



「計測・データ」

ユニットテーマ名：可知化センシング
(S&I : Sensing and Intellectualization)

オンライン (Zoom) 会議
2022年2月22日

連絡先:s&i@nifs.ac.jp



ユニットテーマ名

■ ユニットテーマ名

- ▶ 可知化センシング (S&I : Sensing and Intellectualization)

■ テーマ名「可知化センシング」とは

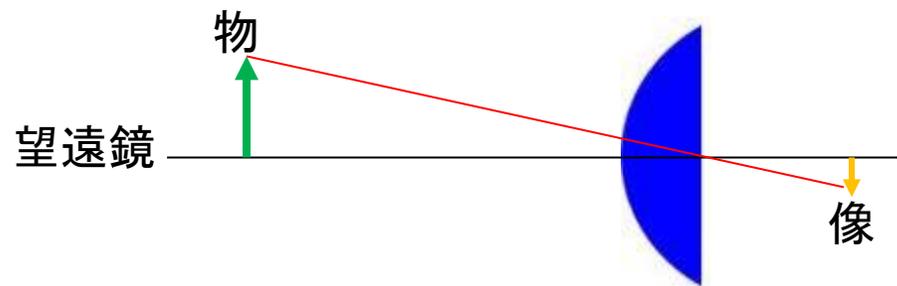
- ▶ 可知 (知ることができる. 分かる.)
→現象を、計測し、知ることができる形に表現する.

■ なにをやるユニットか？

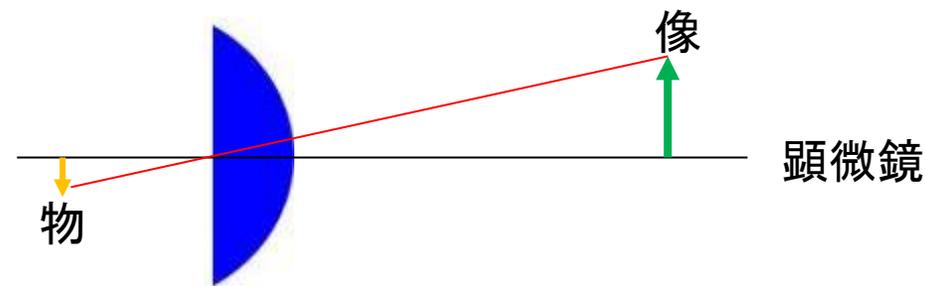
- ▶ 本ユニットは、計測、データ駆動科学、可視化が一体となり、手法の高度化を行う.

手法の進化によって切り開かれる学術新分野

光学手法の技術的飛躍によって、ガリレオは望遠鏡を高性能化し天文学を切り開き、レーウエンフックは顕微鏡を作って微生物を発見した。

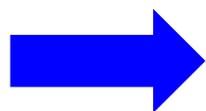


ガリレオ (1564年~1642年)
課題：レンズシステムの光量不足
➤ 凹面鏡を組み込んだ、ガリレオ式光学システムの開発



レーウエンフック (1632年~1723年)
課題：研磨技術では到達できない短焦点レンズの実現
➤ 溶融法による微小球レンズの開発で短焦点化

基本原理



技術的飛躍



学術新分野の開拓



本ユニットで行うこと

- ▶ 計測手法・データ解析・可視化手法の工学・数理要素や物理原理に立ち返って、現象観察の高時空間分解能化や高精度化へと観測可能領域をその数直線上の極限へと拡大する。また、現在測定がされていない、もしくは難しい「量」を計量可能とする。
- ▶ ガリレオやレーウエンフックの時代と比べ、計算機の進展によって、特に近年、得られるデータ量は圧倒的に増加。
- ▶ データ科学や可視化手法は、科学的知見を得るための重要なツール。
- ▶ 計測・解析・表現手法から科学知を得る過程の各要素と全体システムで他に類を見ない性能や先進性を提示して、その過程を構造化・定式化することで知的探究プロセスを体系化する。



学術的な特徴づけ（何の研究だといえるか）

- 本ユニットで取り組む「可知化センシング（S&I：Sensing and Intellectualization）」では、革新的な計測・解析・表現手法とそれらを統合した新たな自然理解システムを実現する。レンズシステムが人の視覚をアップデートしたように、手法の高度化による現象理解の深化を目指す。
- これまでにない高空間分解能・高時間分解能な計測器によって測定可能領域を拡大し、取得されたデータは、従来の物理的視点と相補的な統計数理・データサイエンスの考え方を採り入れた解析手法を用いて情報量を最大限に抽出する。
- 多種多様の現象やデータを視覚・聴覚・触覚などの情報へ変換して、対話的な方法でデータ内部に潜む複雑な構造や相関関係を解明する。これらの一連の研究手法を高度化することで、核融合科学の未解明問題に挑む。

例えば

- A) 先進プラズマ計測・解析で挑む揺動・ダイナミクス研究
- B) データサイエンスによる予測・判断志向研究を通じたサステナブルプラズマ制御
- C) データ理解への挑戦



