



本会記事

■第23回プラズマ・核融合学会年会報告

第23回年会在2006年11月28日～12月1日、筑波大学大学会館において開催された。会場は、昨年8月末に開通したばかりの鉄道「つくばエクスプレス」で秋葉原ターミナルよりつくばターミナルまで45分、さらにバスで7分と、大変便利な場所に位置する。筑波大学大学会館自体も、当学会の前身の核融合懇談会初代会長の湯川秀樹博士、筑波大学の前身の東京教育大学学長であり筑波大学の自由な人材育成の素地を創られ、またマイクロ波発振器の研究で日本学士院賞を受けられた朝永振一郎博士の、2人のノーベル物理学賞学者の生誕百周年記念特別展にあわせて増改築され、今年7月にオープンしたばかりで、筑波にとり特別な年での学会開催となった。

今回の学会参加者は、一般会員329名、学生会員191名、シニア会員6名、外国人招待等の非会員44名と、全体で570名を数えた。実際には学会員予備軍の筑波大の非会員の学生のボランティア・アルバイトも入れると、プラズマ・核融合関係者は優に600名を数える活気のある学会となった。

今回から同一登壇者による複数講演が可能となり、これまでの最大の一般講演の申し込み件数407（ポストデッドライン1を含む）となった。パラレルセッションは前回と同様に3とし、主会場のC会場ホールは300席、A会場国際会議室は150席、B会場特別会議室は100席、その他に休憩・インターネット室、ポスターセッション室5部屋で、興味深い発表が多数展開された。なお、インターネットについては、大学との交渉で、セキュリティの関係から申込者1人ずつにパスワードを割りつけることで対応がなされた。

講演数は、特別講演1件、オーバービュー講演1件、レビュー講演1件、国際招待講演9件（特別企画の国際招待を含む）、国内招待講演18件、学会賞受賞講演5件、一般講演407件（口頭発表44件、ポスター発表363件（ポストデッドライン講演1件を含む））現地特別企画2件、学術シンポジウム9件、企画シンポジウム1件、さらに学会関連報告会、インフォーマルミーティング4件が行われた。

従来の招待講演はAPSとEPSから3件程度であったが、前回は6件、さらに今回は外国からの研究者の招待講演が9件（内、従前からの国際招待講演としてEPSと中国から5件と、現地特別企画としての招待としてEPSとAPSからの4件）と、国際色豊かな学会となった。

学会独自の取り組みとして、「核融合を支える学術研究-学会提言にむけて」という企画シンポジウムが開催され、まだ長い道のりが予想される核融合実用までに、学会として学者として取り組むべき本来の学術的役割等について、多数の学会員の関心と参加の下に議論が展開された。

また、上にも記したように、現地特別企画としては、JET、DIII-D、NSTX、MASTのディレクター等による海外の先端的成果の報告会（企画I）、これに対し我が大学サイドとしては、最近立ち上げられ毎年広く利用希望研究者を公募し実施している「双方向型共同研究」についての、これまでの急進展する成果と今後の方

向性について、拠点研究所と大学からの報告とフロアーからの自由な討論の会（企画II）が、ホールにて開催された。

懇親会は、大学会館1階のレストランで開催された。参加者は約100名であったが、ほぼ予定どおりの予算で実施できた。高村秀一学会長の挨拶に続き、筑波大学の吉武博通総務担当副学長（前筑波大学学長特別補佐）から歓迎の挨拶があり、さらに藤田順治元学会副会長の乾杯の発声へと続いた。また現地企画招待講演の講演者も多数出席され、JETのディレクターのRomanelli博士、DIII-DのディレクターのTaylor博士、NSTXのディレクターのPeng博士、JETの前ディレクターのPamela博士等々に御挨拶をお願いした。

来年の第24回年会は2007年11月27日（火）-30日（金）に姫路で開催され、兵庫県立大学が現地実行委員会を担当する。さらに多くの参加者が集まり、活気ある学会が益々発展・繁栄・展開していくことを心より期待してやまない。

最後に、今回の年会在無事盛会の内に実施できたのも、ひとえに学会員の皆様方一人お一人の御力と、さらには学会理事会、プログラム委員会、学会事務局の皆様御協力と御支援、御教導の賜物であり、また今井剛教授を先頭に迅速適切に見事なチームワークを発揮された現地実行委員の皆さん、加えて、てきぱきと適切着実に庶務・雑務をこなしてくれた筑波大学プラズマ研究センターの約50名の学生の皆さんの献身的な御努力・御尽力に、この場をお借りして感謝の誠と心よりの御礼を申し上げたいと存じます。

