

研究領域「AI活用で挑む学問の革新と創成」事後評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

AI（人工知能）をはじめとする情報科学技術の急速な発展と普及により、様々な研究分野で新たな手法構築や格段の性能向上、対象範囲拡大等が進み、さらには革新的な課題設定や枠組み、新たな学問領域創成の可能性も見えつつあります。

このような、あらゆる学問の革新・創成の機会を活かし、進歩を先導し、将来のイノベーション創出につなげていくためには、各々の学問分野の極めて優秀で先進的な頭脳が柔軟な発想で、AI等の情報科学技術の活用やそれらとの学融合によって新たに拓ける世界を予見し、描き、開拓していくことが不可欠です。

本研究領域では、理工系や人文社会系を含むあらゆる学問分野に最先端のAI等の情報科学技術を取り込むことで格段に強化・発展させることや、AI等の情報科学技術との融合による学問分野の革新や新たな学問領域の創成、新しい価値の創造などを旨とする若手研究者による挑戦的な研究構想を求めます。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワークの構築をはかります。

2. 事後評価の概要

2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

「戦略的創造研究推進事業（先端的低炭素化技術開発及び先端的カーボンニュートラル技術開発（ALCA-Next）を除く。）の実施に関する規則」における「第4章 事業の評価」の規定内容に沿って実施した。

2-2. 評価対象個人研究者及び研究課題

2021年度採択研究課題

- (1) 安倍 悠朔（早稲田大学大学院創造理工学研究科 大学院生）
分子パターンの自在制御に向けた自己組織化のスパースモデリング
- (2) 網野 海（東京大学大学院農学生命科学研究科 大学院生）
捕食者模倣型AIによるチョウ擬態形質の解析
- (3) 大多 哲史（静岡大学大学院工学領域 准教授）
パターン認識による磁性ナノ粒子の磁化応答学理体系化
- (4) 大西 鮎美（神戸大学大学院工学研究科 助教）
疲労時五感の定式化と疲労時能力をAIで補正する五感拡張装置の開発
- (5) 河窪 正照（九州大学大学院医学研究院 助教）
同一者の血流情報に基づく心筋の虚血診断補助システム

- (6) 川本 達郎 (産業技術総合研究所人工知能研究センター 主任研究員)
グラフ構造を用いた自由記述データ処理に関する研究
- (7) 佐藤 英祐 (岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域 助教)
機械学習を利用した有機電解合成反応の効率的最適化
- (8) 佐藤 光哉 (電気通信大学人工知能先端研究センター 助教)
動画像クラウドセンシングによる無線資源の開拓
- (9) 島田 裕平 (東京大学大学院法学政治学研究科 大学院生)
次世代 IoT・AI を用いた遠隔医療の法政策デザイン
- (10) 鈴木 飛鳥 (名古屋大学大学院工学研究科 助教)
データ駆動型構造最適化による高機能放熱部材の創製
- (11) 田中 翼 (東京藝術大学音楽学部 非常勤講師)
AI作曲におけるルールベース手法の機械学習への統合
- (12) 壇辻 貴生 (金沢大学理工研究域 研究協力員)
交通流理論と強化学習による都市交通システム最適化
- (13) Zhang Jingfeng (理化学研究所革新知能統合研究センター 研究員)
Discouraging adversarial attacks through improving the adversarial training
- (14) 張 家銘 (東京大学大学院情報理工学研究科 特任講師)
Design Thinking for Facilitating Data Annotation and Machine Learning
- (15) Cai MingBo (東京大学国際高等研究所 講師)
Learning categories grounded in sensation without supervision
- (16) 堤田 成政 (埼玉大学大学院理工学研究科 准教授)
マルチスケール・マルチアングルリモートセンシングデータの統合基盤の創成
- (17) 中尾 悠里 (富士通(株) 富士通研究所 研究員)
AIと人の相互作用による技術哲学の創出
- (18) 西村 和也 (九州大学大学院システム情報科学府 大学院生)
深層学習の関連タスク学習能力を活用したバイオ画像認識手法の開発
- (19) 日永田 智絵 (奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 助教)
感情を持つロボットの開発に向けた情動反応モデルの構築
- (20) 平岡 達也 (富士通(株) 富士通研究所 研究員)
人間とAIの双方に扱いやすいことばの単位の創出

- (21) 森田 堯 (中部大学創発学術院 特任講師)
異質データ間での深層転移学習の探求
- (22) 森本 裕也 (理化学研究所光量子工学研究センター 理研白眉研究チームリーダー)
機械学習による電子線制御技術のフロンティア開拓
- (23) 山田 広明 (富士通(株) 富士通研究所 研究員)
機械学習と社会科学の融合による社会シミュレーションの革新

2020年度採択研究課題

- (1) 黒木 菜保子 (中央大学理工学部 助教)
時空精細化AIで挑む化学反応場の量子化学

2020年度採択研究課題 (加速フェーズ)

- (1) 石塚 師也 (京都大学大学院工学研究科 講師)
AIで拓く地球資源の分布と性状の解析
- (2) 大上 雅史 (東京工業大学情報理工学院 准教授)
タンパク質を制御するペプチドのデザイン AI
- (3) 河原塚 健人 (東京大学大学院情報理工学系研究科 特任助教)
情報化身体の学習理論に基づく成長ロボットの革新と創成
- (4) 北園 淳 (東京大学大学院総合文化研究科 特任研究員)
統合情報理論の劣モジュラ性に基づく拡張とその神経科学への応用
- (5) 杳澤 京 (東北大学大学院工学研究科 助教)
Shared synergyを利用した高い汎化能力をもたらす模倣学習
- (6) 小嶋 泰弘 (国立がん研究センター研究所 ユニット長)
移流拡散課程に基づく環境依存的細胞状態ダイナミクスの推定
- (7) 清水 悠生 (立命館大学理工学部 助教)
機械学習を用いた磁石同期モータの構造最適化
- (8) 田中 貴 (岐阜大学応用生物科学部 准教授)
解釈可能なAIによる土壌・作物系モデルの開発
- (9) 辻 晶 (東京大学国際高等研究所 講師)
Developing datasets of infant behavior that are exploitable by AI
- (10) 長谷川 達人 (福井大学学術研究院工学系部門 准教授)
水産業のビッグデータ化に向けた汎用的な漁獲量認識基盤の開発

(11) 村島 基之 (東北大学大学院工学研究科 准教授)
AI技術活用によるトライボフォーキャスト学問分野の創成

(12) 山田 寛章 (東京工業大学情報理工学院 助教)
民事紛争のための説明可能な解決結果予測モデル

2-3. 事後評価の実施時期

2023 年 12 月～2024 年 1 月 各研究者からの研究報告書に基づき、査読及び任意の個別オンライン事後評価会による事後評価を実施。

2-4. 評価者

研究総括

國吉 康夫 東京大学大学院情報理工学研究科 教授

領域アドバイザー

岩崎 渉 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授

江間 有沙 東京大学国際高等研究所 准教授

大林 茂 東北大学流体科学研究所 教授

尾形 哲也 早稲田大学理工学術院 教授

上東 貴志 神戸大学計算社会科学研究センター センター長・教授

川上 英良 理化学研究所先端データサイエンスプロジェクト チームリーダー

寺寫 立太 (株) 豊田中央研究所企画・運営部門 リサーチ・アドミニストレーター

中小路 久美代 公立はこだて未来大学情報アーキテクチャ学科 教授

永野 惇 龍谷大学農学部 教授

羽藤 英二 東京大学大学院工学系研究科 教授

馬場 雪乃 東京大学大学院総合文化研究科 准教授

樋口 知之 中央大学理工学部 教授

福田 信二 東京農工大学大学院農学研究院 教授

松原 仁 東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

外部評価者

該当なし

3. 総括総評

本研究領域では、自由な発想で主体性を発揮し、専門分野を超えた研究者間の連携により学問の革新と創成に繋がる挑戦的な研究の推進を支援してきた。

2023 年度は、2020 年度より研究を開始した 2020 年度採択の 1 期生のうち 2023 年度加速フェーズ研究を実施した 10 名と加速フェーズ早期終了者 2 名、延長対象者 1 名、2021 年度採択の 2 期生のうち 20 名、早期終了者 3 名が研究期間を終了することになった。

