



## 本会記事

### ■第32回プラズマ・核融合学会年会報告

#### ◆総括

第32回年会在2015年11月24日～27日の日程で、名古屋大学東山キャンパス・豊田講堂にて開催された。口頭発表には、豊田講堂1Fホール、シンポジオン会議室、豊田講堂3F第一会議室の3会場を用意し、ポスター会場としては豊田講堂1Fアトリウム、2Fギャラリーの2会場を用意した。すべての会場は豊田講堂内にあり、会場間の移動は極めてスムーズであった。

本年会は、プラズマ・核融合学会主催、名古屋大学大学院工学研究科、核融合科学研究所の共催として開催された。名古屋大学大学院工学研究科との共催のため、会場使用料が免除された。現地実行委員会は、名古屋大学、核融合科学研究所のメンバーを主に組織された。

期間中の参加者は、678名（正会員364名、学生会員240名、会員外20名、学生非会員14名、シニア会員22名、招待者18名）であった。講演件数は、一般講演481件（口頭発表105件、ポスター376件（ポストデットライン講演6件を含む）、シンポジウム8件、招待講演13件であった。さらに、インフォーマルミーティング9件が行われた。若手学会発表賞には187件のエントリーがあり、102名の審査員による厳正な審査により、8名の受賞者が選出された。

現地企画特別講演では、2014年にノーベル物理学賞を受賞された天野浩先生（名古屋大学未来材料・システム研究所附属未来エレクトロニクス集積研究センター長）にご登壇いただき、「プラズマ援用による新材料創成」と題して講演をしていただいた。336名の聴衆に対して、青色発光ダイオードが実現されるまでの経緯、今後プラズマが新材料創成に果たす役割、またエネルギー・環境問題への挑戦の必要性が、若い人達へのメッセージとともに述べられた。

懇親会は、名古屋大学生協南部食堂1階Mei-diningで行われた。約230名という多くの参加者があった。名古屋地区での開催が利して、若手、学生の参加とともに、ご退職された多くの先生方にも参加していただいた。和やかな雰囲気のもと、予定終了時刻を越えて歓談は続けられた。

本年会では、企業からの支援を受けるために、2014 Plasma Conference 終了後、直ぐに取り組みを開始した。その結果、プログラム集への広告掲載企業20社、展示会参加企業31社（33ブース）を得ることができた。企業展示会場はポスター会場に併設するとともに、軽食サービス（パン、お菓子）とコーヒーなどのドリンクサービスを実施した。その結果、参加者の企業展示・ポスター会場での滞在時間が延び、活発な議論と交流がなされた。展示参加企業から

の要望もあり、前回に引き続き、企業講演（6件）も実施した。

今回、広告掲載企業、展示会参加企業の募集はイベント会社を介さずに独自に行った。これは、学会事務局の強力な支援により可能となった。軽食などのサービスは会場の制限などもあり今後必ずしも実施する必要はないが、広告掲載・展示会参加企業の募集と展示会実施は年会・展示会担当理事を中心に（現地実行委員会ではなく）学会主導で継続していただくことを希望する。今回の独自開催がその契機になれば幸いである。

来年度第33回年会の現地実行委員会は、東北大学が担当する。地下鉄東西線青葉山駅開業により利便性が高まる東北大学青葉山キャンパスにおいて、2016年11月29日-12月2日の日程で開催される第33回年会に多くの皆様が参加されることを期待する。

本年会の開催にあたり、多くの皆様からご支援とご協力をいただいた。福山淳委員長を初めとする年会運営委員会プログラム委員会の皆様には魅力ある年会プログラムを編成していただいた。また学会理事会の皆様には、年会開催規定の改正、企業懇談会への参加など多様な支援をいただいた。特に、学会事務局の皆様には、事務局が名古屋大学に近いということもあり、これまででない多くの業務を御願することになった。関係者の皆様のご尽力に心より感謝申し上げます。

最後に現地実行委員会の皆様の名前を記し、その献身的な活動に心よりお礼申し上げます。

豊田浩孝、藤田隆明、梶田信、岡本敦、桑原竜弥（以上名大）、秋山毅志、河村学思、時谷政行、田中宏彦、増崎貴（以上核融合研）、柴田欣秀（岐阜高専）。

（第32回年会 現地実行委員会委員長 大野哲靖）



## ■シンポジウム

### S1：核融合加熱用大電流・定常負イオン源の物理と工学

日本原子力開発研究機構 (JAEA) の JT-60U と核融合科学研究所 (NIFS) の LHD では、世界初の負イオン型 NBI の開発研究と実用化を行ってきた実績をもっている。現在進められている ITER や将来の DEMO 用 NBI の開発研究では、1 MeV 以上のエネルギーと 1000 秒以上のビーム入射が予定されているが、両研究所で行ってきた物理・開発研究をベースにしているなど、日本の研究機関の水素負イオンビームに関わる基礎研究と工学設計のレベルは、世界をリードする高い技術力を有している。また、これらの開発研究を通じて、負イオンを含むプラズマの新たな物理現象と工学的な発見が多く報告されており、他の基礎・応用研究分野の展開に大いに寄与する場となっている。

本シンポジウムでは、まず安藤晃氏 (東北大) から趣旨と全体の概要が示された。津守克嘉 (NIFS) からは、NBI 用イオン源のビーム引出領域における負イオンプラズマ生成に関連して、その物性とビーム引き出し機構の解明のための多角的計測研究の成果について報告があった。続いて吉田雅史氏 (JAEA) から、JT-60SA と ITER 用 NBI を目標とした長時間負イオン生成率維持のためのセシウム (Cs) 制御と、世界初の 15 A/100 秒間の負イオンビーム生成についての研究成果が報告された。また、小島有志氏 (JAEA) からは、1 MeV 級のビーム加速に関する問題点の解析と、その解決手法についての開発研究が総合的に報告され、その結果として約 1 MeV/60 秒間の負イオンビーム加速の達成に関する発表が行われた。将来の負イオン型 NBI では、数ヶ月単位でのビーム入射が予想され、イオン源内の Cs 蓄積が重大な問題になる。大原渡氏 (山口大) からは、その解決法としてプラズマに面した金属表面の触媒作用を利用した負イオン生成研究の報告がなされた。また各種金属表面の比較から、アルミニウム表面での負イオン生成効率が高いことが示された。最後に和田元氏 (同志社大) から、核融合プラズマ加熱用大電流・定常負イオン源の物理的、工学的進展が、加速器物理、原子・分子物理、表面物理、プラズマ物理、高電圧工学、プラズマ制御等々の多岐に渡る研究分野に関連し、今後の医療分野、人工衛星推進用エンジン等の宇宙開発応用、機能性界面と原子・分子設計へ寄与し得る展開性について講演が行われた。

