

高エネルギー粒子閉じ込め・ 放射線科学

2021年5月24日

提案者:核融合科学研究所 小川国大

本ユニットの概要

～10年後を見据え～

- 10年後の203X年は、ITERのD実験或いはDT実験が行われる時期である。
- 核融合炉実現における最大の課題の一つであるアルファ粒子閉じ込め実証への貢献を目指す。
- 特に、対称性・保存量と高エネルギー粒子閉じ込めの定量化、波動と高エネルギー粒子の相互作用理解の高度化について取り組む。
- 高エネルギー粒子閉じ込め物理解明に必要な放射線計測器を開発する。特にチャレンジングな速度分布計測。
- 本ユニットで開発した計測器をもって、放射線科学への展開を行いたい。

課題

高エネルギー粒子閉じ込め研究

- アルファ粒子・ビームイオン等の挙動解明
- ・ 磁場の対称性・非対称性と
 - 高エネルギー粒子閉じ込めとの相関
 - ・ 高エネルギー粒子と波の相互作用
 - ・ 高エネルギー粒子物理のための計測器開発

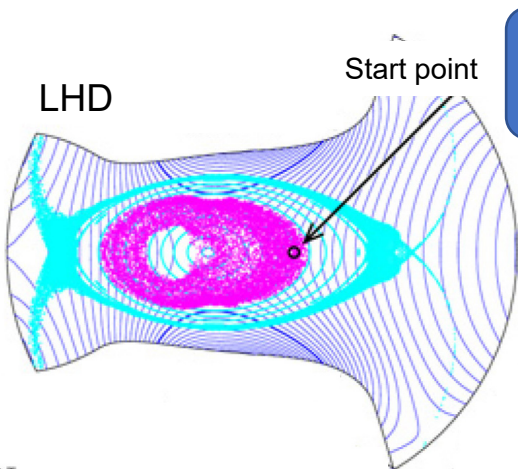
核融合 放射線 科学

放射線科学

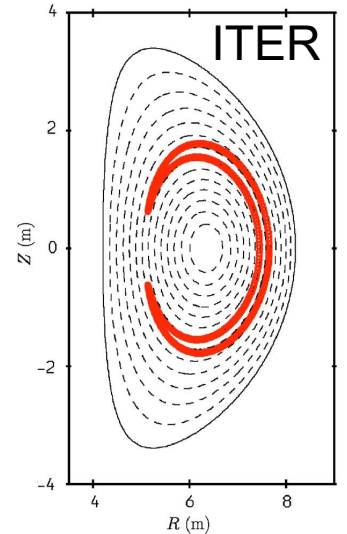
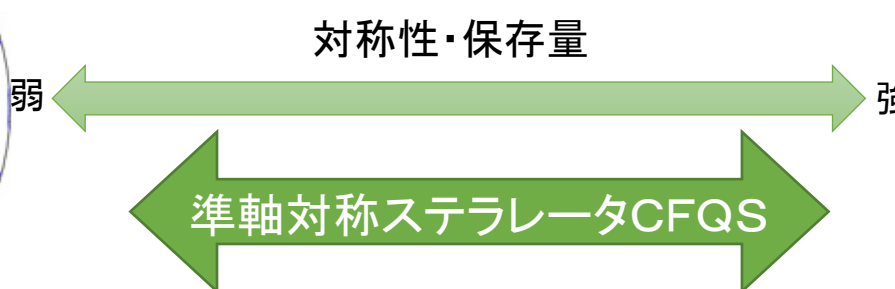
- RI 規制法の下における
初のクリアランス適用に向けた研究
- ・ 放射性同位元素の測定・処理
- リスクコミュニケーション及びパブリックアクセプタンス
放射線診断・医療応用・社会実装
同位体トレーサーを使った物質移動解明

