

○戦略目標「社会課題解決を志向した計測・解析プロセスの革新」の下の研究領域

社会課題解決を志向した革新的計測・解析システムの創出

研究総括：鷲尾 隆 （大阪大学 産業科学研究所 教授）

研究領域の概要

「計測は科学の母」とも言われるように、科学技術の進歩は「見て・気づく」ことから始まります。科学技術の発展の歴史は、計測技術の発展の歴史とも言えます。

2050年のカーボンニュートラル化をはじめとするSDGs等の世界的な社会課題の解決においては、エネルギー、リサイクル等の観点をはじめ、様々な新しい実用材料の開発が不可欠です。最先端の科学技術研究の現場においては、研究対象が、複雑・不均一な階層構造・物質変化の特徴の把握・理解へとシフトしています。このような、複雑な物質や現象を理解するには、単なる従来の計測技術の改良といった方策では対応困難な状況になっており、計測・解析手法のブレイクスルーが求められています。

本研究領域では、計測技術の進化と最先端の数理モデリング・機械学習等の情報技術とを組み合わせ、計測・解析手法を高度に進化させることにより、計測・解析における現実の様々な難課題を解決でき、また、今後、10年・20年にわたり我が国の研究環境上のアドバンテージとして計測・解析プロセスを革新できる、新たな計測・解析システムの創出を目指します。さらに、創出した新たな計測・解析手法は、実材料開発など現実社会での有用性を確認するとともに、特定の対象分野にとどめず、難課題を抱える他の研究開発分野への活用法を開拓することで、真に有用で幅広く使える計測・解析手法としての価値創出を図っていきます。

具体的には、「先端計測限界突破」、「計測データインフォマティックス活用」、「マルチスケール・マルチモーダル計測、ユースケース開拓」を主要な研究要素とし、これらが連携する研究環境を実現することで、計測・解析の革新を図ります。

募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 本領域のねらい

（1）計測・解析手法の革新

計測技術と情報技術を組み合わせることで、従来は実現できなかった計測データの獲得や、理解できていなかった計測結果の解析などを、幅広い問題に対して可能にする、汎用性の高い計測・解析手法の革新を目指します。

（２）現実の課題へのチャレンジ

単にベンチマーク的な環境で世界一の計測結果を出すのではなく、汎用性の高い技術・手法で現実の多くの社会課題・実課題を突破することを目指し、それら難課題を解決するために必要な技術・手法を具体的に明らかにして開発し、実問題に適応して有効性を示します。

（３）計測・解析・実応用の一連のプロセスの革新に資する研究開発

計測によって見えること、解析によって理解できること、そして広範な実応用に使われることが、一連のプロセスとしてつながることを目指した研究開発を行います。

（４）分野を超えた計測技術の利用

特定の分野での先鋭化にとどまらず、他の分野へも使える汎用技術を得ることを目指します。

（５）国際競争に資する研究開発

本領域の成果は10年後20年後の国際的な競争優位性に資するものとなることを期待します

2. 具体的研究事例

上記のねらいを実現するために、本領域では、「先端計測限界突破」、「計測データインフォマティクス活用」、および「マルチモーダル・マルチスケール計測、汎用性の高いユースケース開拓」、を主要な研究要素と位置づけます。以下では個々の研究例をしめしますが、真に有用な計測・解析の革新のためには、これらが密に連携することが極めて重要です。また、以下は例であり、これに限らず幅広い提案を募集します。

（１）先端計測限界突破

目的とする課題解決に必要で、現在測定できていない（見えていない）ものを測定できる（見える）ようにするための研究であり、なおかつ、特定の計測分野・解析分野に留まらず、他分野を含め多問題を解決可能な広範な波及効果をもたらす研究です。新たな計測原理や計測装置の開発と既存のインフォマティクスの解析を組み合わせるだけでなく、新たな計測原理や計測装置とそれに適合する新たなインフォマティクスの融合開発によって、はじめて計測限界突破が達成されるような研究を推奨します。

計測できる（見える）ようにしたい対象の例としては、以下のようなものが挙げられます。

- ア 様々なスケールでの不均一な分布や状態の時間変化測定
- イ 時間分解能と空間分解能の両立
- ウ ノイズに埋もれた成分の計測・追跡、計測再現性の確立
- エ 内部や境界面の状態や現象変化の精密計測の実現
- オ 異なるスケールで連動して起きる現象や状態分布の時間変化測定及びそれらのメカニズムの解明（マルチスケール計測・解析）
- カ 異なる性質とその関連性の同時計測・解析（マルチモーダル同時計測・解析）

（２）計測データインフォマティクス活用

計測限界を突破したとしても、それらの結果は、複雑で人間が直感的に理解するのはもはや困難であるような事例、計測解析プロセスが複雑すぎてその性能を最大化する設計や制御がもはや困難であるような事例が、分野を問わず散見されるようになっていきます。そこで、目的とする課題解決に必要でかつ複雑で人間が直感的に理解するのは困難である事象について、計測科学と情報科学・数理統計学・計算科学を融合させ、この困難を解決して研究開発上のブレイクスルーを実現する研究や、目的とする課題解決に必要な計測解析性能を最大化するために、情報科学・数理統計学・計算科学を用いて計測過程と解析過程の構造やパラメータを最適に設計、制御する手法を確立し、研究開発上のブレイクスルーを実現する研究を行います。

具体的には、以下のような研究例が挙げられます。

- ア 対象の不均一な状態や現象等について、3次元大容量データを生み出す精密計測技術と機械学習やシミュレーション技術を融合させ、データ内に潜在する相関関係の発見・仮説の提示等を計測から一気通貫に行う統合システムの開発
- イ 既存の類似対象に対する測定データを教師データとして、測定点を最適化し、未知の対象に対して短時間で精度の高い構造や過程の解析を行う手法の開発
- ウ 計測実験中に、それまで得られたデータから以後の計測データを予測し、それに基づいてより適切な計測条件を提案する人工知能介入型計測手法の開発

