

二相磁気構造を有するNi基構造材料の低温磁気特性

Low-Temperature magnetic properties of Ni-Based structural materials with a two-phase magnetic structure

佐藤麻基, 高瀬つぎ子, 山口克彦

Asaki Sato, Tsugiko Takase, Katsuhiko Yamaguchi

福島大学大学院 共生システム理工学研究科

1 研究背景・目的

Alloy 600 : Ni基合金(Ni Cr Fe).

優れた機械的強度・耐食性を持ち, 原子炉内構造物や高温配管等に用いられる

バルクの磁気特性: 常磁性 (室温)

強磁性 (低温)

キュリー温度: 110 K 付近

➡ 経年劣化や高温環境下にて鋭敏化が進行

➢ 鋭敏化: 結晶粒界にCr炭化物が析出し, 粒界近傍でCr欠乏が生じる現象

鋭敏化の進行

- 耐食性が低下し応力腐食割れの要因となる
- 室温で常磁性体から強磁性体に相変化する

➢ 鋭敏化の進行を磁気的非破壊検査法を用いて評価

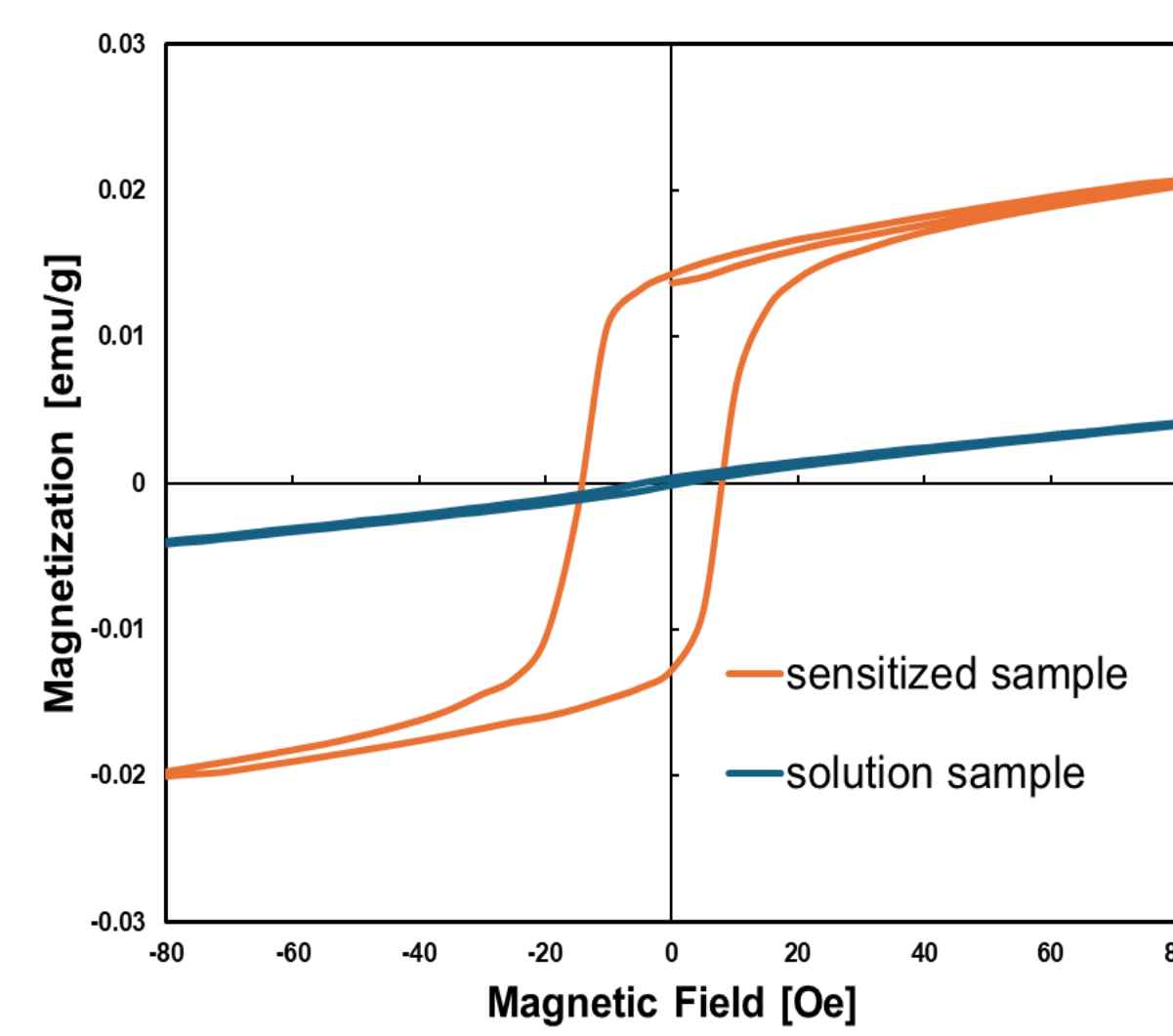


Fig.1: 室温での磁化曲線

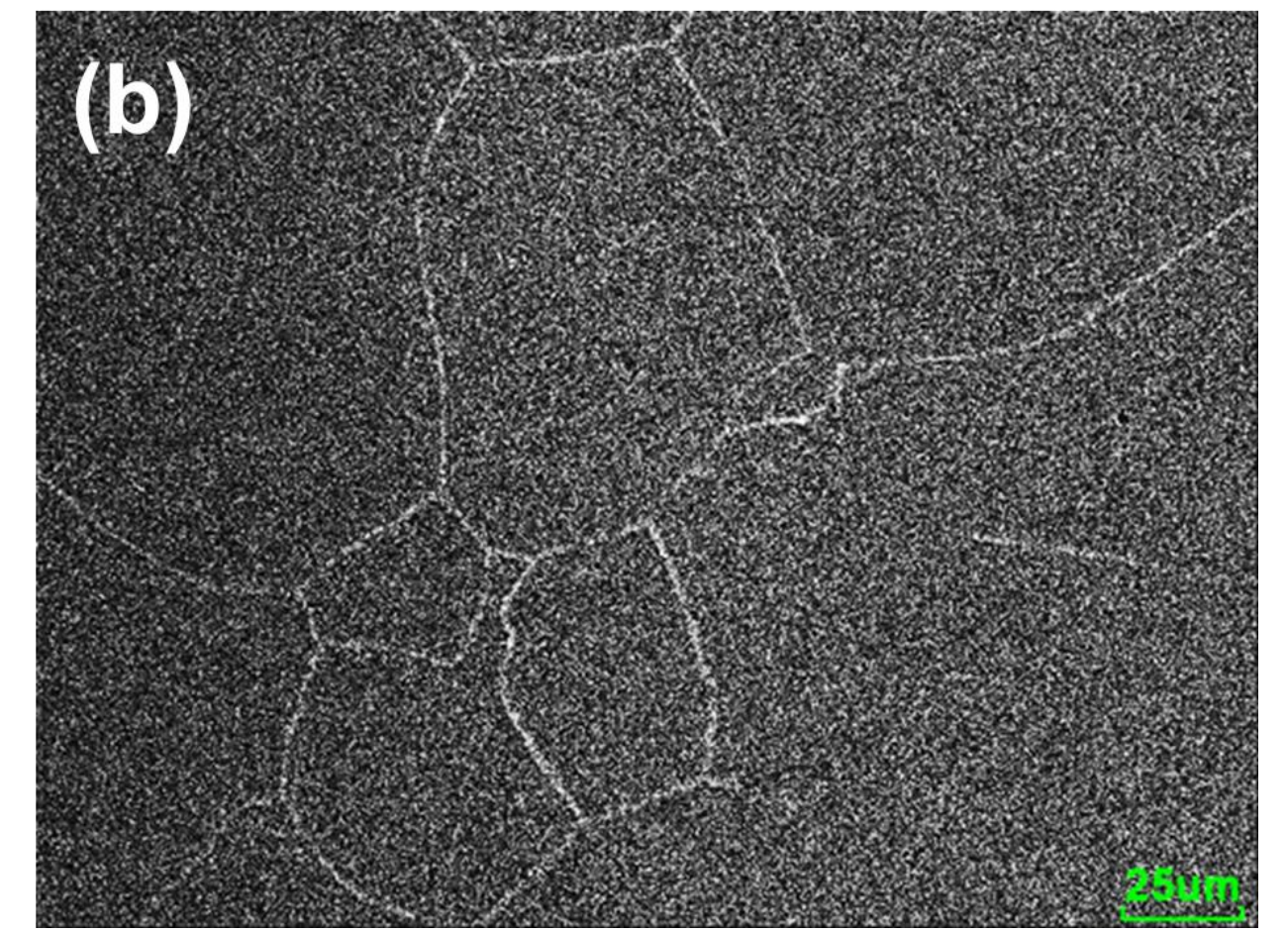


Fig.2: 鋭敏化Alloy 600の磁区観察結果

研究の目的

◎ 鋭敏化Alloy 600における結晶粒界近傍の磁気特性を明らかにする

- 結晶粒界近傍の局所磁気応答を評価する
- 低温にした際に結晶粒界に生じる強磁性層が試料全体にどう影響するのかを明らかにする

2 実験手法

試料作製

➢ 試料: Alloy 600 (能勢鋼材)

1. 溶体化処理
1100 °C, 1 時間 → 水冷

2. 鋭敏化処理
650°C, 25 時間 → 水冷

磁気特性の温度依存性

➢ SQUID磁力計:

