

## ■プラズマ科学シンポジウム2005/第22回プラズマプロセッシング研究会報告

佐藤浩之助 (九大応力研), 荻野竜樹 (名大STE研),  
田中雅慶 (核融合研), 浜口智志 (阪大工),  
西原功修 (阪大レーザーセンター)

本年1月26日(木)から28日(金)まで名古屋の「ウィルあいち」において、『プラズマ科学シンポジウム2005 (PSS-2005)』が、『第22回プラズマプロセッシング研究会 (SPP-22)』との合同会議として開催された。

「プラズマ科学シンポジウム」は、いろいろな学会・協会等に分散して展開されているプラズマ科学の研究活動を総合的に把握し、21世紀におけるプラズマ科学の新たな発展を図るとともに、各学協会等におけるプラズマ科学の研究活動のさらなる活発化を誘発するために企画されたものである。『プラズマ』をキーワードに、国内のプラズマの基礎・応用分野の研究者が一堂に集まり、プラズマ科学の基礎から、核融合などのエネルギー分野、半導体プロセスなどの電子デバイス分野、地球環境分野、人工医用材料などのバイオ分野、さらに宇宙プラズマや宇宙開発等々の幅広い応用分野にいたるまでを視野に入れながら、現状を把握し将来を展望しようとするものである。なお、この第1回は2001年1月に京都で開催され、今回は第2回目となる。

参加者は、3日間で536人、講演は375件：総合講演1件、指定テーマ講演6件、シンポジウム11テーマ(合計43講演)、ナイトセッション1件(5講演)、一般講演(ポスター発表)320件であり、第1回をしのぐ盛況であった。

主催は、プラズマ・核融合学会、応用物理学会、日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会、核融合科学研究所、名古屋大学21世紀COEプログラムPlasma-Nanoの5団体であり、今回はプラズマ・核融合学会が主担当となって実行した。また、「プラズマ」の性格上多くの学協会がかかわっており、日本物理学会や電気学会をはじめとする多くの団体に共催・協賛として支援いただいた。なお企画等は、主催の団体からのメンバーによって構成された組織委員会によってなされ、また実行については主担当学会や名古屋周辺の研究者よりなる実行委員会により進められた。

なお、プログラムについては、学会HP (<http://www.jspf.or.jp/PSS2005/>) を参照いただきたい。

### 1. 全般ならびに分野横断的セッション等

ご存知のように、『プラズマ科学』は、非常に広い学問分野にまたがり、またその応用範囲も多岐にわたっている。このため、プラズマ科学シンポジウムのそれぞれのセッションも複数の分野に関係しているものが多く、その意味で、日頃は別々の学会にて活動をしている研究者同士がより広い視点で相互に議論する機会があったものと思われる。また、多くの招待講演者が、他分野の人達を意識しできるだけ分かりやすい講演の構成を心がけて下さり、その意味でも非常に有効な場となった。本報告の後半では、プラズマのそれぞれの分野のセッションについての要点を報告するが、前半では複数の分野に関係するセッションにつき、簡単に報告する。

初日は菅井組織委員長の挨拶の後、総合講演として、佐藤徳芳氏(東北大名誉教授)による「プラズマの基礎—応用への提案」と題する講演があった。氏は、本シンポジウムの「生みの親」的存在であり、長年にわたる経験に基づいた含蓄ある内容の講演

であった。この中で、プラズマの基礎研究がいかに「応用」につながるかという大変興味深い内容の話がされた。ここでの「応用」は、プラズマ物理学の核融合開発や宇宙物理学への応用というより、産業技術へのプラズマ応用が主たるテーマであった。

本シンポジウムの一つの特徴が、2日目の夜に企画されたナイトセッション「プラズマが拓く21世紀のエネルギーを考える」であった。

最初に、岡野氏(電中研)が、21世紀のエネルギー源に関する総論「多様なエネルギー源の比較とその役割」の基調講演を行った。本講演では、21世紀のエネルギー需要の見通しを踏まえて、太陽光・風力、宇宙太陽光衛星発電、核融合などの先進エネルギー技術に求められる要件として、資源量、環境負荷、経済性、安定性、安心感の観点が必要であるとの指摘がされ、その比較・分析結果が紹介された。分散型エネルギー源の代表的な例として、太陽光発電が挙げられる。ここでは「薄膜シリコン系太陽電池開発」の現状が松田氏(東理大)から紹介された。薄膜シリコン系の太陽電池開発において、プロセスプラズマ技術が大きな役割を果たしてきた。今後もプラズマの密度・温度さらにはエネルギー分布関数レベルまでの制御の重要性が指摘された。太陽光パネルを宇宙空間に設置し地上にマイクロ波送信する「宇宙太陽発電所」の研究開発の現状について、大村氏(京大)からコメントがあった。レクテナ(受電サイト)の開発現状なども含めシステム全体の紹介があった。

