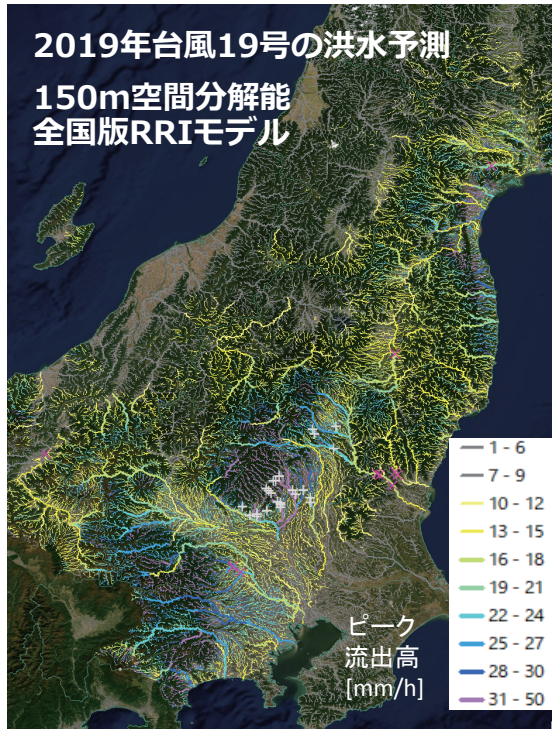
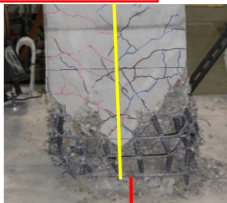


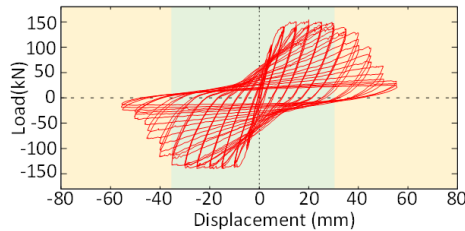
### 2019年台風19号の洪水予測 150m空間分解能 全国版RRIモデル



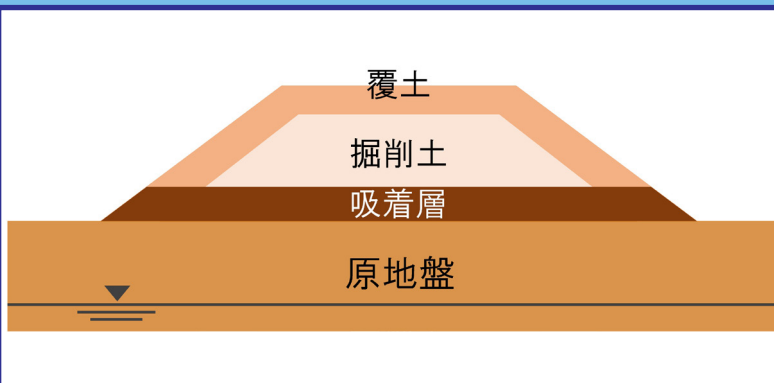
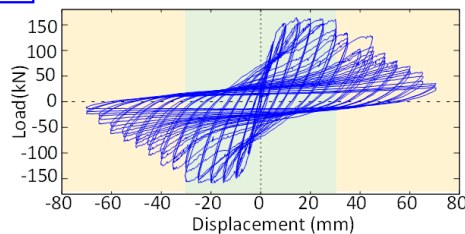
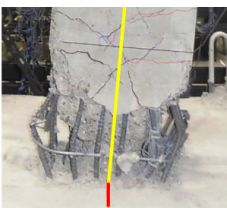
#### 従来型RC橋脚



#### 設計基準外 設計基準内 設計基準外



#### 埋込メナーゼヒンジRC橋脚



## CONTENTS

### 特集

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「国家レジリエンス (防災・減災) の強化」

スーパー台風被害予測システムの開発

社会基盤工学専攻 水文・水資源学分野  
教授 立川 康人・准教授 市川 温  
防災工学講座 准教授 佐山 敬洋  
都市社会工学専攻 都市国土管理工学講座  
教授 角 哲也・助教 野原 大督

### 研究最前線

▷地震大国に求められる構造技術開発

社会基盤工学専攻 構造工学講座  
構造ダイナミクス分野

▷人と地盤環境の共生を礎とした社会基盤の創造

都市社会工学専攻  
社会基盤親和技術論分野 (地球環境学)

### スタッフ紹介

社会基盤工学専攻 地殻開発工学分野

教授 福山 英一

都市社会工学専攻 計画マネジメント論分野

助教 瀬木 俊輔

### 院生の広場

院生紹介

：修士課程 2年

石川 新

：修士課程 1年

後藤 崇文

：修士課程 2年

住川 俊多

### 東西南北

授賞

人事異動

新聞掲載、TV 出演等

出版書籍情報

大学院入試情報

専攻カレンダー

図上：RRIモデルによる2019年台風19号の洪水予測 (P2 特集関連)

図中：埋込メナーゼヒンジRC橋脚基部の破壊性状と耐荷力-変位関係 (P4 高橋研)

図下：吸着層工法を用いた盛土の模式図 (P6 勝見研)

## 特集

# 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」 スーパー台風被害予測システムの開発

社会基盤工学専攻 水文・水資源学分野 教授 立川 康人・准教授 市川 温  
 防災工学講座 准教授 佐山 敬洋  
 都市社会工学専攻 都市国土管理工学講座 教授 角 哲也・助教 野原 大督

## 国家レジリエンス（防災・減災）の強化

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期が2018～2022年度の5年間の予定で実施されている。SIP（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program）とは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議のもとで科学技術イノベーションを実現するために創設されたプログラムであり、基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据え、社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題を推進することを目的としている。「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」は第2期SIPで実施されている12課題のひとつであり、大規模災害に対して確実な避難と広域経済活動の早期復旧を実現するために、国や市町村の意思決定を支援する情報システムを研究開発し実用化することを目標としている。7つの研究開発項目が設定されており、その中で「スーパー台風被害予測システムの開発（研究責任者：立川康人）」では、スーパー台風の進路予測を用いた河川水位や高潮・高波さらに浸水エリアを予測し、ダムや水門の連携・一元化による運用・操作機能を高度化することを目的としている。

## スーパー台風被害予測システムの開発

2019年の台風19号は極めて強大な台風であり、治水整備レベルを上回る洪水が広域で同時に発生した。こうしたスーパー台風等による大規模水害を減らすために、スーパー台風被害予測システムは72時間前からの高潮・高波予測、水位・流量予測を実現し、ダム貯水池や水門等の治水施設の機能を最大限発揮させる統合ダム防災支援システム、省庁を超えた危機管理型水門管理システムを開発して社会に実装することが目的である（図1）。本プロジェクトには、（一財）国土技術センター、（一財）河川情報センター、（独法）水資源機構、（国研）土木研究所、（一財）沿岸技術センター、（一財）日本気象協会、東北大学、東京大学、京都大学等が参加し、関連省庁と密接に連携と取りながら研究開発を進めている。本専攻と防災研究所は、長時間の水位・流量予測および統合ダム防災支援システムの開発に取り組み、全国を対象とするこれまでにない超高空間分解能リアルタイム洪水予測システムおよび長時間アンサンブル降雨予測を用いた事前放流操作モデルの開発を進めている。

