

■ 会議報告

第40回自由電子レーザー国際会議 (FEL2022) 報告

川瀬啓悟 (量子科学技術研究開発機構)
全 炳俊 (京都大学エネルギー理工学研究所)

第40回自由電子レーザー国際会議 (International Free Electron Laser Conference, FEL2022), 通称 FEL Conference は2022年8月22日から26日まで、イタリアのトリエステで約250名の参加者の下に行われた。日本からは総勢12名が参加した。企業展示は17件で日本企業は2件であった。前回は2019年にドイツのハンブルクにおいて開催されており、当初は2021年に開催される予定であったが、COVID-19の影響で1年延期され、2022年の開催となった。COVID-19の影響は依然として大きく、アメリカからの参加者は34名と例年よりも少なく、アメリカ政府の渡航制限の影響が色濃い。また、近年、勢力を増している中国からの現地参加は無かった。ただ、中国の研究機関の成果は最近学位を取得し、ドイツやアメリカで活躍している若手研究者が代理発表していたのが印象的であった。また、会場はかなり大きなコンベンションセンターを使い、人と人との距離をできる限りとれる様にするなど、感染対策への配慮があった。

会議主催者の Opening talk の後、ACO に始まるフランスの FEL 研究を主導されてきた Michael Billardon 氏の追悼講演が Soleil の Marie Couprie 氏により行われた。続いて、毎回恒例の First Lasing セッションがあり、新しく FEL 発振を達成した施設が持ち時間5分でその報告を行った。3年ぶりということもあり例年よりも多い8件の First Lasing 報告があった。内訳は EuXFEL×2 (HX self-seeding, Attosecond Harmonics), SwissFEL Athos SX-FEL Beamline, Seeded FEL driven by LWFA (COX-INEL), SASE & Seeded FEL driven by PWFA (SPARC), UCLA の高効率 THz Single Pass FEL, PITZ の THz SASE FEL, Shanghai SXFEL であった。シングルパス型の FEL では加速器は同じでも異なるアンジュレータビームラインで発振した場合、この First Lasing セッションで報告する傾向がある。休憩を挟んだ後、前回の FEL Conference で FEL 賞、若手 FEL 賞を受賞した受賞者が受賞講演を行った。FEL2019 の FEL 賞受賞者は SLAC の Gennady Stupakov 氏、FERMI の Enrico Allaria 氏、Argonne/Fermilab の Alex Lumpkin 氏、若手賞は SLAC の Joe Duris 氏と上海からオンライン参加の Chao Feng 氏であった。

通常セッションは11のカテゴリーに分かれており、各

セッションには通常、2つの招待講演と2つの一般講演がアサインされている。基本的にパラレルセッションはなく、招待講演、一般講演およびポスター発表で構成される。今回のカテゴリーは“FEL Theory”, “SASE FELs”, “Seeded FELs”, “FEL Oscillator and IRFELs”, “Electron Source”, “Electron Beam Dynamics”, “Novel Accelerators and FEL Concepts”, “Electron Diagnostics, Timing, Synchronization & Controls”, “Photon Beamline Instrumentation & undulators”, “User Experiments”, “End-to-end Experiments (Machine Driven)”であった。FEL 装置開発とその応用研究のみならず、電子源やアンジュレータ・制御など FEL 開発に重要なコンポーネントに特化したセッションもあるのが特徴である。また、今年は XFEL を使った一般的な応用研究に焦点を当てた“User Experiments”セッションとマシン側が主導する“End-to-end Experiments (Machine Driven)”が二つに分けて開催されたのも興味深い点である。招待講演は特に選りすぐりの若手研究者が多く選ばれており、どの講演者も今後の発展が大いに期待される印象を受けた。

ポスターセッションは初日・二日目・三日目の3日間実施された。プログラム登録上の発表件数は167件であったが、COVID-19の影響か掲示されていないポスターが例年よりも多かった様に思われる。