シンポジウム全体として活発な議論が行われ、負イオン関連研究の現状と今後の進展に向けた有意義な質疑応答が行われた。  
(核融合研 津守克嘉)

### S2：先進的プラズマスラスタ開発における高周波及び磁場の役割と課題

小惑星探査機「はやぶさ」及びその後継機「はやぶさ 2」に代表されるように、我が国の宇宙開発技術は世界をリードする技術の一つであり、なかでも電気推進機技術は今後の宇宙機の性能を大きく左右するものとして重要な開発項目の一つとなっている。特に、プラズマ流を推進媒体とするプラズマスラスタは、高効率、低燃費、精密制御の可能性などの利点を有するため、惑星間航行や軌道間遷移にお

ける宇宙機の推進エンジンへの利用が拡大しており、さらなる長寿命化 (無電極化を指向)、大型化 (大電力化) の実現が期待されている。双方においてプラズマ理工学の知見、特に高周波の活用と磁場の果たす役割がますます重要になってきている。本シンポジウムでは、高周波 (マイクロ波も含む) や磁場を先進的プラズマスラスタ開発に向け積極的に利用している実験研究の成果を幾つか紹介していただいた。

世話人 (谷川) による「趣旨説明」に続き、小紫公也氏 (東大・工) が地上からミリ波帯の高エネルギー電磁波ビームを照射し、機体側で爆轟波を誘起してエンジンサイクルを駆動するマイクロ波ロケットについて講演した。打ち上げ用推進システムとしての使用を想定するもので、他の講演とは一線を画する内容であった。ミリ波放電の伸展速度や爆轟波構造の維持条件の解析が重要であるとの指摘があり、ジャイロトン使用によるモデル実験の紹介もあった。渡邊裕樹氏 (首都大・竹ヶ原研) はホールスラスタの超長寿命化をめざした高周波プラズマカソードの研究開発の現状について報告した。従来の電子源であるホローカソードとの性能比較により、中型のホールスラスタへの実装ではカソードの寿命を延ばしつつ同程度の推進性能を発揮できることが示された。次に市原大輔氏 (名大・佐宗研) より企業 (三菱重工業) との共著で、高推力密度を実現するためヘリコンプラズマ源を使用し、静電加速によりイオンビームを引き出す「ヘリコン静電加速スラスタ」についての報告があった。まだ推進効率が 10% 程度で、今後の課題である。高橋和貴氏 (東北大・工) は、磁気ノズル方式ヘリコンスラスタの推進機構に関する実験、理論両面からの解析結果を報告し、高周波及び外部磁場の役割について解説した。壁面へのプラズマ損失が推進効率低下の主要因であることが指摘された。最後の講演は西山和孝氏 (JAXA) による「はやぶさ 2 イオンエンジン」であった。現在小惑星 "Ryugu" に向け航行中の「はやぶさ 2」搭載の改良型  $\mu 10$  イオンエンジンについての解説である。旧イオンエンジンと比較して推力が 20% 増大、中和器の大幅な耐久性向上など、推進性能向上に関する詳細報告がなされた。村中崇信氏 (中京大・工) の司会による「総合討論」では、マイクロ波の干渉の問題、実機搭載用 rf 電源の開発など、先進的プラズマスラスタ実用化へ向けての具体的課題などについても議論がなされた。  
(東海大 谷川隆夫)

### S3：核融合システムにおける 4 相間エネルギー輸送の理解

核融合システム、特にダイバータの成立性を実証するためには、コアプラズマ・周辺プラズマ・気体・固体：液体 [4 相間] の各要素間にまたがる熱・粒子輸送現象の解明とその制御法の開発が重要である。またこのシステムは、大きなスケールギャップ (時間、空間、エネルギー) を持ち、強磁場中に存在し、さらに大きな温度勾配 (圧力勾配) を持つという特異性がある。このような背景を受けて、本シンポジウムでは核融合炉ダイバータ設計に資する熱・粒子輸送基礎過程の研究の現状を把握し、研究分野間の連携や今後の研究の方向性を議論することを目的とした。

講演では、周辺プラズマにおける開いた磁力線に沿ったエネルギー・粒子輸送研究の現状（小林政弘氏，NIFS），周辺プラズマ・固体表面相互作用場におけるエネルギー輸送（梶田信氏，名大），周辺プラズマ・固体境界のシミュレーション（星野一生氏，JAEA），高熱流下での固相内の物質移動（波多野雄治氏，富山大），高磁場下での液体金属中の乱流エネルギー輸送（横峯健彦氏，京大）について、ご説明いただいた。ダイバータへの熱負荷を制御するためには、周辺プラズマ中の磁力線に沿った輸送現象の解明、非接触プラズマ中の輸送現象の理解、周辺プラズマから固体壁へのエネルギー輸送の理解が必要であり、研究は進んでいるものの、プラズマのパラメータ依存性や磁場構造の影響など、理解を進めなければならない課題が多くあることが指摘された。さらに、固体壁中の温度勾配による粒子輸送はトリチウムの挙動理解のため重要な課題だが、今後さらに研究を進める必要があることも述べられた。また、高い熱負荷に耐えられるような壁概念として、液体金属壁概念が研究されており、乱流によるエネルギー輸送が今後の興味ある研究課題であることが示された。

