

【令和5年度実績】

1. Society 5.0 を支える基盤研究の推進

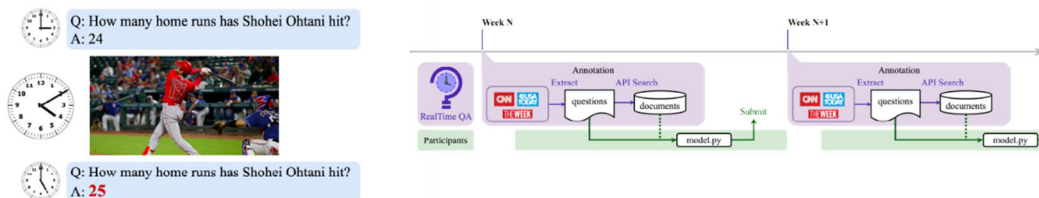
「研究」

No.03 (2)-1 戦略的産学共創の展開, No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進, No.22 (3)-1 優秀な若手研究者の活躍促進, No.42 (1)-2 戦略的な産学共創による民間共同研究収入の拡大

実績報告

乾健太郎教授と坂口慶祐准教授らは、近年目覚ましい発展を続ける人工知能分野の最先端で、説明可能性と精度を両立する深い言語理解について研究している。特に今年度は、昨年度に構築した動的質問応答プラットフォーム「RealTime QA」の運用を継続し、1年間のリアルタイム評価結果をとりまとめ、当該分野で最高峰の国際会議で発表した。また、理化学研究所や富士通などと共同で、スーパーコンピュータ「富岳」を活用する大規模言語モデルの分散並列学習手法の研究開発を開始した。それらの傍ら、社会の熱い関心を受けて、非専門家向けの講演や各種メディアへの出演にも精力的に応じた。乾教授は、本学で今年度に設立の「言語 AI 研究センター」にも参画しつつ、理研 AIP プロジェクトにおける「自然言語理解チーム」の PI として、また JST の CREST「知識と推論に基づいて言語で説明できる AI システム」の研究代表者としても日本の人工知能研究をリードしつつ、9 月からはアブダビのモハメド・ビン・ザイド人工知能大学 (MBZUAI) にも所属して、活躍の場を世界へ広げている。

Real-Time Responses to Time-Sensitive Queries



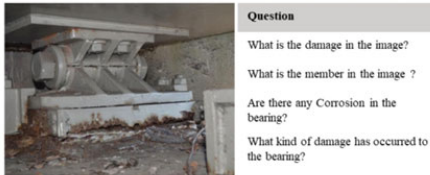
「RealTime QA」が目指すサービスと仕組みの概要

岡谷教授は、人工知能分野のなかでも特に、画像を理解して行動できるマルチモーダル AI について研究している。学振の学術変革領域研究(A)「深奥質感」では中核メンバーとして、質感のような言語化・定量化し難い抽象概念をも人と同じように認識できる AI システムの研究を推進している。また、理研 AIP プロジェクトでは「インフラ管理ロボット技術チーム」の PI として、土木分野の研究者とも連携してインフラ構造物の自動点検システムの開発を牽引し、安心・安全で持続可能な未来社会の実現に尽力している。さらに今年度は、機械学習やコンピュータビジョンの基礎研究を展開し、ロボットが未知空間を自律的に効率良く探査して地図を作成する手法や、布地や金属製品の画像1枚から不具合を検出する手法を提案し、難関の学術誌や国際会議に採択された。

我々の研究：マルチモーダルAIの実世界応用

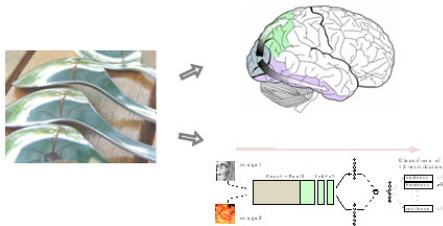
インフラ構造物画像診断

- 点検初心者に熟練者のスキルを [Kunlamai+2023]



質感画像認識・生成

- 人と同じように質感を認識するAI



運転危険予測

- 危険予測 = 「かもしれない」運転 [Korawat+2023]



災害現場のリスク評価

- 斜面崩壊現場のリスク評価 [Areerob+2023]



マルチモーダル AI に関する諸研究の概要

橋本浩一教授は、学振の学術変革領域研究(A)「階層的生物ナビ学」の領域代表者として、人・生物・人工物の階層的移動戦略の解明と設計を目指して、AI・データ科学・ロボティクス・生態学・神経科学などの研究者と様々な学際研究を展開している。特に今年度は、仙台での領域会議と、東京での国際シンポジウムを主催したほか、国際共同研究推進のため4名の若手研究者の海外滞在も支援した。「階層的生物ナビ学」で駆使するバイオリギング装置の基盤技術となっているのは、橋本教授のもつ3Dセンシングとロボティクスの研究成果であり、その応用により今年度は、プロジェクションマッピング、デジタル交通社会モビリティ制御、大規模人流解析、監視カメラによる店舗内行動解析などでも顕著な成果が得られた。また、「第66回自動制御連合講演会」を主催し、1,000名を超える参加者を得た。




階層的生物ナビ学の創出


目的：生物の階層ナビのメカニズムを解明し、制御を実現する。
種間の共通性や多様性を理解し、
情報、物流、人流などの社会応用につなげる

手段：最新の計測技術とデータ科学的手法を駆使し、
領域内外で共通共有のプラットフォームをつくる

本領域では、**AI駆動型実験**   の実現を通して、
階層ナビの本質的構成要素とその関係性  を解明する



- AI計測介入デバイス χ **ログボット** 
- 生物行動の新しい表現 **行動ダイアグラム** 
- 新しい方法論 **シームレスCPS** 

 階層的生物ナビ学

4

階層的生物ナビ学の概要



階層的生物ナビ国際シンポジウムの模様

加藤寧教授や川本雄一准教授らは、Beyond 5G や IoT の時代を見据えた情報通信ネットワークについて研究している。特に、今年度に設置の「宇宙統合ネットワーク・レジリエント DX 共創研究所」は、加藤教授や川本准教授と NEC の共同研究を基にして実現しており、宇宙-空-地上の統合による柔軟かつ効率的な通信システムを目指して共創の幅を広げる拠点となっている。また、NICT や総務省からの受託研究や、NTT や京セラとの共同研究では、若手の川本准教授が代表を務め、反射特性可変の電磁波反射体を活用することで遮蔽物の影響を受けずに繋がる無線通信ネットワークの実用化を目指して、検証実験を重ねている。これらの研究は世界的に高く評価さ

れており、加藤教授は Clarivate Web of Science において Highly Cited Researchers (Computer Science 分野)に 5 年連続で選出された。情報通信分野で最高の Impact Factor を誇る学術誌「IEEE Internet of Things Journal」の編集委員長も務めている。川本准教授は本年度の文部科学大臣表彰において若手科学者賞を受賞し、同研究室の大学院生も日本学術振興会育志賞を受賞した。また、2020 年度から学振の日中韓フォーサイト事業を展開しており、今年度は 3 国から総勢約 80 名の研究者を招き、沖縄にて国際ワークショップを開催した。

