

CREST・さきがけ「計測技術と高度情報処理の融合による  
インテリジェント計測・解析手法の開発と応用」  
複合領域中間評価報告書

## 総合所見

本研究領域は、計測技術と高度情報処理の融合を目指す「情報計測」という斬新な切り口であり、科学および産業のブレイクスルーになりうることを期待される。すなわち、情報科学・統計数理による計測対象の特徴量解析手法や大量データの迅速・高精度解析手法の開発と、これらの基盤手法を具体的な計測課題に適用した科学技術全般における新現象の発見、原理解明という 2 つの柱をもち、新しい産業分野の創生も視野に入れる挑戦的な研究領域と言える。

本研究領域は、多様な計測・解析技術に最先端の情報科学・統計数理の研究を融合させるものであるのだが、幅広い分野のテーマ選考に合わせて、領域アドバイザーの専門分野も計測、情報科学の両分野から構成されている。領域アドバイザーの所属に関しては、国公立私立大学の教員ならびに、公設研究機関の研究員、民間企業の技術者や研究者からバランスよく選ばれている。研究総括、副研究総括、および領域アドバイザーにより、戦略目標を鑑みた基準に合致した適切な研究グループが幅広い分野、所属から採択された。研究課題採択後は、サイトビジット、領域会議を適宜実施し、研究領域全体の進捗を管理するとともに、研究者間のシナジーの最大化を目指している。研究費については、研究体制の見直しや、研究グループ間の連携等に応じて適宜増額要求に応じて柔軟に重点配分を実施している。また、情報アプローチの 3 分類に基づくクラスタ会議という新しい試みが CREST/さきがけ研究領域内の共同研究の促進に効果的に働いた。これは研究領域マネジメントが機能した好例であり、本研究領域のマネジメントは非常に優れている。また、本研究領域では、若手研究人材、特に「インテリジェント計測・解析手法」を牽引できる人材の育成に対する独自の取り組みを行っていることは評価に値する。

CREST チーム全体としては、投稿論文数 457 報、特許出願 34 件、口頭発表 1727 件と多数の研究成果が創出されている。現段階ではまだ発展途上であるが、成功すれば世界的にインパクトの大きな研究に発展するポテンシャルがある。ただ、著名な国際誌に論文を発表しているチームもある一方で、論文数の少ないチームも散見された。本さきがけ研究領域は、挑戦的課題を掲げた研究者が多く採択されており、今後の進捗が大いに期待できる。これまでにさきがけ研究領域全体としては、投稿論文数 263 報、特許出願 13 件、口頭発表 542 件と多数の研究成果が創出されている。

以上により、研究成果の科学的・技術的観点からの貢献については、優れていると評価できる。今後、さらに情報と計測を融合することで初めて創出できる研究成果を期待したい。

上記のように科学的・技術的観点からは多いに成果を挙げている本研究領域だが、現段階においては社会的・経済的インパクトを与える研究成果が顕在化しているとは言えない。非接触の3次元形状の解析をはじめ、社会で実装が期待される研究成果も多くみられるが、社会的・経済的インパクトの実現を目指すのであれば、論文執筆前の知的財産権確保に努められたい。ただ、実用化に近いレベルまで来ている研究成果もあり、今後高い水準での成果と結びつくことを期待する。情報との融合による計測技術の深化によって社会・経済への貢献が期待できる。

