



23.

講演題目：	高温超伝導体微小単結晶におけるクーロンブロッケード効果の理論
英文題目：	Theory for the Coulomb blockade effect in small single crystals of high- T_c superconductors
講演者： (英名)	小山富男 (Tomio Koyama)
e-mailアドレス：	tkoyama@imr.tohoku.ac.jp
講演要旨：	(A 4 版図表込み) <p>高温超伝導体は、超伝導層 CuO_2 が原子スケールで積層した層状超伝導体と見なせる。また、超伝導層間がジョセフソン効果で結合しているため、高温超伝導体を一次元ジョセフソン接合列—固有ジョセフソン接合列—と見なすこともできる。本講演では、高温超伝導体の微小単結晶で実験的に観測されているクーロンブロッケード効果を記述する理論を紹介したい。</p> <p>十分に微小な超伝導グレイン等が配列したメゾスコピック接合列では、単電子対トンネル効果が観測されることは良く知られている。この現象は、トンネル効果に伴って移動する電荷による帯電エネルギーが、ジョセフソン結合のエネルギーを上回る場合に現れる。高温超伝導体の場合、超伝導層が 3\AA 程度の極めて薄い原子層からなる層状構造を持つため、微小な ab 面を持つメサや髯結晶等でこのようなクーロンブロッケード効果による単電子対トンネル現象が期待できる。しかし、高温超伝導体におけるクーロンブロッケード効果を考察する場合、人工的に作られた従来型メゾスコピック接合列とは本質的に異なる点があることに注意しなければならない。高温超伝導体は、その結晶構造から明らかなように、原子スケールの平行平板コンデンサーが積層した構造をしている。高温超伝導体の ab 面の面積を W、層間距離を d とすると、単電子対トンネルが観測される微小単結晶の場合でも、$\sqrt{W} \gg d$ が成立していることがわかる。このことから、超伝導層が帯電したことから生じる電場は、広い接合面積を持つ平行平板コンデンサーの場合と同じように、超伝導層間の絶縁層に一次的に完全に閉じ込められると見なさなければならないことがわかる。従って、高温超伝導体のクーロンブロッケード効果で現れる電荷間には、距離に比例する一次元クーロン相互作用が働いているとしなければならない。この結果は、従来型のメゾスコピック一次元接合列系とは本質的に異なる点である。通常の従来型一次元接合列系では、電場のもれが十分大きいので、電子系は一次元でも電場は三次元と見なされる。このため、セルフキャパシタンスモデルなどの通常よく用いられる近似理論は、従来型の接合列では意味を持つが、固有接合列系では使えない。本講演では、固有ジョセフソン接合列系の帯電効果とジョセフソン効果を記述する有効ハミルトニアンを提案する。このハミルトニアンに対する繰り込み群解析を行い、クーロンブロッケード効果が現れる critical なシステムサイズを導く。また、クーロンブロッケード領域では、空間的に局在した電荷ソリトンが安定化することを示す。この電荷ソリトンのエネルギーは、一次元クーロン相互作用の長距離性に起因して、システムサイズに比例することを示す。</p>