

## 深層学習で解析・生成したランダム量子系の波動関数

～AI を用いた半導体中の電気伝導の解析～

上智大学工学部 大槻東巳

ランダムな量子系は複雑で、一見不規則でノイズばかりに見える波動関数を示す。本講演ではこの波動関数を画像とみなし、その波動関数（画像）が、絶縁体相、金属相、トポロジカル絶縁体相のどの相に属するかを深層学習によるクラス分類により判定し、ランダムな量子系の相図を描く [1]。

また、こうしたランダムな量子系、特にメゾスコピックな半導体の電気伝導度は、波動関数のランダム性を反映して、普遍的な揺らぎ、いわゆる universal conductance fluctuation を示す。そのため、電気抵抗の磁場依存性はノイズのようなパターンを示すが（図 1 の一行目）、このパターンは再現性があり、また試料ごとに異なるので、試料を特徴づける「磁気指紋」と呼ばれている。この磁気指紋は試料中の散乱体の強さや位置を反映しているが、人間の目ではそれらの情報を取り出すことができない。ここでは磁気抵抗から、その磁気抵抗を生み出す散乱状態（波動関数）を生成するニューラルネットワークを構築した[2]。こうして、ニューラルネットワークを使うことで、電気伝導の磁気依存性の測定から顕微鏡を使わずに系中の散乱体の位置がわかることを解説する。

[1] T. Ohtsuki and T. Mano, J. Phys. Soc. Jpn, **89**, 022001 (2020).

[2] S. Daimon et al., Nature Comm. **13**, 3160 (2022).

図 1 磁気抵抗（一行目）とそれから推測した波動関数（二行目）、および通常の方法で散乱体（黒丸）を与えて計算した散乱状態（三行目）。二行目と三行目がほぼ一致していることから、磁気抵抗から散乱体の位置が正確に推定されていることがわかる。文献[2]より。

