

研究領域「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術」事後評価 (課題評価) 結果

1. 研究領域の概要

私たちの社会は、情報技術があらゆるところに浸透した超スマート社会（Society5.0）に変貌を遂げようとしています。超スマート社会の情報インフラは、巨大なクラウド群と無数のエッジから成ると考えられます。多くの場合、エッジにはセンサやアクチュエータがあり、これらを制御する超小型高性能コンピュータとネットワークインタフェースが備えられています。クラウドは、物理的に分散された多数のサーバとなりますが、論理的にはさまざまなサービスの総体として抽象化されることになると考えます。

このためエッジ、クラウドのいずれにおいても、大量かつ多様なデータを扱うことになるため従来の情報処理技術の高度化などに加えて、人工知能（深層学習など）、量子計算、光計算などがキーテクノロジーとなります。現実の諸問題に一定の時間内で回答するリアルタイム技術も、多様化する社会のニーズに答えるべく高度化する必要があります。その上で、これらを統合し、システムとして高効率・省エネルギーで機能させるための新しい回路技術、アーキテクチャ技術、ソフトウェア技術が必要となります。

本研究領域は、こうした近未来の超スマート社会を念頭に、従来技術の単純な延長では得られない新しいコンピューティング技術を研究開発することを目標とします。具体的には、以下の研究開発に取り組みます。

- (1) 情報処理を質的に大転換させる新たなコンピューティング技術の創出
- (2) アルゴリズム、アーキテクチャ等の技術レイヤーを連携・協調させた高効率コンピューティング技術の研究開発

これらの研究開発により、高度な情報処理を活用したスマートロボット、スマート工場、自動運転、IoT、セキュリティ強化などによる超スマート社会（Society5.0）の実現に貢献します。

本研究領域は、文部科学省の選定した戦略目標「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術の創出」のもとに、平成30年度に発足しました。

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・CRESTにおける事後評価の目的、方法、評価項目及び基準に沿って実施した。

2-2. 評価対象研究代表者及び研究課題

2018年度採択研究課題

- (1) 近藤 正章（慶應義塾大学理工学部 教授）
エッジでの高効率なデータ解析を実現するグラフ計算基盤
- (2) 鈴木 秀幸（大阪大学大学院情報科学研究科 教授）
光ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスに基づく計算基盤技術
- (3) 本村 真人（東京工業大学科学技術創成研究院 教授）
学習/数理モデルに基づく時空間展開型アーキテクチャの創出と応用

2-3. 事後評価会の実施時期

2023年11月23日（木曜日）

2-4. 評価者

研究総括

坂井 修一 東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授・副学長

領域アドバイザー

井上 美智子 奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 教授

清水 徹 東洋大学情報連携学部 教授

住元 真司 東京大学情報基盤センター 特任教授

谷 誠一郎 日本電信電話(株)NTTコミュニケーション科学基礎研究所 特別研究員

千葉 滋 東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

中川 八穂子 (株)日立製作所研究開発グループデジタルテクノロジーイノベーションセンター シニアプロジェクトマネージャ

西 直樹 理化学研究所最先端研究プラットフォーム連携(TRIP)事業本部 高度研究支援専門職

伏見 信也 三菱電機(株) 特別技術顧問

堀尾 喜彦 東北大学電気通信研究所 教授

山名 早人 早稲田大学理工学術院 教授

外部評価者

田中 雅明 東京大学大学院工学系研究科 教授

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： エッジでの高効率なデータ解析を実現するグラフ計算基盤

2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名

研究代表者

近藤 正章 （慶應義塾大学理工学部 教授）

主たる共同研究者

石原 亨 （名古屋大学大学院情報学研究科 教授）

藤澤 克樹（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 優れている

○総合評価コメント：

Society5.0では、エッジ系のアプリケーションの効率化が大きな課題となる。本課題では、特にエッジで生成される大量の時空間グラフデータに着目し、グラフ処理の高速化・省電力化をめざした研究を行った。すなわち、エッジ指向高効率グラフ処理基盤（HW/SW）を開発し、企業連携による Society5.0 関連の実アプリのコードデザインと社会展開をめざした。応用領域としては、情報社会におけるヒト・モノ・情報の移動の最適化があげられる。

