

水島 健（大阪大学 大学院基礎工学研究科）

第9回凝縮系科学賞

●受賞理由

トポロジカル超流動・超伝導の理論的研究

この度、本新学術領域 D 班の計画班メンバーである水島健氏（大阪大学大学院基礎工学研究科）が第9回凝縮系科学賞を受賞されました。受賞理由は「トポロジカル超流動・超伝導の理論的研究」です。凝縮系科学賞は、広い意味での凝縮系科学の研究に従事する博士学位取得 10 年以内の若手研究者が対象の賞であり、毎年原則として実験系・理論系各 1 名の方が選出されます。水島氏は、岡山大学在籍時から、主に数値的手法を用いて、冷却原子のボーズ・アインシュタイン凝縮の研究や、ヘリウム 3 原子における超流動現象において顕著な業績をあげてられました。

受賞対象となった研究は、2 編の論文 [1,2] です。これらの論文で水島氏はヘリウム 3 原子の超流動 B 相のもつ新しいトポロジカルな性質を明らかにしました。超流動ヘリウム 3 の B 相が表面にギャップレスなヘリカル・マヨラナ励起を持つトポロジカル超流動相であることは、本新学術領域 B 班の計画班メンバーである野村竜司氏（東京工業大学）らの実験で検証されていますが、従来この相は時間反転対称性により守られているため、磁場を印加し、時間反転対称性を破るとトポロジカル超流動性は消失すると考えられていました。水島氏は、共同研究 [2] の成果として、印加磁場下においても「時間反転対称性」と「回転対称性」を組み合わせる「隠れた離散対称性」によって保護されている新奇トポロジカル相がヘリウム 3 に存在することを明らかにしました。また、印加磁場の増加によって「隠れた離散対称性」が自発的に破れると同時に表面マヨラナ励起にギャップが生じる「自発的対称性の破れを伴うトポロジカル量子相転移」が生じることを示しました。さらには、マヨラナ・イジング性と呼ばれるマヨラナ励起特有の磁気異方性が「隠れた離散対称性」によって守られたトポロジカル超伝導・超流動相に起因することも指摘しました。論文 [1] では、この研究をさらに進め、印加磁場に対する応答の詳細を明らかにしています。この新しいトポロジカル相、およびトポロジカル量子相転移の検証は、ヘリウム 3 の分野にとどまらず、トポロジカル量子現象全体としても重要な課題であり、現在、B 班メンバーの野村氏らの実験が進行中です。

受賞対象の一部は、私（佐藤）および町田一成氏（岡山大学特命教授）との共著論文ですが、本新学術領域の目玉の一つである集中連携研究会をきっかけに、この共同研究は始まりました。本賞が水島氏の卓越した能力に与えられたのはもちろんの事ですが、同時に班内・班間の連携を強力に推進してきた本新学術領域の成功が領域外にも広く認められたものとして、大変喜ばしいことです。水島氏の更なるご活躍を期待いたします。（文責・佐藤昌利）

[1] T. Mizushima, "Superfluid ^3He in a restricted geometry with a perpendicular magnetic field", Phys.Rev. B86 (2012) 094518 1-17.

[2] T. Mizushima, M. Sato, and K. Machida, "Symmetry Protected Topological Order and Spin Susceptibility $^3\text{He-B}$ ", Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 165301 1-5.

