

■ 会議報告

第33回自由電子レーザー国際会議 (FEL2011) 報告

前坂比呂和 (独立行政法人理化学研究所 播磨研究所 放射光科学総合研究センター)

今年の FEL 国際会議 (FEL2011) は、8月22日(月)から26日(金)にかけて中国・上海にておこなわれた。主催は、上海応用物理研究所 (SINAP) である。会場は、上海国際会議中心というところで、上海の浦東新区という上海の高層ビル群が集まった地区にある会議場である。会場周辺は、非常ににぎやかな所で、すぐ近くには東方明珠電視塔というランドマークタワーがあるような繁華街であった。会議場は、中がほぼ正方形で、Fig. 1に示すように前方に2つのスクリーンがあり、発表者は、スクリーンの間に立って講演するという感じであった。

会議の流れとしては、初日の午前 First Lasing というここ1年で初めて FEL 発振した施設からの短い報告と、前回の FEL 賞受賞者による記念講演があり、その後は、FEL の各分野からのセッションが順におこなわれるという形であった。初日から4日目までは、8:30から15:00までがオーラルセッション、15:30からの2時間がポスターセッションにあてられ、その後、17:30から1時間は、チュートリアルとして FEL のいくつかのトピックについての入門的な講演があった。最終日の5日目は、午前いくつかの口頭発表と前々回の FEL 賞受賞者の記念講演があり、終わりの挨拶で締めくくられた。発表件数は、口頭発表52件、ポスター発表約220件であった。その他のイベントとしては、初日の夜にレセプションとして会場の横の川を遊覧船でクルーズしたり、3日目の夜にバンケットがおこなわれたり、最終日の午後研究所の見学がおこなわれたりした。以下に、会議内容についてより詳しく



Fig. 1 会議場の中の様子

く報告する。

まず初日は、すべての講演に先立ち、ESRF の加速器のトップであった Pascal Elleaume 氏が3月に事故で亡くなったことについての追悼講演 (M. Couprie) があった。その後、わが国の SACLA での X 線 FEL の初発振の報告 (新竹積) をはじめとして、英 Daresbury の赤外線 FEL (D. Dunning)、伊 FERMI@Elettra のシード型紫外 FEL (G. Penco)、独 DELTA 蓄積リングでの光クライストロンの高調波による紫外 FEL (H. Huck) の発振についての報告があった。それに続き、FEL 賞の記念講演として、FEL 計算コード Genesis の開発者 S. Reiche 氏による FEL 計算の講演があり、FEL 若手賞の記念講演として、わが国の SCSS 試験加速器で極端紫外領域でのシード型 FEL に貢献した G. Lambert 氏からの講演があった。

初日の午後には、XFEL 利用者からいくつかの物理結果が示された。とくにタンパク質の構造解析においては、ナノクリスタルという小さい結晶に XFEL を照射することで構造を決めることに成功したようである。その他、非線形な多重光子反応やポンプ・プローブ実験などの紹介がなされた。いずれのユーザーからも XFEL 加速器への期待として繰り返し 1 kHz 程度が望ましいとのことであった。これは今後の装置開発の指針のひとつとなるであろう。

2日目には、まず FEL 理論のセッションがあった。とくに、波長 0.1 nm 領域でのセルフシーディングの手法としてモノクロメータから透過してくる光を用いる方法が印象的であった (G. Geloni)。これまではモノクロメータから反射してくる単色光を用いるものが提案されていたが、透過光を使う方法は、よりセットアップが簡単になるというメリットがある。セルフシーディングは、波長 0.1 nm 領域の XFEL の時間コヒーレント化の有力な方法であり、筆者としてもぜひ実現したいもののひとつである。

このすぐあとの XFEL のセッションでは、わが国の SACLA のコミッショニングの報告 (田中均)、独 FLASH の波長 4.1 nm での FEL 発振の報告 (S. Schreiber)、米 LCLS の状況報告 (H. Loos) があった。SACLA では、約3ヶ月という短いビーム調整の結果6月に波長 0.12 nm での XFEL 初発振を観測したことが報告され、2012年3月の供用開始に向けて更なる出力増強と安定化に取り組んでいることが示された。FLASH は、エネルギー増強 (最大 1.2 GeV) の結果、最短波長が短くな

