

金属材料開発におけるSPring-8の活用

(株)神戸製鋼所 中山 武典

nakayama.takenori@kobelco.com

当社グループでは、鉄鋼・溶接・アルミ・銅・チタン・産業機械・建設機械・エンジニアリング・電力卸供給などの多様な事業を営んでいる。その根底には共通して「モノづくり」、「オンリーワン製品」への強いこだわりがあり、サンビーム共同体には立ち上げ当初から参画し、主要事業である金属材料の開発や品質向上のツールとして、SPring-8を活用している。サンビーム発表会での講演内容を表1に示す。たとえば、鋼材の耐食性改善の分野では、さびの状態変化を放射光観察し、その成果を応用することで、橋梁用の新型耐候性鋼や自動車用の高強度懸架ばね鋼などの製品開発を促進している。また、鋼材の成分組織制御や表面品質改善、さらにはCu配線膜などの薄膜材料の品質向上などにも利用している。講演では、このように、金属材料開発を中心としたSPring-8の活用事例を紹介する。

サンビーム発表会での講演一覧

- 第1回: 神戸製鋼所におけるサンビームを利用した材料評価技術の開発
- 第2回: 高温真空加熱炉を用いたin-situ XAFSによる鋼中微量元素の状態分析
- 第3回: 神戸製鋼所における最近のSR応用研究
- 第4回: 鋼板表面さび層を制御するためのSR利用研究
- 第5回: SDDによる β -FeOOHさび中極微量TiのXAFS測定・評価
in situ XRDによるSi添加鋼の2次スケール生成挙動の解析
- 第6回: SR-XRDによる銅薄膜中残留応力分布の評価
- 第7回: 高エネルギーX線を用いた残留 γ 測定
Fe人工さび初期生成過程のその場観察実験
- 第8回: さび生成過程における微量添加元素のin-situ XAFS測定
- 第9回: 金属材料開発におけるSPring-8の活用
高エネルギーX線を用いた鋼板のin-situ評価
微量金属元素を対象としたSR利用in-situ評価

黒: 全般、 青: 鋼材の成分組織制御、 赤: 鋼材の耐食性改善、
緑: 鋼材の表面品質改善、 橙: 薄膜の品質改善

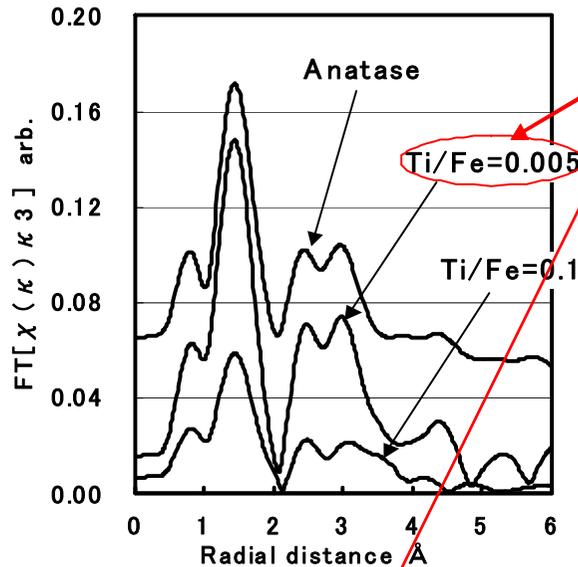
SPring-8の活用製品例

メカニズム解明、
 材料開発指針、
 品質向上など

分野	品種	製品
鉄鋼	線条	懸架ばね鋼、弁ばね鋼、ボルト鋼
	厚板	耐候性鋼板、塗装用鋼板
	薄板	自動車用ハイテン、表面処理鋼板
		クランク軸鋼、ロール鋼 (表面品質(スケール)改善技術)
アルミ銅	アルミ	自動車用パネル材、押出材
	銅	自動車端子・コネクタ用銅板
その他		Si半導体デバイス向けCu配線膜 発泡アルミ、チタン、原子力材料