人材育成

高エネルギー粒子閉じ込め研究 ～古典的な閉じ込め～



対称性・保存量と閉じ込め性能の定量化

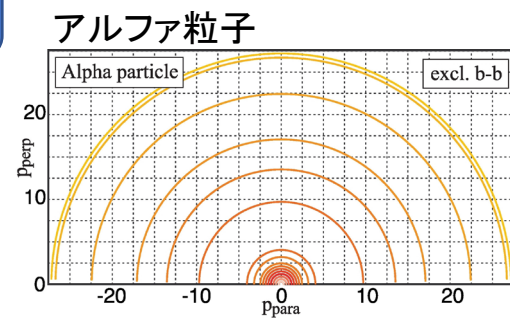
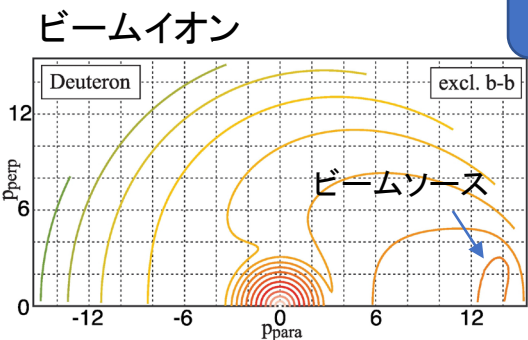


完全軸対称、プラズマ電流効果

非軸対称から軸対称への接続
⇒ 対称性を問わない閉じ込め性能の普遍化

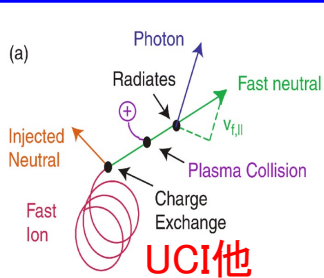
高エネルギー粒子閉じ込めに課題

速度分布と高エネルギー粒子閉じ込め



ビームイオンとアルファ粒子との接続 ⇒ 速度空間分布の差違
速度空間情報については、専ら数値シミュレーションに依存 ⇒ 速度分布関数の実測
実験で得た速度空間分布に基づく数値シミュレーション ⇒ 定量性の向上

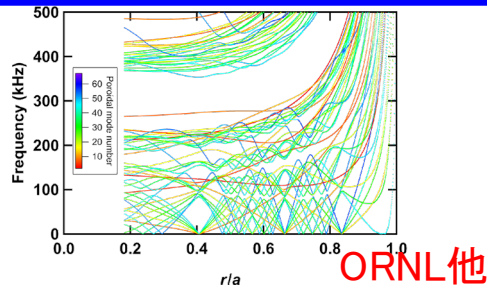
高エネルギー粒子閉じ込め研究 ～波と粒子の相互作用～



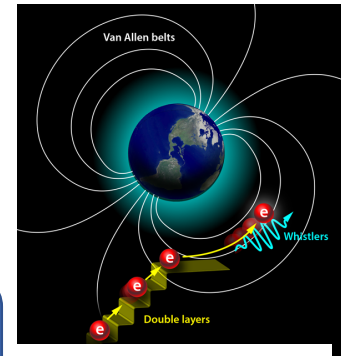
UCI他



北京大他



ORNL他



⇒ホイスター波

高エネルギー粒子

励起過程?

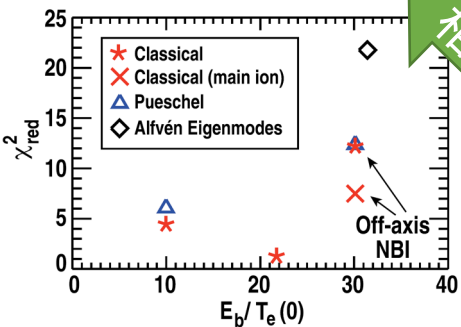
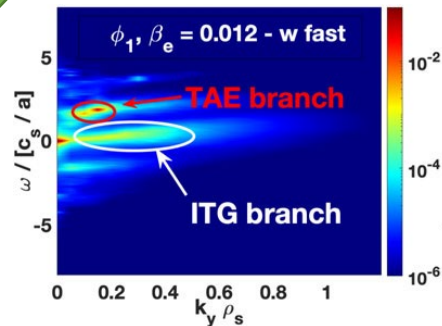
高エネルギー粒子
励起MHD不安定性

輸送

相互作用?

