

## 別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 ASTER Data Analysis Applied to Mineral Resource Exploration and Geological Mapping (ASTER データ解析の鉱物資源探査及び地質マッピングへの適用)

氏 名 矢島 太郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

衛星リモートセンシングは、広域を一度に観測することができるだけでなく、全球のあらゆる場所の地表面に関する情報を得ることが可能なため、鉱物資源探査の初期段階において広域の鉱床ポテンシャルを評価するための重要な情報を提供してくれる。例えば世界の銅供給量の 50%以上を産出する代表的な銅鉱床の一つである斑岩銅鉱床の探査では、広域での変質帯及び変質鉱物の識別が鍵となる。また、ニッケル及び白金族の大部分を産出するマグマ性鉱床の探査では、広域的な地質マッピングにより鉱床を胚胎する苦鉄質～超苦鉄質岩体を抽出することが重要であるが、これらの情報を衛星リモートセンシングによって得るための方法を検討した。

Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)は、可視近赤外 (VNIR) 域、短波長赤外 (SWIR) 域、そして熱赤外 (TIR) 域に合計 14 個の観測バンドを有する国産の衛星搭載光学センサである。さらに VNIR 域のバンド 3 は直下・後方視方式の同一軌道内立体視機能を持つため、その観測データからデジタル標高モデル (DEM) データを作成することができ、全球をカバーする ASTER Global DEM (GDEM) データとして提供されている。本論文では、鉱物資源探査及び地質マッピングのための ASTER データの適用に関して、ASTER の特徴を生かした次の 3 つの解析方法を検討した；(1) ASTER VNIR 及び SWIR データによる変質帯識別、(2) ASTER TIR データによる岩相識別、(3) ASTER GDEM データによる岩相判読。

## (1) ASTER VNIR 及び SWIR データによる変質帯識別

斑岩銅鉱床の探査では、変質帯は重要な探査指標である。ASTER VNIR 及び SWIR

データを利用することにより、鉱物資源探査において重要となる変質タイプと変質分帯を識別することができる。本研究では次の3つの解析画像により、変質帯及び変質分帯の識別を行った。1) SWIR 疑似色画像；バンド4、6、8をそれぞれ赤、緑、青色に割り当てて得られるSWIR 疑似色画像 ( $R : G : B = \text{band 4} : \text{band 6} : \text{band 8}$ ) では、変質帯はピンク色もしくは緑色を呈した。2) 比演算カラー合成画像；バンド4／バンド6、バンド5／バンド6、バンド5／バンド8の比演算画像をそれぞれ赤、緑、青色に適用して得られる比演算カラー合成画像 ( $R : G : B = \text{band 4} / \text{band 6} : \text{band 5} / \text{band 6} : \text{band 5} / \text{band 8}$ ) では、変質分帯が色調によって示された。バンド4／バンド6によって酸性変質帯、バンド5／バンド6によってフィリック変質帯、バンド5／バンド8によってプロピライト変質帯がそれぞれ強調された。3) 主成分分析 (PCA) カラー合成画像；クロスタの手法により得られる主成分分析カラー合成画像 ( $R : G : B = \text{PCA 酸性変質画像} : \text{PCA フィリック変質画像} : \text{PCA プロピライト変質画像}$ ) から、酸性変質帯、フィリック変質帯、プロピライト変質帯の変質分帯が可能であった。酸性変質帯はバンド1、4、6、7の4つのバンド、フィリック変質帯はバンド1、3、5、6の4つのバンド、プロピライト変質帯はバンド1、3、5、8の4つのバンドの主成分分析と固有ベクトル解析によって得られる。

これら3種類の解析画像を用いて解析を行うことにより、斑岩銅鉱床に伴う熱水変質帯の識別と分帯が可能であった。

## (2) ASTER TIR データによる岩相識別

ASTER の TIR データは、地表温度と放射率の両方の情報を有しているが、これまでは温度・放射率分離した後の放射率スペクトルが岩相識別に利用されてきた。昼間に取得された ASTER LIB データを検討したところ、バンド10、11、12のデータは放射率と温度の情報を有するのに対し、バンド13と14のデータはほぼ温度の情報によって占められていることを明らかにした。この ASTER LIB の TIR データを用いた疑似色画像 ( $R : G : B = \text{band 14} : \text{band 12} : \text{band 10}$ ) の色調から、苦鉄質岩～超苦鉄質岩と石英に富む珪長質岩を識別することができた。斑レイ岩、ドレライト、ダナイト等の苦鉄質～超苦鉄質岩は、TIR 疑似色画像中では高いスペクトル放射率と表面温度により白色を呈する。苦鉄質～超苦鉄質岩は暗い色調を有し、太陽光をよく吸収するため、他の岩相と比較して高い表面温度を示す。花崗岩や水の涸れた河川の砂等の石英に富む岩相は、TIR 疑似色画像中では石英の放射スペクトルの特徴により、赤系の色調を呈する。本研究の方法は、温度・放射率分離前の ASTER LIB を用いて簡便に岩相識別を可能とするものであり、疑似色画像の色調から、鉱物資源探査での探査指標として重要な苦鉄質～超苦鉄質岩及び花崗岩の識別が可能となった。

### (3) ASTER GDEM データによる地質判読

DEM データから作成した反転スロープ画像は、岩相の違いを可視化し、さらに露頭分布を示すため、地質判読に極めて有用である。しかし、反転スロープ画像は、リモートセンシングで得られた DEM (リモートセンシング DEM) から作成した場合、DEM データ中のノイズ成分が強調されてノイズの多い不明瞭な画像となる。対照的に、地形図の等高線から得られた DEM (測量 DEM) は、ノイズがはるかに少ないものの、提供されている測量 DEM の範囲は限定的である。このため、全球の任意の場所の地質判読を行うための鮮明な DEM データ解析画像を得るには、リモートセンシング DEM からノイズを低減する処理が必要となる。特に全球をカバーする ASTER GDEM では、元の地形情報を覆い隠すほどノイズが多いため、ノイズ低減処理は不可欠である。本研究では、高速フーリエ変換 (FFT) を用いたリモートセンシング DEM からのノイズ低減の方法を検討した。その結果、周波数領域画像に対して 20~40% 低周波数成分を通過させるローパスフィルタを適用することで、地形情報を保ちながらもノイズ成分を低減できることが判った。

本研究で提案された各解析手法は、いずれも簡便であるものの、鉱物資源探査及び地質マッピングに有用な情報を提供することが可能である。ASTER の VNIR 及び SWIR データは、熱水性鉱床探査における変質帯抽出に有用であった。さらに ASTER TIR 及び GDEM データも、鉱物資源探査及び地質マッピングに極めて有効であることが示された。