

IFEフォーラム

FORUM  
FLASH

レーザー核融合技術振興会

2020年  
3月16日

NO  
100



2019年10月18日 第1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」

IFE  
FORUM

IFEフォーラム

# 第11回 慣性核融合科学とその応用に関する 国際会議(IFSA2019)開催報告

大阪大学レーザー科学研究所 教授 重森 啓介

本会議は「レーザーとプラズマの相互作用に関する国際会議」を前身として、第1回が1999年にボルドー（フランス）で開催されたのち、隔年で欧・日・米が持ち回り主催しており、日本での開催は第2回（2001年、京都）、第5回（2007年、神戸）、第8回（2013年、奈良）に引き続き4回目となる。文字通り慣性核融合を中心とした基礎科学、応用開発研究をテーマとした会議であり、この分野では参加者数などからも最大規模を誇る。

第11回の開催となる今回の会議は、2019年9月22日より6日間、大阪市中之島に位置する大阪中央公会堂で開催された。会場は国の重要文化財にも指定されている大変重厚な建築物であり、（開催時において）開館101年という大正ロマンあふれる雰囲気のもと、口頭発表・ポスター発表および企業展示などが行われた。参加者は19カ国より419名（うち学生が82名）であった。

会議のオープニングでは、主催者である児玉了祐氏（大阪大学レーザー科学研究所・所長）および共催者の河内哲哉氏（量子科学技術研究開発機構・関西光科学研究所・所長）より開会の挨拶が行われ、来賓の新井知彦氏（文部科学省・研究開発局・研究開発戦略官）より挨拶とともに日本の核融合開発に関する紹介が行われた。

オープニングに引き続いてアジア・欧・米から3件の基調講演が行われ、その後一般講演セッションに移行した。

会議のテーマは慣性核融合に関する物理、高エネルギー密度科学、および慣性核融合に関わる技術開発が大テーマとなっており、合計で396件の発表が行われた。研究報告の内容としては、米国国立点火施設（NIF）における核融合点火を目指した研究をはじめとしたレーザー核融合に関する研究とともに、パワーレーザーを用いた高エネルギー密度科学研究の拡がりを感じさせる多種多様な発表があった。なお、今会議で発表された研究成果は、学術雑誌「High Energy Density Physics誌」の特別号として電子出版にて公開される予定である。

今回の会議より、若手研究者を対象とした「Chiyo Yamanaka Award」が創設された。この賞は学生及び博士号取得から5年未満の若手研究者を対象としたものであり、これまで本会議で授賞していたEdward Teller Medal、Edouard Fabre Prizeと並ぶ賞として次回以降も



集合写真

継続して実施される予定である。今回は122名が対象となり、一般参加者からの投票により6名の若手研究が選ばれ、バンケットの席上で表彰式を実施した。Edward Teller MedalはPatrick Mora氏およびXian-Tu He氏、Edouard Fabre Prizeは藤岡慎介氏が受賞し、会期中に表彰式が行われた。

今回の会議で初の試みとして、開催初日(9月22日)の昼間時間帯に小学生以下を対象とした公開イベント「核融合とレーザー」を開催した。このイベントは、核融合エネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーターの活動の一環として、量子科学技術研究機構、核融合科学研究所および核融合に関係する大学からの協力を得て、核融合やレーザーを題材とした展示体験ブースを設置し、来場者への対応を行った。イベントは600名近くの参加者を得て盛況であり、この分野の一般社会からみた興味に関するポテンシャルを感じさせるものがあつた。この他、会期中にパワーレーザーフォーラム主催のシンポジウム、およびサテライトミーティングとして「Asian Users' Facilities Meeting」が行われた。

次回の第12回会議は米国サンディア国立研究所の主催のもと、コロラド州デンバーにて2021年に開催される予定である。



Chiyoe Yamanaka Awardの受賞式



Edward Teller賞の受賞式



公開イベント「核融合とレーザー」

## 第1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

光産業創成大学院大学 特任教授 三間 因興

標記の第1回IFEフォーラム有識者会議は、東京の世界貿易センタービルにおいて令和元年10月18日(金)に開催された。有識者会議議員ならびに専門委員会委員には、各界のリーダーに就任いただいている。昨年度までの有識者会議に引き続き、原子力発電環境整備機構 近藤駿介理事長が議長に就任された。

