



インフォメーション

■ITPA（国際トカマク物理活動）会合報告(38)

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

●開催日：2012年10月15日－18日¹，2012年10月15日－17日²⁻⁶

●場所：サンディエゴ（米国）¹⁻⁶

担当委員：

井手俊介(原子力機構)¹，鈴木隆博(原子力機構)¹，長崎百伸(京大)¹，中村祐司(京大)¹，花田和明(九大)¹，林伸彦(原子力機構)¹，福山淳(京大)¹，諫山明彦(原子力機構)²，柿原悟(核融合研)²，古川勝(鳥取大)²，政宗貞男(京都工繊大)²，松永剛(原子力機構)²，山崎耕造(名大)²，渡邊清政(核融合研)²，篠原孝司(原子力機構)³，東井和夫(核融合研)³，藤堂泰(核融合研)³，長壁正樹(核融合研)³，濱松清隆(原子力機構)³，村上定義(京大)³，山本聡(京大)³，本多充(原子力機構)⁴，吉田麻衣子(原子力機構)⁴，坂本宜照(原子力機構)⁴，宮戸直亮(原子力機構)⁴，田中謙治(核融合研)⁴，田村直樹(核融合研)⁴，井戸毅(核融合研)⁴，相羽信行(原子力機構)⁵，浦野創(原子力機構)⁵，大山直幸(原子力機構)⁵，神谷健作(原子力機構)⁵，鈴木康浩(核融合研)⁵，中嶋洋輔(筑波大)⁵，森崎友宏(核融合研)⁵，朝倉伸幸(原子力機構)⁶，芦川直子(核融合研)⁶，上田良夫(阪大)⁶，大野哲靖(名大)⁶，坂本瑞樹(筑波大)⁶，仲野友英(原子力機構)⁶，増崎貴(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)

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
統合運転シナリオ	2013年4月15日-18日	カダラッシュ（仏国）
MHD 安定性	2013年4月22日-25日	カラム（英国）
高エネルギー粒子物理	2013年4月22日-25日	カラム（英国）
輸送と閉じ込め物理	2013年4月22日-25日	ガルヒング（独国）
ペDESTAL物理	2013年4月22日-24日	ガルヒング（独国）
スクレープオフ層とダイバータ物理	2013年3月18日-21日	合肥（中国）

1. 「統合運転シナリオ」

第8回の本会合には，日本（4人），欧州（12人），米国（13人），ロシア（2人），韓国（1人），中国（2人）ITER機構（3人）が参加した。

統合運転シナリオ・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を提案することが主な役割である。会合の主要な内容は，グルー

プから提案している国際比較実験（ITER標準運転シナリオの開発，加熱／電流駆動手法の開発，プラズマ複合制御の開発等）の進展の確認と今後の展開に関する議論，ITERの運転シナリオや加熱／電流駆動に関するモデリング活動の現状の報告と今後の構成に関する議論であった。また，各国装置の現状報告も行われた。

ITER機構からは，ITER計画の進展の現状とITERにおけるプラズマ制御の概念設計に関して報告があった。統合運転シナリオに関わる検討事項として，重水素を使う前の初期運転での加熱パワーは63MWに下がること，中心ソレノイドコイルの設計変更で利用可能磁束が減ることが示され，これらの変更の運転シナリオへの影響の調査・検討を要請された。プラズマ制御の概念設計の報告は，他グループとの合同セッションで行われた。プラズマ制御システムの制御対象や装置防護のためのインターロックシステムとの連携，今後の開発計画等が示された。

