

さががけ「革新的コンピューティング技術の開拓」 研究領域事後評価報告書

1. 研究領域としての成果について

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

情報処理基盤の要であるコンピュータシステムの飛躍的かつ継続的な発展が必要不可欠となる中、今までの半導体微細化による「量的アプローチ」が限界に達すると予想されている。本研究領域では、「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術の創出」という戦略目標の下、ポストムーア時代に向け、多様な特徴を有する新奇デバイスや新計算原理の創成・活用を拠り所とする「質的アプローチ」への転換を目指した。

本研究領域では、常識にとらわれない次世代コンピューティング技術を創出するため、様々な分野の新進気鋭の若手研究者集団を構成し、互いが切磋琢磨し異分野間連携の種を育てること、研究者が世界トップクラスの国際会議やジャーナルで日本発コンピューティング技術を世界に発信し分野の第一人者になることを目標に掲げた。

研究課題の選考では、コンピュータ工学に加え、新奇デバイス、新たなコンピューティング技術に取り組む工学、物理学、生物学、化学など幅広い分野で、コンピュータシステムの異なるレイヤーをカバーする多様な課題を採択した。

領域アドバイザーは、研究者の多様性と比較するとややコンピュータシステム分野への偏りが見られるものの、失敗をよしとし、尖ったことを目指すという研究総括の思いに共感するメンバを厳選し、学术界と産業界、基礎から応用、コンピューティングとそれ以外の分野で概ねバランス良く構成している。

本研究領域では、コロナ禍の時期もあったが、サイトビジットや領域会議等は、丁寧で熱意のある指導が行われている。特に領域会議では、異分野の研究者との交流、活発な議論の場や雰囲気意識して提供している。例えば、一期生をパネリストにして二期生、三期生へのアドバイスについてのパネルセッションを実施するなどの工夫は、目標達成に向けた心構えの醸成だけでなく、領域運営のさらなる改善へもつながる良い取り組みである。

また、CREST「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術」と連携したFIT 2021(情報科学技術フォーラム)での企画セッション、さががけ「革新的な量子情報処理技術基盤の創出」と連携した合同セミナー、IEEE/ACM MICRO 2018での本研究領域の研究成果のブース展示など、若手研究者にとって貴重な経験の場を提供している。既にその効果が目に見えて現れ、CREST「信頼されるAIシステムを支える基盤技術」への採択、本研究領域の研究者が中心となり、本研究領域以外の研究者を巻き込んだ「物理学とコンピュータサイエンスのインタラクション」を目的としたグループの設立などが行われている。

本研究領域の運営では、目先の安易な方向に流されないよう、各研究者に、「野望を持ち、山を築け」をスローガンに指導している。これにより、独創的な研究課題に対して果敢に挑

戦することや、大きな山をつくるために、自身の分野に閉じず、連携する強い意識が芽生えたと考えられ、この特徴ある運営が大いに奏功したものと認められる。ここでは、戦略目標の Society5.0 という出口にどのように貢献するかをさらに具体化した運営や、若手研究者にそれぞれの「野望」の実現のために今後とるべき指針のコーチングの強化があるとさらに良いものになったと考えられる。

本研究領域では、全体(29名)の9割にもおよぶ研究者の昇任、文部科学大臣表彰・若手科学者賞2件、日本学士院学術奨励賞を含み約半数の研究者が31件の賞を受賞している。また、6割以上の研究者が国際会議での招待講演66件を行っている。CREST、さきがけ、基盤研究Aを含む比較的大型の科学研究費補助金も獲得している。科学研究費補助金の中には、本研究領域の研究者が連携した研究グループを組織し、新たな融合研究領域の創出が期待される2件の学術変革領域研究(山本、砂田がそれぞれ代表)が採択されている。

以上より、本研究領域での活動が、研究者のキャリアアップに着実に繋がっていること、独創性に富み高度な研究能力を示す若手研究者として国内外で高く評価されるに至っていると認められる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

本研究領域で生み出された独創的・先行的成果の多くは、コンピュータシステム階層縦断型研究や異分野融合からのものであり、今後さらなる発展や新技術・新分野開拓を期待させるものである。

