

(※本報告書は英語で記述してください。ただし、産業利用課題として採択されている方は日本語で記述していただいても結構です。)

	承認日 Date of Approval 2017/1/24 承認者 Approver 梶本 亮一 提出日 Date of Report 2017/1/24
課題番号 No.2016A0104  実験課題名 純 Fe および Fe-Si 合金単結晶における結晶磁気異方性とマグノン励起状態の相関の解明  実験責任者名 磯上 慎二 所属 (独)国立高専機構 福島工業高等専門学校 一般教科	装置責任者 梶本 亮一  装置名 四季/(BL-01)  実施日 2016/12/3 – 2016/12/5(2 日間)

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)  
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料
A. 鉄- 10%シリコン合金 $Fe_{90}Si_{10}$ at.% H40 mm × φ12 mm B. 鉄- 6 %シリコン合金 $Fe_{94}Si_6$ at.% H40 mm × φ12 mm

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。) Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.
--

1. 4次元空間中性子探査装置(四季)への試料固定, 測定条件.

試料は図 1 に示すように Al 板, ワイヤを用い, 単結晶の {110} が水平となる角度に固定した. 試料の微振動を抑制するため, 部分的に Al 板を重ねた. ビームラインのスリット幅は 45 mm×45 mm, 実際の測定における入射中性子は  $k_i \parallel [001]$ ,  $E_i = 150$  meV, フェルミチョッパーの回転周波数は 250 Hz とした. 試料は水平面内に  $0^\circ \sim 90^\circ$  の範囲で  $1^\circ$  ステップで回転し, 各ステップにおいて約 10 min の強度積算を行った. 測定は全て室温 (300 K) で行った.



図 1 試料ホルダへの固定状態写真.

2. 実験結果.

図 2 は上記条件で測定された中性子散乱強度を 3 種類の断面にマッピングしたものを示す. 図 3(a)左下図の

## 2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

$k = \pm 1$  においてフォノン分散と推察される  $\hbar\omega = 35$  meV のピーク, 右上図の  $h = 1.5$  においては  $\hbar\omega = 35 \sim 40$  meV の同様のピークが得られた. また, フォノン分散の間でほぼ平行に鋭く立ち上がっているのは, 過去の文献との照らし合わせより, マグノン分散に対応することが判った. 図 3(b)についても同様の見方をすることができた.

$\text{Fe}_{94}\text{Si}_6$  の結晶磁気異方性は  $\text{Fe}_{90}\text{Si}_{10}$  に比べて約 54 % も大きいことが試料振動型磁力計による予備実験で明らかとなっており, スピン軌道相互作用が大きく異なることを示唆している. これは母元素である Fe の 3d と添加元素である Si の 3p との間で軌道混成が生ずることで, 結果として電子バンド構造が純 Fe と比較して序々に変化したことに起因すると考えられる. しかしながら中性子散乱実験結果の対比では, 少なくとも Si 組成によるマグノン分散関係の違い(ピーク幅, 傾き, 強度や方向依存など)を明瞭に区別するには至らなかった. ハイゼンベルグモデルに従うと, スピン軌道相互作用による違いはスピンギャップとして分散関係に反映されることも推測される. よって測定条件の最適化を図り, 15 meV 以下の低エネルギー領域のブラッグ反射点近傍の分解能を向上することも必要であると考えられる. あるいは, 実際に中性子線ラウエパターンを調べたところ, 試料の一部が多結晶化していた可能性があるため, 限りなく単結晶に近い試料作製を試みるのも今後の課題と認識している.

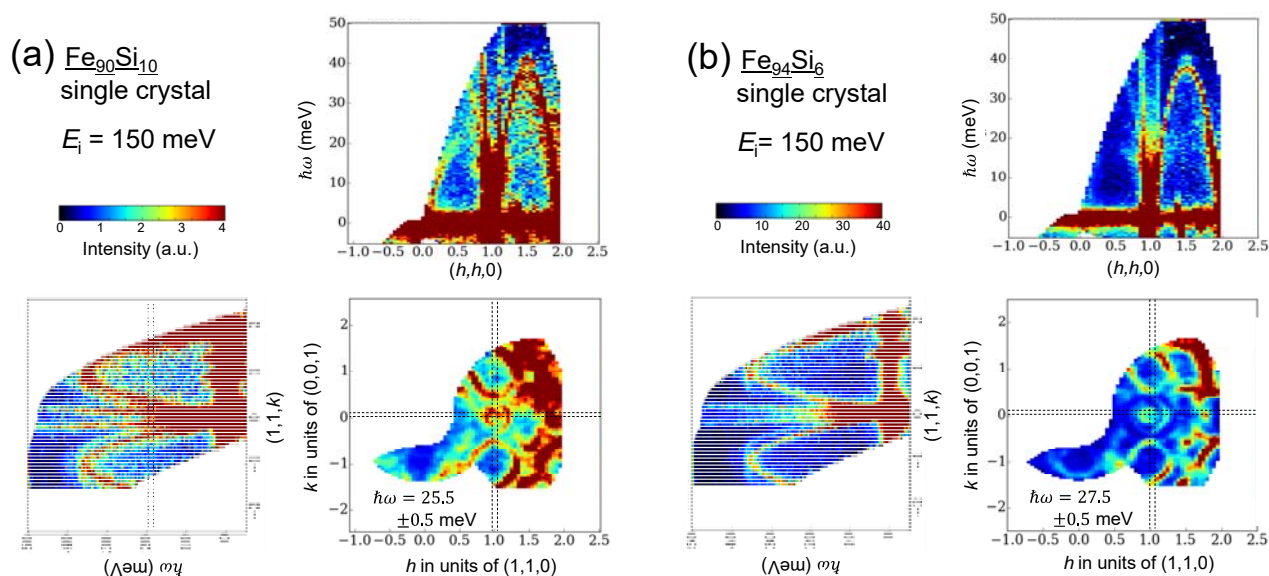


図2 (a)  $\text{Fe}_{90}\text{Si}_{10}$  と (b)  $\text{Fe}_{94}\text{Si}_6$  単結晶のフォノンおよびマグノン分散の測定結果. 右下, 右上, 左下はそれぞれ, 中性子散乱強度を  $(h, h, k)$  逆格子面,  $(h, \omega)$  面,  $(k, \omega)$  面上にマッピングした図を示す.  $(h, h, k)$  面上の破線は,  $(h, \omega)$  面,  $(k, \omega)$  面マッピングデータを作成する際に解析ソフト(空蟬)上で行ったデータスライス位置と幅を示す.