

令和 8 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室

評価年月：令和 8 年 8 月

1 政策（研究開発名称）

（1）研究開発名称

安全なデータ連携による最適化 A I 技術の研究開発

（2）関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT 政策） 政策 9 「情報通信技術の研究開発・標準化の推進」

2 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

・実施期間・総事業費

実施期間：令和 5 年度～令和 7 年度（3 か年）

総事業費：27. 3 億円

・概 要

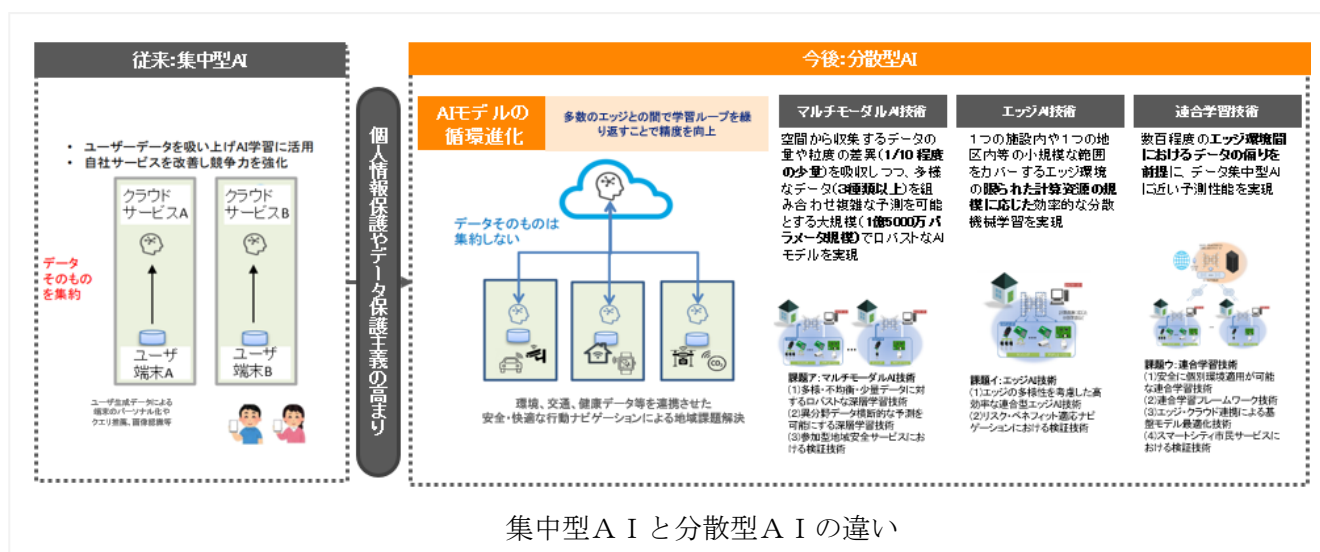
我が国が先端的 A I 技術の研究開発において世界をリードし、多様な者が有するデータを安全に連携させることを可能とする「A I モデル共創プラットフォーム」を世界に先駆けて創出し、分野横断的な A I の応用に関して我が国がトップランナーになるという目的の下、本研究開発では、プライバシーデータや機密データ等を含め、実空間に存在する多様なデータを安全に連携させ分野横断的な課題解決を可能とする分散型機械学習技術確立することを目指す。

具体的には、様々な種類のデータを組み合わせる A I 学習に活用するマルチモーダル A I 技術、エッジ環境で A I 学習を行うエッジ A I 技術、データを共有せずに A I 学習を行う連合学習技術確立し、これらの技術を組み合わせることにより、分散型機械学習システムを試作し、具体的な社会実装シーンを想定した技術実証を行うことにより、その有用性について検証するとともに、検証結果を踏まえて各要素技術の更なる改善を行う。

本研究開発終了後、確立した技術を活用した「A I モデル共創プラットフォーム」を創出し、分野を横断したデータ活用を進めることにより、我が国の社会課題の解決や我が国産業の労働生産性の向上等による産業競争力の向上に貢献することを政策目標（アウトカム目標）とする。

