

## 北海道衛星の地上間通信実験とユビコンの搭載検討

Communication Experiment Among Ground on Hokkaido Satellite  
and Study of Mounting Ubicom(Ubiquitous Computer)

三橋 龍一† 中村 直紀† 片桐 実穂† 村木 祐介†† 戸谷 剛††  
Ryuichi Mitsuhashi Naoki Nakamura Miho Katagiri Yusuke Muraki Tsuyoshi Totani

江良 聡††† 津久井 陽司‡ 青木 由直†† 木崎 孝義†† 佐鳥 新†  
Satoshi Era Youji Tsukui Yoshinao Aoki Takayoshi Kizaki Shin Satori

## 1. まえがき

2005 年度にロシアからの打ち上げを目指して、北海道内の大学や企業などからなる研究グループが、北海道衛星と名付けた小型人工衛星の開発に取り組んでいる。現在は、任意団体「宇宙空間産業研究会」として活動しており、2003 年中に NPO 法人の認可取得をする予定である。

小型衛星の姿勢制御用のリアクションホイールや、小型衛星搭載用の軌道制御エンジンである電気推進(マイクロ波イオン)エンジンの開発もほぼ完了しており、民生用の半導体の耐宇宙放射線性能の試験なども行っている。また、2005 年度にロシアから打ち上げる計画も固まり、北海道製の小型人工衛星の打ち上げが、現実のものとなりつつある。

本論文では、北海道衛星の概要、JR タワーを利用した大容量の長距離レーザー光通信による画像伝送実験、文科省の知的クラスター創成事業である「札幌 IT カロツェリア」で研究を行っているユビコン(ユビキタス・コンピュータ)[1]の北海道衛星への搭載検討について述べる。

## 2. 北海道衛星

大型の人工衛星を打ち上げる場合、通常は総費用として数百億円と 10 年を超える準備期間が必要とされ、国の機関や大企業以外が人工衛星を打ち上げることは、日本ではほとんど考えられないことであった。しかし、2003 年 6 月 30 日に東大と東工大の CubeSat が、EUROCKOT 社のロケット EUCROCKOT でロシアからの打ち上げに成功したことにより、今までの常識が変わりつつある。CubeSat とは、一辺が 10cm の立方体で、重量 1 kg の超小型衛星であり、小型衛星開発を行う国際的な教育目的として、学生が主体となり超小型人工衛星を地球周回軌道に打ち上げ運用するという、1999 年にスタートしたプロジェクトの中で開発されたものである。製作費はともに百数十万円で、打ち上げ費用は一基あたり約三百万円と非常に安価であると共に、民生用の小型で高性能な部品を主に使用していることが大きな特徴である。開発期間の短さと費用の安さから、挑戦的な研究にも利用でき、各方面から注目されている。

北海道衛星は、実用的な運用を目指して姿勢制御や軌道制御の機能を搭載し、小型衛星としては標準的な総重量 50kg で、一辺が約 50cm の直方体のサイズとして開発を行

っている。北海道では農業支援のミッション要求が大きく、農地の状況や農作物の生育状況等を診断する農業観測衛星として、1 号機の開発を行っている。農業分野では既に、赤波長(620nm)と近赤外波長(700~1200nm)から生育状況を推定する NDVI(正規化植生指数)なども確立されており、可視~赤外線を捉える光学センサー(カメラ)により観測が可能である。

図 1 は北海道衛星のイメージ図であり、下部の青白い発光は、軌道制御用エンジン(超小型マイクロ波イオンエンジン)からの噴射を、上部の赤い光線はダウンリンク用のレーザー光をイメージしたものである。ダウンリンクにレーザー光通信を用いるのは、高解像度の画像を実用的な時間内で地上に電送するための広帯域な電波の割り当てを受けることが非常に困難であり、これから多くの小型人工衛星を軌道に打ち上げ、大量のデータを伝送するには不可欠な技術であると考えているためである。

## 3. 無線制御とレーザー光画像電送の地上間実験

レーザー光通信による長距離の画像電送の実証と、北海道衛星を広く一般の人々に知ってもらうことを目的に、2003 年 7 月中旬に「地上の星プロジェクト」と名付けた、JR タワーを利用した公開実験を行う予定で準備をしており、それに先立って 7 月 1 日に予備実験を行った。

実験内容は、図 2 に示す概略図のように、札幌駅南口の JR タワーの屋上に無線による遠隔操作が可能なカメラや、レーザー光通信装置(出力 30mW)を搭載した北海道衛星の模型(図 3)を設置し、北海道大学内の公開実験会場に置いたカメラのコントローラを操作し、インターネット回線と北海道工業大学(札幌市手稲区)の衛星通信用無線局(CubeSat 用のアマチュア無線社団局)を経由して、カメラをコントロールし、その動画を JR タワーから約 15km の距離にある酪農学園大学(江別市)に、レーザー光通信で電送し、さらに、インターネット回線で動画をストリーミング配信するというものである。アマチュア無線を実験に使用する上でさまざまな法的な制約があるが、所管する機関と検討を行い、問題が生じないように準備を行っている。

