

CONTENTS

研究最前線

- ▷ 洪水-土砂-生態系-エネルギーの連関 (Nexus) を考慮した統合的流域管理を目指して
都市社会工学専攻 都市国土管理工学講座
自然・社会環境防災計画学分野
- ▷ 豪雨災害の防止・軽減をめざして
社会基盤工学専攻 防災工学講座 防災水理学分野
- ▷ 社会基盤施設の国際的マネジメントを目指して
社会基盤工学専攻 構造工学講座
国際環境基盤マネジメント分野
- ▷ Research advancements in urban planning and geo-engineering
都市社会工学専攻 ジオマネジメント工学講座
国際都市開発分野

スタッフ紹介

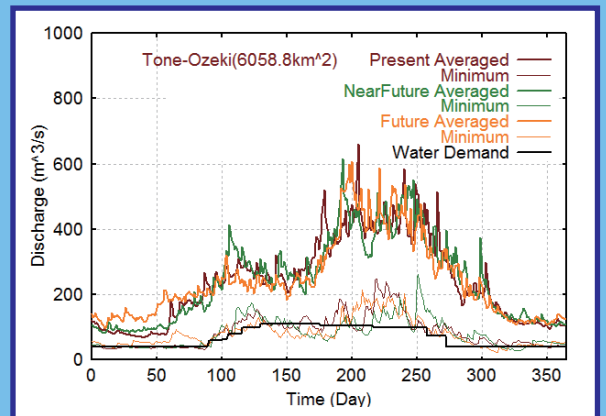
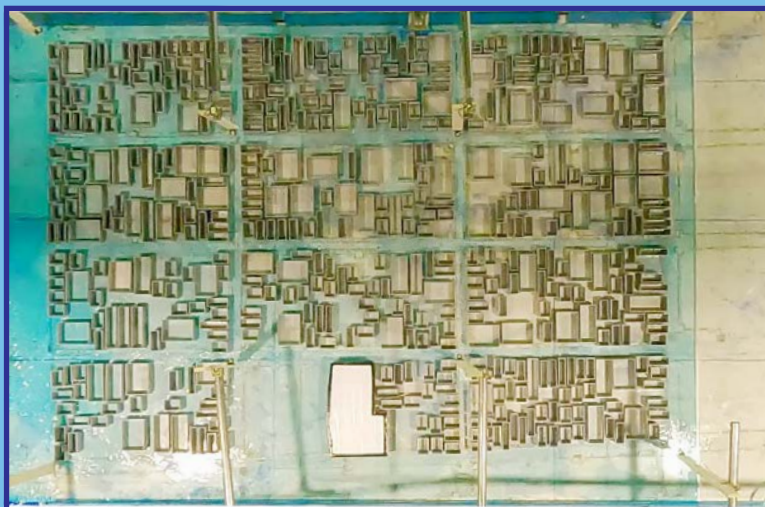
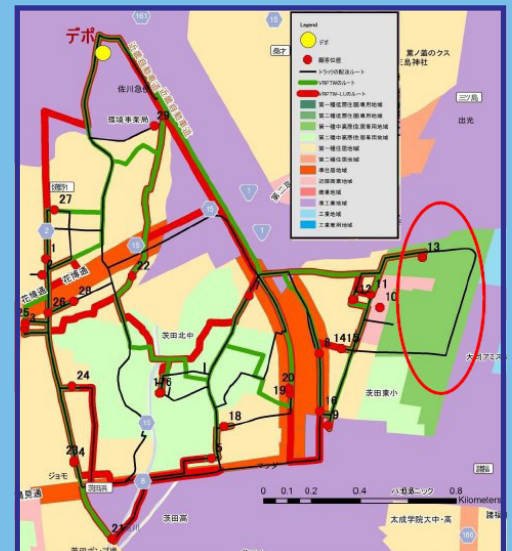
社会基盤工学専攻 構造工学講座
構造材料学分野 教授 山本 貴士
都市社会工学専攻 地球資源学講座
地球資源システム分野 助教 石塚 師也

院生の広場

院生紹介
：博士課程 2 年 袁 楷軒
：修士課程 2 年 浅川 拓
：修士課程 2 年 Stellah Namulindwa

東西南北

受賞/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



図左上：河床地形と生息場の多様性の関係（ハビタットロジー）
図右上：Interaction of truck routes with land use
図左下：都市域模型を用いた氾濫実験
図右下：利根川流域での現在、近未来、将来の水資源変化

(P2 角研)
(P10 ジオマネジメント工学講座 国際都市開発分野)
(P6 川池研)
(P8 構造工学講座 国際環境基盤マネジメント分野)

研究最前線

洪水－土砂－生態系－エネルギーの 連関（Nexus）を考慮した統合的流 域管理を目指して

都市社会工学専攻 都市国土管理工学講座
自然・社会環境防災計画学分野

教授 角 哲也

准教授 竹門 康弘

准教授 カントウシュ サメ・アハメド

近年の度重なる豪雨災害を受けて、日本国内では「流域治水」政策が進められています。気候変動による洪水外力の増大に対する備えとして、流域内の関係者が従来の枠を超えて連携することは大変重要です。当研究室では、例えば、気象予測を活用した既存ダムでの「事前放流」や洪水貯留機能の強化を目指した「ダム再生」、また、伝統的な氾濫原管理手法である「霞堤」の機能評価などの技術的課題に取り組んでいます。

一方で、長期的な河川管理の課題として、洪水時に山から海まで運ばれる土砂の役割についても研究しています。例えば、ダムに流れ込む土砂はダム湖に堆積して貯水容量減少させるとともに、下流河川や海岸へ供給される土砂が減少することで河床低下や海岸侵食などの環境変化が加速しています。河川や沿岸域の生態系にとって、洪水と土砂の流れは貴重な恵みをもたらす源でもあり、健全な「流砂システム（= Sediment Routing System）」を回復させる必要があります。もう一つ忘れてはならないのは、黒部ダムに代表されるように、河川流域は、その水量と落差による水力発電を通して、貴重な再生可能エネルギーを供給してくれていることです。ダムは、

太陽エネルギーがもたらす「水循環」から効率的にエネルギーを取り出す変換装置とも言えます。

私たちは、こうした河川流域がもつ治水・利水・環境・エネルギーの各側面について、調和的かつ持続可能な形で実現させる統合的流域管理に関する研究を行っています。このような課題は日本国内にとどまらず、ASEANなどのアジア諸国、さらには世界に広がっています。日本モデルを世界に、さらに、世界のユニークな試みを日本でも活用する、オープンイノベーションを目指しています。

1. ダム貯水池土砂管理技術の開発

日本には、高さ 15m 以上のダムが約 2,700 基以上あり、建設されてからの平均年数は約 60 年です。これらの中には、予想よりも早く堆砂が進行しているダムがあり、貯水容量が減少すれば、洪水貯留や、上水道や農業用水の供給、さらには、水力発電にも影響が出てくる懸念されます。その対策として、1) 貯水池の水位を一時的に低下させて底部の排砂ゲートから土砂を排出する対策、2) 貯水池を迂回する排砂バイパストンネルを設置して流入土砂量を減少させる対策などがあります（図 1）。



図1 ダムの堆砂対策の類型

堆砂対策の課題としては、ダムごとにどのような対策が適合するのかが選定するためのガイドライン作りが重要です。また研究課題として、洪水時にどのように土砂が流れてくるのか、排砂ゲートや排砂バイパストンネルからどのように土砂が排出されるのか、また、下流に流れ出た土砂が、さらにどのように河川を下っていくのか、などの洪水と土砂の流れを明らかにする必要があり、現地観測や数値計算モデルを組合せて検討を進めています。

排砂バイパストンネルは日本とスイスに多く事例があり、日本の最古のものは1900年に完成した神戸市水道局の布引五本松ダムに1908年に設置され、現在まで有効に働いています。排砂バイパストンネルの課題として、土砂が流れることでトンネル底面のコンクリートが摩耗損傷する問題があります。現在、スイスの大学と一緒に、トンネル内を流れる土砂を観測して摩耗損傷を予測するための共同研究を行っています(図2)。また最近では、3)ダム湖から掘削した土砂をダム下流に設置し、洪水時に自然な形で削らせることで河川への土砂供給を図る「置き土

(あるいは土砂還元)」に関する研究も進めています。例えば、徳島の那賀川・長安口ダム下流では、約20万m³の土砂を河道脇に置いており、現地にWebカメラを設置して洪水時の流速分布や土砂の侵食過程を画像解析で分析する研究を進めています(図3)。