集中型エネルギー源の代表的な例として、核融合炉が挙げられる。ここでは「核融合エネルギー開発戦略とITER計画」について、菊池氏(原研)から紹介があった。核融合エネルギーの特性を踏まえた核融合炉開発シナリオに関する最近の国内外の動向について紹介すると共に、ITER計画およびDEMO炉へ向けた課題について示された。磁場核融合方式とは全く異なるレーザー核融合方式の開発戦略について、疇地氏(阪大)からコメントがあった。レーザー方式では小型モジュール化での開発シナリオが可能であるとの指摘がなされた。地球環境問題の観点から、太陽光発電や核融合炉発電などの積極的な導入が期待される。特にこれらの未来エネルギー技術では、今後もさらなる技術開発が強く求められており、そのキーテクノロジーであるプラズマ技術への期待は大きい。21世紀のエネルギー技術開発で、プラズマが果たす役割はますます重要になってきている。

シンポジウムII「核融合プラズマ研究から学術・産業応用へのメッセージ」では、その題目のとおり、核融合研究と学術およびプラズマ応用の接点が論じられた。下記の4件の講演があった。「磁場核融合プラズマの乱流理論が展開する学術」(伊藤(公)氏、核融合研)では、人類の根源的な問いの一つである宇宙における構造形成などに対するプラズマ物理からの寄与が論じられた。「超高強度レーザー核融合の展開するフロンティア科学」(三間氏、阪大)では、超高強度レーザーの高速度点火以外の応用例(実験室宇宙物理など)が紹介され、シミュレーションの重要性が指摘された。「核融合プラズマ加熱技術のフロンティア科学への展開」(坂本氏、原研)では、ジャイロトロン関連技術の最近の進展と応用が紹介された。「核融合プラズマシミュレーションと次世代計算機科学」(林氏、核融合研)では、プラズマ物理を含む自然科学の分野における多階層シミュレーションの重要性とシミュレーション科学としての今後の発展が述べられた。どの講演もそれぞれ特徴があり、学術から産業応用への広がりをつめたシンポジウムとして意義深いものであった。次回以降も同様の企画のもとに議論を深めるべき重要な課

題であろうが、課題の範囲と設定時間については考慮が必要と思われる。

シンポジウムⅣ「プラズマ・壁相互作用の複雑な物理・化学」、ならびにシンポジウムⅤ「負イオンの生成と応用」ではそれぞれ4件の講演があったが、これらはプラズマの基礎および応用と核融合に部分的に関わるテーマであり、それぞれ興味深いものであった。シンポジウムⅣでは、「核融合プラズマ装置のプラズマ・炭素系物質相互作用に関する諸問題」(大野氏, 名大), 「MHD シミュレーションによる化学スパッタリングの物理機構解析」(浜口氏, 阪大), 「核融合プラズマ装置における炭素不純物の発生と輸送」(久保氏, 原研), 「核融合プラズマ装置における共堆積層の形成とグローバルな壁排気への効果」(坂本氏, 九大) という課題で話がなされた。核融合プラズマの重要課題の一つである『壁との相互作用』がいかに基礎やプラズマ応用と緊密な関係にあるか、また同時に、核融合とそれ以外のプラズマ分野に共通の課題が多いかが明確となり、このシンポジウムの効果の主要なものとして認識された。このように、プラズマ科学の最大手の「分野」である「核融合研究」が、いわば中小企業連合のような「プラズマ応用」諸分野といろいろな意味で深い関連があることが明らかになったことも、本会議が有意義であった点であろう。

レーザープラズマは放電プラズマに比べ非常に高密度であることから高輝度の X 線が得られ、X 線レーザーなどの例に見られるように古くから高輝度光源としての研究がなされてきた。次世代半導体製造で必要となる、例えば 22 nm 細線加工用のリソグラフィ光源としてレーザープラズマがその候補になっている。「レーザープラズマ EUV 光源開発研究」(西村氏, 阪大) では、照射レーザーエネルギーから波長 13.5 nm の極端紫外光 (2%バンド幅) への変換効率 3% を実現したことなど、また最適条件などについての最近の成果が紹介された。変換効率のレーザー強度比例則なども理論モデルとよく一致しており、変換効率については実用化の域に達している。

