

大気球送受信追尾装置の更新

ISAS/JAXA : 佐藤崇俊、飯嶋一征、井筒直樹、梯 友哉、加藤洋一、
 : 斎藤芳隆、莊司泰弘、田村啓輔、福家英之、松坂幸彦、
 : 水田栄一、吉田哲也
 京都大学 : 高田淳史

1. はじめに

2008年3月末に三陸大気球観測所[1]より北海道大樹航空宇宙実験場[2]に移設され使用されている送受信追尾装置の老朽化が進んでおり、設備の更新が必要である。今後の大気球実験の安全性・信頼性を確保するため送受信追尾装置の更新を実施した。2009年度、2010年度において1.1項に示す装置について更新及び新規導入することができたのでここに報告する。また、更新するにあたり既存装置との整合性・同等以上の性能・入手性・費用などを十分考慮し更新を実施した。



北海道大樹航空宇宙実験場

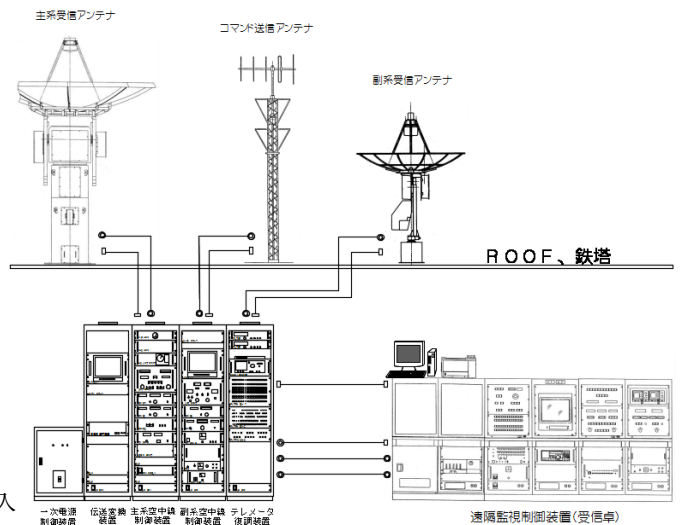


図 1-1 送受信追尾装置概略図

1.1. 更新及び新規導入機器

- ・副系空中線装置—一次放射器の更新
- ・副系空中線装置—ダウンコンバーターの更新
- ・副系空中線制御装置—追尾受信機の更新
- ・副系空中線制御装置—測距装置の更新
- ・コマンド送信アンテナ—天頂アンテナの新規導入

2. 一次放射器の更新

副系空中線装置の一次放射器部分のみの更新を行った。パラボラアンテナの反射板部分について現状の物をそのまま流用し、更新前と同等又はそれ以上の性能を確保することができた。

2.1. 性能諸元

表 2-1に性能、図 2-1 に内部回路、図 2-2 に外観をそれぞれ示す。

表 2-1 性能表

項目	規格	備考
アンテナ方式	シングルチャンネルモノパルス方式	
受信信号出力レベル	≈-7dBm	input=-30dBm
出力インピーダンス	50Ω	
電源電圧	DC+12V	ダウンコンバーターより供給
動作温度範囲	0~+50℃	

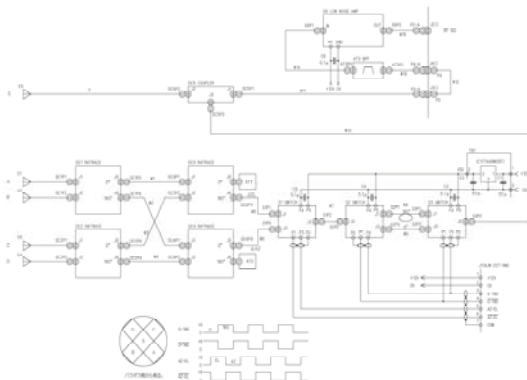


図 2-1 内部回路



図 2-2 外観

2.2. 更新による改良点

従来のアンテナ方式のコンカルスキャン方式からシングルチャンネルモノバル方式に更新したことにより、機械的可動部であったスキャンモータが不必要となり一次放射器としての信頼性・保守性が向上した。また、追尾精度・追尾速度が向上したと共にアンテナ利得がクロスオーバー分(アンテナ方式の原理により1~3dB程度)改良した。

3. ダウンコンバーターの更新

従来のダウンコンバーターは LOCAL 周波数可変方式を採用しており、受信周波数に合わせて後段の追尾受信機より LOCAL 制御電圧を出力していた。この方式の場合、ダウンコンバーターとそれ専用の追尾受信機が必要となり保守性・メンテナンス性に欠けている。更新するにあたり保守性・メンテナンス性・後段の追尾受信機を考慮した上で LOCAL 周波数固定方式のダウンコンバーターとした。また、従来 ITV 用、テレメトリ用の 2 系統に分かれていたダウンコンバーターを 1 系統に統合した。また、更新前と同等又はそれ以上の性能を確保することができた。

