

平成 26 年度戦略的創造研究推進事業における 新規発足研究領域及び研究総括の設定について

本事業の新規研究領域(公募型研究)及びその研究総括は、科学技術振興機構(JST)の「戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発及び先端的低炭素化開発を除く。)の実施に関する規則」に基づき、JST の研究主監会議が事前評価を行い、研究領域及び研究総括の設定を行います。

平成 26 年度の新規研究領域及び研究総括について、上記の手続きを経て、以下の表に示すとおり、平成 26 年度発足の新規 CREST、さきがけ研究領域と、当該研究領域の研究総括を決定しました。研究主監会議における事前評価結果と、その設定理由は、別紙のとおりです。

表. 平成 26 年度新規発足研究領域、研究総括及び戦略目標 一覧

研究領域	研究総括	戦略目標 (設定年度)
CREST 現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築	つばい たかし (東京大学 大学院数理科学研究科 研究科長・教授)	「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築」(平成 26 年度)
さきがけ 社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働	こくぶ ひろし (京都大学 大学院理学研究科 教授)	「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築」(平成 26 年度) 「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」(平成 25 年度)
CREST 人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築	はぎた のりひろ (株) 国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所 所長)	「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」(平成 26 年度)
さきがけ 社会と調和した情報基盤技術の構築	やすうら ひろと (九州大学 副学長、大学院システム情報科学府 教授)	「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」(平成 26 年度) 「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」(平成 25 年度)
CREST 統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤	すがの すみお (東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授)	「生体制御の機能解明に資する統合 1 細胞解析基盤技術の創出」(平成 26 年度)
さきがけ 統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤	はまち いたる (京都大学 大学院工学研究科 教授)	「生体制御の機能解明に資する統合 1 細胞解析基盤技術の創出」(平成 26 年度)
CREST 二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出	くろべ あつし ((株) 東芝 研究開発センター 理事)	「二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開」(平成 26 年度)

(別紙)

研究領域及び研究総括の設定の手順及び理由

1. 研究領域及び研究総括の設定のための事前評価の項目及び評価者

事前評価は、「戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発及び先端的低炭素化開発を除く。)の実施に関する規則」に基づき行いました。公募型研究に係る研究領域及び研究総括の事前評価の項目及び評価者は以下のとおりです。

(1) 事前評価の項目

(ア) 研究領域

- ① 戦略目標の達成に向けた適切な研究領域であること。
- ② 我が国の研究の現状を踏まえた適切な研究領域であり、優れた研究提案が多数見込まれること。

(イ) 研究総括

- ① 当該研究領域について、先見性及び洞察力を有していること。
- ② 研究課題の効果的・効率的な推進を目指し、適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していること。
- ③ 優れた研究実績を有し、関連分野の研究者から信頼されていること。
- ④ 公平な評価を行いうること。

(2) 評価者

研究主監会議が評価を行う。

◆研究主監会議 名簿 (平成 26 年 4 月現在)

	氏名(敬称略)	所属
議長	中村 栄一	東京大学 大学院理学系研究科 特例教授
	笹月 健彦	九州大学 高等研究院 特別主幹教授
	辻 篤子	朝日新聞社 オピニオン編集部 記者
	西尾 章治郎	大阪大学 大学院情報科学研究科 特別教授
	宮野 健次郎	(独) 物質・材料研究機構 フェロー
	山本 嘉則	東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 名誉研究顧問

(※) 研究主監は、戦略的創造研究推進事業(CREST、さきがけ、ERATO)のプログラムディレクターです。

2. 研究領域及び研究総括設定の手順

(1) 文部科学省における戦略目標の検討状況を踏まえた、JST における事前調査

- (ア) 文部科学省において、科学技術基本計画等の国の方針、各種の調査結果、外部有識者等から構成される各種の審議会からの報告・意見や JST CRDS(研究開発戦略センター)の政策提案等を踏まえて、戦略目標の検討が行われました。
- (イ) JST は、上記の戦略目標の検討段階から文部科学省より情報提供を受け(平成 25 年 8 月)、戦略目標の達成に向けてイノベーション創出に資する研究領域設定のための事前調査を行いました。
- (ウ) JST の事前調査は、以下の手法によりました。
 - ① 上記の文部科学省における検討に際しても参照されている、各種の審議会からの報告等や

JST CRDS の戦略プロポーザル等の報告類等を参照するとともに、関連分野に関する研究動向・技術動向や関連学会の状況等の情報の収集と分析を行いました。

- ② 関連分野における有識者へのインタビュー調査を行い、そのとりまとめと分析を行いました。
 - インタビューは、JST のスタッフ 38 人が、延べ 112 名の外部有識者を対象として実施。
 - インタビュー対象者は、上記の報告類からの関連科学技術分野をもとに、以下のデータベース等を用いて抽出。
 - ◇ J-GLOBAL (科学技術総合リンクセンター。JST が運営する科学技術情報の連携サービス。国内研究者約 23 万人、国内外文献の書誌情報約 3,464 万件を収録。)、JDreamⅢ (JST が運営する日本最大の科学技術文献データベース。6,000 万件を収録)、Web of Science (Thomson Reuters 社が提供する学術文献引用データベース。文献約 1,200 誌を収録)等を用い、国内の研究者を俯瞰。
 - ◇ JST 内部で構築している JST 関係者データベース(延べ約 1 万人)に蓄積された、過去のファンド状況や評価者としての活動状況などを確認。
- (エ) 上記の事前調査の進捗を、戦略目標毎に定めた担当研究主監に報告し、議論を深めました。
- (オ) 文部科学省からの戦略目標の正式通知(平成 26 年 2 月 26 日付、別添資料1)を受け、さらに調査(領域調査)を進めました。

(2) 新規発足研究領域の「研究領域の概要」(案)に対するパブリックコメントの実施

- (ア) 研究主監と JST 事務局が戦略目標ごとに領域調査結果を取りまとめました。研究主監会議(平成 26 年 3 月 14 日)を開催し、上記の調査結果を基に、「研究領域の概要」(案)を作成し、それらに対するパブリックコメントをホームページ上で実施しました(平成 26 年 3 月 18 日～3 月 25 日)。
 - ※ なお、パブリックコメント結果は別添資料 2 の通りです。

(3) 研究領域および研究総括の事前評価と決定

- (ア) 研究主監会議(平成 26 年 4 月 4 日)を開催し、研究領域および研究総括の事前評価を行いました。
- (イ) 上記の事前評価結果を受け、JST が研究領域および研究総括を決定しました(平成 26 年 4 月 14 日)。

3. 新規研究領域及び研究総括とその設定の理由

新規研究領域および研究総括と、研究主監会議によるその設定の理由は以下の通りです。
(研究総括の所属・役職は、平成 26 年 4 月現在のものです)

3-1 戦略目標「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・説明するモデルの構築」の下に設定した研究領域

[1] 研究領域の概要及び研究総括

研究領域『現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築』(CREST)

(1) 研究領域の概要

本研究領域は、数学者と数学を応用する分野の研究者が相互に連携する研究チームを構成して、現時点で解決が困難な社会的課題に取り組むとともに、そのプロセスの中で数学自体の発展をも目指すものです。具体的には、応用分野の知見と数学がもつ抽象性や普遍性を利用して、支配原理・法則が明確でない諸現象に潜む「本質」部分を見出し、数学的アイデアに裏付けられた革新的モデルを導出する研究、新しい数理的手法を開発する研究を推進します。また、導出された数理モデルや既存の数理モデルについて、解決すべき課題の核心となる現象を記述していることの実証・検証やモデル評価のための数学理論や技術の構築を

行なう研究も含まれます。対象となる現象としては、社会現象、自然現象、生命現象などが想定されますが、社会的ニーズに対応した新しい研究課題の創出と解決を目指すものであればこの限りではありません。

数理モデルの導出や課題の解決にあたっては、異なる数学分野の研究者間の連携はもとより応用分野、実験科学や情報科学の研究者との双方向の連携も重視します。更に、導出された数理モデルが普遍性を持ち、様々な分野の課題解決に応用可能なモデリング技術へと発展していくことも期待します。

(2) 研究総括

坪井 俊^{つぼい たかし}（東京大学大学院数理科学研究科 研究科長／教授）

[2] 研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築」(CREST)

(1) 研究領域設定の理由

本戦略目標は、社会における諸現象のうち、現時点で支配原理・法則が明確でなく、数理モデル化ができれば社会に対して大きなインパクトが見込まれる現象について、数学・数理科学の研究者と応用分野の研究者などによる異分野協働などを通じて、その現象を表現する数学的モデルの導出やモデルの実証・検証および評価のための数学的理論等の構築を目指すものである。

近年、社会の情報化・複雑化や計測機器の発達、計算機性能の飛躍的向上等に伴い、生命現象や自然現象、社会現象などに関する情報を得ることが可能となり、これらの現象の複雑さがよく分かるようになってきた。しかし、これらの現象については、支配原理・法則が不明確でモデルを作れないため、なぜそのような現象が起こるのかは十分に分からないまま、うまく対処した経験知の積み重ねによって現象を理解しているものも多い。また、経済やエネルギー、防災などにおいては既に何らかのモデルが用いられていても、個別分野固有の理論的枠組みに基づくモデルだけでは捉えきれないものが増えており、現象の「本質」を理解する上で不可欠な数学・数理科学研究者との連携は必ずしも十分とは言えない。さらに、近年の数学の発展により、これまで応用されたことのない現代数学の理論がこのような現象の「本質」を理解する手がかりを与え、画期的な成果をもたらす可能性が残されている。

これらの状況を踏まえ、本研究領域は、数学者と応用分野の研究者が相互に連携する研究チームを構成して、現時点で解決が困難な社会的課題に取り組むとともに、そのプロセスの中で数学自体の発展をも目指すよう設定されており、戦略目標の達成に向けて適切に設定されている

本研究領域の対象となる応用分野としては、例えば社会現象においては、経済変動、感染症の伝播、交通流、電力・通信ネットワークの変動、災害時の住民行動、各種社会インフラの老朽化等、自然現象においては、気候変動、集中豪雨・地滑り・竜巻・津波等の突発的な自然現象等、また、生命現象においては、遺伝子間の相互作用メカニズム、脳内の知覚認識・情報処理メカニズム等が想定される。これらの課題に取り組むにあたっては、数学者が応用分野の研究者と協働することが重要であり、更には異なる数学分野の技法を融合することや新しい理論の構築や検証を行うことも必要である。

このような取り組みに関連した事例として、戦略目標「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学／数理科学研究によるブレークスルーの探索」（平成 19 年度設定）に基づいて発足した「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」研究領域において、数学・数理科学と諸科学の研究者との協働が生まれてきており、優れた成果が出始めている。また、文部科学省委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」（平成 24 年度開始）において、諸科学・産業における数学・数理科学的知見の活用で解決が期待できる課題を積極的に発掘し、具体的な研究へとつなげるための活動を行っている。以上の取り組みの状況と、有識者インタビュー等による本研究領域選定にかかる調査から、数学・数理科学の研究者が自身の研究が諸科学に対してどのようなブレークスルーをもたらすかを探索する段階から、具体的な社会的課題の解決に取り組む段階へと進展してきており、本研究領域の趣旨に合致する優れた研究提案が多数見込まれる。

(2) 研究総括設定の理由

研究総括 坪井 俊

坪井俊氏は、位相幾何学を専門としており、空間が層状に分割されている状態（葉層構造）の研究に取り組み、葉層構造の不変量の意味付けの研究やこれと関連する空間の構造を保つ写像のなす群の研究を行っている。前者の代表的な成果としてはゴドビオン・ベイ不変量の幾何的特徴づけ、空間が許容するダイナミクスと不変量の自明性の関係付けがあり、後者については様々な微分同相群のアーベル化の自明性の証明などの成果をあげている。純粋数学者として位相幾何学分野で独創的な研究業績が認められ、1991年には日本数学会幾何学賞を受賞するなど、本研究領域について先見性及び洞察力を有していると思われる。

また、日本数学会理事、理事長を歴任するとともに、2012年より東京大学大学院数理科学研究科長を務めるなど、本研究領域について適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると思われる。

さらに、文部科学省「数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ」の一環として「産業界からの課題解決のためのスタディ・グループ研究集会」を運営するなど、数学と諸科学・産業との連携にも積極的に取り組んでいる。これらを総合すると、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行いうると見られる。

以上より、同氏は本研究領域の研究総括として適任であると判断される。

3-2 戦略目標1「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築」、戦略目標2「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」の下に設定した研究領域

[1]研究領域の概要及び研究総括

研究領域『社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働』(さきがけ)

(1)研究領域の概要

従来の科学技術の延長ではなかなか解決できない社会的課題に取り組み、ブレークスルーを起こすためには、現代の数学から幅広いアイデアや方法を取り入れた斬新な発想による解決が強く求められています。そのためには、代数、幾何、解析などの純粋数学や応用数学、統計数学、離散数学など、数学内の様々な分野において「社会的課題を数学的問題として取り上げる」ことが必要です。

本研究領域は、社会的課題の解決に向けて数学の力を最大限発揮するとともに、課題に取り組むプロセスの中で数学自体の発展をも目指すものです。研究推進においては、社会での様々な問題に対して研究者自らが現場に入り込んで課題を認識し、その解決に向けたアプローチを意識して基礎研究を推進することを重視します。数学分野の研究者が自然科学、情報科学、工学、生命科学の理論や実験の研究者と連携することや、諸分野の研究者が数学分野に参入し課題解決に取り組むことを期待します。研究領域の運営においては、研究者が相互に影響し合い、異分野横断・融合的な視点で問題解決に取り組む姿勢を重視します。これにより、新しい数理科学の分野の形成や牽引の担い手となる将来の世界レベルの若手研究リーダーの輩出を目指します。

(2)研究総括

國府 寛司 (京都大学大学院理学研究科 教授)

[2]研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域 「社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働」(さきがけ)

(1)研究領域設定の理由

戦略目標1は、社会における諸現象のうち、現時点で支配原理・法則が明確でなく、数理モデル化ができれば社会に対して大きなインパクトが見込まれる現象について、数学・数理科学の研究者と応用分野の研究者などによる異分野協働などを通じて、その現象を表現する数学的モデルの導出やモデルの実証・検証および評価のための数学的理論等の構築を目指すものである。

戦略目標2は、数理科学分野とビッグデータの利活用により大きな社会的インパクトを生むような様々な研究分野との協働により研究を進め、課題解決を通じてビッグデータから新たな知識や洞察を得ることを可能とする次世代アプリケーション技術を創出し、高度化すると同時に、様々な分野のビッグデータを統合解析することを可能とする共通基盤技術の構築を目指すものである。

