

電子が凍る！

京都大学 理学研究科(物理学)

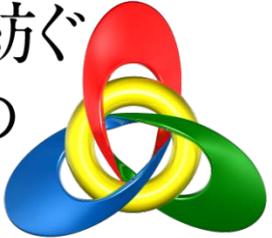


前野 悦輝

まえのよしてる



研究費助成事業
新学術領域研究

トポロジーが紡ぐ
物質科学の
フロンティア 
Topological Materials Science

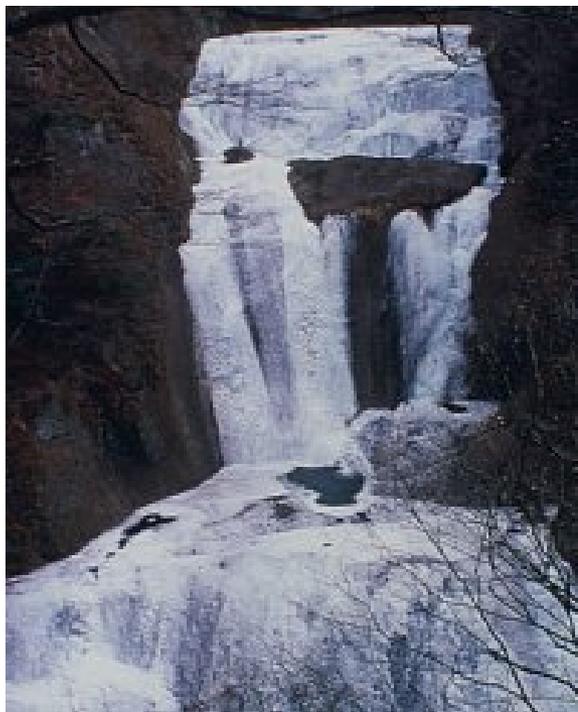
1. 電子は凍らない！
2. 物質の分類：
絶縁体にもいろいろある
3. 電子が凍る！ 「モット絶縁体」
4. 凍った電子を僅かな刺激で溶かす
5. 新種の 「トポロジカル絶縁体」



