

 <b>茨城県</b> <small>IBARAKI Prefectural Government</small>	<b>MLF Experimental Report</b>	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.)		2021/11/18
2018PM0004		装置責任者(Name of responsible person)
実験課題名(Title of experiment)		石垣徹
高温変形と変態を利用した鉄鋼材料の微細組織・集合組織制御		装置名(Name of Instrument : BL No.)
実験責任者名(Name of principal investigator)		iMATERIA BL20
小貫祐介		実施日(Date of Experiment)
所属(Affiliation)		2018/4/1-2019/3/31
茨城大学		

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)

金属材料の微細組織は、変形や熱処理を受けることで変化する。その変化の詳細を理解するためには変形中や熱処理中のその場観察が適している。試料内部まで透過する中性子線を用いたその場回折実験は、統計的パラメーターの動的変化測定に適しているが、得られた情報と実際の組織変化のリンクについては、未だ検証を要する事項が多い。本研究ではモデル実験を行ってこれらの検証を行い、その場中性子回折実験の有用性を示すことを目的とした。

### 2. 試料及び実験方法

Sample(s), chemical compositions and experimental procedure

#### 2.1 試料 (sample(s))

本稿では Fe-1.5Si-1.5Mn-0.15C 鋼の熱処理中のその場中性子回折実験の結果を紹介する。この組成はいわゆる TRIP 鋼と呼ばれ、第一世代高張力鋼の一種に相当するものである。オーステンパー処理と呼ばれる恒温保持によってベイナイト変態を生じることが特徴である。ベイナイト変態に伴い、オーステナイト相に炭素が濃化することによって室温まで多量にオーステナイトを残留させることが出来る。処理時間や温度を調節することによりマルテンサイトやフェライトとの組み合わせを制御でき、機械特性を調整できる点も特徴である。

#### 2.2 実験方法(Experimental procedure)

試料を iMATERIA の試料環境装置の一つである急速加熱冷却装置に取り付け、熱処理中のその場回折実験を行った。オーステンパー温度は 673 K とし、この間のオーステナイト相への炭素濃化挙動を解析した。

### 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.

Fig. 1 に示すように、本実験ではオーステンパー開始からのオーステナイト( $\gamma$ )相のピーク形状変化を詳細に追跡することが出来た。この図からは徐々に $\gamma$ 相へ炭素が濃化し、格子定数が増加しているように見えるが、Fig. 2 に示すようにピーク形状は常に二つのピークを重ね合わせた形状を呈していた。すなわち、中心濃度の異なる2種類のオーステナイトが同時に存在していることを示唆するものである。

これらのオーステナイトを異なる相として扱い、それぞれの相分率と炭素濃度を決定することに成功した。また、これらのうち高炭素濃度のものは室温まで残留し、低濃度のものはマルテンサイト変態することが微細組織の観察から示された。この不均一な炭素濃度分布の存在はこれまで認知されてこなかった組織制御の因子の一つとして用いることが出来る可能性がある。

#### 文献

- (1) Y. Onuki, T. Hirano, A. Hoshikawa, S. Sato, T. Tomida, "In Situ Observation of Bainite Transformation and Simultaneous Carbon Enrichment in Austenite in Low-Alloyed TRIP Steel Using Time-of-Flight Neutron Diffraction Techniques", Metall. Mater. Trans. A 50, 4977-4986 (2019). DOI:<https://doi.org/10.1007/s11661-019-05415-6>

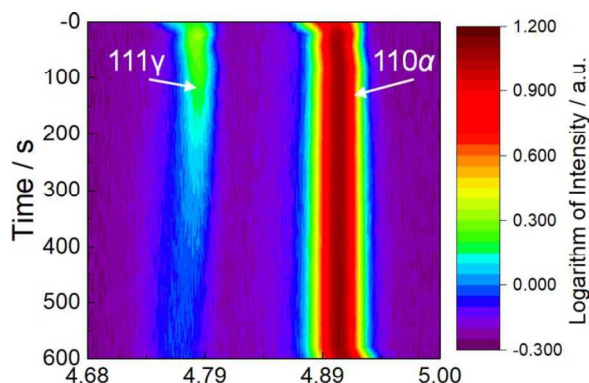


図1 オーステンパー中のピーク形状の時間変化。

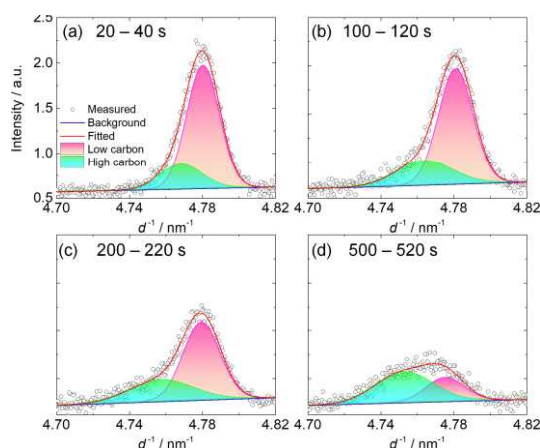


図2 20秒区間における111 $\gamma$ ピーク形状の変化。

### 4. 結論(Conclusions)

高張力鋼の基本鋼種である低合金ベイナイト型 TRIP 鋼のオーステンパー中の中性子回折実験を行う技術と解析に関する知見の蓄積に成功した。