The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Mössbauer Spectroscopic Study of Uranium Intermetallic Compounds (UFe2, U6Fe, UGe2, UPd2Al3 and URu2Si2)
Author(s)	Tsutsui, Satoshi
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155504
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【86】

氏　　名	筒　井　智　嗣（つつい さとし）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　14752　号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学　位　論　文　名	Mössbauer Spectroscopic Study of Uranium Intermetallic Compounds（UFe_2, U_6Fe, UGe_2, UPd_2Al_3 and URu_2Si_2） （ウラン金属間化合物（UFe_2, U_6Fe, UGe_2, UPd_2Al_3 および URu_2Si_2）のメスバウアー分光による研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　那須　三郎 （副査） 教　授　三宅　和正　　教　授　北岡　良雄　　教　授　大貫　惇睦

論　文　内　容　の　要　旨

ウラン化合物の物性はウランの5f電子によって特徴づけられている。アクチノイド化合物中では5f電子の性質は3d電子と4f電子の両方の性質を併せ持っていると説明されている。すなわちアクチノイド化合物中の5f電子は遍歴的な3d電子のようにも，局在的な4f電子のようにも振る舞う。

メスバウアー分光は様々な化合物中での微視的電子状態を調べるのに有効な手段である。軽アクチノイド元素ではメスバウアー効果を観測することは可能なので，アクチノイドのメスバウアー分光はアクチノイド元素の5f電子の微視的電子状態を直接調べることができる。アクチノイドの金属間化合物に関しては，ネプツニウム金属間化合物の^{237}Npメスバウアー分光による研究が1960年代から1970年代にかけて広範囲にわたって行なわれてきた。しかしながら，ウラン金属間化合物のウランのメスバウアー分光は，ウラン金属間化合物が異方的超伝導などの興味深い物性を持っているにも関わらず，行なわれてこなかった。

本研究では，ウラン金属間化合物の物性，特にその磁性を明らかにするためにウラン金属化合物の^{57}Feおよび^{238}Uメスバウアー分光を行なった。

まず，^{238}Uメスバウアー遷移の第一励起状態のg因子が0.254±0.0015であることを^{238}Uメスバウアー分光と^{235}U NMRを用いて決定した。決定された^{238}U核のg因子はウラン化合物の物性を議論する上で重要な比例定数である。

U-Fe金属間化合物では^{57}Feメスバウアー分光から得られた異性体シフトの値からFeの3d電子とUの5f電子の間に強いハイブリダイゼーションがあることが明らかになった。UFe_2における^{57}Feの超微細結合定数も3d電子と5f電子のハイブリダイゼーションを示している。UFe_2の^{238}Uメスバウアー分光の結果はUFe_2中のウラン原子はスピンと軌道が互いにモーメントを打ち消しあっているのではなく，ウラン原子自身が磁気モーメントを持たないことを示唆している。

UGe_2では，5.3Kでの内部磁場の大きさが240±10Tであった。超微細結合定数は温度に依存しなかった。

重い電子系超伝導体であるUPd_2Al_3とURu_2Si_2については，それぞれの帯磁率の大きさが極大を示す温度で常磁性緩和によるメスバウアー・スペクトルの線幅の広がりが観測された。これらの温度以上では，メタ磁性転移が消失することが報告されており，これらの現象は超伝導の重要な役割を担う重い電子の出現と相関があるものと考えられる。

本研究において得られた^{238}U核の超微細結合定数はUO_2，UGe_2およびUPd_2Al_3において140-160T／μ_Bである。

論文審査の結果の要旨

本論文は，重い電子系超伝導体として注目されているウラン金属間化合物の物性，特にその磁気的性質について，微視的測定法としての^{238}Uメスバウアー分光法の開拓を行うとともに，メスバウアー分光測定から得られた研究成果を纏めたものである。

ウラン化合物の物性はウランの5f電子によって特徴づけられていて，アクチノイド化合物中では5f電子の性質は3d電子と4f電子の両方の性質を併せ持っている。すなわちアクチノイド化合物中の5f電子は遍歴的な3d電子のようにも，局在的な4f電子のようにも振る舞う所に新しい物性の発現を引き起こしている。メスバウアー分光法は様々な化合物中での微視的電子状態を調べるのに有効な手段であるが，ウラン金属間化合物のウランのメスバウアー分光は，ウラン金属間化合物が異方的超伝導など興味深い物性を示すにも関わらず，現在まで行なわれてこなかった。

本論文では，ウラン金属間化合物（UFe_2, U_6Fe, UGe_2, UPd_2Al_3およびURu_2Si_2）の物性，特にその磁性を明らかにするため，^{57}Feおよび^{238}Uメスバウアー分光を行ない，まず，低温で反強磁性秩序を示すUO_2の試料を用いて^{238}Uメスバウアー分光と^{235}UNMRを併用し^{238}Uメスバウアー遷移の第一励起状態のg因子が0.254±0.015であると決定している。決定された^{238}U核のg因子はウラン化合物の磁性を議論する上で重要な物理定数である。U－Fe金属間化合物では^{57}Feメスバウアー分光と^{238}Uメスバウアー分光測定から，Feの3d電子とUの5f電子の間に強いハイブリダイゼーションがあることを明らかにし，UFe_2における^{57}Feの超微細結合決定数も3d電子と5f電子のハイブリダイゼーションの結果であると解釈している。UFe_2の^{238}Uメスバウアー分光の結果はUFe_2中のウラン原子はスピンと軌道が互いにモーメントを打ち消しあっているのではなく，ウラン原子自身が磁気モーメントを持たないことを示唆している。UGe_2では，5.3Kでの内部磁場の大きさが240±10Tであり、超微細結合定数は温度に依存しないことを明らかにしている。重い電子系超伝導体であるUPd_2Al_3とURu_2Si_2については，それぞれの帯磁率の大きさが極大を示す温度で常磁性緩和によるメスバウアー・スペクトルの線幅の広がりが観測され，超伝導に重要な役割を担う重い電子の出現と相関があるものと解釈している。

このように，本論文の研究によって^{238}Uメスバウアー準位のg因子が決定され，今後ウラン位置超微細場の値を定量的に得ることが可能になった。さらに本論文ではこの値を用いて種々のウラン金属間化合物でのウラン原子核位置超微細場を決定するなど，重い電子系超伝導体ウラン金属間化合物の物性理解に大きく寄与するものであり，学位（理学）論文として価値あるものと認められる。