

名古屋大学理学部

物性理論研究室 凝縮系理論グループ(Sc研)

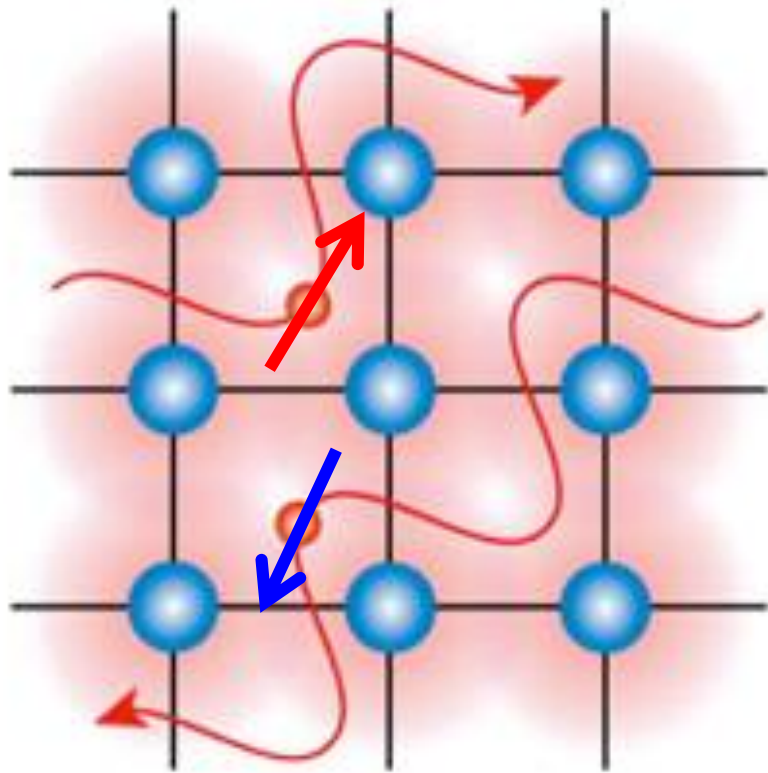
超伝導現象を探る — 多数の電子の多様な顔 —

ホームページ

<http://www.s.phys.nagoya-u.ac.jp/index.html>

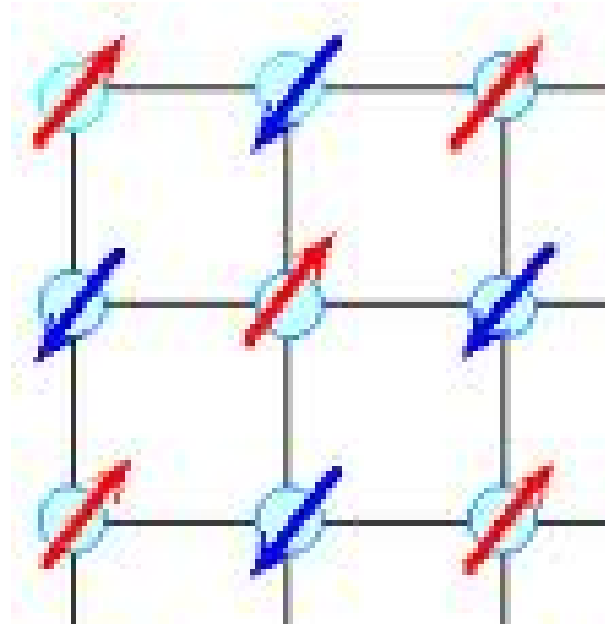
多彩な電子状態

金属



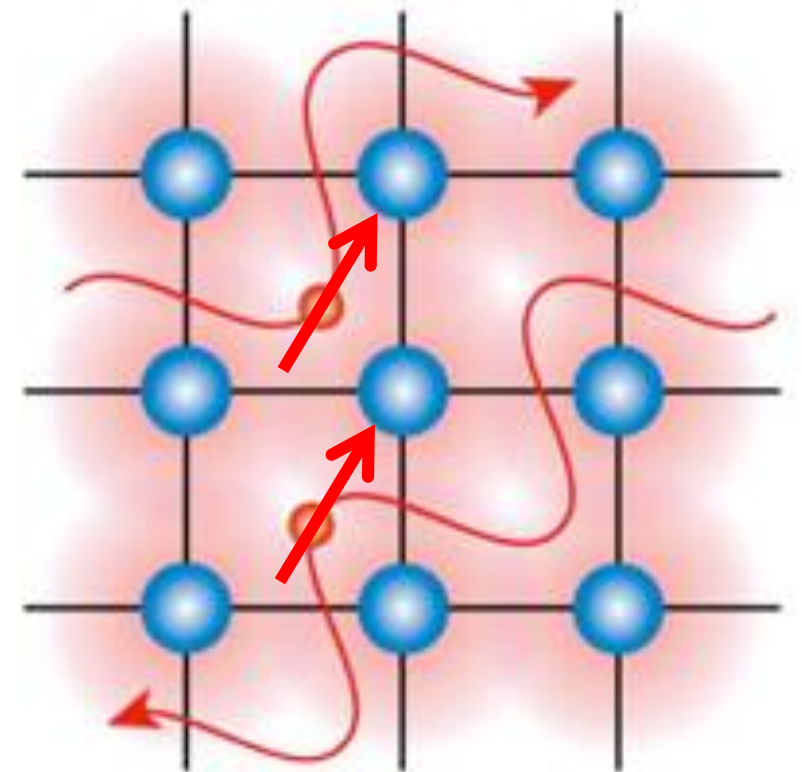
↑電子と↓電子が同数
波として伝搬

絶縁体



電子が局在
