

国産測地衛星GS-1の完成

佐々木 稔 : 航法測地課

Completion of the Japanese Geodetic Satellite, GS-1

Minoru Sasaki : Geodesy and Geophysics Division

1. 経緯

昭和60年5月、かねてから水路部が海洋測地の推進のために宇宙開発委員会に対して、打上げを要望してきた国産測地衛星GS-1が完成した。

水路部は、昭和30年代後半から40年代にかけて人工衛星の写真観測により、鳥島、父島、南鳥島など離島の位置測定を行ってきたが、わが国周辺の海洋測地網の整備のためには、独自の測地衛星の打上げが必要であるとして、その実現を希望し、昭和44年度の宇宙開発計画（第1版）において測地衛星の研究が認められた。以来、「レーザー反射衛星に関する基礎研究」（44～47年度）、「レーザー測距装置の開発に関する研究」（48～51年度）と研究を重ね、昭和52年度からは「測地衛星GS-1の開発研究」へと発展的に移行した。これらの技術成果に引続き昭和56年度から、宇宙開発事業団においてH-1ロケットのペイロード（搭載物）として打上げ機の開発が行われてきたものである。この間、測地衛星の早期実現については昭和50年に測地学審議会の建議があり、その後海洋開発審議会、運輸技術審議会からの要望が続いた経緯がある。

この測地衛星は、観測点相互の位置関係を正確に求めるために、地上からレーザー測距と写真方向観測の双方が同時に行えることをめざした画期的な受動型衛星である。当初、直径10mの球型の表面にレーザー反射用微小ガラス球を貼り付けたいわゆる気球型を想定して研究がスタートした。その後、水路部の研究によって、レーザー反射体としては微小ガラス球よりキューブコーナープリズムの方が適当であることが判り、このプリズムによる反射方式が採用されることとなった。さらに開発の段階で(1)気球型の場合はロケットから放出後の宇宙空間における膨張、展開の信頼性の確保が難しいこと、(2)分割した太陽光反射板を固形球に取り付け、自転（スピン）を与える方式によれば当初の気球型に近い性能が得られること、が判明し、気球型から固形球へと設計変更が行われ、エンジニアリングモデルの製作を経てこのたびの完成に至ったものである。

打上げは、昭和61年夏期（8月初旬頃）に種子島宇宙センターから行われる予定である。水路部では、衛星の軌道投入後からGS-1の軌道観測を行い、本格的な離島位置決定作業は、昭和62年中期に開始する計画である。

2. 測地衛星GS-1の構造と機能

GS-1は、第1図に示すように、直径2.15mの球に内接する多面体で、合成樹脂球の表面にレーザー反射プリズム120組（プリズムの合計1436個）と太陽光反射鏡318枚を取り付けた構造となっている。

レーザー反射プリズムは、12個を1組として構体表面にほぼ一様になるよう配置しており、これにより地上から発したパルスレーザー光は反射してもとの方向へ戻される。この光の往復時間の測定により距離が求

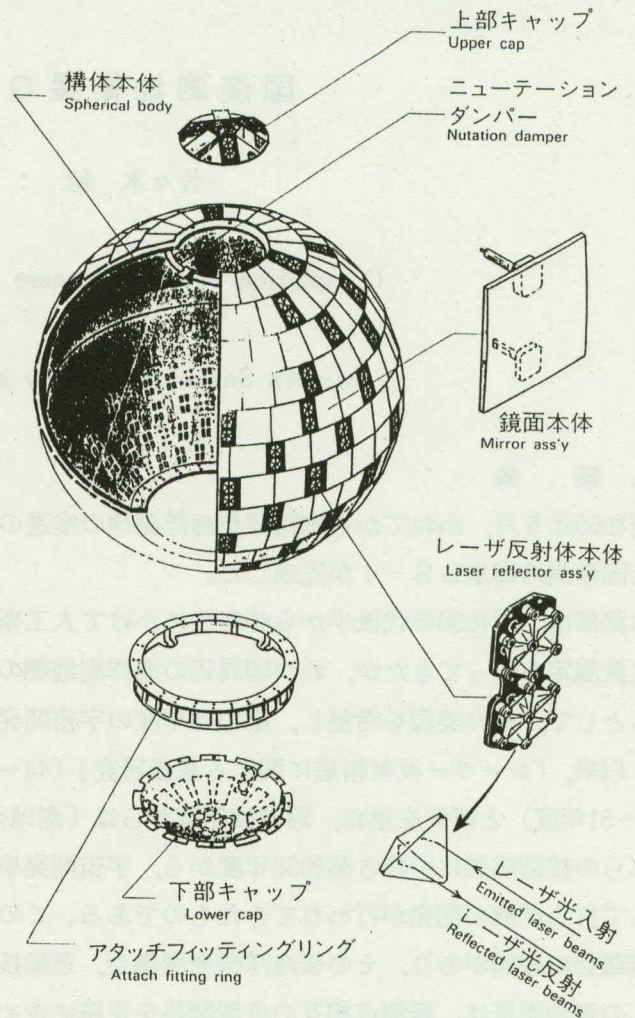
まるが、光量が十分でかつ継続時間の極めて小さい理想的なパルスを用いれば、設計上1~2cmの測距精度の達成が可能である。

