

ロードマップ2023

超高温プラズマの「ミクロ集団現象」と核融合科学

自然科学研究機構 核融合科学研究所

核融合研究における学術の役割

- 9. 緊急性
- 10. 社会や国民からの支持
- 2-2. 計画の学術的意義（経緯）

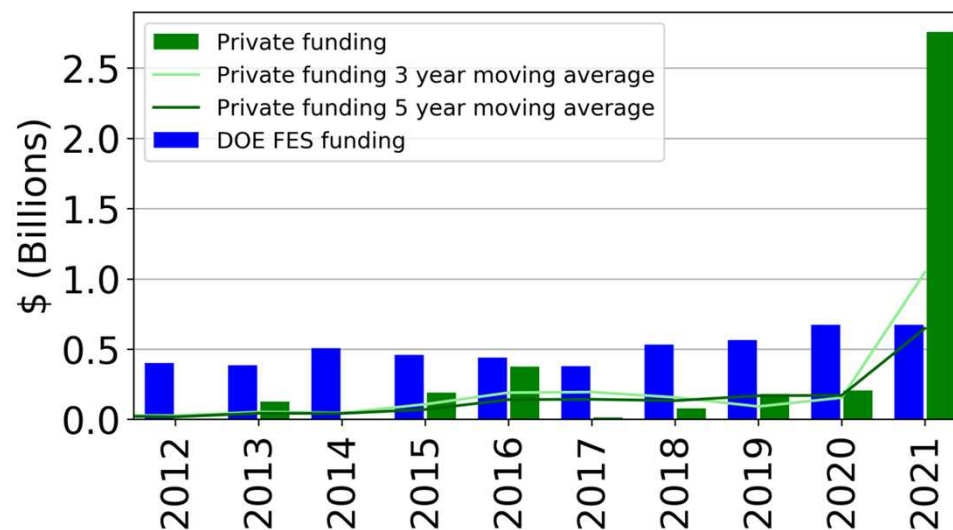
- 核融合はいつできるのか？
- 核融合ベンチャーの勃興 社会からの期待の大きさ