2. 生息場の形成と維持のための河床地形管理手法「ハビタットロジー」の開発

ダムからの土砂排出には、下流河道の環境を再生させる目的も含まれます。現在、日本中の多くの河川では、土砂供給が減少したことで、河床低下、裸地河原の減少と植生化、河床材料の粗粒化などが進行し、河川景観の変化、良好な瀬淵環境や生物の生息場の劣化などが進行しています。そこで私たちは、ダムからの土砂供給技術と下流河道の環境評価技術を融合させて、1) どのような土砂を、2) どのくらい、3) どのようなタイミングで供給すれば両者がWIN-WINになるのか、という問いに答える研究を進めています(図4)。河川の洪水と土砂供給が多様な河床地形を形成し、これが生息場の多様性を高めます。

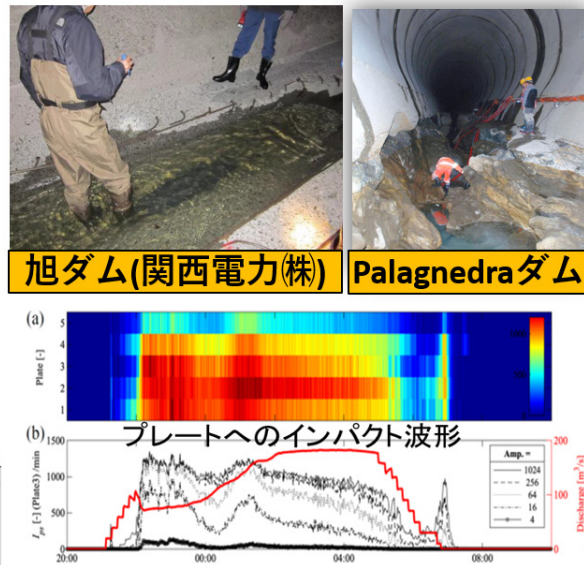


図2 排砂バイパストンネルの摩耗損傷事例と流砂量観測(小渋ダム)

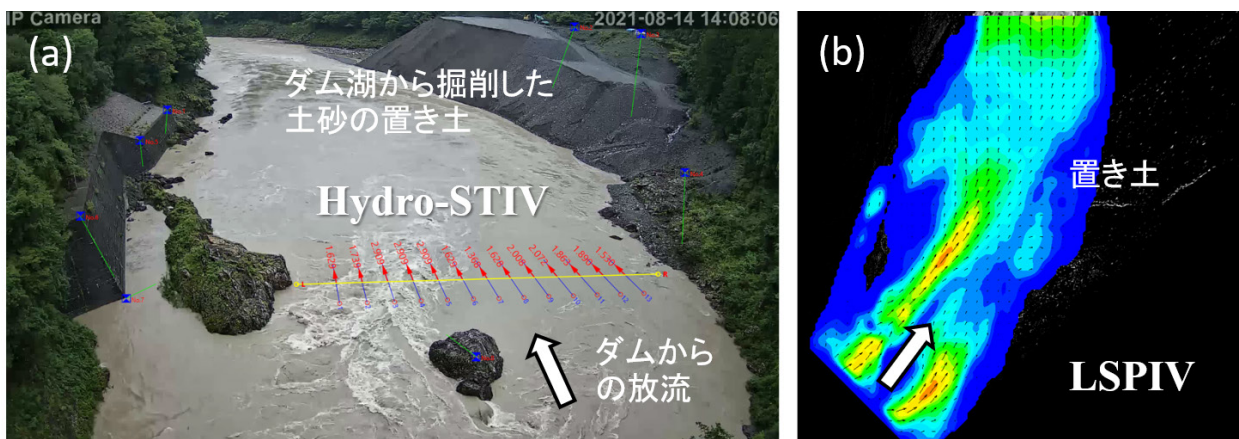


図3 置き土の侵食過程の現地観測(流速分布)(那賀川長安口ダム(徳島))



図4 河床地形と生息場の多様性の関係（ハビタットロジー）

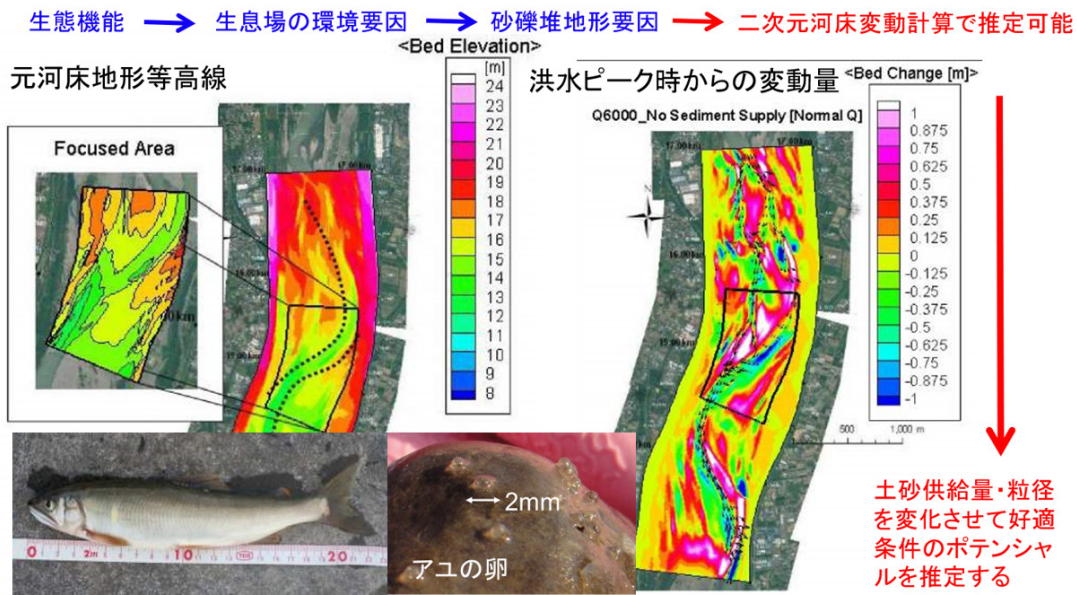


図5 アユ産卵床を増加させるための土砂供給条件の検討（天竜川）

このような管理手法を私たちは「ハビタットロジー」と称して推進しています。

例えば、天竜川では近年数が減少している天然アユを再生させるための産卵床を増やすための土砂供給のあり方を現地調査と数値計算モデル（図5）で検討しています。供給された新鮮な土砂は、河道内の砂州を洪水時に動かし、砂州の下を潜る「伏流水（=Hyporheic Flow）」を増大させます。このような流れは、河川を流れる汚濁有機物や濁度を浄化して水をきれいにします。また、地下水のように水温を安定化させる効果もあり、将来の地球温暖化で河川水温が異常に高温化した際の適応策として、水温の冷却効果として重要な役割を果たすことが期待されます（図4）。

3. 世界の河川流域の統合的管理への貢献

メコン川のような国際河川流域では、ダム建設、灌漑の拡大、森林伐採、砂利採取、土地利用の変化などの人間活動と気候変動の影響が相互に影響して、下流に流れる水量と土砂量に変化しています。その結果、最下流のベトナムのメコンデルタでは、海岸侵食が進行するとともに、水量の減少と河床低下、さらには気候変動による海面上昇の影響もあり、河口から50km以上も塩水が遡上して農業用水の取水に大きな影響が生じています。こうした実態を把握するために、現地に観測機器を設置し、浮遊土砂量や塩分濃度の変化を詳細にモニタリング（図6）するとともに、気候変動を含む将来予測と対策について数値計算モデルを用いた検討を行っています。

洪水・土砂・環境・エネルギーの組合せの課題は、

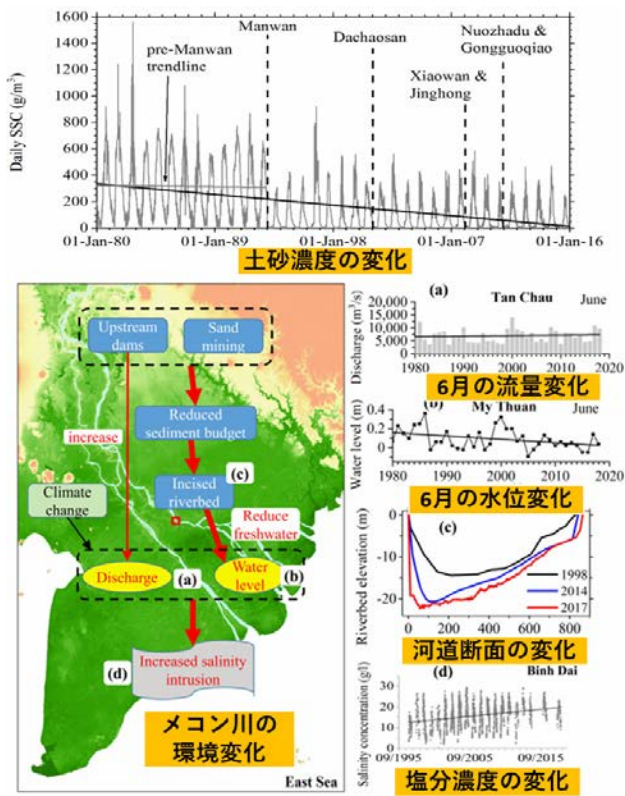


図6 メコン川的环境変化

ASEAN 諸国の多くの河川流域でも顕在化しています。例えば、フィリピンのルソン島に位置する Cagayan 川もその一つです。ここでは、2020 年の台

風 Ulyssess 災害後に、上流のダム の運用操作の改善が求められると同時に、貴重な農業用水を供給する機能が低下しないように、ダム の堆砂対策が急務となっています。同様に、ベトナム中部の Vu Gia-Thu Bon 川では、海岸侵食が大きな社会問題となっており、現地調査や数値計算モデルにより、河川からの砂利採取や上流の水力発電ダム群の堆砂の影響度と改善方策について検討を進めています。