粒子描像

強磁性金属



↑電子のみ存在

主役は電子！

結晶格子中を
沢山の電子がどんな風に動くか？

量子力学に従う粒子

物の性質は、物質中に無数に存在する電子によって決まる。

金属、絶縁体、強磁性金属、超伝導、・・・

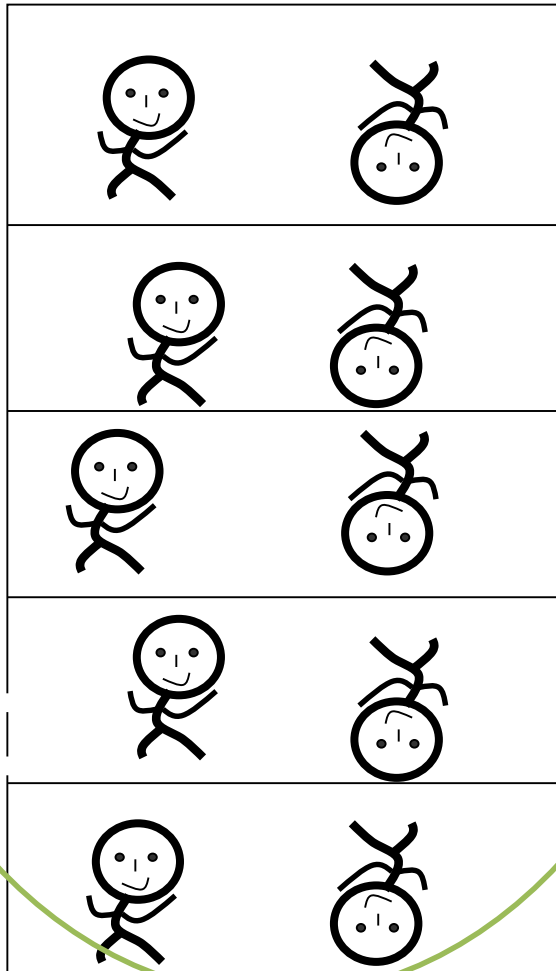
どれも同じ電子が集まったただけなのに、なぜこのような違いが生じるのか。

これは、少数電子を詳しく調べても理解できない。量子力学に従う“無数の粒子”が相互作用するとき、予想を超えた“物質固有の新たな物理現象”が発現するからである。

“凝縮系物理”

