

P7-060 ロケット搭載用GPS受信機の開発

○田中孝治, 齋籐宏文, 水野 貴秀, 坂井 智彦 (ISAS), 田村 誠 (輸送本部), 播磨健 (東大), 海老沼 拓史 (東大)

背景

従来、ロケットの位置決定は地上からのレーダー測距を用いる。しかし、位置観測精度の向上、測位機能の安定性向上、INSの補正、搭載機器の簡略化等の目的から、ロケット搭載用GPS受信機の開発が進められている。しかし、その多くは海外製であり、高価で大型である。我々は、小型軽量で低価格なロケット搭載用GPS受信システムの開発を目指している。

目的

ロケット搭載用GPS受信機には、使用される環境とロケットダイナミクスに起因する多くの開発課題を有している。ロケット搭載においてもっとも困難な問題は、ロケット推力による急激な加速および、スピンなどの姿勢運動によりGPS衛星が不可視状態になることである。アンテナ搭載位置の制約とロケットのスピン運動においても、安定したGPS衛星捕捉の維持と一度ロスした場合にでも早期に再捕捉可能なマルチアンテナGPS受信機の開発を目指すとともに、低価格化を実現するためにオープンソースGPSによる開発を行っている。本報告では、マルチアンテナGPSの開発の概要と観測ロケット搭載用システムの開発と結果に関して述べる。

マルチアンテナGPSの比較

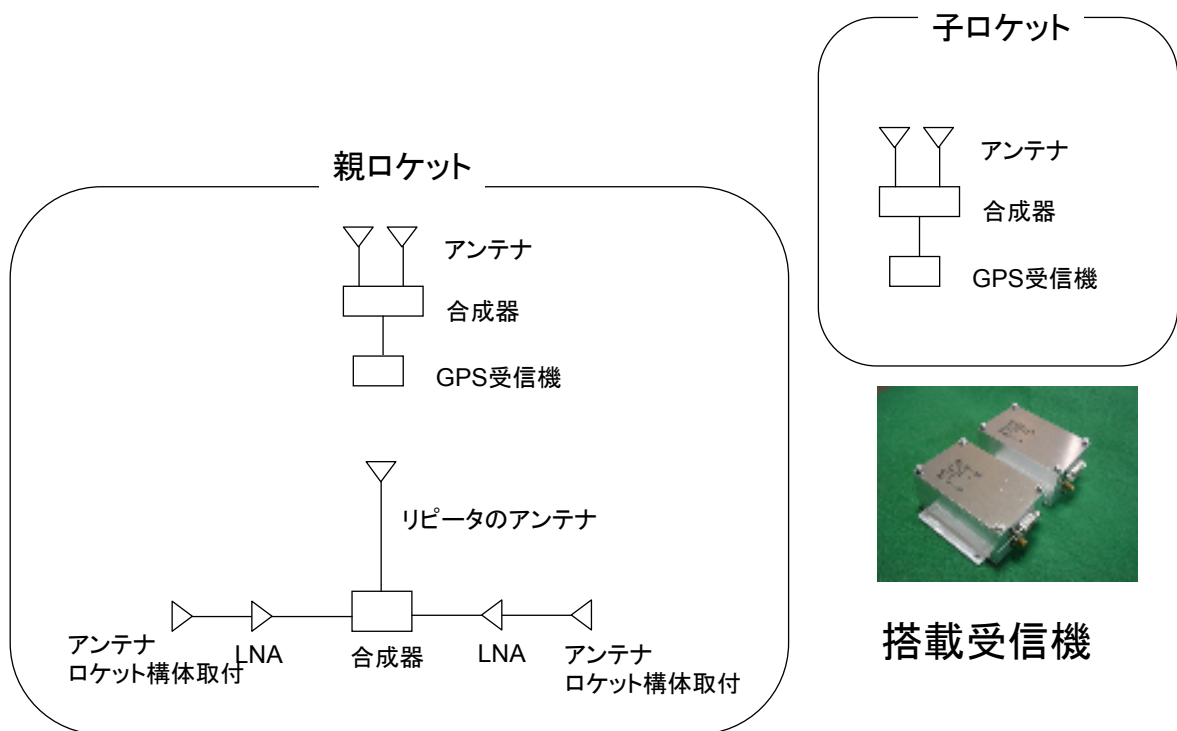
方式	性能	構成	コスト	備考
デジタル合成方式	アンテナ3台の受信信号をデジタル的に加算する。アンテナ放射パターンの切れ込み影響無し。	アンテナ3台、受信機3チャンネルをマイコンで制御する。	時間と開発費用大。ソフトウェア、ハードウェアとも要開発。	最も安定した性能がある。ロケット用として開発中。
RF合成方式	2台のアンテナを用い、RF合成した信号を測位に用いる。	GPS受信機は1系統のSSIIレシーバーに高ダイナミクスソフトを利用する。	最も低コストで開発可。	観測ロケット用に開発中。
アンテナ切替方式	GPS受信機のRF信号を同軸スイッチで切り替える。	マイコンにより時系列でアンテナ切替を行う。	コストは中間である。RF合成に比べ部品点数が増加する。	ドイツやH2ロケットで実績有り。

