

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

### 4.1 CREST

- 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」(118 ページ)の下の研究領域

#### 4.1.1 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(大阪大学 大学院工学研究科 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がります。

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

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

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ォトンクス技術は、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、フォトンクス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、フォトンクス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

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

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ニクス技術・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
  - ・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物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。

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

### (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、募集説明会はいずれも CREST 研究領域「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」・さきがけ研究領域「光の極限制御・積極利用と新分野開拓」と合同で開催します。

	日時	場所
関西	6月25日(木) 13:30~15:30	TKP新大阪ビジネスセンター ホール4A (大阪府大阪市淀川区西中島5-13-9 新大阪MTビル1号館 3F/4F)
関東	7月3日(金) 13:30~15:30	TKP市ヶ谷カンファレンスセンター ホール3C (東京都新宿区市谷八幡町8番地 TKP市ヶ谷ビル)

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

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

- 戦略目標「微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理理解明、新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出」(121 ページ)の下の研究領域

### 4.1.2 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出

研究総括：谷口 研二(奈良工業高等専門学校 校長/ 大阪大学 名誉教授)

副研究総括：秋永 広幸(産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 総括研究主幹)

#### 研究領域の概要

本研究領域は、様々な環境に存在する熱、光、振動、電波、生体など未利用で微小なエネルギーを、センサーや情報処理デバイス等での利用を目的とした $\mu\text{W}\sim\text{mW}$ 程度の電気エネルギーに変換(環境発電)する革新的な基盤技術の創出を目指します。

具体的には、2つの大きな柱で研究を推進します。1つは熱、光、振動、電波、生体等のエネルギーを電気エネルギーに高効率に変換または高度に利用するための基盤技術の構築とその源となる基礎学理の創出です。これらは、全く新しい原理・新物質または新デバイスなどを用いて、未利用の微小エネルギーを電気エネルギーに変換する研究であり、例えばスピンとトポロジーの相関等、革新的なエネルギー変換に資する原理の解明・実証、及びそれらを活用した新物質の創製や、従来の特長や機能を飛躍的に向上させる優れた物性を有する新物質の創製に挑戦します。もう1つの柱は、上記基盤技術の創出のための理論・解析評価・材料設計の研究で、エネルギー変換時における物理現象(材料物性、界面、輸送現象等)の新しい解析技術の構築や、物性理論に基づく、あるいは計算機シミュレーションを駆使した、新たな材料設計の指針を提示することに挑戦します。これら2つの柱は、相互補完的に密接に結びついて研究を進めることが非常に重要です。

したがって、本研究領域では、挑戦的な提案を求めつつ、領域終了時には、革新的な新原理、新物質、新デバイスが検証・実証できること、それらが次の研究開発ステージに繋がることを目指して研究を推進します。

そのため、研究総括及び副研究総括の強い統率の下、CREST・さきがけを複合領域として一体的に推進し、成果最大化のために研究チームの再編や研究進捗の調整、また課題間の連携などに取り組みます。

### 募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針

#### ■背景と基本の方針

これからの高度情報化社会では、膨大な数に上る情報端末やセンサー機器への最適なエネルギー供給源が重要になってきます。そこでは、電源や電池交換など、電気エネルギーをいかにして確保するかという問題が必ず予測されます。至るところにある未利用のエネルギーを電源として使用できるようになれば、電源の概念が変わり、それらの使用形態や使用法の質的な変化も期待されます。

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、未利用で微小なエネルギーを電気エネルギーに高効率に変換する、もしくは高度に利用する基盤技術の創出に取り組みます。このことを実現するには、従来になかった全く新しい概念、発想に基づいたエネルギー変換原理の創出が求められますし、現在はまだ萌芽的段階にある原理や物質、デバイス等のポテンシャルを先鋭化する、もしくは高度化することも必要となります。

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。

#### ■対象とする研究分野や研究アプローチ

これまでの環境発電に関する研究では、熱、光、振動、電波などのエネルギー源を用いた電気エネルギー変換技術が個々に取り組まれています。将来の高度情報化社会で電源となる電気エネルギーをいかにして確保するか、革新的な技術が求められています。たとえば、フォノンクス、フォトニクス、あるいは最近の進展が著しいスピントロニクスやマルチフェロイックスなどいずれも我が国が世界的な研究競争力を有する分野となっていますが、これらで注目されている新規な物性や現象から革新的な環境発電への応用が考えられます。

したがって、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電気エネルギー変換機能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、エネルギー変換機能としては考えられてこなかった物性についても、環境発電の観点から有用であることを示していただきつつ、是非とも研究総括及び副研究総括の想像の域を超える研究提案に期待します。もちろん、これまでの環境発電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、成果が予想されるような従来研究の延長線上にないことが前提です。

