

## EPS 参加・JET 訪問報告

期日：平成16年6月28日～7月7日

出張者：原子核工学専攻博士後期課程3年 武井奈帆子

出張先：Imperial College、ロンドン、イギリス

カラム研究所、カラム、イギリス

### 1. EPS 参加報告

#### (1) 会議概要と発表件数

6/28 - 7/2 にロンドンの Imperial College で開催された、「31st European Physical Society Conference (EPS) on Controlled Fusion and Plasma Physics」に参加した。(図1) 今回は、1010 件の発表があり、内 56 件が招待講演、98 件が口頭発表、856 件がポスター発表であった。会議でのカテゴリー毎の発表件数は、



図1 Imperial College

・Magnetic Confinement Fusion	472 件
・Beam Plasmas and Inertial Fusion	230 件
・Dusty and Low Temperature Plasmas	125 件
・Basic and Astrophysics	119 件

である。今回のコンファレンスでは、磁場閉じ込め核融合研究と、レーザー、慣性閉じ込め、及び宇宙プラズマ研究とのさらなる融合を意図していた為、前回に比べて、磁場閉じ込め分野以外の研究発表が大幅に多かった。

#### (2) 発表内容の概要

「TSC Simulation of ITB Crash and Following Disruption Dynamics on JT-60U High- $\beta$  Reversed Shear Plasmas」というタイトルで発表を行なった。(図2)

近年、核融合トカマク研究において内部輸送障壁を伴う高圧力の負磁気シアプラズマは定常化に適した運転モードとして注目されているが、一方で、放電停止を招く崩壊現象が発生し易い。その物理機構は解明されていないが、日本原子力研究所の大型トカマク装置 JT-60U の高性能負磁気シアプラズマ実験で速い電流消滅が観測されている。その為、プラズマ崩壊現象の特性を調べ、その背景機構を明らかにする必要がある。そこで、我々は、JT-60U の内部輸送障壁を伴う高圧力の正磁気及び負磁気シアプラズマ



図2 ポスター発表会場にて

の2放電について、TSC (Tokamak Simulation Code)を用いた数値計算により実験的に観測されている崩壊現象の再現を行ない、その電流密度や電場分布の物理諸量について、詳細な変動分布構造を示した。(図3、図4)

### (2-1) 熱消滅によるプラズマ電流スパイク

崩壊現象直前の熱消滅時特有の現象の一つに、プラズマ電流が急激に変動する電流スパイク現象がある。従来の電流スパイク現象の研究では、プラズマと真空容器との電磁相互作用を含まない簡易モデルが用いられてきた。しかしながら、我々は電磁相互作用を含めた詳細なモデルによって、特に、プラズマ配置が内付けの場合にはプラズマの内向き移動によって真空容器表面に誘起される渦電流がプラズマ電流の増加を引き起こすことを示し、実験と一致する結果を得た[1]。また、熱消滅の原因である不安定性による磁気面の破壊により、プラズマ電流分布が平坦化し[2]、これにより引き起こされる電流の増加が、特に正磁気シアプラズマにおいて大きいことを示した。

### (2-2) 電流消滅時のプラズマ挙動

電流スパイク発生後、プラズマ電流は減衰し、最終的に消滅する。この電流消滅時に、負磁気シアプラズマでは不安定性により平坦化した凹状電流分布が凸状へと急激に変化する過程があり、それに伴い電流の減衰が速くなり得ることをシミュレーションにより示した。(図3) 同様に、正磁気シアプラズマにおいても平坦化した電流分布が凸状の分布を保ちながら、より中心ピーク化する過程はあるが(図4)、負磁気シアプラズマにおける電流分布の変化の方が大きい。これより、JT-60Uの負磁気シアプラズマ実験で見つかった電流消滅が速い崩壊現象の背景機構を説明し得る一つの新しい解釈を得た。

