



「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」

～研究領域の方針について～

研究総括 鷺尾 隆

大阪大学 産業科学研究所 教授

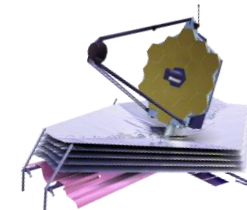
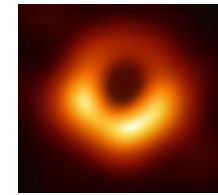


科学技術振興機構

1. 背景

➤ 「計測は科学の母」

科学技術の進歩は「見て・気づく」ことから
 科学技術発展の歴史は、計測技術発展の歴史
 ノーベル賞(化学・物理)受賞テーマの2~3割
 程度が計測・分析技術関連



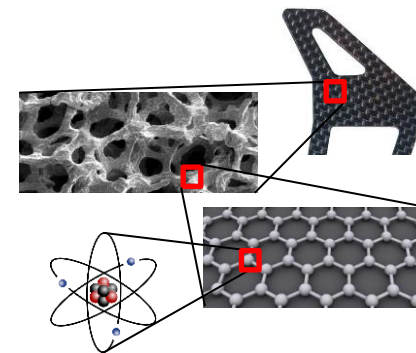
➤ カーボンニュートラル等の様々な社会課題の解決では、 新しい実用材料をはじめとする開発が必要

例: 電池、磁石、軽量化、モータ、バイオ材料、食品、リサイクル、分解



➤ 最先端科学技術研究では、従来計測技術の改良 ではない計測・解析手法のブレークスルーが必要

- 対象の複雑・不均一な階層構造や物質変化
- 人間の理解力をこえる複雑な現象・大量のデータ
- 感染症、再生医療などライフサイエンス系分野でも同様



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

計測・解析技術の革新により「見る→気づく→わかる」の一連の研究開発プロセスを次の世代へ

いまこそ計測 + 解析技術に注目！

- 2050年カーボンニュートラルの実現やSDGsなど、従来技術の延長だけでは達成不可能な社会課題が山積み。
- 各国がしのぎを削る先端技術開発において、研究対象がより複雑化。「見えない」「気づけない」「わからない」ことを、どのように解決し、「できる」につなげていくかがカギ。
- 「見る」「気づく」「わかる」の基本となる、計測技術そのものの底上げやインフォマティクスを活用した解析技術との融合及び他分野との連携こそが、我が国の研究力・産業競争力の強化に不可欠。
- 技術開発・応用研究での活用を軸に「見る→気づく→わかる」（計測から知識抽出）までの研究開発プロセスの革新を目指す。



具体的な研究例

① 先端計測限界突破 ～「見る」の可能性を拓く

計測手法の飛躍的進展による、「これまでに見ることのできなかったものを見る」技術の研究開発

② 計測データインフォマティクス活用 ～「見る」を「気づく・わかる」につなぐ

計測技術とインフォマティクスの組み合わせによる、「理解が困難な計測データから知見を引き出す」技術の研究開発

③ マルチスケール・マルチモーダル計測 ユースケース開拓 ～「見る・気づく・わかる」から「できる」を引き出す

①②で構築した技術等を活用し、様々なスケールにまたがる階層構造や、様々な物理量をより多面的に収集・分析・モデル化する一連の手法の研究開発およびユースケースの開拓

我が国の研究力・産業競争力の向上

- マテリアルズ・インフォマティクス（物質設計）、プロセス・インフォマティクス（工程設計）、実験自動化と進むデータ駆動研究プロセスを補完。



社会課題・実課題解決への貢献

- 燃料電池、高機能プラスチック、高性能エコタイヤ、易製造航空機など、複雑な研究対象を自在に制御できる技術を獲得。



社会課題解決に向けた実用技術開発の基礎・基盤を構築

10年・20年先の未来で、我が国が世界最前線で挑戦し続けられる骨太なイノベーション・システムを創出

2. 概要

計測技術の進化と最先端情報技術(数理モデリング・機械学習等)を組み合わせて計測・解析手法を高度に進化させ、現実の様々な難課題を解決する新たな計測・解析システムの創出を目指す。

