

IFEフォーラム

レーザー核融合技術振興会

2024.5.30

No. 112

FORUM
FLASH



公開シンポジウム 会場風景 東商渋谷ホール

2024年3月7日IFEフォーラム主催公開シンポジウム「レーザーフュージョンエネルギー —学術から産業へ新たな展開—」

IFE
FORUM

IFEフォーラム

第32回 フォーラム委員会報告

大阪大学レーザー科学研究所 山ノ井 航平

第32回フォーラム委員会が2024年3月7日に東京商工会議所で開催されました。はじめに樋口幹事長の開会宣言が行われ、引き続いて高西座長の開会挨拶がありました。挨拶では、レーザー核融合の研究をエネルギー開発の国家プロジェクトにするというフォーラムの目的のもとに活動していること、レーザー核融合、パワーレーザー応用に関して、大阪大学、米国NIF、フランスLMJを中心に世界で活発な研究が進み、米国のNIFにおけるレーザー核融合の点火・燃焼の実証を受けて世界で産官学が連携したレーザー核融合エネルギーの開発の機運が高まっている。これらの動向も踏まえ、レーザー核融合エネルギー開発の早期実現に向け、令和6年度に何を実行すべきかという視点から皆さまの活発な議論を賜りたいと述べられました。

令和5年度レーザー核融合 技術振興会活動報告

最初の議題として、レーザー核融合技術振興会宮本副幹事長より令和5年度の活動内容の報告があり、資料に沿って調査研究活動、情報発信広報活動、IFEフォーラム委員会及び振興会の総会・幹事会の順に説明されました。活動内容の一つとして、「パワーレーザーと高エネルギー密度科学技

術に関する有識者会議」及び有識者会議専門員会に関して、その活動報告を冊子として取りまとめたこと、国際交流調査として、令和5年12月19～20日に米国ワシントンDCで開催された Fusion Power Associates 44th Annual Meetingへの調査派遣、韓国のレーザー核融合コンソーシアムとの情報交換、および今後の連携の可能性を議論するために「日韓ワークショップ」の開催支援が行われたことが報告されました。

講演会・シンポジウムの開催として、光科学フォーラムサミット「新奇レーザー光源と次世代プロセッシング」を11月8日パシフィコ横浜にて開催、また公開シンポジウム「レーザーフュージョンエネルギー—学術から産業へ新たな展開—」を委員会同日午後15時に企画・開催されることなどが述べられました。会議協賛として、第7回アジアパシフィック物理学会プラズマ会議の若手博士・学生賞表彰を通じて開催の支援を行ったこと、6月25～30日に兵庫県立淡路夢舞台国際会議場で開催された「11th International Workshop on Warm Dense Matter 2023」の開催を支援、第12回慣性核融合科学とその応用に関する国際会議(IFSA2023)における若手研究者賞(Yamanaka Award)表彰を通じて開催を支援したことが説明されました。また、広報活動としてHPを通じた情報発信を行ったことが報告



2024年3月7日会場風景(東京商工会議所)

されました。

レーザー核融合研究に関する 動向について

次に大阪大学レーザー科学研究所の兒玉所長より、「レーザー核融合研究に関する動向」について、資料に沿って説明が行われました。まず、文部科学省のロードマップ2023について説明があり、多様な知が活躍できるパワーレーザー国際共創プラットフォームJ-EPoCH計画が採択されたことが紹介されました。従来のシングルショットのパワーレーザーではなく、データサイエンスを活かす繰り返しレーザーの開発に着手し、平均出力メガワット級のレーザーの開発に目処がたっている点について説明がありました。これを実現するために、産業界との連携が不可欠であり、さまざまな研究開発が進んでいること、学会からも多くの研究機関

が参画し、最先端の研究成果を取り入れる動きがあることが述べられました。J-EPoCHによって、レーザー核融合の未臨界炉の実現と実証、水素発生原理実証、炉材料開発、トリチウム増殖などの炉工学研究を開始することができる他、高繰り返しによる安定した炉心プラズマ物理解明へと繋がる点が説明され、産学連携によって技術と学術のみならず、人材育成による人のサプライヤーチェーンとしても重要であることが述べられました。