すなわち、いずれの場合においても、提案技術の優位性がどこにあるかを明確に示すこと、また発電技術としての出力の飛躍的な向上が具体的に期待できることを採択の条件とします。

物質探索・材料開発における長期的な視点に立てば、研究当初は膨大な数の実験を繰り返す試行錯誤的な取り組みであっても、研究期間内には、理論や計算機シミュレーションなどによる“科学的に裏打ちされた研究開発の方法”を示した上で物質探索・材料開発に重心が移される必要が

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

あります。これらを達成するために、提案者自らの考えを研究提案書に明確に示してください。そのための手順の一つとして、特定の物質・材料に限定されない普遍的な原理を見出し、それをモデル化しなければなりません。無論、研究の過程でのセレンディピティを否定するわけではありませんし、将来にわたる明確なマイルストーン設定が難しいのが本研究領域の特徴でもあります。発見された新規の物性や物質については、その発現根拠を明確にして、高性能化を図る方策を科学的に検討し、実用化に向けてステップアップさせることを期待します。

- ※ CREST・さきがけ共通して、太陽電池や、人工光合成、バイオテクノロジーに基づく発電技術に関する提案は、本年度の公募では対象とはしません。
- ※ CREST では、領域概要に記載の 2 つ目の柱である理論・解析評価・材料設計に関する研究のみからなるチーム体制では、応募の対象とはしません。
- ※ CREST では、新原理・新物質の創出に留まるのではなく、将来的に新デバイスの創製までの道筋を含んだ提案が望まれます。

### ■研究期間と研究費

本研究領域の期間は、平成 27 年度から平成 34 年度まで(予定)です。この期間を、2 つの研究フェーズと大きく捉えて、研究領域の運営にあたります。まず前半フェーズは、未利用で微小なエネルギーを電気エネルギーに高効率に変換する、もしくは高度に利用するに資すると期待できる、より多くの基盤技術の創出に取り組む期間と位置づけます。次に後半フェーズは、革新的な新原理、新物質、新デバイスの検証・実証に向けて、これらの中から有力と判断される基盤技術の集積や応用先の開拓等に取り組む期間と位置づけます。

このことを踏まえて、今年度の研究提案は以下の通り募集します。

CREST での研究期間は、従来とは異なり、平成 27 年度から平成 30 年度(4 年度)以内とします。また研究費については、1.6 億円以内とします。

さきがけでの研究期間は、平成 27 年度から平成 30 年度(4 年度)以内とします。また研究費については、4 千万円以内とします。

なお、CREST・さきがけ共通して、研究期間を通じて研究進捗の把握とそれを踏まえた研究計画の調整を行います。特に今回採択する研究課題の期間が終了する年度には、将来の実用化を視野に入れた研究成果の利用価値を見出すための課題進捗評価を実施します。その結果として、研究領域の後半フェーズでの成果の最大化に向けて、一部の研究課題を必要に応じて再編も行いつつ改めて取り上げ、発展や強化させます。これは、研究領域内の研究チーム及び研究者(CREST、さきがけを問わず)が相互に協働し、異分野横断や相互補完的な連携をした新たなチーム体制を構築して、課題解決に取り組むことを意味し、それまでの研究成果および将来性を加味して、研究総括・副研究総括の責任の下でこの新たな体制構築を行います。

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

※ 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。

### ■その他

研究提案書の『研究の将来展望』においては、募集要項に記載の CREST、さきがけの研究提案書(様式)の要求記載説明に加えて、提案された研究課題の目標が期間内に達成されることを前提として、実用化を目指す研究段階に発展させるために、研究期間終了直後の研究フェーズで、どのようなことに取り組む必要があるのか等の道筋に関しても、必ず明確に記載してください。

※ 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。(CREST・さきがけ合同で開催します。)

	日時	場所
関東	7月2日(木) 14:00~16:00	JST 東京本部別館 2階 A-1・A-2 会議室(東京都千代田区五番町7)
関西	7月6日(月) 14:00~16:00	メルパルク大阪 中会議室 4F ソレイユ(大阪府大阪市淀川区宮原4-2-1)

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



## 第 4 章 募集対象となる研究領域

○ 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」(123 ページ)の下の研究領域

### 4.1.3 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は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( $\text{CO}+\text{H}_2$ )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、様々な炭素資源利用をバランスよく活用する新しい資源構造が到来すると予想され、その中心となる可能性があるのは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にあり

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

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同等に利用できるようになれば、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、新しい炭素資源バランス構造に戦略的に対応できる状況になります。また、新しい化学産業を可能にし、例えばメタン直接燃料電池や将来の水素利用など、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。