国際装置間比較実験の現状と今後の実験予定に関して報告があった。HL-2Aにおける電子サイクロトロン（EC）波によるプラズマ着火実験で，ITERで想定されているEC入射前のループ電圧印加は入射後の印加より早くプラズマを着火できて問題がないことが報告された。今回の特別セッションとして，不純物入射とプラズマ電流立ち下げの実験結果がまとめて報告された。ASDEX Upgrade（AUG）では壁材料が炭素の時よりタングステンの方がより高い規格化ベータ値になり，HHファクタが規格化ベータ値とともに増加することが示された。JETのILW（ITER Like Wall）のプラズマ電流立ち下げ実験では炭素壁との差異はないことが確認され，放射損失増加によりHL遷移が誘発されることから不純物輸送の重要性が指摘された。また，グループの要請で井手（原子力機構）が，JT-60Uの内部輸送障壁（ITB）プラズマの特性について報告を行った。JT-60Uにおけるいくつかの典型的なITBプラズマについて主に磁気シアに着目してその閉じ込め特性等を要約したものであり，グループに実験データを提供して輸送モデル検証等に用いることになった。

運転シナリオや加熱／電流駆動，燃焼制御に関するモデリングの報告があり，それを基に議論を行った。ブランケット試験等のための長時間放電シナリオのモデリングでは，ペDESTAL圧力等の最新の理論予測値に合わせて各国のコードの計算をやり直し，データをまとめて論文として発表することになった。ITERのヘリウムと水素プラズマにおける中性粒子ビーム（NB）の透過パワーの計算を行い，対向面の熱負荷が許容できる最低密度を評価した結果が報告された。計算結果の検証等のため，モデリング・検証作業を共同で進めていくことになった。

この他，共同論文のための作業や比較実験と共同モデリングに関しての次回会合までの検討事項等を取り決め，会

合を終了した。

2. 「MHD 安定性」

第9回となる本会合は、日本2名、EU 7名、米国26名、ロシア3名、インド2名、韓国1名、中国4名、ITER機構3名の参加のもとで開催され、ディスラプション、誤差磁場、鋸歯状振動、新古典テアリングモード (NTM)、抵抗性壁モード (RWM) などの報告が行われた。今回はディスラプションに関するトピックスに多くの時間が割り当てられ、「スクレブオフ層とダイバータ物理」および「高エネルギー粒子物理」トピカルグループ (TG) との合同セッションも設けられた。

ディスラプションに関しては、大量ガス入射 (MGI) に関する報告が多くあった。AUGでは新設の強磁場側バルブによるMGIについて、ガス注入量が少ない場合は供給効率 (注入量に対する電子密度上昇) が弱磁場側からの場合より高いものの、注入量が多い場合は差が見られなくなるとの報告があった。Alcator C-Mod (C-Mod) からは、トロイダル位置ではほぼ180度離れた2ヶ所からのMGIの結果が報告された。Iモードプラズマにおいて2ヶ所からはほぼ同時にガス注入したとき、Lモードプラズマの場合 (前回会合で報告) と同様、熱クエンチ前のフェーズの放射損失のトロイダル非対称性が減少するとの報告があった。一方、熱クエンチフェーズでは、2ヶ所からの注入時刻をずらした場合の放射損失の非対称性の変化は今回も明瞭でなく、原因としてMHD不安定性の影響が挙げられた。また、NIMRODコードに原子分子過程を計算するKPRADコードを組み込みMGIを模擬した結果が報告され、トロイダルモード数 $n=1$ のモード構造により供給効率が大きく変わるとの結果が示された。また、JETのITER-like wall (ILW)、AUGのタングステン壁のもとでのディスラプションを炭素壁の場合と比較した結果が報告された。JETではILWにしたことにより炭素の放射が減ったためディスラプション時の放射損失が半分程度になったが、Ar+DのMGIにより以前と同程度にできることが示された。また、ILWでDのみのMGIの場合の電流クエンチ時間は炭素壁の場合 (DのみおよびAr+D) の5倍程度であるが、Ar+Dとすることにより炭素壁の場合と同程度となることが示された。

