

安全・安心社会構築研究分野

本研究分野では、マイクロデバイスから大型機器構造物を含む機械システムの破壊メカニズムや強度発現機構のナノレベルでの解明を通して未来機械産業の基盤を構築すると共に、社会の安全と信頼性向上へ貢献することを目的とし、様々な構造材料の性能発現メカニズムと、破壊あるいは損傷の初期過程をナノスケールで分析し、各材料の性能向上あるいは劣化の支配因子を解明するとともに、その制御方法を開発することを活動の目的とした。

ナノ領域における本質的な物理化学事象を単に従来の連続体の力学を基盤とした機械工学的な視点で捉えるのではなく、原子の結合状態の変化とそれを引き起こす電磁気的あるいは化学的相互作用の視点を加えて量子力学的に整理することで、従来からその対応に苦慮してきた個体ばらつきあるいは時空間分布の発現メカニズムを解明し、その制御方法を確立することを目指した。具体的な研究内容は、原子力発電用容器ステンレス鋼やガスタービン用耐熱合金やそのコーティング皮膜あるいは燃料電池用電極材料、次世代半導体用高誘電率薄膜などの構造材料中のき裂先端近傍におけるサブミクロンスケールでの応力ひずみ場と転位発生密度分布の計測、微細介在物の三次元詳細分布とミクロンレベルでの初生き裂や疲労き裂進展形状のCTイメージング、金属／絶縁材料界面近傍の化学結合状態変動支配因子解明を目的とした光電子分光分析等であり、産学連携の研究会活動を通し、研究成果の普及と新たな課題申請を通じた放射光の工学分野活用の拡大を有機的に推進した。

これらの研究成果は、確実に次世代安全・安心社会インフラ用高信頼・高性能材料、構造の開発に貢献できるもので、従来の工学研究手法では困難であった物理化学現象の発現メカニズムを、放射光を活用して初めて明らかにできた

ものも多い。これらの活動を通し、産業界で問題になっている、応力腐食割れや金属疲労、フレタィング疲労など様々な事故原因や電子物性のひずみ・点欠陥依存ゆらぎ分布発生原因などの本質解明研究へのヒントが得られ、分析の対象もバルク多結晶から結晶粒界、界面/表面近傍の極微領域に拡大され、組成や結晶欠陥分布（ゆらぎ）と様々な物理化学的性質の相関性解明研究を加速できた。

今後はC T技術を活用した不純物や析出物のナノスケールでの可視化も可能になるはずで、き裂の初生過程の観察が期待できる。また、化学反応の本質解明という視点では、計測の時間分解能の向上も必須で、パルス波のパルス幅縮小とビーム強度の向上により化学反応の In-situ 観察や経時変化分析、過酷環境下でのナノスケール時空間分解 In-situ 分析の確立を推進していきたいと考えている。