

## 【令和元年度実績】

### 1. タフ・サイバーフィジカル AI 研究センター設立、タフロボティクス研究に関する世界トップレベル研究

No.19 ①-1 長期的視野に立脚した基礎研究の充実

No.20 ①-2 世界トップレベル研究の推進

No.21 ①-3 国際的ネットワークの構築による国際共同研究等の推進

No.22 ②-1 経済・社会的課題に応える戦略的研究の推進

No.25 ③-1 新たな研究フロンティアの開拓

#### 計画

1. 無限定な実環境下で安定して機能するロボットやサービスを実現する知能とセキュアな計算基盤、すなわち、「タフ」なサイバーフィジカル AI を研究開発するためのセンターを、学内共同教育研究施設として設立した。
2. 社会ニーズに駆動された研究開発、産学連携による課題解決を通して社会に貢献、「世界リーディング・ユニバーシティ」(世界三十傑大学)を目指す。
3. 下記の4つの研究部門を設け、フィジカル(ロボティクス)、サービス(社会実装)を出口として、AI、HPC 計算などと一体化した研究に取り組む。
  - 1)AI 研究部門
  - 2)フィジカル研究部門
  - 3)HPC・計算モジュール研究部門
  - 4)サービス研究部門
4. 産官学民連携のオープン・クローズ協働体制による、社会や産業界の課題解決のための、オープンイノベーションハブとして、活動する。

#### 実績報告

タフサイバーフィジカル AI 研究センターを設立し、情報科学研究科、工学研究科、理学研究科、サイバーサイエンスセンター、ニッチェなどを本務とする教員が集まり、事業運営を行った(資料 1: プレス)。キックオフシンポジウムには 200 名を超える出席者があった(資料 2: プレス)。准教授 1 名、助教 2 名、特任教授 1 名を採用し、社会ニーズに駆動された研究開発を行うとともに、産学連携による課題解決を目指している。研究成果の一部を下記に示す。

##### 1)AI 研究部門

自然言語の意味を大量の言語データから統計的に学習し、ベクトルやテンソル等の分散表現で表現する分散意味論と呼ばれる新しい基礎研究を展開した。この中で今期は、複数の単語からなるフレーズの意味分散表現が構成単語の分散表現の加法構成で予測できることについて、そのメカニズムを世界で初めて数理的に解明することに成功している。(Google Focused Research Award(2019)(資料 3: Google Research のウェブページ)。Google AI for Japan(2019)(資料 4: Google Japan のウェブページ))

画像に写るシーンの意味を理解する「画像理解」の実現へ向けて、画像と言語という異なるモダリティの表現を効果的に融合する「Dense Co-attention ネットワーク」を提案した。1 枚の画像と、そこに映るシーンに関する自然言語の質問文のペアが与えられ、その質問に適切に答えるタスクに

適用し、最もメジャーなデータセットである VQA および VQA 2.0 において世界最高の精度を達成している。(10.1109/CVPR.2018.00637)

## 2) フィジカル研究部門

レスキューロボット分野を世界のパイオニアとして創成し、リーダーとして数千人の研究分野に成長させた。福島第一原発事故をはじめ、多数の災害にロボットが適用され、世界の安全安心に貢献し、感謝状を受領した。内閣府 ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジ PM を務め、国内外の学会から功績賞、業績賞、論文賞を受賞するなど、世界的に高く評価されている。(日本機械学会技術功績賞(2019)。科学技術分野の文科大臣表彰科学技術賞(2019)。ICRA Best Paper Award on Mechanisms and Design(2019)(資料 5: プレス)。九州北部豪雨災害でのドローンによる緊急消防援助隊の情報収集活動支援・人命救助・被害軽減貢献に対し消防庁長官感謝状受領(2018)。)

ビジュアルサーボは、カメラや 3 次元センサを利用してロボットプログラミングを省力化する技術である。ビジョンセンサ等を活用して産業用ロボット実用化のコスト削減と作業効率向上を目的とした技術開発である。さらに、その技術を顕微鏡ロボットによる神経活動計測や生物ナビゲーション解析に活用している。企業と協同で産業用ロボットシステムとして多くの特許を取得し、製品化している。(科研新学術領域代表(2016-2021)、日本ロボット学会フェロー(2019))

