

# Pr化合物における四極子近藤効果 (2)

岡山大学 異分野基礎科学研究所

大槻純也



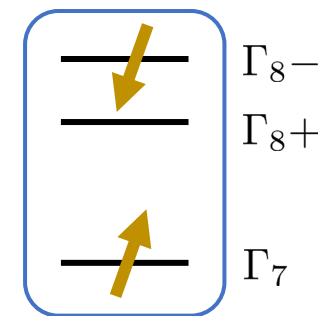
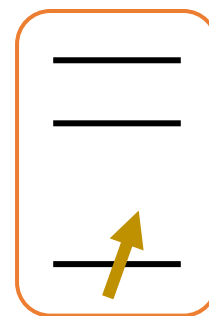
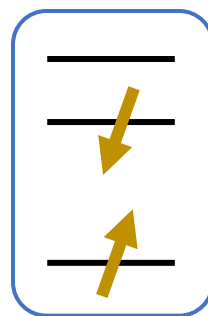
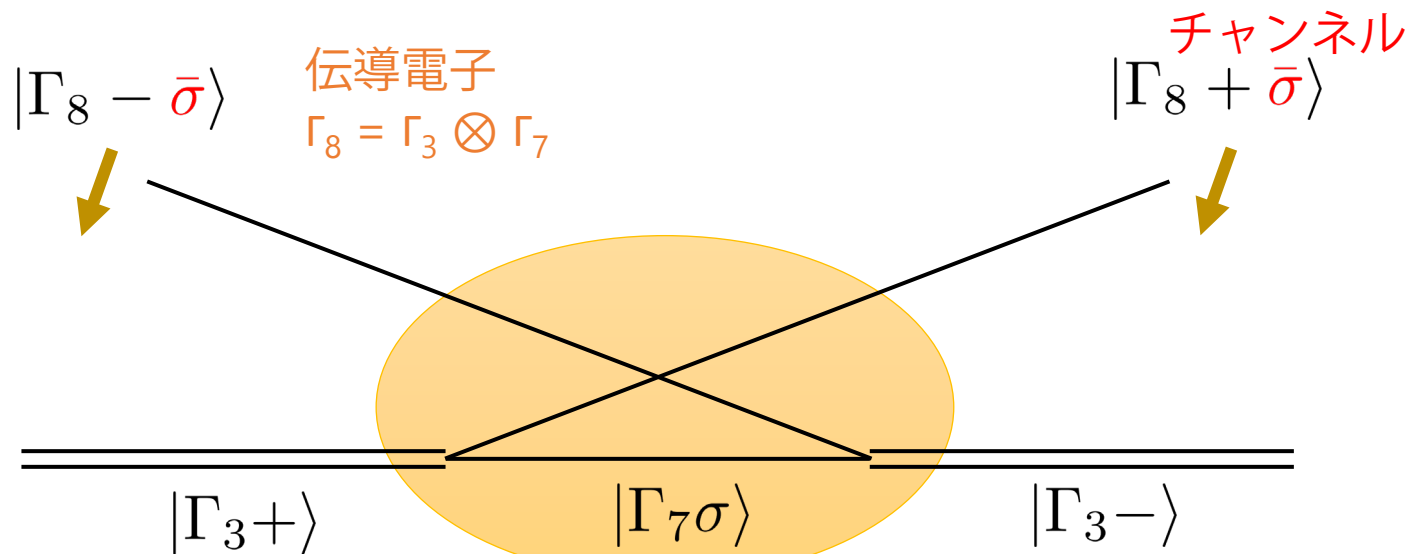
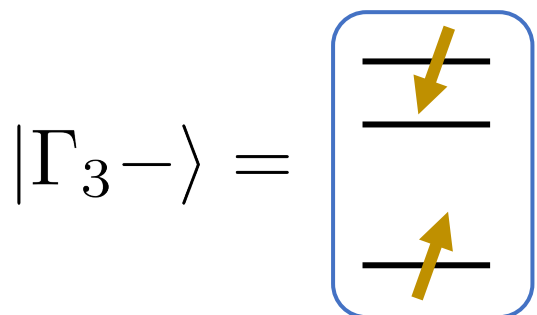
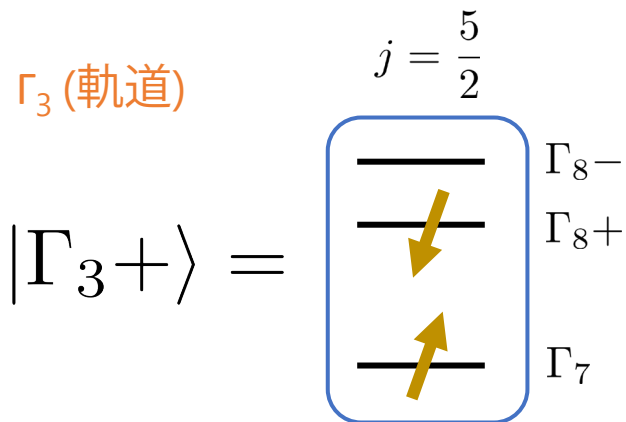
# 前回の復習

- Kondo effect in real metals: 3つに分類される
  - complete screening = 通常の近藤効果
  - under-screening = 残留モーメント → 長距離秩序
  - over-screening = 非フェルミ液体
- over-screeningが $f^2$ 電子配置の $\Gamma_3$ 結晶場基底で実現

# 復習：3-7-8 model

## 軌道反転過程

### $f^2$ 状態のj-j結合表示



$f^1$ 状態  
 $\Gamma_7$  (スピン)