近年の数学の発展により、これまで応用されたことのない現代数学の理論が、経済変動や交通流などの社会現象、気候変動などの自然現象、遺伝子間の相互作用メカニズムなどの生命現象において、その現象に潜む「本質」を理解する手がかりを与え、諸現象に関わる社会的課題の解決に向けて画期的な成果をもたらすことが期待されている。たとえば、複雑な構造をした現象の「本質」部分を数学的に見だし、数理的な根拠をもって簡略化した記述を行うことで、情報量が多く計算機の処理負荷が高い作業を著しく効

率化することができる。また、数学的な問題として捉えることにより、その現象が不安定になる「兆し」等の検出が可能となり、電力システム等における不安定化回避の対策や効果的な制御につながる事が期待される。これらにおいては、現象に対する数学理論からのアプローチに加え、ビッグデータを統計学的に活用するアプローチなどが想定される。

これらの状況を踏まえ、本研究領域は、社会的課題を数学的問題として取り上げ、数学の力を最大限發揮して革新的な解決手法の構築を目指すよう設定されている。対象分野としては、社会現象、自然現象、生命現象等幅広い分野を対象とするが、とくに複雑な現象やシステム等の解明、リスク管理、将来の変動の予測等、従来の手法では解決が難しい課題に対して現代数学の幅広いアイデアを取り入れて斬新な解決手法を構築することを目指している。

研究推進においては、社会における様々な問題に対して、研究者自らが現場に入り込んで解決すべき課題を認識し、その解決に向けて自然科学、情報科学、工学、生命科学の理論や実験の研究者とも双方向に連携して研究を進めることを重視している。

以上を総合すると、本研究領域は戦略目標1、2の達成に向けて適切に設定されており、社会の様々な課題の解決に貢献するための数学ならではの革新的な手法の創出が高く期待できる。

このような取り組みに関連した先行例として、戦略目標「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学／数理科学研究によるブレークスルーの探索」（平成19年度設定）に基づいて発足した「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」研究領域で、交通渋滞を数学的に解析し、高速自動車道での実証実験にまで発展した例など、優れた成果が出始めている。また、文部科学省委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」（平成24年度開始）において、諸科学・産業における数学・数理科学的知見の活用で解決が期待できる課題を積極的に発掘し、具体的な研究へとつなげるための活動を行っている。以上の先行する取組みの状況と、有識者インタビュー等による本研究領域選定にかかる調査から、数学・数理科学の研究者が自身の研究が諸科学に対してどのようなブレークスルーをもたらすかを探索する段階から、具体的な社会的課題の解決に取り組む段階へと進展してきており、本研究領域に対して優れた研究提案が多数見込まれる。

また、本研究領域では、数学・数理科学の研究者だけではなく、他分野の研究者が数学分野へ挑戦することも促しており、本研究領域の推進を通じて研究者が相互に影響し合い、異分野横断・融合的な視点で問題解決に取り組むことが期待される。このため、科学技術のイノベーションの源泉となる研究成果の創出に加え、新しい数理科学の分野の形成や牽引の担い手となる将来の世界レベルの若手研究リーダーを輩出が期待され、将来にわたって持続的に戦略目標1、2に貢献し得る人材層の形成が期待できる。

(2) 研究総括設定の理由

研究総括 國府 寛司

國府寛司氏は、力学系およびその分岐理論を専門としている。力学系とは、決定論的法則に従って時間と共に変化するシステムのことをいい、数学的には微分方程式や写像の反復合成として定義される。自然科学、工学、生命科学、社会科学など様々な分野において時間と共に変化するシステムが示す振舞いは頻繁に現れ、それらの多くは力学系(ダイナミクス)の問題として数学的に捉えられる。國府氏はこのようなダイナミクスの数学理論である力学系の研究に取り組み、特にダイナミクスがパラメータと共に変化する仕方を記述する分岐理論において、余次元の高い退化した特異点からのカオスのダイナミクスの分岐や、ホモクリニック軌道と呼ばれる大域的な特異不変集合からの様々な分岐の構造の解明において成果をあげている。最近では、力学系の相空間全体を精度保証付き数値計算とグラフ計算を用いて位相的観点から粗く捉える研究を行っており、さらにそれを、実験や計測などによって得られた時系列データに適用することで、様々な分野のダイナミクスの問題に新たな視点から応用することに挑戦している。また、純粋数学者として応用分野との協働にも積極的に取り組んでおり、本研究領域についての高い先見性・洞察力を有していると認められる。

加えて、関連分野の主要な国際論文誌の編集委員を歴任していることなどから、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行っていると認められる。

一方、2013年から京都大学大学院理学研究科の副研究科長を務めるとともに、同数理解析研究所の2013年度の研究プロジェクト「力学系:理論と応用の新展開」を委員長として推進している。さらには、京都大

学力学系セミナー・応用数学セミナーの運営や若手数学研究者を対象とした研究会を企画運営するなど、教育、若手研究者育成にも力を入れていることなどから、本さがけ研究領域について適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると認められる。

以上を総合すると、同氏は本研究領域の研究総括として適任であると判断される。

3-3 戦略目標「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」の下に設定した研究領域

[1]研究領域の概要及び研究総括

研究領域 『人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築』(CREST)

(1)研究領域の概要

本研究領域では、人間と機械の協働により新たな知を創出し、人・集団の知的活動の質向上を実現する知的情報処理システムを目指した研究開発を推進します。

具体的には、

- ①個人・集団の特徴や逐次変化する実環境・ネットワーク情報環境をシステムが高度なレベルで把握し、その時、その場所、その人・集団に合わせた最適なサービス群を提供できる技術
- ②機械が提供するサービスについて人・集団が意思決定しやすいように、対話や作業を通じてサービス内容や利用者への恩恵、リスクを分かりやすく説明・表現できる技術
- ③人・集団と機械が調和して協働することにより生まれた新たな知を共有するための技術
- ④上記の研究開発を推進するために必要な知的情報処理メカニズムの解明

などに関する研究を対象とします。

これらの研究を推進するにあたり、情報処理、認知科学、社会科学、自然言語、計算機科学、計算科学、ロボティクス等における要素技術の進化と、それらのシステムインテグレーションによる知的情報処理システムの構築を目指し、人間と機械が調和したアンビエントな情報社会の実現に向けた異分野融合・連携に取り組みます。

(2)研究総括

萩田 紀博

(株式会社国際電気通信基礎技術研究所 取締役、

社会メディア総合研究所 所長)

[2]研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域 「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」(CREST)

(1)研究領域設定の理由

本戦略目標は、情報科学技術(知的情報処理技術関連)を中心に、認知科学、ロボティクス(知能・制御系)の学問分野と融合した新たな領域を構築し、人間と機械の創造的協働を実現する統合的な知的情報処理技術の開発を目指すものである。

複雑化する社会において、人間は多様な情報や価値判断から適切な問題解決や創造活動を行う等、多様な知的活動を行っている。人間や社会を取り巻く情報が増加し膨大になる中で、人間は情報からもたらされる有益な知識を十分に活かし切れているとは言えず、多様な知的活動において膨大な知識を持つ機械・システムと協働することにより、今ある知識の活用がますます進むと同時に新たな知識が生まれるという期待感が大きい。

これらの状況を踏まえ、本研究領域では、個々の要素技術の研究・発展を対象とするのではなく、情報科学や認知科学、社会科学、ロボティクス等、関連分野の研究を融合した知的情報処理システムを目指した研究提案を対象とするように設定されている。

知的情報処理システムに必要とされる具体的な要件として、個人・集団の特徴や逐次変化する実環境・ネットワーク情報環境の高度なレベルでの把握、その時・その場所・その人に合わせた最適なサービス群の提供、対話や作業を通じて機械が提供するサービスの内容や利用者への恩恵・リスクの分かりやすい説明・表現、人・集団と機械が調和した協働により創出された新たな知の共有、これらすべてに必要となる知的情報処理メ

カニズムの解明、などを想定した上で関連する研究提案を対象としている。

また、実証的な知的情報処理システムの構築を目指す上では異分野の連携・融合による研究成果の統合が重要であることから、研究推進体制としては、多岐にわたる分野の研究者によるチーム型研究が可能なCRESTとしている。

以上を総合すると、本研究領域は、戦略目標の達成に向けて適切に設定されている。

様々な社会的課題の解決に向けて最先端の研究開発に取り組む本研究領域において、知識情報処理システムの構築に必要な自然言語処理技術の発展に加え、画像認識におけるDeep Learning等の非言語情報処理技術が飛躍的に発展していることから、システム構築という領域設定にはタイミングとして最適であり、優れた先進的な研究提案が多数見込まれる。

(2) 研究総括設定の理由

研究総括 萩田 紀博

萩田 紀博氏は、環境知能、ネットワークロボット、ヒューマン・ロボット・インタラクション等の専門分野において第一線で活躍する研究者であり、実環境だけでなくインターネット情報なども活用する環境センサや人型ロボット、携帯端末などがネットワークを介して協調・連携することにより、環境情報と動的に連動したサービスを提供できる社会を目指している。同氏は、人間行動の理解、環境の検知、対話のためのインタフェース、環境に応じた働きかけ等、本研究領域に深く関連する研究を進めているとともに、その成果をショッピングモールでの高齢者支援に実証的に展開する等している。また、2009年にはネットワークロボット技術の提案、研究開発や標準化への取り組みによる情報通信技術高度化への大きな貢献により総務省 情報通信月間推進協議会会長表彰 志田林三郎賞を受賞している。以上から、同氏は本研究領域について高い先見性及び洞察力を有していると認められる。

加えて、日本学術会議 連携会員(2006～2014年)、電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ会長(2012～2013年)、IEEEロボティクスとオートメーションソサイエティ ネットワークドロボット技術委員会 委員長(2007～2012年)を務め、海外機関との包括協定、共同研究実績も豊富であるなど、国内外の関連分野の研究者からの信頼されており、公平な評価を行い得ると認められる。

さらに、株式会社国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所長を務め、国際連携プロジェクトを含む研究開発プロジェクトを管理運営、成功に導いた高いマネジメント力や、産業界との強い繋がりを活かし研究開発や実用化に際して起業家やベンチャーキャピタルを巻き込んだ「大阪イノベーションハブ」等での活動経験は、本研究領域の目的である実証的なシステムの実現に大きく寄与し得ると考えられ、本研究領域の適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると認められる。

以上より、同氏は本研究領域の研究総括として適任であると判断される。

3-4 戦略目標1「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」、戦略目標2「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」の下に設定した研究領域

[1]研究領域の概要及び研究総括

研究領域 『社会と調和した情報基盤技術の構築』(さきがけ)

(1)研究領域の概要

情報技術は、社会の神経系としてあらゆる社会活動の基盤であり、現実の社会において、価値創造や問題解決をするための最も重要な手段となっています。新しい人工物システムは、地域・歴史等、背景の異なる社会がこれまでに構築してきた文化や規範と調和ある発展が可能であるとき、その社会に受容され、そのシステムによって社会に変革(イノベーション)が生まれます。

本研究領域では、より良い社会の実現を目的とする情報基盤の要素技術の研究と、それらの技術を対象とする社会と調和させるために必要な制度や運用体制、ビジネスモデルまでも含めた総合的な議論と実践を行う場を提供します。

例えば、全世界的な気候変動への対応を目的とするような大規模な情報システムから、特定の地域(国内外)の社会問題を解決するための情報技術まで、社会的に解決すべき新しい課題を研究者自らが設定し、知的情報処理、計算機科学、センサー技術、ネットワーク技術、シミュレーション技術、ロボティクス、知的インタフェースなどあらゆる情報技術分野の要素技術の基礎研究による課題解決の手段の提供とそれを社会に受容させるまでのシナリオの構築を、具体的な現場の実問題と取り組みながら進めていく形でのフィールド型研究を実施します。

研究の推進方法としては、情報技術分野の研究者が自然科学、工学、生命科学、社会科学の研究者と連携すること、または諸分野の研究者が情報技術分野に参入することを重視します。それにより、様々な分野の研究者が相互に影響し合い、異分野横断・融合的な視点で問題解決に取り組むことで、社会と調和した革新的な情報基盤技術を創出することを目指します。さらに、研究のみならず政策立案者や産業界のメンバーとの交流の場を設定する等を通じ、情報技術による社会変革の牽引役となる将来の世界レベルの若手研究リーダーの輩出を目指します。

(2)研究総括

やすうら ひろと
安浦 寛人 (九州大学 理事・副学長)

[2]研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域 「社会と調和した情報基盤技術の構築」(さきがけ)

(1)研究領域設定の理由

戦略目標 1 は、情報科学技術分野に関わる学問分野を融合した研究を通じ、情報から知を取り出し、人間と機械が対話・協働することで、人間の知的活動を支援する新たな技術を開発することで、安全で質の高い生活の実現、イノベーションによる新産業・サービスの創出に資すること目的とするものである。

戦略目標 2 は、分野を超えたビッグデータの利活用により、新しい科学的発見や社会的課題解決に資する新たな知識や洞察を得るための、革新的な情報科学技術や数理的手法の創出・高度化・体系化を行うことで、我が国の産業競争力強化や研究基盤の整備への貢献を目指すものである。

本研究領域は、2 つの戦略目標が包含している知的情報処理、計算機科学、センサー技術、ネットワーク技術、シミュレーション技術、ロボティクス、知的インタフェースなどあらゆる情報科学技術分野の要素技術の基礎研究を対象としている。さらに、情報科学技術分野の研究者による自然科学、工学、社会科学分野との連携や、異分野の研究者の情報科学技術分野への参入を推奨することで、研究者が相互に影響し合い、異

分野横断・融合的な視点で問題解決に取り組む姿勢を持って研究を推進する。また、研究者自らが目指すべき社会の姿を考える場を設定することで、情報科学技術がどのように貢献できるかというシナリオを自身で構築し、研究者が現場に出向き、実問題への解決策を考えつつ研究を実施するフィールド型研究を推進することで、情報科学技術分野における次世代の研究リーダーの輩出を目指している。

戦略目標 1、2 においては研究の推進にあたり「分野融合・横断的研究、協働」が重要としており、情報科学技術の複数分野を対象とし、異分野融合を積極的に推進する本研究領域は戦略目標の趣旨に合致している。また、社会が実際に抱える課題に向き合いつつ基礎研究を推進することで将来の社会経済に貢献する革新的な情報科学技術を創出し、かつその担い手となる人材を輩出しようとする本研究領域は、情報科学技術の高度化を通じて我が国発の科学技術イノベーション創出とそれによる産業競争力強化や、安全で質の高い生活の実現に貢献しようとする戦略目標 1、2 の達成に向けて適切に設定されている。

また、本研究領域は情報科学技術分野の広範な範囲の研究を対象としつつ、異分野融合的な研究を求めるように設定されており、既存の研究分野にとらわれず革新的な成果につながり得る多数の優れた提案が見込まれる。