乱流

抑制/促進?



- 高エネルギー粒子励起MHD不安定性の励起:高エネルギー粒子の実・速度空間分布
⇒速度空間分布計測・速度空間分布を考慮したモデリング ⇒ ITERのアルファ粒子と接続
- アルヴェン固有モード:トロイディシティ、楕円度、三角度、ヘリシティによるカップリング
⇒上記を包含する準軸対称ステラレータCFQSはアルヴェン固有モードの体系化に適す
- 乱流と高エネルギー粒子の相互作用、アルファチャネリング

核融合放射線計測技術の放射線科学への展開

LHD重水素実験で培った放射線計測技術



放射線・ビーム科学、同位体地球科学

放射線科学 ～放射線・ビーム科学～

核融合研究で培った放射線・ビーム技術

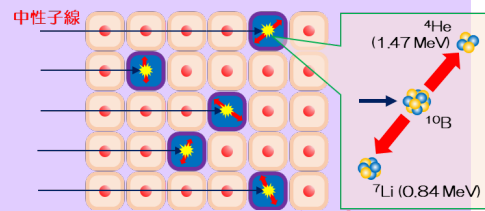
クリアランス



QST他

医療応用

がん治療(ホウ素中性子捕捉療法)



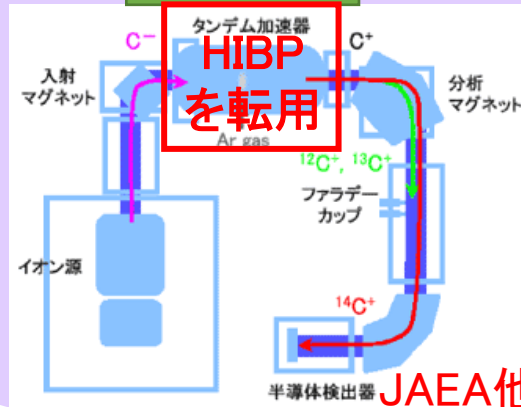
名古屋大、大阪大他

宇宙開発



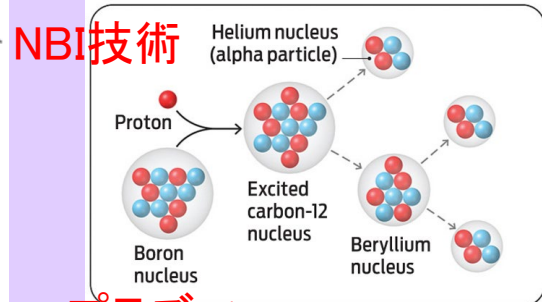
JAXA他

年代測定



JAEA他

新型核融合(p-¹¹B)



