

IFEフォーラム

レーザー核融合技術振興会

2024.2.15

No. 111

FORUM FLASH



山中千代衛賞 授賞式 集合写真

2023年9月27日「Inertial Fusion Sciences and Applications(IFSA)」米国コロラド州デンバーにて

IFE
FORUM

IFEフォーラム

第15回 光科学フォーラムサミット開催報告

大阪大学レーザー科学研究所 山本 和久

第15回光科学フォーラムサミットが、2023年11月8日(水)、パシフィコ横浜で開催されました。主催は大阪大学レーザー科学研究所、共催はIFEフォーラム、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、協賛はレーザー学会、レーザー技術総合研究所、日本フォトニクス協議会、光科学アライアンス、後援はオプトロニクス社です。今回のテーマは、「新奇レーザー光源と次世代プロセッシング」であり、約170名の方に参加いただき大変賑わいました。

まず、兒玉了祐
所長(大阪大学レーザー科学研究所)
より主催者挨拶があり、第1部では以下4件の講演が行われました。



大阪大学レーザー科学研究所
兒玉 了祐所長

講演1として、ソニーセミコンダクタ

ソリューションズの濱口達史様より「青色VCSELとその応用」という題名で、アレイ化が容易なVCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) の紹介



会場風景



ソニーセミコンダクタ
ソリューションズ
濱口 達史様



古河電工
酒井 俊明様



santecAOC
上原 昇様



レーザー技術総合研究所
藤田 雅之様

能なLCOS(Liquid crystal on silicon)を用いた様々な産業応用、特に次世代レーザー加工应用の話がありました。

講演4として、レーザー技術総合研究所の藤田雅之様より「月での基地建設に向けた建設材料の作製」という題名で、月の砂に模した疑似砂を用いて高輝度レーザーによる3Dプリンターにて建設材料を試作したという話がありました。

第2部では、第1部の講演者に加えて三島滋弘編集長(オプトロニクス社)、兒玉了祐所長に参加いただきパネルディスカッションが行われました。山本和久座長(大阪大学レーザー科学研究所)のもと、テーマである「レーザーを用いることで製造革新は起こり得るのか」について、会場の参加者を含めて活発な意見交換がなされました。新奇レーザー光源の有効性、製造革新を実現するための課題と対策などが議論されました。日本の次世代レーザープロセッシングの展開

があり、銅などの金属加工に優位な青色が高効率化されているという話がありました。

講演2として、古河電工の酒井俊明様より「Blue-IRハイブリッドレーザーとその加工技術」という題名で、従来の赤外レーザーに加え銅などの光吸収が大きな青色レーザーを加えたハイブリッド加工装置とその有効性に関する話がありました。

講演3として、santecAOCの上原昇様より「空間変調素子LCOSを用いた産業応用」という題名で、位相変調が可

性により大きな市場形成の可能性があるとの話もあり、継続的な国家プロジェクトによる支援が必要であることが認識されました。



三島滋弘編集長(オプトロニクス社)パネルディスカッション

山中千代衛賞 報告

大阪大学レーザー科学研究所／極限レーザー核科学研究所(ルーマニア) 田中 和夫



山中 千代衛先生
(大阪大名誉教授)

山中千代衛先生(1923-2017)は、日本のレーザー核融合研究の生みの親であり、現在の大阪大学レーザー科学研究所の前身であるレーザー核融合研究センター創始者でした。高出力レーザー科学を牽引し、世界との競争の中激光XII号装置で多くの研究成果を挙げられました。成果には、「世界最高中性子数や数百倍の固体密度に達する爆縮」などが含まれます。また山中先生のもとからは国内外の多くの研究者が育ち、現在の高エネルギー密度科学研究分野の中核を占めています。



図1 山中 千代衛賞 受賞者 集合写真



図2 山中賞 賞状

このような山中先生の輝かしい成果と歴史を記念してIFSA (Inertial Fusion Sciences and Applications)国際会議において世界の優秀な若手研究者に山中千代衛賞を贈呈することになりました。

2023年9月27日(水)午後、米国コロラド州デンバーのヒルトンホテル会場においてIFSA会議のプログラムに授賞式がセットされ、三名の若手研究者の受賞講演と賞状授与が行われました。

受賞講演後、委員長として選考経緯を説明し、賞状を授与しました。

山中賞に対して欧州、北アメリカ、アジアから多くの応募がありました。審査は、米国ローレンスリバモア研究所、フランスエコールポリテクニク、中国物理研究所などからの研究者により慎重に且つ厳格に行われ、その結果三名の若手研究者が山中賞の栄誉に輝きました。選考基準には、ここまでに達成した研究成果とこれからの研究展開計画が評価されました。図1で壇上に並んでいるのは、三名の受賞者と選考委員。賞状を図2に示します。