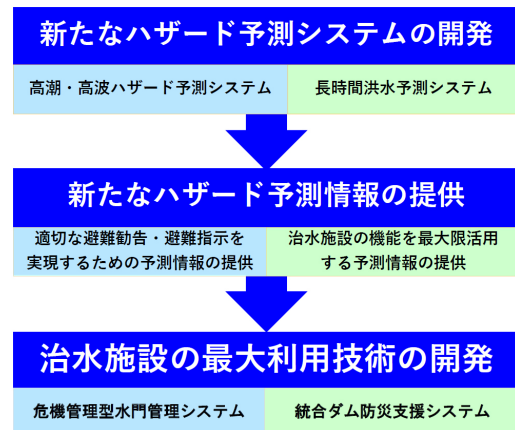


図1 スーパー台風被害予測システムの開発。新たなハザード予測システムを開発し、治水施設の最大活用技術の開発と実装を実現する。

## 超高空間分解能リアルタイム洪水予測システムの開発

スーパー台風の襲来によって主要河川の氾濫が予見されるとき、河川整備が十分に進んでいない周辺の中小河川で甚大な洪水被害が発生する可能性が高い。市町村長による避難判断の適切な意思決定を支援するためには、河川水位・流量といった物理的に解釈できる予測情報を身近な中小河川レベルで提供することが必須となる。また、従来の流域単位の洪水予測手法では、2019年台風19号で発生したような広域の洪水被害を同時俯瞰的に把握することが難しく、日本全国の河川を同時に予測対象とする洪水予測手法の開発が必要となる。そこで、中小河川を解像する150m空間分解能で日本全国を一体的に予測する洪水予測システムの開発を進めている。気象庁が洪水危険度を表す指標として1km空間分解能で6時間先までの流域雨量指数を提供しているが、本研究では水位・流量といった物理的な情報を全国の任意の中小河川を対象として提供することを目的としている。

全国版RRIモデル（150m空間分解能の降雨流出氾濫モデル）を関東甲信・東北地方に適用し、気象庁解析雨量を用いて2019年台風19号洪水を再現した（図2）。実際に被害が発生した個所とこの分析でピーク流出高が30mm/h程度を超えた地点とはよく対応する。2018年の西日本豪雨を対象とした検討でも同様の結果を得た。また、2020年7月の九州球磨川水害では危機管理型水位計の観測水位とよく対応

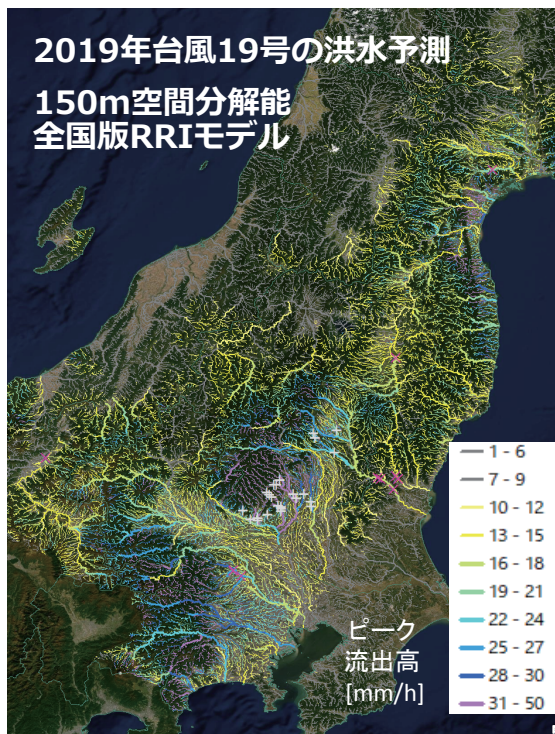


図2 解析雨量をRRIモデルに入力して推定したピーク流出高の分布

する予測結果を得ることができた。全国版RRIモデルの実用性の検証が進みつつある。全国の任意の中小河川に適用するために、降雨流出モデルのパラメータの物理的推定や河道断面情報等の高解像度水文地形データの整備を並行して進めていく。2020年度中に6時間先までの予測情報をリアルタイムで提供するプロトタイプモデルを開発する予定である。

### 降雨流出モデルの構造とモデルパラメータの不確実性の分析

洪水予測システムの予測精度を左右するコアの研究開発として、降雨流出過程の同定とそのモデル化がある。日本のあらゆる山腹斜面での降雨流出過程を一般的に説明するモデル構造およびパラメータ構造を明らかにすることが、ここでのモデル化の主要課題である。中小河川では観測データが極めて限られるため、パラメータチューニングによってのみ同定されるモデルでは全国的な洪水予測システムを実現することはできない。そのため、蓋然性の高い物理的な降雨流出機構に基づいた降雨流出モデルが必要となり、雨水の流下経路を観測データをもとに同定し、モデル構造の妥当性を確認することが重要となる。鴨川の河川水を採取しそれに含まれるシリカをトレーサーとして雨水の流下経路を分析して、降雨流出モデルのモデル構造を同定する研究を進めている(図3)。一方で、モデル構造やモデルパラメータに含まれる不確実性が予測流量の不確実性としてどのように現れるかを定量的に示すことも予測情報として欠かせない。最適同定パラメータが複数存在する等結果性(equifinality)やRRIモデルが採用す

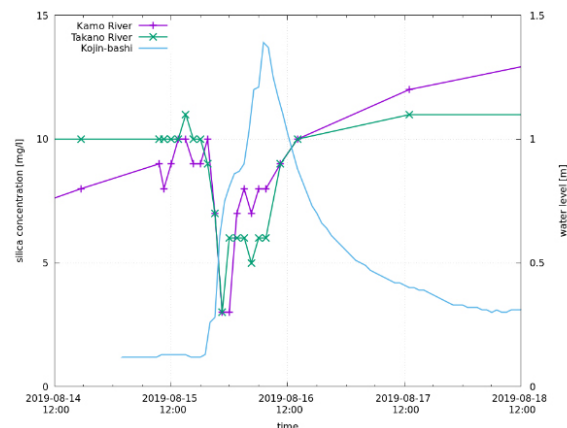


図3 鴨川での河川水採取(上)と出水時の河川水溶存シリカ濃度(下)

るモデル構造のコア部分の不確実性の定量化と不確実性を減じる技術開発を進めている。

### 長期アンサンブル降雨予測に基づくダム防災操作運用モデルの開発

限られたダムの貯水容量を用いて適切なダムの治水・利水機能を実現させるためには、長期アンサンブル降雨予測を用いてダム流入量を不確実性ととも予測した上で、最適な洪水調節を実施することが効果的である。そのため、数日から一週間前の事前放流を実現し、洪水・利水リスクの回避を両立する技術を開発している。2019年の台風19号での被害を受けてダムの事前放流に関する議論が活発化しており、ここで開発する技術の実装が急務となっている。現状のダム群の事前放流操作と現在開発を進めている技術を導入した場合との違いを図4に示す。事前放流を洪水調節に有効に機能させるためには、利水容量を一時的に治水容量に振り向けることができる容量やダムからの放流能力と関連して、一週間程度前からの長期のダム流入量予測が必須となる。そのため、早くから長時間のアンサンブル降雨予測に着目してダム防災操作運用モデルを開発してきた。事前放流後の水位回復可能性の面から下位の(予測流入量が小さい)アンサンブル予測メンバによる予測値の精度解析を行い、出水後に確実に水位回復が見込める事前放流量の算出手法を構築済みである。ま

