



## 流域治水およびカーボンニュートラルに資するダム再生技術の研究開発拠点を設置 ～ダムを、「賢く」、「増やして」、「永く」使うために～

### 1. 概要

2024年4月に京都大学防災研究所は、気候変動下で激甚化する豪雨災害に備えたダムの洪水調節機能の強化や、国産の再生可能エネルギーとして改めて評価が高まっている水力発電の拡大に向けた既存ダムのハード・ソフトの様々な再生技術を開発し、国内外のプロジェクトへ実装を進めるための研究開発拠点（京都大学防災研究所水資源環境研究センター産学共同研究部門ダム再生・流砂環境再生技術研究領域。以下、「拠点」と呼ぶ）を設置しました。

2018年の西日本豪雨や2019年の東日本台風以降、ダムの緊急放流が増加し、これを防ぐための事前放流が全国的に推進されています。一方で、現状ではダムの貯水容量には限りがあり、これをさらに有効活用するには、最新の気象予測情報を活用してダムの運用をさらに高度化したり、古いダムを改造して貯水容量を増やしたり、新たな放流設備を設置してより効果的な事前放流を実現させるための技術開発が求められます。このようなダムの運用高度化によって効果的に貯留された水は、次の洪水を見据えながらゆっくりと発電放流することで、増電効果をもたらすことが期待されます。

一方で、ダムには継続的に土砂が堆積してダムの機能を低下させるとともに、下流河川に本来流れるべき土砂を遮断する環境問題があります。これを踏まえて、近年ではダムの長寿命化と下流の河川や海岸に対する環境影響を軽減するための土砂供給をセットで実現する先進的なダムの堆砂対策が進められつつあります。

本拠点は、このような「治水」と「利水」のWIN-WINをもたらすためのダムを「賢く」、「増やして」使うための「ダム再生技術」、さらには、ダムを「永く」使うと同時に、河川や海岸環境の改善のためにダムから効果的に土砂を下流に供給する「流砂環境再生技術」を開発するために、京都大学の角 哲也特定教授を総括リーダーとし、関西電力株式会社、電源開発株式会社、中部電力株式会社、九州電力株式会社、株式会社建設技術研究所、株式会社ニュージェック、西日本技術開発株式会社、一般財団法人 水源地環境センター（WEC）、一般財団法人 ダム技術センター（JDEC）を参加機関として設置されました。

本拠点では、2023年度開始のBRIDGE「ダム運用高度化による流域治水能力向上と再生可能エネルギー増強の加速化プロジェクト」やSIP第3期スマート防災ネットワークの構築やSIP第3期スマートインフラマネジメントシステムの構築などの国の大型プロジェクトとも連携して研究開発を推進し、若手技術者の育成にも取り組めます。

## ダム再生技術

- ・ **ソフト対策（賢く使う）**
  - 最新の気象予測を用いた降雨・流量予測手法の高度化（長時間アンサンブル降雨予測）
    - （効果）事前放流の精度向上（洪水調節容量の効率的利用）
    - （効果）貯留水を水力発電に有効活用
- ・ **ハード対策（増やして使う）**
  - 既設ダムの嵩（かさ）上げ
    - （効果）洪水調節容量の増大
  - 放流設備の増設、放流トンネルの増設
    - （効果）洪水調節容量の有効活用

2019年台風19号時の長時間アンサンブル予測  
10/7 上陸5日前  
台風経路予測（51メンバーのアンサンブル予測）

既設ダムの嵩上げ（容量の増大）  
容量拡大  
既設ダム  
嵩上げ

放流管の増設（放流能力の向上）  
貯水池  
既設放流管  
放流管の増設（放流能力の向上）

放流トンネルの増設（放流能力の向上）  
貯水池  
既設ダム  
放流トンネルの増設（放流能力の向上）

## 流砂環境再生技術

- ・ **堆砂対策（永く使う）**
  - 掘削およびダム下流への土砂還元（置き土）
  - 土砂バイパス、通砂（スルーシグ）など
    - （効果）ダムの貯水容量の維持
    - （効果）下流へ土砂供給（流砂遮断の解消）（河床低下・海岸侵食対策、河川環境改善）