受賞したのは、以下の若手研究者3名です。

(1) 境 健太郎

(大阪大学大学院工学研究科)

受賞理由「レーザーを用いた実験室宇宙物理研究においてトムソン散乱と磁場計測を用いた超高速イメージング技術を開発した。これを用い電子流により励起された磁気リコネクションを最初に観測した。」

(2) Avram Milder

(University of Alberta, Canada)

受賞理由「レーザープラズマのトムソン散乱光の角度分布計測から電子分布関数を求める手法確立した。これを用いレーザープラズマ中の電子分布関数がマックスウェル分布から外れていることを証明した。」

(3) Aidan Crilly

(Blackett Laboratory, Imperial College London, UK)

受賞理由「核融合反応から発生する中性子スペクトルを輻射流体力学も考慮して解析する手法を確立した。これにより高密度爆縮された燃料中の核融合燃焼波伝搬が解析できるようになった。」



山中千代衛賞 授賞式

AAPPS-DPP 2023と 日韓レーザー核融合ワークショップ報告

大阪大学レーザー科学研究所 三間 罔興

AAPPS-DPP2023報告

第7回AAPPS-DPP 2023は、アジア太平洋地域を中心に27カ国695名が参加し、名古屋市のPort Messe Nagoyaにおいて、11月12日より17日までの会期で開催された。主な参加国は日本(286名)、中国(185名)、インド(41名)、米国(41名)、韓国(33名)、英国(15名)、オーストラリア(14名)、フランス(12名)、台湾(11名)等であった。発表論文数は最

終的に661件であった。

会議は11月12日(日)の登録、レセプションで始まり、13日の開会式とプレナリー講演で幕を開けた。開会式では、核融合科学研究所所長 吉田善章教授の挨拶をはじめAAPPS-DPP会長のAbhijit Sen教授(インド、プラズマ研究所教授)、AAPPS-DPP 菊池満CEOの挨拶があった。引き続き、U30 Young Scientist and Student Award、U40 Young Scientist Award、Plasma Innovation



図1 AAPPS-DPP2023オープニング(Abhijit Sen 会長、菊池満CEO、吉田善章 核融合科学科学研究所所長、マレーシア物理研究所Teck Yong Tou教授、並びに各賞の審査委員長と受賞者)

Award、Chandrasekhar Awardの授与式があった。それぞれの審査員長より受賞者の賞状、盾、ならびに賞金が送られた。U30は6名(中国3名、日本1名、インド1名、韓国1名)、U40は7名(中国4名、日本2名、米国1名)、Chandrasekhar賞は核融合科学研究所の居田教授(磁気プラズマ実験)、Plasma Innovation 賞は九州大学の渡辺教授(プラズマプロセス)が受賞した。なお、U30AwardはIFEフォーラムの代表として三間審査員長より授与された。図1はオープニングの風景で、AAPPS-DPP会長、AAPPS-DPPCEO、組織委員長、2023年度の各賞の受賞者、審査委員長と上記の会議主催者並びに組織委員長等の集合写真である。また、図2はU30Awardの賞状の一例(Dr. Masato Otaへの賞状)であり、今年度のU30Awardの応募者国別分布、受賞の分野は以下の通りであった。

2023年度 AAPPS-DPP U30 Scientist and Student Award 審査結果

応募者数:19名

国別分布:

China:10, India:3, Japan:3, Taiwan:2, Korea:1

●受賞者分野等

Astrophysics and Space

- Zhi-Yang Liu: "Simultaneous macroscale and microscale wave-ion interaction in near-earth space plasmas", Nature Com (2022) (China)
- Yajie Chen: "Transient small-scale brightenings in the quiet solar corona: A model for campfires observed with Solar Orbiter", A&A (2021) (China)



図2 U30 Scientist and Student Award 表彰状

MCF

- Yi Zhang: "Curvature of Radial Electric Field Aggravates Edge Magnetohydrodynamic Mode in Toroidally Confined Plasmas", PRL (2020) (China)
- Jaemin Seo: "Observation of a new type of self-generated current in magnetized plasmas", Nature Com (2022) (Korea)

Laser

- Masato Ota: "Ultrafast visualization of an electric field under the Lorentz transformation", Nature Physics (2022) (Japan)

Basic

- Swarnima Singh: "Square Lattice Formation in a Monodisperse Complex Plasma", PRL (2022). (India)

