

大樹航空宇宙実験場における第三受信点と地上系確認装置の構築

ISAS/JAXA : 斎藤芳隆、飯嶋一征、池田忠作、井筒直樹、梯友哉、小財正義、
: 佐藤崇俊¹、田村誠、濱田要、福家英之、松坂幸彦、吉田哲也

1 はじめに

大樹航空宇宙実験場以外での気球実験の実施にあたって利用してきた低高度宇宙通信システム (LASCOS) の後継である移動観測局は、2013年から構築を開始し [1][2][3]、2015年には豪州実験における追尾受信局として利用されるに至っている [4]。この受信局は、海外輸送に便利な海上輸送コンテナを外形とし、人員の少ないダウンレンジ局でも本部からのインターネット経由での遠隔制御/モニターが可能という特徴を持つ。全4局を擁しており、うち3局は豪州実験用に送受信周波数が調整され、1局は国内実験用である。

国内用の1局は、大樹航空宇宙実験場における三局目の受信点としても利用されている。多くの気球実験では、実験終了と共に、気球と観測装置を切離し、個別に降下するため、それぞれから発せられる電波信号を大樹航空宇宙実験場に備わる二つの受信系である主系、副系が受信し、追尾する体制を取っている。しかし、たとえば、本年に実施した B16-01 実験 (火星探査用飛行機の高高度飛翔試験) や一昨年に実施した B14-01 実験 (大気球を利用した微小重力実験) のように、ゴンドラから飛翔体を切り離す実験を実施する場合には、もう一局、別の受信系が必要となる。この役割は、昨年までは LASCOS が担っていたが、老朽化に伴い、本年度から移動観測局がこれを担うこととなった。本年度の B16-01 実験においては、従来、LASCOS を設置してきた大気球指令管制棟の東側のスペースに移動観測局を設置し、その横にアンテナを設置している。しかし、この場所は恒久的な設置場所でないため、実験期間以外は移動観測局を JAXA 格納庫等に撤収する必要がある。したがって、設置するたびに電源や信号線を配線した上でアンテナの方位合わせといった調整や、機器の動作確認を実施することとなる。今後もこういった三局での運用が必要となる実験が想定されるため、滑走路の南側の気象ドップラー・レーダー跡地に移動観測局を常設することとした。また、気象ドップラー・レーダー跡地には、地上受信系の確認装置が構築されており、今回の設置に伴い、メンテナンス性を向上させる移設を実施する。本論文では、第三受信点の設置計画および、地上受信系の確認装置の機能を報告する。

2 国内用移動観測局の機能

図1に移動観測局のブロック図を示す。アンテナ部、コンテナ部、受信室から構成され、大樹航空宇宙実験場の送受信追尾設備と同等の機能を有する。豪州実験用と異なるのは、送受信機能の部分である。これは、送受信の周波数、帯域幅が異なるためである。受信系は一次放射器とダウンコンバーター、送信系は送信機、八木アンテナ、および、八木アンテナ回転用のローテーターに違いがある。受信系は周波数が 1.5 GHz 帯と 1.6 GHz 帯と近いいため、単純な機器の交換ですむが、送信系は周波数が 400 MHz 帯と 70 MHz 帯と大きく異なるため、アンテナ駆動の方針が異なる。すなわち、豪州実験においては送信アンテナを受信用のパラボラアンテナに物理的に取り付けることで同じ方向を指向させたが、国内実験においては、別途ローテーターを設け、受信アンテナの駆動系にスレーブさせる方式をとる。今回、送信系を整備し、既存のアンテナ駆動系と組み合わせたシステムを構築する。

3 気象ドップラー・レーダー跡地への設置

大樹航空宇宙実験場の滑走路の南側には、成層圏プラットフォーム実験の際に活用されていた気象ドップラー・レーダーの跡地がある (図2)。現在は、鉄塔の一部が残っている状態 (図3) であり、これに図4のように 1.8 mφ 受信アンテナをレドームに入れて設置し、コマンド送信アンテナ、および、そのローテーターを設置する。レドームは大気球指令管制棟の屋上に設置されている副系アンテナ用レドームと同程度の 3 mφ 程度のサイズとする。このレドーム内には、コマンド送信機、および、後に述べる地上系確認装置を格納した 19 インチラッ