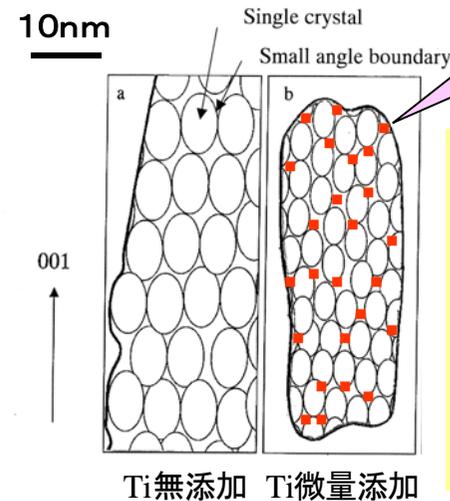
利用BL: **サンビーム**、**兵庫県BL**、**共用BL**

- 鋼材の塩化物耐食性改善にはTi添加によるβさび制御が有効(当社独自知見)
- SR-XAFSにより、実用レベルのさび中微量Tiの作用機構解明



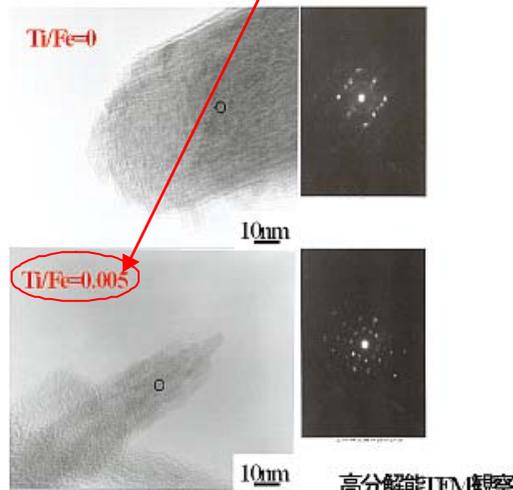
XAFSスペクトルより得たTi原子周辺の動径分布関数

実用レベルの微量Ti添加量



1nmサイズのanataseTiO₂を形成してさび表面に吸着し、βさび粒子を微細化することが判明

β-FeOOHのC軸断面の模式図



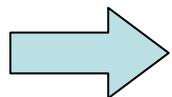
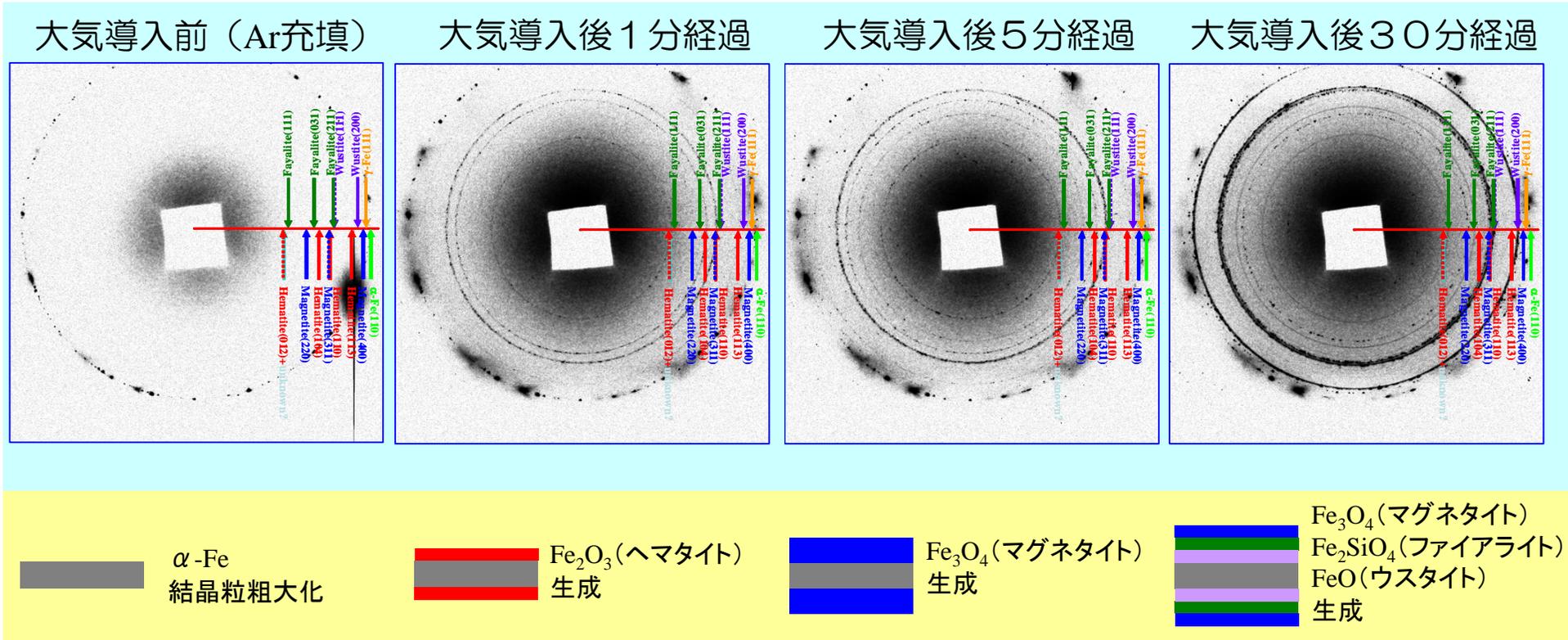
高分解能TEM画像および電子線回折像

