

第6回 晝馬輝夫 光科学賞 受賞者概要

「晝馬輝夫 光科学賞」は、当財団設立の発起人であり初代会長である晝馬輝夫の人類社会への貢献を記念し、光科学に貢献した若手研究者の功績を称えるものとして設立されました。晝馬輝夫は、光の本質の追求、光の科学技術への応用、光による健康社会の実現、光による体内通信・脳や心の探求などに強い意を注ぎました。賞審査委員会は、その意に照らして、先進性と独創性を持って未知未踏に分け入ったと評価される候補者を選考します。



小澤 知己 氏 (応募時39歳)
おざわ ともき

研究業績

トポロジカル・フォトンクスにおける人工次元等の理論的提唱とその実証

現職

国立大学法人東北大学材料科学高等研究所 准教授
国立研究開発法人理化学研究所 客員研究員

ご略歴

2006年	東京大学理学部物理学科卒業
2012年	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 Ph.D. in Physics取得 イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 ポスドク トレント大学BECセンター ポスドク
2015年	トレント大学BECセンター シニアポスドク
2018年	ブリュッセル自由大学ポスドク
2018年 - 2020年	理化学研究所 数理創造プログラム 上級研究員
2019年 - 2022年	科学技術振興機構 さきがけ研究者(兼任)
2020年 - 現在	東北大学材料科学高等研究所 准教授・ジュニア主任研究者 理化学研究所 数理創造プログラム 客員研究員

授賞理由

物質中の電子が関わる科学的、工学的に重要な現象のいくつかは、トポロジーの概念で見事に説明されます。電気伝導度などの物理量が物質に内在するトポロジカル不変量で表現され、その不変量の量子化により、さまざまな魅力あふれる現象が出現します。半導体接合構造に形成される2次元電子系においてホール伝導度が普遍定数の整数倍となること(量子ホール効果)、バルク内では絶縁体である物質が表面あるいは物質境界でのエッジ状態の出現により金属的になること(トポロジカル絶縁体)などがその例です。こうした物理学におけるトポロジーの重要性を明らかにした功績でHaldane、Thouless、Kosterlitzの3人の理論家は2016年のノーベル物理学賞を受賞しています。この物質中の電子系で見られているトポロジカルな性質は、他の粒子系たとえば光子の系でも発現することが2008年に上記のHaldaneによって指摘されました。これを契機にフォトニックバンド構造におけるトポロジーの研究が開始され、この10年で大きな発展を見せています。小澤知己氏は、このトポロジカル・フォトニクス分野において、新概念の提唱、デバイス応用の提案という理論研究に加え、共同研究を通じた実験研究により、分野を牽引する貢献を成してきました(2019年小澤他、Reviews of Modern Physics誌、引用件数1904*)。

小澤氏による理論的新概念提唱の最たるものは、人工次元(synthetic dimension)の導入といえます(2016年小澤他、Physical Review A誌、引用件数228*)。上述の電子系でのトポロジカル現象の例でも明らかのように、その発現は空間の次元性と密接に絡み合っています。小澤氏は「次元」という概念は空間の三つの方向だけではなく、他の自由度、フォトニクスの場合ですと光の周波数、

角運動量、位相などの自由度を新たな人工的な次元と考えることができ、それにより、空間次元の制約から解き放たれた、新たなトポロジカル現象が集積化されたフォトニック結晶において実現されることを理論的に明らかにしました。具体的にはシリコン・リング共振器中の周波数列を人工次元とみなし、共振器を構成要素とするフォトニック結晶において、素子表面伝搬モードの実現、4次元の量子ホール効果の発現、トポロジカル光アイソレータの実現などを予言しました。この人工次元フォトニクスの実証は、その後、小澤氏と横浜国立大学、慶應大学、東京大学の実験グループによって、シリコンチップ上で実証されました(2022年Balcytis、小澤他、Science Advances誌)。人工次元提唱以外にも小澤氏は、フォトニック結晶による量子ビット応答でのトポロジカル効果、光量子ホール効果の物理的解明など、固体電子系とのアナロジーを越えたトポロジカル・フォトニクスの発展に大きな寄与を成してきました。

小澤氏のもうひとつの大きな貢献は実験家との共同研究といえます。上述の日本の大学における共同研究にとどまらず、米国、欧州の実験グループとの密接な共同研究により、トポロジカル表面状態を活用したレーザーの実現(2017年Nature Photonics)、固体電子系では見いだされていない新たなディラック粒子の発現(2019年Physical Review X)等、世界のトポロジカル・フォトニクス分野を牽引する研究活動を続けています。

以上、小澤知己氏の業績は、若手研究者を顕彰する「晝馬輝夫光科学賞」に相応しいと判断し、当財団は、その授与を決定しました。

* 論文被引用件数: Web of Scienceに拠る。2024年1月17日時点。