

めの磁場配位の最適化の手法を示した。外部コイルの形状や配置の工夫によらずに、直接平衡配位を決定する磁気面形状の制御を用いた磁場配位設計法が広く行われるようになってきており、新しい配位による MHD 安定性と輸送特性の改善は、LHD などの実験研究からの新しい実験事実の発見と相まって、ヘリカル系閉じ込め研究の可能性をさらに広げる。

米田 (電通大) は、「高エネルギー密度状態の科学」と題して、ウォームデンスターというものを温度/密度の相図において温度 $0.1-10$ eV 密度 $0.1-10$ g/cm³ 周辺の領域と定義し、この領域は、複数の相が存在する可能性があり、これまで詳細な実験データが存在しなかったために、理論・シミュレーションモデルの精度が低い状態が続いてきたと指摘した。この状態を明らかにすることは、レーザー核融合、高エネルギー密度材料科学、プラズマモデリング、ダイバータ物理など複数の分野に大きな影響を及ぼすことも示唆した。たとえばタングステンクリティカル温度は、 $1500-2300$ K という大きな誤差を持ったまま、放置されている。これを超短パルスレーザーを用いて、反射率などを正確に計測することで精度の高い実験データが得られる手法を紹介した。

吉田 (東大) は、「新たな緩和状態の探求」と題して、緩和 (relaxation) の定義を「自然な無秩序化の傾向」とし、多様性の起源と維持のメカニズムは、秩序と無秩序の混在 (階層の棲み分け=マルチスケール) から発生しており、保存則 (=対称性) からわかることは、構造の多様化、安定性 (Lyapunov 関数) などであり、保存されない (束縛されない) 自由度を支配する法則としては、エントロピー vs. ダイナミクスがあることを示した。この応用としては、より高 β の先進核融合や反物質プラズマが関わることを紹介した。

高瀬 (東大) は、「高ベータプラズマの学術研究および核融合実用化への貢献」と題して、球状トカマク (以降 ST) の高い自律性、自己組織性、動的平衡をもつ複雑系は、宇宙物理や複雑系科学と共通の研究テーマを持ち、小型で高 β 装置の開発に繋がり、トカマクの高 β 化に貢献することを示した。学術的分野横断型としては、典型的であり、複雑系科学の非線形、自己組織化、自己維持乱流と関連し、宇宙物理の高レイノルズ数、磁気リコネクション、衝撃波形成と関連する。すでに、全日本 ST グループが組織化されておりこれら研究機関ネットワークを有効に使った研究展開が可能であることを示した。当面の目標としては、(1) 超高 β プラズマ、(2) 超長時間プラズマ、(3) CS なし立ち上げ、新電流駆動法開発をめざすことが示された。

森下 (京大) は、「放射線損傷とマルチスケールモデリング」と題して、放射線損傷が、複数のスケールリングの下に、起こる過程であり、時間、空間、エネルギーを考慮しつつこれらを繋ぐモデルを構築する必要性を示した。また、モデルのベンチマークのために、実験は必須であるが、モデルが対象とするパラメータ領域だけの実験にとどまらず、パラメータ領域を広げた実験が有効に機能することを示唆した。

西谷 (原子力機構) は、「核融合研究と核データ」と題して、中性子反応断面積、崩壊定数、 γ 線放出断面積などの現状を報告した。これらデータは、加速器、核分裂、核物理・核化学、核融合という複数の分野横断する関連性を強く持つことが示された。主に高エネルギー加速器・核破碎中性子源用 $20-50$ MeV 領域の中性子および D 入射断面積はデータも少なく整備が遅れていること、IFMIF のための実験値、評価値ともに不足していること、データ精度の向上とともに、核物理/核科学分野との連携が必然性を増していることを指摘した。

