

トポロジカルフォトンクス：その動向と応用への期待

Topological Photonics: Current Trends and Future Prospects

東大生研 ○岩本敏, 荒川泰彦

IIS, Univ. of Tokyo, °Satoshi Iwamoto and Yasuhiko Arakawa

E-mail: iwamoto@iis.u-tokyo.ac.jp

処理すべき情報量の爆発的増大に伴い、光通信はもちろんのこと、サーバなどの情報処理機器内の信号伝送や IOT の普及による各種センサなどにおいても、光技術の重要性が益々高まっている。小型高効率な光デバイスやそれらを高密度に集積した光集積回路はこれらの応用で求められる要素であり、例えば光導波路における伝搬損失など、作製時に生じる構造ゆらぎや不完全性に起因する性能や効率の低下を抑制するために高精度加工技術の開発と利用が精力的に進められている。一方、新たな概念の導入によりこの問題を本質的に解決することができれば、フォトンクス技術の飛躍的進展が期待できる。”トポロジカルフォトンクス”は、その可能性を秘めた新たな分野である。

物質科学におけるトポロジカル絶縁体と同様の概念を光技術に展開し、光の電磁界分布のトポロジカルな性質を探索しその応用を目指すのがトポロジカルフォトンクス[1,2]である。光学特性を適切に制御した人工光学構造では、構造揺らぎに強い光伝搬や、逆向きの進行が禁止される一方向性伝搬などが可能となる。これにより超低損失な光導波路や光遅延線、高性能共振器などが実現されると期待されている。さらに、トポロジカルな特性を利用することで、従来の光デバイスでは困難もしくは不可能な機能が実現できる可能性もあり、フォトンクス技術として幅広い展開が期待できる。

トポロジカルフォトンクスは、その豊かな物理と応用への期待から、ここ数年で大きな進展を見せている分野であり、欧米を中心にその研究が進んでいる。これまでは理論的研究やマイクロ波領域での基本特性の実証が主であったが、近赤外域を含む光領域での研究開発が盛んになりつつあり、集積光回路を意識した研究もいくつか報告され始めている。また、単に高機能導波路として利用に加えて、レーザなどの能動素子への展開も起こりつつある。

本講演では、トポロジカルフォトンクスの代表的な理論的及び実験的研究を紹介し、その動向を俯瞰するとともに、光領域での実現に向けた課題や期待される応用の可能性について議論する。またフォノンクスや音響工学の分野での展開についても簡単に紹介する予定である。

参考文献：

トポロジカルフォトンクスに関するレビュー論文として

[1] L. Lu, J. D. Joannopoulos, and M. Soljačić, “Topological photonics”, *Nature Photonics* **8**, 821 (2014).

[2] L. Lu, J. D. Joannopoulos, and M. Soljačić, “Topological states in photonic systems”, *Nature Physics* **12**, 626 (2016).