観測ロケット搭載用GPSの開発

観測ロケット用GPSとしてRF合成を用いた、GPS受信システムを開発し、搭載実験を行った。S520-25号機は、親機と子機を分離し、親機-子機間を導電ベアーテザーで繋ぎ、高電圧を印加してプラズマ収集実験を行う。この時、テザーの伸展長や磁力線とテザーの角度が重要であるため、親機-子機にGPS受信機を搭載し、位置計測を行うこととした。

GPS受信システムの構成

観測ロケットでは打ち上げ時、ミッション機器部はNCで覆われるため、ロケット構体に受信アンテナを搭載する必要がある。また、今回のミッションは親機-子機の分離実験であるため、NC開頭前はリピーターを用いたNC内の再放射を利用し、NC開頭後及び親機子機分離後は、各GPS受信機のアンテナを使用する構成とした。

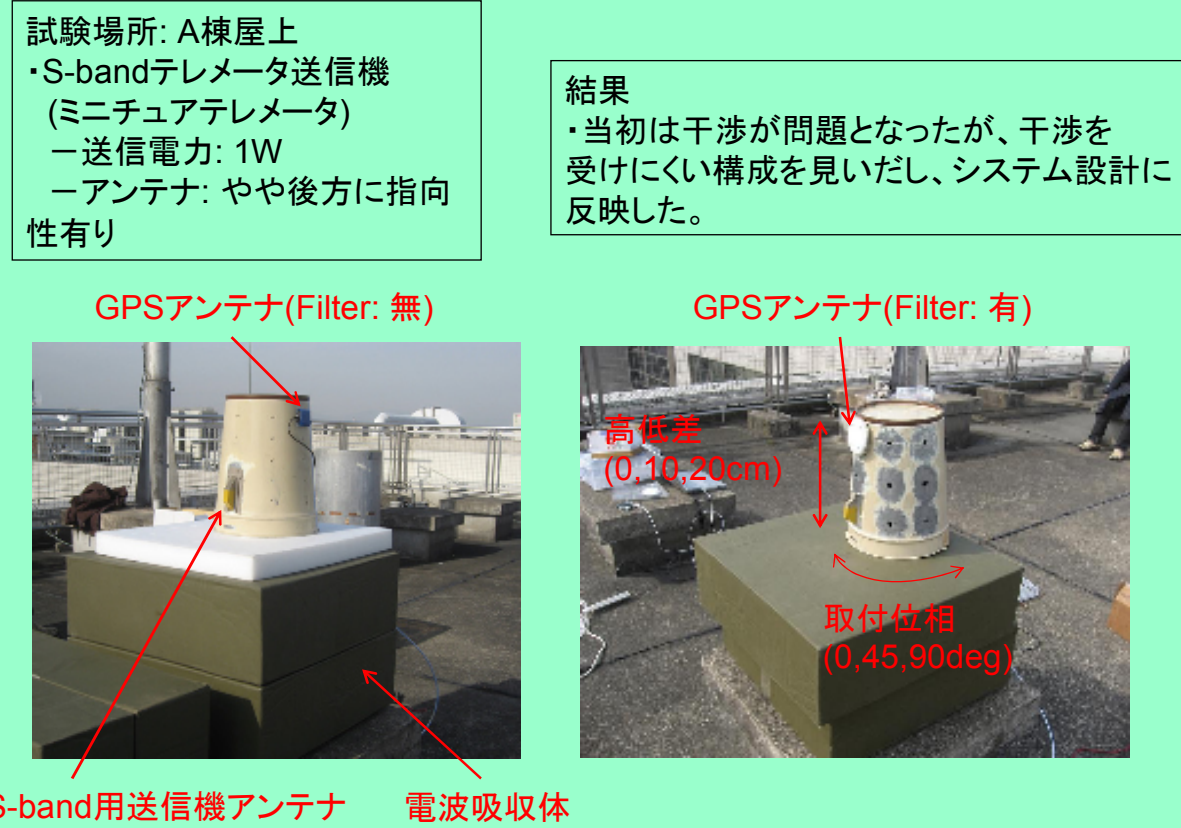


環境試験

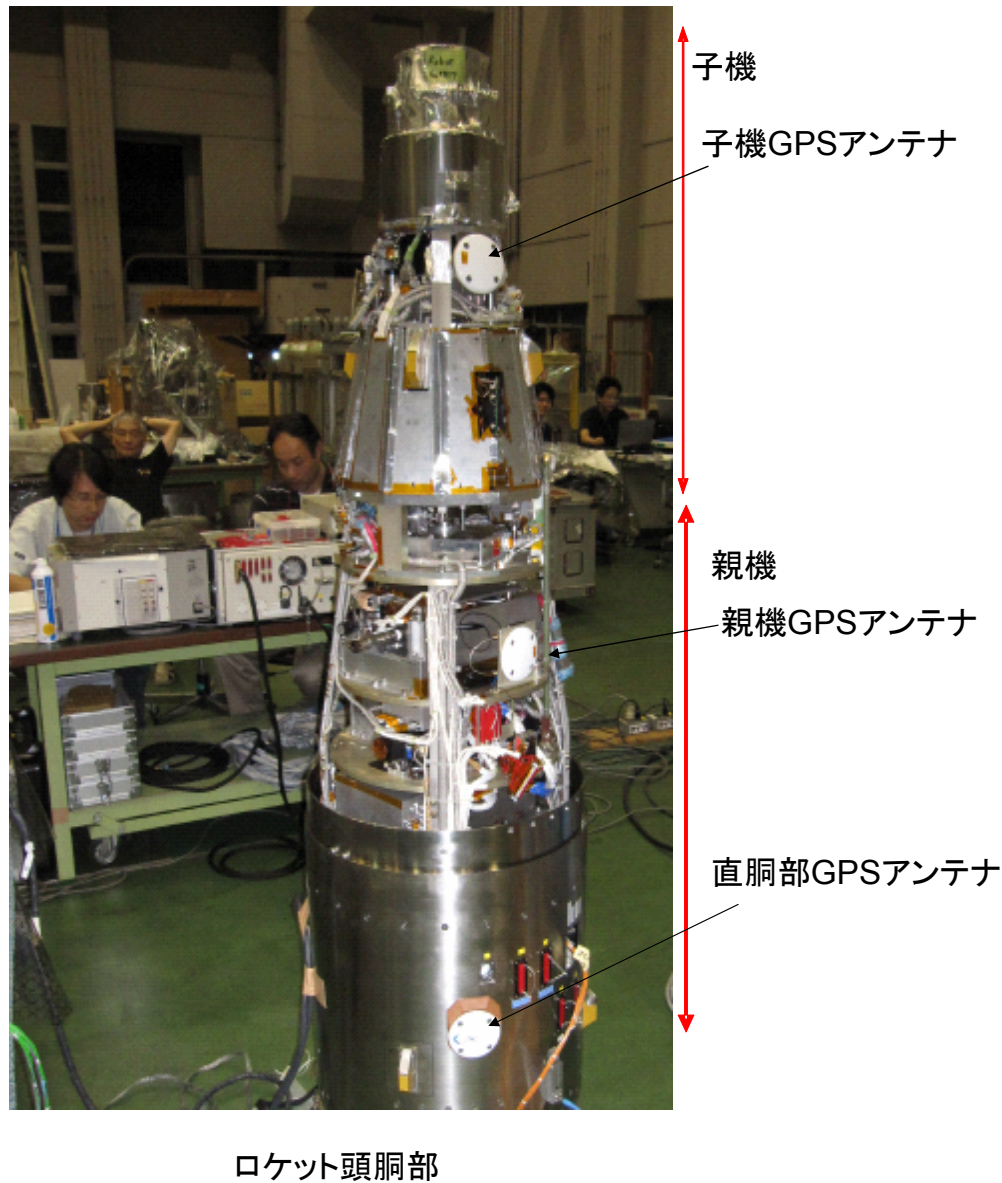
- ロケット搭載のために以下の確認試験を実施した。
- ・振動、衝撃試験: 加振中において測位が継続することを確認した。
- ・真空試験
- ・温度試験
- ・スピンの影響確認試験
- ・RF干渉(EMC)試験: S帯TLM、搭載機器からの電磁ノイズなど。

