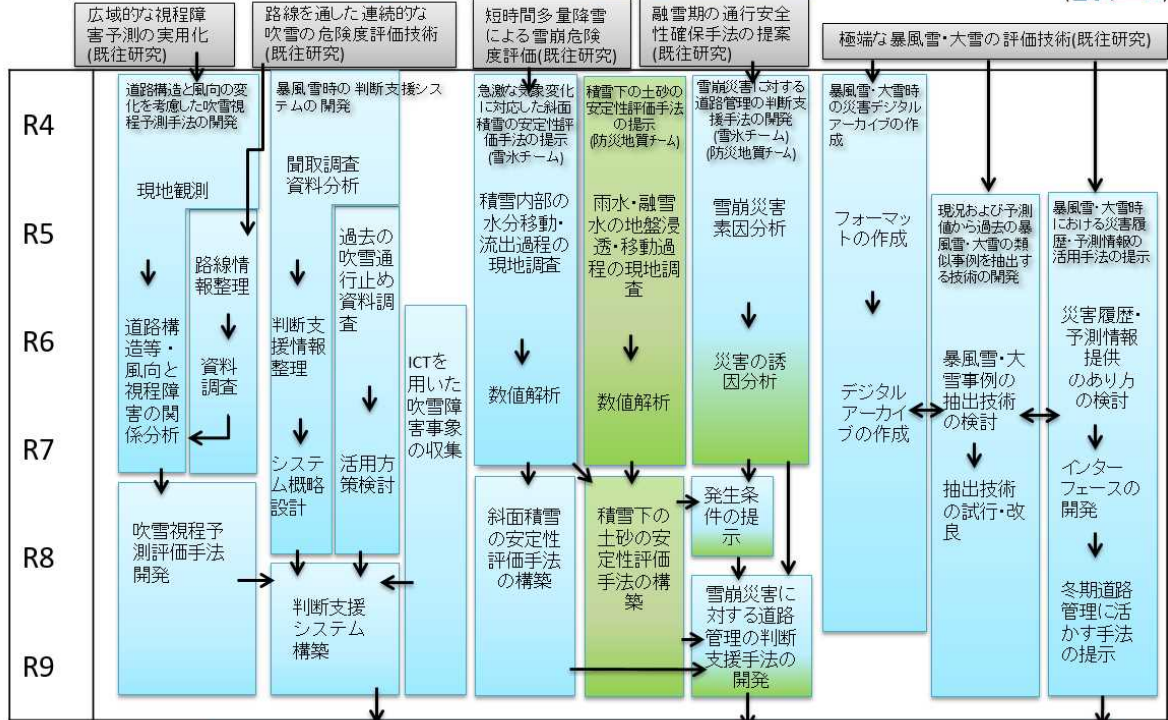
研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	A13 極端化する雪氷災害に対応する防災・減災技術の開発	研究開発テーマ	A 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	積雪寒冷・地域系
プログラムリーダー	寒地道路研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	1.9 億円 [調整中] (1.9 億円)
担当	寒地道路研究 G	雪氷 T	
	技術開発調整監付	寒地機械技術 T	
	寒地基礎技術研究 G	防災地質 T	
	特別研究監付	地域景観 T	
	寒地水圏研究 G	寒冷沿岸域 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年、気候変動に伴い、H25 年 3 月の北海道東部の暴風雪、H26 年 2 月の関東甲信の豪雪、H30 年 3 月の北海道における厳冬期の大雨など、冬期気象が極端化している。</li> <li>これら極端な暴風雪や降積雪、急激な融雪に伴う雪崩などのため、車両の立ち往生や長期に亘る通行止め、多重衝突事故が発生し、時には人命も失われており、国民生活や社会経済活動に甚大な被害をもたらしている。</li> <li>また、氷海域を含む積雪寒冷地で発生する津波は、雪氷を伴う津波作用や低温環境により、通常の津波よりもさらに被害を拡大し、国民の生命・財産に甚大な損害を与える可能性がある。現実には、津波により海水が遡上し、建築物等が損壊した事例が報告されている。</li> <li>根室沖で M7.8～8.5 の地震が 30 年以内に発生する確率は 80% とされており、(R3 年 1 月、地震調査委員会) 積雪期に地震に伴う津波災害が発生する可能性は十分想定される。</li> <li>このような災害から、国民の命と暮らしを守るため、極端化する雪氷災害に対応した防災・減災技術の開発は喫緊の課題である。</li> <li>「国土の長期展望（最終とりまとめ）」(R3 年 6 月) では、国土形成計画 (H27 年 8 月) 策定後の、我が国の持続可能性を脅かしかねない急激な状況の変化の一つに、自然災害の激甚化・頻発化が挙げられている。</li> <li>「国土強靱化基本計画」(H30 年 12 月) においては、大規模自然災害に対する防災・減災における研究開発・普及・社会実装を推進することが謳われている。</li> <li>「第 5 次社会資本整備重点計画」(R3 年 5 月) では防災・減災が主流となる社会の実現や、インフラ分野の DX が重点目標に設定されており、これらに資する研究開発が求められている。</li> <li>「大雪時の道路交通確保対策・中間とりまとめ」(H30 年 5 月) では、これまでの通行止めを回避するという考え方から「道路ネットワーク機能への影響を最小化」を目標とすることに転換。さらに R3 年 3 月改定では、「躊躇ない通行止めを行う」ところまで踏み込んでいる。</li> <li>その一方、北海道開発局内の道路事務所長へのヒアリングでは、暴風雪など冬期の極端気象時において通行規制を行うタイミングに苦慮しており、判断材料となる指標・情報へのニーズが高い。</li> <li>北海道総合開発計画 (H28 年 3 月) では「強靱な国土づくりへの貢献と安全・安心な社会基盤の形成」と、そのための「冬期災害への対応」が主要施策の具体的方向性として明記されている。</li> <li>さらに、北海道総合開発計画中間点検 (R3 年 3 月) においても、北海道ではマイナス 20 を下回る低温や積雪、風雪、流水等により被害が増大する積雪寒冷地特有の課題があることも踏まえ、様々な観点から防災・減災、国土強靱化のための取組を強力に推進することが必要と述べられている。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>極端な冬期気象イベント（暴風雪、積雪期の大雨等）時の、雪氷災害発生危険度を把握・予測する技術を開発することで、冬期道路管理の判断を支援し、暴風雪災害や雪崩災害の被害軽減に寄与する。</li> <li>暴風雪・大雪時において、気象の現況・予測値と過去の暴風雪・大雪による道路雪氷災害のアーカイブから類似事例を抽出する技術を開発することで、冬期道路管理の判断に資する。</li> <li>数値解析による防雪柵の性能評価手法の標準化を図ることにより、防雪柵の防雪効果の評価・比較の信頼性を高め、効果的な防雪柵整備に寄与する。</li> <li>防雪林の樹種構成の変更や複合的施設配置など、新たな防雪林の構造を提案することで、防雪機能の確</li> </ul>		

	<p>保・向上を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>海水を伴う津波が沿岸構造物に及ぼす外力及び海水の広域的な挙動の解明により、沿岸構造物の設計や配置計画、国や自治体の防災・減災対策等に寄与する。</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路条件や風向などを考慮した道路上の吹雪視程予測手法を開発し、暴風雪時の判断支援システムのプロトシステムを開発し、道路管理者を対象に試行運用する。</li> <li>積雪期の大雨や急激な気温上昇時における、斜面積雪および雪崩に伴う土砂の安定性評価手法、ならびに事前通行規制の判断を支援する手法を検討する。</li> <li>暴風雪・大雪時の災害デジタルアーカイブの作成と、気象の現況および予測値から過去の暴風雪・大雪の類似事例を抽出し、これらの災害履歴や予測情報を道路管理に活用する方策の検討を行う。</li> <li>数値解析により吹きだまり等を再現する手法の検討と、防雪柵の性能評価手法の標準化を検討する。</li> <li>北海道開発局が管理する一般国道の吹雪対策の整備・管理に用いられている「道路吹雪対策マニュアル」の改訂を行う。</li> <li>防雪林の樹種構成の変更や複合的施設配置による防雪機能確保・向上手法を検討し、柔軟な設計手法を提案し、技術資料にとりまとめる。</li> <li>漁港や小規模港湾全域程度の範囲でアイスジャム等の形成を予測可能とするため、氷の離散体特有の挙動を、高速かつ高精度に再現できる海水等の漂流物を伴う津波の数値解析手法を開発する。</li> <li>防波堤や護岸、臨海部の避難施設や、石油タンクなどの重要構造物、及びその防護工、海岸堤防・防潮堤など多様な沿岸構造物の設計法や安全性評価手法を構築する。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	極端化する雪氷災害の被害軽減に資する技術の開発	(1) 極端気象時の冬期道路管理判断支援技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路上の吹雪障害の発生危険度を提供するシステムの試行運用。雪崩災害に対する道路管理の判断支援手法の開発</li> <li>極端気象時の道路管理者の判断支援に活用</li> </ul>
		(2) 暴風雪を考慮した吹雪対策施設の性能評価と防雪機能確保技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>「道路吹雪対策マニュアル」への反映</li> <li>吹雪対策施設の整備予定区間における防雪効果の事前評価</li> <li>防雪林を管理する現場への適用</li> </ul>
		(3) 積雪寒冷地沿岸部における津波防災・減災技術の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>面的・広域的な防災・減災対策（設計・配置計画等）へ寄与</li> <li>海水により構造物に作用する外力の算定法を、設計マニュアル等改訂時に提案</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究成果については、「道路吹雪対策マニュアル」など技術基準へ反映するものであり、民間での実施にそぐわない。</li> <li>防雪施設の整備計画や、道路管理の技術的支援および効率化に繋がる研究であり、道路事業と密接な関係があることから、土研で実施すべき研究である。</li> <li>吹雪対策や道路の雪崩対策に関する研究は、国総研では実施されていない。</li> <li>土研は吹雪対策施設の防雪機能について公正中立な評価を行うことが可能である。</li> <li>寒冷海域における沿岸環境や氷海工学に関する豊富な研究実績や知見を有する土研が実施すべき研究である。</li> <li>上記により、社会基盤の整備に関連する研究を担う唯一の国立研究開発法人である土木研究所での実施が適当である。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査や既往資料、気象データ提供、吹雪時の視程予測情報提供システムの試行等について、北海道開発局と連携して研究を実施する。</li> <li>国総研がとりまとめている「大雪による大規模な道路交通障害の防止・軽減に向けた研究の全体像」に国の機関における役割分担が定められており、土研は当該分野の研究を分担している。</li> <li>学会等を通じて関連研究を実施している機関と情報交換や連携を図り、効果的に研究を遂行する。</li> </ul>		



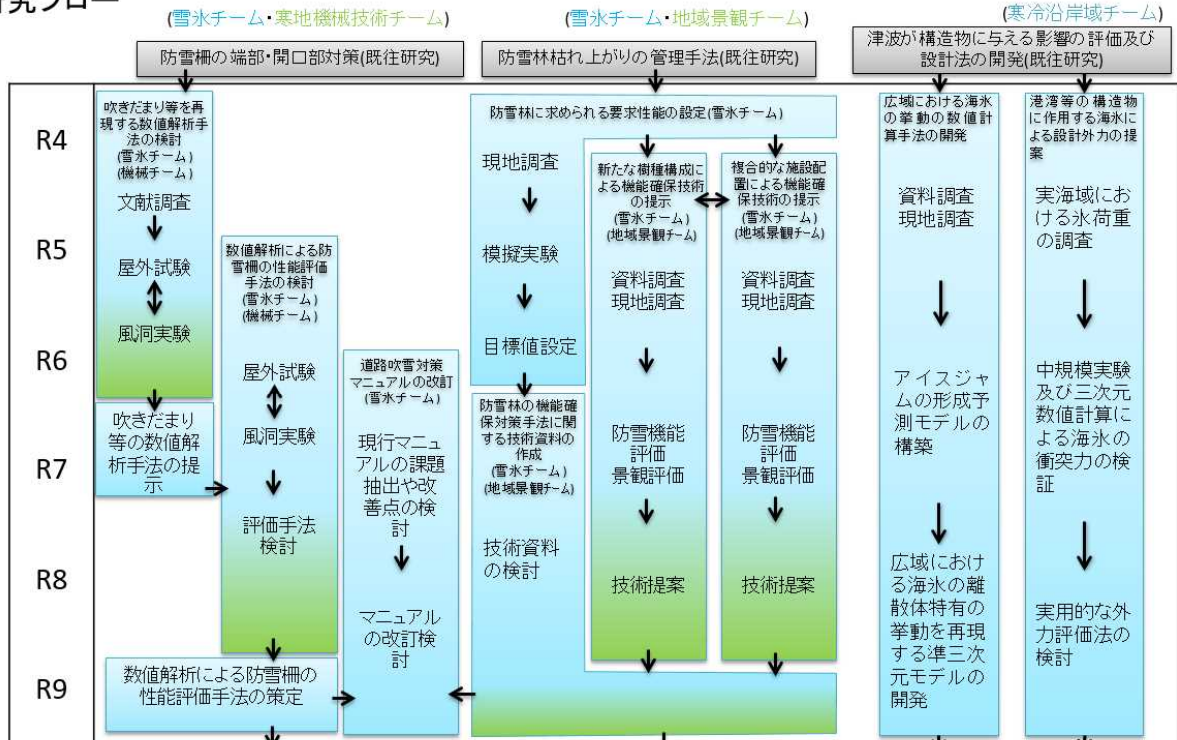
## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー



## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー



研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 1 月 31 日作成

研究責任者：橋梁構造研究グループ長

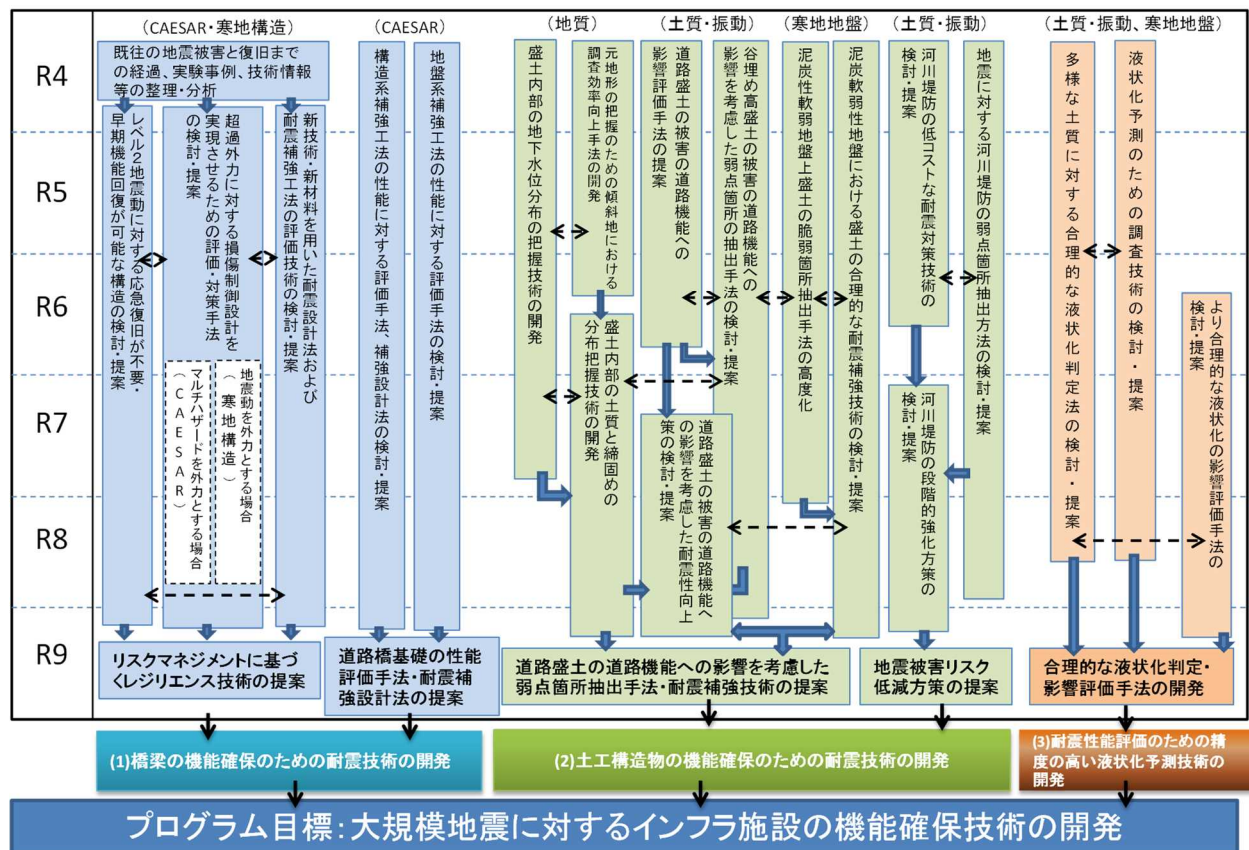
令和 年 月 日修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	A14 大規模地震に対するインフラ施設の機能確保技術の開発		研究開発テーマ A 自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度		分科会 構造・材料系
プログラムリーダー	橋梁構造研究グループ長		R4 年度予算額 (累計予算額) 2.5 億円 [調整中] (2.5 億円)
担当	地質・地盤研究 G	土質・振動 T、地質 T	
	橋梁構造研究 G	耐震担当、下部構造担当	
	寒地基礎技術研究 G	寒地構造 T、寒地地盤 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・南海トラフの巨大地震、首都直下地震等、人口及び資産が集中する地域で大規模地震発生の切迫性が指摘され、これらの地震による被害の防止、軽減は喫緊の国家的課題となっている。</li> <li>・東日本大震災(H23)、熊本地震(H28)の教訓の 1 つとして、従来の経験や想定を大きく超える規模の災害の発生や地震・津波などの複合（マルチ・ハザード）災害に対する備えが不可欠となっている。</li> <li>・政府全体として「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策」(R2.12)に取り組んでいる他、国土交通省では強靱で信頼性の高い国土幹線道路ネットワークの構築により、「発災後概ね 1 日以内に緊急車両の通行を確保し、概ね 1 週間以内に一般車両の通行を確保する」ことを目標としている。人命の保護、重要機能の維持、被害の最小化、迅速な復旧を目指したハード・ソフト対策の本格取組みがスタートしており、必要な技術開発が求められている。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の経験を超える大規模地震や地震後の複合災害への備えが求められており、大地震発災後の救命・救助活動、被災地への広域的な物資輸送、経済産業を支えるサプライチェーンの回復等の社会機能維持のために必要なインフラ施設の耐震技術を開発する。</li> <li>・橋梁、土工構造物について、弱点箇所を抽出するための耐震性能評価手法を開発するとともに、地震動による被害を最小化するための耐震補強技術を開発する。また、想定を上回る外力を受けた場合も、致命的な被害に至りにくく、速やかな応急復旧が可能となる構造を実現する。</li> <li>・東日本大震災、北海道胆振東部地震を受けて、継続的に解決が必要な課題として液状化評価法の高度化が求められており、液状化による構造物への影響を考慮した地盤の液状化評価法の高精度化を図る。</li> <li>・これらの技術開発成果の実用化と基準類への提案を通じた社会実装により、来る大規模地震に対する被害の軽減、最小化を目指す。</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁について、レベル 2 地震動に対して応急復旧が不要、あるいは早期機能回復が可能となる設計法や、超過外力に対する復旧まで考慮した新技術・新材料の耐震性能評価手法の提案、損傷制御設計を実現させるための評価、対策手法を開発する。また、橋梁基礎について、構造系補強工法に関する性能検証法、補強設計法を提案するとともに、地盤系補強工法に関する性能検証法を提案する。</li> <li>・土工構造物の変状による道路機能への影響を明らかにし、対策すべき変状形態を明確にした上で、道路機能への影響を考慮した弱点箇所抽出技術、道路機能への影響を軽減する対策手法の提案を行う。また、河川堤防については、地震に対する被害リスクを戦略的に低減する方策を提示することを目的とし、地震に対する堤防の被害リスク評価手法、耐震対策技術、段階的強化等の方策について検討を行う。</li> <li>・地盤の液状化に関する地盤調査法、判定法、各種構造物への影響評価法について、体系的な見直しを行い、一連の予測技術としての精度向上を図る。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	大規模地震に対する道路・河川構造物の機能確保技術の開発	(1) 橋梁の機能確保のための耐震技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書、補修補強便覧への反映の提案</li> <li>・既設道路橋の性能評価・補修補強に関する技術資料（マニュアル等）のとりまとめ、基準類への反映の提案</li> <li>・技術指導等を通じた耐震対策事業への活用の提案</li> </ul>



		(2) 土工構造物の機能確保のための耐震技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路土工指針、泥炭性軟弱地盤対策工マニュアルの改訂への反映の提案</li> <li>・河川構造物の耐震性能照査指針、点検・対策マニュアルの改訂への反映の提案</li> <li>・技術指導等を通じた耐震対策事業への活用の提案</li> </ul>
		(3) 耐震性能評価のための精度の高い液状化予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書、道路土工指針、河川構造物の耐震性能照査指針の改訂への反映の提案</li> <li>・技術指導等を通じた耐震対策事業への活用の提案</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本研究で対象とするインフラ施設の機能確保のための耐震技術に関連して、国（国総研）では道路・河川構造物に対する耐震要求性能、要求水準の設定、地震・津波ハザードの評価を担当するのに対して、土研では、これを実現するために必要とされる盛土、橋梁、河川堤防の耐震性能・対策技術の評価・検証技術、液状化に対する判定技術の開発を担当する。</li> <li>・民間では地震に対する性能や対策技術の水準策定や評価・検証技術に関する研究は行われていない。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国（国総研）は道路・河川構造物に対する耐震要求性能、要求水準の設定、地震・津波ハザードの評価を担当する。</li> <li>・国土交通省で実施する地震関連施策、技術基準の策定、改訂に対し、国総研との連携を踏まえ、開発技術がこれらの施策、技術基準に反映されることを目指す。また、現場における情報や開発技術の現場への適用等に関して地方整備局等と連携等を行う。</li> <li>・研究成果の最大化を図るために、大学、関係道路会社、民間等と共同研究、連携等を行う。</li> </ul>		

