

**CREST 研究領域「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」
追跡評価報告書**

1. 研究成果の発展状況や活用状況

本研究領域は、「人間と調和する情報環境を実現する基盤技術の創出」という戦略目標の下、コンピュータなどの情報機器、ネットワーク、コンテンツなどで満ち溢れた情報環境において、実空間適応型認識、インタラクション、メディアコンテンツ処理などの要素技術を融合・統合し、さらにその認知神経科学基盤を解明することにより、人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための「人間と情報環境の調和」を実現するための基盤技術の構築を目指した。

本研究領域終了後、研究代表者が獲得した研究助成金で総額が1千万円/件以上のものは66件に上る。この中には、科研費基盤研究S（石川3件、石黒）、同・新学術領域研究（石黒、河原、小池2件、開3件）、ERATO（石黒）といった大型の基礎研究・応用研究に進展した研究者の他、ACCEL（石川、後藤、舘）、産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)（武田）、内閣府・ムーンショット（石黒）、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)（石川、神田、武田、開）などの社会課題の解決や実用化・社会実装に向けた開発研究に発展した研究者も多い。一方、「研究代表者としての」研究助成金獲得状況という条件では捕捉できなかったが、柏野はCREST、未来社会創造事業の主たる共同研究者として参画し、本研究領域の研究成果を継承発展させている。また、ムーンショットでは、河原、柏野、神田が課題推進者やグループリーダーとして研究を展開している。その他、河原は、石黒のERATOプロジェクトにおける音声対話研究グループのグループリーダーとして研究を推進しており、多くの研究代表者が本研究領域終了後にも継続して研究を発展させている。

論文発表数は、研究代表者が著者となっている研究終了後に出版されたCRESTの成果と関連する論文だけをみても368報に上る。この中で被引用数Top10%以内の論文数は42報、Top1%以内の論文は3報あり、研究終了後も活発に研究活動が展開され、世界からの注目度も十分高いと考えられる。

特許出願に関しては、研究終了から5年経過し公開特許として十分に捕捉できる状況において国内が137件中、海外出願で50件に上る。

受賞は、徳田の紫綬褒章、石黒、柏野の文部科学大臣表彰をはじめとした国内53件、武田のIEEE ITS Outstanding Research Awardの日本人初受賞、相澤、河原のIEEEフェローなど海外20件があり、研究代表者の多くが国内外の学会から論文賞、技術賞、業績賞等を受賞し合計73件に上った。これらの多くの受賞は、この分野で優れた研究が行われ、アカデミアを中心に社会に認められた証と言える。

また、報道に取り上げられたテーマも多く、社会的関心のあるテーマが多かったことが伺

える。しかしながら、社会の仕組みや生活に変化を及ぼすところまでは行っていない。

以上のことから、研究終了後も本研究領域の研究成果が積み上げられ、社会、特にアカデミアからの関心も集めていることが認められる。

2. 研究成果から生み出された科学的・技術的および社会的・経済的な波及効果

(1) 研究成果の科学的・技術的観点からの貢献

本研究領域では、研究終了後も継続して優れた研究成果を創出し、科学技術の発展に寄与している。

まず、新たな学術分野の確立や科学技術を牽引する研究者として世界的に認知される存在に発展した研究者の例を以下に挙げる。

石川は、高速画像処理の長年の研究で、従来比 33 倍以上の 1,000 fps の高速性を活かすアーキテクチャとアルゴリズムをコアコンピタンスとして世界トップを走る技術革新を推進し、The Finkelstein Medal や立石賞特別賞をはじめとする数々の賞を受賞した。

石黒は、本研究課題後に、ERATO、内閣府 ImPACT、ムーンショットなどの大型プロジェクトの研究総括を次々と実施。ヒューマノイド研究で世界をリードする研究者として研究分野を牽引し続け、その業績に国内外から多数の受賞を得ている。

舘は自身が世界に先駆けて提唱した「テレグジスタンス」の概念を学術分野として確立した。『Telexistence』という舘が執筆した学術書が出版され、テレグジスタンスの国際会議が毎年、世界各地を巡り開催されている。

