

## CONTENTS

### 研究最前線

▷ エネルギー生成後の副産物の地中貯留・  
固定に関する先端的アプローチ

都市社会工学専攻  
都市基盤システム工学講座

▷ 橋の揺れを利用する橋の健康診断

社会基盤工学専攻  
社会基盤創造工学分野

▷ 鉱物・エネルギー・水資源のための地  
殻の地球科学と工学

都市社会工学専攻  
地球資源学講座 地殻環境工学分野

### スタッフ紹介

河川流域マネジメント工学講座

教授 細田 尚

都市基盤設計学講座 景観設計学分野

准教授 山口 敬太

### 院生の広場

院生紹介

：修士課程 2 年

藤戸 航

：修士課程 2 年

辻野 雅博

：博士課程 1 年

小柴 孝太

### 東西南北

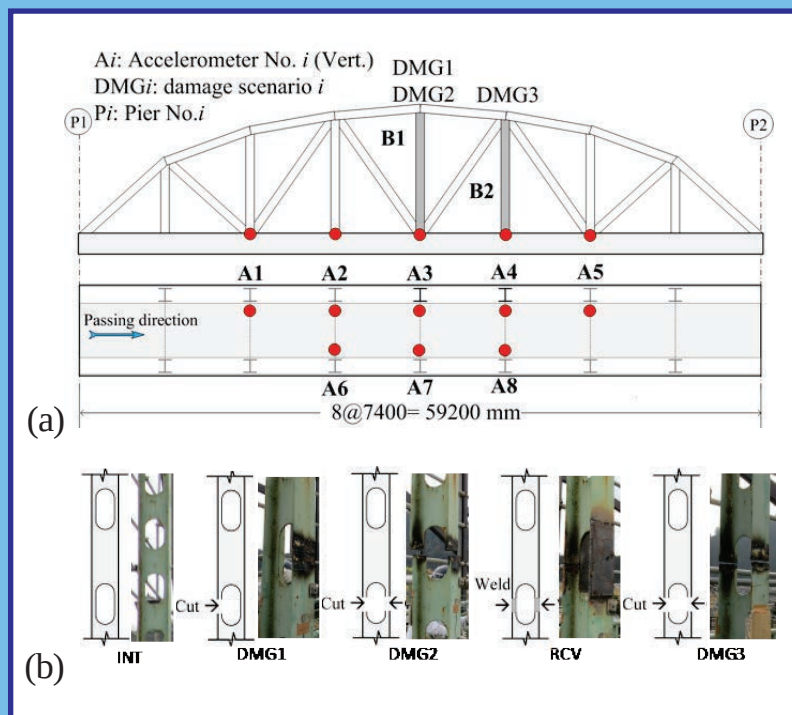
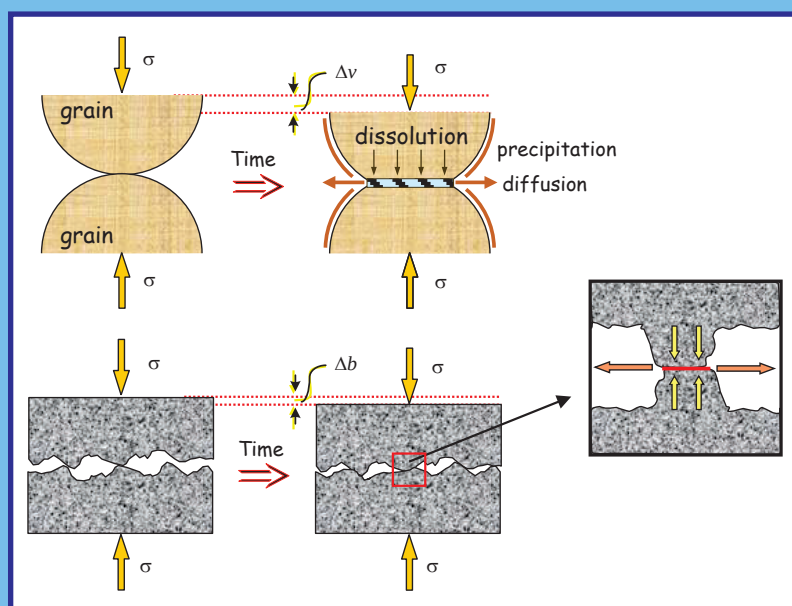
授賞

新聞掲載、TV 出演等

人事異動

大学院入試情報

専攻カレンダー



写真上：圧力溶解現象の概念図 (P2 岸田研)

写真中：実橋を対象とした損傷検知：(a) 対象  
橋梁のセンサ配置と損傷部材；(b) 損  
傷シナリオ (P3 金研)

写真下：(左) インドネシア地熱地帯における  
火山ガスと熱水試料のサンプリング、  
(右) クリーンルームでの地下水試料  
分析用の前処理作業 (P6 小池研)

## 研究最前線

## エネルギー生成後の副産物の地中貯留・固定に関する先端的研究アプローチ

都市社会工学専攻 都市基盤システム工学講座

教授 岸田 潔

准教授 山田 忠史

CO<sub>2</sub> や放射性廃棄物などエネルギー生成後の副産物を安全かつ安定的に地下に貯留・固定（地層処分）するには、地盤・岩盤力学、水理学、熱力学、地球化学等、複合的な分野の知見の統合が必要です。これら地層処分システムの長期安定性を評価する上で、重要な検討事項となるのは地下水の挙動です。廃棄体周辺の岩盤（天然バリア）の水理学特性の長期挙動予測が必要です。本研究室では、先端的な基礎実験・研究を通じて、不連続面を含む岩盤の力学・水理学的特性の解明を行っています。

### (1) 圧力溶解を考慮した連成モデルの構築と岩盤の長期透水性評価

廃棄体周辺岩盤では、廃棄体からの放熱、地下深部での地熱環境、地殻応力の変化、空洞掘削に伴う応力場の変化等、熱・応力条件が変動することが考えられます。岩盤内に存在する不連続面は、地下水が移流経路です。熱や応力環境が変われば、この不連続面の構造が変化し、移流経路が変化すると考えています。不連続面の構造が熱や応力で変化するのは、図1のように考えられている。図1上部では、粒状体の接触を考えている。粒子の接触部において、応力集中が発生し、それに伴うひずみエネルギーの活性化により溶解が発生する。溶解された物質は、間隙へと拡散し、さらに拡散物質は粒子の自由表面（接触部以外）で再沈殿する。接触部に近い自由表面ではひずみエネルギーが活性化しているので、溶解も発生する。接触部の溶解に伴い、変形が生じ、間隙は密になる方向に変形する。さらに、再沈殿に伴い、間隙が密になる。これらは、多孔質粒子の圧縮