令和6年度活動方針

三間座長代理より、令和6年度の活動方針が説明されました。国内外でのレーザー核融合に関する研究動向の変化を踏まえ、IFEフォーラムの活動指針を紹介されました。

指針に基づき、

- 1) パワーレーザーによる高エネルギー密度科学に

- 関する国家的研究開発拠点の実現を支援し、レーザーフュージョンエネルギーの実現を加速する。
- 2) レーザーフュージョンエネルギー開発に関する検討活動の実施および国際連携プロジェクトの実現を支援する。
 - 3) 国際会議・シンポジウム等の開催支援を通して、レーザー核融合・高エネルギー密度科学のコミュニティ拡大および強化を図る。
 - 4) レーザー核融合研究やパワーレーザー技術に関する国内外の動向を調査するとともに、産官学の関係各所へレーザーフュージョンエネルギー開発の広報活動・啓発活動を行う。
 - 5) レーザー核融合研究やパワーレーザー技術分野における若手人材育成を支援する。
- という以上の5点について、その内容の確認が

行われ承認されました。

意見交換

報告を踏まえて、意見交換が行われました。国内外でフュージョンエネルギーへの期待が高まる中で、レーザー開発の予算化を実現するにあたって学術的なフロンティアを拡げるとともに、NIFのゲイン増加の成果と動向を踏まえて我が国の技術開発を加速すべきとの議論がありました。高速点火方式での様々な加熱方式と加熱効率に対する議論、燃料ペレットの簡素化という炉工学として重要な課題に対しての意見、各国のプロジェクトとスタートアップ企業の動向の共有が行われ、活発な議論のうちに閉会となりました。

IFEフォーラム主催 公開シンポジウム 「レーザーフュージョンエネルギー —学術から産業へ新たな展開—」

大阪大学レーザー科学研究所 兒玉 了祐、筑本 知子、山ノ井 航平、重森 啓介

日時: 2024年3月7日
 会場: 東京商工会議所 東商渋谷ホール
 主催: IFEフォーラム
 共催: 大阪大学レーザー科学研究所
 協賛: オプトロニクス社、株式会社EX-Fusion、
 Blue Laser Fusion、レーザー技術総合研究所
 後援: レーザー学会、プラズマ・核融合学会、
 パワーレーザーフォーラム、
 光エレクトロニクスフォーラム

3月7日に東京商工会議所(東商渋谷ホール)において、公開シンポジウム「レーザーフュージョンエネルギー —学術から産業へ新たな展開—」が開催されました。400名を超える参加者を集め、レーザーフュージョンエネルギーの未来について活発な議論が行われ、盛会のもと終了しました。

趣 旨

米国NIF(National Ignition Facility)におけるレーザー核融合点火・燃焼の実証を受けて、世界各地で、レーザー核融合研究はこれまでの学術研究から産業界と連携したエネルギー開発へと移行しつつある。官民がレーザー核融合研究に大きな投資を行うことが決定されるなど、世界で新たな動きが生まれてつつある。本シンポジウムでは、こうした新たな動向の中で、我が国がエネルギー開発において、ゲームチェンジャーとなるレーザー核融合エネルギーの可能性を議論した。

開会挨拶・来賓挨拶



主催者挨拶
高西 一光
IFEフォーラム座長

●一昨年に米国NIFで達成された人類初の核融合点火を境に、世界各国では核融合研究からフュージョンエネルギー

開発に舵を切り、例えばドイツなどでは自国の高い技術を背景にレーザーフュージョンへの大規模な資金投入が開始されている。



コーディネーター：筑本 知子(大阪大学・教授) (写真左より) パネリスト：晝馬 明(浜松ホトニクス・会長)、西辻 陽平(住友商事・エネルギーイノベーション・イニシアチブ企画・戦略部Incubationライン長)、高林 幹夫(三菱電機先端技術総合研究所・所長)、中村 修二(カリフォルニア大学・特別教授、Blue Laser Fusion・CEO)、松尾 一輝(EX-Fusion社・CEO)、高西 一光(IFEフォーラム座長、関西電力・執行役常務)、飛田 健次(東北大学大学院工学研究科・教授)、武田 秀太郎(九州大学都市研究センター・准教授)、兒玉 了祐(大阪大学レーザー科学研究所・所長)