1 貯砂  
2 浸透  
3 分流域  
4 通砂（スルーシグ）・排砂  
5 掘削  
土砂還元（置き土）  
土砂バイパス  
土砂の通過  
土砂の排除  
土砂発生、土砂流入量の軽減  
密度流排出

## 2. 設立の目的

2024年4月に京都大学防災研究所は、気候変動下で激甚化する豪雨災害に備えたダムの洪水調節機能の強化や、国産の再生可能エネルギーとして改めて評価が高まっている水力発電の拡大に向けた既存ダムのハード・ソフトの様々な再生技術を開発し、国内外のプロジェクトへ実装を進めるための拠点を設置しました。

2018年の西日本豪雨や2019年の東日本台風以降、ダムの緊急放流が増加し、これを防ぐための事前放流が全国的に推進されています。しかしながら、現状ではダムの貯水容量には限りがあり、これをさらに有効活用するには、「長時間アンサンブル予測」などの最新の気象予測情報を活用して運用をさらに高度化する「ソフト技術」や、古いダムを「嵩上げ」して貯水容量を増やしたり、「増設放流管」や「放流トンネル」などを設置して、より効果的に事前放流を行ったりするための「ハード技術」の技術開発が求められます。

また、このような運用高度化によって効果的にダムに貯留された水は、15日先までの「長時間アンサンブル降雨予測」を用いることで、次の洪水の発生有無を見据えながら、発電機を通してゆっくり放流することで大きな増電効果をもたらすことが期待されます。特に、河川に縦列に配置されたダム群を使って、いかにその効果を最大化するかの方法論の開発が求められています。最近では、太陽光発電などの変動性電源の増大に伴って、その調整役としての水力発電の価値が増大しており、気象予測を用いた水力発電の効果的な運用は大きなテーマとなっています。

一方、ダムには継続的に土砂が堆積して貯水機能を低下させるとともに、本来は下流河川に流れるべき土砂を遮断することに伴う環境問題が発生します。これを踏まえて、近年ではダムの長寿命化と下流河川や海岸に対する環境影響を軽減するための土砂供給をセットで実現する先進的なダムの堆砂対策が進められつつあります。

本拠点は、これまで築き上げられてきた社会インフラである既存のダム群をベースに、大きな社会課題である「治水」と「利水」のWIN-WINの関係を構築するために、ダムを「賢く」、「増やして」使うための「ダム再生技術」、さらには、ダムを「永く」使うと同時に、河川や海岸環境の改善のためにダムから効果的に土砂を下流に供給する「流砂環境再生技術」を開発するために、京都大学の角 哲也特定教授を総括リーダーとし、関西電力株式会社、電源開発株式会社、中部電力株式会社、九州電力株式会社、株式会社建設技術研究所、株式会社ニュージェック、西日本技術開発株式会社、一般財団法人水源地環境センター（WEC）、一般財団法人ダム技術センター（JDEC）を参加機関として設置されました。

## 3. 本拠点のミッションのまとめ

- 流域治水およびカーボンニュートラルの両面から重要な水資源開発施設であるダム高度運用が必要
- 一方、ダムの長寿命化のための堆砂対策は、流砂系の総合土砂管理の要として重要な位置を占めており、下流河川への土砂供給の観点からも重要性が増大
- これらダムの高度運用と堆砂対策を柱とする長寿命化の実現には、「ダムの再生」と「流砂環境の再生」の両面からの技術開発が必要
- そのために、以下のような課題に取り組む
  - ①流域における既存ダムの現状評価と「ダム再生」ポテンシャル評価技術の開発
  - ②ハード技術（放流設備や排砂設備などの施設改造）の開発
  - ③ソフト技術（気象予測、土砂流入予測、貯水池内や下流河川における土砂動態予測、AIを用いた洪水・土砂管理技術など）の開発
  - ④ダムの土砂管理と流砂環境の再生を調和させる応用生態工学的なアプローチの開発
- 本拠点では、このような現状の課題と今後解決すべき方向性を見据え、「ダムの再生」と「流砂環境の再生」の技術開発と人材育成、さらに社会的意義の発信、これら技術による海外支援を行う

