

資料 第5-3号
平成9年6月17日
ITER計画懇談会
第5回会合

ITERの課題と対策

－プラズマ関連事項－

日本原子力研究所
吉川 允二

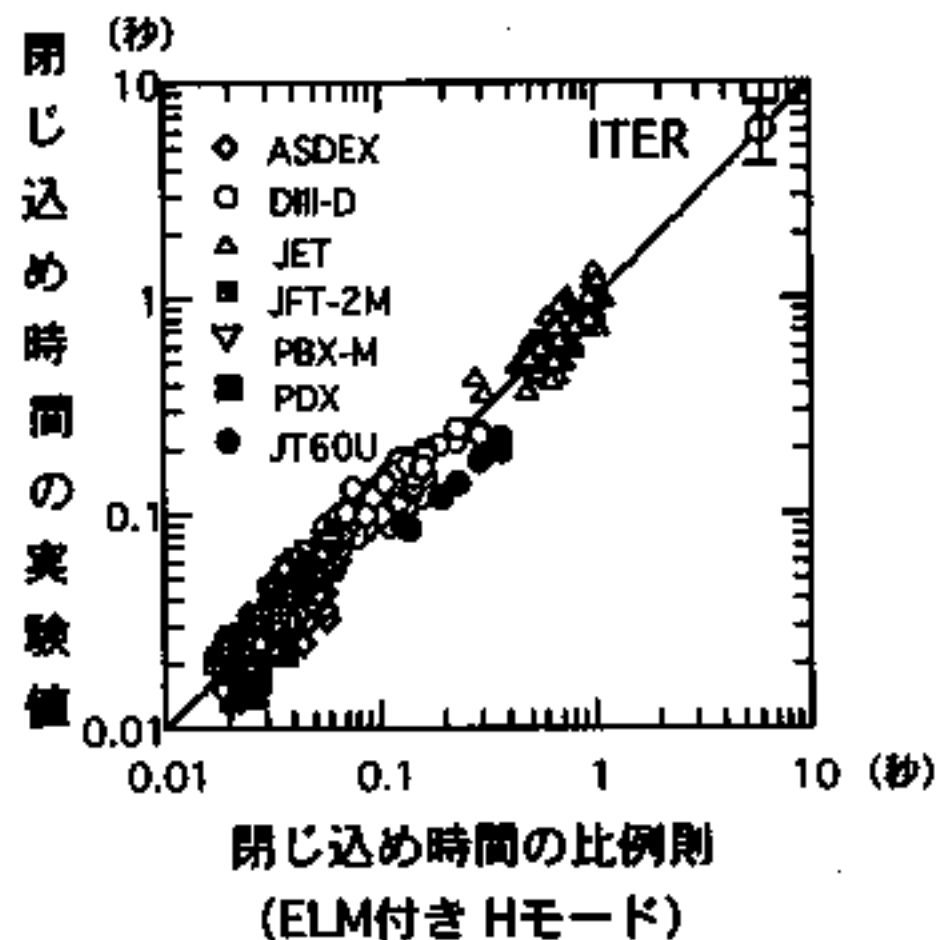
プラズマに関連する主な課題

1. プラズマの閉じ込め
2. プラズマの密度
3. プラズマの圧力
4. ダイバータ板への高い熱流
5. 総合特性（各特性の同時成立性）
6. 装置としての柔軟性

1. プラズマの閉じ込め

課題の内容

- ・ 閉じ込め時間の予測に $\pm 30\%$ の幅がある。予測精度の向上が必要。
- ・ 核融合反応によって生じるアルファ粒子によるプラズマ不安定性(TAE波)が急速に成長し、プラズマの閉じ込め性能を劣化させる可能性。



比例則と実験値の関係

(ITER 詳細設計報告書)