粒子は2種類ある！

フェルミ粒子



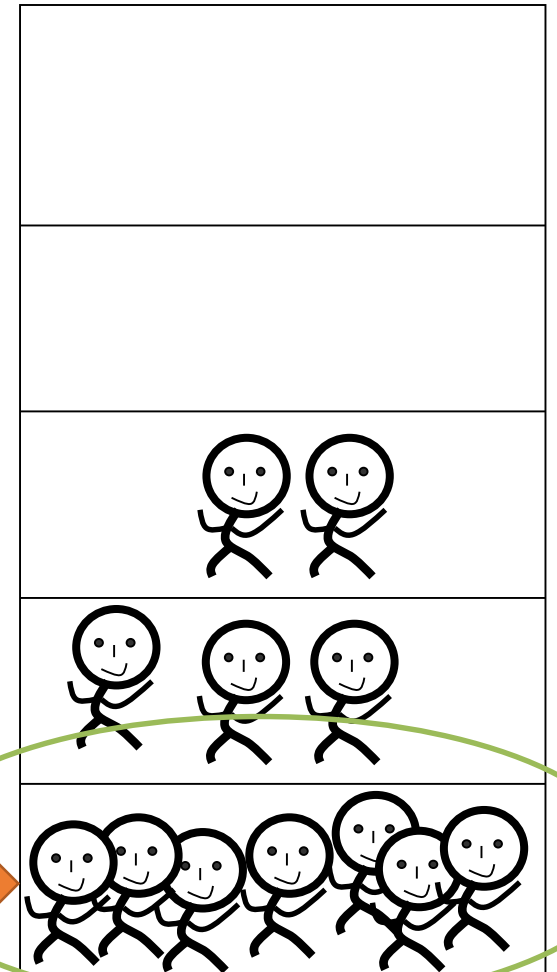
フェルミ粒子は指定席
1つの状態に1個ずつ入る

フェルミ粒子と
ボース粒子は
違う性質を示す

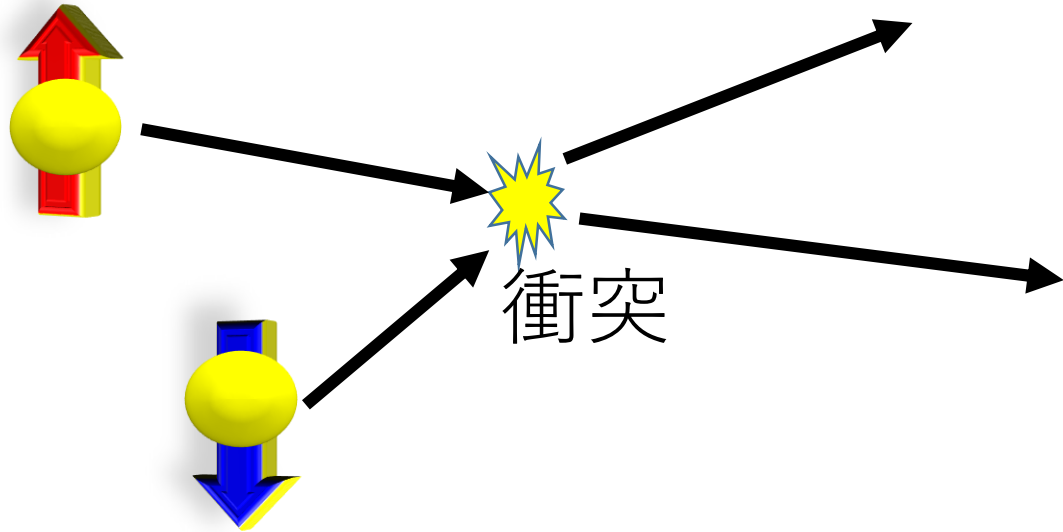
電子は
フェルミ粒子

