

IFEフォーラム

レーザー核融合技術振興会

2022.6.30

No. 105

FORUM FLASH



会議場風景 衆議院第一議員会館国際会議室にて

2022年4月14日「IFEフォーラム有識者会議」東京都千代田区衆議院 第一議員会館 国際会議室にて開催

IFE
FORUM

IFEフォーラム

第30回 フォーラム委員会報告

大阪大学レーザー科学研究所 山本 和久

第30回フォーラム委員会が2022年3月11日にオンラインで開催されました。はじめに樋口幹事長の開会宣言が行われ、引き続き高西座長の挨拶がありました。

挨拶では、米国のNIFにおいて核融合燃料の自己加熱による点火・燃焼がほぼ達成されたこと、核融合に関するベンチャー企業が数多く立ち上がったことなどの動向も踏まえ、レーザー核融合エネルギー開発の早期実現に向け、令和4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3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、白神副幹事長より令和3年度の活動内容の報告が資料に沿って行われました。昨年に引き続き新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、例年実施している講演会や対面での会議が行われず、書面での審議やオンライン会議で対応が行われた旨の報告がありました。

活動報告の最初の項目として、委員会関連活動に関する説明がありました。活動内容の一つとして、日本学術会議と共催で開催した公開シンポジウム「将来のエネルギー科学技術に向けたパワーレーザーと高エネルギー密度科学の役割と展望」において、エネルギー問

題解決を目指すレーザー核融合ならびにパワーレーザーの開発戦略が議論されたこと、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」が開始されたことが報告されました。

次の項目として、国際交流・調査および会議協賛等に関する報告が行われました。会議協賛に関しては、第5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・学生賞表彰に関する支援を行ったこと、日本学術会議総合工学委員会の「エネルギーと科学技術に関する分科会」によって設置された「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」の会合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Webページを刷新して、内容の充実を図ったことが報告されました。

新展開を迎える レーザー核融合研究について

次に大阪大学レーザー科学研究所の兒玉所長より、「新展開を迎えるレーザー核融合研究」について、資料に沿って説明が行われました。

まずレーザー核融合研究の内外の研究の現状に関する説明が行われました。米国NIFで、ほぼ核融合点火・燃焼が実現されたこと、繰り返しパワーレーザーの技術が大きく進展し最終的に目指すメガワットクラスの高平均出力レーザーの目途がついてきたということ、2050年カーボンニュートラルに向けた世界的な動きがあり、核融合のエネルギーの実用化がこの社会的要請に答えるものであることの3点が述べられました。

レーザー核融合は熱源であるということを利用し水

素を造るということを考え、2050年に水素製造ということからのバックキャストで、何をしないといけないのかということ考えた際、重要事項はキーテクノロジーの開発の加速、研究できる人材の増員であると述べられた。2030年にかけて実現すべきレーザーは、今までにない新材料の実現、宇宙デブリの除去、最終的にはクリーン水素を製造し、かつ電気まで持っていけるような、シナリオが描けると述べられました。

令和4年度 レーザー核融合技術振興会活動方針

三間座長代理より、令和4年度の活動方針が説明されました。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。方針に基づき、

- 1) レーザー核融合エネルギーの実現を加速するための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する。そのためにIFEフォーラム主催の産学官の協奏の場である有識者会議を実施する。
- 2) レーザー核融合エネルギー開発に関する検討活動

- を実施し、国際連携プロジェクトの実現を支援する。
- 3) レーザー核融合に関する国際会議・シンポジウム等の開催を支援する。
 - 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、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。レーザー核融合研究が加速する中、海外との競争も見据えて早急に我が国の技術開発を進めるべきとの議論がありました。状況は大きく変化し、サイエンスフェーズからエンジニアリングフェーズに移行しつつあるので、新たなフェーズでの具体的目標、方策を明確化し提示することが重要であるという意見がありました。活発な議論のうちに閉会となりました。

IFEフォーラム講演会報告

大阪大学レーザー科学研究所 重森 啓介

概要

2022年3月16日に標記講演会がオンライン形式で実施された。昨年度はCOVID-19感染拡大防止のため中止となったことから、2年ぶりの開催となった。オンライン開催ということもあり出席者は例年と比較して大幅に多く、産官学より合計で127名を集めた。講演は2件で、レーザー核融合の応用として新たな可能性を秘めた水素製造技術、そしてレーザー核融合炉で重要な構成要素である半導体レーザーの製造技術に関して、時節を得た興味深い内容であり、出席者からも多くの質問が寄せられた。