世界の河川流域の問題として、中東・北アフリカ地域の国々とも共同研究を行っています。この地域はもともと乾燥地帯で雨が少ない場所ですが、近年は、気候変動によりワジのフラッシュフラッド (= 鉄砲水) が壊滅的かつ頻繁に発生するようになりました。ワジとはアラビア語で、川の流域や谷に相当する乾燥した河道を意味します。普段は水が流れていないので、少しの降雨でも急激に洪水が押し寄せてくるので大変危険です。例えば、ヨルダンの世界遺産ペトラでは、2018 年に中心地で洪水が発生し、遊歩道でもあるワジを歩いていた 4,000 人もの観光客が危うく流されそうになりました。このようなフラッシュフラッドは、多くの国で問題となっている一方で、貴重な水資源をもたらしてくれる面もあります。現在、こうした洪水を観測して早期警戒に繋げるために、監視カメラや洪水と一緒に流れる土砂を計測するシステムの実証試験をオマーンで行っています (図 7)。

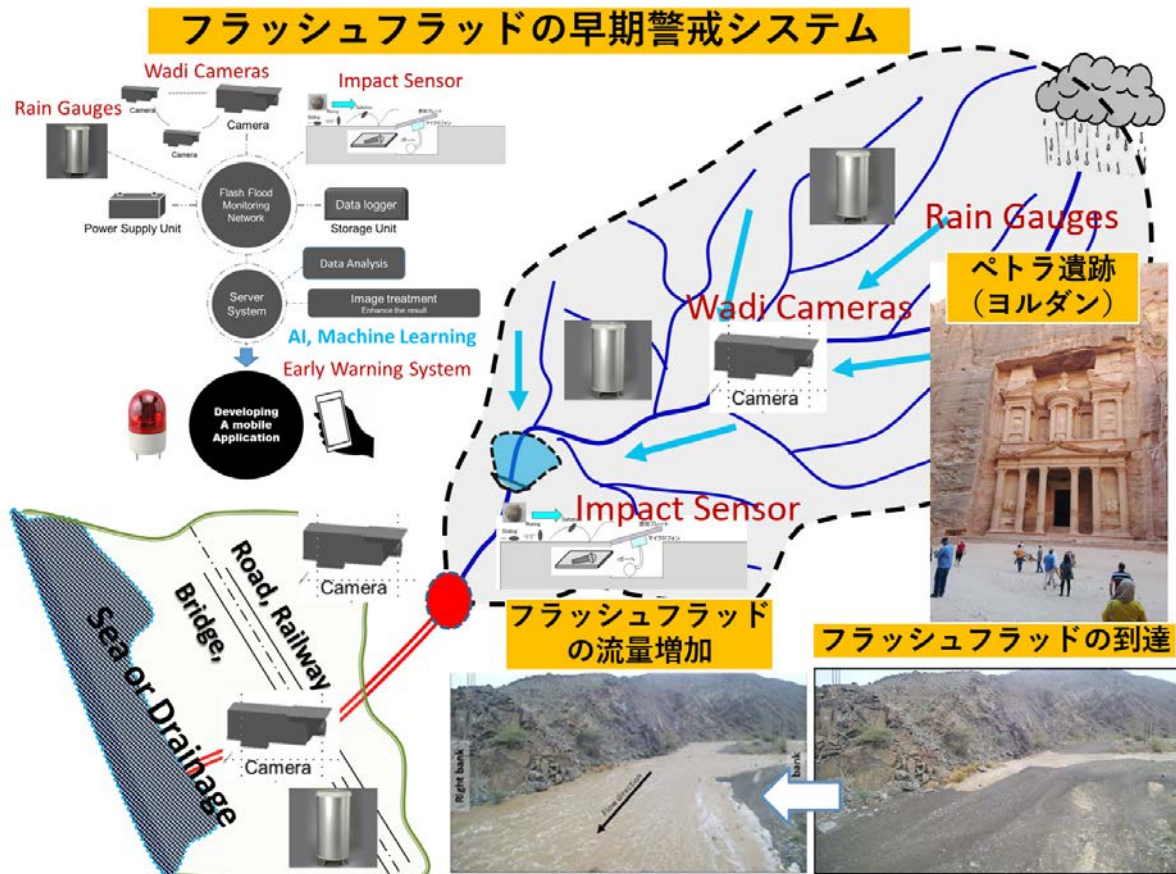


図7 フラッシュフラッドの早期警戒システムのイメージ

豪雨災害の防止・軽減をめざして

社会基盤工学専攻 防災工学講座 防災水理学分野

教授 川池 健司

助教 山野井一輝

助教 小柴 孝太

近年、国内外の各地で豪雨による洪水氾濫災害、内水氾濫災害、土砂災害が発生しています。これらの災害に対して、ハード・ソフトさまざまな対策がされてきていますが、被害をなくすまでには至っていません。豪雨によるこのような災害に対して、今、どのような研究が求められているのでしょうか。

当研究室では、災害を引き起こすほどの豪雨が発生した場合に、予想される浸水範囲や浸水深等の被害規模をリスク情報として公表することが重要と考え、それを予測するための数値解析モデルの研究を行っています。そのために、水理実験や現地調査で得られた情報も活用することで、解析モデルや解析結果の精度向上に努めています。また、その数値解析モデルを用いて、ハード対策による被害の防止・軽減効果についても研究しています。本稿では、いくつかの研究事例を紹介します。

(1) 洪水氾濫災害

令和元年10月に来襲した東日本台風（台風19号）は、東日本各地の河川で堤防決壊を引き起こしまし

た。なかでも、長野市穂保地区では千曲川の堤防が70mにわたって決壊し、甚大な被害が発生しました。**写真1**は決壊地点近くの家屋で、千曲川からの氾濫流により大きく損壊しているのがわかります。また、周囲にはリンゴ農園が多く、**写真2**のように氾濫水が引いた後にはリンゴ農園に土砂が30～50cm程度堆積している様子が見られました。このような土砂は、その後の土壌や作物の生育に影響を及ぼすため大きな問題となりました。

このときの洪水氾濫の様子を数値シミュレーションで再現してみました。**図1**左は、各地点の浸水深の最大値を示しています。この計算によって、氾濫水が支川堤防や新幹線などの盛土構造物に遮られながらそれを乗り越えて氾濫域を拡大していったこと、標高の低いところで最大5m近くの浸水深に達していたことなどがわかりました。また、現地でも採取してきた土砂を分析して得られたデータを用いて、土砂の堆積状況を計算してみた結果が**図1**右です。再現精度はまだ改良する必要がありますが、決壊地点の周辺に10cm以上の土砂が堆積した地点が分布し、