ボース粒子は自由席
1つの状態にたくさん入る

ボース粒子



クーパー対

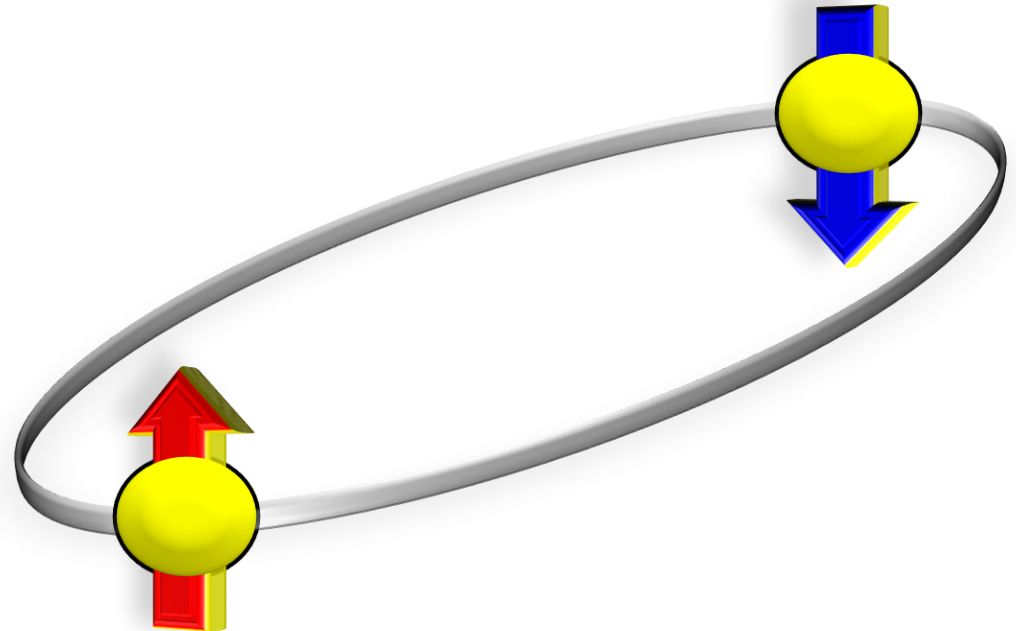


通常、バラバラに動く電子は
お互いに衝突し、電気抵抗が生じる
(電気を流すと電線が熱くなる)

ところが、電子間に引力が働くと

2つの電子が対を形成
(クーパー対)