本研究領域では、極めて多様な専門分野において、AI 技術の活用による最先端研究課題への独創的挑戦を行っている。その中で、AI 技術の基礎から最先端、応用、社会実装から倫理・社会制度まで、「AI の活用」を共通言語とした「超分野融合」が出現している。同じ分野の研究者が集まり、専門的な深い議論を行う場としての学会などとは様相が異なり、共通の課題である AI 技術についての情報交換や議論に加えて、異分野をまたぐアナロジー、推論、発想に基づく意表を突く提案、分野外の技術への素朴な質問などが縦横に飛び交う議論の場を構築できた。

本年度は、議論に集中する 2 泊 3 日の合宿形式による領域会議も実現でき、従来とは異なる熱気の

こもった超分野議論が展開したことも大きな収穫である。領域会議での専門分野を超えた議論をとおして、1 期生から 3 期生の間で共同研究の検討、他制度への共同応募なども始まっている。さらに、研究者が企画した研究集会が実施されるなど、活発に対面での研究交流が実施されるようになってきた。当初の狙い通り、AI を基軸として多様な分野を融合し、革新と創成につながる超分野融合が本格的に機能しはじめたといえる。研究者も領域アドバイザーもその手応えと意義をリアルに感じ、この得難き場をさらに継続・発展させるべきとの思いが強く共有されている。

また、自発的に学会誌への掲載を企画し、特集が出版され、社会に対してのアピールも実現している。本年度での研究終了後も、36 名それぞれが研究活動や人的交流を引き続き継続できるように支援していきたい。

加速フェーズ終了者を除く事後評価対象研究者のうち 12 名においては、加速フェーズとして新たな 1 年間の研究に取り組むこととなった。これまでの ACT-X 成果をさらに加速させて拡大することに期待する。加えて、終了年度に関わらず、さきがけへのステップアップも随時促しており、昨年度の 1 名に引き続き、本年度も 3 名が採択されていることも特筆に値する。これら卒業者には、ACT-X における経験を最大限に活かして、さらなる飛躍を期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 分子パターンの自在制御に向けた自己組織化のスパースモデリング

2. 個人研究者名

安倍 悠朔（早稲田大学大学院創造理工学研究科 大学院生）

3. 事後評価結果

本研究課題は、自己組織化を用いた分子パターンニングとデータ駆動科学を組み合わせることで、自己組織化による機能性分子のパターン形成を自在に制御する方法論を構築するものである。このため、自己組織化現象を用いてカーボンナノチューブ（CNT）の平衡パターンやハニカムパターンを作成して、電子顕微鏡画像を取得し、シミュレーションも併用して材料組織制御に求められる機械学習モデルを作成している。さらに、深層学習ポテンシャルを用いた分子動力学シミュレーションにより、自己組織化過程における CNT 間の相互作用を明らかにした。また、秩序構造を有する CNT 分子パターンを作成し、新たな光デバイスを開発した点からも、当初の研究目的を超える成果をあげたといえる。今後の光デバイスの実用化に期待がかかる。なお、成果の論文化については、今後に期待したい。

また、本研究領域のメンバーとの交流、Global Young Scientists Summit や日独若手専門家交流への参加を通じ、研究者ネットワークの構築ができたことも評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 捕食者模倣型 AI によるチョウ擬態形質の解析

2. 個人研究者名

網野 海（東京大学大学院農学生命科学研究科 大学院生）

3. 事後評価結果

本研究課題は、動物（特にチョウ）の擬態の完成度を、実際の捕食者（鳥）を用いた実験を行わずに、定量的に推定する手法を確立することを目的としている。当初の研究計画に従って、転移学習の学習時間に着目した指標などを提案し、数種の擬態に関して期待した結果を得たものの、擬態研究における幅広い有効性に関しては今後、検証が必要と思われる。また、当初計画では捕食者を用いた検証実験が含まれていたが、予備的な段階にとどまった。一方で、領域会議などでの他の研究者との議論を通じて、新たに強化学習的なアプローチを試み、ベイツ型擬態を再現する結果が得られることを示した。このモデルは、様々な生態学的な状況を反映させたシミュレーションと親和性が高く、今後の発展が期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： パターン認識による磁性ナノ粒子の磁化応答学理体系化

2. 個人研究者名

大多 哲史（静岡大学大学院工学領域 准教授）

3. 事後評価結果

磁性ナノ粒子の磁化応答の研究は、多くの新材料の創出に寄与することから、実験・理論の両側面において国内外で精力的に行われている。ただし、実際の材料内での磁化応答は、そのメゾスコピックあるいはマクロスコピックの多種多様な挙動を示し、磁化応答のミクロスコピックな基礎理論と整合しないことが大きな課題である。本研究課題ではそれに対して、研究者の持つ独自の実験装置を活用し、機械学習を用いた複数のデータの統合的解析により、物理的特性を記述する複数のパラメータの推定に成功した。また、現実問題への適用を探る研究として、腫瘍の特性（病理情報）を非侵襲的に観測する診断技術への発展可能性を示した。

本研究課題は、多種多様な実問題への適用可能性が想起される、社会的有用性の高い基礎研究である。しかしながら、磁化応答という物理挙動は、メゾスコピックな空間・時間スケールの効果に大きく左右され、一方、外から計測できる物理量も限定されている状況では、数理的には相当難しい逆問題解析を解いていることになる。従って、優れた実験方法の提案と、多種の実験結果の融合的解析手法が今後も継続的に求められ、本研究課題はそのメルクマールの研究成果と評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 疲労時五感の定式化と疲労時能力を AI で補正する五感拡張装置の開発

2. 個人研究者名

大西 鮎美（神戸大学大学院工学研究科 助教）

3. 事後評価結果

本研究者は、疲労時における能力を情報処理技術によって五感を拡張することで補うことを目的とした研究に取り組んできた。さまざまなテーマに取り組んで成果をあげているが、その中には疲労時ではない状況における能力拡張も含まれている。たとえば暗いところから明るいところに出るとき、逆に明るいところから暗いところに入るときにおける視覚を補正する装置（環境の変化によって見えなくなること防ぐ）を開発しているが、とても興味深くなおかつ実用性の高い研究である。疲労は個人によってどの能力が下がるかがかなり変化するが、さまざまな能力に対して対応方法を考えているため、多くの人にとって役に立つ可能性があると考えられる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 同一者の血流情報に基づく心筋の虚血診断補助システム