なお、本研究領域は戦略目標 1、2 の下に設定されるが、平成 21 年度戦略目標「人間と調和する情報環境を実現する基盤技術の創出」における、情報機器等に対して習熟度の異なるあらゆる人々が情報科学技術の恩恵を受けられるユビキタスネットワーク環境の実現、という視点をも取り入れることで、人・社会と情報機器とのより良い調和を目指す、という方向性が打ち出されていることは適切である。

(2) 研究総括設定の理由

研究総括 安浦 寛人

安浦 寛人氏は、システム LSI の設計理論および設計支援技術の確立に尽力し、低消費電力化設計技術などで世界に先駆けた研究業績を上げている。また、文部科学省の知的クラスター創成事業「九州広域クラスター」において、九州地区の研究総括として地域内外の産学官の英知を結集して、システム LSI 設計開発拠点の中核となる研究組織を構築し、その結果として、数多くの研究成果が製品化や事業化に結びついている。近年では、バングラデシュのグラミン銀行と提携し、携帯端末を電子通帳として活用する実証実験を実施するなど、情報通信技術(通信ネットワーク、ソフトウェア、ハードウェア)を活用した社会システムの設計についての研究を推進している。

これらの研究成果は、文部科学大臣賞や所属学会での論文賞の受賞、フェローに選出される等、高く評価されている。以上から、同氏は要素技術から社会情報基盤の確立に向けた研究まで幅広い見識を有しており、社会の基盤となる広範な情報科学技術の要素技術を対象とする本研究領域についての先見性及び洞察力を有すると認められる。

また、同氏は、電子情報通信学会評議員や IEEE Circuit and System Society Vice President 等、関連学会の要職を歴任していることから、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行っていると認められる。

さらに、九州大学システム LSI 研究センター センター長、文部科学省 科学技術振興調整費「システム LSI 設計人材養成実践プログラム」代表を歴任し、現在は九州大学理事・副学長の立場にあり、研究マネジメントおよび大学経営の豊富な経験を有していることから、本研究領域のマネジメントを適切に行う経験、能力を有していると認められる。

以上より、同氏は本研究領域の研究総括として適任であると判断される。

3-5 戦略目標「生体制御の機能解明に資する統合1細胞解析基盤技術の創出」の下に設定した研究領域

[1]研究領域の概要及び研究総括

研究領域 1 『統合1細胞解析のための革新的技術基盤』(CREST)

(1)研究領域の概要

本研究領域は、1細胞中の生体分子を定量的かつ網羅的に測定する方法論的技術的基盤の構築を目指します。特に、生体組織中の個々の細胞における生体分子の網羅的・時間的変化や相互作用を定量的に記述するために必要となる技術や方法論を創出し基盤化することを目的とします。

本研究領域が戦略的に構築する1細胞解析基盤は、1細胞レベルのゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の同時大量取得・解析技術およびそれを支える周辺技術からなります。その際、1細胞解析で先行する技術分野においては市場を意識した実装に比重を置き、いまだ途上の技術分野においては原理的革新とその実証に重きを置きますが、開発される技術や方法論には何らかの実問題への適用を求め、生命現象における機能解明に資する成果へとつなげます。対象は広く細胞の多様性や細胞状態の遷移が関与する現象に門戸を開きます。

1細胞解析基盤は国際標準化やシステム化・パッケージ化により付加価値の増大が期待されるため、技術開発以外でも集学的発想が重要になります。これを踏まえ、本研究領域では学際的なチームの参加を歓迎します。また基盤構築力の維持・向上のため、対応するさきがけ研究領域および関連プログラム等との連携も視野に、研究課題の大胆な見直しによる成果の最大化を図ります。

(2)研究総括

すがの すみお
菅野 純夫 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)

研究領域 2 『統合1細胞解析のための革新的技術基盤』(さきがけ)

(1)研究領域の概要

本研究領域は、1細胞解析技術の新たな核となる革新的シーズの創出を目指して、唯一無二の技術開発に挑戦する若手個人研究者を結集します。

具体的なテーマは、1細胞の表現型・機能・個性を理解するために必須となるゲノムやプロテオームなどの生体物質・分子情報、およびそれらの物質間あるいは細胞間の複雑な相互作用ネットワークに関する情報を、定量的・網羅的に極限の精度と分解能で解析するための基盤技術の構築です。これを実現するには、生命科学におけるニーズの確固たる理解に基づき、従来型のバイオテクノロジーのみならず、ナノテクノロジー、化学、工学、材料科学、光科学、情報学、ケミカルバイオロジー等の関連分野間の融合研究を、これまで以上に推進する必要があります。本研究領域は、諸分野の研究者が集うバーチャル・ネットワーク型研究所としての強みを活かし、オリジナルで世界初の技術の確立へ挑戦する個人研究者の苗床となります。

本研究領域ではオープンイノベーションを志向し、技術開発の早期から生命科学・工学への応用展開、潜在的な市場の開拓を強く意識します。ただし、これは短期的成果を求めるという意味ではありません。個々のアイデアを真に求められる技術へと鍛え上げ、熟成させる過程において、本研究領域のさきがけ研究者には、研究領域内や対応するCREST研究はもとより、産学問わず関連研究者との間で積極的に協働関係を構築する姿勢を必須とします。これら研究課題の総体として、本研究領域は1細胞解析分野における科学技術イノベーションの源泉となり、世界をリードする革新的技術基盤の構築に貢献します。

(2)研究総括

はまち いたる
浜地 格 (京都大学工学研究科 教授)

[2]研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域 1 「統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤」(CREST)

研究領域 2 「統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤」(さきがけ)

(1)研究領域設定の理由

本戦略目標は、1細胞、特に生体組織を構成する1細胞のゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の各種オミクスの網羅的な解析を行い、生体機能が1細胞レベルからどのように実現されているか、その階層構造を時間的・空間的に解明し定量的分子情報を取得することによって、生体機能の統合的な理解を目指すものである。

研究領域 1 は、単離した細胞において経時的にゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の各種オミクス解析を行う技術開発に加えて、生体組織中の1つ1つの細胞における各種オミクスの生体分子の時間的、空間的な変化や相互作用を、網羅的、定量的に観察、解析することを可能とする基盤的な技術開発を対象としており、細胞を集団として捉えて、その集合の平均値で細胞の特性を理解することしかできない現状から、細胞1つ1つの情報に基づく、細胞の個性を明らかにし、さらには細胞間での機能的な多様性をも分子レベルで把握・理解する技術を開発する基盤を創出するための先端的、革新的な研究提案が対象となるように設定されている。

研究領域 2 は、1細胞のゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の各種オミクス解析において、バイオテクノロジーのみならず、ナノテクノロジー、化学、工学、材料科学、光科学、情報学、ケミカルバイオロジー等の関連分野間の融合研究を対象としており、既存の技術では達成しえない経時的あるいは空間的なオミクス解析を可能とするための新たな技術開発に発展・貢献するような技術シーズを見出すために、研究領域1での研究よりも新たな発展、新しい出口の発見に資する挑戦的、独創的な技術開発な研究提案を広く募ることができるように設定されている。

研究領域 1 と研究領域 2 は、相互に連携し、複数の研究課題を共通の技術目標のもとで推進するなど、新たな技術の開発に向けて一体的な運営を行うことで、若手、異分野を含む多様な研究者が協同して研究を進められる環境が整備され、相互の技術の向上や基礎的な技術シーズの検証の場の提供等の協力を図ることで、戦略目標の目指す基盤技術の開発に対する成果を最大にすることが見込まれる。

以上を総合すると、研究領域 1 および研究領域 2 は、戦略目標の達成に向けて適切に設定されている。

また、上述の通り研究領域 1 及び研究領域 2 では、1細胞解析に関する広範な研究分野を対象にしている。一方、1細胞解析に関係するエピゲノム解析技術、細胞操作、ケミカルプローブ、超微量質量分析等については日本が世界をリードしている。以上から、研究領域1及び研究領域2に対し、優れた研究提案が多数見込まれる。

(2)研究総括設定の理由

研究総括 菅野 純夫

菅野 純夫氏は、完全長 cDNA を効率よくクローン化する方法を開発し、それを利用して、ヒトの cDNA の大規模収集を行う等の優れた研究実績を有している。さらに、収集した膨大なデータを利用して、遺伝子発現ネットワークのシステムバイオロジーに切り込もうとしており、タンパク質を対象にしたプロテオーム、低分子化合物を対象にしたメタボロームにおいても、同様に特徴ある方法論を開発し、独自の角度から解析を進めようとしている。また、ポストゲノム、ゲノムサイエンスや次世代シーケンサーに関する多くの著作を行うなど、医学に留まらず医療機器に関しても深い造詣を有しており、本研究領域において必要な、医学系ばかりでなく工学系の研究において広い視野を有している。以上から、本研究領域に関連する分野について、先見性及び洞察力を有していると見られる。

また、科学技術・学術審議会専門委員、中国研究院生物医学科学研究所(台湾)外部評価委員、東京都老人総合研究所外部評価委員会委員、東京大学大学院新領域創成科学研究科教務委員長、東京大学教育運営委員会大学院部会委員を歴任するとともに、多くの学会誌の審査を行ってきていることから、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行っていると見られる。

さらに、文部科学省 革新的細胞解析研究プログラム(セルイノベーション)のプログラムオフィサーを務めて

おり、H25年度事後評価において、プログラムの運営において優れた取組であったと評価されている。こうしたことから、本研究領域について適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると思われる。

以上より、同氏は研究領域 1 の研究総括として適任であると判断される。

研究総括 浜地 格

浜地 格氏は、タンパク質をターゲットとした細胞内有機化学を中心に幅広いケミストリーを展開している日本を代表するケミカルバイオロジー研究の第一任者であり、世界で初めてとなる、細胞内で狙ったタンパク質の機能を損なうことなく選択的にラベル化できる化学プローブ(探索子)分子の開発や微小物質を運搬できるナノメートルサイズの繊維でできた分子の線路を開発している。また、タンパク質可視化(バイオイメージング)のための様々なタイプの蛍光プローブ分子の創出や天然のタンパク質分子に人工分子を導入した超機能性タンパク質の合成などの独創的な研究を行う等の優れた研究実績をあげてきており、化学・生物学のみならず医学、薬学、化学工業分野の研究者からの評価も高い。受賞歴としても、2005年日本化学会学術賞、2011年 Fellow of the Royal Society of Chemistry、2014年名古屋シルバーメダル受賞等を有する。以上から、本研究領域についての先見性及び洞察力を有していると思われる。

一方、日本化学会生命化学研究会会長、日本化学会バイオテクノロジー部会長、日本化学会生体機能関連化学部会幹事を歴任しており、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行いうるとともに、本研究領域の適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると思われる。

以上より、同氏は研究領域 2 の研究総括として適任であると判断される。

3-6 戦略目標「二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開」の下に設定した研究領域

[1]研究領域の概要及び研究総括

研究領域 『二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出』(CREST)

(1)研究領域の概要

本研究領域は、次世代省エネルギー部素材・デバイスの構成要素としての二次元機能性原子・分子薄膜(原子・分子の二次元的構造、あるいはそれと等価な二次元的電子状態を表面・界面等に有する機能性を持った薄膜物質)に着目し、原子・分子薄膜の二次元的構造並びに有限薄膜系におけるエッジ(端)構造等の創製、新規な機能発現に関する現象の解明、新機能・新原理・新構造に基づくデバイスの創出等に資する研究開発を基礎基盤的アプローチから進めることにより、新たな価値の創造や新たな市場の創出等に繋げる道筋を示していくことを目的とします。

具体的な研究分野としては、二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に関する物性科学、合成化学、デバイス工学等を対象としつつ、互いの分野間が複合的に連携することで、革新的部素材・デバイスの実現に資する結晶成長技術、構造や物性の解明と制御のための計測・解析・加工プロセス技術、部素材・デバイス設計技術等の基盤を創出するとともに、基礎学理の構築に取り組みます。

(2)研究総括

黒部 篤 (株式会社東芝 研究開発センター 理事)

[2]研究領域及び研究総括設定の理由

研究領域 「二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出」(CREST)

(1)研究領域設定の理由

本戦略目標は、二次元機能性原子・分子薄膜(原子・分子の二次元的構造、あるいはそれと等価な二次元的電子状態を表面・界面等に有する機能性を持った薄膜物質)の基礎学理の構築と革新的部素材・デバイスへの応用双方の視点を包括する研究を戦略的に推進することによって、革新的部素材・デバイスの創出を通じた部素材産業、エレクトロニクス産業並びに関連産業の将来の競争力強化に貢献しようとするものである。

本研究領域は、この戦略目標の下で、原子・分子薄膜の二次元的構造並びに有限薄膜系におけるエッジ(端)構造等の創製と新規な機能発現に関する現象の解明、新機能・新原理・新構造に基づくデバイスの創出等に資する研究開発を基礎基盤的アプローチから進めることにより、シーズ技術の先鋭化や多様性の拡大に資する新構造二次元原子・分子薄膜及びその特性・機能を保持した革新的部素材・デバイスの創出、薄膜創成や部素材・デバイス設計に係る学理の創出、社会的ニーズに応える機能性原子・分子薄膜による多様な革新的部素材・デバイスに係る基盤技術の創出を目指すものである。

本研究領域では、上記目的の実現に向けて、二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に関する物性科学、合成化学、デバイス工学等を対象としつつ、互いの分野間が複合的に連携することで、革新的部素材・デバイスの実現に資する結晶成長技術、構造や物性の解明と制御のための計測・解析・加工プロセス技術、部素材・デバイス設計技術等の基盤創出、及びそのもととなる基礎学理の構築といった多岐にわたる研究テーマを対象としている。

また、上記のように複数分野の複合的な連携が有効であることから、研究推進体制としては、チームの編成が可能な CREST としている。

さらに、平成 25 年度に発足した CREST・さきがけ複合領域「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」では、材料・電子デバイス・システム最適化の研究を連携・融合することにより、情報処理エネルギー効率の劇的な向上や新機能の実現を可能にする研究開発を進めており、当該研究領域と本研究

領域とが緊密かつ相互補完的な連携を取ることで、シーズ技術の先鋭化や多様性の拡大、社会的ニーズ等に資する成果をより効果的に創出することが期待できる。

以上を総合すると、本研究領域は、戦略目標の達成に向けて適切に設定されている。

一方、本研究領域は、総じて国際的に我が国の研究水準が高いナノテクノロジー、ナノエレクトロニクス研究を基盤としている。加えて、今後大きな進展が期待される二次元機能性原子・分子薄膜による素材技術、新原理・新構造素子技術の構築は、部素材・デバイスの省エネルギー化、小型化、軽量化、および新機能の実現を目指す取組であり、社会的要請のみならず、過去の関連施策による研究成果の発展や研究基盤の強化、ひいては新たな産業競争力の強化という観点においても、学界や産業界等からの要請や関心も高い。以上から、本研究領域に対し、先見性を有する優れた研究提案が多数見込まれる。

