

熱赤外ハイパースペクトルデータを用いた 衛星センサ間での地表面温度・放射率プロダクトの検証

長崎大学大学院生産科学研究科

松 井 隆

陸域の表面温度(地表面温度)は、地球の熱環境を表す最も基本的な物理量の 1 つである。衛星リモートセンシングによる地表面温度プロダクトは、すでにいくつものセンサプロジェクトにおいて、標準プロダクトとなっている。標準プロダクトとは、取得された衛星観測データの全てを処理して作成されるプロダクトのことで、これに位置付けられていることは、地表面温度プロダクトに対するニーズが大きいことは意味している。地表面温度は、空間的なバラツキと時間的な変動が共に大きいこと、地上観測では広域の値を一度に計測するのは不可能である。一方で、衛星観測による地表面温度計測では広域の情報を同時に取得できるため非常に有益である。地表面温度プロダクトは、監視・観察のために画像として使われるだけでなく、近年は特に、高次のモデルへの入力データとして利用されている。このような中、地表面温度プロダクトへの要求精度も厳しくなり、それに答えるように推定アルゴリズムも進歩してきた。しかしながら、いかなる計測手法を用いても必ず誤差は存在する。そして、それはモデルを通して増幅され、結果に悪影響を及ぼす。したがって、高精度のアルゴリズムを作ることだけでなく、作成されたプロダクトの精度検証を行い、誤差の”バラツキ”や”偏り”を示すことも重要である。

このような背景のもと、本研究では、熱赤外ハイパースペクトルデータを用いた地表面温度・放射率同時推定法(Most Smooth Emissivity・Temperature Emissivity Separation and Atmospheric Correction : MSE-TESSAC)を開発した。地表面温度推定は、原理的に劣決定問題である。そのため既存のアルゴリズムは、求解の際に多くの近似や仮定を行っており、これが推定誤差の要因となっていた。一方、MSE-TESSAC は、”地表面の放射率スペクトルは大気の放射・吸収スペクトルに比べて滑らかである”という情報のみを制約条件にする。この情報は、必ず成立する誤差のない情報であるため、MSE-TESSAC もまた誤差のない正しい推定が可能である。MSE-TESSAC は、衛星データによる地表面温度推定法として、最も精度の良い手法といえる。

さらに本研究では、MSE-TESSAC を用いた他センサによる地表面温度プロダクトの検証法を構築し、実際のデータに適用した。地表面温度推定では、放射率を同時または事前に推定する必要があるため、両者の間には必ず依存関係が生じる。そして地表面温度プロダクトにはその時の放射率が必ず記載されている。提案手法は、このことを利用する。まず、MSE-TESSAC による放射率を真値として、対象となる地表面温度プロダクトに記載された放射率の検証を行う。続いて、得られた放射率誤差から依存関係に基づいて、地表面温度誤差を推定する。一般的に、放射率は時間変化が小さいため、検証データは非同期計測のものでもよい。したがって、本検証法を用いれば、非同時搭載センサによる地表面温度プロダクトの検証が可能となる。

第 5 章では、MODIS の Generalized Split-Window 法を対象として、その放射率誤差と地表面温度誤差の関係を誤差伝播理論に基づいて解析的に表した。さらに、検証に使う 2 つのセンサ AIRS と MODIS の空間分解能の違いを吸収する地表面温度と放射率の空間平均モデルを構築した。さらに、検証手法を MODIS の地表面温度プロダクトに適用した。使用したデータは米国の Railroad Valley Playa と Harvard Forest を対象とした 2003 - 2007 年のものである。その結果、本手法の有効性が確認された。また、MODIS の入力放射率データには観測域の土地被覆の季節変化を考慮していないことによる誤差があることを明らかにした。

第 6 章では、本論文の結論と今後の展望・課題を述べた。