

東日本大震災関連

■東日本大震災における那珂核融合研究所の被災状況と対応状況

日本原子力研究開発機構
那珂核融合研究所長・核融合研究開発部門長
二宮博正

2011(平成23)年3月11日に発生しました「東北地方太平洋沖地震」により被災された皆様に、心よりお見舞い申し上げます。

那珂核融合研究所では東北地方太平洋沖地震で、震度6弱を観測したものの、JT-60実験棟(図1)および解体中のJT-60本体には大きな被害がなく、環境への影響、火災、怪我等はありませんでした¹。しかしながら、JT-60実験棟以外の施設(図2～9)においては、建物を中心に大きな被害がありました。震災から既に2ヶ月以上が経ちますが、未だに立ち入り禁止の建物やエリアがあり、研究再開の目処が立っていない施設もあります。現在、順次設備の点検を実施しているところであり、実験装置や機器については、未だ調査できていないものも多いのが現状です。

現在は全施設の電気、工業用水、水道水は復旧しています。また設備・機器等の詳細な点検を実施しつつ、復旧作業の準備を進めております。一部の施設・設備の復旧については、完全復旧にある程度の期間を要すると予想されますが、職員一同、関係者および各機関のご協力を得ながら復旧に全力で取り組んでいく所存です。

1. JT-60

地震が発生した時、JT-60実験棟内では、解体作業を行っていました。非常に大きな揺れに見舞われましたが、作業者は直ちにマニュアルに従って迅速に屋外の点呼場所に避難しました。JT-60実験棟は、発電用原子炉建屋と同

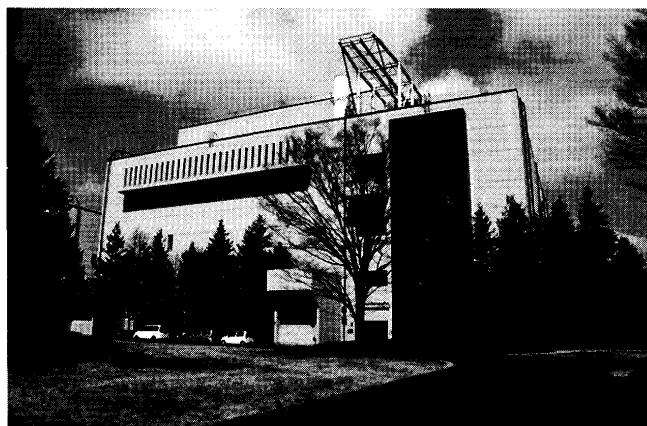


図1 JT-60実験棟(被害をほとんど受けていない)。

じBクラスの耐震設計がなされており、その基礎は地中深く岩盤に立地させています。また商用系は地震により停電しましたが、無停電系(バッテリー)からJT-60実験棟本体室の照明や自動扉へ電力が供給され、本体室から安全かつ速やかに避難できました。(なお直ちに非常用発電機が起動し、その後は発電機から電力が供給されました。)このように、JT-60実験棟内では各所で作業が行われていたましたが、幸いなことに人的被害は全く発生しませんでした。

2. その他の研究施設

ITERに関係する研究施設は大きな被害を受けています。1 MeVの負NBI試験施設の建屋では、建物の筋交いがほとんど座屈し、一部の外壁が落下しました(図3)。このため建物そのものが立入禁止・使用禁止となり、クレーンも使えず現在もなおMeV級イオン源の試験施設の被害状況を調査することもできません。同じ建屋に入っているダイバータ試験装置(DATS)も同じ状況であり、原子力機構の施設を利用する共同研究に申し込まれた方々には多大な

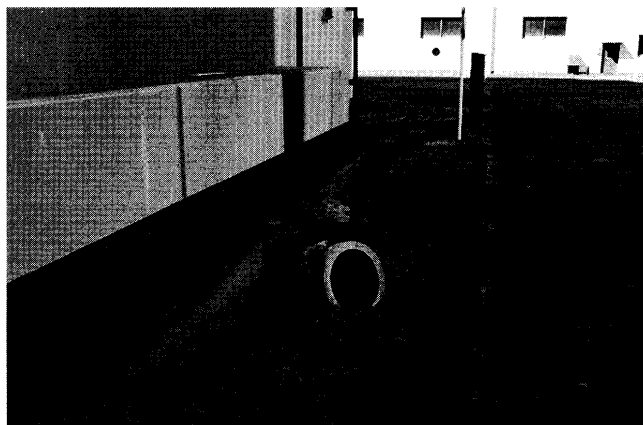


図2 JT-60実験棟周辺(地盤陥没)。

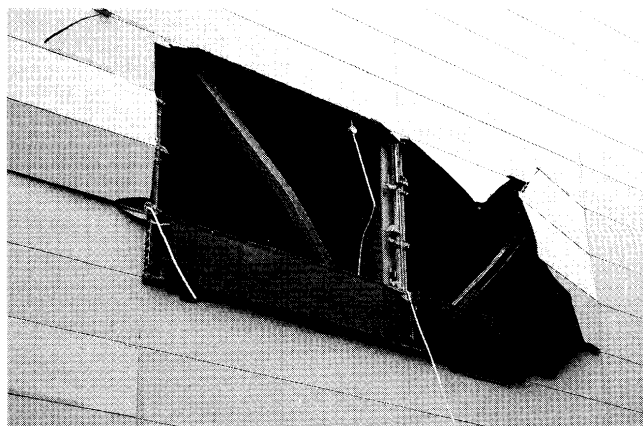


図3 NBI試験装置建屋(筋交いの座屈と外壁の落下)。

1 那珂核融合研究所の被害状況については原子力機構那珂核融合研究所のホームページ <http://www.naka.jaea.go.jp/> から見るることができます。