[世界初] AIを利用したネットワーク動的制御を提案

※ 衛星通信への適応について総務省受託研究において実施中

※ NECとの共同体制で宇宙統合ネットワーク・レジリエントDX共創研究所を設立

IoT サービス層

低遅延	大容量	低遅延	移動性
VoIP	ビックデータ解析	仮想現実	ナビゲーション
4K動画	エッジクラウド	安全(自動)運転	

新世代通信ネットワーク

Deep Learning system

Input: Traffic pattern

Hidden layers

Output: Routing path

Structure of the Core Networks

Value index

6G時代の革新的電波伝搬環境構築技術

※ NICT受託研究(Beyond 5G シーズ 創出型プログラム)及び総務省受託研究において実施中

※ Impact Factor 9.1の同分野最高峰の論文誌に成果が掲載

指向性・反射方向の制御

吸収率の制御

ユーザ端末

基地局

障害物

IRS

IRS: Intelligent Reflecting Surface を利用した電波伝搬環境のインテリジェント制御

電波伝搬環境の設計による上空ネットワークの構築

飛行船

スカイカー

ドローン

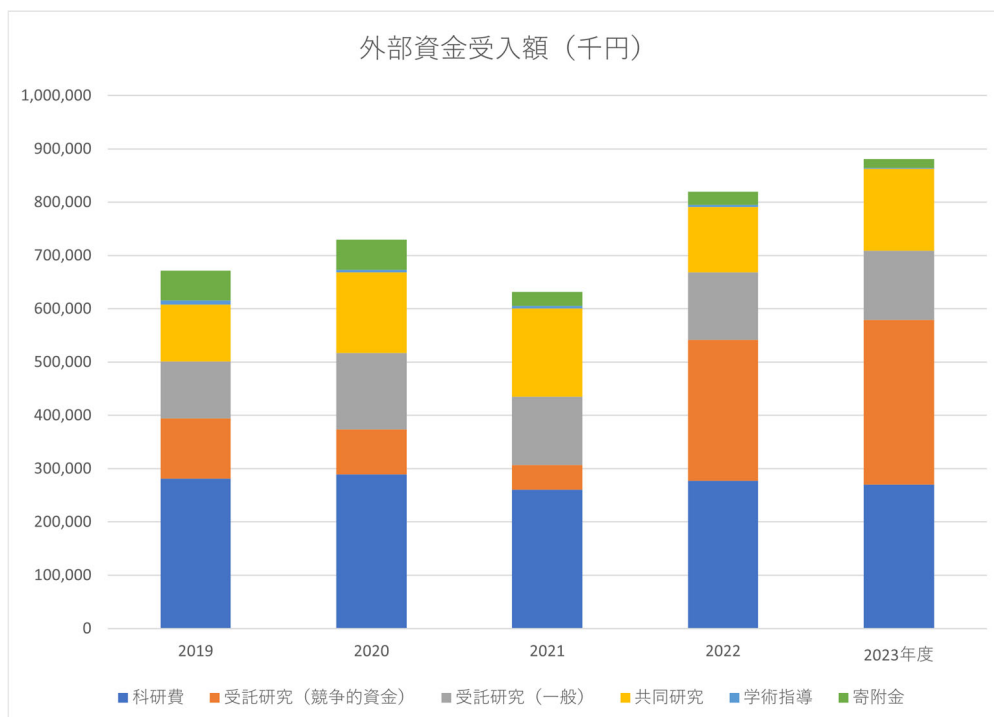
電波遮蔽を克服した無線通信の実現

IRSの試作機(60GHz帯の反射制御を可能とする多素子(6400素子)IRSとしては世界初)

情報通信ネットワークの制御技術の概要



日中韓フォーサイト国際ワークショップの様相



外部資金受入額の推移

[「RealTime QA」が目指すサービスと仕組みの概要.png](#),
 [マルチモーダル AI に関する諸研究の概要.png](#),
 [階層的生物ナビ学の概要.png](#),
 [階層的生物ナビ国際シンポジウムの模様.jpg](#),
 [情報通信ネットワークの制御技術の概要.png](#),
 [日中韓フォーサイト国際ワークショップの模様.jpg](#),
 [外部資金受入額の推移.png](#),
 [文献リスト.xlsx](#),
 [受賞リスト.docx](#)

2. 「量子ソリューション拠点」における量子コンピューティングの研究と産学連携と人材育成

「研究」

No.01 (1)-1 「高等研究機構」を頂点とした横断的分野融合研究を戦略的に推進するための三階層「研究イノベーションシステム」の一層の充実, No.03 (2)-1 戦略的産学共創の展開, No.04 (2)-2 東北大学発ベンチャーの創出の加速, No.06 (2)-4 「社会とともにある大学」としての社会連携の強化, No.26 (1)-1 科学的知見に基づく国際貢献と廃炉の推進を通じた地域への貢献

実績報告

近年、量子技術の開発競争が世界的に激化するなか、日本では関連各分野で先導的な研究機関を選定して2021年にQIHを発足させ国際ハブの形成を目指している。しかし、量子技術を社会課題の解決に結び付ける利活用は遅れており、その担い手となる人材の不足が指摘されている。そこで政府は、当研究科のT-QARDを中心とした量子コンピューティングの実用化と人材育成の取り組みに注目し、2022年に本学をQIHの新たな拠点設置機関として認定した。これを受けて本学は今年度に、T-QARDを学際研究重点拠点の1つとして発展的に再定義することで「量子ソリューション拠点」とした。

量子ソリューション拠点 (東北大学)



1. ミッション

- 量子コンピューティングから産業界に 価値ある「人材」と「ソリューション」を提供
- 多くのユーザ企業・ベンダー企業と協働し、量子コンピュータの利活用支援、量子・古典のハイブリッドコンピューティング環境の構築、これらを通じた産業人材育成を行うなど、
量子技術の利活用支援や産業界にとって価値あるソリューション研究開発支援、産業人材育成を担う「量子ソリューション」拠点

2. 活動

①量子プロダクト事業化推進プラットフォーム構築事業(BRIDGE)

- ・量子コンピュータを活用したスタートアップ技術的基盤の構築に向けた量子未来社会ビジョンの実現に向けた人材育成とスタートアップを設立する研究開発、教育と支援活動

[取り組み事例]

- ・Quantum Business for You (QB4U) 設置
- ・量子プロダクト開発組織 (T-QARD) 設立
- ・人材データベース & 希望企業とのマッチング
- ・QA4U/QC4Uの海外ライセンス事業展開 等



Research Open Style Festival!の様子

②量子コンピュータを活用した新事業を共創する研究開発基盤(SIP第3期：イノベーション創出基盤)

- ・スタートアップ創出の基盤作りへの寄与する事業化に向けた教育プログラムと、地域別に地元企業・自治体との量子ソリューション開発イベントを実施

[取り組み事例]

- ・先端量子技術の社会実装教育プログラムの開発
- ・量子 + 事業スタートアップ支援体制の構築
- ・量子ソリューション開発基盤からのアイデア発掘
(Research Open Style, T-QARD Lab, T-QARD tour, Quantum Gallery for You(QG4U)、QG4Uアプリアイデアソン)



③量子コンピューティング共同研究講座の開設

- ・民間企業の研究を支援する形で領域横断的な研究室を構成

[実施例] ・定期的な研究ミーティング(技術講演会)・情報交換の活動・展示会等において協働して情報発信

[参画企業] 京セラ・NECSI・シグマイイ・住友商事・SCSK・LG Japan Lab・野村総研・三菱電機・長大 etc.

