

M-V ロケットのテレメータ／コマンド／計装

加藤輝雄*, 山本善一*, 大島勉*, 大西晃*
太刀川純孝*, 坂井智彦*, 関妙子*, 河端征彦*
日高正規**, 豊留法文**, 橋本正之*, 本田秀之*, 長木明成*

1. はじめに

M-V ロケットのテレメータ／コマンドシステムは基本的には1～4号機までのシステムと概ね同じであるが、テレメータ送信アンテナ切り替え方式をより確実な方式として、従来の地上局からのSバンドガイド送信信号による切り替え方式を慣性誘導装置（ING）からの制御信号による切り替え方式に変更した。また、15GHz帯テレビ送信装置については8, 7号機ではカメラ4台による4分割画面構成による同時伝送方式とした。計装関連では6号機から第3段計器部に新たにサブペイロードが搭載されたことがそれまでと異なる点である。なお、飛翔保安コマンド装置関連についてはその性格上、詳細については割愛することとした。

2. 研究開発の概要

2.1. 搭載テレメータコマンド概要

M-V - 5号機以降におけるテレメータ及び保安コマンド系は、概ね4号機以前と同様であり、各段に以下のテレメータを搭載した。

第1段計器部には第1段の機体計測や制御情報を伝送するVHF帯PCMテレメータ送信機を搭載した。

第2段計器部には、姿勢制御情報、計測情報等を伝送するVHF帯PCMテレメータ送信機、機体振動情報を伝送するS帯4相PSKPCMテレメータ送信機、そして第1段モータの燃焼、切り離し状況や第2段切り離し等の画面を伝送する15GHz帯TV送信機を搭載した。

第3段計器部にはINGのデータ、機体情報やタイマ、コマンド情報等を伝送するS帯倍速テレメータ送信機を搭載した。

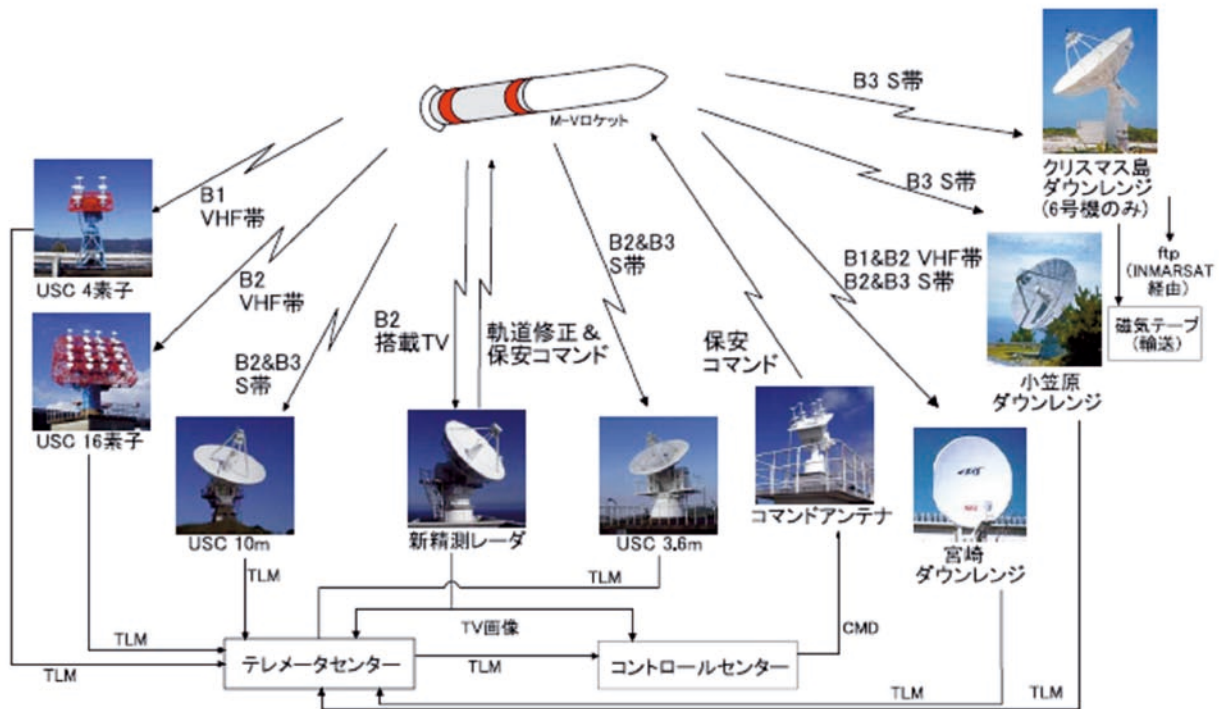
各テレメータアンテナは概ね90°及び270°方向に取り付けられINGからの信号により受信方向に最適なアンテナに切り換える方式を新たに採用した。また、1段目テレメータは打上げ時2段目のアンテナが使用され分離直前にタイマ信号により1段目アンテナに切り換えてメモリされたデータを伝送した。

保安コマンド関係では、飛翔保安のためのコマンド受信機を第3段計器部に搭載した。コマンド受信はノーズフェアリングが開頭されるまでは第2段計器部外壁に取り付けられたアンテナで、開頭後は第3段計器部側面に取り付けられたアンテナで行った。

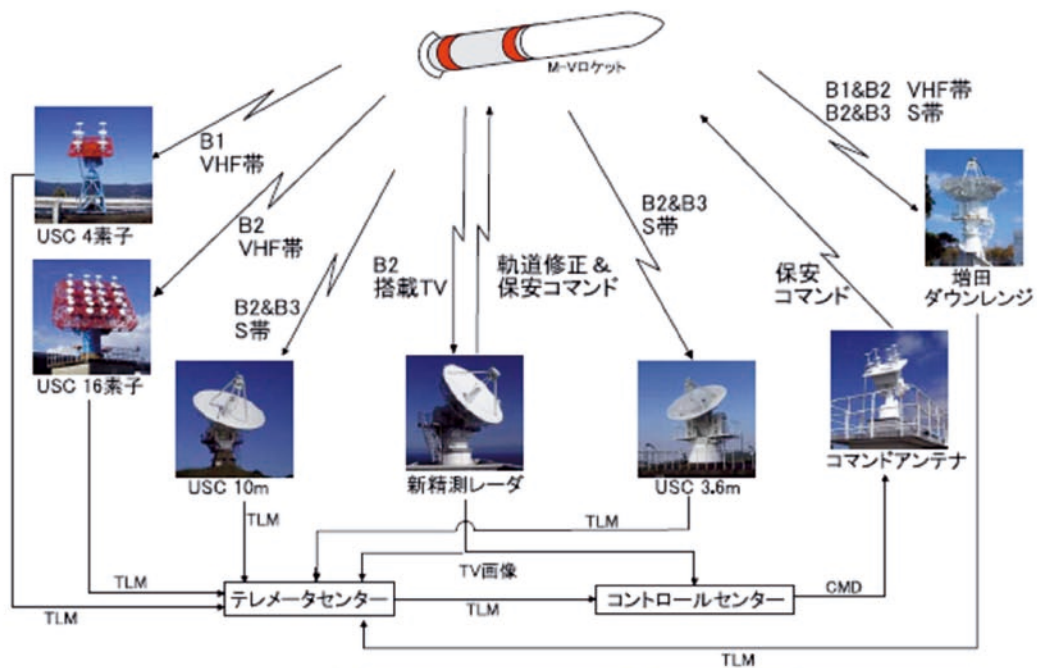
表1にテレメータ送信機の諸元を、図1にテレメータ・保安コマンド通信システムの構成を示す。

* The Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) / JAXA

** Office of Space Flight and Operation / JAXA Uchinoura Space Center (USC)



M-V-5、6号機 テレメータ・コマンド通信システム構成



M-V-7、8号機 テレメータ・コマンド通信システム構成

図1 テレメータ・保安コマンド通信システムの構成

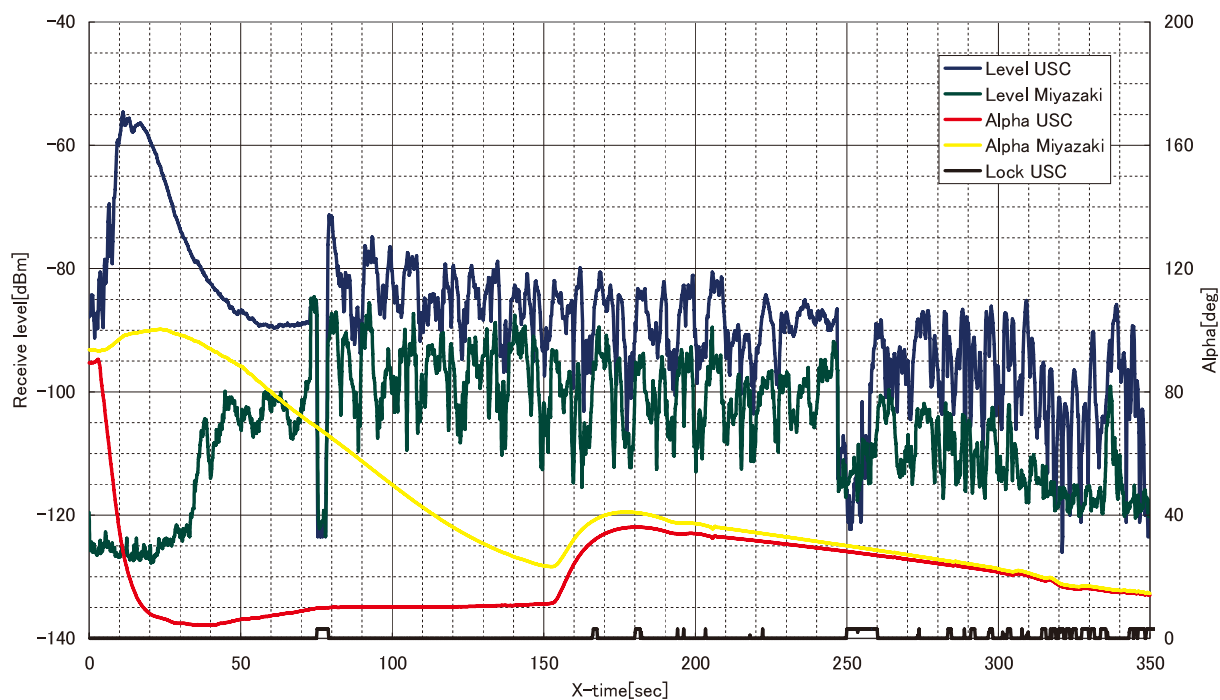
表1 搭載テレメータ送信機の諸元

	第3段計器部	第2段計器部			第1段計器部
呼 称	TMS-D	TMU-2	TMS-H	TM-TV	TMU-1
周波数帯	S	VHF	S	15GHz	VHF
送信電力	2W	2W	3W	2W	1W
変調形式	PCM-BPSK	PCM-BPSK	PCM-QPSK	FM	PCM-BPSK
主要伝送 内 容	姿勢制御計測 機体計測 地磁気姿勢計測	機体計測	機体振動計測	テレビ計測 (分離画像データ等伝送)	姿勢制御計測 機体計測

2.1.1 テレメータ受信状況

図2.1～12にM-V-5号機から7号機までの受信レベルを距離対応および時間対応で示す。なお、8号機については7号機と同様であることから省略した。また、ダウンレンジ局の詳細については地上通信設備の項に譲ることとした。

図に示すごとく、受信レベルは受信局と飛翔方向との成す角度（ α 角）との関係でロケット燃焼噴煙による減衰量が大きく異なり（ α 角および搭載アンテナ位相と受信局との関係については2.3項のアンテナ切り替え器にその詳細を参照）、特に2段目燃焼中の2段及び3段搭載テレメータの受信は噴煙を真後ろから見る内之浦局では電波減衰量が非常に大きく受信不能な時間帯があった。一方ダウンレンジ局ではこの間の受信をカバーし良好な受信ができた。5号機、6号機、では宮崎局、小笠原局をダウンレンジ局として使用し、8号機、7号機では、宮崎局に変わって種子島の増田局を使用し良好な受信を行うことができた。

受信レベルと α 角との関係 [TMU-1 M-V-5]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMU-1 M-V-5]

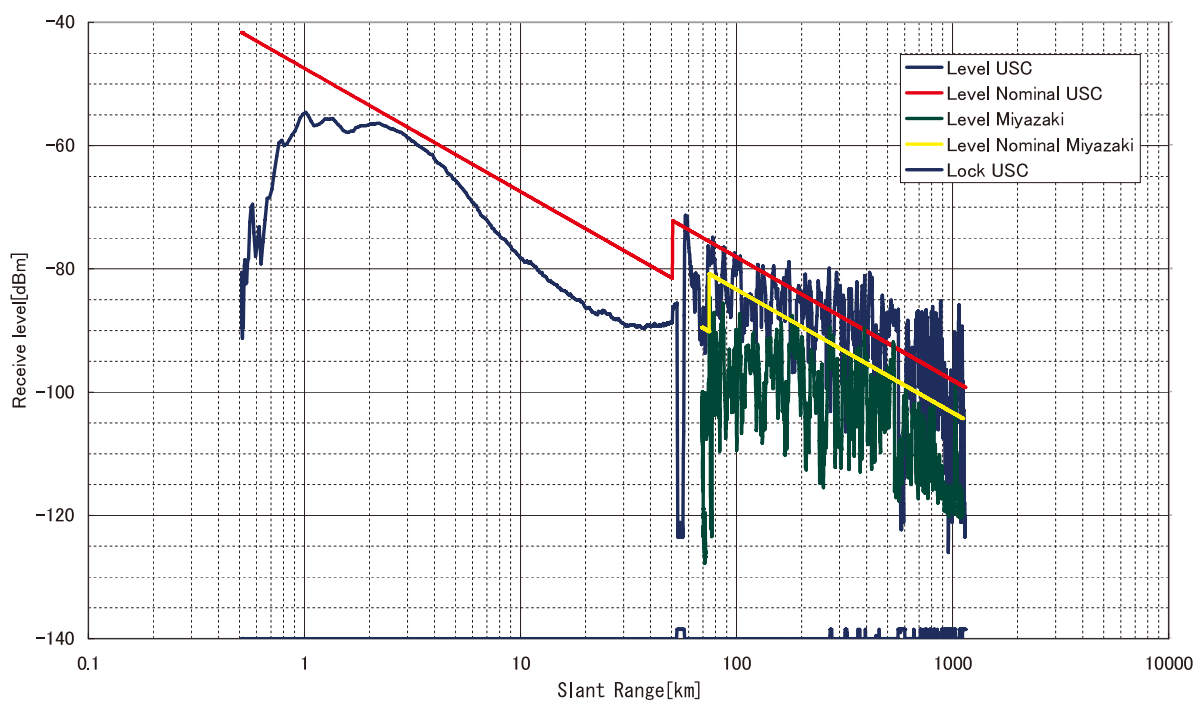
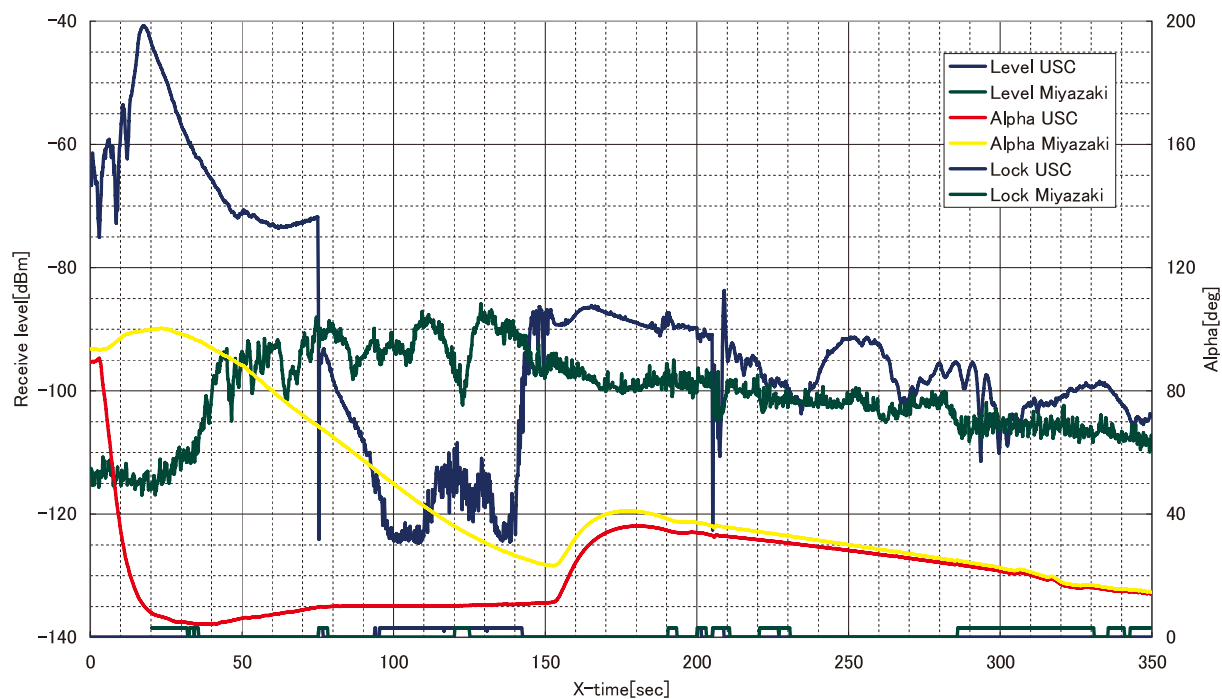


図2.1 [TMU-1/M-V-5]受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMU-2 M-V-5]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-D M-V-5]

