

■ITPA(国際トカマク物理活動)会合報告 (58)

分野: 「MHD安定性」¹, 「高エネルギー粒子物理」²,
「輸送と閉じ込め物理」³, 「統合運転シナリオ」⁴,
「スクレイプオフ層とダイバータ物理」⁵,
「ペデスタル物理」⁶

開催日: 2016年10月24日-26日^{1,2,3,6}

2016年10月24日-27日^{4,5}

場所: 京都(日本)^{1,2}, 那珂(日本)³⁻⁶

担当委員: 諫山明彦(量研機構)¹, 榊原悟(核融合研)¹,
白石淳也(量研機構)¹, 古川勝(鳥取大)¹, 政宗貞男(京都
工繊大)¹, 松永剛(量研機構)¹, 渡邊清政(核融合研)¹,
藤堂泰(核融合研)², 長壁正樹(核融合研)², 永岡賢一(核
融合研)², 篠原孝司(量研機構)², Andreas Bierwage(量研
機構)², 村上定義(京大)², 山本聡(京大)², 本多充(量研
機構)³, 吉田麻衣子(量研機構)³, 今澤良太(量研機構)³,
宮戸直亮(量研機構)³, 田中謙治(核融合研)³, 田村直樹
(核融合研)³, 井戸毅(核融合研)³, 井手俊介(量研機構)⁴,
林伸彦(量研機構)⁴, 福山淳(京大)⁴, 鈴木隆博(量研機
構)⁴, 長崎百伸(京大)⁴, 花田和明(九大)⁴, 藤田隆明(名
大)⁴, 朝倉伸幸(量研機構)⁵, 芦川直子(核融合研)⁵, 上田
良夫(阪大)⁵, 大野哲靖(名大)⁵, 坂本瑞樹(筑波大)⁵,
仲野友英(量研機構)⁵, 増崎貴(核融合研)⁵, 相羽信行(量
研機構)⁶, 浦野創(量研機構)⁶, 神谷健作(量研機構)⁶,
大山直幸(量研機構)⁶, 鈴木康浩(核融合研)⁶, 中島洋輔
(筑波大)⁶, 森崎友宏(核融合研)⁶

(下線は当該グループの会合への出席者を示す。所属名
は会合開催当時のもの。)

次回会合の予定(開催日程, 開催場所)を以下に示す。

会合名	開催日程	開催場所
MHD安定性	2017年3月	成都 (中国)
高エネルギー粒子 物理	2017年4月5日-7日	セビリヤ (スペイン)
輸送と閉じ込め物 理	2017年5月1日-3日	プリンストン (米国)
統合運転シナリオ	2017年4月3日-6日	ITER機構 (仏国)
スクレイプオフ層 とダイバータ物理	2017年5月30日- 6月2日	ヨーク (英国)
ペデスタル物理	2017年4月18日-20日	ヨーク (英国)

1. 「MHD安定性」

第28回となる本会合は, 高エネルギー粒子物理トピカ
ルグループ会合及び日米JIFTワークショップと合同で開
催され, 日本13名, 米国9名, 欧州6名, 中国5名, ロ
シア3名, インド1名, ITER機構3名が参加した(人数
は概数でTV会議参加を含む)。会合では, ディスラプショ
ン(逃走電子も含む)や誤差磁場・3次元磁場効果, 新

古典テアリングモード(NTM)などについて活発な議論
が行われた。

逃走電子に関し, TCVから, 低密度運転や電子サイク
ロトロン(EC)波入射などの工夫により, 初めて逃走電
子が観測され, 今後物理実験が可能になったとの報告が
あった。また, ASDEX-Upgrade(AUG)から, co方向EC
電流駆動の場合は逃走電子が発生するが, counter方向EC
電流駆動の場合は逃走電子が入射パワーとともに減少す
るとの説明があった。また, MSTにおいて, 逃走電子の
生成・抑制や共鳴磁場摂動(RMP)を用いた実験が行わ
れるようになり, ポロイダルモード数 $m=3$ のRMPによ
り逃走電子の生成を抑制した結果が説明された。さらに,
DIII-Dでは, 2次元に配置した計測器群により, 逃走電子
発生時のガンマ線のエネルギー分布・時間発展の磁場依
存性, 密度依存性に関する結果が説明された。

JET等ではこれまで, ディスラプション時に水平方向の
力(“Sideways force”)が観測されていて, いくつかのモ
デルが提唱されてきたが, 力の分布や方向で実験結果を
説明することができなかった。今回, ATEC(asymmetric
toroidal eddy current)モデルで実験結果が説明できると
の報告があった。