本シンポジウムにより、ダイバータプラズマ・対向材料（固体、液体金属）に関する様々な研究の現状や今後の課題の一端を伝えられたと思う。ダイバータ研究は、プラズマから材料・機器までを含む広い分野が協力して、進める必要がある、このシンポジウムを通じ、それぞれの研究者自身が関連する研究に興味を持ち、あるいはそこから研究のヒントを得て、この研究分野の進展につながることを期待するものである。（阪大 上田良夫）

#### S4：原型炉設計合同特別チームの設立と活動

上記シンポジウムには約110名が参加した。司会者による趣旨説明、4名からの講演の後、会場からの質問、コメントを受けた。質疑の状況は以下の通りである。

学生会員：学生会員は学会発表のために学会に入っている人が多い。したがって、卒業すると学会を辞める。30代前半の正会員数が少ないのは、学生会員が正会員とならないためではないか。

学会発表を行うために学会に来た学生が、十分にコミュ

ニケーションすることなく帰ることがある。学生間のコミュニケーションを高める工夫が必要ではないかとのコメントがあった。

発表者4：核融合関係の就職先が少ない。増やす努力が必要である。特に、これからITERやJT-60SAなどの建設、実験を担う人材が必要である。学生間のコミュニケーションの促進については学会理事の方々など学会関係者も認識しておられ、工夫がなされると思う。

参加者1 1.すそ野の広い研究体制。基礎研究にも力を入れることを忘れないでほしい。2.中間 Check & Review はどのような基準で実施するか。

発表者2,3 基礎研究は重要であると認識している。促進する。中間 C&R の定義、基準は今後明確にする。

参加者2 1.迅速な情報連絡が重要で強く希望する。計画立案に反映させ、臨機応変な対応を取る必要がある。2.細かい課題と大きな課題の実施期限の仕分けが必要である。

発表者1 情報の速やかな伝達に努める。

発表者2 課題の期限設定を行う。

参加者3 1.どのような情報を提供すると予算を確保しやすいか。2.総合調整グループでは様々な問題解決を試みる。

発表者1 ある特定の情報を提供してもらえば予算が付きやすいというものではない。

発表者4 特別チームの Web Page の作成を進めているが、原子力機構の組織変更のため、機構内での手続きが停滞している。来年度早々にも Web Page を立ち上げたい。

参加者4 ITER の Home Page も見やすくなっている。

発表者1 新しい機構長の Bigot さんに代わってから、ITER IO での広報担当者も代わっている。新しい人が良くやっている。

参加者5 ヘリカル型やレーザーの原型炉の可能性もあると思うが、どのように考えておられるか。

司会者 Task Force では、12月にヘリカル（NIFS）とレーザー（阪大）の Hearing を行う。ヘリカルやレーザーが原型炉となる可能性は否定しない。

参加者6 設計根拠集を作成中とのことであるが、その設計根拠集を公開してほしい。

発表者3 公開できるものから公開する。

（核融合研 西村 新）



#### S5：液体だけど水じゃない～次世代ブランケット・ダイバータ研究開発の現状と課題～

現在我が国では、水冷却固体増殖材ブランケットと、水冷却タンクステンダイバータの研究開発が重点的に進められている。一方で、これらの弱点を補いつつ経済性や安全性などに関し多くの利点を持つものとして、水ではなく、溶融塩や液体金属を用いたブランケット及びダイバータの研究も精力的に展開されている。それらの現状について最先端の研究者から紹介していただき、その後フロアを混じえて課題の整理や疑問点に関する議論を行うものとして、本シンポジウムは企画された。2016年に発行が予定されているプラズマ・核融合学会誌の小特集と連動しており、各

講演は同小特集の内容を反映したものとなっている。趣旨説明における相良明男氏（核融合研）からの「核融合エネルギーの魅力を引き出すには、ワットの蒸気機関発明以来の水文明では不十分な可能性がある」という印象的な提言に始まり、田中照也氏（核融合研）による「液体ブランケット研究の現状」、嶋田道也氏（JAEA）による「液体ダイバータ研究の現状」、横峯健彦氏（京大）による「伝熱・MHD 特性研究の現状」、近藤正聡氏（東工大）による「腐食特性研究の現状」、片山一成氏（九大）による「トリチウム・安全性研究の現状」の各講演を経て、最後に総合討論が行われた。核融合研に導入された溶融塩及び液体金属の循環試験装置 Oroshhi-2 を用いた研究の新展開や、超高熱負荷特性に優れ、炉のコンパクト化、保守の簡素化、放射性廃棄物量低減などの可能性を有する液体金属ダイバータの新しいアイデア、磁場中での液体金属流の興味深い振る舞いと伝熱特性の変化、液体金属や溶融塩を用いる際の材料選定において留意すべき共存性に関する最新の実験結果、液体金属及び溶融塩における水素溶解度等の定量評価の重要性と難しさ、など、各講演とも大変興味深い内容であった。若手研究者を含む50名以上の参加者を得て行われた総合討論では、タングステンと溶融金属の共存性や、先進ブランケットの経済性・安全性に関する議論、相良氏により示された液体ダイバータの課題に対する嶋田氏からの回答、乗松氏からの熱交換器二次冷却水側を細管化する提案など、活発な質疑が交わされた。溶融塩・液体金属といった「水じゃない」液体を用いたブランケット・ダイバータに関する研究の重要性と面白さを、多くの方に伝えることができたシンポジウムであったと思う。

（核融合研 宮澤順一）

#### S6：乱流プラズマの最新物理実験と今後の研究展開

磁場閉じ込め核融合の研究は燃焼プラズマの実現に向かっていて。その一方で磁場閉じ込めの研究では、輸送障壁形成機構、非局所輸送、自発プラズマ流生成機構、アイソトープ効果など未解決な問題が残されていてプラズマ乱流の物理研究が解明の鍵である。中国や韓国の核融合研究が勢いを増す一方で、近接性のすぐれた基礎実験や低温プラズマで乱流研究が進められている。また、シャットダウンした装置の実験データが再び解析され新しい知見を与えている。本シンポジウムは、プラズマ乱流の新しい精密な観測や実験、理論の新展開についての講演を集め将来の研究方向を示す目的で開催された。