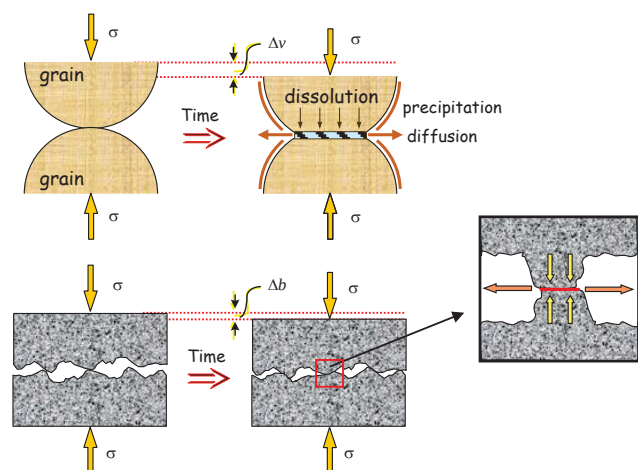


図1 圧力溶解現象の概念図

による圧力溶解現象と考えられている。同様の現象は、不連続面内でも発生すると考えられる。図1の下部は、不連続面の接触部での圧力溶解現象を模式化したものである。

図2に単一き裂を有する花崗岩円柱供試体の試験結果を示します。実験は、花崗岩の円柱供試体の中央に引張り裂を生成させ、三軸セルに設置し、所定の拘束圧・温度条件（20℃と90℃）で透水試験を実施したものです。図2(a)は、20℃条件で拘束圧を1.0 MPaから10.0 MPaまで段階的に昇圧し、所定の圧力で透水試験を実施したものです。拘束圧の増加に伴い、透水性が低下、すなわちき裂が閉じていくことが確認できます。10.0 MPa到達後は、拘束圧を減少させ、その過程でも透水試験を実施しています。実験は加圧・減圧を繰り返して実施していますが、透水性の変化は、初期サイクルを除けばほぼ同じ履歴を示すことが確認できます。単調な応力の増加現象であれば、透水性は可逆的な結果を示すことになり、不連続面の構造は可逆的に閉じて開いていることが想定されます。一方、図2(b)は、一定の拘束圧条件下（ここでは10.0 MPa）で一定期間状態を保持し、その間の透水性の変化を計測し、その後減圧を行ったものである。20℃条件では、保持中（35日）に透水性が減少するが、除荷後の透水性は載荷前と同じ値に戻っている。一方、90℃条件では、保持中（18日）

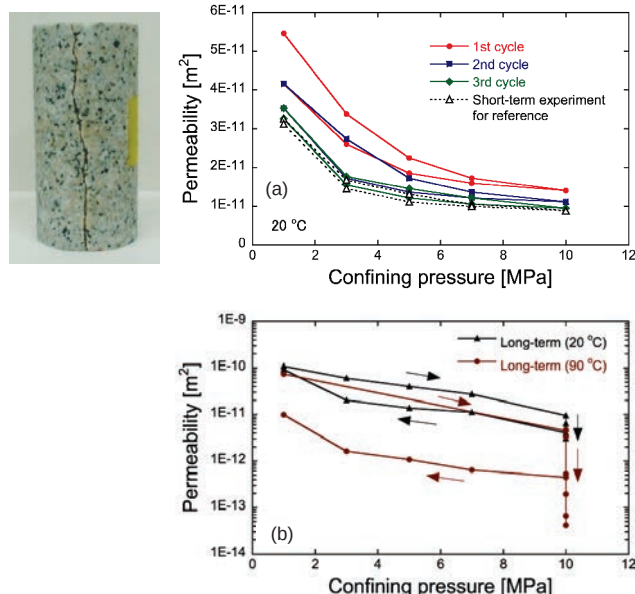


図2 温度・保持時間を変化させた単一き裂を有する花崗岩供試体の透水性と拘束圧の関係

に透水性が大きく減少し、除荷後の透水性は載荷前とワンオーダー異なることが確認できる。実験中の採水分析の結果も含めて実験結果より、加温と加圧により圧力溶解が生じ、不連続面の接触構造が変化したものと考えられます。拘束された状態での構造の変化は、X線CTを用いて計測・解析を行っています。

本研究室では、圧力や温度により岩石の間隙構造や不連続面の構造が変化する（圧力溶解現象）をモデル化し、温度(T)-水(H)-応力(M)-化学(C)間の相互作用を組み入れた連成モデルの構築を試みています。図3にTHMC間の各相互作用を示します。例えば、深さ約450 mの地下深部に発熱する廃棄体を直径約2 mの空洞に設置した場合の周辺岩盤の透水性の変化について、THMCモデルシミュレーションを行いました。シミュレーションでは、圧力溶解を考慮するケースと考慮しないケースの二通り実施しました。図4に複数の地点の透水性の変化を示します。圧力溶解を考慮しないシミュレーションでは、透水性の変化は見られませんが、考慮するシミュレーションでは、時間とともに透水性が減少することが確認できます。

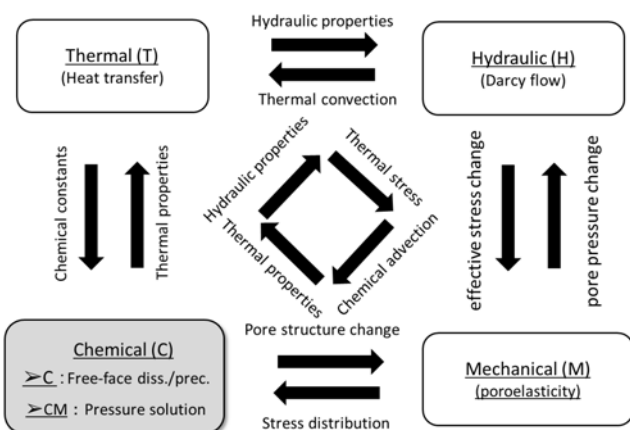


図3 温度(T)-水(H)-応力(M)-化学(C)間の相互作用と連成概念図

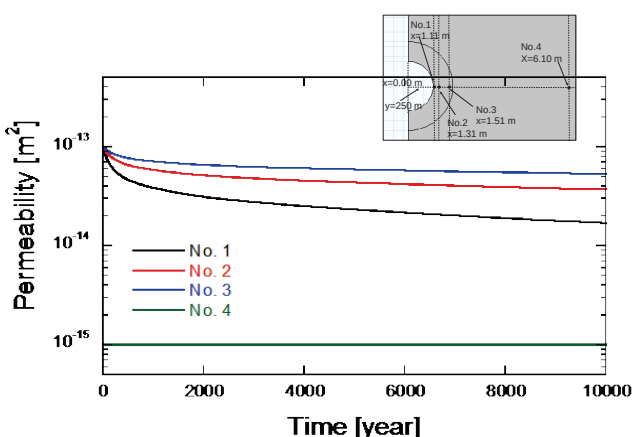


図4 圧力溶解を考慮した空洞周辺の透水性の変化

## (2) フラクチャーの劣化・回復特性のモデル化

上述の通り、応力・温度の影響により不連続面の構造が変化する中で、透水性が変化することがわかっています。では、力学的な特性はどうなるのでしょうか？

本研究室では、岩石不連続面や円柱供試体の三軸せん断過程で現れるせん断帯に対して、せん断(Slide)-保持(Hold)-せん断(Slide)試験を実施し、摩擦挙動の変化について研究を行っています。この実験は、まず、所定の変位までせん断変形をさせ(Slide)、せん断変位を保持させたまま一定時間放置し(Hold)、再びせん断させる(Slide)といったものです。図5に実験結果の一例を示しますが、せん断変位を保持することで、摩擦抵抗が減少しますが、再せん断を行う事で摩擦抵抗が増加し、再び保持前の応力状態に戻ることが確認できます。さらに、保持時間が延びることで、摩擦抵抗は増加傾向にあることが確認できます。本研究室では、比較的低拘束圧・低温で実験しており、そのような条件でも水理-力学-地化学の相互作用現象に起因する摩擦抵抗の増加現象が確認されています。それらの結果は、例えば、放射性廃棄物地層処分を考えると、処分空洞周辺の応力・温度環境は、本研究室で扱っている境界条件に近い環境と想定され、実際の空洞周辺でも水理-力学-地化学連成現象に起因する摩擦抵抗の変化が推察されます。また、これらの現象を記述できる構成モデルの構築も研究課題の一つです。これらの研究の知見は、断層の繰返し運動、地震発生メカニズムを解き明かすのに有効なものであります。