写真1 千曲川の氾濫流による家屋倒壊



写真2 洪水氾濫後にリンゴ農園に堆積した土砂

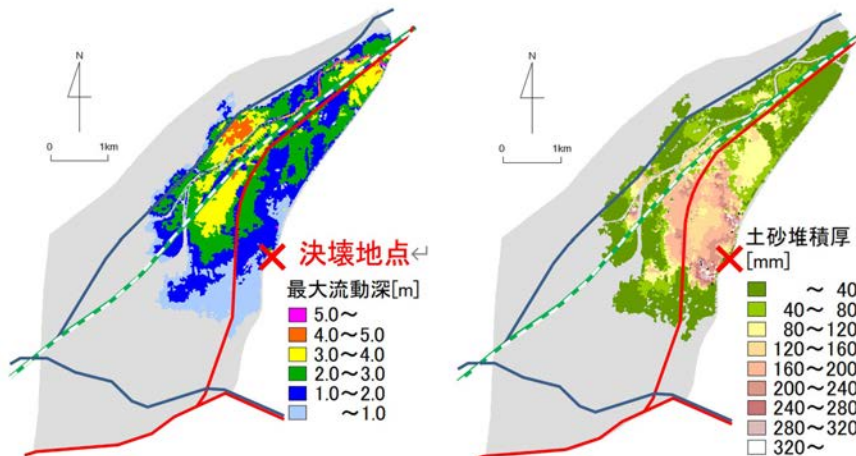


図1 千曲川の洪水氾濫の再現計算結果

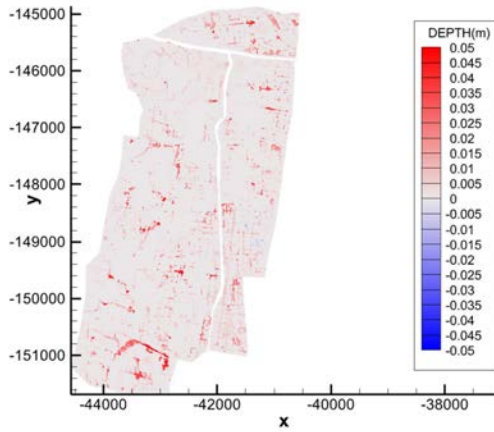


図2 将来気候による内水氾濫の予測浸水深の変化量

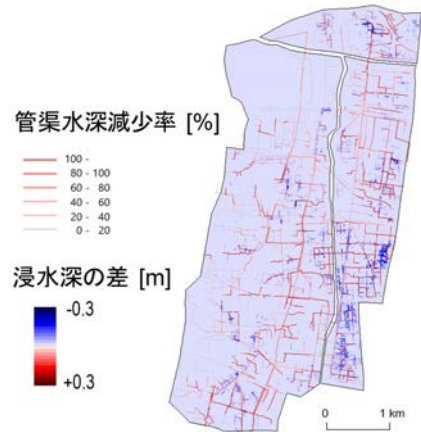


図3 貯留施設の設置による浸水軽減効果

大きいところでは30cm以上堆積しています。このような予測を各地で事前に実施してマップの形で示すことで、住宅地や農地がもつ浸水リスクや土砂堆積リスクを把握しておくことにつながります。

(2) 内水氾濫災害

降雨強度が下水道などの排水能力を上回り、適切な排水ができなくなって浸水が生じる現象を内水氾濫といいます。気候変動の影響によって、将来の降雨強度が増大することが予想されていますが、それによる内水氾濫リスクがどの程度高くなるのかを把握しておくことは重要です。気象研究所のモデルによって予測された降雨データを用いて、仮想のモデル降雨を作成し、数値解析によってある都市域での内水氾濫リスクの将来変化を予測しました。図2は、現在気候と将来気候の間の最大浸水深の変化量を示しています。現在のままの排水能力だと、とくに氾濫水の集まりやすい地点で浸水深の増加が懸念される結果となっています。

内水氾濫への対策としては下水道の補強のほか、小規模な貯留施設を流域内の各地に設置して面的に流出量を軽減することが効果的です。ここでは、仮想的に各家屋や集合住宅、学校、公園などで貯留が行われた場合、どの程度浸水被害を軽減できるかを検討しました。図3は、貯留施設を考慮した場合と考慮しない場合との浸水深の差と、下水管渠水深の減少率を示しています。貯留施設を考慮することで、下水道へ流出する雨水が減少して、結果的に内水氾濫による浸水深が減少していることがわかります。

このような検討を行うことで、将来的な内水氾濫のリスクを知ることができ、それを軽減するための対策の効果を確かめることができます。また、浸水リスクを抑えるために流域内の貯留容量の目標値を設定することにも役立つと考えられます。

(3) 土砂災害

降雨が山地斜面に浸透し、斜面の土層が不安定化することで、斜面崩壊が発生します。また斜面崩壊

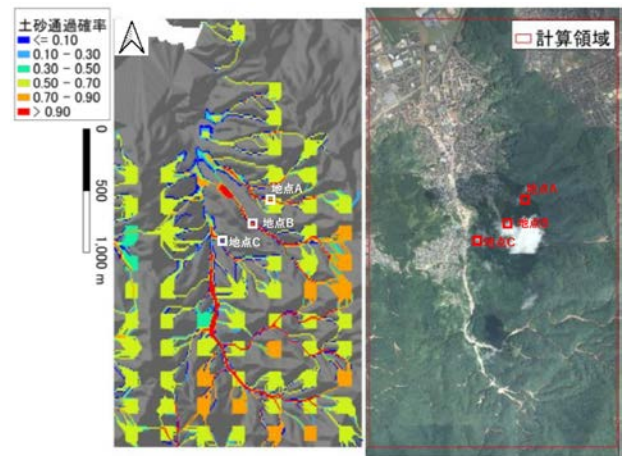


図4 土砂通過確率と災害後空中写真の比較

が山地河道の土砂を巻き込んで発達し、土石流として流下することもあります。また、これらの土砂災害を予測するためのモデル開発に取り組んでいます。

従来の土石流の被害領域を予測するシミュレーションでは、降雨データを入力とした予測が難しいという問題点がありました。そこで、降雨データから土砂の生産量を統計的に予測し、これを土石流の流下シミュレーションと組み合わせることで、土石流の被害が生じる確率の空間分布を予測する手法の開発に取り組んでいます。図4は、平成30年7月豪雨の条件を対象に、ある地点で土砂が通過する確率を推定したものです。ここでは簡易的なシミュレーション手法を用いたため、下流部の被害は再現されていませんが、地点ごとの被災確率の差が評価されていることがわかります。また、このような情報を生かした避難手法も検討できるようになると期待できます。

(4) 宇治川オープンラボラトリー

上記のような数値解析を行うには、解析モデルが実際の現象を再現できているのかを確かめる検証が必要になります。そこで重要な役割を果たすのが、水理実験の結果との比較検証です。当研究室は宇治川オープンラボラトリー(写真3)という大規模実



写真3 宇治川オープンラボラトリー

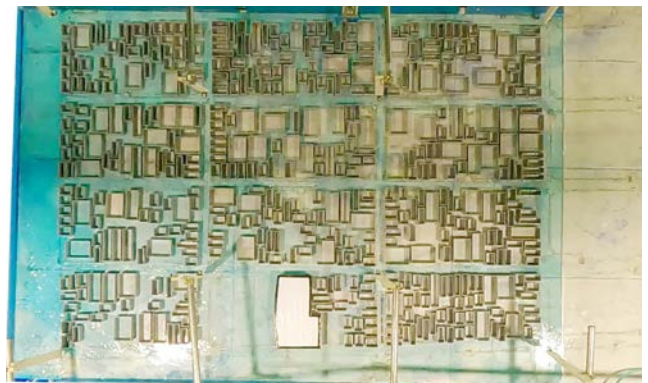


写真4 都市域模型を用いた氾濫実験

験施設にあり、実験研究を重視しています。最近では、写真4にあるような都市域を再現した模型での氾濫実験や、写真5にあるような裸地斜面の侵食実験などを行っています。これらの実験で得られた結果と数値解析結果を比較することで解析モデルの精度を判断したり、実験結果に近い結果が得られるように解析モデルの構造を検討したり、パラメータの値を同定したりします。実験によって実際の水や土砂の動きを目にすることで、災害現象のメカニズムに対する理解がより深まります。



写真5 裸地斜面の侵食実験

社会基盤施設の国際的 マネジメントを目指して

社会基盤工学専攻 構造工学講座 国際環境基盤マネジメント分野

准教授 金 善玟

講師 張 凱淳

当研究室は、長期間の水文データを用いて気候変動が水工構造物に及ぼす影響を分析する水分野と、橋梁の振動応答から橋梁の健全度に関わる情報を分析する構造分野の融合研究室です。具体的には以下のような研究テーマで研究を進めています。

1) 気候変動を考慮した水資源管理

気候変動は我々の生活に大きな影響を及ぼすと予想されています。特に、気温の上昇により雨の降り方が変化し、台風や梅雨の特性も変化することが予想されています。この結果、我々が毎日利用している水資源に関しても大きな変化があり、その対応を今から準備しないとはいけません。当研究室では、将来の気候変動を考慮した水資源管理に関する研究を行なっています。例えば、図1で示しているのは利根川流域での現在(1979~2003)、近未来(2015~2039)、将来(2075~2099)期間に対する年間流量の変化です。太い線で示しているのは25年間の各期間平均であり、細い線で示しているのは各期間最低の流量です。将来、気温の上昇により、冬時期

