

# 強相関電子系研究の潮流； 超伝導と量子流体

超伝導

凝縮系物理学研究の歴史的背景

半導体、金属、絶縁体

**Conventional Superconductors**  
= BCS mechanism  
SC mediated by lattice vibrations

電子間相互作用の  
効果が弱いと仮定  
した有効理論

**ランダウ・フェルミ液体と電子状態計算**  
20世紀半導体産業の成功の基礎

20世紀終盤より多くの強相関物質の発見。  
遷移金属酸化物(銅酸化物ほか)、有機伝導体、希土類化合物など

多体効果が本質的に重要な  
強相関電子物質

**高温超伝導体の発見**  
銅酸化物、鉄系超伝導体など

**新しい量子流体の出現**  
朝永ラッティンジャー液体、分数量子ホール液体、BKT相  
**トポロジカル物質の出現**

実験と理論への大きな挑戦

ほかの電子との強い相関のもとでの  
電子の量子挙動が直接わかる  
**分光実験(spectroscopy)の革命的進歩**  
角度分解光電子分光 (ARPES)  
トンネル分光 (STM)/準粒子干渉 (QPI)  
共鳴非弾性X線散乱 (RIXS)  
**解像度の3桁以上の向上**  
**質的に新しいデータ**

概念と計算手法の革新  
★概念：新しい量子流体の描像  
1. **分数化した粒子、複合粒子；創発粒子- Emergent particles**  
既存素粒子にない特質・高機能性も持ちうる  
例：量子スピン液体のスピノン、マヨラナ粒子  
2. **粒子性を失った“量子スープ” / “Quantum Soup”**  
“unparticle”； 例：プランク流体  
⇒ 高温超伝導の本質にかかわる提案  
★**量子多体計算が必要、手法の発展と高精度化**  
(変分モンテカルロ、テンソルネットワーク、ニューラルネットワーク)  
★**破綻した従来の手法に代わる強相関第一原理手法の発展 (MACE)**