

IFEフォーラム

レーザー核融合技術振興会

2023.10.31

No. 110

FORUM
FLASH



参加者集合写真

2023年6月25日～30日「11th International Workshop on Warm dense matter(WDM2023)」淡路島国際会議場にて

IFE
FORUM

IFEフォーラム

第32回 レーザー核融合技術振興会 総会報告

大阪大学レーザー科学研究所 山本 和久・重森 啓介

第32回レーザー核融合技術振興会総会が令和5年7月25日(火)午後ハイブリッド開催(レーザー科学研究所大ホールおよびZOOMにて)されました。樋口誠一幹事長(関西電力株式会社)より、定足数が満たされ総会が成立することが報告され、開会宣言がなされました。

重松昌行会長(住友電気工業株式会社)より挨拶があり、振興会の会員各位には支援と協力をいただきたい旨がありました。引き続き、令和4年度事業報告・収支決算案について、宮本修治副幹事長(兵庫県立大学)から以下説明がありました。

令和4年度事業報告の主な活動報告として、パワーレーザーと高密度科学技術に関する有識者会議を令和4年4月14日(木)衆議院議員会館において開催しました。またメガワット級高平均出力レーザーによる核融合炉基本設計チーム活動として、レーザー核融合戦略会議メンバーに加え、企業メンバーの参画を積極的に進め、ワーキングおよび全体会議を開催し、基本設計を完成させました。

国際交流・調査活動として、光・フォトンクス国際会議(OPIC2022)およびFusion Power Associates 43rd Annual Meetingへの調査派遣を行いました。講演会・シンポジウムとして、光科学フォーラムサミット「パワーレーザーの未来 ―クリーンエネルギーの実現に向けて―」を令和4年11月10日(木)東京都立産業貿易センター浜松町館にて開催(共催)、レーザー学会第43回

学術講演会年次大会にて、シンポジウム「レーザー核融合研究開発の動向 ～点火燃焼を踏まえた2040年エネルギー変換炉実現戦略～」を令和5年1月19日(木)ウインクあいちで開催(共催)しました。また、特別講演会「新しいフェーズを迎えたレーザー核融合研究開発」を令和5年3月6日(月)メルパルク大阪で開催しました。

会議協賛として、アジア太平洋地域の各国研究者がレーザー核融合プラズマを含むプラズマ物理に関して議論を行う「第6回アジアパシフィック物理学会プラズマ会議」(令和4年10月9日～10月14日、オンライン会議)における若手博士・学生賞表彰を通じて開催を支援しました。また日本学術会議ハイパワーレーザー技術と高エネルギー密度科学小委員会の開催を支援しました。

Springer-Nature社が発行するデータベース誌「Nature Index」3月号の特集「Japan」において、我が国のパワーレーザー技術の開発と核融合開発に関する記事および広告(大阪大学レーザー科学研究所が中心となり掲載)を支援し関係各所にアピールを行いました。会員企業への情報の提供として、会誌発行に加えて、レーザー核融合技術の普及につながるような情報の公開をホームページで実施しました。

以上の事業報告について中井貞雄監事より正確かつ妥当との監査報告がありました。

次に、令和4年度収支決算案について、宮本修治副幹事長から説明があり、これに対して前田達志監事より正確かつ妥当との監査報告がありました。事業報告

および収支決算について、全会一致で承認されました。

令和5年度事業計画および予算案について、宮本修治副幹事長から説明がありました。レーザー核融合技術振興会の方針説明に引き続き、主な活動として以下説明がなされました。

「多様な知が活躍できる大型パワーレーザー施設の実現と国際的な中核拠点の構築に向けた活動」として、これまでを踏まえ、様々なステークホルダーが関与するシンポジウム等の機会を設定し、拠点構築に向けた働きかけを各所に行います。国際交流・調査活動、国際シンポジウム、講演会を含めた情報・広報活動については、第7回アジアパシフィック物理学会プラズマ会議の支援を行います。また、米国で開催されるIFSA（第12回慣性核融合科学とその応用に関する国際会議）において、若手奨励賞表彰を通じて開催を支援します。令和5年11月に開催予定の光科学フォーラムサミットなど、関係するシンポジウム等の開催を支援します。情報の公開をホームページで実施、アウトリーチ動画の作成を行います。

令和5年度事業計画および予算案について、全会一致で承認されました。

関連報告では核融合科学研究所の岩本晃史氏より、昨年度まで実施された「メガワット級高平均出力レーザーによる核融合炉基本設計チーム活動」に関する内容が紹介されました。J-EPoCHレーザーに接続して発電の実証、そして核融合炉実機のための工学研究を行うことを目的とした「L-Supreme」と呼ばれる未臨界試験炉の概念設計を基に、実際にこれを建設することを念頭に複数の企業とワーキングを実施して技術的な課題を洗い出すとともに、建設額の精査を行いました。建設でポイントとなるいくつかの要素が紹介され、特にトリチウム処理システム、ターゲット供給システム、真空容器などに関する設計の詳細が説明されました。一連の検討の結果より、この未臨界試験炉は現状いつでも建設可能な状態であり、おおよその建設費総額が見積もれる状態であることが示されました。



