北海道大学
大学院情報科学院／大学院情報科学研究院

HOKKAIDO UNIVERSITY

NO.66
OCT. 2021

IST NEWS

第66号（令和３年10月号）

新原理コンピュータ

量子集積エレクトロニクス研究センター
教授　葛西　誠也

新原理コンピュータは、我々の身のまわりにあるノイマン型コンピュータとは異なるタスクを得意とする。高速・高精度演算ではなく、人間には手に負えない莫大なデータを俯瞰し総合的な判断をサポートする役割が期待されている（図1）。人の脳で例えると、従来型コンピュータは左脳、新原理コンピュータは右脳といえる。

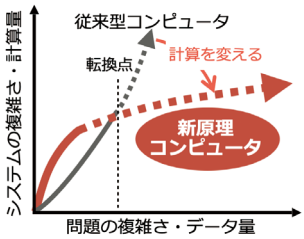

図１：従来型コンピュータと新原理コンピュータ

新原理コンピュータが急浮上してきた背景にはこのような「データの量的変化がもたらすコンピューティングの質的変化」に加え、「半導体トランジスタの微細化限界によるムーア則の終焉」がある。

ムーア則は、半導体の微細化により集積回路のトランジスタ数が年ごとに指数関数のペースで増加する経験則で、G.Mooreが1965年に提唱した。半導体業界では1990年頃からムーア則に沿った形でロードマップを定め、計画的に素子微細化を進めてきた。90年代後半、ロードマップのトレンドから2020年頃には素子サイズが原子数個になることが示唆され、新原理デバイス・システムの議論に火を付けた。そのような中、量子集積エレクトロニクス研究センターは将来の半導体微細化限界を打破する技術研究開発をミッションとして2001年に設置された。

2021年、かくして半導体微細化は5nm=Si原子９個に至り、限界目前である。ちなみに5nmの半導体技術を支える最先端微細加工用露光装置（EUV）を製造できるのはASLM（蘭）のみで、価格は1台150億円を上回る。2020年時点本装置を保有するメーカーはTSMC（台）、Samsung（韓）、Intel（米）の３社で、このうち実用的な歩留まりを実現できるのは唯一TSMCである。この構図が今の世界の最先端IT産業と安全保障を支えている。とにもかくにもこうした半導体微細化の限界は新原理コンピュータの登場を後押ししている。

現時点の新原理コンピューティングは、①量子系、②生物系、③物性系に大別される。①は主に量子ゲート方式（量子チューリングマシン）、②は人工ニューラルネットであり多くのAIが該当する。③はイジングマシンと呼ばれるマシン群でD-wave社の量子アニーリングや日立、東芝、富士通、NEC各社が取り組むデジタル型マシンである。D-waveは初の商用量子コンピュータであるが、計算原理は③である。量子コンピュータを取り巻く状況については富田章久先生の記事（2020年1月号）をご参照いただき、本記事では③の現状と②と③をまたぐ我々の取り組みについて紹介したい。

人工ニューラルネットの計算タスクが「機械学習」であるのに対し、イジングマシンは「最適化」である。これが物性に分類されるのは、計算原理が固体が磁石になるか否かの仕組みと結びついているからである。固体の磁性を決めるのはアップとダウンのいずれかの状態をとる結晶格子のスピンである。固体を加熱（アニーリング）して一旦スピンの向きをばらばらにし、その後ゆっくりと冷却すると、各スピンは互いに作用しながら全体のエネルギーが最小になるように自発的にアップかダウンを選択する。この様を「目的関数が最大になるように2値変数の値を決める」ことに当てはめ模倣したのがイジングマシンである。モノが然るべき状態へ変化する過程は無駄がなく、速やかな最適化が期待される。一方で課題もある。解くべき問題を格子の配置とスピン間の相互作用に置き換える必要があるのだが、これが極めて難しい。日立北大ラボは本課題解決に取り組んでおり、情報科学研究院の貢献も大きい。

