

## フェムト秒レーザーを用いた紙の高精度切断を実現

連続光やナノ秒(10のマイナス9乗秒)パルス光のレーザーを用いて紙を切断すると、紙が変色を起こすことが課題となっていました。宇都宮大学オプティクス教育研究センターの早崎芳夫教授は、150 フェムト秒(10のマイナス15乗秒)の時間幅を有する、フェムト秒レーザーパルスを用いたアブレーションによって、高精度かつ変色の少ない紙の切断加工を実現しました。

紙のレーザー加工は、プログラムによる柔軟な加工形状の調整が可能で、刃の摩耗のないことから長期安定した加工形状等、工業的に優れた特性を有します。本技術は、これまでの数倍から10倍の加工精度を得られるため、紙製容器の密封、空気穴、マーキング、紙の装飾的(アート)加工など、紙のレーザー加工の応用において、その利用拡大に寄与します。

また、下図に示すように、通常の洋紙よりも複雑な材料構成を有し加工が難しいとされる日本の伝統的な和紙(実験では栃木県那須烏山市産の和紙を使用)に対しても、変色の少ない加工を実現しました。和紙を変色させずに高度な装飾的加工を施すことでその付加価値を向上させ、日本の伝統工芸振興に貢献するとともに、アート性に優れた紙製品の開発により、我々の日々の生活を豊かに彩ることも期待されます。

本研究成果は、4月7日にアメリカ光学会(OPTICA)が出版する論文誌 Optics Express 誌に掲載されました。



図 和紙のレーザー加工

## 概要

- 紙材料のフェムト秒レーザー加工を行い、加工構造の共焦点光学顕微鏡観察によりレーザー切断実験におけるパルスエネルギーと照射パルス数の有効なレーザーパラメータを同定した。
- パルスエネルギーと照射パルス数のレーザーパラメータに対する、紙のレーザー加工のしきい値特性を知り、それらのパラメータに非線形依存性があることを明らかにした。その非線形依存性から、パルスエネルギーと照射パルス数の積である総照射エネルギーを最小化する条件を見つけた。
- 紙材料を切断しないレーザーパラメータにおいて、紙表面に溝加工を実現できることを示した。溝加工領域のアブレーションは総照射エネルギーの増加に伴い増加した。溝上および溝横にあるデブリの量も同時に増加した。溝横の変色も、総照射エネルギーの増加に伴い増加した。
- 紙が切断される場合、どのデブリも劇的に減少し、同時に、変色も劇的に減少した。溝加工時の変色とデブリの位置がほぼ一致し、紙を切断したときに変色と破片が同時に減少したことから、変色はデブリの蓄積によるものと考えられた。
- 実証的なデモンストレーション実験として、レーザーパラメータを紙の加工しきい値エネルギー付近に調整することで、プリンターで紙に印刷された文字を最小限の損傷で除去できることをしめした。
- さらに、別の実証的なデモンストレーション実験として、複雑な構造と組成を持つ天然由来の紙である和紙(栃木県那須烏山市、福田製紙所製)を目に見える変色なしにレーザー切断できることを示した。
- これらの研究結果は、多様な種類の紙製品に対して、変色なしに、精密な加工を実現出来ることから、新形状の食品容器、パッケージ、包装紙など、新しい紙製品の開発に貢献できることが期待される。
- 0.01 ミリメートル以下の精度で自由な形状の加工を可能にするため、高精細な紙の装飾やアートに利用が可能であり、我々の生活をより豊かにする。

### <問合せ先>

国立大学法人宇都宮大学

オブティクス教育研究センター

副センター長/教授 早崎 芳夫 (はやさき よしお)

TEL : 028-689-7114

E-mail : hayasaki@a.utsunomiya-u.ac.jp