ITERでの誤差磁場については, 現在, 3モードモデル
とオーバーラップモデルで評価されているが, 各種運転
モードにおける誤差磁場では両モデルともオーダーとし
ては同程度であることが説明された。また, 誤差磁場補
正コイルに加え, ELM制御コイルも用いるとより効果的
に誤差磁場が補正できることが説明された。

NTMについては, 実験結果に基づいてEC電流駆動によ
るNTM安定化をシミュレーションした過去の論文を比較
した結果が説明された。ITERではNTM安定化のためには
EC波パワーは余裕があるもののEC波は他の用途にも使
われることからECパワーの運用に関する検討が必要との
コメントがあった。また, EC電流駆動の最適位置を探す
ために, EC電流駆動位置をスキャンする手法が提示され
ているが, ITERでは回転速度が低くモードロックが発生
しやすいことから, 注意が必要との説明があった。

3次元磁場効果については, LHDのストキャスティッ
ク領域において, 電子温度と径電場の分布が相関してい
ることが報告された。また, RMPによる磁場変化により
高速イオン損失が大きくなることが示された。RELAXに
おいて, ヘリカル構造への遷移が実験的に観測されると
ともに, 3次元MHDシミュレーションにより再現される
ことが報告された。DIII-Dでは, トロイダルモード数
 $n=2$ のプラズマ応答の実験において, 低磁場側の応答
がコアの圧力に起因するのに対し, 高磁場側の応答は衝
突周波数や安全係数(q_{95})に依存することが示された。ま
た, RMPによるモードロッキングに関して, 回転を考慮
した理論が紹介された。

共同実験では, 大量ガス入射によるディスラプション
緩和に関する研究課題(MDC-1)を終了し, 粉碎ペレッ
ト入射も含めたディスラプション緩和に関する研究課題
を新たに立ち上げるようになった。

2. 「高エネルギー粒子物理」

第17回となる本会合は、第26回IAEA核融合エネルギー会議（IAEA会議）の直後の10月24日-26日に京都大学にて「MHD安定性」トピカルグループ（TG）と並行して開催され、合同セッションも設けられた。参加者は本TGに限って約40名、31件（うち合同セッションでは7件）の発表があった。合同セッションでは、主として逃走電子に関する報告と議論が行われた。

はじめに、ITERの進捗状況の説明と、高エネルギー粒子物理に関わる課題の確認が行われた。

共同実験については、ELMとRMPなどの周辺磁場摂動に起因する高速イオン損失を扱う共同実験EP6では、AUG, DIII-D, KSTAR, MASTにおける実験と数値計算との比較が着実に進展しているが、今後の進展が鍵となる磁場モデルに強く依存している。関連して、時間発展を追える非定常OFMCによるMASTの実験再現の報告があった。ECHによるアルヴェン固有モード（AE）の制御に関するEP7では、ECHが負磁気シアAE（RSAE）を抑制する効果は、バルクプラズマ圧力の上昇によって連続スペクトルの極大が消失し、RSAEが存在できなくなることが原因と解釈され、今回詳細な定量評価や数値計算との比較により、前述の物理機構として確認された。これをもってEP7を終了することとなった。今後別のアクチュエータやRSAE以外のAEの制御に関する共同実験EP12の立ち上げを検討することとした。なお、関連してECによるAEの変化の実験結果がHeliotron Jより報告された。不安定性も考慮したNB電流駆動の検証を扱うEP8では、担当者へTCVとNSTX-Uより検証に必要なデータの提供があった旨、内容とともに報告された。イオンサイクロトロン放射（ICE）の損失高速イオン診断への利用を評価するEP9については、LHDを含む7つの装置からのデータ提供があった。今後モデルとの比較により理解を進める。関連して、NSTX-UでのICEの報告や理論の発表があった。高qの定常運転シナリオにおける高速イオンおよび熱イオンの輸送を扱うEP10では、JETにて本会議の前週に実験が実施された旨報告があった。これらの報告に加えて、4つの共同実験が提案された。一つは上記のEP12であり、残りの3つは、次の通りである。EP11:高速イオンの計測すべき速度空間は広く、それぞれの計測器の守備領域は限られている。それぞれの計測空間においても装置関数を考慮した逆変換が必要である。逆変換の手法を共同で確立しようというのが目的である。EP13:ITERで使用する高速イオン損失計測器（FILD）は高速抜き差し方式が提案されている。技術の検証をTCV, AUG, MAST-Uで行う。EP14:NTMが、高速イオンの（プラズマ電流に対して）周回する向きによって安定性が異なるという理論的なモデルを検証するためのものである。