論文(査読付き、学術雑誌・会議録)は、国際191報、国内25報を発表、招待講演は、国際66件、国内77件実施している。特許出願は、国際3件、国内12件、メディア掲載やプレスリリースは23件、ソフトウェア公開は9件(商用利用1件含む)ある。

論文においては、コンピュータサイエンス分野の著名な学術誌 IEEE Transactions、ACM Transactions や情報学分野だけでなく、サイエンス系の Nature や Science Advances、物理系での Physical Review など著名な学術誌の掲載がある。

あわせて著名な国際会議での招待講演、成果発表なども多数行われ、当該分野の国際的なコミュニティにおいて研究成果の独創性と先行性が高く評価されている。特に、本研究領域開始前には、我が国のコンピューティング系や半導体系の著名な国際会議でのプレゼンス低下が憂慮されていた中、本研究領域の研究者が、半導体分野における ISSCC(2件)、アーキテクチャ分野における MICRO(2件、内1件は、ベストペーパー候補に我が国の研究グループとして初めて選出)、高性能計算分野における SC(3件)、設計技術分野における DAC(2件)、ICCAD(2件)、セキュリティ分野における USENIX Security Symposium(1件)などで発表している。我が国の当該分野のレベルアップとともにプレゼンス向上に多いに貢献したことは高い評価に値する。

多くの特筆すべき研究成果の中の例としては、MICRO に採択され、ベストペーパー候補として選出されたもので、ユーザーズに応じ、あえて計算精度を低下させることで高性能

化・低消費電力化を実現する「オンデマンド近似計算基盤」(入江)、様々な環境でのコンピューティングシステム提供を革新的なアプローチで実現する「粉末コンピューティングシステム」(三浦)、物理学や統計物理学の世界的に著名な雑誌で多数発表があり、アメリカ物理学会の雑誌で特集記事も組まれた「確率過程の縮約理論を用いた社会シミュレータの高速化」(金澤)などが挙げられる。

特許に関しては、顕著な研究成果の数と比較するとさらなる積み上げの可能性があったとも考えられる。研究課題個々に、特許取得が効力を発揮する特許侵害確認可否や、オープン・クローズ戦略などあると思われるが、これらを含め特許に関する意識の向上や知識の周知など、機会損失とならないよう、JSTでの今後のさらなる特許支援を期待したい。

実応用への萌芽が見られる例としては、エネルギー制約のあるエッジコンピューティングに有用な、学習済みモデルのハードウェア記述を自動生成し、チップに焼き付けるためのドメイン特化高位合成コンパイラ(高前田)、半導体製造時のプラズマをエネルギー源とするコンピューティング技術(三浦)、光波動を用いたコンピューティング原理の追求(砂田)、スタートアップを設立した単分子誘電体の超大容量単分子メモリ技術(西原)などが挙げられる。この中で、ドメイン特化高位合成コンパイラは、既に企業との共同研究へと発展し実製品開発で利用されている。

本研究領域の研究成果は、今後、AIの普及が加速し、様々な場所でコンピューティングシステムの性能向上や提供が求められる中、これらを満たすエッジコンピューティング、オール光コンピューティング、超伝導量子コンピューティングなどで、常識にとらわれない次世代コンピューティング技術で圧倒的な性能を持つコンピューティングの具現化を期待させるものである。

失敗をよしとし、山を築くという意識づけや、異分野交流により革新的な技術を創出するという方針の下、様々なバックグラウンドを持つ29の研究課題それぞれが先駆的かつ国際的にも高い水準にある研究成果を生み出していると認められる。

コンピューティング技術は、情報学分野に留まらず、全学術分野に必須な技術である。研究総括には、本研究領域で得られた研究成果、新進気鋭な若手研究者を今後いかに育て、新たな技術開発へとつなげていくか、さらには、当該分野の飛躍、後進育成のための考えや要求を、JSTはもとより国などへ機会を捉えて発信し、科学技術政策、戦略目標策定などへ示していくことも期待する。

以上を総括し、本研究領域は非常に優れていたと評価する。

以上