A) 先進プラズマ計測・解析で挑む揺動・ダイナミクス研究

核融合としての課題に対するアプローチ

- **揺動計測性能の向上を図るとともに、得られた観測結果に対して、データサイエンス手法を駆使した解析手法の高度化**を行う。シミュレーションとの比較にも高度なデータサイエンスを適用し、今まで明らかにならなかった乱流揺動の輸送特性の解明や揺動データに潜む法則性を発見する。さらには、炉心プラズマ制御を念頭に置いて、外部制御パラメータに対するプラズマの応答を同定する。
- **電磁波の特性**を利用し、燃焼プラズマを見通せる加熱・電流駆動とその粒子集団応答モデルの検証、輸送物理を明らかにする。例えば **α 粒子、高速イオン計測、高時間分解能電子温度・密度計測**において、速度空間上の粒子ダイナミクスから粒子集団応答と粒子閉じ込めや突発的、過渡的なプラズマ現象を理解する。
- 電子工学、光学、量子エレクトロニクス等の理解を基に**マイクロ波、ミリ波、レーザー光などの電磁波源の高性能化や受光技術の向上、及びこれらの統合計測システムと解析手法の深化**を行う。また、機械学習、トモグラフィ等々のデータ再構成アルゴリズム、パターン認識等を含む、データサイエンスの最新の知見に基づいた**高度な揺動・ダイナミクス計測解析手法を実現**する。

B) データサイエンスによる予測・判断志向研究を通じた サステナブルプラズマ制御

核融合としての課題に対するアプローチ

- 核融合炉に求められる定常安定プラズマの実現を目指し、核融合プラズマの諸現象を題材として、プラズマ物理での理解追究と相補的に、「データへの当てはめ」という統計数理・データサイエンスの考え方を採り入れたモデリングを行う。核融合研究で生産される巨大データも利用しながら、核融合プラズマのリアルタイム予測・判断手法を確立する。得られた結果を基に核融合研究をハブとして、統計数理、情報学、データサイエンスの先端分野を開拓する。
- 原型炉に向けてより重要となる安定同位体、放射性同位体の環境における物質循環・移動過程を明らかにするため、分析・測定手法の高性能化とデータ同化などを用いた評価システムの高度化を行う。
- 新手法を地球科学・惑星科学へ展開し、大気圏-水圏-生物圏をつなぐ物質循環過程の理解を進める。

Article | [Open Access](#) | [Published: 16 February 2022](#)

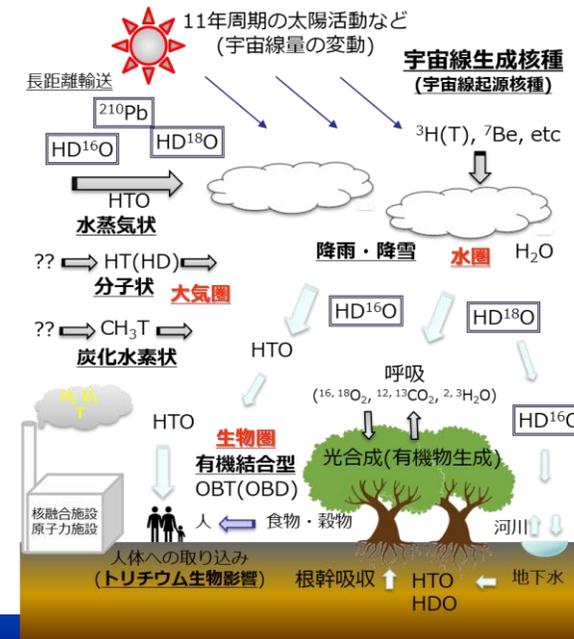
Magnetic control of tokamak plasmas through deep reinforcement learning

[Jonas Degraeve](#), [Federico Felici](#), [Jonas Buchli](#), [Michael Neunert](#), [Brendan Tracey](#), [Francesco Carpanese](#), [Timo Ewalds](#), [Roland Hafner](#), [Abbas Abdolmaleki](#), [Diego de las Casas](#), [Craig Donner](#), [Leslie Fritz](#), [Cristian Galperti](#), [Andrea Huber](#), [James Keeling](#), [Maria Tsimpoukelli](#), [Jackie Kay](#), [Antoine Merle](#), [Jean-Marc Moret](#), [Seb Noury](#), [Federico Pesamosca](#), [David Pfau](#), [Olivier Sauter](#), [Cristian Sommariva](#), [Stefano Coda](#), [Basil Duval](#), [Ambrogio Fasoli](#), [Pushmeet Kohli](#), [Koray Kavukcuoglu](#), [Demis Hassabis](#) & [Martin Riedmiller](#)

Show fewer authors

Nature **602**, 414–419 (2022) | [Cite this article](#)

