

波動を介したエネルギー輸送研究

1. 波動を介したエネルギー散逸・伝達機構の一般的理解を進める
(普遍的な研究テーマ)
2. プラズマ実験、シミュレーション研究 (手段)
3. 核融合プラズマにおける新しい加熱/計測/解析手法の開発
(将来展開)
4. 研究目標：10年後に何をどこまで明らかにするか？

ユニット研究テーマの位置づけ

新ユニット

核融合を志向した
プラズマの加熱

新しい加熱機構・手法

(含 α チャネリング)

従来の加熱

- ✓ 共鳴加熱(ECH, LHW, ICRF)
- ✓ 衝突加熱(NBI)
- ✓ 誘導加熱(OH)

認識されてきた

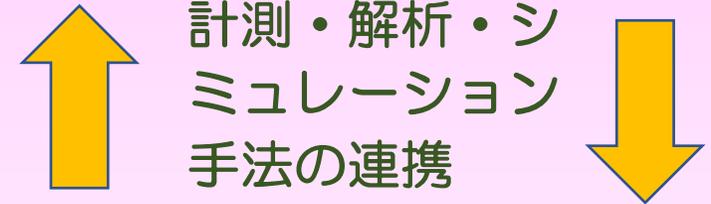
期待していたより
加熱されない・閉
じ込められない



- ✓ 過渡的な不安定性
励起
- ✓ 非衝突粒子の発生
- ✓ 揺動による散乱
- ✓ シナリオ外の粒子
種加熱

背景物理

実験室プラズマを用い、
背景物理の理解を進める



自然界の波動に見られるエネル
ギー散逸(変換)現象と共通

- ✓ 運動論的不安定性
- ✓ 異常ドップラー共鳴
- ✓ パラメトリック不安定性
- ✓ 非共鳴周波数加熱

背景物理を同じくする現象

核融合を指向したプラズマ中の現象

NBI, Fusion born 粒子由来の TAE, ICE

逃走電子の、Whistler波によるピッチ角散乱がもたらすECE強度増大

共鳴層における電磁波-静電波モード変換時の、低周波数波動励起

2.45GHz による非共鳴加熱プラズマ立ち上げ

背景物理

運動論的不安定性
(正の速度勾配)

異常ドップラー共鳴

パラメトリック不安定性
(三波共鳴)

非共鳴周波数加熱
(プラズマメメーザー)

(相互に関係しあっている)

自然界で観測される現象

電磁イオンサイクロトロン(EMIC)放射

コーラス波によるオーロラ中電子の散乱

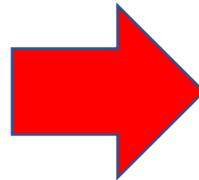
磁気圏における第二高調プラズマ振動の励起

太陽コロナイオン加熱？

研究目標・手段の設定

- ✓ 10年後に、同じ普遍的な研究テーマを持つ研究者の論文に常に参照されるような成果をあげられるか？
- ✓ 多様な個々の研究テーマを内包できるか？
- ✓ 核融合研究に還元できる成果が得られるか？
- ✓ NIFS のレガシー(人的・物的資源)を生かせるか？

- 幅広い密度領域で速度空間分布が制御できる(正の速度分布、無衝突粒子生成)
- アルヴェン波 ~ 電子サイクロトロン高調波まで、相互作用を調べられる

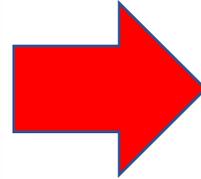


- 高空間・時間分解能の波動(揺動)計測、パラメータ計測
- プラズマ体積に比して**大電力密度の加熱**、高エネルギー粒子への**選択的加熱**
- 再現性の良いプラズマ
- 精度良い熱・漏洩波測定

「非線形波動物理過程を含んだエネルギー収支の定量的評価」

必要な研究基盤

- 高空間・時間分解能の波動(揺動)計測、パラメータ計測
- プラズマ体積に比して**大電力密度の加熱**、高エネルギー粒子への**選択的加熱**
- 再現性の良いプラズマ
- 精度良い熱・漏洩波測定