(2) 研究総括設定の理由

研究総括 黒部 篤

黒部 篤氏は、これまで企業における先端研究者の立場から、固体物性や半導体物理を応用した半導体デバイス・プロセスに関する第一線級の研究開発に従事し、卓越した研究業績を上げてきた。また Toshiba Cambridge Research Centre 駐在時代は、Cambridge 大学 Cavendish 研究所客員研究員としても研究に従事し、当時から二次元薄膜を含む低次元系物性の可能性に着目していた。最近では、将来の不揮発性メモリに重要な磁性材料によるスピンメモリや有機材料を応用したメモリの研究開発においてもリーダーとして活躍している。

これらの業績は国内外にも認められ、VLSI Symposia JSAP Executive Committee 委員や IEEE IEDM の Solid State Device の論文委員、IEEE Electron Device Society の日本チャプターChair、Japan Nano の論文委員を歴任すると同時に、最先端研究開発支援プログラム (FIRST) や (独) 理化学研究所の研究戦略会議等に外部有識者として招聘されている。これらの点を踏まえると、同氏は、本研究領域を推進するに必要な先見性及び洞察力を有しているとともに、優れた研究実績を有し、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行いうると認められる。

また同氏は、企業における事業部門の研究開発センター長も経験しており、将来の社会・産業ニーズに基づく研究開発にトップマネジメントの立場から、研究計画の推進等に関して統括する力量を十分に発揮していると同時に、半導体デバイス・プロセスからシステム設計研究、アプリケーションへの実装までの幅広い見識を有している。これらの点を踏まえると、同氏は、本研究領域での研究課題の効果的な推進を目指し、適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していると認められる。

以上を総合すると、同氏は、本研究領域の研究総括として適任であると認められる。

(別添資料1)

戦略目標

平成26年度 戦略目標

- 社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築
- 人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発
- 生体制御の機能解明に資する統合1細胞解析基盤技術の創出
- 二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開

平成25年度 戦略目標

- 分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化

○ 平成 26 年度戦略目標

1. 戦略目標名

社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築

2. 達成目標

社会における諸現象のうち、現時点で支配原理・法則が明確でなく、数理モデル化ができれば社会に対して大きなインパクトが見込まれる現象について、数学・数理科学の研究者と応用分野の研究者などによる異分野協働などを通じて、数学がもつ抽象性・普遍性を活用し、諸現象に潜む複雑な構造の「本質」部分を数学的に見いだすことにより、以下の実現を目指す。

○現象を数学的に記述するモデルの導出

○導出された数理モデルの実証・検証及び評価のための数学的理論等の構築

3. 将来実現しうる重要課題の達成ビジョン

本戦略目標を実施し、2.「達成目標」に記載した研究成果が得られることで、現時点で支配原理・法則が明確ではない現象について、数理モデルを導出することができる。

また、数理モデルを実証、検証及び評価するための新たな数学的理論が構築される。さらに、検証された数理モデルは、その普遍性によって、対象や時代の変化を受けることなく、様々な状況下において利用可能となることが期待される。

対象となる現象と応用分野は、例えば以下が想定される。

- ・社会現象（経済変動、感染症の伝搬、交通流、電力・通信ネットワークの変動、災害時の住民行動、各種社会インフラの老朽化 等）
- ・自然現象（気候変動、集中豪雨・地滑り・竜巻・津波等の突発的な自然現象 等）
- ・生命現象（遺伝子間の相互作用メカニズム、脳内の知覚認識・情報処理メカニズム 等）

上記のような現象について数理モデルを導出することで、例えば以下のことが将来に期待される。

○諸現象に潜む複雑な構造の「本質」部分の抽出、数学的に裏付けられた処理の効率化

複雑な構造の現象をモデル化する際の様々な困難（モデルの複雑化等）を回避するため、その「本質」部分を数学的に見だし、数理的な根拠をもって簡略化した記述を行うことで、情報量が多く計算機の処理負荷が高い作業を著しく効率化する

ことができる。例えば、比較的単純で安定な構造によって新たな機能発現を期待する新材料の創成が、その構造の「本質」部分を数学的に見だし精密に制御することにより可能となることや、画像解析処理時間の大幅な短縮、データ分析に要する時間の大幅な短縮などが期待される。

○リスクが顕在化する前の「兆し」の解明、スマートな未然の対応や効果的制御

現象をネットワーク構造の変化と捉えて数理モデル化することで、例えば、ネットワーク構造を有する、電力供給システム、経済システム、製造のプロセス、各種情報サービス等に対して、不安定になる「兆し」等の検出が可能となり、事前の対策や効果的な制御につながることを期待される。

また、限られたデータだけによる経験的モデルでは想定できなかった、まだ発生していない現象の「兆し」の検出が可能になることが期待される。

4. 具体的内容

(背景)

近年、社会の情報化・複雑化や計測機器の発達、計算機性能の飛躍的向上等に伴い、生命現象や自然現象、社会現象などに関する情報を得ることが可能となり、これらの現象の複雑さがよく分かるようになってきた。しかし、これらの現象については、支配原理・法則が不明確でモデルを作れないため、なぜそのような現象が起こるのかは十分に分からないまま、うまく対処した経験知の積み重ねによって現象を理解しているものも多い。また、経済やエネルギー、防災などにおいては既に何らかのモデルが用いられていても、個別分野固有の理論的枠組みに基づくモデルだけでは捉えきれないものが増えており、現象の「本質」を理解する上で不可欠な数学・数理科学研究者との連携は必ずしも十分とは言えない。さらに、近年の数学の発展により、これまで応用されたことのない現代数学の理論がこのような現象の「本質」を理解する手掛かりを与え、画期的な成果をもたらす可能性が残されている。

このような状況の中、我が国では平成19年度に戦略目標「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学/数理科学研究によるブレークスルーの探索」を設定し、数学・数理科学研究者と諸科学分野の研究者の連携を促進している。この取組からは、純粋数学の手法を現象解明に適用したことで課題解決に発展したこと、特に、様々な現象を記述する数理モデルの構築が連携による注目すべき成果として報告されている。

これらの状況を踏まえ、本戦略目標では、従来の科学技術の延長では解決が困難な社会的課題に取り組み、ブレークスルーを起こすために、純粋数学の研究者が現実社会の課題の中から数学的問題を取り上げ参加することを期待するとともに、数学・数理科学の力が発揮できる「現象の数理モデリング」に注力する。また、数理モデルの導出には、既存のモデルの枠組みを超えて、異なる数学分野の技法を融合することや全く新しい定式化を行う必要もあることから、数学内の様々な分野の研究者間の連携

や、異なる数理モデリングにかかわる理論研究者間の連携も不可欠である。

(研究内容)

1) 現象を数学的に記述するモデルの導出

社会現象や工学分野などにおける既存のモデル化技術と、現象の「本質」を理解する上で不可欠な数学・数理科学的知見や理論とを融合することで、諸現象に潜む複雑な構造の「本質」部分を見だし、データが十分にある現象だけでなく、不足している現象についても、それを記述する数理モデルを導出する。

対象となる現象と応用分野としては、例えば社会現象においては、経済変動、感染症の伝搬、交通流、電力・通信ネットワークの変動、災害時の住民行動、各種社会インフラの老朽化等、自然現象においては、気候変動、集中豪雨・地滑り・竜巻・津波等の突発的な自然現象等、また、生命現象においては、遺伝子間の相互作用メカニズム、脳内の知覚認識・情報処理メカニズム等が想定される。

これらの現象を記述する数理モデルの枠組みの例としては、以下のようなものがある。

- ①電力網、通信網、神経網、人の接触関係などの現実の複雑なネットワークにおける構造とダイナミクスを表現するネットワークモデル
- ②時空間的に異なるスケールのサブシステムが階層を構成するようなシステムを統合的に扱うためのマルチスケールモデルやマイクロモデルとマクロモデルの間に位置づけられるメゾスコピックモデル
- ③連続変数と離散変数を含む電子回路や物理的作用と化学的作用を含む生物の組織形成などのように異質なシステムが相互作用するシステムを記述するための、ハイブリッドモデルやマルチフィジックスモデル

また、導出された数理モデルの普遍性を活用し、当初対象としていた現象とは異なる現象に応用することで、様々な分野に横断的に応用可能なモデリング技術へ発展することを目指す。

2) 数理モデルの実証・検証及び評価のための数学的理論等の構築

上記1)で導出される数理モデルや既存の数理モデルについて、実際の課題や現象を記述していることを実証・検証するとともに、モデル評価のための数学的理論や技術の構築を目指す。

5. 政策上の位置付け (政策体系における位置付け、政策上の必要性・緊急性等)

第4期科学技術基本計画(平成23年8月19日閣議決定)では、「Ⅲ. 我が国が直面する重要課題への対応」の「(5) 科学技術の共通基盤の充実、強化」において、「数理科学」は「複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術」として位置付けられ、

それに関する研究開発を推進することが明記されている。

また、数学イノベーション戦略(中間報告)(平成24年8月科学技術・学術審議会先端研究基盤部会)においては、「複雑な現象やシステム等の構造の解明」、「リスク管理」、「将来の変動の予測」等につながる課題が、数学・数理科学の活用による解決が期待される課題として整理されている。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

戦略目標「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学／数理科学研究によるブレークスルーの探索」(平成19年度設定)に基づいて発足した独立行政法人科学技術振興機構(JST)「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」研究領域では、純粋数学をはじめとする幅広い分野の研究者の協働により、新たな数理モデルをはじめ、優れた成果が出始めている。本戦略目標では、同領域と連携しつつ、純粋数学をはじめとする幅広い分野の研究者を取り込みながら、数学と諸分野の協働により社会課題の解決を図る取組を加速していく。

また、平成23年度より文部科学省が大学等と共催している「数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ」(平成23年度、24年度は合計57件、参加者合計3,211名)や、文部科学省委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」(平成24年度開始)においては、諸科学・産業における数学・数理科学的知見の活用による解決が期待できる課題を積極的に発掘して諸科学・産業との協働による研究テーマを具体化し、具体的な研究へとつなげるための活動を行っている。これらの活動を通じて議論が深められた課題や研究テーマが本戦略目標での研究に発展することが期待される。

7. 科学的裏付け(国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等)

JST 研究開発戦略センター(CRDS)の報告書※1によると、我が国におけるモデリングや解析技術の研究は、各大学の数理工学科や複雑理工学科、内閣府最先端研究開発支援プログラムの最先端数理モデルプロジェクトなどにおいて進められており、基礎研究の水準は高いと考えられる。今後は、生物医学におけるゲノム情報などのハイスループットデータの蓄積、脳科学における多計測脳波データの取得、地理情報学におけるリアルタイムの交通・輸送情報データの計測など各分野において大量のデータ取得が可能となってきている中、これらのデータから実際のシステムの本質を抽出し数理モデリングを行う技術の確立が課題となっている。

また、同報告書では、米国のNSF、NIH、USDA、及び英国のBBSRが共同で、約15億円を投じて2012年から5年間のプロジェクト「感染症の生態学と進化」を発足しており、その目標の一部として、感染症抑制のための生態学的、進化的、社会生態学的原理の数理モデリングを掲げていること、米国DOEは、応用数学分野のプロジェクト

編成の枠組みにおける指針において、今後どのような数理モデリング研究やアルゴリズム研究にファンディングを配分していくのかを示していることが記載されている。

数理モデリングを中核に据えた本戦略目標を設定することで、各応用分野の研究者、数理科学研究者、数学研究者等を集めて数理モデリング研究に注力させ、国際競争力の更なる向上を図る必要がある。

※1 独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター、『研究開発の俯瞰報告書 システム科学技術分野（2013年）』

8. 検討の経緯

平成21年度の文科省委託調査（委託先：九州大学ほか）において、大学の数学・数理科学研組織（175組織）、他分野研究者（5,000名）、企業（1,000社）へのアンケート調査及び国内外有識者（65名）へのヒアリング調査を踏まえた調査報告がされ、JST 戦略的創造研究推進事業で実施中の「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」研究領域の発展的継続が提言された。

数学イノベーション戦略（中間報告）においては、「複雑な現象やシステム等の構造の解明」、「リスク管理」、「将来の変動の予測」等につながる課題が、数学・数理科学の活用による解決が期待される課題であるとされた。

平成25年に出されたCRDSの報告書において「先端的数理モデリング」が5つの研究開発領域の1つとして取り上げられた。その中において、数理モデリングは、現象や行動のモデル化プロセス自体を対象とする横断的学術領域であること、また、対象の適切なモデル化は、現象の制御、将来予測、科学的意思決定の前提であり、多くの学術的、社会的課題は、パラメータなどモデルの要素の条件付最適化を通じて達成されること、等が指摘されている。

本戦略目標はこれらの検討の結果を踏まえて作成したものである。

9. 留意点

本戦略目標に基づく研究の実施に当たっては、数理モデリングに関わる本領域の研究者や関連する国内外の応用分野の研究者等が一定期間集まり、社会における数理モデル化を目指すべき現象や数理的アプローチなどについて集中的に議論し、世界の社会的な重要課題、研究動向を把握できるような場を設け、新たな展開へつなげていくことも重要である。

平成 26 年度戦略目標

1. 戦略目標名

人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発

2. 達成目標

情報科学技術（知的情報処理技術関連）を中心に、認知科学、ロボティクス（知能・制御系）の学問分野と融合した新たな領域を構築し、人間と機械の創造的協働を実現する統合的な知的情報処理技術を開発するため、以下の目標の達成を目指す。

○場の状況と話の流れに応じた対話の実現に向けた知的情報処理技術の開発

○人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理システムの開発に向けた対話、作業等のメカニズムの解明と技術開発

3. 将来実現しうる重要課題の達成ビジョン

本戦略目標下において、「2. 達成目標」に記載した研究成果を得られることにより、現在の知的情報処理技術では解明できていない、場の状況と話の流れに応じた対話の実現に向けた知的情報処理技術や、人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理システムの開発に向けた対話、作業等のメカニズム解明と技術開発を行い、それらの技術を統合して新たな知的情報処理技術を創出することを目指す。

本事業終了後に、これらの研究成果を実証的に展開・発展させることで、2025 年頃には、

- ・高度な質問応答・助言システム（高齢者支援、個別教育、医師の診断支援 等）
- ・高度な意思決定支援システム（専門家の議論支援、政策・制度設計支援 等）
- ・自律的ロボット（人間が行う作業の模倣、災害救助、介護者の支援 等）

等の知的情報処理システムを開発することにより、アンビエントな情報社会が構築され、我が国の重要課題である安全かつ豊かで質の高い生活の実現や新たな知の創造、イノベーションによる新産業・新サービスの創出等に貢献することを目指す。