第23回年会現地実行委員会委員長 長 照二

◆特別講演

特別講演では、宇宙航空研究開発機構の國中均教授に「電気ロケットが切り開く宇宙大航海-イオンエンジンと小惑星探査機『はやぶさ』」と題して御講演を戴いた。同氏は東京大学、宇宙科学研究所、NASAを経て、上記機構宇宙科学研究本部教授に到る、正に日本の大学のロケット開発の主要な道を歩まれた専門家である。「はやぶさ」の成果は、日本の独自の発想と技術の成果であり、打ち上げ後2年有余を経て、昨年9月に小惑星「イトカワ」へのランディングとサンプル採取後のテイクオフに成功し、広く新聞紙上を賑わしたことも記憶に新しい。講演ではこのあたりの詳しい御説明に加え、今回のロケットエンジンであるイオンエンジンについての詳しいお話があった。また最近のプラズマ分野と宇宙分野の協力関係を象徴するかのよう、「長時間飛行での直流放電電極劣化を避けるため、無電極のマイクロ波放電プラズマを用いる」等、両分野の深い関わり合いが印象に残った。同氏は本学会誌にも記事を発表しておられ、プラズマの応用例・スピノフの事例としても、さらなる今後の分野間協力の発端に今回の企画が繋がることを強く期待するものである。（座長：筑波大、長 照二）

◆学会関連報告会

今年は5件の報告がなされた。まず本学会の活動について高村会長より報告があり、学術ネットワークというキーワードを念頭におきながら、国内面、国際面で学会活動を展開しているとの説

明があった。今年 ITER 計画がスタートしたことに関連して「核融合を進展させる学術研究のあり方」と題したアピール文を準備していること、本学会の活動領域を新しい分野に広げることがめざした専門委員会活動が順調に進んでいることが報告された。国際面ではICPP2008国際会議を本学会が主催団体の一つとして準備していること、またアジア圏のプラズマ・核融合領域の学術交流としての APFA 活動のこと、および年会における APS, EPS との協力関係について説明があった。また英語による電子ジャーナル PFR が発刊され、学術論文誌として順調に進行していることが報告された。

日本学術会議の状況については、会員の伊藤早苗氏の代理として連携会員の伊藤孝孝氏より、新しい学術会議の組織として会員に加えて連携会員の人数が進んだこと、また各種課題に対する委員会、分科会等の機能の組織化が進展していることが報告された。特に本学会と関連する分野についての詳細な説明もあった。

今回は特別に文部科学省核融合開発室から板倉周一郎室長に来ていただき、ITER, BA に関する国内推進体制の現状の説明をお願いした。ITER の協定締結にこぎつけるまでの経過の説明に加えて、協定そのものの内容と実施体制についての説明があった。また幅広いアプローチ(BA)に関しては研究計画の内容の説明と、特にこの件について議論が進行中の核融合研究作業部会の現状についても報告がなされた。

核融合科学研究所の状況については副所長の須藤滋氏より報告があり、国内外の共同研究が進展している状況が LHD 実験の共同研究体制の紹介などと共に説明された。さらに日米共同プロジェクトの次期計画については「磁場および慣性核融合炉システムにおけるトリチウム・熱流動制御」が採択されたことが報告された。また核融合研にシミュレーション科学研究部が創設されることも合わせて報告されている。

最後に日本原子力研究開発機構の現状については核融合研究開発部門長の常松俊秀氏より報告があり、近年積極的に推進中の公募型共同研究の状況に加えて、ITER 計画における極内機関としての原子力研究開発機構の役割、および BA 計画の国内実施機関として機構の位置づけなどについて説明があった。

(座長：核融合研 岡村昇一)

◆シンポジウム

I. 核融合開発の将来に向けた原子分子過程研究の新しい流れ

座長：加藤隆子 (核融合研)

プラズマ中では様々な原子過程が起こりプラズマの性質に影響を与えている。核融合科学研究所および原子力機構では、核融合に必要な原子分子データ活動を、IAEA を中心とした国際的な活動として行っている。国内の核融合研究者との交流を充分に行い、現場の研究者の声を聞く必要があると考え本シンポジウムを企画した。また ITER が動きだした現在、新たに原子分子過程を見直す必要がある。以下の講演に対して質疑が活発に行われた。

嶋田(ITER)「ITER に係わる原子分子過程」。高 Z 元素などの正確な原子分子データが計画の鍵となる。ダイバータプラズマ中の $D^+ + He$ 弾性散乱を考慮すると、ITER のヘリウム排気効率が上がることがわかった。ディスラプションでは、光の吸収を考慮すると放射冷却率が低下し、電流消滅時間が延びることがわかった。ダイバーターでの光電離の影響、ダスト形成についての理解が必

要。原子データの精度向上が重要である。

Janev (Macedonia) 「Molecular processes in Fusion Edge Plasmas」。振動励起状態を含んだ水素分子 H/H_2 の衝突輻射モデルが緊急に必要である。表面での炭化水素分子形成の理解、分子の解離等のプラズマ中での原子分子過程はプラズマ対向壁の寿命やトリチウム蓄積の予測に必要な不可欠である。

関子(九大)「PWI に関連した水素系と低電離重金属関連の研究とデータニーズ」。定常運転に重要な密度制御に関連し、壁でのリサイクリングおよび粒子保持特性、不純物の放出と再堆積について報告した。前者では反射水素のエネルギー状態、スペクトル、flux の H/H_2 比が必要。ガスバランス、水素の保持はプラズマの性質、再堆積層に関連し表面温度依存性を持つ。後者では Mo, W など重金属の堆積について、sputtered flux, influx, deposition flux の計測に関する原子分子データ(電離速度係数、励起速度係数)が必要であり、長距離壁への再堆積には電荷移行過程も関連する。