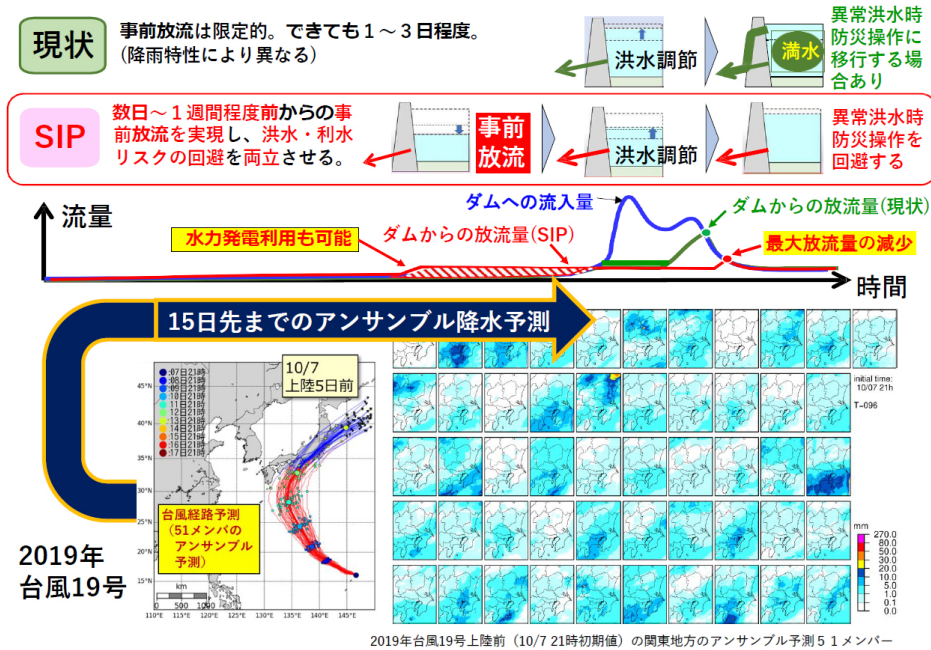


図4 長時間アンサンブル降雨予測活用によるダムの治水効果拡大技術

た、ダム流入量の予測精度を踏まえながら、事前放流を実施することによって期待できる治水効果と利水リスクをリアルタイムで評価し、それに基づいて流域ダムの最適な事前放流の量とタイミングを求める手法の開発を進めている。これにより、事前放流による治水上の効果や利水面でのリスクを定量的に評価することが可能となる。

プロジェクトの展開

気候変動による台風・梅雨前線の強大化によって我が国では水害リスクが高まると同時に大型社会基

盤設備の老朽化が進行する。また、急速に少子高齢化社会に向かい人口減少によって技術者も不足する。こうした自然・社会・経済環境の変化の中で水害を減じるためには、ハザードの予測精度を高め、治水施設の効果を最大限発揮させることが重要となる。そのために従来にない空間分解能や予測リードタイムでの防災情報を提供する予測システムを開発している。早急な社会実装が要請されており、かつ研究プロジェクト終了後の継続的な利用を念頭に置いた実装を実現せねばならない。関連行政機関と密接に連携しながら技術開発を進めていく。

研究最前線

地震大国に求められる構造技術開発

社会基盤工学専攻 構造工学講座 構造ダイナミクス分野  
 教授 高橋 良和  
 准教授 安 琳  
 助教 植村 佳大

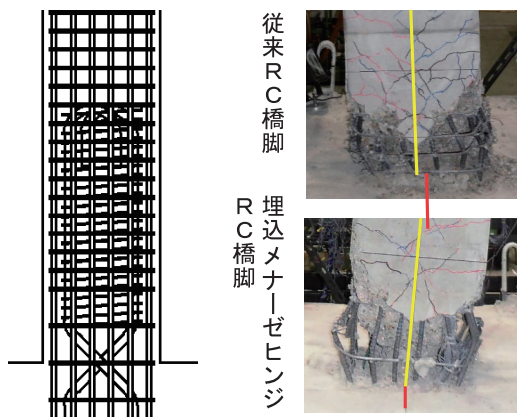
構造設計の基本は鉛直力（重力）を支持することですが、世界有数の地震国である我が国では、鉛直力と同時に水平力（地震力）に対する安全性を保証する必要があります。しかしながら、重力は静的荷重であり、単調な確定的作用であるのに対し、地震力は動的荷重であり、不確実性が非常に高い作用です。当研究室では、橋梁構造物を主な対象として、動的で不確実性が高い地震動に対する構造物の性能向上に向けた研究を行っています。ここでは、当研究室で行っている耐震研究について紹介します。

(1) 耐荷力低下領域での挙動予測が可能な埋込メーゼヒンジ RC 柱構造の開発

2011年の東日本大震災の発生を契機として、耐震設計での想定を超える地震が発生したとしても構造物および社会が危機的な状況にならないようにすべきという、「危機耐性」という考え方が新たな耐震設計哲学として広まっています。

当研究室では、鉄筋コンクリート（RC）橋脚の危機耐性を技術的に実現するため、現在の耐震設計では照査の対象とされていない、耐荷力低下領域での橋脚の挙動を制御するための研究を行っています。

RC 橋脚の基部に X 字状に配置した鉄筋（メナーゼヒンジ）を配置した構造、埋込メナーゼヒンジ RC 柱構造を提案しています（**図 1**）。不確実性が高い作用に対する有効な戦略は、構造物の挙動を確定的にすることです。しかし、従来の RC 柱では、耐荷力低下領域になると、柱基部での軸沈下やせん断ずれが発生し、挙動の予測が困難となります。埋込メナーゼヒンジ RC 柱構造では、耐荷力低下領域において、柱基部の損傷が顕著になったとしても、柱基部に埋め込んだヒンジ機能を確実に発揮させることで、柱の挙動の不確実性を低下させることができ、挙動予測が可能となります。ここで、地震力を模擬した静的な水平力を繰り返し作用させた載荷実験の結果をご紹介します。**図 2**に示すように、従来の RC 柱では柱基部にせん断ずれが発生しているのに対し、埋込メナーゼヒンジ RC 柱では、埋め込まれたメナーゼヒンジによりヒンジ機能が維持されることで、柱基部のせん断ずれを防止するとともに、柱基部の軸沈下も大幅に抑制できることを確認しています。以上より、耐荷力低下領域でも最低限必要な構造機能を確保することで、挙動の予測を可能としています。