2. 個人研究者名

河窪 正照（九州大学大学院医学研究院 助教）

3. 事後評価結果

手軽だが精度が低い単一光子放出コンピューター断層撮影（SPECT）から、高精度な陽電子放射断層撮影（PET）データを推定する深層学習モデルを開発する研究であり、着実に課題を遂行し、原著論文、国際学会、特許出願と多くの成果をあげている。当初の研究目的は十分に達成できていると考えられる。医療機器プログラムとしての開発にも着手しており、多施設研究に発展させるなど、社会・経済的な波及効果も見られる。本研究領域において、他の研究者や総括、アドバイザーとの議論を通じて、自身の研究の方向性を確立しており、今後も保健学領域において医学と情報学の橋渡しができる人材として活躍が期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： グラフ構造を用いた自由記述データ処理に関する研究

2. 個人研究者名

川本 達郎（産業技術総合研究所人工知能研究センター 主任研究員）

3. 事後評価結果

本研究課題では、記述式アンケート等の自由記述データについて、その関係データも人間から収集することで、グラフ構造を利用した自由記述データの分析技術の研究に取り組んだ。グラフの頂点の生成順序とクラスタリングアルゴリズム等によって推定した頂点ラベルの連関を定量化する指標の提案や、頂点順序推定アルゴリズムの計算量の分析、新たなクラスタリングアルゴリズムの提案等、多くの理論的成果をあげ、5 報の原著論文を出版するに至った。当初想定していた研究課題にとどまらず、様々な視点で着想を得て、多様な成果をあげた点は特筆に値する。今後、これらの理論的成果が、社会的調査やマーケティング調査といった実応用と結びつくことを期待する。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 機械学習を利用した有機電解合成反応の効率的最適化

2. 個人研究者名

佐藤 英祐（岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題では、有機合成化学の新しい化学反応を発見するために、電極反応を用いる有機電解合成法と連続送液による効率的な合成を達成するフロー合成法を組み合わせた電解フロー合成法の反応条件最適化を、流速と電流値を説明変数にしたガウス過程回帰による機械学習によって達成している。さらに、化合物情報を説明変数として用いるガウス過程回帰モデルにより、出発原料の異なる化学反応も予測が可能となることを示しており、研究目的を達成したと考える。成果の論文化については、今後さらに増えることを期待したい。

今後、さらに幅広い範囲の化合物についても反応条件を提示可能な機械学習モデルの構築と、それに基づく化学反応のさらなる理解により、機械学習を活かした有機合成化学の発展が期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 動画像クラウドセンシングによる無線資源の開拓

2. 個人研究者名

佐藤 光哉（電気通信大学人工知能先端研究センター 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題では、無線周波数帯域の効率的な利用を目的として、周辺構造物データに基づき電波伝搬特性を高精度に推定する手法の開発に取り組んだ。オープンな 3D 都市データベースを活用することで当初計画していた屋外における広域の伝搬特性だけでなく、屋内の伝搬特性の推定や基地局配置の自動最適化など、研究計画を柔軟に見直し発展的なテーマにも取り組むことで、研究目的達成に向けた複数の基盤技術の進展に成果をあげた。

また、本研究課題を契機とした複数の招待講演の実施など、上記の成果は関連研究者からも高い関心を得られているほか、ACT-X 期間中に着想したテーマを発展させ、さきがけに採択されるなど、更なる研究の深化が大いに期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 次世代 IoT・AI を用いた遠隔医療の法政策デザイン

2. 個人研究者名

島田 裕平（東京大学大学院法学政治学研究科 大学院生）

3. 事後評価結果

本研究課題では、遠隔医療に関する課題について調査を行い、社会実装にあたっての課題や管理体制に対する調査から、都市と地方では地理的な格差が広がっていること、遠隔医療を推進するための基盤技術であるデジタルデバイスにおいても病院の規模や医療の種類により導入の在り方が異なっていることを実証的なデータから検証した。また、法制度の分析からは、医師の責任範囲に関する検討を行うほか、市民に便益のあるような行政体制を検討するためにアンケート調査等を実施して関係者の意識の分析等も行った。遠隔医療に関して、量的、質的なデータを集めながら多角的な観点から調査を行われており、研究目的はおおむね達成されている。

ACT-X の中では社会科学的な観点からの研究という点では異色ではあったが、だからこそ領域の研究者同士での相互の学びはよい影響をもたらした。医療、法、技術のすべてにわたる専門家は、ますますその重要性が増してくるため、今回得られた個別の知見をもとに、今後、より包括的な医療制度とデジタルという観点からの研究が推進されることを期待する。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： データ駆動型構造最適化による高機能放熱部材の創製

2. 個人研究者名

鈴木 飛鳥（名古屋大学大学院工学研究科 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題では、構造金属部材の設計問題において、従来計算量の観点で困難であった複雑な形状を有する構造物の形状最適化の基礎アルゴリズムの研究に取り組んだ。

その結果、多様な構造の特性を予測するサロゲートモデルを構築すると共に、パレート解の探索により最適構造の候補が数値計算的に導出できることを示した。構造の妥当性の検証や計算から得られた実部材を用いた評価実験などの課題は残されているが、2本の原著論文を出版するなど基礎となるアルゴリズムの構築においては着実な進展が認められる。

現状適用範囲は限定的であるが、構造体の表現能力を拡張するなど更なる方式の改良により、様々な構造物の設計への応用にもつながる汎用的な研究アプローチとしての発展も期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： AI 作曲におけるルールベース手法の機械学習への統合

2. 個人研究者名

田中 翼（東京藝術大学音楽学部 非常勤講師）

3. 事後評価結果

本研究者は、AI 作曲を対象として、AI における従来手法であるルールベース手法とディープラーニングに代表される機械学習の手法を統合することを目指した研究を行なった。ディープラーニングは、性能はいいものの、なぜその結果になったのかを説明することがむずかしく、また動作を思うように制御することがむずかしいという欠点がある。それらの欠点をルールベース手法（性能は限定的の場合はあるものの、結果の説明が可能で動作の制御も容易）で補うという研究で、国際会議にも採択される優れた成果をあげたと評価できる。その成果を AI 作曲から一般的なものにするについては、今後の発展に期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 交通流理論と強化学習による都市交通システム最適化

2. 個人研究者名

壇辻 貴生（金沢大学理工研究域 研究協力員）

3. 事後評価結果

本研究課題では、オンデマンド型交通と普通車が混在する世界の中で、混合流のダイナミクスの数理的特性の解明、強化学習による多様な施策の最適化、リアルタイムへの拡張で大きな成果を得ている。混合流の動的特性については、スループットに着目して、専用レーンを用いた郊外から都心への流入制御に関連する動的機構の基礎理論の解明を目指した。Bimodal MFD によるアプローチは独創的であり、車内混雑を加味することで公共交通が選ばれないこと、専用レーンによる渋滞解消が可能であることを示す理論的な枠組みを提示しており、同分野のトップジャーナルである Transportation Research Part C へ掲載され卓越した成果を挙げた。

次に、強化学習を使った流入制御と専用レーンの設置の組合せ最適問題として、Bimodal MFD をベースしたモデルをさらに深化させて、エリア間の制御を含んだかなり複雑な制御に挑戦した。現段階では、まとまった成果は得られておらず、物理モデルとしての Bimodal MFD と機械学習の接続について報酬関数設定とゲーム理論との関係や、収束性などについてさらなる検討が求められる。

