

# 先端国際共同研究推進事業

## 2024 年度採択

### 次世代のための ASPIRE

#### 半導体分野

## 2024 年度 年次報告書・公開版

研究課題名 エッジ・クラウド協調 AI 計算基盤のための DSL と  
コンパイラによる高度な自動コード最適

日本側研究代表者 佐藤 幸紀 豊橋技術科学大学 准教授

相手側研究代表者 Saman Amarasinghe, Professor, Massachusetts  
Institute of Technology

研究期間 2024 年 12 月 1 日～2028 年 3 月 31 日

## 1. 研究成果の概要

### ① 研究構想にかかる成果

#### <実施したこと>

2024 年度は、本研究で取り組む 3 つの研究テーマのそれぞれについて現状までの実装を整理し、チーム内で共有するとともに、今後の国際共同研究の体制の基盤を構築することに取り組んだ。2 月には、研究代表者の佐藤と主たる共同研究者の坂本がマサチューセッツ工科大学（MIT）へ渡航し、国際共同研究体制の基礎構築に向けた議論や、今後の具体的な研究計画、オープンソースとして利用可能なソフトウェアツール群と開発中のソフトウェア群に関する情報交換および今後の渡航計画についての相談を行った。

#### <得られた成果>

今年度の達成目標として挙げていた、1)チーム内の目指すべきゴールの共有、2)成果物のオープンソース化までの手順や論文を共同で書く体制や執筆計画のスケジュールのドラフトについての基本方針の確立、という 2 つの点をそれぞれ達成できた。

先進的 AI チップに向けた高度な自動コード最適化については、MIT CSAIL（マサチューセッツ工科大学コンピュータ科学・人工知能研究所）の Jonathan Ragan-Kelley 准教授が PI を務めるグループが当プロジェクトに参画することを了承し、Ragan-Kelley 准教授らの開発している Exo コンパイラをベースに開発に取り組む体制を構築した。

エッジ・クラウド協調環境向け DSL の開発については、Amarasinghe 教授らのグループが開発している Codon をベースに当グループが開発しているコンパイラ処理系についての成果を共有するとともに、今後の研究成果の発表計画等も議論した。

クラウド内ネットワーク通信の最適化については、Amarasinghe 教授らのグループで NetBlocks と呼ばれるネットワークのプロトコルスタックの処理を最適化するための DSL の開発のリーダーを務める MIT 側の博士課程学生と集中的に研究ディスカッションを行い、今後の共同研究に向けたアクションリストの整理を行った。坂本グループにおいては、これまで研究・開発を進めてきた成果をチーム内で共有するためのドキュメント化を進めた。加えて、これまで研究や実装を進めてきた SmartNIC 環境に関して、MIT 側で本テーマの中心となる博士課程学生と開発状況を共有するとともに、SmartNIC を用いたプロトコルスタック改善についてのアイデアを検討し、今後のアクションリストの整理を行った。

### ② 国際頭脳循環の促進にかかる成果

#### <実施したこと>

2024 年度は、国際頭脳循環の促進に向けては研究代表者の佐藤が約 1 か月 MIT へ渡航するとともに、主たる共同研究者の坂本も約 2 週間 MIT へ渡航し、国際共同研究体制の基礎構築に向けた議論や相談など実際の共同での研究活動を通して、国際共同研究体制の基礎を構築することを実施した。また、MIT 側の研究者の日本への招聘の具体的な計画を策定し、当該分野の国際会議のプログラム編成において招待講演セッションやチュートリアル企画の提案活動を行った。

#### <得られた成果>

今年度の達成目標として挙げていた、1)佐藤と坂本が MIT に滞在し実際に頭脳循環のエコシステム構築のためのスタートを切る、2)相手側研究者の日本への招聘を具体化できるように調整を行う、という 2 つの点をそれぞれ達成できた。

MIT 側からは、本テーマの中心となる博士課程学生を中心として、コンピュータアーキテクチャ分野のトップカンファレンスである ISCA 2025 が東京で開催されることから、ISCA2025 において ASPIRE プロジェクトで使う基盤技術を広く研究コミュニティや日本の技術者と共有することを目的にチュートリアルを企画し、提案する企画の

趣旨を取りまとめ、企画の投稿を行った。本企画は ISCA2025 の半日のチュートリアルとしての採択が決定した。

2 月に開催された 2024 年度採択チームのキックオフミーティングにおいては、他のチームと国際連携強化や国際頭脳循環のための施策のアイデアをディスカッションすることを通して、当チームの今後の実施計画の拡充に向けた知見を得ることができた。

## 2. 研究実施体制

研究テーマ	中心となる研究者氏名	所属機関・部署・役職名
研究テーマ1	佐藤 幸紀 Jonathan Ragan-Kelley	豊橋技術科学大学・情報・知能工学系 准教授 Associate Professor・CSAIL, MIT
研究テーマ2	佐藤 幸紀 Saman Amarasinghe	豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 准教授 Professor・CSAIL・MIT
研究テーマ3	坂本 龍一 佐藤 幸紀 Saman Amarasinghe	東京科学大学・数理・計算科学系・准教授 豊橋技術科学大学・情報・知能工学系・ 准教授 Professor, CSAIL・MIT

## 3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

- Proposal for ISCA 2025 Tutorial, June 22, 2025. "High-Performance DSLs targeting GPUs, FPGAs and Accelerators with the BuildIt Framework" (Accepted)  
<https://www.iscaconf.org/isca2025/program/workshops.php>