電子が凍る！ モット絶縁体とは？

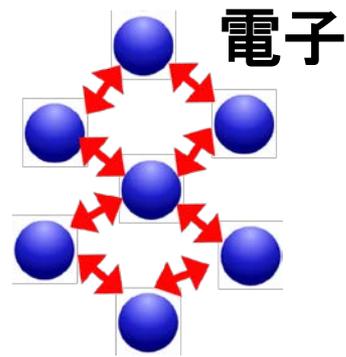
凍った滝のようなもの

水はふんだんにある
しかし、流れない



モット絶縁体

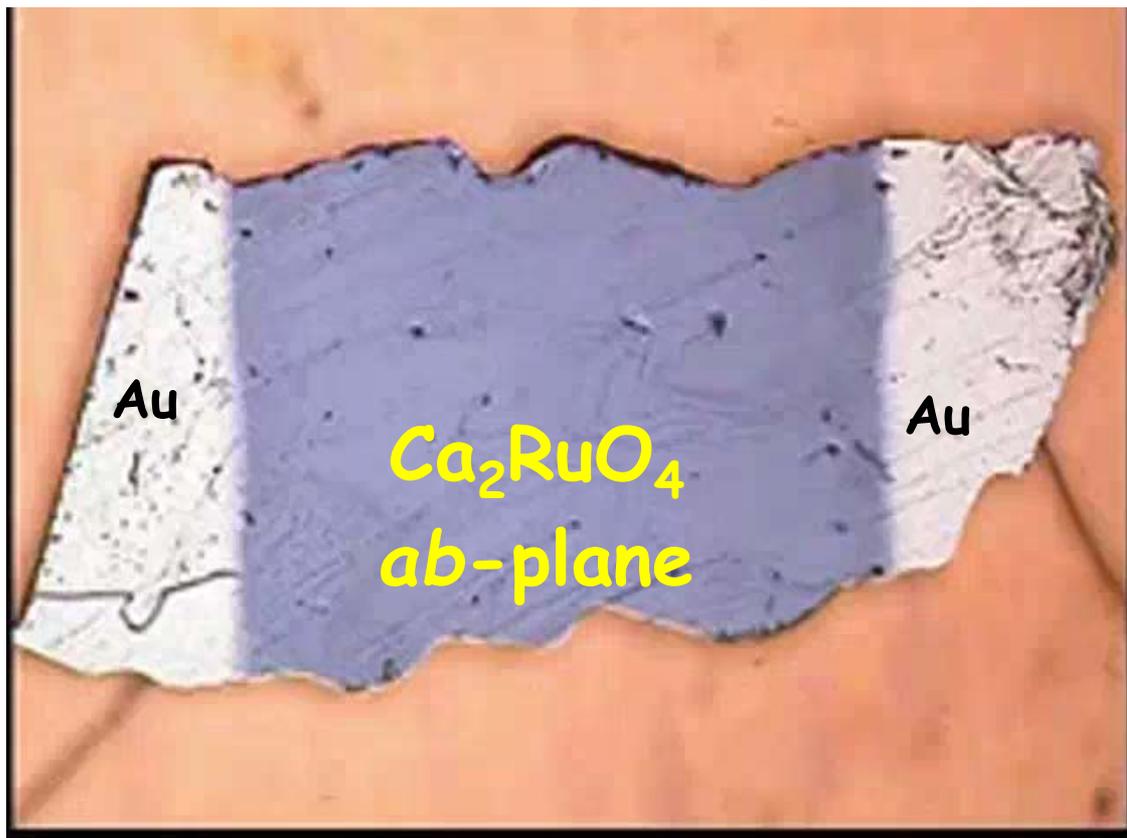
電子はふんだんにある
しかし、電気が流れない



電子が強く反発しあう
強相関電子系

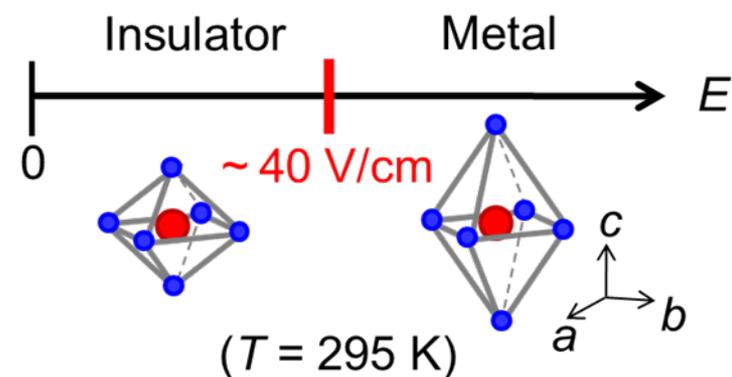
“動きが取れなくなった”のが
モット絶縁体

数ボルト程度の電圧で、電子が溶ける！

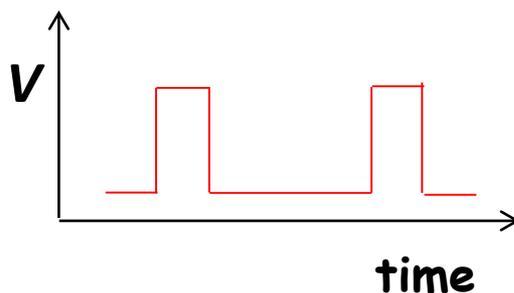


電気パルスを加えると、
モット絶縁体の電子が
溶けて**金属**になる！

同時に**結晶が縮む**



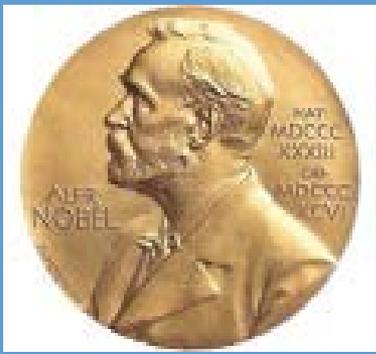
過熱しない様、
0.1秒間だけ
電圧をかける



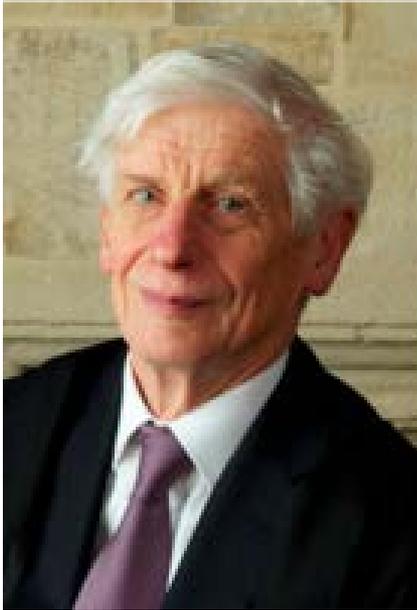
我々が発見した新現象

中村文彦教授（久留米工業大学）

F. Nakamura *et al.*,
Sci. Rep. **3**, 2536 (2013).



2016年 ノーベル物理学賞
「トポロジカル相転移と
物質のトポロジカル相の理論的発見」



サウレス

David J. Thouless

ワシントン大学 (シアトル)
1934年生まれ。



コステリッツ

Michael Kosterlitz

ブラウン大学
1942年生まれ。



