

# ヘリカル系プラズマの研究

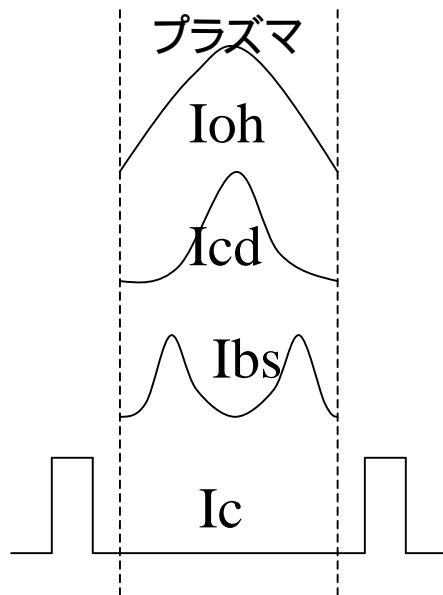
核融合科学研究所 居田克巳

核融合研究開発基本問題検討会  
平成 15 年 7 月 1 日 中央合同庁舎第 4 号館

- 1 ヘリカル型装置の特徴
- 2 閉じ込め比例則の信頼性の向上
- 3 高性能閉じ込め状態の定常維持
- 4 高ベータ値の達成
- 5 閉じ込め研究の進展への寄与
- 6 ヘリカル研究の今後の展望

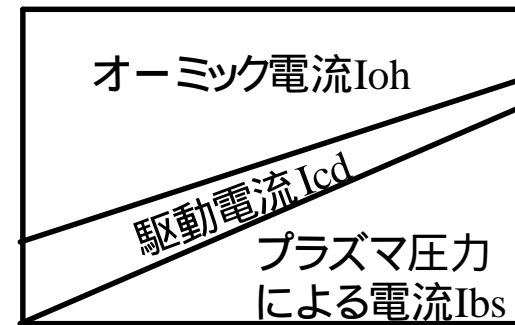
# ヘリカル型装置の特徴

閉じこめに必要な磁場のねじれ角を外部コイルで作るのがヘリカルで内部電流で作るのがトカマク

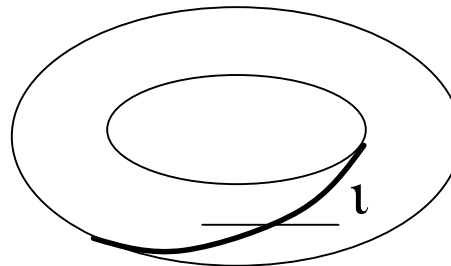


ヘリカル型装置はトカマク型装置に比べ、プラズマ周辺部の回転変換が大きい、中心部は小さい。(周辺部の閉じこめが良好)