内閣府 『フュージョンエネルギー・イノベーション戦略』（2023年4月）

学術研究の役割

- 核融合技術の科学的不確実性の低減
- イノベーションを駆動する科学的指導原理の確立

米国における核融合研究費の推移

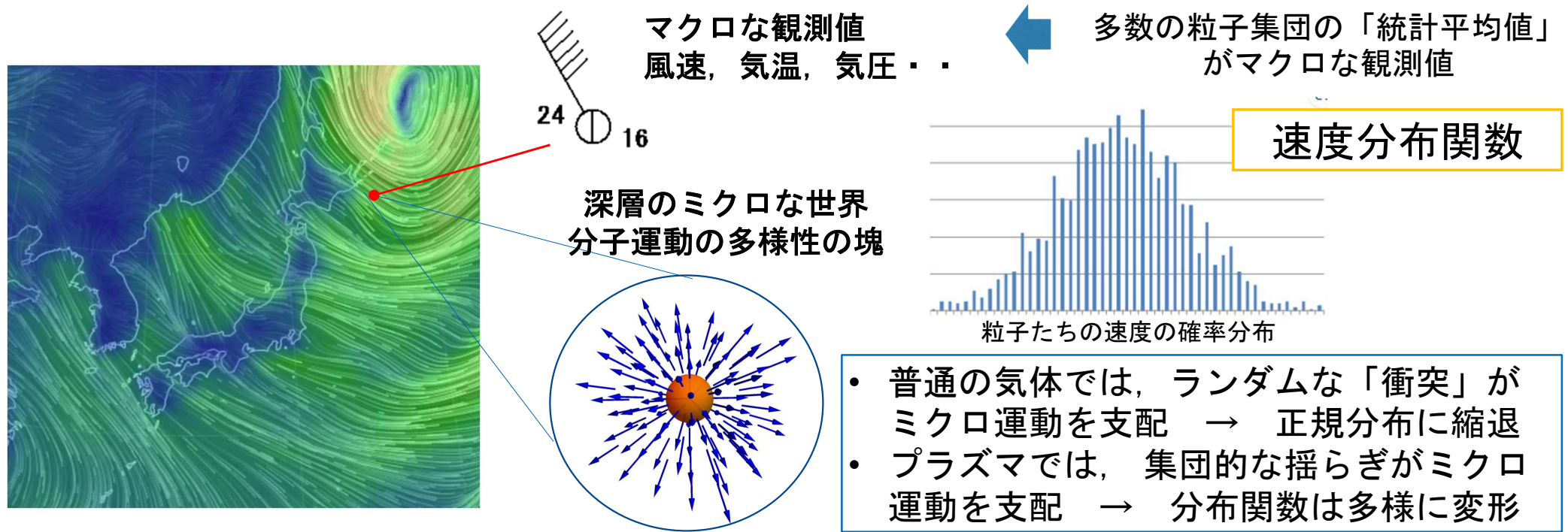


出典 : <https://science.osti.gov/-/media/fes/pdf/fes-presentations/2022/Wurzel---PPP-Lightning-round-talk.pdf>

科学目標：核融合プラズマを支配するミクロ集団現象

1. 科学目標
2-1. 計画の学術的意義

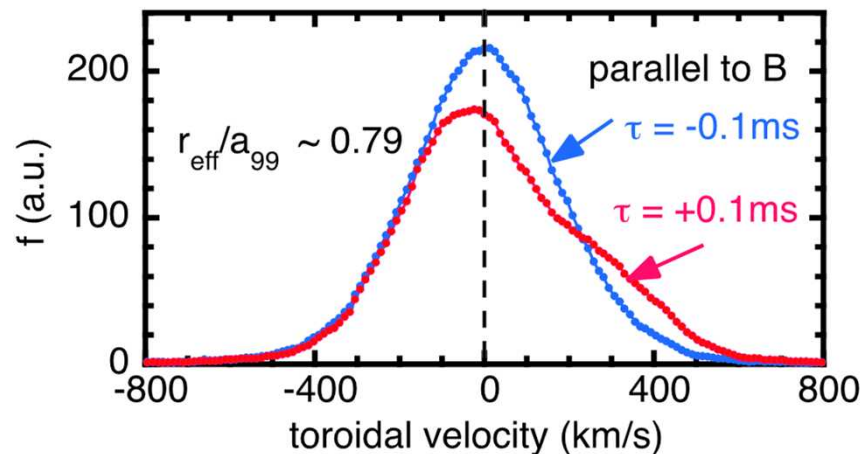
- **科学目標**：超高温プラズマの振る舞い（核融合炉心，宇宙・天体に共通）を支配する「ミクロ集団現象」の物理を確立する。
- **方法**：「集団的な揺らぎ」を創発する「ミクロ階層」に分け入り「速度分布関数」を直接計測。
- **アウトカム**：「集団的な揺らぎ」が引き起こす「閉じ込めの劣化」や「崩壊現象」の原因を解明し，核融合技術の科学的不確実性を低減．流転する万象に通底する集団現象の理解を深化．



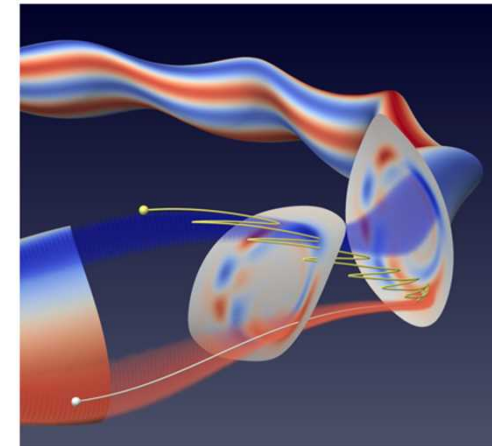
現代プラズマ物理のフロンティア

1. 科学目標
- 2-3. 計画の学術的意義（実績）

速度分布関数の高精度・高時間空間分解能計測



速度分布関数の突発的変化を精密に計測
(世界最高性能の荷電交換分光計測)