また、特筆すべき研究成果の例を以下に挙げる。

徳田は、超高品質な歌声を再現する AI 歌声合成システムや、3 分程度の少量の音声データからでもその人の声質に似た音声を合成できる「高効率声質再現音声合成技術」を開発。音声合成の問題に関し、統一的な統計モデルに基づいた新しいアプローチを提唱し、任意の話者の声質、発話スタイル、感情表現等を自在に生成可能であることを示した業績が高く評価され、2020 年内閣府から紫綬褒章を受章。

武田は、日常的な音環境の下で、環境音を分類したり、特定の音を検出したりする音響信号処理技術を、主に深層学習モデルとその学習の最適化の観点から研究。環境音認識は音に関する分野の中で最も注目され急成長しているトピックの一つ。この環境音を専門に扱う DCASE 国際コンペティション (DCASE2020 task4) において世界 1 位を獲得した。

柏野は、聴覚を中心に自閉スペクトラム症 (ASD) の特殊性を心理物理実験や脳機能計測によって解析し、定説に見直しを迫る知見を得ている。例えば、ASD 者は変化を嫌い同一反復に固執すると言われてきたが、同一単語音声を反復聴取すると知覚内容が著しく変化していくという錯覚を経験していることがわかった。ダイバーシティ、あるいは神経基盤まで含めたニューロダイバーシティに社会的な注目が集まる中で、当事者の特性やそれに由

来する生活上の困りごとを周囲の人々がよりの確に理解することに貢献しうる。2019年に Scientific Report に掲載された論文は発表直後から SNS 上で注目され、Altmetric が全論文中上位 5%以内となった。

上記以外にも、トップ国際会議への採択や論文賞の受賞など国際的に高いレベルの研究成果が創出されている。

この他、本研究領域での研究開始後に、研究総括または領域アドバイザーとして、その後に発足した研究領域の運営や発展に貢献した研究代表者、主たる共同研究者、研究参加者が数多く存在する。後藤は ACT-I「情報と未来」、八木は創発的研究支援事業（八木パネル）、武田チームの間瀬は CREST「共生インタラクション」の研究総括とし研究領域を牽引した。また、石黒、石川、黄瀬、後藤の研究代表者 5 名と主たる共同研究者 7 名の計 12 名が CREST、さきがけ、ACT-I、ACT-X、創発的研究支援事業の延べ 22 研究領域の領域アドバイザーとなり研究領域運営に貢献した。この他、黄瀬チームの稲見昌彦が ERATO 研究総括、舘チームの南澤孝太（研究参加者）がムーンショットのプロジェクトマネージャー（PM）に採択されたのを始め、この他 5 名の主たる共同研究者が CREST の研究代表者に採択された。このように、本研究領域からは関連分野を牽引する多くの人材が輩出された。

(2) 研究成果の社会的・経済的観点からの貢献

企業との連携について、多くの研究代表者が民間企業との共同研究を実施し、複数の企業との共同研究がある研究者が多く、中には数十社との連携へと発展した研究者もいる。連携先企業の業種では、情報通信やロボット業界だけでなく、スポーツ（柏野）、自動車（武田、舘）、コンピュータゲーム（舘）や音楽配信（後藤）といったエンタテインメント、服飾・デザイン（黄瀬、舘）など、多岐に渡っている。また、石川、武田、舘は、ACCEL や OPERA といった大型プロジェクトでの多数の企業や研究機関が参加するコンソーシアム型の共同研究活動により数十社におよぶ多様な業種との共同研究を実施した。

実用化・製品化に関して、17 名中 14 名に実用化・製品化や特許の実施許諾があると認められた、これらは、高速ビジョンチップ（石川）や人位置認識技術（神田）など基盤技術としての実用化の他、医療・福祉（石黒、小池）、労働・サービス（相澤、舘、徳田）、教育（柏野、黄瀬、開）、モビリティ・交通（武田）、エンタテインメント・芸術（伊勢、後藤）、セキュリティ・プライバシー（八木）といった幅広い産業分野へ広がっている。