最後に、Neural Network (NN) で静的なモデルの誤差を逆伝搬させることでパラメータを更新し、リアルタイムのモデル更新を行い、事前学習で逐次更新することで、計算効率が向上することを明らかにしている。2 つ目のアプローチとは異なり手堅い結果が得られており、交通という研究課題と機械学習の相性のよさが伺える。一方で、このアプローチが真に革新的な成果とつながるかについては、上記課題と並走する形で研究に取り組む姿勢が求められる。

逆強化学習と強化学習の枠組みを、自動走行車による都市構造の転換や、オリンピックにおける異常検知の反事実モデルによるアプローチに照らして、新たな研究成果を得ようとしている点は加速フェーズでも期待できる。

以上のように、交通分野において、古典的な理論研究の枠組みを更新し、トップジャーナルに掲載された成果は目覚ましく、AI 的な方法論の適用と創発という点では物足りない面もあるが、テーマの取り方や理論の強みという点で、今後の成果が大いに期待できる成長を ACT-X で遂げている点を高く評価したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： Discouraging adversarial attacks through improving the adversarial training

2. 個人研究者名

Zhang Jingfeng (理化学研究所革新知能統合研究センター 研究員)

3. 事後評価結果

敵対的攻撃に対する安全性保障のための以下のような研究を展開した。(1) 敵対的学習の頑健性を向上するために、ノイズを含んだラベルを加える”NoiLin”を提案、(2) アンサンブル学習において、正確なモデルが少数派に残る危険性を排除した「Synergy-of-Experts (SoE)」手法の提案、(3) 深層学習による画像ノイズ除去に対する攻撃への頑健性向上のために、「Hybrid Adversarial Training (HAT)」と呼ばれる敵対的学習戦略を提案、(4) 2つのサンプルの生成分布推定 2 サンプルテストに対する攻撃に対する防御についての max-min 最適化手法を提案。

以上のように敵対的学習に関する多様な問題に対して優れたアイデアを提案し、トップ会議にて発表した実績は社会へ大きなインパクトを与えたと評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： Design Thinking for Facilitating Data Annotation and Machine Learning

2. 個人研究者名

張 家銘（東京大学大学院情報理工学研究科 特任講師）

3. 事後評価結果

機械学習の根幹を成す学習データのメタデータ付与に着目し、クラウドワーカなどが高速かつ正確にメタデータを付与するための、ユーザインタフェースやインタラクションデザインの在り方を探求する、極めて独自性の高い研究に取り組んだ。いくつものアプリケーションツール構築を通して課題を明らかとしながら、より高度なメタデータ付与作業の支援に取り組むという研究プロセスは、当該研究課題には適切なアプローチであったと考えられる。査読つき国際会議に6本採択されるなど、積極的に対外発表に努めたことも高く評価できる。構築したサービスを公開するなど研究成果を社会展開していくことが今後期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： Learning categories grounded in sensation without supervision

2. 個人研究者名

Cai MingBo (東京大学国際高等研究所 講師)

3. 事後評価結果

本研究者は、特に教師なしでの物体概念の獲得を目指し、感覚入力の予測誤差に基づいた単一の2D画像から物体中心の表現を抽出する新しいフレームワークを提案した。このフレームワークでは物体の位置とセグメンテーションを3D環境で予測し、その予測誤差に基づいて形状やテクスチャを持つ物体表現を潜在空間に自己組織化する。従来手法に比べ、色情報に依存せず、物体のセグメンテーションの特定性を向上させることを示した。本成果は、トップ会議で発表されている。

本フレームワークは、幼児の能動知覚に通じる発達モデルへの拡張の可能性を秘めている。今後、従来の画像処理の枠組みを大きく発展させる可能性があると期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： マルチスケール・マルチアングルリモートセンシングデータの統合基盤の創成

2. 個人研究者名

堤田 成政（埼玉大学大学院理工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本研究課題では、衛星画像とプロキシミティセンシングデータを利用し、深層学習等による土地被覆土地利用（LCLU）分類図の作成手法の開発に取り組んでおり、自然・都市空間の価値の定量化とともに気候変動や災害対応への貢献が期待できる。具体的には、位置情報を含む大量のプロキシミティセンシングデータから LCLU を推定する深層学習モデルを構築し、推論根拠の可視化に加えて、公開データを援用した Decision Fusion によるノイズ軽減にも成功している。また、プロキシミティセンシングデータの応用研究として、桜の開花フェノロジーを観測・地図化する技術を開発している。これらの研究成果は、広域的な LCLU 研究だけでなく、地域環境観測における貢献できるものであり、分類モデルの高精度化や広域展開などが期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： AI と人の相互作用による技術哲学の創出

2. 個人研究者名

中尾 悠里（富士通（株）富士通研究所 研究員）

3. 事後評価結果

人と人工知能技術の間の相互作用に着目し、人工知能を技術単体として捉える AI 倫理などの既存のアプローチに対して、人に与える変化や人を踏まえた技術の進展という側面から技術哲学を発展させることを目指した非常に野心的な研究課題に取り組んだ。ワークショップを循環的に設計、観察、精査し、事例研究を通して理論構築を目指しながら、Reflexive CoDesign と呼ぶ研究手法を確立したことは高く評価できる。研究期間中に論文発表は行えなかったものの、学際領域に位置する当該研究課題のような研究では難しい側面があることは理解できる。当該研究者が、近い将来、人と技術の相互作用を視座とする技術哲学という新たな分野を確立することを担う人材となることが期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 深層学習の関連タスク学習能力を活用したバイオ画像認識手法の開発

2. 個人研究者名

西村 和也（九州大学大学院システム情報科学府 大学院生）

3. 事後評価結果

深層学習に基づいた画像認識手法の台頭により、一細胞単位の画像認識が実現されつつある。しかし、そのためには深層学習モデルを学習するために十分な学習データが必要であり、学習データの作成コストが高いことが問題となっている。そこで本研究課題では、学習データの作成コストを削減するため、細胞画像の特性を用いて簡易に取得可能なメタデータと人手のアノテーションを組み合わせ、深層学習モデルを学習する方法、および、学習データの作成コストが低い画像認識手法の開発を目指して研究を進めてきた。特に、複数のメタデータを組み合わせ、学習する手法を開発し、人手のアノテーションとメタデータの組み合わせることに成功している。また、医療データや天体画像の認識への拡張にも挑戦している。順調に論文発表や学会発表も行われており、今後も引き続き研究の発展が期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 感情を持つロボットの開発に向けた情動反応モデルの構築

2. 個人研究者名

日永田 智絵（奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題は、感情を得るためには臓器などによる身体感覚の存在が重要であるという点に着目し、五感のうち特に視覚と聴覚刺激に対する身体反応の計算モデルの構築を行うことで、「感情を持つロボット」の一助とすることを目的としている。30 名程度を対象とした実データをもとにモデルが開発されており、当初の目的をおおむね達成できている。

また、研究を行う上で領域関係の研究者との議論も積極的に行い、今後の研究の方向性としてロボットなどの人工エージェントに必要とされる生命活動とはどうあるべきかなど、新たな研究の方向性を切り拓こうとする発想の柔軟さも持ち合わせている。社会への発信という点からも特集号を組んだりメディアで研究が取り上げられたりしていることから、今後の研究の展開が期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 人間と AI の双方に扱いやすいことばの単位の創出