今回の会議では2回のチュートリアルセッションが企画された。従来、FEL に関する理論を基礎から丁寧に講義されることが多かったが、今回は趣旨を変えて、ヨーロッパにおける加速器光源研究の研究プロジェクト提案に関するアドバイスと学術誌編集者による論文投稿に関するアドバイスというものであった。前者では LEAPS (the League of European Accelerator-based Photon Source, <https://leaps-initiative.eu/>) と LaserLab-Europe (<https://www.laserlab-europe.eu/>) の紹介とこれらが所属する装置を利用した研究プロジェクト申請についてのアドバイスが示された。EU 外の研究者も利用可能であり、EU 外からの若手研究者の滞在についてのプログラムもあるため、日本の研究者にも良い機会であると思われる。興味を持たれた方は上記のホームページを是非ともご参照されたい。後者では Physical Review Letters の編集者である Serena Dalena 氏と Nature Photonics の編集者である

Oliver Graydon 氏を迎えてラウンドテーブル型のチュートリアルが行われた。各編集者からは各雑誌への掲載に対して研究者に求められる点と FEL に関する研究の掲載実績、今後の期待が述べられ、参加者からも数多くの質問がなされた。

25日の午後にはラボツアーが開催され、Elettra Sincrotrone Trieste および FERMI@Elettra を訪問した。Elettra シンクロトロンの見学は軽いもので、現在の仕様やアップグレードに関する紹介があった。メインは FERMI の見学であった。FERMI は 1.5 GeV の S-band 線形加速器と 2 つのアンジュレータライン、数本に分かれた利用ビームラインで構成され、電子源は光陰極高周波電子銃である。FEL 発生用アンジュレータの多くは APPLE-II 型であるが APPLE-X アンジュレータと見られるものも 1 台インストールされていた。二つのビームラインの並列運転は可能なのか聞いてみたところ、それはとても無理だとの回答があった。High Gain Harmonic Generation (HG) が基本的な Seeded FEL 発生方法であり、このための Seed 用レーザーの調整などがネックになっているのか、アンジュレータビームラインの切り替えにも相応の時間を要するようである。現在、更なる性能向上を目指し、Echo-Enabled Harmonic Generation (EEHG) のための 2 つ目の Seed 用レーザーシステムの整備を進めているとの紹介があった。また、FEL 発振に使った後の電子バンチを利用した大強度 THz 光源である TeraFERMI も見学できた。ラボツアーの後にはトリエステの市街地に戻り、各々、海岸にあるバンケット会場に向かった。アドリア海に沈む夕日を背にバンケットが開始され、美味しい料理とワインに舌鼓を打った。終盤に次回の開催地ワルシャワの

主催者代表による挨拶と 2026 年の主催が SLAC になることが SLAC の Zhirong Huang 氏から発表された。続いて今回の若手 FEL 賞、FEL 賞の受賞者が発表された。若手賞は EuXFEL の Svitozar Serkez 氏と Jiawei Yan 氏、SLAC の Zhen Zhang 氏の 3 名に贈られ、FEL 賞は、イギリス Strathclyde 大学の Brian McNeil 氏とアメリカ Duke 大学の Ying Wu 氏の 2 名に贈られた。McNeil 氏は FEL の計算コード FELO や PUFFIN を開発するとともに多くの博士を輩出している。Wu 氏は Duke 大において蓄積リング型 FEL による逆コンプトン散乱ガンマ線のユーザー供給施設として、その開発と利用促進に長年貢献している。

COVID-19 による制限が各国で緩和され、我々にとって久しぶりの対面開催の国際会議参加であった。多くの講演をその場で集中して聞くことができ、ポスターも色々じっくりと眺めることができる点で、オンライン会議にはない体験と臨場感を得ることができ、改めて対面会議の有用性を感じた。コーヒープレイクやランチ・ディナータイム、懇親会などでの様々な交流は対面開催ならではのものであり、その重要性を再確認した。今後、現地開催が主流に戻ることを切に期待したい。

なお、各研究の詳細については後日公開される JACoW プロシーディングスを、会議の概要については公式 web page (<https://www.fel2022.org>) や公式 Facebook アカウント <https://www.facebook.com/fel2022> を参照されたい。

筆者の本会議出席の一部は文部科学省 Q-LEAP 基礎基盤研究 (JPMXS0118070271) の助成を受けたものである。



図 1 左上：バンケット会場から見たアドリア海に沈む夕日。左下：Conference 会場、COVID-19 感染対策のため、座席間隔が広くとられている。右：FEL2022 会場での集合写真 (Luca Giannessi 氏提供)。