高速イオン計測に関する報告としては、LHDのDD実験に向けた計測器の整備状況とR&D結果の報告やJETのDT実験に向けたγ線カメラの改良に関する報告があった。

シミュレーションの分野では、MEGAコードを用いて

様々な加熱パワーと減速時間での高速イオン分布の応答が研究された。その結果、様々な加熱パワーと減速時間に関わらず、AEがいたときの劣化した高速イオン閉じ込めが劣化する前の古典的な閉じ込めと一対一で対応していることや、分布の硬直性が報告された。また、MEGAコードを用いてJT-60Uで観測された急成長するAEの物理機構を理解すべく、実験では得られない数値計算故の詳細な結果が報告された。また、ジャイロキネティックコードのEUTERPEとGYGLESの開発の進展として、MHD極限のパラメータ設定にて発生する波がMHD様に振舞うことが確認されたことが報告された。

3. 「輸送と閉じ込め物理」

第17回となる本会合には42名（日本9名、欧州13名、米国9名、中国4名、韓国3名、ロシア1名、インド1名、ITER機構2名、リモートも含む）が参加した。会合は、Hモード閉じ込めデータベース、プラズマ周辺部の熱輸送の過小評価（shortfall）問題、自発回転、分布の硬直性、Iモード特性、粒子輸送、ニューラルネットワークを用いた輸送シミュレーション、プラズマ電流立ち上げ時のモデル検証、同位体効果、装置間比較実験などのセッションから構成され、各セッションにおいて活発な議論がなされた。最後に、ITER機構からITERでの重要な輸送研究項目の提示と、議長から今後のITPA活動予定が示された。なお、Iモード特性はベデスタル物理トピカルグループと合同開催であり、粒子輸送、ニューラルネットワークを用いた輸送シミュレーション、プラズマ電流立ち上げ時のモデル検証、同位体効果については、統合運転シナリオトピカルグループと合同開催であった。

ITER性能評価の精度を上げるため、Hモード閉じ込めデータベースの拡充及び閉じ込めスケーリングの再検討が行われている。JETやAUGからは、SOL領域の密度や入力トルク値、Alcator C-Modからは高粒子補給率の下での低Z不純物入射放電のデータが、データベースに格納されることになった。また、閉じ込めスケーリング則について、最小自乗法、ベイズ統計、測地最小自乗法を用いたスケーリング則の再評価が行われた。

Shortfallのセッションでは、ジャイロ運動論コード・ジャイロ流体モデルの開発や実装改良について広く発表があった。ジャイロ運動論コード間ベンチマークでGYROはGENEやGKWと熱流束に関して異なる傾向が得られていたため、採用する座標を変更し、衝突オペレータを改良したCGYROコードを新たに開発した。CGYROはGS2と近くなり、GENEやGKWにも近づいたが、依然として差が見られる。ジャイロ流体モデルTGLFはマルチスケールの効果とDimitsシフトの影響を取り入れたモデル化を行い、DIII-DやAUGにおける実験分布の再現性が大きく向上した。日本からは、局所ジャイロ運動論コードGKVと高精度輸送ソルバTRESSを結合して多変数のフラックスマッチングを行うコードTRESS+GKVの開発状況の紹介が行われた。

自発回転のセッションでは、LOC（密度と閉じ込めが線形な関係である領域）からSOC（閉じ込めが飽和状態

にある領域)への遷移時のプラズマ自発回転が観測されている AUG, TCV, KSTAR による, データベース活動の進め方について提案がなされた. また, 自発回転を生む残留応力のジャイロ半径依存性を調べるための研究が JET, DIII-D, AUG の 3 つの装置において進められている. GT5Dコードにより, JT-60U 等で観測されている ECH時の自発回転の変化が定性的に再現され, 自発回転の物理機構の理解が進んだ.