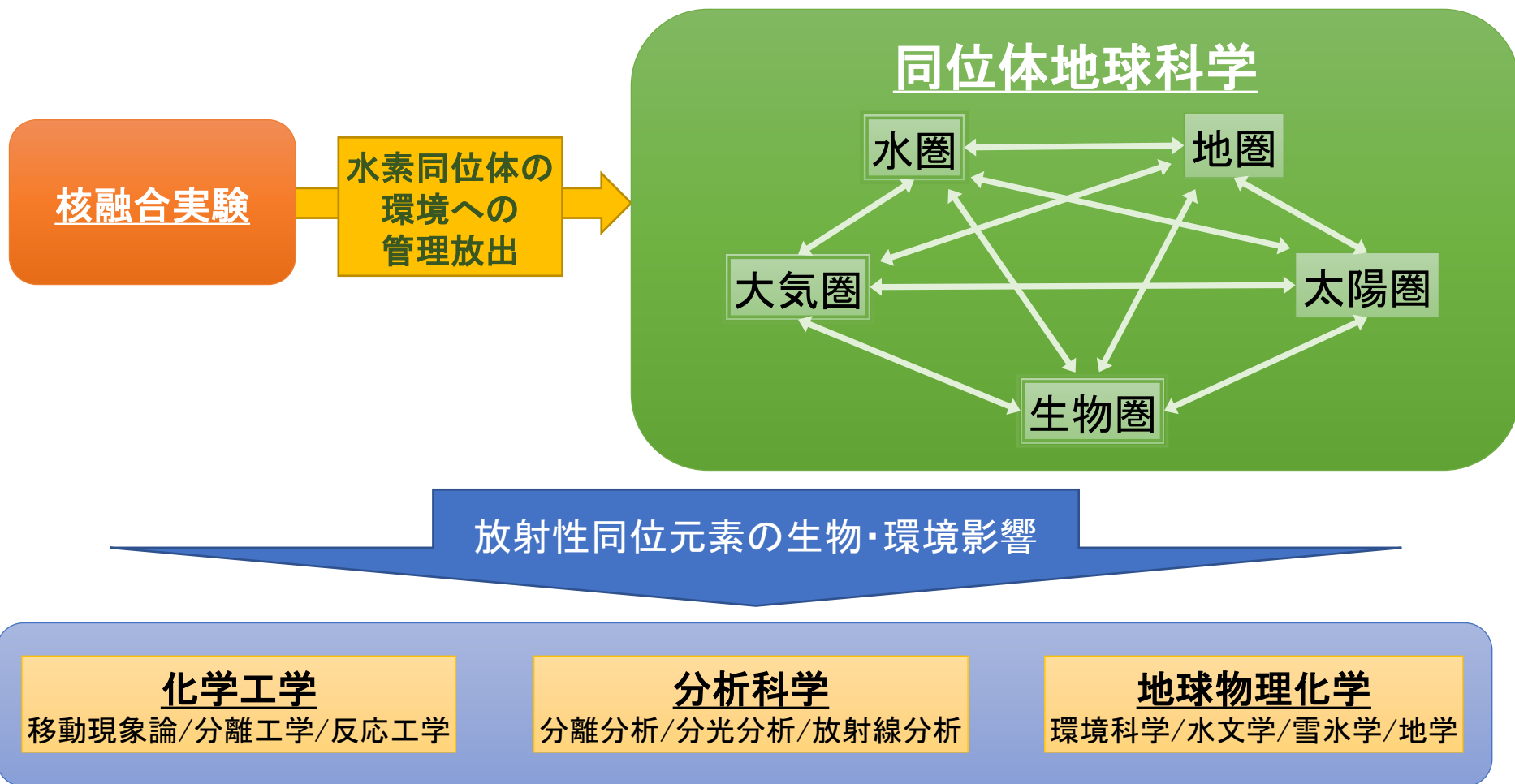
プラズマ

TAE他

核融合技術の拡大発展・異分野展開

放射線科学 ～同位体地球科学～

安定・放射性同位元素を利用し、微量元素の同位体分析から環境中の物質循環、環境・生物の影響・挙動を調べ、**放射性同位元素の生物・環境影響**を明らかにする。



組織案

高エネルギー粒子閉じ込め研究

QST、京都大学、富山高等専門学校、九州大学、北海道大学、東北大学

UCI・GA・ORNL(米)、IPP(独)、KFE(韓)、西南交通大学・ASIPP・SWIP・北京大学(中)、成功大学(台)

他

NIFS

放射線科学

名古屋大学、大阪大学、近畿大学、徳島大学、JAXA、弘前大学、琉球大学、九州大学、国立環境研究所、JAEA、マハサラカム大学(泰)、パノニア大学(洪)
他