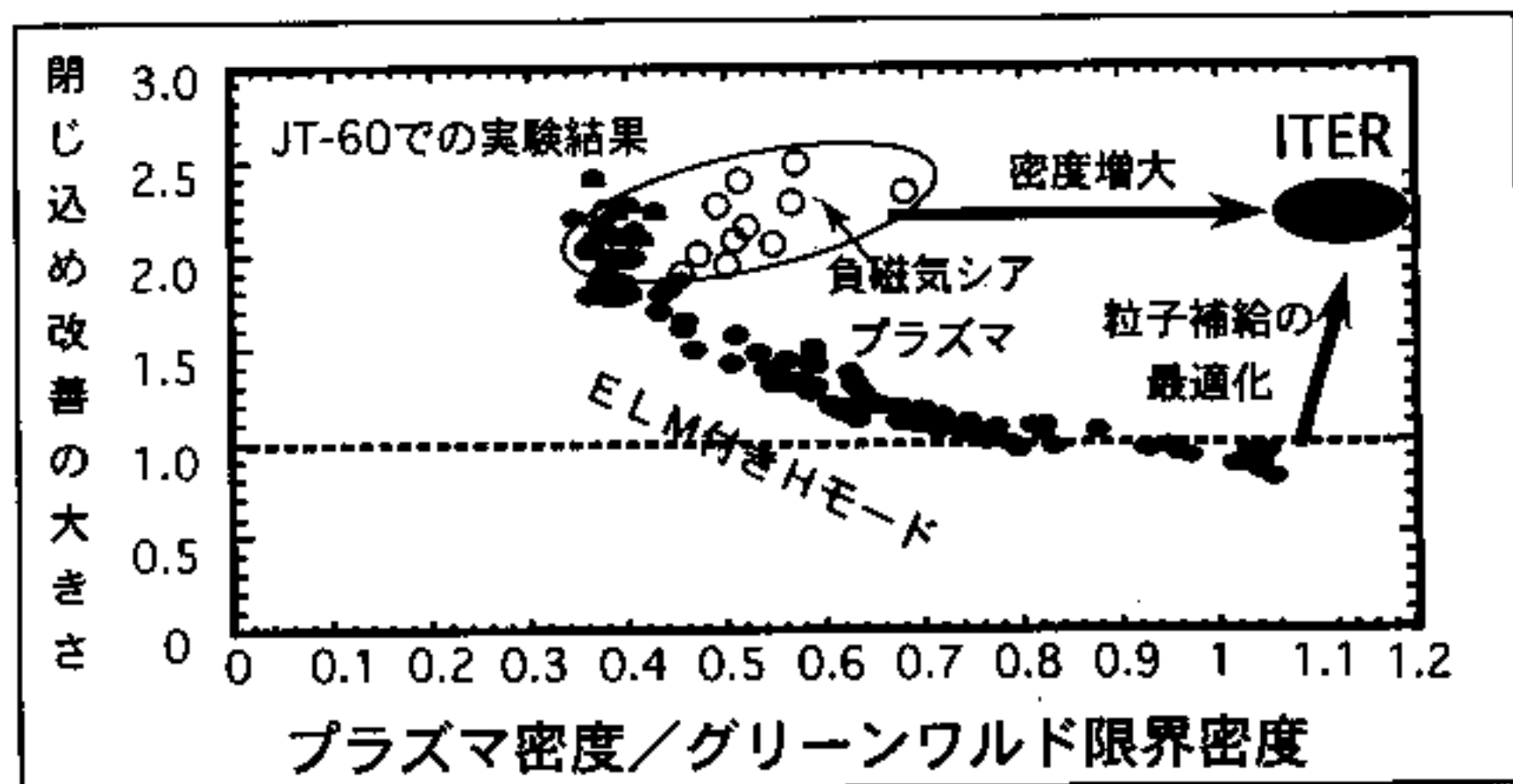
対策

- ・ 閉じ込めモデルの改良や、データのバラツキの要因の抽出を行い、予測精度の向上を図る。
- ・ 閉じ込め性能の劣化に備えて、ITERで想定している運転モードに加え、先進的な運転方式（負磁気シア・モード等）をITERに導入できる柔軟性を確保する。