IFEフォーラム 講演内容

高温ガス炉と カーボンフリー水素製造技術の 研究開発

日本原子力研究開発機構
高温ガス炉研究開発センター

水素・利用研究開発部 次長 久保 真治氏

我が国が宣言した2050年までにカーボンニュートラルの実現に向け、原子力は化石資源を使用しない安定的電力供給や非化石資源由来の水素製造などで貢献可能である。高温ガス炉は、被覆燃料粒子・黒鉛ブロック減速材・ヘリウムガス冷却材を用いることで物理的特性による優れた安全性を発揮するとともにヘリウムガスタービン高効率発電システムを用いたコジェネシステム（発電/水素製造）を含めて多様な産業用の熱利用システムを構成することができる。熱化学水素製造法 ISプロセスは高温ガス炉の高温温度域に適合した化学反応を駆動して、二酸化炭素の排出がない水分解による水素製造法であり、原子力機構における

半導体レーザー製造技術の 現状と将来展望

浜松ホトニクス株式会社
化合物材料センター

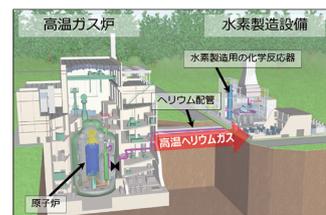
上席執行役員 新垣 実氏

最近、半導体レーザーの性能向上や低価格化により、半導体レーザーが産業用光源として大量に使われるようになってきた。このような産業用途の半導体レーザーでは、従来の高出力化といった性能向上だけでなく、市場価格に見合う低コスト化、顧客の要求に迅速に対応するため短納期化、などの新たな半導体レーザー製造技術が要求される。このため浜松ホトニクスでは、従来手作業で行っていた半導体レーザーの製造工程を、できる限り機械化・自動化し、高品質、低コスト、

IFEフォーラム特別講演会 2022年3月16日 (水)

高温ガス炉と カーボンフリー水素製造技術の研究開発

- 原子力を用いて水素を製造する意義
- 高温ガス炉の構造と安全性
- 高温ガス炉水素製造システム (高温機器の耐圧技術)
- 高温ガス炉水素製造システム (ヘリウム熱交換型の化学反応器)
- 高温発電技術
- 高温ガス炉を用いたカーボンフリー水素製造技術



高温ガス炉-水素製造システムのイメージ

久保真治
日本原子力研究開発機構
高温ガス炉研究開発センター 水素・熱利用研究開発部

ISプロセスの研究開発は、基礎的ガラス機器試験の次段階である実用工業材料製機器試験(セラミックス材、耐食ライニング材、耐食耐熱金属材)の段階まで到達している。講演では、高温ガス炉の構造とその安全性の概要、高温ガス炉熱利用システムの構成、原子力機構における水素製造法など熱利用技術開発の状況について紹介された。質疑応答では、高温ガス炉の安全性や社会的意義、水素製造に関する技術的課題などの内容が扱われた。

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

半導体レーザー製造技術の 現状と将来展望

浜松ホトニクス株式会社
化合物材料センター
新垣 実
2022.3.16 IFEフォーラム特別講演会



短納期の半導体レーザー製造技術を確立することを目指した化合物半導体生産拠点を設立した。講演では、新たに設立した化合物材料センターにおける上記の取組みについて紹介された。質疑応答では今後のコスト削減の可能性などの内容が扱われた。

第2回 IFE フォーラム・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

大阪大学レーザー科学研究所 三間 罔興

標記のIFEフォーラム有識者会議が令和4年4月14日(木)東京都千代田区衆議院第一議員会館 国際会議室において開催されました。この会場で開催できるようになったのは塩谷立衆議院議員の好意によるものです。会議場の様子を図1に示します。

会議に先立ち、長年この有識者会議でご助言いただいた故有馬朗人先生のご逝去を悼み黙祷を捧げた。続いて、有識者会議議長 近藤駿介(原子力発電環境整備機構理事長)より、以下の開会の辞がありました。

「この有識者会議はこれまでに各方面に対して、レーザー核融合の実現を目指して、関連分野の拡大を視野に入れて、人材育成に関する中核的な拠点を整備すべしと提言をしてきたところです。一方、学術会議では2020年6月に、これに関する専門家から構成される小委員会で、2年にわたって議論を踏まえた検討を基にして、「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」というタイトルで提言を公表しました。この提言は、多岐にわたる分野の諸課題の解決に寄与する多様な研究を推進するのに適した、多ビーム高繰り返しの大型パワーレーザー装置をもつ中核的研究拠点を整備するべきとしています。

この会議のメインテーマであります慣性核融合では、2009年に米国が国立点火施設、NIFを完成させて、自己点火の達成を世界中が見守っていました。以来、担当者は懸命な努力を重ねて

実験とシミュレーションによりパラメーターをサーベイし、ターゲットならびに入力レーザー波形を改良し、昨年に至り自己点火を実現することに成功し、初めて慣性核融合の原理が実証されました。