以上を総括し、本複合研究領域は総合的に優れていると評価できる。

## 1. 複合領域としての成果について

### 1.1 CREST

#### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

戦略目標である「材料研究をはじめとする最先端研究における計測技術と高度情報処理の融合」の達成に向け、マテリアルサイエンス、ライフサイエンスのみならず広範な分野において、計測・解析技術の深化により新たな科学の開拓が強く期待される研究課題を採択する方針がとられた。すなわち、計測対象の特徴量解析技術の構築とそれらを新たな計測・解析技術に展開するという方針が明確であった。そのために、二つの柱を設定し、研究グループは融合アプローチと情報アプローチに大別して選考された。ひとつは、広範な逆解析技術を中心とした情報科学・統計数理による計測対象の特徴量解析手法や大量データの迅速・高精度解析手法の開発であり、もうひとつは、上記基盤手法を種々の応用分野に適用した有用性の検証であった。採択テーマから「情報」アプローチは1/3程度、また研究分野としては材料系5件、ライフ系7件、その他4件でバランスが取れている。特に、「インテリジェント計測・解析」手法の開発とその応用に資する研究実現のため、「融合」・「情報」の二つのアプローチで達成するチームを採択した点は評価できる。結果として上記基準に合致した適切な研究グループが幅広い分野、所属から採択された。結論として、選考方針は適切であった。

本研究領域は、多様な計測・解析技術に最先端の情報科学・統計数理の研究を融合させるものであった。幅広い分野のテーマ選考に合わせて、領域アドバイザーの専門分野も計測、情報科学の両分野から構成されている。領域アドバイザーの所属に関しては、国公立・私立大学の教員ならびに、公設研究機関の研究員、民間企業の技術者や研究者からバランスよく選ばれた。もちろん、すべての研究分野に通暁している研究者は存在しないので、各々の研究領域の第一線研究者を領域アドバイザーに選任し、境界領域を補いあうことを志向した人選を実施した。ただ、計測対象としては材料系に偏重した傾向がみられた。必要に応じてライフサイエンス系のアドバイザー等の補充が望ましい。しかしながら、全体として適切な

領域アドバイザーを選任したと判断できる。

本研究領域では、研究総括の指導のもと、領域アドバイザーも参画してサイトビジット、領域会議(年 1 回)等を適宜実施し、個々のチームの研究の状況についてよく把握されていて、適切な評価がなされている。領域会議ではさきがけ研究者も参加可能として、複合領域としての特長を持たせている。研究領域目標達成のために、必要に応じて適宜、研究体制や研究計画は柔軟に見直されている。

当研究領域では、必要に応じて、当該研究領域外の研究者との連携を推奨している。連携促進を促すための領域会議への招へいや、交流会への招待を通して連携をサポートした。また、本研究領域では、若手研究人材、特に「インテリジェント計測・解析手法」を牽引できる人材の育成に対する独自の取り組みを行っている。例えば、さきがけ研究者と CREST チームメンバーの若手研究者の発表・交流の場を計画した。また、本研究領域の基幹である「インテリジェント計測・解析」の情報発信交流を促すプラットフォーム構築を目指した。さらに、サイトビジット、領域会議を適宜実施し、研究領域全体の進捗を管理するとともに、研究者間のシナジーの最大化を目指している。研究費については、研究体制の見直しや、研究グループ間の連携等に応じて適宜増額要求に応答し、重点配分を柔軟に実施している。具体的な研究領域内外との連携については、CREST チーム間の共同研究が 2 件、さきがけ研究者・CREST チーム間で 3 件、さきがけ終了者の CREST チーム参加が 5 件、国際連携も 1 件実施されており、着実に進められている。特に、さきがけ終了者の CREST チーム参加は、有機的な連携と若手育成の観点から評価できる。また、情報アプローチの 3 分類に基づくクラスタ会議という新しい試みが CREST 研究領域内の共同研究の促進に効果的に働いた。研究者の独立性が高い情報科学分野の特性に合わせた柔軟なマネジメントを進めた結果、研究進展を加速化させたことは特筆に値する。これらの例は、研究マネジメントが機能した好例であり、本研究領域のマネジメントは非常に優れていると言える。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは特に優れていると評価できる。