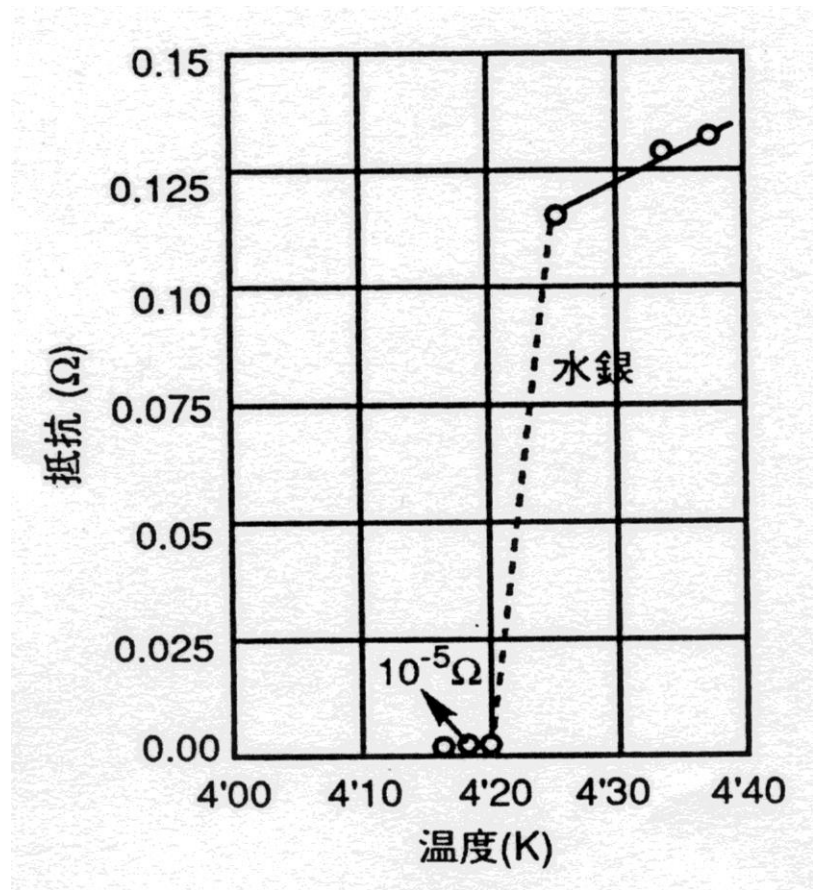
→ ボース粒子化



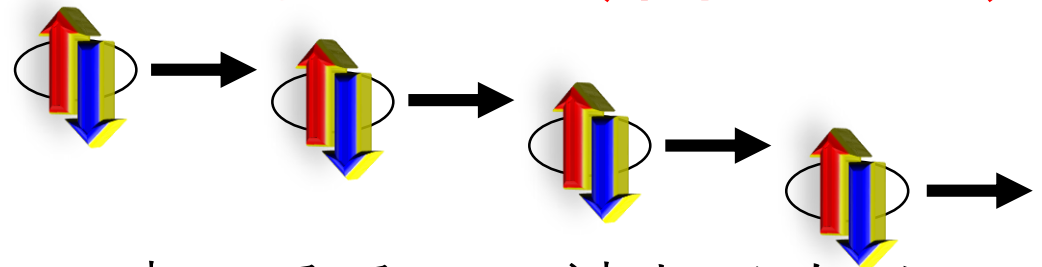
超伝導って何？



大量のクーパー対が
最低エネルギー状態に入る
(ボーズ凝縮)



超伝導の発現 (最初の実験)



