



# VOS

No. 227

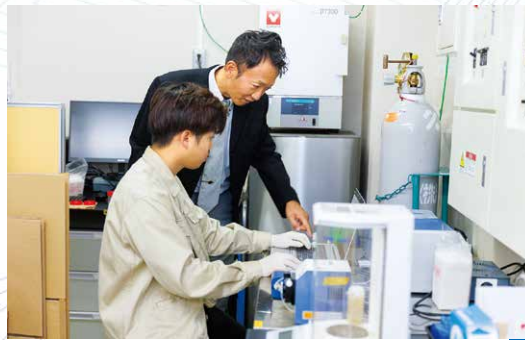
October 2023



Page 02 特集

## シミュレーション

### 仮想空間で 実現



- Page 09 コラム
- Page 10 Technology Pioneer
- Page 12-13 技大祭開催報告
- Page 14 高専との共同研究
- Page 15 50周年記念事業について
- Page 16 受賞報告、編集後記

## 流れのシミュレーションを活用して、 設計までシミュレーションで

技術科学イノベーション系 准教授

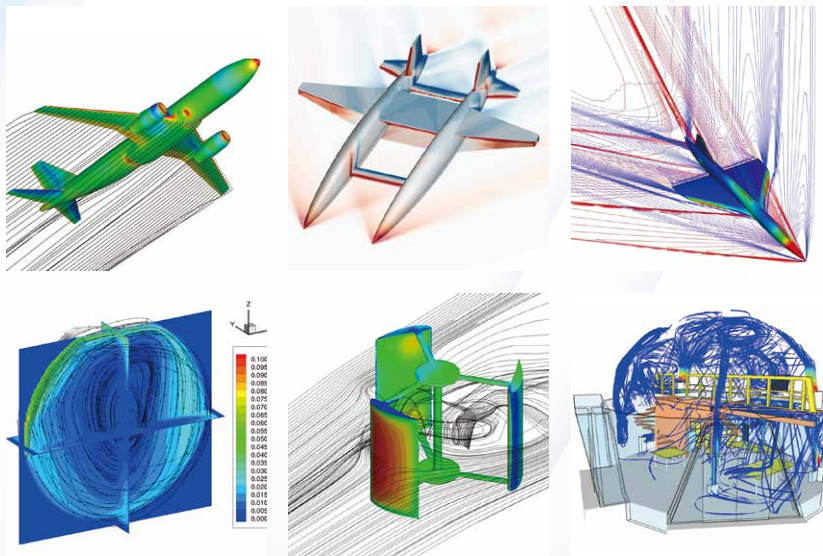
山崎 渉

Yamazaki Wataru

私の研究では、流れのシミュレーションをして性能値（例えば飛行機の空気抵抗値）を求めるような事を行っています。流れの挙動を表す方程式を解くのは計算量が膨大になるため、場合によっては高速な計算機を何日も稼働させるような事になりますが、実際に実験を行うための準備や手間を考えると、遥かに低コストで性能値を求めることができます。もちろん、シミュレーション結果が常に正しい訳ではありませんので、実験データと比較し、シミュレーションの妥当性を確認するような研究も必要になります。私の研究室（航空流体工学研究室）では、飛行機のシミュレーションをする研究テーマの割合が最も高いですが、それ以外にも風車や空調、魚の養殖水槽の中の流れまで様々な流れのシミュレーションをしています。

更に流体シミュレーションを機械学習・人工知能的なシミュレーション技術と組み合わせて、人工知能が翼の形状を提案する→その形状での流れのシミュレーションをして、その性能を人工知能に教える→更に賢くなった人工知能がより良い形状を提案する、といった感じで、設計までシミュレーションで完結させるような研究も行っており、これを用いて燃費の良い航空機の翼形状や発電効率の高い風車形状を自動的に設計したりもしています。（この場合は流れのシミュレーションを100個の異なる形状に対して繰り返す、のような処理を行うこととなりますので、その計算には一か月以上かかることもあります…）

さて、私が今いるのは大学バス停そばにあるスプリックドームです。ここが何をするための建物なのかはまた別の機会に紹介させていただく（かも）として、この建物は2020年に完成し、2020年度の2学期からとある大学院の授業で利用しています。皆様もご記憶の通り、新型コロナウイルスのパンデミックが始まって半年後位の時期になりますので、当時は本当にここで対面授業をしてもよいものかが真剣に議論されました。そんな中で、実際に室内の換気の状態がどうなっているのかをシミュレーションしてみましよう、ということになり、ドーム内の空気の流れ（およびコロナウイルス飛沫核の拡散）をシミュレーションする研究も行いました。授業参加人数に対して十分な換気効果があることを示すことができ、更にその上でどこに空気清浄機を配置すると更に換気効果をあげることができるのかを人工知能に決めてもらうような研究も実施しています。



▲スプリックドームの内部



▲ドーム内のシミュレーション結果

## 計算機による材料設計

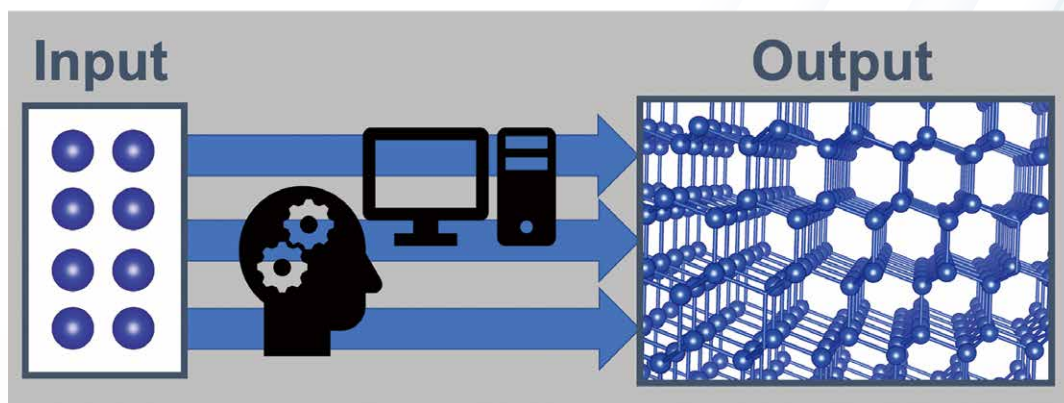
産学融合トップランナー養成センター 産学融合特任准教授 山下 智樹 Tomoki Yamashita