ベンチャーについては、石黒、武田、舘により研究終了後に 3 社が設立され、研究期間中に設立された相澤、伊勢、川嶋（小池の主たる共同研究者）による 3 社と合わせて計 6 社になり、それぞれ製品・サービスや実社会での導入を拡大して発展している。なお、武田の（株）ティアフォー、舘のテレイグジスタンス（株）、川嶋のリバーフィールド（株）は、経済産業省が推進するスタートアップ企業の育成支援プログラム「J-Startup」に選出され、更なる発展を期待されている。

このように、多くの研究代表者が、企業との連携、共同開発を行い、今後の社会・経済に貢献すると期待される研究成果を創出している。以下にその特筆すべき研究成果の事例を示す。

石川は、高速画像処理関連技術の社会への普及・実用化を推進するコンソーシアム形式の新しいプロジェクト「WINDS ネットワーク」を推進し、FA・高速検査、高速ロボット、自動車・交通、ヒューマンインタフェース等、様々な分野における新しい技術の創生を目指して200以上の組織が参加する活動を牽引している。また、ビジョンチップの開発環境及び応用や、高速プロジェクトをはじめとした数々の技術が実用化している。

後藤は、「音楽理解技術により、新たな価値を生み出し貢献する」というコンセプトで、音楽体験の未来を切り拓く研究開発に取り組み、従来の受動的な音楽をアートの世界から工学の領域に転換・拡張し、音楽のビジネスとしての可能性を格段に広げ、音楽の楽しみ方がより能動的で豊かになるように人々を支援できるサービスプラットフォームの研究開発を進めてきた。さらに、商業ライブコンサートやイベント等での実証実験や企業連携を通じて、それらの社会実装・実用化に積極的に取り組んでいる。

石黒は、テレノイドを介した要介護高齢者の会話促進など、新しいコミュニケーションサービスを企画・提供する事業を行う（株）テレノイドケアを研究期間中に設立し、テレノイドを用いた介護サービスに実用化レベルで継続的に取り組み、これまでに、宮城県、大阪府、福井県の計6か所の介護施設で導入されている。

武田は、開発した自動運転のソフトウェア Autoware を活用した自動運転ベンチャー（株）ティアフォーを2015年に設立。「市街地の公道での自動運転」のために開発された Autoware は、自動運転用途としては世界初のオープンソースソフトウェアとして大学の研究開発から企業の製品開発まで幅広く利用されるようになり、世界200以上の機関で利用されている。代表的な導入事例としては、トヨタのEVバスの自動運転システムにティアフォー製OSが採用された。武田は、運転行動分析の業績により、2020年IEEE ITS Outstanding Research Awardを日本人として初受賞した。

館は、トレイグジスタンスの工学的実現可能性を実証し、実用化への道を拓き、現在のアバター産業分野の形成に大きく貢献している。2017年に創設したトレイグジスタンス（株）は、今後のトレイグジスタンスビジネスにおける主要なプレイヤーの1つとして業界を先導する立ち位置にある。

柏野は、トップレベルアスリートの技とメンタルを支える潜在脳機能（無自覚的な認知情報処理）の特徴を、実際の試合もしくはそれに準ずる環境での計測に基づき明らかにした、その知見を踏まえて、感覚運動フィードバックやVRを利用して潜在脳機能を向上させるシステムを開発、トップアスリートの現場に導入した。スポーツ界ではデータ解析とICTを利用したトレーニングが盛んになり、大きな変革期にあるが、本成果はアスリートの中身（技やメンタル）のメカニズムに踏み込んだものとして特に注目を集めている（報道約80件）。

個々の研究成果は研究領域の目標である「人間行動・実空間状況の認識および取得」、「コ

コンテンツ処理およびサービスとしての具現化」、「これらを親和的に行うためのヒューマン
インタフェースとしての具現化」、「認知神経科学の手法を用いた人間の認知プロセスの解
明」に資するものである。しかしながら、各研究テーマが連携した全体像が見えていない。
「人間と調和する情報環境を実現」にはあと一步の進展が必要と感じる。

以上により、本研究領域は研究成果の発展や活用が認められ、科学的・技術的あるいは社
会的・経済的な波及効果が生み出されている。

以上