# 復習：四極子近藤模型

$$\mathcal{H} = \sum_{\mathbf{k}\tau\sigma} \epsilon_{\mathbf{k}\tau\sigma} c_{\mathbf{k}\tau\sigma}^\dagger c_{\mathbf{k}\tau\sigma} + J \sum_{\sigma} \mathbf{T} \cdot \boldsymbol{\tau}_{\sigma}$$

$$\boldsymbol{\tau}_{\sigma} = \frac{1}{2} \sum_{\mathbf{k}\mathbf{k}'\tau\tau'} c_{\mathbf{k}\tau\sigma}^\dagger \boldsymbol{\sigma}_{\tau\tau'} c_{\mathbf{k}'\tau'\sigma}$$

$\Gamma_3$ の軌道演算子

$\Gamma_3$ の軌道演算子

伝導電子の軌道演算子

スピン $\sigma$  = チャンネル

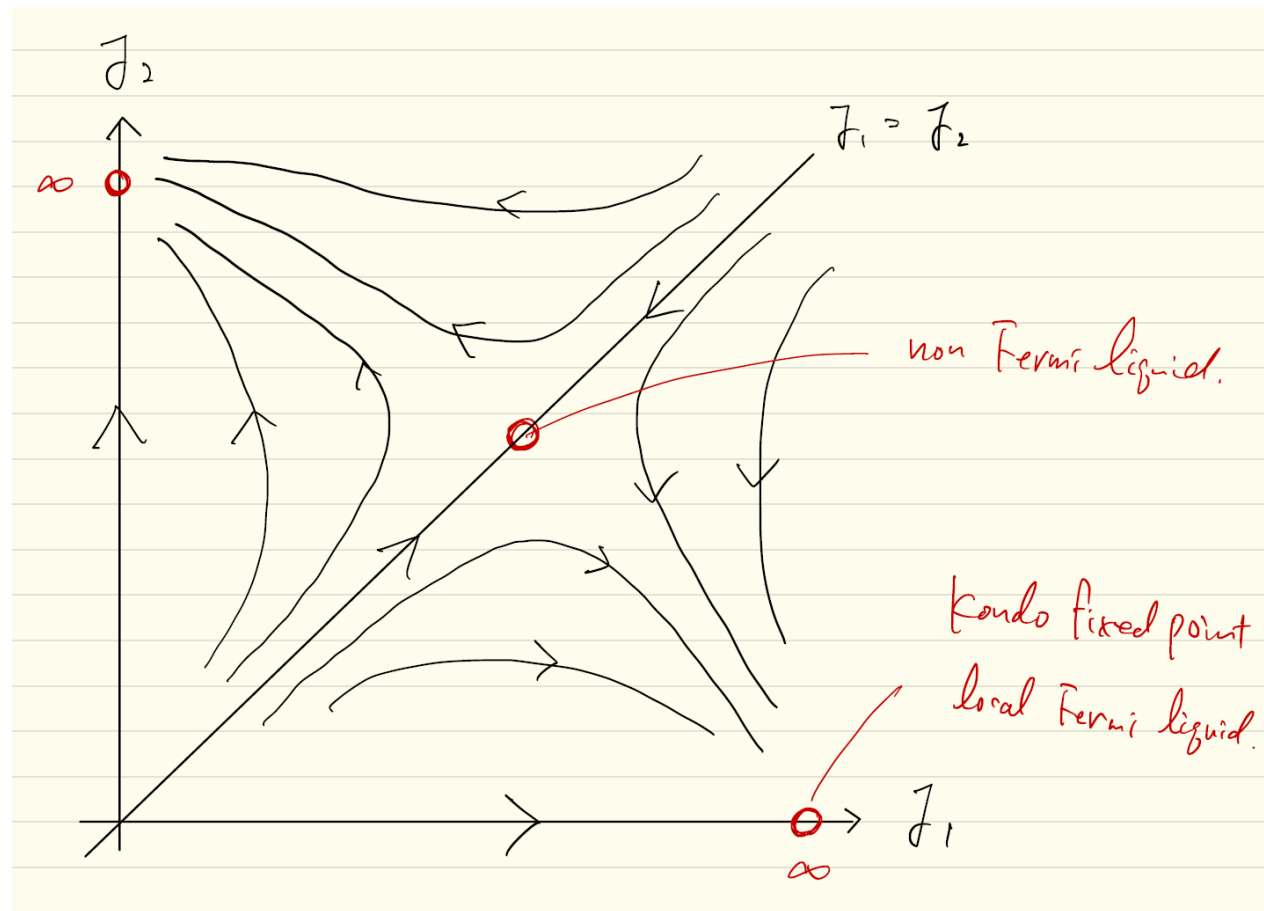
四極子近藤効果  $\doteq$  2チャンネル近藤効果

なぜなら...

- 四極子の交換相互作用があれば必ずスピン(=チャンネル)の自由度が残る
- 他に2チャンネル近藤効果が実現している有力候補がない

# Two-channel近藤効果が観測される条件

チャンネル非等価性のある場合のスケーリング



two-channel近藤模型の非フェルミ液体状態はチャンネル非等価性に対して不安定

四極子近藤模型：  
チャンネル = スピン  
チャンネル等価性が時間反転対称性で守られている

# 四極子近藤効果が起こる？起こらない？

- Q:  $f-\Gamma_3$ で四極子近藤効果が起こるなら $d-e_g$ 軌道でも起こる？

A: 起こらない

$f-\Gamma_3$ はスピン自由度を持たない（LS結合により全角運動量 $J$ になっているため）が、 $d-e_g$ にはスピン自由度が残っている。

- Q: 距離の異なる原子との混成をチャンネルとみなすとマルチチャンネル近藤模型になる

A: マルチチャンネル近藤効果は起こらない

チャンネル非等価性より