## 3) HPC・計算モジュール研究部門







リアルタイム津波浸水被害予測システムは、南海トラフ地震など M7 を超える大規模地震発生から 20 分以内に 10 メートルメッシュの高精度で沿岸地域の津波浸水被害状況をスーパーコンピュータによるシミュレーションで推定し、地図情報システムとリンクさせた可視化技術により、発生から 6 時間分の津波浸水被害状況を的確、かつわかりやすく内閣府(首相官邸)や自治体の防災担当者に提供する世界初のシステムである。本システムの研究開発に対して中心的役割を果たした研究者には平成 29 年度文部科学大臣賞「情報化促進貢献個人等表彰」が授与され、また同研究グループには平成 30 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(開発部門)授与されている。(文部科学大臣表彰科学技術賞(2019)、RTi-cast 設立(2018)、文科省次世代領域研究開発代表(2018))

## 4) サービス研究部門

交通流理論と AI 学習を用いて、移動体データと気象・地形データ等を融合解析し、リアルタイムに交通環境をモニタリングして、異常事象の「発見」と「予知」を行う手法を開発している。本取り組みは、民間企業 7 社および道路管理者との産官学連携で行われており、開発したリアルタイム可視化システムは、道路管理者に試用提供している。

東北インフラ・マネジメント・プラットフォームを通じて、開発技術の実装運用を支援し、取得された情報をデータベースに導入している。(EE 東北'19(2019)、メンテナンス・レジリエンス TOKYO2019(2019))

田所センター長とりまとめのセンターの実績を示す(第 8 回運営会議資料)。

 [tohokuuniv-press20190416\\_03web\\_AI.pdf](#),  [tohokuuniv-press20190719\\_02\\_web\\_tcpai.pdf](#),  [Focused Research Awards – Google Research.pdf](#),  [Google Japan Blog\\_ Google AI for Japan\\_ AI 人材の育成と技術活用促進を目指して.pdf](#),  [tohokuuniv-press20190826\\_01\\_crawler.pdf](#),  [第8回 TCPAI 運営委員会 資料.pdf](#)

---

## 2. Q+HPC データ駆動型科学技術創成拠点の設置と OI 機構の枠組みによる量子アニーリング産学連携体制構築

- No.19 ①-1 長期的視野に立脚した基礎研究の充実  
No.20 ①-2 世界トップレベル研究の推進  
No.21 ①-3 国際的ネットワークの構築による国際共同研究等の推進  
No.22 ②-1 経済・社会的課題に応える戦略的研究の推進  
No.25 ③-1 新たな研究フロンティアの開拓

### 計画

量子アニーリングの仕組みを利用した最適化問題への応用、可能な解候補を列挙するサンプリング、データの確率的生成構造を写し取る機械学習などを視野においた計算基盤を形成する。「Q+HPC データ駆動型科学技術創成拠点」が学際研究重点拠点の認定を受けたことから、産学連携によって量子アニーリングマシンを利用した社会課題解決を推進し、新時代を支える計算基盤とするためのソフトウェア開発を研究している。それと併せて、国内随一の拠点として利用講習会やワークショップを通じた人材育成を実施している。以上の事業に独自の産学連携体制を構築して取組んでいる。すなわち、量子アニーリング研究開発コンソーシアムを組織して広く普及活動を実施すると共に、オープンイノベーション機構と連携して有力参画企業(現在 4 社が参加の意思を表明している)との大型共同研究契約を取りまとめ、次年度以降本格実施する。

1. 東北大学発ベンチャー株式会社シグマアイと量子アニーリング研究開発コンソーシアムが、量子アニーリングマシンの利用に際して、1台のマシントイムの2割の利用契約を締結する(世界に1台しかないマシンの利用契約としては例外的措置である)。
2. 関係者向けに量子アニーリングマシンの利用方法のハンズアウト形式の講習会を開く。
3. 次世代量子アニーリングマシンの購入に向けて、研究実績の拡充、設置場所の実地検査を進める。
4. 次世代量子アニーリングマシンの共同開発を D-Wave Systems 社・シグマアイとの共同研究を通して推進する。
5. オープンイノベーション機構との連携により、さらに多くの企業との共同研究契約を締結する。
6. 企業との共同研究経費を活用して人的リソースの拡充を進める。

### 実績報告

量子アニーリングは、組合せ最適化問題および機械学習の質的改善や高速化が期待される技術である。本研究科では量子アニーリング研究開発センターを世界でも独自な取り組みとして設置して、多くの企業との共同研究を実施することで、基礎にとどまらず、それぞれの企業が事業化まで視野に入れた形で新規技術の発展に資する活動を展開している。大関准教授は、本センター