技術の種類	技術の概要
ア) マルチモーダル A I 技術	多様なデータを組み合わせ複雑な予測を可能とする大規模マルチモーダル深層学習モデルの構築技術、及び実空間から収集するデータの差異を吸収可能なマルチモーダル A I 技術についての研究開発を行う。 具体的には、3 種類以上のマルチモーダルデータを組み合わせ、複雑な予測を可能とする 1 億 5000 万パラメータ規模のマルチモーダル深層学習モデルの構築技術確立し、及び収集された場所や期間等によってデータの量や粒度が 1/10 程度の少量になってしまう場合でも、予測性能を概ね維持できるようなマルチモーダル A I 技術の確立を目標とする。
イ) エッジ A I 技術	マルチモーダル深層学習モデルを対象に、エッジ環境の限られた計算資源の規模に応じて、効率的に学習を行う技術の研究開発を行う。マルチモーダル深層学習モデルを対象に、1 つの建物内や 1 つの地区内等の、小規模な範囲をカバーするエッジ環境の限られた計算資源の規模に応じて、効率的に学習を行う技術の確立を目標とする。

ウ) 連合学習技術	マルチモーダル深層学習モデルを対象に、多数のエッジ環境間におけるデータの偏りを前提とした高精度な連合学習技術の研究開発を行う。マルチモーダル深層学習モデルを対象に、数百程度のエッジ環境間におけるデータの偏りを前提に、集中型AIに近い予測性能を実現可能な連合学習技術の確立を目標とする。
-----------	--



(2) 目標の達成状況

3年間の研究開発を通じて、実空間に存在する多様なデータを安全に連携し分野横断的な課題解決を可能とする分散型機械学習技術の確立を目的とした各要素技術について、当初の目標を達成し、一部の技術開発項目については目標を超える高い成果を得ることができた。

各研究開発の結果、下表のとおり、基本計画書に定める目標を達成する成果が得られた。具体的には、マルチモーダルAI技術では、複数の実空間データを統合して複雑な状況を予測するマルチモーダルセンシングモデルの構築を行い、単一モダリティに依存する従来手法と比較して、複雑な環境下における予測性能の向上を実現した。エッジAI技術では、プライバシーを保護しながら、運転支援精度を継続的に高めていく、次世代型の車載システムを開発した。連合学習技術では、データを一か所に集めず学習する連合学習であっても、225クライアント規模の分散環境での検証において、従来の集中型学習とほぼ同等の性能を保てることを確認した。本研究開発では、これら3つの要素技術を組み合わせて分散型機械学習技術の確立に寄与することができた。

また、安心・安全なデータ連携と利活用を支援するプライバシー強化技術(Privacy Enhancing Technologies: PETs)の普及と社会実装を目的とした「PETs社会実装促進コンソーシアム」の設立や、成果の実用化を見据えたフィールド実証が実施されるなど、アウトカム目標の実現に向けた盤石な土台を築いた。