これより実用化に至るには、いわゆる魔の川とか死の谷とかダーウィンの海とかをいかに乗り越えるかの議論をこれから始めなければなりません。私どものこの場の議論において、日本としてこの状況において、今後取り組むべきことをどう設計し、世の中に説いていくか、あるいは支援を求めていくかということを検討する有意義な場となりますことを祈念して、私の開会の挨拶といたします。」

続いて、主催者を代表してIFEフォーラム座長 高西一光(関西電力 執行役常務)よりの挨拶と、森英介衆議院議員ならびに塩谷立衆議院議員より祝辞をいただきました。

続いて、基調講演としてレーザー学会会長 久間和生(農業・食品産業技術総合研究機構 理事長)より、以下のパワーレーザー関連の科学技術への期待が述べ



図1 会議場風景 (衆議院第一議員会館 国際会議室)



図2 高西一光 IFEフォーラム座長（左）、森英介 衆議院議員（中央）塩谷立 衆議院議員（右）

られました。

「温暖化抑制のため、温室効果ガス（GHG）の排出削減は世界的課題ですが、GHG排出削減をコストではなく、成長の機会と捉え、「経済発展と温暖化抑制の両立」を狙うことが重要です。このためには、Society5.0の概念であるサイバー空間とフィジカル空間の高度な融合による「データ駆動型産業プラットフォーム」の構築が必要です。

レーザー学会会長としての仕事のひとつとして、所属の先生方をお願いして、「2050年カーボンニュートラルへのレーザー技術の貢献」という提言書を取りまとめ、今年の1月に公表しました。この提言書では、レーザー技術は、国内で10～20%、世界で5～10%のGHG削減に貢献できるポテンシャルがあり、カーボンニュートラル実現に向けて非常に有効であるとしています。

レーザーは非常に普及が進んでおりますが、レーザー技術をまだまだ発展させなくてはなりません。例えば出力をさらに上げるとか、波長領域を拡大することによって、光通信、照明、自動車等への利用がますます増えるはずで、さらに農業や、今日の話題であるレーザー核融合など新しい分野へ利用が広がっています。

特に半導体レーザーは、日本が非常に強い分野ですが、これをさらに強化することが必要だと思っています。例えば50～60%程度のエネルギー変換効率を80%以上にすることによって、世の中のレーザー技術の活用が大きく変わると思います。今後、レーザーの高効率化・低コスト化や、レーザーとサイバー・フィジカルシステムの融合を推進することで、レーザー技術を応用したクリーンエネルギーの生成、あるいはレーザー適用

によるシステム革新が加速されると期待します。」

レーザー学会会長の講演を受けて、本会議の主題である「パワーレーザーと高エネルギー密度科学技術」の動向と我が国の開発戦略につき兒玉了祐 大阪大学レーザー科学研究所所長より以下の説明があり審議が開始されました。

「パワーレーザー中核拠点構想を提案させていただきたい。これまでのパワーレーザーの研究開発では、エネルギーをできるだけ大きくし、レーザー強度を強くして新しい極限の状態を作り学術を展開することが追求されてきた。これに対し、2015年以来的関係コミュニティの議論で、高い繰り返し率の平均出力の大きいレーザーで世界を先導するべきとなった。その結果、繰り返し率を上げることで、新しい学術、新しい技術を多く生み出すことができ、さらに最近のデータサイエンスに必要なビッグデータを繰り返しレーザーにより得ることができる。

一方、アメリカの核融合実験施設NIFでレーザー核融合の点火燃焼がほぼ実現し、新たなエネルギー源となる可能性が出てきた。カーボンニュートラル2050年が社会的な課題で、そこからバックキャストすると2030年ごろまでに、レーザー核融合炉工学の研究を本格的に開始する必要がある。アメリカの核融合点火は1日に2回ぐらいしか打てないレーザーであり、大阪大学の現在のレーザーも1時間か2時間に1回しか打てない。一方、高平均出力のレーザーがいろんなところで開発が進められており、レーザー加工などに向け繰り返しレーザー開発が進んでいる。大阪大学も10年以上前から半導体レーザーを励起光源にして、日本が得意のセラミックレーザーを増幅媒質とする開発を進めてきた。その結果、現在、1秒間に100回打てるkJ級のレーザーの実現に目処が立ってきた。2050年のカーボンニュートラルに向け、レーザー核融合発電所ではターゲット利得100が要求される。これに対し、熱源を直接水素製造に使うことでより低いターゲット利得でエネルギー応用の可能性も提案されている。