久保(原子力機構)「JT-60における最近の研究と原子力機構のデータ活動」JT-60U における W, Xe の高電離重不純物イオンの輸送、ダイバータプラズマでの分子性再結合に関する研究を紹介。これらの研究に関するデータの必要性を述べ、それに対する原子力機構の原子分子データ整備活動を紹介。加藤太治(核融合研)「PWI に関する分子動力学研究と核融合研のデータ活動」量子論的分子動力学によるフェライト鉄中の水素原子クラスター構造、表面反射後の水素原子励起状態分布の理論的研究。核融合研での原子分子データベース、データ評価活動の紹介。

新しいデータニーズとしてプラズマ光の影響が加わった。参加者は100名ほどあり、多くの方の関心があることがわかり、本シンポジウムの結果を今後のデータ活動の発展に役立てたいと考えている。

II. プラズマ計測が切り開く新しいプラズマ物理の展開

座長：居田克巳(核融合研)

最近のプラズマ物理の進展は、計測器を研究目的に合わせて最適化したり、対象とする物理テーマの見直しをしたり、新しい解析手法を開発することによって促進されてきた。プラズマ計測がいかに新しいプラズマ物理の発展に寄与したかを考えるシンポジウムであった。

まず、関連する物理量の同時計測を行うことで新しい物理を切り開いた例として、平田(筑波大プラズマ)による「ポテンシャル計測・電場とプラズマ閉じ込め研究」についての講演があった。プラズマ電位とプラズマの損失を同時に計測することで、電位とプラズマ閉じ込めの関連を明らかにすると共に、電子・イオン温度を高時間・高空間分解能を持つ計測器で同時計測し、電場シアの乱流(Vortex) への影響を実験的に検証することに成功した。

次に、高時間・高空間分解能により研究の新しい領域に踏み込んだ例として、坂本(原子力機構)により「高時間分解イオン温度計測によるプラズマダイナミクスの研究」についての講演が行なわれた。高時間分解能と高空間分解能をあわせ持つイオン温度計測を開発することにより、輸送障壁の構造形成、プラズマ回転とMHDとの関連など、今まで未解決であった物理機構を明らかにした。

さらに、対象とする物理テーマの転換することで大きな成果を上げた例として、長壁(核融合研)による「高エネルギー粒子計測

によるプラズマの不安定性の研究」の紹介があった。物理テーマを高エネルギー粒子の古典的減速過程の研究から、MHD イベントに伴う高エネルギー粒子の分布関数の変化に研究の対象を変えることで、高エネルギー粒子の閉じ込め研究の新しい領域を切り開いた。

最後に、新しい解析方法によりプラズマ物理の研究に新たな展開を与えた例として、永島（九大応力研）による「プラズマ揺動計測による乱流輸送の研究」についての講演があった。コヒーレンスの解析からバイコヒーレンスに解析を進展させることで、支配的な揺動の強さや伝播を調べる研究から乱流間の相互作用という乱流の発生・飽和・消滅のメカニズムの研究へと発展させた。

このシンポジウムでは、「新しい計測原理を使ったプラズマ計測の開発」ではなく、やや見落とされがちだった「研究に合わせた計測の最適化」によるプラズマ計測の発展が紹介された。最後の議論では、会場から「新しいプラズマ物理を切り開くには、プラズマ計測において何が重要であるか」についての活発な意見が出された。

Ⅲ. 高エネルギー密度プラズマフォトリニクス展開

座長：加藤義章（原子力機構）

報告：兒玉了祐（阪大）

本シンポジウムに先立ち、「1. はじめに」として 加藤（原子力機構）より、レーザーによる単色電子ビーム発生の成果などの例があげられレーザー技術とそれにより生成される高密度プラズマの理解の進歩に伴い、プラズマフォトリニクスという新しい技術に発展しようとしていることが紹介された。プラズマフォトリニクスの可能性とそのコンセプトのリアリティについて討論できることが期待された。

その後、以下に示す光科学、プラズマ物理基礎からのコメントを含めた高エネルギープラズマフォトリニクスの可能性に関する講演があり、最後に会場を含めたパネル討論会が行われた。

2. 光科学からプラズマへの期待 植田（電通大）：レーザー技術の進歩に伴い、従来に無い様々な新しいシーズが生まれている。新しい時代を生み出すと期待されるセラミックレーザーなどを紹介しながら、プラズマデバイスへの期待が述べられた。通常の物質に頼った従来デバイスの既成概念を克服し、光と物質の相互作用の本質から、将来は誘電体、金属、プラズマを通して、光との相互作用を制御するような時代の到来が期待された。

3. 高エネルギー密度プラズマフォトリニクスの可能性 兒玉（阪大）：レーザー生成高エネルギー密度プラズマをコヒーレントに制御したり、規則性を維持した状態の過渡的なプラズマを利用したりすることで、新たな光機能素子としての可能性が示された。このようなプラズマの性質を利用したプラズマフォトリニクデバイスを利用することで、従来技術にない小型高輝度電磁波源（THz, 可視, X線）、量子ビーム源（電子, イオン）、可視-X線光学素子、ビーム制御素子の可能性が紹介された。