低温における磁化曲線・磁化の温度依存性を測定

粒界近傍の局所磁気応答

➢ 放射光X線を用いたXMCD測定:
磁気モーメントの向きにより
左右円偏光X線の吸収強度に差が生じる

左右円偏光の差分から
XMCDコントラスト像を取得

磁場を変えながらXMCD像を取得し
粒界近傍の磁気応答を評価



Fig.3: 3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu



Fig.4: 作業中の様子

3 実験結果

磁気特性の温度依存性

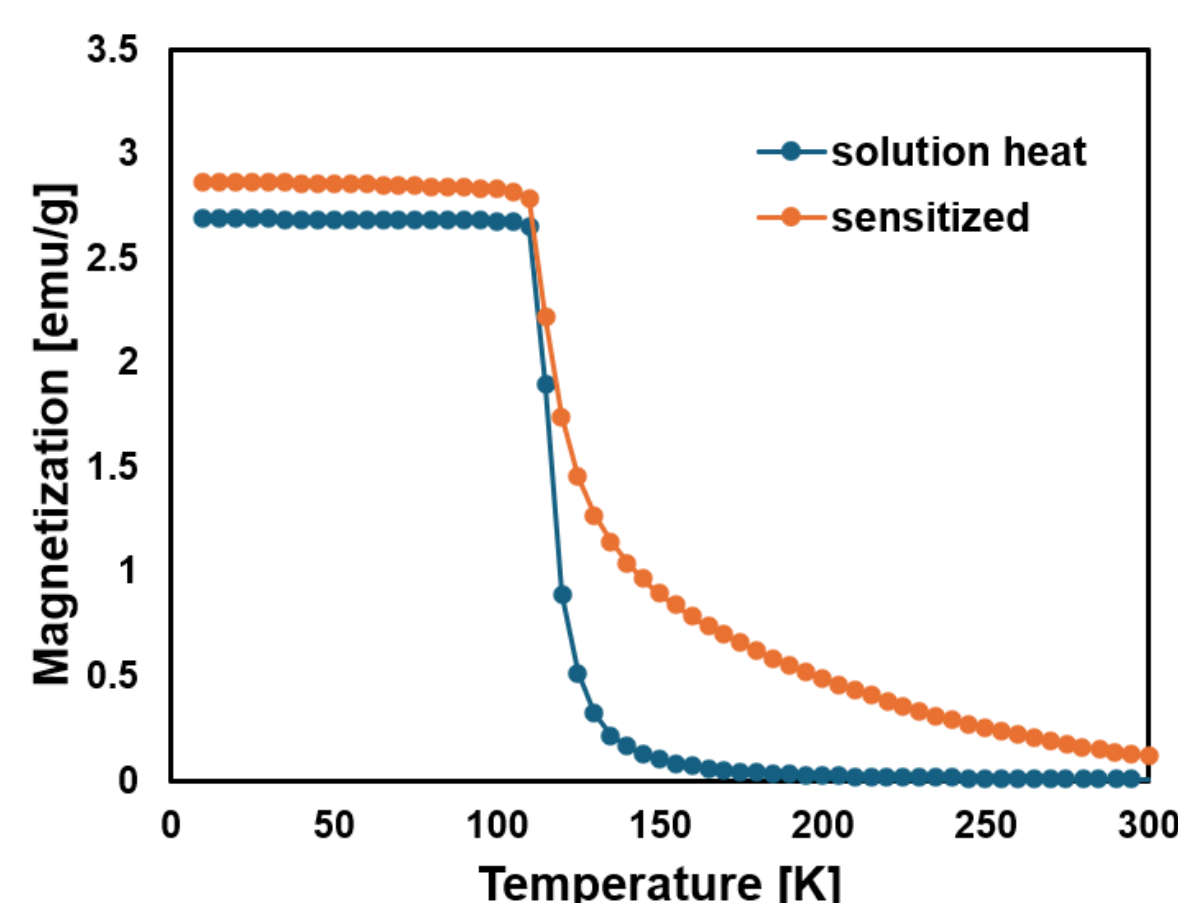


Fig.5: 磁化の温度依存性

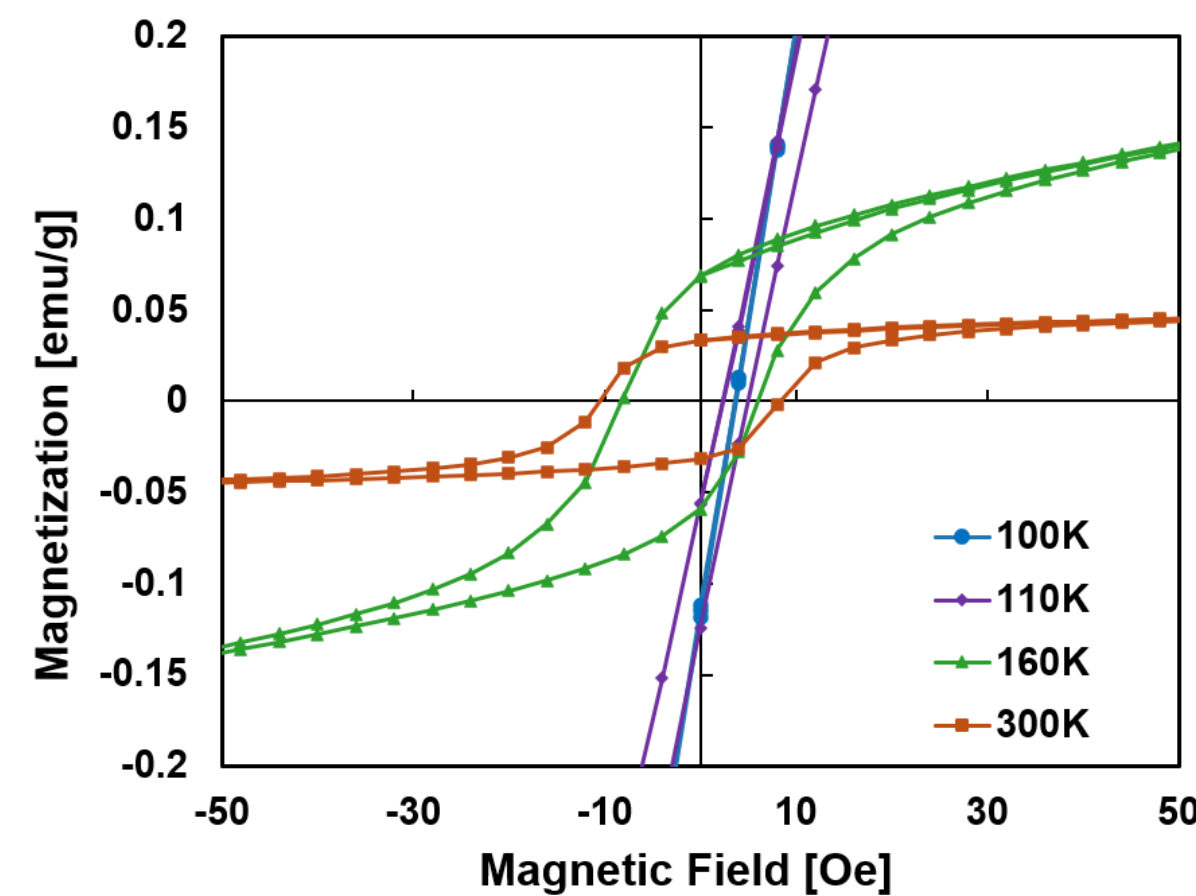


Fig.6: 磁気特性の温度変化 (鋭敏化試料)