#### 4. 関連するプロジェクト

本拠点では、2023 年度開始の BRIDGE「ダム運用高度化による流域治水能力向上と再生可能エネルギー増強の加速化プロジェクト」や SIP 第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」や SIP 第 3 期「スマートインフラマネジメントシステムの構築」などの国の大型プロジェクトとも連携し、これらを通じて得られた成果を政策提言として発信するとともに、こうした「ダム再生」「流砂環境再生」プロジェクトを担う若手技術者の育成や、これら技術による海外支援（熊本水イニシアティブ（※）を踏まえたアジア太平洋地域におけるダムのハイブリッド技術）にも取り組みます。

※熊本イニシアティブ：2022 年 4 月開催の「第 4 回アジア・太平洋水サミット」において宣言されたもの。アジア太平洋地域を対象に、流域治水を通じた水害被害軽減（適応策）と、温室効果ガスの削減（緩和策）を両立できるハイブリッド技術の開発・供与（ダム：既存ダムの運用改善や改造により、早期に効果発現）が盛り込まれている。（関連サイト：<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/content/001479357.pdf>）

#### 5. キックオフシンポジウム

本拠点の設立を記念したキックオフシンポジウムを、5月30日(木)午後に京都大学宇治キャンパス黄檗プラザで開催予定です。プログラムの詳細は今後お知らせします。

<http://ecohyd.dpri.kyoto-u.ac.jp/index.html> に情報掲載予定です。

<用語解説>

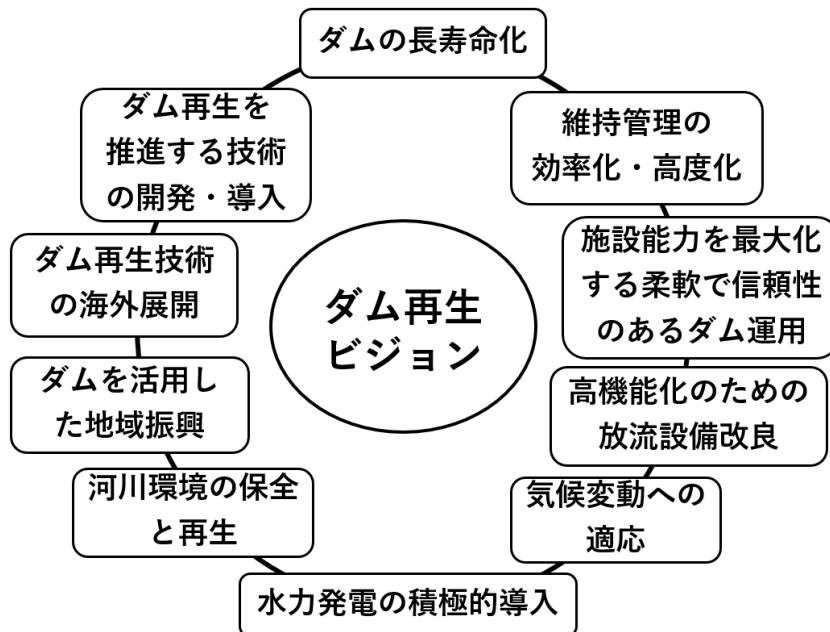
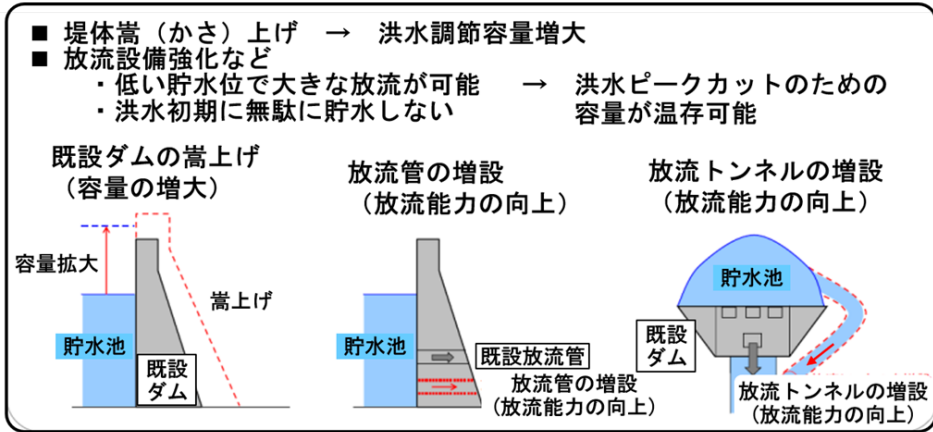
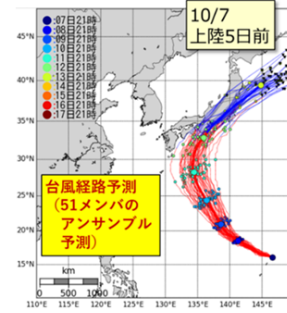
##### ■ダム再生

