


 内外情報

## ■欧州物理学会 (EPS) に出席して

電力中央研究所 岡野邦彦

大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 疇地 宏

EPSの最初の講演は、Fast Trackの提唱者であるDavid King氏の講演から始まった。地球温暖化防止のためにCO<sub>2</sub>排出を押さえていくには、風力など再生可能エネルギーに加え、原子力(核分裂・核融合)を利用していく必要があるという主張が示された。

JETでは、上・横に設置した巨大な中性子カメラによる中性子トモグラフィが可能となり、それをを用いた輸送の解析も進んでいる。DT反応による中性子の分布を見ることでトリチウム輸送の解析も可能。(Be,  $\alpha$ )反応で出る $\gamma$ 線(4.4 MeV)の測定により $\alpha$ 粒子の減速も直接測れている。ITERのハイブリッド運転に対応した実験も行なわれ、電流分布制御によるコア閉じ込めの改善を確認した。Hモード遷移パワーに関して、シングルヌルのヌル点位置が上と下で閾値が2倍も異なることがあるなど配位による差が報告されていた。JETは、現在改造中で、2005年は80-90日運転する予定。その後、ITER型のICRFアンテナを取り付ける計画である。

Tore SupraではLHCDによって定常プラズマの6分間維持に成功した。入射エネルギーは1.07 GJで世界最高記録とのことである。ASDEX-Uでは、ITER like H-modeの試験や電流分布制御が試みられている。Off-axis beamを用いた電流駆動実験でビームのON/OFFで電流分布があまり変わらない現象が報告された。またELM周期をベレット(強磁場側)の入射周期によって制御できることが示された。QHモードとよばれるELMのないHモードが、Co-injection + low  $n_e$ でのみ観測されている。

D-III DからはAdvanced Tokamak Operationの成果やELMコントロールなどが紹介された。圧力分布の平坦化で $\beta_N = 4$ を達成している。100%電流駆動( $I_{CD}/I_P = 1$ )による $\beta_N = 3.5$ も報告されている。計算上は、 $\langle p \rangle/p = 2.4$ で $\beta_N = 5.5$ が可能とのことである。球状トラスであるMASTは、その閉じ込め性能則について、 $\tau_E^{MAST} \sim \tau_E^{98}$ であることが紹介された。ただし $\epsilon$ 依存はITER-98スケリングより大きく $\tau_E \propto \epsilon^{0.8}$ である( $\epsilon$ : 逆アスペクト比)。Hモード遷移パワーは通常トカマクと変わらない。

Alcator C-Modでは、ICRF入射位置やパワーの調整による内部輸送障壁制御などの成果が出ている。JT-60Uについては、ダイバータ制御のレビューの中で、高密度( $n_e/n_{GW} \sim 0.6$ )でのELMy H-modeの長時間維持などが紹介されていた。

ヘリカル系では、LHDの高 $\beta$ でのMHD特性などの報告があった。 $\beta$ 上昇に伴う分布変化によりMHDモードが再び安定化される現象等が紹介された。WENDELSTAIN 7-Xの建設も順調に進んでいる模様で、2004年秋から磁場システムの組立に入る計画である。

さてレーザー関連の報告の第一印象は、レーザー加速の研究が進んだことである。これまでレーザー加速といってもエネルギーが低かったり、エネルギーがものすごく広がっていたり、ほんのわずかの数の粒子が加速されるのみ

であったのが、3つの研究機関から100 MeVのエネルギー、10%の広がり、10の9乗個の電子の3点セットが出てきた。さらにレーザー加速のプレナリー講演をした南カリフォルニア大学は、スタンフォード大学のSLACの加速器で航跡場加速により10 cmの長さで4 GeVの加速を実現したとの報告を行い、15年で従来の加速器を上回るだろうと宣言した。レーザー加速との多目的のプロジェクトとしてレーザー核融合を推進することは、新しいスタイルのエネルギー開発戦略として検討の価値ありと思われる。

慣性核融合主流について、リバモア研のNIFの話は10年前の設計の大幅なロバスト化が成ったというトーンで説得力があったと思う。列記すれば

- ・ホーラムの中の輻射温度の向上により爆縮の圧力を200 Mbarまで向上
- ・昨年初めの4ビーム実績からの予測で所用のレーザーエネルギーが出力できることは確実。(レーザーの基本波で5 MJ, 第3高調波で2 MJ,)
- ・ターゲットへのドープ量を空間的に調整することによりレイリーテイラー不安定性を安定化しターゲット必要スペックを大幅にダウンすることができた。表面精度600 nmまで利得が下がらない。
- ・DTクライオ実験を加速して、2010年点火実証の予定。
- ・1日何ショットできるかの問いに3ショットと答え会場から冷笑を浴びていた。レーザーダイオード励起固体レーザーの開発が進んでいることと併せて、NIFの研究はエネルギーに繋がるものであると答えるべきであった。

高速点火についての阪大の話は、基礎実験-1 keV加熱達成-FIREX-炉へのロードマップと話が繋がっていた。リバモアの研究者は、日本との国際的に研究が進展したと感謝の意を表明。しかし国際競争をどう展開するかは今後焦点となるかもしれない。流体爆縮についての阪大の話は流体不安定理解-抑制-衝撃点火の流れで、新しいアイデアがちりばめられているという評価を得た。衝撃点火については1,000 km/sへの高速加速と、金コーン表面をスライドしていく燃料の粘性がポイントとなるだろう。

木曜の講演後の時間をつかって行われたレーザー関連のビジネス会議では、この会議の統計が示された。総発表数900件の内、レーザープラズマ関連約230件、磁場核融合約450件、その他ダストプラズマや宇宙プラズマなど約200件となっている。レーザーが磁場の約半分であること、基礎プラズマ研究がレーザーと同等の数であることなどが特徴で、欧州でのレーザーの存在感が増大すると思われる。欧州は統合という時代の精神を背景に、プラズマ物理の分野でも欧州統合を果たそうとしているように見える。

次回2005年は古代ローマ遺跡で有名なスペインのタラゴナ、2006年は本丸のローマで行われる。ちなみに欧州が1つであった前例は2000年前のローマ帝国まで遡るそうである。統合はback to the futureではないかと言うと賛成する欧州人は多かった。

(2004年8月31日原稿受付)