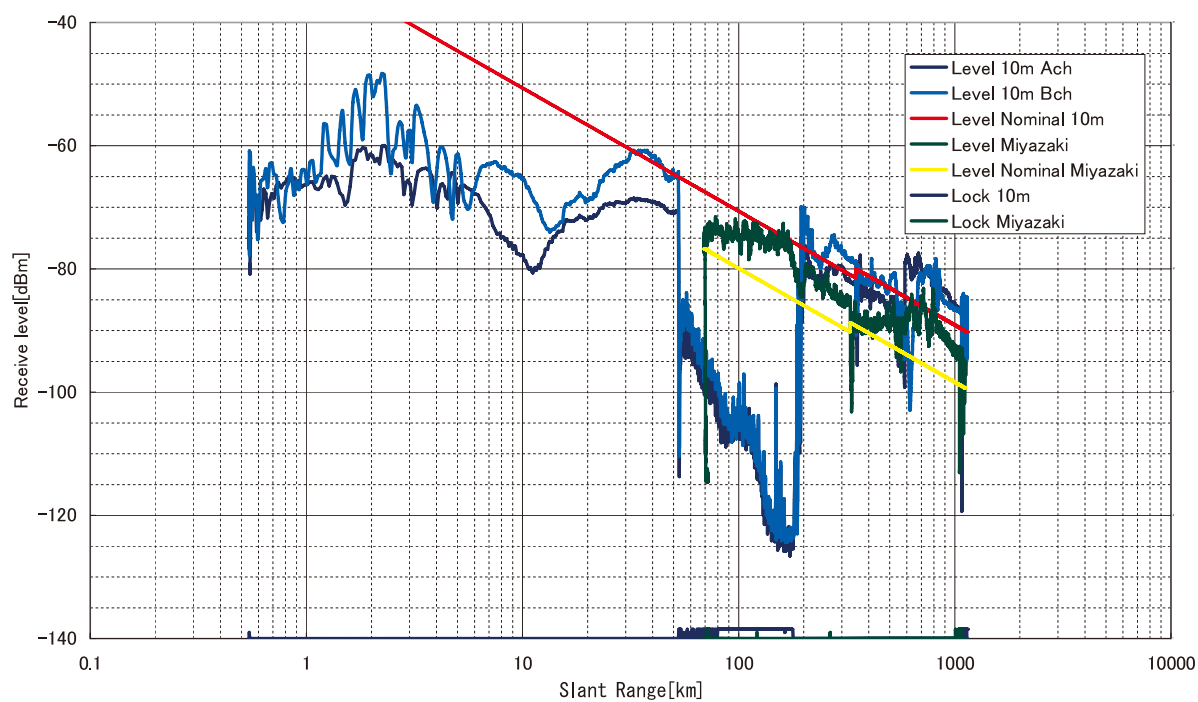
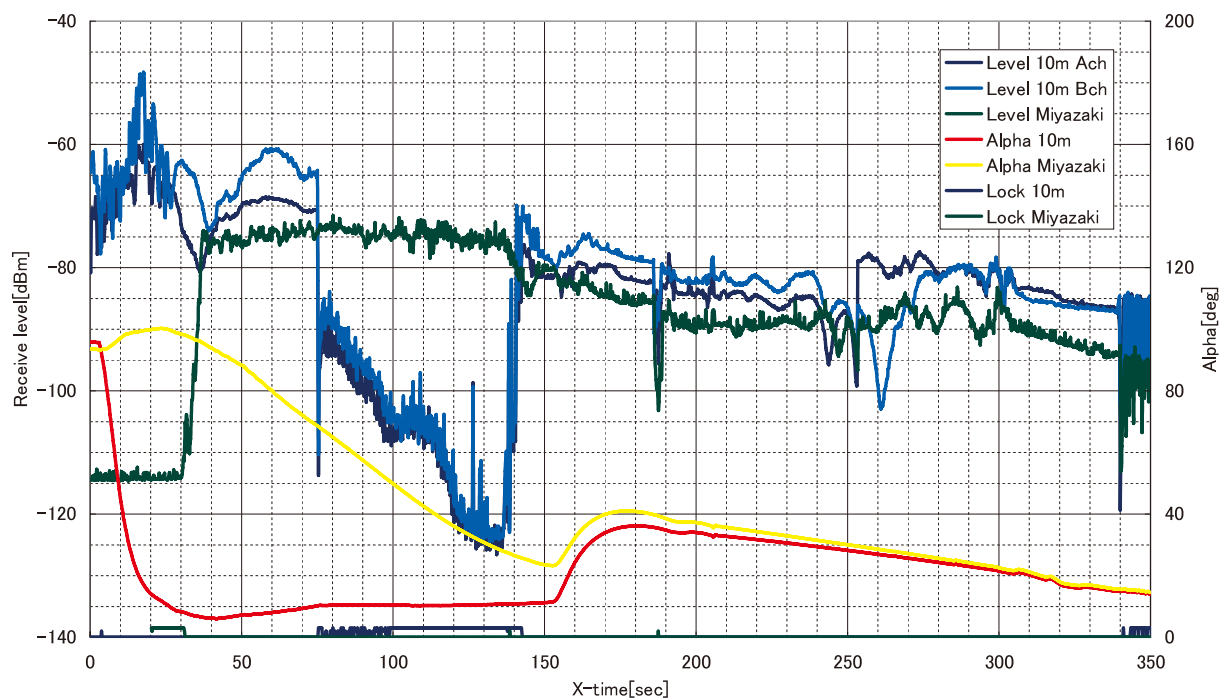


図2.2 [TMU-2/M-V-5] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-D M-V-5]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-D M-V-5]

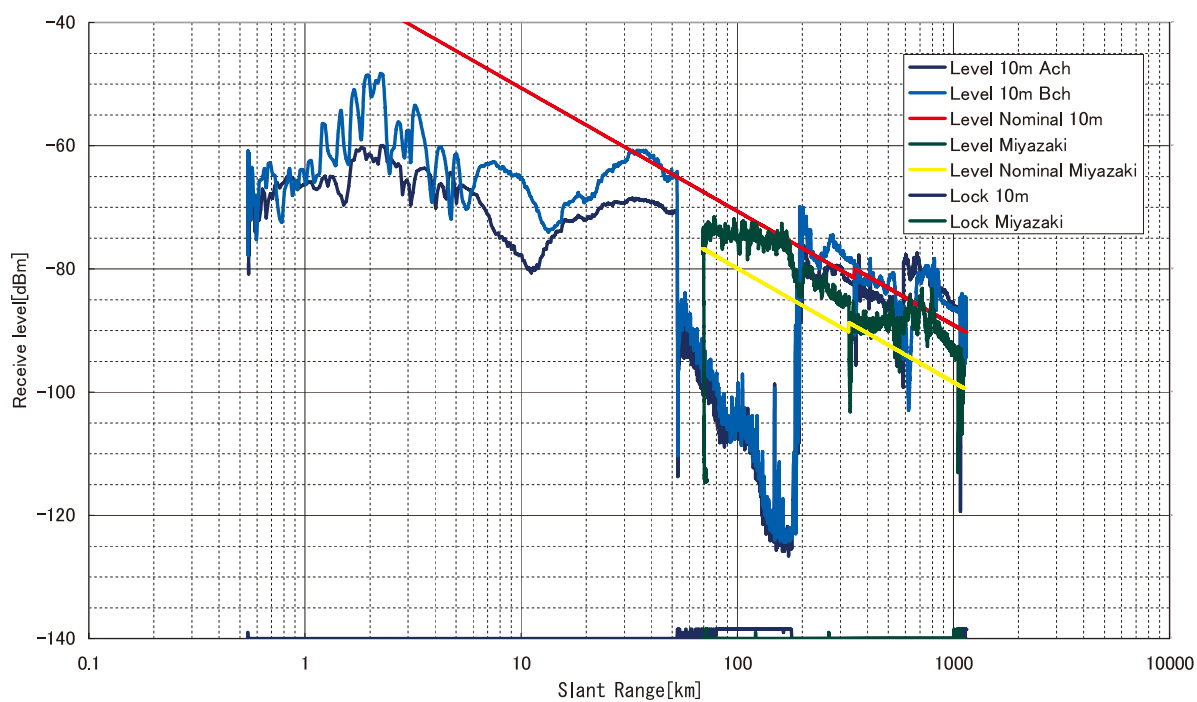
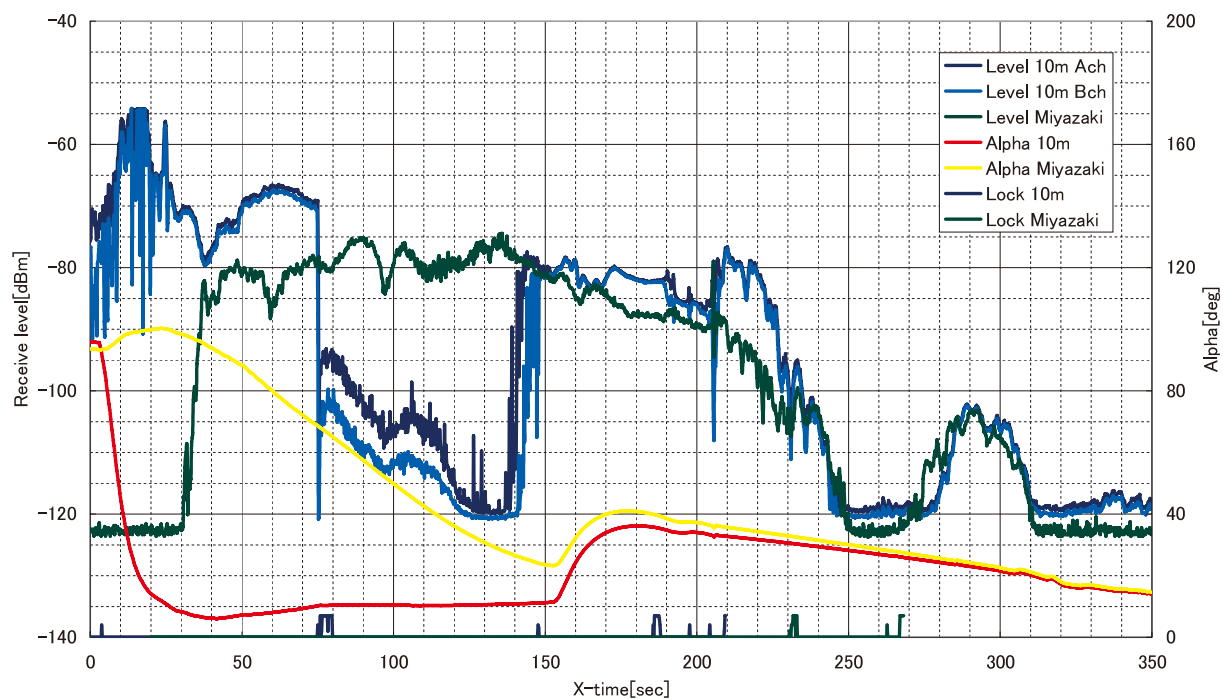


図2.3 [TMS-D/M-V-5] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-H M-V-5]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-H M-V-5]

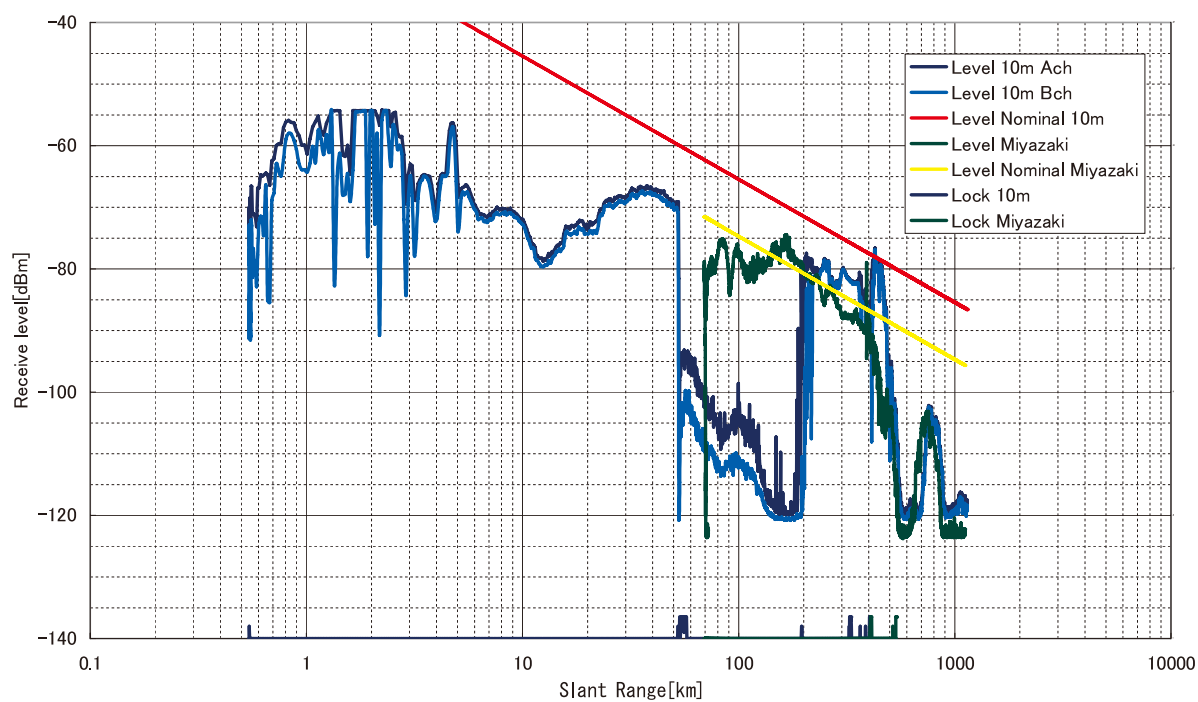
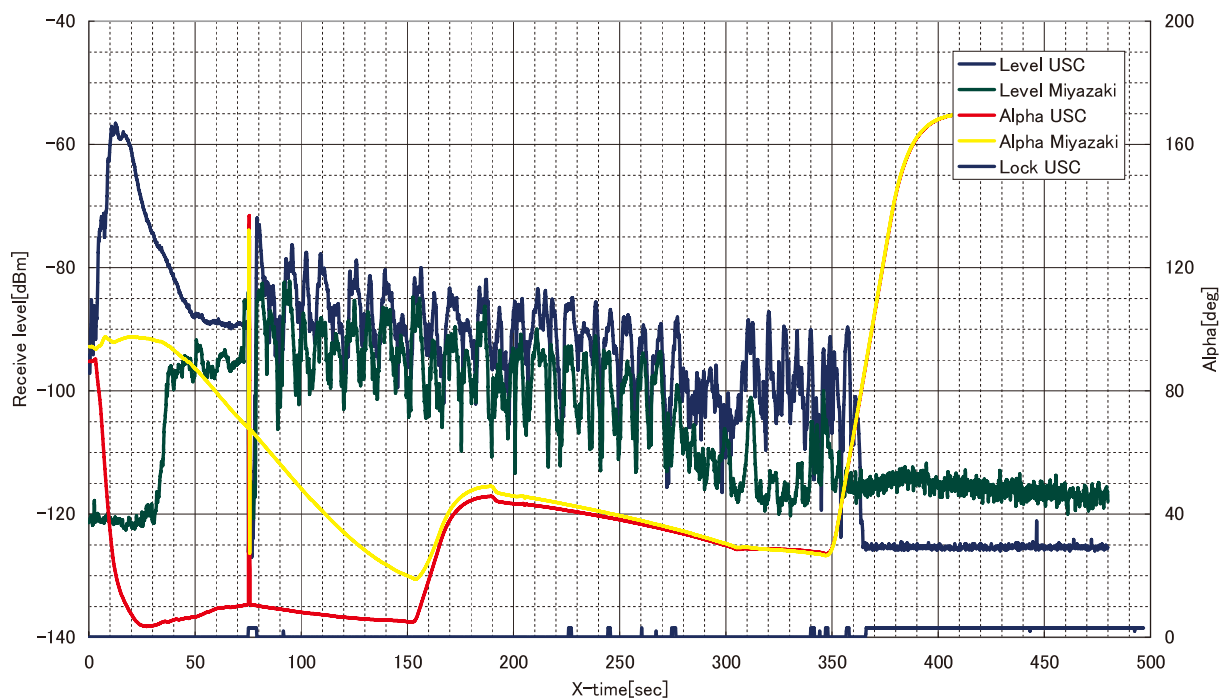


図2.4 [TMS-H/M-V-5] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMU-1 M-V-6]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMU-1 M-V-6]