Ti添加による高耐食性発現作用が裏付けられ、塩化物用耐候性鋼材の低Ni化、低コスト化へ

鋼の高温スケール生成挙動のin-situ観察

昇温及び高温保持過程でのスケール生成物質、生成順序の連続測定可能に！！

- 鋼組成、雰囲気・温度スケール生成挙動の関係を把握
- 結晶粒粗大化や $\alpha \rightarrow \gamma$ 相変化も同時に確認

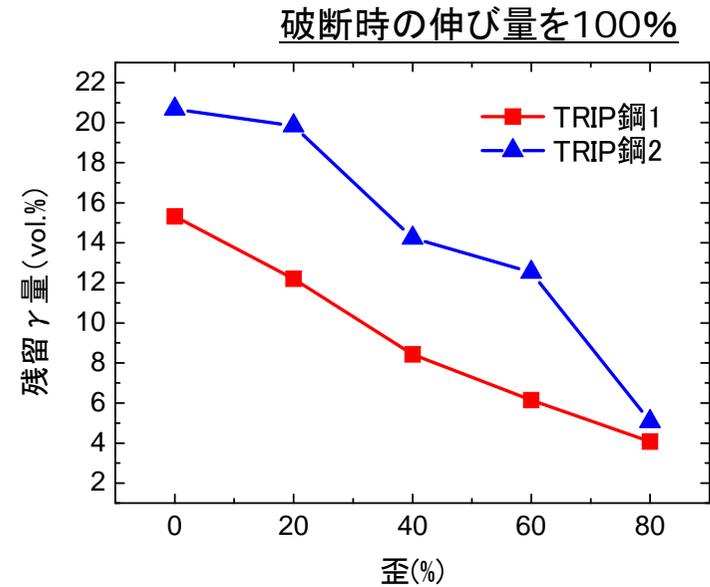
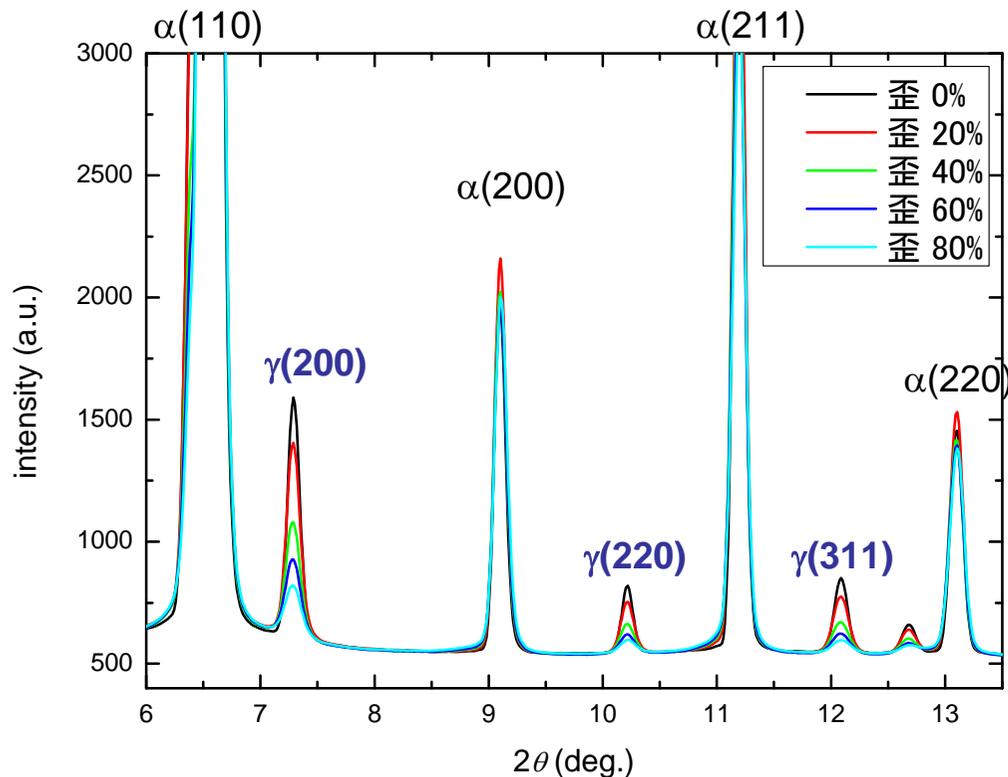
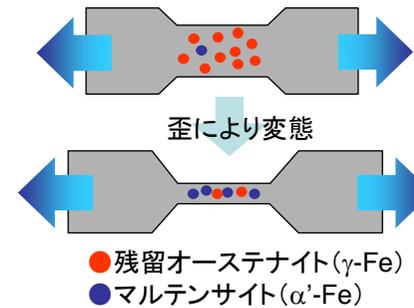


スケール性状制御、表面品質向上へ

鋼材の成分組織制御 (残留 γ 測定) への活用例

ハイテンの残留 γ 量のin-situ評価

10秒間隔で、引張試験中の
残留 γ 量データを取得



引張試験によるTRIP鋼中の残留 γ 量の変化

引張試験中のTRIP鋼のXRD結果例



冷間プレス加工可能な1470MPa級ハイテン開発へ