電場の揺らぎ（カラーコード）の中の
多様な粒子軌道
(世界最高性能のミクロ・マクロ階層連結
シミュレーション)

ミクロ集団現象：速度分布関数でプラズマを理解
量子論：波動関数で物質を理解

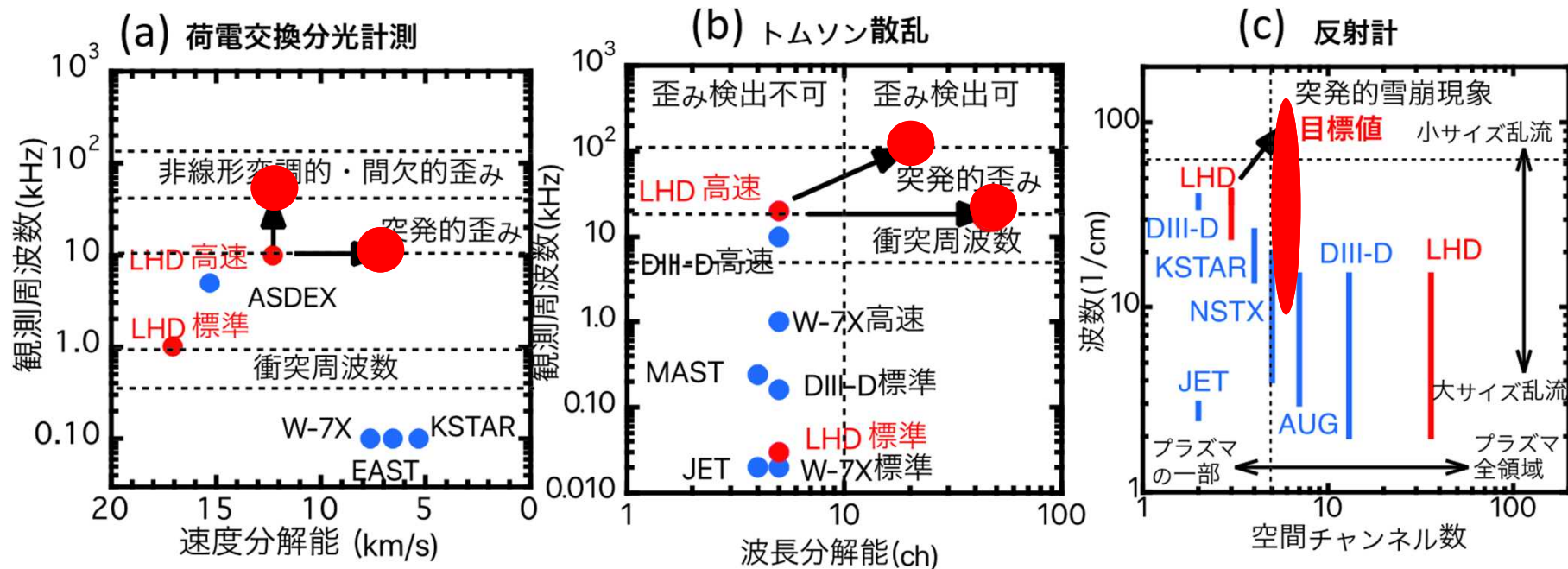


プラズマ・イノベーション
デバイス・イノベーション

世界をリードする高時空間分解能計測

1. 科学目標