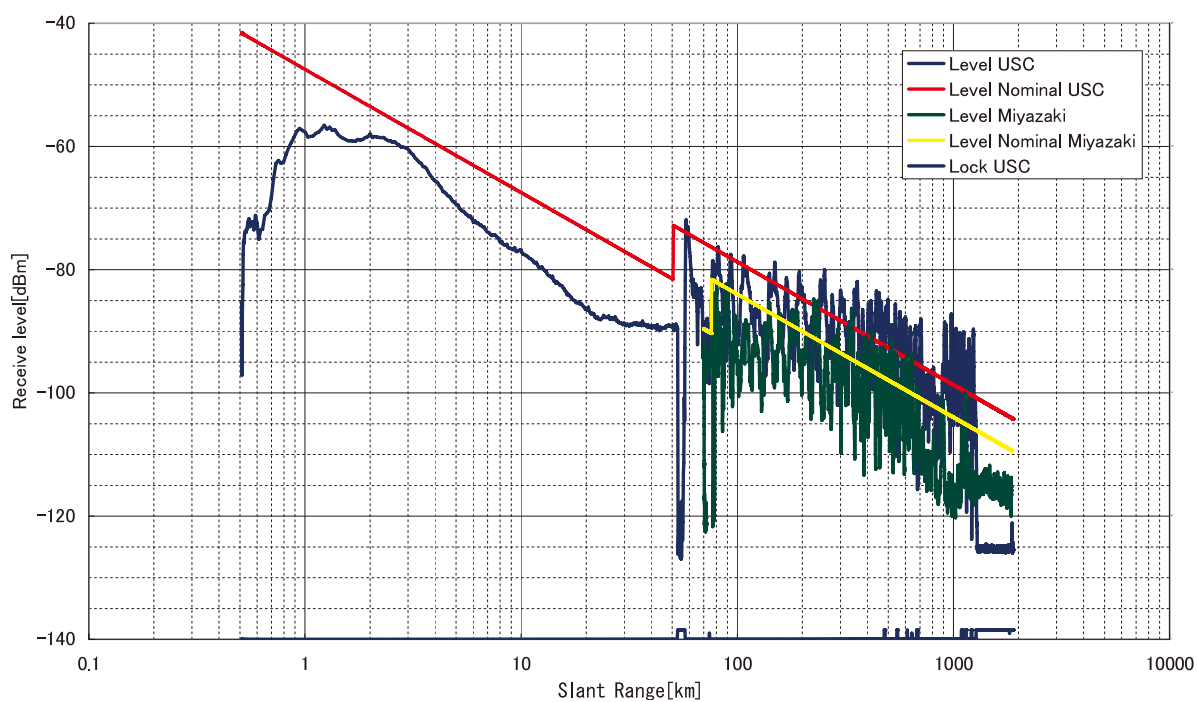
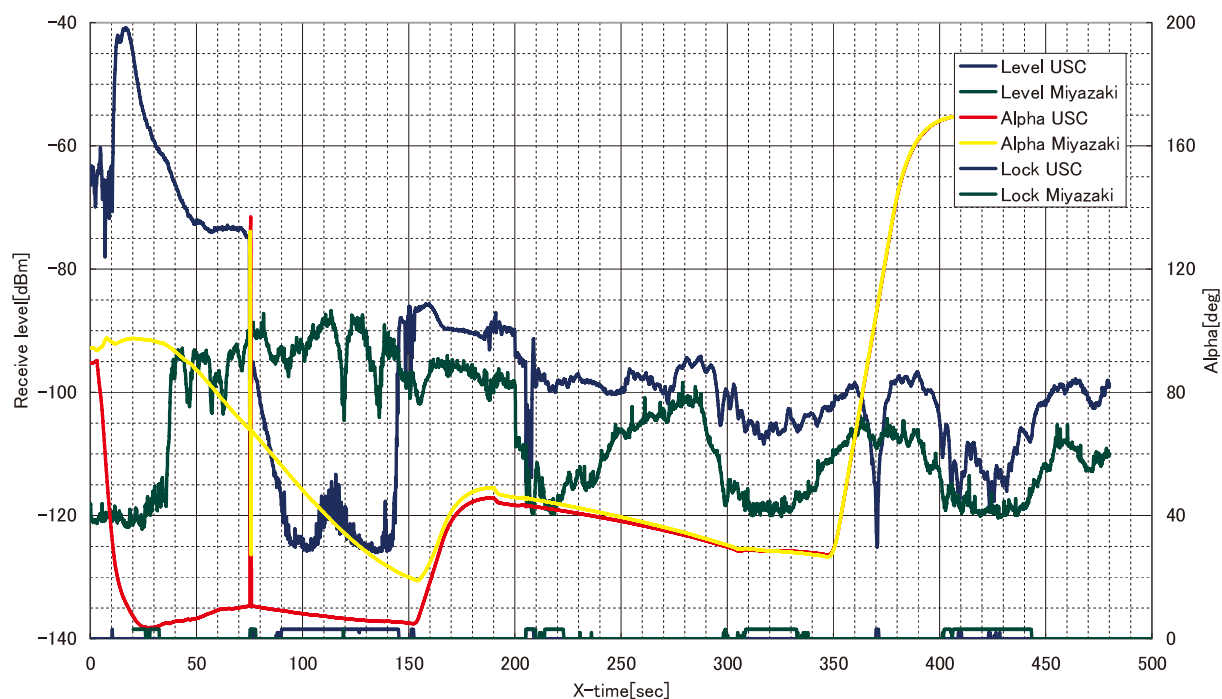


図2.5 [TMU-1/M-V-6] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMU-2 M-V-6]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMU-2 M-V-6]

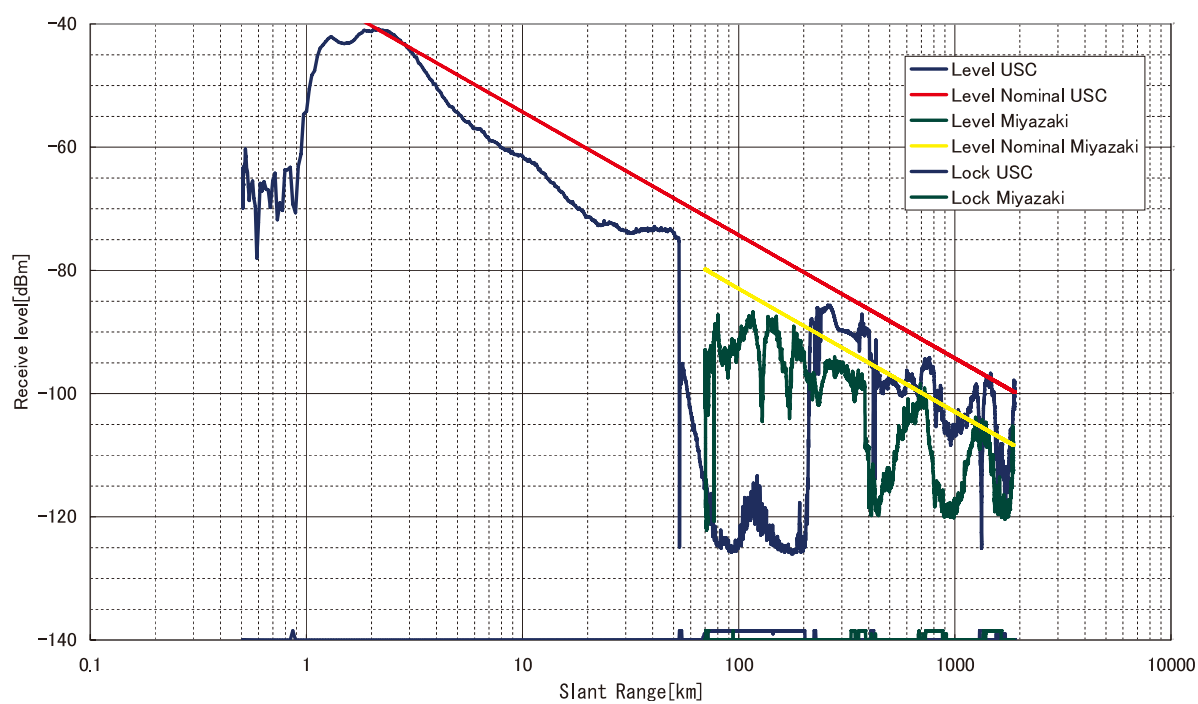
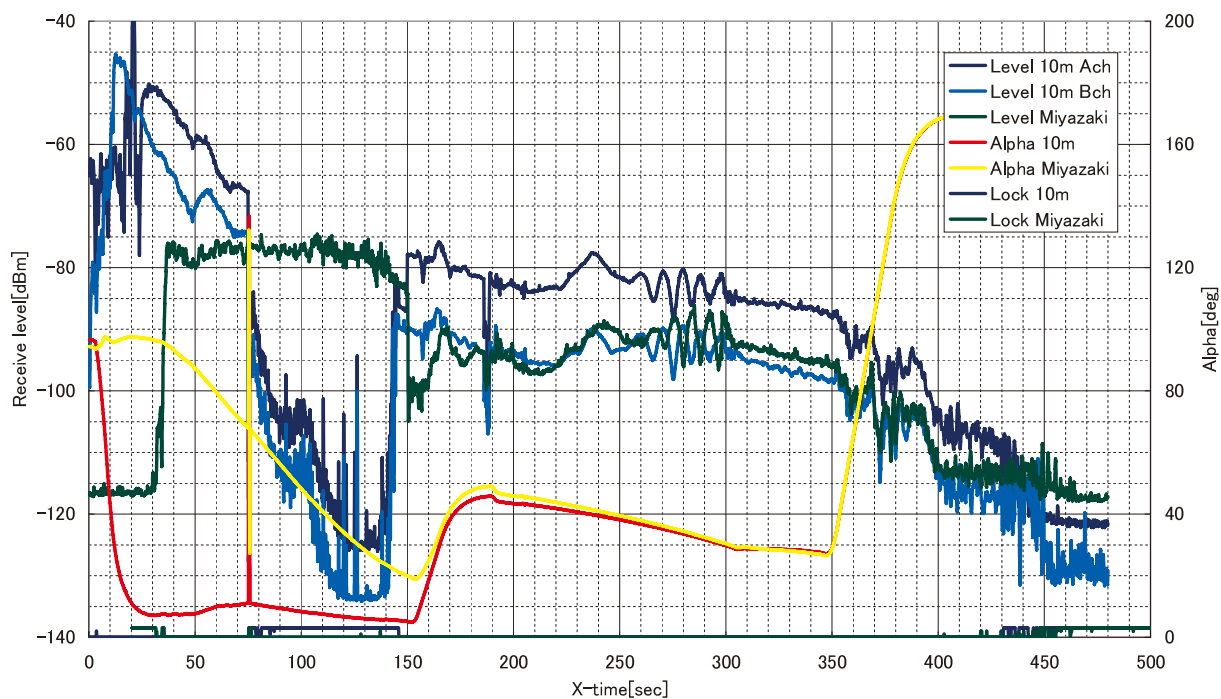


図2.6 [TMU-2/M-V-6] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-D M-V-6]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-D M-V-6]

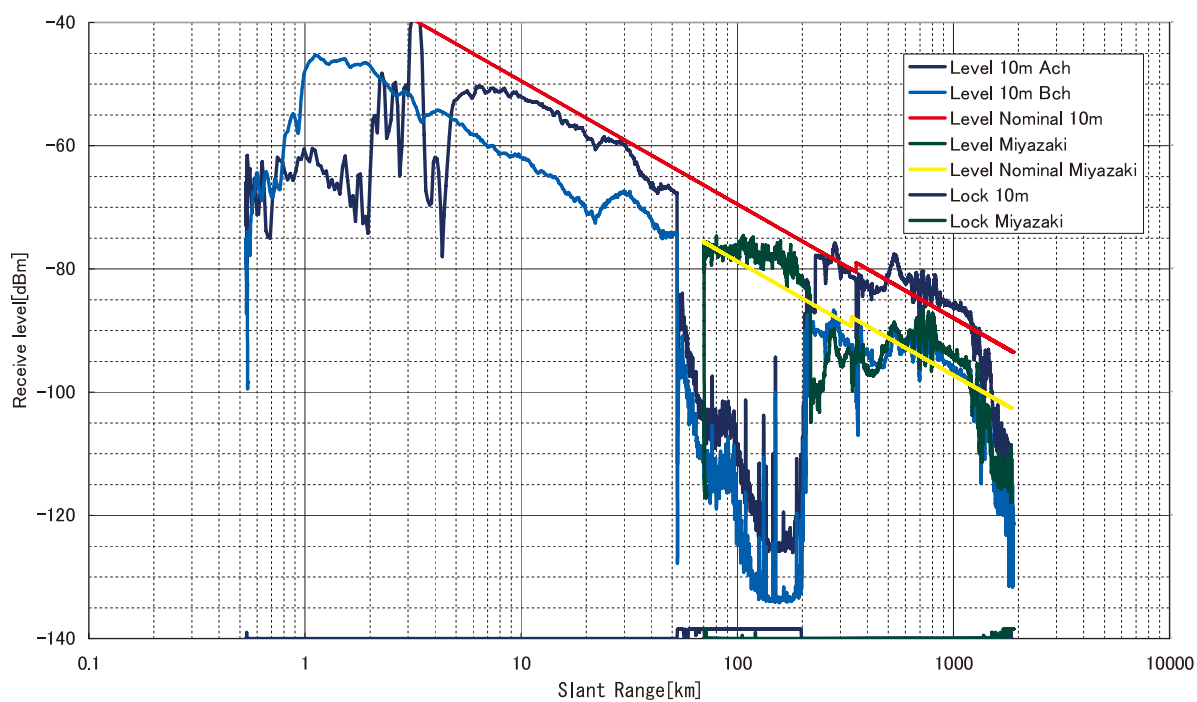
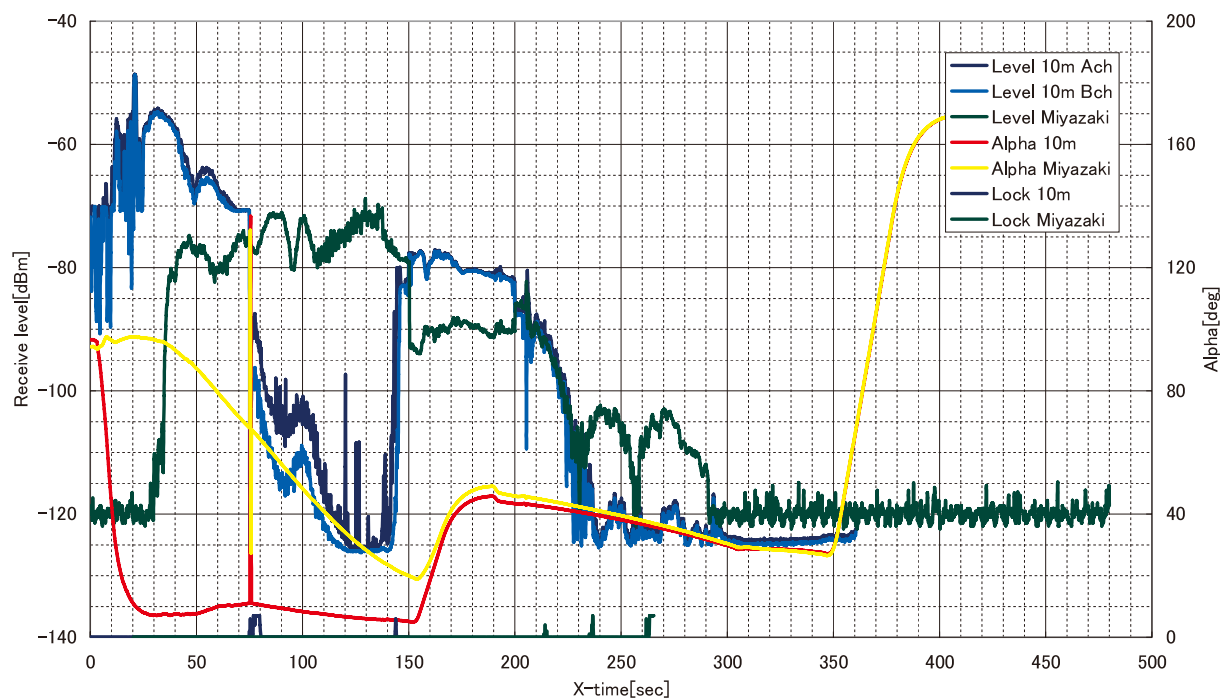


図2.7 [TMS-D/M-V-6] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-H M-V-6]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-H M-V-6]

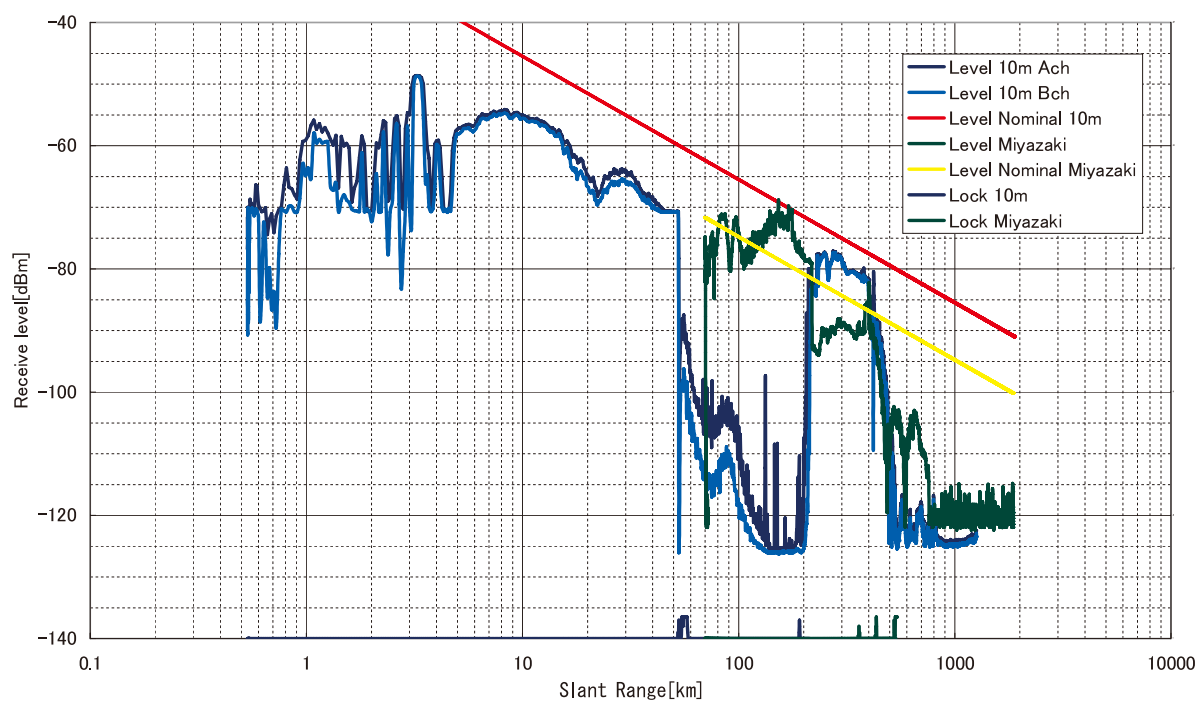
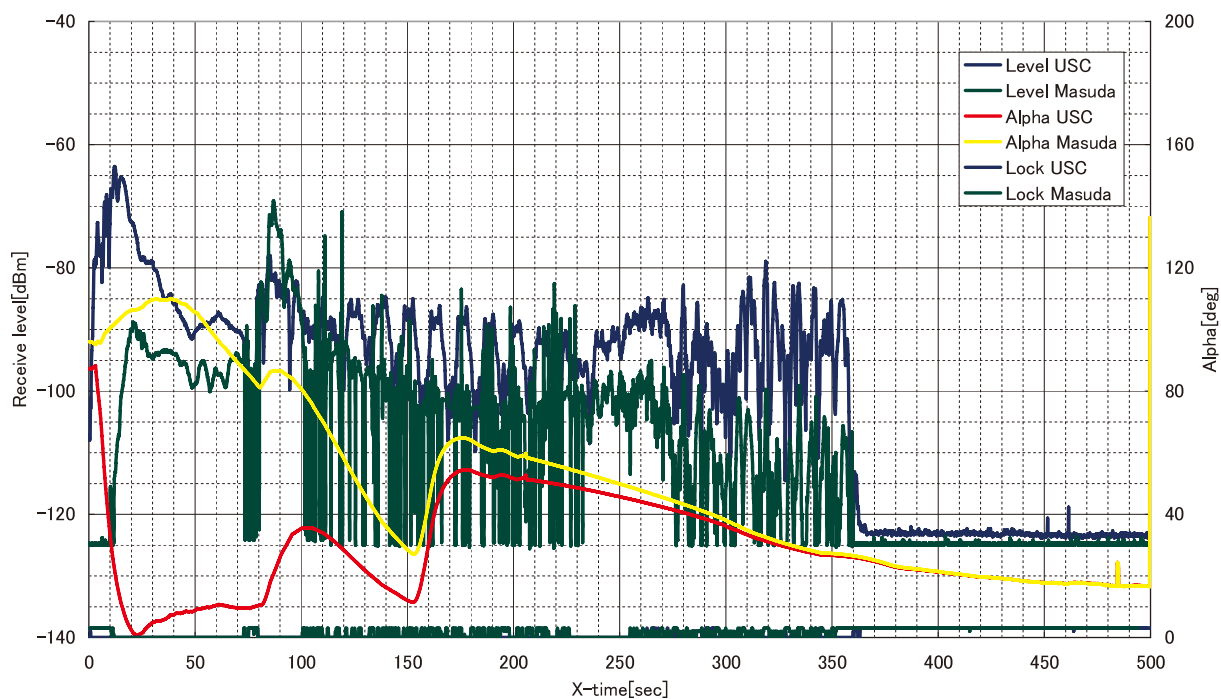