ご迷惑をおかけしています。ITER 用超伝導コイルや遠隔保守技術を開発する建屋では、天井に取り付けられた空調機器が落下するなどの被害が出ており（図 4）、度重なる余震により更なる落下の危険があるため現在も立入禁止の区域としています。ITER 用ジャイロトロン試験装置がある建屋も居室部分が大きく破損し、天井板や壁の崩落が顕著に見られ（図 5）、事務管理棟の天井板も落下しました（図 6）。一部のグループの居室等においても鉄筋コンクリートに無数のひび割れが見られ、恒久的な修復をしなければ使用できない被災度判定が出ています。見学者が多い

JT-60 制御棟のロビーや JT-60 中央制御室の天井板も多数落下し、見学者受け入れの制限を行っています（図 7, 8）。また、構内の道路においても隆起、陥没、割れ等の被害を受けています（図 9）。

東海地区にある原子力科学研究所内の核融合関連施設であるトリチウムプロセス研究棟（TPL）と中性子工学研究施設（FNS）については、壁の亀裂やダクトの破損、ビームラインの破損等の被害がありました。共同研究で利用される方々には大変ご迷惑をおかけしています。補修を実施するよう調整を行っているところです。



図 4 超伝導コイル開発建屋（天井に設置されていた空調機器の落下）。



図 7 制御棟ロビー（天井板の落下）。

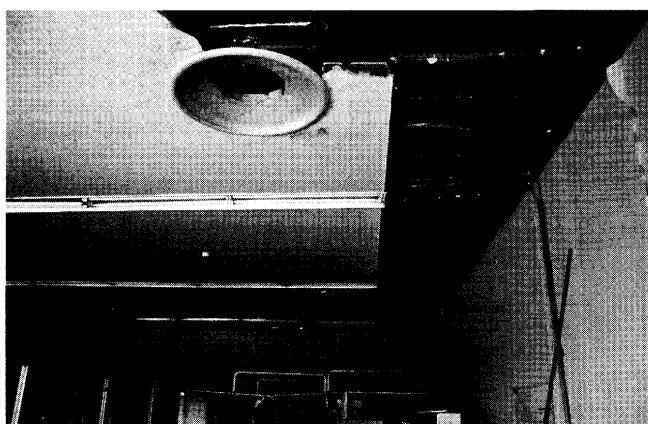


図 5 ジャイロトロン試験装置建屋（天井板の落下）。



図 8 中央制御室（天井板の落下）。

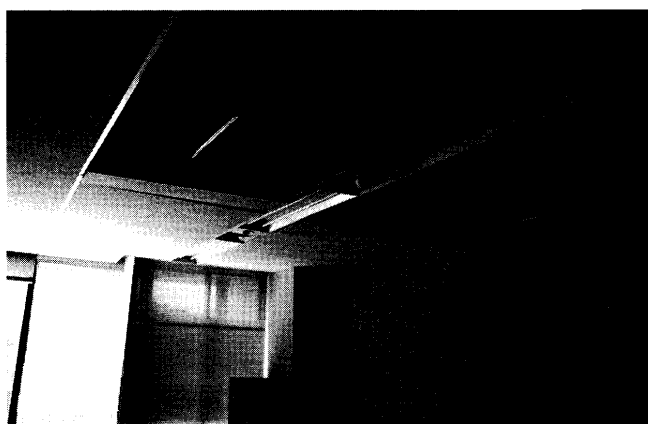


図 6 事務管理棟居室（天井板の落下）。

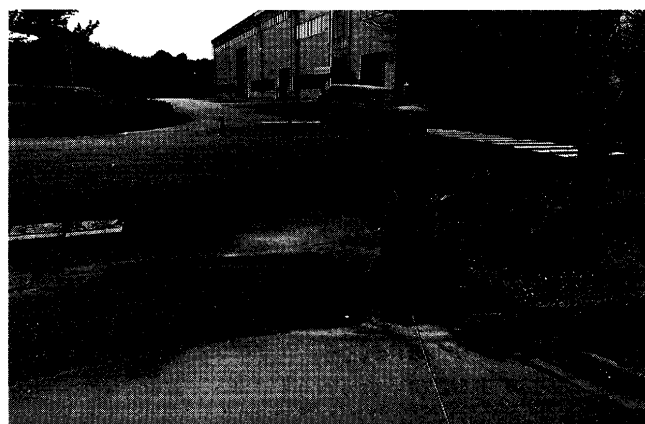


図 9 構内道路（陥没）。

3. 原子力機構の他の拠点における震災の被害

海岸沿いに立ち並ぶ東海地区の原子力科学研究所や核燃料サイクル工学研究所は、幸いなことに高さ 5.6 m の津波の被害はどの建屋も免れました。地震においても原子炉建屋には大きな損傷はなく、各施設とも安全が確保されています。しかしながら周辺施設に地盤の陥没や倒壊などの被害が出ました。J-PARC 周辺でも道路や受電設備、コンデンサーバンク等に大きな被害が出ています。

4. 原子力機構における東京電力福島第一原子力発電所事故への支援状況²

原子力機構は、事故発生後直ちに、災害対策基本法第 2 条第 5 号の規定による指定公共機関として、原子力緊急時支援・研修センターを中心とした環境モニタリングへの協力、福島原子力発電所事故対策統合本部の特別プロジェクト