RWMに関しては、前回会合に引き続き、プラズマの運動論的効果(δW_k)を考慮したRWM安定性解析コードMISK (米Columbia大) とMARS-K (英CCFE) のベンチマークの進展について報告があった。前回会合での報告では両者の結果に差異があったが、MISKでの δW_k の計算方法を修正することで同様の結果が得られるようになったとの報告があった。また、ITERのRWM帰還制御に関連して、帰還制御に対するノイズの影響について報告があった。高域通過フィルタを用いたノイズ解析をDIII-D、JET、MASTのデータを使って行った結果、プラズマパラメータやセンサーサイズの違いにもかかわらずノイズレベルが0.1–1 G程度であることが報告された。また、ITERに対する誤差磁場閾値の評価について報告があり、問題としてい

る $n=1$ の誤差磁場を補正しても、結果として発生する高 n 成分による新古典トロイダル粘性 (NTV) がプラズマ回転を減速させてしまうとの報告があった。このNTVを減らしつつ誤差磁場を補正する手法の必要性が強調された。

NTMや鋸歯状振動に関しては、EC波入射の位置や場所を実時間で変えることによりそれらを制御した結果が、AUG、DIII-Dなどから報告された。DIII-Dからは、平衡計算およびEC波入射方向制御を実時間で行うシステムを構築してNTMを安定化した結果が報告された。また、このシステムを用いてNTM発生直後にEC波入射することにより、飽和後に入射するよりも少ないEC波パワーで安定化できることが示された。

3. 「高エネルギー粒子物理」

本会合 (第9回) の参加者は約36名 (中: 4, 欧: 9, 印: 1, 日: 6, 韓: 1, 露: 3, 米: 10, ITER機構: 2) で、26件の発表があった。

線形コードのベンチマーク活動は円形断面トカマクで $n=6$ のトロイダルアルヴェン固有モード (TAE) に対して進められてきた。今回、参加したすべてのコードの結果がほぼ一致したと報告された。この結果はNuclear Fusion誌へ共同論文として投稿することになった。なお、今後もコードの拡張と改良等は継続することとなった。

非線形コードのベンチマーク活動は、JETでのDT実験プラズマを対象として $n=4$ のTAEの解析を行っている。MEGAコード (核融合研) からは偶数パリティのコア局在モードが不安定になり、成長率は有限ラーモア半径効果で減少すること等が報告された。LIGKAコードからは最初の解析結果が報告された。AE3D-KとTAEFLコードからは解析結果の違いについての報告があった。また、ハミルトニアン写像法を用いたテスト粒子の非線形挙動の解析結果の報告もされた。この中で、モード成長の飽和のメカニズムについての議論が行われた。

共同実験では、DIII-Dでの微視的乱流による高速イオン輸送の実験結果は改良した数値解析モデルで説明されるため、終了することが了承された。新たな提案として、電子サイクロトロン加熱 (ECH) によるAEの安定化実験が立ち上げられた。ECHをメインにするが、ECHだけに捕われず研究を進めることが助言された。その他の共同実験は順調に進められている。局所AEによる高速イオン損失と再分布の実験と理論の比較については、AUG、DIII-D、MAST、NSTXから報告があった。非線形AE成長時の共鳴点でのイオンの動的摩擦 (減速) の効果については、NBIによるプラズマ周辺加熱時の軟X線の周波数上昇がAUGから報告された。LHDからは、NNBI駆動の多くのAEは高速イオンの電子による減速過程が支配的な条件でありLilleyらの理論が示すようにバースト的となるが、磁気軸を外側にシフトしたプラズマにおいてしばしば準定常飽和やスペクトル分離が観測され、現状の同理論では説明できないと報告があった。DIII-Dからはテストブランケットモジュール (TBM) モックアップコイルによるNBIの損失イオンの観測が、ASCOT、F3D-OFMC (原子力機構)、

SPIRAL コードの各解析結果と一致することが報告された。周辺部局在不安定性 (ELM) および共鳴磁場摂動 (RMP) コイルによるエッジでの擾乱磁場に起因する高速イオン損失と壁への熱負荷に関しては、DIII-D と AUG での実験結果が報告された。

