

高強度ピアノ線中のセメントタイトの伸線/熱処理による結晶性の変化

住友電気工業(株) 特性評価センター 山口 浩司

yamaguchi-koji@sei.co.jp

ピアノ線はフェライト(α -Fe)相とセメントタイト(Fe_3C)相の層状構造を持っている。この層状組織が伸線加工により微細化することで高強度を生み、熱処理による Fe_3C の球状化による層状組織の崩壊が強度低下を生じさせる。我々は透過電子顕微鏡を用いた組織評価、X線回折法を用いた結晶の歪や結晶子サイズの定量的な評価を実施してきたが、セメントタイト相に関しては、伸線加工後に大きな歪を持つこと、試料形状が曲面であることから、実験室装置では回折ピークは極めて弱く、定量評価は不可能であった。このため、BL16XUのX線回折装置で測定を実施した結果、図1に示すように、明瞭なセメントタイトの回折ピークを得ることができた。

伸線/熱処理の各工程でのセメントタイト相の評価を行うために、セメントタイトの211回折ピークに着目して、その半価幅の変化を調査した。この結果、図2に示すような回折ピークの半価幅の変化を得ることができた。これより、伸線加工による歪の付与、熱処理による結晶性の回復をより定量的に捉えることが可能となり、さらにこれらの変化が材質により異なり、また機械的特性と対応することがわかった。

なお、当日の発表では、本件以外にも当社における放射光を用いた材料解析について紹介する予定である。

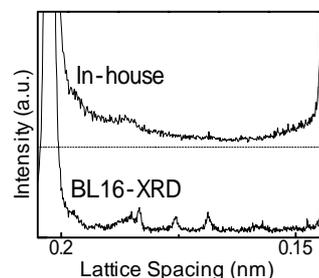


図1 セメントタイト回折ピークの比較

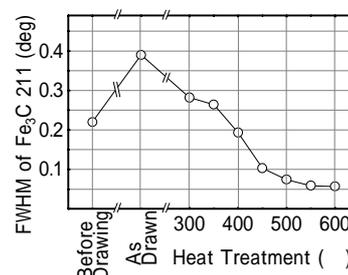
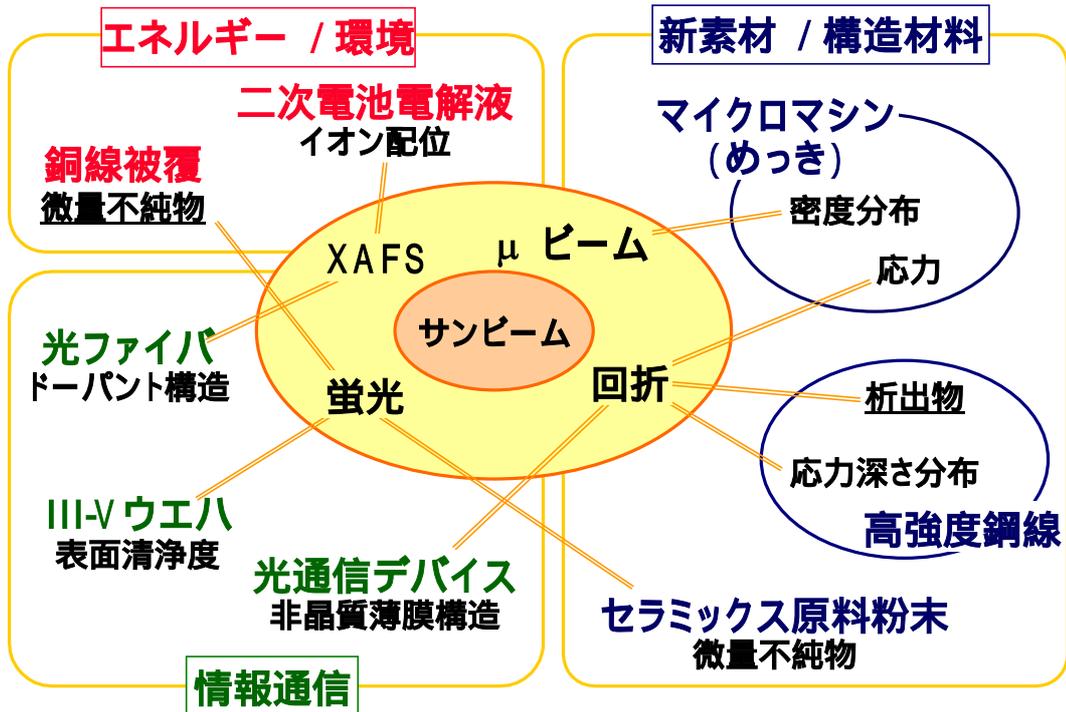