図2.8 [TMS-H/M-V-6] 受信レベル (USC局, 宮崎ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMU-1 M-V-7]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMU-1 M-V-7]

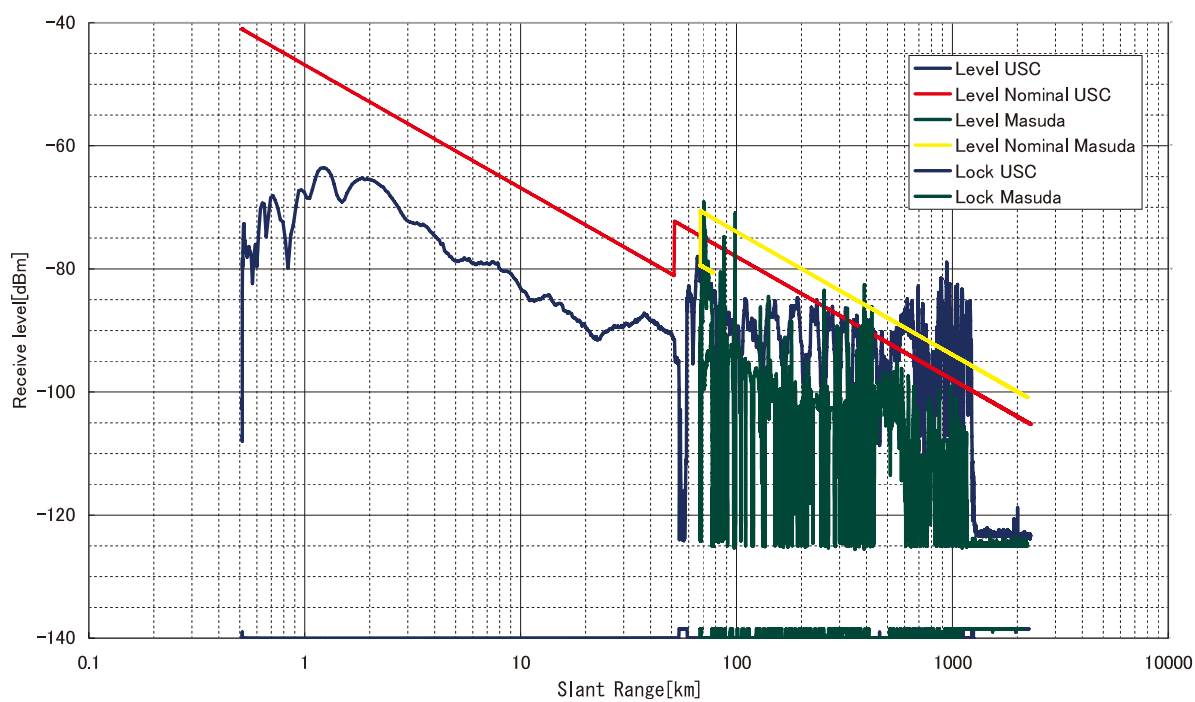
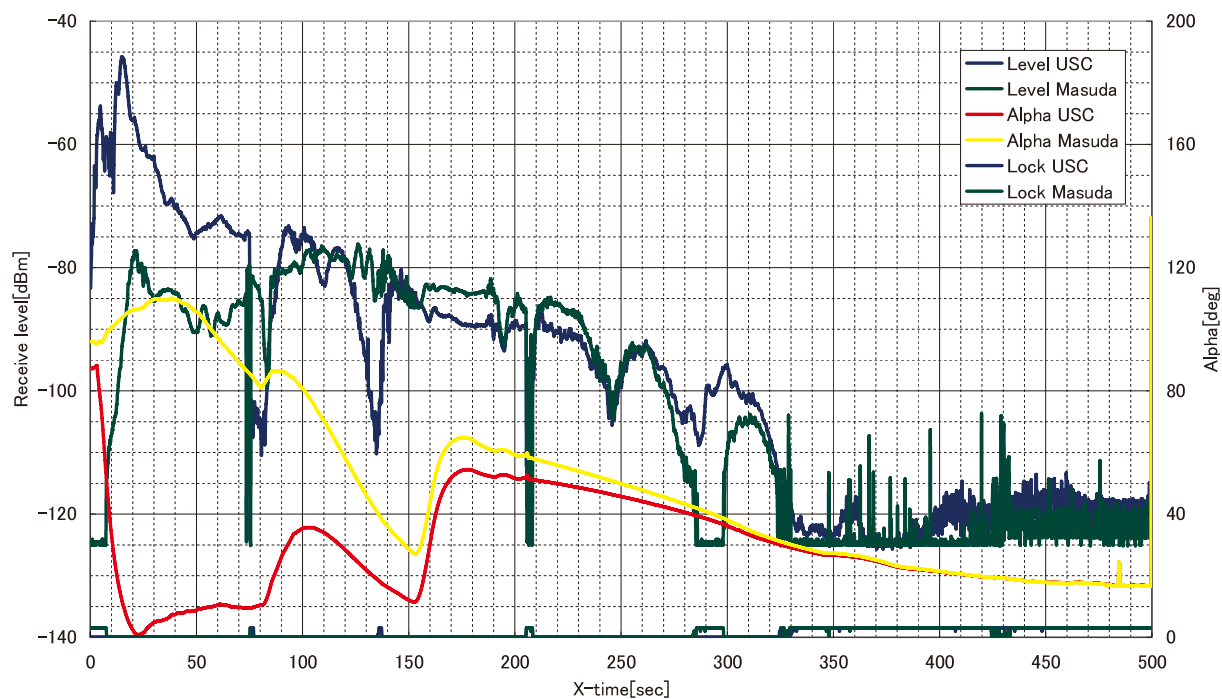


図2.9 [TMU-1/M-V-7] 受信レベル (USC局, 増田ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMU-2 M-V-7]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMU-2 M-V-7]

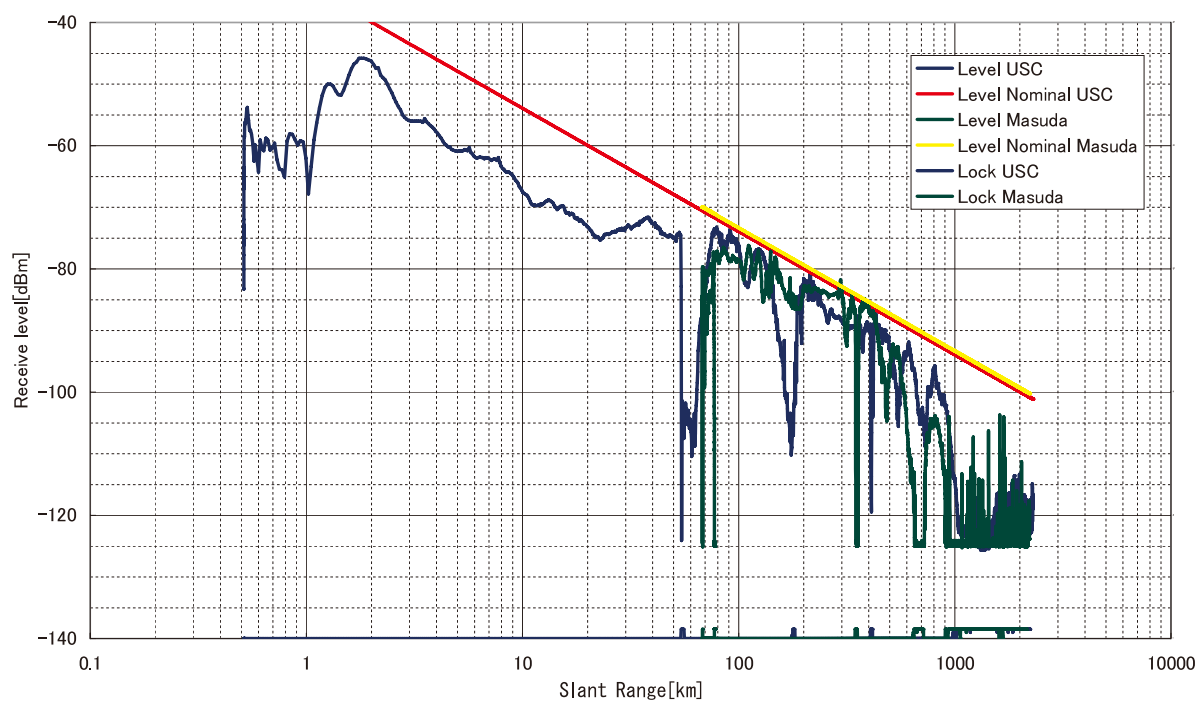
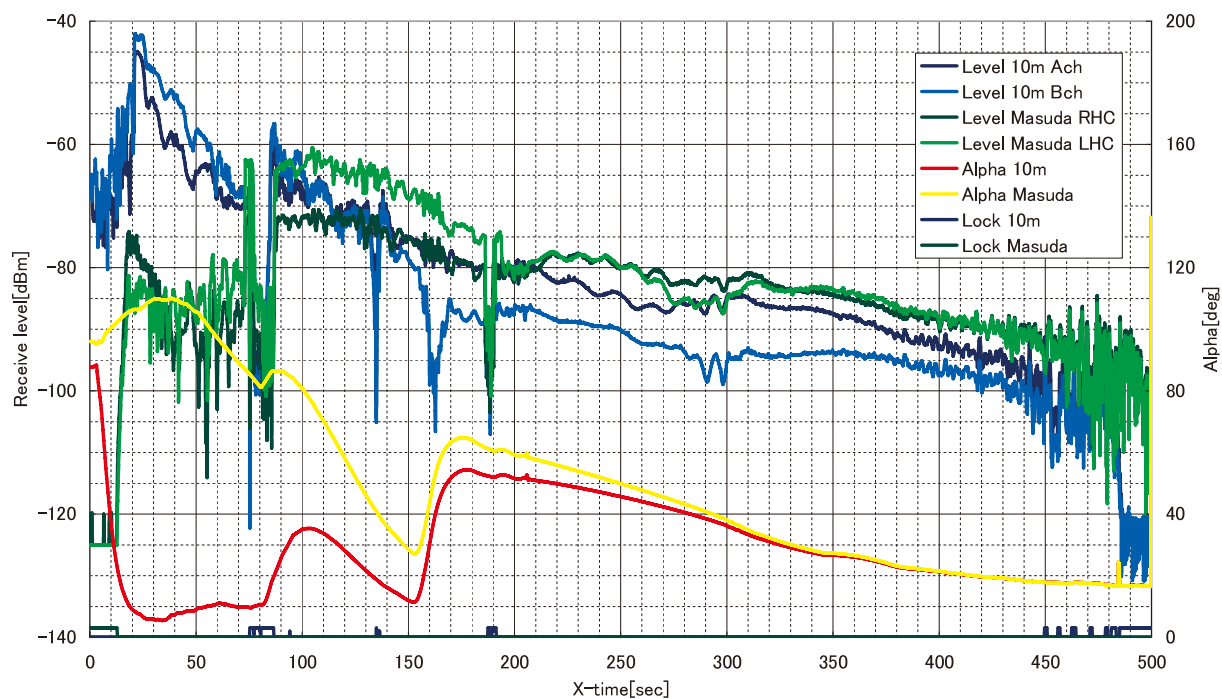


図 2.10 [TMU-2/M-V-7] 受信レベル (USC局, 増田ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-D M-V-7]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-D M-V-7]

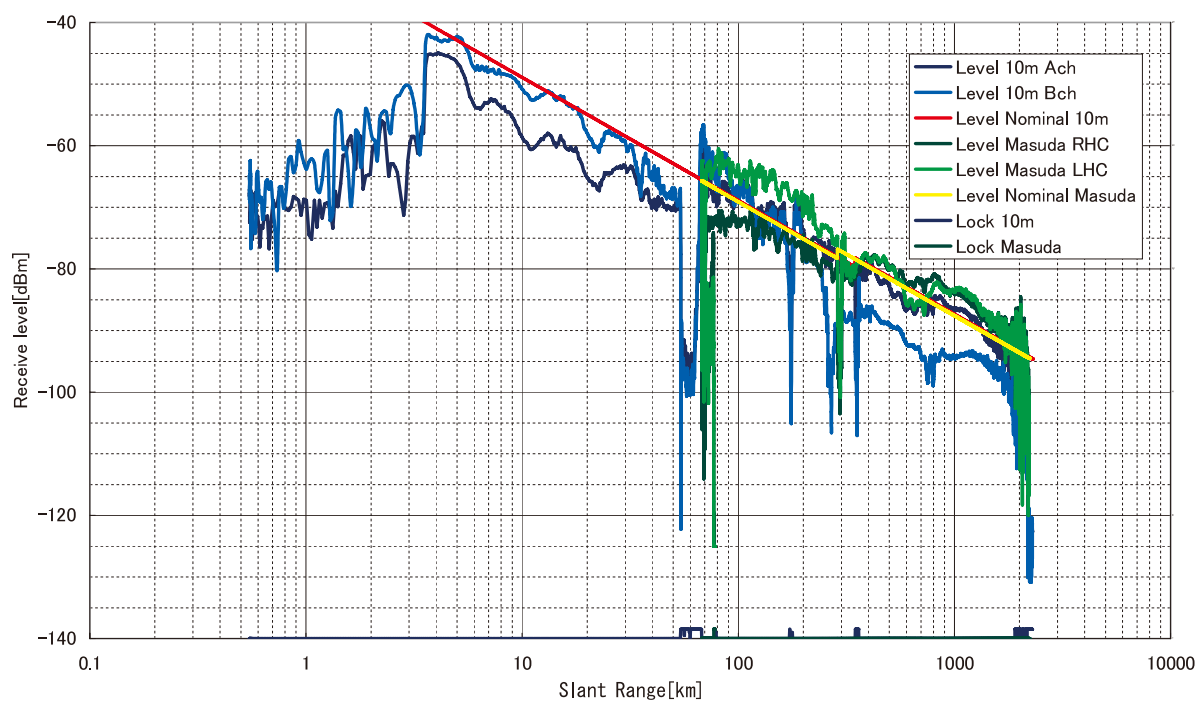
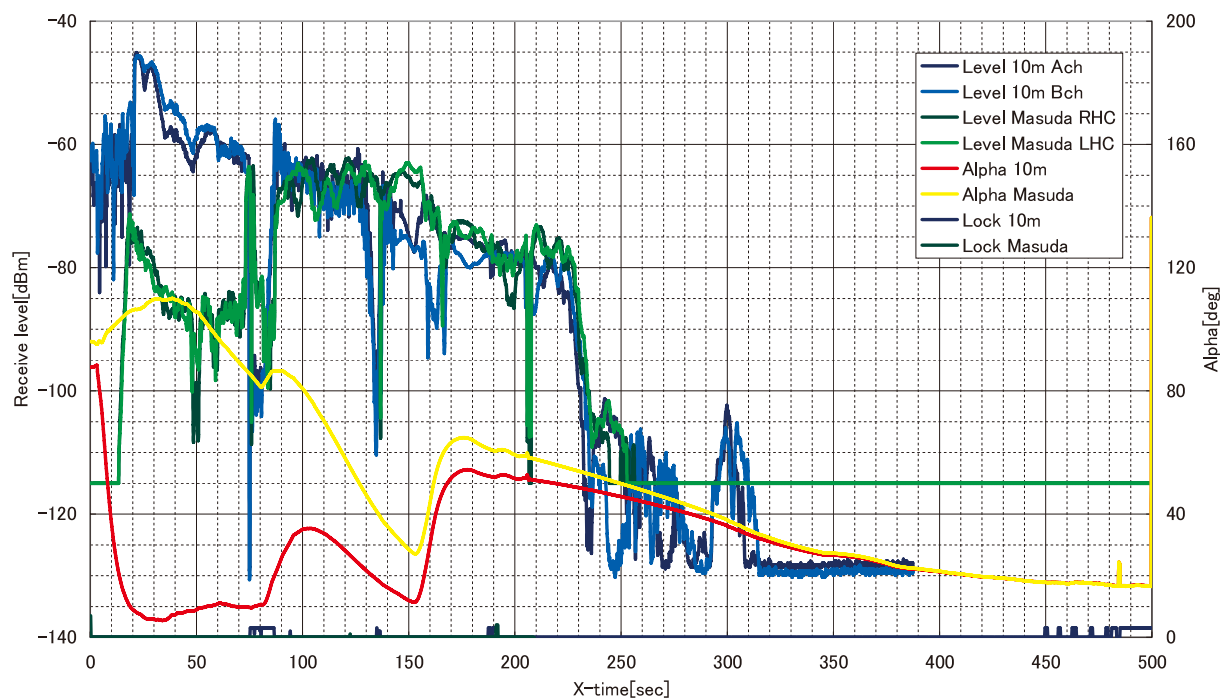