3.1. 性能諸元

表 3-1に性能、図 3-1 に内部回路、図 3-2 に外観をそれぞれ示す。

表 3-1 性能表

項目	規格	備考
入力インピーダンス	50Ω	
中間周波数	300MHz~340MHz	
IF 信号出力レベル	~-5dBm	input=-30dBm
出力インピーダンス	50Ω	
電源電圧	AC100V±10%	50/60Hz
DC 電圧出力	DC+12V 出力	一次放射器用
動作温度範囲	0~+50℃	

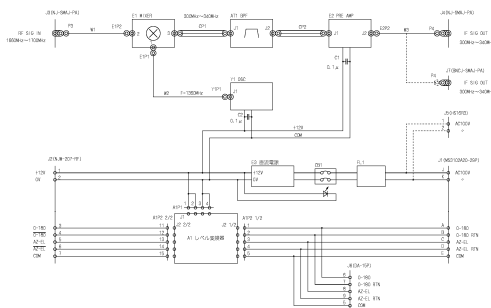


図 3-1 内部回路



図 3-2 外観

3.2. 更新による改良点

LOCAL 周波数可変方式から LOCAL 周波数固定方式に更新したことにより、ダウンコンバーターの内部回路が簡略化でき保守性・メンテナンス性が向上したと共に後段の追尾受信機を一般的な物が使用可能となり追尾受信機を含めた保守性・メンテナンス性も改良した。また、ITV 用、テレメトリ用の 2 系統に分かれていたダウンコンバーターを 1 系統に統合することにより部品点数を減らし信頼性・保守性が向上し、小型化する改良も行った。

4. 追尾受信機の更新

ダウンコンバーターの更新に伴い、一般的な広帯域受信機を使用し更新した。副系-送受信追尾装置として自動追尾用受信機×1台、テレメータ復調用受信機×1台、ITV VIDEO 用受信機×1台の計 3 台の更新を行い、更新前と同等又はそれ以上の性能を確保することができた。

4.1. 性能諸元

表 4-1に性能、図 4-1 に外観をそれぞれ示す。

表 4-1 性能表

項目	規格	備考
受信方式	スーパーヘテロダイン	
受信周波数範囲	40kHz~3.15GHz	
最小周波数ステップ	1Hz	
入力インピーダンス	50Ω	
周波数安定度	±1ppm 以内	電源投入 5 分後
スプリアス妨害比	70dB 以下 @40kHz~25MHz 60dB 以下 @25MHz~2GHz 50dB 以下 @2GHz~3.15GHz	

FM 復調出力帯域	200kHz±10%	テレメータ復調用に適用
FM 復調出力感度	1V/100kHz±10%	テレメータ復調用に適用
VIDEO 出力	1Vp-p(75Ω)標準	ITV VIDEO 用に適用
モノパルススイッチング信号出力	AZ/EL 切換 0°/180°切換	テレメータ復調・ 自動追尾用に適用
電源電圧	AC100V±10%	50/60Hz
動作温度範囲	0～+50℃	



図 4-1

4.2. 更新による改良点

ダウンコンバーターの更新に伴い、一般的な受信機を使用しての更新が行えたことにより、追尾受信機の保守性・メンテナンス性が向上した。

5. 測距装置の更新

従来のアナログ回路による測距装置からデジタル回路による測距装置への更新を行い、更新前と同等又はそれ以上の性能を確保することができた。

5.1. 性能諸元

表 5-1に性能、図 5-1 に内部回路、図 5-2 に外観をそれぞれ示す。

表 5-1 性能表

項 目	規 格	備 考
測距方式	デジタル PLL 方式	
測距範囲	0~300km	
測距精度	±300m 以下	
最小分解能	10m	
測距時間	任意の時間測定ができること	最小 2 秒
測距基準信号		
周波数	FINE : 5kHz COARSE : 500Hz	
周波数安定度	±1×10 ⁻⁴ 以下	
出力レベル	-10dBm～+10dBm の範囲を任意に設定できること	
出力インピーダンス	75Ω (公称)	
入出力信号		
距離データ出力	BCD5 桁 (###.##km と、整数部 3 桁小数部 2 桁)	正論理
測距基準信号出力		
周波数	500Hz+5kHz	
レベル	0dBm±10dB	
インピーダンス	75Ω	
測距信号入力		
周波数	500Hz+5kHz	
レベル	0dBm±10dB	
インピーダンス	75Ω	
ステータス出力		
LOCK ON ステータス	無電圧接点またはオープンコレクタ	LOCK ON=0
測距中ステータス	無電圧接点またはオープンコレクタ	測距中=0
コマンド入力		
測距コマンド	無電圧接点またはオープンコレクタ	測距中=0
電源電圧	AC100V±10%	50/60Hz
動作温度範囲	0～+50℃	