従って、アルカンガス資源利用を中心とした新しい炭素資源バランス構造の達成は極めて重要です。そして、このバランス構造にシフトするために必要な化学技術を可能にする鍵が触媒であると考えます。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上で、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。旧来技術から脱却する更なる鍵として、アルカンガス資源を最大効率で利用するプロセス(例えばエネルギー併産型の触媒酸化による化成品合成)を達成することや、これまでにない方向の反応(例えばメタンからメタノール)を達成することが必要です。そのため、求める触媒は極めて高度であると言えます。さらに、アルカンガス資源は石油などと比べて反応性が極めて低いため、従来の石油化学の触媒技術にとられない、圧倒的に革新的な触媒化学と技術の発展が必要です。

現在発展中の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触媒の開発に繋がり、大変重要です。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。これら未検討物質を触媒として着目してこなかったのは、旧来の触媒化学における触媒開発の方法論や常識がこれを阻んでいたためと言えます。難度の高いメタンの触媒反応を達成する上ではいかなる常識にもとられない取り組みが必要不可欠です。すなわち、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不連続的に飛躍させる新時代の触媒開発研究が必要と考えます。

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。

### 例 1. 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。

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

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。

### 例 2. 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)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の達成に導く、新しい物質合成法や触媒機能付与の方法論の展開を目指します。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り、研究者のオリジナリティーが触媒機能創出へ強く反映されることを望みます。

このような触媒目的にあった元素レベルの局所的環境を精緻に制御できる方法論の展開には、多様な分野の物質研究で得られる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中心的参画も望ましい姿です。また、ここでの取り組みは例 1 で得られる新規触媒物質の更なる発展を促すという波及効果も期待できます。

### 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-ダイナミズム相関の確立です。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. 優れた機能を持つ分子集合触媒の創製

分子集合触媒の創製にあたっては、メタンモノオキシゲナーゼなどの自然酵素系や酵素を模倣する分子性触媒がベースになると考えられますが、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、酵素の機能(反応量、反応速度 等)を凌駕する触媒の成立が必要に

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

なります。そのためには、従来検討されてきた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。

本事例においても、多分野の研究者の知の共有によって、従来の分子性触媒の進化を飛躍的に加速し、新しい物質状態へと発展させることが期待できます。

(本年度の方針)

本研究領域では、以上のような研究構想を参考に、アルカンガス資源の化学変換のための触媒機能についての的確でかつ新しい視点を持ち、果敢に分野間の協働を設計し、革新的な触媒を生み出す研究を募集します。そして本年度は、計測や計算手法を用いた触媒機能の高度解析・予測を主眼に置く研究提案の単独応募も可能とします。採択された研究課題の成果は、研究領域共通の基盤技術として活用することを目指し、他の研究チームとの連携を推奨、支援します。

また、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。

対象とする反応は特に定めませんが、メタンを反応基質とする研究に主眼を置きます。メタン以外の、エタンやプロパン等を反応基質とする反応については、既知の手法より圧倒的に高活性・高選択性である触媒の創製を目指す革新的な研究を推進します。

### 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「革新的触媒の物質科学と創製」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。

#### 第 4 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。

	日時	場所
関東	7月1日(水) 15:00~16:30	JST 東京本部 B1大会議室(東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ)
関西	7月2日(木) 10:00~11:00	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東塩小路町939)

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

## 第 4 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」(126 ページ)の下の研究領域

### 4.1.4 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、これらを包含する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

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

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的な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

## 第 4 章 募集対象となる研究領域

### 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

対象とする植物種は、基礎研究の成果の応用展開の観点からナス科、アブラナ科、マメ科やイネ科等の実用植物を推奨しますが、実用植物への成果展開を見据えたモデル植物(シロイヌナズナ、ミヤコグサ等)も排除しません。また、次世代シーケンサー等、昨今の遺伝子解析関連の機器開発の進展により、ゲノムの解読をより安価で容易に行なうことが可能となりつつあるため、フィールド環境に自生する野生の植物種や上記科以外の果樹・野菜等も対象とします。

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、同時期に発足するさきがけ研究領域を兼任する領域アドバイザー等を設け、研究領域間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。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。

※ 本研究領域の募集説明会 (植物分野の戦略目標に関する平成 27 年度さきがけ新規発足領域と合同) を下記日程で開催します。ご関心のある多くの方々参加をお待ちしております。開場は 30 分前を予定しております。参加される場合には名刺をご持参ください。

	日時	場所
関東	7 月 7 日 (火) 14:00~16:00	早稲田大学日本橋キャンパス ホール (東京都中央区日本橋 1-4-1 日本橋一丁目三井ビルディング (コレド日本橋) 5 階)
関西	7 月 13 日 (月) 10:00~12:00	TKP ガーデンシティ 京都 会議室「橘」 (京都府京都市下京区烏丸通七条下る東塩小路町 721-1 京都タワーホテル 7 階)

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