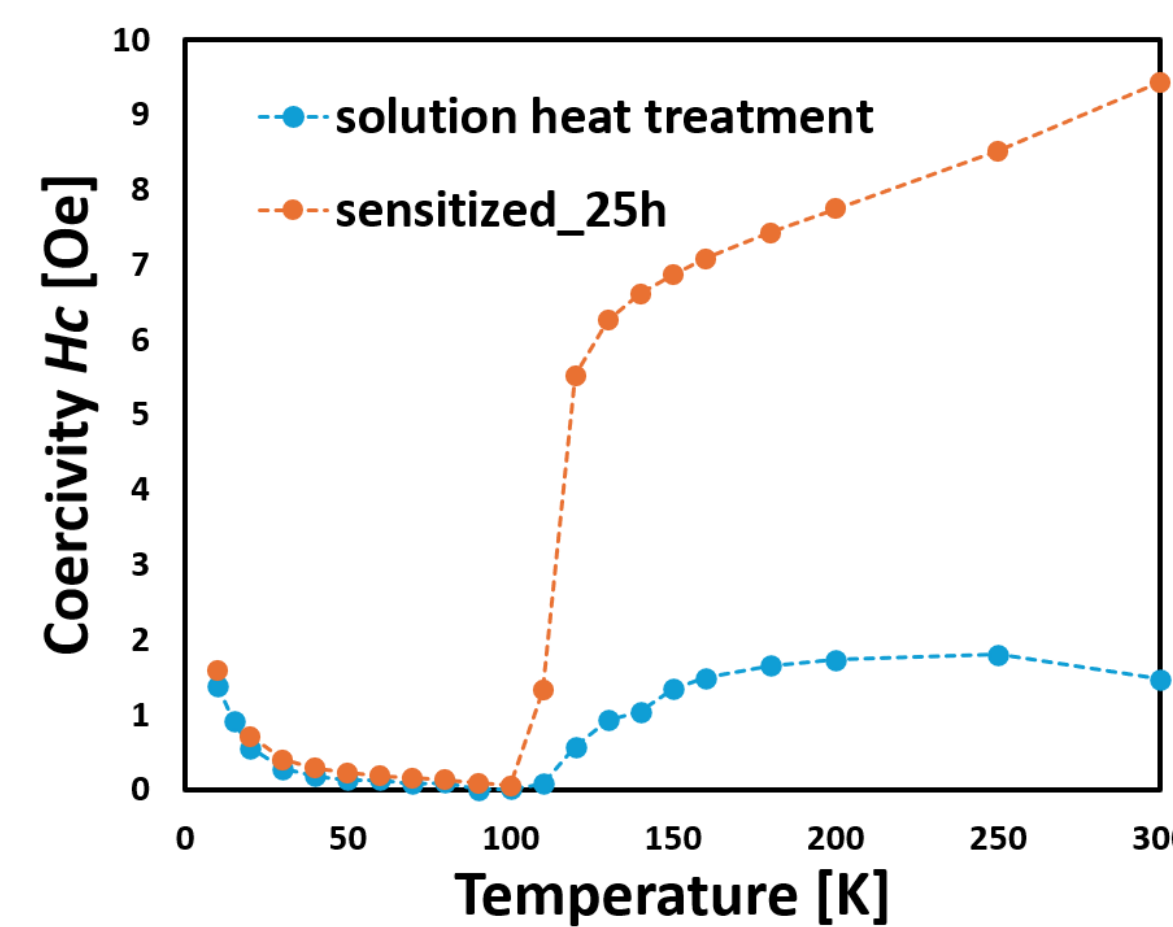


Fig.7: 保磁力の温度依存性

粒界近傍の局所磁気応答