プラズマ素過程に関してはプラズマ応用や周辺プラズマを意識した研究や計測法の開発が多く行われている。またプラズマの発生と制御に関しては、紫外線光源の開発をターゲットとする研究が盛んに行われている。これらの中にはマイクロプラズマの研究も含まれる。新分野に属する研究としては溶液中のプラズマやフラーレンの両極性を利用したベアプラズマ中の波動現象、さらにプラズマ流を利用したホーキング輻射のシミュレーション実験の可能性などが目を引いた。特にホーキング輻射の室内実験の可能性についてはプラズマ物理と一般相対性理論の接点となる研究であり大変興味深い話題である。

なお、一般講演(ポスター発表)の分野についての統計であるが、それぞれの課題は拡がりがあり、必ずしも1つの分野に分類すべきものではないが、一定の目安として以下に示す。

- |                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1. プラズマの基礎・素過程        | 36件 |
| 2. プラズマの発生・制御         | 45件 |
| 3. プラズマの診断・計測         | 52件 |
| 4. プラズマ・表面相互作用        | 13件 |
| 5. プラズマのモデリング         | 17件 |
| 6. プラズマ材料プロセス         | 91件 |
| 7. 電子デバイスプロセス         | 10件 |
| 8. プラズマの環境・生体医療技術への応用 | 16件 |
| 9. 磁気閉じ込め核融合          | 21件 |
| 10. 慣性核融合             | 2件  |
| 11. 宇宙プラズマ (スペース, 天体) | 11件 |

## 12. その他

6件

以下に、それぞれの分野での話題を簡単にまとめる。

### 2. 基礎プラズマ関係

基礎プラズマ関係は一つのシンポジウム講演(4件)とポスター講演(約105件)の発表があった。シンポジウムは27日の午後に行なわれ、「プラズマが関与する多彩な構造形成」をマイクロからマクロまで概観し、その基盤となっているプラズマ物理を理解しようという企画であった。はじめに、溶液中の高分子の凝集および DNA の構造転移に関する報告があった(田中(基)氏, 核融合研)。これらの物質は静電相互作用する強結合系として取り扱うことが可能であり、強結合プラズマの物理がソフトマターの世界まで適用できることを示した。石原氏(横浜国大)は、セミマクロな系としてダストプラズマに代表される複雑プラズマのクーロンクラスター形成に関する報告を行なった。微粒子の数とそれを閉じ込めるポテンシャルの条件に応じてさまざまなクラスター構造が形成されることを、ハミルトニアンを用いた議論によって明らかにした。田中(雅)氏(核融合研)はプラズマ中の渦形成について報告した。そこでは、プラズマが粘性流体であるために磁場を横切る流れが発生し、その結果としてプラズマホールと呼ばれる渦度の局在化が起こることを報告した。また、不均一な背景粒子とプラズマが共存する場合、電場による  $E \times B$  ドリフトよりも背景粒子の流れに起因するドリフトが優勢になり、反  $E \times B$  方向に回転する渦が形成されることを示した。核融合プラズマにおけるマクロな構造転移とそれに伴う輸送の変化は藤沢氏(核融合研)によって報告された。核融合研究にとって H-モードに代表される閉じ込め改善モードの研究は中心的課題の一つであるが、輸送障壁の形成による閉じ込め改善はプラズマのポテンシャル(あるいは電場)の構造転移を伴って発生する。藤沢氏は CHS 装置で観測されたポテンシャルの分岐現象とそれに伴う輸送、乱流構造の変化を報告した。また、プラズマ擾乱のレイノルズストレスが作るゾナル流の実験的検証を初めて報告した。最後にこのシンポジウムの提案者である石原氏が全体の総括を行なった。

一般講演(ポスター)の内容は多岐にわたり、すべてを紹介することはできないが、大きく分けると (1)基礎プラズマ物理、(2)プラズマ素過程 (3)プラズマの発生と制御(応用目的も含む)、(4)新分野、が挙げられる。基礎プラズマでは非中性プラズマ、微粒子プラズマ、渦形成、粒子加速など従来から活発に研究が行われている分野が目立った。最近の新しい傾向としては、プラズマ流やシア一流が関与する現象の研究がある。これらの研究の範疇にはプラズマ推進に関する研究も含まれており、今後盛んになっていくと思われる。