厳しい財政状況等の社会情勢、洪水・渇水被害の頻発や気候変動の影響の顕在化、既設ダムの有効活用の様々な特長や、これまでの事例の積み重ねによる知見の蓄積、これを支える各種技術の進展を踏まえて、ソフト・ハード対策の両面から既設ダムを有効活用するために、2017 年 6 月 27 日に国土交通省が「ダム再生ビジョン」を策定。天ヶ瀬ダム（トンネル洪水吐）、新桂沢ダム（嵩上げ）、鶴田ダム（放流設備増設）などが代表例。

（関連サイト：<https://www.mlit.go.jp/common/001190128.pdf>）

- **ソフト対策（賢く使う）**
  - **最新の気象予測を用いた降雨・流量予測手法の高度化（長時間アンサンブル降雨予測）**
    - （効果）**事前放流**の精度向上（洪水調節容量の効率的な使用）
    - （効果）**貯留水を水力発電**に有効活用
- **ハード対策（増やして使う）**
  - **既設ダムの嵩（かさ）上げ**
    - （効果）洪水調節容量の増大
  - **放流設備の増設，放流トンネルの増設**
    - （効果）洪水調節容量の有効活用

2019年台風19号時の長時間アンサンブル予測



■長時間アンサンブル降雨予測

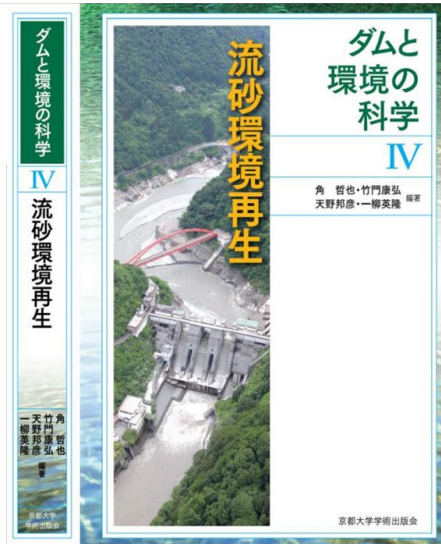
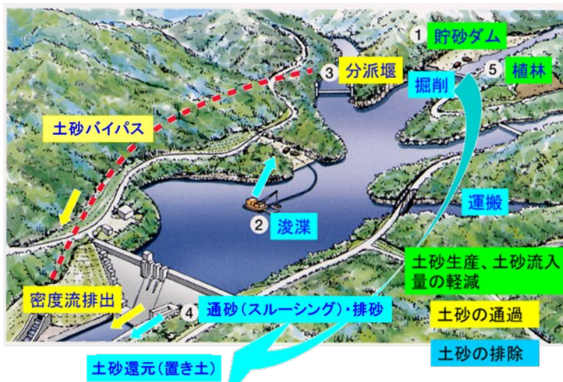
わずかなばらつきのある複数の初期値を用いて複数の予測を行い、最も起こりやすい現象や最悪シナリオを予測する手法を長時間化したもの。予測が変化する可能性や変化する程度の推定も可能となる。15日先までのアンサンブル降雨予測を5kmメッシュ・1時間値まで高解像度化したものを用いて、5～7日前から早期にダム貯水位を低下させる「事前放流」や、しばらく降雨が予測されない場合に一時的に貯水位を上昇させて有効利用を図る「弾力的管理」、洪水後にゆっくり「後期放流」することにより増電を図るための支援情報。