最初はJFT-2Mからの講演で、Iモード中の振動電場が帯状流ではなく電場分岐に起源を持つ自励振動であること、続いてJT-60 から、Hモードのペダスタルの内部構造の観測データに基づき電場シアーのみならずその二次微分（曲率）が乱流の抑制に重要な役割を果たしていることが既存データの最近の解析から示された。次に、中国西南物理研究所 HL2A トカマクの最新の実験研究として非局所輸送、Hモードの閾値にMHDが及ぼす影響、マイクロ波による帯状流の観測、プラズマの端での揺動特性について最新成果が示された。活発な研究がなされていて今後の更なる

発展が期待される。理論からは、クロスフィロイックと呼ぶ様々な物理量が非線形に相互作用し構造を形成する乱流プラズマでの過程が小菅佑介氏により紹介された。今回は平行流と勾配、粒子束と運動量束に関する過程が示された。最後に上記の乱流プラズマ最新観測について理論的見地から伊藤公孝氏（NIFS）が総括し、シンポジウムは乱流を第一原理的に理解できる時代も遠くないとの言葉で締めくくられた。

（九大 藤澤彰英）

#### S7：中小規模核融合発電への取り組み ～新進基盤技術の展望、ON-DEMAND パルス化への道～

プラズマ・核融合研究において、核融合発電は最重要課題であり、ITER 等一極集中型発電炉の主幹研究が着実に実施されている。メタンハイドレートに続く国策エネルギー開発プロジェクトの位置付けでもある。他方、多角的展開をめざす意味でも、育種、滅菌等プラズマ応用の分野も広く展開されつつある。本シンポジウムでは、主幹プロジェクトと相補・相乗効果を期待できるような多極小出力核融合炉の検討を対象に話題をとりあげた。B会場において開催し、想定を越える50名強のご参加をいただき、情報共有の場とした。

近年、大強度レーザー、超伝導、強磁場・超強磁場、強電界形成、fm 診断を可能とするレーザー電子光等、要素基盤技術開発の進展は目覚ましく、新たな核融合発電方式の可能性を拓く要素と期待し、核融合発電研究の基礎から顧みる作業を開始した。本学会に研究調査専門委員会#14-01 を設置いただき、昨年12月20日に集中セミナーを開催、前日開催のインフォーマルミーティングと本会合等で検討の場を展開してきた。核反応プロセス（高エネルギー制御）、過去の技術の再査（ $\mu$ CF 等）、成長基盤技術、電力基盤項目（材料、電力変換、変電、蓄電、送電、運用・法整備、経済性、社会性・近代エネルギー経済史）に関して議論を進め、本会合ではその一部に関して講演をいただいた。核エネルギー利用として共通な原子力に関して、加速器駆動未臨界炉発電、トリウム炉研究、放射化処理等の話題を提供いただく予定であったが、都合により概要紹介に留めた。運用や経済性等多角的観点に基づく話題も提供いただいた。海外での民間資本投入・運用・ユーザー主導での研究紹介もあった。日本の風土、大学教育の在り方には合わない印象もあるが、日本経済の停滞と、近年頻出している大規模災害の復興もあり、今後の日本での大型・広域研究の方策に対する提言の一つとしたい。

これらの研究分野を展開するためには、担い手となる研究者の育成が重要となる。理工系研究者減数対策は国策と大学等の教育の場で議論いただくとして、全般的な広い知識を有するリーダー的人材の育成は個々の研究分野で可能であり、異分野連携の観点でも促進していくべきカテゴリーとしたい。

[追記] 講演予稿の一部に誤記がありました。この場を借りて訂正させていただきます。S7-5：「理研・UCR の永嶺謙忠氏」→「京大・原子炉の森義治氏等」

（世話人：高エネルギー研 中村英滋）



### S8：食糧問題を解決するプラズマアグリカルチャー

近年、大気圧非平衡プラズマの農業への応用が注目を集めており、プラズマやパルス高電圧の殺菌作用を利用した農作物の消毒や無農薬育成とともに、プラズマ中で生成される活性種や電界によって植物の成長を促進させ食糧増産等に应用するなど、新たな研究が展開されてきている。本シンポジウムは、プラズマおよびパルス高電圧による殺菌作用および植物の成長促進のメカニズムについて議論を深め、今後世界的に起こると考えられる食糧問題（農薬害、食糧難、食糧保存、等）を解決する手法としてのプラズマ農業応用の現状と問題点を議論するとともに、その将来展望について討議することを目的として企画された。

初めに、金子俊郎氏（東北大）により趣旨説明として、シンポジウムの目的や日本の農業を取り巻く環境、またプラズマの農業応用についての概要説明が行われた。続いて川井芳明氏（大亜真空株）より、「水導入空気プラズマ噴霧による無農薬栽培システム」と題する講演が行われ、東北大と進めている、成育中の植物へのプラズマ照射による無農薬栽培について、宮城県山元町のいちごビニルハウス試験圃場での評価結果（収量や発病防止）などの紹介が行われた。また白谷正治氏（九大）より、「プラズマによる植物成長促進・食糧増産」と題する講演が行われ、発芽および成長促進を引き起こすプラズマ中の主要な因子や、それにより発現する遺伝子、プラズマ照射効果の持続性などが示された。さらに西田靖氏（成功大、龍華科技大）より、「高電場プラズマを用いた生鮮植物の長期保存」と題する講演が行われ、パルス高電場による高電場・微弱電流プラズマでエチレングスを分解することで、バナナなどの鮮度が長期間保たれることが示された。さらに椎名武夫氏（千葉大）より、「日本の農業政策とプラズマ活用の可能性」と題して、ポストハーベストを中心とした農作物の貯蔵や鮮度維持、輸送・輸出、またそれらを含めた農水省の施策などについて報告いただいた。総合討論では、紹介事例を総括した形での農業へのプラズマの利用形態（植物への直接作用や取り巻く環境の制御など）が示され、また外国の動向としてタイの農業を取り巻く状況と、それに対するプラズマ利用研究などが紹介されるなど、プラズマを利用し

