

日中韓フォーサイト事業令和2(2020)年度採択課題 中間評価資料(進捗状況報告書)

1. 概要

研究交流課題名 (和文)	知能 IoT を活用した東アジアにおける高齢者のライフスタイルと福祉の強化		
日本側拠点機関名	慶應義塾大学		
研究代表者 所属部局・職名・氏名	環境情報学部・教授・中澤仁		
相手国側	国 名	拠点機関名	研究代表者 所属部局・職名・氏名
	中国	北京大学	School of Electronics Engineering and Computer Science・Chair Professor・Daqing Zhang
	韓国	韓国科学技術院	School of Computing・Professor・June-hwa Song

2. 研究交流目標

申請時に計画した目標と現時点における達成度について記入してください。

※新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、申請時に予定していた共同研究の実施、セミナーの開催及び研究者交流等が困難又は延期せざるを得なかった場合、当初目的の達成に向け代替的に行った取組があれば、その成果も含めて記入してください。

○申請時の研究交流目標

社会経済の発展と平均寿命の増加に従い、少子高齢化社会は日中韓三国の共通問題になっていくと思われる。労働人口の減少により、税収減や人材不足などが続く一方、高齢者へ支援の需要が急激に高まりつつあり、高齢者のウェルビーイング（福祉）を維持することは深刻な社会問題となる。

IoT と人工知能（AI）を始めとする情報通信技術を用いて、行動検知、健康管理又は生活支援などの研究が注目されている。本提案は、(1) IoT 機器のエッジ側でデータをリアルタイムで高度に AI 処理して個人に特化した知的コンピューティングを実現する技術と、(2) 超大量の IoT 機器から収集されるデータをクラウド側で高度に AI 処理して社会全体の傾向や将来予測を可能とする技術とを組み合わせた知能 IoT 技術を用いて、体の健康のみならず、精神的な健康や社会との繋がりを含める高齢者のライフスタイルとウェルビーイングを強化する社会を構築することを目指す。

具体的には、日中韓 3 国のトップレベル大学である慶應義塾大学、北京大学と韓国科学技術院を中心とする研究者らを集めて、下記の分野の研究交流を実施する。

(1) 知的センシング技術：高齢者の生活環境、身体活動と社会的つながりのためのエッジ側 AI 駆動のセンシング技術を確立し、それらに関する長期データを収集する IoT システムを実現する。

(2) 総合データ解析技術：生活環境、活動と社交データの総合分析により、高齢者の身体 (Physical)、精神 (Mental) と社交 (Social) のウェルビーイング状態を理解する技術を確立し、健康リスクの検出や生活支援などのサービスを実現可能とする。

(3) 高齢者の健康増進サービスの研究開発：各国の需要に応じて、開発されたセンシングと解析技術を統合し、高齢者のケア、ソーシャルサポートなどを含む知能 IoT サービスを開発し、東アジアの特性を考慮した高齢者の福祉への改善に貢献する。

(4) 高齢者向けの IoT スマートホーム技術：最後に、開発した技術とシステムを高齢者の家庭で効率的に実装および展開するための新しい IoT プラットフォーム技術を研究する。一方、このプロジェクトでは、侵入検知/防止システムなどの新しいセキュリティ研究も実施され、高齢者の特定の要件が考慮される高齢者の家の IoT システムを保護する。

○目標に対する達成度

上記目標に対する 2 年分の計画について

(※期間延長対象課題の令和 3 年度事業については、延長期間終了日までの状況を踏まえること。)

☐ 研究交流目標は十分に達成された。

☒ 研究交流目標は概ね達成された。

☐ 研究交流目標はある程度達成された。

☐ 研究交流目標はほとんど達成されなかった。

【理由】

新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、申請時に予定していた共同研究の実施、セミナーの開催及び研究者交流等が困難又は延期せざるを得なかったが、共同研究及びセミナーはオンラインでの実施に変更したことで、概ね計画通りに進めてきた。ただ、研究者間の対面式での交流は人のネットワークの構築に不可欠な役割があるが、旅行制限の影響により、研究者交流の実現できなかった部分がある。以上の理由によって、研究交流目標は概ね達成されたと自己評価した。

3. これまでの研究交流活動の進捗状況

※新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、申請時に予定していた共同研究の実施、セミナーの開催及び研究者交流等が困難又は延期せざるを得なかった場合、代替的に行った取組があれば、その内容及び成果も含めて記入してください。

(1) 令和4年7月末までの研究交流活動(期間延長対象課題の令和3年度事業は延長期間終了日までの状況を含む)について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、研究交流目標達成に向けて行った活動の概要を記入してください。

