

# CLEO Pacific Rim 2024 国際会議参加報告書

量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所 先端レーザー科学研究グループ  
グループリーダー/上席研究員 桐山 博光  
(2023 年度 国際会議等参加助成 AF-2023258-X2)

キーワード：フェムト秒 (fs) レーザー，時間空間ビーム品質，安定性

## 1. 開催日時

2024 年 8 月 4 日～8 月 9 日

## 2. 開催場所

韓国・仁川にある Songdo Convensia (図 1) で開催された。



図 1 Songdo Convensia.

## 3. 会議報告

先進的フェムト秒レーザーとその応用に関する国際会議 (The 16th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PR 2024)) に出席し，研究成果の発表を招待講演として行った。また，プログラム委員として本会議のプログラムの審議・策定を行うとともに，セッションの座長を務める等，会議の運営にも貢献した。

参加している研究者と本研究成果や，レーザー高度化及び応用研究に関して議論を行うとともに，今後の研究活動に有用な情報収集を行った。展示会においても，最新の光学装置，周辺部品・装置などに関する有益な情報を得る絶好の機会であった。

本会議での論文数は過去最高で 1131 件，参加者は 150 名と，通常の約 2 倍とのことであった。参加者及びその国について表 1 にまとめた。予想を上回る盛況で，12 もの平行セッションで進められた。2 日目，3 日目においては 2 時間のポスターセッションが行われ，より密な議論が活発に成されていた (口頭講演，ポスター発表の様子はそれぞれ図 3，図 4 を参照)。招待講演者の顔ぶれも北米，欧州，アジア等各地域から多岐にわたり，ベテランの研究者だけでなく，活躍している若手研究者の発表もあり，先

進的フェムト秒レーザーとその応用の最新の動向を学ぶには最適の会議であった。

出張者は，“Origin and suppression of the pre-pulse and pedestal of the J-KAREN-P laser facility” というタイトルで招待講演を行った。高精度加工時に問題となるプリパルスの除去や高繰り返し，高エネルギー化などを目指したアップグレードの計画など多くの質問を受けた。フェムト秒レーザーの時間・空間品質向上や，高出力化，高繰り返し化といった高度化技術は，今後産業応用で重要な生産性向上の観点からも不可欠なものである。本研究開発が非常に興味を持たれており，レーザーの高強度化に伴って，その利用に向けた高品質レーザーに関する技術開発が重要であることが確認できた。

表 1 参加者 (36 国から 1504 名の参加者)

Country/Region	Regular	Student	Total	Country/Region	Regular	Student	Total
Korea	356	303	659	France	2	2	4
China	124	144	268	Israel	2	2	4
Japan	125	108	233	UAE	4	0	4
Taiwan	37	46	83	Italy	3	0	3
USA	38	2	40	Mexico	1	2	3
India	8	24	32	Spain	0	3	3
Hong Kong	10	9	19	Chili	2	0	2
Germany	15	2	17	Czech Republic	2	0	2
Russian Federation	9	8	17	Finland	2	0	2
Singapore	15	2	17	Latvia	2	0	2
UK	10	7	17	Saudi Arabia	0	2	2
Australia	13	2	15	Thailand	2	0	2
Poland	5	7	12	Ireland	1	0	1
Canada	8	3	11	Malaysia	1	0	1
Denmark	3	6	9	New Zealand	1	0	1
Switzerland	6	0	6	Norway	0	1	1
Belgium	2	3	5	Romania	1	0	1
Netherlands	3	2	5	Turkey	0	1	1
				Total	813	691	1504



図 2 口頭講演

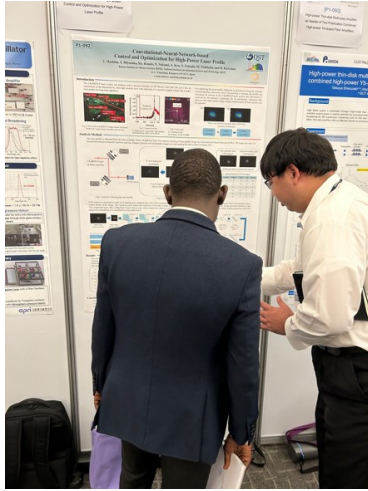


図3 ポスターセッション

近年のフェムト秒レーザー技術の進展に伴い、実際の利用を行う際に重要となる時間品質などのビーム品質に関心がもたれ、これらに関して会議全体を通して議論が活発になされていた。