以上まとめると、2030年までに多目的な高繰り返し大型レーザー（J-EPoCH）を用いた研究開発を開始することが重要であり、レーザー核融合で世界を先導す

るためには、中核拠点を早期に立ち上げることが不可欠である。さらに、中核拠点により知財を確保することや人材育成の活性化が不可欠である。特に、2030年以降の研究開発の展開を考えたとき、急がなければいけないのは人材育成である。2050年を見越して人材を育てるには、繰り返しパワーレーザーを多目的に多くの研究分野の方に使ってもらわなければならないと考える。これまでも提言してきたように繰り返しパワーレーザーは、新しい材料を作り出すとか、あるいは宇宙のゴミを取り除く手段とかいろんな目的に使うことが可能である。結果的に世界から人が集まって、人材が育つと思っている。我が国の今後の推進方策につき、ご意見を賜れば幸いである。」

上記の兒玉所長の提案を受けて審議があり、多くの貴重な意見をいただきました。いくつかの意見と質疑応答を紹介すると以下の通りです。

Q NIFによって、核融合点火に成功したというのは大きなことである。その後の諸課題として、1)さらに核融合利得を高くすること。2)日本として繰り返しを経るなりして、点火を目指す。3)エネルギー応用として水素を製造する。その中でどこに力を入れてやろうとしているのか？

A 我国としては「炉」を目指し、繰り返しのところに中心を置いて、できるだけ早く知財を押さえていくとか、人を育てるところに注力すべきと思っている。

Q NIFで、ニューラルネットワークなどを使ってパラメータ調整がうまくいき、画期的に性能が上がったと思うが、ニューラルネットワークは何をやって、どういう物理の進展につながったのか。

A 1日に1回か2回の爆縮実験結果をデータサイエンスにかけるため、米国では10年間の実験結果をずっとため続けて、それを基に機械学習をさせて最適化していった。

そのため、NIFが2009年に完成して2014年の点火実証を目指していたが達成できず、その後一つずつ課題を解決して成功に至った。我々も、プラズマ実験で機械学習を取り入れるためビッグデータを蓄えるようにしている。その延長で、核融合の反応そのものの最適化をすることを始めかけている。同様のことが核融合炉になっても必要と考えている。

Comment: アメリカDOEのオフィス・オブ・フュージョ

ン・エナジー・サイエンス (OFES) が主催で、今年の2月の下旬に、ワークショップが開かれ、日本から視聴した。非常に活発な議論が行われTime is Nowがキーワードになった。そんなような表現で、核融合はいつも20年先30年先と言っていたがだいぶ状況が変わってきたの印象を持った。

Comment: 初めてJ-EPoCH構想を聞いたのは5年前(2016年)である。以来、これならオールジャパンで動いて、産官民一体となって、ハイパーレーザーの学術、応用、そしてレーザー核融合の実現を加速でき、世界を先導できると私は感じた。私はJ-EPoCH構想に刺激されて、昨年夏にレーザー核融合スタートアップEX-Fusionを有志3人で設立した。

Comment: 兒玉先生の話が非常にまとまってきた印象である。ここまで来たらナショナルプロジェクトとして、きちっと取り上げる動きが出てくるのが目標になる。国として取り上げるには、世の中が「うん、そうだな」とならないといけない。この点につき、何かいいアドバイスが必要である。

Comment: 「若手が考える原子力の将来、民間資金による核融合イノベーション」というタイトルの講演があった。今や核融合の世界に民間資金がどんどん入ってきており2020年で累計が2,000億円、1年後2021年には1,000億増えて3,000億になったとのことである。それぐらい核融合を目指した研究に民間の資金が入っている。このメッセージは「政府よ、頑張れ」ということで、世の中の研究開発のモデルが変わってきているということを念頭に置く必要がある。

以上の意見をもとに、近藤議長より、「有識者会議としては専門家の議論を踏まえて、わが国の政策、施策において本日の議題が重要ということ世に問う必要がある。その問うべき内容をきちんとすることが大事である。そのため、本日の提案とご意見を踏まえてさらに精緻化していく必要がある。これだけ世の中が変わってきたことも考慮し、いただいたご指摘を参考にして提案を精査する作業を有識者会議専門委員会で行い、説得力のある提言を社会と共有できるようにしたい。」と会議の総括があり、第2回IFEフォーラム有識者会議は閉幕しました。

編集後記

この夏、東北、東京、中部の各電力管内では、安定供給に必要な電力予備率が非常に厳しい見通しになっています。国の対策では電力会社に対して休止中の火力発電所の再稼働、電力使用者に対しては節電の呼びかけをするようですが、予想を超える猛暑になると停電になり大変な事態に陥りそうです。

今後毎年繰り返されそうなこの事態解決のため、クリーンなエネルギーであるレーザー核融合の早期実現が望まれます。

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/>