- 我が国でも大阪大学を中心に培ったレーザー核融合研究や高繰り返しハイパワーレーザー技術を軸に、レーザーフュージョンエネルギー開発において官民連携で世界を先導するゲームチェンジャーとなり得る可能性がある。

来賓あいさつ



森 英介
衆議院議員
エネルギー推進議員連盟会長

- 我が国におけるレーザー核融合研究開発は、大阪大学で活発な研究が行われてきた。

- ここ2、3年で急速に進んでいる学術研究レベルから産業化への移行について、今がその大きな契機となっている。このような状況の中で、本シンポジウムにおいて有益な議論が行われることが期待される。



今枝 宗一郎
文部科学副大臣

- 核融合研究開発は、学術研究から社会実装、商用化へと進みつつあり、国際競争が激化している。このような背景で我が国では、フュージ

ョンエネルギーイノベーション戦略を策定し、さらにムーンショット型研究開発事業の10番目のテーマとしてフュージョンエネルギー開発を加えた。バ

イオや量子と並んでこのフュージョンエネルギーについても中長期的視点で投資の促進や規制改革をすすめるなど、政府を挙げて取り組んでいる。

- レーザー核融合は、米国の点火燃焼実証を契機に、商用炉に至る炉形式のうち最有力の一つとして産業化への期待がもたれるとともに、そのレーザー技術に関しては他分野や産業への幅広いスピナウトが見込まれる。文部科学省としても、ITER計画の推進とともに学術研究として大阪大学レーザー科学研究所への支援を行い、今後は上記ムーンショット型研究開発等を活用し、さらなる発展を期待している。



松尾 泰樹
科学技術・イノベーション推進事務局 事務局長

- 内閣府で国家戦略としてのフュージョンイノベーション戦略を策定するに至った。そんな中で、レーザーフュージ

ョンに関しては、エネルギーの取り出しはもちろんのこと、宇宙応用や先端医療など経済圏を成すという点で大きな期待がある。

- フュージョンエネルギーは多様な技術が集まって業態を成していくものであるため、アカデミア、産業界ほか多くの方々を集め、さらに人材育成で発展させていきたい。
- 永遠に30年後といわれてきたが、夢の30年から現実的な30年、より具体性をもったスケジュール感でこのフュージョンエネルギーを含む多様なエネルギー開発について、次世代に何を残せるのかということを皆さんと一緒に考えていきたい。



保坂 伸
 経済産業省 経済産業
 審議官

- 福島第一発電所の事故やウクライナ紛争などにより、世界のエネルギー事情が一変する事態

となり、エネルギー安全保障、環境問題、そしてコストの問題に直面している。また、今後の人口増加、生成AI等にかかわるデータセンター等の世界エネルギー需要増大といった課題にも直面し

ている。フュージョンエネルギーは、このような世界のエネルギー問題や脱炭素技術のゲームチェンジャーとなり得る。

- 核融合技術開発においては、研究機関や企業による開発だけでなく、よりハイリスクなイノベーション投資が必要になってくることから、政府としても支援のあり方を検討している。
- レーザーフュージョンエネルギーに関しては、レーザーそのものが半導体や医療分野など多くの分野で活用されており、サプライチェーンの維持強化に経済産業省としても支援を検討していきたい。

1 基調講演

1 レーザー核融合 点火燃焼

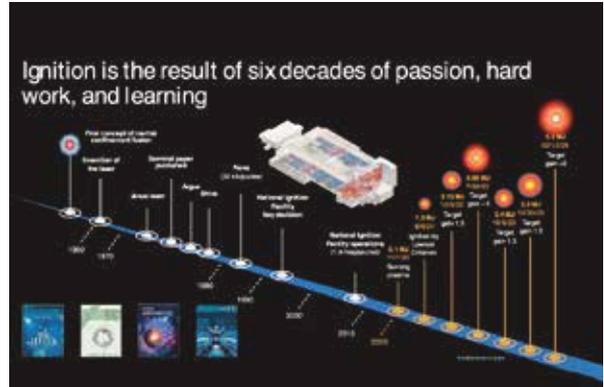


キム・ブディル所長代理・
John Edwards
 (米国ローレンスリバモア国立
 研究所・上級顧問)