## (2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

### ① 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

本研究領域の研究成果は、中間段階であることを考慮すれば、総じて順調に査読のある国際誌に発表されている。CREST チーム全体としては、投稿論文数 457 報、出願特許 34 件、口頭発表 1727 件と多数の研究成果が創出されている。地球科学関連で由緒あるジャーナルでの論文も複数発表されている。また、鷲尾チームはナノギャップシーケンサーのノイズ除去をはじめ、具体的な計測プロセスに対して情報工学的手法をカスタマイズして研究成果を挙げている。現段階では、まだ発展途上であるが、成功すれば世界的にインパクトの大きな研究に発展するポテンシャルがある。情報技術を駆使した解析によって高速化がはかれるとともに、ハード側からのアプローチも合わさった相乗的な効果がみられる研究成果も多い。既に、小松崎チームのプログラマルラマン分光、鷲尾チームのナノギャップシーク

エンサー、高田チームのタンパク質構造動態の再構成などが、ライフサイエンス分野で応用が進んでいる。ただ、研究のフェーズにもよるが、2018年度採択のチームには論文数がやや少ないチームもあり、今後の研究の加速を期待したい。また、著名な国際誌に論文を発表しているチームもある一方で、論文数の少ないチームも散見された。今後の奮闘に期待する。総じて研究成果は良好であり、一流専門誌への論文掲載数は多いと判断できるが、超一流総合科学ジャーナルへの論文発表がほとんどない。また、中には融合による研究成果の革新性が見えにくいものや、融合によるメリットが十分に出ていない研究課題もあるように見受けられる。

以上により、研究成果の科学的・技術的観点からの貢献については、高い水準を期待できると評価できる。

## ②研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

本研究領域は、非接触の3次元形状の解析をはじめ、社会で実装が期待される成果も多くみられる。しかしながら、現段階においては社会的・経済的インパクトを与える研究成果が顕在化しているとは言えない。情報との融合による計測技術の深化により社会・経済への貢献が期待できるので、今後の進展を待ちたい。ただ、実用化に近いレベルまで来ている研究成果もあり、今後高い水準での成果と結びつくことを期待する。Mother of Scienceである計測技術は、科学技術立国としての国力の源泉ではあるが、計測技術のハードだけによる進歩には限界がある。社会実装が求められる技術シーズについては、自ら、もしくはその当該技術を求める機関と連携し、実際の応用へとつないでいていただきたい。社会実装を具現化する際、知的財産獲得は不可欠な要素であるので、知的財産に関する戦略的マネジメントが重要である。いくつかの特許出願もみられるが、綿密なパテントマップに基づいた戦略的出願がなされているかは疑問が残る。また、特許出願が一部のチームに偏っており、出願が無いチームもある。2017年度、2018年度採択チームに当該傾向が顕著である。新規性がある発明に関しては、発明初期の基本特許取得が将来の事業成功の鍵となることは自明である。有用な特許については戦略的出願、登録に向けて進めていくことが求められる。今後、研究総括のマネジメントにより、「情報×計測」の融合の応用事例を各産業分野で創出し社会的・経済的貢献が達成できることを期待したい。

以上により、研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については、現段階ではやや不十分と考えるが今後の展開に期待したい。

## 1.2 さきがけ

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

本研究領域は、領域目標達成のために、CRESTと同様に二つの柱を設定した。戦略目標達成の最大化のために、情報科学・統計数理による手法開発(「特徴量解析」、「データ同化」、「最適化問題」、「スパースモデル・機械学習」等)と、具体的な計測課題(「材料」、「ライフ



サイエンス」、「その他」)の両面で、幅広く採択できるように研究課題選考が実施された。結果として、幅広い分野における最先端計測法と高度データ解析法の構築を目指す研究提案に加えて、両者の融合を目指す研究提案の3種類のカテゴリーからバランス良く選考が行われ、上記基準に合致した妥当な研究課題が幅広い分野、所属から採択された。各年度100件ほどの応募があり、その内の25件に対し面接選考を行い、10~11件の採択が行われた。激戦を勝ち抜いた研究者はそれぞれ秀逸であり、本研究領域の重要性を物語っている。以上から、全体として選考方針は適切であった。