4. 具体的内容

（背景）

複雑化した社会において、人間は多様な情報や価値判断から適切な問題解決や創造活動を行う等、多様な知的活動を行っている。また、認知科学の分野では、人間の知的処理の原理解明が進められており、ロボティクス分野では、課題達成型ロボットの開発・実用化が行われている。

現在の知的情報処理技術の開発では、人間の知的活動を工学的に実現するために、音声認識、自然言語処理等、個別タスクごとに研究開発や音声対話等の研究開発が進

んでおり、このアプローチに認知科学やロボティクス（知能・制御系）のアプローチを追加することで、相乗効果を発揮するような協働研究体制が構築できる。また、異分野の研究を融合することにより、イノベーションの創出の期待が高まる。

（研究内容）

本戦略目標では、上記達成目標を実現するため、情報科学技術（知的情報処理技術）の研究者を中心に、認知科学、ロボティクス（知能・制御系）の研究者と協働研究体制を構築し、人間と機械の創造的協働を実現する統合的な知的情報処理技術の開発を目指す。具体的には以下の研究を想定する。

- 1) 場の状況と話の流れに応じた対話の実現に向けた知的情報処理技術の開発
 - ・ 特定の人間の周辺環境や、対話する人間の行動（相手の態度、声の抑揚、言葉使い等）把握等、非言語の情報により状況を把握する技術の開発
 - ・ 人間が発した言語から多様な意味や解釈を生成し、場の状況や話の流れに基づく推論を加えて理解する技術の開発
 - ・ 対話する人間の特性（性格や習慣等）に基づき、適切な対話を実現するための情報表現生成技術、タイミング制御技術の開発 等

- 2) 人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理システムの開発に向けた対話、作業等のメカニズムの解明と技術開発
 - ・ 対話を通じて曖昧性を減少させ、解決すべき課題を定義する技術の開発
 - ・ 機械が対話で得た情報や Web に存在する情報等に基づき、人間に対し効果的に回答、提案、助言等の解決策を提示する技術の開発
 - ・ 人間と機械の対話プロセスも含めた意味レベルで適応的な振る舞いをする情報システムの開発 等

なお、統合的な知的情報処理技術の開発に当たっては、倫理的・法的・社会的課題に配慮するために、関連する人文社会系の研究者の助言・提案を研究開発段階から取り入れておくことが求められる。

5. 政策上の位置付け（政策体系における位置付け、政策上の必要性・緊急性等）

第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）では、「安全かつ豊かで質の高い国民生活の実現」において、「国民生活の豊かさの向上」として、人々の生活における真の豊かさの実現に向けて、最新の情報通信技術等の科学技術を活用した公共、民間のサービスの改善・充実、人々のつながりの充実・深化等、科学技術による生活の質と豊かさの向上に資する取組を推進すると掲げている。さらに、「科学技術の共通基盤の充実、強化」として、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融

合領域の科学技術に関する研究開発を推進すると掲げている。

科学技術イノベーション総合戦略（平成 25 年 6 月 7 日閣議決定）では、「世界に先駆けた次世代インフラの整備」において、「次世代インフラ基盤の実現」として、インフラが有機的・効率的に構築され、データや情報が流通・循環し、生活者や企業の潜在的なニーズを取り込むことで、生活者のQOLが向上するほか、企業の経済活動の支援等、生活の豊かさと安全・安心を実感できる社会を目指すと掲げている。

日本再興戦略－JAPAN is BACK－（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）では、「IT を利用した安全・便利な生活環境実現」において、ビッグデータ等を活用して、安全・便利な生活が可能となる社会を実現するため、関係各府省が連携し、重点課題について、IT を活用分野複合的な解決に取り組むと掲げている。

世界最先端 IT 国家創造宣言～第二次安倍内閣の新たな IT 戦略～（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）では、「研究開発の推進・研究開発成果との連携」において、情報通信社会の今後の動向を見据えた研究開発を推進するとともに、イノベーションにつながる様々な先端技術を迅速かつ的確に IT 戦略と連携させるため、研究開発を推進すると掲げている。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

独立行政法人科学技術振興機構（JST）CRSET「共生社会に向けた人間調和型情報環境の構築」（平成 21 年度開始）は、実空間コミュニケーション、ヒューマンインタフェース、メディア処理などの要素技術を融合・統合し、「人間と情報環境の調和」を実現する基盤技術を構築することを目的としている。また、JST さきがけ「情報環境と人」（平成 21 年度開始）は、ユビキタスコンピューティングや、ユーザビリティテスト、統計分析など利用現場における知的機能の評価研究、知的機能のネットワーキング等を目的としている。一方、本戦略目標は、人間と機械とのインタフェースにとどまらず、人間の知的活動の質向上や人間と機械の創造的協働を実現することや、情報から「知」を取り出し、人間の知的活動を支援するツールや共通的基盤技術の構築することを目指しているものであり、他の関連施策と連携して取り組むことにより、相乗的な効果が期待される。

7. 科学的裏付け（国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等）

欧州では、EU の第 7 次研究枠組み計画（FP7）において自然言語解析技術が Work Program の一つにあげられ、関連した取組として言語解析ツールの相互運用や機械翻訳のプロジェクトに年間 5000 万ユーロ（約 65 億円）の予算が割り当てられている。

また、米国では、DARPA において、自然言語処理や画像の深い意味理解技術が重要な目標に位置づけられており、Machine Reading Program（年間 2000 万ドル：約 20 億円）等、大規模な予算が割り当てられている。また、Google、Amazon、Apple、IBM 等

の巨大 IT 企業は、世界を IT ビジネスで圧巻しているだけでなく、情報通信技術においても最先端の研究開発を進め、世界をリードしている状況である。特に、知的情報処理技術の関連では、IBM は質疑応答システム「ワトソン」を開発し、1997 年に、当時のチェス世界チャンピオンに勝利し、2011 年にはクイズ番組「ジェパディ!」で人間との対戦による総合優勝等の成果を上げている。さらに、IBM は平成 26 年 1 月、「ワトソン」の本格的な事業化に向け、10 億ドルを投資すると発表した。現在、医師の診断支援システムだけでなく、金融、小売、官公庁等、幅広い業界に応用することを進めようとしている。

我が国においては、知的な ICT を実現するための分野融合的な取組として、国立情報学研究所の「ロボットは東大に入れるか」プロジェクトがある。これは人とは独立に機械のみによって東大入試レベルの統合的な AI を実現しようとする試みである。我が国の現在の知的情報処理技術の開発は、人間の知的活動を工学的に実現するために、音声認識、自然言語処理など個別タスクごとの研究開発が進んでおり、知的な ICT 技術を社会へ適用していくためには、人と機械の創造的協働を実現する人間参加型の枠組みでの研究開発の取組が今後重要である。

知的情報処理技術の研究開発においてこのまま米国や欧州に大きくリードを許し続ければ、あらゆる科学技術分野において研究開発スピードに後れを取ることになり、我が国の国力にも影響を及ぼすことから、研究開発は一刻の猶予も許されない状況である。

8. 検討の経緯

JST 研究開発戦略センター（CRDS）情報科学技術分野の俯瞰活動において、新しい社会的価値を創造するために出現しつつある重要な技術開発として、知的情報処理技術、サイバーフィジカルシステム、ビッグデータの 3 項目を抽出した。その後、知的情報処理技術について、核となる有識者によるコアメンバー会議の開催（平成 25 年 4 月）等、本戦略目標において取り組むべき内容について議論を進めた。

平成 25 年 7 月には、CRDS が国内外からの有識者を集めて本戦略目標に関する科学技術未来戦略ワークショップを開催して、取組内容の詳細化と異分野連携や研究者コミュニティの醸成を図った。本ワークショップにおいて、知的情報処理システム作成、人間と機械の協働、知的活動に関わる人を増やすための人間を刺激するための知のシステムの構築等、複数の提案があった。

本戦略目標は、これらの検討の結果を踏まえて策定したものである。

9. 留意点

本研究開発の実施に当たっては、個々の研究チームが独立した要素技術の開発に終始することのないよう、統合的な研究体制を形成することが必要である。

また、本事業では開発した技術を統合して新たな知的情報処理技術を創出し、本事業終了後に知的情報処理システムの開発を目指していることから、研究開発の成果として、特定分野でのサービスをデモンストレーションできるよう、研究領域を推進していくことが重要である。

平成 26 年度戦略目標

1. 戦略目標名

生体制御の機能解明に資する統合 1 細胞解析基盤技術の創出

2. 達成目標

本戦略目標では、1 細胞レベルの網羅的な生体分子解析技術の開発と、生体組織等の個々の細胞における時空間的な各種情報の解析や得られた情報にもとづく生体制御の機能解明に資する基盤技術の開発を目標とする。具体的には以下の達成を目指す。

- 分離した 1 細胞における核酸とその発現・修飾、タンパク質、代謝産物等の個々の細胞を特徴づける情報を定量的・網羅的に解析する各種オミクス解析の基盤となる技術やシステムの開発
- 生体組織等における個々の細胞それぞれの各種分子情報について、時間的・空間的に観察・解析する基盤技術の開発
- 網羅的 1 細胞解析で得られた分子情報等を基にして、細胞の多様性や発生分化、生体全体の制御等の理解に資する情報学的・工学的手法や技術、システムの開発及び高度化

3. 将来実現しうる重要課題の達成ビジョン

本戦略目標は、1 細胞、特に生体組織を構成する 1 細胞のゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム等の各種オミクスの網羅的な解析を行い、生体機能が 1 細胞レベルからどのように実現されているか、その階層構造を時間的・空間的に解明し定量的分子情報を取得することによって、生体機能の統合的な理解を目指す。

本戦略目標を達成することで、細胞集団の平均値でしか細胞の分子レベルでの特性を記述できていない現状が打破され、同一の遺伝情報を持ちながらも遺伝子の発現状態が異なるというような細胞 1 つ 1 つの個性を測定できるようになるため、細胞間での機能的多様性を分子レベルで把握・理解することが可能となり、生物学全般に関するイノベーション創出の基盤技術が確立される。

4. 具体的内容

(背景)

細胞は生体を構成する最小の機能素子であるが均一ではなく、形態学的に同一に見える細胞でも、その内部状態を規定するゲノム、エピゲノムや各種 RNA の存在、タンパク質発現などの状態によって大きく異なることが知られている。1 細胞レベルで網羅的生体分子情報解析を行うことは、従来、困難であったが、次世代シーケンサー

による DNA 解析の革命を受け、その実現の可能性が高まっている。1細胞レベルでの網羅的解析の実現を視野に入れた研究開発はゲノミクス以外でも推進されており、我が国における例としては、従来法の 100 倍の感度のエピゲノム解析を達成し、国際エピゲノムコンソーシアム (IHEC) において注目されるなどの技術革新が挙げられる。

(研究内容)

本戦略目標では以下の研究を推進する。

- 先端的ナノテクノロジー等を活用して 1細胞を分離する技術確立し、これら分離 1細胞を対象にゲノム解析 (SNP 解析、CNV 解析など)、エピゲノム解析 (DNA メチル化やヒストン修飾の解析など)、トランスクリプトーム解析 (RNA 解析など)、プロテオーム解析 (タンパク質同定など)、メタボローム解析 (代謝産物同定など) 等を行うための基盤となる技術やシステムを開発する。
- さらに、1細胞レベルでの定量的分子情報を把握するためには、分離した細胞だけでなく、生体組織等を構成する細胞 1つ 1つの位置情報・形態情報を保持した状態で核酸・タンパク質・代謝産物等を網羅的に解析する必要があるため、これらにかかる手法、技術及びシステムの開発を行う。
- また、上記の技術を実現するための情報処理技術、さらに上記の技術を用いて取得した大量データを処理し 1細胞レベルでの定量的分子情報を把握するための統合情報解析技術確立する。

5. 政策上の位置付け (政策体系における位置付け、政策上の必要性・緊急性等)

第 4 期科学技術基本計画 (平成 23 年 8 月 19 日閣議決定) では、「III. 我が国が直面する重要課題への対応 2. 重要課題達成のための施策の推進 (5) 科学技術の共通基盤の充実、強化 i) 領域横断的な科学技術の強化」として、「先端計測及び解析技術等の発展につながるナノテクノロジーや光・量子科学技術、シミュレーションや e-サイエンス等の高度情報通信技術、数理科学、システム科学技術など、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進する。」としている。また、科学技術イノベーション総合戦略 (平成 25 年 6 月 7 日閣議決定) では、「第 2 章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題 IV. 地域資源を「強み」とした地域の再生 3. 重点的取組 (1) ゲノム情報を活用した農林水産技術の高度化」において「重要作物等のゲノムや代謝産物等の解析、データベース構築等の情報基盤の整備、有用遺伝子の特定、DNA マーカーの開発、バイオインフォマティクスを活用した多数の遺伝子が関与する重要形質の改良法や有用遺伝子の迅速な特定法の開発、新品種等の作出効率を飛躍的に高める育種技術の開発等を推進する。」としている。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

独立行政法人科学技術振興機構（JST）CREST「プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製」（平成 20 年度開始）では、フォトリソグラフィ等のトップダウンプロセスと自己組織化に代表されるボトムアッププロセスの高度化と統合化を進めることによって、革新的な機能を発現する次世代ナノシステムの創製を目指すものであるが、この研究領域において開発されたマイクロ流路を用いた細胞分離技術を要素技術として活用し、本戦略目標の目指す統合 1 細胞解析基盤技術を創出するものである。

また、文部科学省「セルイノベーションプログラム」（平成 21 年度～平成 25 年度）では、革新的な解析能力をもつ高速シーケンサーを整備した「シーケンス拠点」と、多様かつ大量のデータを取扱う「データ解析」拠点を構築し、細胞機能解析研究を行うとともに、次世代シーケンサーを利用して従来で取得不可能だった細胞情報を取得するための革新的な技術開発を行うものである。このプログラムで得られた世界的に競争力のある技術である次世代シーケンサーを用いた RNA 解析技術やエピゲノム解析技術等を要素技術として活用し、本戦略目標の目指す統合 1 細胞解析基盤技術を創出するものである。

7. 科学的裏付け（国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等）

米国は 1 細胞解析分野を、\$1000 ゲノム解析技術に次ぐ技術開発の戦略ターゲットに指定し、矢継ぎ早にプロジェクトを立ち上げている。まず、平成 23 年 11 月に「Studies to evaluate cellular heterogeneity using transcriptional profiling of single cells (U01)」を策定して 3 課題を選定している。さらに、平成 24 年に入り、5 年間 9000 万ドル以上をかける「The Single Cell Analysis Program (SCAP)」をスタートし、3つの研究センターの設立と 26 の新しいプロジェクトの発足が予定されている。さらに、1 細胞解析の新技术開発「Exceptionally Innovative Tools and Technologies for Single Cell Analysis (R21)」で 15 課題を選定している。