- (1) 今後、10年・20年にわたる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
- (2) 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
- (3) 特定対象分野にとどめず、難課題を抱える他研究開発分野に跨る活用法を開拓



真に有用で幅広く使える計測・解析システムの価値を創出することを目指す。

※ 創出を目指すシステムは必ずしも具体的なツールであるとは限らず、幅広く使える計測・解析プロセスであってよい。

2. 概要(続き)

国際競争力の強化に資する新たな研究開発領域

- 計測・解析技術を革新する
- **現実の難課題**を解決する計測・解析手法を創出する
- 特定分野に限らず他の分野へも適用可能な手法の創出を図る

具体的な研究開発要素と平成4年度戦略目標での達成目標

(1) 先端計測限界突破(見る)

- 計測・解析手法の革新による、「**これまでに見ることのできなかつたものを見る**」技術を確立する。

(2) 計測データインフォマティクス活用(気づく・わかる)

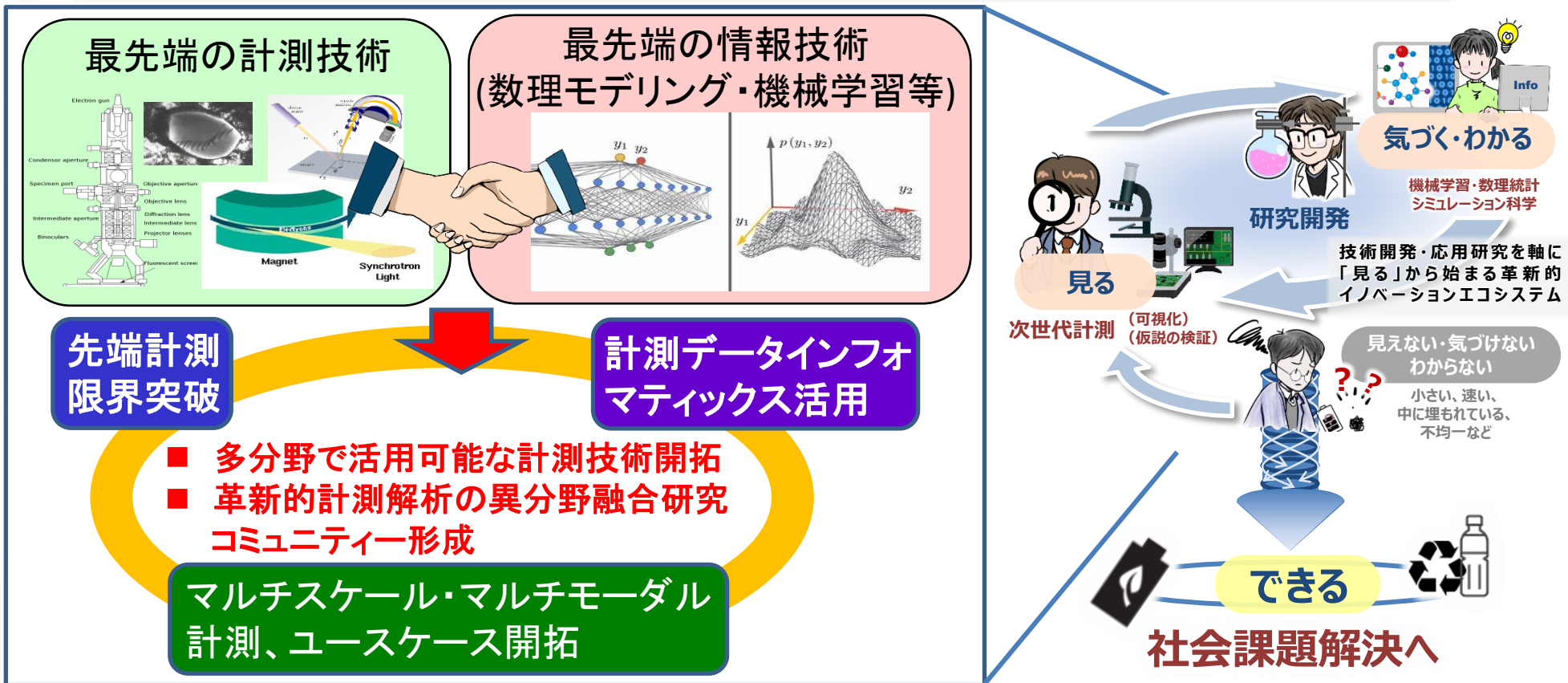
- 計測技術とインフォマティクスを組み合わせることで、「**理解が困難な計測データから知見を引き出す**」技術を確立する。