最後のパネル討論会では、会場とパネラー (発表者全員) との間で活発な議論が展開された。会場からは、核融合分野の科学の多面性は大変広いために、このコミュニティが対応しきれない面がある点が指摘され、こうした学術的な連携の試みが強く支持された。今後、各分野から重要なキーポイントを洗い出し情報を共有することで、何ができて何ができないかが明確になると、パネラー側から、提案があった。単なる寄せ集めではなく、お互いがフィードバックループを持つ相互連携が今後立ち上がることが期待され、パネル討論会を終了した。

(田中和夫)

8. パネル討論「ITER 研究と将来展望」

初日午前の特別講演「ITER 計画の全貌」がフォーマルな企画であったのに対して、本パネル討論は、ITER および BA の研究内容・課題と ITER 後の将来展望を、ITER/BA 計画への参加形態も含めて、研究者の立場から討論することを目的に企画された。また、パネル討論を充実させるため、事前にアンケートを実施して、各講演に対して期待する内容を集計し、講演者の参考にしてもらった。このアンケートは、ITER/BA 計画に対する意識、核融合研究の今後の方向性等、幅広い内容に及んでおり、その集計結果の概要も簡単に報告された。

趣旨説明と講演に対するアンケート結果の紹介の後、石田 (原子力機構) から「ITER および BA における燃焼プラズマ制御実験」についての講演が行われた。プラズマ燃焼の課題は ITER で確実に達成される見込みであるのに対して、高自発電流を伴う ITER 定常運転はチャレンジングな課題であり、高規格化ベータは ITER よりむしろ BA の JT-60SA で主に取り組むべき課題であることが示された。会場からは、原型炉を見据えた課題としての熱粒子制御の重要性が指摘された。

「ITER および BA における炉工学研究」については高津 (原子力機構) が講演を行い、アンケート結果の内容を踏まえて、建設段階および運転段階での炉工学課題、ITER を利用したブランケット工学試験、BA における IFMIF-EVEVA 活動、原型炉に向けたロードマップ等が示された。会場からはトリチウムに関する課題にもっと統合的に取り組むべきとの指摘が出された。

続いて、室賀 (核融合研) より「炉材料研究開発と ITER 計画」の題目で、アンケート結果を踏まえて、低放射化フェライト鋼を第一候補としつつ先進材料開発に取り組む炉材

料開発戦略, IFMIF の位置づけとその限界, 材料開発の視点からの ITER プランケットモジュール試験等に関する講演が行われた。

福山(京大)からは、「ITER 研究と両輪をなす理論・シミュレーション研究」というタイトルで, ITER および原型炉における自律性の高い核燃焼プラズマに対しては, 第一原理に基づいた多要素結合・多階層連結の統合シミュレーション・コードが不可欠であることが示され, その開発状況, BA 核融合計算センターの計画概要の報告とそれらの位置付け, 体制等に対する提案が行われた。

これらの研究に関する講演に続いて, 関子(九大)から「ITER 研究計画への参画方法の合意形成へ向けた提言」が述べられた。参画に対する合意形成の原則が確立されているのかという視点から, 現状の問題点を指摘し, そして他の巨大科学分野での例を紹介しながら, 国民的関心の中で参画することの重要性, 持続的な国民の支持を形成するための情報の開示, 国民との実体験の共有等の必要性を示した。そして, 民間企業の果たす「匠の力」も含めた日本チームの選抜, 今後の行動指針の提案等を行い, とかく内にこもりがちなコミュニティの目を外へ向けさせる講演となった。

引き続き小川(東大)による討論とまとめが行われた。時間の関係で, ITER/BA 計画への参画方法に関することを中心に, 核融合フォーラムと核融合ネットワークの位置付け, 核融合関係全体の人員拡充も含めた人材派遣・支援研究体制等に関する制度設計等が議論され, 急速に進展している ITER を取りまく環境の変化に対して, 時機を逸することなくコミュニティの意見や要望を早く反映できるようにすることの重要性が指摘された。全体として, 事前のアンケート実施により, 会場と壇上での議論のかみ合ったパネル討論となった。なお, アンケート結果の詳細と分析は, 後日改めて公表される予定である。(竹入康彦)

