

 MLF Experimental Report	提出日(Date of Report) 2018年2月22日
課題番号(Project No.) 2017AM0016 実験課題名(Title of experiment) 小角中性子散乱を用いた構造材料の初期超微細析出物の評価 実験責任者名(Name of principal investigator) 草間 一徳 所属(Affiliation) 日鉄住金テクノロジー株式会社	装置責任者(Name of responsible person) 石垣 徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) 材料構造解析装置 iMATERIA:BL20 実施日(Date of Experiment) 2017年12月5日

実験目的、試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、及び結論を記述して下さい。

実験結果などの内容をわかりやすくするため、適宜図表添付して下さい。

Please report experimental aim, samples, experimental method, results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 実験目的(Objectives of experiment)
<p>構造材料の強度と延性・靱性のバランスを向上させるには合金元素の選択(合金設計)のみでなくマイクロ組織の高度な制御(組織設計)が必要であり、組織を定量的に評価して強度や破壊特性を検討することが重要になる。そのため、高分解能透過電子顕微鏡観察(TEM)や3次元アトムプローブを駆使する原子レベルのナノ組織解析技術が発展してきたが、マクロな引張性質等の力学特性と結びつけるにはギャップが大きく、定量的な相互関係を議論するには難があり、ナノ・マイクロ組織因子について材料試験片サイズレベルのバルク平均値を測る新たな手法が必要になってきた。そこで、こうした金属組織の特徴を量子ビームを用いてどの程度分析できるかを明らかとするため、BL20(iMATERIA)を用いて典型的な鉄鋼材料の中性子小角散乱実験を行った。</p>

2. 試料及び実験方法																								
Samples, chemical compositions and experimental procedure																								
2.1 試料 (samples)																								
<p>次の表に示すような Ti、Nb を複合添加した低炭素鋼を真空溶解し、鍛造、圧延の後に熱処理を施した、超微細炭化物の析出状態の異なる3つの一辺 11.5mm、厚さ 1.5mm の板状試料である。</p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>mass%</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Ti</th> <th>Nb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>試料1</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.80</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>試料2</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.80</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>試料3</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.80</td> <td>0.05</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table>	mass%	C	Si	Mn	Ti	Nb	試料1	0.15	0.20	0.80	0.05	0.05	試料2	0.15	0.20	0.80	0.05	0.10	試料3	0.15	0.20	0.80	0.05	0.15
mass%	C	Si	Mn	Ti	Nb																			
試料1	0.15	0.20	0.80	0.05	0.05																			
試料2	0.15	0.20	0.80	0.05	0.10																			
試料3	0.15	0.20	0.80	0.05	0.15																			
2.2 実験方法(Experimental procedure)																								
<p>BL20(iMATERIA)に試料自動交換機用に適合するよう製作したネオジウム磁石による横磁場印加ホルダ(0.5 T)に上記の板状試料をセットし、8×8 mm 及び 5×5 mm に成形したパルス中性子を入射し、散乱された中性子を小角バンク及び低角バンクで測定した。</p>																								

3. 実験結果及び考察（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 results and discussion. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

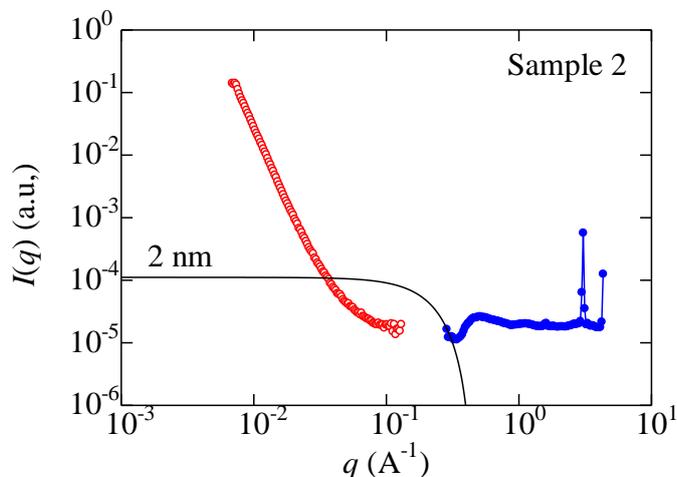


図1 試料2の小角バンク(左)及び低角バンク(右)の中性子散乱強度の散乱ベクトル依存性(バックグラウンド補正前) 多重回折の影響を避けるため、小角バンクでは 4.5 Å以上の波長の中性子のみの強度を示している。実線は直径 2 nm の球状散乱体の形状因子を示している。

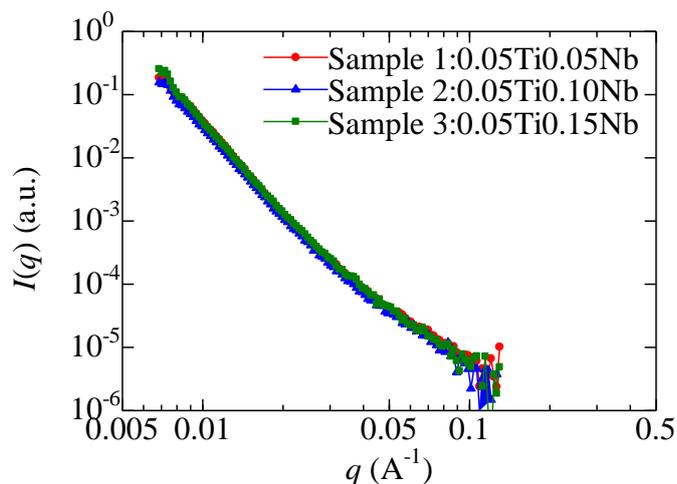


図2 小角バンクの中性子散乱強度の散乱ベクトル依存性(バックグラウンド補正後, 波長 4.5 Å以上)

多重回折の影響を避けるため、4.5 Å以上の波長の中性子のみの強度から小角バンクの散乱強度を計算すると、低角バンクのプロファイルとの間にデータがない空白域が現れる(図1)。これは、観察を目指した超微細析出物からの特徴的な振舞が期待できる領域に相当する。観測できた、この領域より小さな散乱ベクトルの範囲(0.1 Å⁻¹以下)の散乱強度には明確な特徴的構造は見出せず、またニオブ濃度に依存しない。

4. 結論(Conclusions)

計測できた散乱ベクトルの範囲では、散乱強度プロファイルに明確な特徴的構造は現れず、またニオブ濃度に依存しないことがわかった。今後、時効熱処理により析出物を粗大化させるといったモデル試料の検討や、異なる散乱ベクトルの範囲をカバーする装置の併用等の検討を進める。