私の研究室では実験は行わず、計算機によるシミュレーションがメインの研究です。多数の計算機（計算ノード）がネットワークで繋がった、計算機クラスタと呼ばれる装置を研究室に設置し、研究室のメンバーで利用しています。ログインノードと呼ばれる管理マシンに手持ちのPCから遠隔でログインすることで、どこからでも利用可能です。材料の電子状態を計算するシミュレーションは、物性の評価や材料設計に大きな影響を与えています。材料の電子状態とは、その材料内の電子の振る舞いやエネルギーレベルのことを指します。量子力学に基づく手法を用いてシミュレーションすることで、材料の安定性や光学特性などの重要な物性を理解し、新しい材料の開発や既存材料の改良に役立っています。例えば、次世代のリチウムイオン電池や太陽電池、高性能な半導体デバイスや磁性デバイスを設計する際に、材料の電子状態のシミュレーション結果が大いに参考にされています。

このような電子状態を計算する手法は第一原理計算と呼ばれており、原子の種類とその配置、つまり結晶構造を入力すると、非常に精度の高い結果が得られます。しかしながら、計算が複雑で時間がかかる点や、結晶構造が不明な場合は計算自体が始められないという欠点もあります。結晶構造が分かれば材料の様々な物性が予測できるのですが、新材料の設計において、結晶構造が分からないということがよくあります。これら

の問題を解決するため、どんな結晶構造が実現されるかを予測する、結晶構造探索と呼ばれる手法開発を行っています。結晶構造探索では様々な原子の配置を考えるので、非常に難しい探索問題になりますが、近年発展してきた機械学習などのAIの技術を用いることで探索を高速化し、安定な結晶構造を予測することが可能となってきています。このような結晶構造探索シミュレーションを行うことが可能な、CrySPYと呼ばれるソフトウェアを開発し、オープンソースとして公開しています。CrySPYは大学や企業の研究者に材料開発のツールとして用いられています。

既に述べたように、電子状態をシミュレーションする第一原理計算は、計算時間がかかるという問題もありました。最近では、膨大な第一原理計算の結果をAIに学習させ、量子力学に基づく計算をスキップさせて、原子間の相互作用を簡単にAIに計算させる手法が広まってきました。我々もこの手法をリチウムイオン電池材料の研究などに利用しています。スマートフォンや電気自動車に利用されているリチウムイオン電池は、その中でリチウムイオンが動き回りますが、第一原理計算でその動きを追うのは少々大変です。第一原理計算を学習させたAIを用いることでリチウムイオンの動きを長時間シミュレーションできるようになり、電池材料開発に大いに役立っています。



▲CrySPYによる結晶構造探索

## 光デバイスの研究に欠かせない 光学シミュレーション

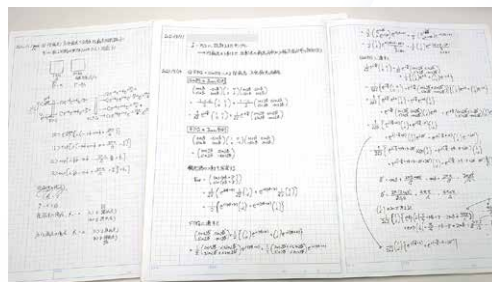
電気電子情報系 准教授

坂本 盛嗣

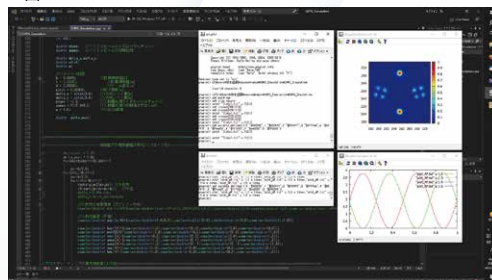
Sakamoto Moritsugu

我々の身の回りは、レンズやホログラム、光ファイバなどの様々な光デバイスで溢れています。これら光デバイスの高機能化は、高精細な写真の撮れるカメラ、空中に浮く映像、高速な光通信など、幅広く応用でき、我々の生活をより豊かにしてくれます。高機能な光デバイスを実現するために様々な研究開発が行われていますが、これには光がどのように物質中や大気中を伝播するかを解析するための光学シミュレーションが必要不可欠です。例えばレンズの設計では光を光線として扱う幾何光学が利用されますが、ホログラムや光ファイバの設計では光を波として扱う必要があり、波動光学に基づいた計算手法が用いられます。私はホログラムを用いてレーザービームを制御するための光デバイスの研究を行っており、このために波動光学に立脚した様々な光学シミュレーションを行っています。

ここで、私が主として行っている光学シミュレーションの方法についてご紹介します。まず解析したい光デバイスのモデルを組み立てます。次に、波動光学の理論に則って光がどのようにデバイス内部ないし外部を伝播するかを記述する理論式を導出します。図1はノートの上でモデルを立てて、理論式を導出している様子です。最後に、その理論式に基づいて数値計算（プログラムを書いてパソコンに計算させる）で光伝播の様子を解析します。図2は、実際に光学シミュレーションをしている様子を撮影したものです。黒背景の部分には、プログラ



▲図1



▲図2

ミング言語の一つであるC++を用いて、ホログラムにレーザー光を透過させた場合にどのようなビームに変換されるかを数値計算するコードが書かれています。このコードを実行処理する（パソコンに理論式を計算させる）と、計算結果が数値データとして出力されます。それをグラフ描画ソフトで画像化して出力すると、白背景の



▲図3

ウィンドウ中に表示されているように、ホログラムを透過したレーザー光が4つに分かれて空間中を伝播する様子がシミュレーション結果として得られます。このようにして、望む光制御機能が得られるかを確認しながらホログラムの設計を進めていきます。ちなみに、ここで設計しているホログラムは、次世代の高速光通信への応用の可能性を秘めたすごい光デバイスなのです。

光学シミュレーションを市販のシミュレータを用いて行う場合もあります。最近では計算条件を自由に設定できるシミュレータが多く販売されていて、プログラムを1から書くのが苦手な人でも光学シミュレーションがしやすくなりました。図3は市販のシミュレータで光がホログラムの内部から外部に出ていく過程を計算している様子です。動画で光が伝播していく様子を観察することができます。最近では、このシミュレータを用いて、人間の目には見えないものを可視化する光デバイスの開発も行っています。



# シミュレーションと人工データ： 未来の予測と社会の持続可能性への挑戦

情報・経営システム系 講師

雲居 玄道 Kumoi Gendo

私の研究は、機械学習や深層学習を活用して、得られたデータから新しい気づきを見出すことや、未来を予測することを目的としています。そのため、研究成果の多くはシミュレーションによって生み出されています。