分布の硬直性については, JET においてプラズマ回転速度が小さい場合のイオン温度分布の硬直性を調べる実験がなされた. イオンサイクロトロン周波数帯 (ICRF) 加熱パワーを増加させてイオン温度勾配を増加させた時, プラズマ回転速度が大きい場合と同様に, イオン温度分布の硬直性が破れる結果が得られた. この実験結果を基に, TGLF や QuaLiKiz のモデル検証が行われた. EAST では, ECH変調実験を用いた電子温度分布の硬直性を調べる研究が開始された. GKV によるモデル検証では, 計測値や分布フィッティングのエラーを考慮したモデル検証の重要性や, 数値診断法によるより詳細な実験とモデルの比較が示された.

装置間比較実験のセッションでは, 不純物輸送, 粒子輸送と密度勾配, 金属壁での L-H/H-L 遷移パワー等の実験及び解析結果が報告された. 不純物輸送研究では, DIII-D, JET, AUG で観測された中心ピークしているヘリウム密度分布について, GKW による予測は過小評価となった. AUG において, 電子加熱割合が多いほど, タングステンのコア部への蓄積が抑えられており, この観測結果を説明するための JETTO統合コードの改良がなされている. 粒子輸送と密度勾配研究では, JET, DIII-D, Alcator C-Mod において, 粒子バランスの式におけるソース項と輸送項の寄与を調べるガスパフ変調実験が行われており, その初期的結果が報告された. 金属壁での L-H/H-L 遷移パワー研究では, AUG, Alcator C-Mod, JET での金属壁実験データを基に評価した遷移パワーは, 現在の ITPA2008 スケーリングの 0.75 倍程度に低くなる傾向があった.

4. 「統合運転シナリオ」

第 17 回となる本会合は量研機構の那珂核融合研究所で開催され, 日本 7 名, 欧州 10 名, 米国 6 名, 韓国 3 名, 中国 2 名, ロシア 1 名, ITER 機構 4 名が参加した.

本トピカルグループは, ITER の運転シナリオに関する課題について議論し, 最適な運転シナリオと必要な制御手法を提案することが主な役割である. 今回の会合では, グループから提案している ITER 運転シナリオの開発に関する国際比較実験と今後の新規提案計画の議論, He 運転, プラズマ放電終了シナリオ, プラズマ制御手法, 運転シナリオのモデリング, に重点が置かれた. また輸送と閉じ込め物理およびペデスタル物理の各トピカルグループとの合同セッションを開催し, 共通の課題を議論した. また直前に開催された IAEA 会議で発表されたグループ共同論文のフォローアップのための議論があった.

ITER 機構からは, ITER のファーストプラズマから DT

運転に至るまでの段階的取り組み計画と各段階の目的, 設備状態, 物理課題についての報告があった. また, ITER 機構で開発を進めている各種物理・工学コードを統合するツール IMAS (Integrated Modelling Analysis Suite) の開発状況と適用例の報告があった. 適用例では 0.5D 輸送コード METIS による ITER の H/He シナリオ計算や中性粒子ビーム加熱・電流駆動コードのベンチマークの状況が示された.

He での H モードに関する国際比較実験については, AUG において He プラズマの ELM 無し, 小振幅 ELM および大振幅 ELM の各フェーズでの運転点と peeling-ballooning モードの安定性境界との比較結果が示され, 軽水素および重水素プラズマのペデスタル安定性と同様の解釈ができることが報告された. He 運転シナリオのモデリングに関しては, 共同モデリング活動の一環として JETTO/SANCO, TRANSP, CORSICA の各コードによる ITER での He プラズマの H モード遷移シナリオの予測計算が報告された.

プラズマ放電終了シナリオに関しては, 各国装置での安定な放電終了シナリオを集めたデータベースを利用し電流・密度・圧力等の時間変化を比較した結果と ITER 予測計算との比較検討, TCV と AUG における電流立ち下げ時の電子温度や内部インダクタンスを RAPTOR コードによる予測計算と比較した結果などの報告があった.

プラズマ制御手法に関しては, DIII-D におけるイベント処理に関する実験と安全係数分布と蓄積エネルギーの実時間制御に関する実験, 実時間 EFIT コードによる ITER 平衡制御シミュレーション, TCV におけるモデルベースの密度制御実験, AUG における RAPTOR コードによるシナリオ・モニタリング実験などの報告があった. 宮田 (量研機構) からは, ITER において電流立ち上げ時に真空容器に流れる渦電流が最外殻磁気面の同定精度に与える影響を CCS コードにより評価した結果が報告された. 真空容器を 144 の導体要素に分割して渦電流を評価し補正に用いることで最外殻時期面の同定精度を 1 cm 以下に抑えられることなどが示された.