トや原子力安全委員会等への専門家の派遣による技術的助言あるいは科学的知見の提供等を行ってきました（表 1 参）。5 月 6 日付けをもって、福島対応体制強化のために「福島支援本部」を新設し、我が国唯一の総合的な原子力研究開発機関として、保有する専門家人材、試験研究施設群を組織的かつ効率的に活用し、東京電力福島第一原子力発電所事故の最終的な収束に向けた中・長期的な技術的課題の解決に貢献するための体制を構築しました。

那珂核融合研究所および核融合研究開発部門においても、積極的に支援に貢献しています。自治体から持ち込まれる飲料水の放射能測定を行うとともに、人的支援として、科学的知見や技術の提供、環境放射線モニタリング、環境放射能分析、住民問い合わせ窓口等のため文部科学省や福島県等に、これまでに延べ320人日以上（6月10日現在）を派遣しました。

表1 東京電力福島第一原子力発電所事故への具体的な支援状況。

科学的知見や技術の提供	○原子力安全委員会等に機構の専門家を派遣し、拡散評価解析や放射線管理の分野で技術的検討に協力中。機構内の各部門においては、科学的知見を集約し、派遣した専門家に判断材料を提供中。
	○文部科学省非常災害対策センター（EOC）における環境放射線・放射能データのとりまとめ等に関し、24時間対応体制を整備し、協力活動を実施中。
	○文部科学省 EOC における国際対応活動に対する協力活動を実施中。
	○経済産業省における広報活動に対する協力活動を実施中。
	○茨城県における環境モニタリング計画の立案のため、茨城県に専門家を派遣し、環境試料のサンプリング計画を検討。
	○東京電力からの依頼により、東京電力福島第一原子力発電所のタービン建屋に滞留している水の分析作業を実施予定。
環境放射線モニタリング	○東京電力福島第一原子力発電所の半径 20 km 以遠の地域を対象にモニタリング車による環境放射線測定を行うとともに、身体汚染のスクリーニングサーベイ等を実施中。
	○福島県立医大に身体洗浄車及び体表面測定車を配備し、身体汚染測定、除染対応を実施中。
	○作業員の内部線量の評価を行うため、移動式全身カウンタ測定車を配備し、体内放射能測定を実施中。
	○文部科学省からの要請により、4月14日に福島県内の小中学校等の52地点において、環境放射線測定を実施した。その後、4月22日に校庭等の空間線量率の再調査を実施。4月28日以降は定期的に小中学校等の環境放射線測定を実施。
環境放射能分析	○茨城県の拠点を中心に継続的に環境放射線測定を行うとともに、大気中ダストを定期的に採取し、放射能測定を実施中。
	○海洋研究開発機構が採取した福島県地先海域の海水試料及び海域のダスト試料を定期的に受領し、放射能測定を実施中。
	○文科省及び保安院を介した東京電力からの依頼により、東京電力福島第一原子力発電所敷地内の土壌試料中の放射能測定を実施中。
住民問い合わせ窓口等の運営	○支援センターに健康相談ホットラインを開設し、毎日約400件程度の間合せに継続して対応中。3月末には関係機関の協力を得て対応体制を充実し、継続して対応中。
	○福島県自治会館及び茨城県庁に開設された住民相談窓口において、住民からの間合せに対する対応を実施中。
資機材などの提供	○機構の有するモニタリング車はもとより、移動式全身カウンタ測定車、移動式体表面測定車及び身体洗浄車を福島県に派遣し、放射線測定等を実施中。また、ロボット操作車（愛称：TEAM NIPPON）、サーベイメータや個人被ばく測定器を自治体や東京電力に提供し、放射線測定の強化に貢献。

（6月9日現在、延べ人数で13,824人の支援を実施）

² 東京電力福島第一原子力発電所関連の支援については原子力機構のホームページ（<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>）をご覧ください。ほぼ毎日更新されています。



1. 新年度研究者が増え、新たなグループも

国際核融合エネルギー研究センターでは、新年度になり原型炉設計、原型炉 R&D、計算機シミュレーションといった IFERC 事業関係の研究室の人達が次々と着任し、4 月と 5 月で 17 名の研究者（機構職員、技術協力員、任期付研究員等を含む）が新たに増えた。

組織では新たに核融合研究開発部門の六ヶ所 BA プロジェクトユニットの IFMIF/EVEDA 事業関係のグループが 2 つに分かれ、IFMIF 加速器施設開発グループと IFMIF 照射・試験施設開発グループとなった。

今後は夏から秋にかけて、計算機シミュレーション関係の研究グループおよび高性能計算機の据え付け、調整並びに運用準備のための人員など、20 人以上が着任する計画となっており、拠点組織である青森研究開発センターの人員と併せ、今年中に国際核融合エネルギー研究センター全体に在駐する人数は約 180 人となる。

新年度からオープンしている食堂も、昼休み早々に行かないと定食が売り切れるほど活況を呈している。

2. 原型炉 R&D 棟の RI 使用許可申請書を文部科学省に提出

今年度より原型炉 R&D 棟においてトリチウムや照射済微小試験片を用いた研究開発を開始するため、放射線障害防止法に基づいた RI 使用許可申請に関して、施設の整備と並行して原子力機構内で検討、審査してきた。その結果、3 月末に申請書案がまとまり、これを文部科学省に提出した。

原型炉 R&D 棟への最初の RI の搬入は今年の夏頃を予定している。

3. 高性能計算機用の電源・冷水供給設備等の設置準備開始

4 月初旬から計算機・遠隔実験棟における高性能計算機（スーパーコンピューター）用の電源・冷水供給設備等の

設置のための準備が本格的に開始された。

欧州が調達する高性能計算機は電気容量が最大約 3 MW で、これを冷却（約 2.5 MW が水冷、約 0.5 MW が空冷）するための冷水を供給する設備と、その冷却設備用の電源を含めた電源設備（約 4.5 MW）を日本が調達する。高性能計算機を設置する 2 階の計算機室は主に水冷で冷却する部屋と空冷で冷却する部屋の二つに間仕切られ、1 階の計算機補機室から 2 階の計算機室へ物を運ぶリフト等が取り付けられる。