図2.11 [TMS-D/M-V-7]受信レベル (USC局, 増田ダウンレンジ局)

受信レベルと α 角との関係 [TMS-D M-V-7]

受信レベルと予想受信レベルとの関係 [TMS-D M-V-7]

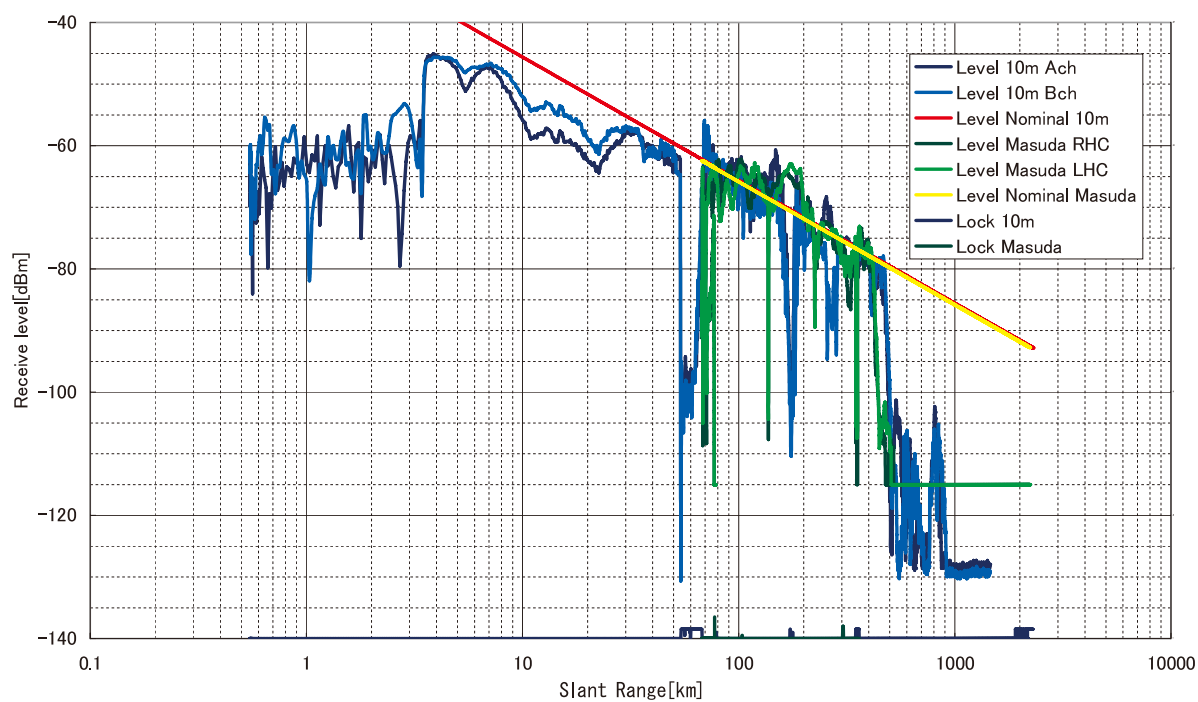


図2.12 [TMS-H/M-V-7] 受信レベル (USC局, 増田ダウンレンジ局)

2.2. 搭載テレビ

2.2.1 システム構成

M-V-5号機から8号機の搭載用TVシステムの構成を表2.2.1に示す。本システムの基本は15GHz帯送信機、画像合成器、カメラ、燃焼炎コンタミ防止用のカメラ窓展開機構、マイクロフォンおよびノーズフェアリング内の照明用LEDから構成されている。カメラは5号機では下向き2台、上向き2台の計4台が、6号機は下向き1台、上向き2台の計3台がそれぞれ搭載されている。2台のカメラで取得された画像データはそれぞれ1/2の分割画面にされ、ビデオスイッチャで1画面に合成され、伝送される。その上下カメラの切り替えはタイマで行われる。7、8号機は上下それぞれ2台の計4台が搭載されている。ここでは、1/2分割を行わずに、4分割画面装置を用いて4台のカメラで取得された画像データを1画面に収め、同時に地上に伝送する方式とした。この方式により、第1、2段モータの燃焼、分離、ノーズフェアリング内の宇宙機の様子が、同時に打上げから確認することが可能である。

表2.2.2に搭載カメラの諸元を示す。下向きカメラA、Cは第1、2段モータの燃焼と分離を、上向きカメラB、Dではノーズフェアリングの開頭、および第3段モータの分離と点火等の確認を目的に搭載された。

表2.2.1 搭載用TVシステムの構成

ロケット名	搭載装置の主要構成
M-V-5	15GHz 帯送信機、ビデオスイッチャ(上下カメラ共2画面合成)カメラ(4)、LED(2)、マイクロフォン、カメラ窓展開機構
M-V-6	15GHz 帯送信機、ビデオスイッチャ(上下カメラのみ2画面合成)カメラ(3)、LED(2)、マイクロフォン、カメラ窓展開機構
M-V-7 M-V-8	15GHz 帯送信機、4分割画面装置、カメラ(4)、LED(2)、マイクロフォン、カメラ窓展開機構

表2.2.2 搭載カメラ諸元

カメラ	搭載位置	5号機	6号機	7号機	8号機	担当メーカ
カメラA カメラ窓展開機構	SMRC 下部 217.5°	ND8 絞り Close	ND8 絞り Close	ND8 絞り Close	ND8 絞り 1/4 Open	NTS (東芝製)
カメラC	SMRC 下部 37.5°	オートアイリスND4	カメラなし	オートアイリスND4	オートアイリスND4	松下
カメラB	2/3 段接手部 3°	ND8 絞り 1/2 Open	ND8 絞り 1/2 Open	ND8 絞り 1/2 Open	オートアイリス ND 無し	NTS (東芝製)
カメラD	2/3 段接手部 90°	オートアイリスND4 広角レンズ	オートアイリスND4 広角レンズ	オートアイリスND4 広角レンズ	オートアイリスND4 広角レンズ	松下

2.2.2 受信状況

受信入力レベルについて、東打上げの5、6号機を図2.2.1に、南打上げの7、8号機を図2.2.2にそれぞれ示す。東打上げでは第2段モータ燃焼炎による影響と、ルックアングルが0度付近になることにより、受信入力レベルが75秒から140秒の間、約15～20dBm減衰することが確認された。南打上げでは軌道投入のために行われた姿勢制御により、ルックアングルが大きく変化し、160秒以降、約10dBmの受信入力レベルの減衰が確認された。全般に東打上げ、南打上げ共に受信入力レベルは計算通りの結果が得られた。

画像データは、下向きカメラでは第1段モータの点火・燃焼、1/2段モータの分離、第2段モータの点火・燃焼、上向きカメラはノーズフェアリングの開頭、第3段モータの分離、点火等と、ロケット飛翔全般に関わる画像データを取得することができた。また、カメラ窓展開機構、LED等も正常な動作が確認され、本システムの機能が十分に達成されたものと確信する。

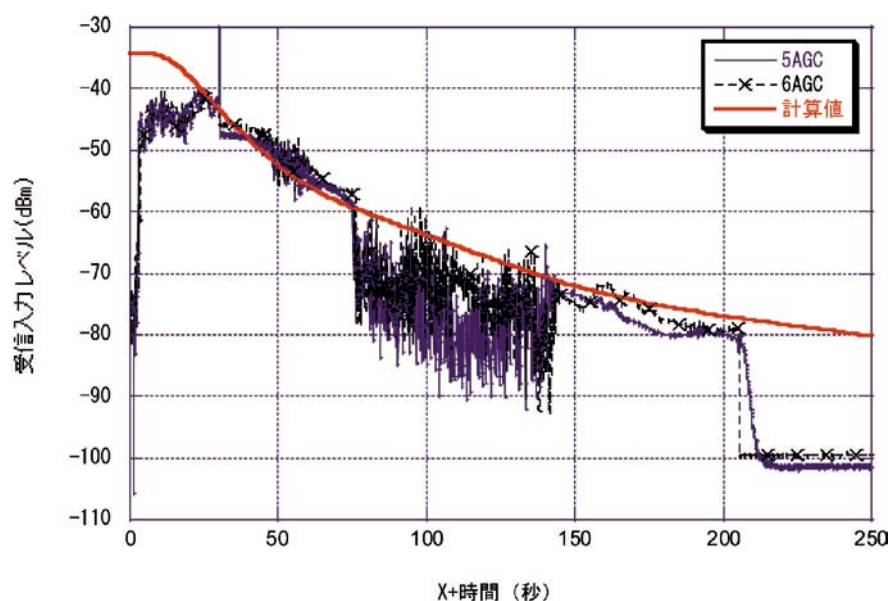


図2.2.1 M-V-5, 6号機の受信入力レベル

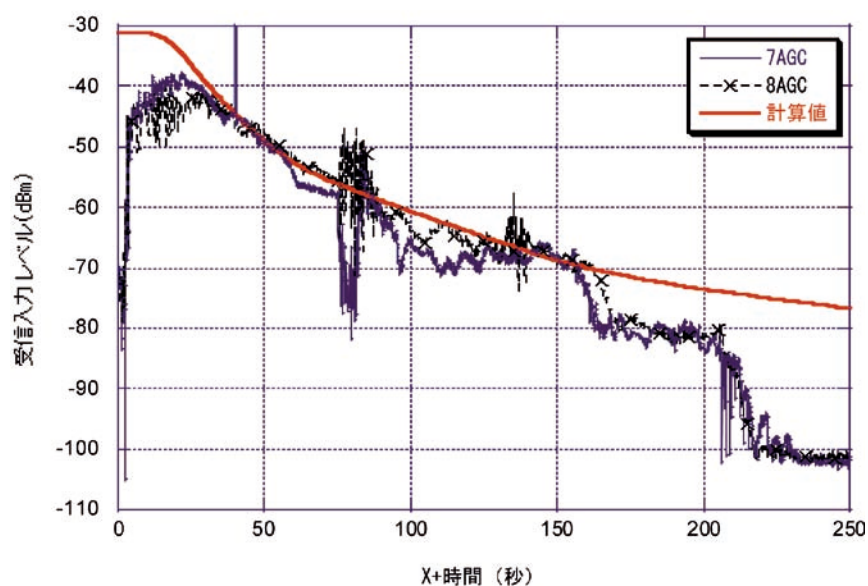


図2.2.2 M-V-7, 8号機の受信入力レベル

2.3. アンテナ切替器

テレメータ電波の送信にあたっては、受信地上局に対して良好な回線状態となるように、機体の円周対角方向に取り付けた2本のアンテナを切り替えている。

M-V-1号機ではアンテナ切替受信機を採用し、地上からのアップリンク送信電波をガイドとしてアンテナ切替操作を行った。しかし、この方法では燃焼噴煙の影響を受けて期待通りの切替動作にならない事があった。そのため、3号機、4号機では受信機機能を使用せず、ノミナル軌道と姿勢から有効なアンテナを、あらかじめ決定し、タイマ信号で切替動作を行わせた。さらに5号機以降では、姿勢制御システムのロール角情報から生成されたアンテナ切替信号を受けて切り替え動作を行う方式に変更した。

2.3.1 システム構成

アンテナ切替器のシステム構成を図2.3.1に示す。切替システムで制御されるアンテナはB3-Sバンドアンテナ、B2-Sバンドアンテナ、B2-300アンテナ、B1-300アンテナ、およびTVアンテナである。

アンテナ切り替え動作の概要を以下に述べる。

姿勢制御システムのCPUパッケージは、機体のロール角を算出して、あらかじめ設定した切替基準値と比較することにより、アンテナ設定の指令信号を10msec毎に送出する。B3-Sバンドアンテナ切替器は、この信号を受け、40msec毎にサンプリングしてB3-Sバンドアンテナの制御を行うと同時にB2-Sバンドアンテナ切替器およびTVアンテナ切替器へ制御信号を配分する。そして、B2-Sバンドアンテナ切替器は300アンテナ切替器への制御信号を配分する。これらの従属接続動作は飛翔時に選択されるモードで、地上試験では、それぞれのアンテナ切替器を個別に切り替える事もできる。

2.3.2 しきい値（切り替え基準ロール角）設定

切替制御はロケットのロール角を判定することによって決められる。ロール角判定のしきい値を決定するために、計画軌道と姿勢制御計画の情報を用いて各地上局からの見え方を計算しておく。次に、ロケットの飛翔区間を時間分割してそれぞれの区間で最適と思われる値に設定し、搭載姿勢制御プログラムに書き込む。切替設定値については、さらに ± 1 度のヒステリシスが設けられている。表2.3.1に5, 6, 8, 7号機におけるしきい値設定結果を示す。また、これらの値を算出するために用いた角度情報の定義を図2.3.2に示す。

2.3.3 結果

アンテナ切替器の動作状況を各号機について述べる。

2.3.3.1 M-V-5号機

USC 10m ϕ アンテナから見た「 α 角とアンテナ位相」の結果を図2.3.3に示す。X + 250秒付近および340秒過ぎのスピンプーズでアンテナ切替器が動作している。

アンテナ切替器は全て順調に作動した。X + 73秒のタイマ信号によるアンテナ切替（B2→B1）はUSCのB1テレメータ受信レベル変化により確認できた。

15GHzアンテナ切替器（90°側）およびB2 Sバンドアンテナ切替器（270°側）の動作についてはB2テレメータ（TMU-2）のアンサデータにより確認できている。なおB2/B3分離後も以前の状態を保持しており正常動作が確認できた。

図2.3.4と図2.3.5にB3 S-ANT SWの動作状況を示す。図2.3.4はX + 200秒から300秒におけるロール角とアンテナ切り替えステータスを示したもので、ロール角が、切替設定値とヒステリシス値から決まる切替指定値（21°）を超えたところでアンテナが切り替わっていることがわかる。

図2.3.5はスピンプーズでのアンテナ切り替え状況を示したものである。スピンに同期して順調に切替動作が行われている様子が分かる。

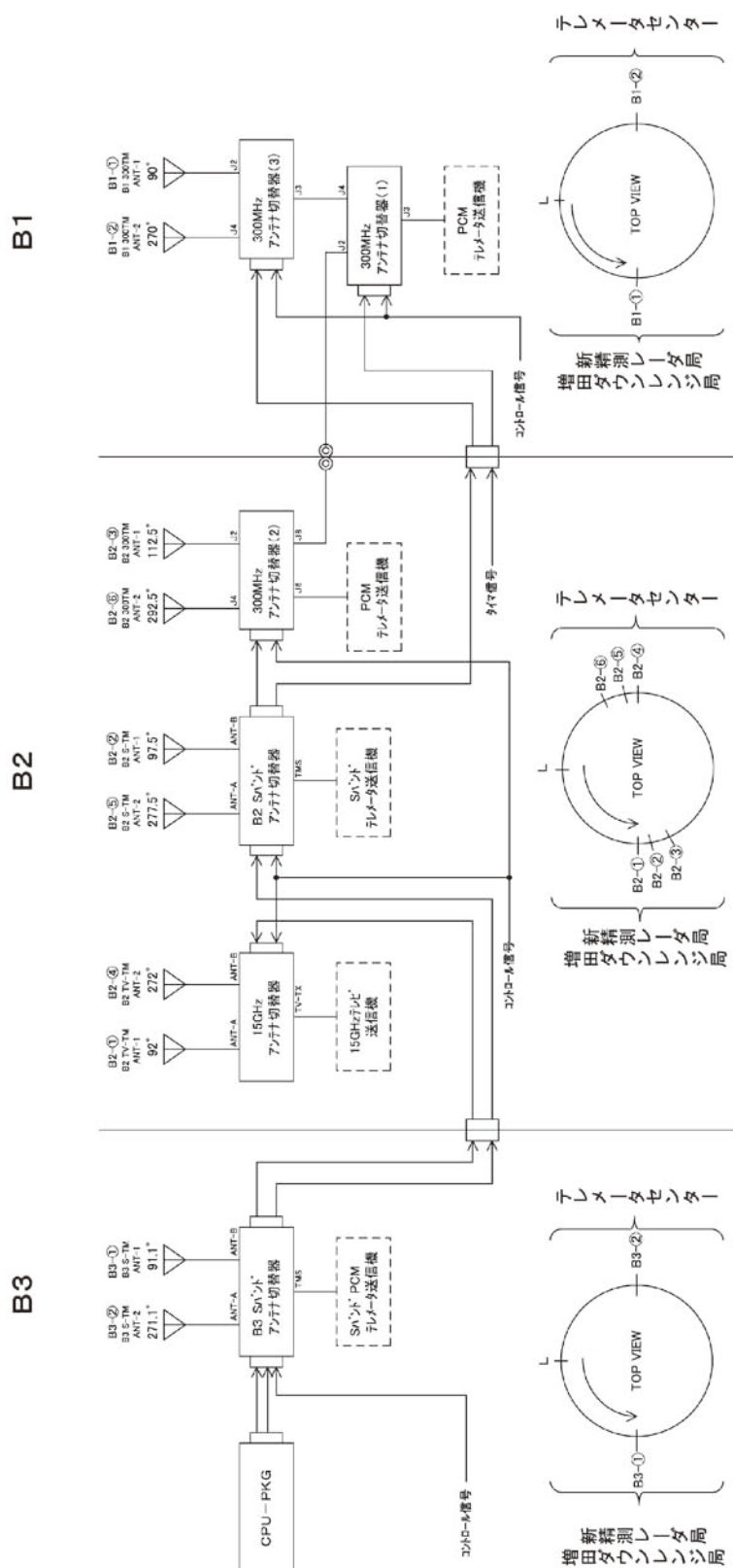


図 2.3.1 アンテナ切替器システム構成

表2.3.1 M-V-5, 6, 8, 7号機におけるしきい値設定結果

(ロール角) - (閾値)を-180度~180度に正規化した値が正で270度側, 負で90度側とする.