2. プラズマの密度

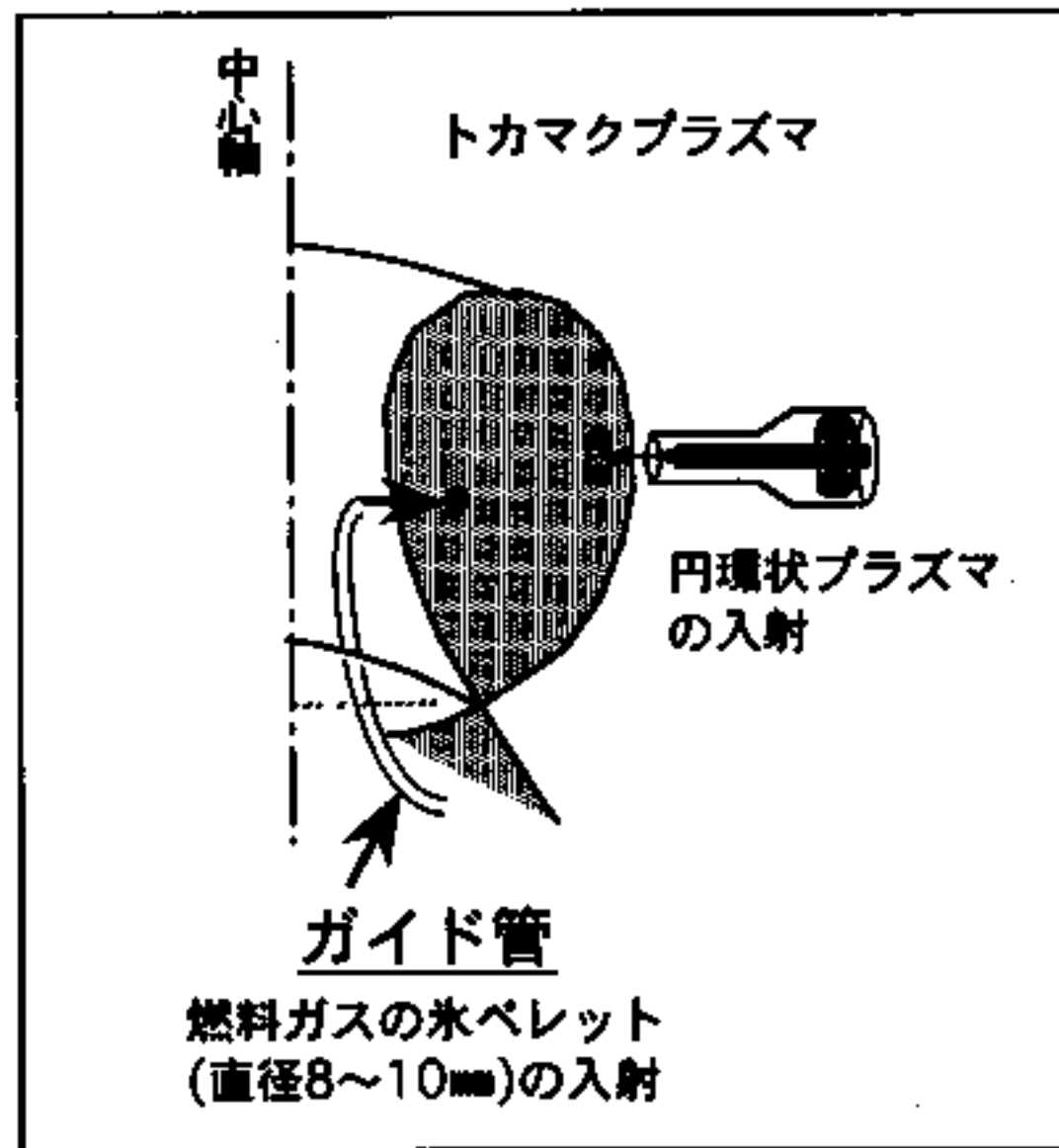
課題の内容

- ・ プラズマの密度を高めると、閉じ込め特性が劣化する。
(グリーンワルド限界密度)
- ・ ITERの設計値の高密度で、高閉じ込め特性を得るために、さらにプラズマ生成・制御技術の開発が必要。