会場の様子(レーザー科学研究所大ホール)

会議報告

11th International Workshop on Warm dense matter (WDM2023)

大阪大学工学研究科 尾崎 典雅

11th International Workshop on Warm Dense Matter (WDM2023) を2023年6月25日～30日の間、兵庫県淡路市の淡路島国際会議場にて開催しました。Warm



プレナリーセッションでの
Andrew Ng教授の講演

Dense Matterとは、固体-プラズマ中間体と呼ばれることもある、境界領域の複雑な物質系のことです。その名の通り、固体物理またはプラズマ物理それぞれ単独の枠組みだけでは理解することが困難であり、その性質には未だ多くの謎が残されています。レーザーやX線

などの高輝度量子ビーム照射で生成される非平衡・非定常の物質状態や、惑星内部に存在するような超高压高密度の物質に関連した研究などが世界中で精力的に行われていますが、近年ではレーザー加工の分野においてもその深い理解が求められており、分野の裾野が広がっています。

本ワークショップは2000年に第1回目が行われて以来、米欧日で2年ごとに開催されてきましたが、2019年の第10回(ドイツ)以来改めて日本にて再スタートしました。今回の参加者は、海外(アメリカ、フランス、ドイツ、オーストラリア、中国など9カ国)から39名、合計で69名となりました。ポストコロナとはいえまだ難しい状況で、久しぶりの同分野での対面会議でしたが、従来通りの参加者があり盛況なワークショップとなりました。ちなみに日本で初めて開催されたのは2009年の第5回(箱根)になりますが、それは米欧の枠組みを超えた初めての回でもありました。筆者はそれ以来、日本での開催に関わってきま

したが、今回は初めて議長を務めることになりました。

今回、このワークショップの創始者であるUniversity of British ColumbiaのAndrew Ng教授にPlenary Speakerとして講演していただきました。彼はWDMに関する研究を世界の第一線で行ってきました。2003-2008年にはリバモア研のJupiter Laser FacilityのScientific Directorも務めています。WDM研究の黎明期からの彼と共同研究者らによる成果を”Progress in the study of electron-ion coupling in warm dense gold”というタイトルで講演していただきました。WDMの特徴的な時間や状態量の領域では、系が平衡に至る過程は複雑であり、多くの理論モデルが提唱されてはいますが信頼のある実験データが多いとはいえません。そのため金という特定の物質に限っても、電子-イオンカップリングのモデル検証が定量的に評価できない状態にありました。彼の講演では、X線自由電子レーザーをはじめ種々の方法で精度の高い実験データが得られるようになり、より詳細な物理モデル構築のための議論が可能になってきたことに対し、将来への期待が表れていました。また、リバモア



若手奨励賞表彰式。左から3人目と5人目がそれぞれ受賞者の大阪大学のKonika Raniさん、GIST (韓国)のGyeongbo Kangさん

研から国立点火施設NIFでのレーザー核融合実験の最新の成果を、Tilo Doeppner博士から”Achieving target gain > 1 on the National Ignition Facility”というタイトルで特別講演していただきました。本ワークショップには、惑星科学やXFEL分野の研究者も多数参加していることから、レーザー核融合研究におけるWDMの重要性を共有するだけでなく、核融合研究以外の分野への新たな展開の可能性、新規利用ニーズ開拓に関する議論を行うよい機会となりました。

全体プログラムは、招待講演・特別講演20件、一般講演25件、ポスター18件で構成され、物質ダイナミクス、WDM物性、惑星科学応用、物質材料応用、超高速イメージング、などそれぞれのセッションで活発な議論が行われました。さらに今回の会議では若手の研究奨励の意図から、初めてポスター賞を企画しました。韓国GISTのGyeongbo Kangさんと大阪大学のKonika Raniさんが受賞され、バンケットの席上で表彰式を実施しました。Kangさんは、非平衡状態にある銅での電子-フォノンカ

ップリングを、フェムト秒分解のX線吸収分光で明らかにしようとする実験的研究を報告しました。Raniさんは、ハイパワーレーザープロセスの代表例であるレーザーピーニングやクリーニングに関連した内容で、レーザー照射された材料表面の画像データから、深層学習を通じて各プロセスで最適なレーザー照射条件を予想するような新しい技術に関する研究を報告し、共に質の高い研究成果と評価されました。最終日には日本が誇る世界有数の第三世代放射光施設SPring-8およびX線自由電子レーザー施設SACLAの施設見学を実施し、将来の実験に向けて施設研究者らとの意見交換など直接的な交流が図られ、盛況のうちに全日程を終えることができました。

