

論文の内容の要旨

論文題目

はやぶさ探査機搭載近赤外線分光器の開発と小惑星イトカワの近赤外線分光観測
Development of Near-Infrared Spectrometer onboard Hayabusa Spacecraft and
Near-Infrared Spectral Observation of Asteroid Itokawa

氏 名

安部 正真

小惑星は惑星のように形成の過程で大きな熱変成を経験しておらず、太陽系の比較的初期の情報を保持した天体であると考えられている。また小惑星は太陽系の広い範囲に分布しており、その形成場所による物質の違いの情報を持っていると考えられている。したがって、小惑星の構成物質や状態を調べることにより、太陽系の初期の物質分布に関する情報を得ることができ、太陽系の形成と進化に対して大きな制約を与えることができると考えられる。このような観点で進められてきた、小惑星の構成物質を推定する研究のひとつが、小惑星の反射スペクトルの研究である。

小惑星の反射スペクトルの研究は、主に地上望遠鏡を用いた観測によって進められてきたが、小惑星表面を空間分解して観測するのが非常に困難であるため、表面の鉱物種推定や隕石との対応関係の推定には限界があった。本研究では小惑星近傍に到達する探査機に搭載する近赤外線分光器を設計・開発し、小惑星表面を空間分解して観測することに成功した。

図1に開発した近赤外線分光器の概観を表1に分光器の最終的な仕様を示す。探査機の打ち上げ前には、分光器の性能評価試験を実施し、分光器の感度特性(図2)などの、小惑星近傍での観測データを解析するために必要なデータを取得した。

本分光器は2003年5月9日に宇宙科学研究所(現在の宇宙航空研究開発機構)によって打ち上げられた小惑星探査機はやぶさに搭載され、2005年9月から11月にかけて、S型小惑星イトカワの近傍観測を行った。

図3に本分光器で得られた小惑星イトカワの反射スペクトルと、LL5コンドライトの反射スペクトルとを比較した結果を示す。この結果からS型小惑星であるイトカワの表面物質について、普通コンドライトとの対応関係を支持する結果が得られた。

図4に本分光器で得られたイトカワの平均的な反射スペクトルにおける1ミクロン帯の3バンド強度比を、普通コンドライトや始原的エイコンドライト、輝石・橄欖石混合物における値と比較して示す。この図からイトカワの表面物質は、輝石・橄欖石混合物における橄欖石の割合が70~80%のものに対応し、同じくS型小惑星であるエロスに比べても橄欖石を多く含んだS型小惑星であることが分かった。また普通コンドライトの中ではLLコンドライトに対応し、これまでに発見されている始原的エイコンドライトとは対応しないことが分かった。

一方、空間分解した観測では、光学カメラの情報から、イトカワの表面は岩塊の多い領域と、平坦な領域に分けられ、岩塊の多い領域には反射率の高い部分と低い部分があることがわかっており、本分光器でもそれぞれに対応する領域の反射スペクトルを取得することに成功した。その結果を図5に示す。

本分光器の観測結果から、3つの代表的な領域は反射率の違い以外に、1ミクロン帯の吸収バンドの深さに違いがあることが分かった。この違いは、表面の粒子サイズの違いや、宇宙風化作用の程度の違いに原因があると考えられる。ただし、3バンド強度比を調べた結果では、3つの領域に大きな違いはなく、輝石・橄欖石の存在比に違いがないことも分かった。

本研究をまとめると以下ようになる。

- ・はやぶさ探査機搭載近赤外線分光器を開発した。
- ・打ち上げ前の性能評価を実施し、小惑星の観測に適した分光器ができたことを確認した。
- ・打ち上げ後も性能モニタを実施し、小惑星到着までその性能を維持していることを確認した。
- ・S型小惑星イトカワ近傍での近赤外線分光観測を実施し、地上では得ることのできなかつた、空間分解した反射スペクトルの取得を含む、初期成果を得ることができた。
- ・その初期成果とは、イトカワ表面物質に対応する隕石はLL5-6普通コンドライトが尤もらしいことを明らかにし、その表面状態には、粒子サイズや宇宙風化の程度の違いによる大きな変化があるものの、鉱物組成的には一様で、S型小惑星イトカワは、分化を経験していない始原的な天体であると考えられることである。



