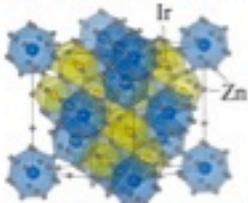


# 純良単結晶と圧力技術でつくりだす重い電子と超伝導



イッテルビウム(Yb)化合物  
の世界最高純度の単結晶

高温で熔融する金属



代表的なカゴ状Yb  
化合物の結晶構造



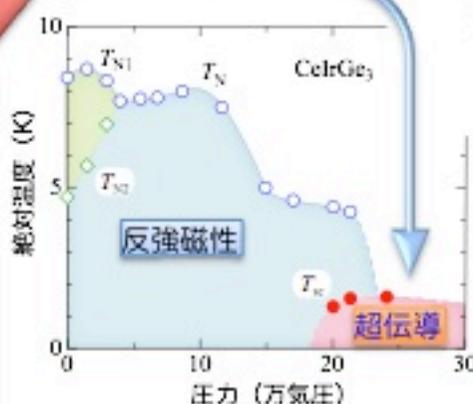
単結晶育成

圧力技術

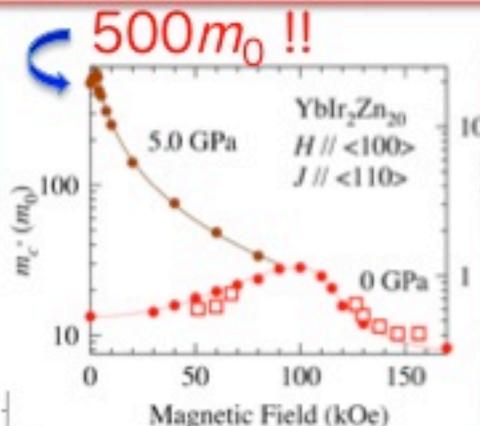


ダイヤモンドを用いた高圧発生装置

圧力下で現れる  
“新奇的な超伝導”



セリウム化合物の圧力相図



電子有効質量の圧力依存性

通常の500倍の  
有効質量を持つ  
“重い電子”

新物性創出

本研究では世界最高の単結晶育成技術と圧力技術を融合することでこれまでにない新しい電子状態を創出し、重い電子状態発現のメカニズムを解明することを目的とし、高い超伝導転移温度や強い磁場でも壊れない超伝導物質の発見を目標とする。

物性解明

物質開発

# 純良単結晶と圧力技術でつくりだす重い電子と超伝導

異なる分野の若手研究者の横断的な連携により  
物性物理の新しい分野の開拓を目指す



超高压発生と物性測定

極限量子科学  
研究センター

強磁場下での物性測定

複合極限条件  
超高压・強磁場・極低温

極低温下での物性測定

低温センター

知りたいちから  
好奇心

メカニズム解明

重い電子  
新しい超伝導  
新機能物質

新物質設計

物性物理の新展開

電子相関で現れる新しい秩序状態  
超伝導や熱電素子など新機能物質の創出

純良単結晶育成

理学研究科

圧力下物性測定

フェルミ面の観測  
中性子散乱

マイクロ物性測定

核磁気共鳴測定

基礎工学  
研究科

物性理論による重い電子や  
超伝導の解釈と新物質設計

## 【用語説明】 「純良単結晶と圧力技術でつくりだす重い電子と超伝導」(本多 史憲)

- ・単結晶・・・物質中の原子が格子欠陥や不純物をほとんど含まずどこまでも規則的に並んだ状態を単結晶と呼ぶ。物質の示す特性の本質を調べるためには単結晶での研究が必要不可欠である。
- ・圧力技術・・・圧力は単位面積あたりの力と定義される。高い圧力を作るためには狭い領域に強い力をかける必要があり、高圧発生装置には超硬合金やダイヤモンドなど硬い材料が用いられる。圧力をかけると物質内の原子間距離が変化し、物性にも変化を及ぼす。圧力下では半導体が金属に変化したり、鉄や酸素などの物質も超伝導になることが知られている。
- ・超伝導・・・物質の電気抵抗がゼロになり、物質内部の磁場を排除する（マイスナー効果）現象として知られている。送電ロスのほとんどない電線やリニアモーターカーの駆動装置としての応用がある。超伝導転移温度が高く、超伝導が壊れる磁場（臨界磁場）が高いほど応用に向いている。
- ・電子有効質量・・・電子は物質内ではさまざまな相互作用を受け、質量があたかも電子の静止質量( $m_0$ )から外れているかのような振る舞いを示すことがある。この電子の見かけの質量を有効質量と呼ぶ。Cuなどの通常金属では $1 m_0$ 程度であるが、希土類化合物では $10 m_0$ を超える物質がしばしば見つかる。これらの物質系は重い電子系と呼ばれている。
- ・希土類化合物・・・原子番号が57のランタン(La)から71のルテチウム(Lu)まで、あるいはこれにイットリウム(Y)を加えた元素群は希土類元素と呼ばれ、これらの元素を含む化合物は希土類化合物と呼ばれる。中でも原子番号が58のセリウム(Ce)から70のイッテルビウム(Yb)を含む化合物では多彩な磁性や超伝導が発見されており、物質開発という観点からも注目されている。
- ・フェルミ面・・・電子はフェルミ粒子と呼ばれ一つの状態を1つの電子でしか占めることはできない。金属中の電子をエネルギーの低い方から順に詰めていき最大に詰まった等エネルギー面をフェルミ面と呼ぶ。フェルミ面の体積や形状によってその金属の性質が決まるので「金属の顔」とも呼ばれる。
- ・ミクロ物性測定・・・原子、分子の応答を直接観測する手段を総じて微視的（ミクロ）測定と呼ぶ。代表的なものには上述したフェルミ面の観測や、MRI診断などで使われる核磁気共鳴、中性子線やx線といった放射線を用いて物質内の原子間距離や磁気構造、電子相関の大きさなどを調べる測定方法などがある。