

X線回折現象を利用した金属組織マイクロ歪みへのアプローチ

佐藤成男¹⁾, 我妻和明¹⁾, 鈴木茂²⁾

1) 東北大学金属材料研究所, 2) 東北大学多元物質科学研究所

金属材料の変形、破壊、また加工誘起変態、双晶誘起塑性などを支配する要素現象として、転位、積層欠陥等の結晶欠陥、また結晶粒内・粒間で生ずる応力分布があげられる。これらマイクロ組織因子の解析は一般に電子顕微鏡観察より行われるが、その情報の定量化には課題を残している。たとえば、統計精度の高い代表値を導くにはサンプリング数を増やす必要があり、多大な労力を要する。また、複雑な組織、例えば高密度の結晶欠陥がある場合、複数の結晶相が存在する場合、転位などの特定の情報を抽出し、定量的に解釈することが難しくなる。

さて、X線回折パターンに現れるピークには、残留応力により生じた結晶歪みと転位などにより生じた結晶歪みに依存した情報が含まれている。前者は回折ピーク位置に作用し、後者は回折ピークの形状（ラインプロファイル）に作用する。近年、放射光利用によるマイクロビームX線残留応力測定法の開発やラインプロファイル解析理論の進展が、金属組織における結晶歪みに新しい知見をもたらしている。

たとえば、Fig. 1 は双晶誘起塑性を示す合金鋼の引張変形に伴うラインプロファイルの変化である。回折指数に対し、非等方的な拡がり形状を確認できる。結晶方位に対する弾性異方性や Burgers vector と diffraction vector の方位関係を考慮し、解析することで正確な転位密度、転位配列状態、結晶子径を解析することが可能になった。また、極点図測定とラインプロファイル解析を組み合わせること (Fig. 2) により、集合組織成分と転位形成の関係を読み取ることも可能になった。また、マイクロビームX線を利用したX線残留応力測定法では、結晶粒内の応力分布測定が可能となりつつある。本講演では転位や粒内・粒間残留応力分布といったマイクロ歪み現象へのアプローチとして、X線回折を利用した新たな取り組みを概説する。

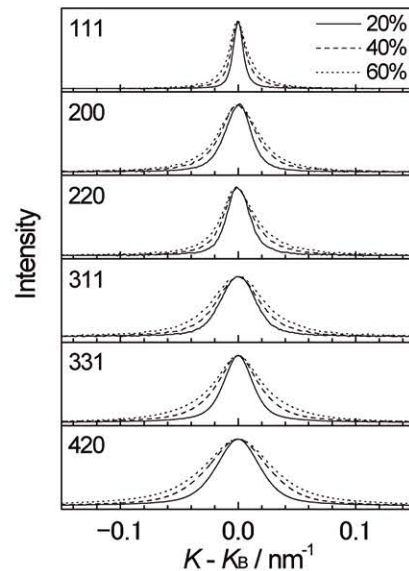


Fig. 1 Line profiles of a tensile-deformed TWIP steel at nominal strains of 20, 40, and 60%.

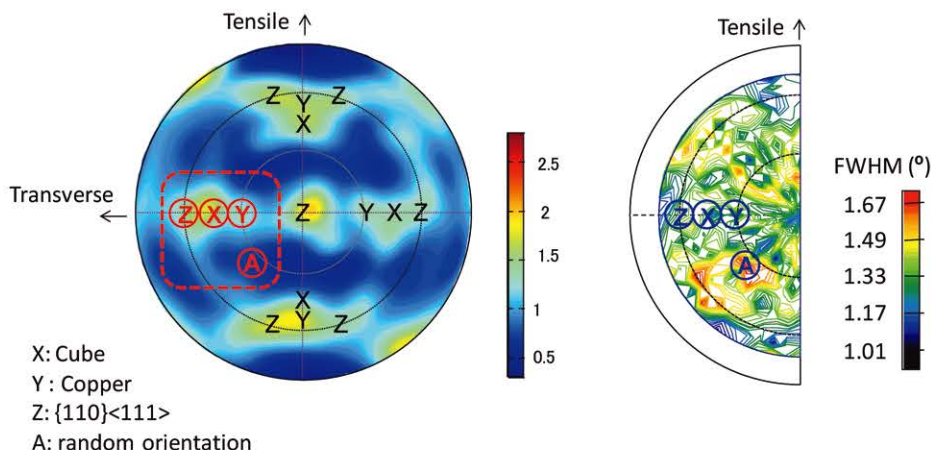


Fig. 2 (a) 220-diffraction pole figure and (b) its FWHM distribution of the TWIP steel at the nominal strain of 60%.