2. 個人研究者名

平岡 達也（富士通（株）富士通研究所 研究員）

3. 事後評価結果

本研究課題は、AI が扱いやすい言葉の単位を発見する機械学習の手法開発、人間と AI が扱いやすい言葉の単位の比較・分析、そしてその結果を用いた自然言語処理ツールの開発という三つの目標を設定し、それぞれに対して優れた成果をあげた。初期の手法開発は予定通りに達成し、さらに発展的な研究も進行中で、AI の性能向上に対する大きな貢献が期待できる。また、人間と AI の言葉の扱いやすさの比較・分析についても、アノテーションデータの収集と統計的分析を行い、その結果を基に新たなツールの開発に成功している。言語学的な観点からの分析については、外部の研究者との連携を通じて引き続き取り組んでおり、今後の進展が期待される。ツールの開発についても、分析結果の一部を用いた初期段階のものが完成しており、今後の改良と公開が待たれる。

本研究課題は、人間と AI の違いを明らかにする取り組みでもあり、サイトビジットや領域会議においては、本研究課題を中心とした議論が展開し、評価者を含めた参加者にとって大きな刺激になった。以上の結果から、本研究は高く評価でき、引き続きの研究活動に期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 異質データ間での深層転移学習の探求

2. 個人研究者名

森田 堯（中部大学創発学術院 特任講師）

3. 事後評価結果

本研究課題では、動物音声とヒトの言語のデータ駆動的な類似度評価手法として、異質データ間での深層転移学習に関する技術開発に取り組んだ。具体的には、動物音声に関する回帰型ニューラルネットワークを言語モデリング課題に転移し、転移先課題の精度によって、データ間の類似度を評価した。結果として、動物音声とヒトの言語の潜在的時系列パターンには乖離が存在することが確認された。また、Transformer の時間表現機構である位置エンコーディングを回帰型ニューラルネットワークに組み込むことにより、回文生成課題における精度が向上することを発見している。その他、音源定位技術の精度向上に向けて、音源の指向性の推定に向けた技術開発にも取り組んでおり、成果が得られている。今後の技術開発とともに、分野を超えた交流による波及効果が期待できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 機械学習による電子線制御技術のフロンティア開拓

2. 個人研究者名

森本 裕也（理化学研究所光量子工学研究センター 理研白眉研究チームリーダー）

3. 事後評価結果

電子線は産学問わず広範な領域で利用されている社会基盤技術にもかかわらず、その時間構造を制御する技術は、未だ確立されていない。本研究は提案者のもつ独自の技術を機械学習でもって知能化することにより発展させ、この難問に挑戦する野心的提案である。研究成果は、A:電子線時間制御に関わる技術研究、B:電子線の時間構造に関わる理論計算研究、C:実験装置の実現の3つのサブテーマに大別できる。A. については、教師有り機械学習の問題設定とシミュレーションを用いた回帰問題の準備的解析が終了したが、当初の目標であった逆推定までは到達できなかった。しかしながら、この延長上で数年内に解決できると思われる。B. については、既存理論は極めて理想的仮定のもとに成立していたが、現実的な諸条件を考慮した新規の理論的枠組みを提案し、新発見の可能性もある物理現象を見いだすなど、めざましい成果が期待できる。常識と直感にそぐわない、極めて興味深い結果ではないかと思われる。C. については、コロナ禍により想像以上の部品調達の遅れからさまざまな困難があったが、最終的には装置を完成させ、ファーストライトを得ることができ、今後が期待できる。また、民間企業が研究者の研究アプローチに大変注目し共同研究が開始され、手製の装置だけでなく、既製品の電子顕微鏡を改造する方策も平行してすすめているのは大変素晴らしい。このように、世界的に高いレベルの研究成果を生み出す準備的研究を ACT-X の制度を活用して効果的に達成することができたといえる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 機械学習と社会科学の融合による社会シミュレーションの革新

2. 個人研究者名

山田 広明（富士通（株）富士通研究所 研究員）

3. 事後評価結果

本研究課題は、自己回帰型ニューラルネットワークを用いた社会シミュレーションのサロゲートモデリング手法の開発とその実証を達成し、その成果は高く評価できる。特に、マクロスケールの人流や交通シミュレーションの構築という課題に対し、ドメイン知識を活用する方法を開発し、その有用性を実データで検証した点は画期的であり、3件の特許出願という形での成果の具現化も評価に値する。

さらに、開発した技術を実課題へ応用し、学習データ分布外での性能低下の問題への対処という新たな課題にも取り組んでいる点は、進展性と応用性の高さを示している。これらの研究活動は、大規模イベントの交通マネジメントという社会的な課題解決に寄与する可能性を秘めており、その社会実装への取り組みも評価できる。

研究期間内に論文として成果をまとめられなかった点は残念ではあるが、本研究課題を発展させるプロジェクトがさきがけに採択されており、今後の成果に期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 時空精細化 AI で挑む化学反応場の量子化学

2. 個人研究者名

黒木 菜保子（中央大学理工学部 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題の目的は、分子動力学・量子化学に AI 技術を組み合わせることにより、溶媒分子が化学現象に与える電子状態変化を高精度かつ高速にシミュレーションし、機能性溶媒設計を先導する技術を開発することである。量子化学と AI を組み合わせることによって構成原子の結合特性から分子物性を評価する手法を開発するなど、複数の成果が得られており、当初の目的を達成したといえる。

筆頭著者としての 4 報を含む、7 報の原著論文を発表するなど、成果の公開状況も良好である。ライフイベントによる中断を挟みつつも、自身の専門性を足場に着実かつ高レベルな成果をあげたと評価できる。

今後は、本研究で開発した手法をさらに発展させるとともに、現実の機能性溶媒設計への応用へとつないでいくことで、さらに大きなインパクトが期待できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： AI で拓く地球資源の分布と性状の解析

2. 個人研究者名

石塚 師也（京都大学大学院工学研究科 講師）

3. 事後評価結果

本研究では、地熱資源の分布を予測する問題、すなわち熱水系モデリングに対して、ニューラルネットワークをモデルとする AI を活用し、フィールドスケールでの温度分布の推定と、デジタルロックを用いた岩石物性推定に取り組んだ。後者は、前者と空間スケールのうまくつながらないのではないかとのアドバイザからの提案もあり、前者に集中的に取り組み、論文や口頭による発表成果も十分に得られたと評価できる。

本研究で研究開発した PINN (Physics-Informed NN) にもとづく逆解析手法をさらに拡張し、先見情報を活用したベイズ的高度化と転移学習を組み合わせる手法には将来性が見込める。ただし、コスト関数内のハイパーパラメータの決定が、推定結果に決定的な影響を与える逆解析の難しさを踏まえると、今後の技術の受け皿となる企業などとの共同研究を含め、いまだ PoC レベルにとどまっていると思われる。

PINN は、数値シミュレーションを重用した、境界条件が本質的な振る舞いを左右する逆解析分野において、一つの標準的手法になっていくと考えられる。今後の研究進展に期待したい。

(加速フェーズ)

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

地球科学における逆問題解法には事前（先見）情報の活用が非常に有効であることを踏まえて、直接的に事前分布として活用するベイズモデリングでなく、多様なタスクでもってパラメータ学習させ間接的に事前情報を取り込む、継続学習の手法を本課題に適用した。解空間の膨大な広さからすると、複数の典型的で比較的狭い解空間の設定でパラメータ学習させながらも、汎化性能が維持されることを数値計算で示し、継続学習が地球科学の逆問題解法に有用であることを明確に示した。あわせて、逆推定の結果を点推定だけでなく誤差をも含めた表現形式にするため、ネットワーク構造に擾乱を与えて誤差を計算し、実用上有用な計算スキームを確立した。また PINN 周辺のごく最近の新しい技術の取り込みにも注力した。

