

Title	低温、高温、トンネル
Author(s)	川山, 巖
Citation	大阪大学低温センターだより. 1997, 100, p. 13-14
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/11924">https://hdl.handle.net/11094/11924</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 低温、高温、トンネル

産業科学研究所 川合研究室

博士課程1年 川山 巖 (内線8447)

E-mail:kawaya32@sanken.osaka-u.ac.jp

高温超伝導体が発見されてから、物性の世界では遷移金属酸化物を舞台とした、いわゆる強相関係の物理が、理論・実験ともに盛んである。高温超伝導だけでなく強誘電性、超巨大磁気抵抗効果など興味ある物性を示す物質が数多くあり、今後ますますにぎやかな分野になることは間違いない。現在も様々な手法がこれらの物質の物性測定に用いられているが、そのひとつがトンネル分光\*である。トンネル分光はフェルミ単位付近の状態密度を高エネルギー分解能で測定できるので、従来の超伝導体のギャップ構造などを解明するには、非常に有効な手段であった。近年では走査トンネル顕微鏡を用いることにより、非常に局所的な（たとえば基板に吸着した分子などの）電子状態も測定可能になっている。このようにトンネル分光は現在も発展中の強力な手法ではあるが、こと高温超伝導体などの酸化物の測定においては、これまで非常に信頼性の低い手法とされてきた。トンネル分光の命は接合界面の状態である。界面付近の物性を保ちながら、薄くしかも均一なトンネルバリアを作らなければならない。しかし酸化物はその制御が非常にやっかいなのである。酸化物薄膜の成長温度は一般には500℃以上と高い。このような高温で、相互拡散のない急峻な界面を作らなければならない。また、その物性は酸素量に非常に敏感であり、目的の物性を持つ物質をトンネル分光で測定するには、特に界面付近の酸化の程度を注意深くコントロールしなければならない。このように界面に非常に敏感であることはトンネル分光の特徴であり長所にもなりうるのだが、そこをきちんと制御しないとんでもないスペクトルをとることになる。高温超伝導体のトンネル接合は、これまで数多く研究されてきたが、どこもまだ決定的な物はできてないようである。おおかたの物理屋さん（私は化学専攻）、先ほどふれたバリアの絶縁性をとりやすい、走査トンネル分光を主体にしているようである。かくいう私も修士課程の時代から「我こそが完璧な接合を」と夢見て、高温超伝導体のトンネル分光を行っているが、完璧な接合どころか超伝導ギャップすら示さない接合を山のように作る始末。それに加えて最近では光電子分光の分解能が日増しに良くなっており、状態密度の研究手段としてトンネルは旗色が悪い（角度分解光電子分光では運動量分散を調べると言った芸当もできる）。しかしそれでも私は、高温超伝導体に限らず、前述したような多様で興味深い物性を示す酸化物を、トンネル接合を用いて調べていくことは、今後ますます重要になってくると考える。理由の一つは、トンネル現象のメカニズム自体が非常に興味深いことである。トンネル電子が様々な系、たとえば超伝導性や磁性と言った物が絡んだ時に、どのような振る舞いを示すかと言った問題は未だ完全には解明されていない。そのような研究に酸化物は格好の素材といえる。また、このような接合は、応用的にも非常に興味深い。従来の物質と比べてけた違いに大きい超伝導転移温度、磁気抵抗効果、誘電性、あるいは強誘電性、これらを制御して組み合わせることが出来れば、シリコンに代わる夢のデバイスとなる可能性を秘めている。21世紀は酸化物の時代である、というのは言い過ぎだろう

か。その第一歩として、高温超伝導体のトンネル接合の実現が位置づけられると考えている。自らの研究がその一翼をになうことを願ってここに筆を置く。

## 用語解説

### ・トンネル分光

金属あるいは半導体を電極とし20Å程度の絶縁層を挟んで接触した物がトンネル接合である。トンネル接合を流れるトンネル電流は両電極のフェルミ準位付近の状態密度に依存するので、これを測定することにより電子状態が調べられる。特に一方が金属、もう一方が超伝導体または半導体の場合は、ギャップ構造が明確に現れる。