「量子ソリューション拠点」の概要

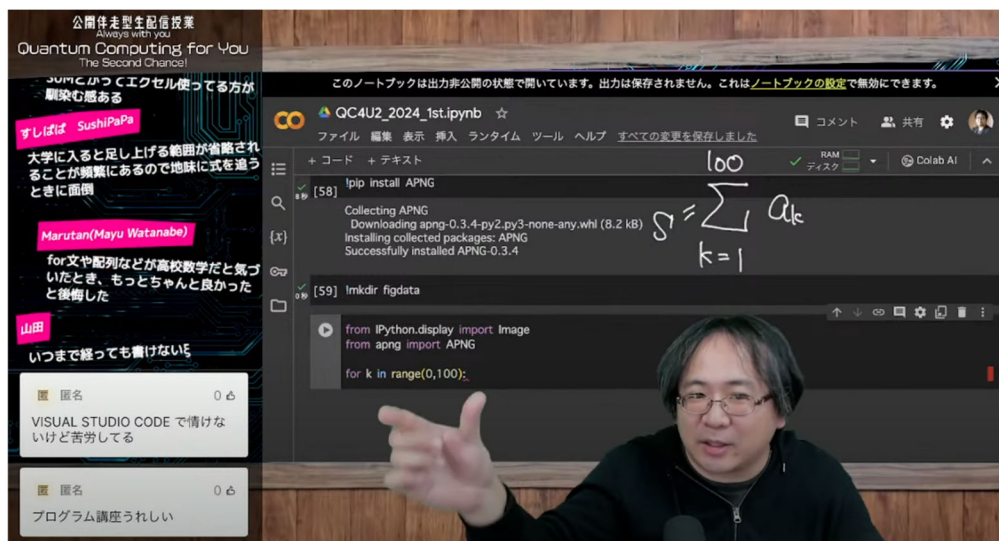
量子ソリューション拠点では、今年度に内閣府の「研究開発と Society 5.0 との橋渡しプログラム (BRIDGE)」, ならびに「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」における課題「先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進」に採択され、今年度分だけでも約 1 億 5 千万円にのぼる予算配分を獲得した。これらの支援に基づくものを含め、量子ソリューション拠点の取り組みについて以下に紹介する。

今年度の研究成果の1つとしては、量子アニーリングと数理最適化を融合したハイブリッドアルゴリズムによる効率的な最適化手法を考案した。これは、複雑な組み合わせ最適化問題に対する量子アニーリングの強みを活かしつつ、制約条件の遵守という苦手部分を、列生成法という数理最適化アルゴリズムを組み合わせることで克服するものであり、今後の実用化が期待される。また、東京工業大学の研究グループとの共同研究により、元来は離散変数の最適化手法である量子アニーリングを、近似的に連続変数の最適化に適用する手法について大規模かつ系統的な検

証を行い、その有効性を実証した。これらのほか、ゲート方式も含めた量子コンピューティングについて、慶應義塾大学やお茶の水女子大学とも連携して様々な基礎研究を展開している。

また量子ソリューション拠点では、上記の研究成果を含む量子コンピューティングの知見を活かし、多くの企業と連携して社会課題の解決に取り組んでいる。今年度は特に、ソフトバンクと無線通信の最適化に向けた共同研究を開始し、シャープとは大規模物流倉庫の運営を総合的に効率化する共同研究を開始し、LG Japan Lab との共同研究では量子アニーリングとベイズ最適化を組み合わせた探索手法により新規化学材料の組成を発見した。また、当研究科の「量子コンピューティング共同研究講座」では、業界も規模も多様な民間企業 9 社と共に研究開発と人材育成を推進している。

そして量子ソリューション拠点は、他に類を見ない人材育成の取り組みでも知られている。特に今年度からは BRIDGE ならびに SIP のもと、新たな教育プログラムの実施や、アイデア発掘の取り組みに加えて、量子スタートアップの立ち上げや事業化まで支援する体制構築を始めた。それらの一環として、伴走型で量子アプリ開発に取り組む公開講座「Quantum Computing for You, 2nd Chance! (QC4U2)」やワークショップ「Quantum Infinity for You (QI4U)熊本」や研究室公開「T-QARD open-lab イベント」を開催し、熊本大学やベトナムの V-Quantum 社と協定を結んで国内外への展開を進めた。また、2022 年度に開催した「Quantum Annealing for You, 2nd Party! (QA4U2)」において、学部 3 年生以下の受講生からなる混成チームのアプリ開発が研究として発展し、今年度に学術論文として出版された。



公開講座「QC4U2」の様相

熊本に量子コンピューティング拠点ができるよ!!

量子コンピューティング公開伴走型ワークショップ

Quantum Infinity for You

The First Session with You

量子コンピュータに触れるよ!参加者募集中!

THE FIRST SESSION WITH YOU

QI4U

QUANTUM INFINITY FOR YOU

YouTubeでお届けします!

東北大学 大学院情報科学研究科
情報基礎科学専攻
講師 大関 真之 教授
@mahzeki222
#QI4U

2024年3月4・5・6日

熊本大学で量子コンピュータを触ろう!
みんなの研究と量子コンピュータのコラボレーション!

I. 課題発見・グループ形成 3月4日 月

II. 量子アニーリング講座 3月5日 火

III. グループワーク・発表会 3月5・6日 水

対象者 高校生以上

開催場所 熊本大学くすの木会館
YouTubeで一歩配信

参加費 無料

プログラミング
未経験者歓迎!

自分の研究に
量子コンピュータ
を導入!

東北大学
量子ソリューション拠点
コラボ企画
共同研究

詳細・参加申込 申込 3.1 日 17:00 締切

イベント詳細・お申し込みはQRコードまたは、下記 web サイトをご覧ください。
<https://altema.is.tohoku.ac.jp/QI4U/>

【お問合せ先】
東北大学 大関研究室 (担当: 小林) 問合せフォーム: <https://forms.gle/AYfKRhmLB2w17z8D9>

東北大学量子ソリューション拠点発の公開伴走型生配信授業がやってくる! 第一弾は **熊本大学** !!

東北大学の名物教授 大関真之先生の **高校生でもわかる** 講義で量子アニーリングをマスターしよう!
グループワークでご自身の研究内容を発展! さらに **量子コンピュータを導入!** 独自の研究を展開しよう!
高校生から **社会人まで** 課題解決に挑戦してみよう! みんなの力で **熊本大学に量子拠点** を作ろう!

1. 熊本大学の研究に量子コンピュータを! 東北大学量子ソリューション拠点が支援

2. 熊本企業様も量子コンピュータを! 独自量子ソリューション制作の支援

3. 熊本大学の学生も量子コンピュータを! 熊本大学にみんなが集まる量子拠点を!

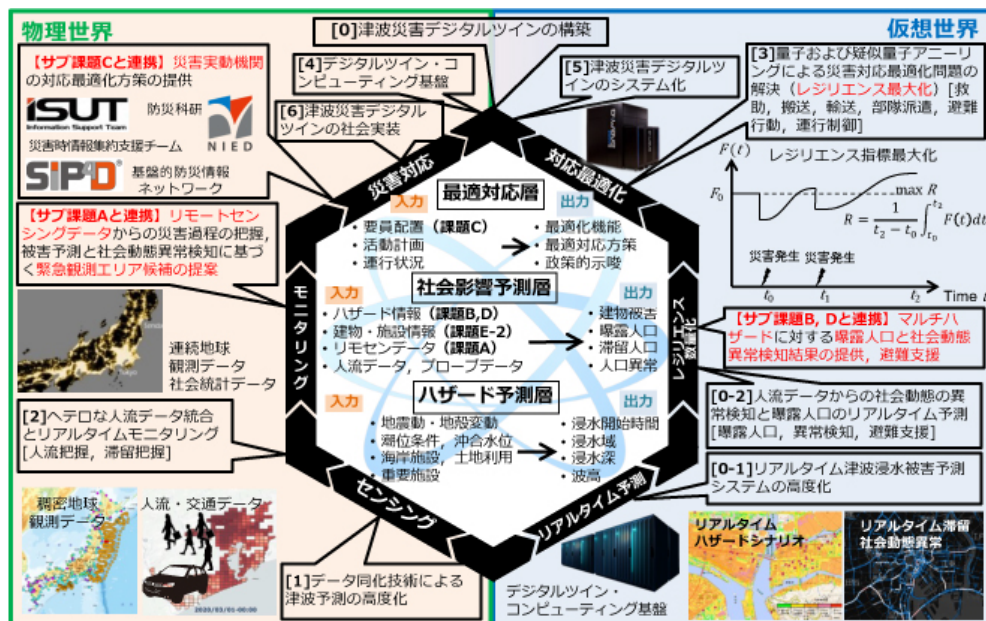
主催: 熊本大学
共催: 東北大学大学院情報科学研究科 / 東北大学量子ソリューション拠点

