

- 小型衛星搭載の民生用機器利用システムで画像取得に成功
 - 平成15年1月14日
-

独立行政法人通信総合研究所(理事長:飯田尚志、CRL)は、宇宙開発事業団が開発した小型衛星マイクロラブサット1号機に搭載し、昨年12月14日にH-IIA 4号機により打ち上げられた軌道上遠隔検査に関する部分先行実証ミッション(Micro-OLIVe)の高能力画像処理コンピュータ及び小形低消費電力カメラを用いて、軌道上で画像取得実験に成功しました。

<背景>

CRLでは軌道上で不具合を起こした衛星の検査や修理といった保全を行ったり、不要な衛星を取り除くことで、通信・放送衛星の信頼性の向上と、宇宙におけるごみ(スペースデブリ)問題を解決する「軌道上保全システム」の研究を進めています。

<概要>

軌道上保全システムを実現するためには、軌道上の遠隔検査衛星が状況に応じて対象衛星との距離を適切に保持したり、突発的な事故を判断して適切に対応するといった自律性や高度な情報処理能力をもつことが求められます。CRLでは、このような高い自律性を実現するコンピュータと対象の情報を得るためのカメラの開発を進め、衛星搭載用の機器を開発しました。今回の実験の目的は、これらの搭載機器が軌道上で機能することを確認することです。

また、これらの搭載機器開発にあたっては、ゲーム機などに利用されているCPUやデジタルカメラに利用されている撮像素子など民生技術を効果的に利用することで、高性能な機器を低コストで迅速に開発することに成功しました。画像処理コンピュータは民生用技術を利用することで、衛星用としては国内最速の約100MIPS、10MFLOPSを実現しました。カラーカメラとしては、従来のCCD画像素子に代わり、衛星用としては初めてCMOS撮像素子を用いることで、超軽量・低消費電力を実現しました。

これらの搭載機器は、宇宙開発事業団が開発した小型衛星マイクロラブサット1号機に搭載され、昨年12月14日にH-IIA 4号機により打ち上げられ、筑波宇宙センターからの遠隔操作により、今回、地球を対象にした画像の取得に成功しました。

<今後の展開>

今後、本システムを用いて、宇宙開発事業団、航空宇宙技術研究所、及び東京大学等と協力して、軌道上でのより高度な画像処理や対象物の識別・追跡、対象物の運動の推定等の実験を行う予定です。このような民生技術の効果的な活用は、今後の宇宙開発を効果的に進める上で新しい方向性を示すものです。

<連絡先>

無線通信部門 先進衛星技術実証グループ
木村 真一 TEL:(042)327-7514
Web: <http://www.crl.go.jp/ut/OLIVe>

画像取得実験

今回の画像取得実験は、地球を被写体として実施しました。宇宙開発事業団筑波宇宙センターから衛星に対してコマンドを送信すると、搭載コンピュータは一定間隔でカメラに撮像命令を送るとともに、得られた画像を圧縮し保管する作業を開始します。これら一連の作業は搭載コンピュータがメモリの使用状況などを判断して自律的に進められます。また画像の処理方法等は、あらかじめ用意されたプログラムだけでなく、衛星が打ち上げられた後に変更することも可能になっています。以下に今回得られた画像の一部を紹介します。



画像取得実験で取得された画像の例

軌道上での衛星の保全

人工衛星は宇宙に打ち上げられると、故障を起こしてもそばに行っても助けることができません。人工衛星の状態を知るためには衛星から送られてくる電波が頼りで、衛星が故障を起こした場合、故障の状態が良くわからないこともあります。また、宇宙空間に漂っている不要になった衛星や破片などの「スペースデブリ」が人工衛星の安全にとって大きな問題になっていて、不要になった衛星を取り除いたり、漂っているデブリについて情報を得たりことはとても大切です。そこで私たちは宇宙空間で故障した人工衛星を検査したり、取り除いたりといった世話をする衛星「軌道上保全システム」(OMS)を実現するための技術について研究を進めています。