(注)ヒステリシス設定値は+/-1度とする.

M-V-5号機

No.	X+TIME	S-ANT閾値	S-ANT ENABLE	TV-ANT閾値	TV-ANT ENABLE	備考
0	一最大値	0	270側固定	0	90側固定	
1	0	-124.3	出力あり	106.4	出力あり	10m/Prec
2	60	-124.3	出力あり	175.7	出力あり	10m,Miya/Prec(Prec:TV~200sec)
3	210	-160.0	出力あり	175.7	出力あり	Miyazaki/Prec
4	330	108.3	出力あり	175.7	出力あり	Ogasawara
5	最大値	0	出力あり	0	出力あり	

M-V-6号機

No.	X+TIME	S-ANT閾値	S-ANT ENABLE	TV-ANT閾値	TV-ANT ENABLE	備考
0	一最大値	0	270側固定	0	90側固定	
1	0	-124.9	出力あり	57.1	出力あり	10m/Prec
2	30	-168.5	出力あり	114.6	出力あり	10m/Prec
3	65	-115.5	出力あり	162.6	出力あり	Miyazaki/Prec
4	150	170.4	出力あり	169.6	出力あり	10m,Miya/Prec(Prec:TV~200sec)
5	350	177.0	出力あり	169.6	出力あり	10m,Miya,Prec
6	400	125.9	出力あり	169.6	出力あり	Ogasawara
7	1000	-2.4	出力あり	169.6	出力あり	Christmas
8	1370	150.4	出力あり	169.6	出力あり	Christmas
9	1450	115.6	出力あり	169.6	出力あり	Christmas
10	1550	96.0	出力あり	169.6	出力あり	Christmas
11	最大値	0	出力あり	0	出力あり	Christmas

M-V-8号機

No.	X+TIME	S-ANT閾値	S-ANT ENABLE	TV-ANT閾値	TV-ANT ENABLE	備考
0	一最大値	0	270側固定	0	90側固定	
1	0	-60.3	出力あり	105.8	出力あり	10m/Prec
2	20	131.9	出力あり	119.0	出力あり	10m / Prec
3	72	133.3	出力あり	104.9	出力あり	masuda / Prec
4	150	162.9	出力あり	162.5	出力あり	10m, masuda /Prec(TV ~200s)
5	199	177.9	出力あり	162.5	出力あり	10m, masuda /Prec(TV ~200s)
6	350	-156.5	出力あり	162.5	出力あり	10m, masuda
7	600	-70.1	出力あり	162.5	出力あり	Australia
8	880	-41.9	出力あり	162.5	出力あり	Australia
9	1000	-17.5	出力あり	162.5	出力あり	Australia
10	1150	8.2	出力あり	162.5	出力あり	Australia
11	1300	41.3	出力あり	162.5	出力あり	Australia
12	4500	-164.8	出力あり	162.5	出力あり	Alaska
13	4900	-133.7	出力あり	162.5	出力あり	Alaska
14	最大値	0	出力あり	0	出力あり	

M-V-7号機

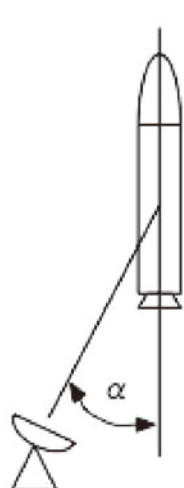
No.	X+TIME	S-ANT閾値	S-ANT ENABLE	TV-ANT閾値	TV-ANT ENABLE	備考
0	一最大値	0	270側固定	0	90側固定	
1	0	-61.8	出力あり	111.4	出力あり	10m/Prec
2	21	-159.7	出力あり	140.2	出力あり	10m / Prec
3	73	129.3	出力あり	109.0	出力あり	masuda / Prec
4	151	155.6	出力あり	155.2	出力あり	10m, masuda /Prec(TV ~200s)
5	201	163.2	出力あり	155.2	出力あり	10m, masuda
6	351	158.7	出力あり	155.2	出力あり	10m, masuda
7	401	151.3	出力あり	155.2	出力あり	10m, masuda
8	830	-49.4	出力あり	155.2	出力あり	Australia
9	960	17.3	出力あり	155.2	出力あり	Australia
10	1260	46	出力あり	155.2	出力あり	Australia
11	1315	75.5	出力あり	155.2	出力あり	Australia
12	1380	107.7	出力あり	155.2	出力あり	Australia
13	4660	-151	出力あり	155.2	出力あり	Alaska
14	4830	-114.5	出力あり	155.2	出力あり	Alaska
15	最大値	0	出力あり	0	出力あり	

ルックアングル計算について

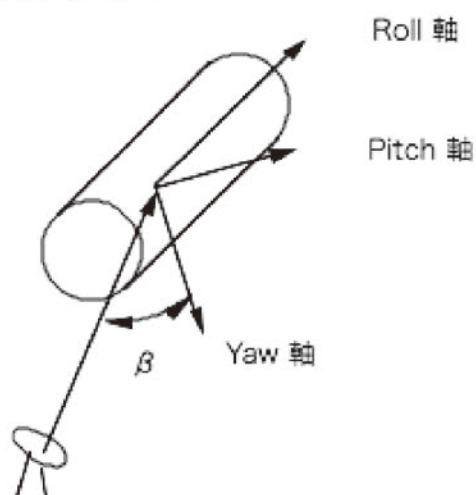
α 角：機軸ベクトル(roll軸ベクトル)と視線ベクトルのなす角。

β 角(roll phase angle)：yaw軸ベクトルと視線ベクトルのなす角。

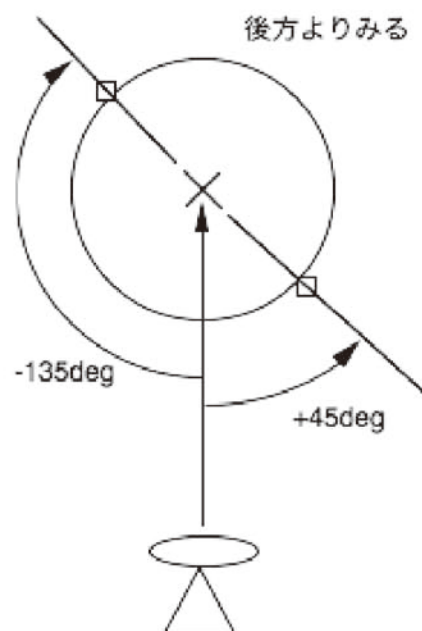
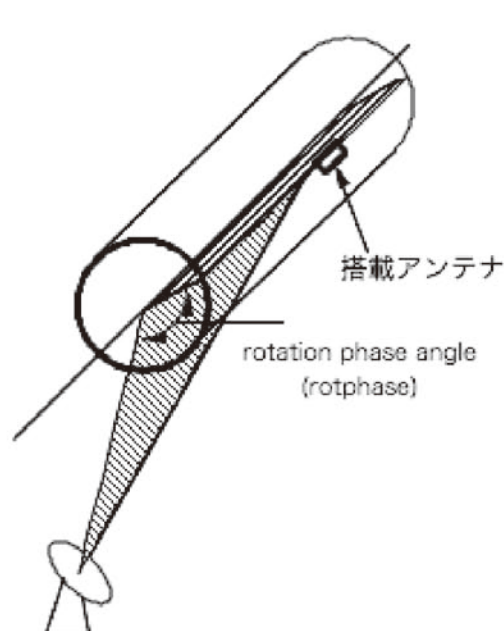
ANT位相(ANT rotation phase)：指定されたアンテナ位相と機軸を通る平面と、視線ベクトルと機軸ベクトルが張る平面とが成す角。



α 角の定義



β 角の定義



Rotation phase の定義

図2.3.2 角度の定義

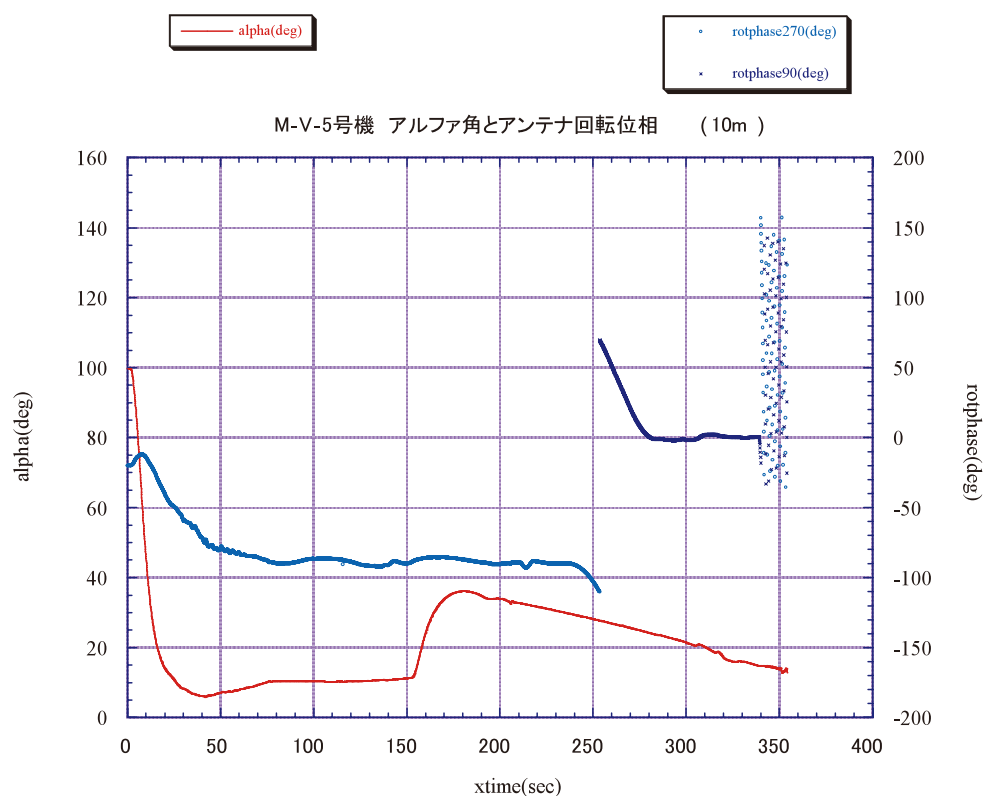
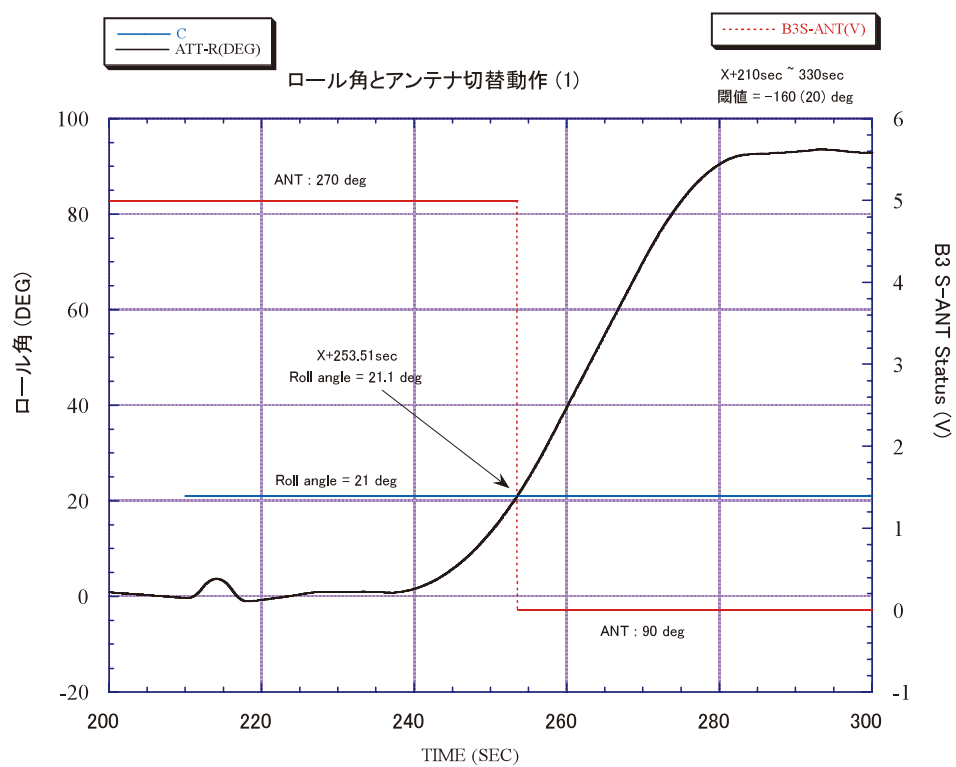
図2.3.3 M-V-5号機の α 角とアンテナ回転位相 (10m ϕ)

図2.3.4 M-V-5号機のロール角とアンテナ切替動作

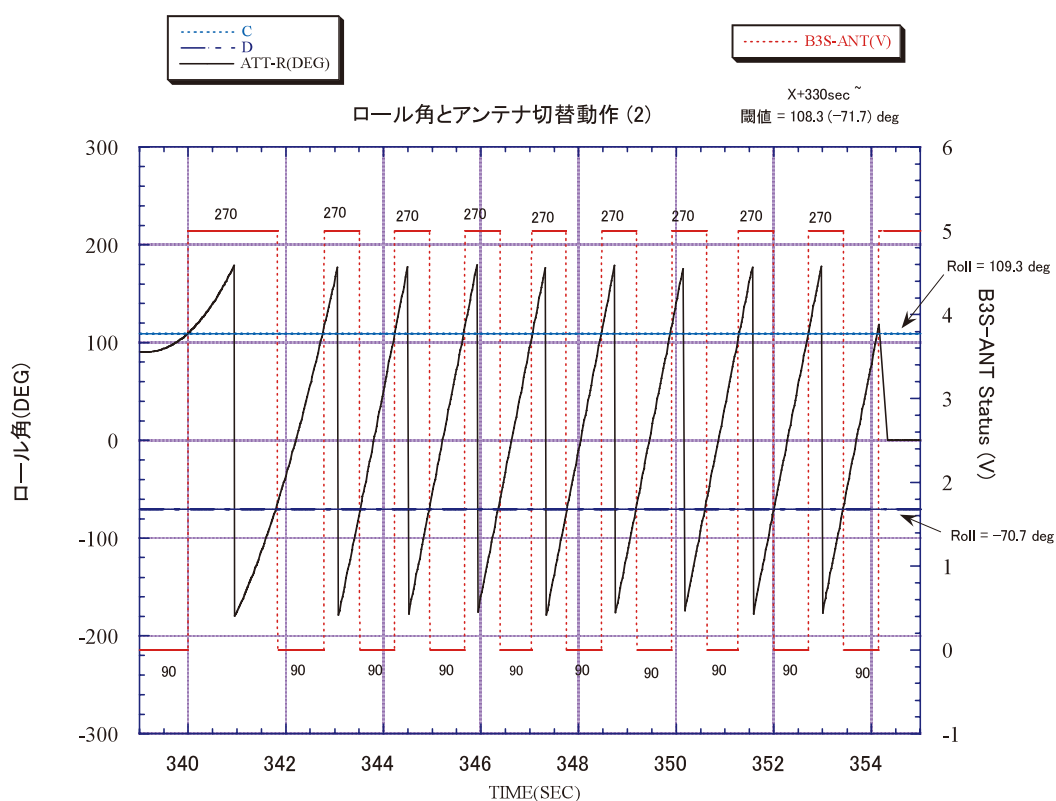


図2.3.5 M-V-5号機のロール角とアンテナ切替動作（スピンフェーズ）

2.3.3.2 M-V-6号機

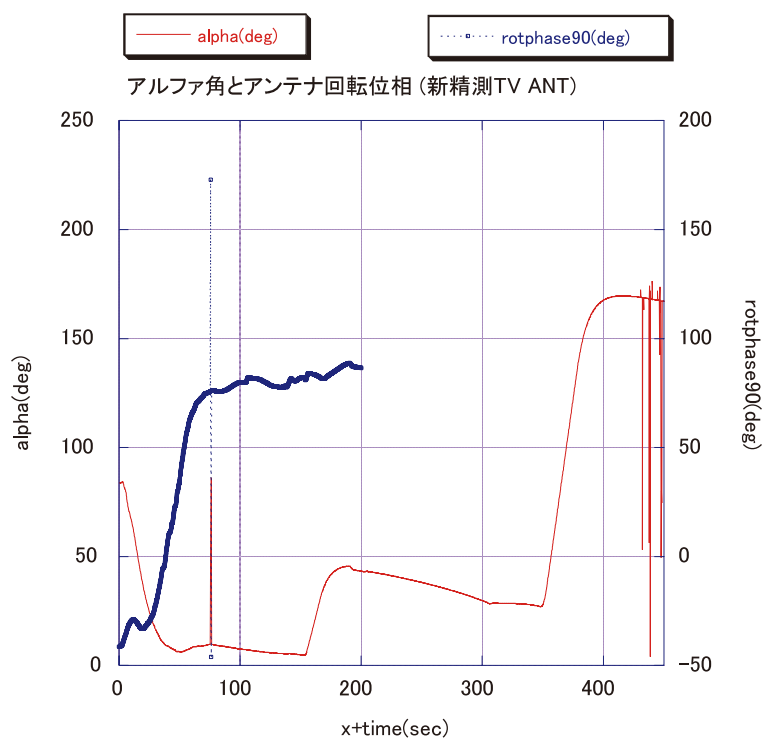
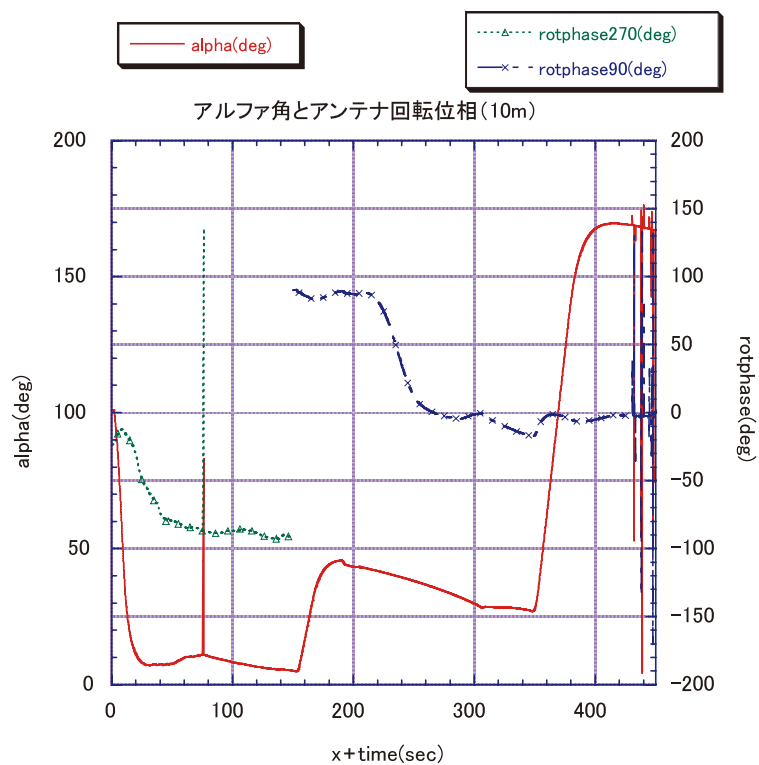
図2.3.6から図2.3.8に新精測，10m ϕ アンテナ，宮崎局から見た α 角とアンテナ回転位相の図を示す．アンテナ回転位相は 0° で地上局の正面に向いているという表現である．

