

第 6 章 募集対象となる研究領域

6.1 CREST

○ 戦略目標「細胞外微粒子により惹起される生体応答の機序解明と制御」(244 ページ)の下の研究領域

6.1.1 細胞外微粒子に起因する生命現象の解明とその制御に向けた基盤技術の創出

研究総括：馬場 嘉信(名古屋大学 大学院工学研究科 教授)

研究領域の概要

本研究領域は、細胞外微粒子に起因する生命現象の解明及びその理解に基づく制御技術の導出を目的とします。

生体内の細胞外微粒子にはナノからマイクロサイズに至る様々なものが存在します。それらは、環境中から生体内に取り込まれる PM2.5 やナノマテリアル等の外因性微粒子と、細胞外小胞であるマイクロベジクルやエクソソーム等の生体内由来の内因性微粒子に大別されます。

外因性微粒子は、ナノマテリアル等について安全性評価の側面から研究が進められてきたこともあり、生体における動態や応答機序等は十分には解明されていません。一方、内因性微粒子は、細胞外小胞が細胞間コミュニケーションにおいて重要な役割を果たし、がんや認知症等の多くの疾患と関連することが近年注目を集めていますが、形成過程や生理的な意義等についてはその多くが未解明です。

以上を踏まえ、本研究領域では、内因性微粒子や外因性微粒子の動作原理、生体応答・認識に関する分子機構の解明に加え、微粒子の検出・分離・計測・解析等の基盤技術の開発を一体的に取り組み、細胞外微粒子に起因する生命現象を明らかにするとともにその制御に向けた基盤的研究を推進します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 本研究領域の目指す方向性と募集する研究開発課題の具体像

本研究領域は、外因性微粒子と内因性微粒子の研究コミュニティの融合を一つの特色としています。細胞外微粒子による生体応答は、①体内への取り込み又は形成、②機能性付加又は機能性物質の内包、③組織・細胞への運搬、④免疫応答やそれを回避する動態、⑤細胞への取り込み、⑥回収・分解、といった一連のプロセスを経由しますが、これらのうち③～⑤のプロセスでは、外因性微粒子と内因性微粒

子に共通の要素を見出せる可能性があります。また、微粒子の計測技術等においては、例えば、外因性ナノ粒子用の主に物理的な手法と、内因性微粒子のバイオ技術的表面認識技術の組合せによる複合分離・分析の有用な手法が開発されることが想定されます。しかしながら、これまでに双方の研究コミュニティの接点に乏しかった現状を踏まえると、両者がいきなり融合するには時期尚早の感があります。そこで、最初から一つの研究開発課題の中で両者が融合したチーム構成を求めるのではなく、研究領域という枠組みの中でお互いの知見の持ち寄りや課題を共有することからスタートし、徐々に両者のシナジー効果を高めることによって、これまでにない分野融合的・集学的な研究領域に発展させ、新たな生命現象の解明や革新的な技術開発の創出につなげていきたいと考えています。

以上のような領域の趣旨を踏まえ、本研究領域の柱として、「(1) 細胞外微粒子の生体・細胞への取り込み、体内動態の理解に基づく生体応答機序解明」、「(2) 細胞外微粒子の検出・分離・計測・解析に係る基盤技術の創出及び高度化」、「(3) 細胞外微粒子の体内動態制御に向けた基盤技術創出への展開」の3つを据えて研究開発を推進します。

(1) 細胞外微粒子の生体・細胞への取り込み、体内動態の理解に基づく生体応答機序解明

①外因性微粒子

ナノマテリアル等の安全性評価をはじめとして、ハザード（危険源）の同定は比較的進んでいるものの、曝露実態や生体・細胞への取り込み、体内動態に関しては未解明の部分が多く、それらの粒子の生体への蓄積や継世代影響についても十分に研究されているとは言えません。PM2.5 に関して、粒径 0.1 μm 以下の極微小粒子が健康影響の懸念が特に大きいことが知られており、発生源によって粒子に含まれる金属・有機物質等が異なるため生体への影響にも違いがあることが想像できます。また、外因性微粒子による生体応答機序の解明には、その存在量や性状だけでなく、体内に取り込まれた後の凝集やイオン化といったその存在様式にも着目することも重要となってきます。

以上のような状況を踏まえ、外因性微粒子の単なるハザード同定に留まらずに、組織、細胞レベルでの認識機構から蓄積、分解まで含めた微粒子の動態の理解に基づく生体応答メカニズムの解明に挑戦する提案を歓迎します。

②内因性微粒子

近年、細胞外小胞の一つであるエクソソームを活用した創薬や診断への応用が期待されています。しかしながら、その一方で、細胞外小胞の形成過程や放出機構、体内動態についてはその多くは実態が解明されておらず、分泌された小胞は「粒径」によって区別されているのが現状であり、形成メカニズムの解明あるいは分泌を制御する因子の同定などは大きな課題の一つとも言えます。また、細胞外小胞は生物種を越えて存在が確認されていることから、基礎生物学的にもその生理的な役割を解明することには大きな意義があると考えています。

第 6 章 募集対象となる研究領域

このような背景を踏まえ、細胞外小胞と関連のある個別の疾患メカニズムの解明にフォーカスするものや細胞外小胞の内包物の機能解析に特化したものではなく、細胞外小胞の形成メカニズム等の解明やその生理的な意義を明らかにすることに重心を置いた提案を歓迎します。

(2) 細胞外微粒子の検出・分離・計測・解析に係る基盤技術の創出及び高度化

細胞外微粒子に起因する生命現象の研究を推進するためには、細胞外微粒子を高効率に分離・精製する技術をはじめ、新たな基盤技術の開発やその高度化が不可欠です。特に生体中の計測では実験による実際上の限界もあるため、今後はシミュレーション技術や人工知能等の活用も視野に入れていく必要もあると考えます。

そして、これらの基盤技術は「使える」技術に昇華させることによって真に意味のあるものとなり、世界標準としての地位を得ることにもつながります。したがって、基盤技術の開発に重心を置く研究開発課題は、自身の研究チームだけでなく、研究領域内における他チームにも開発途上の技術を適時に展開し、フィードバックを受けるなどの情報交流や共同研究についても積極的に取り組んでいただきたいと考えています。

また、開発した基盤技術を将来的に汎用的な技術として実用化し展開していくためには、いずれは企業の参加が必要となります。必ずしも研究開始当初からの参加は求めませんが、研究開発の進捗に応じた適時の参加を想定し、企業との協力・連携体制の構築を推奨します。

(3) 細胞外微粒子の体内動態制御に向けた基盤技術創出への展開

細胞外微粒子は、①体内への取り込み又は形成、②機能性付加又は機能性物質の内包、③組織・細胞への運搬、④免疫応答やそれを回避する動態、⑤細胞への取り込み、⑥回収・分解、といった一連のプロセスを経由し、生体内で様々な機能発現や生体応答が起こります。そして、各プロセスを通じた微粒子の生体応答メカニズムの理解は、生命現象の解明だけでなく、体内動態をはじめとする生体機能制御に向けた展開が期待されます。

そこで、微粒子の制御を機軸としたテーマに取り組み、健康長寿や安全安心といった社会ニーズに資する技術基盤の構築を目指します。以下に具体例を示しますが、これらに限定するということではありません。

- ・微粒子に機能性を付加又は機能性分子を内包し、生体への作用や効果を格段に高めた医薬品や食品等に関する基盤的研究（新規材料開発による機能性分子の生体内ターゲティング技術の開発等）
- ・安全性の担保されたナノマテリアルの開発に資する基盤的研究（化粧品等の生体適合性の高い新規機能性材料の開発）
- ・免疫機構を利用した有害微粒子の除去技術の開発

2. 提案に際してのチーム構成

本 CREST 研究領域に提案に際しては、上記 3 つの柱のうち少なくとも 2 本は取り込んだ形での分野融合的なチーム構成を推奨します。

3. 提案書の記載にあたっての留意事項

- ・ 提案における生命現象の解明に取り組むにあたり、既存技術ではボトルネックとなっている技術課題を明確にし、それを解決するためのマイルストーンを明示するとともに、その実現可能性を予備検討の結果とともに記載するようにしてください。その際、意識していただきたいことは、目標とする基盤技術の開発における主要な技術課題を記載するのみならず、開発の各ステップにおいて想定されるキーとなる技術開発上の問題点、また、それを応用、実証するプロセスにおける適用対象との関連で想定される問題点を、それぞれ整理し明確に記載いただくことが望ましいです。
- ・ 研究開発は当初の計画通りに進むとは限らず、進捗に応じて軌道修正を迫られることも十分想定されます。このため、バックアッププランについても記載いただくことで、目的とする技術開発の実現可能性の説得力を高めていただきたいと思います。

※本研究領域の募集説明会を下記日程で開催いたします。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております（さきがけ「生体における微粒子の機能と制御」との合同開催です）。

	日時	場所
関東	4月18日(火) 14:00~15:30 (受付 13:30 開始)	アルカディア市ヶ谷 3階 富士の間 (東京都千代田区 九段北4丁目2番25号)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご覧ください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「ナノスケール熱動態の理解と制御技術による革新的材料・デバイス技術の開発」(246 ページ)の下の研究領域

6.1.2 ナノスケール・サーマルマネジメント基盤技術の創出

研究総括：栗野 祐二(慶應義塾大学 理工学部 教授)

研究領域の概要

本研究領域は、熱に関する様々な課題の解決や熱エネルギー有効利用に向けて、熱の根源的な理解と高度に制御・利用するための基盤技術の創出を目指します。

具体的には、3つの大きな方針に基づいて研究を推進します。

1つ目の方針は、ナノスケールの熱の振る舞いを理解し、革新的な熱制御基盤技術の構築に取り組み、高効率な放熱・断熱・蓄熱・変換などを可能とする新材料の創製や、従来の特長や機能を飛躍的に向上させる新たなデバイスの創出を目指します。

2つ目の方針は、上記熱制御基盤技術の創出のために重要な理論、計測、シミュレーション、加工技術などの研究を推進し、ナノスケールにおける熱の物理現象の予測・検証を可能とし、新たな材料設計、デバイス設計の指針に繋がる技術の構築を目指します。

3つ目の方針は、この領域はナノスケールの熱の理解を基本として様々な熱の課題を対象とすることから、方針1、2に示すとおり、様々な階層と広範な分野に関わる学問・技術分野の融合を積極的に推進します。

この領域は、ナノスケールの熱制御基盤技術の創出により、熱を味方につけ、新たな段階の高効率利用法を生み出すことで、高度情報化社会の実現や環境負荷の少ないエレクトロニクスや交通輸送・住宅など社会インフラの実現、健康医療分野での新産業・新市場創成を実現し新たな段階の高度熱利用社会の実現を目指します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景と基本方針

高度情報化社会の実現に向けた技術革新が進む中、微細化された高密度メモリや高速情報処理・通信用、パワーエレクトロニクス用電子デバイスや、それらを用いた機器・システムで高性能化の障壁として発熱問題が顕在化し、その解決のために高度な熱制御技術の構築が期待されています。また、工場、自動車、住宅等において、未利用のまま排出されている熱エネルギーが大量に存在しており、こうした熱エネルギーの有効活用が省エネルギー社会の実現には不可欠と考えられます。

本研究領域では、このような社会への貢献を将来に見据え、熱を高効率に輸送、変換、または高度に利用するための熱制御基盤技術の構築に取り組みます。このことを実現するには、従来になかった新しい概念、発想に基づいた熱制御技術の創出が求められます。半導体内の電子状態は、ナノ加工技術や原子層制御のヘテロ接合結晶成長技術に基づく「バンドエンジニアリング」によって精緻に制御され、その結果、多くの革新的電子デバイス・光デバイスを生み、エレクトロニクスの一大分野としての成功に貢献してきました。一方、熱においては、例えば半導体中では今まで人類が積極的に利用してこなかった結晶の格子振動、いわゆるフォノンを我々の手で設計・制御する「フォノンエンジニアリング」を行うこととなります。現在はまだ萌芽的段階にあるこうした新しい原理や物質、デバイス等のポテンシャルを最大限に引き出し、もしくは高度化することが必要となります。

この考え方を具体的に実行に移すべく、本研究領域では幅広い研究分野からの提案を期待しています。以下に、研究提案や研究領域運営にあたってご留意いただきたい点を記載します。

2. 対象とする研究分野や研究アプローチ

「放熱」「熱輸送」「熱発生」「断熱」「蓄熱」「熱変換」「輻射」等の熱制御技術において、現在取り組まれている最先端の研究に新たな着想や視点を加えて新たな熱制御技術を創出しようとする、斬新かつ挑戦的な提案を積極的に募集します。また、これまでの熱制御・熱利用技術に関する研究についても、提案を妨げるものではありませんが、ナノスケール（ミクロスケール）の熱の振る舞いの理解とその制御に立脚したものであることが前提となります。すなわち、いずれの場合においても、提案技術の独創性・優位性がどこにあるかを明確に示すこと、また熱制御技術としての具体的に期待できる応用展開を採択の条件とします。

また、原理実証にとどまらず、その実用化に向けた検討を常に行い、その道筋を付けることが求められます。そのため提案チームに企業が含まれることは、必須ではありませんが推奨されます。特に、計測技術や材料設計の指針・理論（計算科学を含む）、デバイスシミュレーション技術など、早期実用化が見込まれる分野では企業連携が推奨されます。提案チームに企業が含まれていない場合には、研究期間中に企業の参加を求める場合もあります。

本研究領域で研究開発の対象とする提案は、例えば下記のような分野に属する提案が考えられます。もちろん、これらはあくまでも例にすぎません。

- ① ナノスケールでの熱現象の基礎的理解(局所的な熱発生、局所的な温度変化、材料物性の変化、界面の影響、微小化に伴う熱伝導率の低下、フォノン伝導、電子・スピンなどへの影響等)と熱制御技術
- ② ミクロからマクロを包括するマルチスケールの熱輸送シミュレーション技術
- ③ 熱伝導を大幅に抑制・促進する革新的材料の設計・理論の構築およびその合成・加工技術
- ④ 従来技術を上回る空間・時間分解能を有するナノスケール熱計測技術