9. 一般講演

A. 炉心・境界プラズマ(磁場)

磁場閉じ込めの炉心・境界プラズマ分野は全部で68件の発表があり, 最も発表件数の多い研究分野となっている。閉じ込め装置からの実験結果の報告という視点では, ヘリカル系が28件, トカマクなどの軸対称系が24件となっている。シミュレーションおよび理論解析からの研究報告は4件。ヘリカル系ではLHD, CHS, ヘリオトロンJ, 東北ヘリアックなどの実験が順調に進展していて, それぞれの研究の特徴を示すような基本的な研究課題について, 本講演会の性格を考慮した総括的な報告がなされていたと感じた。日本のトカマク研究を代表するJT-60実験からはダイバータとHモードについての報告に加えて, BA(Broader Approach)に関連した改修計画の紹介もされていた。軸対称系は球状トカマクまで含めると, 大学における比較的小規模の実験研究が盛んに行われていることも特徴的であり, Mini-RT, LATE, UTST, CPD など, 良い成果の出始めている装置や, これからスタートしようとしている実験など, にぎやかな印象もあって楽しみである。大学での特

徹的な研究という意味では, 名大グループの小型トカマクを含めた実験研究も元気である。軸対称系のもう一つの軸としては, FRCやRFP配位での閉じ込め研究は息の長い研究であり, 本講演会でも研究の様々な展開の成果が報告されている。磁場閉じ込め研究に共通する研究課題という見地に基づいた報告としては, ダストの問題が比較的目新しいものであるが, 近年の研究環境において共同研究や分野をまたがった連携研究が強く推進されている状況において, もう少し個々の実験装置にあまり強く特化されない研究のアプローチが出てきても良いのに, といった思いがしなくもない。(岡村昇一)

B. 慣性核融合炉心・ドライバー

本セッションでは, 慣性核融合の炉心設計にかかわる研究課題8件とパルスパワーの高エネルギー密度プラズマ研究への応用研究1件が報告された。8件の内訳は, 5件が高速点火方式に関連する報告, 2件はHIBの伝播, 収束, そして1件のプラズマ計測開発であった。

4件の阪大レーザー研からの報告では, FIREX(高速点火実証実験)プロジェクトの課題となっている, 極低温燃料ターゲットの製作, 予備過熱, 圧縮, 追加熱の問題が議論され, 九大の中尾からは, 高速点火でのDHe³先進燃料の可能性が報告され, わが国における高速点火核融合の現状と展望が一瞥できるものとなった。

慣性核融合ドライバー開発としては, 重イオンビームでの課題である伝播および均一照射技術に関するシミュレーション結果が東工大, 宇都宮大のグループから報告された。固体レーザー開発の現状に関しては, シンポジウムに於いて新しいレーザー材料を用いた半導体レーザー励起によって炉設計の概念設計が完了したことが報告されており, 着実な進展が見られることを印象づけた。

慣性核融合プラズマ計測技術に関しては, 他のセッションにおいても議論されており, ここでは, 特定領域科研(代表者: 笹尾)での課題の一つともなっている, 高密度プラズマにおける縮退効果を利用した測定技術の開発の現状が報告された。

高強度レーザーを用いた高エネルギー密度プラズマ研究への応用研究についてはプラズマ基礎・応用のセッションにて報告されている。本セッションでは, パルスパワーを用いた基礎実験の結果と今後の展望が報告された。この領域での応用が期待される。(中井光男)

C. 加熱・電流駆動

加熱・電流駆動分野では全部でポスター15件の発表があった。15件の内訳はプラズマ加熱実験関連8件, 機器開発関連6件であった。プラズマ加熱実験関連では実験が6件(ECH: 2, ICRF: 1, LHCD: 1, HHFW: 1, NBI: 1), 計画が2件, 機器関連ではイオン源関連が5件, マイクロ波関連2件であった。発表件数の総数が多くないのでこの数から全体の研究の傾向を議論することは困難であるが, 加熱実験ではバラエティに富んだ加熱機器が用いられているが, 機器開発はイオン源に集中している感がある。