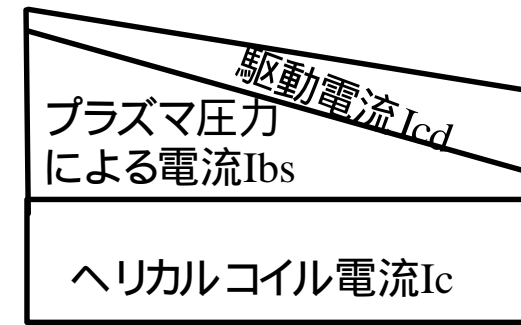
トカマク型装置  
ピークした電流分布



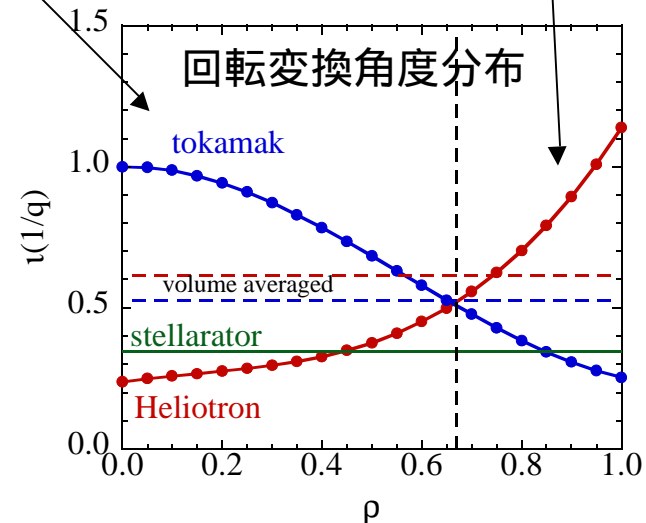
高ベーター



ヘリカル型装置  
ホロー電流分布



高ベーター



# 閉じ込め比例則の信頼性の向上

比例則

$$t_E^{ISS95} = 0.079 \times a^{2.21} R^{0.65} P^{-0.59} n_e^{0.51} B^{0.83} i_{2/3}^{0.4}$$

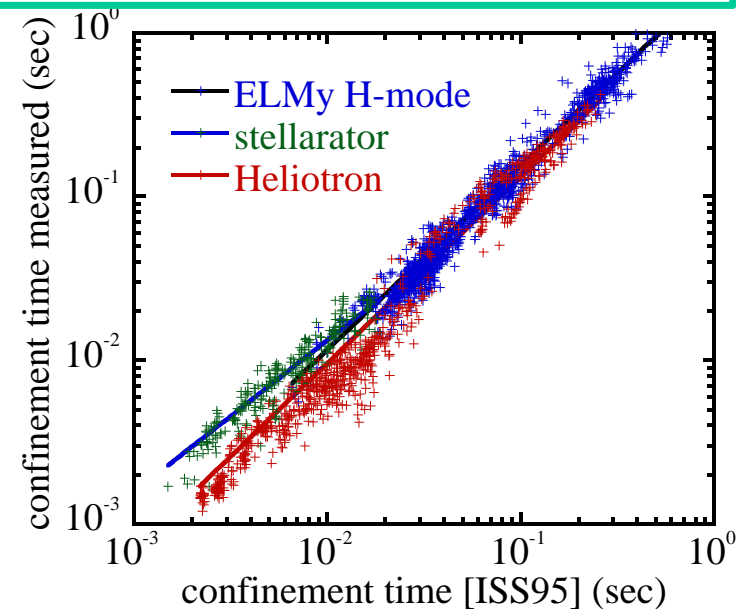
閉じこめ時間 (プラズマエネルギー/加熱パワー)

= (プラズマ小半径)<sup>2.2乗</sup> × (プラズマ大半径)<sup>0.65乗</sup>  
× (加熱パワー)<sup>-0.6乗</sup> × (プラズマ密度)<sup>0.5乗</sup> × (磁場強度)<sup>0.8乗</sup>  
× (平均的な回転変換角度)<sup>0.4乗</sup>

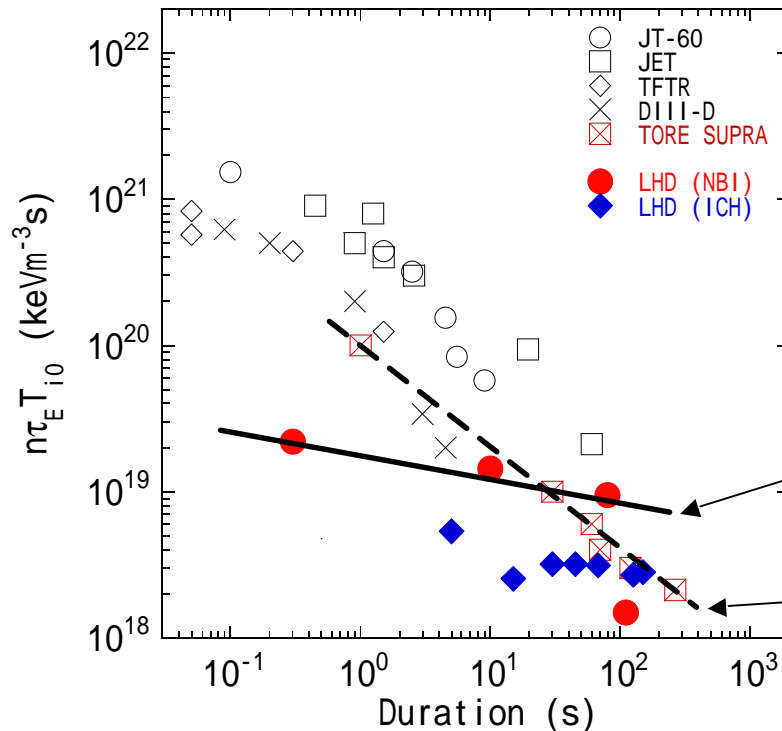
比例則に必要なデータが2桁の範囲において得られ、比例則の信頼性が飛躍的に向上した。