対策

- ・ プラズマ密度が高い時の閉じ込め劣化は、プラズマの周辺のガス密度が高くなることが原因。周辺のガス密度を上げずに主プラズマの密度を上げる方法を開発する。
- ・ 燃料ガスの氷ペレットや円環状プラズマの入射装置の開発。
- ・ 主プラズマだけを高密度に保つ制御方法の開発。
(負磁気シア・モードなど)



(いずれもJFT-2M、JT-60Uで開発中)

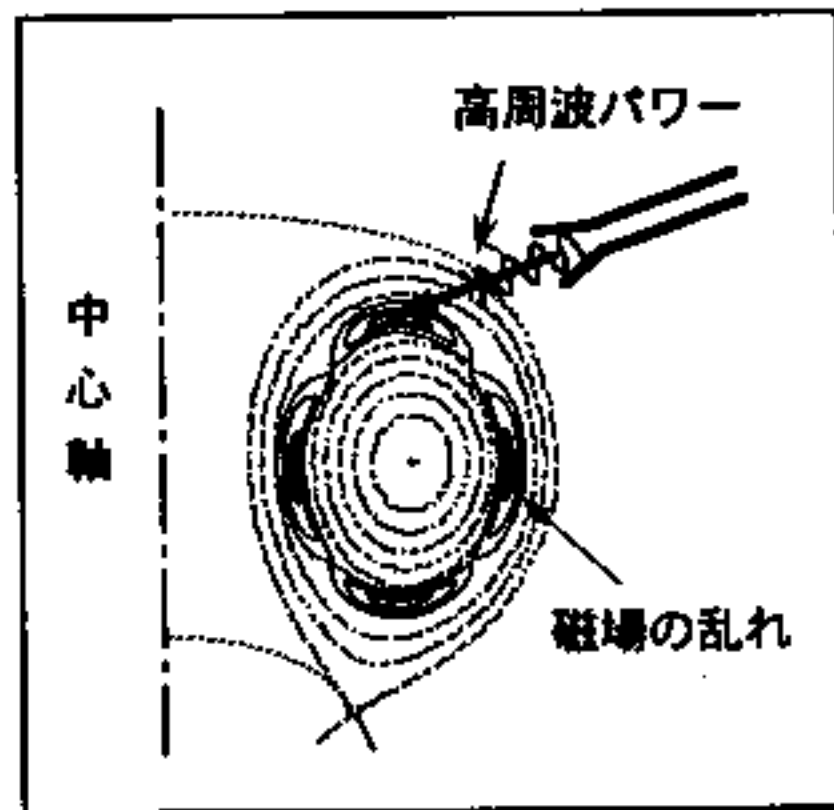
3. プラズマの圧力

課題の内容

- ・ 高圧力のプラズマにおいて、磁場の乱れがゆるやかに成長してプラズマの圧力を徐々に低下させ、核融合出力が下がる可能性がある。
- ・ ITERのプラズマ圧力（設計値）の短時間の維持は十分可能だが、長時間の維持は今後の課題。

対策

- ・ 高周波パワーによる局所電流駆動により磁場の乱れを抑制。



(JFT-2M実験中、JT-60U、ダブレットIII(米)で計画中)