ホールデン

Duncan Haldane

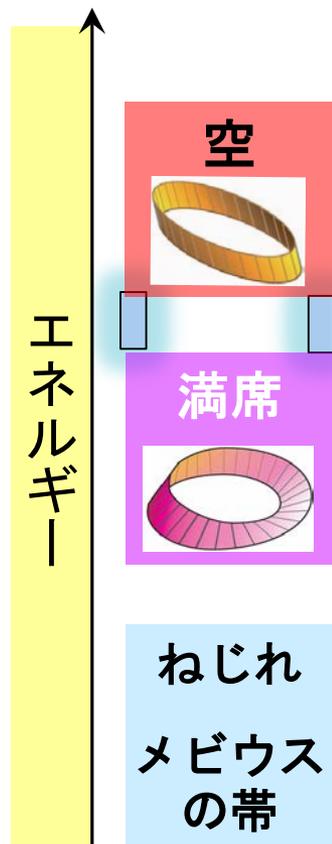
プリンストン大学
1951年生まれ。

トポロジカル絶縁体 (2007~)

中身がねじれた絶縁体！？



普通の絶縁体

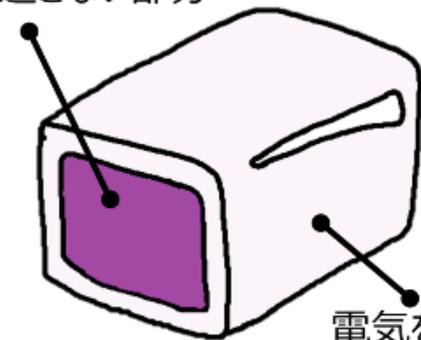


トポロジカル絶縁体
金属でも絶縁体でもない、
新しい物質！

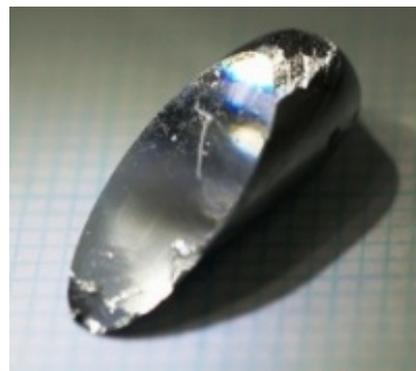
まるでハイチュウのように、
表面と中身で性質が違う
面白い物体

出典：雨宮崇
(日本科学未来館)

電気を通さない部分



電気を通す部分



写真：瀬川耕司
(京都産業大)

省エネ・高速の電子デバイス、
また量子コンピュータへの
応用が期待される。

1957年 京都市生まれ

1969年 鳳徳小学校卒業(同級生に「利休にたずねよ」
直木賞の山本兼一氏)

1975年 洛星高等学校卒業
(同級生に京都造形芸術大 学術研究センター
所長の浅田彰氏)

1979年 京都大学理学部 卒業

1984年 米国カリフォルニア大学サンディエゴ校 (UCSD)
博士課程修了

1984年ー 広島大学 助手・助教授

1988ー1989年 スイスIBMチューリッヒ研究所にて
ノーベル賞受賞者ベドノルツ博士のもとで
高温超伝導の研究

1996年ー 京都大学 助教授・教授

受賞等: 久保亮五記念賞、日本IBM科学賞、
仁科記念賞、ベルント・マティアス賞、
紫綬褒章 など

その他: 立体周期表「エレメンタッチ」を考案