トカマクのELMy H-modeと同程度の閉じこめ時間が得られた。

(プラズマ電流を平均的な回転変換角度に置き換えた)



# 高性能閉じ込め状態の定常維持



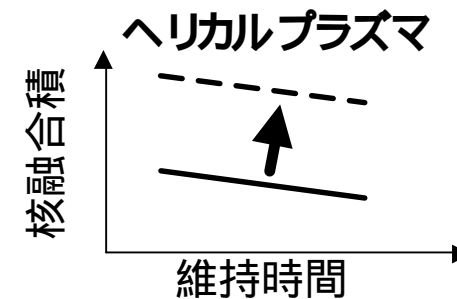
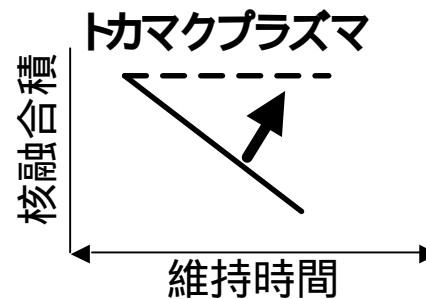
100秒程度のロングパルス放電においては、

LHD(R=3.6m/a=0.6m/B=3.0T)で得られた核融合積は同サイズのトカマク Tore Supra (R=2.25m/a=0.7m/B=4.5T) と同レベルである。

ヘリカル閉じこめ性能は、放電時間が長くなっても、核融合積はあまりさがらない。

トカマクの高閉じ込め放電は過渡的なものが多く、放電時間が長くなると、核融合積が下がる。

研究開発の方向

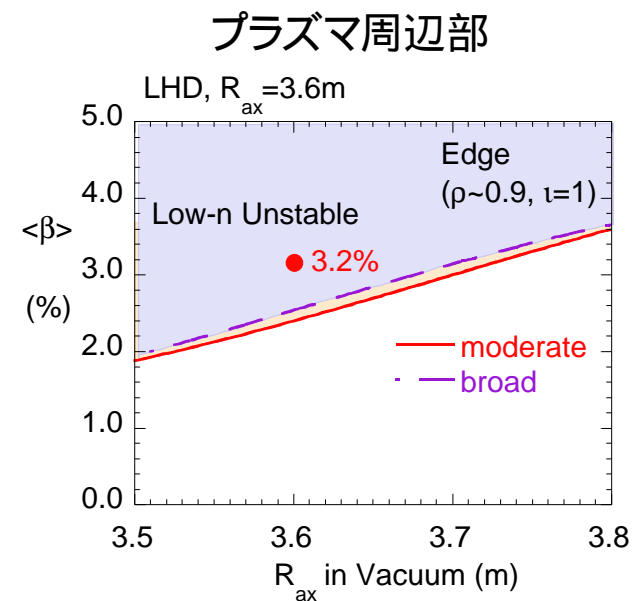
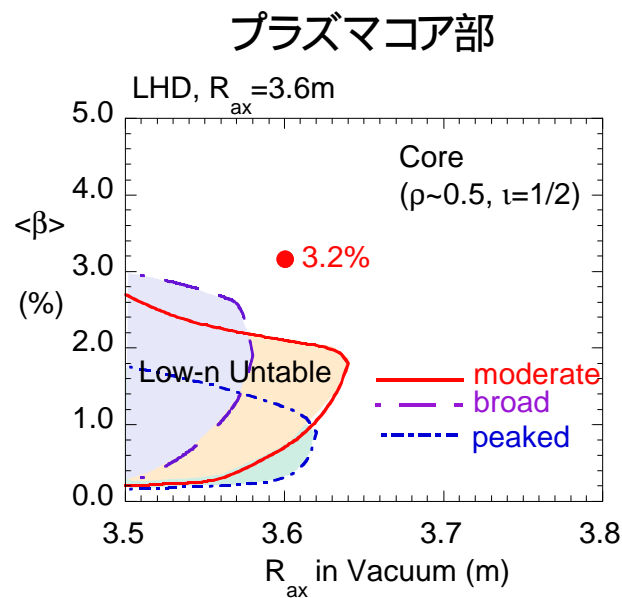