の立ち上げとともに若くしてセンター長を務め、企業の研究開発者や学生の指導、研究者を集め、非常に豊富な共同研究成果を築いている。

本研究活動の成果は、量子アニーリングおよび量子コンピューティング技術における国際会議 AQC2018、AQC2019 に本センター発足以来、口頭講演に採択され、D-Wave Systems 社の主宰する User Conference でも日本の代表として招待講演を行なっている。また研究成果のうち、株式会社リクルートライフスタイルズと Front. Comput. Sci., 16 (2019) を出版、株式会社デンソーと Front. Comput. Sci. 19 (2019) (10.3389/fcomp.2019.00002)、Scientific Reports 9 (2019) 2098:10.1038/s41598-018-38388-4 (資料 1: プレス) を出版するなど企業との成果の発表に積極的であり、既存の技術に甘んじることなく自ら新規技術 [Scientific Reports, 8 (2018) 9950:10.1038/s41598-018-28212-4、Scientific Reports, 7 (2017) 41186:10.1038/srep41186] の発表にも積極的であり、国際的学術水準の高さが伺い知れる。そこで開発した技術は、6件の特許 (特願 2016-171776、特願 2016-231278、2016、特願 2016-206265、特願 2017-117213、特願 2017-51554、特願 2017-51554) として権利化し、これらの技術をベースに東北大学発のベンチャー株式会社シグマイ、株式会社 Jij の設立にもつながっている。

量子技術への強い関心の中で、真に役立つ技術への進化を目指して独特の活動を行っている。2019 年には量子アニーリング研究開発コンソーシアム (T-QARD) を共同研究をともにする企業 (株式会社デンソー、京セラ株式会社、京セラコミュニケーションシステム株式会社、株式会社 NEC ソリューションイノベータ、株式会社 ABEJA) を中心に発足させた (資料 4: ウェブページ)。本事業を中核に日本初の量子アニーリングマシンの導入を目指すことを発表した (資料 2: プレス、資料 3: プレス)。また啓蒙活動にも積極的であり、一般読者向けの書籍、市民講演、出張授業なども行っている。






Q+HPC データ駆動科学研究拠点の重要な研究活動として「知のフォーラム 2021QCA」が採択された (2019)。研究実績はそのプレゼン資料によくまとまっているので添付する (知のフォーラム)。

2019 年の関連業績を以下にまとめる。

0. Kazuyuki Tanaka Masayuki Ohzeki Muneki Yasuda: Sublinear Computational Time Modeling by Momentum-Space Renormalization Group Theory in Statistical Machine Learning Procedures Springer Japan (7 Sep 2019) [DOI: <https://doi.org/10.1007/s12626-019-00053-1>]

1. Masayuki Ohzeki: Revealing capability of quantum annealer and its application to fully connected Ising model under review
2. Masayuki Ohzeki Akira Miki Masamichi J. Miyama Masayoshi Terabe: Control of automated guided vehicles without collision by quantum annealer and digital devices Front. Comput. Sci. 19 (2019) arXiv:1812.01532
3. Shuntaro Okada Masayuki Ohzeki and Shinichiro Taguchi : Efficient partition of integer optimization problems with one-hot encoding Scientific Reports volume 9 13036 (2019)
4. Naoki Nishimura Kotaro Tanahashi Koji Suganuma Masamichi J. Miyama and Masayuki Ohzeki: Item listing optimization for E-commerce websites based on diversity Front. Comput. Sci. 16 (July 2019) 10 pages [DOI: <https://doi.org/10.3389/fcomp.2019.00002>].

5. Masayuki Ohzeki: Message-passing Algorithm of Quantum Annealing with Nonstoquastic Hamiltonian Journal of the Physical Society of Japan Vol.88 Number.6 1-1 (17 April 2019) [DOI: <https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.061005>] arXiv:1901.06901
6. Tadashi Kadowaki Masayuki Ohzeki: Experimental and Theoretical Study of Thermodynamic Effects in a Quantum Annealer Journal of the Physical Society of Japan Vol.88 Number.6 1-9 (12 March 2019) [DOI: <https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.061008>] arXiv:1902.04709
7. Hasitha Muthumala Waidyasooriya Masanori Hariyama Masamichi J. Miyama and Masayuki Ohzeki: Openclbased design of an fpga accelerator for quantum annealing simulation J. Supercomput. Vol. 75 Article ID: 5019 (2019)
8. Shuntaro Okada Masayuki Ohzeki Kazuyuki Tanaka: Difference between Quantum Annealing by Imaginary-Time and Real-Time Schrödinger Equations of Grover's Search Journal of the Physical Society of Japan Vol.88 Number.2 1-6 (16 Jan 2019) [DOI:<https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.024803>] arXiv:1801.06297
9. Shunta Arai Masayuki Ohzeki Kazuyuki Tanaka: Dynamics of Order Parameters of Non-stoquastic Hamiltonians in the Adaptive Quantum Monte Carlo Method Physical Review E Vol.99 Issue.3 1-11 (14 March 2019) [DOI:<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.99.032120>] arXiv:1810.09943
10. Shuntaro Okada Masayuki Ohzeki Masayoshi Terabe Shinichiro Taguchi: Improving solutions by embedding larger subproblems in a D-Wave quantum annealer Scientific Reports 9 Article number: 2098 1-10 (14 Feb 2019) [DOI:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-38388-4>] arXiv:1901.00924
11. Shuntaro Okada Masayuki Ohzeki Kazuyuki Tanaka: Phase Diagrams of One-Dimensional Ising and XY Models with Fully Connected Ferromagnetic and Anti-Ferromagnetic Quantum Fluctuations Journal of the Physical Society of Japan Vol.88 Number.2 1-1 (11 Jan 2019) [DOI:<https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.024802>]