アジアにおいては中国で世界最大のゲノム解析センターとなった BGI（深セン市）が、矢継ぎ早に 1 細胞ゲノム解析の論文を発表している。また、シンガポールでは、1 細胞の遺伝子解析に特化したアジア初の研究所「Single-Cell Omics Center (SCOC)」を米国企業と共同で設立している。

EU では、300 万ユーロ規模の「Platform for Advanced Single Cell Manipulation and Analysis (PASCA)」プロジェクトが 2013 年に終了している。次期計画中で、米国に呼応した形でのプロジェクトづくりの検討が進んでいる。

我が国は関連研究分野（プロテオミクス等）の論文被引用率を見ても特に優位にあることから本戦略目標に基づき研究を推進することで国際競争力を更に高める必要がある。

8. 検討の経緯

JST 研究開発戦略センター(CRDS)が、俯瞰ワークショップ「ライフサイエンス分野の俯瞰と重要研究領域」の「ゲノム・融合分野」について検討報告書(平成23年3月)をとりまとめており、同報告書に1細胞解析プロジェクトの提案がされている。また、1細胞関連国際会議「The International Workshop on Approaches to Single-Cell Analysis」が日本人研究者の主導により、世界に先駆けて2006年から開催されている。同会議で1細胞解析の重要性が指摘され、それが米国、EUでのプロジェクトの推進につながっており、我が国における中核となるプロジェクト発足が望まれている。

CRDSにおけるワークショップ(平成25年7月11日)が開催され、学術コミュニティにおいても、1細胞解析の重要性が議論されており、学術シンポジウム等の開催を企画している(関連学会:日本生物物理学会、日本バイオインフォマティクス学会、日本細胞生物学会、日本生化学会、日本癌学会、日本分子生物学会、日本ケミカルバイオロジー学会、日本植物学会、日本製薬工業協会、日本バイオイメージング学会、日本薬学会、日本バイオインダストリー協会、ヒューマンサイエンスコミュニティ)。

本戦略目標は、これらの検討の結果を踏まえて策定したものである。

9. 留意点

本戦略目標は、革新的な基盤技術を創出することによって、生体や組織等の複数細胞における生体分子について、細胞の位置情報を保持しつつ1細胞レベルでの経時変化等を観察・解析するといった挑戦的な内容を含むものである。そのため、研究開発の実施にあたっては、開発する技術を用いて重要な生物学的問題等にアプローチする研究者と開始当初からの緊密な協力体制が望まれる。

平成 26 年度戦略目標

1. 戦略目標名

二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開

2. 達成目標

近年のナノテクノロジーやナノエレクトロニクス技術の進展に伴い、構造の特異性・新規性に基づいた多様かつ驚異的な物性や機能が明らかになりつつあり、世界的に注目されているグラフェンやトポロジカル絶縁体を先行例として、二次元機能性原子・分子薄膜（原子・分子の二次元的構造、あるいはそれと等価な二次元的電子状態を表面・界面等に有する機能性を持った薄膜物質）の基礎学理の構築と革新的部素材・デバイスへの応用双方の視点を包括する研究を戦略的に推進することにより、以下の目標を達成することを目指す。

- 二次元機能性原子・分子薄膜のシーズ技術の先鋭化や多様性の拡大に資する新構造原子・分子薄膜及びその特性・機能を保持した革新的部素材・デバイスの創出
- 機能性原子・分子薄膜の特性・機能の研究による薄膜創成や部素材・デバイス設計に係る学理の創出
- 社会的ニーズに応える機能性原子・分子薄膜による多様な革新的部素材・デバイスに係る基盤技術の創出

3. 将来実現しうる重要課題の達成ビジョン

従来のバルクや一般的な薄膜とは異なる特性・構造（高キャリア移動度、低抵抗性、柔軟性、透明性、高強度、高耐熱等）を持ち、新しい機能や従来材料の特性を凌駕（りょうが）する機能の発現が期待される二次元機能性原子・分子薄膜の研究開発を推進し、新規材料や革新的部素材・デバイスに展開することで、主として以下の3点の実現が期待される。

- アプリケーション・ニーズに資する新機能・新物質・新現象の発見及び複数の学術分野間（物理学、化学、関連するデバイス工学等）の連携促進。
- 次世代の部素材・デバイスに求められる省エネルギー化、小型化、軽量化、及び新機能の創出
- 部素材産業やエレクトロニクス産業並びに次世代のデバイス・システムの創出等に供される関連産業の国際競争力の強化

4. 具体的内容

(背景)

二次元機能性原子・分子薄膜には、①二次元性という構造の単純性や独特の対称性等に起因して三次元物質と比べて特異な性質を有する、②異種材料との組合せが容易である、③薄膜であるが故に例えば電界による外部変調が容易である、等の多くの長所があり、新たな機能発現の場として利用できる可能性がある。同時に、これらの課題の達成においては、新たなサイエンスが切り拓（ひら）かれる可能性が含まれており、実験及び理論面において新概念が創出される期待が大きい。

これまでは、高品質な二次元機能性原子・分子薄膜の安定的な作製は必ずしも容易ではなかったものの、グラフェンを始めとして、様々な新しい二次元薄膜作製に係る手法の提案が試みられている。我が国でも、これまで半導体分野で培われた結晶成長技術など、多くの技術や知識が蓄積されており、それらを活用して従来の薄膜とは異なる究極の物質としての二次元機能性原子・分子薄膜に係る研究を推進することで、新たな現象・原理に基づく革新的な特性を有する材料、部素材・デバイス創製への展開が大きく開けることが期待される。

このような新しい展開を引き起こすためには、物性実験・理論、合成化学、デバイス工学等の分野の研究者との連携促進が不可欠であるとともに、近年進展の著しい計測技術や計算科学との協働も必須である。

(研究内容)

構造の特異性・新規性に基づいた多様かつ高度な特性・機能の発現が期待されている二次元機能性原子・分子薄膜に関して、構造と機能に関する基礎学理の構築と、機能性部素材・デバイスへの応用の双方の視点を包括する研究を戦略的に推進する。例としては以下のとおり。

○二次元機能性原子・分子薄膜のシーズ技術の先鋭化や多様性の拡大に資する新構造原子・分子薄膜及びその特性・機能を保持した革新的部素材の創出・デバイスの創出

- ・原子・分子薄膜の完全結晶実現を志向する結晶成長・合成技術の創出
- ・原子・分子薄膜の構造や物性に関する計測・解析・加工プロセス技術開発

○機能性原子・分子薄膜の特性・機能の研究による薄膜創成や部素材・デバイス設計に係る学理の創出

- ・部素材・デバイス設計に本質的に重要な、電子輸送特性、光吸収特性、フォノン散乱、熱伝導、スピン流等の物理的・化学的相互作用に起因する物性に関する基礎的知見の探求とその蓄積

○社会的ニーズに応える機能性原子・分子薄膜による多様な革新的部素材・デバイスに係る基盤技術の創出

- ・異方的な電子輸送特性や熱伝導性、物質選択性など、二次元性の特徴を生かした

部素材創成のための基盤技術、あるいは大面積化・大量生産化等の技術に関する研究

- ・透明電極・配線・導電性薄膜など、極限薄膜としての導電性に着目し、同時にその他の特異的物質機能を付加した応用技術に関する研究
- ・センサーデバイス等、原子・分子薄膜の物性が物質の吸着などにより敏感に変化する性質（高感度性）をデバイス応用する技術に関する研究
- ・高速電子デバイス等、原子・分子薄膜中の電子の高速輸送特性など特有の優れた電子物性をデバイス応用する技術に関する研究
- ・原子・分子薄膜と異種材料との接合による新機能デバイスの提案と原理実証

5. 政策上の位置付け（政策体系における位置付け、政策上の必要性・緊急性等）

第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）では、我が国が直面する重要課題への対応として、「産業競争力の強化に向けた共通基盤の強化」が求められており、「付加価値率や市場占有率が高く、今後の成長が見込まれ、我が国が国際競争力のある技術を数多く有している先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術、高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術など、革新的な共通基盤技術に関する研究開発を推進するとともに、これらの技術の適切なオープン化戦略を促進する」こととされている。

また、科学技術イノベーション総合戦略（平成25年6月7日閣議決定）では、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現に向けて、「革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用の取組」を進め、そのことにより、「革新的デバイスを用いた製品による新市場の創出及び我が国の国際競争力強化を図るとともに、エネルギーの効率的な利用と国際展開をねらう先端技術を有する社会を実現する」こととされている。

さらに、日本再興戦略—JAPAN is BACK—（平成25年6月14日閣議決定）では、クリーン・経済的なエネルギー需給の実現に向けて、「広域系統運用、無駄を徹底排除するデバイス・部素材や蓄電池の普及により、時間・場所の制限を超えた効率的なエネルギー流通を達成し、日本全体で最適なエネルギー利用が可能となる社会を目指す」こととされている。

以上から、本戦略目標下で実施する研究開発の実施により、大幅な軽量化や小型化、低消費電力化等を実現する革新的部素材・デバイスを用いた製品やシステムに供される関連産業の国際競争力強化を図ることは、政策的にも求められているところである。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

我が国では、例えば戦略目標「ナノデバイスやナノ材料の高効率製造及びナノスケール科学による製造技術の革新に関する基盤の構築（平成18年度設定）」や「新原理・新機能・新構造デバイス実現のための材料開拓とナノプロセス開発（平成19年度設

定)」の下、二次元機能性原子薄膜に関連する公的研究開発は部分的に実施されているものの、いずれも個別の要素技術に特化した研究課題の域を出ない状況にあり、今後の国際競争に対応できるような、本戦略目標で掲げる基礎と応用をシームレスにつなぐ、様々な要素技術と応用開発を包括する取り組みはなされていないのが現状である。本戦略目標においては、近年、欧米アジア各国でもグラフェン関連の研究開発に戦略的に資金が投入される中、大学等におけるこれまでの取組の成果を積極的に活用するとともに、「情報デバイスの超低消費電力化や多機能化の実現に向けた、素材技術・デバイス技術・ナノシステム最適化技術等の融合による革新的基盤技術の創成（平成 25 年度設定）」等の関連する戦略目標やプロジェクト間と緊密な連携を確保し、速やかな成果の実用化を目指す。

さらに、経済産業省の協力を得て、当該目標において創出される成果を民間企業のプロジェクトへ速やかに展開し（例えば、実用化への取組を行う研究機関や民間企業の部材試作ラインを活用する。）、あるいは経済産業省の事業において発生する科学的に深堀を要する課題について、本戦略目標に参画する研究者の協力を得て解決を図る（例えば、民間企業等から研究を受託する。）といった取組を実施する。特に、幅広い産学官の研究者が集結する TIA（つくばイノベーションアリーナ）の枠組みを最大限生かし、本目標におけるオールジャパンのドリームチームによる基礎研究の成果を、我が国の産業競争力の強化に直結する体制を構築する。

7. 科学的裏付け（国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等）

これまで日本は、部素材の産業が、自動車産業やエレクトロニクス産業とともに国際的な競争力を得てきており、これらを支える役割を担ってきた。世界の主要各国は、研究開発の拠点化とアライアンス化を進める一方、日本企業の研究開発アクティビティは大幅に低下しており、更に昨今の公的な研究開発投資低減の流れのもとで、アカデミアの基礎研究・開発も他国に後れをとりつつあるのが現状であり、今後、長期的観点に立って革新的部素材・デバイスに係る基盤技術を創出し、育てていくことは喫緊の課題である。

一方で、日本でも基盤的な研究成果は幾つか出てきている。例えば、2010 年のノーベル物理学賞の受賞研究対象となったグラフェンを従来のシリコンに代わる半導体材料として利用する場合に鍵となるバンドギャップ導入に関して、日本の物質・材料研究機構の研究グループが、電界効果型トランジスタ（FET）構造を用いたバンドギャップ導入を確認した。現時点では電気伝導率の面から、すぐに実用化に至ることは難しいとされているものの、欧米・アジア各国ではグラフェンの産業応用での大型の研究開発投資を進めている。グラフェン素子におけるバンドギャップ制御技術の確立は”Beyond CMOS” 実現につながり、半導体技術の観点からも注目すべき研究である。

グラフェンに関しては 2010 年のノーベル物理学賞受賞対象研究となったことから

も明らかのように、現在精力的な研究が世界中で行われており、ナノカーボン研究において最も注目すべき分野であるといえる。ただし、我が国の研究開発施策は欧米と比較して不活発であり、この分野全体として見たときの国際的な貢献も低いとの声が大勢である。特に、欧州では、グラフェンが EU Future Emerging Technology flagship に採択され、今後 10 年間で 10 億ユーロが措置される予定である。また、アジアでも韓国を中心に、グラフェン関連の研究成果が目立ってきており、今後の産業化へのシナリオ次第では強力な存在となる可能性がある。

我が国は材料分野の研究では国際的にトップレベルであり、機能性原子・分子薄膜研究では、物理学者と化学者の連携・融合が核心であることを考えると、今後の我が国の取り組みとして、周辺分野との融合、応用分野との垂直連携を基軸とし、これまでに培ったナノカーボン材料研究に係る技術と手法、人材を基にして、人材育成や国際連携も視野に入れた大型の国家プロジェクトやプログラムを推進すべきである。

8. 検討の経緯

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 ナノテクノロジー・材料科学技術委員会がまとめた「ナノテクノロジー・材料科学技術の研究開発方策について〈中間取りまとめ〉」（平成 23 年 7 月）において、「エレクトロニクスの省エネルギー化、多機能化」が課題解決に向けた重点研究開発課題とされ、省エネルギー性能の向上やグローバルな競争環境を注視しながら研究開発を加速することが重要であるとされた。具体的な課題として「カーボンナノチューブ、グラフェン等のカーボンナノエレクトロニクス」が挙げられ、自在制御など実用化に向けた課題の克服が必要とされた。

グラフェンを始めとする二次元薄膜が注目を集めている中、独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（CRDS）科学技術未来戦略ワークショップ「機能性原子薄膜／分子薄膜の創生と展開」（平成 24 年 2 月）が開催され、エレクトロニクス動作に際してのエネルギーロス最小化には、究極的に薄い膜、つまり原子薄膜、分子薄膜が理想的であることが指摘された。

上記の議論を踏まえ、CRDS 戦略プロポーザル「二次元機能性原子薄膜による新規材料・革新デバイスの開発」（平成 24 年 3 月）が策定された。

本戦略目標案は、これらの検討の結果を踏まえて作成したものである。

9. 留意点

平成 25 年度戦略目標

1. 戦略目標名

分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化

2. 達成目標

情報科学・数理科学分野とビッグデータの利活用により大きな社会的インパクトを生むような様々な研究分野（アプリケーション分野）との協働により研究を進め、アプリケーション分野での課題解決を通じてビッグデータから新たな知識や洞察を得ることを可能とする次世代アプリケーション技術を創出し、高度化すると同時に、様々な分野のビッグデータを統合解析することを可能とする共通基盤技術の構築を目指す。そのため、以下の目標の達成を目指す。

