



Title	Perturbed Angular Correlation Spectroscopy of Hf/Fe Multilayers, CeRu ₂ Ge ₂ and Evaporated Fe Thin Films
Author(s)	大知, 孝誌
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44344
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 おお とも たか し 大 知 孝 誌

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 1 7 9 4 2 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 15 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 Perturbed Angular Correlation Spectroscopy of Hf/Fe Multilayers,
CeRu₂Ge₂ and Evaporated Fe Thin Films
(Hf/Fe 多層膜、CeRu₂Ge₂ 化合物及び Fe 蒸着薄膜の摂動角相関分光)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 那 須 三 郎

(副査)

教 授 菅 滋 正 教 授 北 岡 良 雄

論 文 内 容 の 要 旨

時間微分型 γ - γ 摂動角相関 (Time-Differential γ - γ Perturbed Angular Correlation : TDPAC) は原子核をプローブとする核物性法であり、物性研究に用いられている。本研究では ^{181}Ta による Hf/Fe 多層膜、 ^{140}Ce による CeRu₂Ge₂ 化合物、 ^{111}Cd を用いた Fe 蒸着薄膜についての物性研究を行った。

^{181}Ta TDPAC 測定では、Hf/Fe 多層膜の界面での強磁性 Fe 層から非磁性 Hf 層への磁気的影響を調べた。Hf/Fe 金属多層膜 [Hf (0.5 nm, 1 nm, 2 nm, 4.8 nm, 10 nm)/Fe]_n を電子ビーム蒸着法で作製した。 ^{181}Hf の β^- 崩壊に伴って放出されるガンマ・カスケードの角相関を調べることで、 ^{181}Ta の中間準位における超微細相互作用の測定を行った。室温での TDPAC 測定から、強磁性 Fe 層からの影響により Hf site に誘起された内部磁場による摂動が観測された。

^{140}Ce TDPAC 測定では、重い電子系である CeRu₂Ge₂ の単結晶試料を用い、4.2 K で Ce site での内部磁場の測定を行った。試料は ^{140}Cs implantation によって PAC 線源とした。 ^{140}La の β^- 崩壊に伴って放出されるガンマ・カスケードの角相関を調べることで、 ^{140}Ce の中間準位における超微細相互作用の測定を行った。液体 He 温度での TDPAC 測定から、内部磁場が観測された。

^{111}Cd TDPAC 測定では、Fe/Ag 蒸着膜界面に ^{111}In を導入し、主に室温で測定を行った。Fe と Ag は、電子ビーム蒸着法で、 ^{111}In は抵抗加熱法を用い、Kapton film/Fe 50 nm/ ^{111}In /Fe x nm/Ag 20 nm の蒸着を行った ($x = 0, 0.2, 0.3, 1, 2, 5, 10$)。 ^{111}In の EC 崩壊に伴って放出されるガンマ・カスケードの角相関を調べることで、 ^{111}Cd の中間準位における超微細相互作用の測定を行った。界面に近くなるほど ^{111}Cd が受ける Fe 層の内部磁場が大きくなった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、原子核をプローブとした核物性研究法の一つとして知られている時間微分型ガンマ線摂動角相関法

(TDPAC 法)を用いて、 ^{181}Ta 核による Hf/Fe 多層膜、 ^{140}Ce 核による CeRu_2Ge_2 化合物、 ^{111}Cd を用いた Fe 蒸着薄膜についての物性研究を行い、得られた結果を纏めたものである。

^{181}Ta TDPAC 測定では、Hf/Fe 金属多層膜 $[\text{Hf} (0.5 \text{ nm}, 1 \text{ nm}, 2 \text{ nm}, 4.8 \text{ nm}, 10 \text{ nm}) / \text{Fe} (50 \text{ nm}, 200 \text{ nm})]_n$ を電子ビーム蒸着法を用いて作製し、原子炉中性子による放射化を行い、試料としている。ここでは Hf/Fe 多層膜の界面での強磁性 Fe 層から非磁性 Hf 層への磁気的影響に注目して、 ^{181}Hf の β^- 崩壊に伴って放出されるカスケード・ガンマ線の角相関を調べ、 ^{181}Ta 中間準位における超微細相互作用の測定を行っている。室温での TDPAC 測定から、強磁性 Fe 層からの影響により Hf 位置に誘起された超微細磁場による摂動を明確に観測し、界面からの距離の関数として磁気侵入長を決定している。

^{140}Ce TDPAC 測定では、重い電子系化合物の一つであると報告されている CeRu_2Ge_2 単結晶試料を用いて、4.2 K での ^{140}Ce 核位置超微細磁場の値を決定している。 ^{140}Ce 原子核の基底状態の核スピンは 0 であり核磁気共鳴法を用いた物性研究は不可能であり、励起準位の核での超微細相互作用を観測する TDPAC 測定からはじめて超微細磁場の値を決定している。試料はウランの核分裂片の一つである ^{140}Cs を 400 KV の加速電圧で打ち込むことによって TDPAC 線源としている。実験は ^{140}La の β^- 崩壊に伴って放出されるカスケード・ガンマ線の角相関を調べ、 ^{140}Ce の中間準位における超微細相互作用の測定を行っている。本研究によって、液体 He 温度 4.2 K での超微細磁場の値は 24.2 T であることをはじめて明らかにしている。

^{111}Cd TDPAC 測定では、Fe/Ag 蒸着膜界面に ^{111}In を導入し、室温にて行っている。Fe 層と Ag 層は電子ビーム蒸着法で調製し、 ^{111}In は抵抗加熱法を用い、超高真空中でカプトン高分子膜上に $/\text{Fe} 50 \text{ nm} / ^{111}\text{In} / \text{Fe } x \text{ nm} / \text{Ag } 20 \text{ nm}$ の蒸着を行っている。ここで $x=0, 0.2, 0.3, 1, 2, 5, 10$ である。 ^{111}In の EC 崩壊に伴って放出されるカスケード・ガンマ線の角相関を調べ、 ^{111}Cd の中間準位における超微細相互作用を測定し、磁気双極子相互作用の大きさから、Fe 層の界面近くになるほど ^{111}Cd 核位置超微細磁場の値が大きくなることを見いだしている。

以上のように、本論文は放射性同位元素をプローブ核とした TDPAC 測定を多層膜、化合物、薄膜の局所的な物性とくに磁性測定に用い、多くの新しい知見を得、物性物理科学分野の進展に多大の貢献をしているので、博士 (理学) の学位論文として価値あるものと認める。