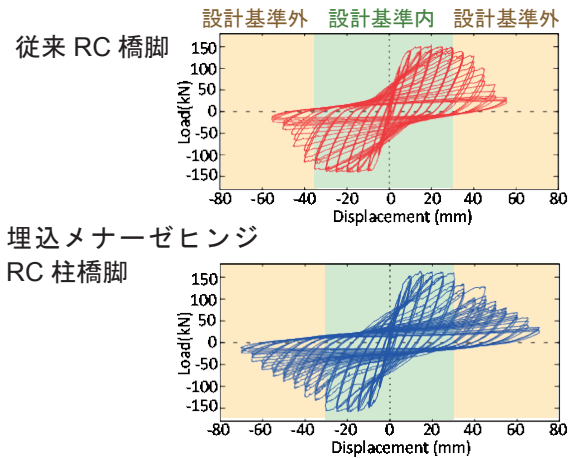


**図 1** 埋込メナーゼヒンジ RC 橋脚 **図 2** 柱基部の変形

**(2) RC 構造の耐荷力低下領域における動的応答特性の理論的検討**

**図 3** に (1) で述べた載荷実験における従来の RC 柱と埋込メナーゼヒンジ RC 柱の耐荷力-変位関係を示します。**図 3** を見ると、従来の RC 柱では変位の増大に伴い耐荷力が急激に低下しているのに対し、埋込メナーゼヒンジ RC 柱では耐荷力低下が緩やかになっており、その変形レベルでの耐震性能が向上していることがわかります。しかし、耐荷力低下が緩やかになることにより柱の耐震性能が向上するという見方は、あくまで地震力を模擬した静的な作用に対してのみ言えるということに注意しなければなりません。つまり、この緩やかな耐荷力低下が、実際の動的な地震力作用下の挙動にどれほど優れた結果をもたらすかは、別途検討する必要があります。

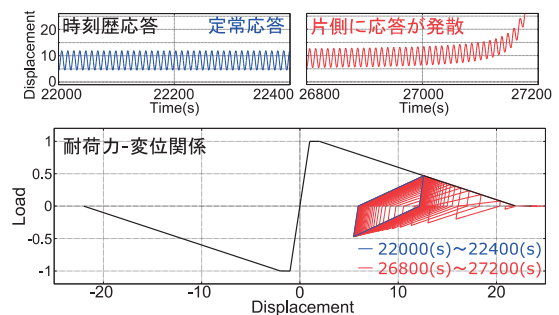
通常、構造物の動的応答特性は数値解析を用いて



**図 3** 耐荷力-変位関係

検討されるのが一般的であり、耐荷力低下領域における RC 構造の動的挙動を対象とした地震動解析は、これまでに数多く実施されています。しかし、地震波を用いた数値解析では、結果が入力地震波の特性に依存するため、一般性のある議論が行いにくいという側面があります。

そこで当研究室では、RC 構造の動的応答特性に対して一般性のある検討を理論的に行いたいという考えから、RC 構造の耐荷力低下挙動を非線形 1 自由度系という敢えて単純なモデルにより表現し、正弦波のような定常入力下での動的応答を理論的に考察しました。具体的には、耐荷力低下領域における RC 構造の動的安定性を理論的に評価するために、応答の片寄り（ドリフト）の度合いと外力の特性（周波数・強度）との関係式を運動方程式から導出し、その関係式から RC 構造の動的安定性が維持されるドリフトの限界量を導きました。そして数値解析により、そのドリフトの限界量が RC 構造の応答が片側に発散するかどうかの閾値となっていることを確認しました（**図 4**）。本研究で導出された RC 構造のドリフト量と外力特性との理論的關係は、RC 構造の動的安定性を評価する上で有益な指標となる可能性があります。



**図 4** 応答が急激に発散する数値解析結果の一例

**(3) 耐震性能の新陳代謝が可能なメタボリズム耐震橋脚構造の開発**

よい構造物を表すキーワードに「用強美」という言葉があります。これは、使用性や強さはもちろんのこと、美しさを兼ね備えてこそよい構造である、

ことを表す言葉です。しかしながら、地震国である日本では、エネルギー吸収用のダンパーや落橋防止用のケーブルの設置、巻き立て補強による橋脚断面の増大などの後付けの耐震補強により、構造物の「用」「強」ばかりが重視され、「美」が犠牲になっていることを耐震工学者として反省しなければなりません。当研究室は「耐震のために」という文言で構造物の「美」を軽視することなく、地震国である我が国ならではの「用強美」を兼ね備えた構造物の実現を目指しています。

最新の取り組みでは、耐震基準改訂による橋脚への要求性能引き上げに対し、上述したような「後付け」の耐震補強ではなく、部材の一部を取り換えて橋脚の耐震性能を新陳代謝（メタボリズム）させる機能を「あらかじめ」組み込んだ「メタボリズム耐震橋脚構造」の開発を行っております。部材の取り替えと聞くと、それほど難しいことのように感じないかもしれませんが、橋脚構造は上部構造の重量を支持するという機能を有しているため、その機能を維持させながら部材を取り換えることは容易ではありません。

せん。メタボリズム耐震橋脚構造では、橋脚断面のコア部に常時の上部重量の支持機能を、外殻部に地震時のエネルギー吸収機能を与え、コア部と外殻部に期待する機能を明確に分離させています。そのため、地震力に抵抗する外殻部を取り替えることで、コア部で上部重量を支持しながら橋脚の耐震性能を新陳代謝させることができます。図5に当研究室で行った、上部重量にあたる鉛直力を作用させた状態での外殻部の取り替え実験について示します。図5のように、橋脚に鉛直力を作用させた状態での外殻部の取り替えに成功しており、それにより橋脚の耐震性能が向上していることが確認できます。メタボリズム耐震橋脚構造のように、将来起こり得る耐震基準改訂に対応するための策を組み込んだ構造はこれまでに提案されていません。そのため、メタボリズム耐震橋脚構造は、不確定性の高い地震動に先手を打つ積極策であるとともに、耐震対策によって建設当時の構造造形を改悪してきた歴史にも終止符を打ち、より良い土木景観を維持することにもつながるといえます。