新精測（TV アンテナ）では 90° 側アンテナで2/3段分離まで問題なく機能した．B3-Sバンドアンテナについては，X + 150秒で 270° 側アンテナから 90° 側アンテナに切り替わっている．これは第2段モータ燃焼終了後に主局である10m ϕ アンテナでの受信に重点を置いた事による結果で，計画通りである．

また400秒以降1000秒以前は小笠原局を主局と考え，しきい値を設定した．バーベキュースピが行われているところでアンテナが切り替わっている様子（X + 536秒）を図2.3.9に示す．

図2.3.10はクリスマス局における α 角とアンテナ回転位相の図である．X + 1451秒以降のスピンフェーズでアンテナが交互に切り替わっている様子が分かる．

衛星分離（X + 1307秒）前後におけるアンテナ切り替えの様子を拡大して図2.3.11に示す．分離前のスピンフェーズでアンテナが 270° 側から 90° 側，さらに 270° 側へと切り替わっている事が分かる．

図2.3.6 M-V-6号機の α 角とアンテナ回転位相 (新精測TV ANT)図2.3.7 M-V-6号機の α 角とアンテナ回転位相 (10m ϕ)

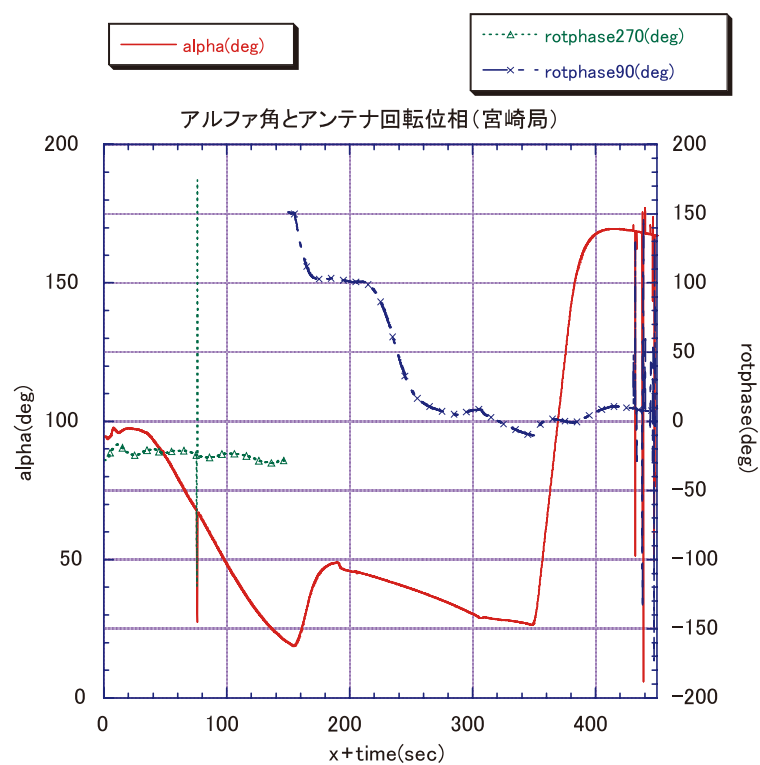


図2.3.8 M-V-6号機の α 角とアンテナ回転位相(宮崎局)

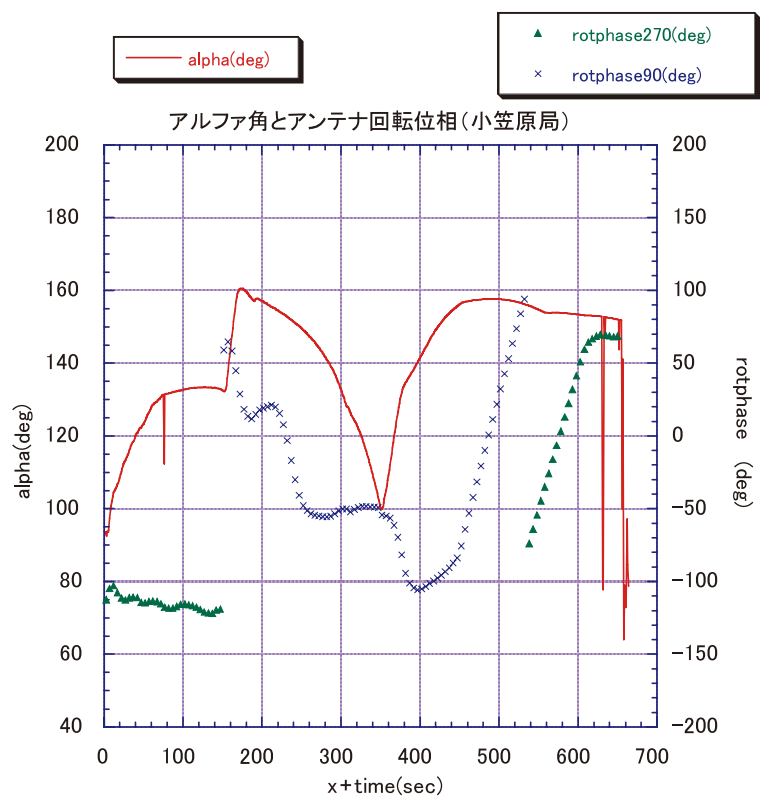
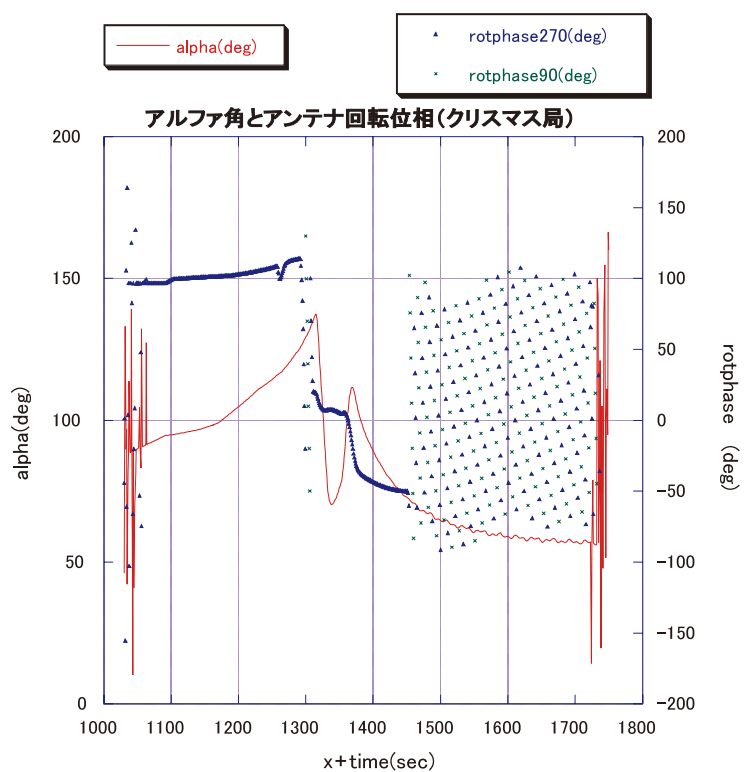
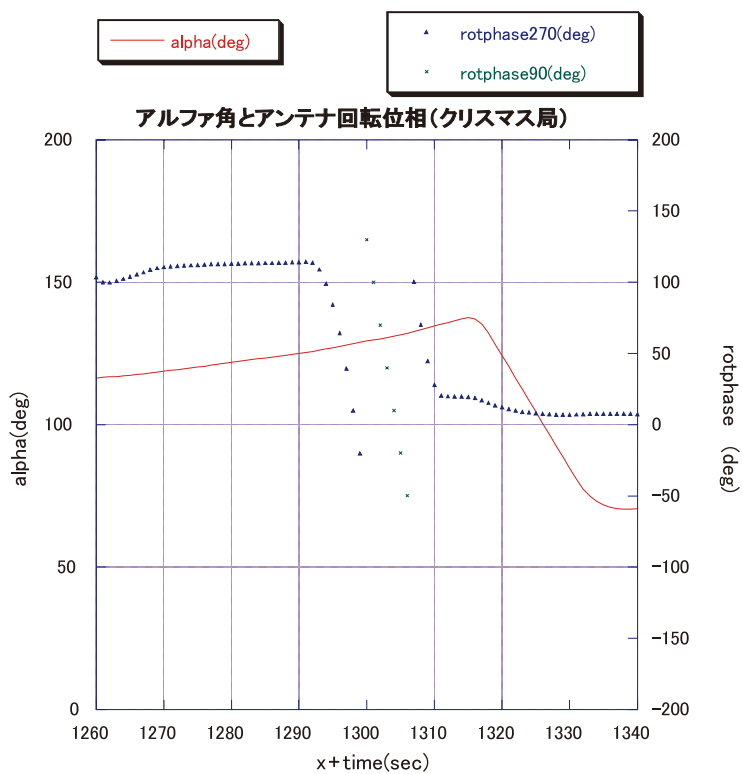


図2.3.9 M-V-6号機の α 角とアンテナ回転位相(小笠原局)

図2.3.10 M-V-6号機の α 角とアンテナ回転位相（クリスマス局）図2.3.11 M-V-6号機（衛星分離前後）の α 角とアンテナ回転位相（クリスマス局）

2.3.3.3 M-V-8号機

5, 6号機は東打ちであったが, 8号機は南打ちである. 10m ϕ アンテナから見た α 角とアンテナ回転位相を図2.3.12に示す. 発射時は270°側アンテナが10m ϕ アンテナに向いているが, X + 20秒以降は90°側アンテナが10m アンテナへ向いている. X + 20秒におけるアンテナ切り替えは, あらかじめ設定した「しきい値」にしたがって実行されたものである.

さらに, 増田局から見た α 角とアンテナ回転位相を図2.3.13に示す.

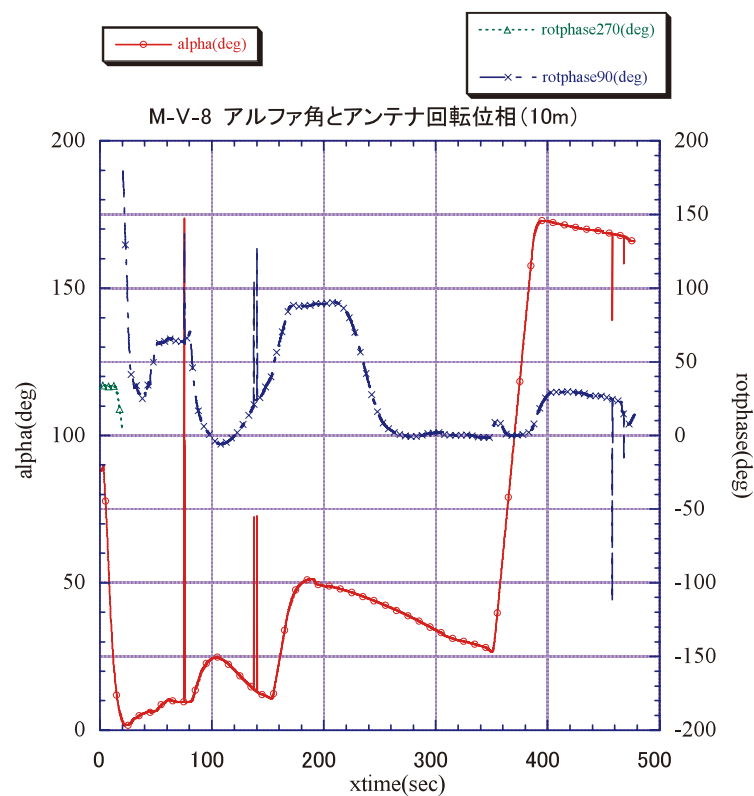


図2.3.12 M-V-8号機の α 角とアンテナ回転位相 (10m ϕ)

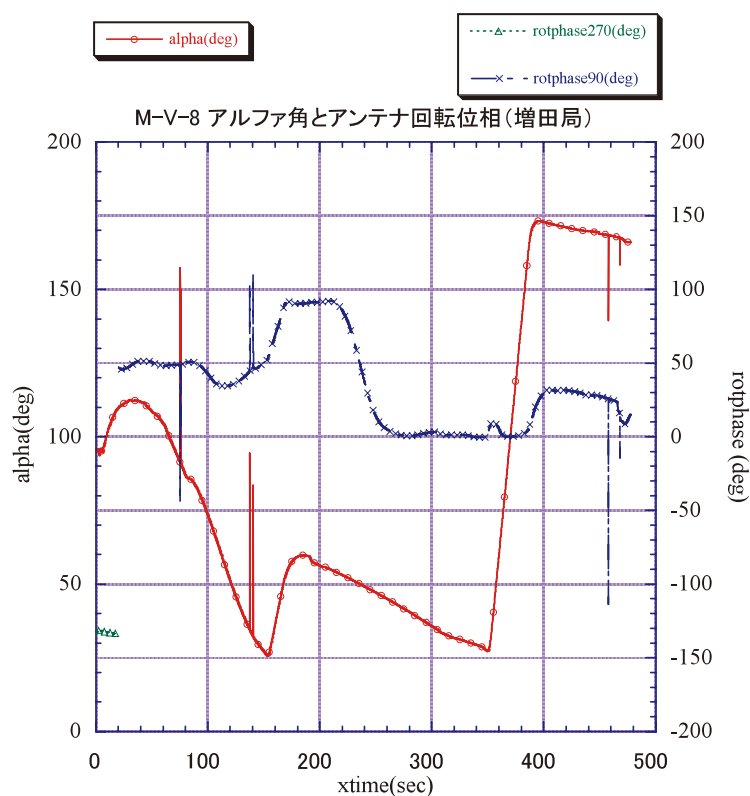


図2.3.13 M-V-8号機の α 角とアンテナ回転位相（増田局）

2.3.3.4 M-V-7号機

7号機は8号機と同様に南打ちとなっている。搭載アンテナは設定にしたがって、正常に動作している事がフライトデータより確認できた。

各地上局より見た機体の α 角とアンテナ回転位相について、それぞれノミナル計画値と飛翔結果を比較して、図2.3.14から図2.3.18に示す。

テレメータアンテナについては、従来からの考え方として、1/2段分離前のX + 73秒まではUSC局を主局とし、それ以降、第2段燃焼終了までは増田局を主局とするよう計画した。

オーストラリア局のデータについては、約900秒から1040秒までのデータが欠損しているが、880秒以降900秒までの α 角は約 15° 、アンテナ回転位相も約 18° となっており、計画値からも約950秒まで同様の状態である事が分かる。

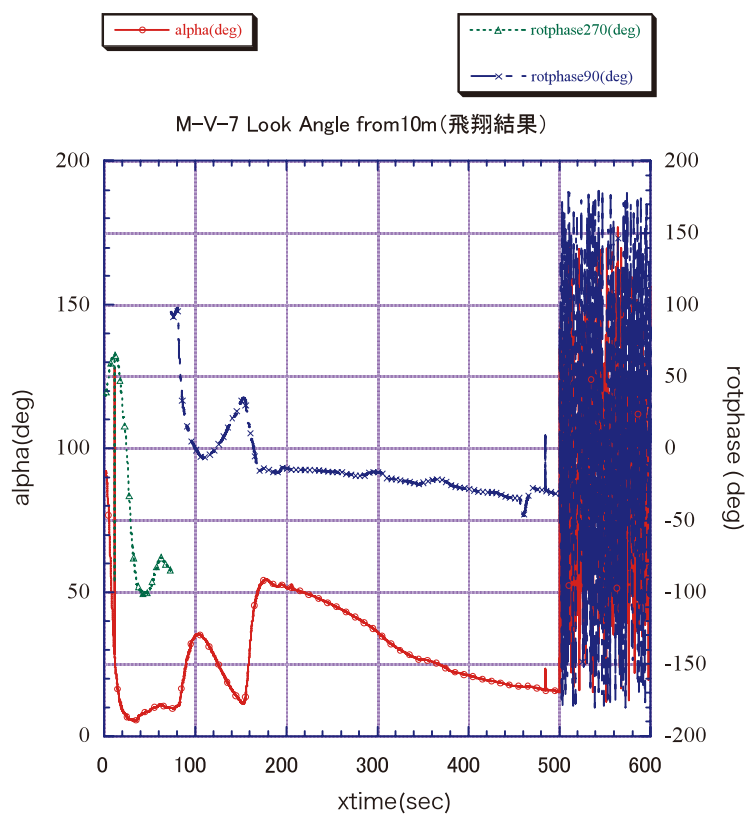
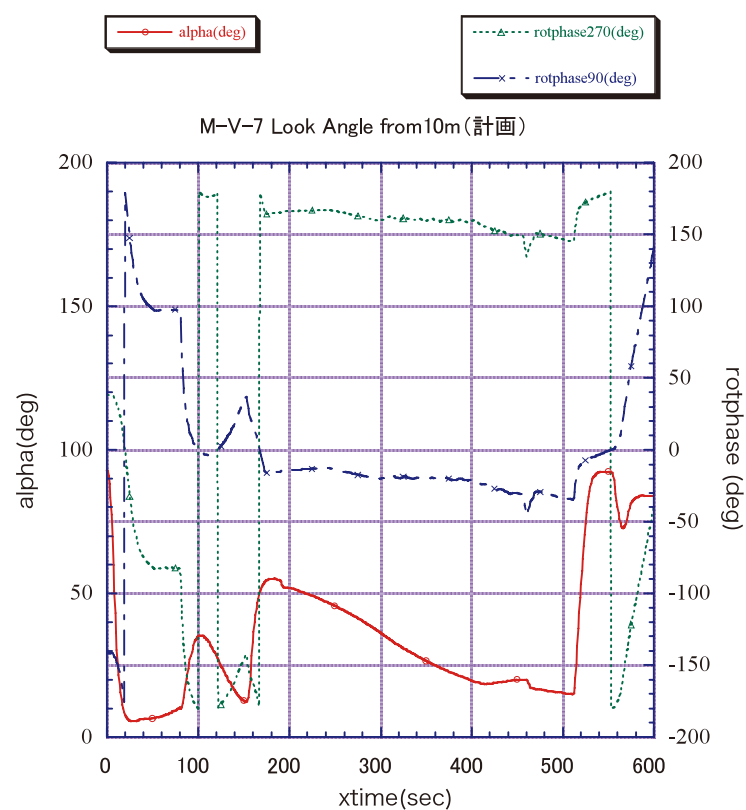