私の研究の一部では、企業が蓄積したデータを基に、それらの企業が抱える問題の解決を目指しています。例えば、スーパーの惣菜の売り上げデータと天候のデータを組み合わせて考えてみましょう。雪の日には、温かいおでんがよく売れるかもしれませんが。逆に晴れた日は、さっぱりとしたサラダが人気になるかもしれません。このような惣菜の選択は、スーパーの各店舗がどれをどれくらい作るかを調整する際の重要な要因となります。鶏肉の仕入れ数が決まっていたとしても、それを唐揚げにするのか、親子丼にするのかは、顧客の需要に合わせて柔軟に対応する必要があります。そこで、天気と売り上げの関係をデータから解析し、明日の天気予報をもとに、どの商品が売れるかを予測するモデルを作成することで、顧客満足度の向上や売り上げの増加、フードロスの削減など、企業にとっての多くの利益を生み出すことができます。

この研究成果として、ある店舗で天気と惣菜の売り上げに関する予測モデルが構築できたと仮定します。しかし、その予測モデルが別の店舗や地域、惣菜以外の商品にも適用できるのかを確認するのは難しい課題です。そのため、得られた結果がどのような条件下で有

効であるのかを解明する必要があります。

この問題を解決するために「人工データ」を用いたシミュレーションが役立ちます。人工データの最大のメリットは、実際のデータの制約や限界を超えて、さまざまなシチュエーションを自由に模倣できることです。しかし、実際のスーパーのデータに忠実に人工データを作成すると、複雑なデータ構造が必要となります。逆に、シンプルすぎるデータでは、実際のデータの特徴を捉えることができません。このような課題を乗り越えるためには、実際のデータの根源的な特徴を正確に表現しつつ、数学的に扱いやすい形で人工データを設計することが求められます。このアプローチにより、シミュレーションの結果を数学的に解析することができ、その結果に対する理論的な保証が得られます。このようなアプローチが、私の研究において非常に価値あるものとなっています。

シミュレーションは、私たちの日常生活やビジネス、さまざまな研究において、非常に重要な役割を果たしています。私の研究も、このシミュレーションを活用して、より正確で実用的なモデルの構築を目指しています。さらに、この研究は社会全体の持続可能性や効率性の向上にも寄与することが期待されます。例えば、フードロスの削減は環境問題の解決にも繋がります。未来の社会をより良くするための一翼を担うことが、私の研究の大きなモチベーションとなっています。



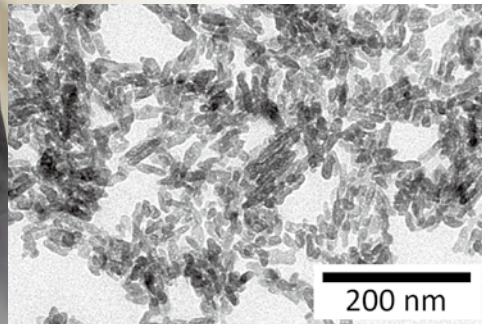
### 水酸アパタイトの生体親和性に魅せられて

物質生物系 准教授

多賀谷 基博

Tagaya Motohiro

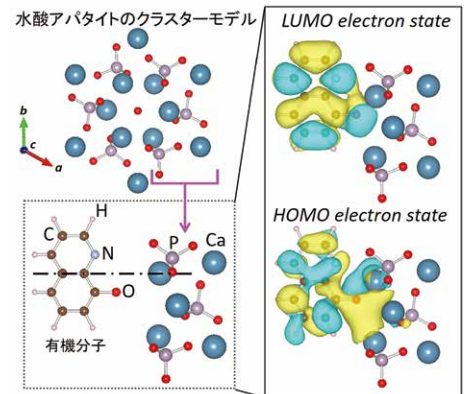
当研究室では、生体に類似した穏和な条件でバイオセラミックスを創製し、高次構造制御と表面・界面計測によって、細胞や生体組織へ優しく積極的に働きかける新機能を探求しています。そのバイオセラミックスの代表例として、水酸アパタイトがあげられます。水酸アパタイトは、生体の硬組織に主に含まれる物質で、カルシウムイオンとリン酸イオンから成り、タンパク質吸着担体、歯科材料、骨補填剤などに実用されています(図1)。



▲図1\_水酸アパタイトの透過型電子顕微鏡像

特に、水酸アパタイトが示す骨伝導性と骨誘導性に関する現象論については、経験的な知見を基にした実験研究が主に行われてきており、当研究室でも水酸アパタイトの表面特性が細胞活性に寄与する現象について研究してきました。しかし、水酸アパタイト表面が生体液中でどのように反応して細胞の遺伝子情報の発現に影響を及ぼすのか?に関しては明らかにされていませんでした。そこで、当研究室では、水酸アパタイトの表面特性が起点となった細胞との接合界面現象について、実験研究だけでなく計算科学的アプローチも進めています。その根幹を科学的に説明すべきと考え、水酸アパタイトの結合次数や有効電荷などのパラメータについて第一原理計算に基づくDiscrete Variational(DV)-Xα法による分子軌道計算を実施してきました(Tagaya M., et al., Crystal Growth&Desing,16,1463(2016); Optical Materials,84,252(2018))。そして、水酸アパタイトのナノスケールの表面(細胞と接合する界面領域)で生じる現象を物理式および電子論によって規定することを試みてきました。特に、水酸アパタイトの結晶構造中に存在する2種類のCaサイト(Ca(1)サイト、Ca(2)サイト)と生体分子の官能基の結合次数の関係性に焦点を当てた計算を行い、波動関数を3次元的に可視化することで水酸アパタイト表面における生体液との反応を議論してきました(図2)。その結果、生

体液中の水素イオンが水酸アパタイトに侵入することでCaサイトの欠損ができてCa欠損型アパタイトが形成し、このCa欠損型アパタイトのリン酸イオンと生体分子のカルボキシレートイオンが置換することを見い出しました。その後、結晶構造中に残ったCaイオンに生体分子のカルボキシレートイオンが配位することも分かりました。



▲図2\_水酸アパタイトと有機分子の接合に関する分子軌道計算の例

最近では、生体骨中の水酸アパタイトに含有されるケイ酸イオンの振る舞いについても研究しています(Tagaya M., et al., Langmuir, 39, 9431 (2023))。生体の水酸アパタイト表面には水和分子以外にケイ酸イオンや炭酸イオンなどの各種イオンが存在しており、これらの数nmの薄層領域を総称して我々は「非アパタイト層」と定義しています。この層が生体液との反応に関与すると考えており、非アパタイト層中の水・イオンの相互作用を分子軌道計算によるシミュレーションで明らかにしようと試みています。