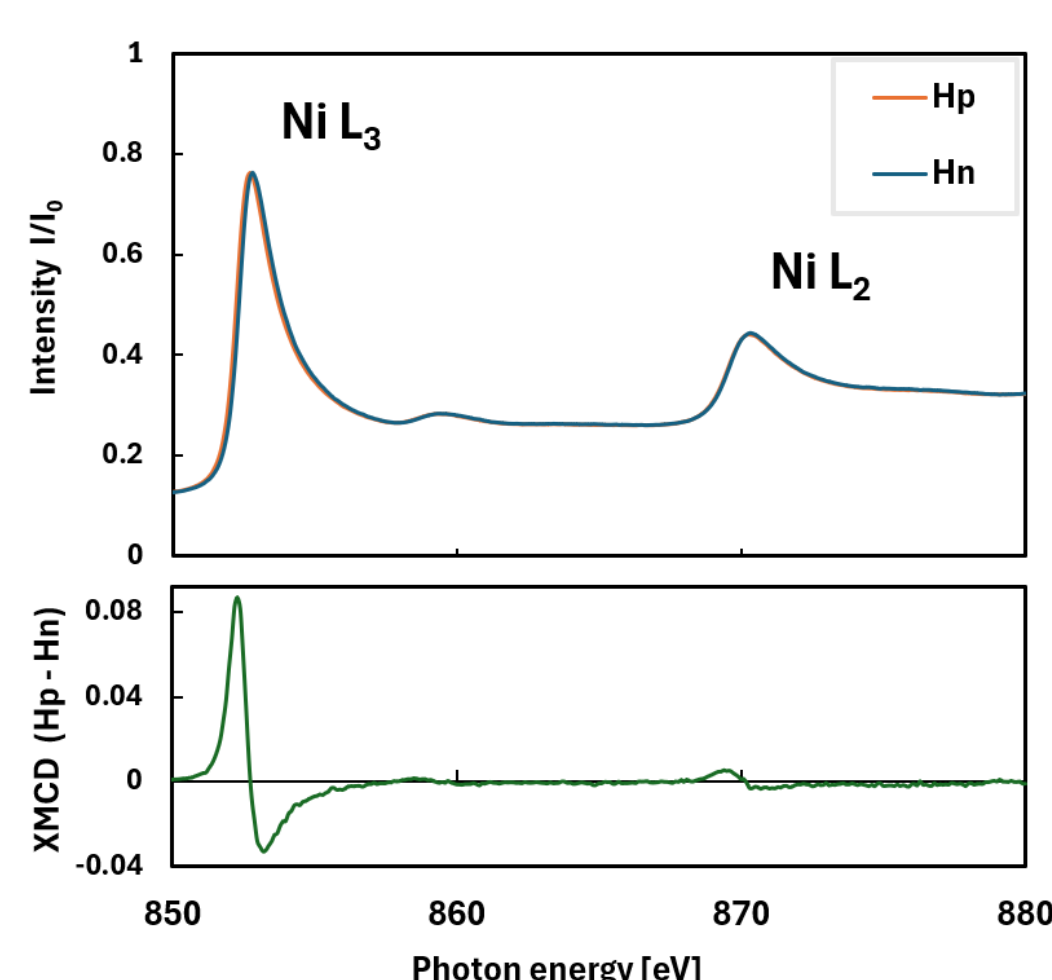


Fig.8: XAS・XMCDスペクトル