 [tohouuniv\\_press\\_20190215\\_01\\_TohokuDENSO\\_web.pdf](#),  [tohouuniv-press20191021\\_03web\\_SI.pdf](#),  [tohouuniv-press20191125\\_01web\\_Com.pdf](#),  [T-QARD.pdf](#),  [知のフォーラム slides2019-MO1127.pdf](#)

---

### 3. 数理・データサイエンス・AI 教育に関する全学横断的貢献

No.03 ②-2 大学院教育の充実

No.19 ①-1 長期的視野に立脚した基礎研究の充実

No.20 ①-2 世界トップレベル研究の推進

No.21 ①-3 国際的ネットワークの構築による国際共同研究等の推進

No.35 ②-1 社会連携活動の全学的推進

No.36 ②-2 知縁コミュニティの創出・拡充への寄与

#### 計画

1. 初学者向け文理横断的教育:平成 31 年度から、文科省政策課題「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の協力校として「データリテラシ共通教育基盤」プログラムを開始した。それによって、データサイエンスを活用するためのリテラシ及び基礎技能に関する

系統的カリキュラム及び教育体制を全学横断的に構築する。また、北海道・東北地域の大学間コンソーシアムを通じて広くカリキュラムや教材などに関する情報を共有する。

2. 先進プログラム: 東北大学挑創カレッジ「コンピューショナル・データサイエンスコース」において、意欲ある学部初年次向けに機械学習・プログラミング・AI などに関する先進的な授業科目を提供する。
3. グローバル大学院教育: 情報科学研究科をハブとして工学研究科、経済学研究科、生命科学研究所、理学研究科、医学系研究科、医工学研究科を連携させ、前期後期課程一貫のデータ科学国際共同大学院(GPDS:平成 29 年度開始)および国費外国人留学生優先配置プログラム(DSP:平成 27 年度開始)をカリキュラムを共有しながら並行的に実施している。日本人学生と外国人留学生の実践的共修環境を実現し、データ科学のグローバル教育を実現する。
4. 数理・データ科学・AI(AIMD)教育の縦横断的展開: 上記計画項目1から3の成果を基盤として、分野を越えて、初学者から学部専門教育、博士前期・後期課程に至るまで系統的なカリキュラムの下、自らの専門性に加えて AIMD リテラシーを駆使できる高度専門人材から主導的な研究者まで社会的な人材需要に応える全学的な教育体制を構築する。

#### 実績報告

1. 初学者向け文理横断的教育: 初学者向けの AI・数理・データ科学(AIMD)教育強化の基幹部局として、文科省政策課題「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の協力校として「データリテラシー共通教育基盤」プログラム(令和1~3 年度)を開始した。学務審議会の下に設置されたデータリテラシー共通教育基盤運営委員会が責任をもち、委員長を情報科学研究科が務めるとともに、データ駆動科学・AI 教育研究センター(9 月までは、教育情報基盤センター)と協力してカリキュラムの立案と施策の実施体制を作った。

令和 1 年度直前に公表された本学の方針「全ての新入学生に対し AI・数理・データリテラシー教育を実施(2020 年度スタート)」を受けて、従来科目「情報基礎 A」「情報基礎 B」の改編を行い、Python を第一推奨言語として初等的な統計知識(高校レベル)をもとにデータ分析を実感する内容を含めるようにシラバスを改訂し、新入生全員が履修できるように開講コマの調整を行った。(1 年度を受講生は、1 学年 2400 名中 2200 名(91%)であったところ、2 年度からはほぼ 100%の受講率を達成している。)

前年度までは文系初学者向けには提供がなかった数理統計学を主題とする新規科目「数学概論 D」(統計リテラシー)を2クラス新設した。本科目の受講者は看護学専攻 69 名(当該専攻の 99%)と一般文系 13 名であった。これによって、1 学年 2400 名中 1060 名(44%)が全学教育科目の数理統計学を受講した。さらに、Python による統計学入門の短編ビデオ教材を制作して、数理統計学の補助教材とすることで授業内容の現代化を図った。より多くの学生に学習機会を提供できる体制を整備して、2 年度から農学・生命科学系向け「数理統計学概要」を新設している。