¹現所属:日本通信機株式会社

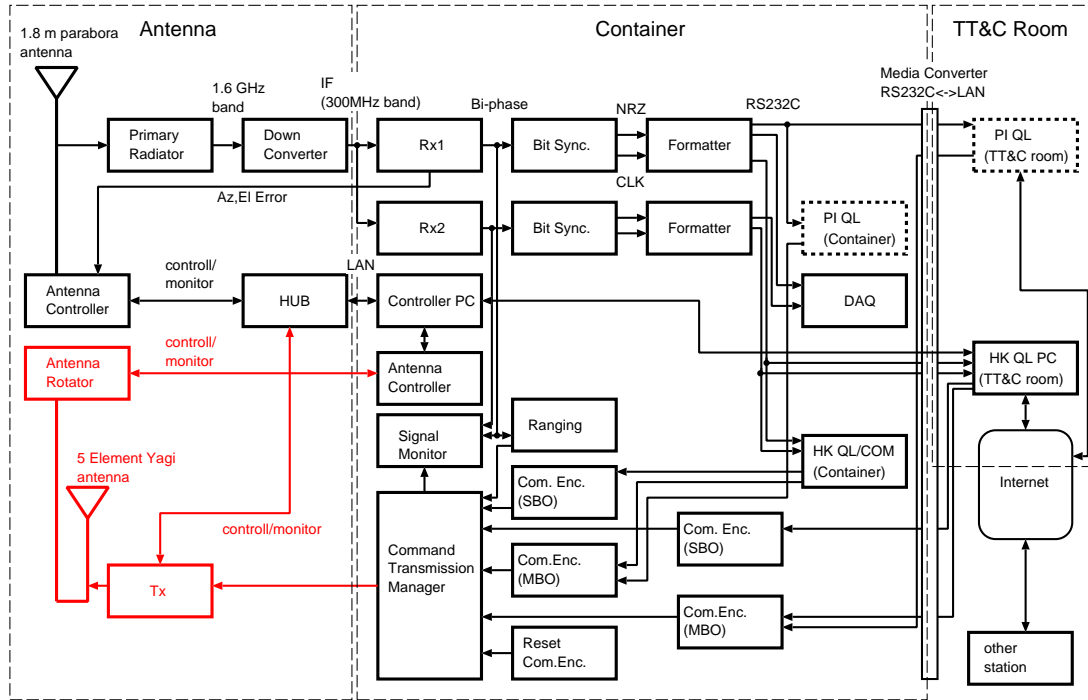


図 1: 移動観測局内ブロック図。赤字が新規導入部。



図 2: 大樹航空宇宙実験場の航空写真 (Google Map より)。滑走路南に気象ドップラー・レーダー跡地がある。



図 3: 気象ドップラー・レーダーの跡地の現状。

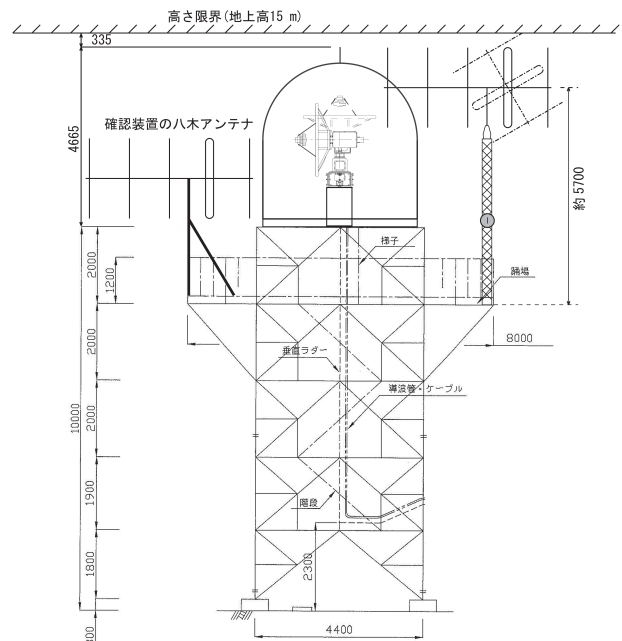


図 4: 鉄塔へのアンテナの設置計画図。

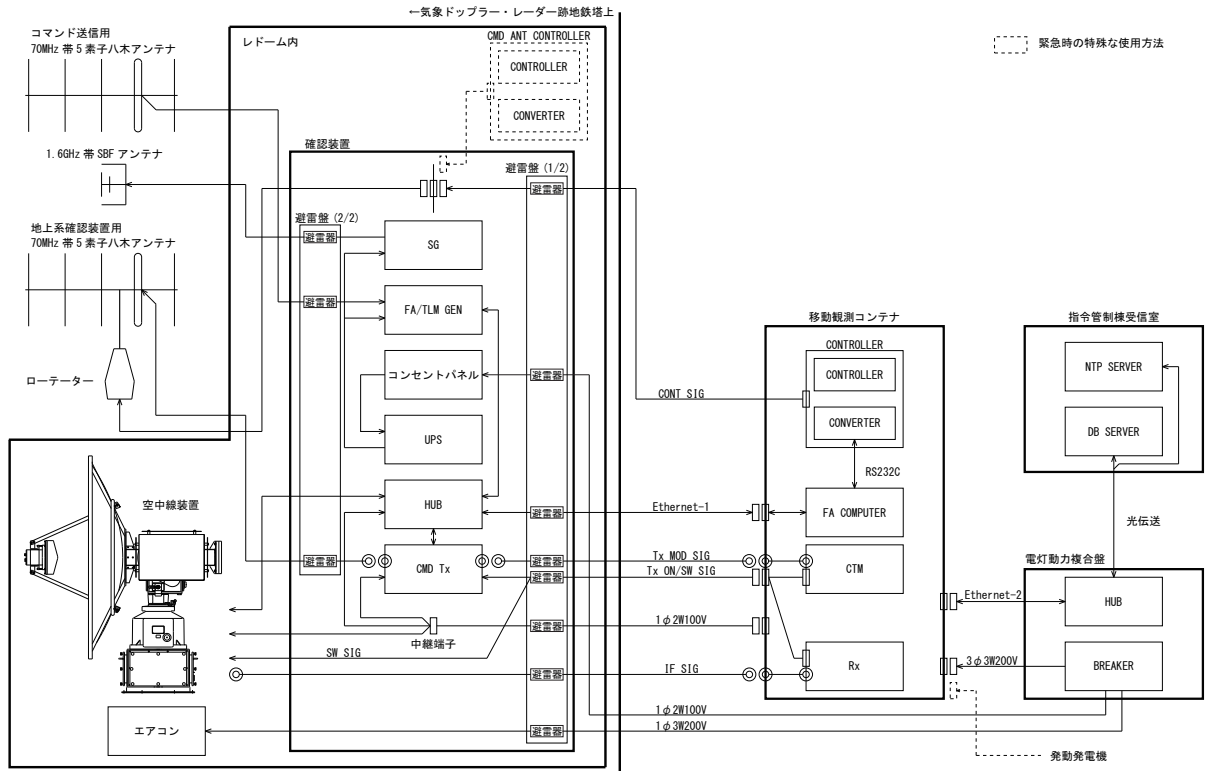


図 5: アンテナとコンテナの接続図。

クを納め、年間を通じて一定の気温を保つためのエアコンを装備する。滑走路の転移表面などにより、構造物の高さには図 4 のように制限がある。このため、コマンドアンテナの高さは受信パラボラアンテナよりも高く、この高さ限界以下となる位置に設置する。コンテナ部分は鉄塔の横に図 3 の白枠のように設置する。接続図を図 5 に示す。レドーム内機器の信号の入出力にはすべて避雷器を装備する。気象ドップラー・レーダー跡地への電源、ネットワーク回線、アクセス舗装路、コンテナ台座は整備済である。運用は、コンテナ部に人員を配置することなく、大気球管制棟からネットワーク回線経由での運用を行なう。現在、仕様の詳細をつめており、今年度中に整備を完了させ、来年度の実験から運用を開始する予定である。

4 地上系確認装置

従来から、気象ドップラー・レーダー跡地には、地上系確認装置が設置されており、大気球指令管制棟に備わる地上系の健全性を確認するために利用されてきた。図 6 にブロック図を示す。A3 は利得 15 dB の 1.6 GHz 帯ショートバックファイアーアンテナ、E3 は利得 12 dB の 70 MHz 帯八木アンテナである。この装置は S1~3 のスイッチを切り換えることで、以下を実施することができる。

1. S1、S2 を上側に接続

標準信号発生器から 1.6 GHz 帯の信号を送信し、受信アンテナで受信し、その強度を測定することで、1. 受信系の伝搬損失、2. アンテナの方位角、仰角エンコーダーの正常を確認し、アンテナの方位をずらした状態で電界追尾をかけ、確認装置方向に指向することを確認することで、電界追尾機能を確認する。

標準信号発生器を搭載機器の信号で変調をかけ、それを受信することでビットシンクロナイザーから QL PC、DAQ へと至る復調系の動作確認を行なう。搭載機器にはコマンド受信機が含まれているため、ループバックテストによる測距装置機能の確認も可能である。

