

素粒子論的手法によるトポロジカル励起の研究

新田 宗土／慶應義塾大学 日吉物理学教室 准教授

物理学の分野において、トポロジーの重要性が増してきています。トポロジーとは大きさや形にはこだわらない繋がり方のみを対象にした柔らかい幾何学です。(例えば、A駅からB駅まで行くのに、どれくらい時間がかかるかは無視して、行けるかどうかや何通りの行き方があるのかを考えるのはトポロジーの問題です。)物理学とは言っても様々な分野があるのですが、私の場合は物性理論の研究と素粒子論の研究を並行して行っています。一方で得られた知識を他方に適用したり、またその逆にフィードバックすることで、分野によらない新しい理解が得られることもあります。

特にその中でも、渦などの位相励起の研究を行っています。まず、渦とは、皆さんも日常よく目にするあの渦です。台風や竜巻、あるいはお風呂の水を流した時に出来る渦です(図1)。しかし、ここで言う渦は「量子化された渦」です。どういうことかと言うと、普通の水などとは違い、ヘリウムなどを非常に低温にすると、超流動という状態になります。その場合は、粘性のないさらさらの流れが実現します。これをかき混ぜてやった場合に出来る渦は、量子化されているのです。もう少し詳しく言うと、循環という、流れがどれだけクルクル回っているのかを表す量があります。通常の渦はこれがどのような値でもよいのですが、量子渦ではこれが決まった(とても小さな)値の整数倍しか許されません。この背後には、 π_1 という量が関係しています。杭にロープが何回巻きつけて結ぶことを考えると、整数回しかあり得ませんね。この回数を表すのが π_1 です。同じような状況が超伝導体でも実現します。通常は金属に電流を流すと、抵抗がありますが、極低温に冷やしてやると超伝導状態になり、抵抗がゼロで電流が流れるようになります。この超伝導に磁場をかけてやると、磁場が侵入するのですが、決まった値の整数倍の磁場でしか存在できません。これも実は渦です。ただし、超流動の渦とは違って、この場合は渦の中に磁場が閉じ込められていて、量子化された磁束とも呼びます(磁束量子の構造に関しては文献1の図2を参照)。このような渦や、次元を一般化し π_n で分類されるトポロジカル欠陥の研究を行っています。

[1] H. F. Hess, *et al.*, Phys. Rev. Lett. 62, 214 (1989).



につた・むねと

出身 大阪府

経歴 大阪大学大学院卒業、東京工業大学、アメリカ・パーデュー大学でポスドクを経て、現在にいたる。

趣味はデジカメなど。今年度は日々の授業から解放されて、伸び伸びと研究させていただいています。



図1：台風も巨大な渦