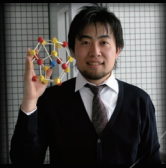


# 超音波で電気四極子を観測する。

## 強相関電子物性研究室

Physics of Correlated Electron Systems



特任助教 柳澤 達也 (Tatsuya YANAGISAWA)

「私は異分野の研究者や企業との交流・共同研究を望んでいます。」

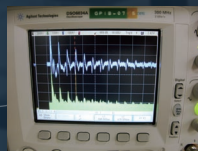
Office: 創成科学共同研究機構 4-116 / 理学部 2号館 1-10  
Tel: 011-706-9272 / 3500

### Keywords 極低温・磁性・超音波

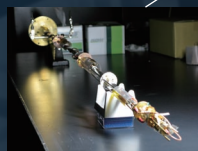
Low Temperature, Magnetism, Ultrasound



高精度超音波測定装置



超音波エコー信号



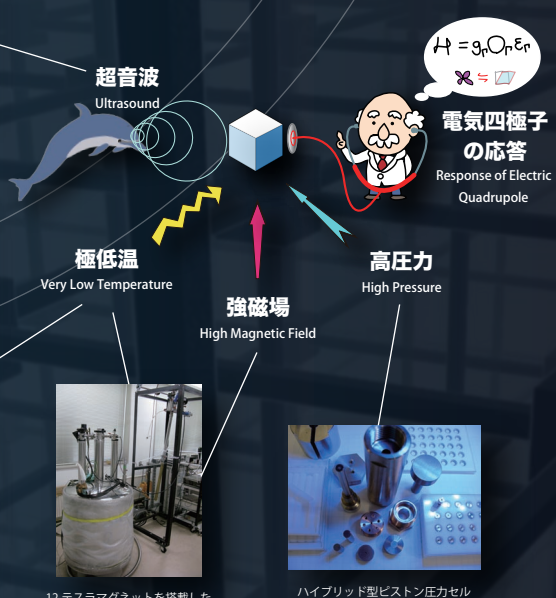
自家製のインピーダンス整合極低温プローブ



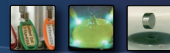
12 テスラマグネットを搭載したヘリウム3冷凍機 (北大理 網塚研究室)



ハイブリッド型ピストン圧カセル



研究内容  
Projects



超音波で観る固体中の電子  
Ultrasonic Investigation of Electrons in Solids

地球上の全てのモノは元素によって成り立っていますが、さまざまなモノの性質(物性)はその元素が持つ電子の状態によって決まっているといっても過言ではありません。この電子はスピンという磁気に関する自由度と、軌道とよばれる電気的な自由度を持っています。このうちスピンの自由度は一般的な磁気測定などで検出することができます。一方、軌道の自由度は「超音波」によって検出することができます。私たちのチャレンジする研究テーマはこれらの自由度が拮抗し、互いに強く相互作用する電子の多体問題に直結しているため、研究室の名前を「強い相関を持つ電子系の物性」としました。

私たちは研究対象となる新規物質の創成も行っています。さまざまな電子デバイスに適用可能な超伝導・磁性を示す希土類金属化合物や、宝石などで知られる絶縁体などの「単結晶」を高温炉の中で育成しています。

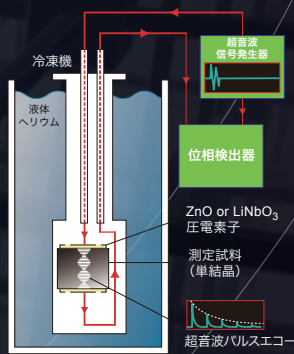


手法  
Method



超音波位相比較法  
Phase Comparative Method

音波は金属や絶縁体にかかわらずモノの中を自由に伝わります。我々はマイクロメータ(10<sup>-6</sup>m)程度の短い波長を持つ音波を用いてモノの固さを精密に測定し、「電気四極子」や「電荷ゆらぎ」といった固体内の電子にまつわる性質を調べています。北海道大学には極低温実験の拠点があるので、液体ヘリウムを用いた冷凍機を用いて絶対零度近傍までモノを冷やすことにより、電子の量子力学的現象を観測することができます。



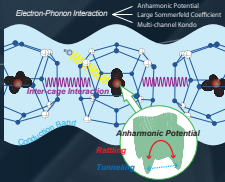
超音波位相比較法の模式図



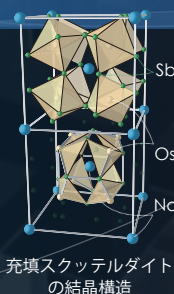
研究成果  
Research Highlights

カゴ状化合物のラットリングとトンネリング  
Rattling and Tunneling in Clathrate Compounds

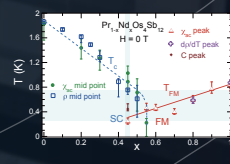
右図に示した充填スクッテルタイト NdOs<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub> はその結晶構造から解るように原子のカゴが希土類イオンを内包しています。カゴ中の希土類イオンは6個の等価なオフセンタ位置を振動しており、縮退した二重項が量子基底状態となっています。電荷揺らぎを伴うオフセンタ振動と伝導電子との強結合系では多チャンネル近藤効果を期待できます。我々は超音波実験により



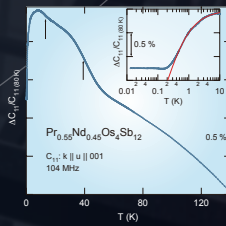
さまざまな電子の相互作用



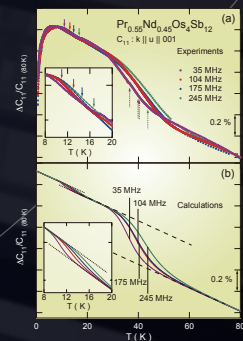
充填スクッテルタイトの結晶構造



Superconducting transition temp.  $T_c$  and ferromagnetic transition temp.  $T_{FM}$  vs Nd concentration  $x$  in the  $Pr_{1-x}Nd_xCu_4Os_4Sb_{12}$  system.



Relative change in the elastic constant  $C_{11}$  as a function of temperature. The inset shows detailed behavior below 10 K displayed by  $\log T$  scale.



(a) Frequency dependence of elastic constant  $C_{11}$  as a function of temperature. Upper and lower arrows display temperature that satisfy resonant condition  $\omega\tau \sim 1$ . (b) Calculated elastic constant  $C_{11}$ . Dotted lines indicate high- and low-frequency limit  $C_{11}(\infty)$  and  $C_{11}(0)$ , respectively. The inset is detailed behavior between 8 K to 20 K.

様々な自由度が絡み合って生じる風変わりな物性



北海道大学基礎融合科学領域リーダー育成システム  
Hokkaido University Leader Development System in the Basic Interdisciplinary Research

文部科学省科学技術振興調整費「若手研究者の自立的研究環境促進」事業  
"Improvement of Job Environment for Researchers" supported by 2007 Special Coordination Funds for Promoting Science and Technology, MEXT