第 6 章 募集対象となる研究領域

- ⑤ 熱の制御・利活用を実現する新規デバイス・システムの開発（例えば、新不揮発メモリ素子、熱ダイオード、低消費電力センサ、低消費電力発光素子等）
- ⑥ 熱の制御・利活用のためのナノスケール熱物性データベースの構築とそれに基づく新材料設計あるいは新計測技術への指針の探究

計測技術に関する研究のみからなるチームでの応募も受け付けます。ただし、測定対象については、チーム間連携や研究総括のコーディネートによるプロジェクト内外チームとの連携を行い、測定技術の実績作りを行って頂きます。さらに計測法の特許化や国際標準化提案を念頭において進めます。

理論・シミュレーションに関するチームには、手法の開発や実験結果の解釈にとどまらず、その手法を用いることで新規な材料やデバイス作製に関する実験テーマ提案型の研究が望まれます。CREST 実施中に提案されたテーマは、研究総括の判断・コーディネートによる実験チームとの連携研究を行い、理論・シミュレーションチームと実験チーム間の相互連携を促進します。CREST 実施中に生じた新規の連携テーマについては、必要に応じて追加の予算措置も考慮します。計算科学では、電子やフォノンなどの量子状態計算のみならず、材料合成や加工技術に関わる反応過程解析などの取り組みも歓迎します。また京コンピュータ、ナノテクノロジープラットフォーム、TIA など、大型共用施設の利用も積極的に推進します。

また、平成 29 年度に、同じ戦略目標の下に実施するさきがけ研究領域「熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御」を始めとする、研究領域内外の研究者との連携推進を図り、必要に応じて、領域会議やワークショップ等の開催を共同で行います。また、関連する学協会・研究機関等との連携を促進するとともに、国際的にも成果をオープンにすることを目的とし、国際シンポジウムの開催なども想定しています。

3. 研究期間と研究費

本研究領域の期間は、平成 29 年度から平成 36 年度まで(予定)です。

研究期間は、平成 29 年度から平成 34 年度(5.5 年度)以内とします。また研究費については、2.5 億円以内とします。

※ 全国の共用施設を積極的に利用し、効率的な研究費計画の立案をお願い致します。

4. 研究提案書作成時の注意点

ナノスケールでの熱現象の基礎的理解に関する提案を含めた全ての提案で、研究の将来展望に関しての応用展開や企業連携のイメージを記載してください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

※本研究領域の募集説明会を下記日程で開催いたします。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。

	日時	場所
関東	4月24日(月) 10:00~12:00	科学技術振興機構(JST) 東京本部別館 1階ホール (東京都千代田区五番町7 K's 五番町)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご覧ください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「実験とデータ科学等の融合による革新的材料開発手法の構築」(249 ページ)の下の研究領域

6.1.3 実験と理論・計算・データ科学を融合した材料開発の革新

研究総括：細野 秀雄(東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)

研究領域の概要

本研究領域では、これまで実施されてきた物質・材料開発の基本となる実験科学と、理論、計算、データ科学とを融合させることにより、革新的材料開発へとつながる手法の構築を目指します。具体的には、高い社会的ニーズがあるものの、未だ達成されていない材料や機能をターゲットにして、その実現に向けた研究を新しい体制で行うことで、これまで世界をリードしてきた日本の材料研究の新しいスタイルを提示します。物質科学にとどまらず、実材料への展開に不可欠な複雑系にも踏み込んだ研究を対象とします。

体制として、材料に関する実験系を軸に、理論系、計算系、データ系研究者でチームを構成し、密に連携しながら研究を推進します。

これらを通じて、革新的な新規材料開発手法を提示し、我が国の産業競争力の向上に貢献します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景

材料の研究開発はインフォマティクス技術や計算機シミュレーションなどの進歩により革新時期を迎えており、これらの手法を駆使することで新規物質の探索では高速化の面でいくつもの成果が得られています。一方、物質合成や材料組織制御等の材料プロセスにおいては、実在物質の挙動を表現する理論やモデリングツール等が不足し、革新の妨げとなっています。

国外の動向では Materials Genome Initiative で先行している米国が 2011 年からの 5 年間に 500 百万ドルの投資を行い、欧州でも、ドイツ、スイス、スペイン等が様々なプロジェクトを推進しています。中国においては上海大学内に Shanghai Materials Genome Institute が設立されるなど、各国それぞれ人材育成や研究等、様々なフェーズで取組を推進している状況です。

一方、我が国は材料に適した物質合成分野や材料組織の制御により目的の材料を試作・製造するプロセス分野において、際立った業績を有する研究者を数多く輩出する等、国際的に上位に位置しており、特に実験系材料研究に強みがあります。しかし、各国の研究開発投資額や研究人材が増大する中、研究

第 6 章 募集対象となる研究領域

開発手法自体を革新しないと、今後、我が国の研究が国際的な優位性を保持することが難しくなりつつあります。

これからも世界をリードする革新的な材料を生み出していくためには、日本の特徴である実験系研究の強みを生かし、開発スピードをアップさせる必要があります。急速な計算機の性能向上やインフォマティクス技術の進歩を有機的に取りこんで、我が国ならではの新規材料開発手法の構築を行うことが急務です。

2. 募集・選考の方針

本研究領域では、実験科学と、理論科学・計算科学・データ科学とを融合・連携することで、新規材料の開発研究を推進します。材料系、プロセスは限定せず、無機系、有機系、金属系、機能材料、構造材料、など幅広い分野を対象としますが、材料（モノ）を生み出せる研究提案であることを求めます。

伝統的な実験科学的手法にプラスして、物性理論の裏付けのある革新的な計算科学的手法、データ科学的手法を用いた提案を積極的に評価します。理論計算とは、第一原理計算、数値シミュレーションなどで、データ科学とは、機械学習、ベイズ推定、スパースモデリング、データマイニング等が代表的ですが、既存の手法の改良だけでなく、独自の新たな手法の開発も大いに推奨します。

実験科学との連携にて用いる物性理論、計算科学的手法、データ科学手法などについては、詳細に提案書に明記した上で、連携を実施するチーム体制の独自性と強みについても解説ください。これまでの材料研究の体制とは一味も二味も違う、これからの材料研究のフロンティアを開拓するにふさわしいチームの編成を歓迎します。

研究チームの代表者が実験系研究者である必要はありませんが、研究のアウトプットは、「材料」であることが肝ですので、実験系研究者との連携は提案時から必須とします。

本研究領域ではこれまでに無い新しい材料開発手法を求めていますので、オンリーワンの材料の開発が推進できる気鋭の研究者の挑戦を大いに歓迎します。

3. 研究領域の運営方針

本研究領域に参画する研究者は、研究総括の指示により、以下の参加条件を課します。

- 1) 研究体制や研究計画を柔軟に見直すこと
- 2) 研究領域内外の研究者や技術者等と連携を行うこと
- 3) 若手研究人材育成の促進を行うこと
- 4) 中間評価後には産業界との連携を必須とする

- 1) 研究体制や研究計画の柔軟な見直し

第 6 章 募集対象となる研究領域

提案された研究体制の強化が必要であると認められた場合や、自ら提案されているものと異なる手法や材料と融合をすることが有用であると認められる場合には、研究総括の指示により、研究計画の変更を実施しますので、共同研究の推進やチーム構成の見直しをお願いします。

2) 研究領域内外における連携

本研究領域に参画する研究者には、材料（モノ）を生み出すほか、融合連携の手法・効果も広く波及することが求められます。そのために、研究領域内外の研究者や技術者等との連携促進のために協力をお願いする場合があります。

3) 若手研究人材育成への取り組み

本研究領域に参加する研究員・技術員・学生などは、融合連携を通じて、実験科学と最新の理論科学・計算科学・データ科学の双方に精通し、革新的物質・材料開発を推進できる研究人材になることが期待できます。そのため、本研究領域では、研究開発の手法を変革し、将来に渡って日本の科学技術を支える人材を輩出することを強く打ち出していきます。

また、研究の進展に応じて、JST さきがけ「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」「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」や文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム、「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ」、SIP「革新的構造材料」などと連携や協働を促進します。

4. 研究費

本研究領域では、当初研究費は、CREST は総額 3 億円（間接経費を除く）を上限とします。

※本研究領域の募集説明会を下記日程で開催いたします。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。さきがけ領域「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」との合同開催となります。

	日時	場所
関東	4 月 24 日（月） 13:00～15:00	科学技術振興機構（JST）東京本部別館 1 階ホール （東京都千代田区五番町 7 K's 五番町）

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご覧ください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化」(251 ページ)の下の研究領域

6.1.4 人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開

研究総括：間瀬 健二(名古屋大学 大学院情報学研究科 教授)

研究領域の概要

人工知能技術・ビッグデータ解析技術等が発展し IoT 技術が社会に浸透するなか、現実社会へのサイバー空間の融合が高度にかつ急速に実現されつつあります。そこで、インタラクションの研究分野をより広く“ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクション”として捉えることが重要になってきています。特に情報環境の知能化や人間拡張技術の進展により、環境知能と拡張された人間が共存する新しい共生社会のインタラクション（共生インタラクション）をデザインすることが急務となっています。本研究領域では、人間・機械・情報環境からなる共生社会におけるインタラクションに関する理解を深め、人間同士から環境全体まで多様な形態でのインタラクションを高度に支援する情報基盤技術の創出と展開を目指します。

具体的には、情報科学技術を中心に認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野と連携し、人間理解・社会デザイン・構成論的アプローチの共創をねらい、以下の研究開発に社会の叡智を結集して取り組みます。

- 1) インタラクションを支援するための、インターフェースや人間能力の拡張に関する技術開発
- 2) インタラクションを理解するための、原理や機構の解明とそれに資する情報の収集・分析に関する技術開発
- 3) インタラクション技術の活用により、社会構造や人間行動の最適化を促すような環境をデザインする技術開発

これらの研究開発により、急速に進展している人工知能技術等の恩恵を誰もが最大限享受することができ、全体として最適化された共生社会の実現に貢献していきます。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）の一環として運営します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景と基本の方針

サイバー空間と現実社会が高度に融合し、環境知能と拡張された人間（拡張人間）が共存する共生社会では、あらゆる情報やモノがネットワークにつながれた環境となります。人的・経済的・社会的資源が全体として効率的に活用され、社会のあり方、人々のライフスタイルや働き方等が大きく転換していくと推測されます。人々が恩恵をうける共生社会の実現のために、社会構造も含めた新しいインタラクションのデザインが重要です。そこで、これまでに取り組まれてきている人間と人間とのインタラクション、人間と機械等とのインタラクションに関する研究開発をさらに発展させ、インタラクションの研究分野をより広く“ネットワークにつながれた環境全体との相互作用”として捉え、「人間と人間」・

「人間と機械」・「人間と環境全体」の多様な形態でのインタラクションを高度に支援する基盤技術の創出と実世界への展開を狙いとします。ここで、人間は能力・機能が拡張され、一方で機械や環境がネットワーク化して知能化していくことを予測して、インタラクションをデザインすることが重要です。インタラクションの場における人間・機械・環境の振る舞いを理解し制御することにより、社会構造や人間行動の全体としての最適化を促すシステムデザインを導き、急速に進展している人工知能技術等を活かした高度に最適化された社会実現につながります。

2. 研究開発の目標

そこで本研究領域では、人間同士から情報システムを含めた環境全体まで、広い意味でのインタラクションをより高度化する情報科学技術をキーテクノロジーとして研究開発を実施します。環境知能と人間拡張に関する革新的な情報基盤技術と、それらの共生インタラクション技術の研究開発に取り組むことを期待します。たとえば 10 年、20 年後には、膨大な情報から数十、数百のタスクごとの知的エージェントが情報を洗練してわかりやすく提示してくれることが想定されます。それを活用して快適な仕事環境・生活環境をつくるには、大量のエージェントを正しく使いこなすためのインタラクションの設計が必要になります。すべてのエージェントが正しく有用な情報のみを提示してくれるとは限りません。また、自己の能力が千倍に拡張された場合、どのような認知負荷がかかるのでしょうか。その場合のインタラクションはどのように設計すればよいでしょう。人工知能技術を搭載した自動車やホームロボットを安全かつ有効に使いこなすためのインターフェースデザインはどうあるべきでしょう。そのような未来像を描きつつ、研究開発テーマを設定することを期待します。

本研究領域では、認知科学や社会科学の観点から人間や環境等の振る舞いに関する理解を深め、個々人および集団に適した行動変容を促す環境としての社会構造をデザインすることを念頭におきます。また、多様なインタラクションのデザインにおいて、共通基盤となりうる計算論およびデザイン理論・指針の創出と、研究開発者が広く利用できるプラットフォームの構築などテーマを広くとらえることとします。さらに、インタラクションを理解するためのデータの収集・蓄積も重視しデータ共有基盤の構築

を目指します。研究成果が社会に受容され、速やかに実装されるよう、倫理的・法的・社会的問題 (ELSI) への配慮についても積極的な提案を期待し、また議論していきます。

3. 研究課題の例

以上の背景を踏まえ、本研究領域では、以下のような課題についての研究開発提案を歓迎します。

【人間拡張に関する課題】

- ・ マルチモーダルコミュニケーションの高度な支援
- ・ コミュニケーション知能の拡張のための研究開発
- ・ グループやコミュニティの形成と高度な協働活動の支援
- ・ 行動変容の支援
- ・ 能力・機能の拡張 (身障者支援、スポーツ選手、VR)
- ・ 創造性支援インタラクション (デザイン支援、計算創造学、計算デザイン学)
- ・ 感性デザイン (集合知計算学)、興味・嗜好認識
- ・ 知識・知恵・わざの体系化のためのウェアラブル技術とユビキタス情報環境

【環境知能実現に関する課題】

- ・ 知的・対話エージェント、知能ロボットとのマルチモーダルインタラクション
- ・ 知能システム、自動運転車、スマートホームとのインタラクションデザイン
- ・ ネットワーク化されたライフログ環境
- ・ ライフログに基づくインタラクション知能を備えた知的エージェントや知能ロボットの実現
- ・ 環境知能との共創コミュニケーションや共同作業を実現するインタラクション技術
- ・ 絶えず変化する環境やニーズに応じた適切なサービスの構築や提供につながる技術

