

岩石・鉱物試料用のX線CT装置の開発

Development of micro-tomography imaging system for rock and mineral samples

上杉 健太郎 [1], 土山 明 [2], 中野 司 [3], 鈴木 芳生 [4], 八木 直人 [4], 梅谷 啓二 [4], 香村 芳樹 [5]

Kentaro Uesugi [1], Akira Tsuchiyama [2], Tsukasa Nakano [3], Yoshio Suzuki [4], Naoto Yagi [4], Keiji Umetani [4], Yoshiki Kohmura [5]

[1] 東工大・理・地惑, [2] 阪大・院理・宇宙地球, [3] 地質調査所, [4] JASRI, [5] 理研

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo I. T., [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ., [3] Geological Survey of Japan, [4] JASRI, [5] RIKEN

SPring-8 の高輝度放射光を用いて、岩石および鉱物に対して有効なミクロンオーダーの解像度を持つX線CT装置の開発を行った。光源には真空封止型のアンジュレーターを用い、検出器には蛍光体とCCDカメラの組み合わせを用いた。画像再構成にはConvolution Back Projection法を用いた。

測定された試料は、ガラス棒・研磨剤・花崗岩・軽石(桜島)および密度や組成が既知のいくつかの鉱物である。

その結果、試料の内部の3次元構造を得ることができ、それは20ミクロン程度の空間解像度を持つことが示された。

[はじめに] これまで岩石や鉱物の内部の情報を得るには、対象の試料の薄片を作成するなどの手法が採られてきた。しかし、その作業行程を経ることにより、内部の3次元情報は非常に乏しい量になる。一方医療の分野では、物質(生体)内部の3次元情報を非破壊で得る手法として X-ray computed tomography(X-ray CT) 法が発達しており、医療用X-ray CT装置がたくさんの医療機関で利用されている。しかし、これら医療用装置で岩石・鉱物試料を測定するには装置の空間解像度および得られる情報(X線吸収係数)の定量性の面で問題がある。そこで我々はこれらの問題を克服するために、SPring-8 で発生される高輝度放射光を用いることにより、岩石および鉱物に対して有効なミクロンオーダーの解像度を持つX-ray CT装置の開発を行った。

[実験] 光源は真空封止型のアンジュレーターを、X線の単色化には liquid nitrogen cooled Si(111) double crystal monochromator をそれぞれ用いた。このシステムにより発生されるX線のエネルギー領域は 5-35keV であり、試料付近でのビームサイズは 2mm x 1mm 程度である。ビーム径は小さいものの、試料付近での単色化されたX線の flux density は 10^{13} photons/s/mm² に達する。また高度に平行を保っているビームであるので高解像度の micro-tomography に非常によく適している。透過像は、蛍光体・リレーレンズおよび cooled CCD camera で構成される検出器を用いて取得する。画像再構成にはConvolution Back Projection法を用いた。

[結果] 測定された試料は、ガラス棒・研磨剤・花崗岩・軽石(桜島)および密度や組成が既知のいくつかの鉱物である。実験装置の動作テスト、画像再構成ソフトの動作テストの後、装置の性能評価として、空間解像度の評価を行った。数種類の研磨剤を用い、測定をしたところ #1000 までの研磨剤粒子の識別が可能であったので、20ミクロン程度の空間解像度を持つことが示された。また、花崗岩・軽石などの測定を行うことにより、それらの内部組織の3次元構造を得ることができた。密度と組成が既知である、数種類の鉱物試料の測定も行ったところ、それらの試料が示す吸収係数はほぼ文献値と一致し、よい定量性を示している。