研究フロー



研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和4年2月3日 作成

研究責任者：河川総括研究監

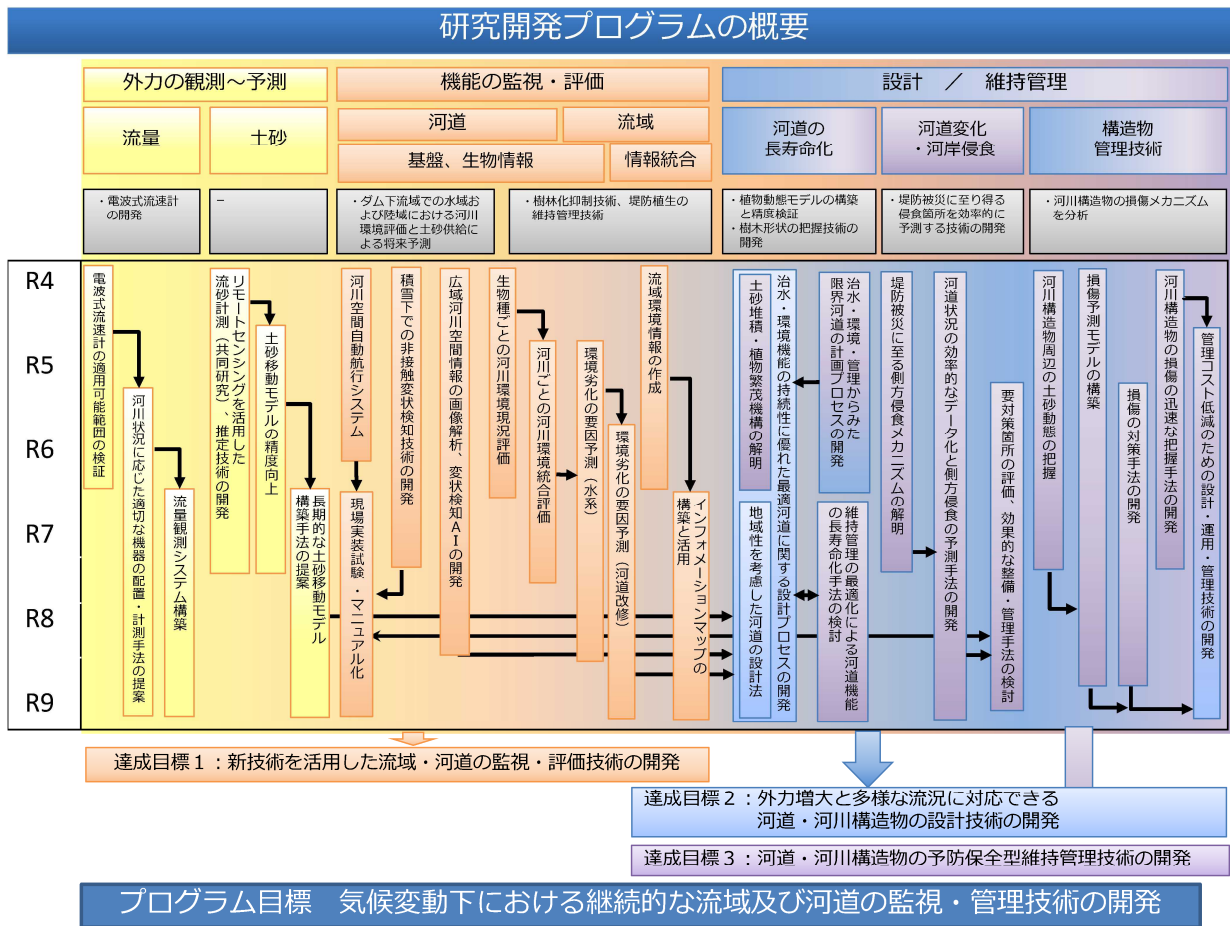
令和 年 月 日 修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	B21 気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発	研究開発テーマ	B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	河川系
プログラムリーダー	河川総括研究監	R4 年度予算額 (累計予算額)	2.7 億円 [調整中] (2.7 億円)
担当	水環境研究 G	河川生態 T、自然共生研究 C	
	水工研究 G	水理 T、水文 T	
	寒地水圏研究 G	水環境保全 T、寒地河川 T	
	技術開発調整監	寒地機械技術 T	
研究の背景・必要性	<p>1. 気候変動下における外力の増大と流域治水への転換</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高い確信度で水害の頻発が予測されており、治水施設の強化と施設能力を超える外力に対する減災の工夫が求められた&lt;気候変動適応計画(H30.11)&gt;</li> <li>気候変動に伴う降雨量、流量の変化倍率と洪水発生頻度の変化が示され、これらを治水計画に反映する際のシナリオと留意点が示された&lt;気候変動を踏まえた治水計画のあり方(提言)(R3.4改訂)&gt;</li> <li>水災害対策については、流域全体を俯瞰し、ハザード・暴露・脆弱性への対応を総合的、多層的に行い、流域治水への転換を図ることが示された&lt;気候変動を踏まえた水災害対策のあり方(答申)(R2.7)&gt;</li> <li>R7年度まで激甚化する風水害等への対策として流域治水を加速、また、予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けて河川管理施設の高度化・効率化対策を加速&lt;防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策(R2.12)&gt;</li> </ul> <p>2. 1 持続可能な社会基盤整備の推進 - 維持管理の容易な流域・河道整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能なインフラメンテナンスの実現&lt;第5次社会資本整備重点計画(R3.5)&gt;</li> <li>メンテナンスサイクルの構築による安全・安心の確保とトータルコストの縮減・平準化の両立&lt;第4期国土交通省技術基本計画(H29.3)&gt;</li> <li>適応策自体が環境に負荷を与えないように自然環境の保全・再生・創出に配慮&lt;気候変動適応計画(H30.11)&gt;</li> </ul> <p>2. 2 持続可能な社会基盤整備の推進 - 豊かで活力ある持続可能な生活の実現</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能で暮らしやすい地域社会の実現&lt;第5次社会資本整備重点計画(R3.5)&gt;</li> <li>持続可能な都市及び地域のための社会基盤整備 美しい景観、良好な環境形成、自然環境の再生等&lt;第4期国土交通省技術基本計画(H29.3)&gt;</li> <li>防災・減災とまちづくり、地域づくりとの連携が重要&lt;気候変動適応計画(H30.11)&gt;</li> <li>地域資源を活用した持続可能な地域づくり&lt;環境基本計画(H30.4)&gt;</li> <li>平時にも有効に活用される対策、地域特性に応じた環境との調和、景観の維持、GIの活用が重要&lt;国土強靱化基本計画(H30.12)&gt;</li> </ul> <p>3. DXに資する省人化・省力化の流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人を主役としたIoT、AI、ビッグデータの活用&lt;第4期国土交通省技術基本計画(H29.3)&gt;</li> <li>インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション(DX)の推進&lt;第5次社会資本整備重点計画(R3.5)&gt;</li> <li>3D河川管内図がR7年目途に実装予定。流域治水のDXによる推進の方針&lt;R4年度予算概算要求&gt;</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在、十分に把握できていない河川・流域の状態を、省人化・省力化を念頭に監視できる技術を開発し、さらに、取得したデータと直轄河川で整備予定の3D河川管内図での河道形状データを最大限活用して分析して状態を適切に評価し、気候変動下で増大・多様化する外力に対してレジリエントで環境と調和できる河道、河川構造物の設計技術の開発が求められている。</li> <li>また、気候変動下で今後進展が予想される流域治水への反映を念頭に、流域を適切に評価する技術開発を行うことが大切である。</li> <li>より具体的な研究目的を河道と河川構造物に分けて以下に記載する。</li> <li>気候変動下で外力が増大すると、現在行われている河道掘削の規模が大きくなり、地形、環境、維持管理面から持続不可能な河道に改変される恐れがある。したがって、持続可能性という観点から最大限河</li> </ul>		

	<p>道掘削が可能な断面（限界河道）を明確にすることが必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・また、限界河道に達しない多様な流況においても、河床洗堀、土砂堆積や樹林化、自然生態系の保全、水辺利用空間や防災空間としての役割を担う河道設計手法の確立、そして、その後の予防保全型の管理手法の構築が必要である。</li> <li>・さらに、流量増大・多様化に伴う河岸侵食への懸念に対応するため、河岸侵食のリスクの高い箇所を抽出し、事前に対処する技術の開発も求められている。</li> <li>・極端現象の増加及びダム再生・事前放流の積極活用に伴う洪水流量及び土砂流出量の発生、並びに、その頻度の増加が懸念されており、河川構造物では、土砂等による損傷等による被災リスクが高まり、損傷自体やこれに伴う補修の長期化等により、施設の機能が安定して発揮されない恐れがある。</li> <li>・河川構造物が長期にわたり河道や施設の機能を維持させて発揮するには河川構造物を安定させるための予防保全型の管理技術が必要である。</li> </ul>										
研究概要	<p>(1) 新技術を活用した流域・河道等の監視・評価技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流量、土砂、河道、流域に関する監視能力を高め、状態を治水・環境の両面から評価できる技術の開発を行う。</li> <li>・具体的には河道の計画・設計、流域治水、予防保全型管理に反映するためのデータの取得、分析、評価の技術を省人化、省力化の視点（3D 河道データを含む DX の活用）を踏まえ開発する。また、流域の地形、土地利用、環境等の監視技術の開発においては流域治水の整備メニューの配置等への活用を念頭に置き研究を実施する。</li> </ul> <p>(2) 外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動下で増大・多様化する外力を想定し、この想定外力に対応可能な河道及び河川構造物の設計技術の開発を行う。</li> <li>・河道の設計では最大河道掘削断面となる限界河道を明らかにする技術を提示し、さらに、限界河道に達しないまでも、これに近い河道掘削を行う場合の治水、環境が両立できる設計技術を開発する。</li> <li>・また、出水の度に河道が変化する河川急流区間において、予測に基づいた計画的・段階的な整備を支援する技術を提供する。</li> <li>・堰・床固めなどの河川構造物を対象に、河川構造物周辺を含めた土砂の流下に伴う損傷予測モデルを構築し、損傷の迅速な把握手法とその対策手法を開発する。</li> <li>・なお、上記検討に際しては(1)で得られた流砂、河道、植生、生物等の情報を活用し、増大・多様化する外力に対してより適切な設計技術となるよう工夫を行う。</li> </ul> <p>(3) 河道・河川構造物の予防保全型維持管理技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・(1)の監視技術を駆使し、河道及び河川構造物を対象として、機能が低下する状態を察知して予防保全的に適時・効果的な機能確保を図る維持管理技術を開発する。</li> <li>・河道については河床洗堀、土砂堆積や樹林化の兆候を見逃さず早い段階で手当てを行うことによる安定的な河道の長寿命化を図る技術を開発するとともに、河道内工作物の予防保全に資する情報の活用を図る。</li> <li>・河川構造物については、機能を発揮する期間をより長く、補修等で機能を発揮できない期間をより短くすることを目指して、建設から維持管理までのトータルコストを低減できる河川構造物の維持管理技術を開発する。</li> </ul>										
プログラム目標と達成目標の関係	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="357 1559 715 1597">プログラム目標</th> <th data-bbox="715 1559 1062 1597">達成目標</th> <th data-bbox="1062 1559 1414 1597">成果の普及・反映</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="357 1597 715 2045" rowspan="2">気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発</td> <td data-bbox="715 1597 1062 1749">(1) 新技術を活用した流域・河道等の監視・評価技術の開発</td> <td data-bbox="1062 1597 1414 1749">・河川砂防技術基準（調査編）河川整備計画、大河川における多自然川づくり QA 等への反映を予定している。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1749 1062 2045">(2) 外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発</td> <td data-bbox="1062 1749 1414 2045">・河川砂防技術基準（計画編）河道計画検討の手引き、大河川における多自然川づくり QA 等への成果の記載、かわまちづくり等具体的事業への反映を予定している。 ・多自然川づくりアドバイザー制度により災害復旧時の技術指導</td> </tr> </tbody> </table>	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映	気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発	(1) 新技術を活用した流域・河道等の監視・評価技術の開発	・河川砂防技術基準（調査編）河川整備計画、大河川における多自然川づくり QA 等への反映を予定している。	(2) 外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発	・河川砂防技術基準（計画編）河道計画検討の手引き、大河川における多自然川づくり QA 等への成果の記載、かわまちづくり等具体的事業への反映を予定している。 ・多自然川づくりアドバイザー制度により災害復旧時の技術指導		
プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映									
気候変動下における継続的な流域及び河道の監視・管理技術の開発	(1) 新技術を活用した流域・河道等の監視・評価技術の開発	・河川砂防技術基準（調査編）河川整備計画、大河川における多自然川づくり QA 等への反映を予定している。									
	(2) 外力増大と多様な流況に対応できる河道・河川構造物の設計技術の開発	・河川砂防技術基準（計画編）河道計画検討の手引き、大河川における多自然川づくり QA 等への成果の記載、かわまちづくり等具体的事業への反映を予定している。 ・多自然川づくりアドバイザー制度により災害復旧時の技術指導									

			にも反映を予定している。
		(3) 河道・河川構造物の予防保全型維持管理技術の開発	・河川砂防技術基準（維持管理編）河川構造物の損傷対策への支援、河川・ダムにおける点検要領への反映を予定している。
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量、土砂、河道の監視・評価技術、持続可能な河道・河川構造物管理の開発は民間では未着手の分野が多く、実施が困難であり、また、研究成果が「河川砂防技術基準」等に反映されることから、公正・中立的な立場である土木研究所が実施する必要がある。</li> <li>・国の政策に直接かかわる技術開発であり、国土技術政策総合研究所、国土交通本省とも密接に関連して研究を行いながら、具体的な技術開発に関しては土研が中心的な役割を担って研究を進める必要がある。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国総研河川部とは密に連携を図り、研究開発を行うとともに、社会実装方法についても本省関係各課とも情報交換を行いながら実施していく。</li> <li>・学術研究で詳細な検討を行う部分については適宜関係学会等と連携して研究を進める他、テキストの発刊、講習会・研修会の実施についても適宜協働する。</li> </ul>		

研究フロー



研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 1 月 31 日作成

研究責任者：道路技術研究グループ長

令和 年 月 日修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	B22 社会インフラの長寿命・信頼性向上を目指した更新・新設に関する研究開発	研究開発テーマ	B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度	分科会	構造・材料系
プログラムリーダー	道路技術研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	4.0 億円 [調整中] (4.0 億円)
担当	地質・地盤研究 G	地質 T、土質・振動 T、施工技術 T	
	道路技術研究 G	舗装 T	
	橋梁構造研究 G	特命事項担当	
	材料資源研究 G	資源循環担当、先端材料・高度化担当	
	寒地保全技術研究 G	耐寒材料 T	
	寒地基礎技術研究 G	寒地地盤 T	
研究の背景・必要性	<p>・我が国の財政状況は依然として厳しいが、一方で昨今の豪雨災害などにより安全・安心な国土形成を求める声は高まっている（「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策」など）。</p> <p>・こうした背景から社会インフラの更新・新設はより効率的・合理的に行われなければならない。</p> <p>・我が国にはすでに膨大な量の社会資本ストックが存在し、その整備や維持管理等を通じて得られた知識を活かすことで今後更新・新設する社会インフラを長寿命化することが必要である。</p> <p>・そのためには過去の供用実績により判明した新たな破壊・損傷メカニズムを考慮した新設・更新手法を構築するとともに、さらなる長寿命化に寄与する新材料・新工法の開発・活用が肝要である。</p> <p>・一方、平成 28 年に発生した福岡地下鉄工事による道路陥没事故を契機に地質・地盤リスクが注目されるようになり、社会インフラの更新・新設を行うにはライフサイクルでのインフラの信頼性を向上させる対応も考慮する必要がある。</p> <p>・そのためには施工直後の高耐久性を実現するだけでなく、管理や修繕のしやすさといった全体を俯瞰した更新・新設時における設計思想を実現することが肝要である。</p> <p>各構造物等の更新・新設における課題は以下のとおり。</p> <p>・橋梁においては、従来の二次元での設計・解析手法では正確な挙動の把握ができないことが分かってきており、3次元解析技術などを活用することで、3次元的な挙動を適切に考慮できる設計手法や構造ディテールの検討が必要となる。</p> <p>・舗装においては、点検要領に基づく取り組みの結果、道路ネットワーク全体の最適な管理のためには浸透水などに起因する早期劣化に対応する必要があることが明確となった。</p> <p>・道路土工構造物については、地質・地盤リスクといった不確実性を前提とした性能評価技術を提案することで、より効率的な管理に繋がる設計法・評価法の確立が必要である。また、寒冷地においては凍結融解による影響も考慮する必要がある。</p> <p>・下水道施設では、陥没事故に繋がる管渠の老朽化への対応が喫緊の課題であり、劣化メカニズムの解明とそれに基づく防食などの劣化対策技術、対策技術の経年的な性能評価手法の確立が必要である。</p> <p>・コンクリートは、厳しい気象・使用環境に曝されることで表層から劣化が進むため、その品質向上と評価の手法を確立することによる一層の長寿命化が必要である。</p>		
研究目的	<p>・社会インフラの更新・新設において、より長寿命な構造物への転換、道路ネットワーク全体のライフサイクルを通してのインフラの信頼性向上を図るため、以下の方針に基づき各構造物等における技術的課題を解決する。</p> <p>1) 新たに解明した破損・損傷メカニズムに対応し(設計等にフィードバックして)、より長寿命な構造物への更新・新設を実現する</p> <p>2) 想定通りの破損・損傷メカニズムに対しても、破損・損傷の実態から材料や施工などの弱点を明確にし、新たな材料・施工技術により、より長寿命な構造物への更新・新設を実現する</p> <p>3) 地質・地盤リスク(特に土工構造物を構築・管理する上での前提条件の不確実性)に適切に対応し、計画から管理までを見通したインフラの信頼性向上を図る</p>		

<p>研究概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁分野においては、3次元的な挙動に基づく損傷の実態やそのメカニズムを踏まえ、より信頼性が高く合理的な橋構造を実現するための3次元挙動を適切に考慮した信頼性の高い橋構造の設計手法を開発する。</li> <li>・舗装分野においては、従来の設計では想定していなかった破損・損傷メカニズムによる早期劣化に対応した修繕時の設計法を確立するとともに、予防保全に資する工法の実用化を図る。</li> <li>・土工分野においては、地質・地盤リスクの評価手法を確立し、斜面管理等の合理化を図るとともに、寒冷地においては凍結融解による影響を考慮した土工構造物の計画から管理までを見通したインフラの信頼性を向上するマネジメント手法を構築する。</li> <li>・下水道分野においては、下水処理場における有機酸等のコンクリートに与える影響を評価し必要な対策を提案するとともに、下水道管渠における補修・補強工法の長期的な性能が評価できる手法を開発する。</li> <li>・コンクリートについては、その品質向上を図るため初期欠陥の防止対策を提案するとともに品質評価手法を確立する。</li> </ul>		
<p>プログラム目標と達成目標の関係</p>	<p>プログラム目標</p> <p>より長寿命な構造物への更新・新設および施工から管理までのプロセスを想定したインフラの信頼性を向上する技術の開発</p>	<p>達成目標</p> <p>(1) 新たに解明した破損・損傷メカニズムに対応した構造物の更新・新設技術の開発</p> <p>(2) 破損・損傷の実態を考慮した、より長寿命な構造物への更新・新設を実現する新材料・新工法の開発</p> <p>(3) 地質・地盤リスクに適切に対応し、計画から管理までを見通したインフラの信頼性を向上させる技術の開発</p>	<p>成果の普及・反映</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路土工構造物技術基準（国土交通省）および解説図書への反映の提案</li> <li>・地方整備局・地方自治体における土工構造物の新設・更新現場での試行の提案</li> <li>・舗装の構造に関する技術基準（国土交通省）に関連する解説図書への反映の提案</li> <li>・地方整備局・地方自治体における舗装の新設・更新現場での試行の提案</li> <li>・下水道施設計画・施工指針、ガイドライン（日本下水道協会）等への反映の提案</li> <li>・道路橋示方書等（国土交通省）への反映の提案</li> <li>・新設橋梁に関する開発技術の地方整備局・地方自治体の現場での試行の提案</li> <li>・関連する設計施工指針等（北海道開発局等）への反映の提案</li> <li>・関連する施工管理基準等（北海道開発局等）への反映の提案</li> <li>・新設橋梁に関する開発技術の地方整備局・地方自治体の現場での試行の提案</li> <li>・道路土工構造物技術基準（国土交通省）および解説図書への反映の提案</li> <li>・地方整備局等における土木構造物の地質・地盤リスクに対する技術的支援</li> <li>・地方整備局等における道路の維持管理に対する技術的支援</li> </ul>