この他にも、IFMIF/EVEDA 事業の原型加速器の超伝導機器のための冷凍機などを収納する建屋の工事も開始されている。

4. 欧州の高性能計算機メーカーが六ヶ所で説明会を開催

計算機シミュレーションセンター（CSC）のために欧州が調達する高性能計算機のメーカーに決まったフランスの Bull 社一行が、欧州の実施機関（F4E）、調達を担当するフランス原子力代替エネルギー庁（CEA）の担当者と共に来日し、5 月 16 日に、国際核融合エネルギー研究センターの管理研究棟で、説明会が開催された（図 1 参照）。説明会では、Bull 社から今回調達される高性能計算機の概要や据付・運用のスケジュールが紹介されただけでなく、F4E の代表や中島事業長から CSC の活動の概要や今後の研究開発計画等も紹介され、招かれた六ヶ所村や青森県の関係者、フランス大使館や駐日欧州連合代表部からの参加者を含め約 60 人が熱心に聴講した。

Bull 社によると、最終的な計算機のパフォーマンスとしてはピークで 1.3 ペタフロップスの性能が出るとのことであった。

一行はその後 19 日まで技術会合のため青森に滞在し、日本側の調達する設備・機器等との技術的な調整、計算機・遠隔実験棟の実地調査等（図 2 参照）を行った。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



図 1：フランス Bull 社の説明会（5 月 16 日国際核融合エネルギー研究センター管理研究棟大会議室で開催）



図 2 電源設備、冷水供給設備等の整備が始まった計算機・遠隔実験棟（5 月 16 日フランス Bull 社等の実地調査）

青森温泉巡り

その2

蔦温泉 — 浴衣の君は～♪の舞台 —

ブナの原生林に囲まれた八甲田南麓の一軒宿です。850年の歴史を持ち、大町桂月が愛した宿として知られますが、それよりも、ある年代の人には吉田拓郎の「旅の宿」の舞台と言った方がなじみがあるかもしれません。作詞をした岡本おさみ氏が新婚旅行で宿泊した当時、各部屋にあった火鉢の上の湯鍋に熱燗を入れていた情景が歌われています。

「久安の湯」と「泉響の湯」と呼ばれる2つの浴場があり、いずれもブナ材やヒバ材をふんだんに使った風格のある浴場です。

湯船の底板の間からぶくぶくと湧きだしてくる湯に体を委ね、歴史を感じさせる高い天井を見上げていると、時が経つのを忘れます。

温泉に入った後は、旅館周辺を一周するハイキングに出かけましょう。ブナ林の中に神秘的な沼が点在する3km

ほどの美しいコースです。運動不足の貴方、汗まみれになってまた温泉に入りたくなるでしょう。



初春の蔦温泉

蔦温泉旅館の HP: http://www.thuta.co.jp/index_p.cgi



インフォメーション

■ITPA（国際トカマク物理活動）会合報告(32)

●分 野：「MHD 安定性」¹，「輸送と閉じ込め物理」²，「統合運転シナリオ」³，「ペDESTAL物理」⁴，「高エネルギー粒子物理」⁵

●開催日：2011年3月1日-4日¹，2011年4月4日-5日²，2011年4月11日-14日³，2011年3月30日-4月1日⁴，2011年4月11日-13日⁵

●場 所：アーメダバード(印国)¹，サンディエゴ(米国)²，カラム(英国)³，ケンブリッジ(英国)⁴，フラスカティ(伊国)⁵

担当委員：

諫山明彦(原子力機構)¹，榊原悟(核融合研)¹，古川勝(東大)¹，松永剛(原子力機構)¹，山崎耕造(名大)¹，渡邊清政(核融合研)¹，井戸村泰宏(原子力機構)²，坂本宜照(原子力機構)²，田中謙治(核融合研)²，田村直樹(核融合研)²，矢木雅敏(九大)²，吉田麻衣子(原子力機構)²，井手俊介(原子力機構)³，鈴木隆博(原子力機構)³，長崎百伸(京大)³，中村祐司(京大)³，花田和明(九大)³，林伸彦(原子力機構)³，福山淳(京大)³，相羽信行(原子力機構)⁴，浦野創(原子力機構)⁴，大山直幸(原子力機構)⁴，神谷健作(原子力機構)⁴，北島純男(東北大)⁴，中嶋洋輔(筑波大)⁴，森崎友宏(核融合研)⁴，篠原孝司(原子力機構)⁵，東井和夫(核融合研)⁵，藤堂泰(核融合研)⁵，長壁正樹(核融合研)⁵，濱松清隆(原子力機構)⁵，村上定義(京大)⁵，山本聡(京大)⁵（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
MHD 安定性	2011年10月4日-7日	パドバ (イタリア)
輸送と閉じ込め物理	2011年10月5日-7日	カダラッシュ (フランス)
統合運転シナリオ	2011年10月18-21日	京都（日本）
ペDESTAL物理	2011年10月5日-7日	ヨーク（英国）
高エネルギー粒子物理	2011年9月12日-13日	オースチン (米国)

1. MHD 安定性

改組後第6回（通算では第17回）となる本会合は，インド・アーメダバードのプライドホテルで3月1～4日に開催された。会合では遠隔参加を含め，米国（10名），EU（10名），インド（25名），韓国（1名），ITER 機構（3名）の参加があり，日本からは遠隔で2名の参加があった。始めにITERにおけるMHD安定性とプラズマ制御の現状と課題が示されたのち，各課題に関する報告，共同実験（MDC）およびワーキンググループ（WG）に関する報告・審議がなされた。今回は遠隔参加者が多いことから，各国

