

放射線のおはなし

図1 蛇口とトルコキキョウの中性子透過写真



出典：青森県量子科学センター提供

図2 中性子線投影図

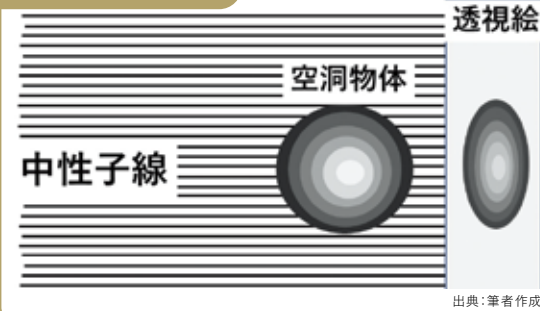


図3 中性子に対する質量減弱係数

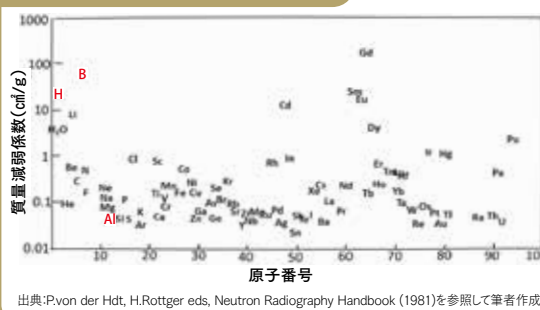


図4 縄文土器の中性子透過画像



中性子線による非破壊検査

東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏

非破壊検査とは、対象検査物を壊さずに内部の構造や形状などが正常かどうかを調べる技術のことです。検査をするには、超音波、X線、中性子線などを用いる方法があります。

超音波を用いる方法は、電波を使うレーダーと同じように、物体中で反射した音波や電波を検出して物体の内部構造を調べる原理に基づいています。一方、X線、中性子線を用いる方法は、物体を通り抜けた放射線を検出して物体の内部構造を調べるものです。X線を用いる方法は「ひろば」520号「X線CT」で説明しました。今回は、中性子線を用いた方法について説明します。

中性子とその性質

中性子は、1932年にイギリスの物理学者ジェームズ・チャドウィッ

クにより発見された、原子核(陽子と中性子から成る)を構成する粒子の一つです。中性子には電荷がないため、電荷を持つ陽子などに比べて、物質に容易に入射することができ、つまり電磁気力の影響を受けない中性子線は透過性が高い、物質を通り抜ける性質があるということです。

中性子ラジオグラフィの原理

この性質を利用して物質の内部を観察するのが中性子ラジオグラフィです。中性子線を物質に照射すると物質を通り抜けますが、中性子線の一部は物質内部で吸収されたり弾かれたりするため、物質の内部が濃淡を持つ影として映し出されます【図2】。

どんな物質が中性子線で観察しやすいかを示すのが【図3】の指標です。

H(水素)、B(ホウ素)などの元素の係数が非常に高く、Al(アルミニウム)などは非常に低い。大まかにいうと、中性子線は水素を含む物質に対して測定感度が高く、水のような物質の測定に向いている。またアルミニウム製品などの内部を調べるのに適している、ということがわかります。

中性子を撮像するには

物体を通り抜けてきた中性子は、中性子線フィルム、イメージングプ

レート、中性子カメラ、中性子フラットパネルなどの手法によって撮像されます。【図1】はイメージングプレートによって撮像されたものです。特殊な蛍光体をプラスチックフィルム上に添付することにより中性子線を高感度で検知し、2次元画像が得られます。

多くの学術・産業分野で活用

中性子の特性を生かした中性子線の非破壊検査技術は、学術研究のほ

か医療、工業、建設など多くの産業分野で利用されています。【図4】は、青森県六ヶ所村で出土した縄文土器の中性子透過画像を示しています。縄文人が土器をつくっていたときの土器のつなぎ目がよくわかります。

このように、中性子線を用いるとX線透過画像とは異なった特徴的な価値のある画像が得られます。ただしX線と違って、長く中性子線を照射すると放射化(物質そのものが放射性物質に変化してしまう現象)するので、特に貴重品を透視しようとするときは注意が必要です。



東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏

東北大学大学院理学研究科博士課程原子核理学専攻博士課程 修了(理学博士)。東北大学工学部教授、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター長、東北大学大学院工学研究科生活環境早期復旧技術センター長を歴任。2013年東北大学名誉教授、2016年より現職。PIXE研究協会会長。