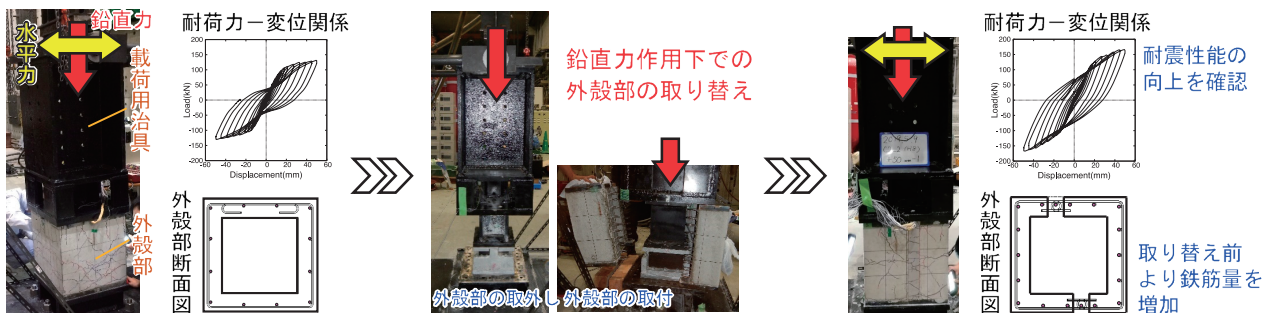


図5 鉛直力作用下での柱基部の外殻部取り替え実験

## 人と地盤環境の共生を礎とした社会基盤の創造

都市社会工学専攻 社会基盤親和技術論分野（地球環境学堂）  
教授 勝見 武  
准教授 高井 敦史

地盤環境は社会の基盤として不可欠であり、人類の生産活動との調和を図りながら、持続可能な形で保全・活用していく必要があります。社会基盤親和技術論分野では、土・水・化学物質の特性や相互作用に関する研究を行うとともに、行政や企業等と連携し研究成果への社会への実装を図りながら、地盤環境の保全・活用に向けた検討を行っています。以下に、主な研究内容を紹介します。

### 1) 自然由来の重金属等を含む掘削土の有効利用

自然由来の重金属等を含む掘削土砂・掘削岩石への対応は、地盤環境工学分野のホットピックの1つです。土や岩石に重金属等が含有されていることは特別なことではなく、日本ではヒ素の濃度が世界

平均より高いなどの特徴があります。これは、日本列島が大陸プレートと海洋プレートが押し合う境界にあって、特定の金属が融点等の関係で集まりやすいためと言われています。重金属等は高濃度で濃集していれば鉱山として活用できる場合があり、温泉水にも重金属等が含まれるなど、私たちの暮らしに恵みをもたらすことがあります。一方で、重金属等を摂取することで、我々の健康に悪影響を及ぼすことが懸念されるため、溶出量基準などの環境基準が土壤汚染対策法で定められています。自然由来の重金属等が基準を超える濃度で土や岩石に含まれる場合、掘削により空気や水に触れ酸化されることで重金属等が溶出するケースがありますが、ほとんどの場合、基準値をわずかに超えた濃度レベルであるこ

とが報告されています。日本の国土は狭隘で土砂処分用地が限られること、自然由来の重金属等は比較的低濃度で分布することや、そもそも汚染物質を飲用または吸引しなければ健康被害は生じないこと、土は重要な資源であることなどを踏まえると、掘削土を周辺環境に配慮しながら地盤材料として有効活用することが望ましいと言えます。

自然由来の重金属等を含む掘削土を地盤材料として利用する上では、汚染物質の溶出特性を把握することが重要になります。しかし、地盤材料中の有害物質の挙動は、溶質を溶媒に溶かす単純な化学反応だけでは表現できず、吸着や内部拡散等の複雑な反応によって決定されます。また、空隙構造や飽和状態などの地盤条件も影響を及ぼすため、反応機構は複雑で、未だに十分な知見が蓄積されておらず、特に長期的な挙動については未解明な部分が多いのが実状です。当研究室では、15年近くにわたり、土や岩石等からの重金属等の溶出特性を評価してきました。評価手法には様々なものがありますが、**図1**に示すようなカラム通水試験と、公定法である振とう式のバッチ試験を中心に実験を行っています。カラム通水試験では、円筒型のカラムに材料を充填して通水を行うことで、重金属等の溶出挙動を経時的に把握することができ、容器内で材料と水を混合して振とうするバッチ試験と比較すると、実現象に近い条件で評価できます。締固め度、温度、通水速度や土の種類など条件を様々変化させたカラム試験を実施し、重金属等の溶出特性を研究しています。

当研究室では、自然由来重金属等の溶出から周辺環境を保全するための方策についても様々な検討を行っています。自然由来の重金属等を含む掘削土を地盤材料として有効活用する際に、地表面は一般的に被覆されますが、経年的な劣化によりクラックが発生すれば、雨水が浸透し自然由来重金属等を含む土の層と接触することになります。そのため、**図2**に示すような重金属等の吸着能力を持つ吸着層を盛土下部に設ける吸着層工法が有効であり、近年積極的に研究されています。吸着層の材料としては、現地発生土などの清浄土に、酸化マグネシウム (MgO) や酸化カルシウム (CaO) などから成る吸着材を数%程度添加した混合土などが考えられます。元来自

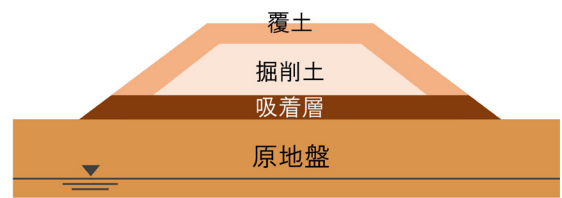


図2 吸着層工法の模式図

然界に存在する土はある程度の吸着能を有していますが、吸着材を添加することで、この能力を飛躍的に高めることができます。吸着層工法は締固めにより頑強な土構造物を構築でき、対策工を盛土底部のみに設けるため、施工性・経済性に優れた方策の一つと考えられています。一方で、吸着層工法の設計手法は体系化されておらず、知見の集積が求められています。

我々は吸着層の透水性に着目し、自然由来の重金属等を含む浸透水が吸着層に滞留する時間と吸着性能の関係を評価しました。**図3**はバッチ吸着試験の結果です。バッチ吸着試験とは、土と吸着材の混合材料を、重金属等を含む溶液が入った容器に入れて固液接触させる試験です。横軸は溶液と吸着層材料を接触させた時間で、縦軸は溶液から取り除かれて土と吸着材に取り込まれたヒ素の量を表しています。この試験結果から、使用したMgとCa等から成る吸着材がヒ素を吸着する能力には、時間依存性があることが明らかになりました。今後は、対象物質をより効率的に除去しうる透水条件や接触時間等の条件を明らかにするなど、吸着層の性能規定型設計の実現に向けて検討していきます。

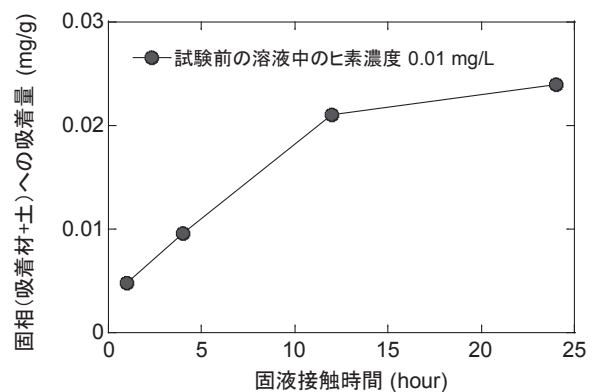


図3 ヒ素の吸着と時間依存性

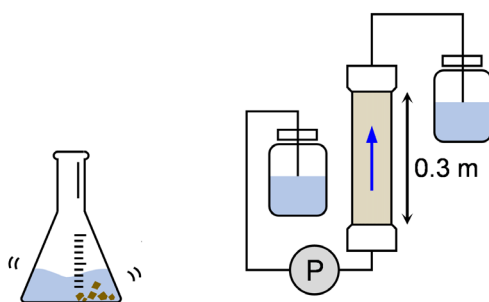


図1 バッチ試験とカラム通水試験の概念図

## 2) 災害復興における廃棄物・資源管理

近年、地震や津波、集中豪雨等の巨大災害が各地で多発しており、それに伴う災害廃棄物処理の合理化が求められています。**図4**は東日本大震災での仮置場の例ですが、プラスチックや木くずなどの様々な廃棄物が混合されて仮置きされている場合が多く、分別を経て回収される土砂分にも、微細な不純物が多く混入しています。木くずを含む土を地盤材料として再利用した場合、有機物の経時的な生分解によ



