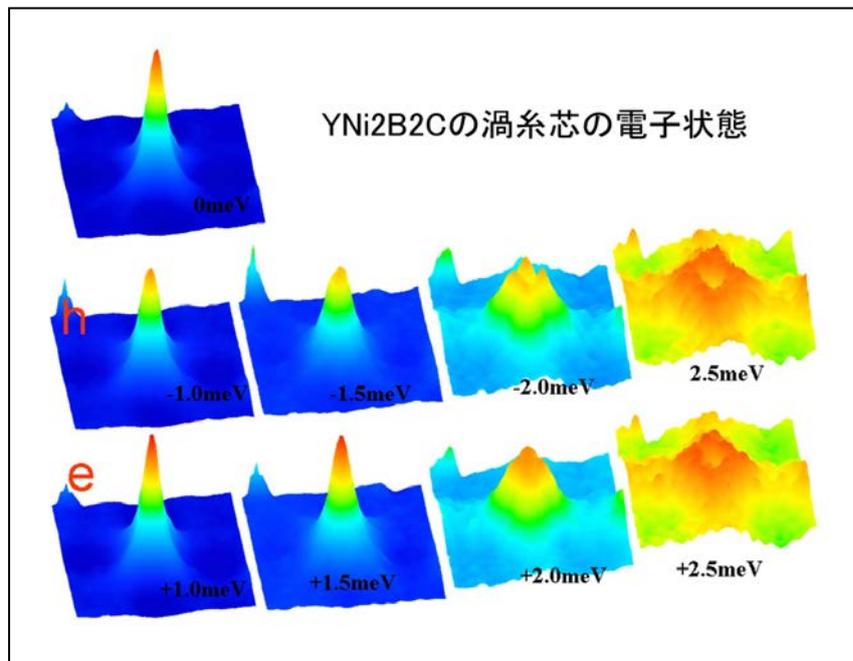


[研究紹介]

ナノメータースケール実空間測定による物質理解

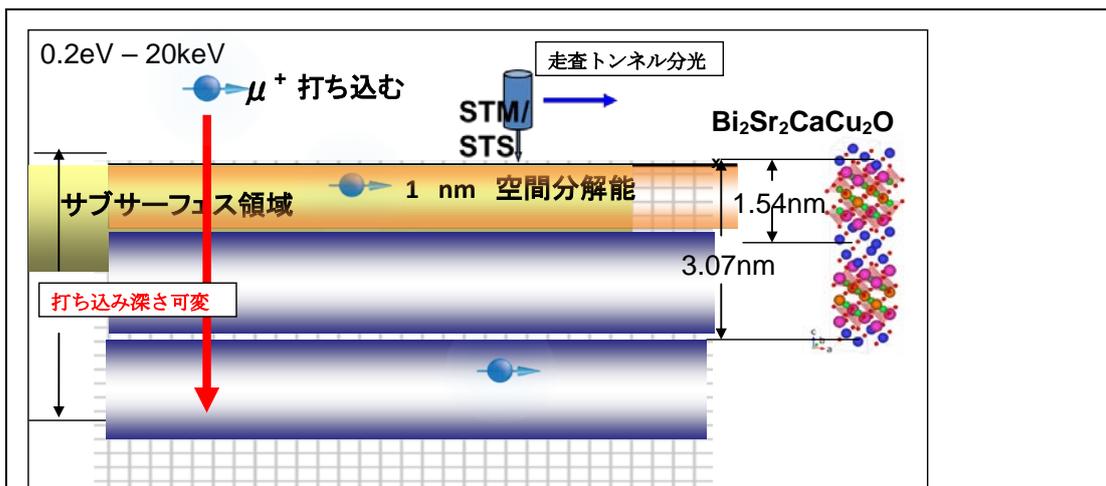
物質のすべての性質、比熱、電気伝導度、磁化率等は、物質中の電子の運動のしかたによって決まります。「百聞は一見にしかず」、物質中電子の運動状態を直接可視化できれば物性理解は一挙に深まるはずです。30年ほど前に発明された走査トンネル分光顕微鏡(STS/STM)は物質中の電子状態を原子長のナノメータースケール空間分解能でエネルギー別に測定できる新方法です。空間分解能50pmの世界最先端の極低温高磁場STS/STMの開発に成功し、超伝導をはじめとする研究を行っています。磁場中の超伝導体中には多数の小さな超伝導電流の渦が存在し、その運動が超伝導体の磁気浮上やゼロ抵抗電流の性質を決めています。高磁場中(15T)で、渦構造の写真、渦運動の動画の測定に成功しており、超伝導ナノサイエンスなる新しい研究領域を開拓しようとしています。

一例を示します。超伝導体では、電子は二つが対を作りクーパー対という形で存在します。磁場中ではクーパー対の一部が壊れて1粒子運動をするものがあり準粒子と呼ばれます。準粒子は一様に存在するのではなく、超伝導渦の中心に閉じ込められ、秩序正しい格子を作っています。図は超伝導体 $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ の渦中心の準粒子状態をSTS/STMでエネルギー別に測定したものです。超伝導渦状態の量子力学波動関数を測定していると考えてよく、今まで測定できなかった情報であり、この形から超伝導体の性質がわかります。

