

2009年3月25日
株式会社日立製作所
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
財団法人佐賀県地域産業支援センター九州シンクロトロン光研究センター
国立大学法人筑波大学
日立電線株式会社

高エネルギーのX線を用いた「屈折コントラストX線CT法」により 信号ケーブルの内部立体構造を可視化

大きく密度が異なる材料で構成される製品を破壊することなく観察

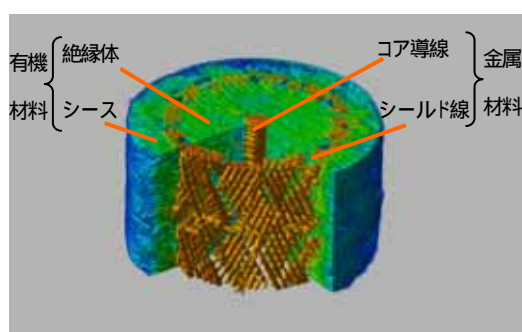


図1 信号ケーブル内部の三次元画像

株式会社日立製作所(執行役社長:古川 一夫)、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(機構長:鈴木 厚人)、財団法人佐賀県地域産業支援センター九州シンクロトロン光研究センター(所長:上坪 宏道)、国立大学法人筑波大学(学長:岩崎 洋一)、ならびに日立電線株式会社(執行役社長:佐藤 教郎)は、このたび、高エネルギーのX線を用いた「屈折コントラストX線CT法」により信号ケーブル内部の立体構造を可視化することに成功しました。

X線は物質を透過し、その内部構造を可視化できることから、医療や工業分野など幅広い分野で使われています。これまで、高エネルギーのX線は、密度の低い信号ケーブルの有機被覆部材のような材料に対しては感度が低く、低エネルギーのX線は、密度の高い金属芯線のような材料に対しては透過力が弱い
ため、大きく異なる密度の材料で構成される製品の内部構造をX線で可視化することは困難でした。

そこで今回、密度の低い有機材料を高感度で可視化するために用いられている「屈折コントラストX線CT法」を、密度の高い金属材料に対しても透過力の強い高エネルギー(70 キロエレクトロンボルト / 以下、keV)のX線に対応させることで、密度が異なる材料から構成される直径 6mmの信号ケーブル内部の立体構造の可視化することに成功しました。具体的には、「屈折コントラストX線CT法」で高エネルギー(70keV)のX線を用いた際に、安定して信号を測定できるイメージングシステムを開発することで、50 μm (マイクロメートル)の空間分解能で、銅製の内部コア導線と外部シールド線、有機材料からなる絶縁体やシース(外部被膜)を、50mg / cm^3 の密度分解能で可視化しました。これにより、各種ケーブルや電池など密度の大きく異なる材料から構成される工業製品や複合材料の内部を破壊することなく観察でき、不良品の調査や製品の信頼性向上に貢献します。

今後、本技術は、工業製品や複合材料をはじめ、自然界に微小な異物と共に存在するハイドレートなどのエネルギー資源の分析や、人工骨などのバイオ材料の評価など、幅広い分野での応用が期待されます。

なお、本成果における放射光を利用した実験は、文部科学省の「先端研究施設共用イノベーション創出事業(産業戦略利用)」のもと、高エネルギー加速器研究機構において実施し、同じく、佐賀県が文部科学省から受けた「放射線利用・原子力基盤技術試験研究推進交付金」により、九州シンクロtron光研究センターにおいて実施したものです。

本成果は、3月24日から25日まで、茨城県つくば市の筑波国際会議場で開催される「第26回PFシンポジウム」にて、25日に発表したものです。

開発技術の詳細

(1)高密度材料の観察を可能とする高エネルギーのX線を用いた「屈折コントラスト法」

「屈折コントラストX線CT法」は、X線が物質を透過した際にその密度差に応じて屈折するという特性を活かし、その屈折角をアナライザー結晶^{*1}で検出し、密度分布画像を構築する手法です。これまで乳がんや軟骨などの観察には、エネルギー10数keVから30数keVのX線が利用されてきましたが、今回、厚さ1mmの銅でも透過する高エネルギー(70keV)のX線に対し、安定して信号を測定できるイメージングシステムを開発し、密度の大きな材料への適用を可能としました。

(2)高エネルギーのX線で低密度材料の観察を可能とする高感度検出技術

従来、高エネルギーのX線は軽元素に対する感度が低いことから、密度の低い材料の可視化には適用されていませんでした。今回、アナライザー結晶をスキャンしながら信号を検出することで、検出範囲を広げ、測定可能な密度の範囲を拡大しています。

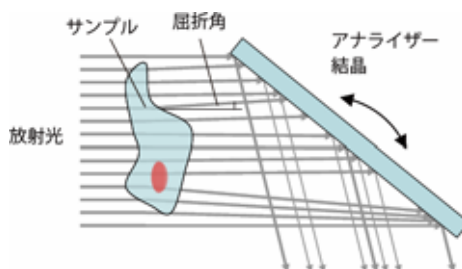


図2 屈折コントラスト法の原理図

補足

比較的低いエネルギーのX線(13.75 keV)を用いて、電線・ケーブルに用いられる複雑な立体構造をなす高発泡ポリエチレンの絶縁体を観察したところ、有機材料であるポリマーと気泡を明瞭に区別して可視化できました。

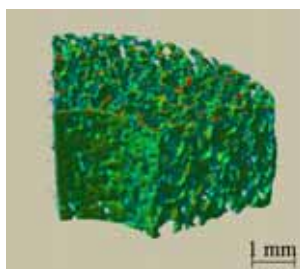


図3 高発泡ポリエチレンの絶縁体

*1 アナライザー結晶:アナライザー結晶:単結晶X線回折を利用し、透過X線の角度やエネルギーを分析するための超高純度シリコン単結晶

お問い合わせ先

株式会社日立製作所 中央研究所 企画室 [担当:木下、工藤]

〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

電話:042-327-7777(直通)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 広報室 [担当:森田、菊地]

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

電話:029-879-6047(直通)

財団法人佐賀県地域産業支援センター九州シンクロトロン光研究センター

利用・企画グループ[担当:本村]

〒841-0005 佐賀県鳥栖市弥生が丘八丁目 7 番地

電話:0942-83-5017(代表)

国立大学法人筑波大学 大学院人間総合科学研究科 疾患制御医学専攻 講師 武田 徹

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

電話:029-853-3887

日立電線株式会社 技術本部 技術研究所 基盤技術研究センタ 高分子材料研究部 [担当:山崎]

〒319-1414 茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号(日高工場内)

電話:0294-25-3827(直通)

以上