

はやぶさリエントリ画像に基づく衛星破碎過程の推定

山本研究室 1110167 北村 和貴

1. 背景と目的

JAXA の小惑星探査機「はやぶさ」は 2010 年 6 月 13 日にオーストラリアの WPA(ウーメラ立入禁止区域)内の砂漠に帰還し、小惑星イトカワからのサンプルリターンに成功した。「はやぶさ」のように惑星間空間から直接地球帰還した例は過去に世界で 2 例しかなく非常に貴重な機会である。本研究では「はやぶさ」の大気圏再突入(リエントリ)の際に観測された映像・画像(JAXA はやぶさ帰還地上光学観測班)を詳細に解析し、回収カプセルおよび破碎した部品による光点の数、発光強度、減速率などを算出し、分析から衛星破碎過程の全容を明らかにすることを目的とする。

2. 解析方法

本研究では主に①、②の手法で解析した。

①三角測量を用いた減速率の解析… 2 つの観測点で取得した連続画像から、画像上を移動していく各光点の輝度重心座標を画像上の星の座標と星表の赤経・赤緯を用いて精密に検出し、三角測量により各光点の空間位置を求め、減速率を算出する。減速率が分かることで、各光点の質量と断面積の比率を推定する。

②星の等級値を用いた発光強度分布の解析… 画像上の星の輝度値と星表の等級値から較正值を求め、これにより各光点の絶対等級(上空 100 km における等級)を算出し、各光点の発光強度分布を求める。破碎の様子や発光強度曲線から、各光点の脆弱度を推定する。

3. 結果および考察

各画像に写っている各光点ならびに星の座標、輝度、赤経・赤緯から、カプセルの空間位置の精密測定に成功し、輝度が飽和していない場合については、各光点の絶対等級値の算出にも成功した。測定したカプセルの経度・緯度のデータは JAXA による予測軌道とほぼ同じ値が得られ、高度の

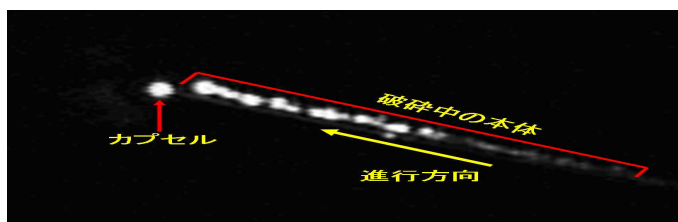


図1 「はやぶさ」破碎の様子

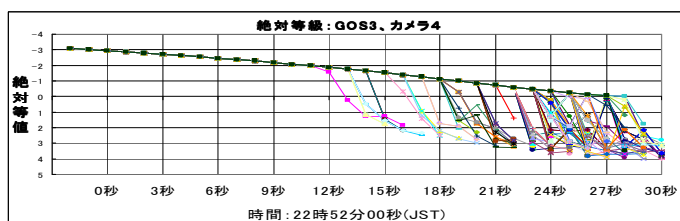


図2 各光点の絶対等級値。22時51分12秒(JST)から本体破碎が開始し、計 136 個の断片に分裂し燃え尽きた。

データからは多少の差異が判明した。また、各光点の絶対等級値の分布は、渡部他 (2010)による「はやぶさの等級値」データとほぼ同じ傾向が得られた。

4. 結論と今後の展望

「はやぶさ」地球帰還の際に観測された映像・画像から、カプセルの位置、破碎した部品の数、相対発光強度分布の分析を行うことができた。また、各光点の発光強度時間変化を絶対等級値に変換した。分析の結果、急激に燃えつきたもの、複数の破片に分解したもの、終端爆発したものなど計 136 個の光点を追跡・区分することができたが、破碎部品の 1 対 1 対応推定には至らなかった。今後の展望として、さらなる三角測量を行い、各光点の空間位置を詳細に検出し減速率を求め、求めた減速率と本研究で検出した各光点の絶対等級値から、「はやぶさ」構成部品表に対応した質量と断面積の比率を推定できれば、破碎過程全容の解明が期待される。

謝辞

日本流星研究会の上田昌良氏、司馬康生氏、戸田雅之氏には解析画像の提供に関してお世話になりました。JAXA 藤田和央氏をはじめとする JAXA はやぶさ帰還地上光学観測班の皆様へ感謝いたします。