

【 39 】

氏 名	桂 木 久 雄
	かつら き ひさ お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 74 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 9 月 29 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Neutron Diffraction Study of $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ Single Crystals ($\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ 単結晶の中性子回折による研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 田 中 憲 三 教 授 内 田 洋 一 教 授 高 橋 勲 教 授 松 原 武 生

論 文 内 容 の 要 旨

この研究は鉄族元素と非強磁性元素とからなる金属間化合物の結晶構造と磁性との関連について研究する目的で、 $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ 単結晶の中性子回折法によってしらべたものである。一般に、これらの化合物結晶中においては鉄族元素の原子の磁気能率はその近隣原子の種類と配列の状態によってその値を異にするものである。この場合通常用いられている磁気測定からは原子当たりの能率の平均値を知ることができるが、結晶の磁気構造の詳細な知識については中性子回折法によるのが適当と認められる。

$\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ は B8_2 型の構造で、約500°K のキューリー点以下では強磁性体であることが知られている。この構造は六方晶系で、Fe 原子のみの原子面と Fe 原子と Ge 原子が混在する原子面とを交互に c 軸に垂直に積み重ねたものとみることができる。したがって、Fe 原子としてはその環境を異にする2種の位置があることになり、その両位置における原子の磁気能率が異なることが予想されるので、これを別個に測定したものである。

試料は真空中で鉄とゲルマニウムの混合物を融解して作ったもので、X線的にしらべた格子定数は $a=4.02\text{\AA}$, $c=5.00\text{\AA}$ の単結晶であった。また、化学分析からは $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ の組成であることもわかった。この単結晶の磁化方向を知るためトルク磁力計を用いてトルク曲線を書いてしらべた結果は c 軸方向の磁化は困難で、これに垂直な a 軸方向が容易軸であることがわかった。また、この容易軸方向の飽和磁化の値から Fe 原子1個当たりの平均磁気能率として1.28 ボアー磁子と求められた。

次に中性子回折法によって個々の原子の磁気能率を測定するため原子炉から出る中性子線を鉛の単結晶の反射によって単色化し波長 $1.08\text{\AA}$ のものを得た。偏った(スピンの平行な)中性子線はこれをさらに $\text{Co}_{92}\text{-Fe}_8$ 合金の単結晶を強い磁場中において $[110]$ 方向に磁化して、その (111) 面で反射せしめて得られた。その偏り率は98%であった。

この実験では、単結晶試料の種々の格子面についてそれぞれ偏った中性子線と偏りのない中性子線のブラッグ反射をおこなわせてそれらの反射強度を測定した。この二つの反射強度の比は結晶の核散乱と磁気

散乱の構造因子をフーリエ変換式によって表わすことができる。この試料については、核散乱の構造因子は結晶構造が知られているから、それから求めることができる。したがって実験的に測定した反射強度の比と核構造因子とから磁気構造因子が、さらにそれから個々の原子の磁気能率が求められることになる。

測定は3個の単結晶試料についてこの方法でおこなわれた。単結晶試料を強い磁場においてその容易軸方向に飽和にまで磁化せしめた状態で個々のブラッグ反射を測定した。この測定値を用い、上述の方法でFe原子の2種の位置における磁気能率が求められた。すなわち、Fe原子のみの面内のものは 1.56 ± 0.1 ボアーマグネトン、Fe原子とGe原子の混在する面内のものは 0.53 ± 0.2 ボアーマグネトンの能率をもつことが示された。また、その平均値は 1.08 ± 0.14 ボアーマグネトンと求められたが、これは磁気測定からの値1.28とくらべて両者の一致はかなり良好とみてよく、原子の磁気能率は結晶中ではその環境によって大きく支配されることを示すものである。

論文審査の結果の要旨

磁性体結晶中における強磁性元素の原子の磁気能率はその原子の環境によって異なることが知られている。著者はこのことを鉄族元素と非強磁性元素との金属間化合物について確かめ、かつ個々の位置における強磁性原子の磁気能率の値を求めるため $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ なる金属間化合物について中性子回折法によってこの問題を研究した。

通常の磁気測定では試料全体としての原子当たりの平均磁気能率を与えるのみであるから、この問題の解明には中性子回折法による方が適当である。それは、この方法では結晶中の各種の位置における原子の磁気能率を別個に測定できる可能性があるからである。

$\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ は B8_2 型の結晶構造で、約500°K のキューリー点以下では強磁体であることが知られている。この構造はFe原子のみの原子面とFe原子とGe原子とが混在する原子面とを交互に六方晶のc軸に垂直に積み重ねたものとみることができる。したがって、Fe原子にはその環境を異にする2種の位置があることになり、その両位置における原子の磁気能率が異なることが予想されるので、その値を別個に測定してこの問題に知見を加えたものである。

試料は鉄とゲルマニウムの混合物を真空中で加熱溶解して作ったもので、X線回折法でそれが単結晶であることと、その格子定数が $a=4.02\text{\AA}$ 、 $c=5.00\text{\AA}$ であることを知った。他方、化学分析法でその組成が $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ に相当することもわかった。この単結晶の磁化状態はトルク磁力計を用いてトルク曲線を書いてしらべ、その磁化容易軸はa軸方向であることをみた。また、この方向の飽和磁化の値からFe原子1個当たりの平均磁気能率は1.28 ボアーマグネトンであることもわかった。

中性子回折法による研究としては、まず偏った（スピンの平行な）中性子線を作った。これは原子炉からでる中性子線を鉛の単結晶の反射によって $1.08\text{\AA}$ の単色線とし、さらに $\text{Co}_{92}\text{-Fe}_8$ 合金の単結晶を強い磁場中においてその $[110]$ 方向に磁化して、 (111) 面で反射させて98%の偏り率の偏った中性子線とした。

実験方法としては、 $\text{Fe}_{1.76}\text{Ge}$ 単結晶の指数の異なる種々の格子面によって偏った中性子線と偏らない中性子線をそれぞれブラッグ反射せしめてそれらの反射線の強さを測定した。この二つの場合の反射強度

の比は試料結晶の核散乱と磁気散乱の構造因子をふくむ式で表わすことができる。この試料については、核散乱の構造因子は結晶構造が既知であるから、それから求めることができる。したがって、実験的に測定した反射強度の比と核構造因子とから磁気構造因子が、さらにそれから個々の位置にある原子の磁気能率が求められることになる。

この測定は3個の単結晶試料についておこなわれた。試料を強い磁場中においてその容易軸方向に飽和にまで磁化した状態でブラッグ反射をおこさせてその強度を測定した。この測定値を用いて結晶中の2種の位置にある Fe 原子の磁気能率を求めた。結果としては、Fe 原子面内のものは 1.56 ± 0.1 ボアー磁子、Fe-Ge 原子面内のものは 0.53 ± 0.2 ボアー磁子なる能率をもつことが見出された。その平均値は 1.08 ± 0.14 ボアー磁子となり、これは前の磁気測定からの値 1.28 ボアー磁子とくらべてその一致はかなり良好とみてよい。また、この結果は原子の磁気能率は結晶中ではその環境の状態に大きく支配されることを示すものである。

以上の主論文は、磁性体結晶の磁気構造の解明に一つの重要な寄与をなすものである。なお、参考論文はいずれも中性子回折に関する実験的研究で興味深く著者がこの分野において豊富な知識と優れた研究能力をもっていることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。