

# SANSによる銅中の第二相の解析(Analysis of second phase in copper by SANS)

古河電工(Furukawa electric) 佐々木宏和(Hirokazu Sasaki)

## 1. Introduction

近年、携帯電話やパーソナルコンピュータなどの電子機器の小型軽量化や高性能化に伴い、それに使用される電子部品も小型かつ高性能なものになっている。これら電子部品のリードやコネクタなどの導通部に使用される銅合金条への要求特性も高まっており、細径・薄肉化による強度不足及び導電性不足を防ぐために、従来材より高強度及び高導電性の材料が望まれている。このような部材への要求特性を満たす銅合金として Cu-Ni-Si 系合金があり、熱処理により Cu 母相中に Ni-Si 系化合物が微細分散する事で強度が向上する事が知られている。そこで、析出物の組成、数密度を定量的に評価するため SANS 用いて評価をし、本研究により基礎データを取得することを目的とする。

## 2. Experiment

### 2.1 試料 (sample(s))

試料は Ni が 2 mass%, Si が 0.6mass%含有している CuNiSi コルソン合金を用いた。本試料は他に不純物を含まない。合金は、溶解・鋳造した後、熱処理、圧延、焼鈍工程を経て、溶体化熱処理を行った。その後、時効析出熱処理を行った。SANS 測定は、溶体化材に加え、時効温度が 425°C、450°C、500°C、550°Cの コルソン合金試料で行った。尚、時効時間は 2 時間である。時効熱処理すると、TEM 観察結果や 3 次元アトムプローブの結果から Ni<sub>2</sub>Si 析出物が高密度に分散していることが明らかになっている。

### 2.2 実験方法(Experimental procedure)

0.6mm 厚の試料を 3 枚重ねて、合計厚さ 1.8mm とした。測定時間は 40 分であり、室温で測定を行った。

## 3. Results

測定結果を図 1 に示す。図中の青線で示す as が溶体化処理後の CuNiSi コルソン合金である。425 が時効温度 425°C で熱処理した試料である。同様に 450 が 450°C、500 が 500°C、550 が 550°C で熱処理した試料である。溶体化処理後の コルソン合金と比較すると、425°C 時効析出熱処理品は、 $q=0.04\sim 0.1[\text{\AA}^{-1}]$  の領域で散乱が増加していることが分かる。時効熱処理温度が高くなるに従い、散乱は増加しており、Low q 側に移動していることが確認できる。これらの結果から、Ni<sub>2</sub>Si 析出物が徐々に粗大化していることが推測される。また 550°C 熱処理品のプロファイルは、425°C 熱処理品、450°C 熱処理品、500°C 熱処理品と比べて、シオルダーの形状が異なる。詳細な解析は完了していないが、析出物の形状が 425°C 熱処理品、450°C 熱処理品、500°C 熱処理品とは異なっていると推測される。また、本実験結果は、課題番号 2017AM0023 の測定と比べて、十分な統計を得ることができた。その理由として、前回の実験よりも J-PARC の出力が増大していること、試料の厚みを厚くしたこと、ビーム径を大きくしたことにより、改善したと考えられる。

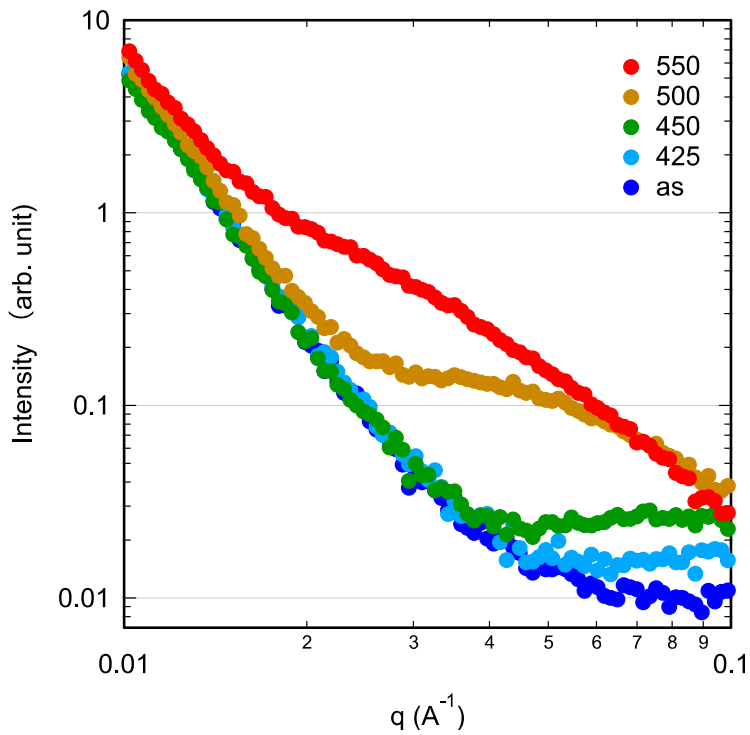


図1 コルソン合金の I-q プロファイル

#### 4. Conclusion

SANS 測定の結果、CuNiSi コルソン合金の時効熱処理温度の増加に伴い、析出物の量が増加し、粗大化していることが判明した。本結果は、定量化が困難な電子顕微鏡観察等では得られない結論であり、重要な知見である。現在、本試料の SAXS 測定を計画しており、コントラスト変調法を用いて SANS と SAXS の強度比を解析し、析出物粒子の組成を調べる。これによって、析出物粒子の粗大化に伴う組成の変化の有無を明らかにし、析出と粗大化のメカニズムに関する知見を得る予定である。