- 2-1. 計画の学術的意義

LHDプロジェクトの中で築いてきた世界をリードする計測器群の時間・空間分解能



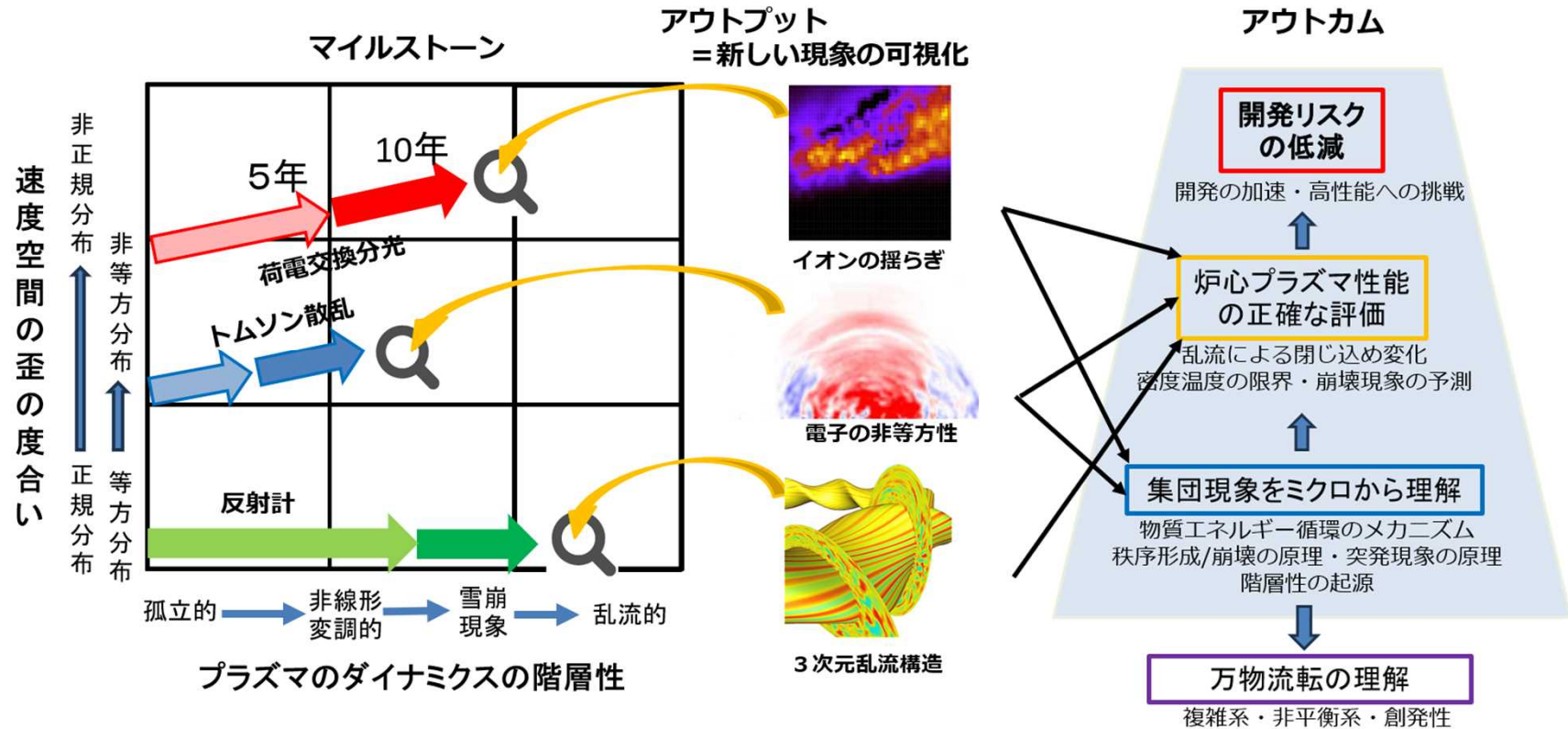
- 桁違いに高い分解能により、スケールの限界を超えて新たな世界を解明
- 世界一の精度でプラズマの内部を診断する「CT」．世界から多くの共同研究受け入れ
- これらの計測性能を更に強化し世界をリードする