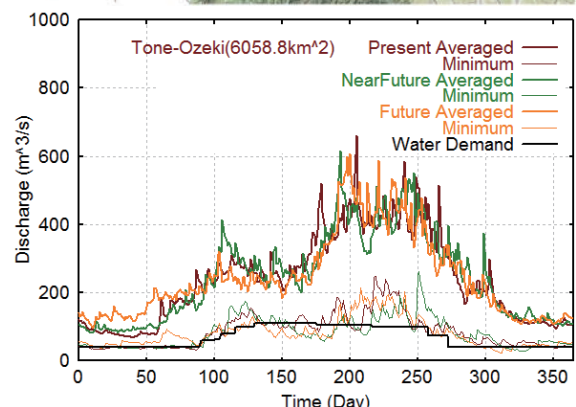
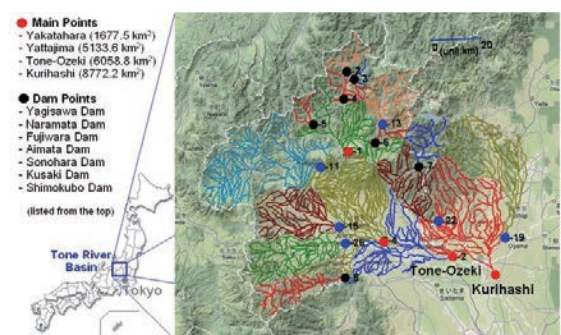


図1 利根川流域での現在、近未来、将来の水資源変化

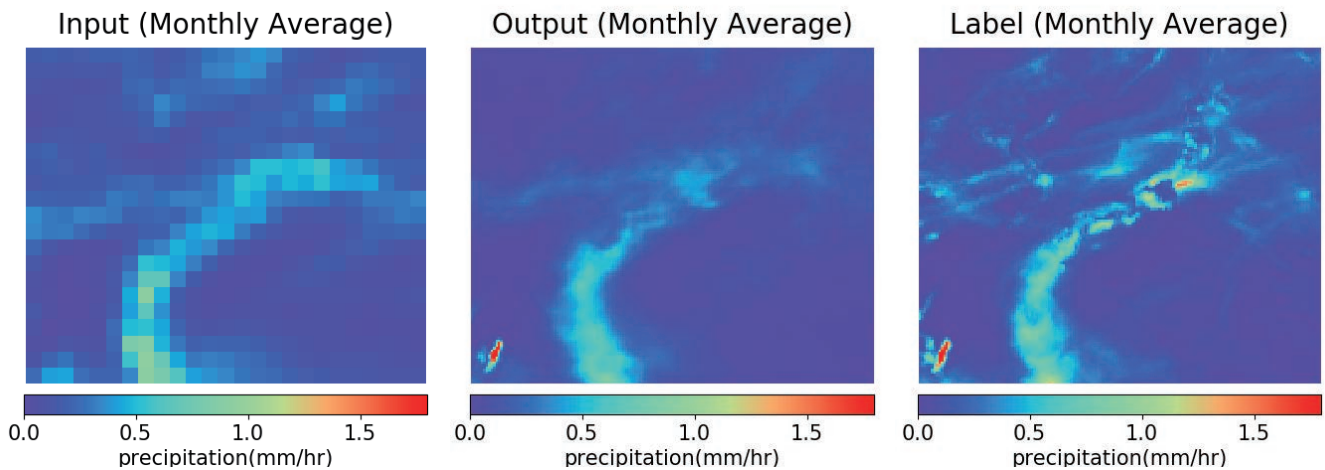


図2 解像度132km（左；入力）および詳細化された20km（中央；出力）の降水データ。右は20km真の値（右）

の積雪量が少なくなり、また融雪時期も早くなることにより5、6月の農業用水が足りない場合が多くなることが分かります。この問題を防ぐためには、現在活用しているダムの運用計画を少し修正しないといけないことが分かります。

2) 機械学習を利用した気象データの作成

気候変動の将来予測は全球気候モデル（GCM: General Circulation Model）によって行われています。GCMでは複数の温室効果ガス排出シナリオを想定して地球全体に対して将来の大気状態をシミュレーションすることができます。ここから得られた将来の気象データを用いて前述の水資源状況の把握などが可能になります。しかし、GCMの解像度は水平方向格子間隔が数十kmから数百kmと粗く、それより小さな流域スケールの気象解析に活用することは難しいです。そのため、GCMで得られた気象データの解像度を詳細化しないといけません。このような解像度の詳細化（ダウンスケーリング）には様々な手法がありますが、近年多くの分野で活躍している人工知能を利用して行うことも可能です。具体的には、深層学習の一つであるConvolutional Encoder-Decoderアルゴリズムを利用したSuper-Resolution手法を用いて、図2で示しているように水平解像度132kmの気象データを20km解像度まで詳細に作成することが可能です。この手法は一般的な写真の解像度を向上させる技術と同様の手法ですが、詳細化された気象データが物理的な意味を正しく保存することが大事なポイントになります。また、当研究室では様々な機械学習手法を用いて、降雨や河川流量の予測も行い、実時間洪水予測システムも開発しています。

3) 移動車両を用いた費用対効果の高い橋梁状態のスクリーニングの実現を目指して

～移動車両橋梁点検法

橋梁ヘルスマニタリング（Bridge Health Monitoring,

BHM）は、現代の橋梁維持管理において重要な手法となっています。BHMは、主に目視点検を代替手法として、対象橋梁に振動センサーを配置する従来型の振動ベースヘルスマニタリングがあります。更に近年では、走行車両を移動センサーとして扱う移動車両点検法も注目を集めています。

移動車両点検法は、車両が橋梁上を走行する時、車両が橋梁を励振させ、同時に振動する橋梁によって車両が励振される現象を活用します。すなわち、橋梁上の走行車両は、車両-橋梁連成系振動による橋梁振動の加振機と受信器の二重の役割を果します。そのため、対象橋梁上を通過する際の車両動的応答は、橋梁の振動特性や損傷情報を含みます（図3）。これは対象橋梁に多数のセンサーを設置、操作、保守する従来型の振動ベース手法とは異なり、点検車両に数個のセンサーを設置するだけで良いので、高い費用対効果を有するスキニング手法としての可能性を秘めています。また、点検車両は走行経路上の全点を通過するため、高い空間解像度で橋梁情報の取得も期待されます。本研究グループは、この分野のリーディンググループの1つであり、この記事では、最新の研究の進捗状況について紹介します。

3-1) 損傷検知の実験的検証

室内実験（図4）において単一車両モデルを模擬した車両と、模型橋梁を用いて、移動車両点検法のフィジビリティを検証しました。図5に示すように、健全時と曲げ一次の固有振動数が2%低い損傷時（スパン中央部の曲げ剛性が異なる）の橋梁を車両が低速で走行した場合、車両のバウンス加速度スペクトルは明確なピークシフト（3.55Hz → 3.49Hz）が確認され、橋梁状態の微小変化の検知が可能であることが示されました。

3-2) 機械学習のデータ駆動型アプローチ

Uniform Manifold Approximation and Projection (UMAP) を使用した非線形次元削減手法と、

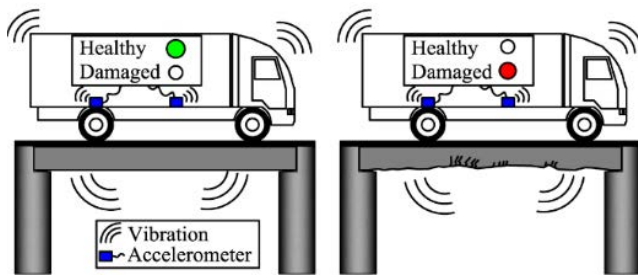


図3 移動車両橋梁点検法の概念



図4 室内実験の模型車両と橋梁

Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (HDBSCAN) を使用したノンパラメトリッククラスタリング手法を統合する

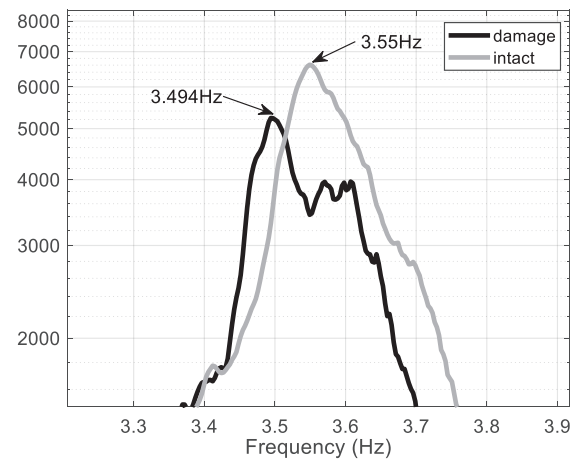


図5 車両加速度スペクトルの例

ことにより、革新的な機械学習データ駆動型アプローチを提案しています。有限要素シミュレーションを用いて本方法の有効性を検証しました。20%、50%、70%、80%の中央スパン曲げ剛性の低下を伴う4つの損傷ケースにおいて、健全ケースと異なる分類結果を示すことに成功しました。更に、実験室における検討では、2つの補強時のケースと2つの擬似損傷ケースにおいて、健全ケースと異なる分類結果を示すことに成功しました。

今後実橋梁における実用性の検証を経て、移動車両橋梁点検法が将来の橋梁維持管理に貢献できる手法となることを期待しています。

Research advancements in urban planning and geo-engineering

1. Urban Transportation and Logistics Systems

Transportation systems moving people and goods play a very important role in country's economy. Their role within cities become even more significant as efficient transportation and logistics systems are essential for a livable and sustainable city. In our laboratory, research is conducted related with development, modeling and evaluation of transportation and logistics systems. Advanced mathematical knowledge such as non-linear optimization and programming skills such as JAVA and MATLAB are essential in the research of our laboratory.