実験関連の報告では、TORPEX から交換型流体乱流中で高速イオンの非拡散型の輸送が観測されたとの報告があった。LHD からは中性粒子ビーム電流駆動による負磁気シアにおける高速イオン駆動の測地線音波モード (GAM) の径方向分布の重イオンビームによる計測結果の初期的な報告があった。NSTX からはストカスティック損失モデリングと実験との一致等が報告された。MAST からは NB のパワー増によって高速イオンの異常拡散を計測し、高速粒子モード (EPM) の振幅との相関があることが示された。

数値シミュレーション関連の報告では、F3D-OMFC コードによって計算した JT-60U での高速イオンの速度分布を初期値とした MEGA コードによるハイブリッド・シミュレーションの結果が報告された。また、TAE によるアルファ粒子の径方向異常輸送項を考慮した Fokker Planck モデルと TOPICS コード (原子力機構) とを統合して ITER での Q 値を評価した結果が報告された。また、TRANSP コードをベースにした燃焼プラズマの AE による高速イオンの緩和現象に対する準線形モデルの妥当性を確認したことが報告された。

テスト粒子による高速イオン閉じ込め評価では、ELM コイル磁場による高速イオン損失を F3D-OFMC と ASCOT コードを用いた詳細なベンチマーク結果が報告された。ASCOT コードからは ITER において NTM のある場合と AE のある場合のアルファ粒子閉じ込め評価が報告された。

MHD TG との合同セッションでの AE 関連の報告としては、C-Mod で観測された TAE の第 2 高調波を MHD 方程式の 2 次オーダーの非線形項を考慮した AEGIS コードで再現できることが示された。DIII-D でのビーム駆動 AE の M3D-K コードの解析結果が報告された。非線形ジャイロ運動論コード GTC コードからは負磁気シアアルヴェン固有モード (RSAE) とベータ誘導アルヴェン固有モード (BAE) の解析を可能にしたとの報告があった。また、MHD TG との協議の結果、逃走電子研究を MHD TG に移すことで合意した。

最後に、ITER の非核融合実験期間にタングステン製ダイバータを導入する場合の課題を議論したが、本グループでは、特段の課題はないという共通認識に至った。

4. 「輸送と閉じ込め物理」

本会合 (第 9 回) は、一部セッションをペデスタルトピカルグループと合同で開催した。52 名 (日本 2 名、米国 20 名、欧州 14 名、中国 7 名、韓国 5 名、ロシア 2 名、ITER 機構 2 名) が出席した。

オープニングの後、L-H 遷移条件と物理機構、3 次元磁場のプラズマ閉じ込めへの影響、ITER に向けたダイバー

タ戦略、粒子輸送と供給、装置間比較実験とグループ論文に関する議論、プラズマ回転、コアと周辺の輸送、分布の硬直性、乱流の各セッションが設けられ、それぞれの報告および議論がなされた。

L-H 遷移条件のセッションでは、H モード遷移直前の I フェーズにおける Limit Cycle Oscillation (LCO) の理論・モデリングと観測事実についての発表が多くなされた。DIII-D からは 2 kHz 程度の LCO が H モード遷移直前には 300 Hz 前後に減少し、それは反磁性流のシア率が周期的に乱流非相関率を上回ることによって起こることが示された。EAST も LCO の観測を発表し、DIII-D と同様の解釈がなされていた。理論からは 1 次元の捕食者・被食者モデルにより L-I-H 遷移が再現でき、よく観測事実を捉えられるとの発表があった。別の話題として遷移パワースケーリングと密度の関係について報告があり、DIII-D からは密度を変化させたとき遷移パワーはほぼ変化がないのに周辺乱流に大きな変化が見られたこと、AUG からは遷移パワーにプラズマ電流依存性があることと遷移・逆遷移パワーはほぼ同じ依存性を持っていることが報告された。

3 次元磁場のプラズマ閉じ込めへの影響に関するセッションでの発表は 2 件だった。ステラレータにおいて新古典粘性が増大したときに帯状流の振幅が抑えられることと、共鳴誤差磁場印加とそれによる乱れた磁場構造が粒子輸送、とりわけ密度吐き出しに与える影響の装置ごとのまとめが報告された。