軌道上保全システム(OMS)のイメージ

軌道上での衛星の検査と機器の開発

CRLでは、OMSを実現するために必要となる技術の中で、特に遠隔検査技術を中心に研究を行っています。1997年地球観測プラットフォーム衛星「みどり(ADEOS)」が太陽電池パドルの破損により機能喪失しました。この事故では、かなり早い段階で地上との通信が途絶したために、状況の把握が困難でした。現在のところ、人工衛星の状況の把握はその人工衛星が送信するデータであるテレメトリー情報に多くを頼っており、人工衛星からの通信路が途絶した場合、その状況の把握は非常に困難となります。その後、事故の原因について解析とシミュレーションにより詳細に検討されましたが、不明な部分も依然残されています。この例が示すように、軌道上遠隔検査技術は人工衛星の状況を正確に判断し、保全の対策を立てるうえで重要であると同時に、その後の衛星開発で問題を的確に把握し、その対策を実施し、後続のミッションの信頼性を高めるという意味で極めて重要な技術です。また、遠隔検査技術は対象衛星に接近する過程での画像処理等、OMSの基本となる技術を含んだ重要な技術課題です。

軌道上で遠隔検査を実現するためには検査衛星に高度な情報処理能力と、状況に応じて対象衛星との距離を適切に保ったり、突発的な事故を判断して適切に対応したりといった自律性が求められます。特に低軌道での検査ミッションの運用を考えた場合、地上と通信できる時間が限られるために、対象衛星の相対位置の検出、状況判断や対象衛星との接触の回避、画像の圧縮や解析などの処理の多くを衛星上で実現する必要があり、そのためには高度な情報処理技術と自律性が必須となります。

これに対して衛星で利用できるコンピュータの能力は現状では非常に限られています。軌道上は放射線環境が過酷なため、過去に衛星での利用の実績のないコンピュータの利用が敬遠される傾向にあるためです。たしかに、遠隔検査ミッションでも対象衛星との接触の回避など失敗の許されない状況で、動作異常を起こす確率の高いコンピュータを用いることは問題です。

一方、地上に目を転じますと、半導体技術の進歩はまさに日進月歩であります。この中には、軌道上で利用可能なものも少なくないはずですが、また、地上で一般に普及した民生用のコンピュータは低コスト化が進んでいます。これらの利用は宇宙システムの低コスト化についても有効です。そこで、CRLでは民生用のコンピュータを活用して低コストで高機能な軌道上遠隔検査ミッション用のコンピュータを開発し、地上で宇宙空間と同等の放射線環境での動作テストを行ってきました。また、コンピュータのOSとしてリアルタイムマルチタスクOSを導入することで、プログラムの開発を容易にし、また打ち上げた後にプログラムを変更するなど高度な運用が可能になるようにソフトウェア開発にも工夫を凝らしています。



画像処理計算機

搭載カメラの撮像素子としては、従来用いられているCCD素子にかわって、エネルギーの消費量が飛躍的に少ないCMOS撮像素子を採用しました。CMOS撮像素子は携帯電話などを中心に近年急速に普及しつつあるデバイスです。CMOS撮像素子を採用することにより、電力の消費量を抑さえるだけでなく、熱の発生を少なくし、小型軽量化に成功しました。ここで用いたカメラは民生用のデジタルスチルカメラをほぼそのまま利用することで、低コストで信頼度の高い機器開発を実現しています。



CMOS撮像素子を用いた小型カラーカメラ

マイクロラブサット1号機

マイクロラブサット1号機は宇宙開発事業団のマイクロスペースシステム研究室が、先端技術の軌道上実証、衛星バスの小型化および低コスト化などを実現することを目的として開発した50kg級の小型衛星です。大型衛星などを打ち上げる際に生じる、ロケットの余剰能力を有効に活用する、いわゆるピギーバック衛星として開発され、H-IIA4号機により2002年12月14日に打ち上げられました。現在は高度約800kmの極軌道を飛行中です。現在の衛星の状態は良好で、搭載機器はすべて順調に機能しています。

約70cm

約50cm

今回使用したカメラ

寸法	約70cm × 50cm (分離後)
質量	約50kg (分離後)
発生電力	約50W以上
姿勢	スピン(定常) 三軸(実験として)
通信周波数	S帯 (2GHz帯)
運用予定期間	約3ヶ月
軌道	高度約800km 傾斜角約99度
打上げ	2002年(平成14年)12月14日 H-II A ロケット4号機

マイクロラブサット1号機

今後

今回の実験で搭載機器の基本となる機能が確認できました。今後これらの機器を用いて、宇宙開発事業団、航空宇宙技術研究所、及び東京大学等と協力して、軌道上でのより高度な画像処理や対象物の識別。追跡、対象物の運動の推定等の実験を行う予定です。

参考情報

ホームページ:

<http://www.crl.go.jp/ut/OLIVE>

<http://giken.tksc.nasda.go.jp/Proj/microlabsat/index.html>