図1：はやぶさ探査機に搭載された近赤外線分光器

表1：本分光器の仕様

観測波長範囲：764-2247nm($\Delta \lambda$ 23.56nm)
視野サイズ：0.1x0.1deg(9m@5km distance)
検出器：InGaAs Liner Array (64channels)
合成F値：1.00
有効口径：27mm
駆動検出器温度：260K
A/D 分解能(ダイナミックレンジ)：14bit

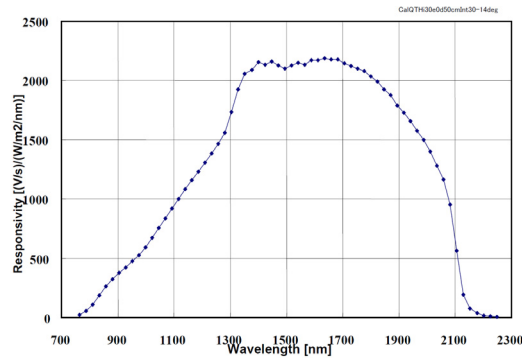


図 2 : 打ち上げ前の性能評価試験で得られた本分光器の感度特性曲線

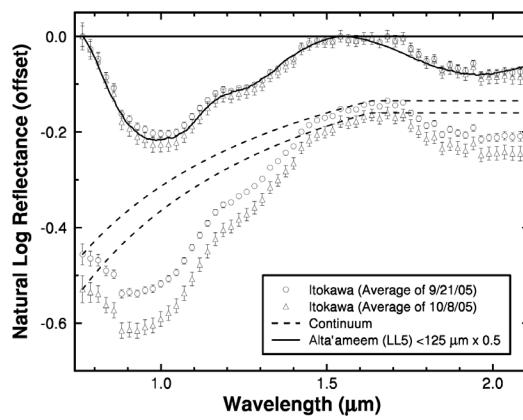


図 3 : 本分光器で得られた小惑星イトカワの平均的なスペクトルと、普通コンドライト隕石の反射スペクトルの比較

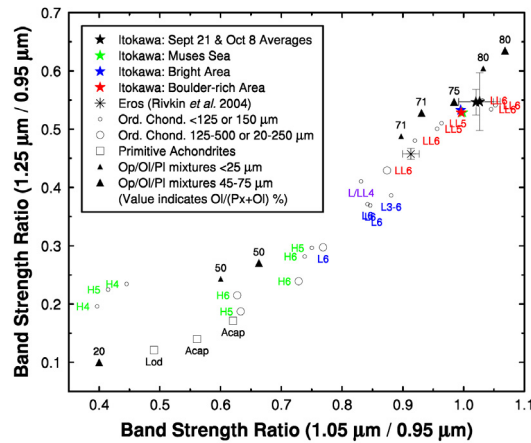


図 4 : 1 ミクロン帯 3 バンド強度比。小惑星イトカワ、エロス、普通コンドライト、始原的なエイコンドライト、輝石・橄欖石混合物のデータをプロット

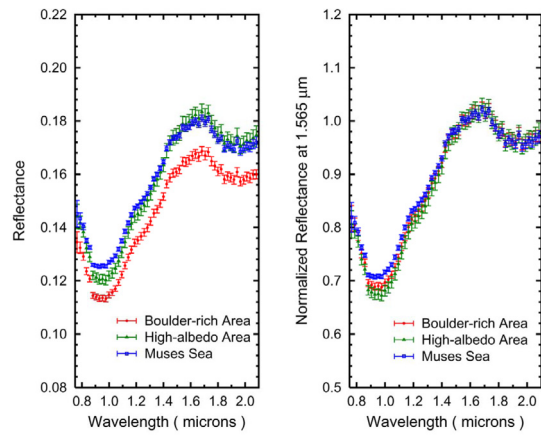


図5：小惑星イトカワ上の3つの代表的な領域の反射スペクトルの比較