本研究室では、トンネル、斜面、ダム基礎などの地盤・岩盤構造物の設計・施工・維持管理問題にも取り組んでいます。例えば、プレキャストアーチカルバートの地震時の安定性検討のための動的遠心模型実験、強震応答振動台実験(写真1)、およびその

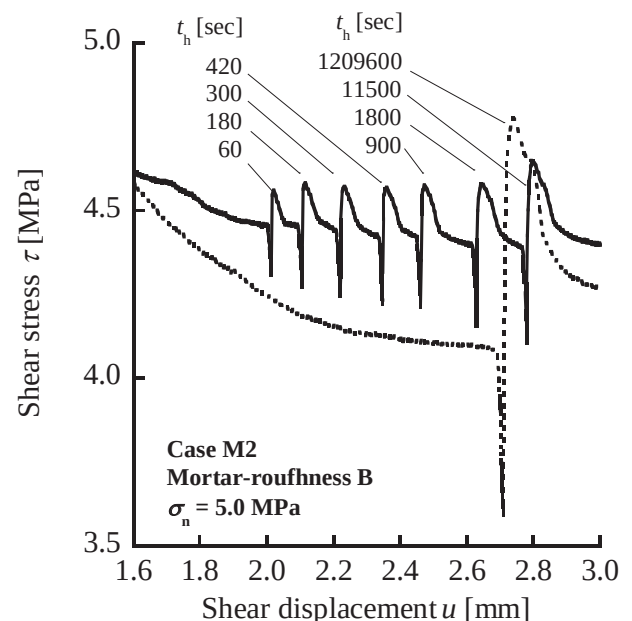


図5 Slide-Hold-Slide型一面せん断試験で得られた岩石不連続面の摩擦抵抗挙動

数値解析、模型実験や数値解析のよる小土被りトンネルの設計・施工問題などです。また、効率的で環境に優しく安全な都市物流システムの構築に向けた研究もしています。

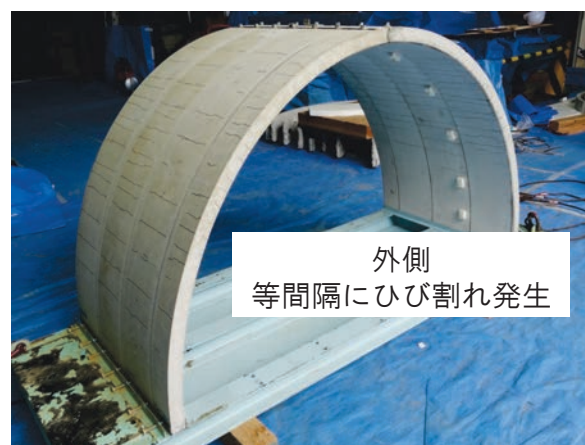


写真1 強震応答振動台実験後のプレキャストアーチカルバート

## 橋の揺れを利用する橋の健康診断

社会基盤工学専攻 社会基盤創造工学分野  
教授 金 哲佑

社会基盤創造工学研究室では、橋の振動現象を対象とする研究を行っています。走行車両による橋の振動が原因で橋の周りに及ぼす嫌な振動（環境振動と言います）に対する評価や対策に関連して、走行車両による橋の振動や環境振動が周辺に広がる様子を解析的に検討できるシミュレーション手法と対策に関する研究を行なっています。また、橋の振動を利用し橋の健康状態を把握しようとする橋梁ヘルスマニタリングの研究も行なっています。本稿では、橋梁ヘルスマニタリングと維持管理に関わる最新の研究について紹介します。

橋梁ヘルスマニタリング関連研究の背景には、効果的な点検・維持管理に関する高いニーズがあります。橋梁などの社会資本はこれまで量的整備を急ぎ、機能と経済性を重視して建設されてきました。しかし橋梁の老朽化も進んでおり、現存する社会資本の効果的な維持管理が極めて重要となっています。維持管理を適切に行うためには、まず対象構造物の健全性把握が必要となります。ところが、今の国や地方の財政状況を考えると、70万橋もある長さ2m以上の橋梁すべてを点検するのは難しい状況であり、これまでとは異なるパラダイムの点検方法が必要となります。本研究室では、橋梁に設置された数少な

いセンサの振動データから橋の損傷検知をする研究と、橋梁にセンサを設置しない走行車両のみに着目する橋梁の異常診断について研究を行っています。

### 1. 多次元動的線形モデルのベイズ推論を用いた特徴量抽出による橋の損傷検知

本研究は、橋に加わる外力と橋の特性が未知の状態、橋梁のセンサ情報だけを頼りに橋の振動特性を推定し、橋の異常有無を確率的に判断しようとする研究です。基本的な考え方は図1に示すように健全状態の橋梁振動から橋梁の状態を表す特徴量（以下、基準損傷指標と表記）を抽出し、その後の定期的に計測される振動から抽出される特徴量（以下、損傷指標と表記）が基準損傷指標と統計的にどれくらい異なるかを判断する単純なものです。

ただし外力や橋について情報がない状況で不確実性が多い計測振動からのみ橋固有の振動特性を把握するのは簡単ではありません。さらに損傷による橋の振動特性（橋の揺れ方を表す指標）の変化は僅かで、その変化を捉えるためには工夫が必要になります。本研究では、計測加速度データより橋の振動特性を表す数学モデルを同定し、その数学モデルに含まれるパラメータから橋の健全性を把握できる損傷

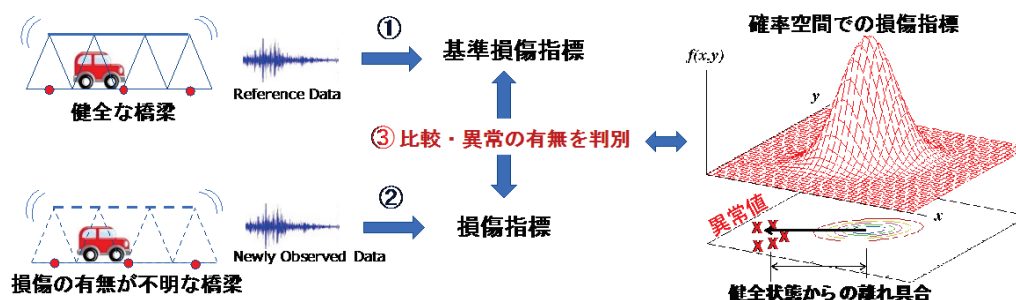


図1 橋の振動データによる損傷検知の概念

指標を提案します。損傷指標の変化を精度良く捉える方法としてベイズ統計に基づく新しい方法を提案しています。ベイズ統計を用いることで、統計的モデルのパラメータを確率分布として扱うことができ、パラメータ推定の不確かさを直接的に評価することが可能となります。この性質を利用し、橋梁が健全である場合と何らかの異常が生じている場合のそれぞれについて統計的モデルパラメータの分布を仮定して、それぞれの分布に対応してベイズ因子と呼ばれる尤度（尤もらしさの度合いのこと）の比を算出することができます。ベイズ因子は観測値を得たうえで、「損傷と無関係」とする帰無仮説と、「損傷と無関係ではない」とする対立仮説のどちらの仮説が相対的に尤もらしいかを評価する指標であり、橋梁の健全性を評価する実用的な基準になると期待しています。