の時差を考慮した議事進行がなされた。

ディスラプションに関しては，ディスラプション時の第一壁熱負荷，逃走電子，ハロー電流等に関するITERでの課題が示された。また，ディスラプション予測，逃走電子実験，垂直位置不安定性，大量ガスパフによるディスラプション緩和などに関する報告があった。これらの発表を受け，ハロー電流のモデリングに関するWGが組織されることになった。

誤差磁場に関しては，ITERにも適用可能な計測手法として，外部磁場に対するプラズマ応答から計測する手法が紹介された。また，誤差磁場に関してWG-9が組織され，ロックドモード回避に必要な誤差磁場の許容値，誤差磁場のモデル化，共鳴・非共鳴磁場によるブレーキング効果，ELMコイルと誤差磁場補正コイルによる補正のモデル化などに関して検討が行われることになった。

抵抗性壁モード（RWM）安定性に関しては，運動論的効果による安定化効果と帰還制御による安定化実験について報告があった。JT-60UとDIII-Dでは自由境界理想MHD限界を超えた領域で高速イオン駆動不安定性が観測されているが，これがRWMを誘発すること，およびこの結果に関するMARS-Kコード解析によるとプラズマ回転と高速イオン損失によりRWMの安定性が失われることが報告された。帰還制御については，RFP装置であるRFX-modのトカマク放電で実施したRWM安定化実験の初期結果と2011年の実験計画について報告があった。RWM帰還制御については，ITER定常シナリオにおけるRWM帰還制御の擾乱に対する制御性の評価，ELMコイルを用いたRWM帰還制御の評価，既存装置におけるRWM帰還制御モデルの検証を目的として，WG-7が組織された。

鋸歯状振動制御に関しては，鋸歯状振動崩壊を実時間で検出し，その7ms後に電子サイクロトロン（EC）波パワーをオフすることで鋸歯状振動周期を一定に制御した結果がTCVより報告された。また，鋸歯状振動制御のためのRFパワーに関して，13MWでのEC電流駆動や10MW以上のイオンサイクロトロン加熱が必要との報告があった。

新古典テアリングモード（NTM）に関しては，回転分布のNTM発生への影響に関する理論モデルが提示され，実験への適用例としてJT-60Uのデータを解析した結果が報告された。

会合の最後に次々回会合（2012年春）の開催場所が審議され，日米MHDワークショップと合同で核融合研において開催される見込みとなった。

2. 輸送と閉じ込め物理

本会合（第6回）には52名（日本4名，米国21名，欧州14名，韓国8名，中国3名，ITER機構2名）が出席した。

本会合のセッションは，ITER予測に向けた装置間比較

実験、ステラレータとトカマクの比較、Hモードワークショップに向けたグループ論文、EASTとKSTARでのHモード実験の結果、電流ランプアップ時のモデリングの構築、コアと周辺の境界領域での輸送特性の研究で構成され、それぞれの報告および議論が成された。装置間比較実験では、主に閉じ込めのベータ値依存性、運動量輸送や残留応力（自発回転の駆動源）のスケリングの構築、Iモード特性、粒子輸送特性に関して、研究の進展と結果が報告された。

オープニングセッションでは、議長による本会合の主旨説明があった後、EASTでの初のHモード実験の結果に関する報告があった。LHCDとICRFを用いて定常ELMy Hモードが得られ、またGAM振動が消失するとの報告があった。その後KSTARから初期的なHモード実験の結果と今後の予定について報告がなされた。

ステラレータとトカマクの比較は、前回の会合から活動が開始されている。今回のセッションでは、まずステラレータとトカマクで異なる現象として、分布の硬直性と同位体効果があり、それらへの帯状流の影響について報告があった。その後、田中（核融合研）が、LHDで観測されたELMからELM free H modeへの遷移現象を、DIII-DのRMP実験と比較して報告した。DIII-DではRMP印加後、ELMが抑制される。それと同時に密度の減少と密度揺動の増加が観測されているが、LHDではELM free状態の遷移は自発的に起こり、遷移後密度が上昇し、乱流揺動が減少することが報告された。また、両装置において現象が大きく異なることが指摘された。

Hモードワークショップのグループ論文に向けた議論では、2009年より持続的に進めている運動量輸送に関する国際データベースの構築と、これを用いた解析結果のまとめ、更に論文のシナリオについて、吉田（原子力機構）がTV会議で報告した。また、閉じ込め改善度 $H_H \sim 1$ 、且つLH遷移パワーに近い運転領域での閉じ込め特性に関する論文についても議論がなされた。

装置間比較実験のセッションでは、全部で9件の報告があった。閉じ込めのベータ値依存性に関して、プラズマ全体の蓄積エネルギーで規格化されたペDESTAL部の蓄積エネルギー(W_{ped}/W_{th})が、DIII-DとASDEX Upgradeではベータ値と共に減少するが、NSTXでは変化しないことが示された。また揺動スペクトルとベータ値の関係は顕著でなかったことが報告された。運動量輸送と粒子輸送のパラメータ依存性に関しては、運動量の拡散項と非拡散を切り分けるために、NBIの変調入射を用いた運動量の摂動輸送解析が、新たにASDEX UpgradeとAlcator C-Modにおいて行われたことが報告された。ヘリウム輸送の研究では、新古典理論とジャイロ運動論を用いたモデルと実験との比較がなされ、 $r/a \sim 0.3$ では新古典輸送が無視できず、 $r/a \sim 0.5$ や 0.7 では乱流輸送が支配的であることが示された。Iモード特性に関しては、ASDEX Upgradeでは低磁場の条件でIモードが得られたこと、またAlcator C-ModではEDA Hモードに比べるとIモードの温度ペDESTALは高いが、密度ペDESTALは低いため圧力としては半分程度であ