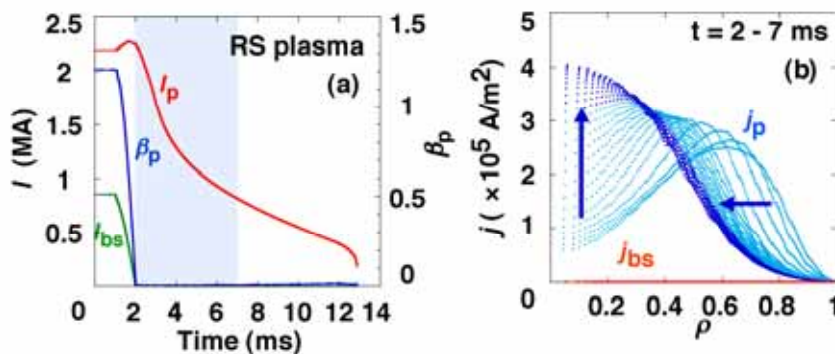


図3 (a) TSC により再現した負磁気シア(RS)プラズマにおけるポロイダルベータ  $\beta_p$ 、プラズマ電流  $I_p$ 、自発電流  $I_{bs}$  の時間発展。(b)  $t = 2 - 7$  ms におけるプラズマ電流分布  $j_p$  と自発電流分布  $j_{bs}$  の時間変化。凹状の電流分布が凸状へと急激に変化するこの過程における電流消滅は速い。

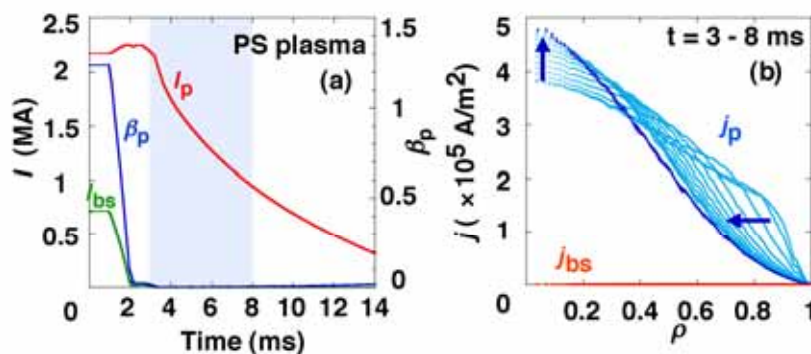


図4 (a) TSC により再現した正磁気シア(PS)プラズマにおけるポロイダルベータ  $\beta_p$ 、プラズマ電流  $I_p$ 、自発電流  $I_{bs}$  の時間発展。(b)  $t = 3 - 8$  ms におけるプラズマ電流分布  $j_p$  と自発電流分布  $j_{bs}$  の時間変化。凸状の電流分布を保ちながら、より中心ピーク化する。

## 2. JET 訪問報告

7/5 - 7/7に、カラム研究所を訪問した(図5)。ここには、世界最大のトカマクである JET (Joint European Torus) があり、ヨーロッパ各地の研究者が研究を行なっている。特に、多くの若手研究者が訪れており、活気があった。

本滞在中、JET の実験に参加されている女性の若手研究者と崩壊現象について議論を行なった。JET の実験では、熱消滅は生じたが、電流消滅には至らない時に、内部インダクタンスの変化が観測されない放電があるということであった。JT-60U と JET のこの現象の違いが何であるか突き止めるには、両装置の実験データを比較検討する必要があることから、今後、直接的な研究協力を含め、議論を進めていく予定である。



図5 カラム研究所の中の JET サイト

### 謝辞

今回の EPS 参加及び JET 訪問により、海外の研究者と議論することができ、今後の研究に繋がるとてもいい経験をしました。このような機会を与えてくださった COE-INES プログラムに感謝致します。

### 参考文献

- [1] N. Takei, Y. Nakamura, H. Tsutsui, *et al.*, 30th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, P-2.127, St Petersburg, Russia, Jul. 2003.
- [2] P.L. Taylor, A.G. Kellman *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **76**, 916 (1996).