



放射光X線を用いた最先端分析技術の適用分野を拡大

- 最先端分析技術の活用による研究の質の向上と迅速な課題解決

共通・分野横断

背景

放射光X線を用いた分析技術は、放射光源や検出器などの進化に伴い分析精度が飛躍的に向上し、活用を急速に拡大しています。これら最先端分析技術を活用すると短時間で詳細な現象解明ができるようになります。当所では、最先端の放射光X線分析技術を未活用であった分野へ適用を拡大するとともに、これまで放射光X線分析技術を利用してきた分野においては新たな分析手法の利用を進めています。

成果の概要

◇放射光X線による応力測定技術をガスタービン積層材料の内部応力評価に適用

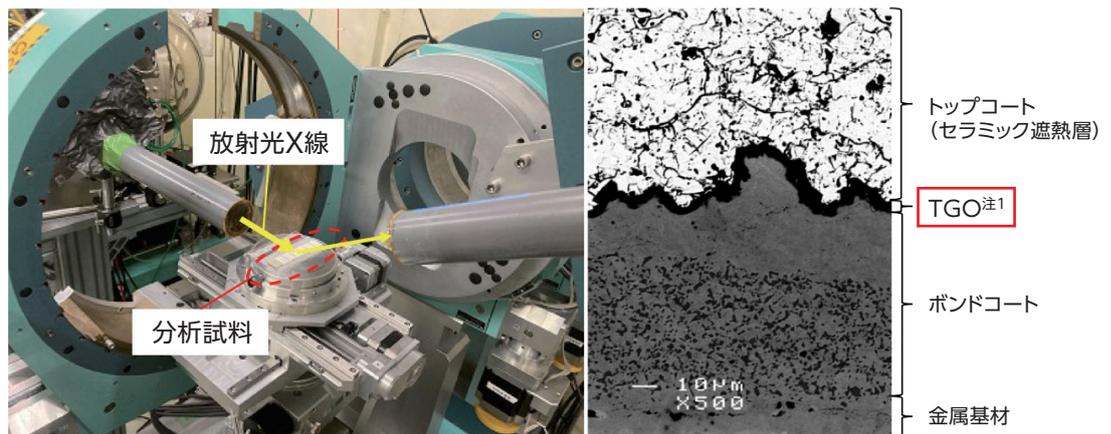
極めて強力なSPring-8の放射光X線による**応力測定**を用いて、これまで困難であった積層材料内部の応力を非破壊で評価する技術を構築しました。具体的な適用例として、ガスタービンのセラミック遮熱層の応力を分析することで(図1)、ガスタービンを高温の燃焼ガスから守る遮熱コーティングのはく離に影響を及ぼす熱成長酸化物層近傍の応力を評価することに成功しました。

◇X線吸収分析を用いた二次元面内分布分析技術を蓄電池性能評価に適用

放射光X線の特徴の一つに高い物質透過性があります。これを利用して二次元面内での広範囲な金属元素の電子や結合の状態変化を短時間で評価することができます。長期間使用して劣化したりチウムイオン電池に、本分析技術を適用して、充放電時の電極面内の酸化状態を分析することで、反応の様子(度合い、場所、分布)が特定でき(図2)、劣化の度合いや要因が評価できました。

応力

→p.16参照



注1：熱成長酸化物層(Thermally Grown Oxide)。長期間の使用によりトップコートとボンドコートの界面で成長する酸化物層。遮熱コーティングの割れやはく離の原因の一つ。

図1 ガスタービン積層材料の放射光X線での応力測定の概要

ガスタービンの使用によって、金属基材と遮熱層の間に酸化物が形成され、はく離が発生します。放射光X線を用いたセラミック遮熱層の応力分析と理論計算によって、熱成長酸化物層近傍の内部応力を推定できました。



北澤 留弥(きたざわ るみ)
エネルギー変換研究本部
プラントシステム研究部門

小林 剛(こばやし たけし)
エネルギー変換研究本部
エネルギー化学研究部門

リチウムイオン電池の二次元電極反応評価設備 充放電を繰り返した電池の不均一劣化挙動をX線で評価できます。

主要な研究成果

共通・分野横断

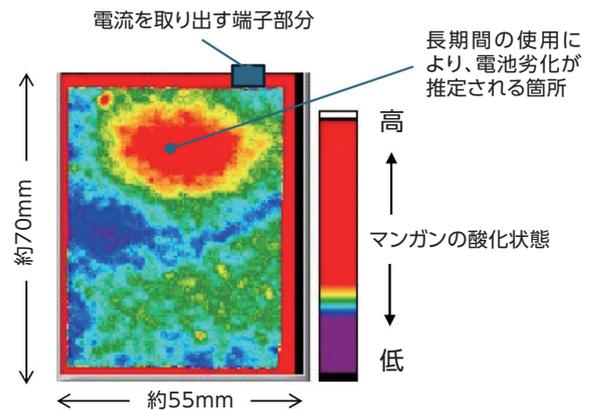


図2 長期間使用した放電後リチウムイオン電池内部のマンガン酸化状態の分析結果
長期間使用し放電後のリチウムイオン電池を用いて、電極(正極)の面内でのマンガンの酸化状態をX線吸収測定で評価し、端子部分に近い電極付近に酸化状態が高く、劣化している箇所が集中していることがわかりました。

成果の活用先・事例

放射光X線を用いた最先端分析技術を様々な研究分野の現象解明や評価に利用していきます。2023年度に、軟X線領域で世界最高レベルの高輝度放射光施設NanoTerasuの会員になり、SPring-8などの放射光施設も含め、これまで以上に広い分野で放射光X線分析技術を活用していきます。

参考 北澤ほか、サンビーム年報・成果集 Vol.13、p.79(2024)
小林ほか、第64回電池討論会(2023)