提案手法の妥当性検討のため、図2(a)に示す橋梁（トラス形式の橋梁）において一般の交通を規制したうえでトラス部材を人工的に破断する損傷実験を行いました。橋梁の加速度を計測するために、図2(a)に示すように橋に鉛直方向に8個の一軸加速度計（A3～A8）を設置しました。図2(b)に実験橋梁と損傷シナリオを示しています。損傷導入前の状態を健全としてINTとします。また図2(a)に示すB1部材を半分切断した状態をDMG1、貫通切断した状態をDMG2と称します。B1部材を溶接し復旧した状態をRCV、その後B2部材を貫通切断した状態をDMG2と称します。

図3には、車両通過時の対象橋梁の加速度振動を対象に算出された観測点ごとのベイズ因子（ $B$ ）について、自然対数の2倍の値を示します。異常の有無を判断する際の目安として、「損傷と無関係」とする帰無仮説と「損傷と無関係ではない」とする対立仮説の尤度が等しい場合のベイズ因子（すなわち、 $2\ln(B) = 0$ 。以下閾値と表記）に着目します。図3中の横線が異常の有無を判断する際の閾値を表します。図3から、INTおよびRCVにおいてベイズ因子の

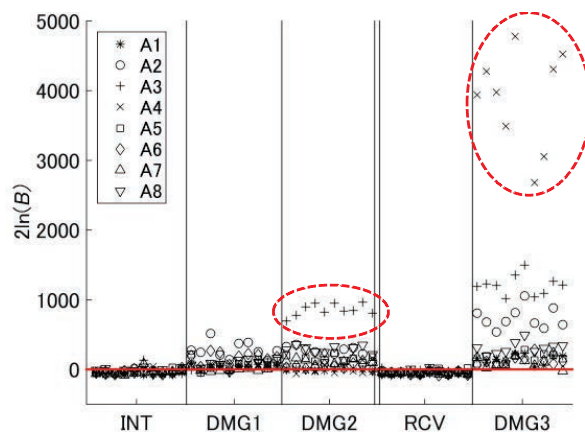


図3 実橋を対象とした損傷検知例

ほとんどが閾値を下回っている一方、3通りの損傷シナリオにおいては閾値を上回るベイズ因子が多いことがわかります。統計的に $2\ln(B)$ が10を超える場合、ベイズ因子の分母で表される「損傷と無関係」とする帰無仮説を棄却する根拠が「非常に強い」と解釈できるので、3通りの損傷シナリオについて損傷が効果的に検知されていることを示すものと判断できます。さらに、図3中のA3およびA4についての計算結果（図中の破線の楕円）に着目すると、部材を全て破断した損傷シナリオDMG2およびDMG3において損傷導入位置に近接した計測点に対応するベイズ因子が特に強い異常を示していることから、本提案手法が損傷位置の推測にも有用であることが分かります。

## 2. 移動橋梁点検システム

前述の橋梁にセンサを設置し橋の損傷を検知する研究に加えて、橋にセンサを設置せずに、点検対象橋梁上を走る点検車両の振動だけで橋の異常を検知する移動橋梁点検（Drive-by bridge inspection）の研究にも挑戦しています。すなわち図4のように走行車両を「移動センサ」として利用できる点検車両が移動しながら橋梁異常診断や路面状態を同定する手法の開発を行っているのです。

移動橋梁点検の可能性については、「車両と橋梁の連成運動」のメカニズムから容易に理解できます。図5に示すように橋梁上を走る車両と橋梁は互いに影響し合うメカニズム（前述の連成振動）を持っています。このような連成振動により、橋梁上を走るとき車両振動には何らかの橋梁の振動成分が入り込みます。移動橋梁点検とは、車両振動に入り込む橋梁の振動成分を抽出し橋梁状態の把握に利用しようとするモニタリング法を指します。もちろん車両振動に混在する橋梁振動は相対的に微弱な信号なの

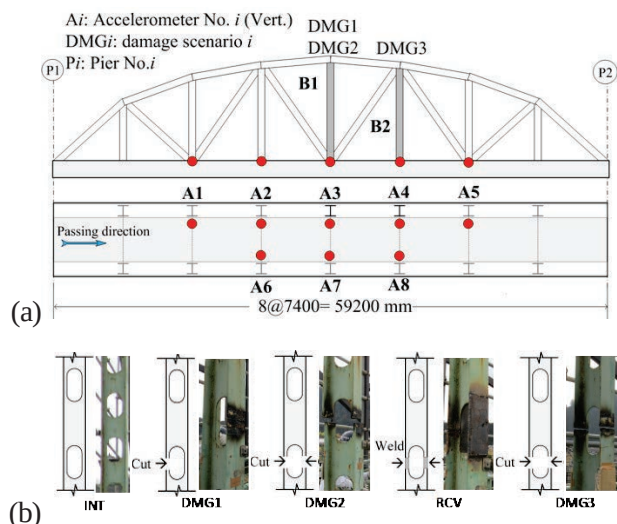


図2 実橋を対象とした損傷検知：(a) 対象橋梁のセンサ配置と損傷部材；(b) 損傷シナリオ

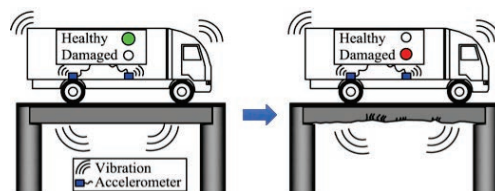


図4 移動橋梁点検の概念

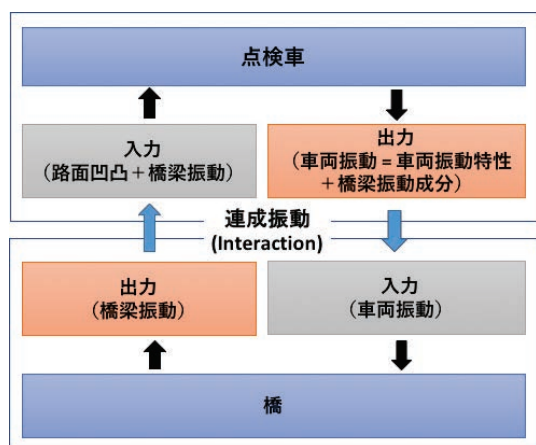


図5 走行車両と橋の動的連成問題の考え方

でそう簡単には抽出できませんが、点検車両に振動特性を調節できるトレーラーを設置して橋の振動成分をより同定しやすくするなど実現に向けて様々な検討を行なっています。同定手法として、車両に入力される橋梁振動を同定することになるので、入力を同定する逆解析 (Moving Force Identification とも言います) になりますが、図5からも分かるように橋梁振動だけではなく路面凹凸も入力されるので、いかに路面凹凸の影響を減らし橋梁の振動を強調できるのかが本研究の醍醐味とも言えます。また橋梁振動成分の抽出と同じ原理で、車両振動から路面凹凸を同定するのも理論的には可能です。理想を言えば、移動点検車両の振動だけで橋梁の振動成分と路面凹凸を両方同定できるようにしたいと思っています。もちろん難しい課題ですが、やりがいのある挑戦でもあります。