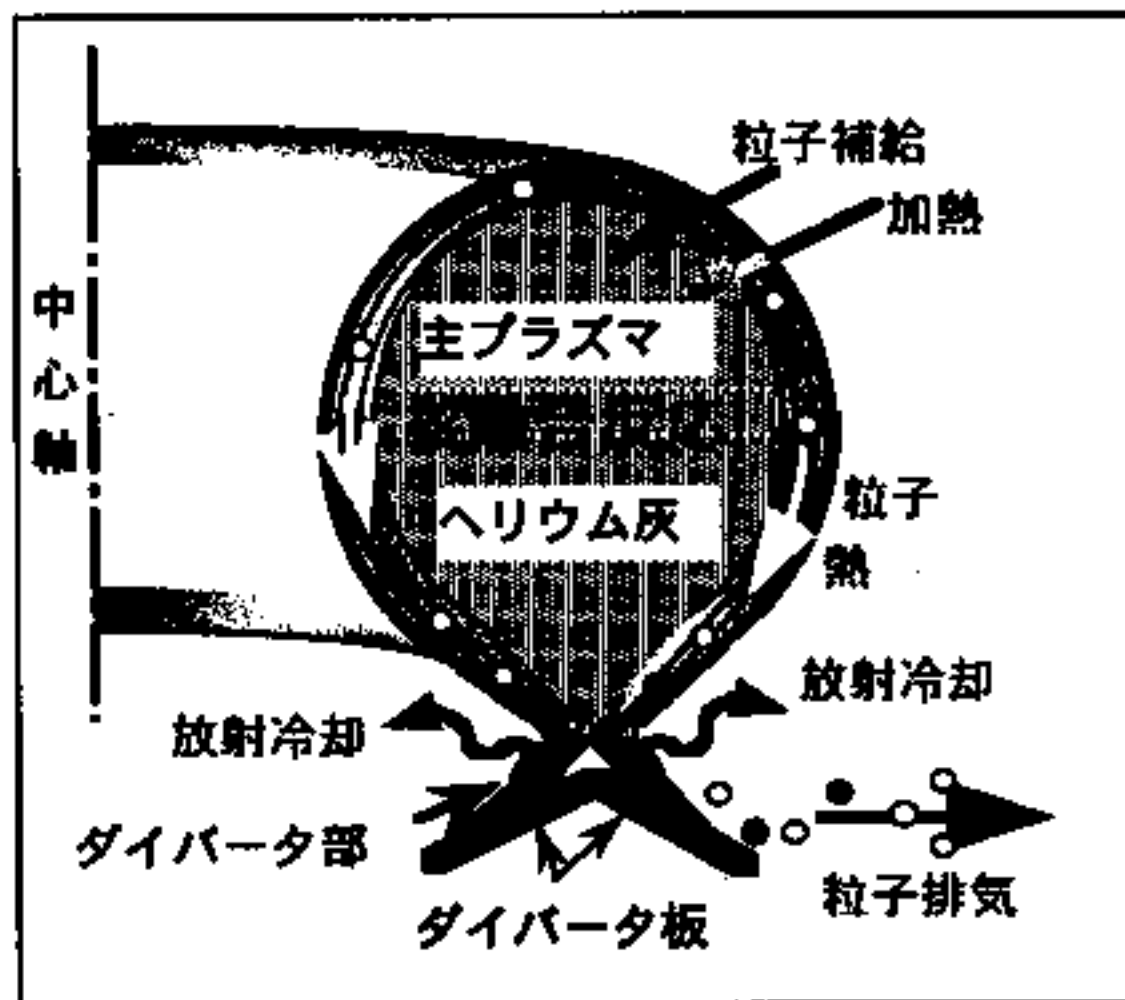
4. ダイバータ板への高い熱流

課題の内容

- ・ダイバータ磁場により大部分の壁とプラズマとの接触は避けられるが、ダイバータ板には熱流と粒子流が集中し、その処理、対策が必要。

対策

- ・高い熱に耐える材料、形状、冷却方法の開発。
(ITER工学研究開発で見通しを得た)
- ・ダイバータ板近傍のガス密度を高めて、プラズマからの熱がダイバータ板に達する前に光などの形で放射する方式で対応。
(放射冷却)