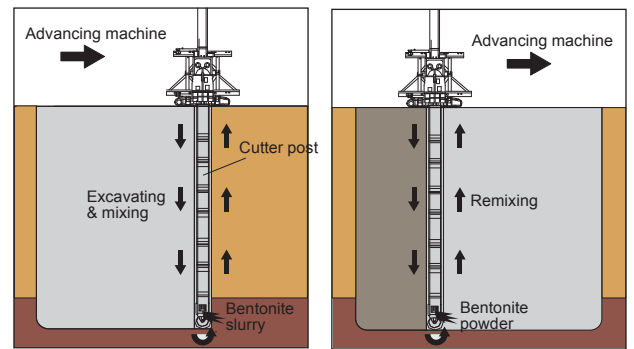
図4 一次仮置場の混合廃棄物の様子

り、地盤内に空隙が生じることで地盤としての安定性が損なわれる可能性が考えられることから、高い処理速度と処理精度を達成しうる処理方法の確立が必要と言えます。当研究室では、2011年の東日本大震災で発生した災害廃棄物を対象に、分別手法の在り方を検討しています。東日本大震災では13道県にわたり津波堆積物を除く災害廃棄物が約2千万トン、津波堆積物約1.1千万トンが発生したと言われています。大量に発生する災害廃棄物から復興資材となりうる土の適切な選別に向けて、処理前後の災害廃棄物の種類及び量を分類し分析して処理の実態を検証するとともに、災害廃棄物の構成関係を表す指標として「分別係数」を定義するなどの取り組みを進めています。現在は、土の粒度分布や廃棄物組成、分別条件が処理効率に及ぼす影響について、室内実験と実機試験による検討を行い、分別手法の高度化に向けた研究を行っています。今後発生が予想される首都直下地震では約11千万トンの災害廃棄物が、南海トラフ巨大地震では約32千万トンの災害廃棄物と約3千万トンの津波堆積物がそれぞれに発生すると試算されており、発災時の迅速な体制確立に貢献できるように、法的・技術的な側面から取り組んでいます。

### 3) 汚染された地盤や地下水の修復技術

土壤汚染対策法の改正や、CSR・リスクマネジメントに対する意識の向上から、土壤汚染の判明件数が増加しています。土壤汚染への対策法としては、対象汚染土を掘削して場外へ搬出する工法が多く採用されていますが、二次汚染防止の観点からも極力汚染土を動かさず、適切に管理することが望ましいと言えます。そのため、サイト内で実施しうる様々な対策工法が研究開発されていますが、当研究室では過去約20年にわたり、図5に示すようなベントナイトを原位置土に直接混合して構築するソイルベントナイト(SBM)鉛直遮水壁を対象に、封じ込め技術に関する研究を行っています。

ベントナイトとは海底・湖底に堆積した火山灰や溶岩が変質してできる天然の粘土の一種で、主成分であるモンモリロナイトの持つ高いイオン交換性に



1) Trench cutting with the addition of bentonite slurry  
2) Re-mixing the bentonite powder in the trench

図5 SBM遮水壁(等厚式)の施工手順

よって、吸着性や膨潤性などの特有の性質を有しています。さらに無機鉱物であるためそれ自体は腐食せず、長期的な材料安定性が期待できます。原地盤に添加したベントナイトが地盤中の水分と接触して膨潤し、地盤内の空隙を充填することでSBMは高い遮水性を発揮します。一般的に砂地盤は水はけが良く透水性が高いですが、そこに質量比でわずか数%のベントナイトを添加することで、通常の粘土地盤と同等あるいはそれ以上に高い遮水性を発揮することができます。封じ込めに用いられる材料には様々なものがありますが、SBMは、高い柔軟性、変形追従性、自己修復性、高い品質安定性など、他の材料には無い様々な利点を有しています。我々はSBM遮水壁の信頼性向上を目指し、これまでに化学物質の遮水性能への影響、地震時の挙動、化学的拡散による物質輸送などについて検討を行いました。SBMの特長である自己修復性についても実験的に検討し、亀裂や貫通孔が存在する場合でも経時的に遮水性能を回復しうることを初めて実証しました。

近年は、SBM遮水壁の施工後の品質評価にも研究対象を広げています。SBM遮水壁は原位置で施工されるため視覚的に品質を確認することは不可能ですが、加えて、施工後も柔軟でありながら砂礫分が多いため不攪乱のコアサンプルを採取することが難しく、施工後の品質を明らかにした事例は世界的にも少ないのが現状です。当研究室では、鉛直遮水壁から採取された40m長のコアサンプルを用いて、SBMの物理特性、遮水性能とその鉛直均質性および汚染物質の吸着性能を調査しています。その結果、特に透水係数については、いずれの深度でも性能基準である $1.0 \times 10^{-9}$  m/sを下回り、 $10^{-11}$  m/sオーダー以下の極めて高い遮水性能を有することが明らかになりました。今後は、性能の経年変化や、施工地盤の構造と均質性の関係等に注目し、品質管理法の確立に向けた検討を進めていきます。

末筆ながら、本原稿の執筆に際し、当研究室所属の加藤智大君(地球環境学舎・博士課程)にご尽力いただきました。ここに記して謝意を表します。



## スタッフ紹介

### 福山 英一 (ふくやま えいいち)

### 社会基盤工学専攻 地殻開発工学分野 教授



福山英一先生は茨城県つくば市に本部を構える国立研究開発法人防災科学技術研究所（以下、NIED）にて長年勤められた後に、2019年度より社会基盤工学専攻地殻開発工学分野にて教授に就任されました。大型岩石摩擦試験機を用いた大型岩石剪断摩擦実験や、

複雑断層系の破壊伝播シミュレーションを通して、岩盤にかかる応力や強度の推定、評価に関する研究に取り組んでおられます。自身の研究にも打ち込まれながらも、学生部屋にもふらりと立ち寄り研究に

行き詰まっている学生に対し目から鱗のアドバイスをくださることや日ごろからゼミを積極的に開催されるなど学生への研究指導に対し時間をかけてくださいます。また、現在もNIEDの主幹研究員として勤務されており、平日は京都、週末は茨城とご健康が心配になるほど、大変ご多忙な生活を送られています。

研究室では積極的に学生親睦の場を設けていたり、そのために高価なお酒をふるまっていたり、学生に対して常に気を配っていただいていることに対しても感謝の念を抱いております。学生一同これからも先生のもとで学ばせていただけることを光栄に思っております。今後とも、変わらぬご指導をよろしくお願いいたします。