前回の有識者会議の議論を経て、今年度からは関連分野も巻き込んでより広い観点からレーザー核融合研究推進方策につき助言をいただく事になった。会議は近藤議長の挨拶から始まった(写真1)。科学技術・イノベーションの推進と本有識者会議の役割の重要性が述べられた。引き続き、三菱電機株式会社大森達夫主席技監、塩谷立衆議院議員、森英介衆議院議員(写真2、写真3)より挨拶があり、レーザー核融合やパワーレーザーの研究開発推進への期待が

述べられた。続いて、オブザーバーとして出席いただいた文部科学省研究開発局 新井知彦研究開発戦略官からは、挨拶ならびにスピーチで、核融合研究が国の重要な施策になっていること及び文部科学省の研究開発政策の検討状況につき紹介があった(写真4)。関係して、我が国内外における核融合ベンチャーにつき質問があり、「核融合は投資に値する分野であり、完成品というよりコア技術の開発に投資が期待される。公的機関の経費だけでは限界があるので産業界の協力も得て、米国等のベンチャー企業の仕組みを参考に考えていきたい。」との回答があった。

## 基調講演

有馬朗人根津育英会武蔵学園学園長・東京大学名誉教授から、「日本のエネルギー安全性の将来を保障せよ」と題する講演があった(写真5)。講演では以下の議論があった。

- ・論文数が減少しているなど日本の学術に危機を感じており、国立公立大学の運営費や高等教育費が増加しないことを憂慮している。
- ・今後エネルギー需要が増大し、温暖化も危険水域にあり、エネルギー関連技術の開発が必要である。バイオ



写真1 近藤駿介議長就任挨拶



写真2 塩谷立衆議員挨拶と大森達夫議員、永宮正治議員



写真3 森英介衆議院議員挨拶と柘植綾夫議員、中井貞雄議員、渡辺美代子議員



写真4 新井知彦研究開発戦略官スピーチ

燃料に日本の木材資源を使用して欲しい。

- ・次世代原子力発電も研究費の問題で国内では進んでいない。海外ではベンチャーも入って開発している。
- ・核融合研究ではITERプロジェクトの早期達成を期待したい。レーザー核融合に期待している。

## 報告

レーザー核融合とその関連分野の推進方策に関する審議に先立ち、最近の動向につき、大阪大学レーザー科学研究所 児玉了祐所長、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の小委員会 三間 罔興幹事、IFEフォーラムレーザー核融合戦略会議 森芳孝主査より報告があり、以下の議論があった。

### 大阪大学レーザー科学研究所の動向

- ・レーザー核融合研究と高エネルギー密度科学研究推進戦略について報告があり、10kJ/ns、繰り返し100Hz (MW)のJ-EPoCHレーザー施設を開発・設置する国際的な産学にまたがる共同利用・共同研究拠点が提案された。
- ・新しい繰り返し高出力パワーレーザー技術を利用する未臨界レーザー核融合炉実験を含む我が国のレーザ

一核融合研究開発戦略が提案された。

報告に関して以下の議論があった。

- ・炉工学の観点から炉システムの弱点も検討すべきであり、戦略会議でもその検討が始まっている
- ・マルチレーザービームのコンセプトが優れており、発生する中性子を利用すれば放射線廃棄物処理にも使える。
- ・「炉」を目指した研究であることで期待が持てる。ただし、炉まで考えると中性子の扱いなど、気をつけるべき点が多く、「炉」としての解決すべき問題をしっかりと検討していく必要がある。

#### 日本学術会議小委員会報告

- ・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のハイパワーレーザーによる高エネルギー密度科学小委員会において「パワーレーザー技術と高エネルギー密度科学と産業創成」に関する提言を出すべく議論を行っている。
- ・多様性と革新的科学技術を推進する装置整備や産学連携・人材育成まで提言に含める。

報告に関して以下の議論があった。

- ・学術会議では、学者のための科学と思われていたものを社会のための科学とするために政府・市民間の対話を進めている。2050年の日本の未来像も議論しており、展望を各分野でまとめている最中で、環境・エネルギーに関する章がある。パワーレーザーの環境・エネルギー分野への利用についても提案したらどうか。

#### レーザー核融合戦略会議報告

- ・レーザー核融合は阪大に加え、浜松ホトニクス・光産



写真5 有馬朗人議員講演

業創成大でも技術開発が進んでおり、炉につながる技術が急速に進展している。未臨界レーザー核融合炉構想を検討しつつある。

報告に関して以下の議論があった。

- ・戦略会議では、具体的な問題として核融合発電を目標にかかげ実現にむけた戦略を議論している。
- ・レーザー核融合のための企業は存在しない。企業の参加の仕組みがまだ不十分である。
- ・合宿など次の世代を担う学生を積極的に参加させたい。IFEフォーラムからの支援が期待される。
- ・課題は多くあるが、特に実現できないとレーザー核融合炉そのものが成立しなくなる課題について検討して提案することが望まれる。