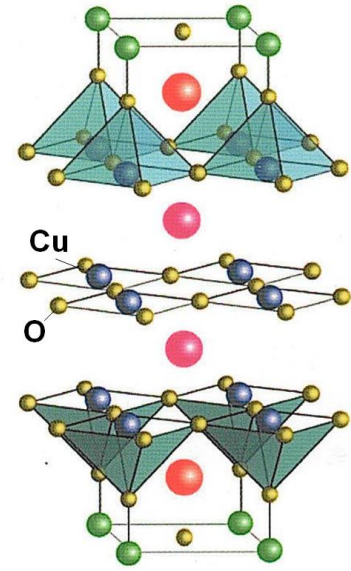
一斉にそろって流れるため
電気抵抗ゼロ！

高い温度で起こる超伝導

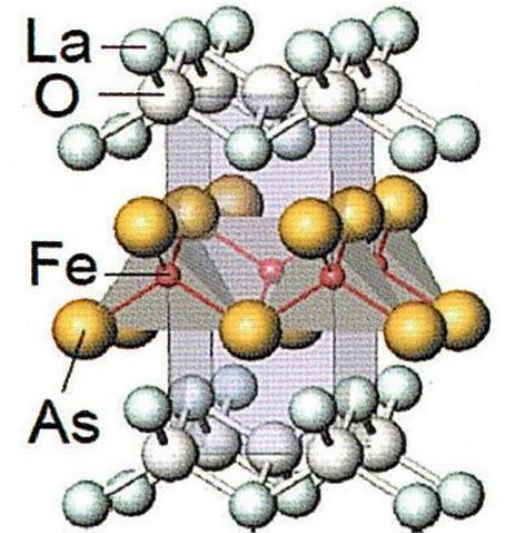
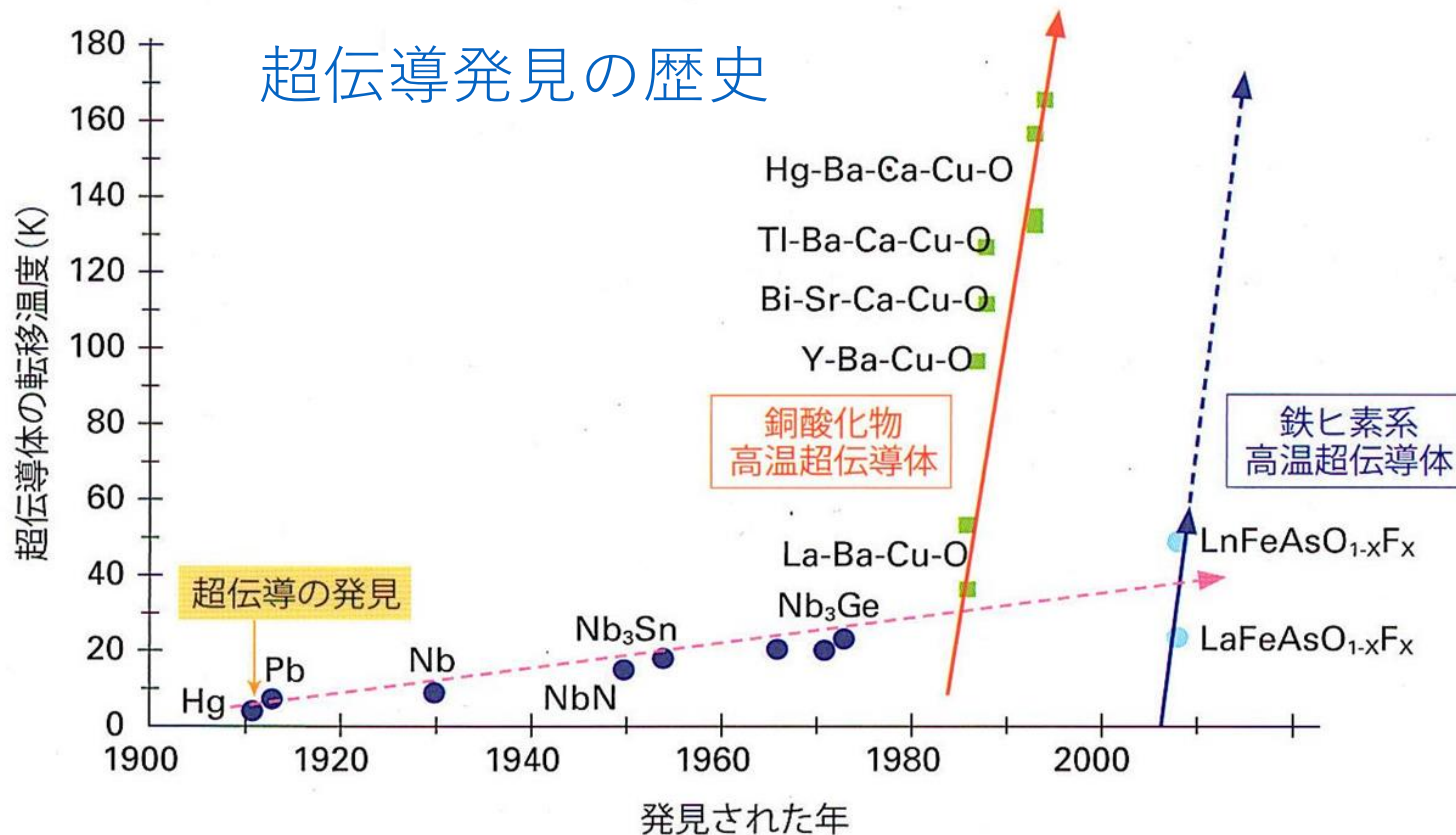
母物質(銅酸化物) = 反強磁性体



電子、正孔をドーピング → 超伝導の発現!