### 3. プラズマ応用

この会議は、プラズマ科学シンポジウム2005と第22回プラズマプロセッシング研究会の合同会議であり、後者に対応する部分に関して言えば、発表内容のほぼすべてがプラズマ応用である。したがって会議全体を通して、プラズマの産業や環境問題等への応用に関する発表は極めて多く、少なく見積もっても過半数は占めている。その意味で、本報告で、これらすべての発表を「プラズマ応用」というひとつの分類でまとめて扱おうと、会議の全体像が正しく伝わらないおそれもあるが、その危険を承知のうえで、あえて、ここでプラズマ応用に関する発表の概要を報告する。

会期中6件あった指定講演テーマのうち、半分の3件がプラズマ応用に直接関係するものであり、その講演題目は「次世代デバイス開発とプラズマプロセス」(廣瀬氏, 産総研), 「大気圧放電プラズマを利用する環境浄化」(水野氏, 豊橋技科大), 「最近のプラズマ応用の進展と課題」(藤山氏, 長崎大)となっている。これらの指定講演は、いずれも最先端の分野をわかりやすく解説しており、非専門家にとっても有益な講演であった。さらに、期間中11件あったシンポジウムでも、その過半数の6件「I. リングラフィー用 EUV 光源の開発」「III. マイクロ波放電プラズマの新潮流」「V. 負イオンの生成と応用」「VII. プラズマ材料科学研究を刺激する炭素の面白さ」「VIII. プラズマの新しい計測モニタリング」「X. マイクロプラズマの新しい物理と応用」がいわゆる「プラズマ応用」の分野の講演を主として集めたものであった。

320件の全ポスター発表でも、「プラズマ応用」に関する発表は多かった。ポスター発表の項目「プラズマ材料プロセス」は、3日間の会期中毎日あり、約90件の研究発表がこのカテゴリーのもとに行われた。このほか、半導体関連のプロセスに関する発表が「電子デバイスプロセス」のもので10件、このほか「プラズマの基礎・素過程」「プラズマの診断・計測」「プラズマのモデリング」「プラズマの発生・制御」「プラズマ・表面相互作用」「プラズマの環境・生体医療技術への応用」の各項目のもとでも、「プラズマ応用」の発表が数多くなされた。最近、伝統的な低気圧(真空)放電に対して、新しいプロセス用放電タイプとして大気圧放電が注目されている。これは、近年、アークやコロナ放電にならない非平衡大気圧放電が安定に実現できるようになったためであり、ポスター発表においては、このようなプラズマを用いたプロセスの発表も多く見られた。また、伝統的なプラズマプロセスの分野でも、半導体技術の進展により導入された新材料(高誘電率絶縁膜、低誘電率絶縁膜、難エッチング材料等)に対する超微細加工技術の進歩や各種の高性能薄膜堆積技術など注目に値する発表が多かったように思う。さらに新しいプロセスの方向として、プロセスの大面积化に対応する新しいプラズマ生成技術やナノテクノロジー関連分野の新材料合成技術、また、低ダメージプロセス等に関しても、興味深い発表が多かった。特に、極めて小さい領域で放電をおこなう「マイクロプラズマ」は、現在のところ、プラズマディスプレイパネル(PDP)のセル放電以外にあまり知られていないが、いままでになかった新たな「反応場」を提供するプラズマとして、これから幅広い応用分野を開拓していくプラズマである可能性が高いと考えられる。マイクロプラズマに関するポスター発表はまだあまり多くなかったように思うが、シンポジウムXでの講演でも強調されたように、マイクロプラズマは今後が期待されるプラズマ応用分野のひとつである。

#### 4. 宇宙プラズマ関係

シンポジウムIXは、「宇宙に於ける相対論的プラズマ」をテーマに開催された。4つの講演が行われ熱心な討論が交わされたが、全体として、宇宙プラズマのおもしろさが余すところなく聴衆に伝わったと思われる。

「プラズマ中での高エネルギー粒子加速」(星野氏, 東大)では、宇宙に於ける高エネルギー(相対論的)粒子加速の現場が紹介され、我々の相対論的粒子加速の理解に欠如を包含していることが指摘された。これを踏まえた上で、無衝突プラズマに於ける、磁気リコネクションと衝撃波加速について、やさしい解説と成果の説明があった。とくに、衝撃波に発生する静電波に