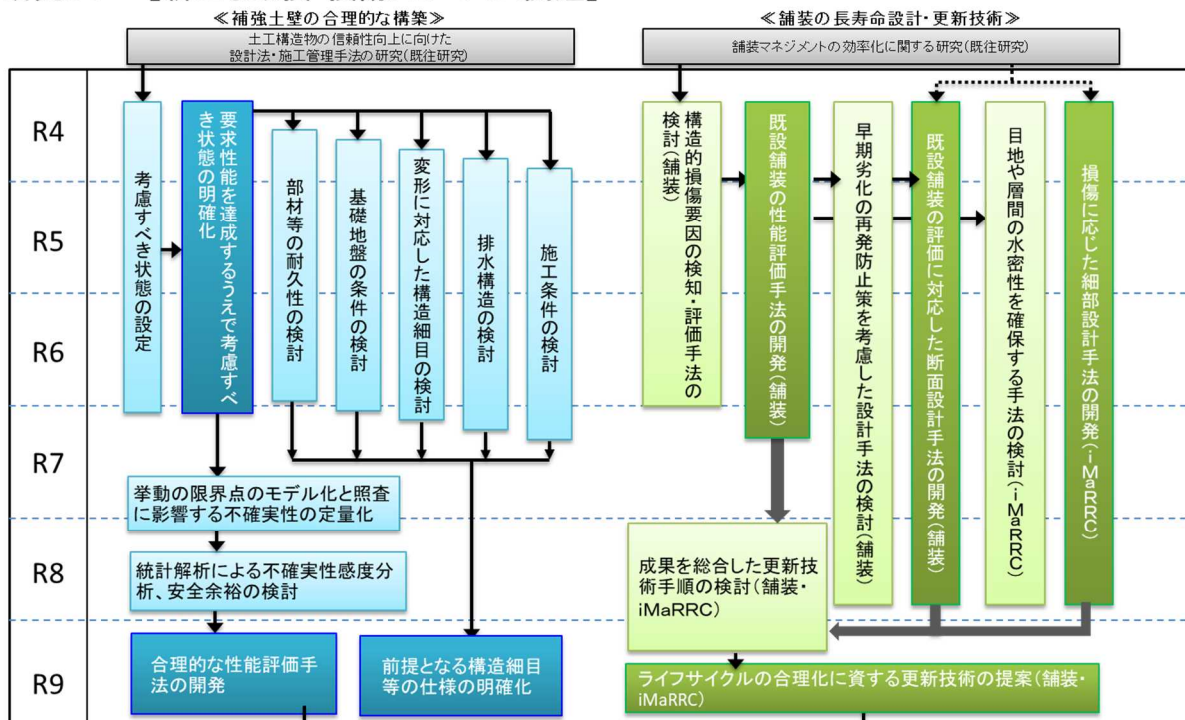


土研実施の 妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本プログラムの遂行に当たっては、実際の橋梁、舗装、土工等を想定した大型供試体を用いた高度に専門的な実験を行う必要があり、こうした大型実験施設を有する土木研究所で実施することが妥当である。</li> <li>・国総研では行政ニーズを受けて構造物の更新・新設に関する技術基準の策定・見直しを担当し、土木研究所では新たな更新・新設手法の開発など、技術基準の根拠となる技術的知見を構築する。</li> <li>・民間開発技術の普及については、種々の技術の妥当性の比較や評価手法の開発など各分野において専門知識を有し、かつ中立的な研究機関である土木研究所で行うことが妥当である。</li> </ul>
他機関との連 携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各構造物の要求性能の設定に係る事項や、技術基準をサポートする技術指針類の整備を含め、国総研との連携を従来通り行う。</li> <li>・更新・新設に係る新たな材料・施工技術の開発については、必要に応じて共同研究を実施するなど民間と連携する。</li> <li>・更新・新設に係る基礎的な現象解明や解析技術、設計法の開発については、必要に応じて大学などの研究機関と連携する。</li> </ul>

研究フロー

研究開発プログラムの概要

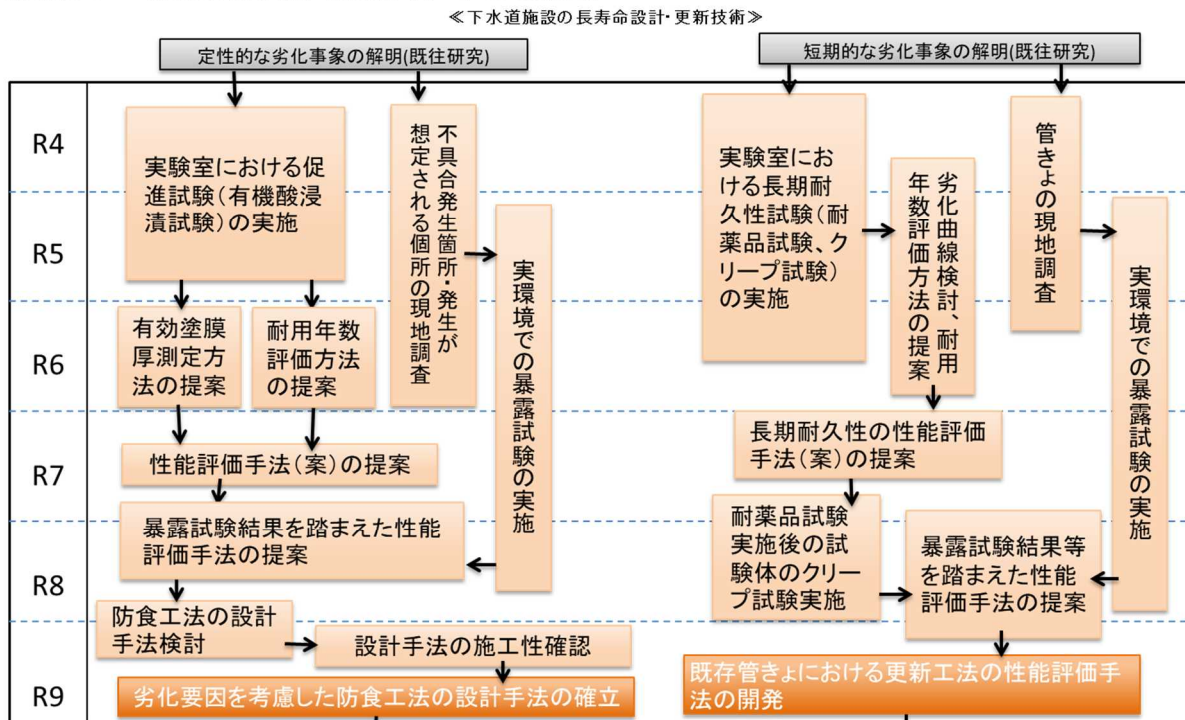
研究フロー【新たな破損・損傷メカニズム関連】



達成目標(1): 新たに解明した破損・損傷メカニズムに対応した構造物の更新・新技術の開発  
 プログラム目標: より長寿命な構造物への更新・新設および施工から管理までのプロセスを想定したインフラの信頼性を向上する技術の開発

研究開発プログラムの概要

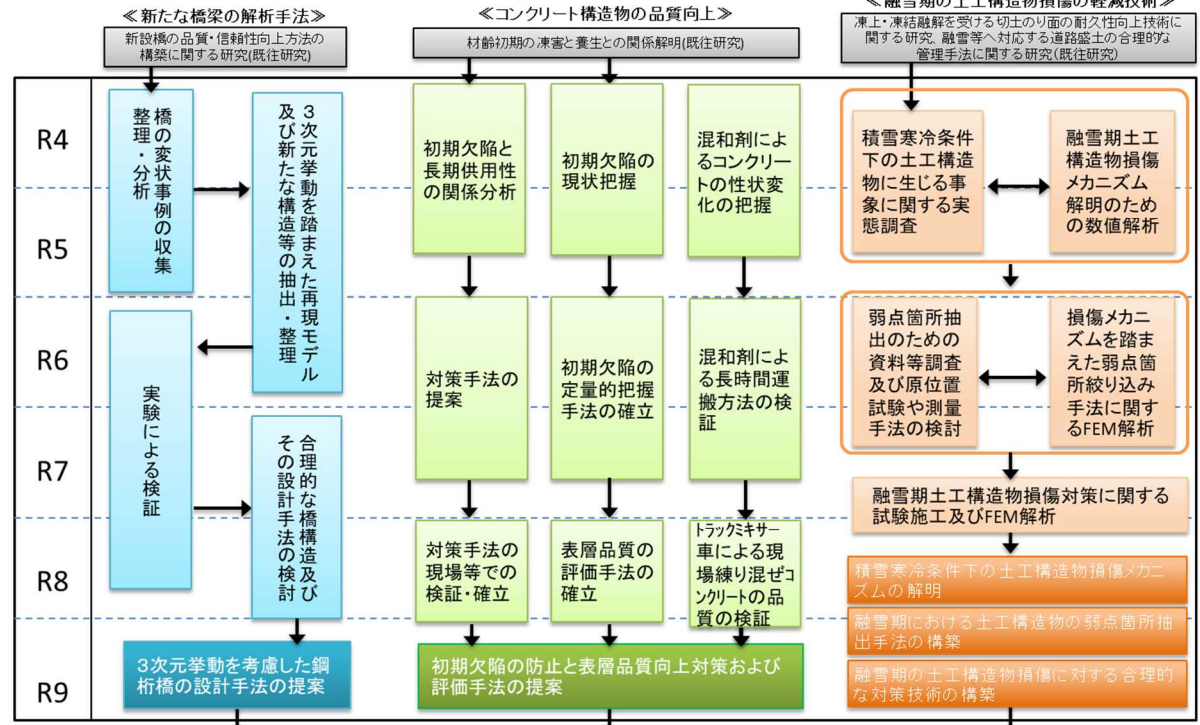
研究フロー【新たな破損・損傷メカニズム関連】



達成目標(1): 新たに解明した破損・損傷メカニズムに対応した構造物の更新・新技術の開発  
 プログラム目標: より長寿命な構造物への更新・新設および施工から管理までのプロセスを想定したインフラの信頼性を向上する技術の開発

## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー【新材料・新工法の開発関連】

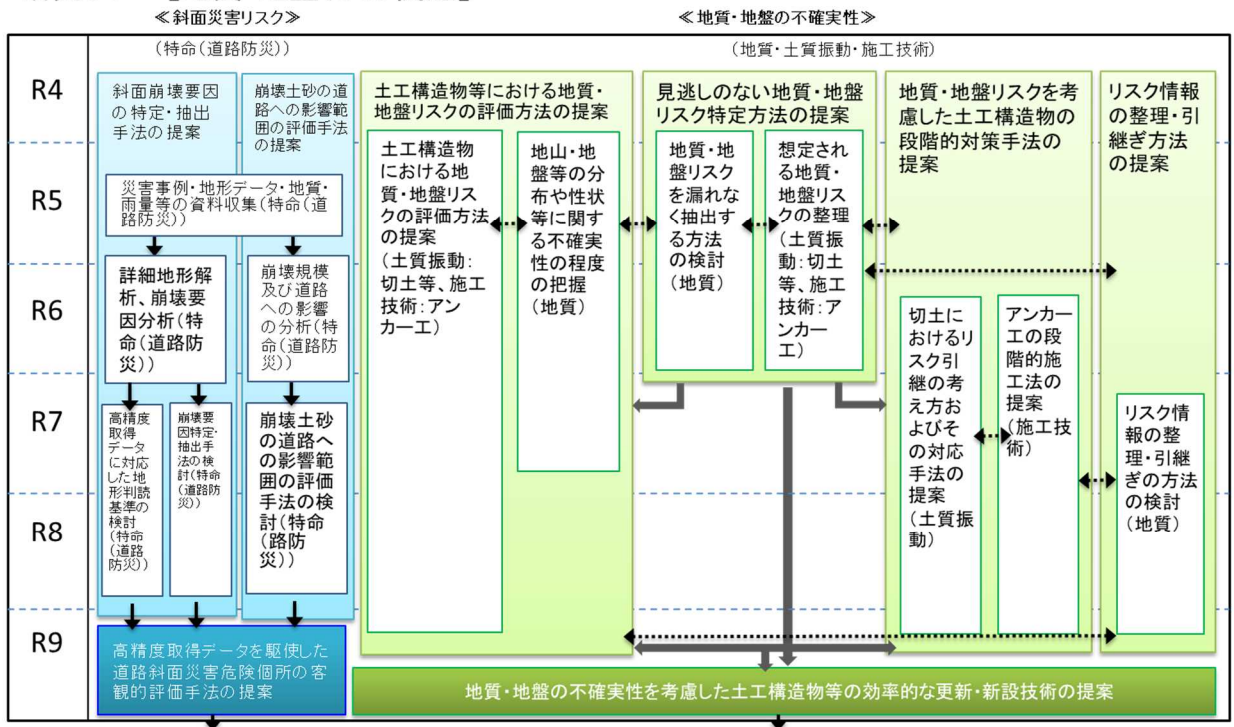


達成目標(2)：破損・損傷の実態を考慮した、より長寿命な構造物への更新・新設を実現する新材料・新工法の開発

プログラム目標：より長寿命な構造物への更新・新設および施工から管理までのプロセスを想定したインフラの信頼性を向上する技術の開発

## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー【地質・地盤リスク関連】



達成目標(3)：地質・地盤リスク(特に土工構造物を構築・管理する上での前提条件の不確実性)に適切に対応し、計画から管理までを見通したインフラの信頼性を向上させる技術の開発

プログラム目標：より長寿命な構造物への更新・新設および施工から管理までのプロセスを想定したインフラの信頼性を向上する技術の開発

研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 1 月 31 日作成

研究責任者：道路構造物総括研究監

令和 年 月 日修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	B23 構造物の予防保全型メンテナンスに資する技術の開発	研究開発テーマ	B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度	分科会	構造・材料系
プログラムリーダー	道路構造物総括研究監	R4 年度予算額 (累計予算額)	4.8 億円 [調整中] (4.8 億円)
担当	橋梁構造研究 G	管理システム・下部構造担当、補修技術・耐震技術担当、予測評価・上部構造担当、検査技術・コンクリート構造物担当、特命事項担当	
	材料資源研究 G	汎用材料担当、先端材料・高度化担当	
	水工研究 G	水理 T	
	寒地保全技術研究 G	耐寒材料 T	
	道路技術研究 G	トンネル T	
	地質・地盤研究 G	土質・振動 T、特命事項担当	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>インフラの老朽化が進む中、今後、維持管理・更新コストを可能な限り抑制し、インフラ機能を持続的に確保していくためには、インフラの長寿命化を図る予防保全型メンテナンスを推進していくことが重要である。</li> <li>「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策（令和 2 年 1 2 月閣議決定）」、「第 5 次社会資本整備重点計画（令和 3 年 5 月閣議決定）」では、予防保全型メンテナンスへの本格転換を推進するとされている。</li> <li>一方、将来的に生産年齢人口の減少が予測されている中で、すでに地方自治体においては、維持管理業務に携わる技術者の質・量の不足という問題が生じている。</li> <li>そのため、インフラの予防保全型メンテナンスを可能とする点検・診断・措置技術の開発とあわせて、AI などの新技術を活用した「インフラメンテナンスの DX（デジタルトランスフォーメーション）」の実現によるメンテナンス業務の省力化を図るための技術開発が求められている。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>メンテナンスサイクルを円滑に回すためには、必要な情報を確実に「点検」で取得し、根拠に基づく論理的な「診断」を行い、適切なタイミングで適切な「措置」を行う必要がある。</li> <li>診断では、メンテナンスサイクルにおける司令塔として、損傷の特定、措置方針の提示などの役割を果たし、予防保全が可能な段階を見極め構造物の長寿命化を図ることが必要である。この診断支援のために、高度な専門技術を集約したエキスパートシステムを構築する。</li> <li>メンテナンスサイクルの各段階における主要な技術的課題を解決して、エキスパートシステムに成果を集約する。</li> </ul> <p>1) 適切な診断を可能とするために、変状を的確かつ合理的に捉える点検技術の開発  2) 損傷メカニズムに応じた状態評価と措置方針を示す診断技術及び支援システム の開発  3) 構造物の設置環境、施工上の制約などに対応した効果的な措置技術の開発  併せて、上記の各項目に対応して民間等が提案する新技術の評価技術開発に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以上により、点検・診断・措置技術の信頼性向上及び「メンテナンスの DX」による業務の省力化を図ることで、予防保全型インフラメンテナンスを実現する。</li> </ul> <p>支援システム：点検情報等を入力することで、診断結果とその理由及び措置方針などを出力できるエキスパートシステムと設計・施工・維持管理時の情報を管理する情報プラットフォームを指す。</p>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プログラムでは、橋梁、トンネル、樋門等河川構造物、コンクリート構造物を主な対象としている。橋梁関連</li> <li>損傷メカニズムに基づく点検・診断・措置の一連の技術情報（診断セット）の整理や診断技術の開発を行い、地方公共団体を含む道路管理者が活用できる道路橋診断支援システム（エキスパートシステム：診断支援 AI システム）を開発・運用することで、予防保全型メンテナンスの実現を図る。また、以下</li> </ul>		

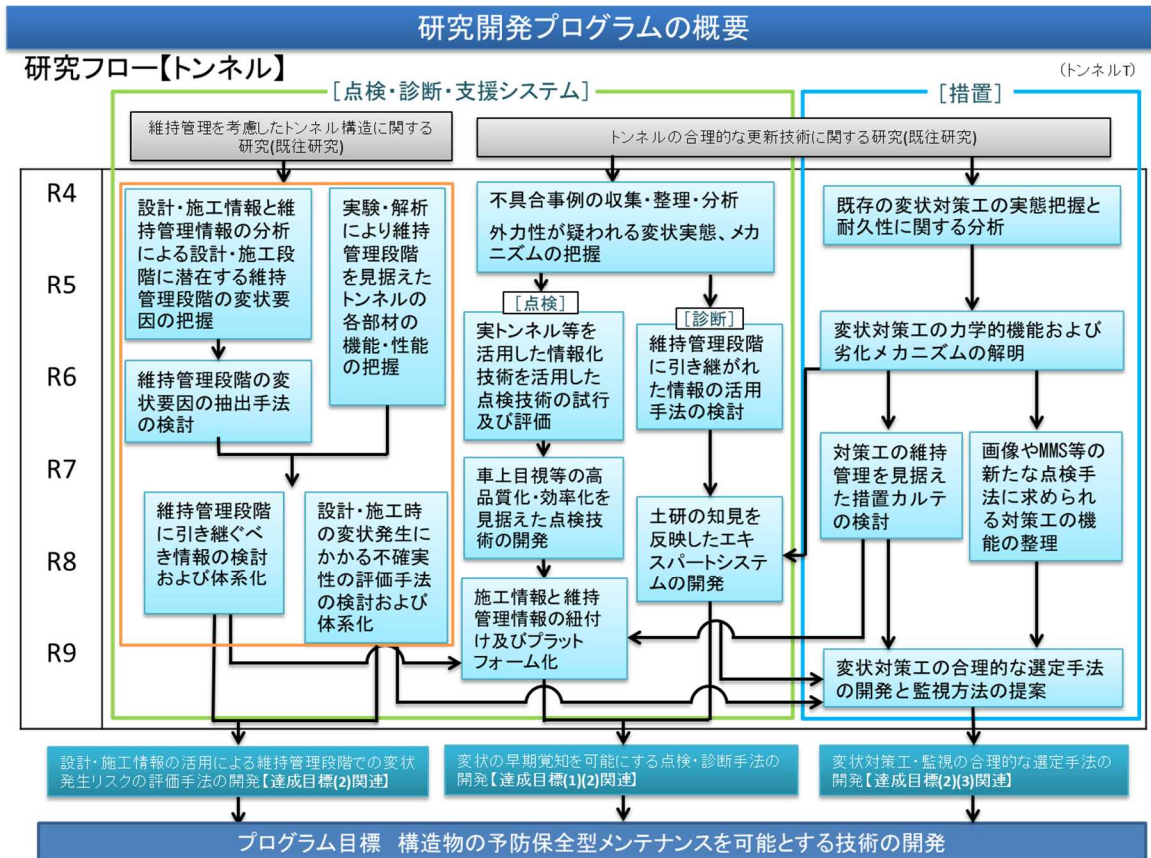
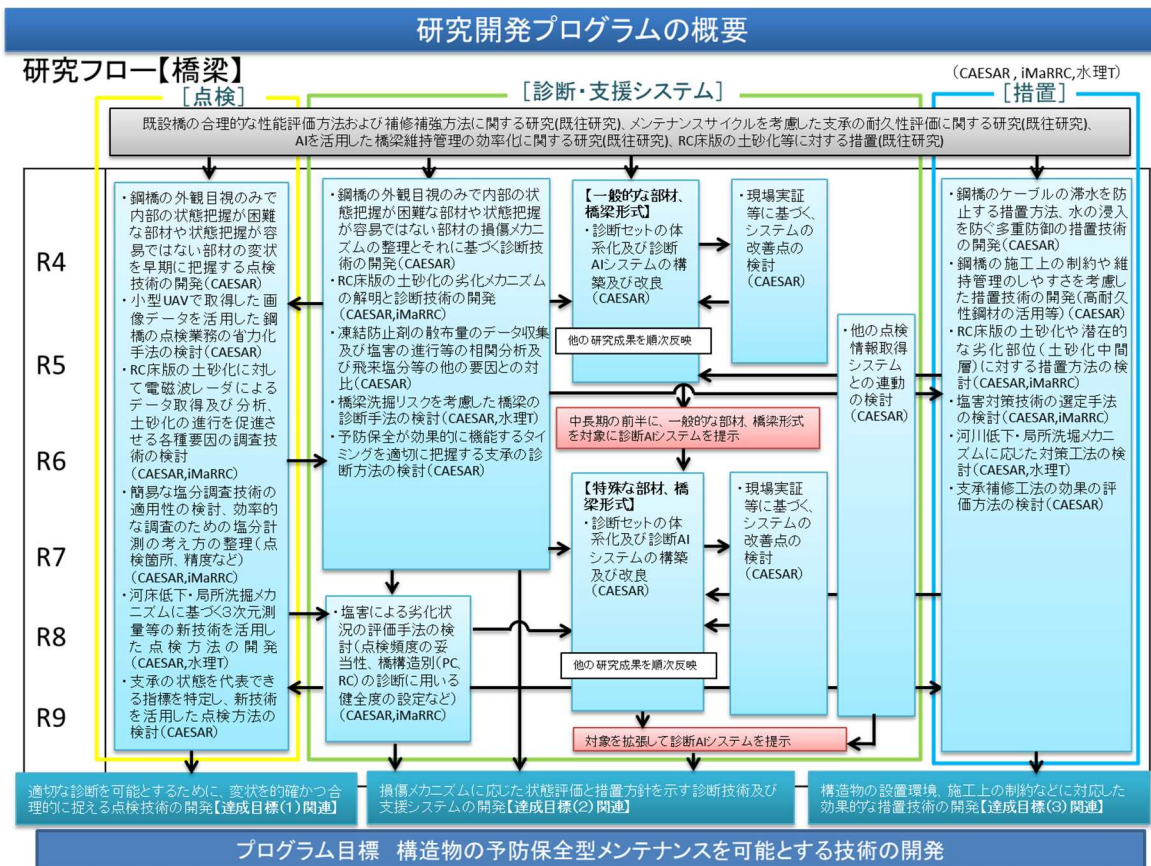