4. プラズマを利用した縮退四光波混合と高強度レーザー制御 尾松（千葉大）：3次の非線形光学素子として縮退四光波混合が固体光学素子で使用されている。過渡的な回折格子を介して入射する複数の光波間のエネルギー移動、位相変調を促す。このような縮退四光波混合に代表される非線形光波制御法とその実例をいくつか紹介するとともに、非線形性の強いプラズマを利用した縮退四光波混合によるプラズマフォトリニクスの可能性について議論さ

れた。

5. プラズマフォトリニクスについてプラズマ基礎物理からの期待 岸本（京大）：レーザーによって生成される高エネルギー密度の状態を工学的・応用物理学的にその可能性を積模索しようとする「高エネルギープラズマフォトリニクス」においては、レーザーによるプラズマの“制御”とともに、その“高品質化”が重要な研究課題である。高エネルギー密度プラズマの様々な物理現象の重要性が示され、その非線形性光学特性や構造の制御、位相空間制御の可能性などが議論された。

報告の後、プラズマフォトリニクスに関する以下のようなパネル討論会が行われた。プラズマフォトリニクスを利用してどのような将来あるいは極限状態が得られるのか質疑応答が行われた。レーザーの進歩に伴い、より精度よくプラズマを制御したり機能性を持たせたりできる。結果としてプラズマフォトリニクデバイスという概念が現実的となる可能性があることが指摘された。一方、デバイス研究はプロジェクト的になりがちであるが、学術融合型のアプローチをするプラズマフォトリニクスでは学術を牽引することが期待できることも指摘された。プラズマフォトリニクスという新しい概念の提案が日本から出てきたが、今後どのように発展させていくのか国際的な展開を考慮し、学会を含め環境整備の提案があった。また今後、プラズマでしかできない事項を明確にする同時に、より長期的な展望、可能性を示していくことがプラズマフォトリニクスの展開に必要な不可欠であるとの指摘を受けた。

Ⅳ. プラズマ科学の広がり

座長：田中雅慶（九大総理工）

このシンポジウムでは、プラズマ科学の最先端の話題を提供していただいた。プラズマ科学は研究対象が広範で関係する学会も複数に及ぶため、研究者一人にとってプラズマ科学の先端がどこまで広がっているのか認識することがだんだん難しくなっている。そのため、プラズマ科学全般にわたって横断的に組織された発表討論の場の重要性がますます高まっている。本企画の母体となった活動は「プラズマ科学のフロンティア」研究会（平成9年～核融合研）、「プラズマ科学分野における横のつながりをめざした活動」（平成16～18年 プラズマ・核融合学会）である。プラズマ科学全体を俯瞰するのは1回のシンポジウムでは難しいが、これまで研究会で行った特別講演の中から、強結合系と統計、大気圧放電の応用、実験室宇宙プラズマ物理に関する三つの話題を選んで講演をお願いした。

(1) 強結合系と非平衡統計 庄司（名大）：ボンデロモティブポテンシャルに閉じ込められた荷電微粒子は強結合系である。微粒子は空気との衝突でランダムな運動をするが、クーロン力が存在する場合にはブラウン運動とはならず、ステップサイズの分布にテイルが現れる。この分布は正規分布ではなくタリス統計によって記述される。タリス統計が意味する物理はまだ十分理解されていないが、強結合系を理解するひとつの手段であろう。さらに、星の内部における粒子エネルギー分布の高エネルギーテイルとそれがもたらす効果についても言及した。

(2) 大気圧放電の環境・バイオへの応用 水野（豊橋技科大）：大気圧放電は、電気集塵機の帯電機構として長い歴史を持っているが、最近では環境問題にからんでその重要性を増している。針状高圧電極から出たストリーマーはガス中の分子を分解するため、プラントにおける排ガス処理に利用されている。例えば、

NO_x 処理では、処理効率を上げるために表面吸着剤を挟んだ放電による回収率の向上や、電極との間に水を介した放電によるNO_x のアンモニア固定など、多くのアイデアが試されている。またバイオ関連では、滅菌やDNAの塩基操作などへの応用が研究されている。この分野の最近の研究について簡単な紹介があった。

- (3)実験室宇宙プラズマ物理 高部(阪大):実験室宇宙プラズマ学の進展とその状況説明があった。レーザーを使った実験では無衝突ショックに関する実験を考えている。これは、超新星における衝撃波構造や自己磁場発生などの解明をめざすものである。さらに、実験室のプラズマで重要なのは磁気リコネクションに関する実験である。天体プラズマと実験室プラズマの交流はレーザーを使った高エネルギー密度プラズマが始まりとなるが、磁気流体現象まで含めると、将来的には低エネルギー密度磁化プラズマとの交流も可能であると考えている。

V. 核融合実験装置における発電実証プラントをめざしたプラズマ対向材料研究開発

座長: 上田良夫(阪大)

核融合炉の実現において、プラズマ対向材料開発は、ITERのミッション達成のみならず発電実証プラントを実現するためにも、最も重要な課題の一つである。また、プラズマ対向材料開発は、炉心プラズマの制御やブランケット・ダイバータの設計とも密接に関係しており、様々な分野の研究者が同じ問題意識を持ち、課題に取り組むことで初めて解決への道が開かれる。