5.2. 更新による改良点

従来のアナログ回路からデジタル回路に更新したことにより、一般的なデジタル集積回路を使用でき保守性・メンテナンス性が向上した。また、デジタル回路を採用したことから測距装置を小型化でき LOCK ON 時間(測距距離確定時間)を短縮、初期設定に必要な操作を簡略化した。

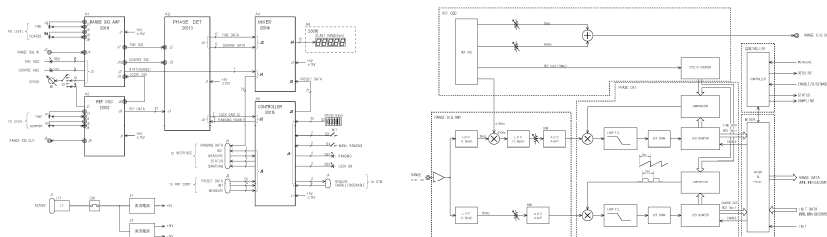


図 5-1 内部回路



図 5-2 外観

6. 天頂アンテナの新規導入

近年、EL 角度が高い状態での運用が増えてきており、地上からのコマンドをより安全に飛行中のゴンドラへ伝送するため既存の水平アンテナに加えて天頂アンテナの新規導入を行った。天頂アンテナは運用を考慮し、天頂方向に 60° 傾けて設置されている。既存の水平アンテナとは切替えて運用し、EL 角度が 38° 以上になった場合に天頂アンテナへ切替えを行うことにより、EL 角度による水平アンテナの角度ロスを補うことが可能である。

6.1. 性能諸元

図 6-1 にアンテナパターン、図 6-2 にアンテナ外観をそれぞれ示す。

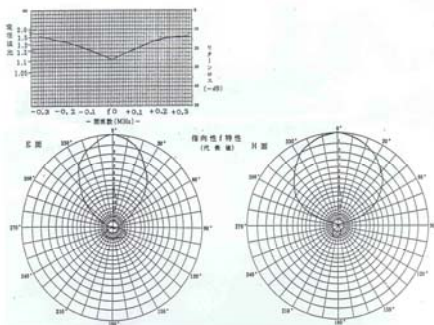


図 6-1 アンテナパターン

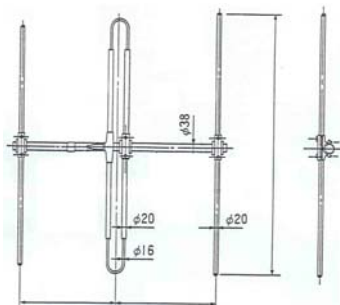


図 6-2 外観



7. 更新計画

	2011.10	2011.11	2011.12	2012.1
副系-送受信追尾装置	←更新完了、2011年1次実験より運用開始			
副系-測距装置	←更新完了、2010年1次実験より運用開始			
天頂アンテナ	←更新完了、2010年1次実験より運用開始			
副系-空中線装置	設計・開発・製造			
主系-追尾受信機	製造			
主系-測距装置	製造			
2012年度1次実験				
	2012.2	2012.3	2012.4	2012.5
副系-送受信追尾装置				
副系-測距装置				
天頂アンテナ				
副系-空中線装置	設計・開発・製造	設置		運用
主系-追尾受信機	製造	設置		運用
主系-測距装置	製造	設置		運用
2012年度1次実験				

8. おわりに

今回の更新で副系の送受信追尾装置の更新を完了することができた。

更新したことにより信頼性・安全性等が向上し、今後の大気球実験をより安全に運用することが可能となった。今年度中に主系の送受信追尾装置についても同様に更新を行うと共に副系の空中線装置の更新を実施する計画である。

また、その他の部分に関しても随時、更新を実施して大気球実験をより安全に運用していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 西村 純、他、遠距離長時間観測用追尾受信装置、宇宙科学研究所報告 特集第20号、pp.24-41、1987
- [2] 福家英之、他、大樹航空宇宙実験場における新しい大気球実験、宇宙航空研究開発機構研究開発報告、JAXA-RR-08-001、pp.1-34、2009