(修士課程2年 下田 晃嘉)

#### [略 歴]

1984年3月 京都大学理学部 卒業  
1986年3月 京都大学大学院 理学研究科 博士前期課程 地球物理学専攻 修了  
1986年8月 京都大学大学院 理学研究科 博士後期課程 地球物理学専攻 中退

1986年9月 科学技術庁 国立防災科学技術センター 研究官  
1995年4月 科学技術庁 防災科学技術研究所 主任研究官  
2007年4月 独立行政法人 防災科学技術研究所 総括主任研究員  
2016年4月 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 部門長  
2019年4月 現職

### 瀬木 俊輔 (せぎ しゅんすけ)

### 都市社会工学専攻 計画マネジメント論分野 助教



瀬木先生はインフラへの長期的投資戦略、交通インフラ整備の地域・都市経済への効果、インフラの効率的活用などに関する研究に尽力されています。最近では国土・都市内の人口分布と交通インフラとの関係についてご興味をもっておられます。また、昨年度には「都

市内道路とフランチャイズ小売企業の物流センター立地戦略の関係」で土木学会の論文奨励賞を受賞されました。

日頃のゼミでは、私たち学生の考えが及ばないよう

な鋭い指摘をたくさんしてくださります。また、ご自身の担当外の学生であっても質問があれば熱心に聞いてくださいます。先生の助言が私たちの研究の進展につながるケースは枚挙にいとまがありません。

先生は昨年の4月にお子さんが誕生されました。休日にはご家族でお散歩や買い物にでかけておられるようで、とても家庭を大事にされています。先生には折に触れて、学生有志で子育てグッズをプレゼントしております。その際、非常に喜んでくださったお姿が印象的でした。

瀬木先生のような非常に優秀な研究者の下で、私たち学生が研究活動に励めるのはとても幸運であると感じています。今後とも変わらぬご指導を、どうぞよろしくお願いいたします。

(修士課程1年 岡元 貴弘)

#### [略 歴]

2009年3月 東京大学工学部社会基盤学科 卒業  
2011年3月 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士課程 卒業  
2014年3月 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専

攻博士後期課程 卒業  
2014年4月 ウィンザー大学クロスボーダー研究所 研究員  
2015年4月 京都大学経営管理大学院 特定助教  
2016年10月 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 助教

## 院生の広場

### 院生紹介

石川 新 (砂防工学分野・修士課程2年)



私の所属する砂防工学分野では、土砂災害の予測、軽減手法、土砂動態が生態系に与える影響の評価手法などの構築をめざす研究を行っています。その中でも私は土石流を対象とした数値シミュレーションを行っています。この研究によって土石流の流動範囲の予測や、具体的な減災方法の提案などが可能になります。また修士課程に進学してからは、火山噴火時の火砕物が斜面に堆積することで生じ

るクラストの形成に着目した土石流の発生過程の研究を行っています。クラスト形成による降雨流出の変化によって、谷部への急激な水の供給が生じ、土石流が発生する過程を現地調査、実験、数値シミュレーションにより明らかにすることが現在の私の研究テーマです。

私は土木分野の学会に参加することで防災技術の発展に少しでも貢献することを学生時代の目標にしています。きっかけは卒業研究の際に実際に土砂災害の被災地に訪れたことです。そこで見た生々しい光景に言葉を失い、私は自然災害の恐ろしさを知りました。そして防災分野の研究をすることで私も社会に貢献できるのではないかと考え、学会参加を目標に以前より真摯に研究に取り組みました。結果、昨年発表者として参加した土木学会水工学講演会にて奨励賞をいただくことができました。これにおごることなく、今後も真摯に砂防研究に取り組みたい所存です。

研究しております。風速がある閾値を超えると、構造物に自励振動が発生します。タコマナローズ橋の事故が有名な例ですが、この振動は構造物にとって危険です。一方で物理的な観点では、流体と構造物の相互作用により生じる現象です。大変興味深く、インパクトがあります。現在私の研究では、閾値よりずっと大きい風速域を対象にしております。現象を説明するため、作用する空気力の定式化について検討しております。

後藤 崇文 (橋梁工学分野・修士課程1年)



私が所属する橋梁工学分野（八木研）では、主に強風下における構造物の挙動とそのメカニズムの解明に取り組んでいます。また強風災害や、飛来塩分による構造物の腐食という維持管理に関わる問題にも取り組んでいます。

その中で私は、強風下において生じる大振幅振動現象を

このテーマには学外の研究機関の方と共同で取り組んでおり、学外に出向いて風洞実験を行っております。共同研究を通じて学外の研究機関の方とも交流でき、貴重な経験ができていますと感じております。

現象の解明を進める上で、今自分が風洞実験を通じて実際に現象を見ることができている環境にいることはとても恵まれていると感じます。まだまだ経験・知識ともに不足しておりますが、これからも研鑽を積み、現象の洞察力を深めていく所存です。

住川 俊多 (都市地域計画分野・修士課程2年)



M1の後期に、ベルリン工科大学へ交換留学した。社会に出る前に海外で大学生をする経験をし、専門分野の知識の深化、自分自身を見つめ直したいという思いからであった。

現地では、世界の交通トレンドに関する講義と世界の都

市計画とその背景にある考え方についての講義を受講した。どの授業においても、正解のある問題を取り扱うことはなく、授業は議論を行う場であった。生徒は関心を持ち、自分なりの考えを発信することが求められていた。ほとんどのテーマにおける議論の軸が、いかに持続可能な発展を遂げられるか、であったことが興味深かった。地球温暖化の観点だけでなく、多くの移民を受け入れるドイツらしく、多民族が共生できる都市空間の計画など一歩踏み込んだサステナビリティの考え方を学ぶことができた。日本では交通や都市計画の議論において、地方創生や自然災害への対処などにフォーカスを置くことが一般的であるが、これは日本独自の観点であるということを外に出て初めて知った。