このように、地球科学分野における逆問題解法において PINN の有用性を実証的に示した先駆的な第一人者といえ、現時点においても、PINN 周辺の新技術の導入と研究コミュニティへの啓発活動に積極的に取り組んでおり、本領域の ACT-X らしい一つのロールモデルといえる。今後のさらなる研究の発展と、研究者としての成長/成熟が大いに期待できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： タンパク質を制御するペプチドのデザイン AI

2. 個人研究者名

大上 雅史（東京工業大学情報理工学院 准教授）

3. 事後評価結果

本研究は、製薬などの観点からニーズが極めて大きいタンパク質相互作用を制御するペプチドを設計することを目標としている。ACT-X の研究過程で、研究分野をとりまく技術状況が大きく変化したこともあり、最新技術を適切に取り入れつつ必要な技術開発を柔軟に進めてきた。その結果、ニーズが大きい分野ということもあり、企業やタンパク質分野の著名な研究者との共同研究につながった。一方で、当初の目的であったタンパク質の相互作用を制御するペプチドを設計するという目標は変更となった。

論文出版も順調である。共同研究も多数展開しているが、初期段階にとどまっており、今後波及効果の大きい成果が出てくることを期待する。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、これまでの AlphaFold のペプチド生成への応用の成果をもとに、関連 AI を結びつけ、創薬への幅広い適用を目指すための手法開発に取り組んだ。特に、ペプチド創薬において代謝安定性や細胞膜透過性の面から注目されている環状ペプチドの設計に注目し、AlphaFold の positional encoding を改変することで、標的タンパク質に結合する環状ペプチドを設計できることを示した。また、低分子化合物設計 AI の開発も行い、ペプチドから低分子への変換を AI によって行うため、グラフニューラルネットワークを用いた分子の解釈を高める実装技術を開発した。論文出版も順調である。共同研究も順調に展開しており、今後波及効果の大きい成果が出てくることを大いに期待する。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 情報化身体の学習理論に基づく成長ロボットの革新と創成

2. 個人研究者名

河原塚 健人（東京大学大学院情報理工学系研究科 特任助教）

3. 事後評価結果

本研究では、成長するロボットを最終目的とし、冗長なセンサ・アクチュエータの関係性を表現する情報化身体（身体図式）を環境適応させる手法を提案している。この手法を、筋骨格ヒューマノイドをはじめとする多様なロボットに適用し、異常検知・相互補完・相互制御、道具使用などの多様な課題を扱った。その結果、ロボティクスのトップカンファレンスを中心に、ACT-X 研究期間中の論文累積数が 64 件に及ぶなど、極めて多くの成果を上げている。

また、所属研究室にある複数の異なるロボットをベースに、ACT-X 予算を活用しながら、多様な研究を並列に展開した。特に、ロボティクス、機械学習において十分な知識と実装力を持ち、また同時に多くの学生を指導しながら研究を進め、極めて多くの論文を並行で執筆する卓越した成果発信能力も有している。

トップカンファレンスである IEEE/RSJ IROS2022 での SICE Young Authors Awardをはじめ、複数の国内外の受賞があるだけでなく、博士課程在籍時より、複数の国内外の学会で招待講演、キーノート講演を行なっている。さらに日本ロボット学会誌において、深層予測学習モデルに関する解説記事も執筆しているなど、社会への発信、波及効果は非常に大きいと評価できる。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

特に、情報化身体（身体図式）の応用としての能動的な身体変形、身体図式を反映した上位の認識行動制御、を対象とした研究を展開した。前者においては、ダイレクトドライブ駆動とワイヤ駆動を組み合わせ、柔軟機構を実現し、身体構造を変化させる機構を提案、重量物体の把持などに応用している。また後者では、大規模言語モデルを組み合わせた状態認識、行動モデルなどを提案している。

以上の結果は、21 報の国際ジャーナル、国際会議論文としてまとめ、多くの招待講演を行なっている。さらに Robocup@home での最高得点獲得、21 の国際機関が参加した Google の RT-X プロジェクトに参画するなど、社会への大きな発信を行ったことは高く評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 統合情報理論の劣モジュラ性に基づく拡張とその神経科学への応用

2. 個人研究者名

北園 淳（東京大学大学院総合文化研究科 特任研究員）

3. 事後評価結果

本研究では、統合情報理論における脳内の情報統合のコアの考え方が、劣モジュラ性を持つ関数一般に拡張できるという発見をもとに、再帰性、可制御性、複雑性の3つの観点でのコアの定式化に取り組んだ。それぞれについて数理的な定式化は概ね達成した。再帰性、可制御性に関しては、神経科学データに適用することで、再帰性のコアがこれまでに意識に重要であるとされてきた領域と対応することや、小脳核が脳全体に対して高い可制御性を持つことなどを明らかにした。

他業務と ACT-X 研究の両立が困難な中で、着実に研究を進め、原著論文1報を出版、2報を執筆した点は高く評価できる。また、学会発表やコードの公開なども積極的に行い、成果の公開に努めている。

本研究で開発した手法は、神経科学での応用はもとより、他の様々なネットワークデータに適用可能である。また、本研究におけるコアの定義は、劣モジュラ性を満たす他の関数にも拡張できることから、他の関数を用いた異なる観点のコアを抽出する手法へと発展していく可能性がある。基礎的な数理の研究であるため、広範な領域に波及効果が期待される。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、開発した手法を幅広い分野へ展開することを主な目的とした。これまでに開発してきたアルゴリズムによって全数探索を行う場合より大幅に高速化されているものの、再帰性以外の指標でのコアの解析にはかなりの計算時間を要することが、多様なデータへの適用にあたり障害となっていた。そこで、コードの最適化と GPU による並列計算を適用することで、さらなる高速化を達成した。さらに、Python への書き換えなどを行い、様々な分野の多くの研究者が利用しやすいツールとして整備した点は高く評価できる。

また、従来扱っていた神経科学分野のデータに加えて、ソーシャルネットワークや、生態系ネットワークへ本手法を適用し、他の分野への展開に取り組んだ。本研究で開発された手法が、扱いやすいツールを通じて様々な分野の研究者が利用可能となったことで、今後、大きなインパクトにつながると考えられる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： Shared synergy を利用した高い汎化能力をもたらす模倣学習

2. 個人研究者名

沓澤 京（東北大学大学院工学研究科 助教）

3. 事後評価結果

本研究は、人間の動作生成の神経的基盤と考えられるシナジーを利用した、ロボットの模倣学習システム実現を目的としている。特に、シナジー利用法において、従来説明されてこなかった複数シナジーの組み合わせと再利用に関して、リーチング動作を実現した論文は、国際雑誌 Royal Society Open Science に採択、掲載されている。

ロボット模倣学習への応用に関しては、書字タスクを対象とした検証を行なっている。具体的には、教師データをシナジーの思想により要素分解することで、通常の模倣学習より安定かつ新規動作への対応もスムーズに行われることを示した。本成果は、IEEE Access に投稿中である。

ACT-X 研究として、自ら仮説提案、実装、評価、論文執筆を行ない、シナジーなどの神経生理の知見、筋電位計測、ロボティクス、機械学習などの幅広い技術と知識を、有機的に統合し活用した研究を展開した。

