

# 銅合金材料の集合組織解析

古河電気工業株式会社 研究開発本部 解析技術センター 佐々木宏和

## 1. Introduction

古河電気工業株式会社では、金属、ガラス、樹脂材料などを用いた様々な製品を生産している。これらが持つ物性の測定は、ICP などの組成分析手法、電子顕微鏡による表面構造解析、XRD によるナノ構造解析等を活用しているが、材料全体の物性を非破壊的かつ平均的に解析できる手段を持っていないため、材料・製品全体のマクロな物性と解析結果を紐づけることが困難な場合が生じている。

弊社の主力製品のひとつである銅合金については、そのナノ構造を中性子ビームを活用してバルクなスケールで測定し、機械特性、塑性加工性能、疲労性能、導電性、熱伝導性等のマクロ物性等との関係を明確にしたいと希望している。これができること、新しい物性を持つ材料や製品を生み出せると考えている。

また、最近弊社は銅合金の中性子小角散乱実験を JRR-3 や J-PARC で実施しつつあり、その有用性を実感し始めている。次の段階として、中性子ビーム利用の新しい手法であるバルク材料の集合組織解析を BL20 のトライアルユース制度を使って試み、マクロ物性等との関係を理解することを目指す。

## 2. Experiment

試料は数種類の CuFe 合金で、どれも板状試料（長手方向：RD、幅方向：TD、面方向：ND）を重ねてバナジウム管（外径 10φ、管厚 0.1mm、長さ 50mm）にできるだけ多くつめた。試料管は 30 試料交換機に装填され、BL20 装置に組み込まれた。断面積 20mm x 20mm の中性子ビームを入射し、室温での回折データを試料周りの 132 方向の検出器を使って、合計 5 時間で取得した。各試料について ND 方向を中性子ビームに対して 0, 22.5, 45 度傾けた 3 方向の回折データを取った。加速器出力は 824kW であった。BL20 (iMATERIA) 装置グループの茨城大学佐藤成男教授、CROSS 池田一貴副主任研究員の実験支援を受けた。

データ解析は、MAUD プログラムを用いて 132 方向で同時に観測した回折パターンを Rietveld 解析して結晶配向性を決めると共に、全方位の結晶配向が整合するような集合組織を決定した。その入力ファイルとして、佐藤教授から各試料の 3 方向回折データを統合的に解析するためのパラメーターファイルを提供していただいた。

## 3. Results

解析の一例として CuFe 合金の回折データ点および ODF fitting line を図 1 に示す。Fe 添加物は組成が少なかった原因で回折ピークが極めて弱かったため、期待される  $\gamma$  Fe 析出物についての fitting に

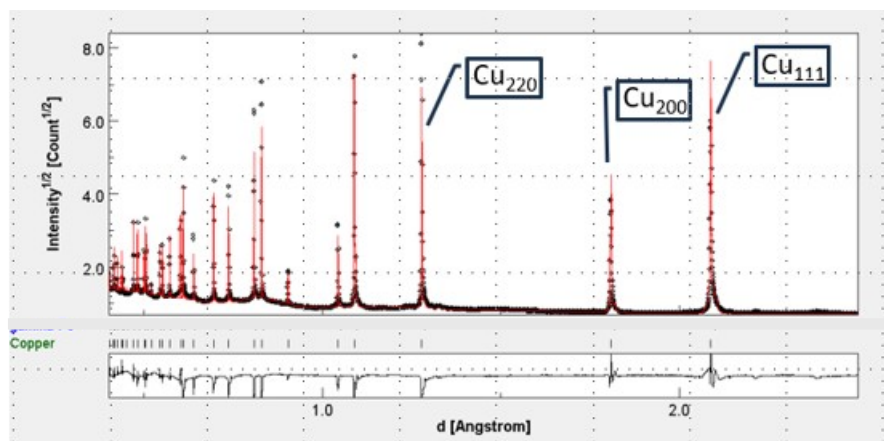


図 1 CuFe 合金の回折点と ODF fitting 結果

は成功しなかったが、Cu については良好な fitting ( $R_{wp}=22.99\%$ ) が得られた。また、解析の結果得られた正極点図と逆極点図を図2に示す。これらから、 $[011]$  が ND 方向から少し TD 方向に傾いて配向している。その結果、RD 方向に  $[001]$  が向いており、 $[111]$  が ND 方向から少し RD 方向に傾いて配向している。ND 方向には  $[1-12]$  が向いていることが読み取れる。

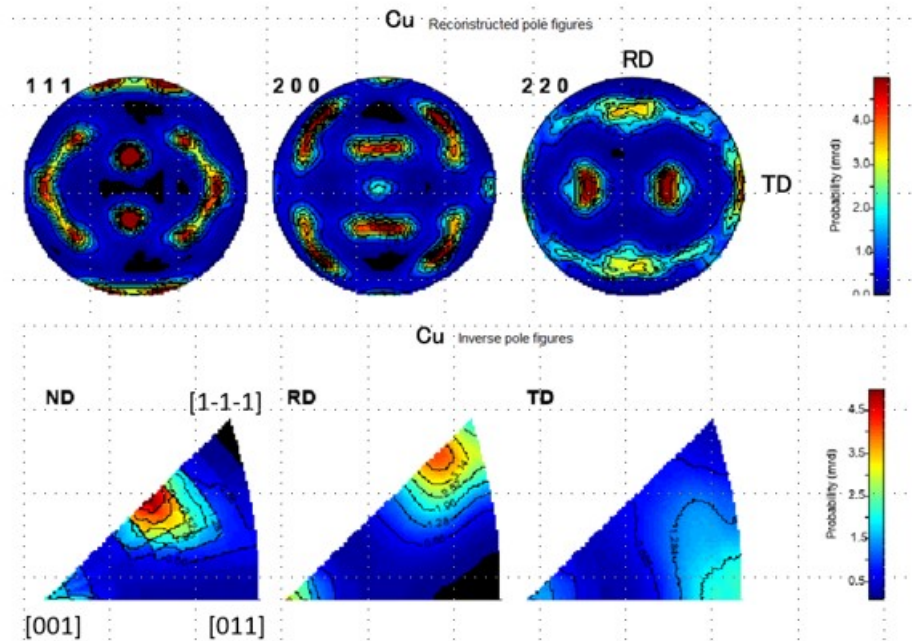


図2 CuFe合金のCu集合組織（上図：正極点図、下図：逆極点図）

#### 4. Conclusion

今回のトライアルユースによって銅合金試料の集合組織解析の方法を理解した。初期解析から、 $[011]$  が ND 方向から少し TD 方向に傾いて配向していることが判明した。また、RD 方向に  $[001]$  が向いており、 $[111]$  が ND 方向から少し RD 方向に傾いて配向し、ND 方向には  $[1-12]$  が向いていた。