今回の留学は、改めて修士の学生として交通計画を勉強している意味を考える良いきっかけとなった。今後はより一層研究と向き合い、より深い専門性を身につけていきたい。

## 東西南北

### 受賞

牛島 省 (社会基盤工学専攻 教授) 鳥生 大祐 (社会基盤工学専攻 助教) 柳 博文 (IHI インフラシステム) 田中 寛樹 (社会基盤工学専攻 修士課程)	土木学会応用力学論文賞 「鉛直噴流による礫粒子群輸送と saltation-collapse 平衡の数値解析」
角 哲也 (都市社会工学専攻 教授) (他 13名)	令和元年度ダム工学会著作賞 「今こそ問う水力発電の価値—その恵みを未来に生かすために—」
立川 康人 (社会基盤工学専攻 教授) 宮脇 航平 (社会基盤工学専攻 修士課程(当時)) 田中 智大 (社会基盤工学専攻 助教) 萬 和明 (社会基盤工学専攻 講師) 加藤 雅也 (社会基盤工学専攻 研究員(当時)) 市川 温 (社会基盤工学専攻 准教授) キム スンミン (社会基盤工学専攻 准教授)	令和元年度土木学会論文賞 「超多数アンサンブル気候予測実験データを用いた極値河川流量の将来変化の分析」
間瀬 肇 (京都大学 名誉教授) 金 洙列 (鳥取大学) 東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 株式会社 ハイドロ総合技術研究所	日本港湾協会論文賞 「全球波浪予報値と AI による 1 週間波浪予測法」
緒方 奨 (大阪大学) 安原 英明 (愛媛大学) 木下 尚樹 (愛媛大学) 岸田 潔 (都市社会工学専攻 教授)	岩の力学連合会令和元年度論文賞 「Modeling of coupled thermal-hydraulic-mechanical-chemical processes for predicting the evolution in permeability and reactive transport behavior within single rock fractures」
寺本俊太郎 (摂南大学) 新村 知也 (大阪ガス株式会社) 阿久津富弘 (株式会社大林組) 木村 亮 (社会基盤工学専攻 教授)	令和元年度地盤工学会賞 論文賞 (英文部門) 「Evaluation of ultimate behavior of actual large-scale pile group foundation by in-situ lateral loading tests and numerical analysis」
澤村 康生 (都市社会工学専攻 准教授)	令和元年度地盤工学会 研究奨励賞 「Mechanical role of reinforcement in seismic behavior of steel-strip reinforced earth wall」
大庭 哲治 (都市社会工学専攻 准教授)	日本都市計画学会 2019 年 年間優秀論文賞 「距離帯と価格帯の異質性を考慮した無電柱化事業が地価に及ぼす影響 —昭和 61 年から平成 29 年度までの京都市電線類地中化実績データに基づいた分位点回帰分析—」
橋本 勝文 (社会基盤工学専攻 特定准教授)	公益社団法人日本コンクリート工学会近畿支部奨励賞 「弾性波トモグラフィによるひび割れ補修工法における樹皮注入状況の評価」
保田 尚俊 (社会基盤工学専攻 特定助教)	令和元年度土木学会論文奨励賞 「レーザーを用いたコンクリート構造物の非接触健全性評価」
久保 大樹 (都市社会工学専攻 助教) 小池 克明 (都市社会工学専攻 教授)	2020 年度日本情報地質学会論文賞 「地球統計学を用いた山岳トンネルでのヒ素溶出量の空間分布推定と切羽前方予測」
河野 勝宣 (鳥取大学) 奈良 禎太 (社会基盤工学専攻 准教授) 加藤 昌治 (北海道大学) 西村 強 (鳥取大学)	2019 年度岩の力学連合会フロンティア賞 「含有する粘土鉱物の種類と構造に着目した岩質材料の力学特性評価」

### 人事異動

名前	異動内容	所属
2020年3月31日		
河野 広隆	定年	都市社会工学専攻 構造物マネジメント工学講座 教授
大津 宏康	辞職	都市社会工学専攻 ジオマネジメント工学講座 土木施工システム工学分野 教授
北岡 貴文	辞職	都市社会工学専攻 ジオマネジメント工学講座 土木施工システム工学分野 助教
2020年4月1日		
志村 智也	採用	社会基盤工学専攻 海岸防災工学講座 准教授
植村 佳大	採用	社会基盤工学専攻 構造工学講座 構造ダイナミクス分野 助教
村田 彦彦	所属換	社会基盤工学専攻 資源工学講座 計測評価工学分野 准教授
2020年6月1日		
橋本 勝文	昇任	社会基盤工学専攻 インフラ先端技術産学共同講座 特定准教授

名前	異動内容	所属
2020年6月16日		
服部 篤史	採用	社会基盤工学専攻 インフラ先端技術産学共同講座 特定教授
高橋 良和	兼任	都市社会工学専攻 構造物マネジメント工学講座 教授
2020年7月16日		
高谷 哲	所属換	都市社会工学専攻 構造物マネジメント工学講座 助教
2020年8月1日		
武川 順一	昇任	社会基盤工学専攻 資源工学講座 応用地球物理学分野 准教授

## 新聞掲載、TV 出演等

SATREPS BAGUS 研究グループ 代表 小池 克明 (都市社会工学専攻 教授)	2020年7月20日 バンドン工科大学プレスリリース (Web版) 「SATREPS 地熱資源プロジェクトによる京都大との連携強化」 2020年7月22日 SIEDOO (インドネシア教育ニュース) (Web版) 「SATREPS 地熱資源プロジェクトによる京都大との連携強化」
竹林 洋史 (社会基盤工学専攻 准教授)	2020年7月13日 読売新聞 「熊本県芦北町田川地区で発生した土石流の流動特性」 2020年7月16日 NHK おはよう日本 「岐阜県下呂市で発生した洪水氾濫」 2020年7月20日 NHK おはよう日本 「岐阜県下呂市で発生した洪水氾濫の特徴と対策」 2020年7月20日 日経コンストラクション 「熊本県芦北町田川地区・熊本県津奈木町福浜地区で発生した土石流の流動特性」 2020年8月7日 日経コンストラクション 「土砂災害警戒区域における土石流の氾濫特性」
野原 大督 (都市社会工学専攻 助教) 角 哲也 (都市社会工学専攻 教授)	2020年4月28日 毎日新聞朝刊 1面他全国5紙・電子版多数、NHK ニュース・京都 NEWS WEB 他 「感染症指定医療機関の4分の1で浸水の可能性 大規模洪水時に」 2020年6月7日 NHK BS1 スペシャル 「水害から命を守る・感染爆発と複合災害を防げ」

## 出版書籍情報

『いまさら聞けない計算力学の定石』  
牛島 省 (共著) (社会基盤工学専攻 教授)  
2020年3月25日 丸善株式会社

## 大学院入試情報

社会基盤工学専攻と都市社会工学専攻は、「社会基盤・都市社会系」という一つの入試区分として一括募集を行います。工学研究科の入学試験に関するホームページおよび上記二専攻のホームページもご参照ください。

### ■令和2年度実施8月期入試情報(結果)

令和2年8月17日(月)・18日(火)および20日(木)・21日(金)に実施されました入試の合格者数は以下の通りです。

修士課程：122名 (内、国際コース外国人別途選考4名)  
博士後期課程 (令和2年10月期入学)：5名  
博士後期課程 (令和3年4月期入学)：10名

### ■令和2年度実施2月期入試情報

4月期及び10月期入学修士課程 (外国人留学生)、第2次博士後期課程、10月期入学博士後期課程 (外国人留学生)の募集に関する詳細は、工学研究科のホームページをご覧ください。

<https://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/admissions/graduate/exam1>

## 専攻カレンダー

10月1日	後期開始
12月29日～1月3日	冬季休業期間
1月26日～2月8日	後期試験期間
2月15日・16日	大学院入試
2月18日・19日	修士論文公聴会
3月23日	学位授与式

## 編集後記

ニュースレター第21号をお届けいたします。今年初頭からの新型コロナウイルス感染拡大はまだまだおさまりにありませんが、教育・研究を着実に進めることができるよう、うまく工夫できればと思います。今後ともご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

記：市川 温