【インタラクションの基礎理論とモデルデザイン】

- ・ 拡張された人間を含む人間と人間のインタラクションのモデル化
- ・ スマート環境における人間の振る舞いの理解と、環境を含めたシステムのデザイン
- ・ 科学的インタラクション設計を導く計算論的インタラクションデザイン理論
- ・ コーチング理論、コミュニケーション知能のモデル
- ・ ロボット・エージェントとの親密性、感性コミュニケーション
- ・ 感情コントロール支援 (メンタルヘルスケア、予防)

【プラットフォームの研究】

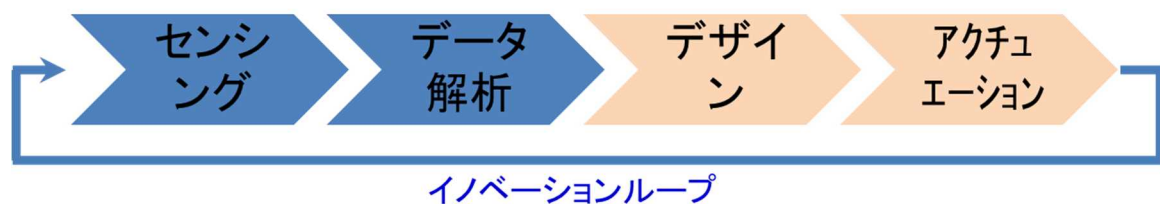
- ・ 人々の行動に関するデータや様々な社会的な現象の過程に関するデータの収集・解析および共有化、循環の研究開発

第 6 章 募集対象となる研究領域

これらのインタラクションが生じる場（ドメイン）としては、教育・医療・介護・流通・ものづくり・インフラ・交通・スポーツ等を想定していますが、これに限定しません。各ドメインでの想定するインタラクションの明確なイメージを提示してください。認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野と協働した提案を推奨します。インタラクションの例としては、人間と環境知能、異文化・異言語間のインタラクションや、健常者と障がい者、医師と患者、教師と生徒、コーチと選手、親と子供等、立場や状況の異なる者同士がこれまで困難であったインタラクションを実現することなどが想定されますが、これに限りません。共生社会における新しい共生インタラクションの展望と提案を歓迎します。また、現行の倫理・法律・社会規制（ELSI）の遵守は当然のこと、新しい社会システムのデザインにおいては、ELSI の枠組みを変革することも必要です。共生社会における ELSI のあるべき姿の提案も期待します。

4. 想定する研究の進め方

本研究領域においては、ヒューマン・コンピュータインタラクション、ヒューマン・ロボットインタラクション、マルチモーダルインタラクション、知的ユーザーインターフェース、自律エージェント、VR、AR、MR、ウェアラブルデバイス、人間拡張、環境知能、創造性支援等の研究開発について、センシング→データ解析→デザイン→アクチュエーション（→センシング→…）のループを幾度も回すことにより、基盤技術確立しながら新しい価値やサービスを具体化するアプローチをとる研究提案を評価します。特に、社会実装を見据える場合には、デザイン思考およびアクチュエーション技術が重要な観点となるものと考えます。また、採択後にワークショップなどを通じて、チーム間の交流の場をつくり、新しいテーマの掘り起こしを促します。



4. 研究期間と研究費

研究期間は 5.5 年間（2017 年 10 月から 2023 年 3 月末まで）とします。研究期間全体における研究費は 3 億円を上限とします。

5. 応募にあたっての留意点

応募にあたっては、教育・医療・介護・流通・ものづくり・インフラ・交通・スポーツ等のドメインを設定し、そのドメインにおいてどのようなインタラクションが想定され、そのためにどのような技術を研究開発するのかを明確に示した上で、提案書に下記の点を記載してください。

- ・研究期間全体 5.5 年間で達成する具体的な目標

第 6 章 募集対象となる研究領域

- ・研究期間前半 2.5 年間で達成する具体的な目標

研究推進にあたっては、研究期間 5.5 年間をとおして、研究チーム間の連携を促進し、共生インタラクションの創出に向けて領域内外におけるコミュニティ作りを推進します。また、前半 2.5 年間までに達成する明確な中間目標を立てていただきます。それを基に中間評価を行い、必要に応じて研究加速等の支援を行います。なお、研究期間の途中であっても製品化や社会実装が可能な成果があれば、積極的な応用展開を推奨します。

応募にあたっては、情報科学と認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野との協働について積極的に検討してください。社会実装に向けて企業・自治体等との連携体制の構築が望ましいです。研究開始後に、認知科学、社会科学等の研究者が参画している研究チームから共通分野の研究者を集めてタスクフォースを形成し、各チームの課題や成果を共有し横断的な研究を支援する予定です。タスクフォースの成果は、所属チームに還元されるだけでなく当該分野の研究者が参画していない研究チームにも提供し、研究領域全体で共有することを想定しています。

本研究領域に参画する研究チームに対しロボット等の製品または試作品等の提供について相談いただける企業を募っておりますので、要件を満たす企業のうち審査を通過した案件について JST ホームページの公募案内に紹介します。適宜参考にしてください（利用条件や知財の取扱などの重要事項については、採択後に JST と研究機関で締結する委託研究契約との整合をとりつつ、各自で事前に企業と調整してください）。

また、研究チームにおける若手研究者の参画を積極的に検討して下さい。若手研究者育成の観点から、大学等の研究者に限らず、企業の研究者や卓越した社会人博士課程の学生が研究チームに参加し、活躍されることを期待しています。インタラクションの高度化のため、デバイス・インターフェースのみの開発に留まらない、深い研究構想と意欲的な姿勢を持った研究者の参加を強く期待しています。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）を構成する「AIP ネットワークラボ」の 1 研究領域として、理化学研究所革新知能統合研究センターをはじめとした関係研究機関等と連携しつつ研究課題に取り組むなど、AIP プロジェクトの一体的な運営にも貢献していきます。

※本研究領域の募集説明会を下記日程で開催します。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております（東京会場のみ、CREST 研究領域「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」と合同で開催します）。

	日時	場所
京都	4 月 18 日（火） 10:00～ 11:30	メルパルク京都 5 階会議室 B （京都府京都市下京区東洞院通七条下ル東塩小路町 676 番 13）

東京	4 月 19 日 (水) 9:30～ 11:30	JST 東京本部別館 1 階ホール (東京都千代田区五番町 7 K's 五番町)
----	-----------------------------	---

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご覧ください。

【企業の方々へ】

本研究領域ではオープンイノベーションを奨励しており、本研究領域に応募する研究チームに対して、自社開発された試作品もしくは製品、またはデータ（以下「装置等」という。）の提供を検討いただける企業等（以下「提供企業等」という。）を募ります。提供企業等のメリットとしては、製品活用に関する新しいアイデアや技術開発、先端研究者との共同研究などにつながる可能性が想定されます。装置等の提供を希望される企業等におかれましては、様式 1 に記入のうえ、企業情報および財務情報を掲載している URL をメール本文に記載いただくか、様式 2 を添付して下記宛先までご送付ください。

JST における審査を通過した案件について、5 月上旬までに JST から連絡を行うとともに、JST のホームページに様式 1 のみを掲載し、応募を検討している研究者に紹介します。具体的な利用条件や知財の取扱等の重要事項については各研究者と個別に事前調整していただくこととなります。調整の際は、必要に応じ守秘義務契約を取交わす等の対応をお願いします。なお、提出書類は返却いたしません。書類審査で不採択となった理由についても開示しませんことあらかじめご承知おきください。

実際の提供は、本領域に CREST 研究課題として採択された研究チームに対して行っていただきます（不採択となった研究チームと共同研究を行うことは妨げません）。提供企業等として、過去に本制度外において研究者に対する提供実績があることを応募要件とします。その他の留意事項は様式の各項目に説明がありますので、ご確認ください。

■提出資料：①様式 1

②企業情報および財務情報を掲載している URL または様式 2

※②について情報が不足している場合は JST から問い合わせをすることがあります。

※様式は JST の研究提案募集ページに掲載致します。

<http://senryaku.jst.go.jp/teian.html>

■提出先：JST-CREST「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」担当

rp-info@jst.go.jp

件名：【CREST インタラクション】装置等提供意向書の提出（企業等名）

■提出期限：平成 29 年 4 月 24 日（月）12:00（正午）

第 6 章 募集対象となる研究領域

○ 戦略目標「生命科学分野における光操作技術の開発とそれを用いた生命機能メカニズムの解明」(254 ページ)の下の研究領域

6.1.5 光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用

研究総括：影山 龍一郎(京都大学 ウイルス・再生医科学研究所 教授)

研究領域の概要

本研究領域では、光操作技術の開発および応用による生命機能の高度理解と制御を目的とします。

近年、オプトジェネティクスなどの光操作技術の進展により、生命科学研究のあり方が大きく変わろうとしています。これらの技術は、高い時空間分解能での機能制御を特徴とすることから、生命機能の理解に飛躍的な進展をもたらしつつあります。光の特性を活かした生命機能の制御技術は、可逆性・即時性などの他にない技術特性等からも今後は多様な分野への急速な展開が予想されます。

一方で、これらの技術は生命機能の解明に向けて決して万能とは言えません。例えば、光源毒性による生体への影響や因子導入による機能障害、さらには光タンパク質の精密制御など、技術が浸透しつつある現在もなお多数の課題が挙げられています。また、将来の医療応用を見据えた場合、光照射や因子導入の生体侵襲そのものが臨床展開への大きな障害となることは容易に類推できます。

以上のような背景から、本領域では、上記課題を克服する光操作技術の開発とそれらを活用する生命機能の制御動作原理の解明を行います。具体的には、脳・神経、免疫、発生、再生、がんなどの多様な生命現象を対象とし、複雑な生体システムの理解と制御を目指します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景

ライフサイエンス分野における光操作技術は、2005年のオプトジェネティクスの開発以降、光受容タンパク質を特定の神経細胞に発現させて神経活動を人工的に操作し、神経回路の動作原理や行動レベルでの機能を明らかにするという新たな研究手法として発展してきました。時空間的にターゲット細胞をコントロール可能な本技術は転写制御分野にまで発展し、対象とする分野は脳神経系から他のライフサイエンス分野全般にまで広がるトレンドが確認されています。一方わが国では、こういった技術の展開はいまだ限定的で、神経分野などの特定領域での浸透が顕著に認められるに留まります。このため、本研究領域では、光を活用した機能制御技術を脳や神経分野を含む多様な生命現象へ展開・応用し、生命機能の制御に関する革新的な技術の創出を目指します。

2. 期待される達成目標と具体的な研究開発課題例

CREST は、社会的・経済的ニーズの実現に向けたトップダウン型の研究開発プログラムです。従って、これまでの研究の延長の視点ではなく、達成目標を見据えた研究提案が必要となります。以下に領域の目指す方向性と具体的な研究開発課題例を示しますので、提案書作成の際の参考として下さい。

本研究領域では、将来の医療や生物生産分野での技術展開を見据え、①超低侵襲で時空間分解能に優れた光操作技術、②光照射による生命現象を組織から臓器、さらには個体全体を視野に入れて観察する技術の開発、③光操作技術を活用した生命機能の時空間解析と制御、の3つを領域の柱に据えて研究開発を推進します。

① 超低侵襲で時空間分解能に優れた光操作技術の開発

現在の光操作技術の課題は、用いる光源の生体毒性や遺伝子導入に伴うウイルスの使用、さらには深部への光照射や観察に伴うプローブ・ファイバー等の埋め込みによる生体侵襲などが挙げられます。このため、本課題では、上記の生体侵襲を低減する革新的な技術開発を推進します。また、光源の生体毒性や到達性の観点からは、近赤外光での光操作などの新技术をターゲットとします。このような技術が確立されると、これまで用いられてきた可視光領域での観察プローブとの同時併用が可能になるからです。また、上記に加え、DDS と光照射を活用する機能制御や化合物（ケージド化合物など）と光を組み合わせるなどの遺伝子組換えを伴わない新技术開発なども歓迎します。以下に具体的な研究開発課題を例示します。これらはあくまでも例であり、これら以外の革新的な技術の積極的な提案を期待しています。

- 近赤外光を用いる光操作技術の開発
- ターゲット特異的遺伝子導入法の開発
- 光操作可能な薬物のターゲット送達技術
- 光受容タンパク質の導入・発現効率向上技術の開発

② 光操作による生体応答を組織から臓器、さらには個体全体を視野に入れて観察する技術の開発

現在のオプトジェネティクスやイメージングなどの光関連技術は、観察技術面においては解像度や観察可能な範囲が限定されるなどの局所性が課題として挙げられています。例えば、哺乳動物の脳神経系では観察範囲は数百マイクロメートルオーダーであり、関連する組織全体を観察する技術はありません。しかし、将来の応用展開では、光操作による現象の対象範囲を拡大し、広範におよぶ生命現象を高精度でリアルタイムに観察する必要があります。そこで本課題では、光操作に伴う生体応答のリアルタイムイメージングや観察範囲を拡大する技術を開発します。本技術は、日本がこれまで得意としてきたプローブ開発や顕微鏡などの光学技術、さらにはそれらをシステム化する工学技術とを組み合わせることで、組織・臓器レベルから個体に向かうライブイメージングの実現などの画期的な観察技術の開発を目指します。

③ 光操作技術を活用した生物機能の時空間解析と制御

生命機能の解析における光操作技術の中で、オプトジェネティクスはターゲット分子を高い時空間精度で操作できる技術として、ライフサイエンスの分野で急速に浸透しています。しかしながら、操作や観察の範囲は限定的で、今後は、より広範囲を高精度に解析する研究が求められます。そこで本課題では、光の特性を活用する多様な技術により、細胞レベルから組織や臓器、ひいては個体レベルの生命現象解明に向けた研究開発を推進します。

近年の生命科学研究は、システムズバイオロジーに端を発する要素の統合的研究が主流となっています。しかしながら、タンパク質間もしくは細胞間の相互作用により表出する機能を時空間的に解析する研究は、統合生命科学の一つの重要な方向性であるにもかかわらず、十分に研究が行われているとは言えません。

