

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圧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圧反応場の重要性」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ッシング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 $\beta$ 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)がダイバート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(熊北大)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。ラバー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、ヘリカル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

## Announcement

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DESTAL 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、核融合若手メンバーリスト (<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、メンバー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。