2. 先進プログラム: 令和 1 年度から東北大学挑創カレッジが開校され、3 コースのうちの 1 つ「コンピューショナル・データサイエンスコース」を情報科学研究科が基幹部局として担うこととなった。挑創カレッジ科目として「実践機械学習 I」「実践機械学習 II」「機械学習アルゴリズム概論」「AI をめぐる人間と社会の過去・現在・未来」を新設し提供した。初学者向けの AI 基礎科目とし

て本学初となる演習科目「実践機械学習」では 60 名の受講者があり、その先導的な取り組みが評価され、担当者は総長教育賞を受賞した。なお、本科目は好評であり、2 年度は受講生が 120 名超となり演習クラスを維持するための体制強化が必要になっている。また、「データリテラシ共通教育基盤」プログラムによって准教授 1 名を採用し、AIMD 教育強化に関わる企画・運営を担当するとともに、「機械学習アルゴリズム概論」を担当し、ビデオ教材制作や教科書執筆など教材の開発にもあたった。

3. グローバル大学院教育: 情報科学研究科をハブとして工学研究科、経済学研究科、生命科学研究科、理学研究科、医学系研究科、医工学研究科が連携して、前期後期課程一貫のデータ科学国際共同大学院 (GPDS: 平成 29 年度開始) および国費外国人留学生優先配置プログラム (DSP: 平成 27 年度開始) を並行的に実施して、受講生数も着実に増加している。両プログラムによる授業科目を一般学生にも開放することで、日本人学生と外国人留学生の実践的共修環境を実現している。詳しくは「学際的環境におけるデータ科学グローバル人材育成」を参照。また「未来型医療創造卓越大学院プログラム」(医学系研究科) と「人工知能エレクトロニクス卓越大学院プログラム」(工学研究科) に対して、授業科目を提供(「未来型」対象に 8 科目、「人工知能」対象に 29 科目)するとともに運営に参画している。1 年度は情報科学研究科の学生 2 名が本プログラム生として採用されている。

4. AI・数理・データサイエンス (AIMD) 教育の縦横断的展開: 上記計画項目 1~3 の成果を基盤として、学部専門レベルを対象とする「数理・データサイエンス・AI の工学系ダブルメジャー教育基盤」プログラムを 2 年度から特定分野協力校として開始するに至った。こうして、自らの専門性に加えて AIMD リテラシを駆使できる高度専門人材から主導的な研究者まで社会的な人材需要に応える全学的な教育体制の基礎が構築できた。今後は、分野横断的にデータサイエンスを活用するためのリテラシ及び基礎技能に関する系統的なカリキュラム構築や教材開発を進める。また、「学都仙台単位互換ネットワーク」による授業科目の学外開放、「数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム: 北海道・東北ブロック」の協力校として教材共有や各種情報交換、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度」への対応を進めている。取組みの詳細については別添資料(1025-i3-9\_AIMD 教育の取組(2019))を参照。

 [1025-i3-9\\_\(特\)AIMD 教育の取組.pdf](#)