移動車両橋梁点検の妥当性検討のために行なっ

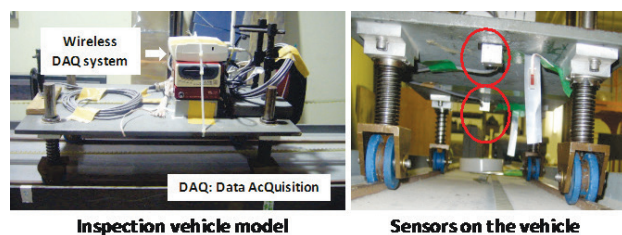


図6 移動橋梁点検のための模型橋梁車両走行実験

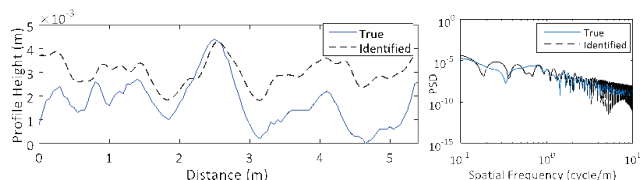


図7 模型実験の車両振動による路面凹凸同定例

いる模型橋梁車両走行実験装置を図6に、模型橋梁車両走行実験の車両振動から同定した路面凹凸を図7に示します。同定した路面凹凸の波形およびスペクトルが実際の路面凹凸と類似しており、路面凹凸同定の可能性が読み取れます。現在、車両振動から橋梁振動成分の抽出に適する諸般条件について検討を行なっています。

以上の橋梁ヘルスマonitoringに関わる研究は、近年の社会基盤施設の維持管理が社会的関心の対象である背景から、その成果が注目されつつあります。橋梁ヘルスマonitoring手法の実用化に向けて、土木分野の専門知識だけではなく応用数学、センサに関わる電子電機分野の知識やデータ処理や意思決定に関わる信号処理の知識が必要になります。今後も分野横断的な研究を進めて橋梁ヘルスマonitoringの実用化に貢献できるようにしたいと思います。

## 鉱物・エネルギー・水資源のための地殻の地球科学と工学

都市社会工学専攻 地球資源学講座 地殻環境工学分野

教授 小池 克明

准教授 後藤 忠徳

助教 柏谷 公希

世界的な経済、工業、農業の発展に加え、特にアジア・アフリカでの人口増加が予想されるなか、非再生あるいは再生資源である鉱物、化石・非化石燃料、水の需要がいずれも急増しており、その確保が今後一層必要となる見込みです。その一方で、新たな金属鉱床や石油・天然ガス貯留層の探査対象はますます深部化し、陸域のみでなく海域にも広がり、新規鉱床の発見は難しくなっています。このように資源がさらに必要となるのに、その発見は難しいという相反する状況において、資源の胚胎の場である地殻の地球科学的・工学的な理解がますます重要になります。

当研究室のミッションは地球資源分野において、この理解の深化・高精度化にあり、これを踏まえて資源の安定供給、資源と共存し地球環境と調和した持

続的社会的構築、および地層貯留機能の高度利用への貢献を目的としています。そのために、地球計測法と数理地質学による鉱物・エネルギー・水資源の分布形態モデリング、地殻ガス・流体の化学的性質と流動現象の解明、地質・熱・物性に関する地殻構造の高精度推定に関する研究を行っています。研究では、固体地球の最上部である地殻の中で、資源関連の何がどこにどれほどあって、どのような物性を持っていて、水・熱の流れや地殻変動にどのような影響を及ぼしているのか？を明らかにするために理論的解析、データ解析、室内実験、フィールド測定・実験を手段とします。これらをバランス良く行い、特に国内外、陸海域での調査・実験を重視して、自然現象に対する洞察力、総合的解釈力を養うことを研究室のモットーとしています。これは、上記のミッ

ションのもと、資源の探査・評価と関連の深い地質現象を正確に理解するためには、工学・理学の両方に跨る視点からの問題設定と解析結果の考察が必要となるためです。国内での複数の調査に加えて、昨年度はインドネシアとモザンビークで海外調査を実施しました。「学際的」、「イノベティブ」、「浅部から深部まで」、「マルチスケール」の4つを研究方針に掲げています。以下に最新の研究例を紹介します。

### ① リモートセンシングによる地殻構造と物性の推定技術の開発

鉱物・エネルギー・水資源の分布を明らかにするには、地質構造、岩石・鉱物の種類やその物性と化学成分、および地殻変動パターンなど、広範囲にわたる静的・動的な地質情報が必要となります。そのためにリモートセンシング技術を応用します。これによる衛星画像や地形データを用いて、深部から上昇する熱水の通路となり得る亀裂の分布を抽出できる手法を開発し、その分布が地熱兆候点に対応することを明らかにしました（図1）。また、金属鉱床に起因した植物ストレスを衛星画像の反射スペクトルから特定できる植生指標を開発し（VIGS）、これを秋田県北部の黒鉱鉱床域を含む Landsat ETM+ 画像に適用した結果、季節が異なる複数の VIGS 値の（比／標準偏差）が植生異常部抽出に有効であること、および植生異常クラスは既知鉱床の位置と概ね対応することを明らかにできました（図2）。さらに、観測波長帯が限られているマルチスペクトル衛星データを、多変量解析とベイズ理論を用いてハイパースペクトル画像に変換する手法も開発しました。これをアメリカ西部やチリの熱水変質帯に適用したところ、従来不可能であった複数の変質鉱物の識別を精度良く実行できることが確かめられました。これら以外に、合成開口レーダデータの偏波情報を利用して地表の粗度、誘電率、透磁率を算定するという手法なども開発しています。

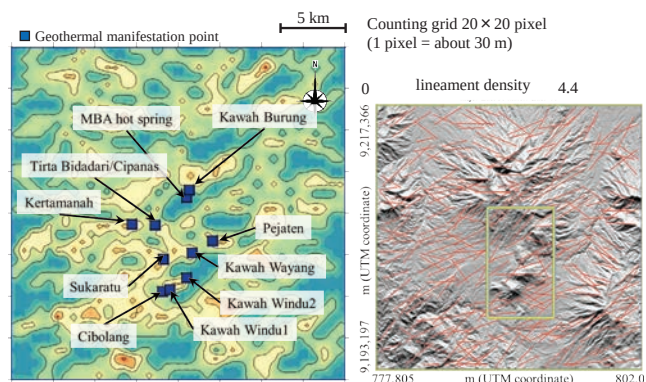


図1 亀裂情報の高精度抽出例：Wayang Windu 地熱地区（インドネシア）でのリニアメント密度マップと地熱兆候点の分布

### ② 陸域・海域での金属品位モデリングの深化

金属資源の安定供給のためには、金属品位の高精度空間分布推定と鉱床を形成した物理法則の解明が

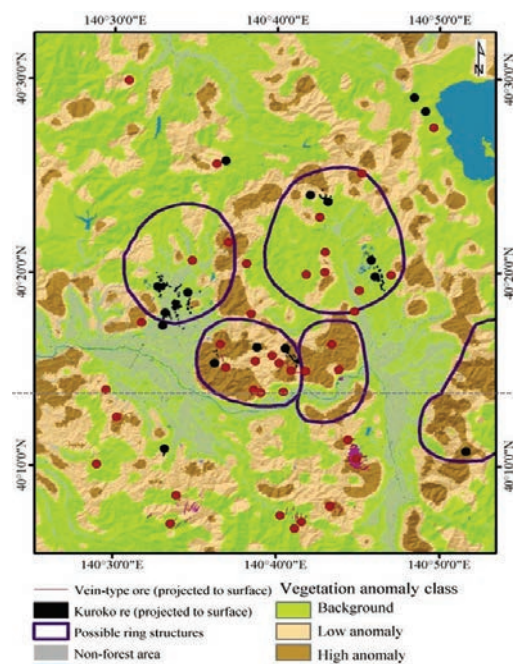


図2 植生指標から示唆される鉱床有望部（茶色）と実際の鉱床の位置：秋田県北鹿・黒鉱鉱床域

不可欠となっています。これらを目的として、主成分分析や物理法則を組み込んだ地球統計学的手法を開発中です。これを黒鉱鉱床やインドネシアの斑岩銅鉱床に適用したところ、高品位部の分布形態が詳細に明らかとなり、これから鉱液の主要なパスが概ね推定でき、鉱床の形成プロセスを解釈できるようになりました（図3）。また、沖縄トラフの海底熱水噴出地域を対象にし、海底堆積物と間隙水の化学成分、およびボーリングを利用した比抵抗検層データから、熱水の存在と流動に起因した金属濃度の3次元分布推定も行っています。