(3) マルチモーダル・マルチスケール計測、ユースケース開拓(できる)

- (1)(2)で構築した技術その他を活用し、様々な時空間スケールにまたがる**階層構造**や**様々な物理量**を、より**多面的に収集・分析・モデル化する一連の手法**を確立する。さらにこれらを**実際のユースケースの開拓**へつなげる。

3. 目標と領域イメージ

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



我が国の研究力・産業競争力の向上



社会課題・実課題解決への貢献



3. 目標と領域イメージ(続き)

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、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、計測・解析手法の革新を目指す。

(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、実材料開発その他、現実の難課題を突破することを目指し、実開発に適応して有効性を示す。

(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、そして実材料開発などの実応用に使われるべく、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う。

(4) 分野を超えた計測技術の利用

特定分野での先鋭化にとどまらず、他分野へも使える技術として広げることを目指す。

(5) 国際競争に資する研究開発

10年後20年後の国際的な競争優位性に資する成果を期待する。

4. 具体的な研究課題例

具体的な研究課題として以下に例を示す。ただし、募集課題はこれに限らない。

以下(1)(2)(3)の3研究要素の幾つかが連携する研究課題設定を推奨しますが、1つの要素に関する尖った研究課題設定でも構いません。また、これら3要素以外でも重要な研究課題の応募は歓迎します。

(1) 先端計測限界突破

- ✓ 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)ようにする研究
- ✓ 既存の計測原理・装置とインフォマティクスの活用に加え、新たな計測原理や計測装置の開発や、それらとインフォマティクスの組み合わせを含めて限界突破
- 材料内部のメソスケールの領域で起きる化学反応・電子状態の不均一分布の時間変化測定
- 時間分解能と空間分解能の両立
- 内部・界面の物理・化学状態や形状変化の精密計測の実現
- 微量成分計測・追跡、計測再現性の確立
- 異なるスケールで連動して起きる現象の解明(マルチスケール計測)
- 異なる性質の間の関連性が分からない課題の解決(マルチモーダル同時計測)

4. 具体的な研究課題例(続き)

具体的な研究課題として以下に例を示す。ただし、募集課題はこれに限らない。

(2) 計測データインフォマティクス活用

- ✓ 結果が複雑で人間が直感的に理解するのは困難である事例が散見
- ✓ 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
- メソスケールレベルの不均一化学状態・電子状態等について、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
- 既存の類似材料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、未知の材料に対して短時間で精度の高い構造解析を行うシステムの開発
- 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システムの開発研究

4. 具体的な研究課題例(続き)

具体的な研究課題として以下に例を示す。ただし、募集課題はこれに限らない。

(3) マルチスケール・マルチモーダル計測、ユースケース開拓

- ✓ 多くの現象は、サブナノからセンチメートル、アト秒から日常時間スケールの幅広い時間空間サイズの階層が複雑な振る舞い
- ✓ 力学、電位、温度分布等、複数の要素も関係するマルチフィジックス
- ✓ マルチスケール・マルチモーダル計測を統合し解析・理解するユースケースを開拓
- 次世代蓄電池用の各種機能性材料の電気化学的劣化メカニズムの分析と長寿命化
- 複合材料、接着剤の破壊メカニズムの分析と強靱化
- リサイクル・アップサイクルを前提としたプラスチック・ゴムなどの新高分子材料の開発
- 高温超伝導をはじめとした強相関電子系におけるメカニズム解析や不純物等の影響評価、それを活用した材料等の実用化

