

蛍光X線・回折X線分析顕微鏡の開発

A development of XRF/XDF analytical microscope

戸上 昭司 [1], 高野 雅夫 [2]

Shoji Togami [1], Masao Takano [2]

[1] 名大・理・地球惑星, [2] 名古屋大・理・地球惑星

[1] Dep. Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ, [2] Dep. Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

「全地球史解読」では、付加体に保存されている堆積物のシーケンスから地球史を解読するために長さ数十メートルにもなる連続試料を大量に採取し、同時に膨大な試料を分析するための効率よい方法を提供している。例えば名古屋大学では試料表面の化学組成を反映した蛍光X線画像がたやすく計測できる走査型X線分析顕微鏡 (SXAM) が使用されている。我々はSXAMを発展させて、蛍光X線に加え回折X線を活用することで鉱物組成の計測を行う装置の開発に着手した。今回は装置の設計前段階として、本装置によって取得される回折図形をコンピュータ・シミュレーションしたので、その結果を報告する。本装置は様々な研究分野に応用される可能性がある。

「全地球史解読」では、付加体に保存されている堆積物のシーケンスから地球史を解読するために、長さ数十メートルにもなる連続試料を大量に採取している。しかしこれらの試料は、その膨大さのため従来の分析方法 (偏光顕微鏡観察やEPMAなど) の使用を拒絶する。そこでこのような大量の試料を効率よく記載するために名古屋大学では走査型X線分析顕微鏡 (SXAM) : 堀場製作所XGT-2000Vが使用されている。これは試料表面最大400mm×200mmの化学組成を反映した2次元蛍光X線画像を計測するものである。この装置は今や「全地球史解読」にとって欠かせない武器の一つとなっている。しかしながら地球惑星科学的試料の分析としては、化学組成画像のみの計測では情報が不足する。「全地球史解読」の発展のために、さらには地球惑星科学全体の発展のためにも、鉱物組成の計測が要望されるところである。

そこでわれわれはSXAMを発展させて、蛍光X線のイメージングだけでなく、回折X線を活用して鉱物組成の計測を行う装置の開発に着手した。装置は以下のようなものを考えている。X線源で発生したX線は、X線導管 (X-ray Guide Tub; XGT) により細く絞られ、水平台に設置された試料に斜めから入射される。試料はXYステージに載せて走査される。蛍光X線はSi-PINフォトダイオード・エネルギー分散型検出器により検出され、従来と同じく化学組成画像が作成される。回折X線はX線CCD検出器により検出され、その回折角とエネルギー値とから格子定数や結晶方位などの情報を得る。開発の第1段階として、まず試料の化学組成画像を取得し、その後画像上の任意の一点を指定すればその場所の回折X線を測定し、その場所にある鉱物の種類や結晶構造などの情報を得られるようにする装置の開発を目指す。

今回は装置の設計前段階として、装置の構成などの検討項目を整理すべく、本装置によって取得される回折図形をコンピュータ・シミュレーションしたので、その結果を報告する。まず、入射X線はRhを対陰極とする微小焦点X線発生管で発生させた連続X線を使用し、XGTによって径約100 μm もしくは約10 μm に絞られて試料に斜めに照射されるものとする。試料は「全地球史解読」的試料として一般的な鉱物を考えている。鉱物の結晶方位は任意に選択できるようにプログラミングされる。CCDは英国EEV社のCCD05-30シリーズ (1242ピクセル×1152ピクセル, 1ピクセル22.5 μm × 22.5 μm) のうち科学計測用に設計されたものを使用するものとする。回折図形作成のために、CCDのエネルギー分解能や、CCDのピクセルサイズ及び入射X線のビームスポットサイズに伴う角度分解能、X線検出に関する統計誤差、入射X線のエネルギースペクトル、回折X線の強度が考慮される。その結果を踏まえて、X線の入射角度などのXGT—試料—CCDの位置関係や必要なCCDの枚数とその位置関係などの検討項目を整理し、今後の開発に役立てたいと考えている。

また、本装置は「全地球史解読」に関する研究だけでなく、幅広い応用が考えられる。地球惑星科学においては、結晶方位の測定から岩石の変形様式を調べる研究などにも応用されるであろうし、材料工学などの地球惑星科学以外の分野でも応用されることが期待される。