	<p>の個別研究成果を道路橋診断支援システムに反映する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼橋の上部構造において、ケーブル及び定着部等の目視困難な部位や桁端部などの狭隘な部位に対して、損傷メカニズムを解明した上で、適切な時期に予防保全を行うための点検・診断・措置手法の開発を行う。</li> <li>また、橋梁定期点検のコスト縮減に向けて、小型 UAV 等により取得した画像データを活用した近接目視のスクリーニング手法の開発を行う。</li> <li>コンクリート橋の上部構造において、塩害は、表面にひび割れが生じるまで目視で確認できないため、劣化が進行する前に対策を可能とする予防保全を行うための点検・診断・措置手法の開発を行う。</li> <li>また、RC 床版の土砂化は、変状が発見されてから陥没まで急速に進行するため、その劣化メカニズムを明らかにした上で、予防保全を行うための点検・診断・措置手法の開発を行う。</li> <li>橋梁下部構造の洗掘については、橋脚等の局所洗掘への対策は進められてきたが、河床低下を伴う洗掘の未然防止のための検討はされていないため、河川と道路が連携した予防保全のための洗掘予測手法や対策工法など点検・診断・措置手法を提案する。</li> <li>支承は、腐食による機能低下について供用中に目視で予防保全のタイミングを判断することが出来ないため、損傷メカニズムを解明し、支承の状態を代表する指標を特定することで、予防保全を可能とする点検・診断・措置方法を提案する。</li> </ul> <p>トンネル関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>トンネルでは、覆工背面の地山の性状といった不確実性の大きな要素も考慮して診断を行う必要がある。そこで、設計・施工段階で得られたデータも活用した精度の高い診断手法（エキスパートシステム）を新たに開発するとともに、対策・監視の合理化を図る。</li> </ul> <p>樋門等河川構造物関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>樋門等の河川構造物の周辺堤防の空洞・緩みや、コンクリート部材に生じる損傷による機能の低下について、点検方法や対策の要否の判定方法が確立されていないため、点検の実態や結果を分析し、損傷事例の特徴を再整理した上で、適切な診断を可能とするエキスパートシステムの開発とともに、メンテナンスサイクルを構築するための点検・診断・措置手法の開発を行う。</li> </ul> <p>コンクリート構造物関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート構造物の予防保全や補修・補強後の再劣化を予防するため、損傷メカニズムをもとに、予防保全にも有効な補修技術および補修・補強後の点検診断手法を開発する。</li> <li>また、得られた研究成果については、橋梁、トンネル、樋門等河川構造物のエキスパートシステムに反映する。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	構造物の予防保全型メンテナンスを可能とする技術の開発	(1) 適切な診断を可能とするために、変状を的確かつ合理的に捉える点検技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路橋の定期点検要領など、維持管理に関する基準類等（国土交通省）</li> <li>コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領（国土交通省）</li> <li>橋梁の洗掘対策に関するマニュアル</li> <li>道路トンネル技術基準、道路トンネル定期点検要領（国土交通省）</li> <li>道路トンネル維持管理便覧（日本道路協会）</li> <li>堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領（国土交通省）</li> <li>樋門周辺堤防詳細点検要領（国土交通省）</li> <li>柔構造樋門設計の手引き（国土開発技術研究センター）</li> <li>直轄・地方公共団体の要請によ</li> </ul>

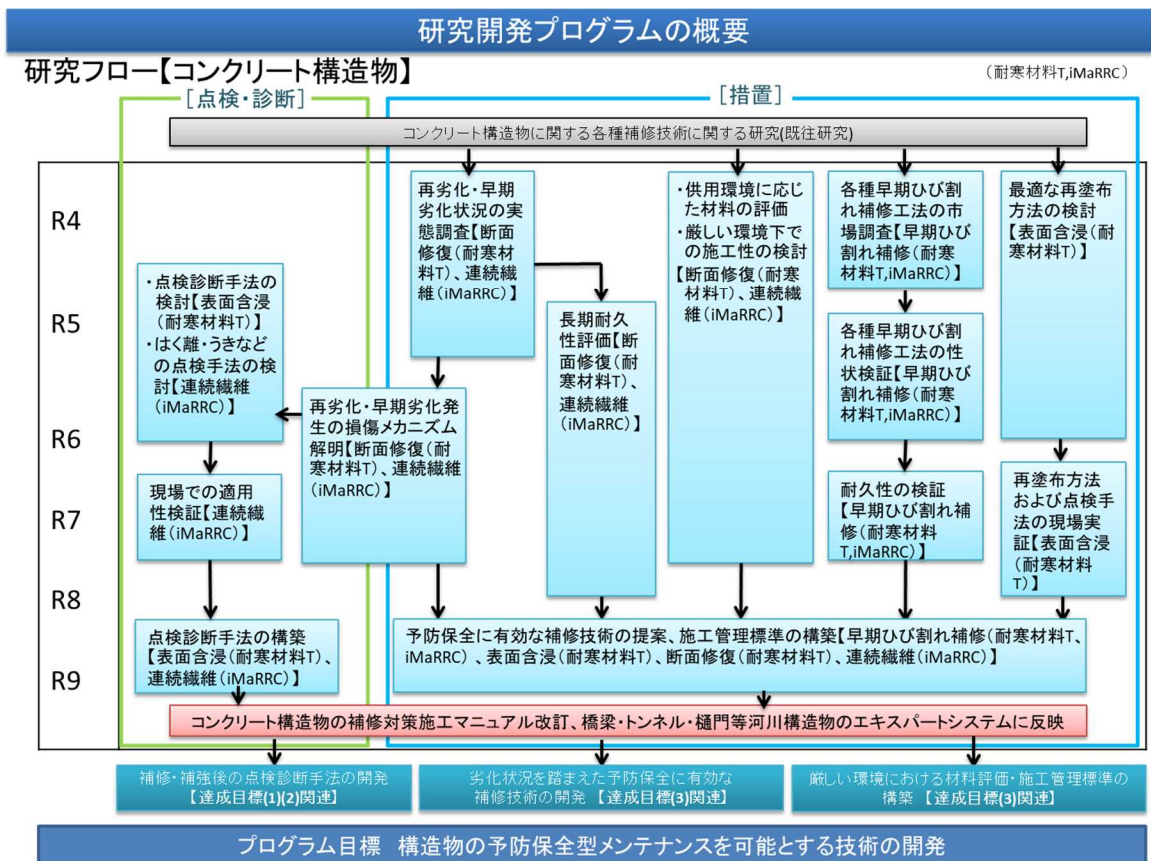
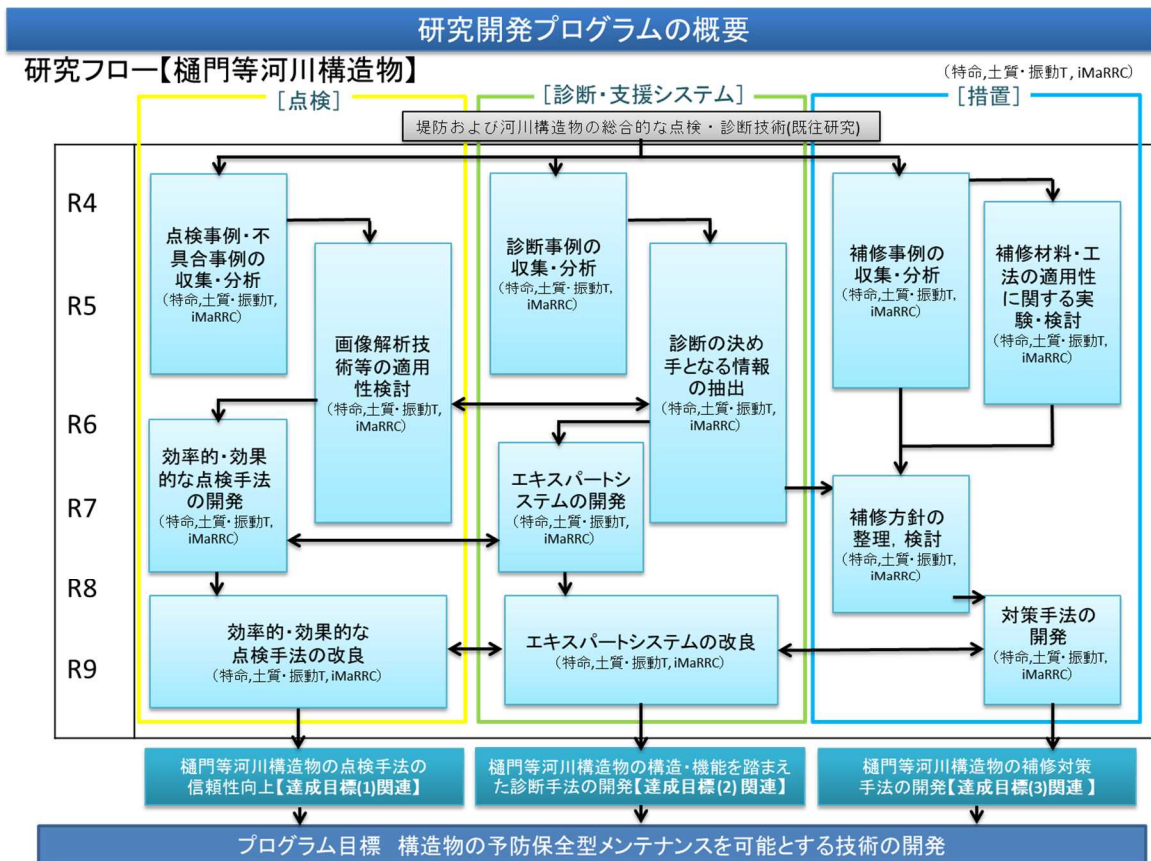
		<p>る技術支援における活用、現場 試行</p> <p>(2) 損傷メカニズムに応じた状態評価と措置方針を示す診断技術及び支援システムの開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路橋の定期点検要領など、維持管理に関する基準類等（国土交通省）</li> <li>・ 橋梁の洗掘対策に関するマニュアル</li> <li>・ 道路トンネル技術基準、道路トンネル定期点検要領（国土交通省）</li> <li>・ 道路トンネル維持管理便覧（日本道路協会）</li> <li>・ 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領（国土交通省）</li> <li>・ 柔構造樋門設計の手引き（国土開発技術研究センター）</li> <li>・ AI を活用した道路橋診断支援システムの開発及び現場導入</li> <li>・ トンネルのエキスパートシステムの開発、情報プラットフォームの開発</li> <li>・ 樋門等河川構造物のエキスパートシステムの開発</li> <li>・ 直轄・地方公共団体の要請による技術支援における活用、現場試行</li> </ul>
		<p>(3) 構造物の設置環境、施工上の制約などに対応した効果的な措置技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路橋の定期点検要領など、維持管理に関する基準類等（国土交通省）</li> <li>・ 橋梁の洗掘対策に関するマニュアル</li> <li>・ 道路トンネル維持管理便覧（日本道路協会）</li> <li>・ 河川構造物の補修対策選定手法について関連マニュアルを整備</li> <li>・ 柔構造樋門設計の手引き（国土開発技術研究センター）</li> <li>・ コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(2016.8)(土木研究所)</li> <li>・ 北海道開発局道路設計要領</li> <li>・ 直轄・地方公共団体の要請による技術支援における活用、現場試行</li> </ul>
<p>土研実施の 妥当性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国総研では構造物の維持管理に係る要求性能・水準の設定が行われるが、設定された要求性能・水準に対応した維持管理手法や民間等開発技術の評価手法の開発は別途公的機関で行う必要がある。</li> <li>・ 国総研では道路トンネルを対象とした設計・施工、維持管理、措置に関する技術的研究および力学特性等を解明する技術的研究は行われていない。</li> <li>・ 国総研では、河川構造物の点検に関して、堤体など土構造物部分の検討が主であり河川コンクリート構造物に着目した検討は限られている。</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土研は、既設構造物に関する全国から寄せられる技術相談や点検結果等を通じて、現場における損傷の実態、課題等の多くの知見を有している。</li> <li>・ 土研は、技術基準等への提案・反映を目的として実大規模の実験や行政機関との連携による試験施工等が実施可能であり、広く複数の事例を対象に技術的かつ実証的な研究を実施することができる。</li> <li>・ 診断技術開発は、構造物の診断に関わる知見、経験、ノウハウが必要となる難しい技術開発であり、民間ではほとんど行われていない。</li> <li>・ 本研究は、公共土木施設である構造物の維持管理に関わるものであり、維持管理の基準類等に反映することを意図している。</li> <li>・ 全国の構造物管理者が活用できるよう研究成果を取りまとめるには、構造物の技術基準類に精通し、技術やノウハウを有する公的機関である土木研究所が実施することが妥当である。</li> </ul>
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国総研において構造物の維持管理に係る要求性能・水準の設定を行う一方、土研では設定された要求性能・水準に対応した維持管理手法の開発や民間等開発技術の評価手法の開発を行う。</li> <li>・ 個別課題の研究実施にあたっては、大学や民間技術協会、民間、地方公共団体等との共同研究により最先端の技術や実用性の担保された技術の開発を行う。</li> <li>・ 開発した技術を地方整備局や地方公共団体の管理構造物において試行することにより、現場の実態に即した技術としていく。</li> <li>・ トンネル分野において、トンネル施工時データは地方整備局等から取得する。また、情報プラットフォームの検討については、地方整備局等と連携して開発を行う。</li> </ul>

研究フロー







研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 1 月 31 日作成

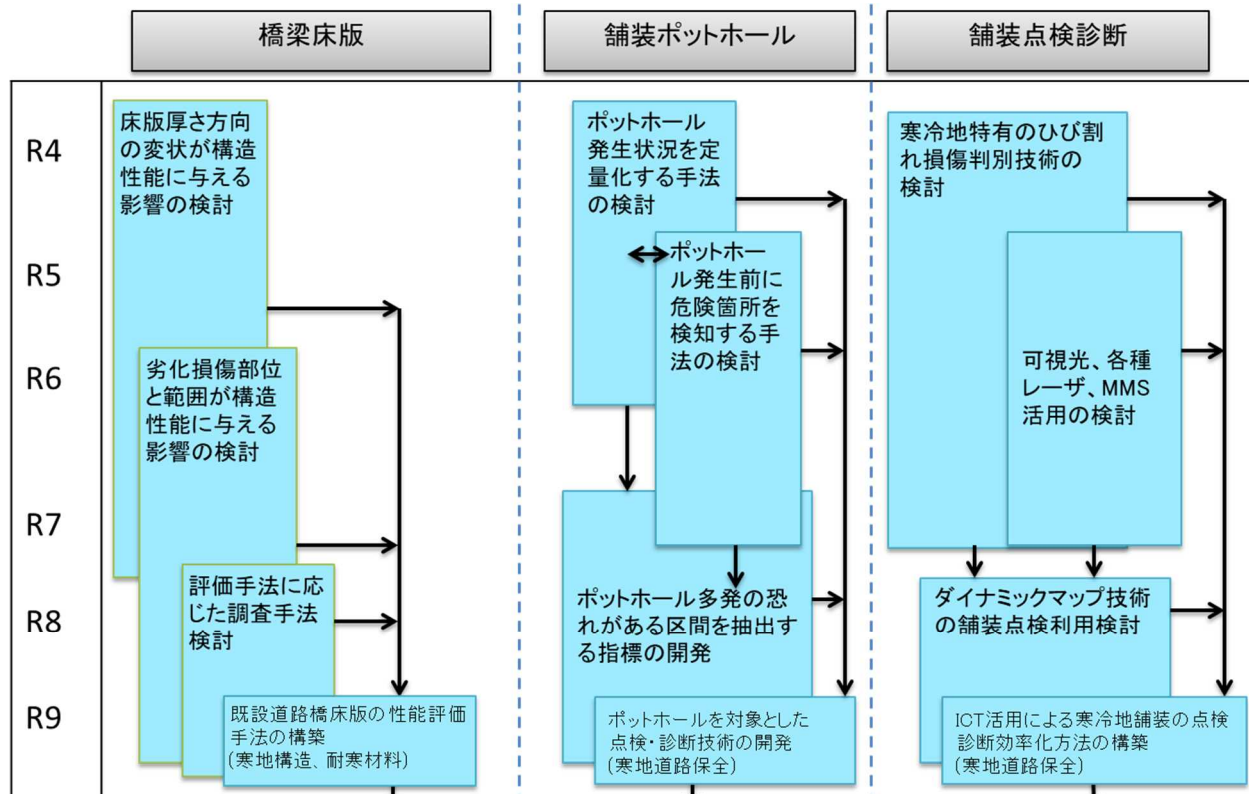
研究責任者：寒地保全技術研究グループ長

令和 年 月 日修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	B24 積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発	研究開発テーマ	B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度	分科会	構造・材料系
プログラムリーダー	寒地保全技術研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	2.1 億円 [調整中] (2.1 億円)
担当	寒地基礎技術研究 G	寒地構造 T	
	寒地保全技術研究 G	耐寒材料 T、寒地道路保全 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積雪寒冷地のインフラの維持管理においては、低温、積雪、凍上、凍結融解、融雪水、塩分等の過酷な環境に起因する他地域とは異なる技術的課題を有している。</li> <li>・さらに、今後は気候変動の影響によって凍結融解期の長期化、同期間での降水量の増加が見込まれる等、より厳しい環境となることが想定される。</li> <li>・北海道総合開発計画（H28.3）では、凍害劣化や凍害及び塩害等による複合劣化など北海道特有の劣化・損傷等について、点検・診断技術の効率化、補修補強技術の高信頼化や更新・新設時における高耐久化に関する技術研究開発及びその普及を推進するとされている。</li> <li>・国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）(R3.6) では、技術研究開発の促進について、凍害劣化など積雪寒冷地特有の劣化・損傷等に対応する研究開発を推進しており引き続き取組を継続していくことが必要であるとされている。</li> <li>・積雪寒冷地の道路橋床版は、繰返し走行荷重に加えて、凍害、塩害、ASR、それらの複合作用に曝されることによる諸性能の急激な低下が危惧されており、道路橋床版の諸性能を適切に評価した合理的な維持管理技術の確立が急務である。</li> <li>・融雪期の舗装のポットホールは社会的な注目を集めており、予算制約の中でのポットホール発生量の抑制技術や効果的な対処方法に対する道路管理者のニーズが高まっている。</li> <li>・基本的な舗装点検評価 3 指標（ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性）では判別できない低温や凍上により生じる寒冷地特有の舗装ひび割れについて、ひびわれの種類に応じた的確な診断が可能となるよう、効率的なひびわれ種類の判別技術の開発が求められている。</li> <li>・舗装構造厚が比較的薄い区間に多く発生する舗装の構造的破壊は、積雪寒冷地では損傷の進行速度が速く、計画的な補修を可能とするための的確な点検・診断・将来予測技術の開発が求められている。</li> <li>・積雪寒冷地特有の劣化・損傷に対応し、管理者が各種インフラを効率的かつ計画的に維持管理するためには、調査時点での劣化状況の適切な把握に加え、劣化がどのように進行するかを予測を踏まえた上での診断、及び積雪寒冷環境下においても高耐久で効果の高い補修等の措置の実施が必要である。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積雪寒冷地における管理者ニーズの高い橋梁 R C 床版と舗装の劣化損傷対策を主な対象とし、以下の研究開発への取組みにより、積雪寒冷地のインフラの効率的・計画的な維持管理の実現に貢献する。</li> <li>・劣化状況の効率的な調査・把握手法の開発による点検調査の効率化・省力化への貢献</li> <li>・点検後の劣化の進行等に関する精度の高い予測・診断技術の開発による対策工法選定や対策時期判断の最適化への貢献</li> <li>・耐久性があり効果の高い措置技術（予防・事後）の開発によるインフラの長期的な有効活用への貢献</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設道路橋床版の性能評価手法の構築、性能予測手法の構築、寒冷環境を考慮した橋梁床版の防水止水技術の開発を行う。</li> <li>・舗装のポットホールを対象とした点検・診断技術の開発、凍結融解による舗装損傷への影響の評価手法の構築、一般土工部の遮水排水技術の開発、ポットホール抑制対策の構築を行う。</li> <li>・ICT 活用による寒冷地舗装の点検診断の効率化方法の構築、舗装の構造的破壊状態の評価と将来予測技術の開発を行う。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発	(1) 積雪寒冷環境下のインフラの劣化状況の効率的調査・把握手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道開発局等：設計要領への反映の提案</li> <li>・日本道路協会：道路土工要綱、道路土工指針、舗装の維持修繕力</li> </ul>