ACT-X 研究期間の2年余りは、シナジーの分析、効果に関する学術的成果が中心で、ロボティクスなどの工学的な応用研究は中途段階ではある。しかしながら、成果は確実に出ており、今後の展開が期待できる。すでに招待講演1件、更に今後も2件が予定されており、社会への成果発信、また波及効果も十分に期待できる。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、人間の運動で観察される協調動作の要素である時変シナジー分析に基づいた模倣学習と、インピーダンス制御との統合に挑戦した。具体的には、時変シナジーを使って、引き戸を開けるタスクの模倣学習を試みている。その結果、時変シナジーを使って教示動作を分解表現することで、7関節の協調運動を抽出して効率的な学習が実現している。

計画全体として、シナジーに関する理論研究の成果とロボット実装の成果がバランスよく得られていると評価できる。まだ手法としては課題も多いが、人や動物の運動機序とロボット模倣学習をつなげる試みは十分に野心的であり今後の展開が期待できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 移流拡散過程に基づく環境依存的細胞状態ダイナミクスの推定

2. 個人研究者名

小嶋 泰弘（国立がん研究センター研究所 ユニット長）

3. 事後評価結果

本研究をととして、シングルセルトランスクリプトームデータに深層学習を適用することで、細胞分化を定量的に解析することを可能としており、順調に成果を挙げている。一方で、今回の解析で得られた結果自体は機械学習技術を用いなくとも推察は可能であると言え、本技術によって生物学的に新しい概念が生み出せそうかどうかについては今後の課題と言える。

本研究をととして、生物学者との共同研究につながる研究活動を活発に行なっており、方法論開発の範囲にとどまらず、新規に得られたデータの解析まで至り、成果を挙げている。

筆頭著者として1報は出版済み、もう1報も採択の見込みがあり、いずれも生物学分野でインパクトがある雑誌に掲載される見込みがある。ただし、社会・経済への波及効果については、現段階では限定的であると思われる。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、本研究開発で培った深層生成モデルに基づく細胞状態の解析技術をさらに発展させる形で、一細胞・空間トランスクリプトームの解析情報技術の開発に取り組んだ。さらに、近年開発されている細胞以下の解像度を持つトランスクリプトームデータに対して、3次元の細胞内トランスクリプトームの推定を可能とする深層生成モデルの開発に成功した。加えて、これまでの細胞状態を中心とした情報解析ツールを発展させることで、微小環境の潜在状態を解析可能な深層生成モデルを開発した。研究論文や学会発表も順調に公表されており、今後、応用も含めて波及効果が広がることに期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 機械学習を用いた磁石同期モータの構造最適化

2. 個人研究者名

清水 悠生（立命館大学理工学部 助教）

3. 事後評価結果

本研究では、電動モータの設計上の課題となっている特性計算のシミュレーション時間の大幅な短縮と AI を活用したモータの形状設計にアプローチしている。特性計算に関しては、機械学習を用いた近似計算によりトルク特性や鉄損など様々なモータ特性に対して、有限要素解析を用いた従来法に対して 14～35 分の 1 程度に計算時間を短縮することを達成した。モータの形状設計に関しては、敵対的生成ネットワークにより生成したモータ形状が従来の自動車用駆動モータに対して約 50%の損失低減を達成できることを示した。本研究により、その製造上の制約の一側面ではあるものも、成熟度が高い工業製品においても AI による設計支援が有効であることの可能性を示す成果を得ることができた。

本研究は、モータの設計分野における新しいアプローチとして関心を集め、電気学会の調査専門委員会において AI 普及ワーキングの立ち上げや、当該技術領域における国内最大の会議におけるシンポジウムを企画するなど、研究ネットワークの構築や新たな技術領域形成において精力的な活動を推進している。前述のようにモノづくりにおける AI 活用の拡大をはかる一つの技術として期待される。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、モータの形状設計自由度の向上と製造困難な物理的制約の導入をねらいとして機械学習の入力となるモータ構造の内部表現の改良と、機械システム設計に関する AI 活用技術のすそ野を広げるアウトリーチ活動にも取り組んだ。その結果、モータの幾何的な構造をグラフで表現可能なニューラルネットを応用することで、従来システムに対してより直接的に形状に関する設計指示を与えることができるようになり、本研究成果の実設計場面での応用可能性をさらに高めることができた。

また電気学会誌や日本ロボット学会における解説記事の執筆や、産学の連携ワークショップの開催などの活動も精力的に行い、基礎・応用をまたいだ広範な分野への波及が今後期待される。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 解釈可能な AI による土壌・作物系モデルの開発

2. 個人研究者名

田中 貴（岐阜大学応用生物科学部 准教授）

3. 事後評価結果

本研究は、国内の大規模農場や国外研究機関の協力を得て大規模なデータセットを構築することで CNN などの機械学習手法により収量の予測や経済的な施肥量の意思決定支援にアプローチしたものである。具体的には、国内の大規模農場の協力を得ることで土壌や作物に関するデータセットや、Univ. of Illinois Urbana-Champaign との共同研究から大規模な合成データセットの構築を行った。また Wageningen University & Research において空間統計や作物モデルに関するアドバイスをを受け研究を推進した。当初計画していた目標値には一部及ばなかったものの方法論としての予測精度の向上に対して一定の成果を得ることができた。また、実農場での農作物の栽培管理という完全観測や再現が困難な対象に対して、従来法の援用の限界を示唆した結果でもあり、上記のアプローチと共同研究体制でさらに研究を深めることでブレークスルーを生み出す可能性を得ることができた。また、本領域における国際的な研究ネットワークを構築した。

本研究課題の推進により独自の大規模データを整備することができたことから、農業分野における AI の利活用研究を前進させる種を創出することができた。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、作物モデルに基づくデータ拡張により、課題の一つであった完全観測や再現性が困難な実農場における最適施肥計画の数値検証を試みた。収量に対しては降雨量・日照量などが支配要因であり、局所的な施肥計画最適化の効果は当初想定していた期待を必ずしも支持する結果ではなかったが、個別の交渉を通じ、国外の研究者や実務者の協力を得ることで、米国における約 40 年分のトウモロコシの栽培データと気象データに基づく検証を実現し、得がたい知見を獲得することができた。その過程で得られた作物モデルやデータセットなどの研究成果や、国際的な研究ネットワークを後継研究へと発展させていくことを期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： Developing datasets of infant behavior that are exploitable by AI

2. 個人研究者名

辻 晶（東京大学国際高等研究所 講師）

3. 事後評価結果

本研究は、赤ちゃんの行動分析を対象とし、行動分析を行うにあたって予め多様な国からの赤ちゃんに関するデータを収集するため、これら多様なデータを扱うことができる、海外研究機関が開発運用する基盤ソフトウェアをベースとして、データ収集の環境基盤整備を実施した。ACT-X 研究期間中、当該ソフトウェアの技術的理由から、日本語を用いた実験に支障が生じたが、赤ちゃんの動画を撮るためのインストラクションの設計調査を優先する計画へと変更を行った結果、一部計画に遅延は生じたものの、おおむね当初目的とするデータ収集の環境整備を達成できた。

