

Title	Mechanism of Polarization Production by means of the Tilted - Foil Technique Studied by Beta - Radioactive Nuclei
Author(s)	百田, 佐多生
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39072
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	百 田 佐 多 生
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 5 3 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 9 月 2 6 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 名	Mechanism of Polarization Production by means of the Tilted - Foil Technique Studied by Beta - Radioactive Nuclei (β 放射性核を用いた傾斜薄膜法の偏極生成機構の解明)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 南 園 忠 則 (副査) 教 授 高 橋 憲 明 教 授 赤 井 久 純 助 教 授 野 尻 洋 一 助 教 授 木 村 正 広

論 文 内 容 の 要 旨

傾斜薄膜法は原子-原子衝突過程を利用した核偏極生成法の一つで、この手法の特性から不安定核ビームを用いた実験への効果的な適用が期待されてきた。しかし、傾斜薄膜法における偏極生成機構の解明が不十分であるため、その不安定核物理学への応用は遅れていた。これは、原子の多岐に渡る原子状態が関与する核偏極生成機構を、主に限定された原子状態を対象とした原子物理学的手法によって解明しようとしたからであった。本研究は、これらの問題を克服するために傾斜薄膜法の偏極生成機構の解明を目的とし、傾斜薄膜法で生成された短寿命 β 放射性核の核偏極を β -NMR法によって直接に決定し、この偏極機構の解明を基底状態をも含む広い原子状態に対して行った。

今回の研究では、傾斜薄膜法に含まれる3つの重要なメカニズム、(1) Beam - tilted - foil interactionによる原子偏極生成、(2) 自由空間飛行中の原子核への偏極移行、(3) 多重傾斜薄膜法による核偏極増強、を原子核物理学的な手法を用いた系統的かつ多角的な研究により解明した。

- (1) Beam - tilted - foil interactionによる原子偏極生成機構を解明するために、短寿命 β 放射性核、 ^{12}B に傾斜薄膜法を適用し生成された核偏極を薄膜の傾斜角度の関数として測定した。今回の実験で、傾斜薄膜最終面での非対称な電子捕獲過程が原子偏極生成の主要な機構であると解明された。そこで、原子偏極を電子捕獲過程の反応断面積の非対称度から理論的に求めたところ、予言された原子偏極の向きおよび傾斜角度依存性はともに実験結果をよく再現した。また、他の β 放射性核と傾斜薄膜物質の組み合わせで生成された核偏極の向きも、この予言と一致した。以上3点から、原子偏極生成が電子捕獲過程に起因するものであると結論づけた。
- (2) 自由空間飛行中の原子核偏極の偏極移行機構を解明するために、短寿命 β 放射性核、 ^6Li と ^{12}B の Hyperfine quantum beatを測定した。この実験結果は偏極移行過程に関与する原子状態及び原子過程を明らかにし、(a) 偏極移行において原子の励起状態が果たす重要な役割と (b) 先の原子偏極生成機構から予想される結果との整合性が示された。
- (3) 多重傾斜薄膜法による核偏極増強機構を解明するために、短寿命 β 放射性核、 ^6Li 、 ^8B 、 ^{12}B の核偏極を傾斜薄膜の枚数の関数として測定した。この実験結果は、多重傾斜薄膜効果が連続かつ独立した偏極過程の重ね合わせであること

を結論づけた。そして、この考え方に基づく量子力学的表式により核偏極増強効果の定量的予言が可能となった。また、原子偏極生成および偏極移行機構の実験結果から予言された原子状態の妥当性も証明された。

傾斜薄膜法の適用範囲の拡張のために、傾斜薄膜法をより重い β 放射性核 ^{20}F , ^{41}Sc , ^{43}Ti に適用して、それぞれの核偏極の生成に成功した。また、新しい高分子薄膜を傾斜薄膜法に適用し、炭素薄膜と同程度の核偏極の生成を観測した。このことで、傾斜薄膜法の応用の可能性を大きく拡張した。

この研究成果により傾斜薄膜法のより効果的な応用が可能となり、今後の不安定核を用いた核物理学の研究分野をはじめ他の広い分野への応用が期待される。

論文審査の結果の要旨

傾斜膜法を用いる、新しい核スピン偏極生成技術の開発研究を行った。ここでは核物理学的手法を用いて、基本的な偏極生成の機構を系統的に解明した。この結果不安定核の偏極生成に、傾斜膜法の応用が可能となり、核物理学の新たな進歩に大きく寄与すると期待され、博士（理学）の学位論文として充分価値あるものと認める。