都市社会工学専攻 ジオマネジメント工学講座

国際都市開発分野

准教授 Ali Gul QURESHI

准教授 Fan ZHU

(1) Urban Logistics

With growing trends of online shopping and e-commerce industry the demand of parcel deliveries is increasing. Current situation of COVID-19 pandemic has further amplified it with additional considerations such as contactless delivery requirements. Besides that logistics has always been a major factor in ensuring sustainable supply of our day-to-day basic needs such as food items and other shopping goods, and office supplies. Ideal location of the logistics facilities (such as warehouses and depots) and optimal delivery routes for trucks from these facilities to the final destinations of the goods are the key decisions to realize a sustainable urban logistics system from economic and

environmental point of views. We first model these decisions in terms of mathematical models along with related constraints such as the quantity of the stored goods (called inventory) should not be over the capacity of a warehouse, and all customers must be served within their specified time windows. We then develop exact optimization and heuristics solutions algorithms to solve these models to get desired results (i.e. ideal number and locations of logistics facilities, and/or optimal routes for trucks). With new conditions and considerations, the mathematical models are becoming more realistic but at the same time more complicated as well. For example, **Fig. 1** shows solution of a vehicle routing model that not only optimizes the truck routes from cost perspective but also minimizes the truck travel within residential areas to reduce the environmental and safety related issues. Urban logistics is an evolving field with introduction of new technological developments such as electric trucks, autonomous delivery robots and drones. Similarly, many new innovative ideas and policies are shaping its future look, for example, warehouse matching platform systems and cooperative delivery systems have already been introduced. These innovations and search for better, and faster optimization algorithms will keep providing more research ideas in this field and to our laboratory. Another area of interest of our lab is logistics in times of natural disasters (i.e. Humanitarian logistics), which also continues to place new problems

and challenges to researchers and practitioners.

(2) Urban Tourism

Just before the COVID-19 pandemic, urban tourism was showing a very promising upward trend and was providing significant contributions in economies of many touristically attractive cities such as Kyoto. Tourism situation is expected to go back to pre-pandemic levels in coming years. Along with economic benefits, large number of tourists bring some disadvantages as well, such as crowding of the tourism facilities and locations (point of interests (POI)) and congestions in public transport systems. In order to better understand the behavior of tourists in choosing the POI and transportation modes, our laboratory studies the tourist trip design problem (TTDP). Various aspects such as the preferences of tourists for different tourism experiences (such as sightseeing, shopping, and dining) and the reduction in their willingness to visit similar POIs (aesthetic fatigue) is considered along with physical fatigue of visiting many POIs in a single day. This knowledge can be used in forecasting the movement of tourists and can help in policy/decision making for sustainable tourism from the public transport perspective.

References:

- 1). Qureshi, A. G., T. Yamada, S. Nishida (2021), A model for warehouse matching platform system, *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 14, pp. 987 – 1000.
- 2). Shen, K, J.-D. Schmöcker, Sun, W.Z. and Qureshi, A.G., (in press), Calibration of sightseeing tour choices considering multiple decision criteria with diminishing reward, *Transportation*. 10.1007/s11116-022-10296-7.

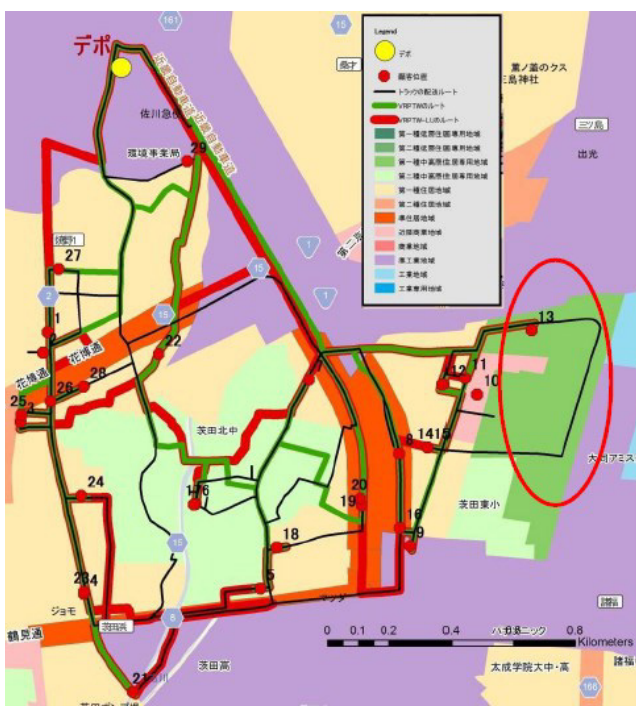


Fig. 1 Interaction of truck routes with land use.

2. Development of Particle-Based Approach for Material Fracture Modeling

Modeling fracture in solids is among the contemporary challenges in computational mechanics. Fracture involves constant continuum-discontinuum transformation which needs to be captured rigorously and efficiently especially when complex fracture patterns develop with crack branching, jointing, and arresting. In this lab, we apply and develop novel particle-based approach, following the recent peridynamics (PD) theory, to model physical processes that involve material damage, with an ultimate goal to facilitate engineering practice including but not limited to rock excavation and stability assessment, geo-thermal energy utili-

zation, geological carbon sequestration, and hydraulic fracturing for oil exploitation.

(1) Modeling rock fracture by blasting

In tunneling and mining works, rock is often intentionally fractured during excavation by blasting. Proper design of a blasting scheme is critical for achieving optimum energy efficiency while controlling construction impact. The PD theory has been extended to model the blasting induced rock fractures. To consider the high strain rate effect, pressure dependency, and viscoplasticity of rock under explosive load, the JH-2 constitutive model is embedded into the PD theory together with a tension failure model. The rock and the explosive gas are modeled as solid and a special fluid, respectively, with different formulations of the PD theory coupled together. **Fig. 2** shows the simulated propagation of stress waves due to blasting. **Fig. 3** shows the simulated fracture growth in the rock specimen. The model captures fragmentation of material near blasting, the radial cracks, as well as minor circumferential cracks. The simulation is validated with relevant experiments published in literature.

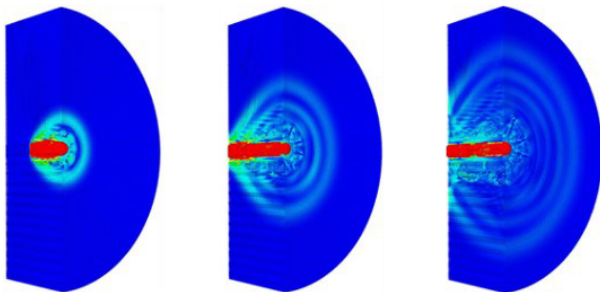


Fig. 2 Simulated stress wave propagation due to blasting.

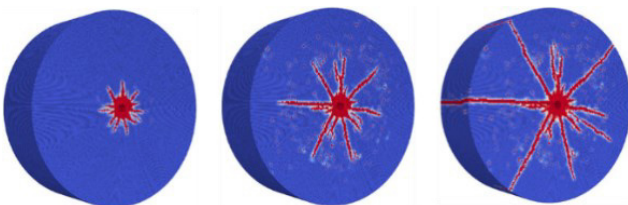


Fig. 3 Simulated crack growth in rock due to blasting at the center.

(2) Fragmentation of granular geomaterials

Geomaterials such as sand and rockfill are typical granular materials. Fragmentation of particles is recognized as a triggering mechanism of the deformation and strain localization (e.g., shear bands) of

the granular media which may affect the safety and serviceability of geo-structures. It remains challenging to rigorously model the fragmentation of granular materials on microscale. The process is known to be multiscale. That is, on engineering or macroscopic scale, the material can be viewed as a continuum media while on a reduced scale, it behaves as discrete particles. On a particle scale, it can again be described as a continuum body with pores and heterogeneities. A hybrid modeling approach is proposed to simulate the grain fragmentation process. The approach utilizes the theory of PD coupled with non-smooth contact dynamics (NSCD) theory, the former employed to model fracture of individual particles and the latter used for simulating the particulate system. **Fig. 4** shows the fragmentation progress of a granular sample compressed under increasing axial load. The computational approach can be used to track the evolution of particle size and shape throughout the simulation, which facilitates further study on the micro-mechanical behaviors of granular media subject to grain breakage.