ワークショップ「QI4U」のポスター

上記のような活動を主導する当研究科の大関真之教授は、大学発ベンチャー「株式会社シグマアイ」の代表取締役としても、多くの企業と事業化を見据えた共同研究を展開している。また、様々なメディアへの出演や寄稿などに応じ、広く社会に向けて知識や技術の普及に尽力している。担当する授業の多くを YouTube Live により公開配信しており、オンラインの利点を最大限に活かし、視聴者の質疑にも時間延長を厭わず回答している。その評判が学内外へ広まり、視聴数は平均して1,000人を超えており、量子アニーリングのプログラミング講座では5,000人を超えることもある。YouTubeチャンネルの登録者は7,000人に迫り、大学教員でありながらTop 3%クラスのYouTuberとなっている。量子コンピューティング理論の展開と社会実装の業績により「KDDI Foundation Award 2023」を受賞した。

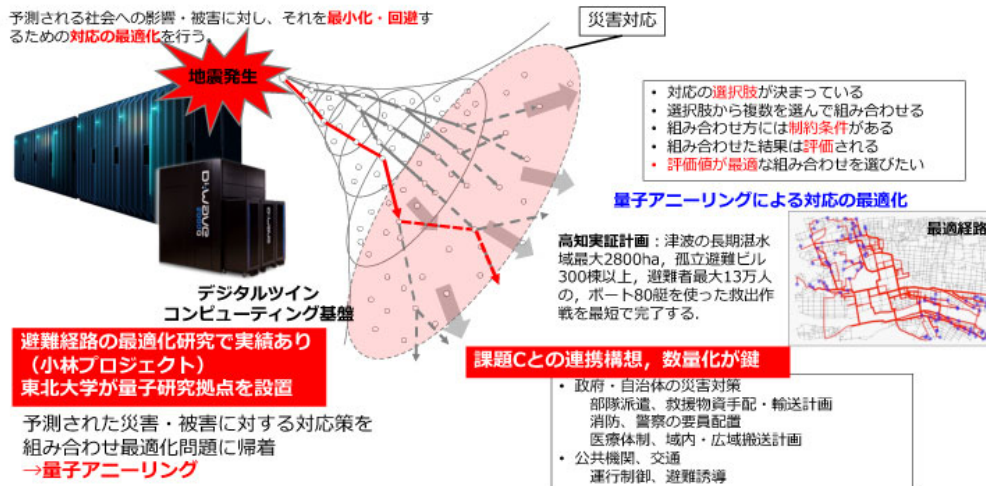
また小林広明教授は、日本を代表する計算機科学の有識者として、文科省の科学技術・学術審議会情報委員会の委員をはじめ、様々な要職に就いて科学技術政策に貢献するとともに、高性能計算やその社会実装に関する研究で世界をリードしている。特に近年は高性能計算と量子コン

ピューティングを統合するハイブリッド計算の研究を開拓し、今年度はその高度化を進めるとともに多方面へ展開した。例えば、国産初の量子アニーリングマシンに関する NEC との産学共同研究や、光量子技術による量子イジングマシンに関する国際共同研究を開始した。また、JST「革新的な知や製品を創出する共通基盤システム・装置の実現：超原子座標構造の可視化による創業の革新」の支援も受けて、ソフトマテリアル開発のためのシミュレーションと AI の融合に関する学際連携研究で顕著な成果が得られた。さらに、「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」における課題「スマート防災ネットワークの構築」のもと、学際連携かつ産学連携によって、災害時に必要になる様々な緊急対応や体制構築を、量子および疑似量子アニーリングによって迅速に最適化する「防災減災デジタルツイン」の研究開発に取り組んでいる。このうち「リアルタイム津波浸水被害推計システム」は既に内閣府の防災システムとして実運用されており、今年度に適用範囲を拡張し、1月の能登半島地震でもその効力が実証された。また、本学とシカゴ大学の「Chicago-Tohoku Quantum Alliance」発足においても主導的役割を果たした。



「防災減災デジタルツイン」全体の概要

最適対応層



「防災減災デジタルツイン」における量子最適化部分の概要

当研究科の張山昌論教授は大関教授と共同で、ゲート方式の量子コンピューティングを古典コンピュータで模擬できる高速シミュレータを開発している。特に、GPU や FPGA を駆使することで、用途に応じて柔軟に運用できる高速シミュレータの利用環境構築に取り組んでいる。そうして小口でも安価に量子ソルバーの高速シミュレーションを提供することで、誰もが手軽に量子技術を学び、自由な発想で量子アプリ等の開発に挑戦できる未来社会の実現を目指している。特に今年度は、この取り組みに民間企業の参画を迎え、自動搬送ロボットの制御システムへ適用する共同研究を開始した。

[「量子ソリューション拠点」の概要.png](#), [公開講座「QC4U2」の様態.png](#), [ワークショップ「QI4U」のポスター.png](#), [「防災減災デジタルツイン」全体の概要.jpg](#), [「防災減災デジタルツイン」における量子最適化部分の概要.jpg](#)

3. 統計科学とデータサイエンスを基盤とした学際研究の展開

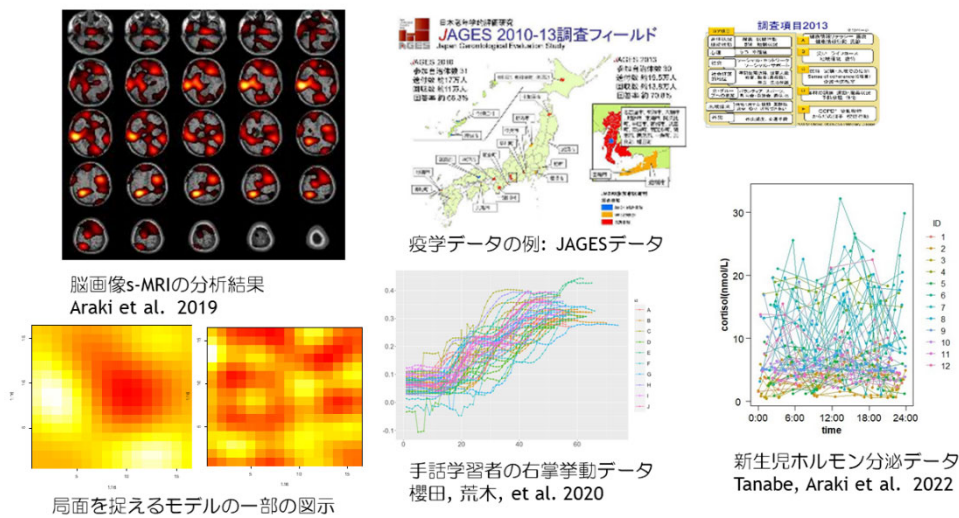
「研究」

No.01 (1)-1 「高等研究機構」を頂点とした横断的分野融合研究を戦略的に推進するための三階層「研究イノベーションシステム」の一層の充実, No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.19 (1)-2 データ駆動型研究とオープンサイエンスの展開, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

近年、学術研究や産業や社会のあらゆる分野で、溢れるデータの分析と活用が大きな懸案となっており、課題解決やイノベーションの鍵として、統計科学やデータサイエンスの役割が益々大きくなっている。こうしたなか情報科学研究科では、理工系・生命系・人文社会系にわたる極めて多様な研究者を擁し、それぞれの分野の知見に統計科学やデータサイエンスの手法を取り入れ、様々なデータ駆動型研究を展開している。そうした取り組みの例を以下に挙げる。