研究チームは、アプリ、ハード、ソフトの3つのグループから成っている。各グループは、基礎研究の面ではトップ会議での論文の採択を含む、優れた成果を出している。また、特定アプリケーションの処理において、従来方式の100倍以上のエネルギー効率を出した点は高く評価できる。企業連携も進んでおり、社会展開が期待できる。

他方で、3グループをまとめあげて一つのシステムを作り、実応用をこの上で展開・評価するという点で、やや不足が見られた。たとえば、スマート工場などは上位レイヤーの応用であり、下位レイヤーの高効率処理がいかに貢献できるかについては、十分な評価がなされていない。今後は、真の3レイヤー統合の実応用をめざして邁進していただきたい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 光ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスに基づく計算基盤技術

2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名

研究代表者

鈴木 秀幸（大阪大学大学院情報科学研究科 教授）

主たる共同研究者

谷田 純（大阪大学大学院情報科学研究科 教授）

橋本 昌宜（京都大学大学院情報学研究科 教授）（2019.4 ～）

劉 載勳（東京工業大学科学技術創成研究院 准教授）（2020.4 ～2023.2）

3. 事後評価結果

○評点：

A+ 非常に優れている

○総合評価コメント：

ニューラルネットワークと光計算技術を融合させて、新しい光ニューラルネットワーク計算技術を開発することを目的とし、光の特性を活かすリカレントニューラルネットワークモデルを構築し、新しい計算原理を作り上げるとともに、ハードウェア実装の提案を行っている。

異分野融合による基礎研究として、「FRETネットワーク」「リザーバー計算」「空間光変調イジングマシン」の3重点テーマを設定し、これらの数理モデルを作り、シミュレーションによって実証している。中でも、世界初のFRET現象による量子ドットネットワークを用いたリザーバー計算や、深層学習とリザーバー計算の融合によるHidden-fold networkの提案、空間光イジングマシンの拡張により適用可能な最適化問題を飛躍的に拡大したことなどは、素晴らしい成果と言ってよい。発表についても、ジャーナル・国際会議にとどまらず、Springer社よりCRESTの研究成果をまとめたオープンアクセスの書籍(eBook)を出版するなど先進的である。

今後の課題としては、「新しい時代のコンピューティング」と呼べる高度な情報処理を行って見せることがあげられる。期間中には難しかったようだが、今後はシステムにも力を入れて進めていただきたい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 学習/数理モデルに基づく時空間展開型アーキテクチャの創出と応用

2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名

研究代表者

本村 真人（東京工業大学科学技術創成研究院 教授）

主たる共同研究者

中村 篤祥（北海道大学大学院情報科学研究院 教授）（2022. 4～）

湊 真一（京都大学大学院情報学研究科 教授）

坂井 哲（北海道大学大学院理学研究院 教授）

有村 博紀（北海道大学大学院情報科学研究院 教授）（～2022. 3）

3. 事後評価結果

○評点：

A+ 非常に優れている

○総合評価コメント：

本課題は、数の爆発と組合せ爆発を呼ぶSociety5.0の諸計算に対して、解を高速に求める事が可能なエッジコンピュータを、省電力低コストで実現する計算原理、アーキテクチャ、アプリケーションを開発するものである。計算原理、ハードウェア、ソフトウェアのそれぞれで素晴らしい成果を出しており、論文もISSCC（2本）、FCCM、ASP-DAC等のトップ会議への採択があり、国際的に認知される研究となったと言ってよい。全体の成果として、アンサンブル型システムオンチップ（SoC）のイメージも示しており、CRESTらしい成果をあげたと言える。また、CRESTの他のチーム（戸川チームなど）との連携も盛んであり、産業界への応用も広く検討されている。若手育成も順調である。

一方で、やや課題分散的な傾向が見られ、SoCを統括して動かすシステムソフトウェア（OS）の開発などが課題として残った感がある。今後2、3年のうちに、アニーリングと機械学習を両方用いるようなキラーアプリを考え、スタンドアロンのシステムとして他の追随を許さないパフォーマンス（スループット、リアルタイム性など）を出すところを見せてほしい。