た農作物の殺菌・無農薬栽培、成長促進・食糧増産、鮮度保持・長期保存の現状と今後の展開について、産業化までを見据えた議論が展開された。（岩手大 高木浩一）

### ■インフォーマルミーティング

#### 1. 男女共同参画委員会企画「育児世代研究者の現状と課題、あれこれ情報交換会」

平成26年度に発足した本学会男女共同参画委員会の活動の一環として、年会時にインフォーマルミーティングを行い、学会員間で男女共同参画に関する話題の情報交換を行うことになりました。今回は初めての開催で、テーマを育児世代研究者の現状と課題とし、約20名の参加がありました。

永津委員長の挨拶に続き、江尻委員の基調講演「アンケート結果に見る育児世代の現状と課題」が発表され、その後自由討論を行いました。基調講演では、本学会も2015年に加入した男女共同参画学協会連絡会が2007年に行った第2回科学技術系専門職の男女共同参画実態調査（大規模アンケート調査）の解析結果と、2012年に行った第3回大規模アンケート調査の解析結果から、育児世代研究者に関する様々なデータが紹介されました。役職が上がるにつれ女性研究者比率が減少する「ガラスの天井／漏れやすいパイプ」、男性研究者の配偶者の半数以上が専業主婦であるのに対し、女性研究者の配偶者の6割は研究者であること、1週間の在職場時間と自宅仕事時間の相関を見ると、両者の和の総仕事時間が一定になる傾向があるが、男性は67時間であるのに比べ、女性は58時間にとどまり、子供のある女性研究者の自宅仕事時間が長く、家事育児介護の時間を加えると総時間数が同じになる傾向があることなどが示されました。

自由討論では、原子力機構や九州大学での女性研究者数を増やすための取り組みや、女性研究者の配偶者が研究者であるために起こる dual carrier 問題（別居など）を解消するために配偶者のポストを支援する北海道大学での取り組みなどが紹介されました。理系の女子学生も少ない現状を鑑みると、社会の意識改革が必要ですが、まずは、女性が活躍していることを親世代にも広く知ってもらうために学会のホームページに研究者の育児体験談などを載せるといった提案や、学会が魅力的に見えるような制度を整備する必要性などを議論しました。（世話人：核融合研 村上泉）

#### 2. ダイバータ研究開発の現状と今後の展望

本インフォーマルミーティングでは、ダイバータ研究開発に関係する最近の情報提供として、ダイバータ研究開発加速戦略方策検討評価ワーキンググループ（ダイバータWG）での検討内容の中間報告（上田、阪大）と、日米科学技術協力事業、原型炉プラズマ対向機器開発のための要素技術の工学的評価（PHENIX）の現状報告（波多野氏、富山大）を行った。

ダイバータWGは、文部科学省からのダイバータ研究開発の戦略的加速の方法の検討依頼に基づき、核融合エネルギーフォーラム ITER・BA 技術推進委員会の下に設立さ



れた。検討の主要事項は、昨年度にまとめられた「核融合原型炉開発のための技術基盤構築の中核的役割を担うチーム報告書（コアチーム報告書）」の評価と改善案の提案を行うことである。本WG報告書では、ダイバータ開発の課題をコアチーム報告書を出発点として、可能な限りブレークダウンし、さらにその原型炉開発との関連性を示した。具体的には、中間C&R（～2020）と移行判断（～2027、ITER-DT放電達成後をめど）時までのアクションプランを示し、その後、研究項目ごとの課題の整理を行い、さらにチャート図にまとめた。また、会合において、お話しいただいた専門家の方からの有用な情報を参考資料として添付した。報告書で特に重要な点は、中間C&Rまでにシミュレーションコードを実機実験（デタッチメントプラズマ）を再現できるレベルまで整備し、原型炉の基本設計を行うと共に、移行判断までに、物理現象の理解やシミュレーション開発を進め、信頼性の高い原型炉ダイバータ設計を行うことである。質疑では、コアプラズマ等他の分野との密接な連携の必要性や、研究協力体制の構築の重要性等について、ご意見をいただいた。

次に、日米協力事業 PHENIX の概要説明があった。このプロジェクトでは、He 冷却タングステンダイバータを想定して、熱伝達特性評価と機器の最適化、中性子照射がタングステンの熱機械的特性に与える影響評価、及び中性子照射が水素同位体リテンションに与える影響の解明を目的としている。特に現在準備が進んでいる低エネルギー中性子シールドを用いた中性子照射実験について、説明が行われた。タングステンの照射研究においては、中性子吸収による元素変換の制御が重要であり、PHENIX はこのような制御下での初めてのタングステン照射研究であることが強調された。（世話人：阪大 上田良夫）

### 3. レーザーエネルギー学の今後の方向性

大阪大学のレーザーエネルギー学研究センターでは、共同利用・共同研究拠点活動をより多くの方々に理解いただくとともに、コミュニティの意見を取り入れ、関連分野の活性化に貢献していくことを目的に、毎年、インフォーマルミーティングとして、議論の場を設けています。

本年度は、現中期目標・中期計画の最終年度であるとともに、第一期の共同利用・共同研究拠点活動の最終年度であります。本センターは、本年8月末の最終評価を経て、次期中期におきましても、引き続き共同利用・共同研究拠点としての活動を推進し、コミュニティの皆様とともに分野の活性化に貢献していくこととなりました。今後の「レーザーエネルギー学の方向性」について、共同研究者の皆様のご意見をいただく場として、本会議を企画しました。