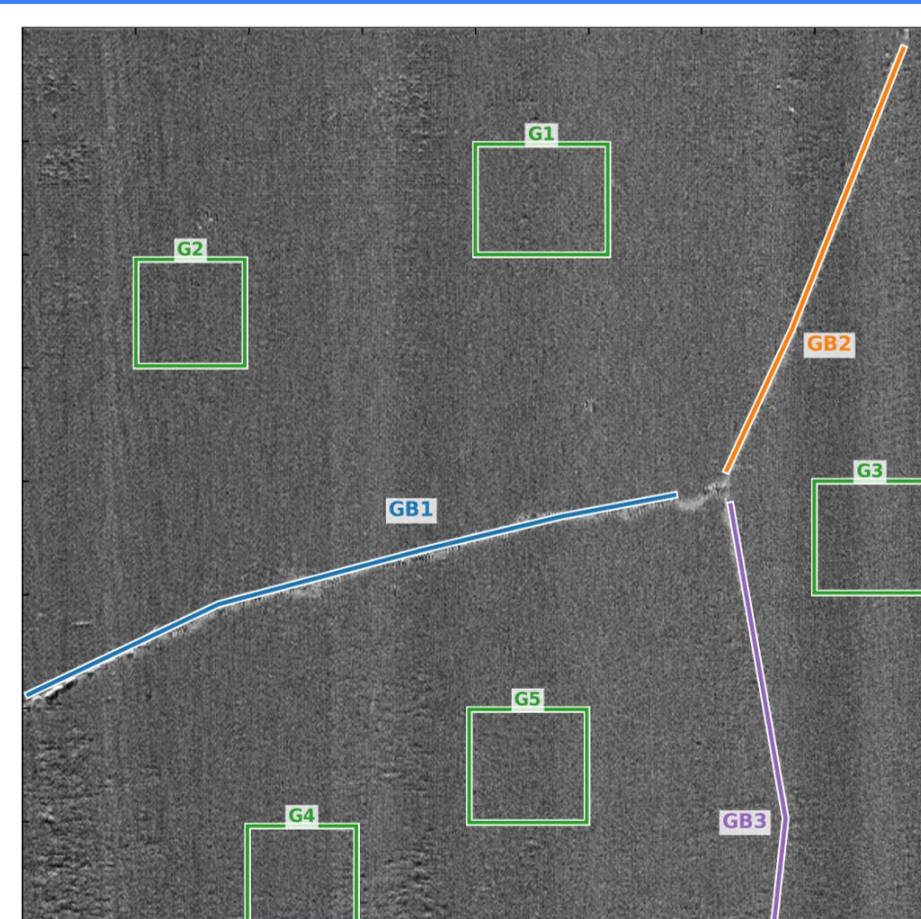


Fig.9: XMCDコントラスト像(0.3T)