以上のように、水酸アパタイトと生体液の接合界面領域における反応が解明できれば、タンパク質吸着および細胞接着を制御できる因子を具体的に見出すことが可能となります。さらに、生体骨の形成に関する水酸アパタイトの表面特性も見出すことができ、幅広いバイオ・医療用素材開発に貢献できるものと期待しています。



# 巨大で複雑な動態を見極め 社会基盤や人命を守る

環境社会基盤系 准教授

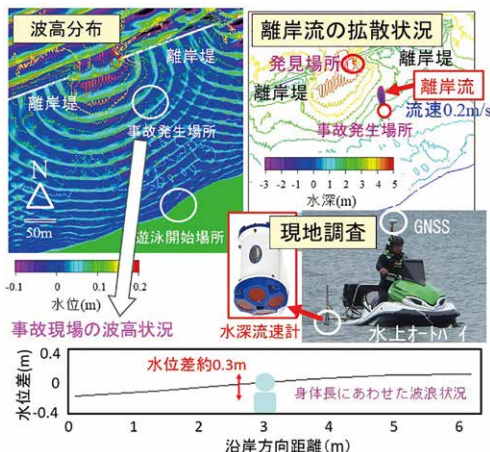
犬飼 直之 Inukai Naoyuki

私の専門である水工学は、水に関する力学を社会基盤の分野で活用することが目的であり、水に関連する様々な設計、建設、運用、保守、事故防止などに関わる分野で必要となります。対象となる水域は海域や河川域の他、湖沼や雪崩、気象などであり、海岸付近や防波堤などの構造物周辺、水難事故現場が対象となります。

ところで、水の動態を把握するためには流れの速さや水面の挙動などを計測することもあります。一般的には地形の影響や時間経過で流況は複雑に変化しており全体の把握は困難です。そこでシミュレーションを実施しています。水工学における力学は、基本的には連続式や運動方程式から示され、これらの式から水面の運動や流れの状況を把握することができます。また、計算条件の変更で、自然災害発生時の社会基盤が破壊されるような極限の状況も把握することもできます。更に、水質問題などでの性質の異なる流体の挙動や、海岸浸食の原因となる砂の移動など、着目したい現象の方程式を組み合わせることで流況と同時に計算することも可能です。

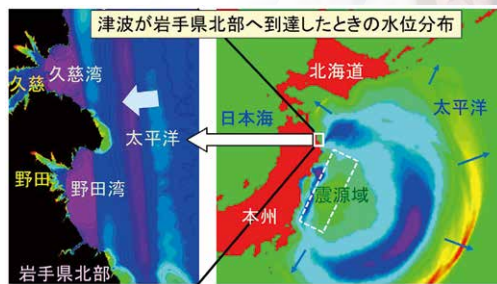
こない、必要であれば新たなモデルを作成します。また、私たちの研究分野では、対象水域の規模がとて大きいことから、現地で観測や調査を実施してシミュレーションの入力条件を取得することもあります。更には実施したシミュレーション結果が正しいかを判断するには実現象を熟知している必要があります。このように、どこの分野でも同じと思われそうですが、シミュレーションを実施するには、プログラムの知識だけではなく専門分野を含めた幅広い知識も必要となります。

最近実施しているシミュレーションでは、防災や水難事故対応が多く、津波や波浪、河川流などで実施しています。例えば、2011年に東北地方太平洋沖地震で発生した津波では、津波の伝播状況を計算しましたが、ここでも現地調査を実施して計算結果と比較しています。これより、例えば防波堤の津波の耐性向上のための検討を行いました。また波浪関連では、海岸付近での波の挙動と水面下での海浜流の状況を計算しますが、これで水難事故の代表例である離岸流の発生状況が把握できます。これで、離岸流発生場所や規模の変化を把握し、人間の遊泳能力と比較することで海岸の危険度などを把握したり、事故防止対策を考える際の知見として活用しています。



▲水難事故原因解明のためのシミュレーション例～海岸付近での波高と離岸流発生状況～

シミュレーションの実施時には、まず対象とする現象の力学を考察します。例えば、海の流れを把握したい場合、それは月などの引力の影響での潮位変動によって生じる潮汐流なのか、波浪が海岸近くで挙動することで生じる海浜流のかなど、現象の力学が何に起因しているのかを見極め、適切に式で用いる必要があります。また、3次元空間の運動を2次元等へ単純化が可能かなど、計算手法や計算時間を単純化させる工夫もお



▲津波シミュレーション例

シミュレーションでは、結果から工学的に意味のある知見を導出し、活用させることも重要な目的です。そのためには上述のとおり専門分野だけでなく幅広い知識や知恵が必要であり、常に多方面での勉強が必要となります。

## 粒子型の手法による土の力学挙動の数値シミュレーション

環境社会基盤系 准教授

福元 豊

Fukumoto Yutaka

土は、私たちの生活において非常に身近なものであり、人間社会に恩恵をもたらす存在です。その一方で、土石流や液状化といった地盤災害を生じさせる場合があります。私たちに脅威を与える存在でもあります。土とうまく付き合って安心安全な暮らしを実現するためには、そのふるまいを深く知ることが大切です。土は、粒子（土粒子）、水、空気で作られる固気液3相の混合体です。固体の粒子が無数に集まった粉粒体としての性質に加えて、水や空気のような流体との相互作用が土全体の力学的なふるまいを決めています。

私の研究では、最小の構成要素である「粒子」の視点から、土にまつわる様々な現象について考えています。浸透・侵食、亀裂・破碎といった複雑な土の力学挙動を粒子型の数値シミュレーション手法にもとづいて考察し、それらが地盤災害へとつながる機構を調べています。また、粒子型の手法の特徴を活かして、地盤構造物の動的挙動の評価にも取り組んでいます。

「粒子型の手法」をキーワードとして、主に用いている数値シミュレーション手法は、粉粒体に対する手法である個別要素法（DEM, Discrete Element Method）、流体に対する手法である格子ボルツマン法（LBM, Lattice Boltzmann Method）、破壊に対する手法であるペリダイナミクス法（PD, Peridynamics）です。以下では、浸透・侵食、亀裂・破碎、地盤構造物の動的挙動に関する研究内容をそれぞれ簡単に紹介します。