- これまでの実験結果の蓄積と機械学習の技法により、核融

合出力が着実に増加している(24年2月には5.2 MJ; 利得:>2が達成できている)。

- 今後、レーザー出力を3MJまで上げることで、数10MJのフュージョンエネルギー発生、さらにエネルギー利得のスケージング(予測曲線)を得る。
- 国際的な研究協力関係を築くことが重要であり、とりわけ日本との協力は重要であり、日米の協力をより強固なものとして、強固な連携を長く続けていきたい。



2 ゲームチェンジできる レーザー核融合

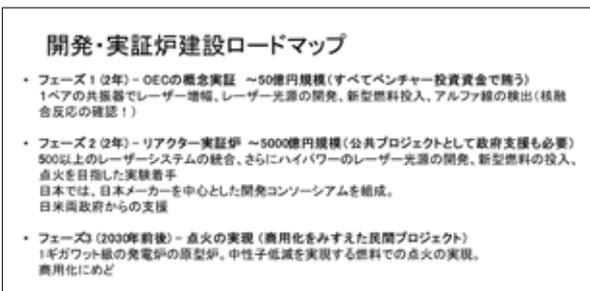
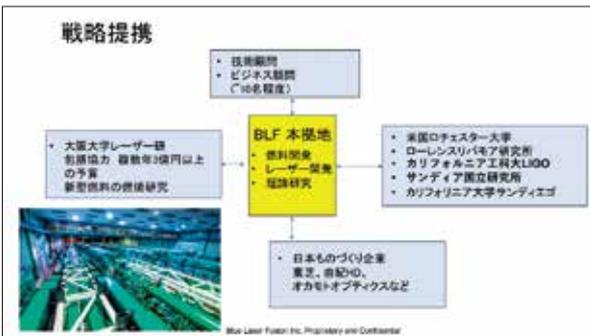


中村 修二
(カリフォルニア大学・特別教授、Blue Laser Fusion・CEO)

●Blue Laser Fusion社では、独自のアイデアでレーザーパルス

を高繰り返しで10万倍に上げる方法を開発し、さらに中性子が発生しない手法も考案している。

- 大阪大学レーザー科学研究所は限られた予算の中で、非常に優秀な人材、経験があり、多くの成果を出している。我々は大阪大学と数億円規模の共同研究契約を締結した。
- 大阪大学が築いた技術、ネットワークを活用し、そして米国ではローレンスリバモア研との協力関係もある。日本企業には物づくりの技術を期待し、数年後には官民一体となって5000億円規模の実証炉を作り、2030年前後には点火を実現し商業化にメド。



3 レーザー核融合 研究の拡がり

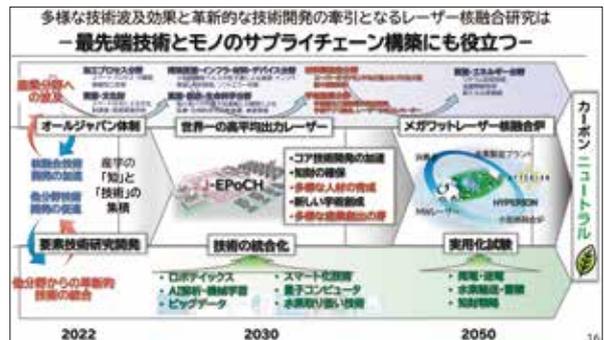


児玉 了祐
(大阪大学レーザー科学研究所・所長)