最後になりますが、今回このワークショップを開催することで、他の会議では知ることのできない専門的な情報を参加者で共有するとともに、多くの若手研究者と対面で交流を深める機会を提供できたことを嬉しく思います。ご支援いただきましたIFEフォーラム/レーザー核融合技術振興会に深く感謝いたします。

日本学術会議 総合工学委員会 エネルギーと科学技術に関する分科会 ハイパワーレーザー技術と高エネルギー密度科学小委員会 活動報告 —見解「多様な知が活躍できる 大型パワーレーザー施設の実現と 国際的な中核拠点の構築」—

大阪大学レーザー科学研究所 三間 罔興

小委員会発足の経緯

2017年10月からの第24期日本学術会議では、総合工学委員会エネルギーと科学技術に関する分科会において、IFEフォーラムの支援による「ハイパワーレーザーと高エネルギー密度科学小委員会」を設置した。2020年6月には活動の成果として、提言「パワーレーザー技術と高エネルギー密度科学の量子的飛躍と産業創成」を取りまとめた。2020年10月よりの第25期では、2020年の提言をさらに深掘りすることを目指し、引き続きIFEフォー

ラムの支援を受けて「ハイパワーレーザー技術と高エネルギー密度科学小委員会」(委員長近藤駿介、副委員長犬竹正明、幹事三間罔興、岩田夏弥)が設置された。小委員会では、レーザー核融合研究の新展開やパワーレーザー関連の新産業創成を視野に入れ我が国の研究開発戦略を検討することになった。

審議の経緯

上記小委員会は2021年6月4日の第1回から2022年11月18日第11回まで開催され、小委員会にワーキンググル



図1 将来ビジョンと実現へのロードマップ(小委員会作成)

ープ(主査兒玉了祐)を設置し「見解」原案を作成した。その原案をベースに「見解」の主張点につき審議を行った。審議結果を総合工学委員会エネルギーと科学技術に関する分科会(委員長疇地宏)と物理委員会物性物理学・一般物理学分科会(委員長森初果)で報告・審議し、見解「多様な知が活躍できる大型パワーレーザー施設の実現と国際的な中核拠点の構築」(案)を作成した。2022年11月29日、第6回エネルギーと科学技術に関する分科会に見解案を提出し承認を受け、総合工学委員会幹事会、第3部幹事会の査読を経て、日本学術会議の意見表出の窓口である「科学的助言等対応委員会」に附議された。対応委員会からの「社会の持続的発展に貢献する道筋を示した学術研究構想」を明示すること等のコメントに対応した修正の後、2023年9月22日、日本学術会議の「見解」として表出された。以下、見解の要旨を紹介する。

(見解の全文は下記※を参照)

見解の概要

「背景とビジョン」

レーザー科学は、基礎科学、物質材料科学、生命科
 ※ <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-k230922-4.pdf>

学、エネルギー学、デバイス・センサー・通信・プロセス技術など領域横断的であり、汎用性の高いレーザー技術の飛躍的進展とともに新しい学術と産業の創成が多く期待でき重要である。なかでも、パワーレーザーを用いた高エネルギー密度科学は、固体・プラズマ・真空における極限状態の学術の創成と産業イノベーションにつながる新しい技術の創出を期待できる学際分野として、その重要性が世界的に増している。我が国には、この多様な「知の創造」と「知の具現化」を実現する高エネルギー密度科学に関する多くの実績とそれを推進するためのパワーレーザー技術における競争力を有している。今、中核的な拠点を中心に研究者コミュニティが連携して我が国の強みを活かすことができれば、世界を先導できる分野となる。結果として、レーザー科学という汎用性の高いレーザー技術による浩大な学術・科学技術創成の杜の形成への貢献が期待できる(図1)。

上記の背景とビジョンを念頭に、以下の現状認識と課題を共有し見解を取りまとめた。

「現状と課題」

パワーレーザーは、光の力で従来見えなかったものを

見えるようにしたり、これまで地上に存在しない極限状態をつくり出したりできる。例えば、パワーレーザー光を髪の毛の半分程度の小さな領域に集めると、瞬間的(10⁻⁹~1⁻¹²秒程度)に10万~1千万気圧の固体や1千万~数億気圧のプラズマ状態を実現できる。パワーレーザーは、このようなエネルギー密度の高い極限状態をつくり出し宇宙や物質の本質探求に関わる新しい学術を創成できるとともに、エネルギー、材料、デバイスなど社会に役立つ多様な新技術を生み出すことができる。そのため、パワーレーザーによる高エネルギー密度科学として世界中で重要性が増し競争が激化している。