会議では、まず、今後の本拠点の中核装置となると考えております LFEX レーザーの現状を、有川安信氏（阪大レーザー）にユーザーの立場から報告いただくとともに、レーザーエネルギー学の広範な領域をカバーしている宇宙プラズマ物理研究の動向を坂和洋一氏（阪大レーザー）に報告いただきました。その後、次年度以降の共同利用・共同研究のあり方について、各委員会での議論とセンターの

考え方について報告いたしました。

LFEX レーザーの現状といたしましては、4ビームの短パルス化完了とともに、パルスコントラストの改善が進められ、kJ 出力のレーザーとしては初めて、ターゲット上で、9桁、さらには、プラズマ鏡を導入することによって、11桁の高いパルスコントラストが実現されています。これを用いることによって、高速電子発生、イオン加速などの実験において、1次元理論計算に近い結果が実現されていることが報告されました。坂和氏には、レーザーを用いた宇宙プラズマ実験のめざすところを丁寧に解説いただきました。米国立点火施設（NIF）等の所外国での実験に加え、これまで整備されてきた激光 XII 号（ナノ秒、kJ レーザー）に於ける実験プラットフォームに LFEX レーザー（ピコ秒、kJ レーザー）を加えることによって今後展開される実験へのコミュニティの期待が報告されました。

拠点からの報告事項としては、9月末に通達のあった、拠点評価の結果の詳細、公募をもとに共同研究専門委員会ならびに運営委員会の議論を経て決定された次年度以降の計画課題型共同研究の新たな枠組みについて報告いたしました。また、運営面では、次年度の大型レーザーの運転スケジュールとともに、採択課題数の制限や配分予算に関する変更など、厳しい状況を、最後に、本年度末に予定される、第23期学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン応募に関する検討状況を報告いたしました。共同利用・共同研究課題の審査・採択手順、予算配分、将来計画・次期大型装置における研究課題、核融合研究の位置づけなど、活発なご議論をいただき、予定時間をこえてしまいましたが、有意義な会となりましたこと、実行委員の皆様にお礼申し上げます。（世話人：阪大 中井光男）

### 4. ITPA 及び物理クラスターの現状と今後の活動について

核融合エネルギーフォーラムのプラズマ物理クラスターでは国際トカマク物理活動（ITPA）を推進するための活動が続けられており、プラズマ物理クラスターや ITPA の状況を国内コミュニティに周知することを目的としてインフォーマルミーティングを開催している。今回は昨年続き、国内の研究者が ITER や ITPA について興味や関心を持つことを目的として、ITER における研究課題の概要および各研究領域における研究課題に関する説明を行った。参加者は約15名であり、活発な議論が行われた。

ITER での研究課題の概要について、井手俊介氏（原子力機構）より、ITER で必要とされている研究課題に関して説明があった。また、ITER リサーチプランは研究主体のものが以前検討されていたが、今後の改訂に向け、運転初期における内容の検討が進められつつあることが説明された。

MHD 安定性・高エネルギー粒子サブクラスターのうち3次元磁場効果に関する研究について渡邊清政氏（核融合研）より説明があった。3次元磁場効果に関する課題は、最近の ITPA MHD 安定性トピカルグループ会合の発表でも4分の1以上を占めることや、この分野では大学の小型装置やヘリカル装置でも ITPA に関連した研究課題の取り

組みが行われつつあることが紹介された。

輸送・閉じ込めサブクラスターからの説明として本多充氏（原子力機構）より、ITPA 輸送・閉じ込めトピカルグループの最近の会合の状況について説明があった。実験データ解析に関して日本からITPAに寄与するためには分布計測が充実しているLHDやJT-60Uなどの寄与が不可欠との認識を参加者間で共有した。

計測サブクラスターに関連したトピックスについて河野康則氏（原子力機構）より説明があった。ITPA 計測トピカルグループでは9つの専門家ワーキンググループが組織されており、日本が主導している分野も多くあることが紹介された。また、高優先度研究課題として、プラズマ対向ミラーの劣化の緩和、真空容器壁での反射の光学計測への影響などに関する説明があった。

（世話人：原子力機構 諫山明彦）

## 5. プラズマ・核融合Wikipediaワーキンググループ(WWG)

「Wikipedia（ウィキペディア）」は、学生のみならずインターネットを日常的に活用する人にとっては調べもの際には必須と言っても良いインターネット百科事典として知られている。プラズマ・核融合分野における専門用語に関する記事も掲載されているため、Wikipediaをプラズマ・核融合の広報（アウトリーチ）活動に活かさないかとの議論が本学会の内外で数年前から行われてきた。広報委員会は、Wikipediaを通じた活動（以後、「Wikipedia活動」という）が、本学会の広報活動の一翼を担える高い可能性を認識し、Wikipedia活動を検討する「ウィキペディア・ワーキング・グループ（WWG）」を設置することとなった。WWG設置の承認を受けて、第一回会合を年会インフォーマル会合として12名を集めて実施した。はじめに、プラズマ・核融合学会広報委員会にWWGを設置するに至った経緯、その目的と活動内容について、世話人の笠田委員と学会理事の室賀委員より説明があった。具体的な活動内容として、①学会員へのサービスの一環として、Wikipediaの記事を執筆・編集する方法と注意点等をまとめる。②Wikipediaを媒体とした社会への発信のあり方を検討する。③Wikipedia活動のみならず、アウトリーチ活動全般にも利用できるコンテンツの収集を行う。④その他、となっていることが説明された。

報告事項として、プラズマ夏の学校2014および2015において、参加学生のグループごとにWikipediaにおける既存の核融合関連項目についての問題点や、新規項目の提案をまとめたことが紹介され、本資料を今後の活動に活用したい旨報告があった。また、先行する土木学会応用力学小委員会のWikipedia活動について、同委員会委員長の山川優樹氏（東北大）と笠田委員が会談を行って得た情報について報告があった。

今後の活動内容については、年会インフォーマルミーティング等を活用して、年2回程度の定例会合を行うこととした。また、夏の学校についても担当学生との協議の上、可能な限り活動を続けることとした。次回インフォーマルミーティング（2016）の案として、Wikipediaの中の人によ