## ■流砂環境再生

ダムには、一般には堆砂容量が設定されているが、計画以上の速度で堆砂が進行し、本来の貯水機能や、ダムの取水・放流機能への影響、さらには、ダム下流域の河床低下や海岸侵食の要因の一つとなっている事例も増加。一方で、旭ダム（土砂バイパス）、長安ロダム（大規模土砂還元（置き土））、黒部川・耳川（通砂、排砂）など、堆砂対策に伴って下流河川の環境が大きく改善。「流砂系の総合土砂管理」の要として、「ダムの土砂管理＝河川の流砂環境の再生」と定義し、これを進めるための最新の知見と全国の先進事例を分析した成果を2023年10月に京都大学学術出版会から出版。

（関連サイト：[https://www.dam-net.jp/dam\\_content/topix/02\\_topix\\_list/2404/t240404.html](https://www.dam-net.jp/dam_content/topix/02_topix_list/2404/t240404.html)）

- 堆砂対策（永く使う）
  - － 掘削およびダム下流への土砂還元（置き土）
  - － 土砂バイパス、通砂（スルーシング）など
    - （効果）ダムの貯水容量の維持
    - （効果）下流へ土砂供給（流砂遮断の解消）（河床低下・海岸侵食対策，河川環境改善）



長安ロダム・置き土

ダムが遮断した土砂をいかに下流に届けるか  
流砂環境の改善につながる  
土砂管理を考える  
治水・利水機能を維持しつつ、環境と調和させる新たな道

流域の問題には、多すぎる水（洪水）、少なすぎる水（渇水）もあれば、多すぎる土砂（災害）、少なすぎる土砂（河床低下、海岸侵食、河川環境劣化）もある。

瀬淵構造・生息場多様性

室生ダム・置き土

山須原ダム・通砂

天竜川・湧水環境

耳川・河道地形変化

宇奈月ダム  
排砂ゲート

耳川・湧水環境

本書は、ダムによる流水の貯留とトレードオフの関係にある土砂の連続性遮断の問題を、流砂系の総合土砂管理の枠組みとして改めて考えるとともに、その一番の鍵を、「ダムの土砂管理＝河川の流砂環境の再生」と定義し、これを進めるための科学的考察と実践の最前線の分析に取り組んだ。