我が国は、この学際性豊かな高エネルギー密度科学に関する多くの実績とそれを推進するためのパワーレーザー技術における競争力を有している。一方で、パワーレーザーを用いた高エネルギー密度科学の国際的な重要性にもかかわらず、我が国では、強みを生かし競争力ある技術を集約した多様な知が活躍できるオールジャパン体制の要となる高エネルギー密度科学の中核拠点を整備されていない。

また、我が国の強みとなる要素技術の活用に関しても、例えば、セラミックレーザー等日本発の技術が海外ではいち早く大型プロジェクトで採用されている一方、日本では強みとなる要素技術を生かしたプロジェクトが少なく、その活用に関しても遅れている。

新しい時代に即し多様な知が活躍できる国際競争力ある高繰り返し大型パワーレーザー施設を有した中核拠点を速やかに実現するため、技術開発の現状と課題、中核拠点で切り拓かれる学術・科学技術の展望、さらには人的資本・技術的資源の広がりや明確にする必要がある。これをもとに、多様な「知の創造」と「知の具現化」が実現できる高エネルギー密度科学の分野において世界を先導するとともに、他の学術分野への波及と持続的発展を可能とする社会への貢献を目指した学術研究の構想を明らかにする必要がある。

「見 解」

パワーレーザーを用いた高エネルギー密度科学は、多様な「知の創造」と「知の具現化」を実現できる学際分野として、世界的にその重要性が増すとともに飛躍的に発展している。特に最近では、パワーレーザーの技術的ブ

レークスルーや、レーザー核融合研究のマイルストーン達成、それに続く米国政府の高エネルギー密度科学推進の本格化など、大きな進展があった。このような飛躍的な進展と急激な変化の中、我が国がこの分野で世界を先導していくためには、独自の戦略の下で機を逸することなく我が国の強みを生かした中核拠点を実現すべきである。そのため、多様なステークホルダーの意見を取り入れながら、以下に取り組むべきである。

- ・パワーレーザーに関する我が国の強みである競争力ある様々な要素技術を速やかに統合・集約し、システム構築と実装を加速し、高繰り返し的大型パワーレーザー施設を世界に先駆けて実現すること。これにより、激しい国際競争において、多様な知の活躍による様々な共創を実現し競争力あるパワーレーザー施設を有した国際的な中核拠点を構築すること。
- ・加えて、中核拠点で切り拓かれる学術・科学技術の展望及び人的資本・技術的資源の広がりや明確にし、当分野において世界を先導するオールジャパン体制を強化すること。

これらの取組により、多様な「知の創造」と「知の具現化」を実現する高エネルギー密度科学という大樹を育み、基礎科学、物質材料科学、生命科学、エネルギー学から通信・プロセス技術など様々な分野・領域に横断的なレーザー科学という浩大な学術・科学技術創成の柱を形成できるとともに、エネルギー学や物質科学などと幅広く連携することで、我が国の学術と社会の持続的発展に貢献することが期待できる。

終わりに

これまでの委員会活動の総括として日本学術会議より表出された上記見解の実現にむけ、引き続きご助言・ご支援を賜りたくよろしくお願いいたします。

最後に、2014年度から2023年度まで9年間にわたり、パワーレーザーと高エネルギー密度科学の発展に資する委員会活動に尽力いただいた方々、特に小委員会委員長 近藤駿介先生、副委員長 犬竹正明先生に深く感謝申し上げます。また、この間、長期にわたり支援していただいたIFEフォーラムに感謝いたします。

編集後記

核融合の実用化に向け、これまでに無い急速なペースで社会情勢や環境が変化しており、その議論の中心となっているのがスタートアップ企業を核とした研究開発体制の構築です。核融合産業の勃興という意味で非常に重要な観点ですが、核融合の商用化まで見通した場合は核融合スタートアップだけでなく、幅広い分野の技術の結集が不可欠であることは論を待ちません。そして製造業（メーカー）だけでなく、様々なステークホルダーが今後関与する必要があります。このような状況で、このIFEフォーラム/レーザー核融合技術振興会の存在意義はますます高まっていると感じています。

編集委員 樋口 誠一(関西電力)、宮本 修治(兵庫県立大学)
重森 啓介(大阪大学)、山本 和久(大阪大学)

連絡先

公益財団法人 レーザー技術総合研究所
IFEフォーラム/レーザー核融合技術振興会事務局

〒550-0004 大阪市西区靱本町 1-8-4
大阪科学技術センタービル4F
TEL (06) 6443-6311
FAX (06) 6443-6313

URL:<https://www.ilt.or.jp/ife-forum/>