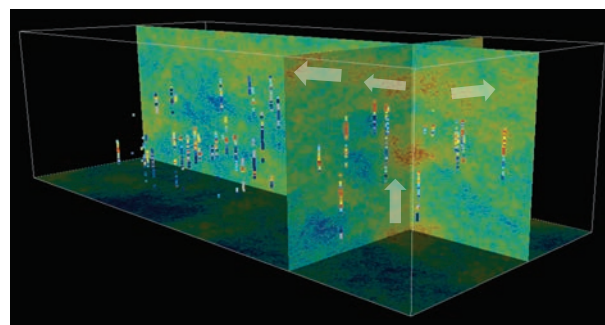


図3 ボーリングデータを用いた地球統計学的シミュレーションによる黒鉱鉱床での銅濃度分布（寒色が低濃度で暖色が高濃度）と鉱液の推定パス（矢印）

### ③ 地球化学分析と流動シミュレーションによる地殻流体の流動状態の把握とモデル化

地殻中には、地下水、石油、天然ガスなど、様々な資源が流体として存在します。また、熱水から有用元素を含む鉱物が沈殿したり、母岩の構成鉱物を交代することで形成した鉱床は熱水鉱床と呼ばれ、この形成にも流体の流動現象が関与します。地熱発

電は、地下から高温の蒸気や熱水を取り出すことで、地下の熱をエネルギーとして利用する技術です。このように、地殻における流体流動現象の理解は、種々の資源を利用する上で重要となります。本研究室では、同位体を含む流体の地球化学的特性の分析を行うとともに、地球統計学的手法を活用した水理地質構造のモデル化、および地下水流動、物質移行のシミュレーションを行うことで、地殻流体の流動状態やそれに伴う物質移行現象を高精度に把握・予測する手法の構築を進めています（図4と5）。



図4 (左) インドネシア地熱地帯における火山ガスと熱水試料のサンプリング、(右) クリーンルームでの地下水試料分析用の前処理事業

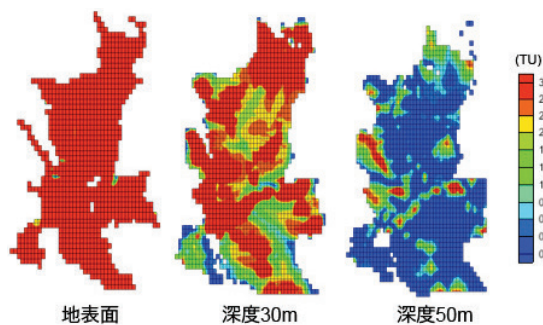


図5 地下水流動解析と物質移行解析による1953年時点での地下水トリチウム濃度の推定分布：京都盆地の例

#### ④ 蒸気スポット検出技術と貯留層計算ソフトの開発

SATREPS プロジェクトの一環として、リモートセンシング・地球化学・鉱物学での先端手法を統合し、地熱発電に最適な蒸気スポットを高精度で検出できる技術の開発をバンドン工科大学と共同で進めています。インドネシア西ジャワ州 Wayang Windu 地区をモデルサイトとし、深部に位置する貯留層の状態を表層付近で把握するために、最大深度5mの表層ボーリングを複数掘削し、計測井を設置しました。これを用いて定期的なラドン・水銀濃度測定とガス組成分析を実施中ですが、成果の一部として透水性断層近傍に位置する測点で、深部からの地殻ガスの上昇と供給を示唆する特徴を見出しました（図6）。

また、オブジェクト指向プログラミングの技法で拡張性に優れた貯留層シミュレータを開発し、深部地熱資源開発を想定して、これに超臨界状態の計算機能を組み込みました。熱力学的変数を適宜変更することで液相－臨界相－気相の相移行が安定となり、温度・圧力状態の時間変化を適切に予測できるようになりました。

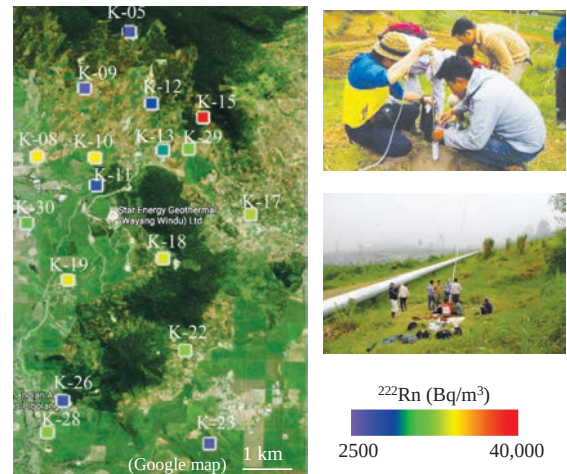


図6 Wayang Windu 地熱地区でのラドン濃度分布（左）、および計測井の設置と測定の様子（右）

#### ⑤ 地殻構造の高精度探査技術の開発

地質情報解析や地球化学調査に加えて、非破壊での地殻構造調査（物理探査）に関する技術開発を行っています。活断層や地熱資源の探査、海底下の資源探査などにおいては高精度の地下探査技術が欠かせません。粘土・水を多く含む断層破碎帯や導電性鉱物を含む金属鉱床は、周囲の岩盤よりも電気を通しやすい傾向があり、石油・天然ガス・メタンハイドレートなどは逆に電気を通しにくいことが知られています。このため、電気・磁気などを用いた地下可視化技術で地下資源や災害誘因を発見・監視できるようになります。本研究室では、地質構造や岩石物性と物理探査データを組み合わせ、より詳細に地下を可視化する技術の開発を進めています。さらに情報通信技術や統計学などを用いた新たなデータ解析・地下構造モデリング技術も開発中です。観測機器の開発、陸上や海底での資源探査、および採取した岩石の物性測定も実施しています（図7と8）。



図7 海洋研究開発機構調査船「よこすか」と船上での調査作業の様子

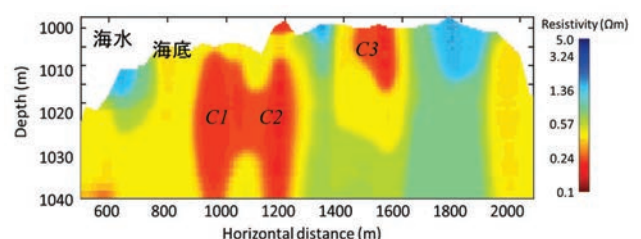


図8 開発した観測機器・インバージョン法による沖縄熱水噴出地域での海底下比抵抗分布：C1～C3の低比抵抗帯は熱水や鉱床の存在を示唆

## スタッフ紹介

### 細田 尚 (ほそだ たかし)

### 河川流域マネジメント工学講座 教授



細田 尚教授は、主として河川や湖沼での水の流れるに見られる開水路水理学の理論の構築、及び数値解析法の開発と実河川への適用に関する研究に長年携わってこられました。研究の対象は河川のみに留まらず、最近では開水路流れと交通流の基礎式の類似性から、交通流の渋滞発生メカニズムについても検討されています。(これが私の修士論文のテーマです。)