図2 Fe_3C 211回折ピークの半価幅変化

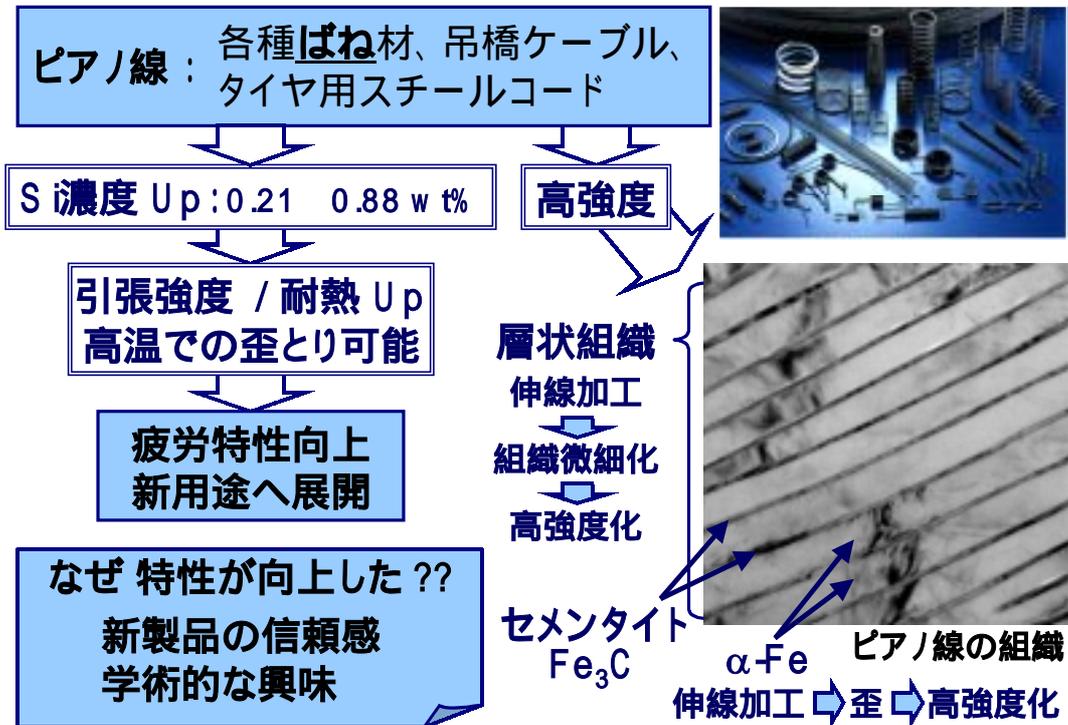
高強度ピアノ線中のセメントタイトの伸線/熱処理による結晶性の変化