地上は大気密度が高く、長距離のレーザー光通信には厳しい条件であったが、図 4・図 5 に示すように予備実験の段階で画像電送に成功している。

## 4. ユビコンの北海道衛星への搭載

人工衛星の特性として、機器類の保守・修理作業が出来ないため、製作する段階で十分な耐宇宙環境性能を確保しなければならない。人工衛星に搭載するコンピュータにも高い耐宇宙環境性能が要求されるが、特に耐宇宙放射性能

† 北海道工業大学

†† 北海道大学

†††(株)エイティエフ

‡ (株)ビー・ユー・ジー

‡‡ (有)先端技術研究所

が問題になる。半導体部品は、通常の民生用と宇宙用とは区別され、宇宙用には非常に高い信頼性が要求され、その価格は非常に高価でありながら、性能的には数世代前というのが一般的であり、納期も非常に長いなど手軽に使用できるものではない。現在、民生品の半導体部品から耐宇宙環境性能の高いものを選択して、性能の向上と低価格化をはかろうとする動きが活発である。北海道衛星に搭載するコンピュータも、高性能な民生用の半導体部品を使用して製作を行う予定であり、既に CPU などの放射線照射実験を行い、耐宇宙放射線性能の確認作業を行っている。

北海道衛星に搭載するコンピュータとして、文科省知的クラスター創成事業の「札幌 IT カロツェリア」で開発中のユビコン(BUG 社製のユビキタス・コンピュータ)に着目し、その宇宙規格版を開発する予定である。使用する半導体に高い耐宇宙放射線性能が要求されるほかに、多重化して冗長回路構成にすることや、放射線効果(トータルドーズ効果やシングルイベント効果)にソフトウェアで対処する手法を組み込む必要がある。

## 5. おわりに

北海道衛星のプロジェクトは、北海道に宇宙産業を創出し、北海道を宇宙産業のモデル地区にすることを目的に、2003年4月にスタートしたものである。北海道内の大学には、超小型衛星や新しいタイプのロケットの研究を行っているグループが存在し、すでに多くの要素技術が揃っている。2005年度には、北海道衛星のデモ機をロシアからの打ち上げることが予定されており、それに合わせて準備を行っている。

**謝辞** 地上の星プロジェクトは、北海道宇宙科学技術創成センター・北海道工業大学・酪農学園大学・北海道情報大学・JRタワー・江別市の後援と、「道民の力で北海道衛星を打ち上げよう」の会の支援のもとに行われた。また、本研究の一部は、平成15年度文科省「札幌ITカロツェリア」研究費により行われた。ここに謝意を表す。

### 参考文献

[1] 桜井, 青木, 山本, 似鳥 "ユビキタスネットワークコンピューティング・プラットフォームの開発" 信学技報, vol.ITS2002-107, pp.147-148, 2003.

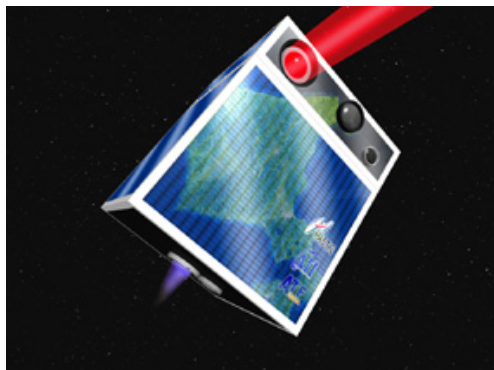


図1 北海道衛星のイメージ図

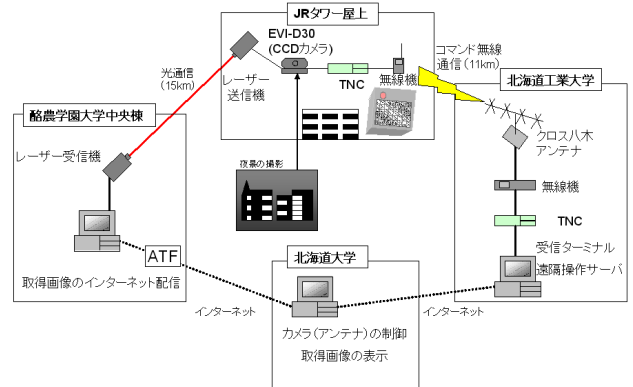


図2 「地上の星プロジェクト」実験概略図



図3 実験に使用する北海道衛星の模型(製作途中)



図4 酪農学園大学からJRタワー見た風景

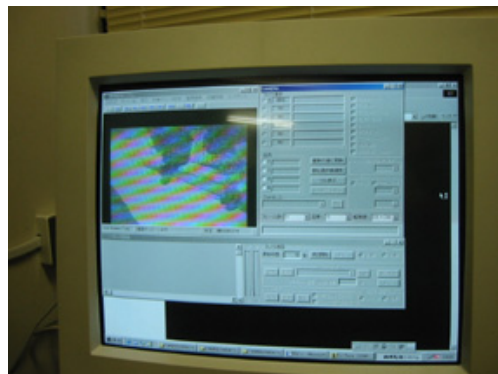


図5 専用の動画像表示プログラムで表示された画像