

 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2018AM0019 実験課題名(Title of experiment) 中性子小角散乱法を用いた軸受鋼の使用後におけるマイクロ組織変化の解明 実験責任者名(Name of principal investigator) 小林 大輔 所属(Affiliation) 日本精工株式会社 コア技術研究開発センター	装置責任者(Name of responsible person)  装置名(Name of Instrument : BL No.) iMATERIA 茨城県材料構造解析装置 BL20 実施日(Date of Experiment) 2018/6/22

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>軸受は使用中に大きな応力を受けるため、軸受鋼中のマイクロ組織の変化が生じるが、同じ工程を経て同じ品質であるにもかかわらず、軸受の寿命は大きくばらついてしまう。このため、顕微鏡による観察では捉えられない、ナノサイズの炭化物や炭素の偏析等が生じ、軸受の寿命を決定する要因になっていることが考えられる。中性子小角散乱法(SANS)を用いると、中性子の高い透過能を活かして試料内部のバルク平均の情報が得られ、その変化を定量的に比較できる。また、マルテンサイト相が強磁性であるのに対して炭化物は非磁性、もしくは磁化の小さなナノ領域となるため、磁気散乱成分によりナノ構造の散乱を増強して観測できる。本課題では、上述の SANS の特性を活かし、軸受鋼におけるマイクロ組織の変化を捉え、軸受の寿命を決定する要因を明らかにすることを目的とする。</p>
2. 試料及び実験方法
Sample(s), chemical compositions and experimental procedure
<p>2.1 試料 (sample(s))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・SUJ2(高炭素クロム軸受鋼: 1%C-1.5%Cr-0.25%Si-0.35%Mn)</li> <li>・形状 15mm × 15mm × 1.5mm(試料数: 4 個)</li> <li>・寿命試験後の軸受鋼から試料片を切り出し、SANS 測定を行った。</li> </ul> <p>2.2 実験方法(Experimental procedure)</p> <p>BL20 iMATERIA の小角散乱バンクを利用して中性子小角散乱(SANS)測定を行った。試料は強磁性体であるため、磁区の散乱を除去するため、磁石付き試料ホルダーを用いて試料に 0.5 T 程度の磁場を印加し、測定を行った。測定時間は 1 時間とした。</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.

測定結果を図 1 に示す。白抜きと塗りつぶしのプロットは、それぞれ磁場と垂直方向、平行方向の散乱プロファイルである。垂直方向の散乱強度が平行方向よりも高いことから、磁気散乱が生じていると考えられる。母相は強磁性体であるため、この磁気散乱は、試料中に非磁性もしくは母相よりも小さな磁化を持つナノ構造が形成されていることを示唆する結果である。

散乱プロファイルは  $q$  の増加に従って単調に減少し、その傾きが  $q^{-4}$  に近い値であることから、Porod 領域の散乱であると考えられる [1]。また、ショルダー状の特徴 (Guinier 領域) はこの  $q$  領域では観測できず、さらに低  $q$  領域に見られると予想されることから、このナノ構造のサイズは約 60 nm 以上であると考えられる。

[1] L. A. Feigin and D. I. Svergun, Structure Analysis by Small-Angle X-ray and Neutron Scattering (Plenum, New York, 1987).

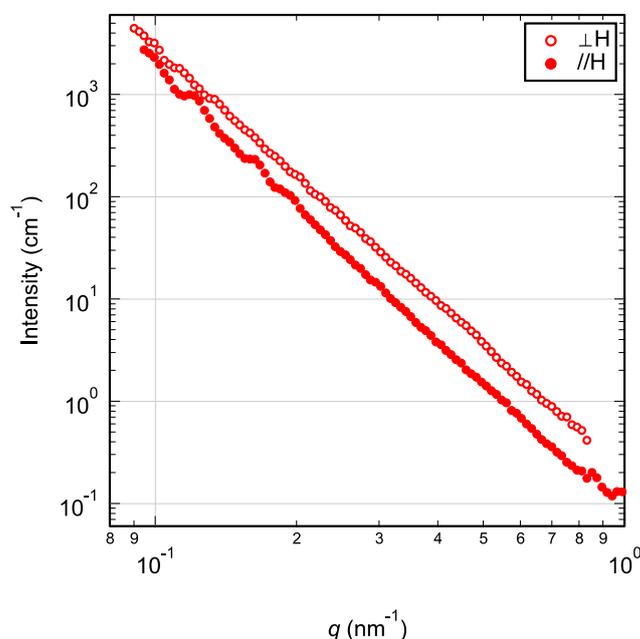


図 1 高炭素クロム軸受鋼 SUJ2 の散乱プロファイル。

### 4. 結論(Conclusions)

以上のことから、本研究課題では、軸受鋼に形成されたナノ構造を SANS により捉えることができた。今後、電子顕微鏡観察等と比較を行い、観測されたナノ構造の起源等について検討を進め、軸受の寿命等の特性との関連を調べる。