

## 「はやぶさ」地球帰還へ！

## Space Craft “HAYABUSA” Equipped with Lithium Ion Battery Left for the Earth.

宇宙航空研究開発機構（JAXA）殿の小惑星探査用工学実験衛星「はやぶさ」は、2003年5月に打ち上げられ、2005年9月に小惑星「イトカワ」に到着し、11月までの間に7～20kmの上空からの観測を行い、更に2回の着地で表層岩砂サンプルの採取を試みました。

2005年12月のサンプル採取直後に生じたトラブルにより、姿勢を崩して地球との交信が途絶しましたが、2006年1月下旬に交信が復旧し、現在、2010年6月の地球帰還へ向けての運用を継続しています。

## 1. 「はやぶさ」搭載バッテリーの過放電

これまで報告してきたように、「はやぶさ」には、宇宙航空研究開発機構殿のご指導の下で開発した当社の衛星用リチウムイオン電池が、11個直列接続されてなるバッテリーとして搭載されております。

2005年12月のサンプル採取後のトラブルにより「はやぶさ」が姿勢を崩した際のデータから、このバッテリーがかなり低い電圧まで放電（過放電）したことが判りました。また交信回復後に観測されたデータから、直列接続された11個の電池（以下、「セル」と記す）のうち、4セルは過放電によって使用できないダメージを受けていることが確認されました。

リチウムイオン電池は正常な使用範囲を超えて放電した場合、電極に使用している集電物質が溶解するといった故障が生じ、再び充電して使用することが難しくなります。

残りの7セルは高い電圧を維持していました。これは「はやぶさ」ではセルの過充電を防止するため、充電時にある一定の電圧に達すると充電電流を迂回させるバイパス回路が設置されておりますが、この回路から数mAの微小な電流がセルに対して常に供給されていたからだと推測されています。

## 2. 「はやぶさ」搭載バッテリーの再充電

「はやぶさ」が「イトカワ」から採取したサンプルは採取試料容器に回収され、この容器が地球帰還用カプセルに収納されて地表に投下されます。

帰還用カプセルに採取試料容器を収納して蓋を閉める際、形状記憶合金を使った部品をバッテリーから供給した電力によって温めて動かす必要があります。このことは、健全な7セルと、ダメージを受けている4

セルとを同時に動作させることになるため、過放電を経たりリチウムイオン電池を再充電した際の挙動について、当社の地上試験により検証する作業を行いました。

地上試験においてリチウムイオン電池を故意に0Vまで過放電させた後、慎重に充電する試験を繰り返した結果、過放電によりダメージを受けた4セルは準短絡状態にあると推測され、且つ前述のバイパス回路から供給される程度の微小な電流で充電したならば、電圧は過度に上昇しないと判断されました。また、実際に「はやぶさ」に搭載したバッテリーでもバイパス回路の動作／非動作を繰り返して、過放電を経験した4セルの電圧が過度に上昇しないことを確認しました。

## 3. 地球帰還サンプルの蓋閉め作業

これらの検証結果に従い、2006年7月から「はやぶさ」に搭載したバッテリーをバイパス回路からの微小な電流によってゆっくりと充電し、健全な7セルのみ可能な限り高い電圧まで充電しました。（図1）

そして2007年1月に、復活したバッテリーの電力を使用して試料採取容器を地球帰還カプセルに収納し、蓋を閉める作業が行われました。バッテリーの動作等、全て正常に動作し、蓋閉め作業は予定通り完了したことが確認されました。

小惑星での作業を完了した「はやぶさ」は2007年4月に「イトカワ」を出発し、現在は地球へ向けて本格的な巡航に移行している段階です。

（参考 宇宙航空研究開発機構殿 HP）

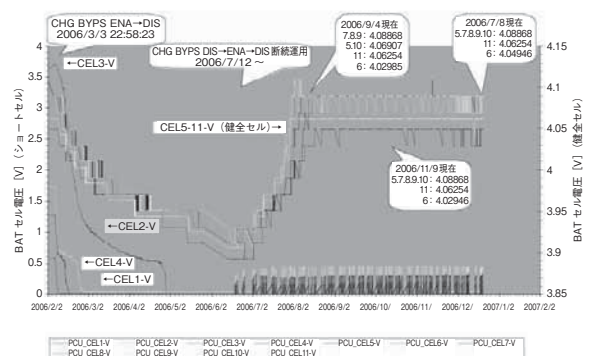


図1 「はやぶさ」搭載バッテリーの充電挙動  
（提供 宇宙航空研究開発機構殿）

（技術開発本部 大登 裕樹）