

2022年度 第17回凝縮系科学賞受賞者業績紹介

「実験部門」

業績題目：積層制御による二次元強誘電体の創出

受賞者：安田 憲司（やすだ けんじ）氏（マサチューセッツ工科大学）

学歴

2014年3月 東京大学理学部物理学科 卒業

2016年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 修士課程修了

2018年9月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程修了（博士（工学））

職歴

2018年10月－ 現在 マサチューセッツ工科大学物理学科 博士研究員

授賞理由

物質を究極に薄くしたときに現れる物性は長年の間、物理学の重要なトピックであり、その代表例が黒鉛一層からなるグラフェンの物性です。近年では、二層のグラフェンを捻って重ねた二層グラフェンにおいて、超伝導等の様々な創発物性が報告されています。積層構造の自由度を駆使することで層状物質群特有の新たな物質設計や物性発現のさらなる展開が期待されています。その観点で、わずか数層からなる薄膜における強誘電物性は、究極の不揮発性メモリとして興味を持たれていますが、強誘電物性の発現する舞台を制御することが困難でした。

安田憲司氏は、強誘電性を持たない窒化ホウ素（BN）に着目し、単層膜を2枚重ねた平行積層二層窒化ホウ素を作製し、電気的特性を測定したところ強誘電性が発現することを実験的に観測しました。発現した極性構造は、天然のBNとは異なりAB積層とBA積層のいずれかの構造をとります。そのため、電場印加によって面内で滑り運動することで積層方位が移り変わるという、通常の原子変位型強誘電体とは異なる特有の分極反転機構を持つことを示しました。通常の強誘電体ではナノスケールの厚さまで薄くすると強誘電性が消失するという観測例もありますが、平行積層二層窒化ホウ素は1 nm以下の薄さにもかかわらず、室温でも電気分極反転を示します。さらに、平行積層二層窒化ホウ素上にグラフェンを電氣的なセンサーとして配置することで、不揮発性メモリデバイスとして機能することを実証しました。この新しい強誘電体の設計指針を、 $\text{MoS}_2 \cdot \text{WS}_2$ などの半導体遷移金属ダイカルコゲナイド（TMD）に適用し、強誘電性を付与できることを示して、指針の汎用性を実証しました。

以上のように、非強誘電体から極薄の強誘電体を得る新たな手法は、その汎用性とメモリへの応用可能性、また新奇な強誘電体として、物性物理・物質科学・電子工学の広い分野で注目を集めており、安田氏の論文発表後に数多くの実験、理論研究が世界中で行われています。したがって、凝縮系科学賞に相応しい業績です。

参考文献

- [1] K. Yasuda, X. Wang, K. Watanabe, T. Taniguchi, P. Jarillo-Herrero,
“Stacking-engineered ferroelectricity in bilayer boron nitride,”
Science **372**, 1458 (2021).
- [2] X. Wang, K. Yasuda, Y. Zhang, S. Liu, K. Watanabe, T. Taniguchi, J. Hone, L. Fu, P.
Jarillo-Herrero,
“Interfacial ferroelectricity in rhombohedral-stacked bilayer transition metal
dichalcogenides,”
Nature Nanotechnology **17**, 367 (2022).