また、河川流域の生態系にも深く興味を持たれており、自ら足を運んで野鳥をはじめとする様々な生物を写真に収め、その活動をまとめておられます。

学生の指導にも熱心で、私たちが困っていると手を差し伸べ、的確なアドバイスをしてくれます。時には厳しい言葉もありますが、そういった言葉を励みに日々研究に取り組んでいます。時折開かれる研究室の飲み会では、興味深いお話を聞かせていただけ、大変勉強になります。

先生の指導を受けられることを学生一同光栄に思っております。今後ともご指導のほど、よろしくお願いいたします。(修士課程2年 前原 耀太)

#### 【略 歴】

1978年3月 京都大学工学部土木工学科卒業  
1980年3月 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程修了  
1983年3月 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻博士後期課程研究指導認定退学

1983年4月 広島大学工学部助手  
1988年4月 京都大学工学部助手  
1992年7月 京都大学工学部講師  
1994年12月 京都大学工学部助教授  
2002年1月 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻教授

### 山口 敬太 (やまぐち けいた)

### 都市基盤設計学講座 景観設計学分野 准教授



山口敬太先生は2009年から景観設計学分野の助教を、2017年5月から同分野の准教授を務めておられます。都市計画や社会基盤形成の歴史に関する研究に取り組んでおられるほか、世界遺産の候補地を始め全国各地の歴史的・文化的景観地の学術調査や景観計画の

策定に関わっておられます。地域の方々と話したり関わったりしながら進める形をとっておられるので、たびたび現場に出ておられますが、時々私たちも協議の場に連れてくださいます。また、研究室内の学

生チームとともに景観デザインやまちづくり提案などにも取り組み、実践活動を通して沢山のことを学ばせてくださいます。

研究指導においても、とても熱心に指導をされ、一人一人に時間を割き、納得いくまで議論し、幅広い知識や経験を踏まえた確かなご指摘をくださいます。

厳しくご指導いただく時もありますが、先生の持ち前の明るさとユーモアは私たちにとってとても親しみやすく、研究以外のことでも気軽にお話や相談ができるのでとても大切な存在です。学生一同これからも先生の下で様々なことを学ばせていただけることに感謝し、楽しみにしております。今後とも変わらぬご指導をよろしくお願い致します。

(修士課程2年 阿部 まり)

#### 【略 歴】

2004年3月 京都大学工学部地球工学科卒業  
2006年3月 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 博士前期課程修了  
2008年4月 日本学術振興会特別研究員

2009年3月 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 博士後期課程修了  
2009年8月 京都大学大学院工学研究科 助教  
2017年5月 京都大学大学院工学研究科 准教授

## 院生の広場

### 院生紹介

藤戸 航（地殻開発工学分野・修士課程2年）



私が所属する地殻開発工学分野（石田研）は、主に岩盤の破壊や安定性を研究対象としています。私は、水圧破碎の現場実験を行い、その際に発生する微小破壊を測定・解析する、という研究を行っています。

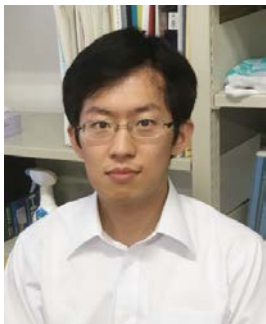
水圧破碎法とは、地下に坑井を掘削し地上から水を高圧で圧入することで岩盤にき裂を造成し、石油や天然ガスといった地下資源の流動性を高める技術です。21世紀初頭に北アメリカでシェールガスの生

産がさかんに行われた背景には、水圧破碎技術の発展による資源生産効率の向上がありました。

資源生産現場で水圧破碎をおこなう際には、どのようなき裂が造成されたかを評価する必要がありますが、それには岩盤破壊時に発生する微小な破壊音が用いられます。近年ではそれらの解析を行い、最適な水圧破碎デザインを目指す研究が進められています。

その研究の一環として本研究室では、国内の坑道を利用して原位置岩盤の水圧破碎実験を行っています。この実験では、実際の資源開発の現場では不足しがちな観測網を十分に展開することで、き裂の進展特性を詳細に把握することが可能です。私自身もこの実験に参加し、現場に2～3週間泊まり込み、企業の方と協力して実験を行うという大変貴重な経験をさせていただきました。今後は実験で得られたデータを解析することで、水圧破碎法の発展に貢献できるような知見を得ることを目指し、努力する所存です。

辻野 雅博（空間情報学講座・修士課程2年）



私の所属する空間情報学講座（宇野研）では、環境保全と災害防止のために空間情報技術を用いて国土および環境の現況と変化を観測・解析・評価する方法について研究を行っています。

その中でも私は、地盤や土木構造物の変位を広範囲にとらえるための手法を開発しています。衛星に搭載されている合成開口レーダ（SAR）というマイクロ波センサーによって得られたデータを、差分干渉 SAR 技術によっ

て解析することで、地盤沈下のモニタリングや建物被害の調査、政策に役立てることができます。

上空 700km の高度から mm 単位の変動を計測するために、水蒸気や大気散乱等によるノイズの影響を除去する手法について、計算機での解析だけでなく電波暗室やフィールドにおいても実験も行い、多角的に検討を行っています。

外部との共同研究に関連して、茨城県つくば市の宇宙航空研究開発機構へ1か月間インターンとして参加しました。その中で、研究室の卒業生である職員を含めた方々と議論を重ねながら研究を進めるとともに、その間に行われた会議や国際学会へ参加させていただき、研究から実務まで現場の最先端を体験するという貴重な経験を得ました。

これからも今まで経験できたことを活かして、研究に取り組んでいきたいと思っています。

小柴 孝太（社会・生態環境研究領域・博士課程1年）

現在日本では 3000 近い数のダムが運用されており、治水・利水・環境保全に大きな貢献をもたらしています。しかしながら、多くのダム湖が深刻な堆砂問題に直面してお



り、堆砂対策が喫緊の課題となっています。

私の研究対象である排砂バイパストンネル（Sediment Bypass Tunnel, SBT）は、ダム堆砂対策の中でもユニークな技術で日本とスイスを中心に導入が進んでいます。SBT は、洪水時にダム上流から流下する土砂を下流へ迂回させる施設であり、ダムの長寿命化と下流環境の改善を図ります。一方で、SBT は高流速で流下する土砂によるトンネル床面の摩耗が深刻であり、安全かつ持続可能な運用のため設計高度化が求められています。

そこで私は、「流砂量計測に基づく排砂バイパストンネルの設計高度化に関する研究」というテーマで研究を進めています。特にこれまでは、摩耗予測を行う上で重要であるトンネル内流砂量の計測手法開発を行ってきました。ここで開発したインパクトプレートという計測装置は、実際に長野県小渋ダム SBT に導入され昨年より運用が行われています。今後は、流砂量の実測結果を参考にトンネル内土砂移動動態及び摩耗分布をシミュレーションし、安全かつ持続可能な SBT 設計基準を究明します。