5. 総合特性（各特性の同時成立性）

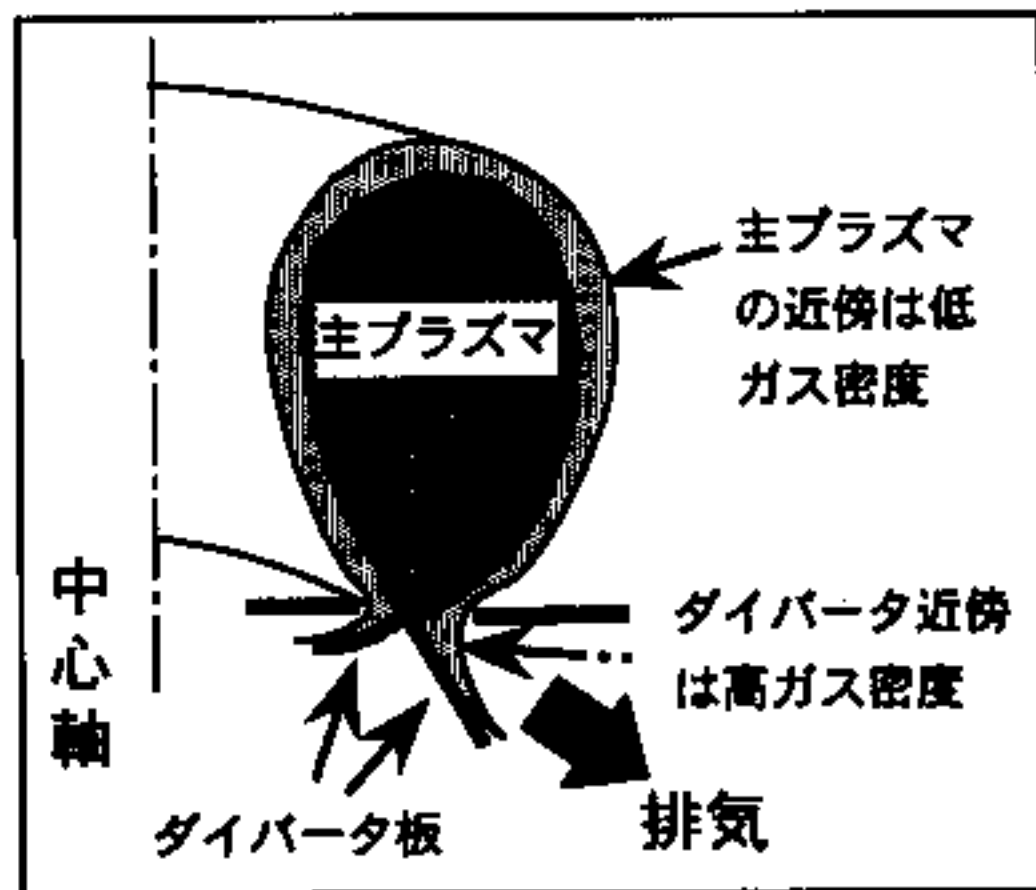
課題の内容

- ・高閉じ込め特性モードを実現するためには、主プラズマ部の外側は低いガス密度が必要。一方、熱の除去の観点からは、ダイバータの近傍で高いガス密度が必要。これらを両立させることが必要。