#### 審議

審議の概要は以下のとおりであった。

##### ①我が国の科学技術政策に関する事柄

- ・国立大学法人化以後、運営費交付金と高等教育資金が減少したことに関し以下のコメントがあった。
- ・総合科学技術・イノベーション会議において議論されている。
- ・発表される論文数が運営費交付金の減少に伴い減少している。
- ・資金の減少は外部資金で補っているが、資金の出方が問題である。
- ・若手の人件費が減っているのが特に問題。
- ・交付金の減少は装置運転資金の減少となりマシンタイム減と研究力低下を起す。
- ・大型施設の運営の仕組みを考える必要がある。

##### ②パワーレーザー科学技術に関連する事柄

- ・ハイパワーレーザーの利用として、温暖化対策、放射線廃棄物処理、宇宙デブリ処理、核融合推進ロケットなど多くの用途が期待できる。
- ・パワーレーザー応用で現在産業化しているのはレーザー加工が主要なものである。
- ・インフラ検査への応用にはコストがまだ高く実用的でない。パワ

- ・レーザーフォーラムで応用も含めて議論するべし。
- ・企業としてピーニング等様々な応用研究を進めており、核融合も応援している。
- ・レーザー加工が着目されているが、その他の産業応用についても、レーザーのコスト評価も含めて検討を進めている。

### ③ レーザー核融合戦略会議に関係する事柄

- ・戦略会議で発電炉の実現を目標にしたことは評価できる。
- ・熱核融合に対し、重イオンやミューオン核融合など他の方式はどうか。
- 関連するコメントとして、
- ・レーザー核融合戦略会議には重イオンの人も入っている。
- ・他の方式の状況も調べ、多様性のある戦略会議にしたい。
- ・トリチウムなど慎重な扱いが求められるものを核融合戦略の議論に組み込むべき。
- ・コミュニティの規模は小さいと広がらないため、いろいろな分野と関係をつけて他の分野がこちらに参加するだけでなく、他の分野にこっちからも出向いていくことが必要である。欧州中国の動きをモデルとする必要がある。
- ・レーザー基盤技術は核融合以外にも様々な応用が可能である。コミュニティの意見に応える大型高出力のレーザーが提案されている。

- ・戦略会議には、阪大以外に広範囲に人を集めている。
- ・研究の多様性に反して、ヘリカル方式・トカマク方式の選択を迫られている。

これに関連して以下のコメントがあった。

- ・核融合研究は多様性をもって進めるべきである。
- ・国はトカマクITERをすすめているがそれに集中することを最終決定したわけではない。ただし国の方針の位置づけでは、ヘリカル・レーザーは学術である。
- ・選択に関して、レーザー方式では高速点火を選んだが、最終ターゲットが違うだけで他の方式にも転換は可能であり、レーザーのフレキシビリティがきている。

## 今後の方針

最後に、以上の多くの貴重な意見を生かすため、今後の有識者会議の在り方につき、次の方針を定めた。

- ・今後、できるだけ早い時期に有識者会議専門委員会を開催し、レーザー核融合戦略会議の審議状況の報告を受け、IFEフォーラム提言等の対応を考える。
- ・時期を見て第2回有識者会議を開く。

以上の活発な審議の結果、有識者会議の今後の方針が決定され、盛況のうちに第1回有識者会議は散会した。

# Fusion Power Associates 40th Annual Meeting 会議報告

大阪大学レーザー科学研究所 講師 有川 安信

2019年12月3日から4日、ワシントンD.C.のグランドハイアットワシントンホテルの会議室にて第40回となるFusion Power Associates 2019が開催されました。場所は毎年ワシントンD.C.で、ホワイトハウスや米国の国会議事堂のすぐ近くで開催され、重要な政治家が招かれ、その年の核融合政策の決定事項について公表したり、研究者との意見交換会があることが大きな特徴の会議です。

毎年会議のテーマが設定されており、今年のテーマは“Fusion Energy : Perspectives and Planning”でした。一例として2007年のテーマが“Fusion Energy: Preparing for the NIF and ITER Era”であったことから、米国における大きな核融合開発計画を政界や有識者が議論する場所であることが分かります。米国では40年も前からこのような活動が継続されていることに驚きました。