---

## 4. 学際的環境におけるデータ科学グローバル人材育成

No.03 ②-2 大学院教育の充実

No.07 ②-6 世界を牽引する高度な人材の養成

No.11 ①-4 教育の質の向上方策の推進

No.42 ①-3 グローバルネットワークの形成・展開

No.43 ②-1 外国人留学生の戦略的受入れと修学環境の整備

No.44 ②-2 本学学生の海外留学と国際体験の促進

No.45 ②-3 異文化の理解と実践的なコミュニケーション能力の養成

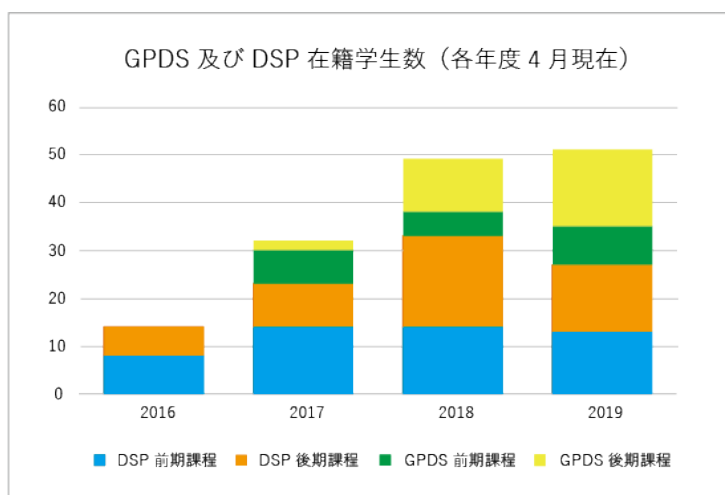
No.46 ③-1 国際通用性の向上

### No.47 ③-2 先端的教育研究クラスターの構築 計画

1. データ科学国際共同大学院(GPDS)の運営
2. 国費留学生優先配置プログラム「先端研究・教育プログラムと連携したデータ科学実践人材の育成」(DSP) の実施
3. 日本学生支援機構(JASSO)海外留学支援制度(短期派遣)プログラム「データ科学実践力養成のためのグローバル派遣プログラム」の実施

#### 実績報告

1. データ科学国際共同大学院(GPDS)の運営: 情報科学研究が基幹部局となり、生命科学, 経済学, 工学, 医工学, 医学系, 理学研究科等の研究科が連携して運営しているグローバル人材育成の大学院プログラムである。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, 後期課程学生 7 名を上限として受け入れている。本プログラムは平成 29 年 4 月より開始され、令和 1 年 3 月に初の修了生を送り出した。現在は前期課程学生 7 名, 後期課程学生 22 名が在籍している。海外連携機関における 6 か月以上の長期滞在やデータ科学に関するプロジェクト遂行型実習を含むカリキュラムに特徴がある。別添資料(1025-i3-6\_(特)GPDS 詳細説明.pdf)も参照。



海外連携機関数は毎年増えており、ケースウエスタンリザーブ大学(米, CWRU)、メリーランド大学(米)、パデュー大学(米)、オハイオ州立大学(米)、国立精華大学(台)、ウプサラ大学(瑞)、サクロ・クオーレ・カトリック大学(伊)、ルーベン・カトリック大学(白)、ゲッティンゲン大学(独)、ブリストル大学(英)、UCL(英)等となった。このうち、CWRU, 国立精華大学, ウプサラ大学とは jointly supervised degree(JSD)の、ルーベン・カトリック大学とは double degree(DD)の協定を締結している。

GPDS の学生の長期派遣プログラムとして令和 1 年度には、オハイオ州立大学、シンガポール国立大学、メリーランド大学、パデュー大学、ニューヨーク州立大、サクロ・クオーレ・カトリック大学に博士後期課程学生が滞在し共同研究を実施した。学生派遣を契機とした国際共著論文(Terashi G, Kagaya Y, Kihara D, Journal of Chemical Information and Modeling, 2020)が出始めた。さらに、2年度のエッジヒル大学, インド工科大学, ウルム大学, イーストアングリア大学への派遣に向けた準備を行った。



令和1年度には、CWRU から Roger French 教授を本プログラムでは初となる客員教授として招き、大学院講義「Information Technology Fundamental」を開講した(1年5~7月)。さらに、CWRU とは平成28年度より、毎年、共同シンポジウムを隔年の持ち回りで開催しており、1年度はCWRUにて実施し、GP-DSからは7名の教員と5名の学生を派遣した。

HeKKSaGOn(日独6大学学長会議)を契機として、ゲッチンゲン大学の開催するデータ科学サマースクール(平成30年度開始)に協力するとともに、1年度は学生3名を情報科学研究科より派遣した。HeKKSaGOnが定期的で開催している遠隔セミナー(Webinar)にも参加し講演した。国際的な研究ネットワークの強化が図られている。

2. 国費留学生優先配置プログラム「先端研究・教育プログラムと連携したデータ科学実践人材の育成」(DSP)の実施:平成27年度に開始され、平成30年度より発展的に新たなプログラムとして継続している。上述のGPDSと連携して、英語を主言語とする国際的な共修環境を実現している。さらに、一般学生の参加を妨げない運用をすることで、研究科全体の国際共修環境の質の向上に大きく寄与している。

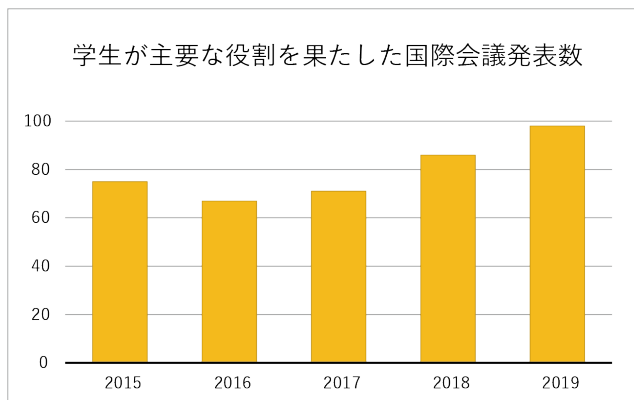
令和1年度には博士前期課程学生を5名、博士後期課程学生を3名、受け入れた。また、3名の修了生を送り出した。現在、私費および国費留学生を合わせ、前期課程学生9名、後期課程学生25名が在籍している。

NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発(次世代人工知能技術の日米共同研究開発)」(H30年度~)の下で実施している「人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発」と連携して、つくばで行われたイノベーションハブ会議(1年6月)にてCWRUとの連携関係およびプロジェクトについての報告を行い、クリーブランドにて開催したGPDSおよびCWRUの共同シンポジウム(1年8月)においてもプロジェクトのについて研究発表を行った。

3. 日本学生支援機構(JASSO)海外留学支援制度(短期派遣)プログラム「データ科学スキルアップのためのグローバル派遣プログラム」の実施:本プログラムには継続的に採択されており、令和1年度にはGPDSの在籍学生を中心に研究科在学生7名を海外に派遣した。予算的上限はあるものの派遣実績は増加傾向にある。さらに実効性をあげるために、平成30年度からは海外インターンシップとしての単位取得を積極的に奨励して、平成30年度4件、令和1年度6件となっている。

年度	2015	2016	2017	2018	2019
JASSOによる 派遣学生数	6	8	7	4	7

国際共修環境の整備とともに、学生の学会発表を奨励するための支援策を講じることで、学生が主要な役割を果たした国際会議発表数の増加などに効果が見え始めている。別添(学生が主要な役割を果たした国際会議発表数.png)を参照。



1025-i3-6\_(特)GPDS 詳細説明.pdf, 学生が主要な役割を果たした国際会議発表数.png,  
 GPDS-DSP.png

## 5. サイバーセキュリティの実践的人材育成とその横断的展開

No.01 ①-1 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.02 ②-1 学部専門教育の充実

No.04 ②-3 高度教養教育と専門教育との有機的連携

No.06 ②-5 社会人の学び直しの支援

### 計画

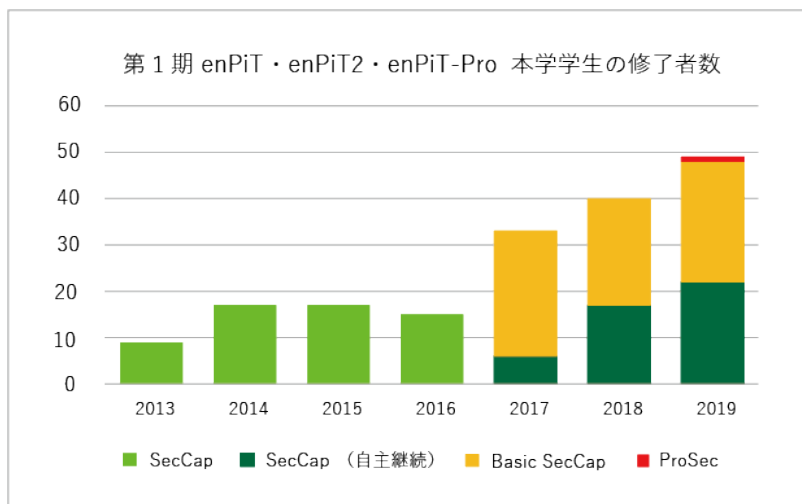
喫緊の課題であるサイバーセキュリティ分野の人材の育成を目標として、先進技術の知識に加え、理解・応用できる実践的能力の開発も含む人材育成を達成する教育を実施することを指向して、大学間連携による教育内容のダイバーシティと、産業界、あるいはセキュリティ関連団体との連携による実践的人材育成の教育コースを開発し実施する。これにより、ネットワーク、モバイルの進化や高度化する情報セキュリティの脅威を理解し、リスクマネジメントに必要な知識、基本的技術、実践力を備えた人材を育成する。

1. サイバーセキュリティ教育の充実
2. セキュリティ関連団体との連携による実践的人材育成
3. 学部向けセキュリティリテラシー教育の実施
4. セキュリティ教育の社会人社会人再教育への展開

### 実績報告

文科省支援の全国的教育プログラム「情報技術人材育成のための実践教育ネットワーク形成(第1期 enPiT)」(2011-2016 年度)セキュリティ分野の連携校として情報科学研究科では、2012 年度から連携 5 大学共同で大学院生を対象とした SecCap コースを開講した。大学間連携と産学連携により講義や演習科目を提供するとともに SecCap コースの運営に携わった。第1期 enPiT の終了と前後して、第3 期中期計画期間にあたる 2016 年度から同「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT2)」が開始され、本研究科における産学連携教育の充実にとどまら