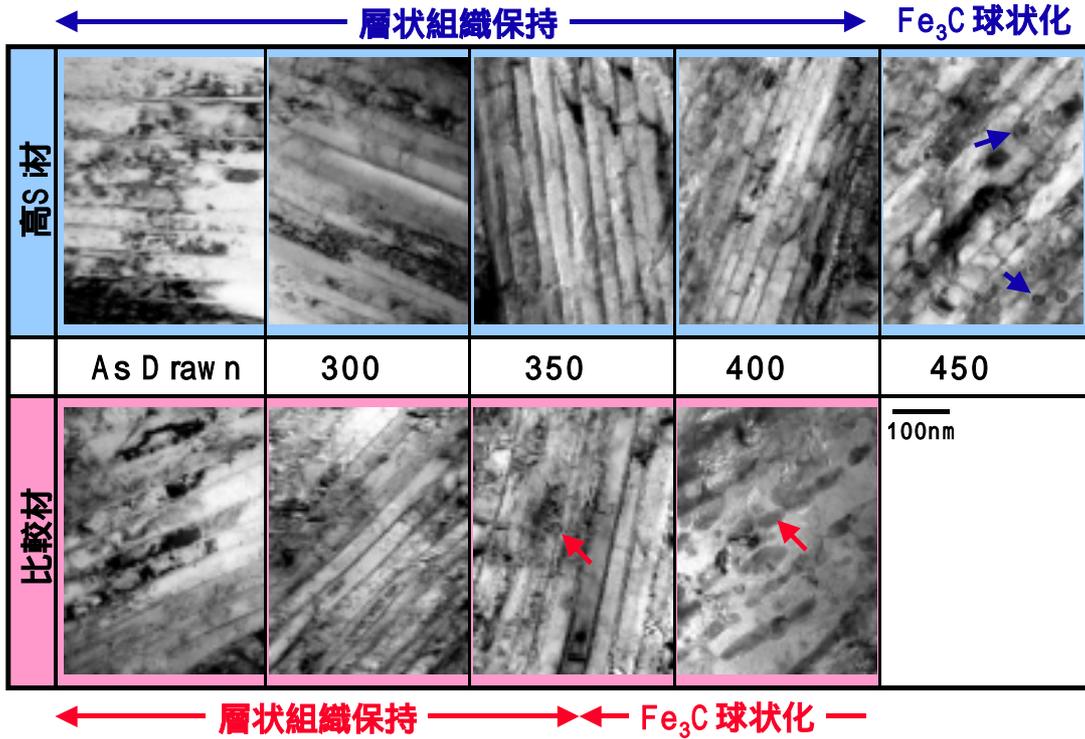
住友電気工業株式会社
特性評価センター

山口浩司

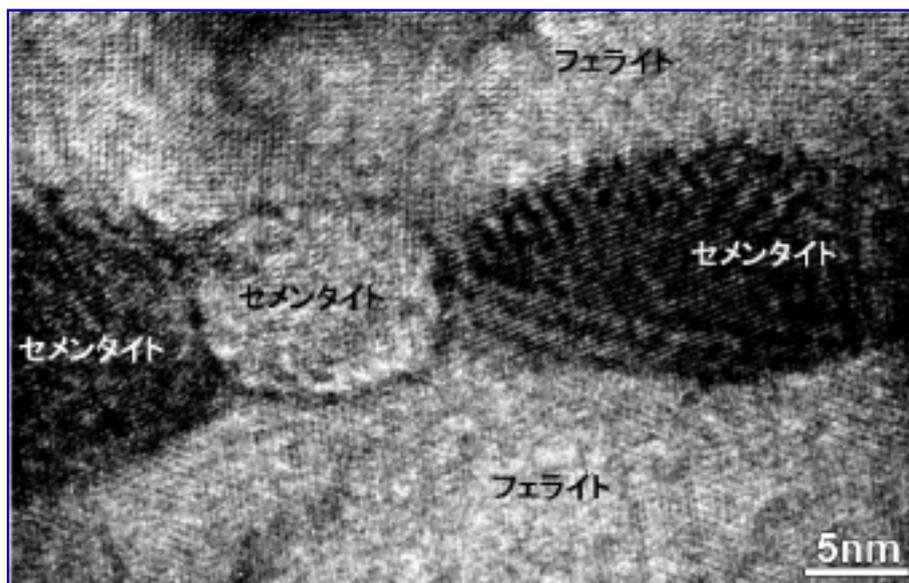