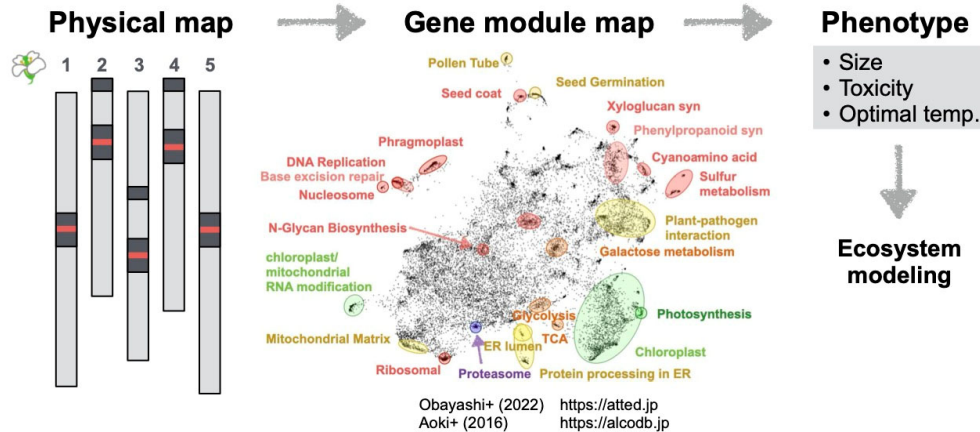
当研究科の荒木由布子教授は、統計科学の理論をデータサイエンスと調和させながら発展させるとともに、他分野や産業界への応用に取り組んでいる。特に、近年の複雑多様化した、時空間の変動に伴い変化する新たな複雑系データの分析手法開発に着目している。具体的には、関数データ解析による新たな統計モデルとその体系化について研究し、今年度は新たに、学振の基盤研究(B)と、学術変革領域研究(A)の公募研究に採択され、データの多層構造の記述法に関わる幾つかの重要な知見を得た。これに基づく今後の研究により、高次元データのもつ情報量を最大限に活かす多変量解析法の体系化が期待される。そして、これまでの統計モデルの開発成果をもとに、医学臨床分野・保健行政分野、認知科学分野、さらには自動車・IT産業などの膨大な時空間データを対象に、有益な情報を効果的に抽出するオーダーメイド型モデル開発の共同研究を推進している。



これまでに統計モデルを適用した複雑系データの例

当研究科の大林武教授は、生命科学分野でデータ駆動型研究に取り組んでいる。特に、本学で今年度に設置の「変動海洋エコシステム高等研究所」に準備段階から参画し、海洋生物のゲノムと環境データの複合的な解析を担当し、同研究所が擁する海洋生物学と海洋物理学をデータサイエンスで繋ぐ大役を担っている。また、広範な生命科学の研究基盤である遺伝子共発現データベースの構築に長年尽力しており、今年度は新たに JST の統合化推進プログラム「非モデル植物のための遺伝子ネットワーク情報活用基盤」に採択され、データベースの拡充とともに分析ツールの開発も進めている。一方で、学振の国際共同研究加速基金「人間活動に伴う植物の短期的適応進化の学際統合的理解」では、人文科学の研究者と連携し、地域の言語や文化に関わる学際研究を推進している。

From Genome to Ecosystem Modeling



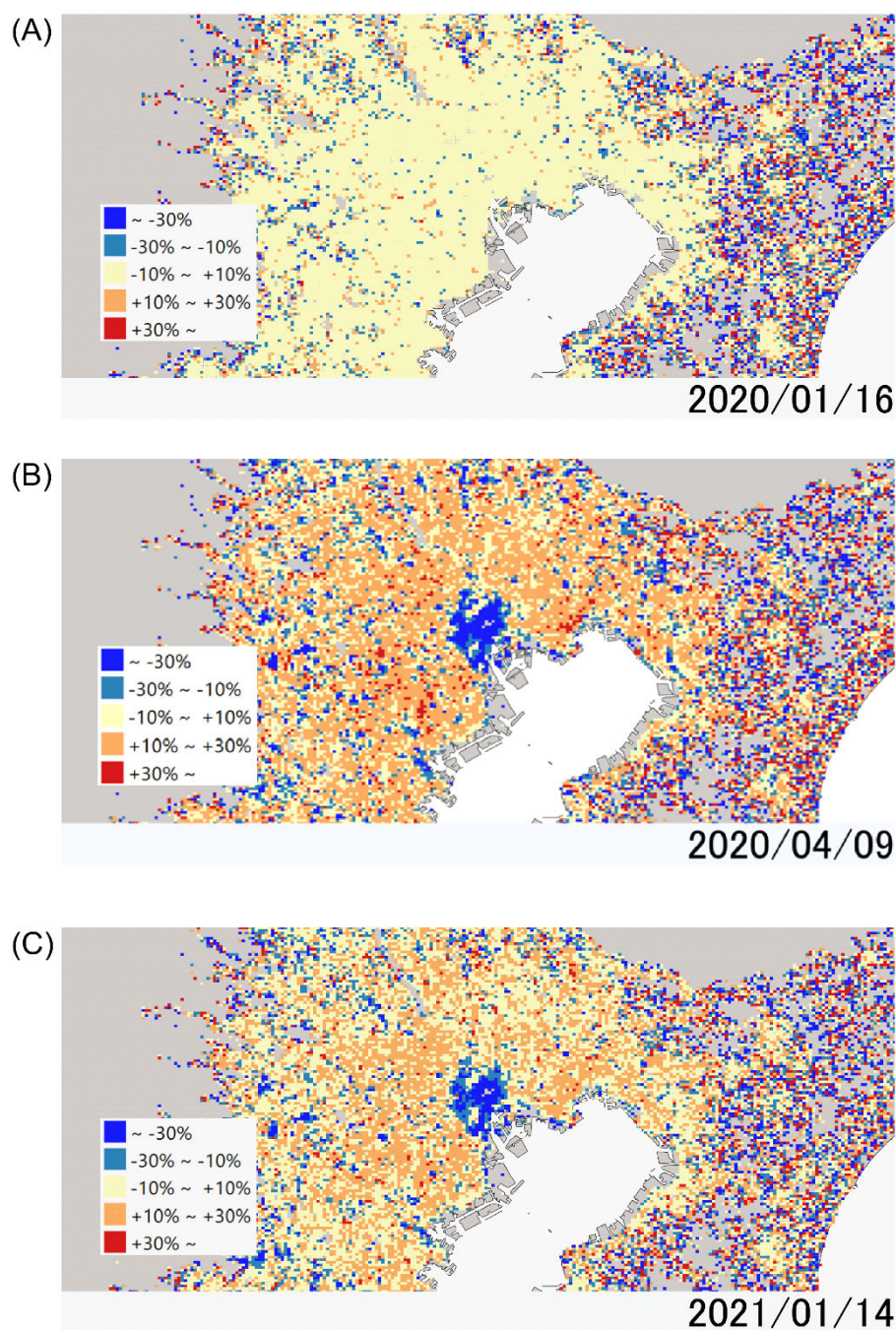
TOHOKU UNIVERSITY & JAMSTEC

Advanced Institute for Marine Ecosystem Change [WPI-AIMEC]

