

## 鯨生態観測衛星 (WEOS)

WEOSの開発を手がけられ現在運用中の、千葉工業大学・林友直教授、横山幸嗣氏から解説文を寄せて頂きました。

鯨生態観測衛星 (Whale Ecology Observation Satellite : WEOS「観太くん」)は、鯨生態観測に関する実験を行うことを目的として、2002年12月14日、宇宙開発事業団 (NASDA) のロケットH-2Aのピギーバック方式により打上げられ高度800kmの極軌道に投入された。

本計画は小型衛星により、鯨に取り付けた複数の発信体よりテレメータ電波で送られる各種生態計測データを受信収集し、鯨の移動あるいは分布の生態を地球規模で観測を行うものである。

小型衛星 (WEOS) は、適切な設計と民生エレクトロニクス技術の採用によって、小規模の経費と短い開発期間という小型衛星の潜在能力を生かして低価格で実現している。

**鯨生態観測衛星システム** : WEOSの通信システムを図1に示す。小型衛星「WEOS」は高度800kmの極軌道を周回する。多くの海域にいる多数頭の鯨にプローブを取り付けて、潜水時の圧力、温度、音響などのセンサーと、それらのデータを一時記録するためのメモリ、また鯨が呼吸のため浮上した時の位置を標定するGPS受信機を搭載して、浮上した時GPS受信機で求めた緯度、経度情報とメモリ内部のデータを個体の認識符号とともに400MHz帯の電波で送信する。衛星は、400MHz帯の受信機でこれらの情報を収集し、搭載メモリに一時記録する。

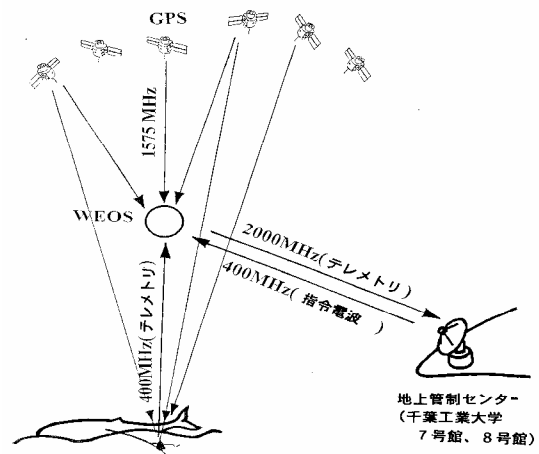


図1、WEOSの通信システム

また、鯨が呼吸のために浮上している時間がかなり短くてGPS受信機がロックしない場合も考えられ、衛星側にもGPS受信機を搭載し、軌道上の衛星の位置と、400MHz PLL 受信機によって得られるアップリンクのドップラーシフト情報をS帯のテレメトリで地上に送ることにより、逆演算を用いてプローブの概略位置を求めることも出来る。地上管制局は、衛星が上空を通過する時400MHz帯のコマンド電波を送信するとともに衛星からのテレメトリを受信し復調処理した上で関係機関に伝達する。

**衛星の概要**：衛星の概念図は、図2に示す。主要諸元は表1に示す。

「WEOS」衛星は、以下のサブシステムから構成されている。

- ・**電源系**：シリコン太陽電池、NiCd 電池、充電制御器、安定化されたコンバータ等から構成され各システムに電力を供給する。
- ・**データ収集システム**：CPUを中心としたシステムで衛星内の機器を制御、管制する統合化制御方式により、コマンド信号の復調、鯨データ、衛星内環境データおよびGPSデータの収集・蓄積、テレメータデータのフォーマット・符号化、送出、姿勢制御等を行う。
- ・**鯨データ復調方式**：DSPを使用して、鯨に取り付けられたプローブから発せられる微弱なテレメータデータを復調する。また、鯨からのテレメータは、畳み込み符号を使用して回線改善が行われている。WEOSの特徴の一つである。
- ・**通信システム**：コマンド信号および鯨からのデータを共通のハードウェアで2種類の情報を処理するUHF帯の受信機と、収集・蓄積したデータを搬送波を抑圧したBPSK変調およびスペクトラム拡散方式を使用して地上に送信するS帯送信機で構成している。また、衛星の軌道情報を取得するためのGPS受信機を搭載している。