5. 想定する研究の進め方

以下の主要な研究要素等が連携する研究環境を実現することで計測・解析の革新を図る。

- (1) 先端計測限界突破(見る)
- (2) 計測データインフォマティクス活用(気づく・わかる)
- (3) マルチスケール・マルチモーダル計測、ユースケース開拓(できる)

1. 常に**本領域の5つのねらい**:(1)計測・解析手法の革新, (2)現実の課題へのチャレンジ, (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, (4)分野を超えた計測技術の利用, (5)国際競争に資する研究開発を踏まえた研究開発を進める。
2. 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**と考える。
3. 目標達成には上記3つの研究要素の連携が必要であり、それを実現するために、**積極的に領域内の他研究チームとの共同・連携・協力をいただくことがあり得る**。

6. 領域アドバイザー

各種計測技術の知識、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される難易度の高い融合領域のため、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ポートフォリオを組み、チームとして領域運営を行う。

五十音順、敬称略

アドバイザー名	所属
岡部 朋永	東北大学 大学院工学研究科
樹神 弘也	三菱ケミカルホールディングスグループ三菱ケミカル（株）
高田 昌樹	東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター
高原 淳	九州大学 ネガティブエミッションテクノロジー研究センター
津田 宏治	東京大学 大学院新領域創成科学研究科
中瀬古 広三郎	元住友ゴム工業（株）
武藤 俊介	名古屋大学 未来材料・システム研究所
山岸 秀之	旭化成（株）

今後、アドバイザーを追加公表する予定です。

7. 海外・他領域との連携・協働

関連CREST領域や異分野の研究者、産業界の研究者・技術者との連携・協働や交流の場を積極的に設けます。

- 「情報計測」等関連する他のCREST・さきがけ研究領域との連携・協働、セミナー開催等を積極的に推進する。
- 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、
 - 異なる計測・解析技術、異なる対象や用途分野の研究者
 - ニーズを持つ企業と研究者との交流の場を設置し、異分野交流によるイノベーティブな計測・解析の創出やユースケースの開拓を目指す。
- 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く。

8. 選考方針

以下のような点を重視して選考を行います。

1. 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. 現実の計測・解析上の実課題を解決する提案であり、研究期間内に有効性を示せること
3. 我が国の10年後・20年後の研究開発現場・実用技術開発現場で役立つことが期待されること
4. 前記の「5. 想定する研究の進め方」を踏まえた提案であること

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用的な計測装置等の成果物までは必ずしも求めません。

9. 2022年度応募にあたっての留意点

研究期間:5年半以内 研究費(直接経費)上限: 3億円以内

- ・研究内容によっては上限を超えた金額を認める場合がある
- ・申請の金額に対して、精査等により調整を行う場合がある

研究対象とするスケールと分野

1. サブ ナノからミリ・センチメートルのスケールの現象を計測対象とする。
2. 対象分野については、実材料開発を主要な出口分野と想定した記載になっていますが、分野を超えて利用可能な計測・解析手法の革新を期待しており、創出する計測・解析手法が他の分野へも適用可能性があれば、同等スケールの他分野の計測に関する提案であっても可能です。
たとえば、生体適合材料、医薬品・ヘルスケア、食品・農業、環境・土壌、森林・木材等。

提案チームの構成について

1. 「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3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を実現するため、これら3要素を一人の研究代表者のもとで進めることが理想である。
2. 上記のために、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る。
3. 一方で、この3要素の連携を重視過ぎるあまり、独自性・挑戦性が失われることは避けるべきであり、1つないしは2つの研究要素のチーム構成でも、「8. 選考方針」を満たすなら積極的に採択をしていきたい。
4. いずれにせよ、これら複数の要素の連携が重要であることを認識し、連携について包含あるいは言及したうえでの提案をお願いします。
5. 一部の研究要素のチーム構成で提案が採択された場合、積極的に領域内の他研究チームとの共同・連携・協力をいただくことがあり得る。

提案として記載いただきたい事項

本研究領域の趣旨と選考方針を踏まえ、特に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。

1. 現実の計測・解析上の解決したい課題は何か
2. 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、それによってどのような社会課題の解決にどう貢献できるのか
3. 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、他分野での利用が期待できる可能性とその理由