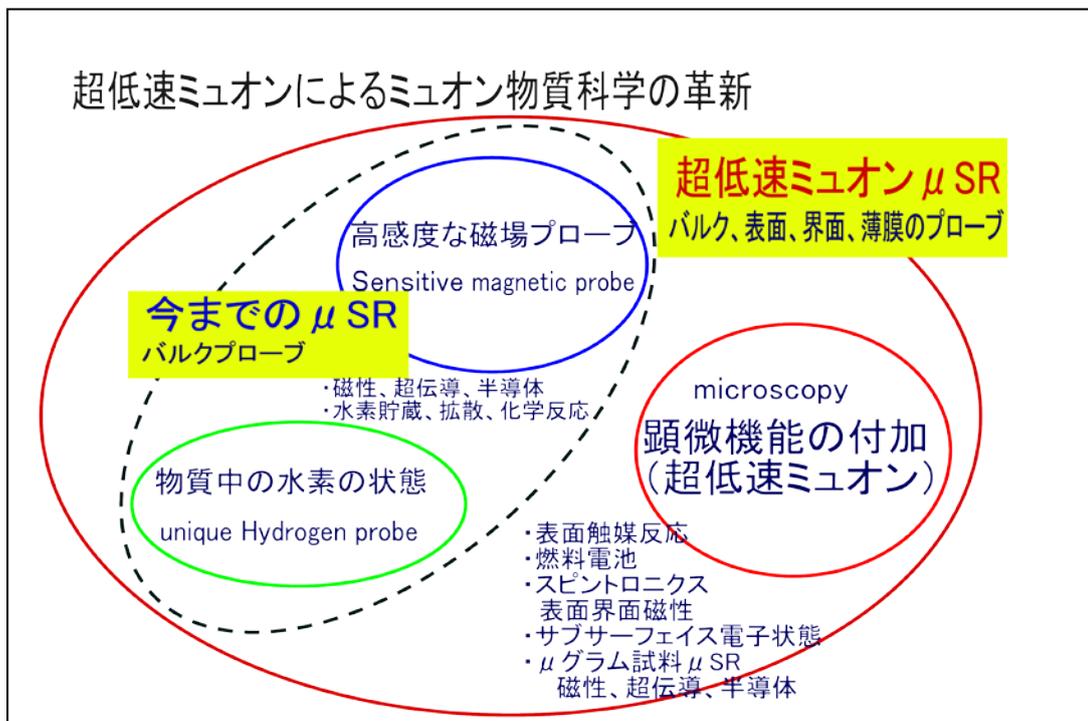


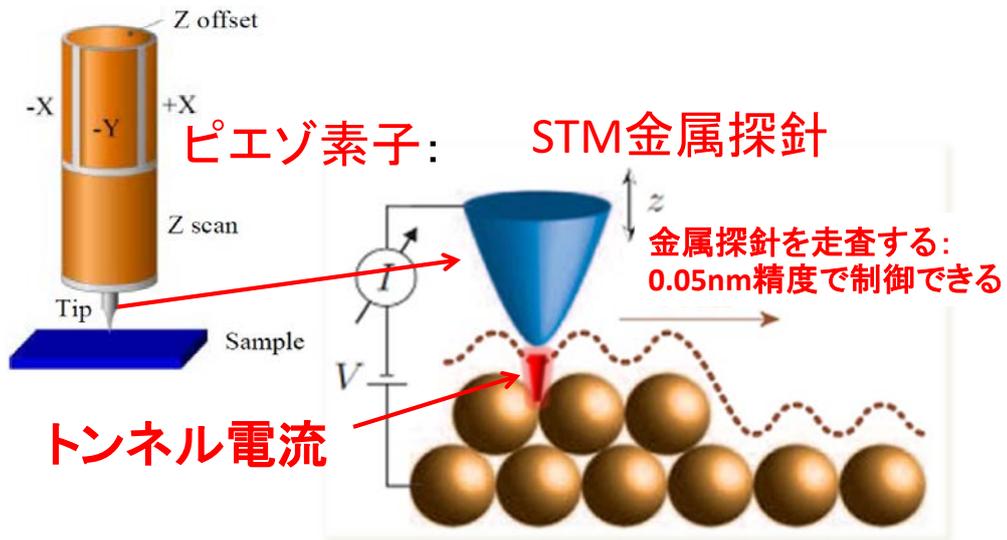
素粒子のミュオンを用いた物性研究も行っています。ミュオンを物性研究に用いる手法は、40年ほど前にはじまり、現在は、中性子散乱、核磁気共鳴と相補的に用いられる物性

研究の一つの手法として確立しています。日本は、この手法の確立に今まで大きな貢献をしてきました。今、この手法が大きく進化しようとしています。日本が独自に開発したエネルギー0.2eVの高輝度超低速ミュオンを用いた「超低速ミュオンスピン回転緩和法」で、ナノサイエンスの新手法として使えます。表面近傍の電子状態を厚さ方向に1nm空間分解能で測定できます。走査トンネル分光顕微鏡法と補完的に組み合わせることにより、表面、界面、薄膜研究の新展開が拓こうとしています。



超低速ミュオンスピン回転緩和法





走査トンネル顕微鏡 (STM: Scanning Tunneling Microscopy)
物質表面を電氣的になぞる