## 東西南北

### 受賞

|                                                                                                                              |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 直井 誠<br>(社会基盤工学専攻 地殻開発工学講座 助教)                                                                                               | 2016年度 日本地震学会若手学術奨励賞<br>「南アフリカ大深度金鉱山における震源の物理の観測研究」                          |
| 高井 敦史 (地球環境学堂 助教)<br>勝見 武 (地球環境学堂 教授)<br>乾 徹 (地球環境学堂 准教授)<br>川島 光博 (岩手県環境生活部)<br>大河原正文 (岩手大学工学部 准教授)<br>岩下 信一 (応用地質(株) 執行役員) | 平成28年度 土木学会論文賞<br>「東日本大震災で発生した岩手県の災害廃棄物分別土砂の品質とその変化」                         |
| 高井 敦史 (地球環境学堂 助教)                                                                                                            | 平成28年度 地盤工学会論文奨励賞<br>「地盤汚染の封じ込めに用いられるソイルベントナイト遮水壁の空間的に連続な原位置性能評価手法の開発」       |
| 高井 敦史 (地球環境学堂 助教)                                                                                                            | ISSMGE Outstanding Young Geotechnical Engineer Award                         |
| 田中 智大 (社会基盤工学専攻 応用力学講座 助教)                                                                                                   | 平成29年 土木学会論文奨励賞<br>「降雨継続時間に応じた総降雨量の条件付き分布関数による総合確率法の改良」                      |
| 赤木 俊文 (社会基盤工学専攻 博士課程) ほか                                                                                                     | 平成28年 土木学会応用力学論文奨励賞<br>「多相連成解析手法に基づく地盤の内部浸食の数値解析」                            |
| 石須 慶一 (都市社会工学専攻 修士課程)                                                                                                        | 物理探査学会第136回(平成29年度春季)学術講演会 優秀発表賞(口頭)<br>「FCM クラスタリング制約項を用いた2次元曳航式海底電気探査法逆解析」 |
| 大田 優介 (都市社会工学専攻 修士課程)                                                                                                        | 物理探査学会第136回(平成29年度春季)学術講演会 優秀発表賞(ポスター)<br>「海底熱水活動域岩石サンプルの比抵抗特性と化学組成の関係性」     |

### バンドン工科大学賞受賞

都市社会工学専攻の小池克明教授がバンドン工科大学賞「Ganesa Wirya Jsa Aditutama」を受賞しました。これは、長年にわたるバンドン工科大学との共同研究の実施、特にJICA/JSTのSATREPSプロジェクト(H27～31年度)「インドネシアにおける地熱発電の大幅促進を目指した蒸気スポット検出と持続的資源利用の技術開発」によるバンドン工科大学の研究設備の向上と研究教育の発展に対する多大な貢献が評価されたものです。表彰式は大学内のAula Baratという歴史的講堂でH29年8月24日に行われ、学長より盾とメダルが贈呈されました。



### 新聞掲載、TV 出演等

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 竹林 洋史<br>(社会基盤工学専攻(防災研究所) 准教授) | 2017年4月13日 キャスト(ABCテレビ)<br>管理者不明橋が水害に及ぼす影響に関するコメント<br>2017年5月18日 ロクいち福岡!(NHK 総合)<br>熊本地震によって山王谷川で発生した土石流の流動特性に関する研究内容<br>2017年6月9日 Jレスキュー7月号(イカロス出版)<br>「特集 列島大水害時代 我々はどう備えるべきか?」<br>2017年7月14日 ニュースホット関西(NHK 総合)<br>九州北部豪雨による朝倉市の土石流の数値シミュレーション結果の紹介と今後の土砂災害対策に関するコメント<br>2017年7月14日 ニュース7(NHK 総合)<br>九州北部豪雨による朝倉市の土石流の流動特性に関するコメント |
| 林 為人 (都市社会工学専攻 教授)             | 日本経済新聞(6月16日)、静岡新聞(6月17日)、信濃毎日新聞(6月17日)<br>プレート境界断層での温度不均質の原因を解明                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 人事異動

| 名 前                 | 異動内容 | 所 属                                 |
|---------------------|------|-------------------------------------|
| <b>2017年3月31日</b>   |      |                                     |
| 朝倉 俊弘               | 定年退職 | 社会基盤工学専攻 資源工学講座 計測評価工学分野            |
| 井合 進                | 定年退職 | 社会基盤工学専攻 防災工学講座 地盤防災工学分野            |
| 中川 大                | 辞職   | 都市社会計画学講座 都市地域計画学分野 教授              |
| 間瀬 肇                | 辞職   | 社会基盤工学専攻 防災工学講座 海岸防災工学分野 教授         |
| 宮川 愛由               | 辞職   | 都市社会工学専攻 交通マネジメント工学講座 交通行動システム分野 助教 |
| 奥村与志弘               | 辞職   | 都市社会工学専攻 地震ライフライン工学講座 助教            |
| <b>2017年4月1日</b>    |      |                                     |
| 渦岡 良介               | 採用   | 社会基盤工学専攻 防災工学講座 地盤防災解析分野 教授         |
| Florence, Lahournat | 採用   | 社会基盤工学専攻 防災工学講座 防災技術政策分野 講師         |
| 野口 恭平               | 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       |
| <b>2017年5月1日</b>    |      |                                     |
| 山口 敬太               | 昇任   | 社会基盤工学専攻 都市基盤設計学講座 景観設計学分野 准教授      |
| <b>2017年7月25日</b>   |      |                                     |
| 浜口 俊雄               | 解雇   | 都市社会工学専攻 都市国土管理工学講座 地域水環境システム分野 助教  |
| <b>2017年8月1日</b>    |      |                                     |
| 音田慎一郎               | 昇任   | 都市社会工学専攻 河川流域マネジメント工学講座 准教授         |
| 川端祐一郎               | 採用   | 都市社会工学専攻 交通マネジメント工学講座 交通行動システム分野 助教 |
| <b>2017年8月16日</b>   |      |                                     |
| 神 利博                | 採用   | 社会基盤工学専攻 資源工学講座 計測評価工学分野 教授         |

## 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。

### ■平成29年度実施 2月期入試情報

・募集種類

修 士 課 程：外国人留学生（外国人別途選考を含む）

博士後期課程：第2次（4月期入学）

博士後期課程：外国人留学生（融合工学コース「人間安全保障工学分野」、10月期入学）

・願書受付締切 平成30年1月18日(木)

・入学試験日程 平成30年2月13日(火)・14日(水)または別途通知

### ■平成29年度実施 8月期入試情報（結果）

平成29年8月7日(月)・8日(火)に実施されました。修士課程の結果は以下の通りです。

・志願者数 155名（内、学科外・留学生等 15名）

・合格者数 127名（内、学科外・留学生等 14名）

## 専攻カレンダー

|             |        |
|-------------|--------|
| 10月2日       | 後期開始   |
| 12月29日～1月3日 | 冬季休業期間 |
| 1月24日～2月6日  | 後期試験期間 |
| 2月13日・14日   | 大学院入試  |
| 3月26日       | 学位授与式  |

## 編集後記

今回、編集をするにあたりバックナンバーを読み直しました。過去の記事を現在と比較しながら読むと、最新号とは違う面白さがあります。本ニュースレター Vol. 1 の発行は2010年とまだ歴史は浅いですが、10年、20年後にバックナンバーを読むと一層興味深いのではないのでしょうか。なお、バックナンバーは専攻のウェブページから閲覧することができます。興味のある方は是非アクセスしてください。最後に、記事を執筆いただいた方および本ニュースレター発行にご協力いただいた方に感謝を申し上げます。

記：西藤 潤