高い強度を有するフェムト秒メインレーザーパルスに先立って強度の低いプリパルスが存在する。高強度下ではプリパルスの強度も大きいため、プリパルスが加工対象物を傷つける等問題となっている。プリパルスの発生原因の理解・解明に関する議論がなされるとともに、プリパルスの除去に多くの取り組みがなされていた。

フェムト秒レーザーの時間・空間品質向上は勿論、高出力化、高繰返し化といった高度化技術は、今後産業応用で重要な生産性向上の観点からも不可欠なものである。このため、加工用はもちろん理化学用にも使える光源開発も進んでいた。

半導体レーザー励起の小型・高効率レーザーの開発が進んでいた。中国(Fujian Institute of Research on the Structure of Matter)、フランス(2Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique)とスペイン(Universitat Rovira i Virgili (URV))の共同チームでYb:CaF<sub>2</sub>発振器において、38 fs, 1060 nm, 35.8 MHzで動作する近赤外レーザー開発に関する報告があった。また、中国(Shandong University)のグループからYVO<sub>4</sub>/Tm:GdVO<sub>4</sub>結晶を用いて高いスロープ効率40%, 7.5 W, 2.29 μmで動作する中赤外レーザー開発に関する報告があった。高速・高精度に波長を変化させることでさまざまな加工に適した光源であると注目を集めていた。

また、ドイツ(Institute of Quantum Optics, Leibniz Universität, Cluster of Excellence PhoenixD, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee)のグループは、BBO結晶を用いた光パラメトリックチャープパルス増幅(OPCPA)法を用いることでスペクトル帯域を広げ、数サイクルパルスレーザー開発が進んでいた。今までできなかった極薄材料

の加工等に使えるとのことであった。

レーザー加工にAIとレーザーの遠隔化や自動化を組み合わせるといったDX化に関する報告も多くあった。レーザープロファイル画像等のリアルタイム可視化システムやレーザーのポインティングを常時監視し、そのデータを取得し、アクチュエータが付属したミラーを自動で制御することで、レーザー立ち上げ時間を短縮するとともに、長時間の安定供給を実現していた。どのような材料でどのような加工がどのような波長で高効率にできるかなどAIを駆使して最適化することが進んでいた。小型装置から、例えばThe Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (ELI-NP)のピーク出力が10 PW(=ペタワット=10<sup>15</sup> W)のチタンサファイアレーザー媒質を用いた大型装置まで、導入が段階的ではあるが急速に進んでいるように感じた。ELI-NPの10 PWレーザーは1分間に1ショットのショットレートとのことであった。

最後に、超高ピーク出力レーザーの報告も付け加えておく。中国科学院上海光学精密機械研究所が中心となり、SEL(Station of Extreme Light)と呼ばれるOPCPAを用いた100 PWのレーザー開発が予算化され、200 TWのプロトタイプ開発に成功し、このプロトタイプで得られた知見を基に2027年までの完成を目指しているとのことであった。ELI-NPでは、世界で初めての10 PWレーザー照射実験が開始され、コミッショニング実験を行っているとのことであった。この実験が終了次第、ユーザーファシリティーとして10 PWレーザーをユーザーに供給するとのことであった。英国のラザフォードアップルトン研究所では、EPAC(The Extreme Photonics Applications Centre)と呼ばれるプロジェクトが予算化され、独自技術で開発に成功した低温冷却Yb:YAGレーザーを励起光源とした、10 Hz動作が可能なPWチタンサファイアレーザーを建設中で、ブロードバンドで10 J出力まで開発が進んでいるとのことであった。超高ピーク出力を支える励起レーザーとして、日本の量子科学技術研究開発研究機構のチームから、半導体レーザー励起方式を用いるとともに、一つの発振器から励起光と被増幅光を生成することで、ジッターフリーとしたOPCPAの開発に成功していた。また、大阪大学のレーザー科学研究所からは、SENJU(Super-Energetic Joint Unit)と呼ばれる低温冷却Yb:YAGをレーザーにより、10 J, 100 Hzのレーザー出力を達成し、現在100 Jヘアップグレード中とのことであった。

先進的レーザーとその応用に関する国際会議において、最新の研究動向や各国の研究者との意見交換及び最新の開発現状を把握することができた。今後の研究開発の遂行に活かしていきたい。

## 謝 辞

最後に、本会議への参加にあたり、天田財団より援助をいただきました。深く感謝の意を表し、厚くお礼申し上げます。