第９回レーザピーニングと関連現象に関する国際会議

量子科学技術研究開発機構　関西光量子科学研究所
主幹研究員　中新　信彦
（2024 年度 国際会議等参加助成 AF-2024266-X2）

キーワード：ドライレーザピーニング，フェムト秒レーザ駆動衝撃波，周波数領域干渉計測

１．開催日時

2025 年 9 月 28 日～10 月 3 日

２．開催場所

チェコ共和国、プラハ、Prague Congress Centre

３．国際会議報告

3・1　会議の概要

本会議はレーザピーニングとレーザピーニングに関連する現象についての研究、技術開発に関する国際会議であり、学術および産業界から研究者、技術者などの専門家が一堂に会して最新の研究成果の発表が行われ、議論が交わされた。2008 年から 9 回目の開催となる本会議の議長は HiLASE Centre の Tomas Mocek と Jan Brajer であり、３件の基調講演、53 件の口頭発表、17 件のポスター発表がシングルセッションで実施された。17 カ国から 92 名の参加者があった。本会議から新たにブラジルが参加することになった。基調講演の発表者とタイトルは以下のとおりである。

- Dr. Lloyd Hackel, ScD (Curtiss-Wright, USA), "Industrialization of LSP Technology: Past, Present, and Future Prospects",
- Prof. Dr. Yuji Sano (U. Osaka, Japan), "Past, Present and Future of Laser Peering without Coating", Prof.
- Kenichi L. Ishikawa (U. Tokyo, Japan), "Integrating AI and Physical Modelling for Advanced Laser Materials Processing"

産業界からは航空宇宙、原子炉関連会社、レーザピーニング実施行メーカー等による講演があり、これまでのレーザピーニングの実用の歴史から、最近の施工事例の紹介があった。さらに様々なレーザ、様々な材料（溶接部や積層造形も含む）に対するレーザピーニングによる残留応力の付与や疲労特性の改善に関する報告が数多くされた。その他、レーザピーンフォーミング、レーザー駆動衝撃波を用いた剥離試験、レーザ駆動衝撃波を含むレーザピーニングに関連する現象の理解のための MD や FEM 等のシミュレーションに関する発表も行われた。また、会期中に HiLASE Centre の見学ツアーも開催され、80 J, 10 Hz という世界最大エネルギーでのレーザピーンフォーミングを実施した実験装置等の見学があった。次回は 2027 年インド・ハイドラバードで開催されることがアナウンスされた。

3・2　発表概要

筆者は「Ultrafast Shock Wave Observation in Aluminum with Femtosecond Laser Irradiation（フェムト秒レーザー照射によるアルミニウム中の衝撃波の超高速観測）」というタイトルで口頭発表（招待講演）を行った。高強度のフェムト秒レーザパルスはその照射強度の高さから、プラズマ化と急激な膨張によって衝撃波が駆動され、水などのプラズマ閉じ込め用の媒質なしで塑性変形を引き起こす高い圧力を実現することができる。従来のナノ秒レーザによるピーニングに比べ、パルスエネルギーが小さく熱的な影響が極めて小さいので犠牲層も必要としない。大気中でフェムト秒レーザを直接材料に照射しピーニング効果を得ることができる本手法はドライレーザピーニングと呼ばれ、現在注目されている [1]。今回発表した研究成果は、フェムト秒レーザ駆動の衝撃波により圧縮された物質の熱力学的な状態を、周波数領域干渉計測法を用いてピコ秒オーダーの高い時間分解能で評価したもので、その計測結果からレーザにより加熱された電子の拡散距離よりも浅い極表層（80nm 以下）ではイオンと電子の温度が異なる 2 温度状態となっているのに対し、それよりも深い領域では 200 GPa 近い弾性圧縮のユゴニオ状態（熱力学的平衡な衝撃圧縮状態）になることが示唆された。これらの結果はドライレーザピーニングによる材料の機械特性向上や、従来法では見られない準安定高密度構造や特徴的な転位構造等のユニークな現象の原理解明につながると期待される [2]。

謝　辞

本国際会議への参加にあたり、公益財団法人天田財団より国際会議等参加助成を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

1) T. Sano et al., “Femtosecond laser peening of 2024 aluminum alloy without a sacrificial overlay under atmospheric conditions,” J. Laser. Appl. 29, 012005 (2017).
2) N. Nakaknii, Y. Mori, S. Inoue, and T. Sano, “Ultrafast observation of shock wave formation in aluminum under direct femtosecond laser irradiation”, J. Appl. Phys. 137, 153108 (2025).