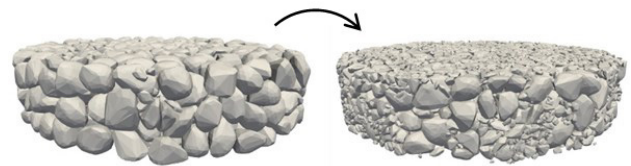


Fig. 4 Modeling fragmentation of granular materials.

The lab is devoted to developing innovative multiphysics and multiscale computational approaches to improve our understanding of the mechanism and behavior of material damage. We develop fully self-owned software toolkit with utilization of high-performance computing techniques and aim to prompt research outcome for applications in both civil engineering and interdisciplinary fields. Research collaboration will be sought with all interested parties.

References:

- 1). Zhu, F., Zhao, J. (2021). Peridynamic modelling of blasting induced rock fractures. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 153: 104469.
- 2). Zhu, F., Zhao, J. (2019). Modeling continuous grain crushing in granular media: a hybrid peridynamics and physics engine approach. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 348:334-355.

スタッフ紹介

山本 貴士 (やまもと たかし)

社会基盤工学専攻 構造工学講座 構造材料学分野 教授



山本貴士先生は、社会基盤としてのコンクリート構造物を「丈夫で、美しく、長持ち」させることをテーマに、日々研究に取り組んでおられます。具体的には、力学的諸特性の経時変化を予測する手法、損傷構造物の健全度評価システム、評価結果を受けての補修・補強技術、といった幅広い内容

について検討されています。また、学内では経営管理大学院と併任されており、ご健康が心配になる

ほどに大変お忙しい日々を送られています。

先生は学生の自主性を尊重されており、研究における学生の裁量は大きいながらも、取り組んだことに対する的確な評価やアドバイスを下さいます。先述のとおり多忙なスケジュールの中でも、学生から研究相談や打ち合わせの依頼があれば時間を作って丁寧にご指導下さいます。「学生の頑張りには頑張りで応えるから」とのお言葉が特に印象に残っており、このような先生のもとで研究活動ができることを学生一同大変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 大谷 一貴)

[略歴]

1996年3月 京都大学工学部土木工学科 卒業
1998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
2001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 修了

2001年4月 京都大学大学院 工学研究科 助手
2008年4月 京都大学大学院 工学研究科 准教授
2020年3月 京都大学大学院 工学研究科 教授
2020年4月 京都大学大学院経営管理研究部 (工学研究科と併任)

石塚 師也 (いしづか かずや)

都市社会工学専攻 地球資源学講座 地球資源システム分野 助教



石塚師也先生は、地殻や地殻内流体の状態把握および挙動メカニズムの解析を目的に本研究室で日々研究に取り組んでおられます。具体的には、人工衛星解析画像による地表変動の解析や、ベイズ統計を用いた地熱地域における温度分布の推定、セグメント処理を行わないデジタル岩石モデル

による岩石物性値の計算といった研究を行われておられます。

石塚先生は、ゼミにおいて的確なアドバイスをくださる他、研究で息詰まった際には親身に相談に乗ってくださるとても面倒見の良い先生です。また、先生は度々学生室に赴き、学生の様子や研究の進捗を聞きに来てくださったり、一緒に昼食を取りながら世間話をしたりするなど、先生自ら学生とのコミュニケーションを活発にとってくださる気さくな方です。学生に寄り添ってくださる石塚先生がいるからこそ、安心して研究に取り組むことができます。

学生一同、石塚先生のもとで研究に取り組めることを心から感謝しております。研究熱心な先生を見習い邁進してまいりますので、今後ともご指導ご鞭撻のほど何卒よろしくお願い申し上げます。

(修士課程2年 菅本 大仁)

[略歴]

2010年3月 京都大学工学部地球工学科 卒業
2012年3月 京都大学大学院 工学研究科都市社会工学専攻 修士課程 修了
2015年3月 京都大学大学院 工学研究科都市社会工学専攻 博士課程 修了

2015年4月 公益財団法人深田地質研究所 研究員
2017年2月 北海道大学大学院 工学研究院環境循環システム部門 特任助教
2019年1月 現職

院生の広場

院生紹介

袁 楷軒（都市基盤システム工学分野・博士課程2年）



私の所属する岸田研（都市地盤システム工学分野）では、大都市圏において過密化する地上空間の環境保全の観点から、地下空間を利用した鉄道や道路などのインフラ整備に取り組んでいます。安心・安全な空間の創出のため、地表から地下深部

に至るまでの地盤・岩盤及び地下水の特性を解明する研究を進めています。たとえば、数値解析によるトンネル・地下空洞・斜面などの安定性評価や地下水流動のモニタリ

ング手法の開発といった研究が挙げられます。開発可能な地下空間に対して、実験や数値解析など様々な手法を用いて、設計・施工・補強・維持管理などの課題を解明することが本研究室の特徴だと思います。

そのなかで、私は修士課程から褶曲構造の影響を考慮した掘削時の斜面安定性解析に取り組んでいます。博士課程ではさらに地下水や泥岩の膨潤損傷の影響を考慮した解析に取り組んでいます。本研究では、斜面の安定性計算に優れた有限差分法を用いて数値解析を実施しています。この数値解析手法を用いて、泥岩斜面の掘削現場で報告された大変形現象を解明することを博士論文の目標としています。先日は、仙台で開催された斜面分野の国際会議で発表を行い、優秀発表者賞を受賞することができました。今後も世界に研究成果を発信できるよう励んでまいります。

浅川 拓（計測評価工学分野・修士課程2年）



私の所属する計測評価工学研究室では「人が社会生活を営む基盤としての資源、エネルギーや廃棄物の問題の解決」を目標として、効率的に資源を採取する技術やエネルギーを利用する際に生じる副産物の処理技術などに関する計測評価、非破壊

検査の研究を行っています。私はその中でも静電容量を計測することで岩石などの不透明物質内の流体挙動を可視化することを目標としています。将来的にはメタンハイド

レートの開発、放射性廃棄物の地層処理や汚染土壌の浄化など地中内部の流体挙動に関する研究課題の解決を見据えています。

土木系インターンシップやインフラ系企業の現場見学を通して、構造物の安全評価に非破壊検査の技術が実際に使用されている様子を見ることができました。具体的には鉄道の軌道管理には超音波検査が用いられています。現状の技術力の向上や新しい技術開発に真摯に取り組む技術者によって日々の生活が支えられていると感じました。自身も非破壊検査の研究をすることで微力ながらも社会に貢献できるのではないかと考えています。今後は不足している経験と知識を補い、これからも研鑽を積み、将来土木技術者として活躍するための基礎を養っていきたいです。

Stellah Namulindwa（交通情報工学分野・修士課程2年）



Over the past few years, it has become commonplace to think and talk about “Big Data” not just in local and national, but also in global terms mainly due to a huge leap in mobile device ownership and computer processing power which have accelerated the; variety,

volume, velocity, veracity and value of data collection using more efficient mechanisms such as fixed sensors (individual IP addresses/web addressable), web connected mobile sensors and crowd sourcing from personal communications devices. Part of the work we are actively engaged in at the Intelligent Transport Systems Laboratory (Yamada Labo) is an in-depth exploration and investigation of these emergent data sources to unveil and understand, how the built environment and our transportation systems work, and how people interact with them in real time.

In a local dimension for instance, through an ongoing experiment at Katsura Campus we are utilizing; ten (10) Wi-Fi Packet sensors (Wi-Fi sensor data), Weather record data and Kyoto University Event calendar information to estimate the crowd count and forecast crowding at the student cafeteria during operational hours using Multilinear-Regression Analysis and advanced machine learning methods. These forecasts i.e., shortrange (10 – 30 minutes) and long range (1 hour – Day Ahead), when mapped onto a visual representation of the crowding condition in terms of the service level criteria i.e., Occupant spatial intensity, Queue (in &Out) and service area business can ultimately be useful in informing trip scheduling, thus minimizing delays during crowd density peak periods and encouraging safer social interactions, which provides an important and practical dimension to Our Great University’s commitment to the use of knowledge and skills for the public good.

I am all the more, much humbled and very honored to be part of this great team and Institution. A thought that prompts me to take this early and pleasurable opportunity to wish you all a happy new semester and rewarding 2023. Thankyou.