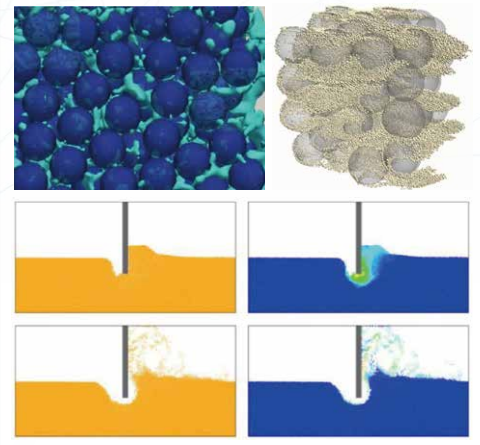
まず、「侵食・浸透」は、河川堤防の崩壊や道路の陥没のような地盤災害の引き金となります。直接観測できない土中で起こる浸透・侵食を詳しく観察できる方法の研究開発が進めば、現象のより深い理解に向けて大きく前進することが期待されます。このような背景のもと、DEMとLBMを組み合わせた粒子-流体連成解析手法を高度化することによって、浸透流中の土粒子のふるまいを微視的に把握する取り組みを実施しています（図1）。

次に、「亀裂・破碎」は、粒度分布や透水性といった土の材料特性を変化させます。そのため、斜面崩壊のような地盤災害の要因となるほか、地盤構造物の劣化を引き起こします。変形から破壊に至る過程を連続的に扱うことが求められる土の亀裂・破碎の問題に対して、DEM、PD、さらに両者を組み合わせた手法を開発しています（図2）。

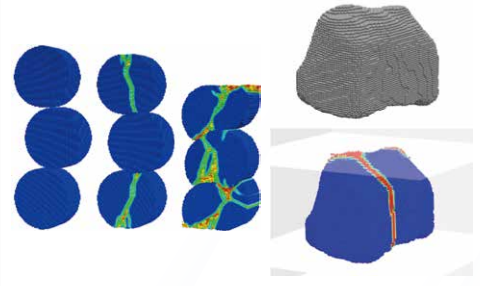
最後に、粒子型の手法は静的な問題には向きませんが、大変形や破壊を表現できる利点をもつため、豪雨時

または地震時の「地盤構造物の動的挙動」の評価に適用することが可能です。地盤構造物の形態は様々ですが、例えば、空積み・石積み構造物のような、数値的にモデリングする上で不連続性が鍵となる構造物に着目して検討を進めています（図3）。

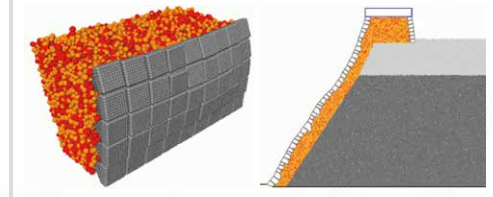
(図1) LBMによる土中の浸透流のシミュレーション



(図2) PD-DEMによるバラスト粒子の亀裂進展のシミュレーション



(図3) DEMによるシミュレーション







## 長岡技大での充実した日々-人事交流で感じたこと-

機械系 准教授 原 圭祐 Hara Keisuke

私は、長岡技科大-高専間人事交流で、一関高専から来ています。母校・技大での勤務経験をさせていただき、嬉しく感じると共に、充実した毎日を過ごさせていただいております。

高専での勤務との大きな違いは、やはり研究に関わる時間の増加です。特に研究室の学生との交流時間は長いと感じます。高専では、受け持ち授業や各種委員会(これは大学でも負担が多い方もいらっしゃると思いますが…)、部活動に割く時間が長く、卒研学生も授業が多いなど研究時間が少なく、じっくりと学生と研究のディスカッションをする時間の確保は困難でした。しかし、大学では時間をかけてディスカッションを行うことが

でき、研究を進行できると感じました。

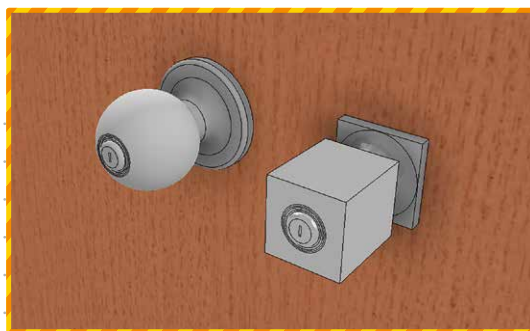
さらに、技大の教員の立場として、高専訪問や大学説明会、そして高専交流集會に参加する機会も頂きました。これまでは、学生を送り出す立場でしたが、今回は逆に技大を説明する側として、新たな視点から多くのことを学びました。学生を受け入れる側としての責任と喜びを感じると同時に、教育の重要性を改めて認識することができました。

交流期間も残り半年となりましたが、これからも技大の発展に寄与できるよう、そして一関高専へ帰還後に、今回の交流で得た経験を活かして参りたいと願っております。この貴重な経験を通じて、私自身も成長し続けるよう努力して参ります。

身近なのに意外と知らない  
工業意匠の世界

こんにちは!私たちは工業意匠研究会です。私たちのサークルでは身近にある工業製品の意匠(形や機能)を考える活動をしています!私たちは、技術者が美的センスを得ることで、「技術者にしか出来ないデザイン」を探求することを目的としており、そのために日々デザインについての勉強やデザイン案を持ち寄って議論したりしています。また、年に数回、外部のデザインコンペにも出場しています。今後は活動の幅を広げ、外部の企業等と連携してプロダクトの作成にも取り組んでいきたいと考えています!

では、日々私たちがどのような勉強をしているか、ちょっとだけ紹介したいと思います。画像には2種類のドアノブがあります。目をつぶって、それぞれのドアノブをひねって開けることを想像してみてください…。想像できましたか?きっと丸いドアノブの方がひねりやすいと感じたのではないのでしょうか?これは「シグニファイア」とい



うデザイン技術で、ドアノブの丸い形が深層心理に「これはひねるものだ!」と訴えかけるのだそうです。面白いですよね?このようにデザインの技術は、私たちが知らないところで沢山使われているのです。工業意匠研究会は、これからも精力的に活動していくので、気になった方いらっしゃれば、サークルのホームページなどから、お気軽にご連絡ください。



# T Technology

テクノロジー・パイオニア

シリーズ「Technology Pioneer (テクノロ  
研究を幅広く紹介します。

No.  
48

環境社会基盤系  
教授

## 大塚 悟

### AIを用いた防災技術開発

#### Q 自然災害の状況は?

日本は自然災害の多い国です。防災白書では国土面積が世界の0.25%に関わらず、マグニチュード6以上の地震発生数は18.5%、活火山は10%を占めています。豪雨災害も梅雨や台風により繰り返し発生します。気象庁は世界の年平均気温は100年間で0.74℃上昇したが、日本は1.24℃気温が上昇したと報告しており、洪水や土砂災害を引き起こす大雨や短時間強雨の回数は増加しています。