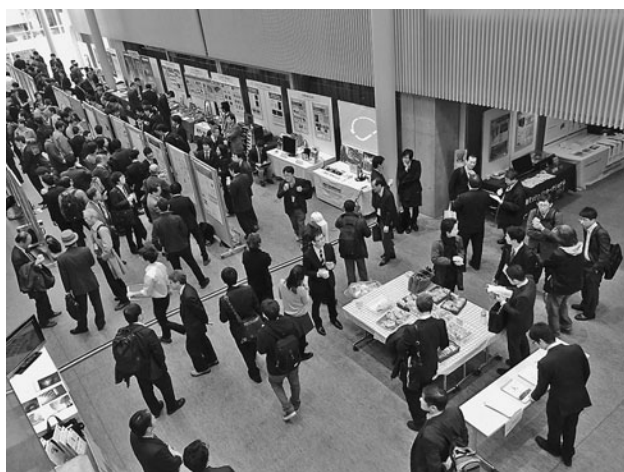
る講演、Wikipedia編集方法のチュートリアル説明などの提案があった。また、各委員により、オープンライセンスとして利用可能なコンテンツの収集について検討することとした。なお、本WWGへの参加は常にオープンであり、随時委員を募っている。アウトリーチ活動やWikipediaの編集に興味のある会員には是非参加いただきたい。

（WWG世話人：京大 笠田竜太）

## 6. 核融合若手インフォーマル・ミーティング報告

核融合若手では、メーリングリストとFacebookを介した情報交換に加えて、核融合分野における若手研究者（目安40歳以下）を対象としたインフォーマル・ミーティングを年会において開催している。今年は「原型炉設計時代における若手研究のあり方」と題して、4名の方から話題提供をしていただき、その後、出席者を交えて意見交換を行った。原型炉設計・開発という巨大プロジェクトに対して、学生や若手研究者がどのような展望をもって取り組めば良いのか、若手間での率直な意見交換を通じて、それぞれの答え探しを始めてみようというのが狙いであった。

最初に坂本宜照氏（原子力機構）より、原型炉設計特別チームの活動をご紹介いただいた。特別チームからの重要なアウトプットとして、原型炉の実現に向けて解決すべき物理・技術課題のリストがあげられる。リストの中から各人にとってチャレンジしがいのある課題を選んで、原型炉開発に資する研究を行うことが期待されている。学生の間はあまり原型炉設計に捕らわれず、まずは専門を深めて研究者として自立し、その上で原型炉設計全体を俯瞰しながら、研究の方向性を決定できる研究者をめざしてほしいというメッセージが発せられた。吉田麻衣子氏（原子力機構）からは、JT-60SAの現状と装置を利用した研究計画についてご紹介いただいた。JT-60SAはDEMOやITERに向けたトライ&エラーができる最後の大型装置であるだろう、よって若い研究者は挑戦的な研究を行ってほしいというメッセージが発せられた。JT-60SAで行われる研究についてはリサーチプランが策定されている。プランに基づいて研究プロジェクトを立ち上げ、大学教員が統括できる（トピカルグループリーダーやテマリーダーとなる）実験実施体制や実験参加体制について、事務手続きを含め詳細に議



論されていることが紹介された。また、研究を開始するためのデータベースも充実しており、大学で活躍する炉心プラズマ研究者にとっては非常に魅力的な提案であると感じた。大学から原型炉開発に資する研究活動について、伊庭野建造氏（阪大）からご紹介いただいた。原型炉に向けて、コミュニティ全体の指向が、可能性の追求から実現性の追求へと変わってきていることが指摘された。大学における研究の多様性を生かしていくことで、異なる分野の知見を取り込みながら、原型炉開発において未着手の研究に端緒を付けようという力強いメッセージが出された。また、大学で核融合研究に携わった学生は卒業後、様々な分野で活躍するというのも大学の強みであり、核融合研究をサポートする層の創出に、大学における研究活動は不可欠であると指摘いただいた。飯島貴朗氏（東海大）からは、直線型のダイバータ模擬装置を使い、非接触ダイバータプラズマの生成に関する研究が報告された。研究室規模の装置から原型炉開発において重要な課題への解決策を示す事例として大変興味深かった。

質疑応答の中では、大学に属する研究者がもっと深く原型炉設計や原型炉開発に取り組める仕組み（兼業内容、クロスアポイントメント、予算）について意見が出され、一部は原型炉特別チーム内での検討に託された。原型炉の仕様は完全には決まっておらず、解明すべき挑戦的課題が数多く残されていることを認識すべきという意見も出された。最後に、原型炉は実現性の追求であるが、商用炉にはまだ可能性の追求の余地が残されており、商用炉に向けた斬新な研究をめざしていくべきとの意見も出された。

本会合を準備いただいた核融合若手幹事の秋山毅志さん（核融合研）、岡本敦さん（名大）、近藤正聡さん（東工大）、星野一生さん（原子力機構）、山本聡さん（京大）のお名前を最後に記しておきたい。

（世話人：阪大レーザー研 藤岡慎介）

## 7. 核融合原型炉設計と中性子源-IFMIF/EVEDA 計画の先をどう進めるか-

IFMIF/EVEDA 事業後の展開と原型炉設計活動との関係をより明確にすることを目的として標記のテーマでインフォーマルミーティングを開催した。

参加者は約19名程度であった。前半は原型炉設計、中性子源ならびに炉構造材料の視点から3名の方から講演いただいた。初めに原子力機構の日渡良爾氏から原型炉概念設計における中性子源の位置付けと必要性についてご講演いただき、核融合中性子源による原型炉運転サイクル適正化、機器（ブランケット・ダイバータ）の初期故障率低減・寿命予測、初期装荷トリチウム必要量評価への有効性について説明がなされた。続いて、落合謙太郎氏（原子力機構）からIFMIF/EVEDA 活動後の計画である次期核融合炉用中性子源（A-FNS）計画について核解析による中性子発生分布等の紹介とスケジュール案について説明がなされ、さらに同機構の谷川博康氏からは材料照射研究に加えて、重照射を受ける構造物の設計基準開発と次期中性子源による早期検証の必要性について説明がなされた。