ITER に向けたダイバータ戦略のセッションはペデスタルトピカルグループと合同で開催された。高電荷不純物の輸送と蓄積が輸送側の議論の中心で、ELM と関連する話題では、タングステン吐き出しは ELM 周波数に比例するため、密度輸送のみに影響を与える ELM を制御する手法の開発が重要であるとの指摘がなされた。ペデスタル領域や内部輸送障壁内側では不純物の輸送係数は新古典レベルに近い一方、新古典不純物ピーキング因子は電荷数に比例するため、タングステンでは大きな問題となり得るという実験事実が示された。

粒子輸送と供給のセッションは、大きく粒子供給、低電荷 (ボロン) 粒子輸送、高電荷粒子輸送に分けられる。C-Mod ではボロン密度分布が測定され、閉じ込めモードに依って分布はホローからピークまで広く取り得ることが示された。AUG からはジャイロ運動論コード GKW を用いた解析により、速いトロイダル回転を伴う場合に観測されるホローなボロン分布形成には、回転と粒子輸送の結合効果 (非対角効果) が重要であることが指摘された。また高電荷不純物については、ジャイロ運動論方程式の解析的・数値的な手法によりボロイダル不均一性や遠心力の効果は無視できないという結果が示された。

装置間比較実験とグループ論文に関するセッションでは 5 件の報告があった。主なものは、国際運動量データベース (IMDB) の ver.1 が公開されようとしていること、I モードと内部輸送障壁の共存について、ITER 電流立ち上げ時の輸送モデルの妥当性検証、非局所輸送の比較実験の報告などであった。

プラズマ回転のセッションでは、自発回転についての発表が主であった。自発回転分布形状と速度のスケールリングを調べる上で、速度勾配をどのように定義して整理するかについて議論が行われた。低域混成波電流駆動は低プラズマ電流では電流方向に、高電流では逆方向に駆動することがC-ModやTore Supra（一部EAST）から報告された。C-Modからはさらにオーミック加熱フェーズでも、密度上昇中は順方向回転にもかかわらず密度飽和後は逆方向に変化する現象が報告された。KSTARではECHを伴うL・Hモードにおける逆回転駆動が観測された。ジャイロ運動論コードGYROによる運動量輸送計算も行われている。

コアと周辺の輸送セッションでは、ジャイロ運動論モデルによる周辺での揺動レベルや輸送の“不足（shortfall）”が話題の中心となった。特定のDIII-Dの放電に対してジャイロ運動論コード・モデルGYRO、GENE、TGLFなどで輸送を調べ、その全てで磁気軸近傍と規格化小半径で0.6の位置より外側での輸送の過大な低減が予測されており、何らかの物理モデルの不足もしくは基礎方程式の破綻の可能性について議論が交わされた。輸送現象の理解には磁場揺動を伴うマイクロテアリングモードや、ジャイロ位相平均近似を課さないサイクロ運動論（6次元）を考慮する必要性があるとの指摘があった。

分布の硬直性のセッションはまず、どの定義が分布の硬直性を示す指標として優れているかという根源的な問いから始まった。JETからは予測シミュレーションに適用可能な、実験に基づいたイオン分布硬直性係数のモデリングの発表があった。DIII-DからはLモード放電で電子熱輸送の分布硬直性についての報告があった。GYROによるDIII-DのLモード放電解析では、電子熱流束を正しく（もしくは過大に）評価できているときでも、電子温度揺動振幅は測定値に比して過小評価してしまう系統的誤差が報告された。GENEによるシミュレーションでは、平行速度勾配(PVG)不安定化と $E \times B$ 安定化の競合によりイオン温度分布の硬直性の減少が見られた。

プラズマ乱流のセッションでは3件の発表があった。NSTXでの主要な長波長乱流は捕捉電子モードであることが示された。また、TGLFと輸送ソルバを用いた実験再現シミュレーションでは、磁気軸近傍での輸送の“不足”により温度分布がピークしてしまう系統的な傾向が見られるとの発表があった。