特に環境整備に際して、赤ちゃんのデータを得るには、保護者の協力が不可欠であり、かつ家庭にいる状態からもデータを得られるようにするという観点から、家庭のプライバシー情報の削除、匿名化、特殊な加工なども必要となり、そのための幅広い研究実施環境を構築した。AI のために様々なデータセットが整備されているなか、上記のようなプロセスは、今後の学術研究や様々な AI サービスの展開にとって有益であると考えられる。またデータセットの多様性の担保だけではなく、個人情報保護に関しても配慮を行い、プライバシー情報を含むものに対しては背景のマスキングを行うことや、匿名加工を施すなど、適切なデータセット構築という観点からも、学術及び社会・経済への波及効果は高いと考えられる。引き続き行われる赤ちゃんの行動分析そのものの研究について期待する。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは家庭環境におけるノイズ除去のための試行錯誤を行い、具体的にどのようなノイズがあるのか、それにどのように対応できるのかに対する方法論的な観点からの検討が行われた。赤ちゃん研究を行うにあたり調査環境や法的課題など様々な課題があったことに対し、その時にできることを柔軟に対応し研究されてきた。

現在は、その方法論に関する論文をまとめており、また赤ちゃんの顔から感情を検知するような技術との共同研究を推進するということで、今後の赤ちゃんの行動や感情分析に対する進展を期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 水産業のビッグデータ化に向けた汎用的な漁獲量認識基盤の開発

2. 個人研究者名

長谷川 達人（福井大学学術研究院工学系部門 准教授）

3. 事後評価結果

本研究は、水産魚種の資源量調査自動化に向けて、画像データセットを整備するとともに、深層学習を含む画像認識技術によって、高度な魚種判別・魚体計測システムの開発を目標とする。目的はほぼ達成できており、画像データセット、アノテーションツール、更に、開発モデルまで公開されれば、学術的、社会的に大きなインパクトが期待できる。

コロナ禍により、漁港等での情報収集やシステム開発等はできなかったが、室内実験等によってデータを集積し、解析手法の開発に注力することで一定の成果が得られた。また、当初想定ベルトコンベアシステムが、現地であまり使われていないことが判明した直後、研究目標を修正しており、柔軟に、また着実に研究が遂行された。

収集済み画像データに加え、魚体検出・魚種判別・体サイズ計測の各モデルとその高度化に資するデータ拡張手法の開発は順調に進展し、成果発表とともにツールとして公開できれば、水産×AI研究をけん引できる。開発したベルトコンベア想定解析技術に加え、今後、挑戦予定の選別台環境下でのモデル開発が進めば、多様な環境において選別作業を自動化できる他、国内外の水産現場における技術展開が期待できる。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

加速フェーズでは、これまでに開発してきた漁獲物認識技術（魚体検出・魚種判別・魚体サイズ計測）の課題として、漁獲物の密集環境での魚領域検出および類似魚種の判別性能に注目し、頑強なモデルの開発と画像認識基盤の強化に取り組んだ。具体的には、画像合成による訓練データ拡張手法の改良および基盤モデルに基づく領域検出手法の高精度化により密集環境に強い魚領域検出モデルを開発するとともに、大規模魚種判別データセットを構築し、距離学習で事前訓練することにより魚種判別モデルの性能向上を実現した。一連の技術開発により詳細魚種分類が向上しており、高難易度な環境下における汎用性と頑健性を確認できている点は高く評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： AI 技術活用によるトライボフォーキャスト学問分野の創成

2. 個人研究者名

村島 基之（東北大学大学院工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本研究は、摩擦面画像と深層学習の融合による高精度摩擦係数予測技術の確立、および、創発性・ヒステリシスまで考慮した革新的摩擦モデルの AI 支援による構築、の 2 つを軸に実施し、前者ではデータベース構築と、それを学習した画期的な「畳み込みニューラルネットワーク（CNN）による予測技術」を確立した。後者については、前者で得られた CNN による予測技術を用いて、新たな知見を導いており、研究目的を達成したと考える。

研究実施体制については、期間中に所属機関の変更があったものの、問題無く研究が遂行されており、適切な実施体制が取れていたと判断する。

また、トライボロジー学会「トライボロジー技術への AI の活用を考える研究会」の開催・運営、日本トライボロジー学会誌「トライボロジスト」における AI とトライボロジー分野の融合に関する解説記事の執筆等、コミュニティに良い波及効果をもたらした。成果の論文化については、今後さらに増えることを期待したい。

なお、後者課題の実施に際して、本研究領域のメンバーとの交流を通じて派生したアプローチから研究成果をあげており、異分野を含めた研究者ネットワークの構築ができたことを評価する。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

従来の摩擦係数推定技術には、透明材料を用いなければ摩擦界面の光学情報を取得できないという課題がある。加速フェーズでは、この課題解決を図る新しい摩擦試験機の開発が行われた。ボール試験片とディスク試験片が回転運動を行うことで、接触した面が常に摩擦面の外側に露出し、この光学情報をハイスピードカメラで取得して、深層学習により摩擦係数を推定するものである。その結果、相関係数 0.9 以上の高い推定精度を得るとともに、測定時の不安定性の解明にも成功した。

透明材料という制約をはずして摩擦係数を推定できるということは、実際の産業用途に広く使用される材料に適用可能であり、重要な成果として高く評価できる。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 民事紛争のための説明可能な解決結果予測モデル

2. 個人研究者名

山田 寛章（東京工業大学情報理工学院 助教）

3. 事後評価結果

本研究は、自然言語処理技術を利用し、民事紛争内容の記述から紛争解決の予測結果とその根拠となる説明を与えるモデルの開発を目的とし、紛争解決結果予測タスク定式化、データセット構築、事前学習済言語モデルの構築、さらには根拠抽出と解決結果予測実験の4課題を計画した。いずれの課題についても、達成した、大きく達成した、の範疇にあり、全体の達成状況は極めて良好であり、期待以上である。

法分野からのフィードバック等を有効に活用し、当初計画以上に研究が進展しているだけでなく、法ドメインデータを用いた言語学習により、法関係以外に関する予測精度が向上する等の予想外の成果も得られている。これらの成果は他分野への波及効果が期待できる。

2本の英語論文が国際会議の Proceedings に掲載され、2本の日本語論文が学会論文集に掲載されている。他にも、一般向け雑誌等への寄稿、出張講義を行うなど、アウトリーチ活動も積極的である。科学技術に関しては既に大きな成果をあげており、社会・経済への波及効果に関しては、将来的に本課題で開発された技術が社会実装された際には非常に大きなインパクトが期待できる。

（加速フェーズ）

上記の評価を受けて研究実施期間を1年間延長し、加速フェーズを実施した。

本研究者は、AI・機械学習の社会実装における紛争解決結果予測タスクの定式化とデータセット構築、説明可能な紛争解決結果予測モデルの開発という2つの課題に対して、極めて優れた成果をあげた。特に、計画を大きく上回る規模と質のデータセットを構築し、法律分野に特化した事前学習済みモデルの構築に成功した点は、その研究能力の高さを示している。

本研究の成果物である日本語不法行為データセット(JTD)は、8,132事例を収録しており、この規模で法の専門家によるアノテーションを実施した研究は、国際的にも例がなく画期的である。また、本研究で開発した予測モデルは、非法律専門家の紛争解決結果の予見可能性向上と紛争調停手続きの効率化を提供するという点で社会的価値が極めて高い。

本研究は、提案時点において極めて挑戦的であり、非現実的であるようにすら思えたが、本研究者の卓越した能力と努力により、期待を大きく越える成果をあげた。社会実装への主な障害は制度的なものであるため、それらがクリアされた際には、ACT-Xの成果として大きな社会的インパクトが期待できる。