本シンポジウムは、このような背景を視野に入れて、特に実機の磁場閉じこめ実験装置で今後どのような研究が可能か、さらに材料の基礎研究とどのように連携していく必要があるかを議論するために企画された。

まず、飛田(原子力機構)より、発電実証プラントではITERと比較して、炉心の発生エネルギーが大きいこと、使用材料が低放射化材料に限定されること、および年単位のイオンや中性子照射に曝されることなど、より対向材料に厳しい条件であることが指摘され、さらに熱流制御の考え方、プラズマ対向材料としてのWの課題などについて説明があった。

続いて、坂本(九大)より、TRIAM-1M装置での長時間放電実験の結果の紹介に続き、建設中の新装置QUESTの仕様とプラズマ壁相互作用実験計画について説明があった。特に、QUESTは最高500℃の金属壁(タングステン)での実験に特徴がある。

次に、増崎(核融合研)より、LHDにおけるプラズマ壁相互作用実験の計画について説明があり、試料搬送装置や不純物入射装置により多くの実験が可能であることが述べられた。LHDはトカマクと異なり大きなディスラプションがなく、電流駆動も必要ないため、長時間安定したプラズマ生成が可能である。

次に、櫻井(原子力機構)より、トカマク国内重点化装置(JT-60SA)の仕様と、プラズマ対向材料研究計画について説明があった。高 β のプラズマ生成や、高温・高密度の炉心プラズマ生成により、ITER以外では最も原型炉に近い条件が達成できる。

総合討論では、大野(名大)より熱流制御の重要性や、プラズマ対向材料としてのタングステンと炭素について、さらなる研究の必要性などが述べられた。また、徳永(九大)は、実機装置での材料実験の重要性と、原型炉における材料の挙動予測をめざした研究の必要性を指摘した。さらに、中性子照射材の実機装置でのプ

ラズマ照射実験の必要性や、発電炉と現有装置やITERとの放電時間のギャップの大きさ(現有装置・ITER~最大数時間、発電炉~年)が指摘された。大変に有意義な議論ができたが、まだ十分に議論が尽くされたとは言えない。今後、いろいろな場で、より議論を深めていくことが必要である。

VI. ITER 燃焼プラズマへ向けたシミュレーション研究の課題と取り組みを考える

座長: 小関隆久(原子力機構)

本シンポジウムは、ITERによる本格的な燃焼プラズマ実験を迎えて、ブローダ・アプローチ計算機シミュレーションセンターを見据えながら、核融合燃焼プラズマのシミュレーション研究の課題と取り組みについて議論する場として開催された。はじめに、小関(原子力機構)からEUおよび米国におけるITERでの燃焼プラズマ実験に向けたシミュレーションコード開発計画などの世界的動向を述べ、これらを背景として、広い時空間スケールを持つ自律性の高い燃焼プラズマの制御、核融合燃焼制御の課題について述べた。乱流のシミュレーションにおける構造形成や、総合的なプラズマシミュレーションには、物理モデルの統合が必要であることを述べた。

中島(核融合研)から、燃焼プラズマシミュレーションへ向けて、要素還元的単一階層シミュレーションを隣接階層へと拡張し段階的に多階層化を図る階層拡張モデルを述べ、既存装置の実験結果の解析を通して巨視的磁気面平均量の全時間および空間領域の挙動を解析する階層統合モデルから構成される階層練り込みシミュレーションモデルを段階的に開発し、LHD-DD実験の先行シミュレーション等を通して検証・改良し予測性を持つシミュレーションコードの開発をめざすことが述べられた。

福山(京大)から、燃焼プラズマ統合シミュレーションについて、その必要性と求められる内容を述べ、核燃焼プラズマ統合コード構想(BPSI)がめざしている統合コードのフレームワーク構築、新しい物理モデルの提案・実装・検証、計算手法の開発について説明された。統合モデリングコードTASKの現状を報告するとともに、物理モデル開発および計算環境の課題を示し、組織的な統合コード開発プロジェクトの必要性を述べた。ここで、燃焼プラズマの解明をめざして、国内研究課題の集約化が議論となった。

これらのシミュレーション研究に対して、国際トカマク物理活動(ITPA)の調整委員会委員である鎌田(原子力機構)からITERでの実験を見据えて、コード開発と同時に、ニーズに応じた成果を表に現すことの重要性を述べ、ITERの予測から実験の立案に移り変わっていく時代では、コードの利用頻度が高まることが想定され、機動性のあるコードを開発していくべきことが述べられた。

プラズマ・壁相互作用における最近のシミュレーション研究について、大宅(徳島大)からコメントがあった。ダイバータや第一壁への共堆積によるトリチウム蓄積と、プラズマ照射による対向壁(炭素、タングステン、ベリリウム)の材料混合についての研究課題について述べた。低エネルギー粒子・固体相互作用の分子動力学計算や、周辺プラズマシミュレーションとの統合などのコード開発とともに、基礎実験や実機実験との密接な連携研究によって、実機における損耗・再堆積現象の更なる理解とその詳細なモデル化が望まれる。しかしながら、プラズマ・壁相互作用のシミュレーションを行う国内研究者が少なく、今後の対応が議論となった。