冒頭のプレナリーでは居田教授、渡辺教授の受賞講演に続き、各分野のトピックスにつき講演があった。レーザー核融合については、ローレンスリバモア研究所(LLNL)の元NIFプロジェクトリーダーのJohn Edwardsが元NIF所長Mike Campbellに

代わり“40years of science on ICF: Conception to scientific break even on the NIF”と題して講演を行った。会場かBrake-even達成を称賛するコメントとともに、レーザーの電気→光変換効率も考えるとさらに高い利得必要とするコメントがあった。講演後のEdwards博士に確認したところ、LLNLではICF研究に合わせて、2026年には、新たにIFE 研究(高繰り返し爆縮実験)をスタートアップ企業と協力し立ち上げる準備を進めているとのことであった。

AAPPS-DPP 2024は、マレーシャ物理研究所 Tech Yong Tou所長が実行委員長となり、マラッカ海峡に面した保養地マラッカ市において開催予定である。



図3. 韓国のLaser Fusion Consortium組織

日韓レーザー核融合
エネルギー研究開発
連携会議の報告

AAPPS-DPP 2023会議のサテライトとして、レーザー核融合につき日韓研究連携の可能性を検討するため、研究の現状と今後の計画につき情報交



図4 左から1番目:長友 英夫、3番目: John Edwards、4番目:余語 覚文、5番目: S.M.Hur、6番目: H.J.Kong、7番目: 三間 罔興、8番目: H.T.Kim、9番目: W.Bai、10番目: Y.T.Li

換する日韓レーザー核融合ワークショップとWorking Lunch会議を開催した。

日韓ワークショップ

11月14日(火)午後1時~3時のワークショップは公開で行われ、ワークショップ終了後のグループ写真(図4)のように、日本、韓国の代表に加え、第3国よりオブザーバとして米国ローレンスリバモア研究所John Edwards、中国物理研究所Yu Tong Li等数名の参加があった。韓国からはLaser Fusion Consortium代表のHyung Taek KIM(GIST、Advanced Photonics Research Institute、Director of Research Center for Plasma Applications with Ultra-intense Lasers)、Hong Jin Kong(KAIST、ハイパワーレーザー研究開発)、Suh Ming Hur(UNIST:プラズマ理論シミュレーション研究)、等、日本からは、大阪大学レーザー科学研究所の藤岡慎介、余語覚文、長友英夫、三間罔興等が参加した。なお、米国ローレンスリバモア研究所John EdwardsはLLNLにおけるIFEプログラムの立ち上げに向け世話人の一人として活躍している。

ワークショップは、長友の司会により、三間とKongのオープニングリマークで開始し、両国の研究の現状と将来計画につき、韓国側より2件、日本側より3件の発表後自由討論を行った。

韓国からは、H.T.KimによるConsortiumの体制とレーザー開発とプラズマ実験の現状と計画につき報告があった。韓国はかつて、2005年に運転を停止した阪大のGIVレーザーをKAERIに移管し、レーザー核融合研究を開始した経緯がある。しかし、その後活動が停止していた。今回、韓国レーザー核融合研究for Plasmaを立ち上げ、図3の体制でGISTのレーザー4PWのレーザー装置を活用し研究を開始している。これまでの経緯を踏まえ、我が

国との研究協力を期待を寄せている。また、レーザープラズマシミュレーションでは、ウルソン国立科学技術研究所(UNIST)のHurのグループがレーザープラズマ相互作用のシミュレーション研究を開始している。日本からはJ-EPoCHに向けた高繰り返しレーザー開発の現状と計画につき余語が紹介し、続いて、高速点火実験の現状と計画につき藤岡が紹介した。また、高速点火の理論シミュレーションについて、長友より紹介があった。今後、情報交換を続けることを結論とし閉会した。

日韓ワーキングランチ

11月15日(水)日韓の代表による今後の研究連携の可能性につき、14日の意見交換の結果を受けて非公開で意見交換を行った。会議の様子を図5に示す。

日本の研究体制と計画につき兒玉レーザー科学研究所所長が説明するとともに、レーザー核融合エネルギー開発のスタートアップ企業である株式会社EX-Fusionの松尾CEOより、レーザー核融合技術開発計画につき説明があった。また、韓国の活動の概要につき、H.T.Kimコンソーシアム代表より説明があった。その後、昼食を取りながらの懇談で、引き続き日韓双方の核融合エネルギーの情報交換を進めるとともに、日韓双方の共通の具体的なテーマで研究連携を開始することを合意した。当面の連携で取り上げる具体的な課題として、レーザープラズマ相互作用の基礎実験とシミュレーション研究を取り上げる可能性を議論した。韓国側は高速点火に関係し、GISTの100J/ns/minのレーザープラズマと10J/ps/minのピコ秒レーザーの相互作用実験と関連する理論と粒子シミュレーション研究を計画しており、日本の高速点火研究との連携を