○各アプリケーション分野においてビッグデータの利活用を推進しつつ様々な分野に展開することを想定した次世代アプリケーション基盤技術の創出・高度化

○様々な分野のビッグデータの統合解析を行うための次世代基盤技術の創出・高度化・体系化

3. 将来実現し得る重要課題の達成ビジョン

本戦略目標を実施し、「2. 達成目標」に記載した研究成果が得られることで、様々な分野のビッグデータを統合解析するための共通基盤技術を構築することができ、分野を超えたビッグデータの利活用を実現することができる。構築された技術を用いることで、ビッグデータの利活用が有効な研究分野の論文データ、実験・シミュレーションデータ、観測データ等の高度利用が可能となり、社会科学・人文科学等を含む複数の分野が連携した異分野融合領域のイノベーション創出を加速させることができる。

本事業終了後、アカデミア・企業等が様々な分野のビッグデータを統合解析できる共通基盤技術を活用して、研究開発や実用化を推進することで、例えば

・ライフサイエンス分野では、診療情報と関連づけられた 10 万人規模の全ゲノムデータ（30 億塩基対）を活用した、疾患関連遺伝子の効率的な探索技術等による、オーダーメイド医療や早期診断、効果的治療法の確立

・地球環境分野では、様々な要因が複雑に絡み合う地球規模課題の解決に貢献し持続可能な社会を構築するため、地球温暖化、森林や水などの自然循環、生態系、地理空間等の異なるデータ間の関係性を高度につなぎ合わせる基盤的情報技術の確立

・防災分野では、災害・事故から得られた気象、地理空間等のデータを容易に分析可能な形に蓄積・構造化する技術等による精緻な災害の予測や防災機能強化の推進、都

市の最適設計手法の高度化 等

の実現を目指す。これらの実現によって、イノベーションによる新産業・新市場の創出や、国際競争力の強化を推進し、第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）の「我が国の産業競争力の強化」、「研究情報基盤の整備」の達成に貢献することを目指す。

4. 具体的内容

（背景）

高度情報化社会の進展に伴い、デジタルデータが爆発的に増大するビッグデータ（情報爆発）時代が到来した。世界のデジタルデータの量は、民間調査機関の推計※1によれば、2020年には、約40ゼタバイト（2010年度時の約50倍）へ拡大する見込みである。また、情報通信政策研究所の調査※2によると、日本における平成21年度の流通情報量は7.61E21ビット（一日あたりDVD約2.9億枚相当。例えば、E18ビットは10の18乗であることを示している。）であるが、消費情報量は2.87E17ビット（一日あたりDVD約1.1万枚相当）であり、流通に対して消費された情報量は0.004%にしかすぎない、と言われている。

その質的・量的に膨大なデータ（ビッグデータ）には新たな知識や洞察を得られる可能性があるが、様々なデータ（バイオ、天体観測等の自然科学のデータから社会科学的な人の観測データまで多様）を組み合わせ、大規模な処理を実行しようとする、想定外のデータや正常に分析できないデータが大きくなることが多く、現況においてはその多くのデータが整理・構造化されておらず、有効に活用できていない状況である。

このため、ビッグデータを効果的・効率的に収集・集約し、革新的な科学的手法により知識発見や新たな価値を創造することの重要性が、国際的に認識されてきている。第一の科学的手法である経験科学（実験）、第二の科学的手法である理論科学、第三の科学的手法である計算科学（シミュレーション）と並び、データ科学（data centric science = e-サイエンス）は第四の科学的手法と言われ※3、ビッグデータ時代における科学の新たな地平を拓（ひら）く方法論として注目されている。

（研究内容）

本戦略目標では、ビッグデータの解析を円滑に実行するための革新的な方法論等の創出等のため、2つの達成目標の実現を目指す。具体的には以下の研究を想定する。

(1) 各アプリケーション分野においてビッグデータの利活用を推進しつつ様々な分野に展開することを想定した次世代アプリケーション基盤技術の創出・高度化

個別のアプリケーション分野の課題解決とともに、固有技術の他分野展開や新規基盤要素技術の導入を強力に推進する。このため、情報科学・数理科学分野とアプリケーション分野の研究者等による協働研究チーム体制を構築することが期待される。具

体的には、以下の研究を推進する。

- ・多様かつ大量のアプリケーションデータ（健康・医療データ，地球観測データ，防災関連データ，ソーシャルデータ等）の転送，圧縮，保管等を容易に実現するための研究

- ・画像データや3次元データ等の多様なデータを検索，比較，解析等することで有意な情報を抽出するための研究

- ・アプリケーションデータから新たな課題の発見や洞察をより正確に行うための研究（疾患要因の解明，気候変動予測，リアルタイム解析による減災，人のニーズの予測等）

- ・定量データから生体，自然現象等に係る多様な数理モデルを構築し，実測データと組み合わせることで新たな知見を得るような，発見的探索スタイルの研究アプローチ推進のための研究基盤創出

(2) 様々な分野のビッグデータの統合解析を行うための次世代基盤技術の創出・高度化・体系化

情報科学・数理科学分野や人文科学の研究者による，独自の新規基盤要素技術の創出や複数のアプリケーション分野に展開する新規要素技術の創出を行う。具体的には，以下の研究を推進する。

- ・データクレンジング技術（ノイズ除去，データの正規化，不要なデータ変動の吸収等）やデータに対して自動的に意味や内容に係る注釈を付与する技術

- ・高度な圧縮技術，圧縮したままで検索する技術，秘密性や匿名性を損なわないままマイニングする技術

- ・データマイニング技術や機械学習の高度化（大量・多様なデータからのモデリング技術，異種データから関連性を探索する技術等）

- ・多様なアプリケーションデータの相関や関係性から新たな洞察を導くための可視化技術

- ・ビッグデータを共有・流通するためのシステム技術（データの加工，メタデータ管理，トレーサビリティ，匿名化，セキュリティ，課金等）

- ・課題の本質やビッグデータの構造を見いだすための数理的手法

なお，(1)の次世代アプリケーション基盤技術の創出・高度化に当たっては，(2)の研究で得られる次世代基盤技術を取り込みながら推進することが効果的であり，また，(2)の次世代基盤技術の創出・高度化・体系化に当たっては，(1)の研究で得られる次世代アプリケーション基盤技術やデータを共有，活用しながら研究を進めることが効果的であることから，(1)と(2)の研究が相互に連携することが求められる。

※1 IDC, “Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East”, 2012. 12

※2 情報通信政策研究所調査部「我が国の情報通信市場の実態と情報流通量の計量に

関する調査研究結果（平成 21 年度）「情報インデックスの計量」, 平成 23 年 8 月
※3 Tony Hey, Stewart Tansley, and Kristin Tolle, The Fourth Paradigm: Data-intensive Scientific Discovery, (Microsoft Research 2009)

5. 政策上の位置付け（政策体系における位置付け, 政策上の必要性・緊急性等）

第 4 期科学技術基本計画では、「我が国が直面する重要課題への対応」において、「我が国の産業競争力の強化」として、電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術等、革新的な共通基盤技術に関する研究開発を推進するとともに、これらの技術の適切なオープン化戦略を促進すると掲げている。また、「科学技術の共通基盤の充実、強化」として、シミュレーションや e-サイエンス等の高度情報通信技術、数理学等、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進すると掲げている。さらに、「国際水準の研究環境及び基盤の形成」において、「研究情報基盤の整備」として、研究情報基盤の強化に向けた取組を推進するため、研究情報全体を統合して検索、抽出することが可能な「知識インフラ」としてのシステムを構築し、展開すると掲げている。

文部科学省では、全国の大学等の研究者が、サイエンスに活用できる多分野にわたるデータ、情報、研究資料等を、オンラインにより、手軽に利用でき、最新の「データ科学」の手法を用いて、科学的あるいは社会的意義のある研究成果を得ることのできる「アカデミッククラウド環境」について、必要な議論、検討等を進めるため、研究振興局長の下に「アカデミッククラウドに関する検討会」を設置し、平成 24 年 4 月から 6 月に、「データベース等の連携」、「システム環境の構築」、「データ科学の高度化に資する研究開発」の 3 点を検討課題として議論を行い、7 月に提言「ビッグデータ時代におけるアカデミアの挑戦」において、ビッグデータに関する共通基盤技術の研究開発として、ビッグデータ処理の各段階（データ収集、蓄積・構造化、分析・処理、可視化）における基盤技術の研究開発等が必要との方向性を取りまとめた。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

平成 24 年 10 月に科学技術政策担当大臣及び総合科学技術会議有識者議員による「平成 25 年度科学技術関連予算重点施策パッケージ」の選定が行われ、総務省、文部科学省、経済産業省の 3 省合同で提案した「ビッグデータによる新産業・イノベーションの創出に向けた基盤整備」が資源配分の重点化を行うべき重点施策パッケージとして特定された。この重点施策パッケージでは、3 省が連携して平成 28 年頃までの実現を目指したある一定の分野におけるビッグデータの収集・伝送、処理、利活用・分析に関する基盤技術の研究開発及び人材育成を一体的に進めることとしている。

このうち、文部科学省は「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」の一プログラム「ビッグデータ利活用のためのシステム研究等」を、重点施策パッケージの個別施策とし

て位置付け、異分野融合型研究拠点によるデータサイエンティスト等の人材育成や国際連携を進めるとともに、データ連携技術等の技術開発課題やアカデミッククラウド環境（大学等間でクラウド基盤を連携・共有するための環境）構築の在り方に関する検討を行うこととしている。また、独立行政法人科学技術振興機構はビッグデータ活用モデルの構築のため、死蔵されている膨大なデータの掘り起こしやルールの整備を行い、研究機関のデータベース連携や民間等での利活用を推進することとしている。上記施策に加え、分野を超えたビッグデータの利活用を可能にするため、本戦略目標では、中長期的な視野で次世代の課題解決に向けた共通基盤技術の高度化・体系化のための研究を行う。

また、総務省では、平成24年5月に情報通信審議会 ICT 基本戦略ボードにおいて、「ビッグデータの活用の在り方について」を取りまとめ、情報通信インフラの構築を進めているため、本戦略目標下の研究を推進する際には、当該インフラ（独立行政法人情報通信研究機構（NICT）が構築・運用するテストベッド（JGN-X））も必要に応じて活用する。

7. 科学的裏付け（国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等）

米国においては、2011年に科学技術に関する大統領諮問委員会（PCAST）が、連邦政府はビッグデータ技術への投資が少ないと結論づけたことに対応し、科学技術政策局（OSTP）が2012年3月29日にビッグデータイニシアチブに関する公告を発表した。このイニシアチブには6機関（NSF, NIH, DOD, DARPA, DOE, USGS）が総額2億ドルを投資し、データへのアクセス、体系化、知見を集める技術を改善、強化するとしている。欧州、アジアにおいても、ビッグデータに対する研究投資を実施しており、今後、激しい国際競争が予想される。具体的には、欧州では2020年までにICTにおける研究開発への公共支出を55億ユーロから110億ユーロへと倍増させ、大規模なパイロットプロジェクトを実施し、公共に利益のある分野における革新的かつ相互運用可能なソリューション（エネルギーや資源を節約するためのICT、持続可能な保険医療、電子政府、インテリジェント輸送システム等）を開発することとしている。また、中国では情報資源を共有するためのセンターを設置し、収集したデータの相互の関係付けのためにメタデータの付与や自動分類等の技術開発を行っている。さらに、韓国ではビッグデータを含む研究データの共有とデータ科学を推進する National Scientific Data Center を2013年から構築することとなっている。このことから、官民の役割分担と省庁の枠を越えた連携のもと、科学技術分野におけるイノベーションの推進等に向け、分野を超えたビッグデータの利活用を促進するための研究開発が急務となっている。

我が国は、各種センサー情報が発達していること、ハイパフォーマンスコンピューティング、自然言語処理等、世界的に高い研究水準を有する関連研究領域があること

や、遺伝子情報等の地域単位での研究が必要な大規模データを扱う領域にも取り組んでいる。このことから、大規模データの活用において、これらの強みが幅広い分野・領域に展開することで、科学技術における共通基盤の強化や産業競争力の強化が可能な環境である。

8. 検討の経緯

文部科学省の研究振興局長の下に設置したアカデミッククラウドに関する検討会においては、平成24年7月4日に提言「ビッグデータ時代におけるアカデミアの挑戦」を取りまとめ、ビッグデータに関する共通基盤技術の研究開発として、ビッグデータ処理の各段階（データ収集、蓄積・構造化、分析・処理、可視化）における基盤技術の研究開発等が必要との方向性や具体的な研究開発事項について取りまとめた。

これを踏まえ、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会情報科学技術委員会（第77回、第78回）（平成24年7月5日、8月2日）においても、様々な分野における知的活動の成果として生み出されている大量データを効果的・効率的に収集・集約し、革新的な科学的手法により情報処理を行うことにより、新たな知的価値を創造する「データ科学」が重要との共通認識のもと、ビッグデータを利活用するための共通基盤技術の研究開発が必要との見解が示された。

また、科学技術・学術審議会先端研究基盤部会（第5回）（平成24年8月7日）で取りまとめられた「数学イノベーション戦略（中間報告）」においては、ビッグデータを有効に活用するための革新的な手法や技術を開発するには、数学者は情報科学分野の研究者や各アプリケーション側の研究者と積極的に連携を図るとともに、数学者の多様な知見とポテンシャルを最大限活用し、ビッグデータの有効活用において本質や構造を見いだすための共通基盤的技術の構築に向けて取り組むことが重要と述べられている。

本戦略目標は、これらの検討の結果を踏まえて作成したものである。

9. その他

本戦略目標を推進するに当たっては、情報科学・数理科学分野とビッグデータの利活用が有効な様々な研究分野の融合により、ビッグデータに関係する研究者に流動的なネットワークを生み出し、新たな人材育成スキームや、イノベーション創出サイクル（常にイノベーションを創出し続ける環境）の構築も目指すことを期待する。

(別添資料2)

戦略的創造研究推進事業(CREST・さきがけ)
平成26年度新規発足研究領域の「研究領域の概要」
(案)に対するパブリックコメントの結果について

戦略的創造研究推進事業（CREST・さきがけ）平成 26 年度新規発足研究領域の「研究領域の概要」（案）に対するパブリックコメントの結果について

平成 26 年 4 月 7 日

科学技術振興機構（JST） 戦略研究推進部

平成 26 年 3 月 18 日から平成 26 年 3 月 25 日までの間、平成 26 年度新規発足研究領域の「研究領域の概要」（案）に対するパブリックコメントを、ホームページ上で実施しました。その結果、合計 10 件のご意見をいただきました

