

## ユニットテーマ【再】提案書 (UT-11)

### 1. ユニットテーマ

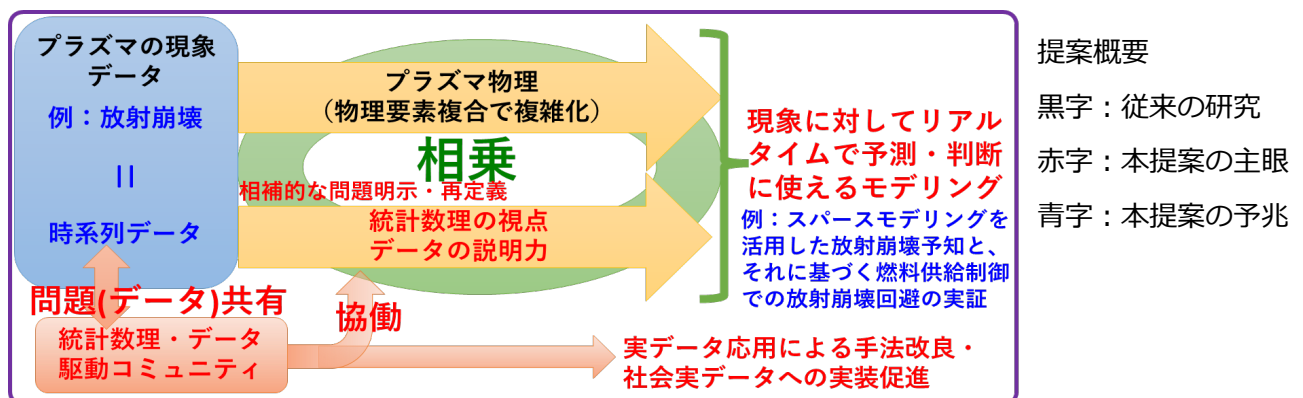
データ駆動予測・判断学 (Data-driven predictive and decision-making modelling)

### 2. 提案者 (氏名・所属) : 共同提案者は割愛

横山雅之・核融合研

### 3. テーマと研究内容の概要

- 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、統計数理・データ駆動 (以下、データ駆動) の考え方を採り入れて、リアルタイムで予測・判断に使うことができるモデリングを行う。
- 諸現象を指し示す言葉ではなく、それらにまつわる「データの問題」として、問題を明示・再定義し、「問題=データ」をデータ駆動分野と共有することで、常に協働する。
- データ駆動分野が直面している「予測性・外挿性」の問題に、実証を伴いつつ挑戦する (「スケーリング則」は本当に「スケーリング」できるのか? や、回帰の外挿 (性能向上の文脈) など)



### ⇒ (10 年間での達成目標、学術的意義)

- 核融合プラズマの諸現象に対して、物理的理解追究と相補的に、現象にまつわるデータの説明力を高めることを追究して、データに基づいたプラズマ挙動予測や事象発生時の判断志向のモデルを創り上げる (その兆しはすでにある: データ駆動手法を用いた LHD プラズマの放射崩壊予知と、その予知に基づく燃料供給制御による放射崩壊回避の実証 (東大大学院生・横山氏ら))
- プラズマ物理、データ駆動の相乗研究を確立するとともに、予測・判断モデリングの成功・失敗事例を学术界・産業界に発信 (事例集) し、データ・手法の問題として超分野で共有、協働
- データ駆動手法の実データへの適用で、手法の改良や社会実データへの実装を促進

### 4. 位置づけ

- 【背景】核融合プラズマ研究において、プラズマ物理の基礎方程式やモデル、および、それらの複合でもデータを説明しきれていない、また、複雑すぎてリアルタイムでの予測や判断に活用することが困難と考えられる多様な問題が存在
- 【着想】現象にまつわるデータの説明力を高める研究軸を導入する ⇒ 【データ駆動】
- 【展望から見た現状】計測や制御ノブが限定される原型炉や商用炉に向けては、活用できるデータは現在と比べて少なくなっていく。このため、多層 (固体~プラズマ、物理階層)・高次空間ス

ケールにわたるハイレベルなデータが豊富である今（理想的なデータ駆動研究環境）のうちに、プラズマ挙動予測や事象発生時の判断志向のモデリングという研究動向を興し、データ・変数縮減がモデルの質にどのように影響を与えるかを定量的に掴んでおく必要がある

- 【特長】本提案の文脈での核融合プラズマ研究の特長は、プラズマ物理という学術基盤が構築されていることである。対象の中身がよくわからないので、制御パラメータを用いた複数モデルのデータへの当てはまりのよさを定量的に評価する情報量規準が生み出された状況とは異なっている。しかし、核融合研究はこの先、中身を詳細に測りきることが困難な時代を迎えるので、情報量規準のような考え方の重要性が増すものとする。

## 5. 研究の方法

- 実験データ、シミュレーションデータ、運転情報などの保有データが研究基盤である。プラズマ閉じ込め概念や実験装置は問わない。
- ユニット参加者（+他ユニットとの交流）の個々のトピックスについて、データ駆動の視点で取り組む。データ駆動分野の研究者との問題（データ）共有・協働を基本とする。
  - ✓ 現実データとのギャップがある課題 ⇒ 【データ同化、統計的機械学習など】
  - ✓ 複雑に絡み合っている現象に対して、各種変数の統計的寄与度を探ることで「現象の糸を解く」⇒ 「統計視点での重要変数」の抽出と、その物理的整合性【情報量規準と物理解釈】
  - ✓ 予測や判断を主眼とする課題 ⇒ 【回帰、分類、クラスタリングなど】 など
- 提案するモデリング手法の性質上、定量的な知見は用いるデータに依存したものとなるため、異なる実験環境にそのまま適用することはできない。しかし、手法自身は適用可能であり、稼働中の実験装置での検証を行うことで、成功・失敗事例を積み上げる。それらに基づいて、プラズマ物理と相補的なデータ駆動視点で問題を明示・再定義する、というサイクルを進める

## 6. 自己評価

### 1) 未来志向であること

- ✓ データ駆動分野の個別手法を、核融合プラズマに集約的に適用していく。手法の導入から始まるが、「実データ」適用に伴う手法の工夫や改良をデータ駆動分野の研究者と協働しつつ行う（分野境界の壁を低くし、常時、問題共有・取り組みを行う⇒10 年後には他分野と言わない）。

### 2) 目標を具体的に示していること

- ✓ プラズマ物理とデータ駆動研究の相乗により、核融合プラズマの複雑な諸現象の説明性を高めるとともに、データに基づいて、プラズマ挙動予測や事象発生時の判断志向のモデルを創る

### 3) 10 年後に学术界に輝くテーマに育つこと

- ✓ 複雑システムにおけるデータ駆動予測・判断モデリングの実用性提示、成功・失敗事例の社会還元を通じて、研究分野を問わない普遍的なテーマに育てる（予測・判断はどこにでもある課題）

### 4) 多様な「個人のテーマ」を包摂できること

- ✓ 核融合研究の全ての要素が対象（プラズマだけでなく、多岐にわたる個人のテーマを包摂できる）
- ✓ プラズマ物理と相補的な視点を持つことで、個人の研究の質的強化・拡がりをもたらす
- ✓ データ駆動分野の研究者にとって、手法の実データ適用・改良・社会実装の促進