#### Q ハザードマップの効果とは?

自然災害で人命を失う要因に土砂災害の占める割合は非常に高く、原因に土砂の移動速度が速く避難の間に合わないことが指摘されます。しかし、豪雨時に危険な斜面は無数に存在し、対策工事は高額です。ハザードマップは危険度を認識して、災害時に早期に避難することを目指すソフト対策です。スマートな方法ですが、苦し紛れの側面もあります。

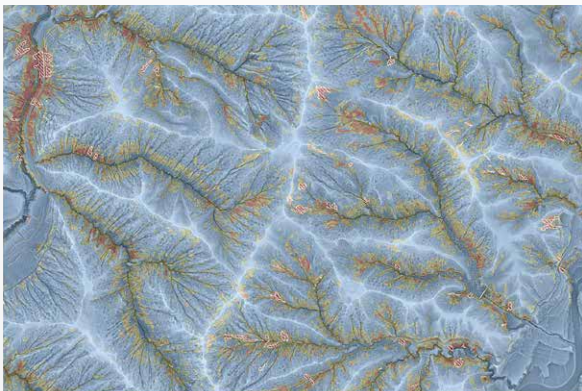
#### Q 取り組む技術開発は?

筆者は危険斜面に対して、現地調査、材料試験、斜面安定性の評価と対策工の検討に従事する技術者で、構造解析を得意とします。一連の技術はハード対策として実務の必要性が高いものですが、防災対策ではソフト対策の高度化が急務と言えます。近年は地形や地質の基盤データがデジタル化され、地理情報システム(GIS)を用いた斜面の広域危険度評価が注目されています。航空・UAVレーザー測量により、災害状況が容易に広範囲に入手できることも後押ししています。AIを用いた斜面危険度評価は過去の被災履歴を学習して斜面の危険度を推測する手法ですが、情報産業の参入を交えて精力的に技術開発が進められています。

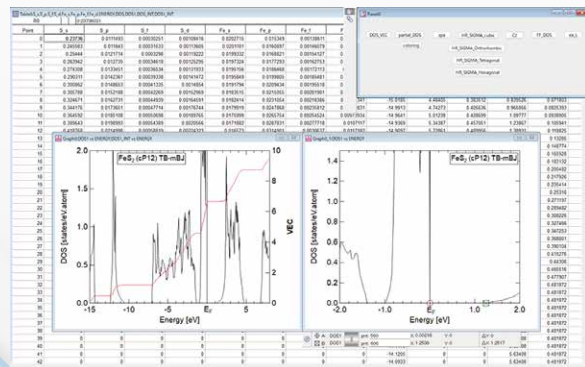
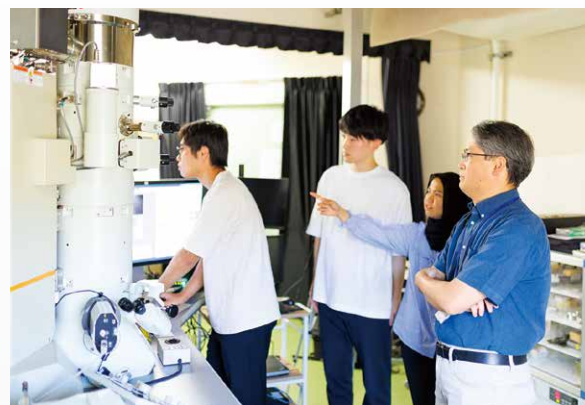
#### Q 開発の状況と目指すゴールは?

東京電力HD(株)との共同研究では、平成23年新潟福島豪雨災害の斜面災害を用いた事例解析を実施してAIによる高精度の斜面崩壊ブロック予測に成功しました。既存の評価法は格子毎の評価を実施するため、解析結果はモザイク絵のように曖昧で崩壊ブロックを特定することは困難でした。社会実装に取り組んでいますが、筆者の気持ちはやや複雑です。データはすべてを物語りますが、自然現象のメカニズムを知りたい欲求から、予測精度が優れていても物足りない思いがするのです。学術的なアプローチとAIの気持ちの良い距離感が目指すゴールと言えるかもしれません。社会実装にはAI特有の課題も多く、学生と試行錯誤の取り組みを続けています。

Ohtsuka Satoru



斜面の土砂災害危険度評価の例(災害事例を99%の精度で表現)



No.  
49

機械系  
准教授

## 本間 智之

### 電子・原子・ナノレベルで物性を制御する

**Q** どのような材料を何のために研究していますか？

自動車、トラック、船舶用エンジンのダウンサイジングに有効なターボチャージャー用インペラーやエンジンバルブ、航空機用ターボファンエンジンのファン、圧縮機、HondaJet用のジェットエンジンタービンディスク(本田技術研究所との共同研究)、燃料電池用部材などに適用できる新しい耐熱合金(Ni-Co基超合金、Al合金、Ti合金)を開発しています。特に軽金属を用いることでこれら輸送機器を軽量化し燃費を向上させ、SDGs、カーボンニュートラル、地球環境の再生を実現させるための新素材を開発しています。チタンのような最密六方格子を有する金属では、結晶構造の異方性が物性に影響を及ぼし、極地の氷床を構成する六方晶の氷のクリープ変形同様、塑性加工中に集合組織を形成し物性が変化します。

**Q** 電子をどのように利用するのですか？

(1)電子を加速して物質内部に入れてX線のように回折現象を利用する方法と(2)量子力学で出てくるシュレーディンガー方程式を解くことで電子状態を明らかにする方法があります。後者は水素の場合解析的に解くことができますが、多体系では系のエネルギーを電子密度の汎関数で表すことでKohn-Sham方程式を解き、電子状態計算が可能になります。これをDV-Xα、VASP、WIEN2kなどの第一原理計算ソフトを用いて計算しています。

**Q** 回折現象と第一原理計算をどのように研究に利用していますか？

電子回折は、物質を構成する原子核や電子との相互作用により生じ、原子・ナノレベルで材料内部の結晶構造、欠陥、透過像、ひずみなどの解析ができます。耐熱合金であればクリープ変形中ナノスケールの析出物と転位の相互作用を直接観察できます。また、熱電材料などの半導体の電子状態は、結晶構造が決まると計算でき、フェルミ準位近傍の電子状態を調べることで、熱電特性に及ぼす影響を理解することができます。耐熱材料では析出物や転位を、熱電材料では添加元素や結晶構造を制御することでユニークな物性を発現させています。

Homma Tomoyuki

# 技大祭 第42回

## 開催報告



中夜祭



## 第42回技大祭を終えて

電気電子情報工学課程 4年(小山高専 出身)

