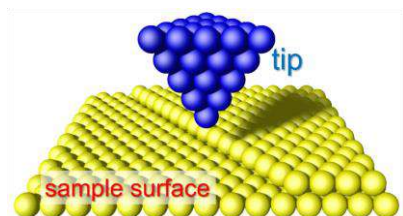


長谷川研究室

走査トンネル顕微鏡という原子分解能で電子を測る顕微鏡を使う研究室です

走査トンネル顕微鏡 (STM)



STMの原理図

探針と表面間に流れるトンネル電流を測りつつ表面をなぞることで像を取得

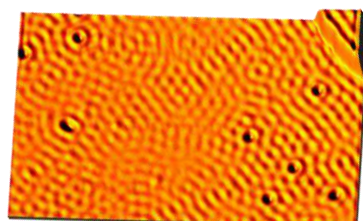
物性の理解するためには、原子レベルの空間分解能で様々な物理量を評価することが大切です。長谷川研究室では、**走査トンネル顕微鏡 (STM)** を用いて、原子構造や電子状態、磁気特性・スピン・軌道に関する情報を原子スケールで計測・視覚化することで、物性起源の解明や、ナノスケール・二次元系特有の現象探索を試みています。

長谷川研究室のSTM装置群の特長は、**超高真空** (10^{-9} Pa)・**3He冷却**による**低温** (>0.4 K)・**磁場下** (<11 T)・**マイクロ波**照射下 (<40 GHz) といった極限環境での測定が可能です。

そのため他では出来ないような測定、例えば、**超伝導体**や量子化磁束(渦糸)の振る舞い、**スピン**スパイラル**磁性**におけるマグノン励起、強磁性**共鳴**によるスピン流生成、局所**ポテンシャル**分布などの諸現象を、局所的かつ極めて高いエネルギー分解能で評価できます。

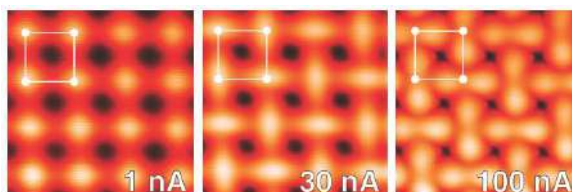
電子を「観る」

電子定在波 (準粒子干渉)



Cu表面での電子定在波の周期 (1.4nm) はフェルミ半波長に相当

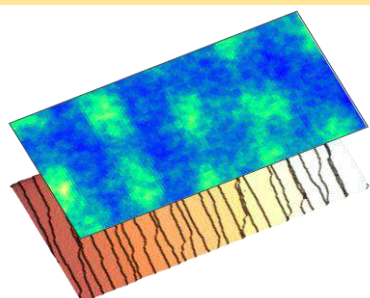
軌道秩序状態



CeCoIn₅のCo層で $3d_{xz}$ と $3d_{yz}$ 軌道が交互に配列した秩序相の形成

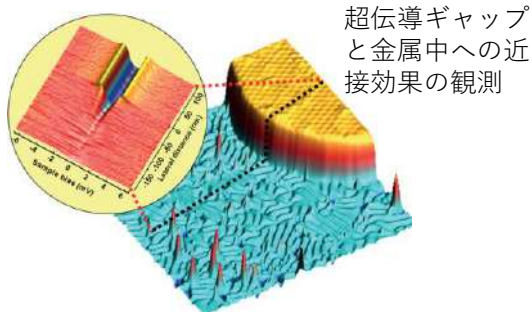
超伝導を「観る」

Abrikosov-Josephson渦糸



ステップを導入した二次元超伝導体上での特異な楕円状渦糸の形成

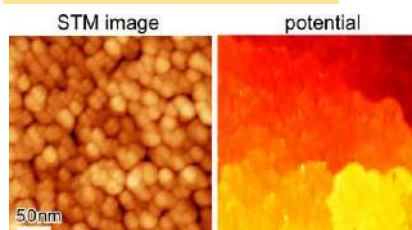
超伝導近接効果



超伝導ギャップと金属中への近接効果の観測

電流を「観る」

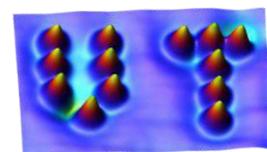
局所ポテンシャル分布



ナノスケールでのポテンシャル段差 (電気抵抗) の分布観測

原子を「操る」

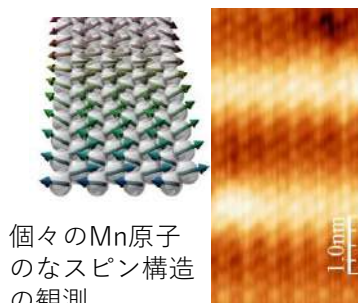
探針による原子操作



銀原子を一つ一つ動かして書いた「UT」

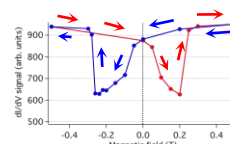
スピンを「観る」

スピンスパイラル構造



個々のMn原子のなスピン構造の観測

ナノ磁性体



数ナノメートルサイズ磁性体の磁化曲線

長谷川研究室

今後の研究テーマ（1例）

・原子層**超伝導体**における超伝導・絶縁体転移
乱れ（ステップ）導入と磁場印加による
量子相転移の実空間観察

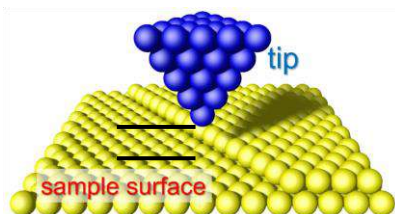
・低温・磁場中**走査トンネルポテンシオメトリ**
トポロジカル絶縁体や金属薄膜など

・トポロジカル超伝導の実空間観察
トポロジカル超伝導体(NaAlSi, KCaFe₄As₄ など)
磁性体/超伝導体界面(CrBr₃/NbSe₂)
スピンと超伝導の同時観察

・ナノ**磁性体**の強磁性共鳴の観測と磁性ダイナミクス
マイクロ波導入による**磁気共鳴**誘起とプローブ
による検出
スピン偏極ポテンシオメトリによる**スピン流**の
実空間計測

・機械学習・自動測定を用いた高効率計測
スパースモデリングによる情報抽出
Labviewや**Python**を活用して24時間フル稼働
測定（人は昼間のみ）

Why 物性研？



探針試料間距離は
1 ナノメートル以下！
(10⁻⁹メートル)

探針試料の安定が重要！
STM装置は振動に弱い

→地下室
→防音室内
→除振台上

柏キャンパスの静かな環境と
物性研の広い実験室で実現可能

面白い物性は低温で発現

→液体ヘリウム入手が困難な中、
ヘリウム循環システムの整った
柏キャンパスは比較的良い状況

物性研は低温STM研究に
良い条件が揃っている

Why 長谷川研究室？



SEENG IS BELIEVING

メンバー構成

- ・長谷川幸雄 教授
- ・助教
- ・技術職員
- ・研究員2名（1名は海外から）
- ・修士課程学生 2名
- ・事務補佐員 1名



教職員と密にコミュニケーション

保有装置

- ・He³冷却型低温磁場中(7T)装置
- ・He⁴冷却型低温磁場中(2T-1T)装置
- ・He⁴冷却型低温装置
- ・室温装置 3台

マシンタイムを十分に取れる、
良い実験環境！

国内外の学会に参加！

長谷川研学生の講演は好評で多数表彰されています

日本物理学会で行った2講演両方で受賞
他にも、日本表面真空学会などで受賞



物性研 長谷川



個別訪問は随時歓迎