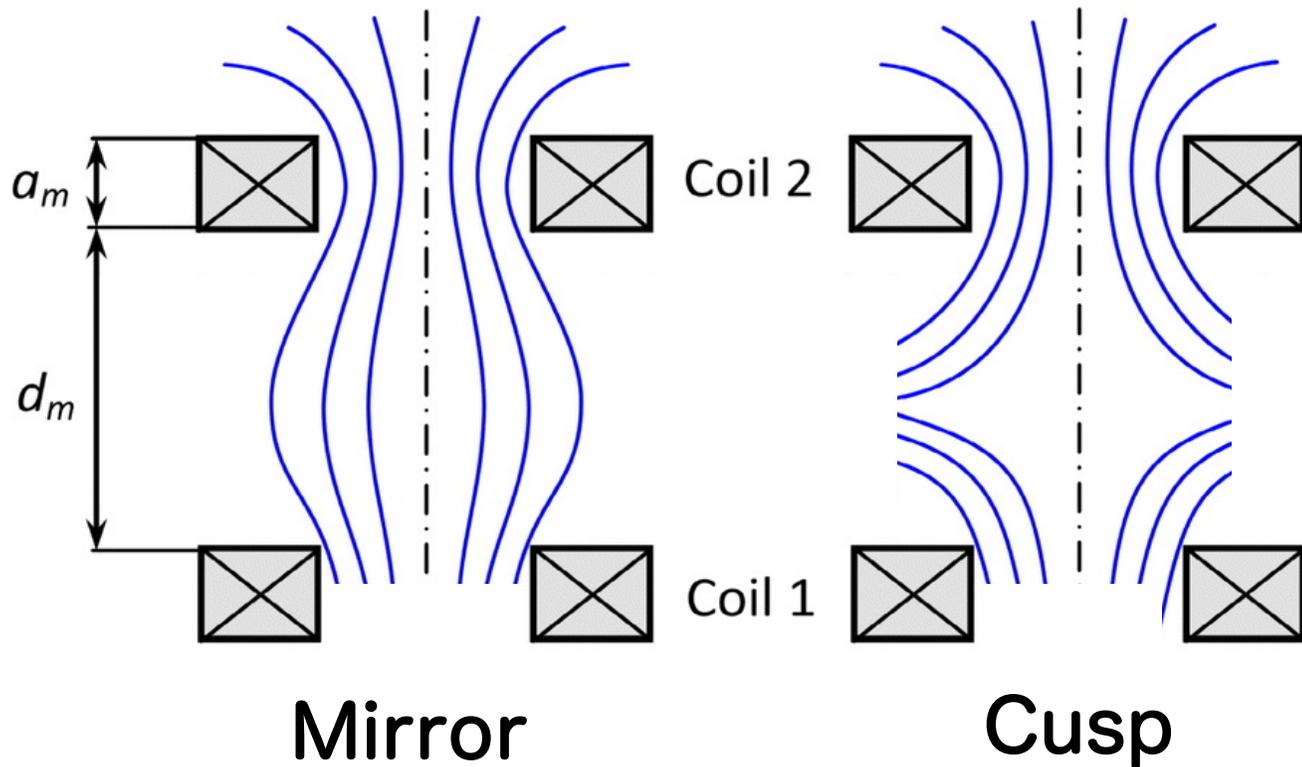


- 空間分解能の高いミリ波計測を取り入れるには磁場は高い方が良い
- **~3T** だと既存加熱源、ミリ波計測が流用できる
- 大電力密度加熱を行うには、LHDの体積は大きすぎる
- 軸対称系の方が収支計算が容易
- 熱測定は長時間放電が望ましい

Mirror/Cusp 切り替え閉じ込め、(定常)強磁場実験装置 ???

Mirror/Cusp 切り替え閉じ込め装置

[Reviews of Modern Plasma Physics](#) volume 3,
Article number: 7 (2019): Fig. 21 (b) から流用



- 大電力密度加熱による速度空間分布制御ノブ
 - 幅広い周波数領域にわたる揺動計測
 - 精度良い熱測定
- を備えられれば他装置にない強みになる

まとめ

「波動を介したエネルギー輸送研究ユニット(仮)」では、

1. 波動を介したエネルギー散逸・伝達機構の一般的理解を進める
(普遍的な研究テーマ：粒子-波動/波動-波動相互作用)
2. プラズマ実験、シミュレーション研究(手段)
3. 核融合プラズマにおける新しい加熱/計測/解析手法の開発
(将来展開)
4. 非線形波動物理過程を含んだエネルギー収支の定量的評価を
研究目標として設定する
5. Mirror/Cusp 切り替え閉じ込め装置を研究基盤の一候補として
考える