技大祭実行委員長

市之瀬 拓実

Ichinose takumi

第42回技大祭実行委員長の市之瀬拓実と申します。先日の技大祭はお楽しみいただけでしょうか。

第42回技大祭のテーマは、「サイコウ」でした。このテーマは、アフターコロナの技大祭としての再構築、技大祭の再興、参加者と実行委員、また全ての技大祭に携わる関係者の皆様にとって最高の技大祭を実現するという思いを込めました。

今年は技大祭を、学外来場者・食品販売について制限を行わない状態に再構築し、約3,000人の来場者によって再興することができました。また、多くの来場者の方々に楽しんでもらえた今年の技大祭は、最高と言って差し支えないものであったと思います。

これも、技大祭の開催に関わってくださった方々にご協力いただいたおかげです。この場をお借りして感謝申し上げます。

当初、委員長という立場を担うことができるか非常に不安でした。技大祭の運営の決定、委員全体の前での司会など、経験の無いことばかりでした。しかし、多くの先輩方々に支えられたことで、この一年間やりきることができました。

第43回技大祭は、自分たちの後輩たちが中心となり運営していきます。先輩方から引き継いだ知識や思いをしっかりと後輩たちにも引き継ぎ、来年度以降も多くの来場者楽しんでいただけるよう、尽力していきます。

今後とも、技大祭をよろしくお願いたします。

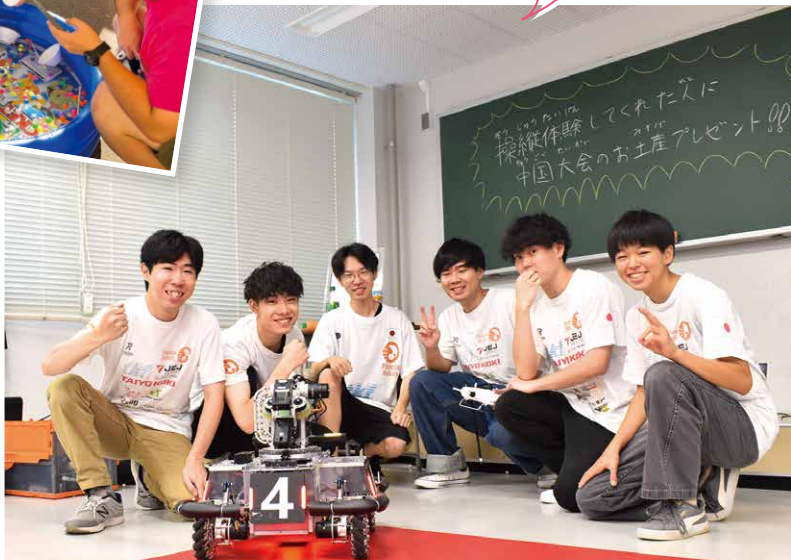
縁日



国際団体



参加団体



ビンゴ大会



## 技科・大・成功!

技術科学イノベーション専攻 2年(メキシコ出身)

NUTISA会長

**Alejandro Isidro Martinez Sanchez**

マルチネス サンチェズ アレハンドロ イシドロ

こんにちは! N U T I S A (国際交流同好会)の会長の Alejandro Martinez (アレックス)です!

長い4年間のパンデミックが私たちの生活を変えました。言うまでもなく、これは肉体的だけでなく、精神的な真の挑戦でした。多くの人々が友達に会うことなく部屋に閉じこもり、日常をオンラインに変えました。私たちの世界はデジタルに変わりました!

私にとっても例外ではありませんでした。国際線の飛行機がほとんどなかった2020年12月、ほんの1ヶ月だけ特定の外国人の入国を可能にした時がありました。短期間の留学は許可されていませんでしたが、この大学のツィニング・プログラム(特別な2年間の留学プログラム)のおかげで、本当に混沌とした時期に来日できました。しかし、ここでもメキシコと変わりありませんでした。空っぽの通り、閉店中の店、そして数か月間ほとんどの人と会わない日々が続きました。「技

大祭」という楽しい話をいくつか聞きましたが、それは現実の状況からは遠い現実でした。

幸いなことに、今年は違いました!長い4年ぶりに初めて「技大祭」を開催し、大成功でした!国際コミュニティがより強力に再結集しました!今回のイベントでは、中国、ベトナム、インド、バングラデシュ、スリランカ、インドネシア、マレーシア、タイ、メキシコから出店があり、本当に多文化のイベントとなりました!

この数か月、すべてのチームが多く作業をして、すべての参加者に国際的な体験を提供するために準備し、大成功で達成しました!すべての出店を訪れてサポートしてくれた皆さん、特に担当の米井日菜乃さんに感謝の意を表したいと思います。

次回の「技大祭」でまたお会いできることを楽しみにしています!



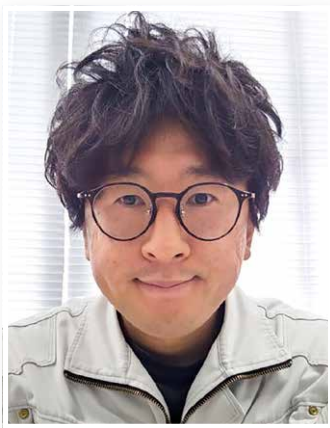
# 高専—長岡技大の共同研究

## 次世代環境調和型薄膜太陽電池の高性能化に関する研究

和歌山工業高等専門学校  
電気情報工学科  
講師

中嶋 崇喜

NAKASHIMA MITSUKI



近年、世界中でエネルギー需要が増加し、化石燃料に依存したエネルギー生成によって発生した温室効果ガスによる地球温暖化等の環境問題が深刻化し、全世界共通の課題とされています。そこで、クリーンでかつ持続可能なエネルギー源として、太陽光や風力等の再生可能エネルギーが注目されています。太陽光を利用した太陽光発電では、材料にシリコンを使用した太陽電池が現在最も普及されています。本研究で用いる $\text{Cu}_2\text{SnS}_3$ 、 $(\text{Cu},\text{Ag})_2\text{SnS}_3$ は、地球上に豊富に存在する元素で構成された高い変換効率が期待される太陽電池材料です。さらに、薄膜化が可能のため、シリコン太陽電池に比べて材料使用量が少なく、高い柔軟性、製造コストが低いという利点があり、持続した生産性が期待されます。しかし、現状、シリコン太陽電池に比べ変換効率が低く、実用化にはさらなる特性改善が