# 高ベータ値の達成

ベータ値3.2%が得られた。コア部では安定、周辺部では不安定領域に少し入っている。

しかしながら、ベータコラップスなどのMHD現象は起こっていない。  
(ディスラプションも観測されていない)

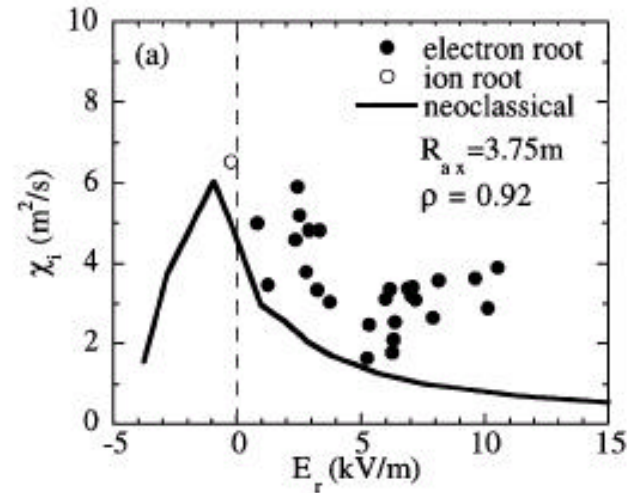
加熱パワーの増加を行い、より高ベータを目指した実験が計画されている。



# 閉じ込め研究の進展への寄与

## 1 新古典理論輸送に関する研究

低衝突領域で電場の遷移と、それに伴う新古典理論輸送の低減が観測された。ヘリカル系で問題とされている新古典輸送の電場による低減を実験的に検証した。

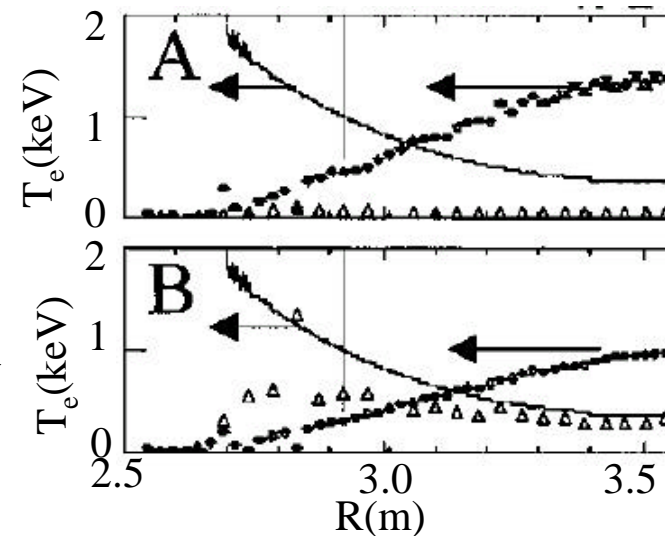


## 2 電場の遷移と乱流輸送に関する研究

トカマクの輸送障壁の物理機構に関して知見を与えた。

## 3 磁気島の自己修復機構に関する研究

トカマクで問題になっている新古典テアリングモードの抑制に知見を与えた。



# ヘリカル研究の今後の展望