太陽光反射鏡は、十分な明るさの反射光を得るために、半径8.4~9.0mの球面にアルミ蒸着を施し、これを最大幅が25cmほどになるように経線に沿って切り取り、さらに緯線に沿っておよそ30cm毎に切り離して、元の球の中心と自転軸（極軸）に対する角度関係を、合成樹脂球の中心と自転軸に対しても保つように取り付けられている。この衛星に1分間約40回のスピンを与えれば、毎秒約2回、200分の1秒間程度の間欠的に光る太陽光反射を任意の方向から観測できることになる。この光は、地上では1.5~4等星の明るさになり、夜間、星野を背景に写真撮影することにより、星の座標系に基づいた高い精度の衛星の方向が求められる。

第1表にGS-1の主な仕様を示す。

3. 観測法

GS-1の観測は、位置の求まっている既知点と離島等の未知点の2点において、レーザー測距と写真撮影による方向測定とがそれぞれ同時に行われる。既知点からの距離と方向によってまず衛星の位置が定まり、次に未知点での距離と方向の観測値を使って、この衛星に対する未知点の位置が定まることになる。従って、GS-1による測地観測のためには、既知点と未知点の双方に、レーザー測距装置と写真による方位測定装置を1組とする観測装置をそれぞれ設置する必要がある。離島等の未知点で巡回使用するには、少



第1図 GS-1の構成

第1表 GS-1の主な仕様

形状寸法	直径 2.15 m の球に内接する多面体
重量	約 685 kg
レーザー反射	キューブコーナープリズムの数 120 組 (1436 個)
太陽光反射	有効断面積 (中心見込み角 30° 以内) 91.2 cm ²
	反射鏡の数 318 枚
	鏡面の曲率 8.4 ~ 9.0 m
	明るさ 1.5 ~ 4.0 等星
	フラッシュ時間 約 5 m sec
	フラッシュ回数 約 2 回/sec
スピンレート	約 40 回/分
打上げ軌道	高度約 1500 km, 傾斜角約 50° の円軌道