最後に、まとめと問題提起を行った。燃焼プラズマ/高自律性プラズマには、アルファ加熱が主体になったプラズマの動的挙動や、アルファ粒子(アルファ加熱)が安定性、乱流、輸送、電流駆動に及ぼす影響など、興味深い物理課題が多く残されている。モデリング・統合化モデルへの取組みにおいては、タイムスケールが大きく異なる現象のモデリングが課題である。例えば、乱流シミュレーションと輸送シミュレーションの統合においては、単なるコードの統合化による巨大統合モデルが有用かをよく検討する必要がある。計算機資源は有限であり、大規模シミュレーションを行うには、課題の明確化が必要である。また、実験との関わり方も重要であり、研究の課題をそこに見いだすことによって、実験との相乗効果が期待できる。日本では、欧米に比べてシミュレーション研究者が少なく、人の輪を広げる仕組み、工夫、努力が必要であることが指摘された。

Ⅶ. レーザーアブレーションプラズマのつくる高温高压反応場とそれによる新材料創製・加工 座長：佐々木浩一(名大)

固体にレーザー光を照射すると、放電プラズマに比べて桁違いの高温・高圧力を有するレーザーアブレーションプラズマを容易に生成できる。このようにして得られる高温・高圧環境は、新材料の創製および材料加工のための反応場として魅力があり、新しい応用を生み出す可能性がある。材料科学分野の研究者とプラズマ理工学分野の研究者との情報交換・相互交流を目的のひとつとして本シンポジウムを企画した。

まず、佐々木(名大)から、本シンポジウムの趣旨説明を兼ね、「レーザーアブレーションプラズマの作る高温高压反応場の重要性」と題する講演があった。

次に、西村(阪大)から、「レーザーアブレーションプラズマは材料プロセスにとってどのような状態か」と題する講演があり、極端紫外光源としてのレーザー生成プラズマ研究の現状に加え、基礎科学分野における Warm Dense Matter に関する研究の状況が紹介された。

作花(京大)は、「材料合成条件レーザーアブレーションプラズマの密度と温度」と題する講演で、水中で生成されたレーザーアブレーションプラズマが6000気圧の高圧力を有することを報告した。

佐々木(産総研)は、「液中レーザーアブレーションによる新規材料合成」と題する講演で、水中レーザーアブレーションにより高圧相物質である β 相水酸化亜鉛の板状結晶が合成されたことなどを報告し、高圧相材料の合成にレーザーアブレーションプラズマの高温・高圧状態が寄与している可能性を指摘した。

最後に、佐藤(産総研)は、「レーザー誘起背面湿式加工法による透明材料の加工」と題する講演で、色素溶液中でのレーザーアブレーションによって生じる衝撃波を利用したユニークな材料加工技術について報告した。レーザーアブレーションプラズマを活用した材料プロセス研究に新しいパラダイムを創出するための契機として極めて有意義なシンポジウムであった。

Ⅷ. カーボンプロセスにおけるプラズマ誘起サブサーフェス科学の新展開 座長：藤山 寛(長崎大院生産)

プラズマとカーボンの相互作用は古くて新しいテーマである。核融合炉壁材料へのプラズマ照射から最近のプラズマプロセスによるカーボン系ナノ材料の創製まで、応用としてはエネルギーか

らバイオまで幅広い分野に関係する。本シンポジウムでは、プラズマとカーボンの相互作用について、特にプラズマ誘起サブサーフェスでのプロセス研究の最近の進展と今後の課題について議論した。まず初めに、白谷(九大)がプラズマ誘起サブサーフェス研究の重要性について口火を切り、大野(名大)がダイバータ板における高温プラズマ-カーボン相互作用について、加藤(東北大)がプラズマ物理を利用したオリジナリティあふれるカーボンナノチューブの創製について、平松(名城大)がカーボンナノウォールの合成とその応用について、平栗(東京電機大)がプラズマCVD技術で作成したダイヤモンドライクカーボン膜の医療応用について紹介した。最後に、浜口(阪大)が、固体サブサーフェスでのプラズマ反応シミュレーションを示しながら、全体をまとめてシンポジウムを終えた。プラズマ応用材料プロセスと核融合炉工学を繋ぐ共通課題と共通認識が得られたと思う。

Ⅸ. 高速プラズマ流が深く関与する諸現象シンポジウム

座長：犬竹正明(東北大)

本シンポジウムでは、多くの高速流関連分野の中から代表的な次の4つのテーマを取り上げた。

「1. 宇宙ジェットと高速回転流の謎」柴田(京大)・小出(熊本大)では、活動銀河核や近接連星系から噴出する相対論的ジェットや原始星からのジェットなどの観測結果の紹介。中心天体の脱出速度程度のジェット速度やジェットの収束と高速回転する降着円盤の謎についてMHD理論との比較が紹介された。ジェットの収束機構、相対論的加速とガンマ線バーストの機構などは理論的に未解明であることなどが紹介された。