日本からは大阪大学レーザー科学研究所児玉所長代理として参加した私の他に、量子科学技術研究開発機構那核融合研究所研栗原研一所長がJT-60SAについて、京都大学ベンチャー企業としてKyoto Fusionering Ltd.の小西哲之先生が参加されており、他は米国参加者がほとんどで、韓国、英国、中国、ドイツの核融合プロジェクトからそれぞれ1名ずつ、いずれも所長かその代理が参加しておりました。さらに、企業核融合プロジェクト発表が数社もあり、それぞれ国立研究所並みの本格的な核融合実験(中性子発生を伴っている)をすでに行なっている発表がありました。今回発表していたものはどれも磁場核融合がベースでしたが、磁場核融合に燃料圧縮を伴うもの(言わば磁場核融合と慣性核融合のハイブリッド)の計画もありました。我々大学やNIFの計画よりも短期間の計画であり、期間内にうまくいかなければシャットダウンするといった背水の陣を切った計画が説明されました。企業のプレゼンは迫力がありました。夕方には簡単な懇親会があり、その後は、幹事委員のみの会議(Board of Directors Meeting)がありました。日本からは唯一阪大レーザー研児玉所長が招かれており私が代理で参加させていただきました。幹事会議での議論内容は、今年度の予算決算の承認や、幹事長の交代など簡単なものだけでしたが、日本からの参加が認められ、米国の核融合政策を決定するような重要な場にコミットできているのは大変重要なことであると感じました。発表資料はすべて学会HP(\*)に掲載されており、閲覧できるようになっております。

私の講演では、我が国の高速点火核融合FIREX計画の進展について講演しました。特に最近の話題をいくつか取り上げ、(1) シェルから中実燃料へのデザイン変更によって流体不安定性の問題が大幅に緩和できたこと、液体DT燃料が使えるようになりターゲット製造が工学的に非常に簡単になったことを説明しました。また(2) 穴あきコーンが使えるようになったことからレーザー吸収面が燃料になり、直接加熱が起こるようになり加熱効率が上がったこと。さらに我々のグループで研究を進めている(3) 加熱レーザーの波長変換が最近成功し、この技術を使えば加熱レーザーに必要なスペックを緩和できることを説明しました。また(4) 次世代レーザーとして繰り返



幹事会議の様子

返しレーザーJ-EPoCH計画が始まっており、すでに1モジュールの建設は実現したこと、これを用いれば(5) 未臨界核融合発電(ゲインは出ないものの核融合発電サイクルがすべて含まれている)ができることを発表しました。質疑や講演後にも何人かの先生から好評をいただきました。

一方、米国のレーザー核融合の発表は従来とはやや趣の異なるものとなっていました。NIFからはローレンスリバモア研究所のM. Herrmann所長から発表があり、タイトルは“Update on High Energy Density Science at LLNL”でした。かつてのEd. Moses時代のようにレーザー核融合計画が順調に進んでいて、いついつまでに点火を実現して、そのあとはLIFEプロジェクトなどエネルギー実現を、といった内容ではなく、もっと広い基礎科学研究を展開し、レーザー核融合もその一つという位置づけであるといった内容でした。後でロビーでとある人に聞いた話によると、NIC計画(National Ignition Campaign、2009年ごろ行われていた点火プロジェクト)が終わってからは、NIF(National Ignition Facility)の予算は基礎科学枠に切り替わっており、Fusion Power Associatesでの報告としてはそのような内容だったのであろうと、裏事情を聞くことができました。

今回この学会に参加できて、米国の予算事情を垣間見ることができ、他の一般の会議ではなかなか知ることのできないことを知ることができました。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感謝いたします。

[\*](Fusion Power Associates  
[http://firefusionpower.org/fpa\\_annual\\_meet.html](http://firefusionpower.org/fpa_annual_meet.html))

## 編集後記

新しい年号の令和元年度には、昨年度終盤の日米シンポジウムや有識者会議開催に続いて、第11回慣性核融合科学と応用に関する国際会議 (IFSA2019) や新たな有識者会議の立ち上げ等、IFEフォーラム/レーザー核融合技術振興会としてさまざまな活動が実行されました。

今号ではそれらの結果について報告しています。また、最近是国内外に核融合ベンチャー企業が多数立ち上がるなど、核融合研究開発の広がりを見せています。

レーザー核融合研究開発のさらなる展開を期待し活動していきたいと思います。

お蔭様でForum Flashは、今号でNo.100号発刊に至りました。今後、これまでも増して紙面の充実さを図っていきたいと思いますので、よろしくお願い致します。

編集委員 小路 泰弘(関西電力)、白神 宏之(大阪大学)  
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:<http://www.ilt.or.jp/forum/index.html>