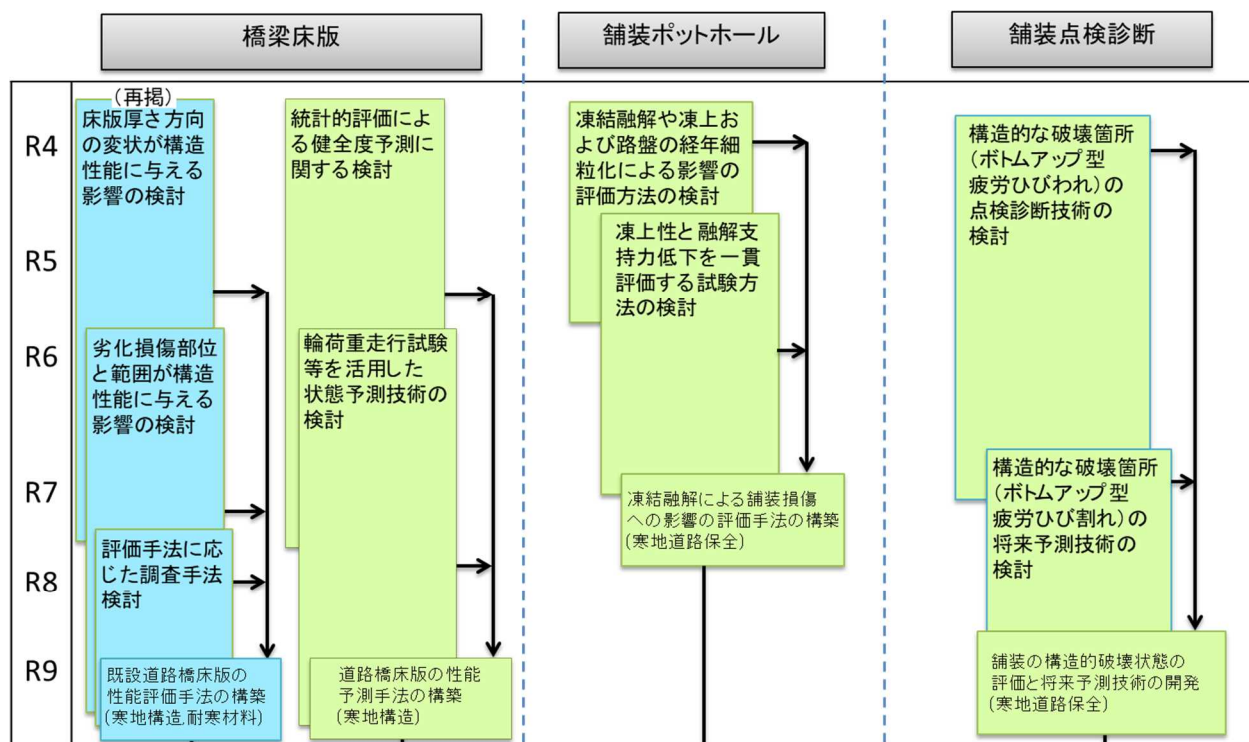
			イドブック、舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針等への反映の提案
		(2) 積雪寒冷環境下のインフラの劣化に対する精度の高い予測・診断技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道開発局等：設計要領への反映の提案</li> <li>・日本道路協会：道路土工要綱、道路土工指針、舗装の維持修繕ガイドブック、舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針等への反映の提案</li> </ul>
		(3) 積雪寒冷環境下のインフラの劣化に対する高耐久で効果的な措置技術(予防・事後)の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道開発局等：設計要領への反映の提案</li> <li>・日本道路協会：道路土工要綱、道路土工指針への反映の提案</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国土交通省における基準類や設計要領などの技術的根拠、公共施設管理の現場で発生している維持管理・更新新設に関する課題に対する技術的な判断資料、指針、便覧、要綱等への反映の提案となるため、これらに精通して専門的知見を有し、公平・中立的立場である土木研究所の実施が必要である。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国交省、国総研と連携して、基準類や設計要領などへの反映を提案する。</li> <li>・協会・公益法人等と連携して、指針、便覧、要綱等への反映を提案する。</li> <li>・北海道開発局などと連携したデータやフィールド提供による実装化のための実証試験や成果の現場活用を行う。</li> <li>・大学等と共同研究等の連携により効率的に研究を促進する。</li> </ul>		

研究フロー



達成目標(1): 積雪寒冷環境下のインフラの劣化状況の効率的調査・把握手法の開発

プログラム目標 積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発

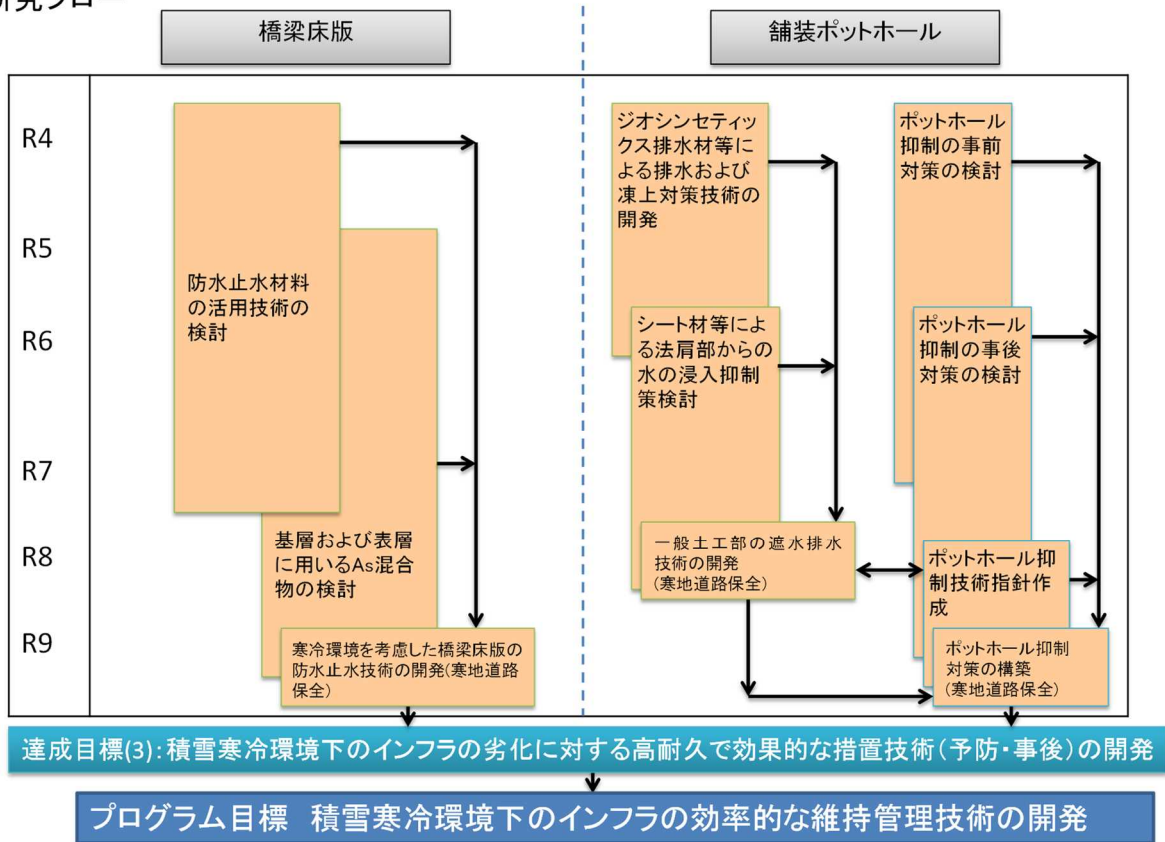


達成目標(2): 積雪寒冷環境下のインフラの劣化に対する精度の高い予測・診断技術の開発

プログラム目標 積雪寒冷環境下のインフラの効率的な維持管理技術の開発

研究開発プログラムの概要

研究フロー





研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 2 月 16 日 作成

研究責任者：技術推進本部長

令和 年 月 日 修正

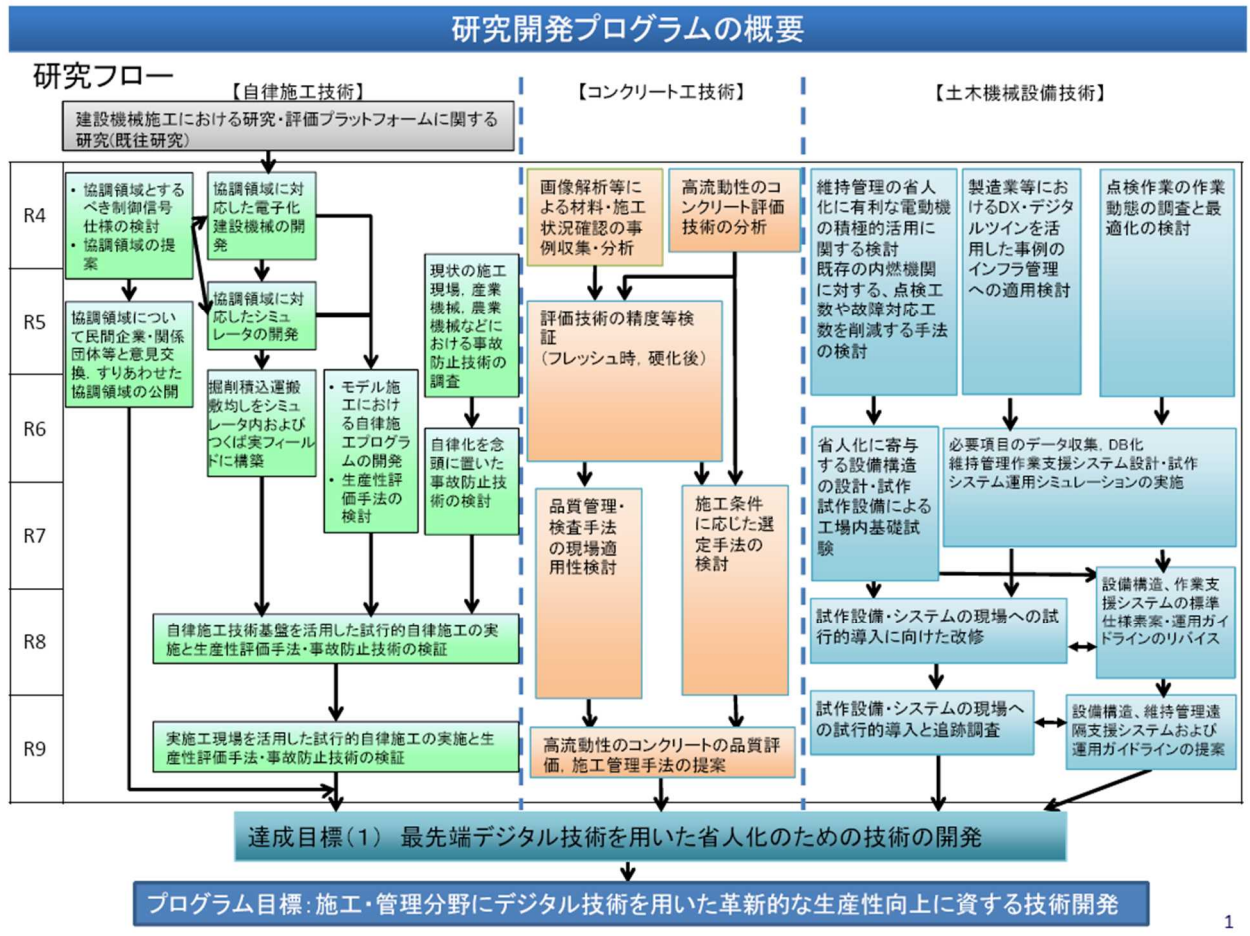
研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	B25 施工・管理分野の生産性向上に関する研究開発	研究開発テーマ	B スマートで持続可能な社会資本の管理への貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度	分科会	先端・環境系
プログラムリーダー	技術推進本部長	R4 年度予算額 (累計予算額)	1.0 億円 [調整中] (1.0 億円)
担当	技術推進本部	先端技術 T	
	材料資源研究 G	汎用材料担当	
	寒地基礎技術研究 G	寒地地盤 T	
	技術開発調整監	寒地機械技術 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>我が国が迎えている少子高齢化に伴う、建設労働者の高齢化や人手不足の深刻化により、建設現場の生産性向上が求められている。</li> <li>国土交通省において「i-Construction」や「インフラ分野の DX」として、デジタル技術の活用等による建設生産システム全体の生産性向上を図り、人手不足や老朽化などの社会的課題への対応を進めている。</li> <li>特に、DXにおいては、手続きのデジタル化のみならず、ビジネスモデルの変革の要素が強く求められている。</li> <li>また、コロナ禍において、非接触・リモート型の働き方への転換が注目されている。</li> <li>こうした状況を踏まえ、社会情勢の変化に対応するため、最新のデジタル技術を活用することで、インフラの施工・管理分野での生産性向上を徹底的に進める必要がある。</li> </ul>		
研究目的	<p>インフラの施工・管理分野において、デジタル技術を用いた革新的な生産性向上を図るため、以下の取組みを進める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自律施工技術基盤の整備等を進め、建設施工の徹底した省人化</li> <li>AIやVR等の先進技術を用いた施設管理の徹底した省人化</li> <li>施工中に取得するデータ等の活用による品質管理のプロセス変革</li> </ul> <p>以上の取組みにより、省力化や工程改革等のための技術の開発を行い、必要な品質管理手法等の確立や必要な技術基準等の提案を行う。</p>		
研究概要	<p>【建設生産性向上のための自律施工技術基盤の整備・活用に関する研究】</p> <p>競争領域・協調領域の提案</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>協調領域とすべき計測・制御信号仕様の検討</li> <li>協調領域の検討と提案</li> <li>民間企業、関係団体等と意見交換・すりあわせた協調領域の公開</li> </ul> <p>自律施工技術基盤の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>協調領域に対応した電子化建設機械の開発（建機メーカー等と共同）</li> <li>協調領域に対応したシミュレータの開発（建設機械と土質・地盤のモデル化）</li> <li>モデル施工として掘削積込運搬敷均しを設定し、自律施工技術基盤内に構築</li> </ul> <p>自律施工における生産性評価手法の提案</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>掘削積込運搬敷均しにおける自律施工プログラムの開発（民間企業と共同）</li> <li>生産性評価手法の検討</li> <li>自律施工技術基盤を活用した試行的自律施工の実施と生産性評価手法の検証</li> <li>実施工現場を活用した試行的自律施工の実施と生産性評価手法の検証</li> </ul> <p>自律施工を念頭においた事故防止技術の提案</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現状技術の調査</li> <li>自律化を念頭においた事故防止技術の検討</li> <li>開発した事故防止技術を自律施工技術基盤にて検証</li> <li>開発した事故防止技術を実施工現場にて検証</li> </ul> <p>【施工工程データを用いた生産性向上技術に関する研究】</p> <p>加速度応答システムを活用したさらに高度な路盤工品質管理手法の提案</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高度な生産性向上を図るための課題の整理</li> <li>課題解決手法の検討と提案</li> <li>実大実験場などにおける検証</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新たな品質管理手法の提案 衝撃加速度測定装置を活用した路盤工品質管理手法の開発</li> <li>・多点データの効率的な収集及びデータをデジタイゼーション(位置情報取得含む)するため、測定装置を改良</li> <li>・路盤の品質管理における、課題の整理及び解決手法の検討</li> <li>・実大実験場などにおける検証</li> <li>・新たな品質管理手法の提案 施工工程データを用いた高度な生産性向上を実現する手法の提案</li> <li>・新たな施工データ取得システムの検討</li> <li>・データ解析と生産性向上手法の検討</li> <li>・実大実験場などにおける検証</li> <li>・新たな品質管理手法の提案</li> </ul> <p>【ICTを活用したコンクリート工の品質管理省力化に関する研究】</p> <p>施工過程における新たな評価手法の調査・検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい試験方法、モニタリング技術等の評価手法の調査</li> <li>・施工情報の記録に活用可能なモニタリング技術等の調査、適用性検討</li> <li>・画像解析等による品質管理・検査技術の適用性検討と施工過程における ICT 活用方法の提案</li> </ul> <p>画像解析等による品質管理・検査技術の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・動画等を用いたコンクリート品質変動確認技術の評価精度、現場適用性の検討</li> <li>・施工状況の画像解析、記録技術の現場適用性の検討</li> </ul> <p>高流動性のコンクリートの品質評価、施工管理手法の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・近年提案されている材料や配合などの調査</li> <li>・材料分離抵抗性の評価技術の適用性検討</li> <li>・高流動性のコンクリートの品質評価、施工管理手法の提案</li> </ul> <p>【土木機械設備の維持管理省人化のための革新的機能維持手法に関する研究】</p> <p>D X技術などの先端技術を活用した設備維持管理支援の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土木機械設備維持管理(工事、点検整備、出水時の操作支援・故障対応等)の効率化、省人化・技術の伝承と補完に資するため、下記の項目を実施 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 省人化に寄与する設備管理支援手法に関する技術動向調査</li> <li>➢ 設備維持管理作業の作業動態の調査と最適化の検討</li> <li>➢ D X技術などの先端技術を活用した設備維持管理支援手法の検討、システムの設計・試作・試験と改修</li> <li>➢ 試作システムの現場への試行的導入と関連基準類案のとりまとめ</li> </ul> </li> </ul> <p>点検整備項目/故障対応工数の少ない設備構造の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排水機場ポンプ設備において維持管理性に有利な電動機駆動の積極的な活用を目指すための問題点の抽出</li> <li>・内燃機関について、点検整備工数の省力化が可能な構造等の検討</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	施工・管理分野にデジタル技術を用いた革新的な生産性向上のための技術の確立	(1) 最先端デジタル技術を用いた省人化のための技術の開発	<p>【自律施工技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・競争領域・協調領域における制御信号仕様の提案</li> <li>・自律施工技術基盤の整備とそれを活用した自律施工試行的導入の実現</li> <li>・自律化を念頭においた事故防止技術の提案</li> </ul> <p>【コンクリート工技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・近年、簡便な製造方法が種々開発されつつある高流動性のコンクリートについて、動画等も活用したワーカビリティ評価方</li> </ul>

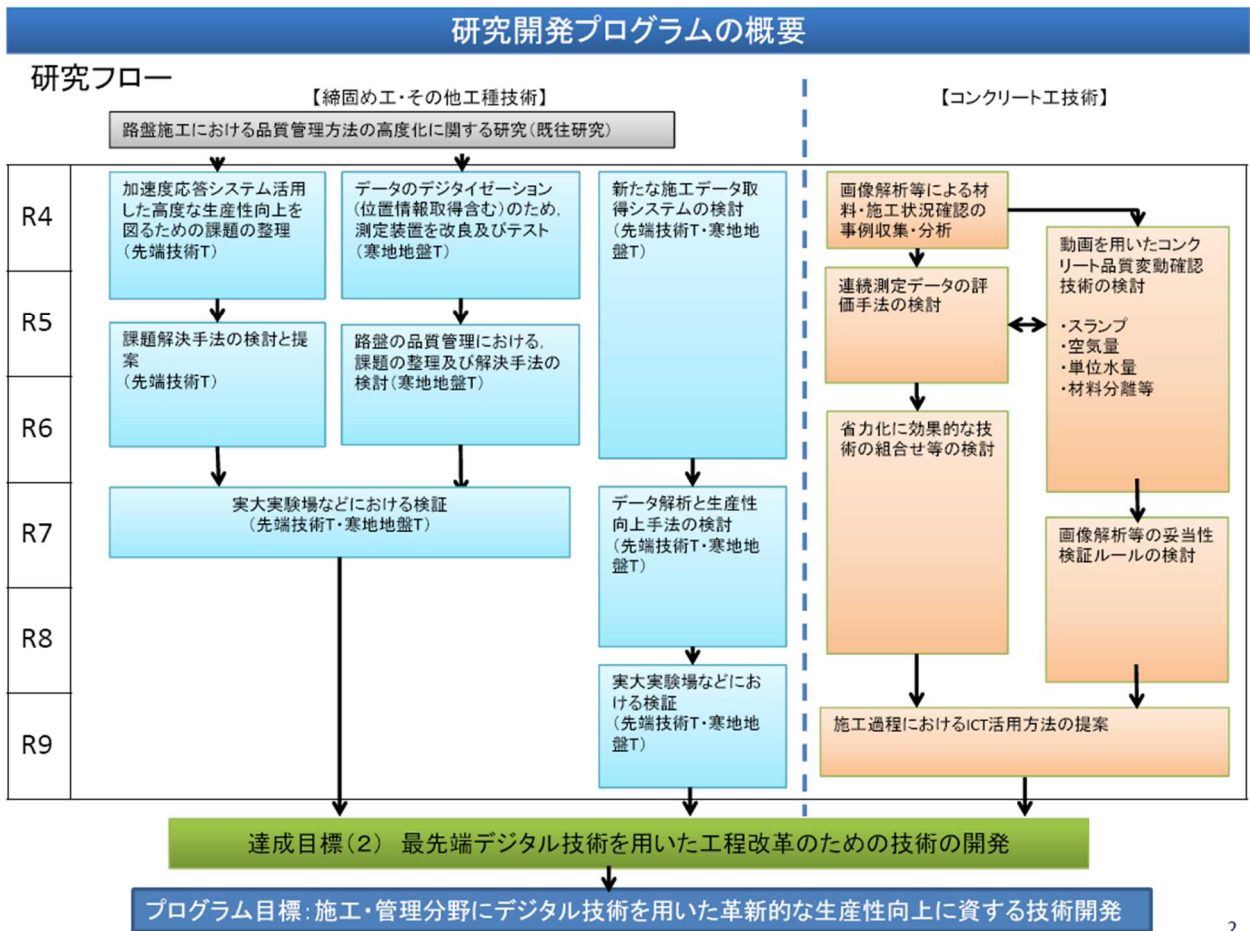
		<p>法を検討し、活用方法を提案</p> <p><b>【土木機械設備技術】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・点検工程の最適化とそれを遠隔支援するシステムにより、メンテナンスの省力化・省人化を図ることで生産性向上に貢献</li> <li>・点検整備項目 / 故障対応工数の少ない設備構造ならびに維持管理作業支援システムの基本仕様と運用ガイドラインの提案</li> </ul>	
		<p>(2) 最先端デジタル技術を用いた工程改革のための技術の開発</p>	<p><b>【締固め工技術】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・加速度応答システム、衝撃加速度測定装置を活用した道路路盤工品質管理手法の提案</li> <li>・施工工程(多点)データを活用した施工・維持管理の高度な生産性向上手法の提案</li> </ul> <p><b>【コンクリート工技術】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・動画等を活用して材料受入時の試験や施工状況等を記録した結果を活用して、竣工後のコンクリート強度推定を省略するなど、品質管理・検査への活用手法の提案</li> </ul>
<p>土研実施の 妥当性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国が実施する関連行政施策の立案に反映する研究や、技術基準の策定等に反映する研究であり、国土交通省の「インフラ分野のDXの推進」へ貢献するものであるので公的機関がやるのが妥当</li> <li>・各施工会社、建設機械メーカ、大学等研究機関等の多様な関係者の間に立ち、競争領域と協調領域の明確化を図り、オープンイノベーションを推進するには土木研究所のような第三者機関が最適</li> <li>・過去の技術基準根拠や技術知見を有し、これまで基準作成や維持管理における技術指導に携わってきた公的機関である土木研究所が実施するのが適切</li> <li>・材料に関する専門的知識を用いた検討が必要であり、土木研究所が協力するのが妥当。また、国で実施する検査や、使用する材料の評価等の手法を検討するものであり、中立的な立場で検討を行う必要があることから、土木研究所が実施するのが妥当</li> <li>・土木機械設備に関する信頼性評価に関する研究や状態監視診断に関する研究は、土木研究所が長年実施しており、ほかの研究機関では知見を有していない。</li> </ul>		
<p>他機関との連 携、役割分担</p>	<p><b>【建設生産性向上のための自律施工技術基盤の整備・活用に関する研究】</b></p> <p>&lt;共同研究&gt; 自律施工プログラム開発を実施できる大学、施工業者、建設機械メーカ、レンタル業者等</p> <p>&lt;連携体制&gt; 国土交通省、国土技術政策総合研究所、建設機械施工協会、無人化施工協会、次世代無人化施工技術研究組合等</p> <p><b>【施工工程データを用いた生産性向上技術に関する研究】</b></p> <p>&lt;共同研究&gt; 施工業者、建設機械メーカ、レンタル業者等</p> <p>&lt;連携体制&gt; 国土交通省、北海道開発局、国土技術政策総合研究所、建設機械施工協会等</p> <p><b>【ICTを活用したコンクリート工の品質管理省力化に関する研究】</b></p> <p>&lt;共同研究&gt; 業界団体、企業</p> <p>&lt;連携体制&gt; 国土交通省、国土技術政策総合研究所</p> <p><b>【土木機械設備の維持管理省人化のための革新的機能維持手法に関する研究】</b></p> <p>&lt;共同研究&gt; 大学・学会、業界団体</p> <p>&lt;連携体制&gt; 国土交通省、地方整備局、地方公共団体</p>		