●米国の点火燃焼実証とともに我が国の高繰り返しレーザー技術の飛躍と高速点火方式の

理解が進んだ今こそ、レーザーフュージョンエネルギー実現へ向けた第2フェーズへ移行する時である。

- 「エネルギー資源がない日本」こそ、水素製造でレーザーフュージョンの早期実用化を目指す独自の戦略で、一早くレーザーフュージョンエネルギーを実用化し世界を先導できる国である。
- 多様な人・学術・技術を生み出すJ-EPoCH計画を推進し、レーザーフュージョンエネルギーに不可欠な多様で大量なサプライチェーン構築に喫緊に取り組むべきであり、そのカギは、産学官によるオールジャパン体制と国際連携である。



4 レーザーフュージョンエネルギー実現へのステップ



松尾 一輝

(EX-Fusion・CEO)

●フュージョンエネルギーは技術の統合によって実現可能である。EX-Fusion社ではレーザーの機器、燃料ペレット、鉛ブランケットなどの要素技術の高度化を目指し、最終的には技術を統合して発電を行う。

- レーザーフュージョン技術はレーザー加工、海水の淡水化、Liの回収、重イオン放射線治療など、他の分野でも応用できるほか、宇宙デブリの補足、除去に関しては、レーザーで燃料ペレットを狙い撃ちする技術が直接的に使用できる。
- これら技術を使った応用研究、市場開拓を行い、その売り上げをレーザーフュージョンエネルギーの実証炉へ還元する流れを作りたい。



5 フュージョンエネルギーを取り巻く環境



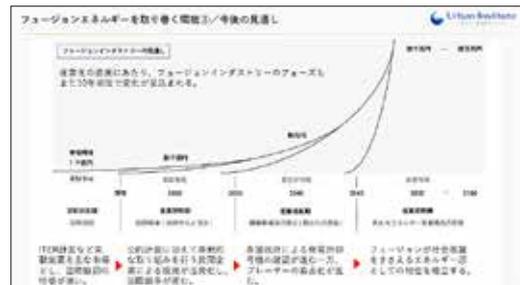
武田 秀太郎

(九州大学都市研究センター・准教授)

●過去10年間でフュージョンスタートアップの数が急激に増えており、米国では、その投資額

もすでに国家予算を上回る状況である。さらに、公的プログラムではレーザーフュージョンなどが全体の5%以下なのに対し、民間企業では20%を上る。

- これまでフュージョンエネルギーはベースロード電源という目標への一本道であったが、ムーンショット型研究計画では小型動力源、宇宙推進器、水素源などの目標も掲げられており、多様なアウトプットが期待できる。
- すでに市場規模は数千億円に達している。これから各国政府による発電所建設が進めば、数兆円、数百兆円の規模になる。我が国が先んじて開発をすすめることにより、エネルギーの輸出国となることができる。



パネル討論会

学術研究から産業への変革について

●ポイント1

レーザーフュージョン実現及び実用化の時期、早期実用化のボトルネックまたは課題：

電力会社としてはできるだけ早期にレーザーフュージョン発電の実現を期待。レーザーフュージョンエネルギーの多様な利用方法により、より早期のフュージョンエネルギー実用化と電力源としての実用化への加速につながる。

●ポイント2

レーザーフュージョンを日本で取り組むことの意義や日本の強み：

日本は高い技術をもっている。日本が持っている技術と強みを見直し、オールジャパンでしっかりまとまっていけばもっと強くなれるはずである。

●ポイント3

サプライチェーンの見通し、サイバー空間の活用、多様な人材育成の必要性：

大量のものを高品質で作る技術が日本の強みでもあると考える。レーザー以外の分野も産業界全体からの参入の意気込みが出てくることが重要。また高度な監視制御が必要であり、ハードウェアに関するAI人材が日本の強みになる。多様な人が関わり、それを生かしていけるテーマの一つが総合科学であるレーザーフュージョンであり、そういう場ができれば新たな価値あるイノベーションがまた起こる可能性がある。

●ポイント4

産官学や国際連携などの必要性：

産官学連携で競争と協調の両立と切り分けが重要。人材育成のほか、安全、規制、標準化等は協調

して取り組むべきであり、政府のリーダーシップを期待。このような大きなシステムは民間だけでは難しく、公的資金を取り入れながら民間の資金をも取り入れて、民間のリスクを下げていくような方策が必要。産官学オールジャパンでの取り組み体制が重要。