東西南北

受賞

間瀬 肇 (京都大学)・金 洙列 (鳥取大学)・由比 政年 (金沢大学)・武田 将英 (東亜建設工業)・榎田 真也 (金沢大学)・川崎 浩司 (ハイドロ総合技術研究所)・平石 哲也 (社会基盤工学専攻 教授)・松下 紘 (日建工学)	令和2年度 土木学会 論文賞 「フルスケール実験に基づく越波・越流遷移モデルと高波・高潮浸水シミュレーションへの実装」
Tan Yuqing (都市社会工学専攻 博士後期課程3年)	Outstanding Young Engineer Contribution Award, IABSE Symposium Prague 2022 「A thermo-mechanical coupled model of hysteresis behavior of HDR bearings」
吉田 英二 (土木研究所)・大島 義信 (ナカノフドー建設)・石田 雅博 (土木研究所)・山本 貴士 (社会基盤工学専攻 教授)・服部 篤史 (インフラ先端技術産学共同講座 特定教授)・高橋 良和 (社会基盤工学専攻 教授)	令和3年度 土木学会 田中賞論文部門 「定着部付近におけるケーブル破断がPC箱桁橋の耐荷性能に及ぼす影響」
木村 亮 (社会基盤工学専攻 教授)	令和3年度 土木学会 研究業績賞 「地盤と構造物の静的・動的相互作用の解明と設計法への適用に関する研究」
立川 康人 (社会基盤工学専攻 教授)	令和3年度 土木学会 研究業績賞 「降雨流出予測手法の高度化と地球環境変化に伴う洪水予測に関する研究」
服部 篤史 (インフラ先端技術産学共同講座 特定教授)	2022年度 日本コンクリート工学会賞 (功労賞)
岸田 潔 (都市社会工学専攻 教授)	令和3年度 地盤工学会功労章
八ツ元 仁 (阪神高速)・光吉 泰生 (大林組)・澤村 康生 (都市社会工学専攻 准教授)・木村 亮 (社会基盤工学専攻 教授)	Underground Space, 2022 Outstanding Paper Award 「Evaluation of seismic behavior of box culvert buried in the ground through centrifuge model tests and numerical analysis」
市森 友明 (株式会社新日本コンサルタント) 西垣 友貴 (都市社会工学専攻 博士後期課程3年) 山田 忠史 (都市社会工学専攻 教授)	グローバルビジネス学会 GBJ 賞 (論文部門) 「地域志向とエコ通勤に着目した地域企業の社会的課題解決とワークモチベーション向上の両立可能性に関する研究」
横山 勇気 (社会基盤工学専攻 特定研究員)	公益社団法人土木学会 令和3年度吉田研究奨励賞 「水分浸透抵抗性に対する養生効果の持続性と炭酸化の進行の停滞現象の解明」

人事異動

日付	名前	異動内容	所属
2022年3月31日	戸田 圭一	定年	社会基盤工学専攻 教授 (水工学講座 水理環境ダイナミクス分野)
	田中 茂信	定年	都市社会工学専攻 教授 (都市国土管理工学講座 地域水環境システム分野)
	杉山 友康	辞職	社会基盤工学専攻 特定教授 (災害リスクマネジメント工学講座)
	横松 宗太	辞職	都市社会工学専攻 准教授 (都市国土管理工学講座 災害リスクマネジメント分野)
	岡本 隆明	辞職	社会基盤工学専攻 助教 (水工学講座 水理環境ダイナミクス分野)
	澤田 茉伊	辞職	都市社会工学専攻 助教 (ジオマネジメント工学講座 ジオフロントシステム工学分野)
2022年4月1日	太田 直之	採用	社会基盤工学専攻 特定教授 (災害リスクマネジメント工学講座)
	小柴 孝太	採用	社会基盤工学専攻 助教 (防災工学講座 防災水工学分野)
	奥出 信博	採用	社会基盤工学専攻 特定助教 (インフラ先端技術産学共同講座)
	小椋 紀彦	採用	社会基盤工学専攻 特定助教 (インフラ先端技術産学共同講座)
	岩井 裕正	採用	都市社会工学専攻 准教授 (ジオマネジメント工学講座 ジオフロントシステム工学分野)
	TINUMBANG Aulia Febianda Anwar	採用	都市社会工学専攻 助教 (河川流域マネジメント工学講座)
	山田 真史	採用	都市社会工学専攻 助教 (都市国土管理工学 水文循環工学分野)
	上田 恭平	昇任	社会基盤工学専攻 准教授 (防災工学講座 地盤防災工学分野)
	田中 賢治	昇任	都市社会工学専攻 教授 (都市国土管理工学 地域水環境システム分野)
	川崎 雅史	所属換	社会基盤工学専攻 教授 (地球環境学堂 (ダブルアポイントメント))
	須崎 純一	所属換	社会基盤工学専攻 教授 (空間情報学講座)
	山口 敬太	所属換	社会基盤工学専攻 准教授 (地球環境学堂 (ダブルアポイントメント))
	大庭 哲治	所属換	社会基盤工学専攻 准教授 (空間情報学講座)
	原田 英治	所属換	社会基盤工学専攻 准教授 (都市基盤設計学講座 沿岸都市設計学分野)
	高谷 哲	所属換	社会基盤工学専攻 助教 (構造工学講座 構造材料学分野)
	田中 智大	所属換	社会基盤工学専攻 助教 (水工学講座 水文・水資源学分野)

日付	名前	異動内容	所属
2022年4月1日	市川 温	所属換	都市社会工学専攻 教授 (経営管理研究部 (ダブルアポイントメント))
	宇野 伸宏	所属換	都市社会工学専攻 教授 (都市社会計画学講座 都市地域計画分野)
	杉浦 邦征	所属換	都市社会工学専攻 教授 (構造物マネジメント工学講座)
	安 琳	所属換	都市社会工学専攻 准教授 (構造物マネジメント工学講座)
	小谷 仁務	所属換	都市社会工学専攻 助教 (地球環境学堂 (ダブルアポイントメント))
2022年5月1日	谷川 陸	採用	社会基盤工学専攻 助教 (都市基盤設計学講座 景観設計学分野)
	Zhu Fan	採用	都市社会工学専攻 准教授 (ジオマネジメント工学講座 国際都市開発分野)
2022年9月1日	川端 祐一郎	昇任	都市社会工学専攻 准教授 (交通マネジメント工学講座 交通行動システム分野)

新聞掲載、TV 出演等

角 哲也 (都市社会工学専攻 教授)	2022年5月16日 日経産業新聞 「既存ダムで治水と脱炭素両立 降雨予測とIT化がカギ」 2022年7月15日 NHKネタドリ 「首都圏水没!?」大規模水害に備えてはじまった「流域治水」
角 哲也 (都市社会工学専攻 教授) 佐山 敬洋 (社会基盤工学専攻 准教授)	2022年5月6日 日経新聞 「人吉医療センター・京大・清水建設、水害タイムライン防災計画を共同策定」
佐山 敬洋 (社会基盤工学専攻 准教授)	2022年6月5日報道 NHKスペシャル 「いつ逃げる?どこへ逃げる? ~新・全国ハザードマップ 水害リスクを総点検~」
竹林 洋史 (社会基盤工学専攻 准教授)	2022年5月26日 静岡新聞 「下流域被害まで1時間半 証言や専門家分析で判明 熱海土石流」 2022年6月5日 NHK総合 「明日をまもるナビ」 2022年6月18日 リスク対策.com 「令和3年熱海市伊豆山で発生した災害を学ぶ」 2022年7月2日 産経新聞 「熱海土石流1年 小規模土石流8回発生、下流域到達まで50分」 2022年7月28日 朝日新聞 「現場に急ぐ研究者③」 2022年7月30日 朝日新聞 「現場に急ぐ研究者⑥」
大庭 哲治 (社会基盤工学専攻 准教授)	2022年9月14日 インターネット報道番組『ABEMA Prime』 「千年の都・京都の“高さ規制”緩和は必要?」

出版書籍情報

「噴火災害に備えて」

竹林 洋史 (社会基盤工学専攻 准教授) (共著)
2022年2月 土木学会 55pages

「Turbulence in Open-Channels and River Flows」

山上 路生 (社会基盤工学専攻 准教授)
2022年7月20日 CRC press, Taylor & Francis Group,
302pages

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4年度(2022年8月実施)入試情報(結果)

令和4年8月22日(月)・23日(火)および25日(木)・26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：123名 (内、国際コース外国人別途選考5名)
博士後期課程 (令和4年10月期入学)：12名
博士後期課程 (令和5年4月期入学)：14名

■令和4年度(2023年2月実施)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	冬期休業期間
1月25日～2月7日	後期試験期間
2月13日・14日	大学院入試
2月16日	修士論文公聴会
3月23日	学位授与式

編集後記

二専攻ニューズレター人融知湧の編集を初めて担当させて頂きました。書籍や学術論文のデジタル化が進んでいますが、いつでも気軽に読める紙媒体の良さを改めて感じました。

今後もより多くの方々に手にとってもらい、最先端の研究やトピックスをわかりやすく広報していきたいと思えます。末尾になりましたが、ご執筆頂きました皆様には心より感謝申し上げます。 記：山上 路生