いただいたご意見及び、それに対する JST の考え方は以下の通りです。

※ 掲載したご意見の内容は、JST の判断により適宜、要約や個人情報に関する内容の削除等を行っております。

※ 文部科学省が決定した戦略目標に対するご意見など、本募集の趣旨にそぐわないと判断されるご意見につきましては、対象外といたしました。

● 研究領域 1：「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築（CREST）」に対するご意見

ご意見	ご意見に対する考え方
<p>【対象部分】 支配原理・法則が明確でない諸現象に潜む「本質」部分を見出し、数学的アイデアに裏付けられた革新的モデルを導出する研究、新しい数理的手法を開発する研究を推進します。また、導出された数理モデルや既存の数理モデルについて、解決すべき課題の核心となる現象を記述していることの実証・検証やモデル評価のための数学理論や技術の構築を行なう研究も含まれます。</p> <p>【意見】 数理モデルが「現象を記述していることの実証・検証」や「モデル評価」という表現が明示されているため、この研究領域では、そのような「現象を記述する数理モデル」のみが対象として考えうるものという「偏った」数理モデルの見方が主体となるかのような印象を少し受けます。そのような見方は、『現象に潜む「本質」部分を見出す』数理モデリングとは拮抗する性質をもつため、わずかですが、違和感すら感じ得ます。</p> <p>【理由】 『現象に潜む「本質」部分を見出す』数理モデリングによる数理モデルは、必ずしも「上手く」現象を「記述する」ものとはなり得ません。しかし、その「現象との乖離」こそが、現象の科学的探究にとって重要であったことは、これまでの数理科学の歴史を顧みれば容易に理解できることです。合理的な数理モデリングに基づく数理モデルと現象との間の乖離を解析すること（このことこそ数理モデリングの数理とも考えられます）によって、現象の構造や特性について、理論的に踏み込んだ仮定や仮説が提出できると期待できます。つまり、数理的に合理的な数理モデリングによって構築された数理モデルによる理論的な現象研究とは、現象の「記述」のみを目的とするものに限られず、より広く、現象の「理解」のための研究として捉えることが、この学際分野の発展においては非常に重要です。学際分野であるからこそ、その裾野の広がりが必要であり、特定の具体的な現象に近い数理的研究が発展するためには、そこからは遠いけれども、その数理的研究に連なる「基礎」的数理研究の発展も重要であることをこの研究領域の基調に含めていただければと思います（そのような基調がそもそも内含されていることを期待しております）。生命現象や社会現象の特性を科学的に議論するための数理モデリングとは、現象に関する仮定や仮説を数理的に解釈もしくは表現することによって数理モデルを構築する過程を指します。生命現象や社会現象に関する仮定や仮説の適切性評価や意味解釈をするためには、生命科学的・社会科学的な知識とセンスが要求され、数理的な解釈や表現には、数理的な知識とセンスが要求されます。すなわち、数理モデリングは、生命科学的・社会科学的知識だけ、あるいは、数理的知識だけでは不可能であり、それらの二つが相まって成立する過程だといえます。ただし、それらの知識が揃うことは、適切な数理モデルを構成するための必要条件であって、十分条件ではありません。これは、生命科学的・社会科学的知識と数理的知識を、数理モデルの構成という目的の下に適切に統合する独特な過程が必要だからです。この研究領域が対象とするのは、そうした過程の成長であることを願っています。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>本研究領域で推進する研究は、「支配原理・法則が明確でない諸現象に潜む「本質」部分を見出し、数学的アイデアに裏付けられた革新的モデルを導出する研究、新しい数理的手法を開発する研究」、または「導出された数理モデルや既存の数理モデルについて、解決すべき課題の核心となる現象を記述していることの実証・検証やモデル評価のための数学理論や技術の構築を行なう研究」です。各研究提案は、必ずしもこの両方を含まなければならないというわけではありません。とくに前者につきましては、現象を表層的に記述することではなく、現象の「本質」を見出すための幅広い理論研究を期待しています。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考とさせていただきます。</p>

● 研究領域 2 : 「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築 (CREST)」に対するご意見

ご意見	ご意見に対する考え方
<p>【対象部分】</p> <p>1) ① 個人・集団の特徴や逐次変化する実環境・ネットワーク情報環境をシステムが高度なレベルで把握し、その時、その場所、その人・集団に合わせた最適なサービス群を提供できる技術</p> <p>2) ② 機械が提供するサービスについて人・集団が意思決定しやすいように、対話や作業を通じてサービス内容や利用者への恩恵、リスクを分かりやすく説明・表現できる技術</p> <p>3) 研究領域の概要の最後尾「人間と機械が調和したアンビエントな情報社会の実現に向けた異分野融合・連携」</p> <p>【意見】</p> <p>1) ① 個人・集団の特徴や逐次変化する実環境・ネットワーク情報環境をシステムが高度なレベルで把握し、その時、その場所、その人・集団に合わせ、機械、あるいは、機械と人間が融合して最適なサービス群を提供する技術</p> <p>2) ② ①のサービス群について多種多様な人・集団が意思決定しやすいように、多言語での対話や作業を通じて、最適なサービスを選択でき、サービス内容や利用者への恩恵、リスクを分かりやすく説明・表現できる技術</p> <p>3) 「人間と機械が創造的に協働する知的情報社会の実現に向けた異分野融合・連携」</p> <p>【理由】</p> <p>1) 機械のみのサービスに加えて、人間と機械が最適に融合したサービスにより、より高精度、高品質のサービスの提供が可能で有り、サービスを行いながら機械学習により機械のサービス品質を高精度化できる。この中には人間-機械-人間のようなアプリケーションも含まれる。このようなネットワークを介した人間との融合により、新たな雇用の創出も可能になる。</p> <p>2) 人・集団だけではやや曖昧で有り、2020年のオリンピックを目指して国策として外国人訪問者、居住者の増加、および、日本国内の情報を世界に発信するため、多言語での対話、作業が必要となる。また、現在、ネット上には膨大なサービスが有り、利用者に適切なサービスを選択する、あるいは、作り出すためには、利用者が欲していることを機械が自動的に多言語の会話を通して同定していく技術が必要である。</p> <p>3) 研究領域の概要の中で説明がない「アンビエント」という用語が唐突である。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>1) 領域名のとおり「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」を目指しており、ご指摘の人・集団と機械が融合した協働も含まれていると考えております。</p> <p>2) 多言語や非言語情報による対話・作業や、リスクを分かりやすく説明することにより人・集団が最適なサービスを選択できる技術等、広い意味で知的情報処理の技術として表現しております。</p> <p>3) アンビエントな情報社会という言葉は、本研究領域を検討する上で基となった戦略目標に記載されております。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>
<p>【対象部分】</p> <p>③ 人・集団と機械が調和して協働することにより生まれた新たな知を共有するための技術</p> <p>【意見】</p> <p>「人・集団の協働により生み出される新たな知の創造過程を資源とし、それを社会的に活用する仕組みを実現する技術のデザイン」が今日の社会に求められている。</p> <p>【理由】</p> <p>「人・集団と機械が調和して協働すること」という場合、人間とロボットの協働が代表的であるが、知の創造的側面をより深く、多面的にとらえる必要があるのではないかと。これからの社会においても知識創造の主役はやはり人間であるべきだし、少子化や高齢化が進むほど、その意識は高まるだろう。そこでは新しい知識を生み出す過程そのものが社会を創造的にする技術と考えられ、できた知識を利用するサービスだけでは生き生きした協働には近づきにくい。人・集団の知識を創造する方法や仕組みの「人間臭さ」を活かすデザインが求められる。ところが、現状では知を共有する技術が開発されてもデザインができていないため、活用や普及が進まず、十分な結果につながらない事例が多々ある。それを超える創造的な技術デザインが必要ではないだろうか。遍く知の源に光をあて、世界に潜在的に存在する小さな知を活かす技術が求められる。具体的には、伝統的な文化を洞察する感性や、自然と対話する生活の知を拾い集めることや、女性や異文化のひそやかな声を「聞き取る」技術の実現こそが、より豊かな社会を創出すると考えられる。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>人・集団と機械の協働においてどのように関わりあっていくかという「過程」は重要であり、協働を通じて得られる対話・作業の過程そのものが、知識をいかに活用していくかという新たな知の創出に結びつくものと考えております。本研究領域では、協働の過程や、協働から得られる知識を活用する新しい仕組みも含めて「新たな知として共有する」技術を研究開発していきます。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>

● 研究領域 3 : 「統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤 (CREST)」に対するご意見

ご意見	ご意見に対する考え方
<p>【対象部分】 戦略目標『生体制御の機能解明に資する統合 1 細胞解析基盤技術の創出』の下の研究領域</p> <p>【意見】 1 細胞解析は、以前から分析分野の挑戦課題であったが、現在、その根本的な課題解決法も一部見られる様になり、世界的に大きな潮流となり始めている。こういう時に、このような研究領域が設定されることは、時宜を得たものであり、日本が日本らしい新技術を持って、世界を先導できることを期待している。この中に書かれている目標も、先行するゲノム等の分野では、「市場を意識した実装に比重を置き」というのは適切である。実際、ゲノム解析では、特にアメリカに対し、どれほど日本がお金を払っているか計り知れないものがある。「途上の技術分野においては、原理的革新とその実証に重きを置きますが（中略）何らかの実問題への適用を求め」というのも適切で、ただ細胞一個で検出できたからと喜ぶ時代ではもはや無い。</p> <p>この適切な研究領域の概要のもと、日本が世界を大きく先導して行く為、このプログラムが強い支援になる事を願っている。</p> <p>【理由】 今まで、1 細胞分析は分析分野では、単に細胞たった一個でも分析出来るという、極微量挑戦課題に過ぎず、その解析の目的、質などまでは意識されずになされた分析法が多い。生命を解き明かす為の、意味のある解析基盤技術の創出がまさに重要であるので、適切な設定に思える。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>ご指摘いただきました通り、1 細胞解析技術においては、先行する分野から未だ途上にある分野まで、各々の状況に応じた支援が必要と認識しております。また、分離した 1 細胞だけでなく、生体組織等における個々の細胞を 1 細胞レベルで解析する技術基盤の開発についても本研究領域の対象と考えております。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>
<p>【対象部分】 統合 1 細胞解析のための革新的技術基盤</p> <p>【意見】 統合 1 細胞解析のための革新的技術が開発されると細胞の変化をより早く解析する方法の開発にもなり、非常に良いテーマだと思う。</p> <p>【理由】 1 細胞からのサンプルの十分な取得法、少ない分子数でも可能となる解析精度の上がった方法やシステム開発がうまくいくと、細胞癌化のより詳細なメカニズム、ウイルス感染細胞の変化のウイルスごとの違いを早い段階で見分けることが可能となる。また病気の診断などにも非常に少ないサンプルでの解析が可能になる。さらに解析機器も小型化できるように思うので、危険なウイルス感染細胞などの解析をその場で解析できる可能性が出てくるようになると、感染防御にも有効になってくると考える。細胞分化を明確に解析できるようになり、より精度の高い分化した細胞の分離が可能になるかと思う。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>ご指摘いただきました通り、細胞の分離方法の開発、また分離した 1 細胞を分析・解析する技術基盤の開発の重要性を認識しております。一方で、生体組織等における個々の細胞を 1 細胞レベルで解析する技術基盤の開発についても本研究領域の対象と考えております。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>

● 研究領域5：「統合1細胞解析のための革新的技術基盤（さきがけ）」に対するご意見

ご意見	ご意見に対する考え方
<p>【対象部分】 本研究領域は、1細胞解析技術の新たな核となる革新的シーズの創出を目指して、唯一無二の技術開発に挑戦する若手個人研究者を結集します。具体的なテーマは、1細胞の表現型・機能・個性を理解するために必須となるゲノムやプロテオームなどの生体物質・分子情報、およびそれらの物質間あるいは細胞間の複雑な相互作用ネットワークに関する情報を、定量的・網羅的に極限の精度と分解能で解析するための基盤技術の構築です。これを実現するには、生命科学におけるニーズの確固たる理解に基づき、従来型のバイオテクノロジーのみならず、ナノテクノロジー、化学、工学、材料科学、光科学、情報学、ケミカルバイオロジー等の関連分野間の融合研究を、これまで以上に推進する必要があります。本研究領域は、諸分野の研究者が集うバーチャル・ネットワーク型研究所としての強みを活かし、オリジナルで世界初の技術の確立へ挑戦する個人研究者の苗床となります。</p> <p>本研究領域ではオープンイノベーションを志向し、技術開発の早期から生命科学・工学への応用展開、潜在的な市場の開拓を強く意識します。</p> <p>【意見】 現在、アウトプットを強いることで、本当に必要なアカデミックの基礎研究がないがしろになってしまっていると感じており、産業界としては、非常に残念に思っております。例えば創薬とってしまったら、アウトプットは薬を作ることです。アカデミックが企業と同じことをめざしては、本当の意味で産学連携は生まれないでしょう。企業があえて、取り組むことのできない基盤研究を通じての技術の開発こそが大切であり、こういう連携を通じて、自身の立ち位置を全体のなかで位置づけ、それぞれの目的にあった基盤となる技術の確立にこそ求められると思っています。</p> <p>【理由】 特にケミカルバイオロジーとイメージングと動物実験の連携が大切と感じました。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>革新的技術基盤の創出に向けては、各関連分野が有機的に連携することが重要と認識しております。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>

●研究領域7：「社会と調和した情報基盤技術の構築（さきがけ）」に対するご意見

ご意見	ご意見に対する考え方
<p>【対象部分】 研究の推進方法としては、情報技術分野の研究者が自然科学、工学、生命科学、社会科学の研究者と連携すること、または諸分野の研究者が情報技術分野に参入することを重視します。</p> <p>【意見】 研究の推進方法としては、情報技術分野の研究者が自然科学、工学、生命科学、社会科学の研究者と連携すること、諸分野の研究者が情報技術分野に参入すること、情報技術分野を含む学際的な課題を設定することを重視します。 とした方が良いのではないか。</p> <p>【理由】 情報技術分野の応用範囲は広く、近年、当該分野の他分野との融合あるいは相互利用は大きな流れである。その結果、情報技術分野の研究（あるいは研究者）、または情報技術分野以外の研究（あるいは研究者）のくくりは曖昧になってきている。情報技術分野と他分野といった複数のバックボーンを持つ学際的な研究者の参画を促す表現に変えた方が良いと考える。</p>	<p>ご意見ありがとうございます。</p> <p>「情報技術分野と他分野といった複数のバックボーンを持つ学際的な研究者」からのご提案も、本研究領域の対象となり得ると考えています。</p> <p>いただいたご意見は、今後の研究領域運営の参考にさせていただきます。</p>

以上