研究フロー



1



2

研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和4年2月3日 作成

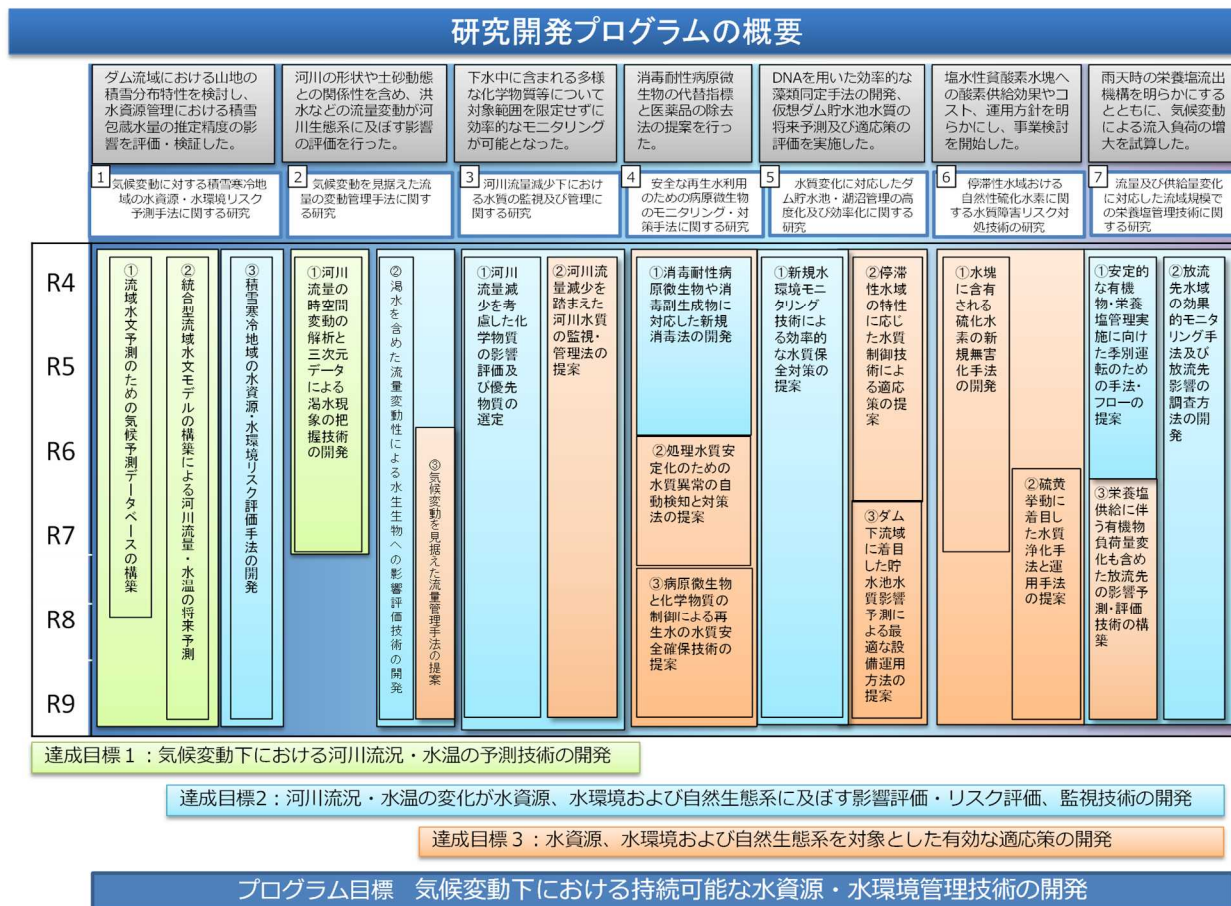
研究責任者：水環境研究グループ長

令和 年 月 日 修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C31 気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発	研究開発テーマ	C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	河川系
プログラムリーダー	水環境研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	2.5 億円 [調整中] (2.5 億円)
担当	水環境研究 G	自然共生研究 C、水質 T	
	寒地水圏研究 G	水環境保全 T	
研究の背景・必要性	<p>1. 気候変動が水資源に及ぼす影響の懸念</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>健康で快適な生活環境の確保、人類の存立基盤である水環境並びに国民生活及び産業活動を支える重要基盤である水インフラの将来にわたる維持が要請されている&lt;社会資本整備重点計画(第4次)&gt;</li> <li>既存施設の安全度と渇水リスク評価が求められている。また、水資源開発の取組の指針、既存施設の機能向上、ダムとの統合運用、雨水・再生水利用促進が求められている&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> <li>既存施設の徹底活用、雨水利用、再生水利用といった適応策の検討が求められている&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> <li>比較的発生頻度の高い渇水による国民生活への被害を再生水利用により防止することが求められている&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> </ul> <p>2. 気候変動が水環境に及ぼす影響の懸念</p> <p>&lt;河川&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河川における低水の確信度は高水と比較して低い。ただし、栄養塩類、水温、水質の変化、土砂流出の増大が懸念&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> <li>渇水の頻発化、深刻化が懸念されており流量変化が水環境、自然生態系に及ぼす影響が懸念されている。特に、日本海側の多雪地帯での流況変化が懸念されている&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> </ul> <p>&lt;湖沼・ダム&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>湖沼・ダムでの予測によると(AIIBシナリオ)、これらの水域での水質悪化が懸念されている。</li> <li>富栄養化現象等の水質悪化が懸念されており流域対策はもちろん、植物プランクトンの監視体制の強化が必要である&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> <li>湖沼生態系に対しては富栄養化が進行している深い湖沼では鉛直循環の停止や貧酸素化の発生が懸念されている&lt;国交省気候変動適応計画(H30.11)&gt;。</li> </ul> <p>&lt;海域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>瀬戸内海では、栄養塩類を供給することで海域を適切に管理する栄養塩類管理制度が創設され、下水放流水による供給についても検討が求められている&lt;瀬戸内海環境保全特別措置法改正(R3.6)&gt;。</li> </ul> <p>3. 気候変動の影響、適応策に関する調査の必要性、モニタリングの重要性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングの継続、強化・拡充の必要性&lt;水災害分野における気候変動適応策の在り方について(H27.8)&gt;</li> <li>気候変動による水循環への影響と適応に関する調査の必要性&lt;水循環基本計画(H27.7)&gt;</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本全国の流況の水環境、自然生態系に及ぼす影響を類型化し、水文地理学的区分を設定し、日本を幾つかの検討対象範囲に区分する。低水の流量予測を降雪・融雪の影響が大きい北海道を対象として行い、渇水規模、頻度等を含む流況の変化を明らかにする。</li> <li>気候変動下で流況が変化した場合の水環境に及ぼす影響を明らかにするため、正常流量の重要検討項目である魚類の生息と水質の悪化との関係を解明し、人の健康、生態系へのリスクを回避できる必要流量を設定する手法を提案する。また、気候変動下で日々進みつつある流量・水温・水質・生態系の状態を省力化・省人化を踏まえて監視・評価する技術を開発し、全国展開を図る。</li> <li>上記成果を活用して、適応策を発動するタイミングや適応策メニューの流域への適用方法を検討するとともに、水利使用の低減手法(農業利水、再生水利用)、下水放流水における化学物質・病原微生物の削減技術、ダム湖・自然湖沼における富栄養化現象の抑制・底層環境改善技術の開発を行う。</li> </ul>		

研究概要	<p>河川の流況分析から水文学的に日本を類型化し、以降の検討を実施する地理区分を設定する。この中の北海道については、ダウンスケーリングデータを活用して降雨・降雪予測、分布型流出モデルを用いた流況予測を行い、具体的な湧水規模や頻度等を明らかにする。</p> <p>流況変化に伴う水環境への影響評価、リスク評価モデルを構築する。また、正常流量の検討項目の中で重要度が高い魚類と水質については、具体的な流況変化が及ぼす影響を解明し、持続的に魚類が生息できる流量やその変動幅、自然生態系への影響・人の健康への影響を回避できる水質濃度（主として化学物質）を明らかにし、各個別河川で正常流量の設定をよりきめ細かくできる技術の開発を行う。さらに、気候変動下で進行する水環境の変化を省力化・省人化しながら監視できる技術を河川水質、ダム貯水池を対象として開発する。</p> <p>気候変動下で湧水等が顕在化した際に適応策を発動するタイミングや適応策のメニューの流域内での貼り付け方法について検討を行い、気候変動適応策の基本的なフレームの構築を目指す。さらに、下水放流水における化学物質、病原微生物の除去技術の開発、ダム貯水池・自然湖沼において富栄養化現象を抑制し、貧酸素化が進む汽水湖底層の環境改善する技術の確立を進め、各水域における適応策の充実を図る。</p>		
プログラム目標と達成目標の関係	<p>プログラム目標</p> <p>気候変動下における持続可能な水資源・水環境管理技術の開発</p>	<p>達成目標</p> <p>(1) 気候変動下における河川流況・水温の予測技術の開発</p> <p>(2) 河川流況・水温の変化が水資源、水環境および自然生態系に及ぼす影響評価・リスク評価、監視技術の開発</p> <p>(3) 水資源、水環境および自然生態系を対象とした有効な適応策の開発</p>	<p>成果の普及・反映</p> <p>・気候変動適応計画、河川整備計画、正常流量検討の手引き（案）（国交省）等への反映</p> <p>・ダム貯水池水質調査要領、今後の河川水質管理の指標について（案）、流域別下水道整備総合計画調査指針等への反映</p> <p>・底層 D0 の環境基準に対する有効な対策として、湖沼・海域へ幅広く活用（手引き化、事業化支援等）</p> <p>・硫黄挙動に着目した水質浄化手法と装置運用手法ための手引き等を提案</p>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動下で顕在化しつつある河川、ダム貯水池、湖沼における水資源、水環境への影響と適応策は、民間ではその多くが未着手であり、具体的な開発等についての実施も困難である。また、研究成果は国の政策に反映されることから、公正・中立的な立場である土木研究所が実施する必要がある。</li> <li>・国の政策に直接かかわる技術開発であり、国土総合技術研究所、国土交通本省とも密接に関連して研究を行いながら、具体的な技術開発に関しては土研が中心的な役割を担って研究を進める必要がある。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国総研河川研究部とは密に連携を図り、研究開発を行うとともに、社会実装方法についても本省関係各課とも情報交換を行いながら実施していく。</li> <li>・学術研究で詳細な検討を行う部分については適宜関係学会等と連携して研究を進める他、テキストの発刊、講習会・研修会の実施についても適宜協働する。</li> </ul>		

研究フロー



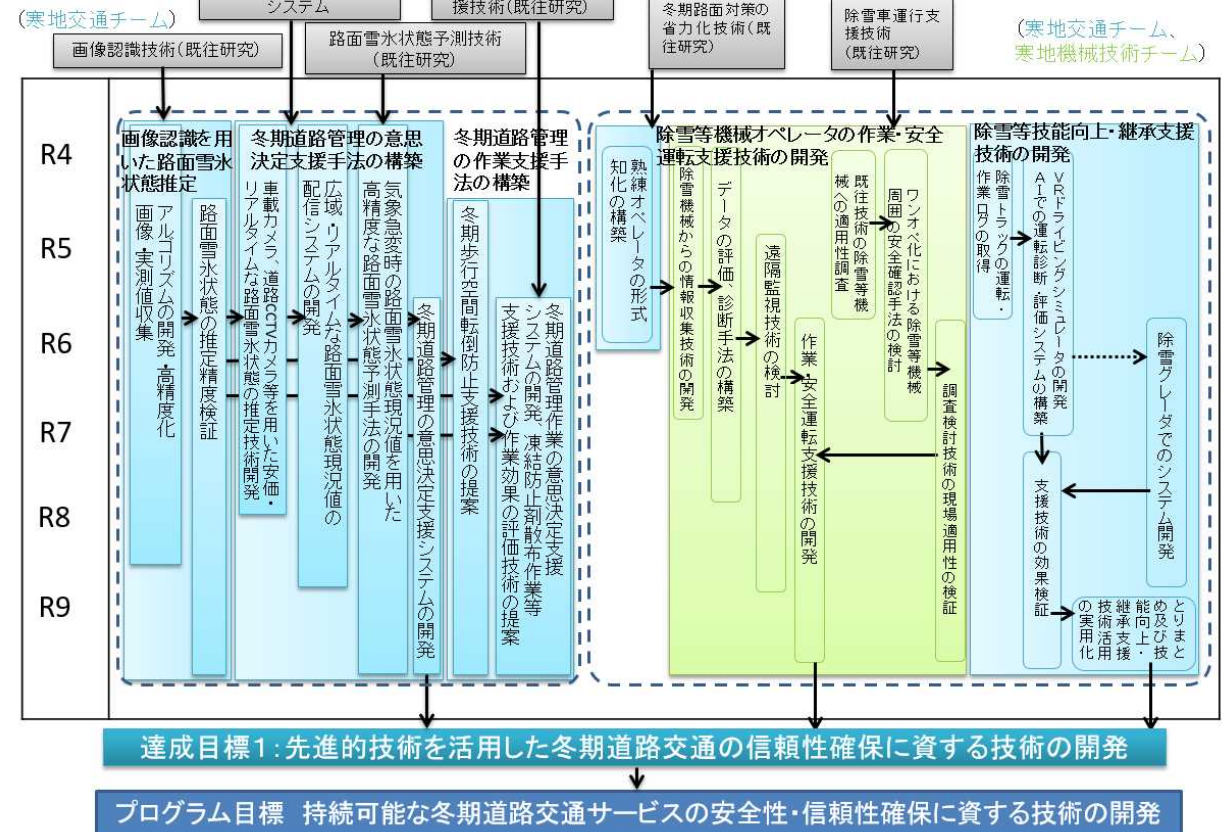
研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C32 地域社会を支える冬期道路交通サービスの提供に関する研究開発		研究開発テーマ C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和4～9年度		分科会 積雪寒冷・地域系
プログラムリーダー	寒地道路研究グループ長		R4 年度予算額 (累計予算額) 2.6 億円 [調整中] (2.6 億円)
担当	寒地道路研究 G	寒地交通 T	
	寒地保全技術研究 G	寒地道路保全 T	
	技術開発調整監付	寒地機械技術 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>積雪寒冷地においては、日常的な降積雪や路面凍結により、渋滞やスリップ事故が発生し、地域の住民生活や社会経済活動に影響を与えており、除雪や凍結防止剤散布等のすべり対策は必要不可欠。</li> <li>財源の制約、高齢化・人口の減少（特に生産年齢人口の減少）が進む中、除雪機械の老朽化と担い手不足が深刻化し、これまでと同様な対応は困難になりつつあり、技術開発による、適切かつ効率的な対応が必要。</li> <li>我が国では、望ましい国土構造の形として「コンパクト+ネットワーク」を打ち出しており、人口減少社会において地域の役割分担と地域間連携の強化が必要とされている。（国土形成計画（H27.8））</li> <li>国土形成計画（H27.8）策定以降、デジタル革命の急速な進展に加え、出生率の減少など、持続可能性を脅かしかねない急激な状況変化が生じている。（「国土の長期展望」最終とりまとめ(R3.6)）</li> <li>その一方、デジタル化によって人口規模が小さくても都市機能を維持できる可能性が高まっており、リアル社会の充実のため、地域生活圏のコンパクト化と拠点間をネットワークで結んで利便性を高める集約・連携が一層求められている。（「国土の長期展望」最終とりまとめ(R3.6)）</li> <li>北海道総合開発計画(H28.3)では、地方の生産空間、地方市街地、中心都市が連携した圏域の形成が、人口減少・高齢化が進む生産空間での暮らしを広域的に支え、対流の促進に寄与としている。</li> <li>積雪寒冷地において活力ある地域生活圏を実現し、拠点間の連携や機能分担を図るためには、安全で信頼性のある冬期道路交通サービスを持続可能な形で確保することが必須である。</li> <li>国土交通省技術基本計画(H29.3)では、人を主役とした IoT、AI、ビッグデータの活用を進め、社会経済問題へ対応することが求められている。</li> <li>新たな国土技術基本計画骨子(案)(R3.9)には、戦略的に技術開発に取り組む6つの重点分野に「持続可能で暮らしやすい地域社会の実現」と「デジタルトランスフォーメーション」が含まれている。</li> <li>北海道総合開発計画（H28.3）において、除雪や老朽化対策等を含む維持管理を的確に進めるためにも、建設業における中長期的な担い手の確保・育成を図る必要がある。</li> <li>国土強靱化基本計画（H30.12）において、熟練者の不足を補う除雪機械の装備の高度化の推進が求められている。</li> <li>国土交通省防災業務計画 第7編雪害対策編（R元.8 修正）において、ICT等の新技術活用による除雪機械の省力化・省人化、AIを活用した交通障害の自動検知・予測システムの開発、冬期の安全な走行を支援する技術等の開発を積極的に進め、より効果的、効率的な雪害対策手法を開発するとされている。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI を活用した路面状態推定技術など、冬期路面管理の判断を支援する技術の開発により、信頼性の高い冬期道路交通サービスの提供に資する。</li> <li>ICT等の新技術を活用した、除雪機械の作業支援技術や予防保全技術等の開発により、除雪機械の老朽化や担い手不足等の課題解決を図り、持続可能な冬期道路交通サービスの提供に資する。</li> <li>路面のすべり対策技術の開発効果的・効率的に推進するための技術を開発することにより、冬期道路交通サービスの安全性向上に資する。</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像認識を用いた路面雪氷状態推定技術や、気象急変に対応可能な路面凍結予測手法の開発、および路面状態推定値を用いた冬期道路管理作業支援システムの開発</li> <li>熟練オペレータの暗黙知の形式知化や、除雪等機械の自車位置や周囲探知技術活用等による、除雪オペレータの作業・安全運転支援技術と除雪等技能向上・継承支援技術の検討</li> <li>運搬排雪作業の効果的な計画支援技術の検討と、運搬排雪作業における AI 技術を活用した積込作業支援</li> </ul>		

	<p>技術の開発。および運搬排雪作業の省力化、自動化の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>除雪機械の劣化診断手法、除雪機械の状態監視技術、およびメンテナンス最適化手法の検討</li> <li>冬期路面時の安全性能と構造的耐久性を兼ね備えた新たな舗装構造構築技術の検討、粗面系舗装による冬期路面对策技術の費用便益評価手法の検討、および適材適所の路面すべり対策活用技術の検討</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	持続可能な冬期道路交通サービスの安全性・信頼性確保に資する技術の開発	<p>(1) 先進的技術を活用した冬期道路交通の信頼性確保に資する技術の開発</p> <p>(2) 冬期道路交通の安全性向上に資する技術の開発</p>	<p>システム及び機器類の基本仕様とりまとめによる行政等への普及</p> <p>機能性 SMA 設計施工マニュアル等の改訂。現場(点検・調査・設計・施工・維持管理等)への適用</p>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>冬期道路管理は道路管理者の行う作業であるが、本研究は、効率的かつ持続可能な冬期道路管理を行う上で必要となる技術を開発するものであり、行政との密な連携が必須である。</li> <li>大型除雪機械に特化した技術であるため、市場規模が積雪寒冷地域の道路管理者等と極めて限定的となっており民間において実施が期待できない。</li> <li>行政が担う運搬排雪の実施に係る技術であり、道路管理者のニーズを的確に把握し、除雪に関する研究実績を有する土研で実施するのが妥当である。</li> <li>北海道開発局における「除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組プラットフォーム(i-Snow)」、国土交通省における「国土交通省自動運転戦略本部」の「自動運転を視野に入れた除雪車の高度化」に貢献する技術である。</li> <li>上記により、社会基盤の整備に関連する研究を担う唯一の国立研究開発法人である土木研究所での実施が妥当である。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査や既往資料の提供、現地試験試行について、北海道開発局と連携して研究を実施する。</li> <li>国総研がとりまとめている「大雪による大規模な道路交通障害の防止・軽減に向けた研究の全体像」に国の機関における役割分担が定められており、土研は当該分野の研究を分担している。</li> <li>学会等を通じて関連研究を実施している機関と情報交換や連携を図り、効率的、効果的に研究を遂行する。</li> </ul>		