そこで本課題では、光操作技術を活用した多因子の時空間解析と生命現象の包括的な理解から、生命機能の制御と応用に向けた基盤技術の創出を目指します。

具体的な生命現象としては、脳神経、免疫、発生、再生、がんなどに加え、微生物などの多様な生命現象も対象とし、光を活用した疾患制御や生命機能制御に関する革新的な技術を創出します。以下に、本課題が対象とする研究開発課題例を示します。これらは、あくまでも例であり、これら以外の多因子操作、多因子解析に関する積極的な提案を期待しています。

- ▶ 神経細胞の光操作における時空間分解能を格段に高め、従来の観察範囲を拡げることにより反応の全体像を解析する研究開発
- ▶ シグナル分子や転写因子等の多因子の光操作により、生命現象の分子相関や動作原理を明らかにし、生命機能や病態の制御を目指す研究開発

3. 提案に際してのチーム構成

※本 CREST 研究領域の提案に関しては、上記 3 つの柱一体型の提案を推奨します。

※①「超低侵襲で時空間分解能に優れた光操作技術」または②「光操作による生体応答を組織から臓器、さらには個体全体を視野に入れて観察する技術の開発」に関する研究は、③「光操作技術を活用した生物機能の時空間解析と制御」の研究における有用性を実証するチーム体制が望まれます。

4. その他の留意点

本研究領域への応募にあたっては、「採択 3 年後・5 年後の達成目標」、「終了後の成果の波及効果」について明確に示してください。研究費は総額 5 億円（間接経費を除く）を上限としますが、3 億円（間接経費を除く）を超える提案については、その根拠を提案書に明示ください。なお、研究費は年度ごとに見直しますので、研究進捗に応じた増減があることを予めご了承ください。

5. 他の研究領域との連携・協働について

領域運営においては、CREST「新たな光機能や光物性の発現・利活用を機軸とする次世代フォトニクスの基盤技術」、さきがけ「生命機能メカニズム解明のための光操作技術」、「光の極限制御・積極利用と新分野開拓」研究領域との連携推進を図り、必要に応じて領域会議やワークショップ等の開催を共同で行います。また、関連する学会や研究機関等との連携を促進し、新たな研究展開を積極的に図るため、シンポジウム等を随時開催し、研究の融合を推進します。

6. 平成 28 年度選考についての総評（抜粋）と平成 29 年度への期待

平成 28 年度の選考にあたっては、領域の趣旨に合致している提案の中で、選考方針となる下記の視点を取り込んだ提案を特に重視しました。

- ・ 提案した観察技術あるいは光操作技術でしか解明できない生命機能を含むこと。
- ・ 既存技術ではなく新しい技術を開発し活用していること。
- ・ 最適な研究実施体制であり、研究構想の実現に必要な手掛かりが得られていること。

採択に至らなかった提案の中にも、重要な生命現象を取り上げたもの、独自性の高いアイデアに基づくものなど、優れた提案が多くありました。しかしながら、そのような提案であっても、新規技術開発の要素が不十分と思われるもの、予備データ等が不足し実現可能性が不明確なもの、あるいは生命機能の解明に焦点が合っていないものは不採択としました。

募集 2 年目となる本年度も、既存技術では解析できなかった生命現象の理解と制御につながるような革新的な提案を期待します。

※本年度の本研究領域の募集説明会は開催いたしません。過年度の募集説明会の資料・動画を研究提案募集ウェブサイトに掲載しておりますので、そちらもご覧ください。

研究提案募集サイト <http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html>

第 6 章 募集対象となる研究領域

○ 戦略目標「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」(256 ページ)の下の研究領域

6.1.6 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

研究総括：雨宮 慶幸(東京大学 大学院新領域創成科学研究科 特任教授)：CREST 担当

副研究総括：北川 源四郎(明治大学 先端数理科学インスティテュート 所員)：さきがけ担当

研究領域の概要

本研究領域は、計測・解析技術の深化による新たな科学の開拓や社会的課題の解決のために、多様な計測・解析技術に最先端の情報科学・統計数理の研究を高度に融合させることによって、これまでは捉えられなかった物理量・物質状態やその変化あるいは潜在要因等の検出、これまでは困難であった測定対象が実際に動作・機能している条件下でのリアルタイム計測等を実現するインテリジェント計測・解析手法の開発とその応用を目指します。

具体的には、2つの大きな柱で研究を推進します。1つはデータ同化、スパースモデリング、画像解析、信号処理等の広範な逆解析技術を中心にした情報科学・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・高精度解析手法等の開発です。もう1つの柱は、上記基盤手法を具体的な計測課題に応用し、物質・材料、生命・医療・創薬、資源・エネルギー、地球・宇宙、Web空間等、科学技術全般における新現象の発見、原理の解明や新たな知識獲得等を成し遂げることです。

これらを通じて、新たな計測・解析手法を切り拓くことのみならず、豊かな社会の構築に資する科学技術イノベーションの創出に貢献します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景

多くの新たな科学の発見は、新たな計測・解析技術によって切り拓かれてきました。そして切り拓かれたその科学は、物質・材料、生命・医療・創薬、資源・エネルギー、地球・宇宙、Web空間等、幅広い学術・産業分野における科学技術の発展とそれを利用した高度な文明社会を生み出してきました。計測・解析技術は、すべての領域に対して欠かせない基盤的なものであり、その成果が大きな波及効果を生み出すことは疑いを挟む余地がありません。また、さらなる成果に向けてなんとか計測限界を突破したいという強い希求に積極的に応えようとすることによって計測・解析技術は飛躍的に進歩し、学術・産業と互いに相乗効果を生み出す関係を築いてきました。

計測限界を超えるための手段は、大きく分けるとハードウェアとソフトウェア、二つのアプローチがありますが、これまでの計測技術の開発プロセスは、ハードウェア面に軸足を置いたものでした。一方現在、情報科学・統計数理の分野においては、データから最大限の情報を読み解く方法論や異種の情報を統合する方法論等が目覚ましい発展を遂げており、重大な科学の発見につながっています。例えば、重力波の発見は莫大なデータからノイズを遮断することによってもたらされたブレークスルーであると言われていました。また、これまでの予想をはるかに前倒して、人工知能が人間のプロ棋士に勝ったことが報じられました。これらの最先端の方法論と計測・解析技術とを高度に融合することにより、ソフトウェア面からのアプローチならではの新しい展開が期待され、研究開発プロセスの流れを変革することも可能であると考えます。

2. 募集・選考の方針

本研究領域では、従来の計測・解析システムのみでは捉えられなかった物理量・物質状態やその変化あるいは潜在要因等の検出や、これまでは困難であった測定対象が実際に動作・機能している条件下でのリアルタイム計測等の実現を目指すために、情報科学・統計数理の手法と計測・解析技術を高度に融合させることによる「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提案を募集します。領域概要に記したように、データ同化、スパースモデリング、画像解析、信号処理等の広範な逆解析技術を中心にした情報科学・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・高精度解析手法等の開発によって、新たな計測・解析手法を切り拓くことのみならず、これらの基盤的な手法を具体的な計測課題に応用し、物質・材料、生命・医療・創薬、資源・エネルギー、地球・宇宙、Web 空間等、科学技術全般における新現象の発見、原理の解明や新たな知識獲得等を成し遂げることを目指します。

狙う計測対象、情報科学・統計数理的方法論、計測・解析技術についての制約は特に設けませんので、提案の高度融合が、研究開発の新しいパラダイムシフトを誘起し、科学技術イノベーションに資する、意欲的な研究提案を求めます。

◆CRESTは、チーム型研究ですが、情報科学・統計数理分野研究者の積極的な参加を促すために、応募時点では以下のような研究提案が可能と考えます。ついては、研究提案が、以下のどれに該当するか、提案書に記載をお願いします。

- (I) 融合アプローチ：研究代表者のリーダーシップのもと、計測と情報の高度融合を目指す総合的な研究提案
- (II) 情報アプローチ：主に情報科学・統計数理に関する研究提案（応募時点では計測手法を担当する研究グループを含まないチーム）

第 6 章 募集対象となる研究領域

*本研究領域の趣旨を鑑み、計測手法のみの提案は不可とします。また、(II) の場合であっても、必ず、計測データとの融合による効果を考察いただきます（次項 3. 採択の方針を参照）。

◆**さきがけ**については、個人型研究であることを踏まえ、応募時には、計測と情報の連携提案であることを求めません。ついては、研究提案が、以下のどれに該当するか、提案書に記載をお願いします。

- (I) 融合アプローチ：提案者が個人で、計測と情報の高度融合を目指す研究提案
- (II) 情報アプローチ：提案者は情報科学・統計数理手法の専門家で、計測手法との連携については共同研究で行う研究提案（共同研究はアイデア段階でも可）
- (III) 計測アプローチ：提案者は計測手法の専門家で、情報手法との連携については共同研究で行う研究提案

*ただし、(III) の場合であっても、さきがけが個人型研究であることを踏まえ、提案者自身が情報との高度融合についての説明ができることを必須とします。また、共同研究先の研究費は支出できません。

3. 採択の方針

○本研究領域では、多分野にわたる研究提案を受け付けますので、提案にあたっては、本研究領域が指定する提案書様式を用いて、研究提案のねらいについて、以下の四つの内容の記述をお願いします。また、異分野の評価者が研究内容とその意義、位置づけをしっかりと理解できるように、国際動向を含めたベンチマーキングと狙うところをわかりやすく記載してください。

- ① 新たに捉えようとする計測対象は何であるか。計測を実現（高度化）することによりどのようなインパクトが生まれるか。
- ② 融合対象となる情報科学・統計数理の手法は何であり、どのような可能性を秘めているか。
- ③ 融合対象となる計測・解析技術は何であり、どのような可能性を秘めているか。
- ④ 情報科学・統計数理的な観点からの領域への貢献について、どのような可能性を秘めているか。さらに、これまでの融合研究の経験について。

*なお、(II) 情報アプローチの研究提案に関しては、②④の要素は必須としますが、①③についてはわかる範囲で、仮説として記載いただいてもかまいません。

○これまで提案者が取り組んできた研究の延長線上にあるハードウェア開発を深掘りするような研究提案は対象外としますが、情報と計測の高度融合をねらって新たに組み込む必要があるハードウェア開発については研究計画に含めても構いません。

第 6 章 募集対象となる研究領域

○以下に本研究領域で募集する具体的なテーマ例を挙げますが、これにこだわらず、新たな発想による独創的な提案も広く受け付けます。

例 1 シグナル/ノイズ比の低いスペクトルや画像等からの特徴量抽出技術

- ・ 実用条件下での触媒・電池等の材料表面において反応状態の超短時間現象を動的に観察する手法
- ・ 生理活性が発現している状態において生体分子と基質・シグナル分子の結合等を解析するナノスケールでの動態解析手法
- ・ 電子顕微鏡像から特徴量を定量解析する技術

例 2 より少ないデータからの情報再構成技術

- ・ 放射光の高輝度化に伴う放射線損壊を起こさずより少ない光子数での計測を可能とするための解析手法
- ・ 脳血流のリアルタイム解析を可能とする従来の 1/10 以下のデータ量から血管像を再構成するための解析手法

例 3 異種情報の統合解析技術

- ・ 生体分子複合体の立体構造解析等において、複数の異なる解析手段から得られたデータを統合し複合的に解析する手法

例 4 その他

- ・ 計測対象の特徴量解析技術を活用し最適化された計測条件をフィードバックする計測手法
- ・ 計測限界を定量的に評価できる枠組みの提案
- ・ 汎用計測機器を用いた、従来の大型計測施設並みの高度計測技術

○昨年度は、情報アプローチの提案が少なく、結果として残念ながら少数の提案しか採択できませんでした。本領域が全体として成功するためには、計測アプローチや融合アプローチの研究の発展にも貢献できるような優れた情報アプローチが不可欠です。したがって、これまで計測技術との共同研究の実績がない場合でも、今後の共同研究に意欲を持った方からの優れた情報アプローチの応募を歓迎いたします。

4. 採択後の本研究領域の運営について

○本研究領域は、研究総括および副研究総括の強いイニシアティブの下、CREST・さきがけを複合領域として一体的に推進します。参画する研究者は、情報と計測の高度融合について研究領域全体へ貢献いただくために、研究総括・副総括の指示により、以下の参加条件を課します。

- 1) 研究体制や研究計画を柔軟に見直すこと

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 2) 研究領域内外の研究者・研究グループと連携を行うこと
- 3) 若手研究人材育成の促進を積極的に行う、あるいは自らが関連する活動に参加すること
- 4) 新たな「インテリジェント計測・解析手法」のハブ機能に資する活動に参加すること

1) 研究体制や研究計画の柔軟な見直し

提案された研究体制の強化が必要であると認められた場合や、自ら提案されているものと異なる計測対象／情報科学・統計数理的手法／計測・解析技術とも融合をすることが有用であると認められる場合には、研究総括・副総括の指示により、研究計画の変更、共同研究、連携措置、グループやメンバーの追加をお願いします。

2) 研究領域内外における連携

本領域に参画する研究者には、異分野連携・融合を目指し、自チーム内はもちろん、研究領域全体に対して貢献いただくことを求めます。

① 研究領域内連携

研究課題の発展が見込まれる場合は、本研究領域に参画する CREST チーム・さきがけ研究者間の連携を推奨します。(例えば、計測研究者は領域内の他研究者への計測データ提供、情報研究者は領域内の計測研究者との連携を行っていただきます。また、他の情報研究者との手法の比較に関して、共同研究を行っていただきます。)

② 研究領域外連携

研究領域外の研究者との連携を行うことで、各々の研究課題が発展できると認められた場合、研究費の追加配賦などによる共同研究等を推奨します。

③ 連携促進の取り組み

他制度等により支援されている研究者との連携促進を目指す会議等への参加を推奨します。(例えば、情報の手法に取り組む研究者が、他の JST 事業に参画する計測課題との共同研究を模索できる交流会へ参加していただきます。)