高強度ピアノ線中のセメントタイトの結晶性評価



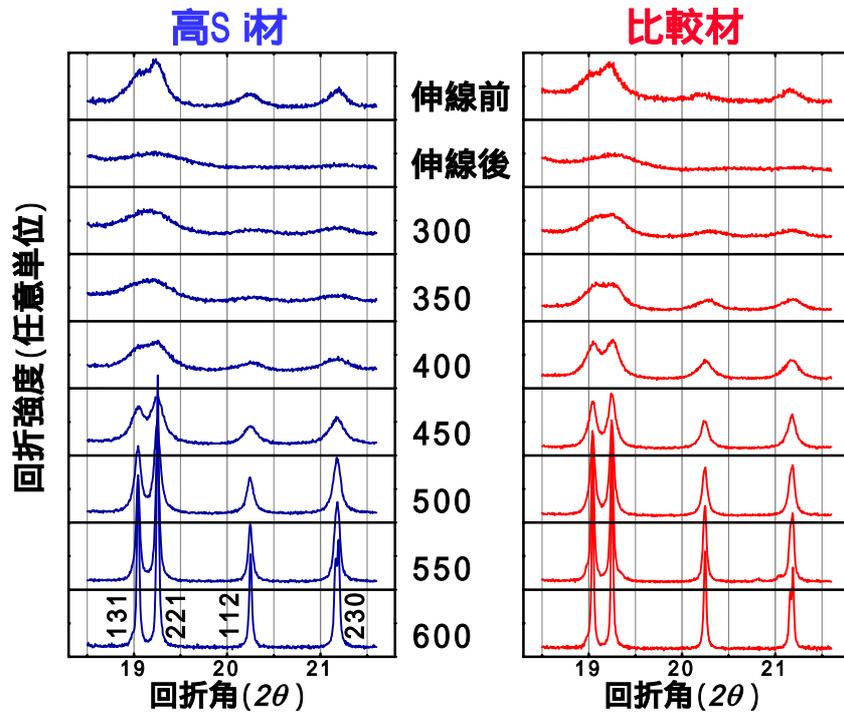
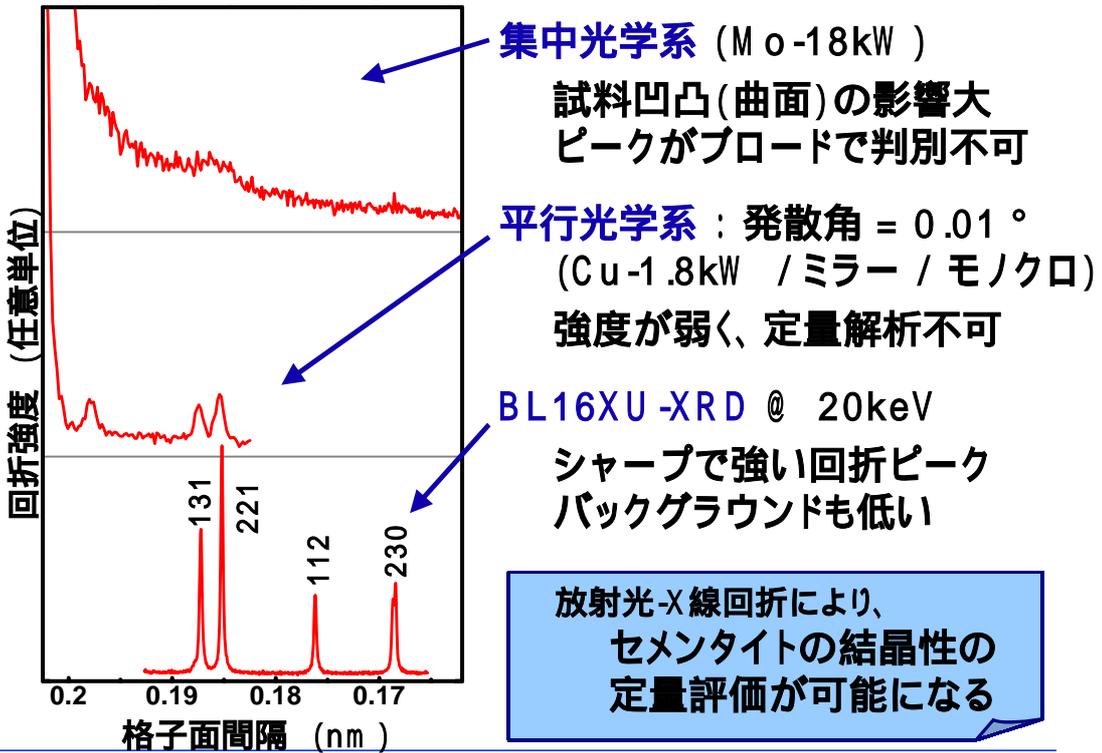