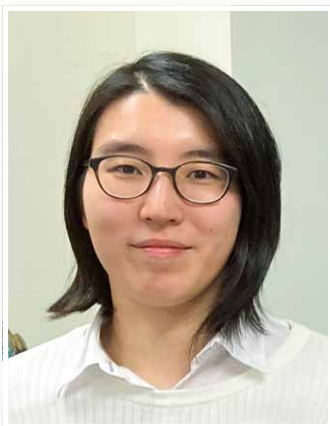
必要です。 $\text{Cu}_2\text{SnS}_3$ 薄膜や $(\text{Cu},\text{Ag})_2\text{SnS}_3$ 薄膜を用いた太陽電池では、アルカリ金属であるナトリウムを添加することで太陽電池特性が向上することが報告されています。また、上記薄膜太陽電池の太陽電池特性は、用いる薄膜の薄膜特性に大きく起因します。そこで今回、アルカリ金属であるカリウムを薄膜に添加し、カリウム添加による薄膜特性への影響を調査することで、太陽電池特性のさらなる向上を目指しています。具体的には、カリウムの添加量を変化させた薄膜を作製し、薄膜特性の評価として、エネルギー分散型分光器(EDS)を用いた組成分析、X線回折(XRD)およびラマン分光測定による結晶構造解析、走査型電子顕微鏡(SEM)による薄膜表面・断面形状観察、ホール測定によるキャリア濃度測定等を実施し、カリウム添加量変化による各特性の変化について調査します。

## 生分解性プラスチックを分解する海洋細菌のケミカルリサイクルへの利用可能性評価

鶴岡工業高等専門学校  
創造工学科 化学・生物コース  
助教

久保 響子

KUBO KYOKO



海洋プラスチックごみ問題は深刻さを年々増しており、そのため生分解性プラスチックに注目が集まっています。現状では、製品が自然界に放出されて回収が困難になってしまった際に微生物に分解してもらうことを念頭においているため、使用済みの生分解性プラスチック製品を回収してリサイクルすることはあまり想定されていません。しかし、現在広く用いられている生分解性プラスチックのポリ乳酸は海洋における生分解性に乏しく、長期間に渡って環境中に残存します。ポリヒドロキシ酪酸(PHB)は海洋でも分解され、生物が生産する生分解性プラスチックですが、その海洋における分解の機構についてはほとんど明らかになっていません。そのため海洋プラスチックごみの削減には直結していないのが現状です。私たちはこれまで物質生物系の笠井大輔先生との共同研究を通じて、PHBを分解する微生物を分離培養する方法を確立しました。

さらに昨年度海洋堆積物から2種の新規PHB分解微生物を単離しました。本研究では、日本海の海水および堆積物試料を用いて、生分解性プラスチック分解菌を分離培養し、それらの生分解性プラスチック分解活性を測定して生理学的特徴を明らかにすることを目的としています。将来的には微生物の力で生分解性プラスチックをケミカルリサイクル(原料・モノマー化)することを目標としています。本研究で得られた成果は、より海洋で分解されやすいプラスチックなどの材料開発にも役立ちます。

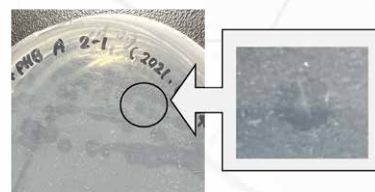


図 PHBを分解してクリアゾーンを形成する微生物コロニー

# 長岡技術科学大学は、 開学50周年を迎えます。

長岡技術科学大学は実践的な技術の開発を主眼とした教育・研究を行う大学院に重点を置いた工学系大学として、昭和51年(1976年)に開学し、令和8年(2026年)に開学50周年を迎えます。大学のモットーであり、本誌の名称ともなっている「VOS」(V=Vitality、O=Originality、S=Services)の精神を肝に銘じ、本学の理念に沿って、私たちは“考え出す大学”をより一層深化させ、地域社会及びグローバル社会に不可欠な大学を目指し、邁進して参ります。

## 50周年記念事業について

以下の事業を実施するため、この度開学50周年記念事業基金を発起いたしました。

01 学生、教職員、企業・自治体等が集う知的交流・地域交流・国際交流を推進する施設「イノベーションコモンズ」の整備

02 SDGsに資する、イノベーション創出を担う実践的・創造的能力と持続可能な社会の実現に貢献する志を備えた、指導的技術者育成のための修学支援

ぜひ多くの皆様からご賛同いただき、ご支援くださいますようお願い申し上げます。

事業の詳細につきましては、50周年記念事業特設サイトよりご覧いただけます。

<https://www.nagaokaut.ac.jp/j/50th/>

特設サイトには上記のQRコードを読み取りいただくか、本学の公式ホームページトップよりアクセスいただけます。



1976  
»»» 2026

## 受賞報告

## 第16回海洋立国推進功労者内閣総理大臣表彰受賞

技術科学イノベーション系 教授

山口 隆司

第16回海洋立国推進功労者内閣総理大臣表彰を、技術科学イノベーション系 山口隆司教授が受賞しました。本賞は、科学技術や水産、海事、環境など海洋に関する幅広い分野における普及啓発や学術・研究、産業振興等において顕著な功績を挙げた個人・団体を表彰するものです。

山口教授は、水環境保全・水資源利活用技術の開発に関する功績が認められての受賞となりました。功績の概要は「水環境保全・水資源利活用技術の開発」です。

表彰式は令和5年8月29日、総理大臣官邸2階大ホールにおいて行われました。



後列左から2番目が山口教授(写真提供:国土交通省)

## 編集後記

今回の特集では、シミュレーション関連の研究が行われている各先生の取り組みについてご紹介頂きました。ここ数年、コロナ禍では飛沫のシミュレーション等の紹介を多く目にしたと思いますが、シミュレーションでは、飛沫等の細かいものから、天気予報等の大きなスケールのものでコンピュータ上で実験することができ、実験に代わるツールとして注目されています。機械学習等も含めて、数多くの先生がコンピュータ上で行う検討を実施されていると思いますので、今回の特集をキッカケに、各系を跨いでシミュレーション関係の交流が生まれることを願っています。

**VOSの由来** 本学のモットーである、Vitality,Originality,Servicesの頭文字をとって、本学初代学長の故川上正光氏により名付けられました。



**VOS** NO.227 [令和5年10月号]

編集発行 長岡技術科学大学広報委員会

◎本誌に対するご意見等は下記までお寄せ下さい。

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

TEL. 0258-47-9209 FAX. 0258-47-9010 (大学戦略課企画・広報室)

E-mail : skoho@jcom.nagaokaut.ac.jp URL : https://www.nagaokaut.ac.jp/

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。