5. 「ペDESTAL物理」

本会合には47名（欧：11，米：22，ITER機構：2，日：3，中：8，韓：1）の参加者があった。ペDESTAL構造形成、ELMの物理、ITERにおけるダイバータ交換ストラテジー、ELM間におけるペDESTALの時間発展特性、ITERにおけるELM制御手法、RMPを用いたELM制御等のセッションにおいて、各装置での最新の実験結果と国際装置間比較実験に関する討議が行われた。

ペDESTAL構造形成のセッションでは、AUGからECHとNBIを用いた実験により、ペDESTAL構造は加熱機器に依らない結果が示され、JET、DIII-D、JT-60Uの各装置か

らの従来の結果と一致したという報告があった。また、現在ペDESTAL構造予測モデルとして最も信頼されているEPEDモデルに基づく解析結果が報告された。ペDESTAL幅モデル $\Delta = \beta_{p-ped}^{0.5} G$ の係数 G 値は、逆アスペクト比0.4以下のDIII-D及びC-Modでは0.08程度であるが、逆アスペクト比0.4以上のNSTXでは0.09–0.13程度の値を示すことがわかった。

ELM物理のセッションでは、浦野（原子力機構）よりJT-60UにおけるType-I ELM特性に関する報告があった。NBIはターゲットプラズマに対して熱源と運動量源を同時に与えることに着目し、JT-60Uの接線NBIと垂直NBIを用いて、ELMに対する熱流束とトロイダル回転の影響を分離した。周辺トロイダル回転速度が一定の条件では、ELM周波数は接線NBの入射方向に依らずセパトリクスを通過するパワーに比例するが、同時に、同一パワー条件下では、逆方向回転の増加に伴ってELM周波数は増加することを示した。

輸送と閉じ込め物理トピカルグループと合同で開催したITERにおけるダイバータ交換ストラテジーのセッションでは、初プラズマからタングステンダイバータを導入した場合の追加リスクに関する議論が本会合における最重要項目であった。大山（原子力機構）より本会合セッションに関する背景説明があり、(1)炭素材と比較してタングステン時に十分なペDESTAL圧力が得られるのか、(2)ITERで求められる閉じ込め性能を満足するHモードへの遷移パワーが得られるか、(3)タングステン時のELM特性と制御性が確保できるか等に関して、トピカルグループ内での必要検討項目を挙げた。ペDESTAL物理に関する報告として、AUGおよびJETにおけるタングステンダイバータ実験からは、炭素材時と比べて高密度領域でHモード遷移パワーが20-30%程度低下する結果が示された。JETのITER-Like-Wall実験ではペDESTAL圧力が炭素材に比べて30%程度低下するが、これを窒素ガス注入によって回復させることに成功している。また、EPEDモデルによる解析が検討された。金属イオン混入は、境界プラズマに対して衝突周波数を変化させ、これがブートストラップ電流およびpeeling-ballooning安定性限界に影響する。一方コアプラズマに対して高Z不純物は放射損失の増大、並びに不純物混入による熱輸送特性の変化からポロイダルベータに影響し、シャフラノフシフト量による周辺部MHD安定性を変化させる等の予測が報告された。

高時間・空間分解の計測器を用いたELM間におけるペDESTAL部の密度・温度・電流・電場等の主要パラメータの時間発展に関する議論がなされた。AUG、DIII-D、MAST、C-Mod、NSTXでは、ELM崩壊前にペDESTAL圧力勾配の飽和現象が観測されているが、JETおよびJT-60Uでは圧力勾配は飽和せず上昇し、ELM崩壊が発生している。DIII-D及びMASTの実験結果は、peeling-ballooningモードおよび運動論的ブルーニングモードの制約によって再現可能であることが報告された。周辺プラズマ圧力の複雑な回復過程は周辺部ブートストラップ電流および径電場の構造形成に影響することから、ELMを決定