2. S1 を上側、S2 を下側に接続

画像送信機の信号を送信し、受信アンテナで受信し、映像信号が復調できることを確認する。

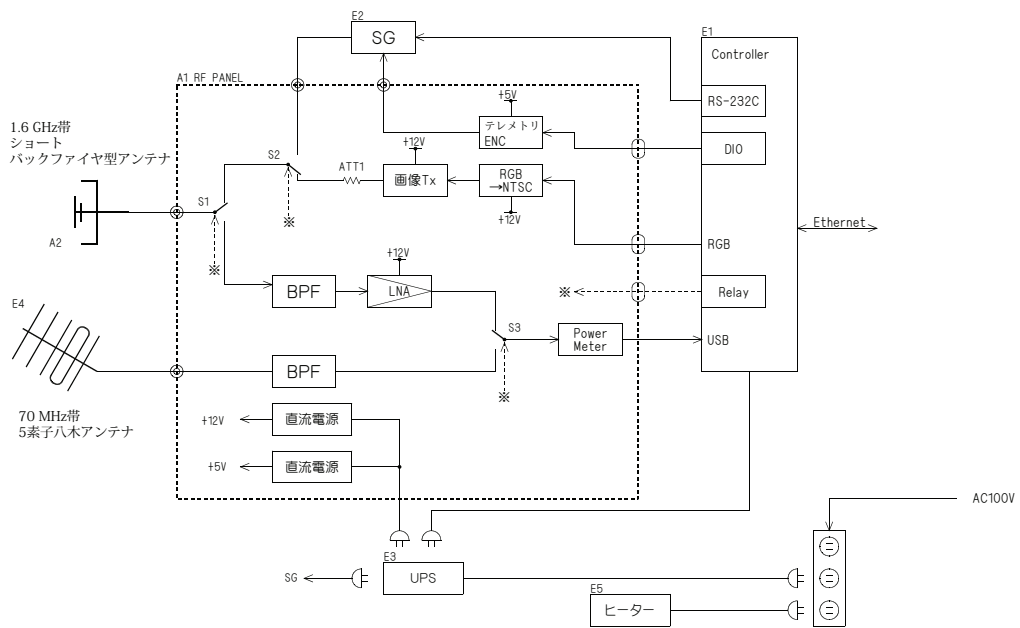


図 6: 大樹航空宇宙実験場気象ドップラー・レーダー跡地の地上系確認装置のブロック図。

3. S1 を下側に接続

搭載送信器からのテレメトリ信号の強度を測定し、搭載送信器の送信電力の正常を確認できる。

4. S3 を下側に接続

コマンド送信機からのコマンド信号の強度を測定し、コマンド送信機の送信電力の正常を確認できる。ここで空中線電力を測定することで、送信機だけでなく送信アンテナの正常の確認まで可能となる。

これらの機器は屋外設置用ラック内に納められているが、保存環境を考慮して、冬期には取り外して大気球指令管制棟に保管してきた。今後は、レドーム内に常時設置したままとする。また、既存の八木アンテナは、レドームの設置位置と干渉するため、鉄塔上の外周部へと移設する。

5 まとめ

大樹航空宇宙実験場において、飛翔体が分離する実験に対応するため、移動観測局として開発した送受信追尾装置を滑走路脇の気象ドップラー・レーダー跡地に設置する。受信アンテナには耐環境のためレドームをかぶせ、70 MHz 帯コマンド送信系を新規に装備する。また、すでに気象ドップラー・レーダー跡地に設置、運用されている地上系確認装置もレドーム内に移設することで常設を可能にする。設置工事は年度内に完了し、来年度の気球実験から運用を開始する予定である。

参考文献

- [1] 佐藤 崇俊、他、“移動観測局の開発及び大樹実験場-副系アンテナの更新”、平成 25 年度大気球シンポジウム集録, isas13-sbs-019, 2013
- [2] 佐藤 崇俊、他、“オーストラリア実験用移動観測局の開発”、平成 26 年度大気球シンポジウム集録, isas14-sbs-022, 2014
- [3] 斎藤 芳隆、他、“オーストラリア実験用移動通信局の検証”、平成 26 年度大気球シンポジウム集録, isas14-sbs-023, 2014
- [4] 濱田 要、他、“オーストラリア実験実施報告”、平成 27 年度大気球シンポジウム集録, isas15-sbs-042, 2015