ったとのことである。また、LCLSは定常的にXFELをユーザーに供給しており、24時間運転で週5日間のユーザー運転と2日間の調整・スタディをおこなっているとのことであった。

2日目の午後から4日目にかけては、他のFEL施設からの報告も多数あった。まず、波長0.1 nm付近のXFELについては、たとえばEuroXFELからは口頭発表はなかったもののポスター発表を見るかぎり着々と建設が進んでいるようである。SwissFELは、試験加速器でのマシンスタディや実機的设计が進行中である。また、韓国PALでもXFEL計画が認められたようである。つぎに、運転中の施設としては、伊FERMI@Elettraにて1.2 GeVの電子ビームに260 nm (800 nm/3)のレーザーでシードして43 nm (6次)~65 nm (4次)あたりのHGFG (High-Gain Harmonics Generation) FELを発振した結果が報告された。中国SDUV-FELでは、135 MeVの電子ビームに1040 nmのレーザーでシードして347 nm (3次)のHGFG FELや300 nm付近のEEHG (Echo-Enabled Harmonic Generation) FELを発振したようである。また、米SLACのNLCTAでは、120 MeVの電子ビームに795 nmと1590 nmのレーザーでシードして300~500 nmのEEHG FELを発振している。このように、SASE (Self-Amplified Spontaneous Emission)方式のFELは、実用化の域に達しており、さまざまな国に普及してきている。そして、シード型FELについても、波長50 nm~1000 nmの極端紫外~赤外領域のものは原理実証ができてきており、実用化に向けた取り組みに変わりつつある。シード型FELの次の目標は10 nm未満の軟X線領域となるであろう。

上記の各施設の報告と並行して、FELの要素技術などについても、いくつかのセッションで様々な発表がおこなわれた。たとえば、米LCLSではバンチ長数fsのビームを生成することができていて、そのバンチ長も測定できているようであった。タイミングの話では、最近のXFEL施設などでのタイミングシステムのレビュー (大竹雄次)のあと、時間ジッタが1 fs以下のアト秒領域のモードロックレーザーについての報告 (J. Kim) などがあった。このモードロックレーザーのジッタについては、実験レベルでの測定ではあるものの1 fsの壁を破っており、XFELを用いた1 fsオーダーの時間分解能のポンプ・プローブ実験ができる可能性が高まってきたのではないかと



Fig. 2 バンケットにてFEL賞が新竹積氏に授与された

思われる。

5日目の最終日は、2009年のFEL賞の記念講演としてP. Evtushenko氏からのコヒーレント放射によるビーム診断のトークがあり、その後、主催者からのClosing Remarksで幕を閉じた。終了後にはサイトツアーがあり、SINAPのSDUV-FEL施設の見学、または、SSRF (上海放射光施設)の見学をすることができた。筆者は、SINAPの方の見学をしてきた。SDUV-FELは、135 MeVの電子線形加速器とそれに続いていくつかの異なる種類のアンジュレータとシケインが交互に設置されているような施設であった。この装置でHGFGやEEHGなどのさまざまなシード型FELの実験がされているとのことである。FEL利用の設備はなく、純粋にFELの実験をしている雰囲気が感じられた。

さて、3日目のバンケットの際には、FEL賞の授賞式があわせておこなわれた。喜ばしいことに、今年のFEL賞はSACLAへの貢献が評価されて新竹積氏に授与された (Fig. 2)。SACLAでのXFELレーズングがこのような形で評価されたことは意義深い。また、FEL若手賞は、伊SPARCでのシード型FELの研究が評価されてMarie Labat氏に授与された。

最後に、次回のFEL国際会議についてご案内したい。今回は、2012年8月26日から31日にかけてわが国の奈良県で開催されることとなっている。自国開催なので、SACLAなどのわが国のFEL関係の研究成果が多数発表されることを期待するとともに、読者の方々からの多数のご参加をお願いしたい。