※各年度における派遣及び受入実績については、「中間評価資料(経費関係調書)」に記入してください。

○共同研究

【概要】

事業開始から中間評価時点までに、下記の研究グループを立ち上げて、定期的なオンライン打ち合わせによる共同研究を行ってきた。研究成果を元に、多数の学術論文発表を行った同時に、特許権申請、社会実装、関連研究プロジェクトの申請も努めてきた。

1、慶應大学・東洋大学（日本）—北京大学・西安電子科技大学（中国）：無線指紋を利用した無線デバイスの識別・認証技術に関して、週1回の定例会を行なっている。該当研究成果は4篇の論文を発表した他、1件の国内特許権を取得した。また、開発技術をもとに、1件関連プロジェクトが採択された。

2、NTT—延世大学（韓国）：NTTの研究者らは延世大学の研究者とサーモグラフィカメラを用いた接触検知技術について、共同研究を行なっている。また、NTTのグループに属する阪大の学生を延世大学に派遣し、研究交流を行った。

3、早稲田大学—北京大学（中国）：ヘルスデータ分析における個人の生活周期を考慮することにより分析精度の向上、他の類似性を持つ個人またはグループのデータとの参照比較と時系列分析を融合した包括的縦横比較分析、プライバシー保護を強化したうえでのヘルスデータの共有による個に適應する比較分析を可能とするブロックチェーンを用いたアクセスコントロールの研究について、中国の研究者らと月1～2回の定期オンラインミーティングを実施し、共同研究を行なっている。

4、慶應大学—東南大学（中国）：画像処理を用いるセンシング技術に関する共同研究を行なっている。該当研究成果は藤沢市・鎌倉市・横須賀市の清掃車に搭載した排出量センシング技術・神奈中バスに実験した乗客人数センシング技術の研究に応用した。また、深層学習による物体検出を用いるセンシングアルゴリズムを車載デバイスに実行する時、処理速度を100%以上に向上する技術を達成し、現在論文作成している。さらに、該当研究成果をもとに、2件の研究プロジェクトが採択され、現在進行している。

○セミナー

	令和2年度	令和3年度 (期間延長対象課題は終了日まで)	令和4年度4～7月末 (令和4年度事業として上記期間に実施したもの)
国内開催	0回	0回	1回
海外開催	1回	2回	0回
合計	1回	2回	1回

【概要】

新型コロナウイルス感染症により、現地での開催がかなえなかったが、オンラインでの開催に変更して、計画通りに年2回の予定で実施してきた。また、旅行制限が緩和された際に、国内の現地開催や、日本と韓国のハイブリッド開催などで、柔軟に進めてきた。開催する際に、若手研究者の学生を中心に発表練習させる同時に、研究室紹介、招待公演、現地の大学への見学、パネルディスカッションなど、豊富なプログラムを実施していた。開催実績は下記の通りである。

ウェブサイトも掲載した (https://a3foresight.sfc.keio.ac.jp/?page_id=22)。

国際集会

第1回 2021年1月 オンライン（日本主催） 2日間

- 研究チーム紹介 3件
- 口頭発表 13件
- ポスター発表 12件

第2回 2021年8月 オンライン（韓国主催） 1日間

- 招待講演 1件
- 口頭発表 17件

第3回 2022年11月 オンライン（中国主催） 2日間

- 口頭発表 12件
- パネルディスカッション 3件

第4回 2022年8月 日本函館市（日本主催） 2日間

- 招待講演 3件
- 口頭発表 9件
- 現地見学&ネットワーキング 1件

第5回 2023年2月 韓国インチョン氏（韓国主催） 2日間

- 招待講演 3件
- 口頭発表 9件

国内集会

第1回 2022年5月 熱海市 2日

- 招待講演 2件
- 口頭発表 5件

○研究者交流

【概要】

コロナ感染拡大による旅行制限中に、対面式の交流が出なかった時期に、学生を対象にしたオンライン講演を相手国の研究者に実施してもらった。

2022年の年度中、旅行制限が緩和されてから、若手研究者を中心にした対面式の研究者交流を始めた。下記の実績がある。

- 1、2022年8月 大阪大学の大学院生が韓国の延世大学に4週間の滞在研究を行った。
- 2、2022年2月 早稲田大学の大学院生が中国の北京大学・清華大学に行き、1ヶ月間の研究交流を行った。