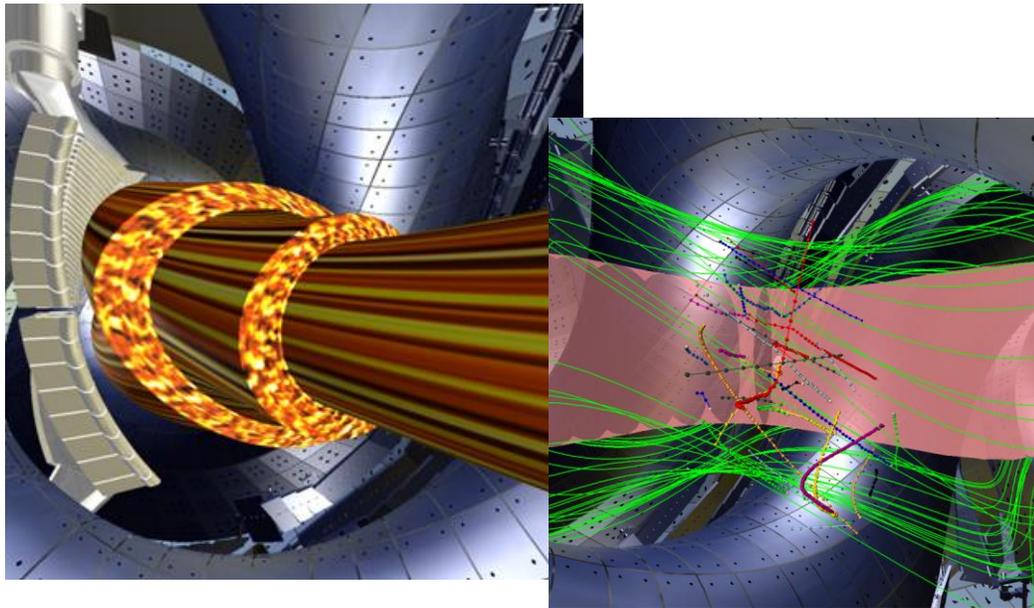
77k Accesses | 2137 Altmetric | [Metrics](#)



C) データ理解への挑戦

核融合としての課題に対するアプローチ

- 3次元+aの解析を可能とするVR表示やコンピュータ・ビジョンなどの表現法，データ科学を使って多次元時系列データの次元削減等による解析や離散データからの偏微分方程式の導出等を研究する．科学知を得るために数値モデル構築や，感覚から，知覚・認知を経て，科学知を得るまでの過程を構造化・定式化して，これまで経験的に行われてきた知的探求プロセスを体系化する．方法論として確立する．これらは，情報学分野といった強く関連する分野のみならず，知覚心理学などとの連携が考えられる．



4D2U@国立天文台

- 「リアルな世界で計測器をプローブとしてノイズの含まれたシグナルを抽出し、また、シミュレーションから多種多様なデータを取得し、それらからパターンを読み出し、人間が理解できる形に表現する。」これは研究者の活動の一部である。
- 計測・解析・表現手法から科学知を得るまでの過程の各要素で他に類を見ない性能や先進性を提示して、その過程を構造化・定式化することで知的探究プロセスを体系化して多くの学術分野とコミュニケーションを図る。

本ユニットに関連する学術キーワード例

レーザー、光工学、スペクトル解析、画像解析、数値最適化、オープンサイエンス、オープンデータ、SCADA、高精度時間同期、SoC、Reconfigurable Hardware(再構成可能ハードウェア)、化学工学、保健物理学、(同位体)地球化学・環境科学、放射線教育学、リスクコミュニケーション、レギュラトリーサイエンス、データ駆動、統計数理モデリング、機械学習、データ同化制御、適応的実験計画、予測・判断根拠、変化点予測、因果推論、特徴抽出、次元縮約、多次元時系列データ、多階層、複合物理、XR(VR,AR,MR)、画像化技術、可視化、可聴化、可触化、対話性、深層学習、情報科学、可視化情報学、コンピュータビジョン、デジタルツイン、アウトリーチ、光渦、ミリ波、深層学習、画像計測、画像解析、情報抽出、データ科学、スパースモデリング、ベイズ統計、ビッグデータ

- 本ユニットの優位性は、核融合コミュニティで実現されている高度な計測技術, データ解析技術, 表現技術と, それらを統合し, 計測器からデータ解析を経て表現する一連の過程をシステムとして捉え高度化するというフレームワークにある。
- また高度に専門化された科学一般にとっても, 原型炉フェーズへと研究が進展する核融合研究にとっても, 「可知化センシング」は重要な役割を果たす。すなわち科学技術の成果を人と社会との調和の上で最も望ましい姿に調整するための科学: 「レギュラトリーサイエンス」を発展させるためには, 評価不能なものを可能とする本ユニットの活動は意義深く先駆的な役割を果たせることが期待できる。

議論よろしくお願ひします。

連絡先 : s&i@nifs.ac.jp