3) 若手研究人材育成への取り組み

本領域では、情報科学・統計数理の手法と計測・解析技術の双方を理解し自ら推進できる、「インテリジェント計測・解析手法」を牽引できる若手研究人材を育成することを目指します。それにより、研究開発の手法を変革し、将来に渡って日本の科学技術を支える人材を輩出することを強く打ち出していきます。そのための方策を領域全体で検討していきます。(例えば、さきがけ研究者、CREST チームに参画する若手の研究者が発表・交流する場を設ける、情報科学・統計数理的手法に関する成果を特に切り出して、様々な形でアピールすること等を検討します。)

第 6 章 募集対象となる研究領域

4) ハブ機能を目指す取り組み

本領域では、国内外の研究者、産業界に対して、「インテリジェント計測・解析」の発信・交流の場を提供するプラットフォームを構築することを目指します。2) や 3) と共通する部分もありますが、そのための方策を領域全体で実施していくとともに、研究領域の成果等が産業へつながるよう、働きかけます。(例えば、CREST チーム・さきがけ研究者全体で集まる領域会議以外に、分科会活動等も行って領域内に素地を作ったうえで、領域外からの関連研究者も参加するワークショップやシンポジウム等、外部も巻き込んだムーブメントへの展開を検討します。)

○本研究領域では、当初研究費は、CREST は総額 2 億円 (間接経費を除く)、さきがけは 3,000 万円 (間接経費を除く) を上限とします。

※ 本研究領域の募集説明会を下記日程で開催します。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。

	日時	場所
関東	4 月 24 日 (月) 15:30~17:00	科学技術振興機構 (JST) 東京本部別館 1 階ホール (東京都千代田区五番町 7 K' s 五番町)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご参照ください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「量子状態の高度制御による新たな物性・情報科学フロンティアの開拓」(259 ページ)の下の研究領域

6.1.7 量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出

研究総括：荒川 泰彦(東京大学 生産技術研究所 教授・光電子融合研究センター長)

研究領域の概要

本研究領域は、光科学、物性科学、ナノ構造・材料科学、情報科学に立脚して量子状態の高度制御の物理と技術を探求し、量子科学のフロンティアを開拓するとともに、新たな量子情報処理や従来性能を凌駕する素子・システム機能を実現することにより、社会の発展に資する革新的量子技術基盤を創出することを目的とします。本研究領域においては、量子状態制御の物理の探索とその技術展開をはかる「新しい源流の創出」と、将来の社会・産業イノベーションを牽引する量子技術の実装に向けた「革新的システム機能の創成」を二本柱として、研究開発を推進します。

研究の具体例としては、量子ドットや超伝導体などにおける多様な量子系の状態制御の高度化とその量子情報処理技術への展開、高度に制御された量子系による新しい量子融合素子や高感度センサー素子の実現、および量子効果や量子光学の高度な活用による超高精度計測技術の開発などが含まれます。さらに、将来の社会基盤の構築に資する革新的量子システム機能の実現やその集積化・統合化も目指します。また、新たな発想による広義の量子技術に基づく研究開発の提案も期待しています。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

(1) 背景と基本方針

半導体、超伝導、レーザーなど、量子力学に立脚した科学技術が進展し、産業や社会に大きなインパクトを与えてきましたが、1990年代頃から、量子状態制御の要素技術や量子情報処理の基礎研究が開始され、現在、量子力学の包括的かつ高度な活用による、新しい学術や技術の体系の発展の萌芽が見られます。こうした進展を背景に、あらためて、光科学、物性科学、ナノ構造・材料科学、情報科学等の強みを糾合し、中長期的な視座から量子科学のフロンティア開拓を先導するとともに、新しい産業や技術基盤の創出の核となる量子技術を生み出すことは重要です。

本研究領域では、様々な経済的・社会的なニーズに応えるべく、量子状態の高度制御にかかわる研究開発を重点的に推進し、新たな量子物性の開拓や量子情報システムの開発の展開を図ります。これにより、幅広いイノベーションの源泉の創成を図るとともに、今後大きく変革する社会像の基盤となる量子技術・システム実装を世界に先駆けて実現する基盤技術の確立を目指します。

第 6 章 募集対象となる研究領域

以上の考え方を具体的に実行に移すべく、幅広い研究分野からの提案を期待します。以下に、本研究領域において募集する研究の提案が取り組むべき内容について説明します。

(2) 対象とする研究分野と研究内容

本研究領域は、量子の孤立系から多体系、巨視的な凝縮体に至るまで、多彩な量子状態の高度制御を実現することにより、未知の物理現象や物質機能・物性の探索、新たな概念に基づく情報科学の開拓及び新技術シーズ創出を図ります。また、基盤的な量子技術・システムの開発により、既存分野（フォトンクス、エレクトロニクス、スピントロニクス、計測技術、医療技術等）の発展的融合・ブレークスルーを促すことを目指します。

本研究領域が募集する提案は、量子状態の高度制御によりこれまでの限界に挑むことで、新たな量子情報処理技術の開発や、従来技術を超えたセンサーやデバイスの実現をはじめとする様々な量子技術の社会実装に向けた基盤構築のための研究開発であることを期待します。提案は、量子状態の高度制御の科学と技術において学術的価値の高い研究成果を創出することを確信させる構想であるとともに、成果の社会的意義について明確なビジョンの提示が必要です。また、提案の遂行によりもたらされる既存技術からの不連続な進展とそのためのベンチマークも示していただきます。

本研究領域では、下記の 2 本柱のいずれかのカテゴリで提案を行っていただきます。

(A) 量子状態制御の物理の探索とその技術展開をはかる「新しい源流の創出」

(B) 将来の社会・産業イノベーションを牽引する量子技術の実装に向けた「革新的システム機能の創成」

いずれのカテゴリも目的基礎研究を目指すことはいずれでもありません。したがって、(B) はもとより (A) に属する提案であっても、その成果がシステムとして将来社会に対して如何に結実するかを示すビジョンが明記されることが求められます。

本研究領域の研究課題の推進により、光科学、物性科学、ナノ構造・材料科学、情報科学が複合的・多層的に融合・連携し、世界をリードする量子技術基盤の確立を図ります。本研究領域で研究開発の対象とする提案は、例えば下記のような分野に属する提案が考えられます。もちろん、これらはあくまでも例に過ぎません。量子技術に革新をもたらす提案であれば、いかなる内容であっても応募を大いに歓迎しますが、学術的価値と期待される社会的価値の両方の観点において卓越していることが必須です。理論家チームによる提案も期待します。

- ① 量子系の状態制御の高度化による量子情報処理要素技術の実現
- ② 革新的量子システム機能の実現によるスケーリング可能な量子情報処理技術の実現
- ③ 量子多体系の制御による新たな量子シミュレーション技術の実現
- ④ 光子や電子の高度量子状態制御による量子通信要素技術の実現とシステム実証
- ⑤ ナノ技術や新材料技術の開拓による新たな量子融合デバイスの実現
- ⑥ 量子効果や量子光学の高度な活用による超高精度計測・センサー技術の実現

第 6 章 募集対象となる研究領域

- ⑦ 高度量子状態制御による革新的バイオ・医療計測技術の実現
- ⑧ 新たな概念に立脚した量子技術の開拓とその応用展開

(3) 研究実施体制 研究領域の運営方針

研究提案者の研究構想実現に向けて、相補的な研究者の集結による研究チームの構成により、採択された提案（以下、研究課題）内での共同研究の推進を期待します。ただし、(A) に関する研究課題については、チームとしての研究の展開を要求するものの、必ずしも大規模なチームを構成する必要はなく、研究提案者個人の創造的研究の掘り下げにも重点を置きます。

今年度募集する提案は、研究期間 5.5 年を想定してください。一提案あたりの予算規模は、(A) に関する提案については総額 2 億円、(B) に関する提案については総額 3.5 億円を上限とします。

研究実施にあたっては、研究課題が提案に従って推進されることが前提ですが、一方で、研究領域における研究チーム間の連携や融合が発展的に生まれることを期待します。そのために、研究チームの相互理解を深める機会を積極的に作っていく予定です。また、研究課題の推進の中間時点（研究期間開始 2 年後を予定）で実施される進捗状況の評価結果にもとづき、研究費の増額・減額をダイナミックに実施します。必要であれば、研究領域内、研究チーム内の組み替えなどをお願いする場合があります。研究領域全体としては、研究開発の推進の過程で想定外の優れた成果がいくつか創出されるように運営したいと考えています。

提案の内容次第ですが、一般論でいえば、本領域における (A) の研究課題数は (B) の研究課題数より多くなると考えています。提案書には、提案課題の説明の冒頭において、(A) (B) いずれを目指す提案か明記して下さい。

なお、全国の共用設備（つくばイノベーションアリーナや文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム）の利用など、研究設備・機器の共用を推奨します。

(4) 他の研究領域との連携・協働

領域運営においては、同じ戦略目標を有するさきがけ「量子の状態制御と機能化」との連携・協働はもとより、CREST「新たな光機能や光物性の発現・利活用による次世代フォトニクスの開拓」、さきがけ「光の極限制御・積極利用と新分野開拓」研究領域との連携推進を図り、必要に応じて、領域会議やワークショップ等の開催を共同で行います。また、関連する学協会・研究機関等との連携を促進するとともに、国際的にも成果をオープンにすることを目的とし、国際シンポジウムの開催なども想定しています。

第 6 章 募集対象となる研究領域

※ 本研究領域の募集説明会を下記日程で開催します。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。なお、募集説明会はさきがけ研究領域「量子の状態制御と機能化」および「量子技術を適用した生命科学基盤の創出」と合同で開催します。

	日時	場所
関東	4月18日(月) 14:00～16:20	科学技術振興機構(JST) 東京本部別館 1階ホール (東京都千代田区五番町7 K's 五番町)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご参照ください。

○ 戦略目標「急速に高度化・複雑化が進む人工知能基盤技術を用いて多種膨大な情報の利活用を可能とする統合化技術の創出」(262 ページ)の下の研究領域

6.1.8 イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化

研究総括：栄藤 稔(株式会社NTT ドコモ 執行役員 イノベーション統括部長)

研究領域の概要

21 世紀に入り通信ネットワークの発展と通信・センサーデバイスの低廉化によりこれまでの情報通信産業だけでなく、農業や製造業など第一次、第二次産業においても、大規模データを利活用するデータベース技術とそのデータを基にした機械学習によりこれまで不可能であった産業の自動化と最適化が可能になりつつあります。今後、量・種類ともに爆発的に増大する情報を最大限に活用するためのディープラーニング、強化学習等の機械学習を例とする革新的な人工知能基盤技術が広く利用され、様々な分野において将来にわたり効果的に情報が活用される社会の実現が期待されています。今後、データ利活用により、全ての産業においてその構造を変革するような新たなサービス、イノベーションが社会に要請されています。

本研究領域では、実社会の膨大なデータを知的・統合的かつセキュアに収集・処理・学習・制御するための人工知能基盤技術と、その成果を組み合わせることにより社会問題の解決と産業の自動化・最適化に貢献するイノベーション創発に資する技術の確立を目指します。

具体的には、以下の研究開発に取り組みます。

- 1) 社会・経済等に貢献するため、多種・膨大な情報を組み合わせ解析する技術開発
- 2) 多種・膨大な情報に基づき、状況に応じ最適化されるシステムのための技術開発
- 3) 多種多様な要素で構成される複雑なシステムに適用可能なセキュリティ技術開発

膨大な情報の利活用がさらに高度かつ広範に浸透した将来社会を念頭に、実社会の様々な分野への適用を見据えて、センサー技術、実時間ビッグデータを扱うデータベース技術、システムセキュリティ技術、機械学習を核とするシステム最適化技術等の高度化を進めます。さらに、それらを組み合わせ実世界データを総合的に実時間で処理し理解する情報処理システムを構築するための統合化技術の研究開発を推進します。

本研究領域による研究成果が、モビリティ、ロボティクス、健康・医療・介護、防災・減災、農業、ものづくり等における自動化・最適化を進める際のイノベーション創発の核となることを目指します。

これらに取り組むにあたっては、効果的な産学連携体制を構築しつつ、社会の実問題に取り組むために、基盤研究と統合化研究が互いの課題と成果を共有しながら進展する研究開発に挑みます。すなわち

第 6 章 募集対象となる研究領域

人工知能基盤技術という要素技術を揃えることと、イノベーション創発のために実際にそれを組み合わせて統合化していくことの両面を考慮した研究開発を行います。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）の一環として運営します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

○背景と基本的方針

「第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月閣議決定）」に掲げられている、世界に先駆けた「超スマート社会」の実現には、サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）を統合することが重要であり、両者をつなぐ様々なデータとして、コホートデータ等の医療・健康関連のデータや材料・物性に関するデータ、都市のインフラや地球環境に関するデータ等、多種多様なビッグデータが社会の様々な場面で生み出され集積されてきています。

このようなデータを多様な状況や要求に応じて実時間で知的・統合的に解析・処理・制御する必要がありますが、現時点ではそのための統合化技術が確立できていません。また、将来において社会がこれらの基盤技術を最大限活用できるようにするために、将来的な拡大を踏まえたセキュアな情報技術についても早急に構築・実装される必要があります。

本研究領域では、社会貢献を見据えた時代の要請に応え、以下のような研究開発に取り組んでいきます。

「研究開発の例」

- ・多様な解析情報を自律的に整理し組み合わせることで、絶えず変化する環境やニーズに応じた適切なサービスの構築や提供につながる技術
- ・個別の状況や環境に応じ、知的かつ自律的に最適なデータ取得を可能にする技術
- ・最先端の機械学習アルゴリズムにより多種・大容量の情報の超高速な解析を行い最適化した制御を行うための技術
- ・実時間ビッグデータを扱うデータベース技術に基づいた「異常性」検知技術
- ・データの処理をシステム本体周辺やクラウドサーバで分散し、システムの安定性やデータ処理遅延抑制等を実現する技術
- ・多様なデータの意味を高度に理解してデータの統合分析を可能とするオントロジー技術等を多様に組み合わせた異種データ統合技術
- ・個人情報秘匿しつつ解析を行うセキュアなデータ処理技術
- ・革新的人工知能技術等を活用した予測型セキュリティ技術