閉会挨拶

(シンポジウムのサマリー)



久間 和生

レーザー学会 会長

●我が国では、大阪大学を中心に世界最高性能のガラスレーザー開発や、高効率で点火が可能な高速点火方式の実証など、世界に誇る成果を挙げてきた。

そして2022年に米国において世界ではじめて核融合点火燃焼が実証され、フュージョンエネルギーが現実のものとなってきた。ここで中村修二先生が開発された青色半導体のように、不可能とされている画期的な技術が開発されれば、実用化への道が一気に開ける。

●米国のローレンス・リバモア国立研究所の成功を受け、世界各国でレーザーフュージョンエネルギーの開発に大規模な投資が始まるなど、実用化に向けた大競争時代の幕が開かれた。エネルギーの9割を輸入に依存している我が国にとって、日本がフュージョンエネルギーを実現すれば、我が国のエネルギー問題を解決できるだけでなく、エネルギー輸出大国になる可能性を秘めている。エネルギー安全保障における日本の立ち位置を変える、まさしくゲームチェンジャーとなるインパクトの大きな技術で、その実用化と産業化を一

気に進めるべきである。

●本日の講演やパネルディスカッションで紹介された高繰り返しパワーレーザー技術に関連する我が国の材料技術やデバイス技術は世界を圧倒しており、これに磁場閉じ込め核融合で培った技術をレーザーフュージョンエネルギー開発に取り入れ、今のタイミングで資金を投入すれば、日本は優位に立てるチャンスである。

●ここでレーザーフュージョンエネルギーを実現するために強化すべきポイントとして2項目が挙げられる。

1つ目は、AIを中心としたICTの徹底的な活用である。私が内閣府総合科学技術・イノベーション会議議員時代に創出したSociety 5.0のコンセプトをレーザーフュージョンエネルギーシステムに導入することが必須である。Society5.0が目指すのは「サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合」を通じて新たな価値を創出することであり、エネルギー、交通、医療、農業など、すべての分野にAI、ビッグデータ、センシング技術等を核としたサイバーフィジカルシステムを導入することを提唱した。これまでのようにハードウェアのみのビジネスが、米国や中国に負けてきたことの繰り返しとならないよう、反省すべき時に来ていると思われる。AI、ビッグデータ、ロボティクスを核としたサイバーフィジカルシステムを徹底的に活用した我が国独自のレーザーフュージョンエネルギーの実現を加速するべきである。

●**2つ目は、関係府省の連携**である。レーザーフュージョンエネルギーがベース電源になるにはまだ時間を要する。一方、レーザーフュージョンエネルギー実現に向けて開発された技術は多様な分野で活用されるはずである。例えば、スペースデブリの除去、高温を活用した

水素の生成など、開発された要素技術を早期に活用し、産業化していくことが重要である。このような技術の展開を実践するには、総合力が必要となる。日本政府は、昨年4月にフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を決定し、フュージョンエネルギーの実用化・産業化に向けて舵を切った。内閣府をはじめ、文科省、経産省、総務省など関係府省が縦割りを乗り越え総合力を発揮し、システムの開発や応用を推進することで、レーザーフュージョンエネルギー技術を産業の大きな柱に育てることが可能となる。是非とも関係府省の強力な横連携をお願いする次第である。

●本日のシンポジウムをきっかけとして、産学官連携をさらに強化し、レーザーフュージョンエネルギーの実用化と産業化が加速されることを期待している。その結果として、新しい価値を創出し、再び我が国が世界をリードし、日本再生に導いていただきたい。

参考 シンポジウム出席者数と内訳

出席者数:435名
 内訳:一般参加者(335名)、
 来賓および主催者・関係者(75名)、
 報道関係者(25名)



編集後記

公開シンポジウム「レーザーフュージョンエネルギー」では、産業界や行政を含めて多くの方々の参加があり、レーザー核融合への大きな期待を感じました。

J-EPoCHを中心とした研究開発拠点構築と、ムーンショットなどによる多様なレーザー核融合研究の支援にむけ、IFEフォーラムの活動がさらに必要になると感じています。

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)、山ノ井 航平(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/>