高時空間分解能計測が開明するミクロ集団現象

1. 科学目標
マイルストーン,
アウトプット, アウトカム

計測性能を未踏の領域へ高める

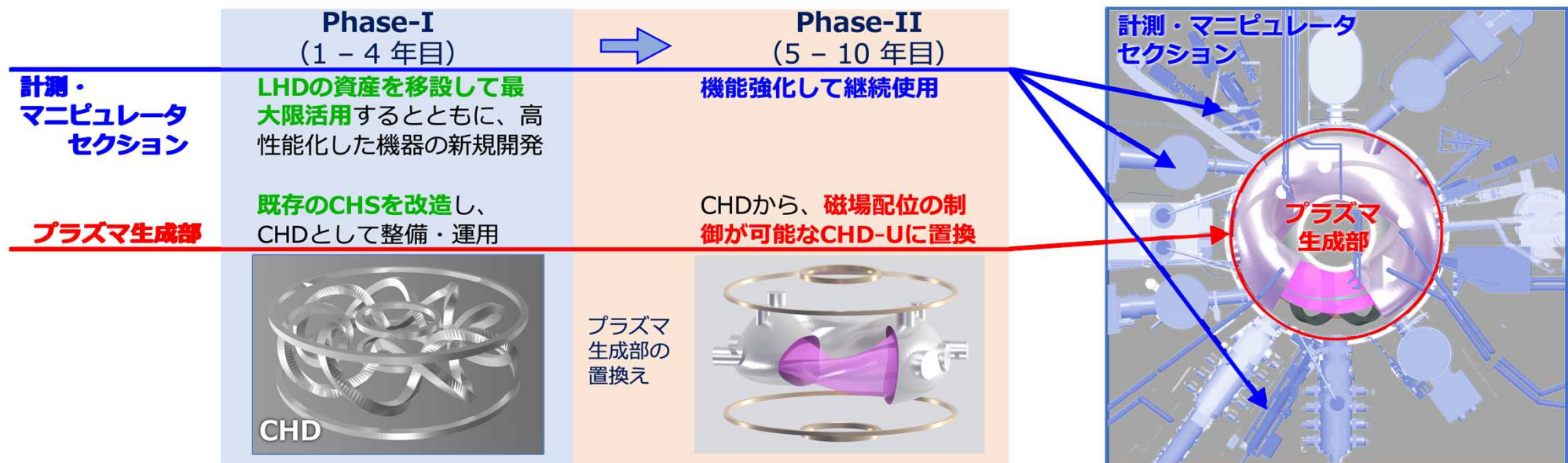
→ これまで見えなかった速度分布関数の歪と現象の複雑性との関係を可視化



基本戦略： 大型化から高精度化へ

7. 計画の妥当性
8. 戦略性

- ミッションの整理
開発研究＝パラメタ（結果）の向上 ↔ 学術研究＝メカニズム（原因）の究明
- 核融合科学の持続可能な発展
「プラズマ生成部の操作性 & 計測システムの精度・分解能」の相互発展
- LHD（現行プロジェクト）の資産を最大限に活用



順次コンポーネントを更新しながら性能を高めてゆく連続性のある計画

学際的研究体制 若手のリーダーシップ

3. コミュニティの合意・サポート体制
4. 若手研究者等の人材育成
5. 計画の実施主体
6. 共同利用・共同研究体制

- 核融合分野に限らず宇宙・天文，原子分子，数理などの広い分野との議論を通じて立案.
- 所内外の学際的なメンバーで構成される共同研究チームである6つの「ユニット」が連携して推進.
- 全国の研究者が参加し，2年間の議論を経て「ユニット」を構築.
- 若手研究者（30代～40代）が議論をリード. ユニットリーダーの平均年齢は45歳