（３）マルチスケール・マルチモーダル計測、汎用性の高いユースケース開拓

現実世界での新実用材料、新エネプロセス、新生化学プロセスをはじめとした幅広い多くの計測対象でおきる現象は、極微のスケールから巨大なスケールまでの様々な時空間サイズの階層が複雑な振る舞いをし、また、力学要素だけでなく、電位、磁場、温度分布等、複数の要素も関係しており、単一スケール、単一測定方法での物理量では全体を解析・理解できません。

個々の計測技術の分解能等の性能は進展しているもののマルチスケール・マルチモーダルの計測結果を統合して解析・理解する研究はまだ緒に就いたばかりであり、新実用材料、新エネプロセス、新生化学プロセスの理解を深め、目的とする社会課題・実課題

の解決に必要なユースケース開拓を図ります。

具体的には、以下のような研究例が挙げられます。

- ア 幅広い分野における次世代機能性材料や次世代エネルギー、希少材料代替、新食料などの実現
- イ 幅広い分野におけるリサイクル・アップサイクルの実現
- ウ 幅広い分野における生産性向上ソリューションの実現
- エ 幅広い分野におけるエネルギー効率向上の実現
- オ 幅広い分野における製品・システムの長寿命化、高信頼化、安全性向上の実現

3. 領域の運営方針

(1) アドバイザー構成

各種の計測技術の知識、様々な実開発等での現場の知見、幅広いインフォマティクス
の理解が必要となります、難易度の高い融合領域であるため、企業、実開発、計測技術、
インフォマティクスからアドバイザーのポートフォリオを構成して、チームとして領
域運営にあたります。

(2) 交流の促進

特定の対象や分野に特化しない計測・解析の革新のために、ニーズを持つ企業と研究
者の交流の場や、異なる計測・解析技術、異なる対象や用途分野の研究者との間の交流
の場を設置し、異分野の交流によりイノベーティブな計測の創出や、ユースケースの開
拓を行います。また、関連する他の研究領域との連携も推進していきます。さらに、海
外の研究動向も踏まえながら、関連研究者の招待講演を含む国際シンポジウムを開催
していきます。

4. 研究期間と研究費

研究期間は5年半以内とします。研究費（直接経費）は提案内容の達成に必要な額を申請
することとし、上限は2億4千万円とします。ただし、研究内容や研究の性格によって、真
に必要と認められる場合には、上限を超えた申請を認めることがあります。また、総括によ
る精査の結果、採択にあたっては研究費の調整を行う場合がありますので、予めご了承ください。

5. 選考方針

以下のような点を重視して選考を行います。

- (1) 幅広い計測・解析プロセスの革新を生み出す斬新かつ独創的な提案であること

(2) 現実の社会課題や実課題を解決する提案であり、研究期間内にそれに向けた有効性を示せること

(なお、本事業の研究開発期間内において、具体的な製品による社会課題の解決や実的な計測装置等の成果物までは必ずしも求めません。)

6. 公募における留意点

(1) 研究対象とするスケールと汎用性

本領域では、幅広いスケールの現象を計測解析対象とし、分野を超えて利用可能な汎用性の高い計測・解析手法の革新を期待しています。同時に、目的とする課題を解決するために具体的に必要な計測解析性能を明らかにして、その達成を目指す研究を期待しています。特に新たな計測原理や計測装置と新たなインフォマティクスとの融合によってはじめて可能になる計測限界突破を期待しています。また、情報科学・数理統計学・計算科学を用いて計測過程と解析過程の構造やパラメータを最適に設計、制御する手法を確立し、必要な性能を最大化する提案も期待しています。

(2) 提案チームの構成について

本領域では、「先端計測限界突破」、「計測データインフォマティクス活用」、および「マルチモーダル・マルチスケール/ユースケース開拓」の三つの要素が密に連携することで計測・解析の革新と実応用環境での有効性の確認まで実現することを目指すため、本来的には、それら三つの要素を一人の研究代表者のもとで進めることが理想です。

またこのために、計測科学の研究者のみならず、情報科学(数理モデリング・機械学習等)の専門家に参加いただくことが有用と考えます。

一方で、この三つの要素の連携を重視過ぎるあまり、独自性・挑戦性が失われてしまうことは避けるべきであると考えます。

そこで、一つないしは二つの研究要素のチーム構成であっても、「5. 選考方針」を満たすようであれば、積極的に採択をしていきたいと考えています。

いずれにせよ、本領域の研究においては、複数の要素の連携が重要であることを認識し、連携についても包含あるいは言及したうえでの提案をお願いします。

また本領域は異分野融合型の研究開発により、幅広い分野の社会課題解決・実課題解決を目指しています。そのため、研究期間中に、領域内の他研究チームと共同、連携、協力を検討いただくことがあります。

(3) 提案として記載いただきたい事項

本研究領域の趣旨および選考方針を踏まえ、技術的な提案内容に加えて、以下の各事項について、明瞭にわかるように提案に含めてください。

- ア 解決したい現実の社会課題・実課題は何か
- イ そのために必要な計測・解析上の解決したい問題は何か
- ウ イの問題解決によりアの社会課題・実課題の解決に至る具体的シナリオ
- エ 我が国の 10 年後・20 年後の研究開発現場・実用技術開発現場がどのように変わるのか、どのように変えたいのか
- オ 提案の計測・解析手法は、特定の分野（例えば特定の材料、特定の物質）だけでなく、汎用的で幅広い分野での成果が期待できる可能性とその理由