9

ゲノムデータをもとに生態系の理解を目指す研究手法の概要




当研究科の藤原直哉准教授は、社会科学分野でデータ駆動型研究に取り組んでいる。主に地理空間での人々の流動(人流)を複雑ネットワーク科学の見地から研究しており、COVID-19の感染と人流の変化の関係など、社会情勢と関係した分析を行っている。今年度は、人流の特性を考慮した新たなモデルを考案し、より現実的な人流が再現されることを確認した。また、近年は、感染症対策に人流データを活用するための研究も推進している。具体的には、独自開発したアプリを用いて協力者の携帯端末から人々の接触頻度やその地理的特徴について情報を収集し、統計分析を行っている。これらはそれぞれ多様な分野の研究者との学際共同研究である。さらに今年度は、地方衛生研究所などと連携し、公衆衛生の現場において人が行っている、検体に存在するウイルス同定を機械学習で自動化するなど、新たな分野でも社会貢献を目指している。



コロナ禍の人流パターンへの影響を示す首都圏の滞在人口の変化 (Tsuboi, Itoh, Fujiwara, PLoS ONE 17(10): e0276741 (2022), ライセンス:CC BY4.0)

以上のような、統計科学とデータサイエンスを基盤とした学際研究の展開を加速させるため、2024年度の早期に研究科の重点プロジェクトの1つに位置付けて「統計科学研究センター」を設置しようと、荒木教授が中心となって準備を進めている。そのメンバーには大林教授と藤原准教授のほか、数学・計算機科学・人工知能・情報通信・認知心理学などの分野から、当研究科を中心に他部局も含む教員20名が参画を予定している。今後は、学内外の関連組織との連携も深めつつ、大型外部資金を導入するなどして研究拠点形成を目指す。

センター設置に先立って準備的な活動を既に開始しており、その一環として「統計科学セミナー」を4回と、シンポジウム「統計科学・機械学習・情報数学の最前線」を1月の2日間にわたって開催した。特にシンポジウムでは、応用統計学・バイオ統計学・数理統計学・材料科学・生命科学・宇宙理論・経済学・ファイナンス・認知科学・社会科学など、多様な分野の研究者67名の参加を得て、それぞれの研究動向や新たな方法論や応用例について意見交換を行った。

 [これまでに統計モデルを適用した複雑系データの例.png](#),  [ゲノムデータをもとに生態系の理解を目指す研究手法の概要.jpg](#),  [コロナ禍の人流パターンへの影響を示す首都圏の滞在人口の変化.png](#)

4. 未来社会を担う人材を育成する国際共修環境の実現

「教育」

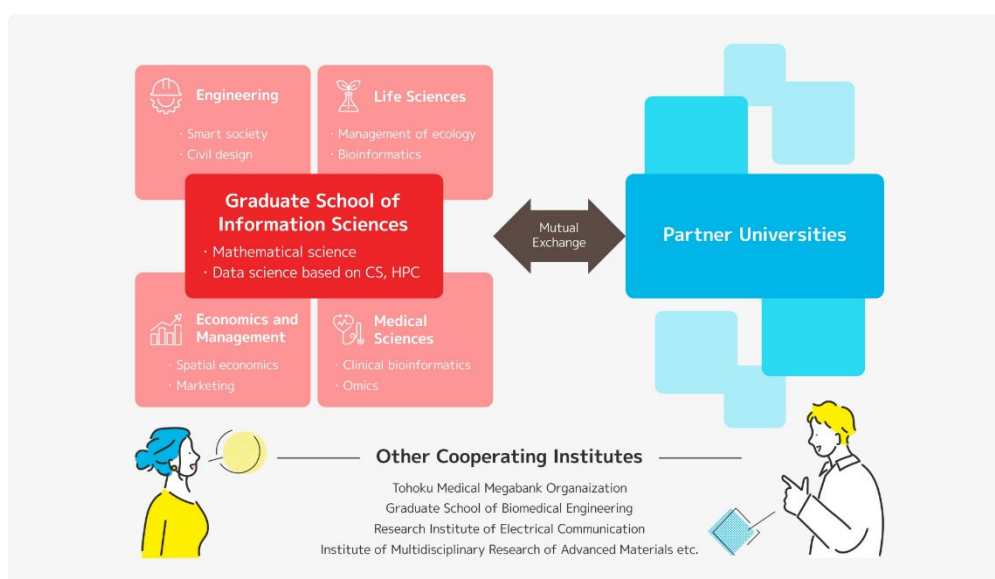
No.02 (1)-2 卓越した研究を基盤とした国際共同教育の深化, No.11 (1)-4 AIMD(AI・数理・データ科学)教育の推進・展開, No.14 (3)-1 あらゆる境界を越え、創造的で活力のある研究者・高度専門人材を育成する大学院教育の展開, No.16 (4)-1 世界から学生を惹きつける最先端の国際プログラムの開発・提供等, No.17 (4)-2 オープンでボーダレスなキャンパスにおける国際共修の展開

実績報告

情報科学研究科では、文科省の「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」のもと、留学生のための一連の大学院プログラムを運営している。2021年度に開始した現行のプログラム「AI, Quantum Computing, Data Science (AIQDS)」では、今年度に修了生5名を輩出し、最後の入学生2名を迎えた。AIQDSは2024年秋をもって終了するが、依然として留学生のニーズは高く、世界各地から出願に関する問い合わせが絶えない。

そこで当研究科では、今年度に改めて文科省に申請して採択され、新たな大学院プログラム「Fostering human resources in new interdisciplinary fields in the Society 5.0 era (NIFS)」の準備を進めている。2024年秋の1期生入学に向けて既に募集と選考を終え、国費留学生4名と私費留学生4名の前期課程入学が決まった。また後期課程にもAIQDSから国費留学生3名の進学を受け入れる。NIFSでは、データサイエンスと人工知能や量子ソリューションなどの高度情報技術に加えて、倫理観や社会貢献意識なども重視して文理横断的なカリキュラムを提供し、学際的な知識と視野の涵養を図る。さらにイノベーションやアントレプレナーシップに関する独自科目や、産学連携による実践的なプロジェクトをとおして、他者と協力して実世界の課題を解決する能力を養い、持続可能な経済発展を支えて未来社会 Society 5.0 を創り上げていく人材の育成を目指す。

また、当研究科は2017年度から「データ科学国際共同大学院(GP-DS)」を基幹部局として運営している。これは、生命科学、経済学、医学系、工学研究科と理学研究科の数学専攻との学際連携により、データ科学の知見とともにリーダーシップと国際性を兼ね備えた人材を育成する総合的データ科学教育プログラムである。前期課程2年次からの4年間の一貫教育を基本としており、毎年度、博士前期課程学生10名と後期課程学生7名を上限として受け入れている。今年度末時点で前期課程に6名と後期課程に23名が在学している。今年度中に3名の学生が修了し、これまでの修了生は累計28名にのぼる。AIQDSやNIFSと在學生に重複はないが、講義・実習は一体的に運用することで両プログラムに国際共修環境を実現している。



GP-DS プログラム概要

GP-DS では様々な海外の研究機関と連携して教育・研究を推進しており、特に次表に挙げる大学とは学生の相互派遣などの実績があり、その一部とは Jointly Supervised Degree (JSD)や Double Degree (DD)の協定を締結している。今年度は 8 名の学生が米国、カナダ、スペイン、スイス、スウェーデン、ニュージーランドの各地に滞在して共同研究を行った。多くの講義・実習を英語で行っており、特にプロジェクト遂行型実習をカリキュラムに多く盛り込んでおり、多様な国籍の学生がチームを組んで諸課題の解決に取り組むことで、データ科学の知識や技術と共に国際性を身に付けることが出来る。

国・地域

台湾
オーストラリア
イタリア
ドイツ
スウェーデン
ベルギー
イギリス
イギリス
米国
米国
米国

研究機関名

国立精華大学
メルボルン大学
サクロ・クオーレ・カトリック大学
ゲッチンゲン大学
ウプサラ大学
ルーベン・カトリック大学
ブリストル大学
UCL
ケースウエスタンリザーブ大学
メリーランド大学
パデュー大学