第 6 章 募集対象となる研究領域

- ・上記の技術等を組み合わせ、実世界データを総合的に実時間で処理し理解する情報処理システムを構築するための統合化技術

これらの研究開発においては、社会実装を具体的に見通した上で実課題に取り組むこと、研究成果が国内外に広く展開されることを期待しており、以下のような研究開発手法を想定しています。実施に当たっては、研究推進からベンチャー起業に向けた種々の取り組みまで、領域アドバイザーの協力を得ながら研究領域として積極的に要素技術のサーベイ、ビジネスモデル設計、クラウドを利用した統合化、国際展開等の支援を行う方針です。

- ・イノベーション創出型

- 一社会問題の解決あるいは産業からの要望について十分な理解があり、ビジネスモデル設計と同時にベストプラクティスの最新技術を組み合わせた統合システムを構築。

- 一解くべき課題、ソリューション、その優位性、価値提案が具体的な提案。

- ・基盤研究実証型

- 一解決すべき社会・産業問題が具体化されているイノベーション創出型とは異なり、より広範な課題解決につながる汎用的機能を提供。例えば、動画像認識、自然言語処理、ディープラーニング、IoT データ解析、異常予測、セキュリティ等の要素技術を実時間データベース、大規模データ同期、データ統合処理、クラウド技術等と統合し、イノベーション創発につながる高度な人工知能基盤を構築。

提案にあたっては、出口として描く将来社会の姿を明確に提示するとともに、それを実現するための課題を解決する研究開発の特長と、社会実装へつながるシステムを構築する統合化の計画を示してください。研究開発の特長は、イノベーション創出型であれ基盤研究実証型であれ、提案される価値の大きさと他者にはできない統合化の先進性あるいは要素技術の新規性で評価します。

課題解決のために必須となる産学連携体制を構築しつつ、要素技術の導入・新規開発とその統合化の間で互いの課題と成果を共有しながら進展する研究開発が実施されることを期待しています。基盤研究実証型では、従来の新規性を追う要素技術研究だけでは不十分で、社会実装につながる統合化が必要となります。またイノベーション創出型では、個々の利用技術への新規性は問わず、課題発見から価値提案に「デザイン思考」を持った設計としての先進性や創造的な R&D&I (Research, Development and Innovation) に取り組む研究提案を歓迎します。データの活用については、たとえば COI (センター・オブ・イノベーションプログラム) 等の事業で集積・開発されたデータを効果的に利用することを推奨します。

○対象とする研究テーマの例

第 6 章 募集対象となる研究領域

本研究領域では、社会実装を見据え、解決すべき問題と必要な基盤技術を理解した研究提案に期待します。具体的な研究テーマとして例を示しますが、募集対象はこれらの研究テーマに限りません。斬新かつ挑戦的な提案を歓迎します。

■産業応用のための汎用人工知能基盤技術

- ・実時間の自然言語理解・音声対話基盤技術
- ・ロボティクスの自動学習に供する動画像認識基盤技術
- ・各種センサーを統合した環境認識技術
- ・汎化性能の高いオンラインディープラーニング技術
- ・時系列データからの異常性検出技術
- ・自然言語からの動画像生成技術
- ・音声・画像からのマルチモーダルなメディア認識技術

■モビリティ・ロボティクス

- ・動画像認識と各種センサー認識を統合した自動走行ロボット
- ・自動走行を可能とする高性能車椅子
- ・自律飛行し、構造物の危険箇所を自動判別するドローン
- ・自律行動中のサイバー攻撃を検知し、最適な対処を導く技術
- ・健常者とスポーツができるようなロボット義足

■食品・農業・漁業・製造・運輸・建設

- ・これまで情報通信技術の利用が進んでいなかった産業の生産者業務のスマート化
- ・食品の配膳を可能とするロボット制御技術
- ・畜舎の維持管理を行うロボット制御技術
- ・農地の乾燥状況をモニタリングした灌漑の最適制御技術
- ・産業用機器から取得したデータの分析、機器の運用状態の最適化、故障予知

■防災・減災

- ・災害や異常気象を予測し、自律的に最適な対応を構築する技術
- ・平時には他用途で収集されるデータを用いて最適な避難誘導を行うシステム

■フィンテック・マーケティングオートメーション

- ・潜在顧客（リード）の Web アクセスやメール開封、流入元等の行動履歴を分析・スコアリングして潜在的ニーズ分析や購買意欲の可視化
- ・Twitter や投稿、レビューやスコア付け、コメント等の Public データから顧客パターン分析
- ・顧客ごとにパーソナライズされたメッセージ配信の実施やキャンペーン配信の実施
- ・人材マッチングの自動化システム

■健康・医療・介護

第 6 章 募集対象となる研究領域

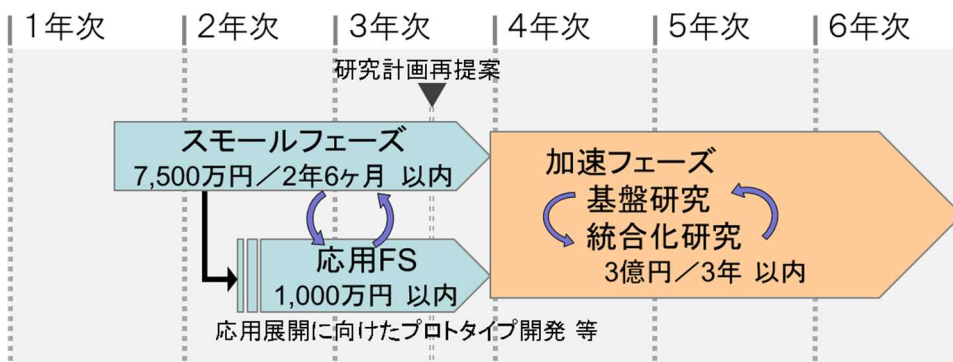
- ・問診からの疾病判断支援技術
- ・疾患の早期発見のための高速医療画像処理
- ・医療データを取り込んだ電子カルテの高精度処理による治療計画最適化
- ・高齢者見守り介護とプライバシー保護を高度にバランスさせるデータ処理技術

■セキュリティ・認証

- ・システムに対するサイバー攻撃の自動検出
- ・ネットワークのトラヒックの分析、未知のマルウェア等による攻撃への対応
- ・生体認証等の Multi-Factor Authentication 機能

○研究期間と研究費

本研究領域では、技術サイクルの早い ICT 分野において研究成果のスピーディな応用展開を目指すため、融合加速方式を採用します。本年度の公募においては、研究期間 2 年 6 ヶ月（2017 年 10 月から 2020 年 3 月末まで）のスマールフェーズに参加するスマールチームを募集します。募集においては、国内外の企業や自治体との協働を含む提案、起業を目指した提案を歓迎します。この期間の研究費は総額 7.5 千万円以内／2 年 6 ヶ月とします。スマールフェーズにおいては、研究進捗に応じて、応用展開に向けた応用 FS（フィージビリティスタディ）を 1 千万円程度で追加支援します。応用 FS においては、社会実装に向けたプロトタイプ開発や知財戦略・ビジネスモデルの検討に取り組んでいただきます。この段階で特に国内外の企業等との協働を積極的に検討してください。そのための支援も行います。スマールチームによる研究開始 2 年後を目処に、研究成果をベースにした研究計画の再提案をしていただき、スマールチームの一部（1/3～1/2 程度を想定）について追加で 3 年間の加速フェーズに進むことができます。加速フェーズにおいては社会実装に向けた統合化研究に比重を移していただきます。スマールチームでの要素技術の開発が優れていても、応用に向けた展開が弱い提案は加速フェーズに進むことができない場合があります。なお、研究推進においては、社会の実問題に取り組むために、基盤研究と統合化研究が互いの課題と成果を共有しながら進展する研究開発を進めてください。加速フェーズの研究費は 3 億円以内／3 年とします。



○応募にあたっての留意点

応募にあたっては、提案書に下記の点を明示してください。

- ・加速フェーズまで含めた 5 年 6 ヶ月で達成する具体的な目標および社会的インパクト
- ・スモールフェーズ 2 年 6 ヶ月で達成する具体的な目標および社会的インパクト

目標及び社会インパクトの具体性は、解決される社会課題、社会実装に至るシナリオ、過不足のない参加チームの構成とそれらの役割分担、適切な大きさの課題設定、実現性（例：機械学習に基づく提案の場合はデータの有無）も鑑みて評価します。

提案時の予算計画はスモールフェーズの 7.5 千万円以内／2 年 6 ヶ月について記載してください。また、提案書に記入する研究期間は 2 年 6 ヶ月以内としてください。

応募にあたっては、企業・自治体等との連携やベンチャー起業について積極的に検討してください。企業・自治体等との連携のない提案も、スモールフェーズ 2 年 6 ヶ月のうちに連携できる企業・自治体等を主体的に探すことやベンチャー起業について検討することを前提とします。加速フェーズにおいては企業・自治体等との連携や起業を前提とする予定です。研究内容については、社会実装を見据えて実課題から研究テーマを見つけることに留意してください。提案書の様式 3 別紙（165 ページに掲載）には、提案する研究内容が将来的に社会実装あるいは起業される場合に、社会に与える価値について記載してください。

また、研究チームにおける若手研究者の参画を積極的に検討して下さい。若手研究者育成の観点から、大学等の研究者に限らず、企業の研究者や卓越した社会人博士課程の学生が研究チームに参加し、活躍されることを期待しています。

また、研究データの管理・共有に関する国際動向や国の方針を踏まえ、データの積極的な共有・利活用により研究成果の効果的な創出や新しい製品、サービス（市場）の創出につながることを期待して、本研究領域では、公募採択後にデータマネジメントプランを作成していただくこととなります。データマネジメントプランに基づき、データの保存・管理・可能な範囲での公開を実施していただきます。

本領域の枠組みは従来の CREST 研究領域とは異なる点もありますが、革新的な人工知能基盤技術が幅広く利活用される将来の社会へ貢献することを目指して、柔軟な発想と意欲的な姿勢を持った研究者の参加を強く期待しています。なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）を構成する「AIP ネットワークラボ」の 1 研究領域として、理化学研究所革新知能統合研究センターをはじめとした関係研究機関等と連携しつつ研究課題に取り組むなど、AIP プロジェクトの一体的な運営にも貢献していきます。

※ 本研究領域に応募される場合は、提案書様式が他の研究領域と異なるため、本研究領域用の提案書様式を e-Rad もしくは JST の提案募集ホームページからダウンロードしてください。

第 6 章 募集対象となる研究領域

※ 本研究領域の募集説明会を下記日程で開催いたします。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。なお、募集説明会は CREST 研究領域「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」と合同で開催します。

	日時	場所
東京	4月19日(水) 9:30~11:30	科学技術振興機構(JST) 東京本部別館 1階ホール (東京都千代田区五番町7 K's 五番町)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご覧ください。

提案する研究内容が将来的に社会実装／起業される場合、社会に与える価値を想定して、項目に従って箇条書きで記入してください。

いずれの項目も、明確かつ簡潔な内容とすることに留意してください。

※ 様式3別紙が1ページ以内に収まるよう記載してください。説明文の記載されたテキストボックスは最終的に研究提案者が削除してください。

課題	解決策	価値提案	圧倒的な優位性	ユーザー
<p>社会やユーザーの抱えている、解決すべき課題を記載してください。</p>	<p>課題解決のために提供する、価値を生み出すための機能を記載してください。 新しい技術や、技術の組み合わせによる新しいサービスなど。</p>	<p>社会やユーザーに与える価値を記載してください。 (ユーザーが解決策を選択する理由としてください。)</p>	<p>研究成果が社会実装／起業された際、サービスや製品が持つ、他者が簡単に真似することができない優位性を記載してください。</p>	<p>研究成果が価値を提供する対象（対価を払ってくれる相手）を記載してください。 業種、職種、地域等の属性を組み合わせで絞り込んでください。</p>

第 6 章 募集対象となる研究領域

○ 戦略目標「新たな光機能や光物性の発現・利活用による次世代フォトニクスの開拓」(266 ページ)の下
の研究領域

6.1.9 新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする次世代フォトニクスの基盤技術

研究総括：北山 研一(光産業創成大学院大学 特任教授)

研究領域の概要

本研究領域では、従来の光科学技術を横断的かつ重層的に集積・発展させることにより、将来の社会・産業ニーズに応える新たなフォトニクス分野の「破壊的イノベーション(従来の価値を破壊し、全く異なる価値基準で技術を生み出すイノベーション)」を創造するとともに、新技術シーズの創出を支える基礎的な原理の解明にも併せて取り組みます。これにより、新たな光機能物質の人工生成や革新的な光制御技術による通信・ネットワーク技術の開発、微細構造の高時空間分解可視化、先端数理科学との融合による複合光基盤技術・システムの創出等を目指します。こうした新たな光機能や光物性の解明・制御・利活用を通じて、環境・エネルギー・ものづくり・情報通信・医療・セキュリティ等の広範な分野を更に横断的かつ有機的に支えていくことで、精度・感度・容量・消費電力・コスト等の様々な側面からの要請に応える高次な社会・産業インフラの形成につなげます。

本研究領域の推進にあたっては、単一分野の技術の深掘りに留まることなく、周辺の技術分野を俯瞰し、異なる分野を横断的に融合した新たなパラダイムを切り開く研究開発を進めます。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

(1)背景

フォトニクス技術は、人々が日々の暮らしの中で直面しているセキュリティ、健康、食の安全などの諸問題の解決、また国レベルでは産業の生産性の向上や新産業の創造などによる競争力の強化、さらには地球規模での温暖化対策や宇宙開発などあらゆる分野において、破壊的イノベーションをもたらす様々なシステムを創造する基盤技術としての潜在的な可能性を有しています。例えば、革新的な光通信・ネットワーク技術やセンシング技術などはモノのインターネット(IoT:Internet of Things)の創造に飛躍的な進展をもたらすでしょうし、近年長足の進歩を遂げているバイオフィトニクス技術は、非侵襲観察・分析に基づいた先端医療・診療システムの実現へ貢献することが期待されます。さらには光科学技術を駆使して、未開拓の光機能物質・材料の人工合成を可能にすることで、新たな素材産業基盤の創出などが期待されます。