「2. ダブルベルトラミ流と核融合プラズマ閉じ込めへの応用」吉田(東大)では、ダブルベルトラミ場に関する理論の紹介の後、磁場と流れのエネルギーが一定の結合条件を満たし、高ベータ核融合プラズマ閉じ込めへの応用の可能性があること。磁気圏型ダイポール磁場配位におけるダブルベルトラミ平衡の実験的検証を目指すRT-1装置が最近完成し、その初期プラズマ生成結果が紹介された。

「3. ホーキング放射の謎と遷音速流による模擬実験」阪上・奥住(京大)では、ブラックホールにおける時空の地平線、ブラックホールがエネルギーを放射し蒸発するという驚くべきホーキング放射の予言と観測不能な低温放射について紹介の後、光速に近い速度で落下するブラックホール時空を遷音速流に置き換え、光を音に置き換えると、音のブラックホールのアナロジーが成り立つこと。ラバルノズルを用いた通常気体の遷音速流を用いて音のブラックホールの模擬実験が京大で進行中であることなどが紹介された。

「4. 磁気ノズルによる遷音速プラズマ流の生成と宇宙推進機への応用」犬竹(東北大)では、次世代宇宙推進機に重要な磁気ノズル中の遷音速プラズマ流生成とイオンの断熱指数の評価、磁気圧による加速と異常イオン加熱、マッハ数1の閉塞流の形成、ハリカルキク状の収束ジェットなどの実験結果、さらに、磁気ノズル中プラズマ流のベルヌーイ法則、ノズルを過ぎるイオン音波あるいはアルヴェン波のブラックホール模擬実験の可能性について紹介された。

これらの講演後、電磁加速プラズマと宇宙ジェットとの類似性など、宇宙物理、核融合、電気推進の各分野に共通する課題につい

て活発な討論が展開され、大変有意義なシンポジウムであった。

◆インフォーマルミーティング

I. アジアプラズマ核融合協会 (APFA)

世話人：岡村昇一 (核融合研)

今年の会合では、APFA とはかなり共通部分の多い目的意識に基づいて活動を開始する準備を進めている、AAPPS-DPP 活動との関連について議論を進めた。AAPPS はアジア太平洋物理学会連合 (Association of Asia Pacific Physical Society) の略語で、発足は 1990 年に遡り、アジア圏 (オーストラリアを含む) の 15 カ国それぞれの物理学会 (応用物理学会も含む) の連合体である。3 年ごとに APPC 会議 (Asia Pacific Physics Conference) を開催してきた実績を持つ。大阪大学の高部英明氏はこの AAPPS の理事を務めておられ、アジアの連帯を強めたいとの希望を持って積極的に活動を行っている。AAPPS は物理学関連分野全体の会合であり、アジアの学会連合全体の会員数の総和を考えると膨大な数に達する。そこで、例えばヨーロッパやアメリカでの EPS-PPD, APS-DPP のように、プラズマ関連分野の部会をアジアで組織したらどうかという発想があり得るが、そこをめざしているのが AAPPS-DPP 構想である。実は APFA はすでにプラズマ・核融合分野でのアジア地域の連帯をめざした活動を進めているために、その目的とする活動には共通する部分が多いことになる。

インフォーマル会合として、高部氏を加えて APFA 関係者による議論を行った。二つの活動の起源としてはそれぞれ別の経緯があって、それに伴った性格の違いもかなりある。例えば APFA の場合はプラズマ物理の広い分野での協力を最終的な目標としてはいるが、核融合プラズマにかなりの重点があることは否めない。研究者の会議への参加については広く門戸を広げてはいるものの、APFA の構成国としては日本、中国、韓国、インドの四カ国に限っているのはそのことの現れでもある。この意味で APFA 活動は、ITER のアジア地域の四極と重なる側面も持っている。それに対して AAPPS-DPP のめざす研究分野は、プラズマ物理の中でも宇宙プラズマやプラズマ基礎・応用分野をかなり強く意識している。上記四カ国以外のアジアの国々では、核融合研究はまだ実体としてあまり育っていないこともあり、そのようなプラズマ研究分野での研究協力は現実的な路線と言える。このような意味で双方の国際連携活動の取り組みは、実際に積極的に協力を推進する国の範囲の違い、また取り扱うプラズマ研究分野の力点の違いなどの異なった特徴があり、今後アジア地域のプラズマ物理研究の連帯を高める上で互いに助け合う関係にあるとの結論に達した。

II. 核融合フォーラム物理クラスターと ITPA の現状と今後

世話人：鎌田 裕 (原子力機構)

ITER 及びブローダーアプローチ (BA) 計画の実施に際して、これらに臨むわが国のプラズマ物理研究の取り纏めを担うべき存在である核融合フォーラム物理クラスター活動に関する議論を行った。参加者は約 40 名であった。まず、「最近の ITPA 活動の概要」として、ペダスタルと周辺物理トピカルグループの報告 (大山, 原子力機構) および計測トピカルグループの報告がなされた (草間, 原子力機構)。前者では、特に国際装置間比較実験の推進とモデリング研究の重要性、後者では、科学研究費補助金特定領域による我が国の燃焼プラズマ計測機器開発の優位性が強調された。次に、