図5 日韓ワーキングランチ風景

進めるため、韓国研究財団(NRF)と日本学術振興機構(JSPS)に2024年度の予算要求を行うことになった。

最後に、上記会合の開催にあたり支援していただいた IFEフォーラムに謝意を申し上げたい。

Fusion Power Associates 44th Annual Meeting and Symposium

大阪大学レーザー科学研究所 千徳 靖彦

Fusion Power Associates主催の第44回核融合研究年会シンポジウム「核融合炉のパイロットプラント」が、2023年12月19-20日に、米国ワシントンDCのGrand Hyatt Washingtonで開催され、重森啓介副所長と共に参加しました。本シンポジウムは、米国エネルギー省が支援している核融合研究に参加している研究者の会合です。国立研究所、大学、スタートアップ企業に所属する磁場核融合からレーザー核融合まで幅広い研究分野の研究者が参加していました。また、国際連携と

いうことで、欧州、日本、中国、韓国などからの発表も、一部オンライン形式により行われました。全体の参加者は100名ほどで、会議は、これまで核融合研究に功績のあった方の授賞式を皮切りに、40件以上の講演(1件15分)がありました。

講演のトピックスは、

- 1) 核融合炉のパイロットプラントの目標と特徴
- 2) 米国および国際的な展望と計画

- 3) 科学的核融合炉の準備状況
 - 4) 技術的核融合炉の準備状況
 - 5) 概念設計
 - 6) コストとスケジュール
 - 7) 人材育成
- など、今後の核融合研究の展開について。

政府機関からの講演では、Jean P.Allain (DOE/Office of Science) から、米国核融合エネルギー開発の戦略に関して、特に、スタートアップ企業への支援による技術面でのブレークスルーと、国際協力の重要性と期待が述べられた。日本からは文部科学省馬場大輔研究開発戦略官から、日本の核融合研究を一極集中ではなく、複数の方式の研究を展開・支援していく戦略が示された。QSTからJT-60SAのファーストプラズマの成果が報告された。欧州JETがシャットダウンされたため、磁場核融合のコミュニティではJT-60SAへの期待は大きいと感じた。

レーザー核融合研究に関する講演として、重森副所長の講演や、ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL) のTammy MaからDOEが支援するIFEハブの活動に関して報告があった。DOEは昨年3つのIFEハブを採択しており、LLNLが中心の高速点火方式のハブ、コロラド大学が中心のMJガスレーザーによる対抗照射方式のハブ、そしてロチェスター大学LLEが中核となりブロードバンドレーザー開発を目的としたハブである。そ



会場の様子

れぞれのハブには、それぞれナショナルラボ、大学、スタートアップの研究者が参加し、\$50M/5年が配分されると聞いている。

スタートアップ企業の講演も多く、Focused Energy、Xcimer

Energy、京都フュージョニアリング、Thea Energy、LaserFuionX、ExoFusion他の講演があった。起業の熱意を感じるとともに、(科学的に)大丈夫なのかと心配しつつも、新たなアイデアがブレークスルーにつながることを期待したい。10年後にどうなっているか楽しみである。人材育成では、大学生による核融合研究のアウトリーチ活動が紹介されていた。パネルやスマホのアプリを活用して小中学生に核融合の夢を伝えることは、将来の研究者の人材供給という視点から重要と認識されていた。

本会議は二日間とコンパクトであるが、昨年10月にロンドンで開催されたIAEA国際核融合会議 (FEC2023) の主要トピックスを網羅しており、核融合研究の世界の



ホテルの前の通りの様子

状況、今後の展開や戦略などを聞くことができ、日本からワシントンDCへ3泊5日の弾丸旅程であったが、眠くなったりせずに全ての講演を聞くことができた。食事でも外を歩くと、外気は冷えて肌を刺す。でも、大きなクリスマスツリーが、ホリデー気分を心で温めてくれた。

今回会議への参加を支援いただいたIFEフォーラムに感謝いたします。

編集後記

最近のスマホニュースは毎日「核融合」関係のニュースがメインとなっています。あまりにも多いので、本当にここまで核融合で盛り上がっているのかと疑問に思いましたが、これはスマホのニュースアプリが各人それぞれにパーソナライズされていることによるからだと思います。そう思い新聞をじっくり見ますと、そこそこ核融合に関して記載があるので少し安心した次第です。

紙媒体の新聞が大幅に販売数減となっているそうですがその重要性を見直しました。

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/>