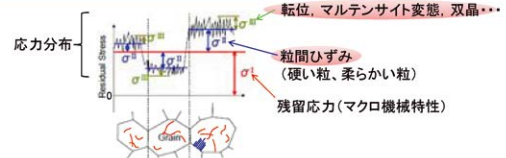
2012年7月30日
 東北大学多元物質科学研究所・九州シンクロtron光研究センター 合同シンポジウム
 東北大学 片平さくらホール

X線回折現象を利用した 金属マイクロ歪みへのアプローチ

東北大学 金属材料研究所 佐藤 成男, 我妻 和明
 東北大学 多元物質科学研究所 鈴木 茂

材料特性 ↔ 多結晶の力学特性 ↔ 多結晶を構成する単結晶の力学特性

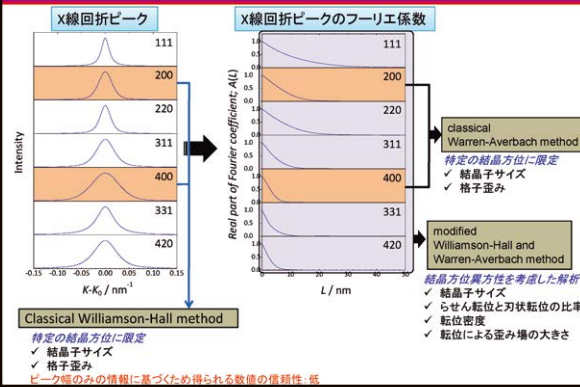
SCC、疲労破壊、材料特性、相変態・回復などの理解と予測に
 組織中のミクロひずみ分布(粒間ひずみ、転位)の正確な理解が重要



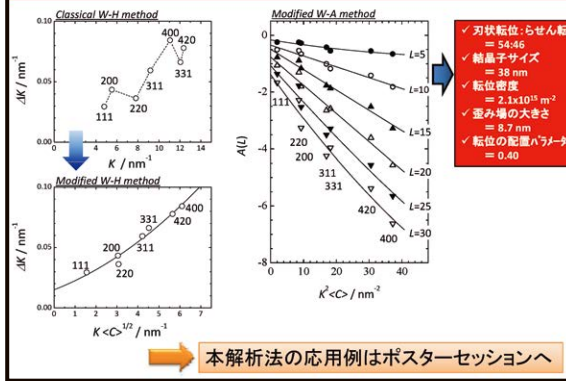
アプローチ → 回折パターンの形状解析(ラインプロファイル解析)による転位、セル組織の定量解析

白色X線マイクロビームを用いた結晶組織イメージングと粒内・粒間ストレス分布解析

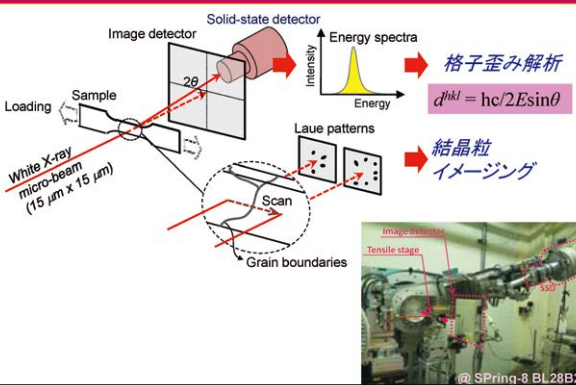
冷間圧延を施した銅合金のX線回折ピークとそのフーリエ係数



modified Williamson-Hall and Warren-Averbach法による解析



マイクロビームラウエ回折によるマイクロ組織イメージングと応力解析



マルテンサイト変態に伴う応力分布解析結果

