



# 多体系多相大循環制御研究

田村直樹

第5回ユニット構築会議/  
学術実験プラットフォーム検討会議  
2021年5月10日(月)

## 磁場閉じ込め装置内全体で起きる現象に関する研究

- **多体系**      水素同位体、不純物(ヘリウムなど)
- **多相**        物質の4態(プラズマ $\rightleftharpoons$ 気体 $\rightleftharpoons$ 液体 $\rightleftharpoons$ 固体)
- **大循環**      プラズマ閉じ込め装置内における移動全般
- **制御**        還元、除去

プラズマとなる粒子はどこから来たのか プラズマであった粒子はどこへ行くのか

## DT核融合炉における最重要課題の一つ: He灰の除去

コアプラズマ内で生成されたHe灰は、装置から全て排出されることはなく、装置内で循環する → “He灰の循環”を制御しなければ核融合炉は成立しない

- “トリチウムの循環”も同様

## これまでの研究

- コアプラズマから不純物(含He灰)をどうやったら排出できるか？
  - 対向壁における粒子保持特性、リサイクリング特性
- など、“循環”を構成する“素過程”に関する研究がほとんど...と思われる

**素過程研究の総和で“循環”を理解、制御できるか？**

**個の集合 → 全体？(加法的？、非加法的？)**

- 磁場閉じ込めプラズマ装置内の様々な過程が複雑に絡み合った物質(粒子)大循環を総体として理解するために必要なモデルの構築
- 構築した物質大循環モデルに基づく物質(粒子)大循環の連続的かつ選択的制御手法の開発

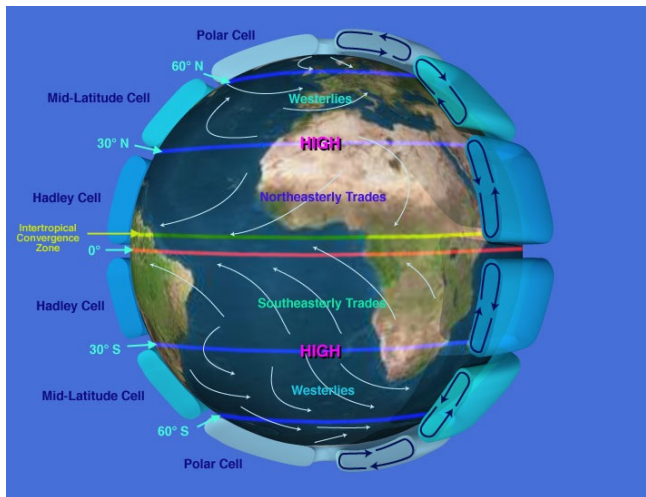
研究のキーワード: 万物流転、拡散、移流、循環、…

実験、モデリング、数値実験は当たり前 → どこに着目するか？

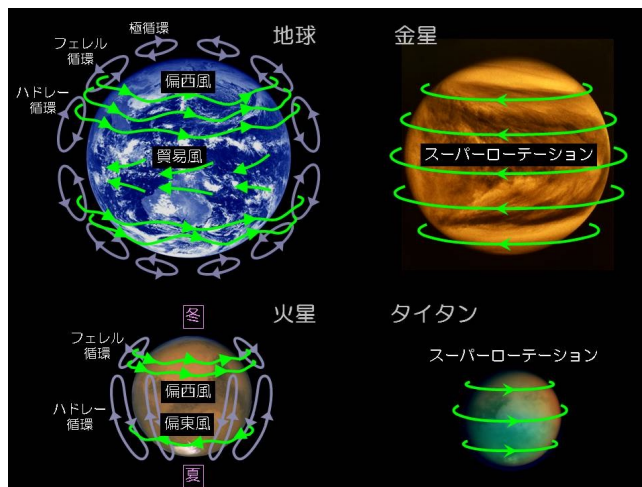
- 磁場閉じ込めプラズマ装置内の様々な過程が複雑に絡み合った物質(粒子)大循環を総体として理解するために必要なモデルの構築
  - ✓ 水素同位体循環、ヘリウム循環、…、これらの相互作用
  - ✓ “素過程”ではなく、“現象総体” のマイクロ-メゾ-マクロ相互作用 など
- 構築した物質大循環モデルに基づく物質(粒子)大循環の連続的かつ選択的制御手法の開発
  - 循環の輪を...
  - ✓ 断ち切る: ヘリウム排気装置の開発、高周波電場によるヘリウム追い返し
  - ✓ 制御ループ(バイパス)の導入: ヘリウムホットスポット?の導入、...

# 研究への取り組み方: 協力が欲しい専門領域

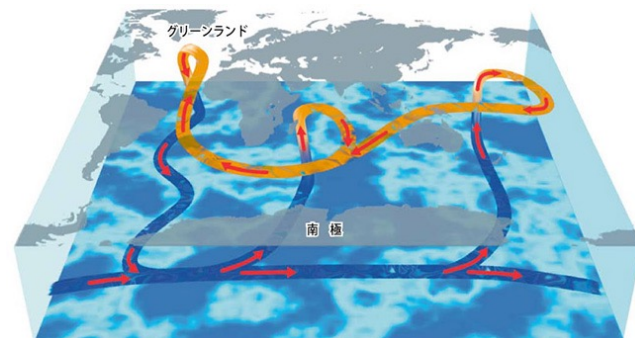
物質(粒子)大循環は、自然界にも多く見られる現象である  
地球も含めた惑星大気大循環、海洋大循環、プラズマ循環(電離圏-磁気圏)など



出典 NASA JPL  
<https://sealevel.jpl.nasa.gov/ocean-observation/understanding-climate/the-earth/>



出典 JAXA  
[https://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/sci\\_meteor.html](https://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/sci_meteor.html)



出典 JAMSTEC  
[http://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/quest/20181012\\_2/](http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/quest/20181012_2/)

「循環の学理」構築を進めている分野からの視点は、役に立つと考えられる

- モデリング手法、大規模シミュレーション手法など

## LHD

- Multi-ion plasma TGによる戦略的データ取得、既存データの有効活用

## QUEST, W7-X, JT-60SA(ITER)

- LHDの成果を多点展開し、実験・モデリング・数値実験の発展させる
  - ✓ 多様な装置を用いることで、知見の一般化を狙う
  - ✓ QUESTでは、核燃焼模擬実験も志向しており、高い親和性  
→ 所外コアメンバ、所外研究協力者としての参画が期待できる