

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月17日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
東京工業大学・科学技術創成研究院
[職・氏名]
教授・熊澤逸夫
[課題番号]
JPJSBP 120213502

1. 事業名 相手国: ドイツ (振興会対応機関: DAAD)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 記号的表現を通じて推論プロセスを説明可能とするニューラルネットワーク

(英文) Neural Network Transparency through Symbolic Representations

3. 共同研究実施期間 2021年4月1日 ~ 2023年3月31日 (2年0ヶ月)【延長前】 2021年4月1日 ~ 2023年3月31日 (2年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Stuttgart Media University・Professor・Eckert, Kai

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,989,650 円
内訳	1年度目執行経費	1,344,250 円
	2年度目執行経費	1,645,400 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	3名
相手国側参加者等	6名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	()
2年度目	4	0	6 (0)
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

ディープラーニングを中心とした近年の AI の技術は広範な分野で応用されているが、ディープラーニングのベースとなるニューラルネットワークは、膨大な数のパラメータを有する複雑な計算システムであり、その内部で行われている情報処理を説明することは極めて困難である。これらのパラメータは、訓練用のデータを用いて機械学習によって、目的の情報処理を行えるように自動的に最適化される。この最適化は統計的にパラメータを推定しているに過ぎないため、ニューラルネットワークが行う情報処理の内部の仕組みはブラックボックスとなり、処理の根拠が説明不可能となるため、訓練データ以外の初体験のデータに対して適切な情報処理が行われることを保証できないことが、現在の AI 技術の最大の欠点となっている。この欠点に対処するために、ニューラルネットワーク内部に記号的表現を形成する手法を研究することが本研究交流の目的である。

東京工業大学の研究チームは、既に統計的 AI を駆使して、医療画像の自動診断や自動運転のディープラーニング手法を構築しているが、記号的 AI の開発経験はない。一方、Stuttgart Media University の研究チームは記号的 AI に造詣が深い。両者が協力し合うことで目的達成を目指した。

2021 年度は、コロナウィルスの感染拡大のため、予定していたワークショップを開催することはできなかったが、両国の優秀な若手研究者が、上記難題に取り組む糸口を見出すために、2 週に 1 度の頻度でオンラインでセミナーと議論を続けており、AI 利用者側のニーズも反映した研究方針や技術内容を策定し、記号的表現を形成し得る機械学習方法を探求してきた。2022 年度も、コロナウィルスの感染の波が繰り返されたことから、2 週に 1 度のオンラインセミナーは年度末まで継続した。ただ 6 月から入出国規制が緩和されたことから、感染対策を万全に行った上で、コロナ感染の波の合間を縫って対面の交流を実現した。

まず 2022 年 6 月に日本側 3 名の本共同研究メンバーが相手国を訪問し、Stuttgart Media University の研究室や AI 研究組織 (IAAI: Institute for Applied AI) を見学し、研究討論を行った。また AI をメディアデザインに応用することを研究している Strichpunkt 社を訪問し、社員と交流し、AI 研究に使用するデータセットの収集方法について検討した。本共同研究の主題であるディープラーニング内の記号的情報の表現について、メディアデザインで人が適用している経験則を言語などの記号的な手段で表し、まずはそれをデータセットからディープラーニングの機械学習で獲得することを目指すことになった。そうして学習したディープラーニングが今度は人も知らない新たなデザインルールを見出すことを期待している。日本への入国規制が緩和された 10 月には、ドイツ側の 6 名の共同研究メンバーが来日し、東京工業大学の研究室を見学し、セミナーを開催して双方の研究の進捗を確認した。また医工連系プログラムで歯科学士の技能を AI を用いて評価する共同研究を別途行ってきた東北大学の歯学部を訪問し、学生の実習風景を見学して、AI の導入方法、及び本共同研究の主題である記号的表現の在り方について検討した。歯学部キャンパスで AI へのニーズについて歯学部教授の講演を聞き、また東北大工学部キャンパスも訪問して AI 研究の見学も行った。そして研究期間末の 2023 年 3 月に本共同研究の研究成果報告会を Stuttgart Media University と Mannheim University of Applied Sciences で行った。当報告会では達成できた研究内容を確認して、今後の論文化や外部発表について検討した。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

ディープラーニングによって形成されるニューラルネットワーク内部の情報処理の仕組みはブラックボックスとなり、処理の根拠が説明不可能となるため、訓練データ以外の初体験のデータに対して適切な情報処理が行われることを保証できないことが、現在の AI 技術の最大の欠点となっている。この欠点に対処する手法を研究することには大きな学術的価値がある。しかしながら、大変な難問であり、世界中で大勢の研究者が取り組みながら、

未だ本質的な解決案は見つかっていない。残念ながら、本共同研究でも解決に至らないまま研究期間の終了を迎えることになった。しかしながら、日本とドイツの若手の研究者たちが2週に一度の頻度でセミナーを開いて、問題意識を共有して、また世界中の関連研究をサーベイして、この難問に熱心に取り組んできたことは大変貴重な経験となったに違いない。本共同研究で身に付けた知識やノウハウを礎に、将来の解決を目指して努力を継続してくれることを信じている。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本共同研究では、2週に一度の頻度で開いてきたオンラインセミナーと相互訪問を通じて両国の若手研究者が非常に密な交流を行うことができた。日本側メンバーのドイツ訪問では、ドイツの大学の研究の流儀を肌で感じることができ、今後の研究活動に対する良い刺激となった。またAI研究に力を入れているドイツ企業を訪問し、ドイツの民間企業のAI研究の実態を知ることができた。その企業が持つメディアデザインのデータセットやデザイナーの経験則を入手する機会を得ることができて、それらを今後、ディープラーニングの学習や教師情報の提示に利用できるようになったことも大きな成果である。一方、ドイツ側研究者が来日した際には、東北大学歯学部の学生たちの実習風景を見学して、学生たちの技能評価をAIで自動化する方法を日独の若手研究者が現場で一緒に検討できたことは大きな成果であった。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

上記のように本共同研究の交流を通じて得られた知見やデータセットから、メディアデザインの経験則を記号的表現として形成したり、歯学部学生の技能評価を記号的表現を通じて根拠を示して行えるディープラーニング手法を開発し、具体的なプログラムとしてAIエッジコンピュータに実装して、企業、病院、教育機関等の関係者に提供することで社会貢献したいと思っている。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本共同研究に参加した日本側の修士2年の学生のうちの一人は、本交流を通じて研究に強いモチベーションを受けて、この4月から博士課程に進学することになった。そして進学後もドイツ側との交流を続け、ドイツの大学に交換留学することを計画している。またドイツ側メンバーの博士課程学生3名のうちの2人は交換学生として日本に留学することを計画している。本共同研究は3月末で終了したが、これらの学生たちは4月以降も4週に1度のオンラインセミナーを継続している。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

日独双方の研究者は、本共同研究終了後も、本共同研究、交流を続けることに合意しており、それぞれの国で助成金に申請することになっている。

(7)その他(上記(2)~(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例: 大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

東京工業大学科学技術創成研究院とStuttgart Media University、Mannheim University of Applied Sciencesの間で部局間協定を結ぶ準備を進めている。