Analytical Characterization Center



高S材 400 × 20分熱処理

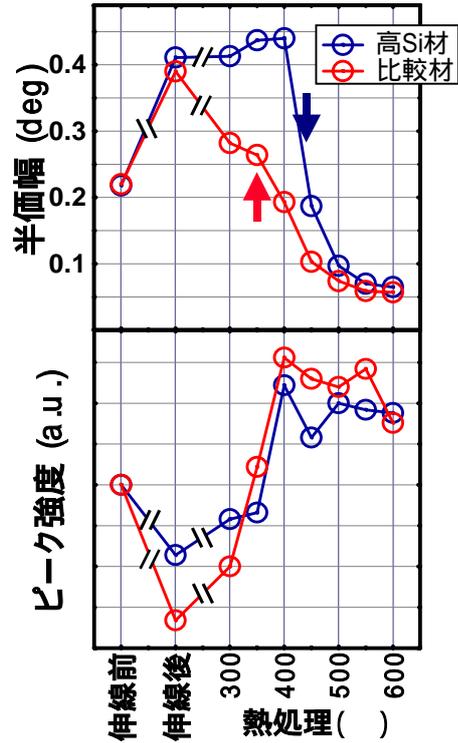
Analytical Characterization Center



熱処理により、
半価幅が狭くなる / 強度増加
高S 材では、
半価幅の変化が高温側へシフト

熱処理 結晶性の回復
Fe₃C が再結晶？
Si の効果 Fe₃C の変化を抑止
優れた高温特性

組織観察で見られた変化を
定量的 / マクロに捉えた



電線被覆材中の微量ハロゲンの分析

電線に対する要求
環境負荷低減: ダイオキシン
安全・防災: 有毒ガス
リサイカブル



ハロゲンフリー電線
塩化ビニル → ポリエチレン

残存ハロゲン量は？

仕様: 概ね100ppm 以下

既存分析技術では
対応が困難

化学分析法 簡便、製品評価 ×
蛍光X線法 感度 × (100ppm)

製品形態で10ppm レベルの分析が可能な技術が必要！

標準試料
 ポリウレタン + Br系難燃剤
 10mm × 1mm^t に成形

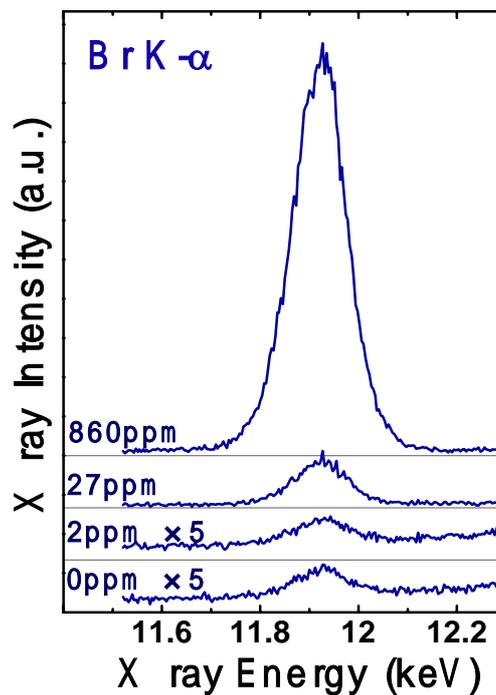
測定条件
 入射X線 15keV
 2mm × 0.5mm

検出器 波長分散型
 LiF 200 + SC

27ppm の測定結果
 から検出限界を計算

検出限界 = 5ppm

製品形態 + ppm 分析
 の可能性を示唆



(blank)