ず、全国的展開による飛躍的な発展を遂げている。別添資料(1025-i3-5\_(特)enPiT 詳細説明.pdf)も参照。



1. サイバーセキュリティ教育の充実: 成長分野であり喫緊の課題であるサイバーセキュリティ分野の人材として先進技術の知識と実践的能力の育成を指向して、全国での機関横断的枠組みによる教育コースを開発し実施した。学部生対象の Basic SecCap コースでは、文科省 enPiT2 事業(H28～R2 年度)のセキュリティ分野に東北大学が中核拠点校として採択されて、広くサイバーセキュリティのリテラシーを教育する体制を整え、多くの大学・高専の多様性を活かし、全国配信の講義などにより連携してサイバーセキュリティ教育を主導している。元年度は、全国の41校により全体で427名の学生への教育を実施し、267名の新規修了認定により事業の年度目標を達成した。

活動指標	H28	H29	H30	R1	
修了学生数	繰越	213	325	267	
参加登録学生数	未集計	201	463	427	
連携校数	11	14	14	14	計41校
参加校数	6	10	23	27	
連携企業数	17	20	35	43	
参加教員数	35	84	122	124	

専門科目(総論)開講数	5	5	5	5	計 40 科目
実践教育科目(PBL 等)開講数	8	25	31	35	

令和1年度は、約40校の約400名の受講者と約40科目の履修から修了認定までを管理するために、履修登録・管理システムを整備し導入した。受講生はこのシステムで参加と履修希望科目を登録し、各校教員およびコース事務局の管理の効率化を図った。Basic SecCap コースの運営では、毎月の運営委員会で14連携校の教員が継続的に協議し、外部アドバイザー委員や連携企業・他大学の視察や授業評価も実施し、具体的なアドバイスやコメントの内容は全体で共有して、教育の質の向上や講義・演習・運営の改善を図っている。

他に、第1期 enPiT 事業(H24~H28)の大学院カリキュラム SecCap コースは補助期間の経過後も連携5大学と協調して運営していて、元年度は東北大学で22名の修了者を輩出した。また、enPiT-Pro 事業(H28~R3年度)に参加して社会人向けの ProSec コースを運営して、元年度は東北大学で1名が修了した。

2. セキュリティ関連団体との連携による実践的人材育成: Basic SecCap コースの連携企業(団体等や官庁を含む)は元年度に43社となり、講師派遣や演習環境、演習開発等、さまざまな形で連携している。例として、東北大学の「Cyber OPS 演習」はCisco社の技術者認定向けコースに準じて、SOCアナリストに必要な知識・スキルを学習できる。「クラウド・セキュリティ演習」は地域のテクノ・マインド社のデータセンターにおけるクラウドサービス運用をテーマとしたグループワーク教育である。

3. 学部向けセキュリティリテラシー教育の実施: Basic SecCap コースは、多様性と高品質、高効率を考慮して専門科目を重点実施校5大学が担当し、各連携校が特徴的な演習科目・先進演習科目を実施し、連携企業の協力も得て多様なPBL演習により実践的人材を十分な人数規模で輩出できる構造をとって、遠隔講義や演習を相互に提供した。

令和1年度はとくに、情報セキュリティ倫理教育の分野共通の教材開発を行った。学生のサイバー犯罪行為を防ぐことを目的として、各演習に先立って情報セキュリティの法律や倫理の教育も実施するようになった。さらに、受入れ受講者の拡大と演習の多様化を図って演習を追加し、専門科目5、演習科目・先進演習科目35(昨年度より4科目追加)の合計40科目を41の大学・高専間で開講した。前年度継続受講、一部受講、来年度認定予定を含めて427名が参加登録し、267名(うち、連携校168名、参加校56名、高専43名)(うち、東北大学は新規修了26名、前年度継続受講の上位認定10名、東北地区43名)の学生がコース修了認定を受けた。

4. セキュリティ教育の社会人社会人再教育への展開:セキュリティ人材育成の対象を社会人再教育へも広げる事業 enPiT-Pro(H28~R3 年度)に採択された社会人向けの ProSec コースに参加して、東北大学でセキュリティマインドメインコース、セキュリティマインドクイックコース(セキュリティ)、セキュリティマインドクイックコース(データ科学)のカリキュラムを元年度から本格実施し、東北大学で1名が修了した。さらに、地域 IT 企業のニーズ調査結果、授業公開と受講者募集を行った。

 1025-i3-5\_(特)enPiT 詳細説明.pdf,  enPiT.png