これにより、我が国の社会課題の解決や産業競争力向上実現のために必要な技術である、分野横断的な安全なデータ活用の礎を築くことに寄与した。

なお、達成目標等については、事前評価書記載のとおりである。

https://www.soumu.go.jp/main_content/000832854.pdf

技術の種類	目標の達成状況																				
ア) マルチモーダルAI技術	■マルチモーダルセンシングモデルの構築 画像・映像、心拍やCO2 排出量などの生体情報、行動ログ等の 3 種類以上の実空間データを統合して複雑な状況を予測するマルチモーダルセンシング深層学習手法を開発し、1 億 5000 万パラメータ規模のマルチモーダル深層学習モデルを構築した。本手法により、複数モダリティの相関関係を統合的に学習することで、単一モダリティに依存する従来手法と比較して、複雑な環境下における予測性能の向上を実現した。 <table><tr><th>構成バージョン</th><th>精度 (%)</th><th>再現率 (%)</th><th>F1スコア (%)</th></tr><tr><td>映像のみ</td><td>79.14</td><td>69.64</td><td>74.07</td></tr><tr><td>映像 + 心拍数</td><td>84.23</td><td>76.19</td><td>80.01</td></tr><tr><td>映像 + CO₂</td><td>81.88</td><td>72.15</td><td>76.70</td></tr><tr><td>全モダリティ統合</td><td>85.77</td><td>86.30</td><td>86.03</td></tr></table> マルチモーダルセンシングモデルの検証結果	構成バージョン	精度 (%)	再現率 (%)	F1スコア (%)	映像のみ	79.14	69.64	74.07	映像 + 心拍数	84.23	76.19	80.01	映像 + CO ₂	81.88	72.15	76.70	全モダリティ統合	85.77	86.30	86.03
	構成バージョン	精度 (%)	再現率 (%)	F1スコア (%)																	
	映像のみ	79.14	69.64	74.07																	
	映像 + 心拍数	84.23	76.19	80.01																	
映像 + CO ₂	81.88	72.15	76.70																		
全モダリティ統合	85.77	86.30	86.03																		
イ) エッジAI技術	■少量データ環境における予測安定性の検証 つくば市の人流・気象予測では、データ量が 1/10 の条件においても従来手法と比べて高精度な予測を達成し、予測誤差は 0.963 から 0.619 へ改善した。さらに、リモートセンシングによる崖崩壊リスク検知では実災害動画をを用いた評価において分類精度が 97.6%から 98.2%の性能を示し、量が少ないデータ環境においても高い予測性能を維持できることを確認した。																				
	■交通分野におけるヒヤリハットリスク予測モデルの構築及び実証実験 不確実な状況下での予測精度を 15.67%から 64.55%へ向上させるとともに、マルチモーダルセンシング基盤モデルにより最大 5 秒先の危険予測を可能とし、空間推論精度 84%、行動・時間予測精度 38.52%を達成した。加えて、データ収集エリアの拡大及びユーザ評価を実施した結果、ドライバーアンケートでは 68.8%がポジティブな利用意向を示し、社会受容性の観点からも有効性を確認した。併せて、分析・実利用データの収集と整理を進め、研究開発受託者のコンソーシアム内で利用可能なデータ基盤を整備するとともに、外部機関が利用可能な公開体制を構築した。																				
	■限られた計算資源でも効率的に学習を行うエッジAI技術の開発及び検証基盤の整備 1 億 5,000 万パラメータ規模のマルチモーダル深層学習モデルを対象に、クラウドと多数のエッジデバイスを連携させた分散連合学習環境を構築し、小規模な建物・地区等のエッジ環境における限られた計算資源でも効率的に学習を行うエッジAI技術の開発を行った。クラウドと数十～数百台規模のエッジデバイスを接続し、モデル更新処理を分散化することで、最大 300 ノード規模のエッジ環境における学習処理を実現。検証の結果、従来手法と比較して学習時間を 25.3～30%短縮するとともに、CPU・GPU 利用の安定化及び通信帯域の効率化を確認した。また、5 TB 規模の実データを用いた 10 日間の連続稼働検証を通じて、クラウド多拠点エッジ環境における大規模マルチモーダルモデルの分散学習の実用性を確認した。 また、車載エッジ環境を想定したオフロード分散学習の高速化技術を開発し、非同期処理による大規模エッジ環境での効率的なモデル更新を実現した。併せて、外部研究者が分散学習AIの研究を行えるようシミュレーション実験システムの利用環境を整備・公開し、バックパック型実験システムを試験提供することで、エッジAI技術の検証基盤を整備した。																				
	■スマート運転支援実証 上記技術を実フィールドに適用し、車載エッジ環境におけるスマート運転支援システムの開発及び実証を実施。ドライブレコーダー映像等を活用した運転リスク予測を行い、ドライバーの行動変容を促す対話型AI機能を組み合わせた結果、予測精度 87%を達成するとともに、車載環境において 5 秒以内に通知可能な運転リスク予測を実現した。																				
	■ホットスポット予測実証 都市環境における応用としてホットスポット予測システムを構築し、都市の気象情																				