脳をもたない単細胞粘菌が迷路を解くことを電子科学研究所の中垣俊之先生が2000年に報告した。イグノーベル賞受賞（2008、2010年）でご存じの方も多いと思う。私の研究室では粘菌の探す能力を電子回路上に創発させ、最適化問題を解くシステム「電子アメーバ」を生み出した（図2）。感覚的に固体中のスピンに対し問題を設定するより、粘菌に問題設定する方が容易な印象をもたれると思うが、その通りである。共同研究者であるAmoeba Energy社・慶応大の青野真士先生が、生物粘菌が迷路探索よりも難しい最適化問題を解くことを2013年に示した。これを受け我々も求解が難しい巡回セールスマン問題を電子アメーバで解くことを試み、昨

年論文公表した。思いがけず当該誌の2020 Top 100 in Physicsにランクされた。現在電子アメーバを機械学習と融合し自律ロボットの行動発達につなぐことを試みている。

先の秋季応用物理学会にてJSTの後援をうけシンポジウム「AIアクセラレータ-人工知能デバイスの新展開-」を企画した。延べ600名以上の参加があり、本分野に対する関心の高さが伺える。振り返ると、新原理コンピュータ研究における日本の貢献度は大きい。JSTも我が国の産業に資するよう施策準備を進めている（例えばhttps://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2020-SP-04.html）。他方、日本の研究開発は理論や設計論に重きを置きすぎ硬直化していると感じる。特に半導体分野である。最近では化学の研究者達が自由な発想で材料を活かした新原理コンピュータを作り、分野を賑わしている。今の潮目は正解が見通せる型にはまった方法論より柔軟な発想と跳躍力といえよう。

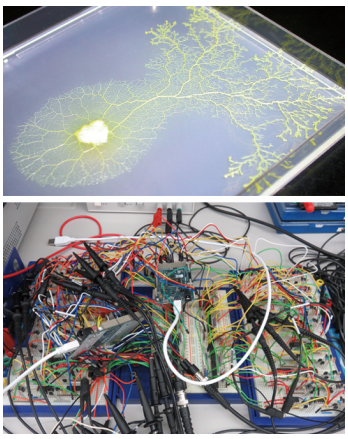

図２：生物粘菌（上）と電子アメーバ（下）

工学部オープンキャンパス開催報告

令和３年９月19日（日）から22日（水）に、北海道大学オープンキャンパスが開催されました。新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止への配慮から、本年度も、来学・来場による対面方式とはせずに、オンライン方式での実施となりました。19日には、工学部情報エレクトロニクス学科およびコースの紹介がオンライン（リアルタイム）にて開催されました。冒頭10分程度で、情報エレクトロニクス学科長の小野里雅彦教授による「学科紹介」が行われました。その後、生体情報コース、メディアネットワークコース、電気制御システムコースの各コース紹介が同時並行で実施されました。参加者は、約140名と盛況でした。また、情報エレクトロニクス学科集積ナノシステム研究室の浅井哲也教授による模擬講義「ものづくりと人工知能の近未来」、研究室体験として情報エレクトロニクス学科の８研究室による動画がオンデマンド公開されました。なお、オープンキャンパス終了後も、これらの動画は工学部のホームページから閲覧できます。本年度、進学相談会については、10月17日（日）にオンライン開催で実施されました。

（入試広報部会　情報エレクトロニクス学科幹事
准教授　野口　聡）

Hokkaido サマー・インスティテュート(HSI) 2021開講報告

Hokkaido サマー・インスティテュートは、北海道大学に世界の第一線で活躍する優れた教育研究業績や活動歴を有する研究者を招へいし、本学教員との協働により提供される教育活動プログラムです。講義は英語で行われ、北大の学生だけでなく、国内・海外の大学の学生も受講できます。新型コロナウイルス感染症拡大の影響により昨年度は学外からの学生の受け入れはすべてキャンセルになりましたが、オンライン開講を前提とした今年度は海外大学を含む学外からの学生の受け入れをすることができ、また、開講科目数はコロナ禍のあおりを強烈に受けた昨年度の76科目から大きく数を増やし、大学全体で142科目（大学院生向け119科目、学部生向け23科目）の開講となりました。