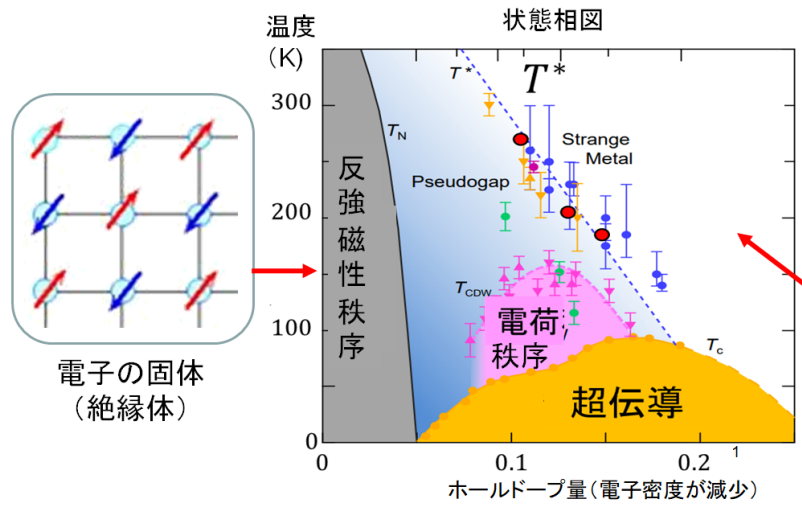
銅酸化物高温超伝導体



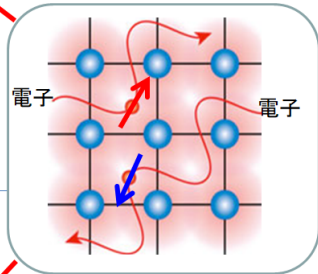
鉄ヒ素系高温超伝導体

多彩な電子状態

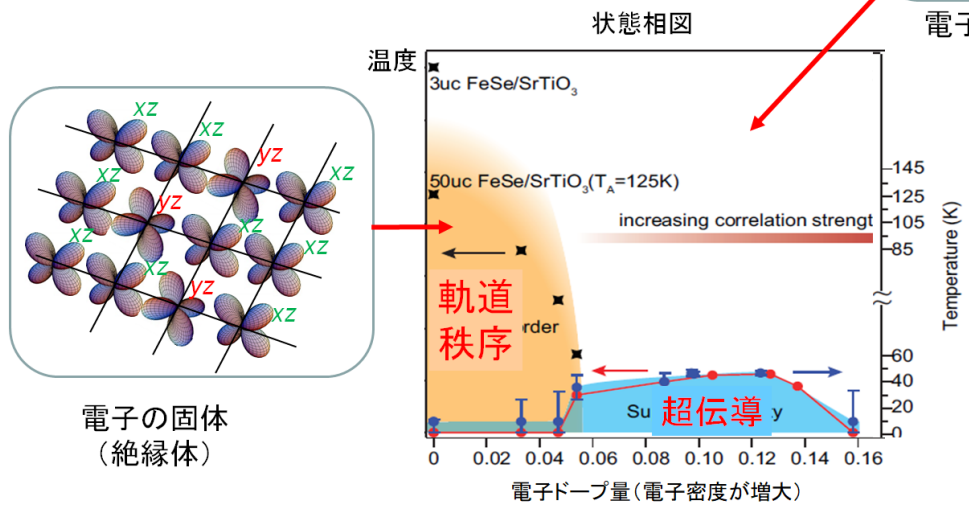
銅酸化物高温超伝導体



電子の固体が溶けると、摩擦ゼロの電子の液体 (超伝導) になる。

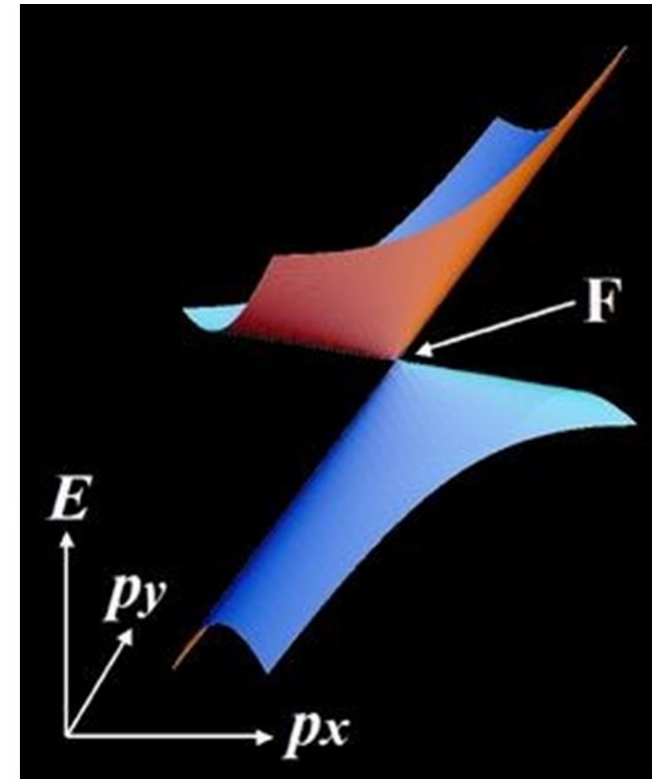
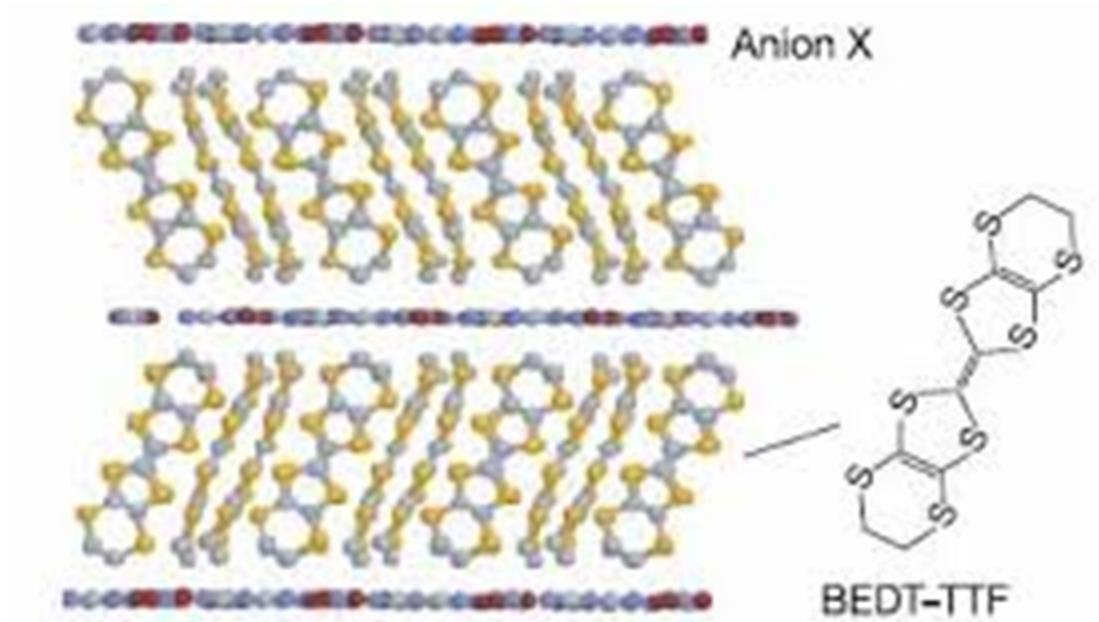


鉄系高温超伝導体



鉄系超伝導体において新しいタイプの電子の固体が実現していることを理論面から明らかにし、高温超伝導と密接に関係していることを見出した

有機分子で金属を！



有機分子BEDT-TTFの集まった結晶。
1つ1の有機分子は電気を通さないが、
結晶では金属に変化する。
さらに超伝導やディラック粒子になる
場合もある。

ディラック粒子のエネルギー分散。
円錐状の形をしているため
「ディラックコーン」と呼ばれている。

凝縮系理論グループ(Sc研)

これらの研究は“凝縮系物理”と呼ばれ、世界中で活発に研究されている広大な研究分野。

Sc研では、続々と発見される物質固有の非自明な物理法則を、理論的に解明する研究に取り組んでいる。

凝縮系理論グループ(Sc研)

ホームページ

<http://www.s.phys.nagoya-u.ac.jp/index.html>