後半は自由討論の形式で、原型炉設計に必要な中性子照射について議論が進められた。特にプラズマ制御に関する機器（窓材、コイル等）の照射研究活動はITER/EDA以降、国内では検討が進んでおらず、原型炉設計に限らずITERへの貢献を視野に入れた早期の中性子源の必要性が指摘された。また照射研究開発によって原型炉におけるプラント保全等のリスク低減効果やその費用対効果を具体的に検討し、次期中性子源の必要性を訴えていくべきとの提案がなされた。A-FNSでの照射計画については、材料照射に加え、ブランケット（トリチウム回収）、ダイバータ（タングステンおよび銅等への照射効果）、制御・計測機器等も含めた総合的な照射試験を具体的に策定することが必要であるとの指摘があった。今後、原型炉設計合同特別チームと協力しながら、日本の具体的な中性子照射計画について核融合フォーラム等を通して進めていくことを確認した。

（世話人：原子力機構 落合謙太郎）

## 8. 計算科学研究部会総会

当学会計算科学研究部会の第3回総会が、第32回年会のインフォーマルミーティングとして開催された。研究部会総会では事業計画、事業報告、運営体制を審議することが内規により定められている。現在の部会員数は48名であり、11/26 17:00に締め切られた投票により、2年の任期を終了した幹事会の再任が承認されたことが、部会長の福山淳（京大）から報告された。事業報告として研究部会メールの配信とWebサイトの運用の現状が報告され、事業計画としてそれらの継続と計算科学教育の推進が承認された。引き続き、堀内利得氏（核融合研）がHPCIコンソーシアムの活動について報告し、HPCI戦略プログラム終了後の平成28年度からポスト「京」が稼働する平成32年頃までの計算科学技術振興のあり方が検討されていることが報告された。次に石井康友氏（原子力機構）がIFERC計算機シミュレーションセンターの現状と運用が停止される2017年以降の見通しについて報告し、堀内利得氏（核融合研）が6月に更新された核融合研のプラズマシミュレータの概要と運用状況を報告した。さらに井戸村泰宏氏（原子力機構）がポスト「京」の開発状況と米国の動向について、8月の日米ワークショップでの発表に基づいて報告し



た. 引き続き, 長友英夫氏 (阪大) がレーザー・光量子分野の動向として, レーザープラズマ科学のための最先端シミュレーションに関する研究会と計算機の更新について, 浜口智志氏 (阪大) がプラズマ応用分野の動向として, 研究トレンド, 求められる計算環境, 半導体のパラダイムシフト (ムーアの法則の終焉) について報告した. 最後に, 核融合分野における今後の計算機資源について議論が行われた. 今回の出席者は29名であった. 主な発表資料は <http://bps.nucleng.kyoto-u.ac.jp/dcsr/> に掲載されている.

(世話人: 京大 福山淳)

#### 9. 先進急伸基盤技術を用いた小型汎用核融合炉方式の検討

本インフォーマルミーティングは, 翌日開催のシンポジウム VII と深い関係にある. その趣旨は同じくするところであり (前述のシンポジウム報告を参照), 率直に議論し合える場を設けたく, 豊田講堂3階第4会議室において開催し, 想定通り10名のご参加をいただき, 情報共有の場とした.

予定していた, 趣旨説明, 研究調査専門委員会#14-01 活動報告, 基盤技術紹介に加え, プラズマ研究所当時の話,

閉じ込め磁場形成手法に関して検討すべき手法が未だ未だ多くあるはずだという叱咤激励, 中強度磁場 D-<sup>3</sup>He 実験結果, 経済や運用の観点も含めた総合的取り組みに関する話題等提供いただいた (「将来電力市場における小型核融合炉: 先進国・途上国それぞれにおける優位性と劣位性」武田秀太郎, 小西哲之, 笠田竜太 [京大]). 後者の話題は大型炉に関するものであるが, 運用や市場マーケット情報の取り込み方等独特且つ有益な視点で議論されており, 今後の検討指標の一つとして重要と考える. 本会合は中小事業所を対象としたものであり, 送電や運用ペナルティの問題がなくなる分, 市場の需要に満足する方向性である.

これらの研究分野を展開するためには, 一般への理解の促進と担い手となる研究者の育成が重要となる. 一般への普及に関しては, 近年, 小規模装置でも慣性核融合研究が実施可能となってきており, 微少出力でも体験できるようなキット化も提言された. 理工系研究者減の歯止めは難航すると思うが, 全般的な広い知識を有するリーダーの人材の育成は可能であり, 促進すべき項目と考える.

(世話人: 高エネ研 中村英滋)

#### ■第32回年会 ポストデッドライン講演

以下の講演をポストデッドライン講演として採択いたしました.

講演番号: JSPF32PD01

吉田有佑 (阪大)

レーザー駆動高エネルギー陽子線による材料ダメージに関する研究

講演番号: JSPF32PD02

曾我良太 (名大)

改良したマイクロ波コム反射計を用いた LHD プラズマにおける交換型不安定性の構造観測

講演番号: JSPF32PD03

桑波田晃弘 (東大)

マイクロ波 UHR 散乱を用いた電子ジャイロスケール密度揺動の波数及びその空間分布計測法の提案と実証

講演番号: JSPF32PD04

藤原 大 (筑波大)

高速度カメラを用いた大気圧プラズマフレアーにおける非定在ストリーション現象の観測

講演番号: JSPF32PD05

西田賢人 (筑波大)

機械学習を用いたプラズマ合体における磁場構造推定法の開発

講演番号: JSPF32PD06

小野 靖 (東大新領域)

高磁場トカマクプラズマ合体を用いた高出力磁気リコネクション加熱実験: TS-U