ることが示された。装置間比較実験に関する全体討論では、粒子輸送ワーキンググループに関してITER機構から報告があり、輸送と閉じ込めトピカルグループにおいて、実験やモデリング等の1～1.5年の活動が同意されていること、トピックとしては、周辺部の輸送、ELM緩和、コア部と周辺部の密度の相関、バルクと不純物イオンの密度コントロール、ヘリウムHモード特性が上がっているとの説明があった。

今回、コア部と周辺部の境界領域($r/a \sim 0.6-0.9$)での輸送特性の理解に向けた議論が成された。この領域は、コア部と周辺部の間に位置し、理論的な予測が難しく、"No Man's Land"と呼称される領域である。理論的には、境界領域では、雪崩現象や熱輸送に特徴とされる非局所的な効果によりコア部から影響を受けることや、乱流の内向きの伝搬により周辺部から影響を受けることが考えられると示され、実験や更なるモデルの策定が必要であると議論があった。

3. 統合運転シナリオ

第6回会合が英国カラム核融合エネルギーセンターで開催された。今回の会合には、日本（1人）、欧州（17人）、米国（9人）、ロシア（1人）、韓国（1人）、ITER機構（4人）が参加した（テレビ会議参加も含む）。

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。そのために国際装置間比較実験とモデリング活動を両輪として進めている。今回も、国際装置間比較実験の進展報告と今後の計画の策定、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報告と今後の構成に関する議論を行った。モデリング活動の組織化についても国際装置間比較実験同様のサブグループ化を行うことにより進めていく体制が整えられた。

議長から、昨年末行われた調整委員会と国際共同比較実験の計画会合について報告が行われた。ITER機構からは、ITER計画の進展の現状と物理課題検討の現状およびITERにおける制御に関して報告があった。プラズマ制御システムについては、2012年の6月までに概念設計を取りまとめる予定となっている。ITER機構からは、電子サイクロトロン波（ECRF）加熱ランチャーの設計についても提案があった。水平ランチャーの現状のトロイダル方向調整機能に対してポロイダル方向の調整の可能性をITER機構が中心となって検討することとなった。

各装置から現状と今後の実験予定に関して報告があった。JETから統合運転シナリオ関連の実験予定とともに、主なプラズマ対向壁をタングステンにするILW（ITER Like Wall）の現状について報告があった。8月からILWでの実験が始まる予定である。JT-60Uからは、先進誘導運転に関連して、JT-60Uの長時間放電における電流分布のしみ込みについて井手が報告を行った。

国際装置間比較実験に関しては、12件の実験提案について、その現状と今後の予定について報告があった。ITER

標準運転シナリオのデモンストレーション実験 (IOS-1.1) では, JET や DIII-D に加え, Alcator C-Mod や ASDEX Upgrade で放電の最適化や放電時間の伸長が進んでいるとの報告があった。ITER 標準運転プラズマへの不純物注入の影響を調べる実験 (IOS-1.2) に関する現状報告と, それに関連して JET での不純物入射によるダイバータ熱負荷低減と閉じ込めへの影響についてネオンや窒素を入射した時の振る舞いの違いについて報告があった。イオンサイクロトロン波帯波 (ICRF) のカップリングに関する実験 (IOS-5.2) では, ICRF 入射時の SOL プラズマ分布計測が各装置で準備されているとの報告があった。

運転シナリオや加熱/電流駆動に関するモデリング活動に関しては, 既存装置における ITER 模擬実験結果のモデリング/ITER における典型放電 (標準運転, ハイブリッド運転, 定常運転) のモデリング/加熱装置のコード間のベンチマーク等を進めている。前回の会議でこれらを 8 件の共同モデリング活動に振り分け今後の進め方を議論することとした。これを受け前回に決めた担当者の提案と計画を基に議論を行った。さらに ITER の非放射化フェーズの運転シナリオのモデリングについても共同で活動を行うことが提案された。非放射化フェーズでのシナリオ開発にはこのフェーズでの ICRF 加熱のモデリングが重要である。すでに提案にある ICRF 加熱のモデリングと連携して進めていく。プラズマ電流立ち上げのモデリングに関しては, ITER 模擬放電のモデリングが進行している。また, 電流立ち下げ時のモデリングについても電流立ち下げに関する国際装置間比較実験 (IOS-2.2) を踏まえ進んでいる。鍵となる立ち下げ時の密度の振る舞い等を含めモデリングを行っていく。その他, 米国から SWIM (Simulation of wave Interactions with MHD) プロジェクトによる ITER モデリングに関して, 欧州から, EFDA の下で行われている ISM (ITER SCENARIO MODELLING) 活動と F4E (FUSION for ENERGY) の下で行われているモデリング活動の現状について報告があった。

最後に, 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を取り決め, 会議を終了した。

次回は京都大学で今年10月に開催予定である。

4. ペデスタル物理

本会合 (第20回) には30名 (米国16名, 欧州5名, ITER 機構4名, 中国3名, 韓国2名) が参加した。東日本大震災の影響により, 残念ながら日本からは TV 会議での参加のみとなった。中国と韓国のトカマク装置で H モードが相次いで得られたことから, 今回の会合では EAST, HL-2 A, KSTAR における H モード実験のレビューセッションを設けた。また, ペデスタル構造, 粒子輸送, ELM のモデリングと制御, LH 遷移物理, 国際装置間比較実験の現状報告等の重要議題に関する討議を行った。