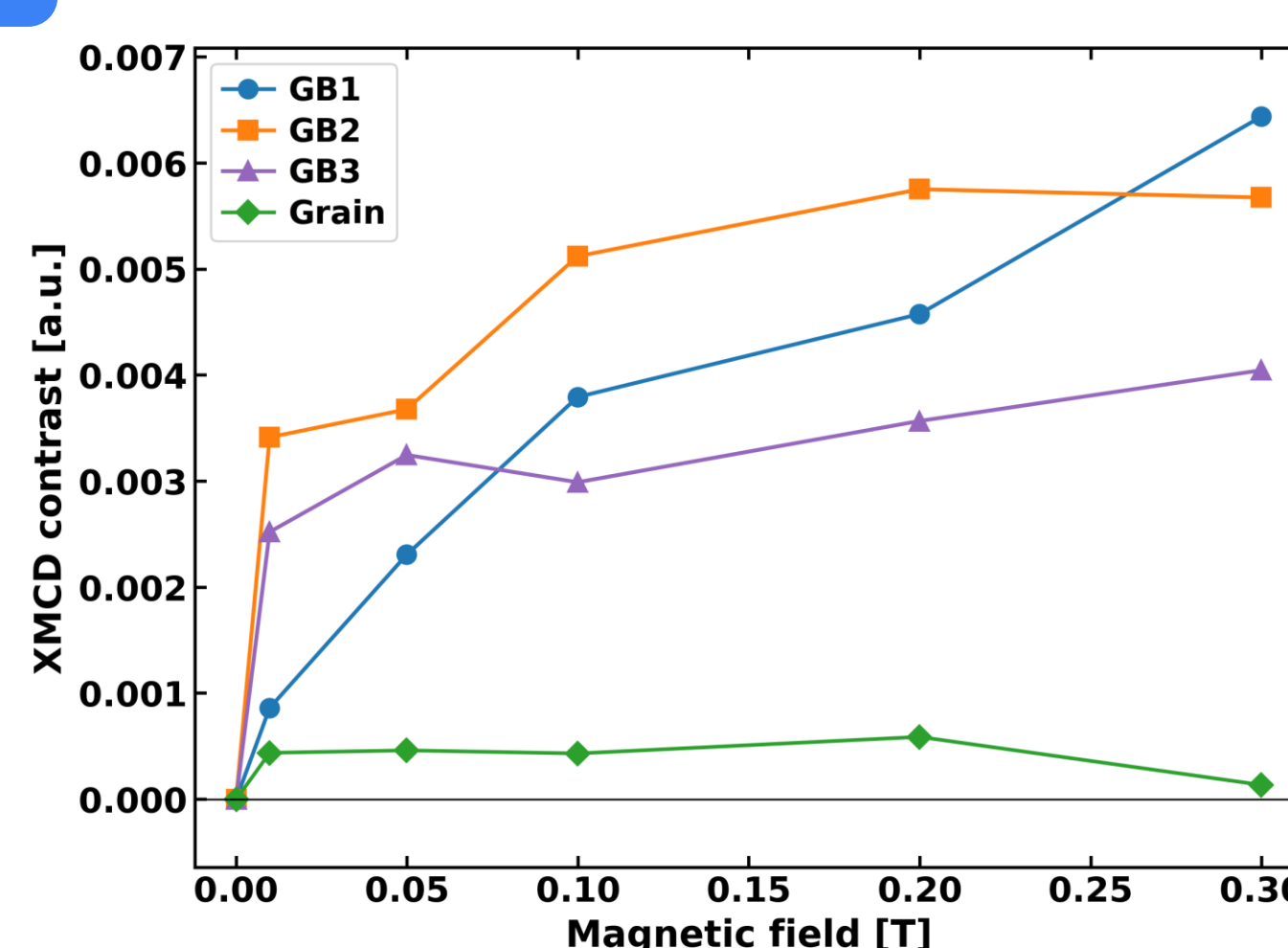


Fig.10: XMCDコントラストの磁場依存性

4 まとめ

磁気特性の温度依存性

・ 鋭敏化試料では, 溶体化材に比べて低温域の磁化が大きく, 100K付近からの磁化変化が緩やかであった

・ 保磁力は低温になるにつれて低下し, キュリー点付近で消失することを確認した

粒界近傍の局所磁気応答

・ Ni L₃吸収端近傍でXMCD測定を行い, Ni由来の吸収端を確認した

・ 粒界近傍では磁場とともにXMCDコントラストが増大し, 粒内では変化が小さかった