これらの学生さんに交流経験を本プロジェクトの参加者の学生さんに発表してもらい、今後の交流に活用していく予定である。

(2) (1)の研究交流活動を通じて、申請時の計画がどの程度進展したか、以下の観点から記入してください。

○世界的水準の研究交流拠点の構築状況

・日本側拠点機関及び相手国拠点機関の交流によってえられた、世界的水準の国際研究交流拠点となりうるような学術的価値の高い成果

知能 IoT 分野において、本事業での交流によって、下記の世界的水準の高い学術成果が得られた。

1、無線指紋による無線デバイスの識別技術

本技術は無線デバイスの無線信号に存在する揺らぎを該当デバイスの特有な特徴として、無線デバイスの識別に活用する技術である。日本拠点機関の慶應大学と相手国拠点機関の北京大学との共同研究で、新たな無線指紋技術を開発して、実験による最先端の識別性能を達成した。その成果はモバイルコンピュータ分野における最難関のジャーナル IEEE Transactions on Mobile Computing に掲載された。

- Fractal Dimension of DSSS Frame Preamble: Radiometric Feature for Wireless Device Identification, Xufei Li, Yin Chen, Jinxiao Zhu, Shuiguang Zeng, Yulong Shen, Xiaohong Jiang, Daqing Zhang, IEEE Transactions on Mobile Computing 1-15 2023 年

2、深層学習による物体検出を用いる車載センシング技術及びそのエッジ処理の高速化技術

本技術は深層学習による物体検出を使い、車載カメラで撮影した動画の中に、検出したい物体の数・位置などの情報を収集するセンシング技術で、非常に汎用性・有用性高い技術であるが、深層学習は大量な演算リソースが必要なため、本技術の応用展開のボトルネックになった。日本拠点機関の慶應大学は北京大学・東南大学との共同研究で得られた成果は既存処理速度を 100%以上に向上し、世界最先端の処理速度性能を達成した。また、その研究成果を藤沢市の車載センシングプラットフォームに应用して、世界最先端の試みとなる社会実装も努力している。

・研究交流活動の成果から発生した波及効果

本事業の計画の一環として、相手国との交流活動を強化する同時に、国際学会の主催などで、日本側拠点機関の影響力の向上も努力してきた。

例えば、日本側拠点機関の研究者を中心に下記の国際学会を開催した・する予定である。

- The 18th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2020) 横浜市 2020
- The 21st ACM International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. ACM MobiSys 2024 東京 2024 (予定)

また、多数の国際学会の開催委員として、参加している。例えば、Sensys2020-2023, RTCSA 2020-2023, IPSN 2023

本交流事業の影響で、日本側拠点機関の研究者の研究室が相手国から大学院留学生も大幅に増加した。特

に

2021 年 中国からの留学生 1 名

2022 年 中国からの留学生 2 名

交流研究成果を基にした日本側拠点機関の多数の研究プロジェクトが採択された。

- NICT 委託研究 3 件
- JST ムーンショット事業 1 件
- 科研費 若手研究 1 件 基盤 A 1 件

そのほか、社会実装、ビジネス展開などの活動も進めている。

○若手研究者育成への貢献

- ・若手研究者が身につけるべき能力・資質等の向上に資する育成プログラムの実施及びその効果

下記のプログラムを実施した。

1、大学院生を中心にした英語の口頭発表

三カ国の研究者が参加する集会の際に、気軽に英語発表が練習できるように、大学院生の研究発表をメインに促進させた。経験した学生が国際学会の参加意欲が高まった効果がある。

2、相手国の研究者の指導をうける

相手国のシニアの研究者から研究指導を受けさせ、研究能力を向上する同時に、研究訪問の計画も立てやすくなった。具体的に、北京大学の Daqing Zhang 先生と延世大学の JeongGil Ko 先生が慶応大学、阪大、早大の大学院生を指導した。また、慶應の陳先生と東洋大の朱先生が中国の西安電子科技大学の博士学生 3 名の研究指導を行い、自身の研究指導経験も蓄積できた。

3、訪問研究を優先する

大学院生の長時間滞在研究を優先に支援して、研究ネットワークの構築に役に立つと思える。

- ・日本と交流相手国における次世代の中核を担う若手研究者の研究ネットワーク構築状況

現在下記の若手研究者の研究ネットワークが構築できた。

1. 慶應大学・東洋大学（日本）—北京大学、西安電子科技大学（中国）

日本側：准教授・助教 2 名、院生 3 名

相手国：准教授・助教 3 名、院生 3 名

2. NTT—延世大学（韓国）：

日本側：准教授・助教 4 名、院生 1 名

相手国：准教授・助教 1 名、

3. 早稲田大学—北京大学（中国）

日本側：院生 2 名

相手国：准教授・助教 1 名、

4. 慶應大学—東南大学（中国）

日本側：准教授・助教 3 名 院生 1 名

相手国：准教授・助教 1 名