以下に、本研究領域で本年度募集する研究内容について示します。

(2) 求められる研究

本研究領域では、フォトン技術が関連した目的基礎研究(Use-inspired Basic Research)を対象とし、後述する通り純粋基礎研究、純粋応用研究は対象外とします。研究代表者自らが基礎研究と実用化の間に横たわる「死の谷(Valley of death)」を越える先駆けとなる心構えと実行力が求められます。従って本研究領域では、フォトン技術を先鋭化しつつ、それらを横断的・重層的に取り込むことで、将来の、環境・エネルギー・ものづくり・情報通信・医療・セキュリティ等、多彩な分野への適用を見据えた研究開発を推進し、研究領域が終了する 8 年後程度には世界をリードするシステムの構築の検証が可能になることを目指します。

ここでいうシステムとは、計測装置やデータ処理装置、送受信装置、製造装置単体ではなく、これらをインテグレートし、データを加工・可視化してアプリケーションやサービス等として提供する総体を指します。よって本研究領域への提案にあたっては、必ず提案者が将来的に見据えるシステムの出口イメージを提示していただくことを前提とします。すなわち、研究提案者自身の経験や知識に裏打ちされた研究構想が達成されることで、将来の社会や産業に対してどのような貢献、方向性、ビジョンを指し示せるのかというものを、より具体的かつ説得力のあるかたちで述べて下さい。これらが十分ではない提案は、純粋基礎研究、純粋応用研究と見なし、採択の対象とはしません。具体的な例として、メタマテリアルを用いたシングルフォトン光源による超高速光通信システム(クラウドコンピューティング等の普及に伴うデータ処理と消費電力の爆発的増大に対応する、超高速・低電力な通信技術の確立を通じた、国民生活の利便性向上と地球温暖化対策への貢献)やアト秒レーザーを用いた 3D加工システム(高精度微細加工・低コスト・多様な加工対象材料への適用を通じた、新たなものづくり産業創生への貢献)、超高感度光検出器を用いた生体深部イメージングシステム(これまで見えなかった細胞・組織等の可視化技術の確立を通じた、新たな診断・治療技術の開拓)などが挙げられますが、この例にとらわれることなく、研究構想から将来実現すべき方向性やビジョンをご提示下さい。

そのことを提示していただいた上で、さまざまな分野からの革新的・挑戦的な研究開発の提案を期待します。研究内容は上記システム例にとらわれることなく、将来実現すべき方向性やビジョンを明確に設定した上で、先行技術に対する圧倒的な優位性は何処にあるのか、CREST 研究の中間・終了時点で見込まれる進捗状況・成果から、将来に向けたシステムの達成イメージをより具体的に示していただくとともに、必要に応じてその裏付けとなる数値的な目標なども示して下さい。CREST 研究の最終的な成果として、提案して頂いたシステムの実現に向けた要素技術について検証が完了し、提供の可能性が示されることがベストですが、研究終了後数年の時間軸で継続して研究すべき要素技術や開発の過程を明確にした上で、適切な目的を見据えた提案であれば、本研究領域の趣旨に合致したものといたします。

参考として、本研究領域で主体的に取り組むことが望まれるフォトン技術・分野の一例を示します。しかしこれもまた、あくまでも一例であることに留意することを強く望みます。

1 ナノスケール領域における微細光加工・計測技術開発や新物質創製

第 6 章 募集対象となる研究領域

- ・理論的アプローチによる新たな物質・材料の設計
- ・生物固有の生態構造に学ぶ光制御・光センシング技術
- 2 非侵襲 in vivo センシング、イメージング手法の高度化
 - ・高精度・高セキュリティバイオメトリクス技術の確立
 - ・生体関連物質と光プローブなどの非生体物質の光照射下での相互作用機構解明
- 3 高分解能な電子状態の観察手法
 - ・固体からの電子放出等の超高速動的過程の観測・制御
 - ・表面プラズモン回路・干渉計等のナノ光学素子開発
 - ・極短パルス幅コヒーレント光の制御技術や光応答や光化学反応に関する制御技術
- 4 究極の時空間計測に向けた光周波数コム技術、レーザー加速技術
 - ・物質中電子のアト秒精度での自在操作を可能にする技術開発
 - ・レーザー加速技術などの極限環境・条件下における先端光科学技術

(3) 研究実施体制

研究領域としては、単一分野の技術の深掘りに止まることなく、周辺の技術分野を俯瞰し、異なる分野を横断的に統合した新分野の創出を目指します。そのため、研究代表者の研究構想実現に向けて、それを補完する異なる技術分野の研究者・技術者等との将来ビジョンの共有や積極的な対話・ニーズ抽出、そしてチーム全体の共同研究の推進などが望まれます。最適なチームを編成するにあたってはこの点も留意されつつ、チームおよび個々のグループが具体的にどのようなアプローチをとるのかについて提示して下さい。なお研究推進にあたっては、大学や国立研究開発法人等の枠に留まるのではなく、応用サイド(産業界や医療関係者等)の技術力や知見を活用し得ることが望ましいと考えています。

なお一課題あたりの予算規模は、3億円を上限とします。

(4) 他の研究領域との連携・協働

領域運営においては、さきがけ「光の極限制御・積極利用と新分野開拓」研究領域との連携推進を図り、必要に応じて、領域会議やワークショップ等の開催を共同で行います。また、関連する学協会・研究機関等との連携を促進し、新たな研究展開を積極的に図る意味でも、シンポジウムの開催等についても随時行い、研究の融合を推進します。

※ 本研究領域の募集説明会を下記日程で開催します。ご関心のある多くの方々の参加をお待ちしております。なお、募集説明会は、さきがけ研究領域「光の極限制御・積極利用と新分野開拓」との合同開催となります。

第 6 章 募集対象となる研究領域

	日時	場所
関東	4月26日(水) 13:30～16:00	TKP市ヶ谷 3階ホール3C (東京都新宿区市谷八幡町8番地)
関西	4月27日(木) 13:30～16:00	キャンパスプラザ京都 4階第3講義室 (京都市下京区西洞院通塩小路下る)

詳細については、<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html> をご参照ください。

○ 戦略目標「多様な天然炭素資源を活用する革新的触媒の創製」(271 ページ)の下の研究領域

6.1.10 多様な天然炭素資源の活用に資する革新的触媒と創出技術

研究総括：上田 渉(神奈川大学 工学部物質生命化学科 教授)

研究領域の概要

本研究領域は、多様な天然炭素資源をバランスよく活用できる将来の産業基盤の確立に向けて、その根幹をなすメタンをはじめとするアルカンガス資源を従来にない形で有用な化成品・エネルギーに変換するための革新的な触媒の創出を推進します。

埋蔵量が豊富な天然ガス等に含まれるメタンをはじめとするアルカンガス資源からこれまでにない技術で化成品やエネルギーへの変換が容易にできるようになれば、現代社会が直面する石油依存という問題からの脱却や二酸化炭素排出低減も可能になります。しかし、メタンなどのアルカンガス資源を直接化成品などに変換するプロセスは難度が高く、メタンの改質によって生成する合成ガス(CO+H₂)を経由するなどの間接的なプロセスを利用しているのが現状です。

この高難度な課題を克服することが本研究領域の主眼であり、高度な触媒技術を生み出す新しい取り組みを推進します。そのためには、近年進化しているデータ科学、計算科学、計測技術などと連携することによって、これまでに蓄積された触媒に関する経験知を非連続的に飛躍させることが重要です。

本研究領域では、特に難度が高いメタンを反応基質とする研究を基軸に据えます。エタンやプロパン等の低級アルカンを反応基質とする反応については、既知の手法に比較して圧倒的に高活性・高選択性を目指す革新的な触媒研究を対象とします。

将来的に、化学産業における天然ガス等の資源の新たな活用を切り開き、ひいては新たな産業基盤の確立につながる、本格的にして世界をリードできる触媒研究を推進します。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 募集・選考にあたっての方針

(背景)

近い将来、様々な炭素資源をバランスよく活用する新しい資源利用体制が到来すると予想され、その中心的な位置づけになりうるのがメタンなどのアルカンガス資源です。日本は、近海にメタンハイドレート、隣国のロシアや中国には天然ガスやシェールガスが豊富に存在している立地がありますが、これらの資源活用には現時点では技術的に様々な制限があります。もしアルカンガス資源が石油とおなじように高度利用できる効率的な技術ができれば、現在の日本の偏重した炭素資源依存からの脱却も可能に

なり、また新しい炭素資源バランス構造に戦略的に対応できるようになります。さらに、新しい化学産業を可能にし、メタン直接燃料電池や将来の水素利用などにより環境問題への対応も従来と異なるレベルで進められると期待できます。

今求められるのはアルカンガス資源を最大限に利用するために必要な新しい化学技術です。そしてそれを可能にする鍵が触媒であると考えます。反応性の低いアルカンガス資源を膨大に利用する化学プロセスには触媒は欠かせないものであるからです。しかし、従来のエネルギー消費型のプロセス(例えばメタンの水蒸気改質)を踏襲するだけでは新しい時代に対応したとは言えません。これらをはるかに凌駕することが求められます。旧来技術から脱却するにはアルカンガス資源を最大効率で利用した環境負荷の低いプロセスを達成したり、これまでにない方向の反応(例えば、低温活性化によるメタンからの直接メタノール合成など)を達成したりするような、極めて高度で、革新的な触媒が求められます。従来の石油化学の触媒技術展開にとらわれない、触媒の化学と技術の集積が必要となるでしょう。

ナノ集積や超空間構造などから生まれる新しい物質状態を構築する方法論は、新しい機能を持った固体や分子性の触媒の開発に繋がる大きな可能性をもっており、メタン利用の触媒化学技術に革新をもたらすと期待されます。特にメタンの反応では、酵素を用いた研究例からも分かるとおり、触媒活性の点としての領域を越え、分子を特異的に活性化する広がりのある反応場の空間構築、さらには望むものだけを生成させる反応場導入が重要です。よって、人工触媒で反応場構築を成立させる果敢な取り組みが必要であり、その中では革新的な反応プロセス工学を盛り込むことも重要な取り組みとなります。一方で、構造的には単純であっても新物質が生み出す従来にない触媒機能に着目する取り組みも重要です。その理由は、物質世界にはまだまだ触媒として未検討の物質が多く存在しているからです。この取り組みには、近年進化しているデータ科学、計算科学、計測技術などと緊密連携することによって、これまでに蓄積された触媒に関する経験知を不連続的に飛躍させる新時代の触媒開発研究が可能になると考えます。

本研究領域では、以下に例示した四つの取り組みの方向性を参考に、従来にない触媒機能領域に到達する斬新な研究構想展開を推奨します。いずれにしても、メタンを主役に、その特性を十分に織り込んだ上でポテンシャルの高い触媒設計概念を提示し、実施することが不可欠です。概念の革新性を実証する上で初期的にエタンやプロパンなどのアルカンガス資源をターゲットにすることは有意義ですが、メタン反応の展望が見える必要があります。

例 1. 新しい物質状態の構築による革新的触媒の創出

すでに触媒として存在している物質(元素種やその構成、ゼオライトや錯体などの構造体)に新しい物質状態(不安定な価数、原子の立体配置、複雑構造体、多元的な組織体など)を導入し、メタンをはじめとするアルカンガスの触媒反応を達成します。新しい物質合成法や触媒機能付与の方法論の展開も含まれます。これは革新的触媒の創出にとって最も重要な取り組みであるため、研究者のオリジナルな触媒設計概念のもと、触媒機能創出にむけて強く挑戦されることを望みます。

例 2. 優れた機能を持つ分子集合触媒の創製

錯体やクラスターなどの分子集合触媒の創製にあたり、膨大なアルカンガス資源を利用する化学プロセスを成立させるためには、生体酵素の機能を学びつつもこれを凌駕する人工触媒の成立が必要になります。そのためには、従来検討されてきた分子活性化機能に加えて、反応を促進する場の構築等、「多点相互作用領域」を形成する新しい分子集合触媒創製が有望であると考えます。

例 3. 触媒反応の「ダイナミズム」の理解と、それに基づく触媒の革新化

触媒物質は、反応物や生成物が関与して動的に変化する、すなわちダイナミズムを必ず持つもので、触媒以外の物質研究では普通なじみがない現象が伴います。特に触媒酸化反応はこの現象の影響を強く受ける一例です。このダイナミズムの制御が触媒を生み出す上で最も難関であり、新しい物質を触媒として検討してもすぐに結果につながらない理由の一つでもあります。この重要な点を強く意識して触媒物質を選択した研究を進める必要がありますが、意識だけではこの難しい命題を達成することはできません。必要なのはダイナミズムを担保する物質構造を明快にする学術展開です。それはダイナミズムの計算科学であり、ダイナミズムのその場観察、計測であり、そして触媒物質構造-ダイナミズム関連の確立です。さらに進んで、メタン触媒化学を明確にターゲットにした上述のような計算科学や計測技術の取り組みが必要になるでしょう。ここでの情報を他の研究、例えば新しい物質状態構築の研究にフィードバックすることで他のグループとの連携を進め、それぞれの触媒の具体化や革新化への貢献を期待します。

例 4. 未検討物質をベースとした新規触媒物質探索

従来の触媒形態を踏襲しながら広い範囲で絨毯爆撃的に物質探索するこれまでの方式から脱却し、革新的な触媒の創出技術の発展を目指します。具体的にはこれまでに多くの研究分野で蓄積されてきたすべての物質、材料の中から、既に触媒として研究されてきた系を除外し、残った未検討の物質、材料の中から新規触媒物質を探索します。すなわち既知に基づく連続的展開を排除します。

この膨大な物質群の中から触媒目的にあった新規触媒物質の探索を効率的に行うためには、旧来の触媒化学における研究方法にとらわれない、画期的な研究手法の確立が必須であると考えます。例えば、近年進化している計測技術やマテリアルズインフォマティクスなどが革新的な触媒の創出を先導する研究提案を推奨します。

以上のような元素レベル、空間レベルの局所的環境を精緻に制御できる触媒構築方法論の展開には、多様な分野の物質研究の知見の活用が有効と考えます。従って、触媒分野以外の研究者の積極的な参画あるいは中心的な実施も望ましいと考えます。

