

Title	Hyperfine Interactions of $\beta$ -Emitter $^8\text{Li}$ in Ferromagnetic Fe and Ni
Author(s)	佐々木, 誠
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/42506">http://hdl.handle.net/11094/42506</a>
DOI	
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

氏名	佐々木 誠
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 15814 号
学位授与年月日	平成12年12月26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	Hyperfine Interactions of $\beta$ -Emitter ${}^6\text{Li}$ in Ferromagnetic Fe and Ni (強磁性体鉄及びニッケル中の $\beta$ 放射性核 ${}^6\text{Li}$ の超微細構造相互作用)
論文審査委員	(主査) 教授 南園 忠則  (副査) 教授 下田 正      教授 朱 昇雲      助教授 松多 健策 教授 赤井 久純      教授 大山 忠司

### 論文内容の要旨

強磁性体中不純物核位置での超微細場 ( $B_{\text{hf}}$ ) 及び核スピン-格子緩和時間 ( $T_1$ ) は強磁性体の電子構造を直接反映し、磁性発現の機構の解明に重要な情報を与える。強磁性体鉄及びニッケル中の  $B_{\text{hf}}$  および  $T_1$  は重い不純物について多数測定されており、金森・寺倉・赤井らによる *sd* 混成を取り入れた第一原理に基づく KKR バンド計算法の確立に伴い、 $B_{\text{hf}}$  の実験値を電子構造から良く理解できるようになった。しかし軽い不純物についての実験値は不足しており、詳細な研究に支障をきたしていた。

そこで今回、周期律表第2列に属する Li に着目し、短寿命  $\beta$  放射性核の  $\beta$  線放出の非対称性を指標とする  $\beta$ -NMR 法を用いて、強磁性体鉄およびニッケル中の  ${}^6\text{Li}$  ( $I^\pi=2^+$ ,  $T_{1/2}=838$  ms) の  $B_{\text{hf}}$  及び  $T_1$  を 85 K から 600 K の温度領域で測定し、バンド計算と比較することにより、電子構造を研究した。

軽い不純物は格子置換位置のみならず格子間隙位置にも安定にとどまり、重い不純物では得られない格子間隙の電子構造をも検証できる。これまでの軽い不純物の研究では B や N 等で行われ、植え込み位置による  $B_{\text{hf}}$  の違いや格子点の拡大による緩和の重要性が認識されている。今回の  ${}^6\text{Li}$  の NMR から強磁性体中の電子構造の系統的理解が可能になる。

まず、鉄(体心立方格子構造)中  ${}^6\text{Li}$  の NMR を観測した。単結晶と多結晶の双方ともそれぞれ1本の共鳴線が得られ、原子双極子場は観測されなかった。これにより、観測された NMR 共鳴線は格子置換位置の  ${}^6\text{Li}$  のものであることが明らかになった。この格子置換位置での  $B_{\text{hf}}$  ( $T=0$  K) は  $(-15.70 \pm 0.04)$  kG と決定され、KKR バンド計算値はこれを再現した。 $B_{\text{hf}}$  の温度変化は飽和磁化曲線からのずれを示し、この差異からわずかな局所モーメントの寄与があることが判明した。

ニッケル(面心立方格子構造)中  ${}^6\text{Li}$  の NMR から、 ${}^6\text{Li}$  は 200 K 以下で2つの植え込み位置に約半数ずつが入ることが分かった。一方の NMR 共鳴線は 200 K 以上で消失し、その植え込み位置はポテンシャルが浅い八面体格子間隙位置であることを強く示唆した。他方はキュリー温度まで一定で、格子置換位置と考えられる。 $B_{\text{hf}}$  ( $T=0$  K) は八面体位置では  $(-5.43 \pm 0.01)$  kG、置換位置では  $(-3.86 \pm 0.01)$  kG と決定した。KKR バンド計算値はこれらの実験値を再現している。双方の  $B_{\text{hf}}$  の温度変化から局所モーメントの寄与が鉄に比べて小さいことが分かった。

今回の  ${}^6\text{Li}$  の結果とこれまでの B、N の結果等を総合して、 $B_{\text{hf}}$  の強い価電子数依存性と植え込み位置の違いによる差異が検証できた。第一原理計算との比較から、この強い価電子数依存性は *sd* 混成による結合状態と反結合状態のエ

エネルギー分裂を反映しており、計算の正当性と局所的電子構造の詳細が明らかになった。

### 論文審査の結果の要旨

強磁性鉄とニッケルに植込んだ短寿命稀薄 $\beta$ 放射核 $^6\text{Li}$ の $\beta$ -NMRを観測して、不純物が結晶内で占める格子点や格子間隙位置を同定し、それぞれの結晶位置での超微細磁場とスピン格子緩和時間を温度の関数で決定した。各位置での超微細磁場を近接格子の緩和を取り入れた第一原理に基づくバンド計算で説明し、軽不純物の電子構造を明らかにするとともに、スピン格子緩和機構の起因についての問題点を指摘したものであり、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。