上記に加えて、「5. 想定する研究の進め方」、「8. 選考方針」、「9. 2022年度応募にあたっての留意点」への対応が分かるように記載ください。

- 応募締切: 6月7日(火) 正午※厳守
- 選考期間: 6月中旬～9月中旬
- 研究開始: 10月1日(予定)

質問	回答
「マルチスケール・マルチモーダル計測」と「先端計測」、「インフォマティクス」との違いがイメージできないのですが、どのようなイメージでしょうか？	「先端計測」は新しい測定技術やより高性能な測定技術などにより、これまで計測できなかったものに対する情報を取得できるようにする技術です。「インフォマティクス」は膨大または複雑な計測データを分析することで、そこから意味のある情報を抽出する技術になります。「マルチスケール・マルチモーダル計測」は、例えば異なる時空間スケールのデータや、性質の異なる測定データを組み合わせることで多面的に解析することで新しい対象を見れるようにする技術です。
すでに存在する装置(具体的には自由電子レーザーにおける回折計)をより広い応用に適応するための改良(具体的には時間分割解析ができるための改良)などは領域の対象と考えてよいのでしょうか？	領域の対象とはいえませんが、単なる改良だけでは弱く、革新的な限界突破であることが必要です。また、単一の要素での提案も可能ですが、計測・解析プロセスとして革新につながることを期待されます。本領域では、先端計測技術にデータインフォマティクスを組み合わせ、多くの分野で活用可能な計測技術の開拓を狙っています。データインフォマティクスを活用することで、多くの社会課題の解決につながるような汎用的な技術の提案ができるかどうか鍵になります。
人間やその行動を計測対象とする提案は領域のねらいに含まれているでしょうか？	対象とするスケールのものであれば人間を計測対象としても構いませんが、幅広い他分野に適用できるかどうか重要になります。提案書ではその点をしっかりと記載していただく必要があります。
予算規模上限は、5億円ではなかったでしょうか。	CRESTの制度としては、予算上限は5億円としていますが、当該領域では、特段の理由がある場合のみ上限を5億円としています。
今年度の研究対象はサブナノからミリ・センチメートルスケールとのことですが、来年度以降の募集では対象となるスケールが変わる可能性がありますでしょうか。	令和5年度以降については、確約はできませんが各年度の状況によって変わる可能性はあります。

質問	回答
説明会資料「選考方針」について:2つ目の「有効性を示せること」はどのような基準でしょうか?現場で役立つことは10・20年後を想定しているとのことですので、「有効性を示せる」は、「実現可能性を示す」という理解で良いでしょうか?	はい、実課題を想定した上で可能性を示していただければ結構です。すぐに製品化できるようなレベルは求めています。
大スケールの気象や地震のような地球規模の計測は対象とされるのでしょうか?	令和4年度の募集では大スケールの課題は想定していませんが、令和5年度以降は対象とする可能性はあります。令和4年度においても、地球を構成する岩石など物質の計測なら、他分野への適用性が高ければ対象になり得ると思います。
マルチモーダル計測というのは異種計測を同時計測することを示すものでしょうか?異種計測データを収集することは含まれないでしょうか。	必ずしも同時計測である必要はありません。例えば異なる機器で異なるタイミングで計測した異種計測データを集めて解析する技術も対象です。
生体センシングに関する研究も採択可能性はございますでしょうか。また、本領域ではより計測技術に特化したものにとらえてよろしいでしょうか。	本領域では、生体センシングを含むライフサイエンス分野の計測技術も対象には含まれます。
情報系研究者が代表者となつての申請も想定しているでしょうか?	はい、全く問題ございません。特に計測科学の研究者を代表に想定しているわけではございません、
説明会資料に「サブナノからミリ・センチメートルのスケールの現象を計測対象とする」とありますが、生物の代謝(化合物の生合成など)も計測対象となりますか?	はい、対象になります。
大型装置を用いない現場計測の開発でも先端であればよろしいでしょうか。	はい、もちろんです。大型装置を特に前提にしているわけではありません。