GP-DS 在籍学生の研究成果は高く評価されている。今年度は、学術雑誌に採録や国際会議に採択されるなどした論文 30 報、受賞 6 件、その他の口頭発表等で 50 件の業績が上がった。

上の表のうちケースウェスタンリザーブ大学(CWRU)とは、共同シンポジウムを例年開催するなど、特に緊密に連携している。今年度のシンポジウムは東北大学にて8月の2日間にわたって開催し、CWRUを中心に海外から11人の研究者が来仙し、2人の研究者がオンラインにて参加した。共同シンポジウムの開催は来年度に第10回の節目を迎える。これを記念して論文の特集を編纂するため、既に本学とCWRUの研究者で編集委員会を組織し、寄稿論文の収集を開始した。それらを当研究科の国際誌「Interdisciplinary Information Sciences」の記念特集号にとりまとめて上梓する計画である。



CWRUとの共同シンポジウムの模様

さらに近年はゲッチンゲン大学とも連携を深めている。日独6大学アライアンス「HeKKSaGOn (ヘキサゴン)」によって9月にゲッチンゲンにて人工知能に関する大規模なシンポジウムが開催されたが、これに4人の研究者を派遣した。また、合わせて開催されたサマースクールにも1人の学生を派遣して交流を深めた。加えて、定期的なウェビナーの開催を継続している。そして更なる連携強化に向けて、2024年度の国際会議「eScience2024」内で共同ワークショップを開催する企画も進めている。

 [GP-DSプログラム概要.png](#),  [CWRUとの共同シンポジウムの模様.JPG](#)

5. 数理・データサイエンス・AI教育の縦横断展開の主導

「教育」

No.06 (2)-4 「社会とともにある大学」としての社会連携の強化, No.11 (1)-4 AIMD (AI・数理・データ科学)教育の推進・展開, No.12 (2)-1 未来社会に立ち向かうための基盤となる学士課程教育の新構築, No.13 (2)-2 現代的課題に挑戦する基盤となる先端的・創造的な高度教養教育の確立・展開, No.23 (3)-2 卓越した研究を基盤とした産業界等との共創教育の展開

実績報告

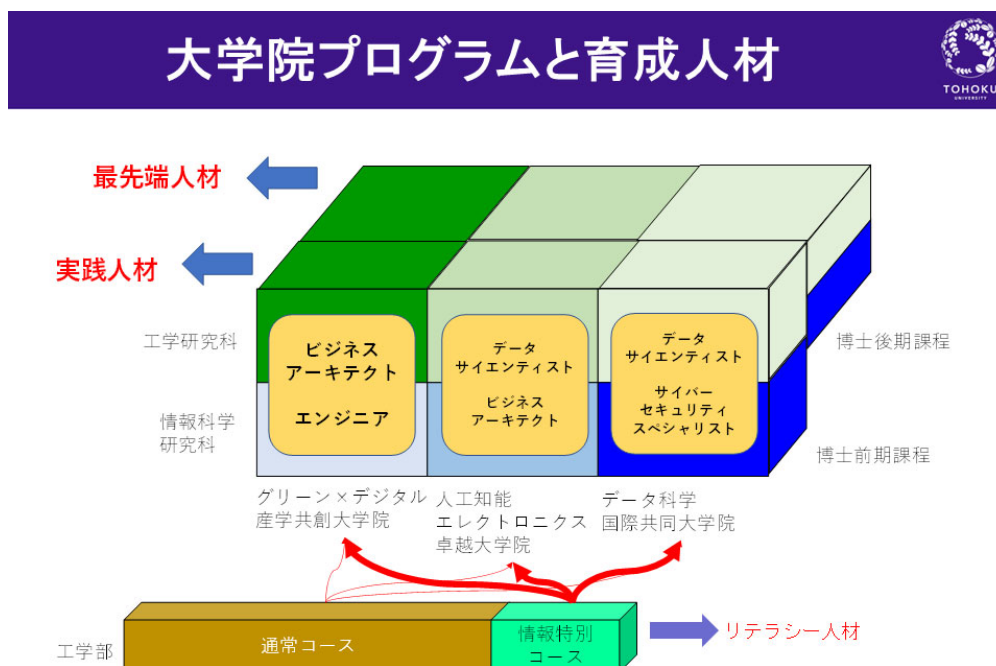
数理・データサイエンス・AI (AIMD) は分野を越えて身に付けるべきスキルや知識となっている。情報科学研究科は、本学における全学教育レベルから大学院レベル(詳細は NIFS や GP-DS

の取組に関する実績報告「未来社会を担う人材を育成する国際共修環境の実現」を参照)までの AIMD 教育において中心的な役割を果たしている。その実績や経験を基に、若手研究者養成やリカレント教育へと縦断的に、また、多様な専門分野の境を越えて横断的に、AIMD 教育を展開している。以下に、それらの中での特徴的な取組について述べる。なおこれらの取組の一部は文部科学省「数理・データサイエンス・AI 教育強化事業」に支援されており、2023 年 12 月に開催された同事業の「拠点コンソーシアム・拠点校エキスパート人材育成」発表会でも報告を行った。

全学教育科目のうち情報教育に分類される 40 科目のうち、13 科目を当研究科本務教員が担当しており、この数はデータ駆動科学・AI 教育研究センターと並んで最も多い。13 科目のなかでも特に、鈴木顕准教授が提供の「機械学習アルゴリズム概論」は、受講者が 1,000 人を超えており、今年度の全学教育貢献賞と総長教育賞のダブル受賞を果たした。また、STEM 教育に必須でありながら初学者教育の模索が続いてきた数理統計において、荒木由布子教授は「統計数理モデリング」を開講し、理論と共に実装を重視しながら、協調学習を促す工夫を行い、受講生から高い評価を得ている。さらに、専門科目と並行して学習可能な分野別 AIMD オンデマンドコンテンツの作成を行って学部専門教育にも貢献している。これらはさらに GP-DS などの大学院教育を経て、若手研究者養成へと階層的に積み重ねられている。若手研究者養成では、未踏スケールデータアナリティクスセンター(UDAC)と共同で「ドメインデータサイエンティスト養成講座」をオンラインで開講し、様々な分野(材料科学、創薬など)で AIMD による課題解決スキル養成を博士後期課程学生、企業技術者を対象に実施し、20 名弱の修了生に対してオープンバッジを授与した。

いまや AIMD スキル獲得の必要性は分野を越えて広く認識されており、GP-DS はその成り立ちから 6 研究科が参画する分野横断的な教育を志向しており、その教材やコンテンツは公開され、他研究科の大学院教育(生命科学研究科におけるバイオインフォマティクスなど)や国際共同大学院プログラムでも利用されている。このような分野横断的展開は共立出版教科書シリーズ「探検データサイエンス」としても結実しており、学内外で広く活用されている(伊藤健洋教授、篠原歩教授、荒木由布子教授が参加)。

本研究科が主導的な役割を果たしてきた先進的 AIMD 教育は、「大学・高専機能強化支援事業(大学改革支援・学位授与機構)」における「高度情報専門人材の確保に向けた機能強化に係る支援」への採択に結びついた。ここでは、AIMD の高度専門教育を受けられる「情報特別コース」を設置し、全学教育に始まり、それを種々の大学院教育における学位プログラムへと系統的に連接させ、AIMD スキルを備えた様々な分野の世界トップレベルの研究者・技術者を養成する体制を整えた。これに伴い、2024 年度以降、工学部で 40 名、当研究科の修士課程で 30 名、博士課程で 3 名の定員増が実現した。