第 6 章 募集対象となる研究領域

(本年度の方針)

本研究領域では、上述の研究構想のもと、メタンに代表されるアルカンガス資源を化学変換するための革新的な触媒を生み出す研究を募集します。すでに酵素系で 2 件と錯体系 1 件の新しい取り組みと 4 件の固体系触媒による革新的な触媒創出の研究、および本研究領域とさきがけ領域にまたがり計算化学の視点から研究を横断的に支援する取り組みを 1 件採択し、組織展開を期した体制を発足させています。

本年度の募集にあたっては、本領域課題であるメタン利用研究の拡張を継続的に図りつつ、より新触媒創出、およびその方法論に指向した触媒開発研究を推進する方針とします。すなわち錯体基盤物質、ゼオライト機能物質、MOF などの機能細孔物質、複合酸化物、ハイブリッド構造体、クラスター物質など広い視点での触媒物質研究、そして反応分子を新しい方法で活性化して反応を誘起し、生成物を効果的に物質移動させ、再び必要な電子やイオンを供給するなどの反応場を構築する反応システム研究、またマテリアルズインフォマティクスを展開するなどして触媒インフォマティクスを構築し新触媒を創出する研究を募集します。さらに、環境 TEM や放射光などを用いたその場観察計測をベースとして、実触媒に近い環境下での触媒機能のダイナミズムの理解、高度解析・予測を主題にした革新的触媒創出法の研究提案を募集します。なお、当該提案においては、「触媒計測・評価チーム」として、本研究領域およびさきがけ領域にまたがり計測・評価の視点から研究を横断的に支援することが可能なチーム編成を期待します。

触媒分野に限らず、様々な分野の応募者がこれまでに培ってきたポテンシャルのある学術・技術を入念な研究戦略のもとで発展、展開し、革新的触媒を生み出す、独創的な研究を歓迎します。また、応募者には、果敢に分野間の協働を設計すること、研究の困難をものともせず挑戦し続ける強い研究力を持つことを望みます。

本研究領域はメタンを反応基質とする研究に主眼を置きます。エタンやプロパン等を反応基質とする場合には、メタン反応の可能性が展望できる学理と目標を明示して研究計画を設定してください。

関連の CREST・さきがけ研究領域等との連携も視野に入れた領域運営を行いますので、チーム形成においては、その点を留意して応募してください。

2. 領域運営方針

研究領域全体としては、研究代表者のリーダーシップのもと将来的な産業界との連携を見据えた高水準な研究を推進します。研究期間途中でも、アルカンガス資源を有用な化成品・エネルギーに変換可能な触媒の創出につながる研究成果については、産業界との共同研究等を推奨します。

本研究領域の運営においては、国際的な研究開発のベンチマーキングを踏まえ、各研究課題に関して、研究費配分、研究チーム構成などを通じて、研究計画の最適化を図る方針です。

また、同時期に発足し、メタンをはじめとするアルカンガス資源の革新的触媒創製に取り組むさきがけ「革新的触媒の科学と創製」と、理論やデータ科学に基づく計算を主眼として物質研究に取り組むさ

第 6 章 募集対象となる研究領域

きがけ「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」とは、連携を可能にするための合同会議の開催や支援策を検討します。

さらに、研究の進展に応じて、文部科学省ナノテクノロジープラットフォームをはじめとする、全国の研究機関や枠組みとの連携や協働を促進します。

【留意事項】

本研究領域では、研究費総額の上限を 1 課題あたり 3 億円として提案を募集します。

※ 本年度は募集説明会を開催しません。過年度の募集説明会の資料・動画を研究提案募集ウェブサイトに掲載しておりますので、そちらもご覧ください。

研究提案募集ウェブサイト <http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html>

第 6 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築」(273 ページ)の下の研究領域

6.1.11 環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた基盤技術の創出

研究総括：田畑 哲之(公益財団法人かずさ DNA 研究所 所長・副理事長)

研究領域の概要

本研究領域では、フィールドにおける植物の環境応答機構の包括的な理解に基づき、実用植物を分子レベルから設計する技術の確立に資する研究を推進します。具体的には、環境変動にロバストに応答する植物の特性を定量的に把握し、生長や機能の人為的な制御を可能とする新技術の確立を目指します。また、出口戦略の観点から主として実用植物を対象とし、機能マーカーや DNA マーカーなどの生物指標の同定やそれらを活用した新しい植物の開発等を試みます。

具体的な研究開発は、分子レベルで得られた知見のフィールドまでの利用を念頭に置き、以下の3つを柱とします。1)植物の環境応答機構に関する高精度定量解析に関する研究、2)植物の環境応答機構に関するモデルの構築、3)遺伝子群の人為的再構築によって生じる植物の形質評価。

研究領域の推進では、植物の多様な機能の定量的な把握、各種大規模データの解析やモデル化とその実証が求められることから、植物生理学に加え、育種学、生態学、統計学、情報科学、そして工学等の様々な分野の参画を促します。また、これらを含む研究領域の総合的な運営により異分野連携を進めていきます。さらに、戦略目標の達成に向けた成果を最大化すべく、さきがけ研究領域「フィールドにおける植物の生命現象の制御に向けた次世代基盤技術の創出」、および研究領域「情報科学との協働による革新的な農産物栽培手法を実現するための技術基盤の創出」とも連携した運営を行っていきます。

募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

○背景

地球規模の気候変動による食料供給への課題の解決にむけて、植物科学の担う役割はますます大きくなりつつあります。しかしながら、わが国の植物科学研究が優れたレベルにあり世界的に高く評価されているにもかかわらず、その強みが応用、実用化に結びついていないのが実状です。その原因として、まず植物自体の環境応答機構の複雑性を挙げることができます。とりわけ、圃場等のフィールド環境下での分子レベルでの応答機構は多くの種において科学的な解明は十分に進んでいるとはいえません。また、近年の次世代シーケンサーや質量分析装置、高速計算機等の計測・分析機器の高性能化によって育

第 6 章 募集対象となる研究領域

種への寄与が期待される大量のオミクスデータが蓄積していますが、これらが玉石混交のデータのかたまりであることも、植物基礎研究の成果を実用植物の育種等に結びつける際の大きな障害となっています。さらに、基礎研究と応用研究のそれぞれの研究者の成果に関する価値認識の違いも挙げられます。具体的には、ハイインパクトジャーナルへの掲載を成果に求める研究者と具体の育種目標を追求する研究者の認識の違いです。

本研究領域では、これらの課題の対応を念頭に置きつつ、従来の枠にとらわれない研究推進体制を構築します。それにより新しい発見や新技術の創出、さらには新品種につながる基盤技術の創出などを目指し、それらを通してわが国のみならず世界の食料供給の課題に貢献します。

○求められる研究開発／研究体制

本研究領域の研究開発の 3 つの柱を示します。提案に際しては、以下に挙げた複数の柱の内容が含まれる課題をご提案下さい。

1. 植物の環境応答機構に関する高精度定量解析に関する研究開発

フィールド環境下で生育する植物個体の遺伝子(群)や代謝産物等の挙動(時間的・空間的な発現パターンの変化等)と表現型との関係をより高精度かつ定量的に解析することにより、環境要因・遺伝子(群)・表現型等の相互関係性を解明します。また、その基盤的な知見として必要な、遺伝子(群)等のフィールド環境における挙動の解析、表現型の計測・評価、環境要因の測定を簡便かつ効率的、高精度に行うための研究や技術・機器開発を行います(以下研究開発事例ですが、これにこだわらずに新たな発想による独創的な提案も受け付けます。)

- ① フィールドにおける植物の高精度オミクス解析法
- ② フィールドにおける植物の高精度形質評価法
- ③ 高精度オミクスデータと高精度表現型データの連関解析
- ④ 上記①～③を行うための技術、ツール、機器等の開発

2. 実測データに基づく植物の環境応答機構に関するモデルの構築

環境要因・遺伝子(群)や遺伝子型・表現型の相互関連性の統計解析および数理モデル化を行います。これにより、環境情報と遺伝情報に基づいた表現型の予測技術を確立します。また、単なる数理モデル構築にとどまらず、実データの観測による構築されたモデルの実証を含む提案、もしくは既存モデルの問題点を解消する提案を推奨します(以下研究開発事例ですが、これにこだわらずに新たな発想による独創的な提案も受け付けます)。

- ① 実用植物の環境応答機構に関する数理モデル構築
- ② QTLと表現型を確率論的に関連付ける新規モデル化技術の開発
- ③ 遺伝情報と表現型を関連付けた上でフィールド環境の影響を組み込んだモデルの構築

3. モデルで予測された遺伝子型の人為的再構成によって生じる形質の評価

ある環境下で任意の表現型を表出させるために必要な遺伝子の組み合わせの推定に基づき、これらの遺伝子群を遺伝子操作、交配などによって人為的に導入、構成し、特定網室や隔離圃場、フィールド等での栽培を試みます。これにより推定した因子の妥当性や再現性を確認します(以下研究開発事例ですが、これにこだわらずに新たな発想による独創的な提案も受け付けます。)

- ① モデル解析から導き出された遺伝子座・遺伝子型の再構成および形質評価
- ② モデル解析から導き出された遺伝子を導入した植物のフィールド環境下での細胞内オミクス指標の定量評価

今回の募集では、上記の3つの柱のうち「1. 植物の環境応答機構に関する高精度定量解析に関する研究開発」については先端性に優れた高精度オミクス解析法、高精度形質評価法や高精度オミクスデータと高精度表現型データの連関解析技術の独自性が高い改良や新規開発、「2. 実測データに基づく植物の環境応答機構に関するモデルの構築」については新規性が高いモデル化技術の開発を含む提案を強く希望します。また、ナス科、アブラナ科、マメ科やイネ科等の実用植物に重点を置いた提案や、幅広い植物種に適用可能な汎用性が高いモデル構築や技術開発を含むチャレンジングな提案を求めます。

なお、本研究領域では植物の頑健性の解明及び実用植物での応用を目指した新しい概念や方法論の創出と、そのために必要な新規技術の開発を重視しています。選考にあたっては、1) フィールドにおける植物の環境適応機構の包括的理解に基づく、実用植物の分子レベルからの設計技術の確立に資する高度な基礎・基盤研究であること、2) 研究期間内あるいは研究期間後の実用技術化を見据えていること、3) 新たなデータ収集・解析法の開発により、データの高精度化や、これまでに取得できなかったデータの取得に取り組むこと、4) 3本の柱の複数をカバーすること、を重視します。

研究実施場所はフィールドを基本としますが、安定した環境が得られる人工気象器や人工気象室等小型の閉鎖環境、完全人工光型植物工場等での実施についても、その成果の将来のフィールド等への展開を見据えた研究であれば可能とします。

また、フィールド研究については、世界の食料供給の課題への対応のため、国内のみならず海外での圃場の活用も含めます。ただし実施にあたっては、当該地域での法令等の遵守、地域等社会への働きかけも併せて検討いただきます。

研究体制については、植物の機能に関する多様な視点からの定量的解析が必要であるため、分子生理学、分子育種学、集団遺伝学、栽培生理学、生態生理学等、分子レベルからフィールドレベルに至るまでの植物関連研究者、ゲノム解析や計算処理、モデル化を行う統計科学者や計算科学者、さらには農学、育種学、栽培学などの農学研究者やフィールドで用いる計測技術や機器等の開発を行う工学系研究

第 6 章 募集対象となる研究領域

者の参画を推奨します。さらに研究実施場所によっては、国や地方の自治体、国公立研究機関、民間企業等との連携も考慮いただきます。

○研究領域内外での連携について

研究領域内外の連携のハブとなる圃場やデータベースのサポート機能を有する研究チームの積極的な提案も期待します。例えば、研究機関の研究施設の取り組みとして CREST・さきがけ研究領域の研究者が共同利用できる圃場を提供するなどの取り組みがあれば積極的に支援します。また、各チームで取得したデータを登録して、CREST 研究領域やさきがけ研究領域の研究者に提供できる共通データベースの設置や、データ分析やモデル構築などの支援機能を有するチームも歓迎します。

○採択後の本研究領域の活動

本研究領域では採択後の早い時期に、研究総括等と研究代表者や主たる共同研究者等との会合を設け、研究代表者とともに研究計画を練ることにより、成果のスムーズな創出を検討します。また、平成 27 年度に発足した植物分野のさきがけ研究領域との連携を意識した運営を行います。この運営を通じて、CREST 研究者やさきがけ研究者の共同研究の実施によりそれぞれの成果が発展できると認められた場合、共同研究を推奨します。

なお、本研究領域内の連携を促進するために、次年度以降の提案応募がある場合には異なる研究開発を同じ種で比較できるように種を限定して運営することも視野に含める予定です。

この他、データやデータ解析ツールの共有・利活用などのオープンサイエンスに向けて本研究領域がどのように貢献ができるのか、研究領域全体で検討していきます。例えば、データベースを構築・公開する場合にはそのポリシーを明確にし、JST バイオサイエンスデータベースセンター(NBDC)へのデータ提供の協力をお願いする場合があります。

さらに、他の CREST・さきがけ研究領域との連携、内閣府 SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)などの他省庁で実施しているプログラム、さらには、国際機関との連携を視野に入れたワークショップやシンポジウムを開催して本研究領域で創出された成果をアピールしていきます。

○提案にあたっての留意点

本研究領域への応募にあたっては、「採択後 3 年後・5 年後の達成目標」、「CREST 終了後の展開」、以上に関わる「提案の根拠」、の 3 点を明確に示してください。また、具体的な研究計画を記載いただくようお願いいたします。研究費は総額 5 億円(間接経費を除く)を上限としますが、本領域では 3 億円(間接経費を除く)を超える提案については、その根拠を提案書(様式 6 研究費計画 ○特記事項)に明示下さい。なお、研究費は年度毎に見直しを行いますので、研究進捗に応じた増減があることをあらかじめご了承下さい。

第 6 章 募集対象となる研究領域

※ 本研究領域の募集説明会は開催いたしません。過年度の募集説明会の資料・動画を研究提案募集ウェブサイトに掲載しておりますので、そちらもご覧ください。

研究提案募集ウェブサイト <http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html>