ペデスタル構造に関するセッションでは, ELM 間のペデスタルの回復過程と EPED モデルとの比較, 温度分布にのみ輸送障壁が形成される I-mode, ELM 後にペデスタルが急成長する Enhanced Pedestal H-mode 等に関する最近

の研究結果が報告された。EPED モデル拡張の現状についての報告では, JET で得られた137点のペデスタルデータとモデルを詳細に比較し, 実験値/予測値は 0.97 ± 0.21 であることが示された。

アジアの超伝導トカマク装置における H モード研究に関するセッションでは, H モード遷移閾値パワーや閉じ込め時間のスケリングとの比較といったグローバルパラメータの比較だけでなく, ペデスタル分布や ELM の計測結果についても報告があり, 装置間比較実験への今後の貢献が期待されている。

RMP による ELM 制御に関しては, ASDEX Upgrade 装置における初期実験結果の報告があった。 $n=2$ の摂動磁場によって ELM の安定化が可能であること, 共鳴・非共鳴どちらでも ELM は安定化できたことが示された。ただし, 規格化衝突度は $1.5-3$ の領域であり, 低規格化衝突度における実験が期待されている。また, コイルを増設した MAST の実験計画, NSTX における摂動磁場印加時のダイバータプラズマの振る舞い, M3D-C1 コードによる摂動磁場の回転によるスクリーニングの評価等も示された。ペレット入射による ELM 制御に関しては, ELM 周波数を 5 倍 (熱負荷は $1/4$) にできた DIII-D の結果と JET 装置における今年度の研究計画が示された。

ELM のモデリングに関しては, M3D, JOEKE, NIMROD, BOUT++ といった非線形 MHD コードによって, 線形 MHD コードとの違い, フィラメント構造の形成, ペレット入射による ELM 発生等に関する計算結果が示された。

装置間比較実験に関するセッションでは, ペデスタル物理トピカルグループからの提案はすべて承認されたことが議長から説明されるとともに, 各実験提案の現状と計画が説明された。周辺ストキャスティック層における輸送特性に関する比較実験 (PEP-19) では, LHD と DIII-D における比較実験が計画されていることが報告され, ヘリカル装置との比較実験の事例として注目が集まった。

5. 高エネルギー粒子物理

本会合 (第6回) の参加者は28名 (内日本より3名) であった。25件の発表があった。

はじめに, Putvinski より, ITER の進捗状況と現在の課題が示された。特にディスラプション緩和システムの構築と ELM 緩和法確立が急がれる旨の発表がなされた。前者については, 大きな磁場擾乱を用いた手法が候補となり ASDEX Upgrade, Tore Supra, T-10 でのテストに期待をよせているとのことであった。高エネルギー粒子物理については, 逃走電子の振る舞いのモデリングや ELM コイルが作る磁場中でのアルファ粒子や NB イオン閉じ込めのさらなる評価が求められた。

非線形コードでは, アスペクト比10の円形トカマクにて $n=6$ の TAE モードで線形成長率やモード固有周波数 (実周波数) など線形解析に関するベンチマーク結果が議論された。MEGA (核融合研), HMGC, CKA-EUTERPE, TAEFL, AE3D-K, GYGLES コードの最近の進展が発表さ

れた。線形部分のベンチマークのため、LIGKA も比較に参加した。TAE モードの成長率について MHD モデルに基づく MEGA と CKA-EUTERPE は非常によい一致を示し、HMGC も両コードに近い結果を与えた。細部まで同一の設定条件を用いることによりさらに良好な一致が期待できるので、設定条件の留意点を確認し次回まで本ベンチマークを継続することとした。

線形コードのベンチマーク活動については、JET の DT 実験でのアルファ粒子起因 AE の安定性評価と ITER の安定性評価を通して進めていくこととなった。前者については、複数の AE の可能性があることや複数の高速イオン種を取り扱うなどの難しさが指摘された。ITER の安定性評価については最新の運転シナリオ 2 から始めることとし、その後、パラメータ依存性の調査や運転シナリオ 4 の調査を行うこととなった。

実験の発表については、TFTR からは高ベータプラズマでの高速イオンの閉じ込め劣化について報告があり、この閉じ込め劣化はこのとき観測された MHD や AE では説明できず、また E_{beam}/T_i に対する依存性から静電的微視的乱流の影響も除外でき他の電磁場揺動によるものであろうと報告された。DIII-D と LHD から EGAM に関する発表があった。DIII-D ではモデリングが進展し、より良く実験を再現できるようになった。NSTX は新たに 16 ch の反射計、高速サンプリングの BES、接線 FIDA、計測ビームとレーザ励起を用いた MSE の整備とコードの整備が進んでいる旨が報告された。

共同実験はそれぞれ順調に進んでいる。EP2 は NSTX, JET, DIII-D, ASDEX Upgrade, MAST での近況が報告された。DIII-D と ASDEX Upgrade については RSAE によるコヒーレントな高速イオン損失が詳細に報告された。EP3 については DIII-D の成果とモデリングの進展

に加え、基礎プラズマ装置による基礎研究の状況も報告された。EP4 では LHD で観測された様々な非線形現象とパラメータ領域が報告された。また、Berk-Breizman モデルの応用として磁場揺動の時間発展のみからモードの成長率、減衰率やプラズマの衝突周波数を求める手法が紹介された。EP5 については、9 月に予定されている TBM モックアップ実験で取り組むべき課題が議論された。EP6 については ASDEX Upgrade と LHD から ELM と高速イオンの輸送の強い相関を示唆するデータが報告された。