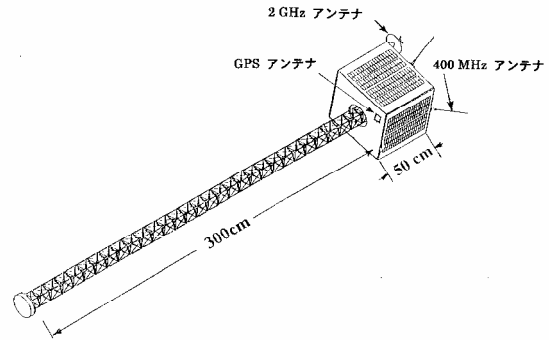


図2、WEOS 衛星の概念図

表1 WEOSの主要諸元

形状寸法	四角柱 520x520x500mm
重量	47 kg
姿勢安定方式	重力傾度方式
打上げロケット	H2A-4号機ビギン・バック方式
打上げ日時	2002.12.14
軌道位置種類	太陽同期
高度	約800 km、円軌道
傾斜角	98.6度、極軌道
周期	101分
通信系搬送周波数	S帯テレメトリ / UHF帯コマンド / UHF帯テレメトリ(プローブ)
変調方式	PCM-Conv.SS-BPSK/PCM(Bi) / FSK/PCM-Conv.-BPSK
送信出力	0.2W
アンテナ形式	クロスダイポール / スリブダイポール
電源系太陽電池	シリコン、14.5W(発生電力)
電池	NiCd 4Ah

・**姿勢安定システム**：搭載アンテナが常に地上を向くよう衛星の姿勢の制御法として重力傾度方式を採用し、軌道投入後に衛星搭載の長尺マストを伸展する。この場合、所要姿勢が逆立ちした状態にもなり得るので、衛星内部に磁気トルカコイルを設けて、逆立ち状態から脱出したり、主要姿勢周辺に生ずるニューテーションの減衰に利用する。

衛星の静定制御のために地磁気を検出する3軸のフラックスゲート型のセンサーが搭載されている。

- ・ その他、観測装置として：RAMの放射線による影響を測定するシングルイベントモニ

ターを搭載している。概観写真を図3に示す。

WEOSは、打ち上げ以来極めて順調に作動している。軌道上での姿勢安定は、WEOS衛星の重要課題であったが、打ち上げ後に行われた磁気トルカコイルに電流を流すことにより、衛星の回転を約1ヶ月後0.05rpmにまで低下させた後、先端に3kgの錘の付いた長さ3mのマストの展開が順調に行われ、1月24日には重力傾度姿勢安定状態に入ったことを確認した。これによりその後衛星搭載アンテナは常に地球表面に指向して周回を続け、搭載系、地上系を合わせた基礎実験が順次積み上げられ、2月13日に、「WEOS」衛星とプローブとの間の通信実験が行われた。その後、海上の鯨に対するプローブの装着は、小笠原あるいは室戸の沖合いで進められている。これまで多くの謎に包まれていた鯨の生態が次第に明らかになると期待されている。図4は、鯨衛星が父島に向かう小笠原丸船上のプローブ電波の受信を続け、そのGPSデータから小笠原丸の航跡が得られている。なお、鯨生態観測衛星WEOSは、第1回小型衛星設計コンテストの設計部門で受賞し、大きな衛星の横に相乗りのピギーバック方式で打上げる新しい試みが実を結んだものである。(千葉工業大学研究所 横山幸嗣)

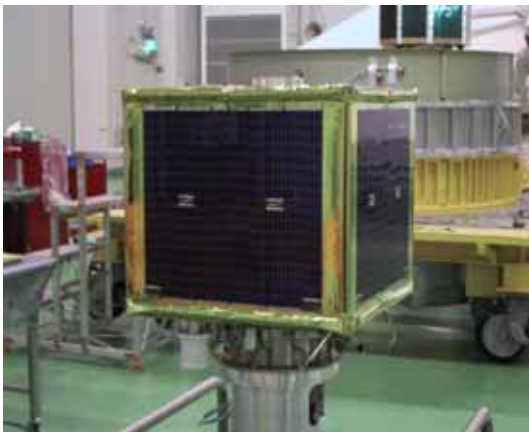


図3、WEOS衛星

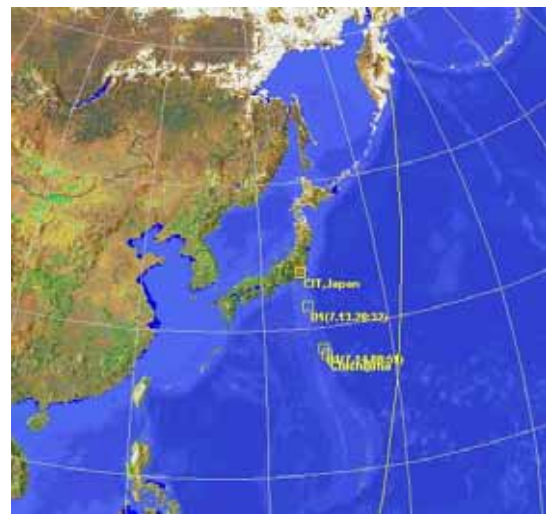


図4、小笠原丸の航跡