情報科学院からは「Human-Computer Interaction」、「Theory and application of Deep Learning」の2科目が、マニトバ大学とシドニー工科大学の教員によるオンラインによる講義を含む形で開講されました。「Human-Computer Interaction」については情報理工学コースの専門科目を兼ねており、情報科学院の学生13名と、学内他学院からの学生1名が受講しました。また、「Theory and application of Deep Learning」は、大学院共通科目としても履修可能になっており、本大学の学生5名と、国外大学からの学生4名が受講しました。

新型コロナウイルス感染症の影響がなければ来年こそは招へい研究者から直接講義を受けることができるかと思います。来年も「Human-Computer Interaction」については開講が予定されていますので、多くの学生の参加をお待ちしております。

（情報理工学部門　教　授　吉岡　真治）
（情報理工学部門　准教授　坂本　大介）

令和３年度科学研究費補助金採択状況

情報科学研究院からは下表の15件が新規採択され、継続分も合わせ総額６億2856万円の交付が決定しました。

（令和３年８月末現在）

種目	新規	継続	計
新学術領域研究	0	2	2
学術変革領域研究（A）	0	1	1
基盤研究（S）	0	1	1
基盤研究（A）	1	3	4
基盤研究（B）	7	22	29
基盤研究（C）	6	11	17
挑戦的研究（開拓）	0	1	1
挑戦的研究（萌芽）	0	6	6
若手研究	1	2	3
研究活動スタート支援	0	1	1
国際共同研究強化（B）	0	1	1
計	15	51	66

※　応募・採択のあった種目のみを掲載

株式会社クレスコ　代表取締役社長執行役員根元浩幸氏に感謝状を贈呈

情報科学研究院では、令和３年３月、株式会社クレスコ代表取締役社長執行役員根元浩幸氏より、１億円の寄附金を拝受いたしました。 本寄附金は、同社のSDGsの取組みの一環として、次世代の人材育成の支援およびAI(人工知能)技術に関する研究の促進を目的に、本研究院に対しご寄附を賜ったものであります。

このため、本研究院では令和３年６月22日（火）に感謝状贈呈式を行い、長谷山美紀研究院長より、本研究院の研究活動に対する深いご理解とご支援に対し、感謝状を贈呈いたしました。

本研究院では、変革の時代に新風を巻き起こし新しい社会を創造することができるようご厚志を有効に活用させていただきます。

写真左から長谷山研究院長、根本代表取締役社長執行役員

博士後期課程学生の研究補助業務実施要項に基づくリサーチ・アシスタントの採用について

情報科学院では、本学院の一般運営財源により博士後期課程学生を対象とした経済支援を行っています。これは、博士後期課程学生を、教員が行う研究プロジェクト等のリサーチ・アシスタント（RA）として採用し、その雇用にかかる経費を学院が負担するというものです。また、非常に優れた研究業績を有する学生については、スーパー RAとよばれる、特に高度の専門的知識を必要とする業務に従事させることで、より充実した経済支援を行っています。2021年度第１期は29名のRA（うち、８名がスーパー RA）を採用しました。

（教育企画室長　近野　敦）

大学院教育改革推進プログラムによる学生支援事業について

情報科学院では、大学院生（修士課程・博士後期課程）の研究活動をサポートするための事業を、昨年度に引き続き実施しています。これは、学生が研究成果を対外発表する際に必要な「旅費（対象：博士後期課程）」、「論文校閲費」、「論文掲載料」の一部を学院が負担することによって、大学院生の対外発表の機会を大きく広げようとする事業です。大学院生の皆さんは、指導教員の先生とご相談の上、積極的に活用してください。なお、いずれの支援事業についても、令和３年４月１日から令和４年３月31日までの期間中に終了するものが支援の対象となります。詳しくは、本学院/研究院のホームページの「大学院教育改革推進プログラムによる学生支援事業」(https://www.ist.hokudai.ac.jp/education/shien.html)をご覧ください。ご不明な点は、本研究院事務課教務担当までお問い合わせください。