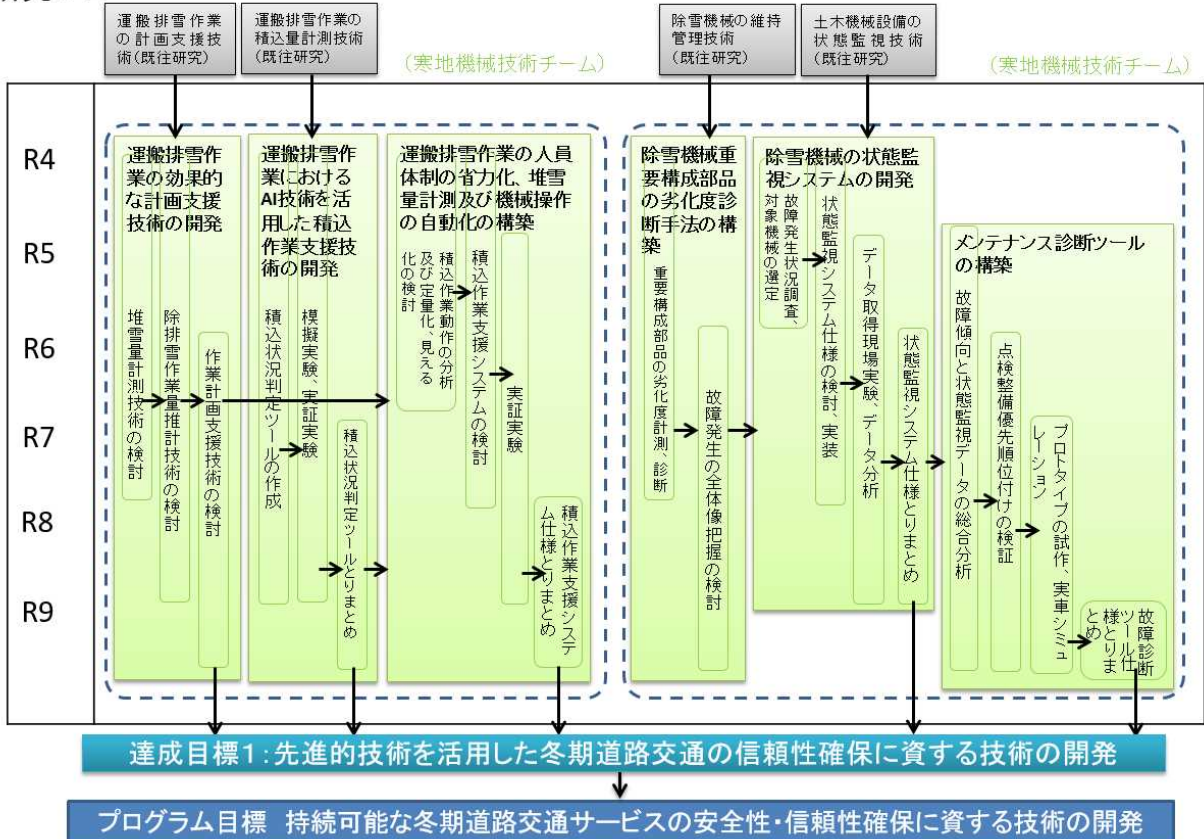
## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー



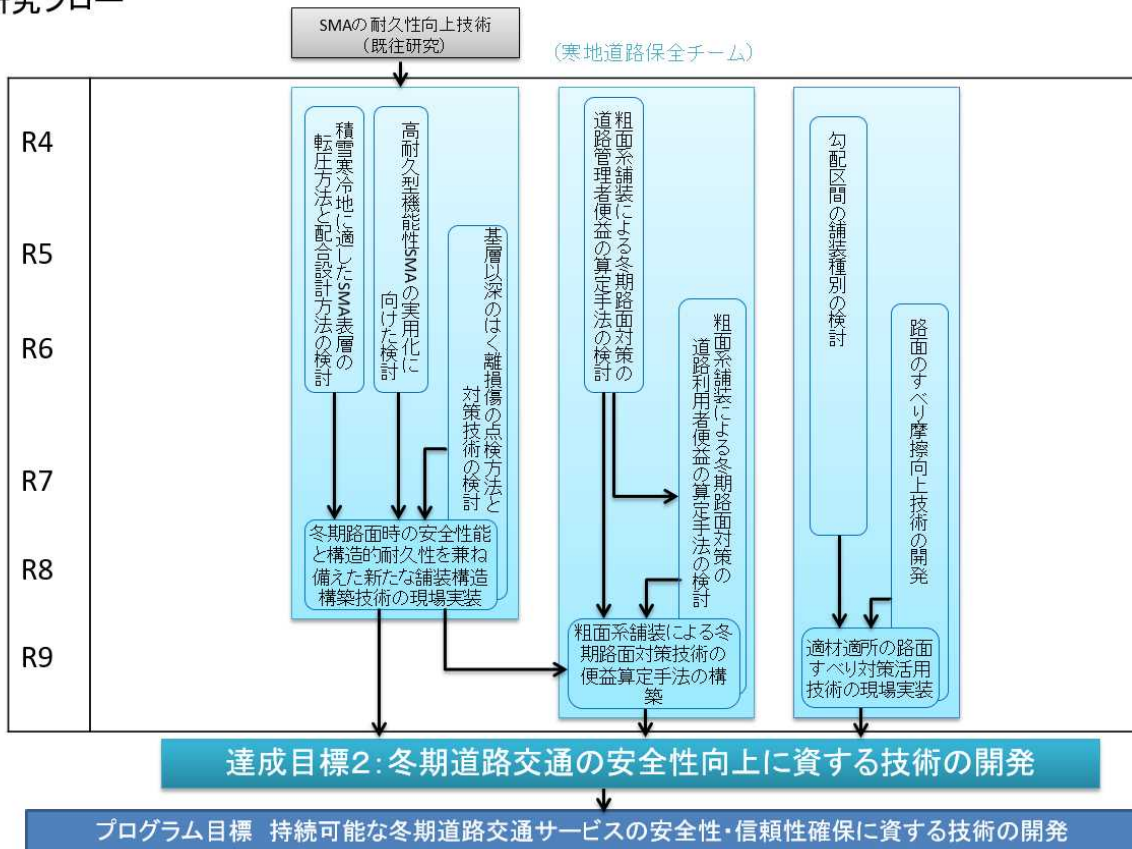
## 研究開発プログラムの概要

### 研究フロー



# 研究開発プログラムの概要

## 研究フロー





研究評価実施年度：R3 年度（開始前評価・年度評価・計画変更・見込評価・終了時評価）

令和 4 年 2 月 16 日 作成

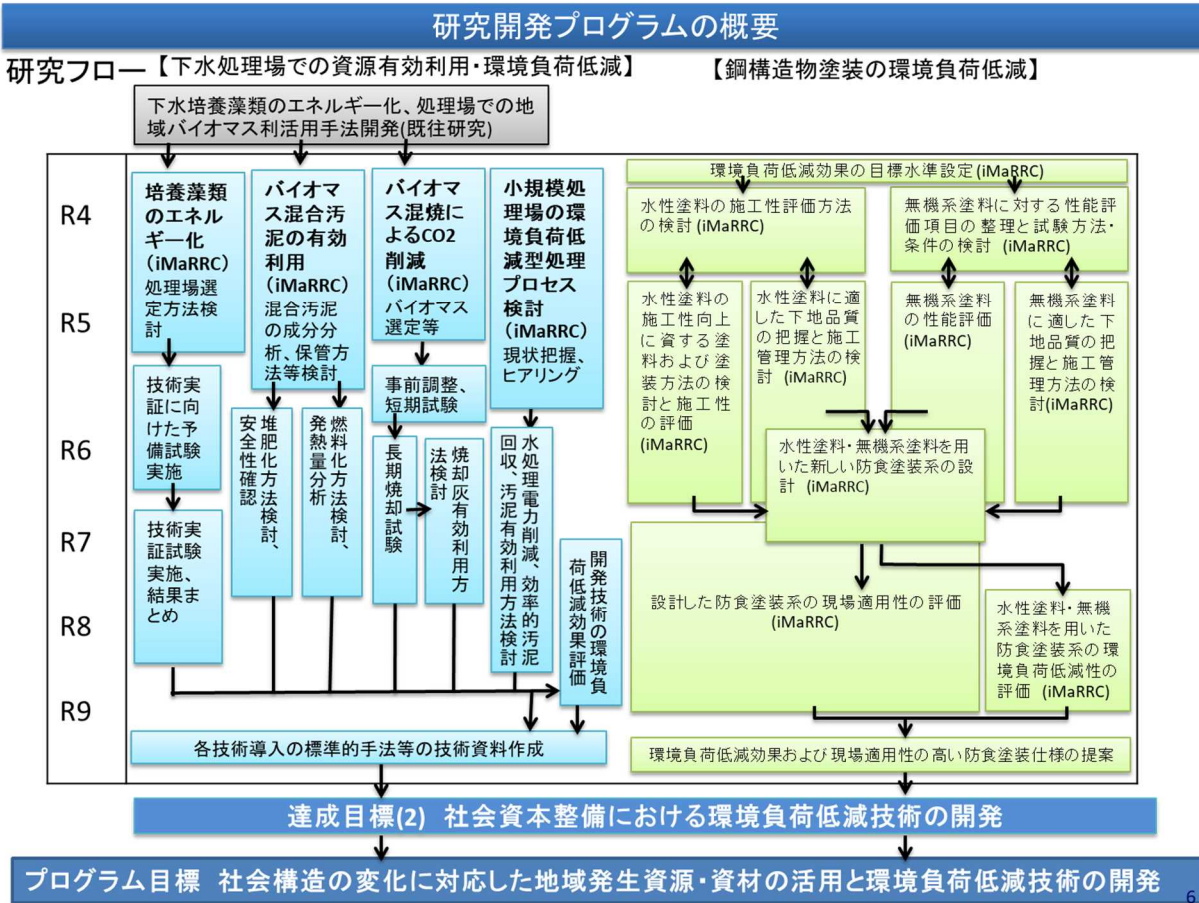
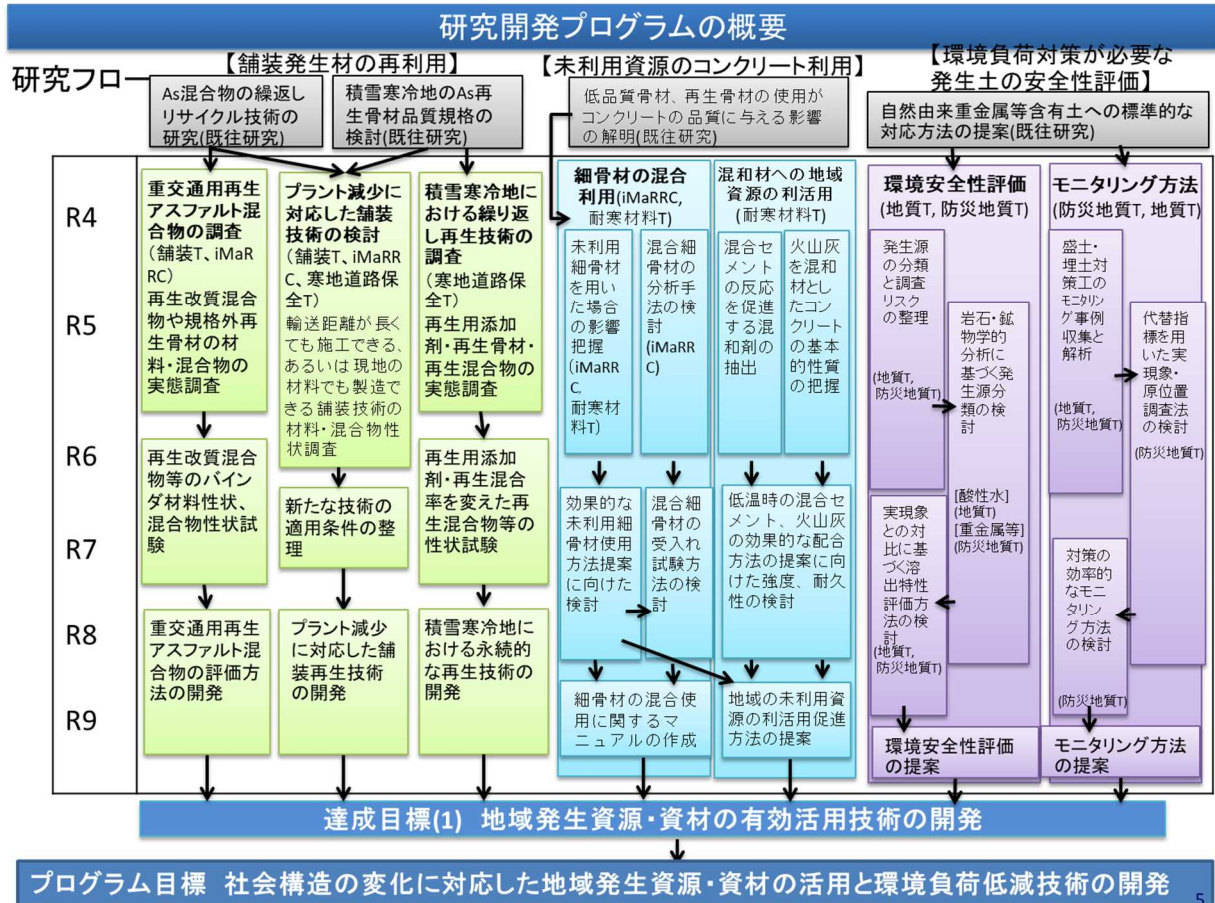
研究責任者：材料資源研究グループ長

令和 年 月 日 修正

研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C33 社会構造の変化に対応した資源・資材活用・環境負荷低減技術の開発		研究開発テーマ C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和 4 ~ 9 年度		分科会 先端・環境系
プログラムリーダー	材料資源研究グループ長		R4 年度予算額 (累計予算額) 2.1 億円 [調整中] (2.1 億円)
担当	地質・地盤研究 G	地質 T	
	道路技術研究 G	舗装 T	
	材料資源研究 G		
	寒地基礎技術研究 G	防災地質 T	
	寒地保全技術研究 G	耐寒材料 T、寒地道路保全 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人口減少と少子・高齢化など社会構造の変化が進む中、持続可能な地域社会の形成が喫緊の課題である（「社会資本整備重点計画」（H27.9）など）。</li> <li>・持続可能な地域社会実現のためには、社会資本整備・運営における、排出されるものの再利用・有効活用、社会構造の変化に対応した建設技術、環境負荷軽減を進めることが重要である。</li> <li>・アスコン塊・コンクリート塊などの再利用率は高いものの、リサイクルの質の向上が求められる（建設リサイクル推進計画（H2.9））とともに、再利用率の維持のためにも、建設発生材の適用用途の拡大が必要。</li> <li>・寒冷地で発生するアスファルト塊の繰り返し再生利用における性状への影響が明らかになっていない。</li> <li>・地域で発生する資源・資材で活用可能なものがあるが、使用は十分に広がっていない。地産地消による有効活用は、良質資材の代替としてのみならず、地域の活性化、二酸化炭素排出量削減などに貢献できる。</li> <li>・細骨材などでは良質な天然資源が減少し、不足分として砕砂の使用量が増えつつある。これによりコンクリートのフレッシュ性状確保が難しくなる傾向にある。</li> <li>・建設発生土に自然由来重金属等が含まれる場合の対策では、施工後の重金属等の溶出・酸性化の程度が想定より軽微な事例が散見されるなど、評価方法などの見直しによるコスト縮減が課題となっている。</li> <li>・下水汚泥処理には各地域において多くのエネルギー・コストを費やしており、その効率化とバイオマスとしての有効活用は、コスト縮減とともに二酸化炭素排出量削減に貢献する。</li> <li>・人口減少、集中が進むことにより、建設材料製造拠点数の減少が進行しつつある。このため輸送距離・時間の増大しつつあり、これに対応した技術開発が必要となっている。</li> <li>・下水処理施設は広域化・共同化が進んでいるが、対応できない小規模下水処理場の効率化・省力化には独自の技術開発が必要である、</li> <li>・2050 年までのカーボンニュートラルの実現に貢献するために、社会資本整備・運営にあたって排出される、二酸化炭素等の温室効果ガスの削減を図る必要がある。</li> <li>・建設資材から排出される有機溶剤等は大気汚染（光化学オキシダント、SPM 等）の原因物質であり、地域環境改善のためには排出量削減を進める必要がある。</li> </ul>		
研究目的	<p>(1) リサイクル材や地域で発生する資源・資材の有効活用方法を提案する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装発生材の重交通舗装への再利用方法、プラント減少に対応した舗装技術の提案</li> <li>・再生骨材・地域発生材のコンクリート骨材への活用方法、寒冷地での混合セメント・火山灰等の利用促進方法の提案</li> <li>・環境負荷対策が必要な発生土の合理的な安全性評価技術の提案</li> </ul> <p>(2) 社会資本整備における環境負荷低減技術を提案する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水処理場における資源有効利用・環境負荷低減技術の提案</li> <li>・鋼構造部物塗装の環境負荷低減技術の提案</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装発生材については、再生アスファルト混合物の重交通路線への適用技術を提案するとともに、寒冷地での繰り返し再生舗装技術、プラント減少に対応した舗装再生技術を提案する。</li> <li>・未利用資源のコンクリート利用については、再生細骨材の混合使用による利活用拡大方法の提案、およ</li> </ul>		

	<p>び地域の未利用資源のコンクリートへの利活用促進方法の提案を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自然由来重金属等を含む発生土の発生源分類・評価や対策工のモニタリング手法の見直しを図ることで、発生土の有効利用の拡大と対応コスト・環境負荷の縮減方法を提案する。</li> <li>・下水処理場を取り巻く地域社会において、地域の実状に即した地域バイオマスや資源利用の最大化による温室効果ガス排出量の削減技術を開発する。</li> <li>・有機溶剤含有量を削減した鋼構造物用塗料の性能評価方法を開発し、現場適用性が高く、従来の溶剤形と同等以上の性能を有する環境負荷低減形防食塗装系を提案する。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	社会構造の変化に対応した地域発生資源・資材の活用と環境負荷低減技術の開発	(1) 地域発生資源・資材の有効活用技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国交省、各地整、北海道開発局等の行政への技術支援を通じるなどにより普及を図る。</li> <li>・「舗装再生便覧」(日本道路協会)「コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準」「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」(国交省)等の改訂に反映</li> <li>・「北海道の火山灰を用いたコンクリート設計施工マニュアル(案)」の策定</li> </ul>
		(2) 社会資本整備における環境負荷低減技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル」(国交省)「鋼道路橋防食便覧」(日本道路協会)等の改訂に反映</li> <li>・国交省が作成予定の「下水処理場における地域バイオマス利活用検討ツール」に成果を反映</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国総研では、舗装については劣化診断やストックマネジメント等の管理手法の検討を行っているが、再生技術については開発研究していない。また、コンクリート材料に関する専門技術者がいない。</li> <li>・国総研では、自然由来重金属等を含む建設発生土の調査・対策に取り組んでいない。</li> <li>・国総研では、下水道関連については、技術基準の検討や、制度の運用のための指針・マニュアルの検討を行っているが、下水処理の効率化や地域バイオマスの利活用の検討は行っていない。</li> <li>・国総研では、土木鋼構造物の健全性診断やストックマネジメントの検討は行われているものの、構造物に適用する材料やその適用技術、品質確認技術の開発については取り組んでいない。</li> <li>・建設発生材や地域発生材の活用には様々な提案があること、本研究の成果は公的な技術基準・マニュアル等に反映されることなどから、民間ではなく中立的な立場で検討できる土木研究所での実施が妥当。</li> <li>・骨材の生産業者・コンクリートの製造者は中小企業が殆どである。また下水処理場での地域バイオマス活用技術は、民間企業のみでは開発インセンティブに結びにくく、民間による独自の研究開発は困難。</li> <li>・土研では国、地方公共団体からの自然由来重金属等を含む発生土への対策に関する技術相談、現場塗装に関する技術支援の経験・知見が豊富にあり、現場との連携や情報収集が可能。</li> <li>・土研にはアスファルト、コンクリート再生利用技術、下水汚泥と地域バイオマス利活用に関する専門技術者が在籍しており、土木研究所での実施が妥当。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政とは、地方整備局との関連分野の担当者会議等の場や、地方整備局、北海道開発局、地方自治体からの技術相談への対応を通じて技術普及を行うとともに、現場との連携を図る。</li> <li>・個別の研究課題については、大学、民間企業、民間技術団体、地方自治体等と共同研究を実施し、現場に役立つ技術開発を促進させるとともに、開発技術の普及を図る。</li> </ul>		