対策

- ・ダイバータ板の裏側のガスを強力に排気することにより、両立可能。

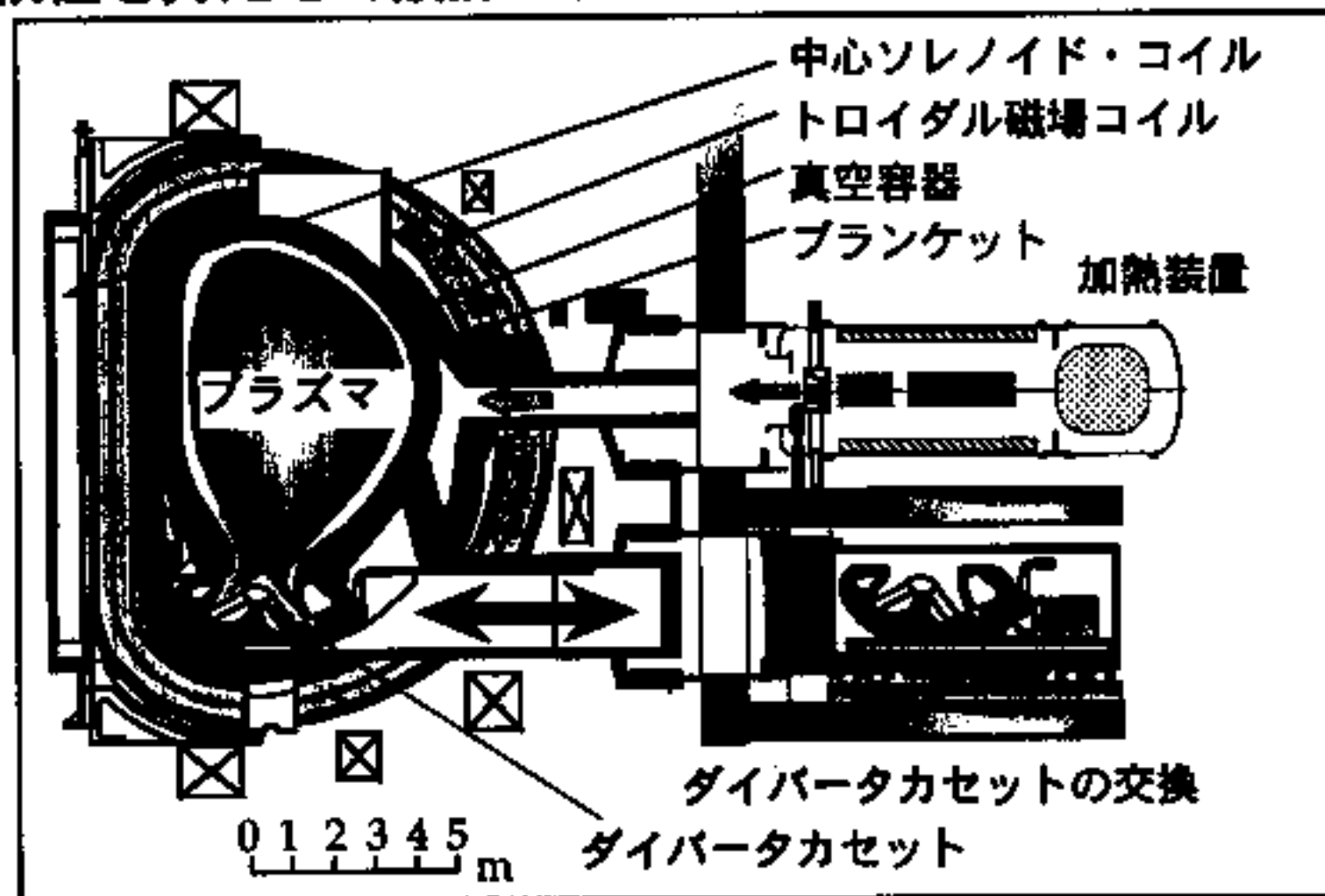
（JT-60Uで検証する計画）



6. 装置としての柔軟性

- ITERは、今後予想される（あるいは現時点では予想されない）技術課題の解決のために必要な改造、機能の向上等が行えるように最大限の柔軟性を持たせて設計されている。

- 例えば、
 - ダイバータ部の改良が容易
 - 加熱方法や入力の調整が可能。



まとめ

1. ITERは、現在想定されている運転方式によって自己点火を達成できる見通しが得られつつある。
2. 近年、より先進的な運転方式が開発され、ITERの自己点火達成を支援する有力なアプローチとして研究が進められている。これらの成果を取り込めるようITERは最大限の柔軟性を持たせて設計されている。
3. 燃焼プラズマの長時間の維持に係わる課題について、世界の核融合研究の総力を挙げた取り組みが続けられている。