RF干渉試験の結果

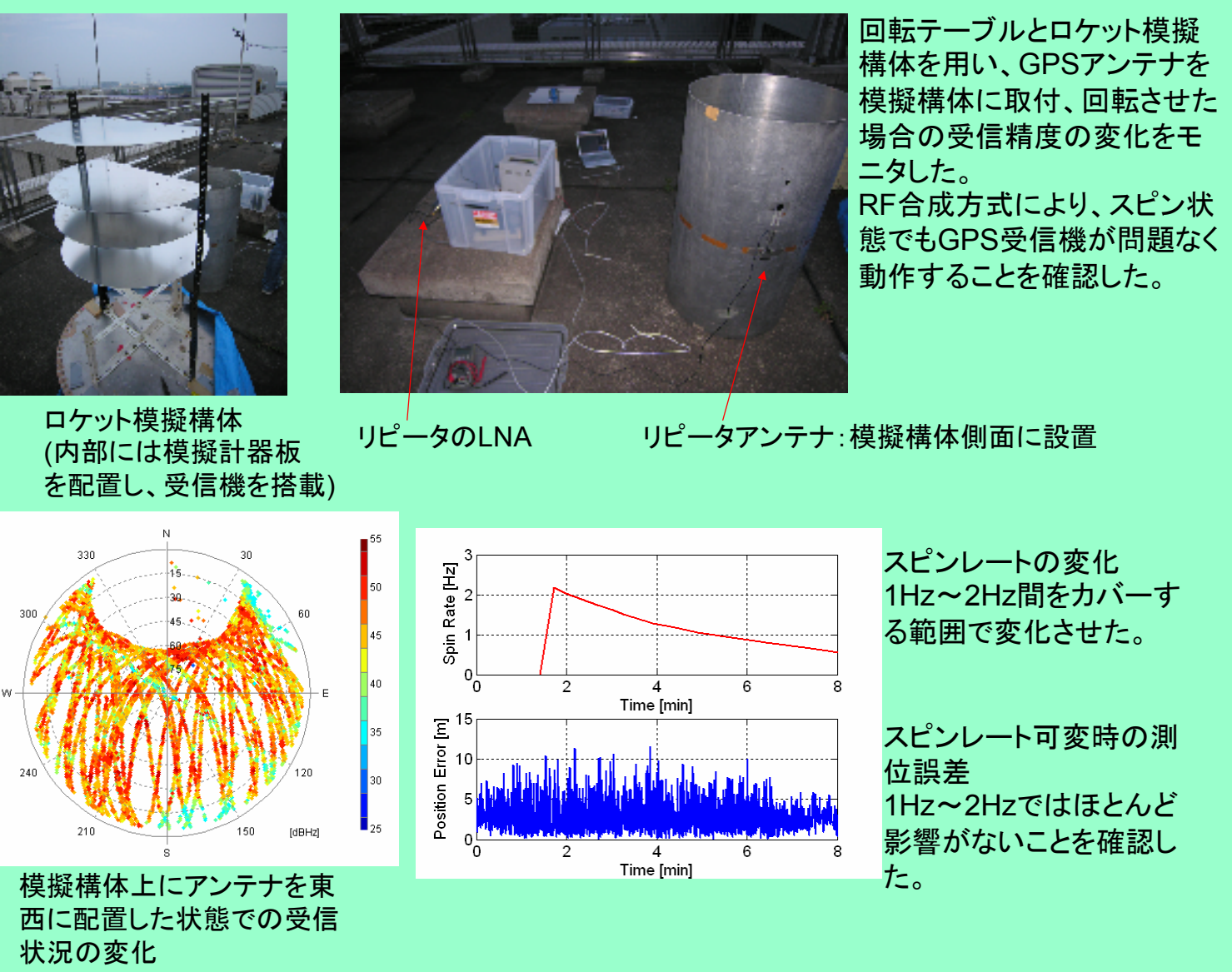
観測ロケットでは、テレメータ用アンテナがGPSアンテナの近傍に設置される。テレメータ用電波の干渉対策のための試験を実施した。