よるサーフィン加速が有力な機構として紹介された。

「宇宙相対論的プラズマ現象の超高強度レーザーによる模擬実験の可能性」(高部氏, 阪大)においては、阪大レーザーエネルギー学研究センターに於ける研究組織、装置、戦略についてまず概説があり、ついで、1987年における超新星爆発の観測とレーザー実験による衝撃波のレイリーテラー不安定の比較が成功を収めたという歴史的な経緯が説明され、今後ますます、高エネルギー密度の地上実験が宇宙に於ける現象の理解に役立つことがさまざまな実例をもって示された(後出: 6. レーザープラズマ関係)。

「ブラックホール磁気圏のプラズマの数値実験」(小出氏, 富山大)では、ブラックホールが実際にどのように観測され、ブラックホールからのエネルギー抽出がいかに可能となるかが、初心者にもわかりやすく丁寧に解説された。そのあと、自身の相対論的な電磁流体力学シミュレーションの結果が示され、特に、降着円盤から回転するブラックホール近傍領域(エルゴ領域)に磁場が持ち込まれた状況で活発なジェット形成が起こることが紹介された。

「ブラックホール磁気圏と定常MHD流」(富松氏, 名大)では、ブラックホール=降着円盤磁気圏の構造を解析的に調べ、流れの基本的性質を明らかにする研究が紹介された。閉じた磁束領域(降着円盤からブラックホールに落ち込む流れ)と開いた磁束領域(円盤から出るジェット)を持つ構造が議論され、閉じた磁束領域のMHD流の構造が導かれた。また、同時に円盤からジェットが形成する解が示され、電磁エネルギーからプラズマの運動エネルギーへの変換プロセスが明らかにされた。

近年、人間の活動は宇宙へ拡がり、宇宙空間に展開する気象、放送、通信、電波航行用の人工衛星は私達の生活に多くの恩恵をもたらしている。しかし、それらの人工衛星が活動する宇宙環境はいつも穏やかではなく、太陽表面に巨大フレアが発生すると高エネルギー放射線に晒されて衛星障害が発生することがある。また、地球周辺の宇宙空間プラズマと電磁場にも磁気嵐やサブストームと呼ばれる大きな擾乱が発生して極域ではオーロラの爆発現象が起こり、短波帯の通信などに障害をもたらす。このような宇宙環境変動の機構をよく知り、環境変化を予測・予報するために国際的な宇宙天気研究が開始された。それらの素過程としての宇宙プラズマ研究の面白さと、宇宙天気研究の最前線に触れるために、シンポジウムXI「宇宙環境と宇宙天気」が開かれ、4つの講演が行われた。熱心な質疑応答があり、室内実験とは違った、宇宙プラズマと宇宙天気研究の面白さと宇宙で初めて見えたものが聴衆にも十分伝わったと思われる。

「地球環境変動の源としての太陽活動」(柴田氏, 京大)では、地球環境変動の源としてのフレアなどの太陽活動とその発生機構が、ISASの「ようこう」衛星による軟X線画像やシミュレーション画像をふんだんに使って説明された。太陽フレアの発生は磁気リコネクションによって統一的に説明できそうであるが、硬X線放射の成因となる高エネルギー電子の生成機構は未解決である。また、宇宙天気研究では太陽から地球までつなぐシミュレーションモデルの構築が重要であることが力説された。

「磁気圏プラズマにおけるスケール間結合」(齊藤氏, 宇宙研)では、宇宙は無衝突プラズマのよき実験室と言われて久しいが、ISASの磁気圏観測衛星「ジオテイル」は、磁気圏尾部の磁気リコネクションに起因するイオンの速度分布関数の観測に成功し、イオンスケールの構造を初めて解明した、との話があった。この成果を基に、イオンと電子スケール間結合のプラズマ

物理解明に挑戦する次期衛星計画 SCOPE ミッションが紹介された。「磁気圏-電離圏-熱圏領域間結合」(藤井氏, 名大)において, 宇宙天気研究では, 太陽から地球までのエネルギーと物質の輸送過程の解明が重要であるとの話があった。その磁気圏-電離圏-熱圏の領域間結合の研究を非干渉散乱レーダー (EISCAT) 観測を中心に, 電離圏での電磁気的な結合, ジュール加熱, プラズマと中性粒子の衝突による運動量交換を示すフライホイール効果など不完全電離プラズマとしての特徴と面白さが紹介された。

「衛星障害と宇宙環境: 宇宙天気と衛星障害警報」(五家氏, 宇宙研)では, 太陽の巨大フレアが発生した直後に衛星障害が時々発生することや, この衛星障害を減らすことが宇宙天気研究の大きな目標であるが, 巨大フレア発生と衛星障害の関係, 衛星帯電や太陽電池劣化などの障害の内容, 衛星障害対策と警報に関してこれまでの事例と現状について説明された。さらに, 2003年10月の磁気嵐時の環境観測技術衛星 ADEOS-II の障害について紹介された。