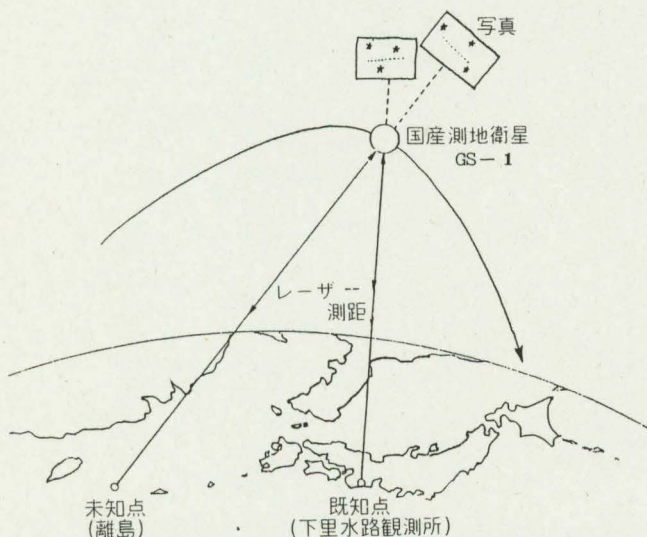
くとも1組は、容易に移動できる可搬型でなければならない。

両地点での測距と方向観測は、一般には厳密な同時刻観測が行えない。このため、観測は連続的に実施し、一連のレーザー光発射時刻と太陽光の発光時刻をすべて高精度に記録する必要がある。レーザー発射時刻の記録は容易であるが、太陽反射光によるGS-1の発光時刻は、衛星を追尾し、その光を小孔から光電管に導き、電気信号に変えて取り出さなければならない。一方、写真方向観測は、その方向観測の精度を高めるため衛星を追尾する方式でなく、星を追尾する赤道儀方式が不可欠となる。この2つの要件を満たすため、太陽反射光の発光時刻の測定機能は写真撮影用衛星方位測定装置ではなく、レーザー光を命中させるために衛星を追尾するレーザー測距装置に持たせることとしている。

4. 水路部の観測計画

GS-1の打上げは、宇宙開発事業団のH-1ロケット二段式1号試験機(第2図)により行われる。電波を発射しない衛星であるため、打上げ当初は宇宙開発事業団を中心に水路部、国土地理院のほか東京天文台、電波研究所等が各機関の光学観測手段を使って、予定軌道上へ乗ったことの確認と初期軌道決定を行う。水路部は、こののち引き続き下里水路観測所におけるレーザー測距と本庁及び各水路観測所における写真撮影等による軌道観測を行って衛星位置の捕捉を続けると共に、離島等において使用する可搬式レーザー測距装置から発する、細く絞ったレーザー光を確実に衛星に命中させるため、GS-1の飛行状態における各種諸定数を求める等の軌道解析を行う。

精密軌道の予報体制及び観測体制の整備を待って、昭和62年度中期から離島位置決定のための測地観測を開始する。可搬式レーザー測距装置及び可搬式衛星方位測定装置を父島、硫黄島、南鳥島、南大東島、石垣島、対馬等10ヶ所に巡回設置し、下里水路観測所の固定式装置との同時観測を、年に2ヶ所ずつ、それぞれ2カ月間程度ずつ実施して、米国の測地衛星ラジオスのレーザー測距観測から求めた下里水路観測所の位置に基づいて、離島の位置を決めてゆく予定である。な



第2図 GS-1観測法概念図

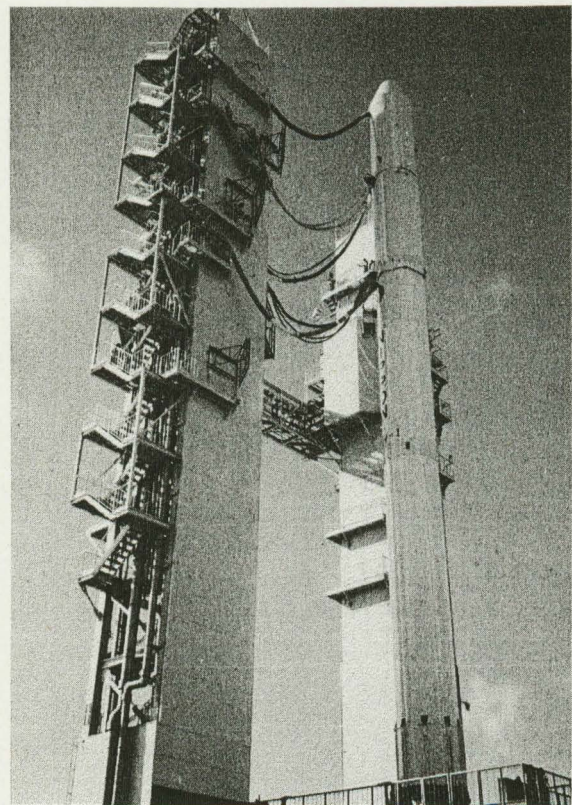


写真1 試験中のH-1ロケット二段式1号試験機
(昭和60年7月種子島宇宙センターにて)

お、これらの軌道観測及び測地観測に対しては、米国のNASAをはじめ、ヨーロッパ、中国等の観測局からも協力の申し出が寄せられている。

報告者紹介



Minoru Sasaki

佐々木 稔 昭和61年3月現在、
本庁水路部航法測地課補佐官