ITER の高速イオン計測器については、協同トムソン計測と損失イオン計測について報告があり、高エネルギー粒子物理トピカルグループとしての意見が求められた。共同トムソンは磁力線に平行方向の計測に適切な高磁場側に提案していたシステムが予算的に認められていないとのことであった。損失イオン計測はプローブヘッドが最大 20 MW/m² の熱負荷を受けるため、可動方式にする予定である旨が発表された。

テスト粒子を用いた高速イオン閉じ込め評価については、DIII-D で実施されたテストブランケットモジュール (TBM) モックアップコイル実験のトリトン閉じ込め評価が OFMC (原子力機構)、ASCOT により実施され、それぞれ報告された。結果、トリトンのラーマ半径が大きいため案内中心が適用できず、案内中心コードでは実験を再現できないことがわかった。一方、粒子軌道を追跡する場合は誤差を考慮して説明できた。加えて、ASDEX Upgrade の RMP コイルが中性粒子ビーム起因の高速イオンに与える影響の評価が発表された。両コードともダイバータ部の熱負荷の上昇を示した。

次回は、米国オースチンにて「第12回磁気閉じ込め系における高速粒子に関する IAEA 技術会合」の直後の 9 月 12, 13 日に開催することとなった。



インフォメーション

■人事公募

核融合科学研究所教授公募

1. 公募人員：教授1名（任期5年，再任可）
2. 所 属：ヘリカル研究部核融合理論シミュレーション研究系プラズマ平衡・安定性解析研究部門
3. 専門分野：炉心プラズマの巨視的平衡・安定性やその非線形発展を取り扱うことのできるシミュレーション体系の構築に向けた研究開発全体を，リーダーとしてとりまとめ，強力に推進できる人材を求める．さらに，シミュレーションと実験の比較により，大型ヘリカル装置（LHD）プラズマの安定性機構解明と高性能化に貢献し，磁気流体コードと統合輸送コードの連結を通して，数値実験炉の構築に主導的役割を果たすことが望まれる．
4. 応募資格：博士の学位を有すること 等
5. 就任時期：採用決定後なるべく早い時期
6. 提出書類：(2)～(5)については6部
(1)履歴書 (2)研究歴 (3)就任後の抱負

- (4)研究業績リスト (5)主要論文の別刷5編程度
- (6)推薦書又は応募者について参考意見を述べる人2名程度の氏名及び連絡先を記載した文書

7. 公募締切：2011年8月26日(金)17時（必着）

8. 書類送付先：

〒509-5292 土岐市下石町322-6

核融合科学研究所長 小森彰夫

9. 問合せ先：

核融合科学研究所管理部総務企画課人事・給与係
電話 0572-58-2012（直通）

10. その他：

封筒に「ヘリカル研究部核融合理論シミュレーション研究系プラズマ平衡・安定性解析研究部門教授公募関係書類」と朱書きし，書留で郵送すること．

詳細については，本研究所のホームページに掲載しておりますので，ご覧ください．

アドレス：<http://www.nifs.ac.jp/index-j.html>

■広島大学大学院工学研究院エネルギー・環境部門

1. 職名・人員：准教授・1名
2. 所 属：エネルギー・環境部門 反応気体力学研究室
3. 専門分野：広い意味で反応性を有する圧縮性流体の力学を学問的基盤とした，エネルギー・環境に関連する分野（化学反応を伴う流れ，核反応を伴う流れ，解離・電離を伴う流れ，相転移を伴う流れ，極超音速衝撃波，デトネーション，キャビテーション，アブレーションなど）
4. 担当科目：大学院では機械システム工学専攻において反応気体力学に関する講義（日本語・英語），学部では工学部第一類（機械システム工学系）において流体力学や熱力学に関する講義を担当．
5. 応募資格：
 - (1)博士の学位または外国のPh.D.を有する方
 - (2)専門分野に研究業績があり，博士後期課程を担当できる方
6. 任用予定：平成24年4月1日
7. 提出書類：
 - (1)履歴書〔写真貼付，現住所，連絡先（電話番号，電子メールアドレス），学歴，資格，職歴，研究歴，所属学会，学界・社会における活動，賞罰〕
 - (2)論文目録（学位論文，査読付原著論文，国際会議発表論文，総説，著書等に分類し，共著者名・題目・発表誌・巻号・ページ・年を記載すること）
 - (3)主要原著学術誌論文の別刷5編以内（コピーも可）

(4)現在までの研究の内容と成果〔論文目録と対応させて記述のこと〕（A4紙2頁以内）

(5)招待講演リスト

(6)受賞名とその内容

(7)特許等とその内容

(8)最近10年間の科学研究費補助金・各種研究助成金等の代表者としての取得状況

(9)今後の研究計画および教育に関する実績・抱負（A4紙で各1頁程度）

(10)応募者に関して意見を伺える方1名の氏名と連絡先（所属，電話番号，電子メールアドレス）

8. 応募締切：平成23年9月22日(木)必着

9. 書類送付先および問合せ先

〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1/

広島大学大学院工学研究院 エネルギー・環境部門
教授 遠藤琢磨／電話・FAX (082)424-7567／

E-mail: takumaendo@hiroshima-u.ac.jp

（応募書類は簡易書留で，封筒表面に「反応気体力学准教授応募書類」と朱書きの上，郵送）

10. 選考方法：書類選考後，面接・模擬授業を実施

11. その他

個人情報の取り扱い，退職手当，男女共同参画についての詳細は，「http://www.hiroshima-u.ac.jp/top/saiyo_syusyoku/kyoinkobo/index.html

広島大学 HP → 採用・就職・求人 → 教員公募（掲載日：H23.5.23）」をご覧ください．