本さがけ研究領域の領域アドバイザーは、CREST 研究領域の領域アドバイザーと全く同一である。コメントは、CREST 評価部分を参照されたい。

すべての研究課題について、採択後ほぼ1年後に研究総括、副研究総括、および領域アドバイザーによるサイトビジットが行われ、研究の進行状況の把握やフィードバックが適切に行われている。領域アドバイザーのメンバーはCRESTと同じであり、これもCRESTとさがけを一体として進めることや相互の情報交換を進める上でも妥当と考えられる。新型コロナウイルス感染拡大の影響もあり、オンラインでの会議等への変更などもあったようであるが、当初予定されていた内容のミーティング等は、十分に行われている。戦略目標達成のために、必要に応じて適宜、研究計画は柔軟に見直されている。特に、研究総括、副研究総括のリーダーシップにより他グループとの積極的な連携が推奨されている。加えて、クラスタ会議と呼ぶCREST研究者も含めた分野ごとの情報交換会を開催しており、融合分野でかつ複合領域としての運営として評価できる。また、CRESTの領域会議ではさがけ研究者も参加可能として、さがけ領域会議では第6回からCREST研究者も参加可能とし、複合領域としての特長を持たせている。

研究者間のシナジーの最大化を目指した工夫はいくつか認められる。合同キックオフ会議を始め、クラスタ会議など、CREST採択者と合同で行われている点は、さがけにおいても戦略目標の達成に向けて着実に研究成果が出ている好事例である。例えば、さがけ研究者とCRESTチームメンバーの若手研究者の発表・交流の場を計画したことなどは、出来そうで出来ないことであり、評価できる。共同研究にも向き・不向きがあると思うが、この複合領域では、研究者間の共同研究が魅力的な研究成果につながっている。領域会議での研究進捗報告に基づき、研究の加速が期待できる研究課題に対して増額措置を行うなど柔軟な研究費配分については評価できる。研究費については、研究体制の見直しや、研究グループ間の連携等に応じて適宜増額要求に応答し重点配分を実施している。さらに、サイトビジット、領域会議を適宜実施し、研究領域全体の進捗を管理するとともに、本研究領域の基幹である「インテリジェント計測・解析」の情報発信交流を促すプラットフォーム構築を目指していることは秀逸なマネジメントといえる。研究者の昇任も着実に進み、受賞も多数あるなど研究者の育成も成果が表れている。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは、特に優れていると判断できる。

## (2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

本さきがけ研究領域は、挑戦的課題を掲げた研究者が多く採択されており、今後の進捗に期待できる。これまでに、さきがけ全体としては、投稿論文数 263 報、特許出願 13 件、口頭発表 542 件と多数の研究成果が創出されている。国内会議での招待講演を 116 回、国際会議での招待講演も 61 回行っており、国内外からの注目度の高い学術的成果をあげている。ただ、研究のフェーズや分野によると思われるが、第 1 期生で論文が 1、2 報程度の研究者もおり、今後の研究の加速を求めたい。さらに情報と計測を融合することで、初めて創出できる研究成果を期待したい。

本さきがけ研究領域では、科学的インパクトに加えて社会的、経済的インパクトの高い研究成果も出つつある。例えば、成田研究者は、宇宙望遠鏡の時系列データ解析においてガウス過程を取り入れた解析を行うことにより、新型惑星の発見を報告している。また、深層畳み込みニューラルネットワークによる高い確度で熱帯低気圧の発生予測や、養殖魚のバイオマスの推定が可能になるなど、社会への還元が期待できる研究成果も上がっている。特許出願については研究領域全体で国内 11 件、国際 2 件とやや少ない印象である。社会的経済的インパクトの実現を目指すのであれば、論文執筆前の知的財産権確保に努められたい。この研究領域は、産業への展開が非常に期待される。JST も研究成果の知財化の促進を検討されたい。

以上により、本研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況は、高い水準を期待できると判断できる。