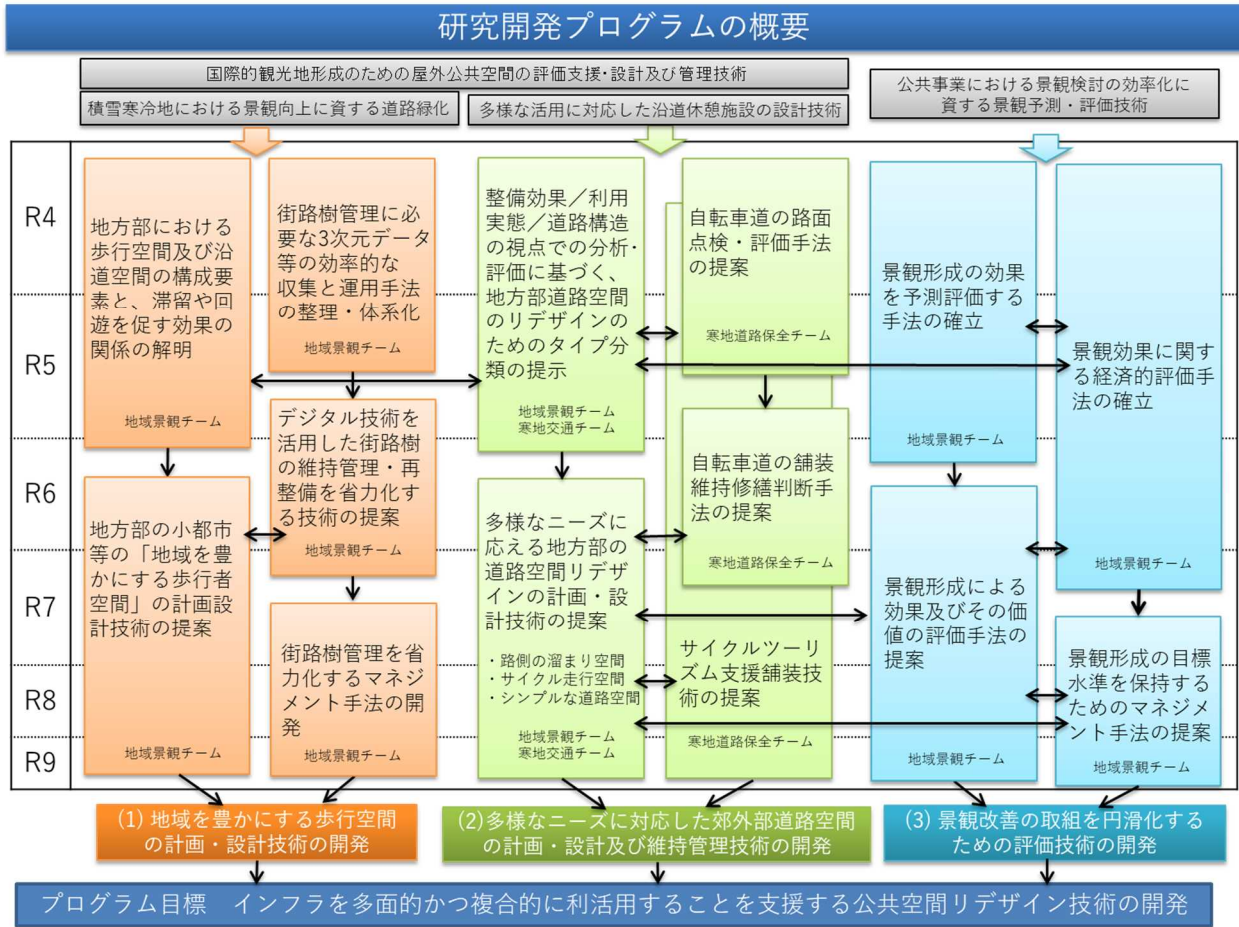
研究フロー



研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C34 快適で質の高い生活を実現する公共空間のリデザインに関する研究開発		研究開発テーマ C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和4～9年度		分科会 積雪寒冷・地域系
プログラムリーダー	特別研究監		R4 年度予算額 (累計予算額) 1.3 億円 [調整中] (1.3 億円)
担当	特別研究監付	地域景観 T	
	寒地道路研究 G	寒地交通 T	
	寒地保全技術 G	寒地道路保全 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上位計画(次期社重点, 国土の長期展望, 道路局ビジョン等)では, インフラ利活用による生活の質の向上に関する施策が多数打ち出し</li> <li>・次期社重点では, インフラ空間の多面的複合的利活用による生活の質向上を重点目標に, グリーンインフラ推進と人間中心の空間見直しにより, 美しい景観と良好な環境に溢れた快適で質の高い生活実現を志向</li> <li>・北海道総計中間点検においても, 生産空間の魅力(暮らしたい, 訪れたい)の向上のため, 景観形成の取り組みや魅力的な街並み整備を継続することが必要と指摘</li> <li>・観光ニーズは密回避・健康増進志向からサイクルツーリズムに大きな期待. カーボンニュートラル施策としても自転車活用の取り組みが推進</li> <li>・人口減が進む地方の小都市では市街地の魅力向上が大きな課題. 郊外道路では多様化するニーズへの対応と管理コスト削減が必要</li> <li>・社会情勢やニーズの変化に対応するためには, 従来の要求にのみ適合した公共空間のデザインを変化に合わせて最適化する (=リデザイン) することが必要</li> <li>・景観整備については妥当性の理論的説明と事業の実効性をあげることが求められている</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・美しい景観と良好な環境に溢れた快適で質の高い生活の実現のため, インフラを多面的かつ複合的に利活用することを支援する公共空間のリデザイン技術を開発する.</li> <li>・成果を技術基準への反映や実務者用ガイドラインとして提供し, 豊かさを実感できる国土形成, 観光政策, まちづくり・地域振興事業等への貢献を目指す.</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域の魅力向上のため, 地方部の小都市や町村の市街地を対象に, 人を誘うような歩行空間のあり方について検討し, 計画・設計手法を提案. 歩行空間の重要な構成要素である街路樹の計画から維持管理をデジタル技術によって省力化する手法を開発.</li> <li>・社会環境変化(人口・沿道利用・交通量の減少, 限りある維持・除雪費, 高齢者・外国人ドライバーの増加, 自動運転車の混在等), および観光利用やサイクルツーリズム等の多様なニーズを考慮し, 既存の道路空間を最も効果的に活用するためのリデザイン技術を提案</li> <li>・景観形成の効果とその価値を定量評価する手法を確立し, 計画・設計時に景観的な検討内容の妥当性・適切性の評価を可能とする. さらに, 事業着手から完成時までの間に景観形成の目標水準を維持するためのマネジメント手法を確立する.</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	インフラを多面的かつ複合的に利活用することを支援する公共空間リデザイン技術の開発	(1) 地域を豊かにする歩行空間の計画・設計技術の開発	技術基準への反映, ガイドライン発行, 技術相談/講習会
		(2) 多様なニーズに対応した郊外部道路空間の計画・設計及び維持管理技術の開発	技術基準への反映, ガイドライン発行, 技術相談/講習会
		(3) 景観改善の取組を円滑化するための評価技術の開発	技術基準への反映, ガイドライン発行, 技術相談/講習会
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国等が実施する関連行政施策立案への反映や, 技術基準等の改訂/補完を行うための研究であり, 公平性と中立性の観点から公的機関である土研が実施するのが妥当である.</li> <li>・土研は公共インフラの整備/管理に関して豊富な研究知見を有し, さらに技術指導を通じて現場の課題にも広く精通しており, 成果の最大化にはその総合力が寄与することが期待できる.</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民間セクターでは公共事業の実務で用いられる評価や計画 / 設計技術に関する研究開発は実施されない。</li> </ul>
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学等と自転車走行空間の路面正常把握手法に関する共同研究を想定</li> <li>・国総研(道路環境, 緑化生態)と本省リクワイアメントを踏まえた研究方向性につき定期的に意見交換, 成果を国の技術基準等に反映</li> <li>・国や地方公共団体と連携し技術講習会、セミナー等を開催</li> <li>・JICA 等を通じて途上国への技術協力や国際研修事業へ協力</li> <li>・NPO 等と情報交換</li> </ul>





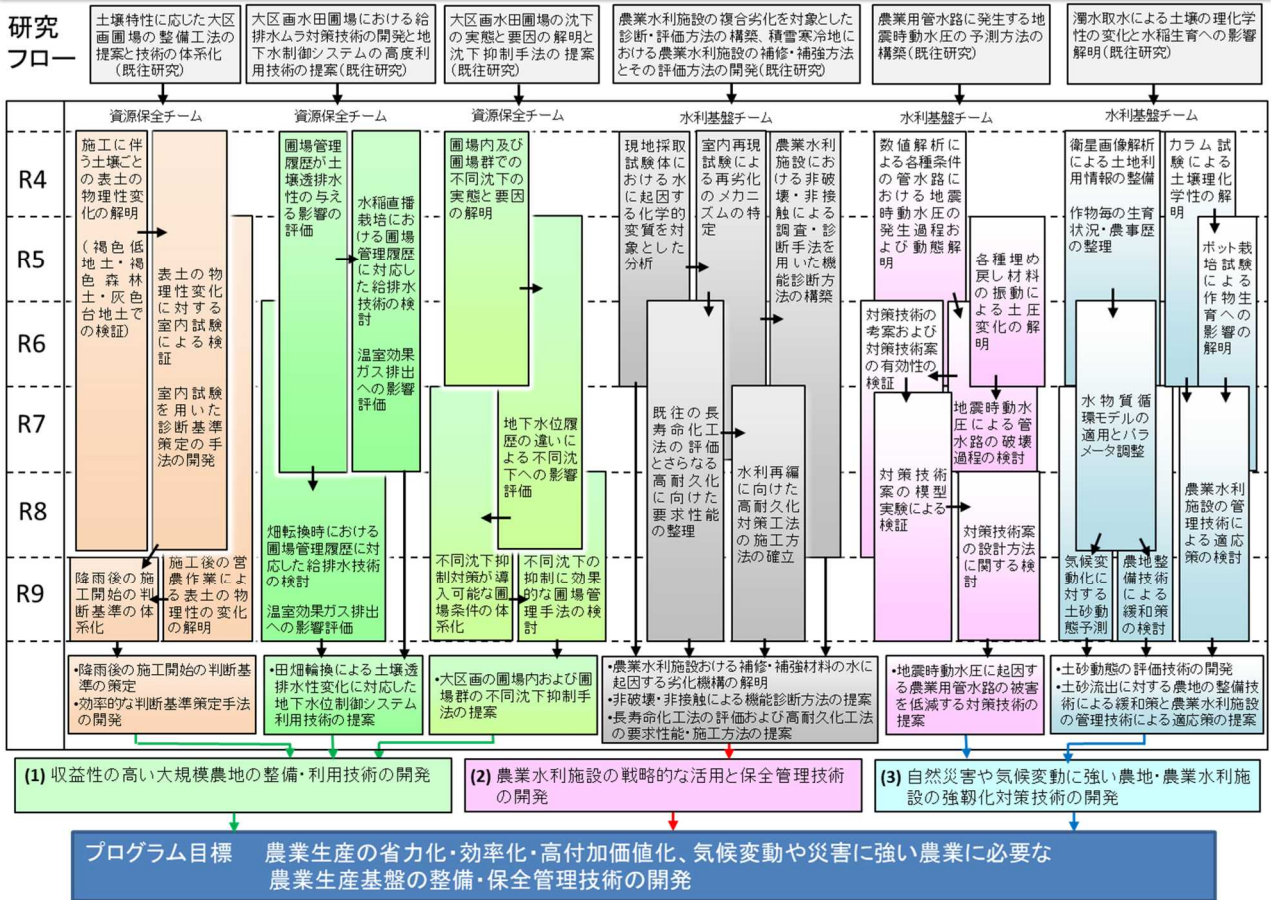
研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C35 農業の成長産業化や強靱化に資する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発	研究開発テーマ	C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	農業・水産系
プログラムリーダー	寒地農業基盤研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	1.3 億円 [調整中] (1.3 億円)
担当	寒地農業基盤研究 G	水利基盤 T、資源保全 T	
研究の背景・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>国民への食料供給を担う我が国の農業は、担い手の減少・高齢化、農地面積の減少等による生産基盤の脆弱化、農業・農村の有する多面的機能の低下が懸念されている。</li> <li>一方、ロボット、ICT、AI 等の先進的な情報化技術のめざましい進展により、スマート農業の導入等による農業の省力化や高度化に期待が寄せられている。</li> <li>人口減少社会における農業・農村の持続的発展のためには、環境との調和に配慮しつつ、新たな技術を活用した農業生産の省力化・効率化、地域特性を生かした農業の成長産業化による所得向上が急務である。</li> <li>このために、基礎的な生産資源である農地や農業用水等の生産基盤を強化し効果的な活用を図るとともに、これらの戦略的な保全管理、農業・農村の国土強靱化に資する防災減災対策に取り組む必要がある。</li> <li>国の食料供給の中核を担い、積雪寒冷な気候条件のもと大規模農業が展開される北海道においては、農地の大区画化・汎用化や畑地かんがい等、スマート農業技術や高収益作物の安定生産に対応した基盤整備の促進に加え、基幹的農業水利施設の計画的な機能保全・更新、農地の排水性の強化等、気候変動や災害に強い農業に必要な基盤整備の促進が求められているところ。</li> <li>積雪寒冷な気候、泥炭や特殊な火山灰が広がる農地を基盤として、大規模な水稲・畑作・酪農等が展開される北海道では、これらの地域特性に立脚した農業農村整備に必要な先進的な技術開発が求められており、スマート農業の加速化、農業 DX の推進など新たな技術の導入を見据え、イノベーションによる農業基盤の強化を図る。</li> </ul>		
研究目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>北海道の地域特性に対応した農業生産の省力化・効率化・高付加価値化、気候変動や災害に強い農業に必要な農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発として、 スマート農業の展開に必要な基盤づくりとしての収益性の高い大規模農地の整備・利用技術の開発、農業水利施設の戦略的な活用と保全・管理技術の開発</li> <li>大規模地震や豪雨、干ばつの発生など、自然災害や気候変動に強い農地・農業水利施設の強靱化対策技術の開発</li> <li>を行い、食料の安定供給、農業の成長産業化に貢献する。</li> </ul>		
研究概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>国営事業等で大区画化した農地での良好な作物生産を実現するため、農地の整備時に必要な土工技術の提案を行うとともに、設置される地下水位制御システムの効果的な活用、泥炭農地の沈下対策を提案する。</li> <li>農業水利施設の構成材料の劣化機構を解明すると共に、補修・補強工法の耐久性能の評価を行い、寒冷地における農業水利施設の延命化・高耐久化対策工法の開発を行う。</li> <li>農業用パイプラインに発生する地震時動水圧の機構解明と抑制対策技術の提案、豪雨に伴う農地からの土砂流出を含む農村地域の土砂動態の評価技術の開発、濁水発生時の農業取水管理手法の提案を行う。</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	農業生産の省力化・効率化・高付加価値化、気候変動や災害に強い農業に必要な農業生産基盤の整備・保全管理技術の開発	(1) 収益性の高い大規模農地の整備・利用技術の開発	農水省の基準類及び「国営農地再編整備事業マニュアル」(北海道開発局)に反映し、事業の工事現場で活用、事業者や土地改良区等を通じ農業者へ技術を普及

		(2) 農業水利施設の戦略的な活用と保全管理技術の開発	農水省・開発局の基準書・マニュアル類へ反映し、国営事業の計画や施設設計、土地改良区等の施設の運営、保全管理に活用
		(3) 自然災害や気候変動に強い農地・農業水利施設の強靱化対策技術の開発	農水省・開発局の基準書・マニュアル類への反映、及び技術利用マニュアルを作成し、国営事業の調査・計画・施設設計等に活用
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業生産基盤（農地・農業水利施設）は国等が事業主体として整備し、土地改良区等が維持管理しているものであり、国等が現場調査フィールドや整備に係わる技術資料を土研に提供、土研は研究目的に沿った調査・研究を行い、成果を事業現場に提供する。</li> <li>・土研は寒冷地に係わる農業生産基盤整備に関する研究に長年従事しており、民間にない多くの実績と能力を有していることから、研究目標への効率的な達成と国等への成果の提案が可能である。</li> </ul>		
他機関との連携、役割分担	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土研は積雪寒冷地の北海道を対象とした農業農村整備技術に係わる研究を行っている。農研機構農村工学研究部門は農業農村整備技術に関わる全国共通の研究を、農研機構北海道研究センターと北海道立総合研究機構農業研究本部は、作物育種や経営など農業に関わる広汎な研究を行っている。これらの研究機関とは、研究に関する情報交換や研修連携を行う。</li> <li>・直轄の農業生産基盤整備に係る研究であり、事業主体である国交省(北海道開発局)・農水省や土地改良施設の維持管理主体である土地改良区等と連携した研究を行う。</li> <li>・これらのほか、研究課題毎に必要な機関等との連携を図る。</li> <li>・地下水制御システムの技術開発等、営農に直結する農業土木技術の研究は、地域の農業改良普及センターや農業協同組合等と連携する。</li> <li>・泥炭農地の沈下に関する研究は、課題を抱える地域の土地改良区、泥炭に関する研究成果を蓄積する大学等と連携する。</li> <li>・農業水利施設の維持管理対策の適正化に関する研究は、劣化対策に関する技術的知見を有する大学、農研機構農村工学研究部門のほか、現場技術を有する民間企業と連携する。</li> <li>・地震時動水圧に関する研究は、農業パイプラインの挙動に関する知見を有する大学や、実験施設を有する農研機構農村工学研究部門等と連携する。</li> <li>・農業地域の土砂流出に関する研究は、水稻冠水試験等の実績を有する農研機構農村工学研究部門や、濁水の影響が見込まれる水利施設を管理する土地改良区等と連携する。</li> </ul>		



# 研究フロー

## 研究開発プログラムの概要



研究開発プログラム実施計画書			
研究開発プログラム名	C36 水産資源の生産力向上に資する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究開発	研究開発テーマ	C 活力ある魅力的な地域・生活への貢献
研究期間	令和4～9年度	分科会	農業・水産系
プログラムリーダー	寒地水圏研究グループ長	R4 年度予算額 (累計予算額)	0.9 億円 [調整中] (0.9 億円)
担当	寒地水圏研究 G	水産土木 T、水環境保全 T	
研究の背景・必要性	<p>・北海道は全国の水揚げ量の3割を占める我が国水産業の重要な拠点。世界の食料需要の大幅な増加や気候変動による供給制約リスクにも的確に対応し、持続可能な漁業の展開等により水産資源の回復を図ることが必要。このため、漁港水域を増養殖場として利用する漁港機能の集約化や再活用、藻場造成等の水産環境整備により、安定した生産・出荷が期待される養殖・栽培漁業の普及を促進。（北海道総合開発計画 平成28年3月）</p> <p>・水産業は、国民に対して水産物を安定的に供給することと同時に、漁村地域の経済活動の基礎をなし、その維持発展を図ることが期待されている。そのためには我が国周辺の豊かな水産資源の持続可能な形でのフル活用や漁場環境の適切な保全・管理が必要。（水産基本計画 平成29年4月）</p> <p>・水産資源の状況については、漁業生産量はピーク時の半分まで減少していることから、豊かな生態系の創造と海域生産力の底上げを図るため、水産環境整備の推進が必要。漁業者の減少や高齢化により、漁業就業者にとって働きやすい漁村づくりが求められており、静穏水域を増養殖の場として活用する漁港ストックの多機能的な活用等を通じた就労環境の改善が必要。（漁港漁場整備長期計画 平成29年3月）</p> <p>・水産生物の増殖や生育に配慮した漁港施設の整備等、種苗放流と種苗の育成の場の整備との連携の推進が必要。（栽培漁業基本方針 平成29年6月改正）</p> <p>・水産資源の回復や生産力の向上を図るため、海域の生態系全体の底上げを目指し、水産生物の生活史に対応した幼稚仔・成体の保護・生育の場の創出が必要。漁場造成技術、自然環境創出・保全・制御技術、水域の特性に応じた資源管理技術や増養殖技術などに加え、効果の把握・評価に係る技術開発により整備や取り組みの促進が必要。（北海道マリンビジョン21 平成25年6月）</p>		
研究目的	<p>漁業生産量の減少や水産資源水準の悪化等の状況に対応し、河口域を含む沿岸域から沖合域において、水産資源の増大に資する海洋構造物の活用、整備技術を開発し、水産資源を育む漁場環境の適切な保管理や海域の生産力の向上と水産業振興による地域の活性化を図る。</p> <p>これらの目的を達成するため、次の研究課題に取り組む。</p> <p>持続可能な水産資源増養殖に資する寒冷沿岸域の漁港等施設の活用技術に関する研究 寒冷河口域に位置する漁港等施設の水生生物の生息環境改善技術に関する研究 北方海域における沖合構造物による漁場環境改善技術に関する研究</p>		
研究概要	<p>1. 海域の環境変化に対応した水産資源の増養殖を図る水産基盤の活用技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有害プランクトン抑制に関する増養殖のための漁港等施設の活用手法の提案</li> <li>・直立護岸を対象とした増養殖環境の良化技術の開発</li> </ul> <p>2. 水産資源を育み生産力の向上を図る水産環境改善技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・寒冷河口沿岸域における水生生物の生息環境改善技術の提案</li> <li>・沖合構造物が持つ餌料培養効果等の漁場環境改善効果の解明</li> <li>・北海道周辺海域での沖合構造物による漁場整備手法の開発</li> </ul>		
プログラム目標と達成目標の関係	プログラム目標	達成目標	成果の普及・反映
	寒冷海域における漁業生産力の向上及び水産業振興のための水産基盤の整備・保全に関する技術開発	(1) 海域の環境変化に対応した水産資源の増養殖を図る水産基盤の活用技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアルやガイドブックへの反映により現場への技術普及を促進</li> <li>・国(北海道開発局等)や地方公共団体(北海道等)への提供・普及により漁港ストックの有効活用等を推進</li> <li>・生物親和性基質の開発等によ</li> </ul>

			り、土木技術のイノベーションに貢献
		(2) 水産資源を育み生産力の向上を図る水産環境改善技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国(北海道開発局等)や地方公共団体(北海道等)への提供・普及により水産環境整備や直轄漁場整備等を推進</li> <li>・生物生産性の高い河口沿岸域や技術的知見の乏しい沖合域に係る技術の提供・普及により漁業生産性の向上や食料生産基盤の機能強化を推進</li> </ul>
土研実施の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・我が国水産業にとって重要な北海道周辺海域の水産資源の増大を図る水産基盤の整備は、国の重要施策（北海道総合開発計画、水産基本計画、漁港漁場整備長期計画）に位置付け。</li> <li>・寒冷海域における水産基盤に係る研究機関は土木研究所しかない。</li> <li>・研究の実施に当たっては、地方公共団体や漁業関係者との調整が不可欠であり、民間企業による実施は不適當。</li> </ul> <p>以上より、本研究は土木研究所が行う必要がある。</p>		
他機関との連携、役割分担	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.北海道開発局、北海道 [連携、技術の反映・普及] <ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道における漁港漁場等水産基盤の計画、設計、整備</li> <li>・北海道における栽培漁業等の水産資源増大に関する施策推進</li> </ul> </li> <li>2.水産庁 [連携、技術の反映] <ul style="list-style-type: none"> <li>・水産基本計画、漁港漁場整備長期計画の策定</li> <li>・水産基盤に係る技術指針策定</li> </ul> </li> <li>3.北海道立総合研究機構、大学 [共同研究、連携] <ul style="list-style-type: none"> <li>・水産資源や資源増殖に係る調査研究</li> </ul> </li> <li>4.(国研)水産研究・教育機構 [連携、情報交換] <ul style="list-style-type: none"> <li>・水産基盤の整備技術に関する全国的な研究開発</li> <li>・資源評価等水産資源に係る全国的な研究開発</li> </ul> </li> </ol>		

研究フロー