する安定性や輸送特性にとって重要であり、引き続き議論を継続することになった。

RMPコイルを用いたELM制御については、RMPコイルによってダイバータ熱負荷に3次元的に強弱が発生する性質についての解析結果が報告された。バルクプラズマの特性によるダイバータ熱負荷分布の変化や、摂動回転等による熱負荷ピークの分散手法等が活発に議論された。

6. 「スクレープオフ層とダイバータ物理」

第17回目となる本会合への参加者は42名であり、このうち日本人の参加者は海外の研究所に所属する者（2名）を含めて4名であった。会合では、4つのR&D項目（ITERの建設に向け緊急に解決が必要な検討課題として設定した以下の項目：1. 定常および非定常熱負荷、2. 水素蓄積、3. タングステン材対向壁、および4. プラズマ対向壁の損耗・堆積）について最新の研究成果が報告され、講演数は他専門家グループとの合同セッションでの講演を含めて39であった。このうち日本人による講演数は6であった。

今回の会合は、JETでILW計画に基づく最初のプラズマ実験期間が終了した後であり、その詳細な実験結果が報告された。ILWへの改造後では、 $H_{H98(y,2)}=1$ が達成されていないことが報告された。データベースによると、 $H_{H98(y,2)}$ はガスバフを減じることによって上昇するが、ダイバータでのタングステン(W)の発生量が増加するとともに周辺プラズマでの遮蔽効果が低下し、主プラズマ中にWが蓄積する。今回の実験キャンペーンでは、ガスバフ以外に主プラズマ中のWイオンの蓄積を回避する手段が確立されなかったことが、 $H_{H98(y,2)}=1$ が達成されなかった主な理由である。Wが蓄積していないプラズマであっても、ILWへの改造前の炭素壁時と比較すると、ILWへの改造後では電子温度が低い傾向が見られ、 $H_{H98(y,2)}$ は30%低い。この原因は解明されていないが、ILWへの改造後はペDESTAL部の温度が低いこと、ELMに起因するパルス的な熱負荷がダイ

バータ板に到達したときのダイバータ板の温度上昇が遅いこと、などの観測結果が併せて報告された。

W材の表面変化に関するセッションでは、溶融実験、ヘリウム照射によるナノ構造形成、アーキングによる損耗、高フラックス水素照射の影響（プリスタリングなど）、およびパルス熱負荷の試験方法に関する発表があった。また、ITPAの調整委員会から、本会合の開催前に、ITERの初期運転時からWダイバータを導入するにあたっての問題点に対する評価項目と判断基準を回答するように要求があった。これに対応するため、Wおよび炭素繊維複合(CFC)材ダイバータの性能を議論するセッションが組まれた。このセッションでは、ITERダイバータの現状、欧日中のWモノブロックの開発状況、JETのILWの最新成果（前述）、高熱負荷によるWの溶融およびWの表面状態変化のレビュー、およびトリテンションの総合的評価について発表があった。Wモノブロックへの熱サイクル試験の結果では、熱負荷 10 MW/m^2 では問題がないが 20 MW/m^2 では表面状態の変化や亀裂の進展がみられた。熱負荷が $27 - 30 \text{ MW/m}^2$ へ上昇すると、銅の接合部分が溶融して大幅な除熱性能の低下がみられた。ELMを模擬した繰り返し熱パルス実験では、約10000ショットを超えると、溶融限界の1/5のパルス熱入力でも亀裂の進展や表面の再結晶化および局所的な溶融がみられ、ダストの発生が懸念される。ナノ構造が形成されたW表面は、アーキングやパルス熱負荷によって溶融し、異常損耗やダスト発生の原因となる。この影響を調べた結果がトカマク装置、高密度プラズマ装置、およびパルスプラズマ装置から報告された。その結果を総合すると、ITERの実験にWダイバータを使用しても、Wナノ構造は異常損耗という観点からは大きな問題ではないと思われるが、プラズマへの影響やダストの発生の観点からはさらに検討を要する。次回のITPA会合では、ITPA調整委員会への報告書（上田（阪大）および仲野（原子力機構）が一部を担当）の内容の議論に多くの時間が割かれる予定である。