ダムと環境の科学 IV 流砂環境再生

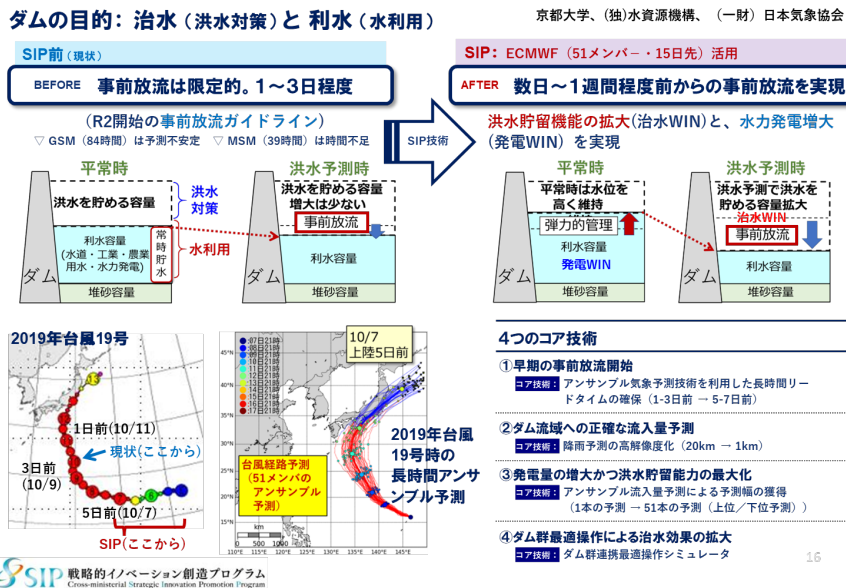
角 哲也・竹門 康弘・天野 邦彦・一柳 英隆 編著

京都大学学術出版会（2023/10/10） ISBN: 9784814004997

<https://www.kyoto-up.or.jp/books/9784814004997.html>

<関連プロジェクト>

## ■SIP 第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」「テーマVI:スーパー台風被害予測システムの開発」(統合ダム防災支援システムの開発)(2019~2023)



(関連サイト: <http://ecohyd.dpri.kyoto-u.ac.jp/theme/SIP.html>)

## ■BRIDGE「ダム運用高度化による流域治水能力向上と再生可能エネルギー増強の加速化プロジェクト」(2023~2025)

SIP 第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」の中の「テーマVI:スーパー台風被害予測システムの開発」では、従来3日前からの事前放流に留まっていたものを、「長時間アンサンブル降雨予測」を用いて5~7日前から発電を行いながら効果的に事前放流する手法を開発。BRIDGEでは、これを発展させて、①適用するフェーズを増やす(出水前から洪水調節後の後期放流までの全体のステージで治水および増電効果を向上)、②適用するダムタイプを増やす(都道府県管理の多目的ダムや大規模水道ダム、さらに揚水発電を含むような複数の発電ダム群などへも展開)、③適用するためにルール化する(アンサンブル予測を用いたダム操作の裏付けとなる活用ガイドラインを策定)、ための研究開発を推進。(関連サイト: <https://www.jice.or.jp/bridge>)