1

「情報特別コース」と各種大学院プログラムによる人材育成の概要

当研究科では、文部科学省「情報技術人材育成のための実践教育ネットワーク形成事業 (enPiT)」を主導し、全国の連携大学との関係性を基盤として情報セキュリティ分野の最新技術や知識を体験的に習得できる「実践セキュリティ人材育成コース」を支援終了後も継続して実施してきている。その対象は、学部、大学院からリスク教育にまで及んでいる。今年度の全国の修了者数は、学部生向けの「Basic SecCap」コースで 208 名、大学院生向けの「SecCap」コースで 74 名、社会人向けの「enPiT-Pro」コースで 57 名にのぼる。本学に限っても「Basic SecCap」で 20 名、「SecCap」で 8 名が修了した。

社会人のリスク教育は急速に変化していくビジネストレンドの中でイノベーションを生み出し続けるために重要視されている取組である。当研究科とUDACは、文科省の「成長分野における即戦力人材輩出に向けたリカレント教育推進事業」のもと、企業・経済団体、自治体、東北経済産業局など多くの組織の協力を得て、今年度に「DX インフルエンサ養成講座」を開講した。この講座では、広く社会人の受講を無料で受け入れ、AIMD、クラウド利用、情報セキュリティを柱としたカリキュラムの下、DXの知識を学ぶとともに、「競い合い」と「教え合い」を促すように工夫されたProject-based Learning (PBL)にも取り組み、周りを巻き込みながらDXを推進するインフルエンサを養成した。修了者にはオープンバッジを授与した。無料の教育サービスでは安易な離脱が多くみられるなか、約5カ月間にわたる課程のうち、リテラシレベルを109名が受講して37名が修了し、高度専門レベルを29名が受講して14名が修了したことは、ニーズの高さと開講の意義を示している。この取組は注目を集め、コエテコカレッジGMO BLOGにインタビュー記事が掲載された他、AWSの教育利用として事例紹介された。また、当研究科が主導して2021年に設置した共創研究所「ブリヂストン×東北大学共創ラボ」では、ブリヂストン社のDXを支えるデジタル人材育成の共同プロジェクトを行なっている。今年度は、中級の受講生5人(前期2人、後期3人)のリスク教育を実施すると共に、上級のAI Expertの受講生10人(年度継続分も含む)を学内の研究室に共同研究者として受入れ、共同研究を遂行した。

プログラム概要

目的： 数理・データ科学・AI (AIMD) の基本と実際の課題解決に応用できる知識をオンデマンドやe-learningコンテンツを使って学びます。また、セキュリティに配慮してストレージおよびGPUなどのクラウド計算資源を編成し、AIMDアルゴリズムの実装や実データを用いた課題解決PBL (Project-based Learning, 実際のプロジェクト遂行を通じた学び) に取り組めます。これによりIT+AIMD+コンサルテーション=オールラウンドなDXインフルエンサ (DXで周りを元気にできる人) を育成します。

プログラムの特徴 競い合いと教え合い： 実業を持たれている社会人の方々に気軽に受講してもらうためにe-learningやオンデマンドコンテンツを多く取り揃えています。一方で、AIMDの学びにおいては、実際に手を動かしてアルゴリズムを実装したり現実の課題に取り組んだりする実習やPBLが欠かせませんが、そこでもオンライン環境でのグループワークを最大限取り入れています。効率的な学びを支援するために、受講登録・管理、学習進捗管理を自動化していきます。これは本プログラムの普及やスケールアップにも役立つと考えています。また、実習、PBLにおいては個々の「競い合い」と併せてグループとしてのパフォーマンスを向上させる「教え合い」の工夫を評価します。これらのマインドがDXインフルエンサにとって重要だと考えるためです。修了にあたってはオープンバッジを付与し、獲得したスキルを世界基準の下で保証します。修了後もDXインフルエンサとしての活躍をフォローアップし、支援する体制を作ります。

	サイバーセキュリティ	クラウド利用	AIMD	実習/PBL
Stage3				JetsonとAWSを用いたAIシステム構築実習 (対面)
Stage2	情報セキュリティポリシー	クラウド実践	毎週学習 ディープラーニング Pythonによる データ駆動の分析	Kaggle課題 競い合いと教え合い
Stage1	情報セキュリティ概論	クラウド入門 Pythonの基礎と構造	データ科学基礎 人工知能基礎 統計/プログラミングの初歩	

参加登録・参加証発行 **統合学習プラットフォーム** 学習進捗管理・修了認定

3つのステージ (各ステージ30時間程度) から構成
 Stage 1 (DXスターター) ・・・・約100名
 Stage 2 (DXプラクティショナ)
 Stage 3 (DXインフルエンサ) ・・・・各30名弱が受講登録

修了者にはオープンバッジを授与！

「DX インフルエンサ養成講座」のプログラム概要

Jetsonを使ったウォーミングアップ

Jetsonにてデバイスへの文字の表示を制御。

文字が表示されていない状態。 文字を表示した状態

取り組む問題

右図のような「きのこ」と「たけのこ」を動画として撮影して、リアルタイムでそれが「きのこ」なのか「たけのこ」なのか何も映っていないかを判定するシステムの構築。

実習中の様子

① 紙の上にきのこまたはたけのこを配置する。 ② 紙の上に置かれたたけのこ。 ③ このような配置にてウェブカメラが物体を撮影。

きのこを正確に検出できた場合。 角度を変化させてもきのこを検出できる。 たけのこを読ませた場合、このように検出に失敗する場合もある。

ステージ3では、Jetsonを利用した物体検出に取り組みます。ステージ2までで深層学習を利用した物体検出に関する技術を習得しますが、ステージ3ではそれらを実際のデータに対して活用します。ステージ3の受講者はステージ2のKaggle問題解決に参加している受講者と重複します。これまでに16人がステージ3に取り組み、2024年3月16日の最終発表会に向けて実習を進めている最中です。

「DX インフルエンサ養成講座」の実習課題の概要

[「情報特別コース」と各種大学院プログラムによる人材育成の概要.png](#), [「DX インフルエンサ養成講座」のプログラム概要.png](#), [「DX インフルエンサ養成講座」の実習課題の概要.png](#)

6. 教員の研究時間確保に係る取組

「教員の研究時間確保」

No.22 (3)-1 優秀な若手研究者の活躍促進, No.24 (4)-1 大学のミッションを遂行するための多様かつ柔軟な人事システム改革の実行

実績報告

当研究科では、教授会のほか様々な委員会やワーキンググループ等を組織して、増え続ける業務や課題に対応しているが、それでも所属教員の研究時間を確保すべく、運営の効率化に最善を尽くしている。感染症対策のためもあるが、ほぼ全ての会議をオンラインで実施し、可能ならメール審議のみで決議するなどして、会議時間の削減を図っている。従来なら教授会に諮られる重要事項も、予め執行部による運営会議や専攻長会議で方針を定めることで、最も多くの教員を巻き込む会議である教授会の所用時間を抑制している。

特に今年度は、人事プロセスの簡素化などの改革を断行し、教授会を昨年度までの年 5 回から 4 回に削減した。また運営会議は、2022 年 11 月から今年度にかけて削減を推し進め、2021 年度までは年 22 回だったものを、今年度は年 11 回に半減させた。そして 2024 年度には更なる効率化のため、運営会議と専攻長会議を同日開催にする方針を決めた。

当研究科では授業科目の多くを隔年で開講している。これにより、学生は 2 年間で多様な科目を受講できる一方で、同じ科目を毎年度開講する場合に比べて各教員の負担は半減し、延いては授業の質を高めることにもなる。

当研究科では研究目的での海外滞在を奨励しており、今年度は 2 名の教員がそれぞれ 1 カ月以上フランスや中国に滞在し、現地の研究者と交流しながら研究を推進した。