

# 小型軽量な非破壊検査用パルスX線源

## プラント配管設置場所などの狭い空間でも撮影可能



加藤 英俊

かとう ひでとし  
katou-h@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門  
陽電子プローブグループ  
研究員  
(つくばセンター)

構造物の非破壊検査、工業製品の検査、医療診断、空港手荷物検査などのさまざまな分野における非破壊検査で使用できる小型軽量な針葉樹型カーボンナノ構造体X線源を開発することで、安全安心な社会の実現を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

石黒 義久(ライフ技研)、  
王 波(つくばテクノロ  
ジー)、鈴木 良一(産総研)

#### ● 用語説明

\* 針葉樹型カーボンナノ構造体：カーボンナノチューブ、カーボンナノウォール、ナノダイヤモンドなど炭素原子で構成されるナノメートルオーダーの構造をもつ物質。

#### ● プレス発表

2014年6月3日「小型軽量な非破壊検査用パルスX線源を開発」

● この研究開発は、経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「ICNX 冷陰極X線管」特有真空環境の最適化及びX線発生装置の開発(平成22～23年度)および独立行政法人科学技術振興機構の委託事業「A-STEP 本格研究開発ステージ実用化挑戦タイプ 小型・軽量可搬型X線検査装置(平成24～26年度)」の支援を受けて行っています。

### X線透過法のニーズと課題

高度成長期に建設された建造物の多くは現在でも使用されており、これらの健全性の診断のため、現場における非破壊検査のニーズが高まっています。例えば、高度成長期に建設・製造された化学プラントや発電所などでは、保温材付きの配管の腐食や減肉が問題となっていて、保温材を取り外さずに配管の腐食などを検査するためX線透過法が用いられています。しかし、これまでのX線源は、サイズが大きい、重量が重い、電源供給用の配線が必要といった制限から現場作業性が悪く、多数の配管が設置されているような狭い空間で使うことは困難でした。

### 針葉樹型カーボンナノ構造体を用いたX線源

そこで私たちは今回、小型軽量な非破壊検査用パルスX線源を開発しました(図1)。開発したX線管は、針葉樹型カーボンナノ構造体\*を用いた電子源に負の高電圧をかけて電界電子放出現象により電子を引き出し、その電子をターゲットに入射させてX線を発生させます。このX線管で瞬間的にキロワットオーダーの強いX線を発生させることで、非破壊検査を行うことができます。今回、管電圧120 kV、厚さ70 mm以下、重さ2.5 kg以下の小型軽量なX線源を実現しました。

図2に針葉樹型カーボンナノ構造体の電子

顕微鏡写真を示します。先端はカーボンナノチューブと同等の曲率をもちますが、基板側に向かうにしたがって太くなり、電界によって生じる力に対する破壊耐性が強い構造となっています。さらに、安定化処理工程およびX線管内部の真空環境を改善したことで、電子源としての出力安定性を向上させました。上記の処理後に1ショット15 mW時の投入電力でX線を発生させて寿命試験を行った結果、1,000万ショットのX線を発生させてもX線出力の再調整が不要なほど安定していることを確認しました。これは、可搬型非破壊検査用X線源としての一般的な使用条件では、10年以上交換せずに使用できる寿命です。

また、このX線源は待機電力が不要で総合的なエネルギー消費が低いことから、USB電源や乾電池でも駆動できます。そのため、商業用電気配線の有無といった場所の制約なしに使用でき、狭い空間などこれまで検査が難しかった現場での非破壊検査が可能となります。さらにミリ秒オーダーのパルスX線を発生でき、動く物の撮影やX線源を移動しながらの撮影も可能です。

### 今後の予定

今後は、X線源の高性能化を行うとともに、ロボットに搭載した自動検査システムの開発など、効率的な非破壊検査のための研究開発を行っていきます。

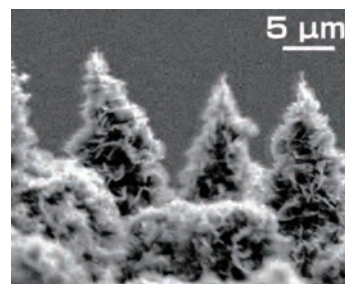
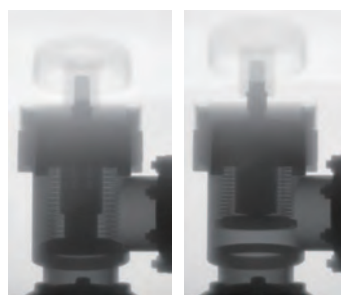


図1 パルスX線源(120 kV)とサイズ比較のためのCDケース(左)と金属製バルブのX線透過写真(中央:バルブ閉、右:バルブ開)

図2 針葉樹型カーボンナノ構造体の電子顕微鏡写真