次回会合では重点領域として, ITER 標準運転関連実験, 加熱・電流駆動実験, 先進運転シナリオモデリング, プラズマ制御手法, プラズマ放電終了シナリオ, を扱うことになった.

5. 「スクレイプオフ層とダイバータ物理」

第 23 回となる本会合は量研機構の那珂核融合研究所で開催された. 本会合への参加者は 64 名で, このうち日本人は 22 名とこれまでで最多であった. 発表件数は 57 件であった. 今回の会合では, ペデスタル物理トピカルグループとの合同セッションで, プラズマ冷却用の外部注入不純物がペデスタルプラズマに与える影響やスクレイプオフ層プラズマの特性がペデスタルへの粒子供給に与える影響が議論された. また, RMP コイルが与える摂動によって周期的にダイバータ板への熱負荷が増加する現象の理解が本会合のホットなトピックの一つであった. この現象について, デタッチプラズマを貫通して熱

負荷がダイバータ板へ到達する可能性が懸念されていたが、AUGでの実験では熱負荷の貫通は観測されなかったことが報告された。また、この現象について、非線形MHDコード(JOREK)を用いてプラズマ応答を計算し、ITERでRMPコイルを使用した時のダイバータ熱負荷の計算結果が報告された。

小林(核融合研)は、LHD実験でのプラズマへの加熱入力、赤道面での温度・密度分布を3次元輸送シミュレーション(EMC3-EIRENE)の入力として使用した場合には、ダイバータ板上の熱・粒子負荷、電子密度と温度を再現することができなかったことを報告した。本間(量研機構)は、タングステンジャイロ運動を計算するモンテカルロコードIMPGYROによってタングステンのプロンプト・リデポジションの計算を行い、タングステンのジャイロ運動軌道と平坦なダイバータ板との幾何学的な関係から導かれた解析式モデルで予想される結果とよく一致する結果が得られたことを報告した。矢本(慶応大)は、IMPGYROとDIVIMP(ジャイロ運動を計算しないモンテカルロコード)によるタングステン輸送のベンチマークを行った。磁力線平行方向のタングステンの輸送過程については、定性的には両者の計算結果はおおむね一致した。一方で、プロンプト・リデポジションにより発生させたタングステンの半数がダイバータ板に押し戻されるため、モンテカルロノイズを抑え定量的な評価を行うにはモンテカルロ計算の効率を上げる工夫が必要であることを指摘した。直線装置PSI-2からはアルゴンプラズマをタングステン・ターゲットに照射した場合の中性タングステンからの発光分布の測定結果とEROコードによるシミュレーション結果の比較が報告された。定性的にはよい一致が見られたが、定量的には一致せず、その理由はタングステン板の質量損失がEROコードでは正しく計算できないこと、プローブ挿入による擾乱のため電子温度の測定誤差が大きいことなどが議論された。

菊池(兵庫県大)は、アルミニウムを蒸着した(Be堆積層を模擬)タングステン板材へのプラズマガン照射実験によって、アルミニウムの蒸気相が形成されたことによりタングステン板材の温度上昇が抑制されたことを報告した。関連して、伊庭野(阪大)は、PISCES-Bの実験においてBe蒸気相の形成による熱負荷軽減効果とPICシミュレーションによる解析結果を報告した。これらの研究結果はITERのプラズマ対向壁の寿命予測にも影響を与えることから、ITER機構職員から支援の申し出があった。

時谷(核融合研)は、2011-2012年に使用されたJET ITER-Like Wall(以下ILW)ダイバータタイルの表面分析の結果を報告した。内側ダイバータの入口部のタイル(エブロンタイル)上には、数マイクロメートルの堆積層(主にBeを含む混合材料)が形成され、その中にはバブル構造も観測された。芦川(核融合研)は、JETにおいてダスト中のトリチウムに起因する比放射能を炭素壁期とILW期と比較した。両者は同レベルであったが、炭素壁期のダスト量はILW期のそれに比べて2桁高いた

