

二重人格を持つトポロジカル絶縁体表面の電子状態

井村 健一郎／広島大学 先端物質科学研究科 助教

トポロジカル絶縁体はバルク（内部）は通常の絶縁体と変わらないのに、表面は金属という言わば二重人格の物質です。さらに表面の金属状態はちょっと変わり者です。試料の「かたち」にとても敏感で、例えば細長くしてワイヤー状にすると、独りでにその中をソレノイドが通っているかのような振る舞いをしてみせたり、あるいは球状（サイコロ状でもほとんど同じことですが）のナノ粒子状にしてやると今度は自然界には通常存在しないモノポール（磁気単極子）があたかもその中にあるかのような変わったスペクトルを示したりします。このように一方で、積極的・目立ちたがり屋の性質を示す反面、バルクには染み込んでいかないという「臆病な」ところもあります。私はこのようにちょっと変わり者で、母体であるトポロジカル絶縁体同様、二重人格を示す表面状態の研究をしています。

生命体や細胞と同じようにと言うと語弊があるかもしれませんが、固体中の電子にもそれぞれ「遺伝情報」のようなものがあって、それは我々が使用する有効モデルの中に「書かれて」います。トポロジカル絶縁体中の電子は、この遺伝情報がアインシュタインの相対性理論に従う電子と似ている、言わば「相対論的な遺伝子」を持つ固体電子です。遺伝情報は、試料の形状：表面の有無・位置（あるいはトポロジー）を決めて、有効モデルの従う量子力学的な方程式を解いてやることで「発現」します。こうして発現する遺伝情報の典型例が「金属的な」表面状態ですが、これを相対論の「ことば」で言うと、電子の有効質量が（例えば、光子のように）ゼロになるということになります。私はここ数年来の研究で、先程触れたトポロジカル絶縁体電子の外向的な方の性格：モノポールやソレノイドを実効的に誘起するという方の性格が、通常表面に閉じこもりがちで内向的と思われていた遺伝子から発現するという事を明らかにしました。またさらに最新の研究成果 [1] として、一見相反するとも思えるトポロジカル絶縁体電子の持つ二面性：内向的 vs. 外向的な性質が、実はむしろ表裏一体のものであることも分かってきました。

[1] K.-I. Imura, Y. Takane, arXiv:1211.2088.



いむら・けんいちろう

東京都文京区出身。1999年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。その後、ポスドク・助教として、パリ第11大学、理化学研究所、東京大学物性研究所、東北大学理学研究科等に在籍。



図：「内向的」トポロジカル絶縁体電子が外向的に転じる様（フラックスに沿ってバルクにしみ込む表面状態）。