

第 71 回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム
「レーザー改質プロセスの基礎と先端技術」開催報告

世話人：西山宏昭（山形大），長谷川智士（宇都宮大）

本シンポジウムは，3.6 レーザープロセシングのプログラム編集委員提案のシンポジウム（Technical）として，会期中の 3/22 午後（13:30～17:50）に開催された．レーザー改質は，プラズマ発生に見られるような物理的過程と，格子欠陥生成などの化学的過程が複雑に関わる機能創出プロセスである．近年では，量子構造やソフトデバイスの形成など様々な展開が進められている．本シンポジウムでは，レーザー改質プロセスにおける先端計測からプロセス応用までを広く俯瞰して現状を把握するとともに，プロセスの現状と将来性，新たに期待される展開について広く議論する場を提供することを目的として企画された．7 件の招待講演と 1 件の一般講演で構成され，最後にシンポジウムスポンサーである有限会社メカノトランスフォーマーによるショートセミナーが行われた．以下に，講演内容を報告する．

伊藤佑介先生（東京大学）からは「励起領域への選択的吸収による透明材料の超高速レーザー加工」と題して，過渡選択的レーザー加工法による透明材料の高効率加工について最新研究の紹介がなされた．フェムト秒レーザーで材料内部に形成したフィラメントに，ロングパルス照射することで超高速加工を実現している．条件検討から第 2 パルスのピーク強度が低いほど加工効率が高くなることが示され，時間分解計測と電子密度の時間変化の検討に基づいた加工機構の説明がなされた．この 5 年で TSL の加工速度が 100 倍以上に向上していることが紹介され，今後の更なる高速化が期待される講演であった．

富田卓朗先生（徳島大学）からは「金属多層膜への超短パルスレーザー照射による非熱的合金化」と題して講演を頂いた．励起強度に応じた材料の過渡的物性変化に着目し金属の改質プロセスへと展開されたことを述べられ，超短パルスレーザー照射によって，Au/Ni 二層膜では固溶体が生成されることや，Fe/Cr/Ni 多層膜では Fe と Cr が合金相が生じ得ること，そこには超短パルスレーザーによる急熱急冷効果が寄与していることなどが詳細に説明された．今後の展望としてハイエントロピー合金生成への可能性にも言及され今後の更なる進展が期待される講演であった．

佐野智一先生（大阪大学）からは「フェムト秒レーザー衝撃波のその場計測と表面改質応用」と題してご講演を頂いた． 10 J/cm^2 を超える高強度パルスの照射によって金属材料内に 100 GPa 近い高圧を発生させ得ることや，照射部近傍では従来法に比べ 100 倍もの高密度の格子欠陥が生成されることが紹介された．また，この衝撃加工をピーニングに適用することで，析出強化型合金の溶接部や FSW 接合部の疲労強度が顕著に改善されることが説明され，

XFEL によるレーザー駆動衝撃圧縮過程の in-situ 計測から照射で生じる高い弾性ひずみが高密度欠陥生成に深く関わっていることが説明された。基礎と応用の両面で今後の更なる展開が期待される講演であった。

寺川光洋先生（慶応大学）からは「レーザー誘起グラフェンの基礎から応用まで」と題してご講演を頂いた。レーザー照射による高分子材料の炭化および黒鉛化ならびにレーザー誘起グラフェンに関する研究動向の紹介と、炭化に伴う材料の構造変化に関する説明が詳しくなされた。照射で生じる炭化物の詳細観察やその生成経路について説明がなされ、特に、PDMS 中にレーザー直接描画されたグラフェン量子ドットのパターンは印象的であった。最後に、電気二重層キャパシタや摩擦帯電ナノ発電機形成への応用が示され、同レーザー手法の高い有用性が説明された。

一般講演として、藤田氏（弘前大学）から「フェムト秒レーザーを用いた生体適合性ハイドロゲル内部へのマイクロ流体構造作製」と題して発表がなされた。コラーゲンゲルの内部でレーザー誘起バブルを走査することでマイクロ流路構造を描画し管腔構造を形成する興味深い発表であった。

古川英光先生（山形大学）からは「レーザー方式 3D フードプリンターとそのコンテンツの開発」と題してご講演を頂いた。ソフトマターに特化した 3D ゲルプリンターの開発経緯やその成果の様々な社会実装の事例について講演がなされた。リアルな動きを再現したゲルクラゲの液中造形やバスタブ型 3D フードプリンターを用いたお寿司などの食品印刷が紹介された。食品印刷では、レーザー照射によって澱粉粒子を糊化し水分を取り込むことで食品の硬さの制御も可能となることが説明された。食品分野におけるレーザー改質の可能性を感じさせる講演であった。

細川陽一郎先生（奈良先端大）からは「細胞・生体材料のためのフェムト秒レーザー応用プロセス」と題してご講演を頂いた。研究を開始した初期経緯の説明から始まり、細胞接着力の評価やペルオキシソームの明所暗所での剥離挙動の評価などを通してレーザー衝撃力の高い有用性が明快に示された。また、レーザー衝撃力の定量化手法について紹介され、衝撃力の大きさと熱揺らぎの関係から、熱揺らぎと競合するオーダーの力が加わった状況下での生体材料の力学応答評価の重要性が指摘されるなど、大変興味深い講演であった。

下間靖彦先生（京都大学）からは「超短パルスレーザー照射によるダイヤモンドの構造改質」と題して、高濃度 NV 中心の空間選択的かつ効果的な作製手法についてご講演を頂いた。照射条件依存性を評価し、短パルス化することでグラファイト化が抑制されることや、1 パルスであっても NV 中心は形成され、照射から 100 ps 以内に構造形成に至り得ることなどが

紹介された。また、高感度化に重要となる NV 中心の配向をビーム偏光により制御し、未照射に比べて最大で配向率が 55%に増加することが示されるなど、この構造改質手法の高い有用性が感じられる講演であった。

本シンポジウムでは 80 名ほどの聴衆が参加し（現地 50 名ほど、オンラインで 30 名ほど）、多くの質疑、議論が交わされた。レーザー改質プロセスのさらなる活用と将来性を強く実感した。最後に、御講演を快く引き受けていただいた先生方と、シンポジウムスポンサー様、参加いただいた聴衆の皆さまに厚く御礼申し上げます。