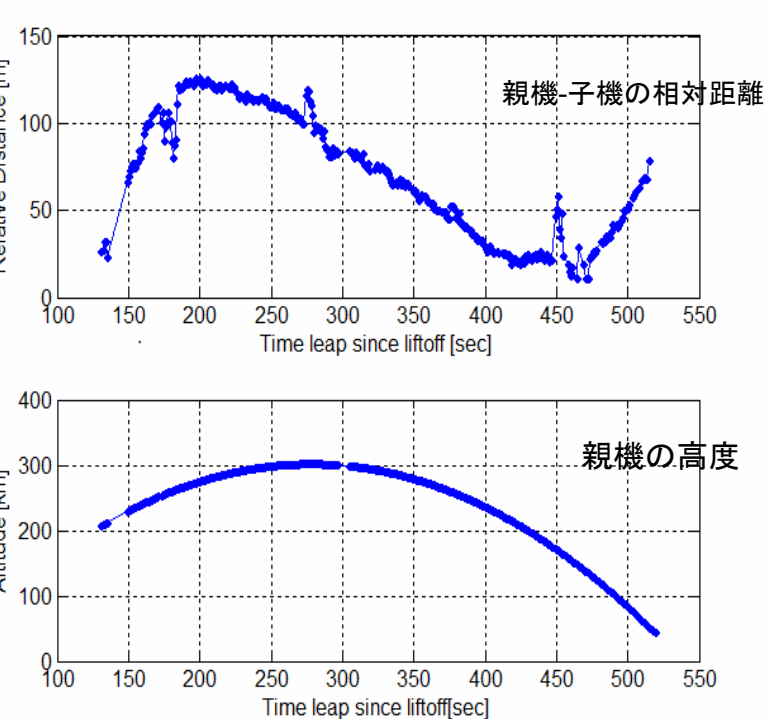
S520-25搭載の様子



ロケットのスピンの影響評価試験



フライト結果



今回は、スピン運動のもとでも、GPS衛星の捕捉測位が問題なく行われることを確認した。但し、打ち上げ時からの測位は、受信ベルが十分ではなく、測位を継続することが不可であった。また、再捕捉を短時間でを行うためのロケットの飛翔データの取得も行った。

課題と現在の取り組み

観測ロケット搭載用GPS受信システムに関して、打ち上げ時からの測位を成功させるための開発に着手している。一つは、ロケット構体に搭載したアンテナでの測位継続である。構体搭載アンテナは空力加熱のため高温状態にさらされる。空力を考慮した高温対応アンテナの開発を進める予定である。また、ロケットダイナミクスを考慮したファームウェアの開発を計画中である。分離を伴うロケット実験では、NCで覆われている状態での十分な受信感度の確保が重要であり、今後よりロバストなカップリングアンテナや分離コネクタの検討を行う。