	報や人流データを活用したリスク予測情報をスマートフォンアプリに提供する仕組みを開発した。本システムでは、リスク情報を 30 秒以内に提供可能な処理性能を確認するとともに、ユーザアンケートにおいて気象情報とパーソナルデータを組み合わせた行動提案に対し 84% のポジティブな評価を得た。
ウ) 連合学習技術	■ データ分布の偏りを前提とした連合学習技術の開発 マルチモーダル深層学習モデルを対象に、数百規模のエッジ環境間におけるデータ分布の偏りを前提として、データを一箇所に集約する集中型 A I に近い予測性能を実現する連合学習技術の開発を行った。パーソナライズド連合学習方式を構築し、225 クライアント環境を用いた検証を実施した結果、全データを一箇所に集約した場合の精度 89.85% に対し、連合学習において 86.27% (iid(※1) の場合) 及び 87.46% (non-iid の場合) の精度を確認し、集中型 A I との差を 5% 以内に抑える目標に対して精度差 3.58% を達成した。また、メンバーシップ推論攻撃を用いた評価では攻撃精度 50% となり、学習データを特定できないことを確認するとともに、FPR(※2) 80% 条件での防御性能を確認した。 ■ 転移連合学習手法の開発 転移連合学習方式を開発し、転移元及び転移先の精度差を 10% 以内に抑えることを目標として検証を行った。その結果、転移元精度 92.9%、転移後精度 90.8% を達成し、精度差 2.1% により目標を満たす性能を確認した。また、データ分布が不均衡な場合にも対応可能な連合学習方式を実装し、その成果は国際会議 ICIP2025 に採録された。 ■ モデル循環の信頼性技術の開発 連合学習の実運用を想定した基盤として、分散連合学習フレームワーク及び連合学習フレームワーク xData Edge/FL (機能制限版) を開発し、関連ドキュメントとともに公開した。また、A I モデルの保存・交換 API やフェデレーション管理機能を備えたシステム基盤を整備するとともに、トレーサビリティ技術を導入し、各ノードにおける A I モデルの学習・評価の実行履歴をプロベナンスログとして記録し、分散環境から収集・連携する仕組みを構築した。これにより、A I モデルの来歴や評価履歴の分析を可能とし、第三者による検証可能性を確保するとともに、A I モデルの異常挙動や不正な参加者の検出を可能とすることで、A I モデル共有における信頼性・安全性・公平性の向上を実現した。さらに、モデル評価履歴の分析結果を参加者の貢献度評価やインセンティブ設計へ活用する仕組みの有効性を確認した。 ■ ヒヤリハット合成動画の構築 ヒヤリハットの危険シーン動画を、生成 A I 技術を用いて、マルチモーダルセンシングに準拠した 7 種のクラスラベルを付与した合成データを生成し、個人情報の対応により、利活用可能な 1000 本規模のデータを構築した。合成データの利用価値として、意図的なノイズを用いて危険分類の異常検知の検証から評価用データとしての有効性を示し、合成データによるファインチューニングにより、実世界の異種の評価データに対しても、分類精度向上により、汎用的な訓練データとしての有用性も確認した。 ■ ユーザ向けアプリ実証 都市環境データを統合したデータ連携基盤を構築し、交通・環境・防災データを統合した市民向けサービスとして、移動支援やリスク予測情報を提供するアプリケーションを開発した。大規模言語モデル (LLM) を活用した個別行動提案機能や UX/UI の改善を実施し、ユーザログ及びアンケート分析を通じて市民の行動変容及び社会実装可能性を確認した。市民の行動変容及び移動支援に対して約 84% のポジティブ評価を獲得し、目標とした有効性を証明した。

※1 iid(independent and identically distributed: 独立同一分布): 各クライアントが偏りのないデータを持っている状態。

※2 FPR(False Positive Rate): 実際は負であるものを間違って正と予測した割合。

3 政策効果の把握及び有識者の知見の活用

研究開発の評価については、基本計画書に記載の政策目標に向けた研究開発期間内での実施事項、状況に加え、論文数や特許出願件数などの間接的な指標を用い、これらを基に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

本政策においても、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和8年6月）において、目標の達成状況や得られた成果等について、研究開発の目的・政策的位置付け及び目標、研究開発マネジメント、研究開発成果の目標達成状況、研究開発成果の社会展開のための活動実績並びに研究開発成果の社会展開のための計画などの観点から外部評価を実施した。外部評価において、外部有識者から以下の御意見等を頂き、本研究開発の評価に活用した。

- ・A Iの急速な進展により本研究開発の重要性が高まっている中、当初目標を達成し、一部の技術開発項目については目標を超える高い成果が得られたことを評価する。事業終了後は、A Iモデル共創プラットフォームの知見やデータ共有の価値を明確化することを含む成果公開や標準化貢献の早期具体化等により、アウトカム目標の達成に向け、実効性のある計画の実質的な進捗に期待する。

また、研究開発による特許・論文・研究発表の実績から、各開発技術に関する特許を出願するなど、成果展開に必要な技術を確実に確立しており、本研究開発の必要性、有効性等が認められた。

外部発表や特許出願件数、国際標準提案件数等は下表のとおりである。

主な指標	令和5年度	令和6年度	令和7年度	合計
査読付き誌上発表論文数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
査読付き口頭発表論文数 （印刷物を含む）	3件（0件）	6件（4件）	14件（10件）	23件（14件）
その他の誌上発表数	1件（1件）	1件（0件）	2件（0件）	4件（1件）
口頭発表数	7件（1件）	8件（0件）	15件（3件）	30件（4件）
特許出願数	7件（0件）	4件（1件）	1件（1件）	12件（2件）
特許取得数	0件（0件）	3件（0件）	2件（0件）	5件（0件）
国際標準提案数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
国際標準獲得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
受賞数	0件（0件）	0件（0件）	2件（0件）	2件（0件）
報道発表数	0件（0件）	0件（0件）	1件（0件）	1件（0件）
報道掲載数	2件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	2件（0件）