め、炭素壁期の炉内トリチウム残留量がより高いことを報告した。また、シミュレーションにより、壁表面に吸着したダストの再放出過程や、ディスラプションによる第一壁のベリリウムが溶融しドロップレット・ダストとして発生してプラズマへ侵入したケースが報告された。宮本(島根大)は、UCSDのPISCES-BでBeにHやHeのプラズマを照射した場合に、表面にナノレベルの鋭利な凹凸構造が形成されることを報告し注目を集めた。大野(名大)は、試料をプラズマ照射後に大気曝露することなく昇温ガス脱離スペクトル(TDS)計測が可能な小型プラズマ模擬装置を開発し、これによって重水素吸蔵量が真空保管では時定数1.3日、及び大気中保管では3.3日で減少し、真空保管中の方が減衰がより早いことを実験的に明らかにした。波多野(富山大)は、タングステン中の水素同位体の吸蔵量が1073 Kで中性子照射された場合でも顕著に増加したことを報告した。これは日米研究プロジェクトPHENIX及び東北大学金属材料研究所の計画研究で得られた成果例であり、あらゆるデータを数年以内にデータベース化する計画である。

6. 「ペDESTAL物理」

第30回となる本会合には36名(欧州8名、米国11名、ITER機構1名、日本6名、中国3名、韓国5名、インド2名)の参加者がおり、ITERの最重要課題である(1)RMPコイルを用いたELM抑制・低減化条件、(2)HモードペDESTAL構造の理解、(3)L-HおよびH-L遷移の発生条件、(4)Iモード研究、(5)ペレット入射によるELM制御条件の各ワーキンググループの現状報告に関して討議が行われた。

RMPコイルによるELM制御に関して、AUGとDIII-Dの国際装置間比較実験において、AUGで $n=2$ のRMP印加時に低三角度プラズマでは $H_{98}=0.85$ でELM低減化を達成していたが、高三角度化によって $H_{98}=0.95$ 、 $\beta_N \sim 1.8$ で約50 τ_E 間ELMの抑制に成功したという報告があった。MARS-FによるMHD解析でプラズマ周辺部に急峻な圧力勾配が形成され、大きなブートストラップ電流が流れたことでキンクモードの成長によるトラス外側でのプラズマ周辺部の変位が見られることが示された。

DIII-Dでは、 $\beta_N \sim 1.7$ のITER標準運転シナリオを想定した放電での重水素ペレット入射でダイバータ板でのELM熱負荷の低減に成功したという報告があった。10 HzのELM周波数で400 W/cm²程度のピーク熱負荷を60 Hzのペレット周波数で75 W/cm²に、90 Hzの周波数で45 W/cm²以下に低減した。一方で90 Hzのペレット入射時には若干の密度上昇があるものの、 H_{98} はペレット制御なしの参照放電とほぼ変わらなかった。また、DIII-Dから低トルク領域でのリチウムペレット入射(130 Hz)によるELM制御実験の結果も報告された。25 HzのELM周波数を持つ参照放電に対して、130 HzでのELM制御には成功したが、プラズマ周辺部での衝突周波数が減少し、ELM周波数は増加したもののダイバータ板でのピーク熱負荷は減少しなかった。リチウムペレットにより強

い密度排気効果が現れるなど、ペデスタルプラズマへの影響について議論された。

ペデスタル構造のワーキンググループでは、電子密度ペデスタルと電子温度ペデスタルの径方向位置の違いについて議論された。AUGからは、セパトロクス密度とペデスタル圧力の関係についての報告があり、加熱パワー、ガスパフ量、低Z不純物入射の有無に依らず、ペデスタル圧力はセパトロクス密度に反比例するという実験結果が示された。従来 EPEDモデルでは電子密度と電子温度のペデスタル位置は同じであると仮定していたが、電子密度ペデスタルを径方向にシフトさせることで安定性限界が変化し、外側にシフトするほどペデスタル圧力が減少するという計算結果が示された。

JETからは、低ガスパフ時と高ガスパフ時での詳細なペデスタル分布の比較について報告があった。電子温度分布のペデスタル位置はガスパフ量に対して鈍感である

が、電子密度ペデスタルはガスパフ量の増加に対して外側にシフトする実験結果が示された。ガスパフ量が増加すると、高トロイダルモード数の peeling-ballooning モードが不安定化する。次第にプラズマ周辺部の衝突周波数が増加し、ブートストラップ電流が減少することにより、圧力勾配が低下していく解析結果が示された。

今回の会合では、Iモード実験データの系統的な整理が行われ、国際データベースの作成に関する提案があった。AUG 及び Alcator C-Mod では、Iモードの発生領域に対応する加熱パワー領域はトロイダル磁場とともに広がる傾向を示しており、ITER 及び DEMO で有用な放電モードになり得るかどうか重要な課題である。今後、EAST, KSTAR, TCV 等で新規実験提案がされており、データベースの拡充とともに物理的理解の進展が期待される。

(原稿受付日：2016年12月19日)