### 5. 核融合プラズマ関係

指定テーマ講演「燃焼プラズマが切り拓く物理」(鎌田氏, 原研)では, トカマクプラズマについての理解の最近の進展, 特に, 圧力・電流・流れ・電場の空間分布が自律的に決定されること, およびコアプラズマと原子分子過程を含む周辺プラズマとは複雑な階層構造を形成すること, また $\alpha$ 粒子の引き起こす不安定性と $\alpha$ 粒子加熱との関係について, 他分野の人たちにも分かり易い説明を加えながら紹介された。時間の関係で $\alpha$ 粒子の速度分布やその計測法について紹介がなかったが, 今後別の機会にて議論されることが期待される。

その他, 核融合プラズマに関係したセッションの多くは, 他のプラズマ分野との接点が多く前記(1)の項で多く触れたため, ここでは省かせていただく。なお, 核融合プラズマ関係のポスター発表は, 全体の320件中, 23件ほどであった。

### 6. レーザープラズマ関係

ペタワット (PW) レーザーの出現に見られるように最近のレーザー技術の進展は著しく, その進展に支えられ, レーザープラズマ研究は, 「高速点火方式」レーザー核融合, 「相対論工学と超高強度場科学」「高エネルギー密度科学」「実験室宇宙物理」などの基礎科学, あるいは「次世代リソグラフィ EUV 光源開発」などの具体的な産業応用といった非常に広範囲の科学・技術分野に新しい展開を見せている。本シンポジウムでもこれらの研究について最近の成果と今後の展望が紹介された。

「超高強度レーザー核融合の展開するフロンティア科学」(三間氏, 阪大)では, コーンターゲットを用いた PW レーザーによる燃料の追加加熱の実証実験などの高速点火方式の最近の進展, および PW レーザーによる高エネルギー密度プラズマの物理の展開について紹介された。後者については, 例えば階層的相対論プラズマ統合シミュレーションコードの開発, 相対論的超高電流電子ビームの発生, 電子・イオン加速などが紹介された。

高速点火方式レーザー核融合原理実証実験計画 (FIREX) については, ナイトセッション「プラズマが拓く21世紀のエネルギーを考える」でのコメントとして「レーザー核融合の開発戦略」(疇地氏, 阪大)が紹介された。文部科学省の科学技術・学術審議会では核融合研究の重点化が提言され, FIREX 計画の推進が必要とされているが, その開発戦略が示された。

すでに  $10^{22}$  W/cm<sup>2</sup> の超高強度レーザー光が実現されようとしているが, 指定テーマ講演「相対論工学と超高強度場科学」(田島氏, 原研関西研)では, レーザーとプラズマとの相互作用によって超高強度場  $10^{29}$  W/cm<sup>2</sup> も夢ではないことが紹介され, ビーム科学との融合によってさらに新しい展開を図るべきであること, その先には, 例えば一般相対性理論の検証, あるいは Hawking 放射の検証などの可能性が論じられた。

「宇宙相対論プラズマ現象の超高強度レーザーによる模擬実験の可能性」(高部氏, 阪大)では, レーザー生成プラズマで生じる高エネルギー密度状態によって拓かれる新しい研究分野として, 実験室宇宙物理の研究の可能性が紹介された。例えばガン線バーストや  $10^{21}$  eV 宇宙線の起源に関連して, 高密度電子-陽電子プラズマの生成, あるいは無衝突衝撃波による粒子加速の実験室での検証の可能性, 宇宙ジェットの模擬実験などが紹介された。

最後に, 直接レーザープラズマに関係するわけではないが, 最近のレーザー技術を磁場核融合プラズマの計測に応用した講演について簡単に紹介する。「位相共役鏡支援によるプラズマのレーザー計測」(中塚氏, 阪大)では, 透明媒質でのレーザー光で誘起された音波をグレイティングとして用いる誘導 Brillouin 散乱によって位相共役鏡を構成し, JT-60U の Thomson 散乱実験への適用例が紹介された。これなどはレーザー核融合研究と磁場核融合の見事な連携研究とみなすことができよう。

なお, 本報告作成の段階で, 小川雄一氏(東大)および柴田善氏(山形大)にお世話になりました。お礼申し上げます。

(2005年2月21日原稿受理)