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。（括弧）内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読（peer-review（論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの））のある出版物に掲載された論文等（Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む）を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT（特許協力条約）国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しない。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しない。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。

4 政策評価の結果（総合評価）、今後の課題及び取組の方向性

（１）政策評価の結果

A I の急速な進展による A I の適用領域の拡大や、我が国産業が有する分野毎のデータ活用や他分野との連携、日本が強みを有する分野と A I の融合が求められている中、プライバシーデータや機密データ等の取扱いに注意を要するデータを他者にそのまま共有することが困難であり、現実にはデータの連携が進まないという課題がある。本研究開発は、この課題に取り組むものであり、安全なデータ連携基盤の実装に寄与するものであったことから、本研究開発には必要性があったと認められる。

本研究開発において、実空間に存在する多様なデータを安全に連携し分野横断的な課題解決を可能とする分散型機械学習技術の要素技術である「マルチモーダル A I 技術」、「エッジ A I 技術」、「連合学習技術」はいずれも当初目標を達成した。交通分野における実環境での実証においては、本研究開発で開発した技術に関して、ユーザアンケート調査においてポジティブな評価が得られ、社会受容性を確認した。

以上のことから、本研究開発により分散型機械学習技術の確立に寄与することができ、本研究開発には有用性があったと認められる。

（２）今後の課題及び取組の方向性

1) 技術基盤の高度化

本研究開発の成果を社会実装に繋げるためには、構築した A I モデル共創プラットフォームの知見やデータ共有の価値を明確化することを含む成果公開・運用、産業界等と一体となった利用等により、実効性のある計画の実質的な進捗及び分野横断的に活用可能な技術が課題となる。これらの課題解決に向けて、以下のとおり技術基盤の高度化等を進める。

- A I モデル共創プラットフォームの成果公開・運用を通じ、企業・研究機関が参加可能な A I モデル共創環境を整備。
- マルチモーダル A I 基盤モデルの汎用化及び軽量化を進め、自治体や事業者が利用可能な A I 基盤として整備。
- 分散型 A I 運用技術の適用範囲を拡大し、継続学習及び大規模 A I モデル運用の実用化を推進。

2) 成果展開・社会実装

今後の成果展開・社会実装には上記の技術基盤の高度化とともに、本研究開発の成果の対外発信・成果展開や標準化、実用化、業種を超えたデータ連携が課題となる。以下の取組を通じて、成果の普及展開や社会実装を促進する。また、本研究開発及び実証の対象分野であった交通分野での取組を起点に、本研究開発の成果を医療・金融等の他分野や自治体への横展開を目指す。

- A I 安全性及び A I リスク対策に関する知見を国際標準 ISO/IEC 25959 に反映、2028 年発行を目指す。
- フレームワーク公開やハッカソン等のコンテストやワークショップの随時開催を通じ、A I モデル共創技術の普及及び技術者コミュニティ形成を推進。
- モビリティ分野において安全運転支援サービスを活用した公共ライドシェア等の展開を検討し、交通空白地域の課題解決に資するサービス展開を推進。
- スマート運転支援サービスについては、下記を段階的に進め、全国展開を視野にサービス化を推進。
 - ・実証フィールドでの技術検証
 - ・ドライブレコーダーメーカーとの共同実証による製品化
 - ・物流・モビリティ分野への展開
- 自治体ポータルアプリを活用した市民向けスマートシティサービスを展開し、つくば市等の実証結果を踏まえ複数自治体への水平展開を推進。

5 評価に使用した資料等

- 本研究開発については、「総務省情報通信研究評価実施指針（第 6 版）」に基づく評価を行っており、関連資料は、以下の URL に掲載されている。また、本研究開発については、研究開発終了後一定の期間を経過してから、研究開発の直接の成果（アウトプット）から生み出された効果・効用（アウトカム）や波及効果（インパクト）等を確認することは有益であるほか、研究開発施策等の評価の基礎的なデータを取得するため、学会や海外における評価や関連特許、技術移転等の実用化に関する状況を調査し、活

用状況等を把握する追跡調査を実施することとしている。

https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictR-D/index.html