### 技術を適用するフェーズ・ダムを増やし、ルール化を目指す

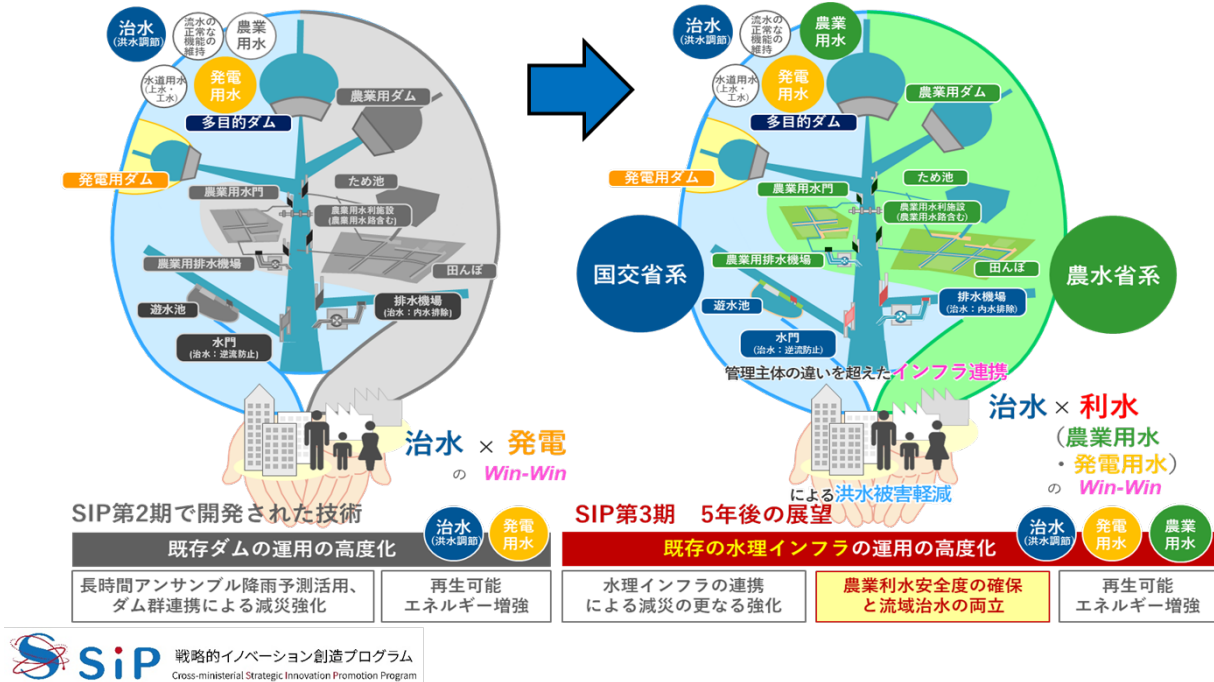
3本柱の取組で流域治水機能と再生可能エネルギーの増強を全国展開



## ISIP 第3期スマート防災ネットワークの構築(2023~2027)

「サブ課題 D：流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減の実現」において、流域治水の実践的な取組の一環として、国土交通省をはじめとした関係省庁及び流域関係者が連携することで、既存インフラを活用して流域全体としての治水効果を最大化することを目的とする研究開発を開始。多目的ダムや発電ダムに加えて、農業系施設（ダム、ため池、田んぼダム）の貯留機能の活用や下流河川の水門・排水機場などの運用高度化についても検討。

(関連サイト：<https://www.nied-sip3.bosai.go.jp/news/2023-news/20231129.html>)



## ISIP 第3期スマートインフラマネジメントシステムの構築(2023~2027)

「サブ課題 A：革新的な建設生産プロセスの構築」において、人力で実施困難箇所の施工・計測のテーマ (a-2) の一つとして、ダム堆砂測量の自動化や堆積土砂に含まれる異物（沈木など）の事前把握、さらに、こうしたデータを活用した土砂の掘削や浚渫作業の自動化や遠隔化などの技術開発を推進。

### <研究担当者>

京都大学防災研究所 水資源環境研究センター  
 産学共同研究部門 ダム再生・流砂環境再生技術 研究領域  
 角 哲也 特定教授  
 有光 剛 特定准教授  
 恩田千早 特定准教授

### <研究者のコメント>

「地球沸騰時代」を迎え、洪水と渇水の激化に対する対策として、これまで以上にダムの役割は高まっています。日本の地形・気候に適した水力発電は、カーボンニュートラルに貢献する重要な再生可能エネルギーです。国土交通省の推進する「流域治水」や「ハイブリッドダム（治水機能の強化、水力発電の増強のため、気象予測も活用し、ダムの容量等の共用化など、ダムをさらに活用する取組のこと）」の施策においても、気象

予測を活用した事前放流や高度運用により、洪水調節効果に加えて水力発電の拡大も期待されています。

一方で、こうした施策にダムが応えていくために、①構造的に安定かつ安全であること、②運用が社会のニーズに合致していること、③河川環境に適合していること、の3点が重要です。ダムは数ある社会基盤施設の中でも最も長期間の供用が期待される施設です。適切な維持管理を行って長寿命化を図るとともに、効果的な投資を行って治水・利水・環境の面で新たな付加価値を創造することが重要です。

新しく設立した拠点は、「ダム再生」と「流砂環境再生」をキーワードに掲げています。ダム工学会で目指した、「賢く使う」、「増やして使う」、「ネットワークで使う」ための「ダム再生」に加えて、ダムを「永くつかう」と同時に、ダム堆砂を河川環境に適合する形で下流に供給する「流砂環境再生」を実現させることを目指しています。

日本には約3,000基のダムがあると言われてますが、新設ダムを作ってきた世代は卒業し、今やダム管理世代が中心となっています。ダムに関する社会的関心が高まっている一方で、ダムの新規建設事業は限られ、これを担うダム技術者も限定されており、このままではダムの安全性や有効性を高めるような改造工事を日本人の手で実施できないような事態も懸念されます。

本拠点は、このような危機感がベースにあります。「ダム再生」、「流砂環境再生」を実現させるには、既存ダムの管理上の課題を整理するとともに、現在のダムの「治水」「利水」の目的をさらに融合させて、新たな価値を創造する「パラダイムシフト」が必要です。本拠点では、産学連携の枠組みを活かしながら、これらを実現するための新しい技術の開発と、これを担う次代の人材育成を目指していききたいと思います。

