



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study of 5f Electronic States in Uranium Systems with CaBe <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> -Type Crystal Structure Lacking Local-Inversion Symmetry [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	今, 布咲子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15739号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/92271">https://hdl.handle.net/2115/92271</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Fusako_Kon_review.pdf, 審査の要旨



# 学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 今 布 咲 子

審査担当者	主査	教 授	網 塚	浩
	副査	教 授	柳 澤	達 也
	副査	教 授	吉 田	紘 行
	副査	准教授	速 水	賢

## 学 位 論 文 題 名

Study of 5f Electronic States in Uranium Systems with  $\text{CaBe}_2\text{Ge}_2$ -Type Crystal Structure  
Lacking Local-Inversion Symmetry  
(局所空間反転対称性の破れた  $\text{CaBe}_2\text{Ge}_2$  型構造を有する U 化合物における  
5f 電子状態の研究)

## 博士学位論文審査等の結果について（報告）

ウラン (U) を含む金属化合物は、未解明の「隠れた秩序」と呼ばれる特異な電子状態や、反強磁性だけでなく強磁性秩序とも共存可能な非 BCS 超伝導など、多様で新奇な現象を示す。これらの異常な物性は、ウランの 5f 電子に由来することがマクロスケールの測定で明らかになっている。しかし、5f 電子状態の微視的理解を基にした解明事例はまだ存在しない。5f 電子の物性を理解する上での一つの難しさは、その波動関数が局所的な 4f 電子と遍歴的な 3d 電子の中間的な特性を持つため、両者に適用される基本描像が 5f 電子には当てはまらない点にある。5f 電子系の物性を理解するためには、各物質における 5f 電子の局所的波動関数の性質や隣接イオンとの相互作用を詳しく調査する必要がある。特に、空間反転対称性が局所的に破れる環境では、5f 電子が 6d、7s 軌道やリガンドの電子軌道と混ざり合い、奇パリティの高次多極子を形成することが、最新の理論研究で示唆されており、これが多様な異常物性に重要な役割を果たしている可能性が予見されている。

申請者は、局所的に空間反転対称性の欠如した U 系化合物  $\text{UPt}_2\text{Si}_2$  を研究し、5f 電子状態とその周囲環境の相互作用に着目した。具体的には、この系において Pt 原子層に生じる電荷密度波 (CDW) が U 原子層の反強磁性 (AFM) にどのような影響を与えるかを、単結晶を合成し共鳴 X 線散乱及び非偏極・偏極中性子散乱実験を用いて詳細に調べた。その結果、CDW が U の 5f 軌道を変調し、電気四極子密度波を引き起こしていることを明らかにした。また、AFM 相において、5f 磁気モーメントが CDW の進行方向に直交する向きに傾く横波変調を受けていることを見出し、磁気モーメントの傾き角は最大約  $20^\circ$  であることを明らかにした。これらの結果と考察に基づき、5f 電子が局所的にパリティ混成軌道を形成していること、また、近傍の Pt 原子上の 5d 電子との結合が本系の磁性に大きな影響を与えていることを結論した。

本研究は 5f 電子と他の電子とのサイト内外の混成効果を明らかにし、5f 電子による強相関物性の理解に貢献する新しく重要な情報を提供するものである。よって著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格あるものと認める。