（教育企画室長　近野　敦）

令和４年度大学院入学試験

令和４年度北海道大学大学院情報科学院修士課程及び博士後期課程の入学試験が、８月19日（木）、20日（金）の両日実施されました。入試結果は９月３日（金）に発表され、下表の210名（修士課程193名、博士後期課程17名）が合格しました。また、同時に行われた令和３年10月入学の外国人留学生及び社会人を対象とする情報科学院の入学試験では、修士課程３名（情報理工学コース、メディアネットワークコース、システム情報科学コース）、博士後期課程３名（情報エレクトロニクスコース、メディアネットワークコース、システム情報科学コース）が合格しました。なお、今後の情報科学院の２次募集の日程は次の通りです（詳細は募集要項でお確かめ願います）。

令和３年11月１日(月)　募集要項配布開始
令和３年12月３日(金)～９日(木)
出願資格予備審査申請期間
令和４年１月７日(金)～14日(金)　願書受理
令和４年２月16日(水)～17日(木)　入学試験
令和４年２月28日(月)　合格発表日

令和４年度情報科学院合格者数

専攻	定員	合格者数
情報科学	179	193［6］
	43	17［3］

・上段：修士課程、下段：博士後期課程
・［ ］：留学生（内数）

【人事異動】

［教授］

情報科学研究院（採用）令和３年７月１日	
野　田　五十樹	情報理工学部門複合情報工学分野
情報科学研究院（昇任）令和３年９月１日	
西　村　寿　彦	メディアネットワーク部門 情報通信システム学分野

［特任助教］

情報科学研究院（配置換）令和３年８月１日	
林　　達　也	情報理工学部門 知識ソフトウェア科学分野

［事務職員］

（転出）令和３年６月30日	
柚　木　静　香	会計担当 （病院管理課（医療材料担当）へ）
（配置換）令和３年７月１日	
進　　万里奈	会計担当 （財務部主計課財務管理室付より）

【受賞等】

［ 教員 ］

2021年6月７日	近野　敦
システム情報科学部門システム融合学分野教授	
一般社団法人日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門　学術業績賞　これまでロボティクス・メカトロニクス分野において、萌芽的で発展性のある学術業績を挙げてきたことに対する受賞	
2021年７月21日	福地　厚
情報エレクトロニクス部門先端エレクトロニクス分野助教	
東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所フロンティア材料研究所学術賞(研究奨励部門)「ルテニウム酸化物における電場誘起電子相転移を利用した抵抗変化素子の開発 」	

［ 学生 ］

2021年５月20日	間藤　昂允
情報科学専攻システム情報科学コースM2	
公益社団法人低温工学・超電導学会 優良発表賞 「クエンチ時の無絶縁REBCOパンケーキコイル内の誘導電流低減に関する検討」	
2021年５月28日	菅野　龍太
情報科学専攻情報理工学コースM2	
独立行政法人情報処理推進機構　IPA未踏IT人材発掘・育成事業「スーパークリエータ」認定 「VRを用いた野球球審ジャッジトレーニングシステムの開発」	
2021年６月３日	巻口　誉宗[1)]、坂本　大介[2)]、小野　哲雄[3)]
１）情報理工学専攻複合情報工学講座D1 ２）情報理工学部門複合情報工学分野准教授 ３）同分野教授	
情報処理学会デジタルコンテンツクリエーション研究会情報処理学会DCON論文賞 「両面透過型多層空中像表示技術の提案と実装」	
2021年６月25日	瘧師　貴幸
情報科学専攻情報エレクトロニクスコースD2	
一般社団法人電気学会　令和３年度電子デバイス研究会論文発表奨励賞 「単層Feナノドットアレイを用いて作製した単電子デバイスの電気特性」	

※職名・学年・所属は受賞時

情報科学研究院　新任教員紹介

１．最終学歴および学位、２．専門分野

野田五十樹　教授
情報理工学部門
複合情報工学分野

1. 平成７年京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了、博士（工学）
2. マルチエージェントシミュレーション、人工知能、減災情報技術

林　　達也　特任助教
情報理工学部門
知識ソフトウェア科学分野

1. 平成２９年東京大学大学院数理科学研究科博士後期課程修了、博士（数理科学）
2. 計算生物学、理論生物学

IST NEWS No.66　令和３年10月29日発行

発行：北海道大学
大学院情報科学院／大学院情報科学研究院
広報・情報室

情報科学院／情報科学研究院
ホームページ
https://www.ist.hokudai.ac.jp/