「ITER との連携を強める今後の ITPA 活動」(鎌田, 原子力機構) として、ITER の物理課題の解決や設計レビュー活動に関して ITPA への要請が強まる中、今後、ITPA が ITER との強い連携を構築して行く方針であることが紹介された。最後に、「今後の核融合フォーラム物理クラスター活動のあり方」(高村, 名大) として、科学技術・学術審議会、研究計画・評価分科会、原子力分野の研究開発に関する委員会、核融合研究作業部会における最近の議論・紹介が行われた。また、「ITER および BA 計画の実施に際して、核融合フォーラムは、国内研究の推進母体として、国内研究者の意見の集約に加えて日本が ITER 及び BA 活動で長期に亘り継続的に主導的役割を果たすための活動助成を行うべきである」とする物理クラスターからの要望が紹介され、多くの賛同があった。

III. 核融合若手会員によるインフォーマルミーティング

世話人：大山直幸 (原子力機構)

本ミーティングは、核融合若手メーリングリスト (<http://fusion-wakate.iae.kyoto-u.ac.jp/>参照) が企画立案の母体となっており、今回の会合が第 5 回となる。ITER や幅広いアプローチ (以下 BA) の活動が本格的になりつつある今、現場の若手研究者がどのような意見・疑問を持っているのかを板倉周一郎文部科学省核融合開発室長に発信することに重点を置く会合とした。参加者は幅広い領域から約 40 名であった。

板倉室長の「ITER および BA とその国内推進体制」「今後の核融合研究に関する取組みについて」という講演では、既存の核融合フォーラムをベースにした核融合エネルギーフォーラム (仮称) において ITER や BA 関連の意見集約を行うこと、エネルギー政策における核融合の位置づけは ITER 時代でも変更がないこと等が示された。板倉室長へは、メーリングリストでのアンケート結果をもとにいくつかのテーマについてお願いしていたが、リクエストの多かった「若手の育成」や「研究者の参加形態」については具体的な政策の説明はなく、今後の検討課題というのが実情のようである。

その後の議論では、若手研究者から DEMO 炉実現に向けた研究の加速やトカマク以外の方式の位置づけに関する質問があった。また、ITER と BA を両立する上で、予算だけが手当てされても人員が不足しては仕事が進まないといった現場の問題点が指摘された。産業界を含めた核融合開発に関して、産業界が本気になって核融合に取り組める体制に変えていくことが重要であるとの意見が出された。核融合研究の社会への説明責任に関する議論では、ITER のウェブサイトの充実や核融合研究でのノーベル賞受賞をめざして欲しいといった提案が出され、活発な意見交換が行われた。

最後に、本ミーティング参加のため時間を割いていただいた板倉室長に、若手研究者一同感謝の意を表します。

IV. 九大の新計画「長時間球状トカマク研究」

世話人：佐藤浩之助 (九大)

標記インフォーマルミーティングが、11月30日(木)17:50~19:00 で実施された。当初開始予定の17時30分には前のセッションが続いていたため開始が、20分遅れたが会場の都合で終了時刻は19時厳守であったために議論はやや不十分であったが、同様の議論を12月開催のトライアム研究会でも引き続き行うことを案内した。

聴衆は30名程度ではあったが、新しい装置の内容について活発な議論が行なわれた。

まず、世話人の佐藤(九大)よりインフォーマルミーティング開催の経緯と趣旨が簡単に紹介され、高瀬(東大)より、全日本ST計画との関連や今年度製作中の部品に対する議論の経緯と変更点について簡潔に纏めた報告がなされた。

講演は、最初に花田(九大)から装置概要説明があり、実験目的と装置の概要、目的と装置仕様の関連、計画のスケジュールが示された。特に昨年度は議論の確定時期と部材調達時期が近かったために結論を急ぐ必要が生じたため、今年度は年度内に余裕を持って議論したいとの意向が示され、討議をすべき項目についての議論がなされた。その結果として、1)ポート計画、2)補助コ

イルの検討、3)第一壁、ダイバータの計画、4)RFアンテナの計画、5)磁場コイル電源の活用が検討すべき項目として列挙された。2)の補助コイルについては御手洗(九州東海大学)からコイル設置の有効性についての計算結果が示され、コイルの設置位置やターン数について説明があった。補助コイルについてはコストの面からの検討が必要であり、検討を継続することとなった。ポート計画については、ポート設置予定の場所にPF2-6コイルの位置を起磁力確保のために移動する案に対する検討結果が示された。得失があるために今回は結論できなかったため継続審議とした。討論においては、加熱計画について質問があり、定常状態でのダイバータ挙動を調べるにはプラズマコア部の高密度化が重要であり、そのためには定常のNBIの必要性が指摘された。

学会賞候補者の募集について

第15回『論文賞』、第12回『技術進歩賞』、第6回『産業技術賞』、第12回『学術奨励賞』(飯吉厚夫特別賞)、第1回『貢献賞』の募集を開始いたします。募集についての詳しい内容は学会Web (<http://www.jspf.or.jp/membership/award/kouho07.html/>) にアップしておりますので、ぜひごらんください。

募集期限：2007年5月31日(木) 学会事務局必着