図2.3.14 M-V-7号機の α 角とアンテナ回転位相 (10m ϕ)

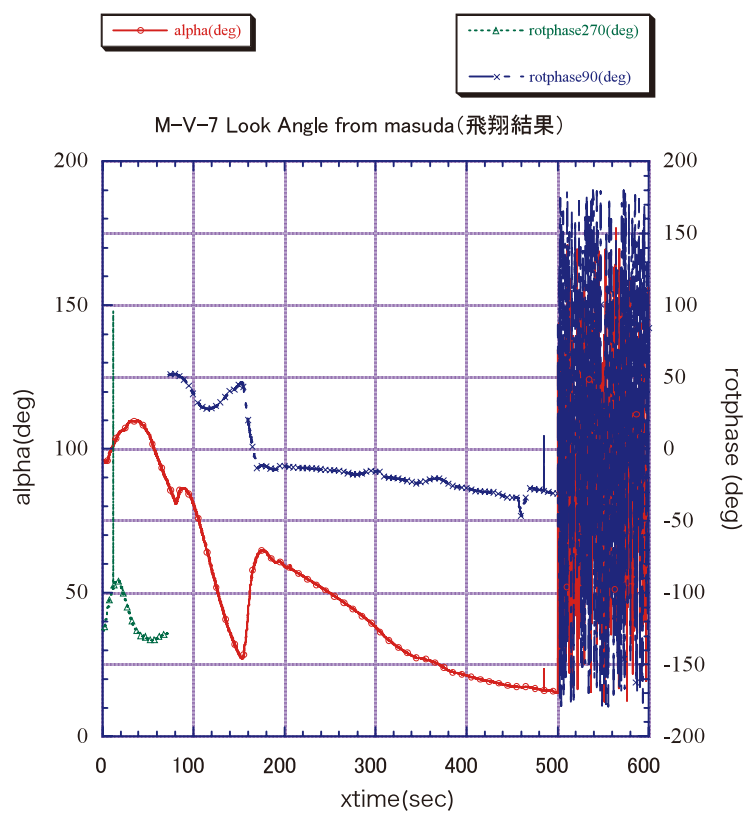
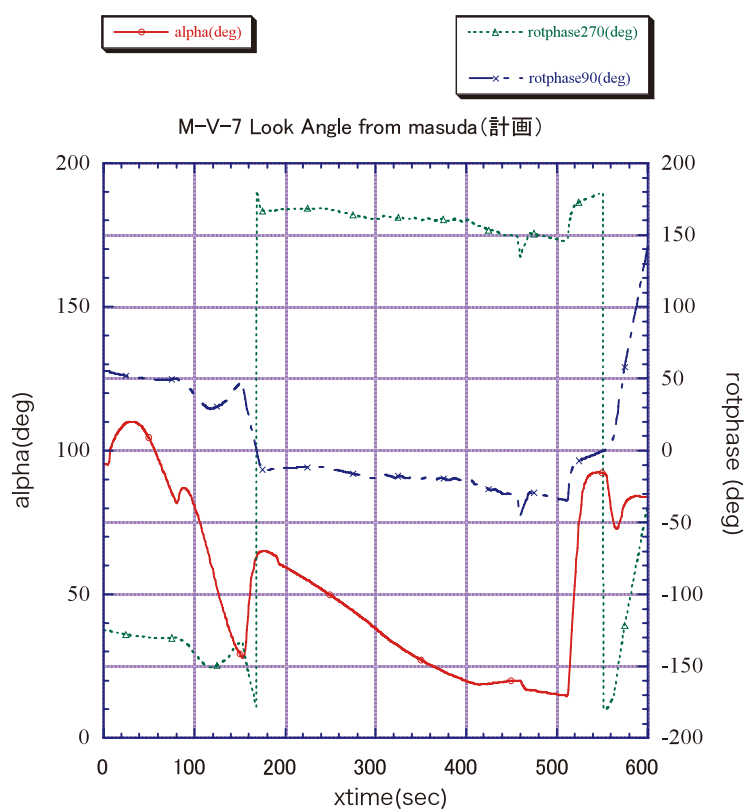


図2.3.15 M-V-7号機の α 角とアンテナ回転位相 (増田局)

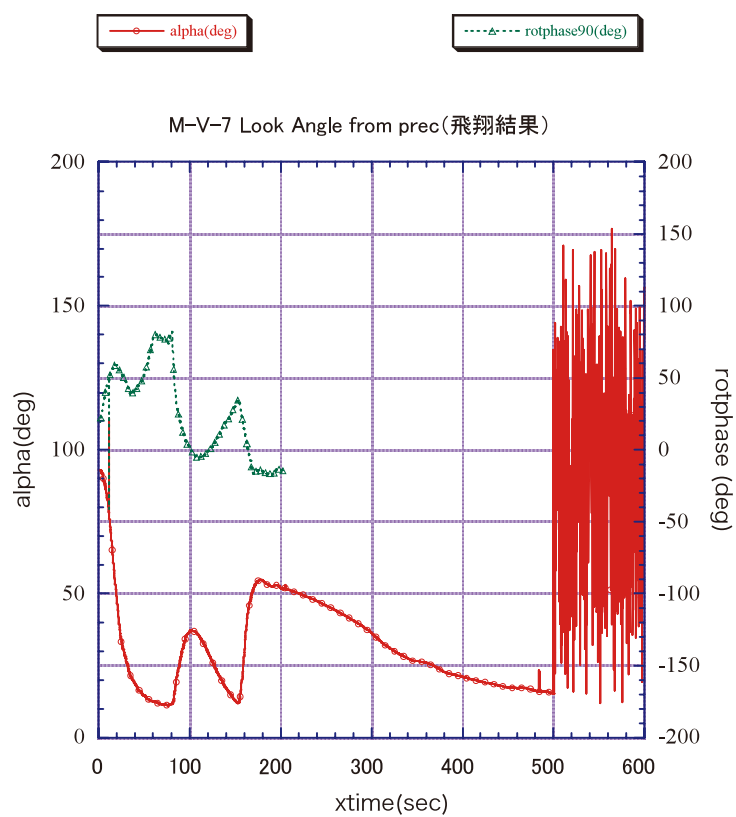
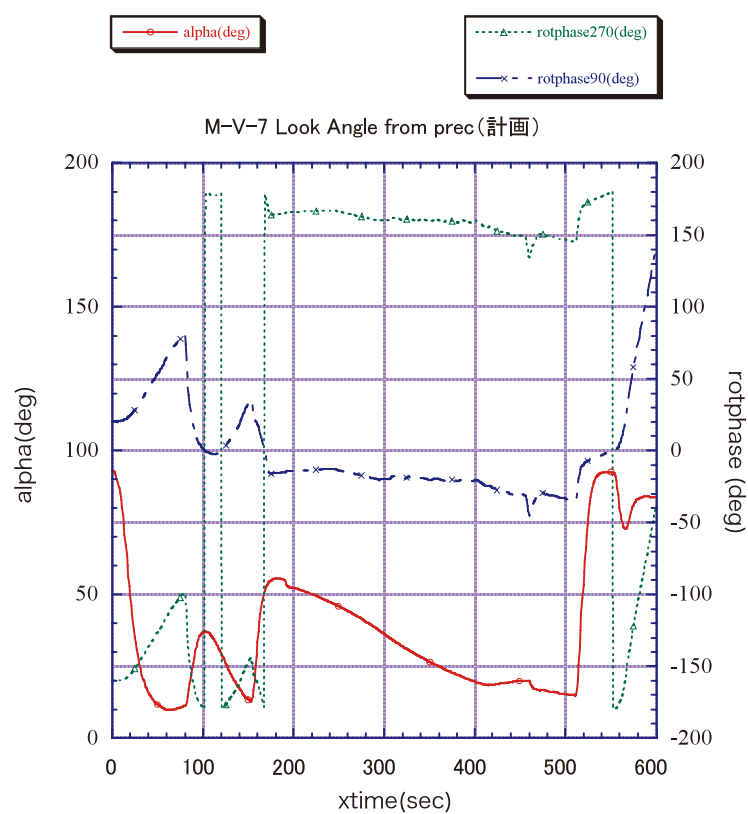


図2.3.16 M-V-7号機の α 角とアンテナ回転位相 (新精測TV ANT)

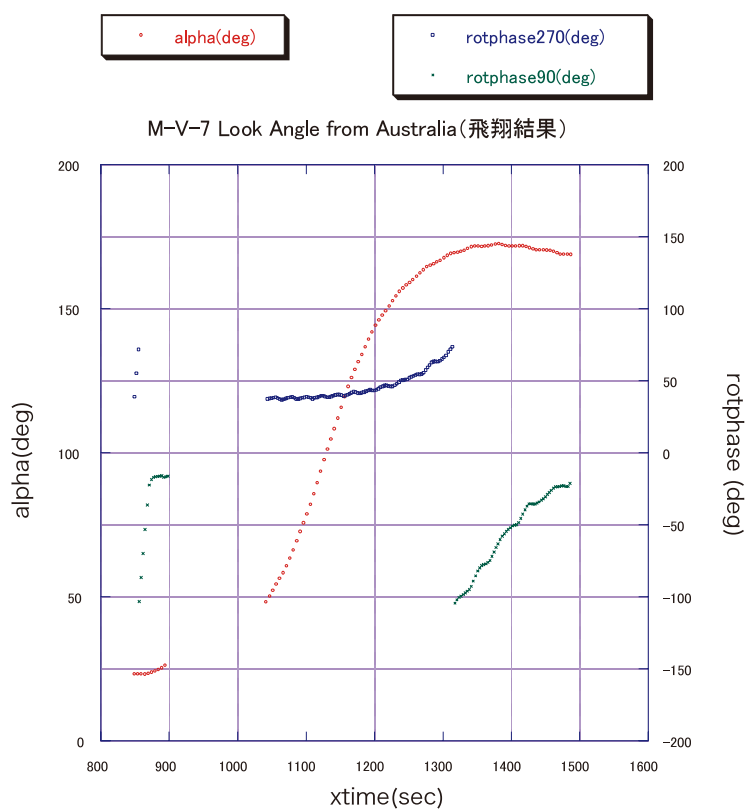
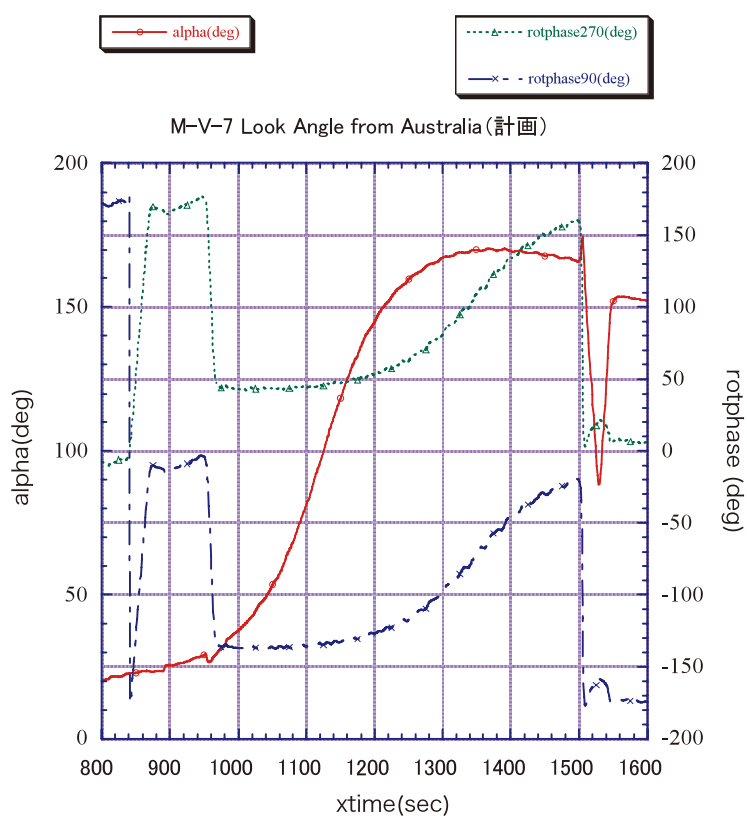


図2.3.17 M-V-7号機の α 角とアンテナ回転位相 (オーストラリア局)

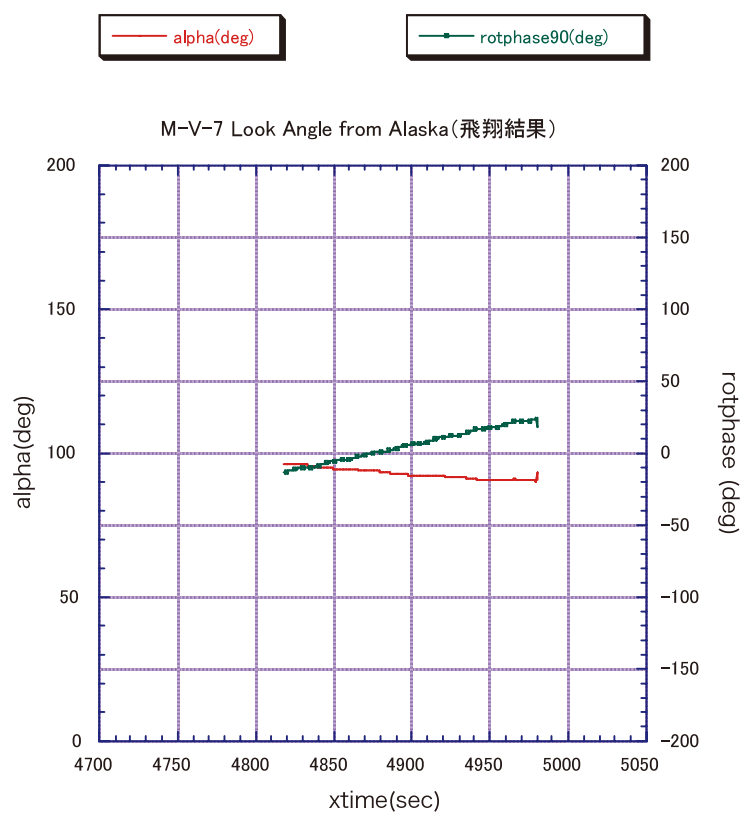
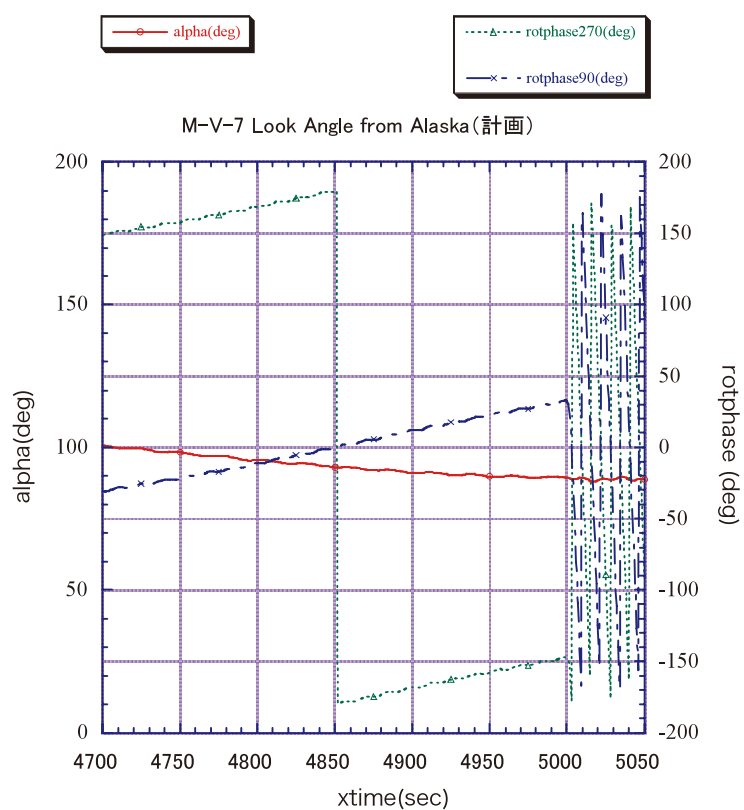


図2.3.18 M-V-7号機の α 角とアンテナ回転位相 (アラスカ局)

2.3.4 まとめ（アンテナ切替器）

M-V-5号機より採用されたアンテナ切替器の方式は、テレメータ電波を良好に受信するために、極めて有効であった。特にスピフェーズで横方向から機体を見る場合に、その威力を発揮する事ができた。

今後の改善案としては、受信主局としきい値を決定するにあたり、搭載アンテナパターンの数値データを入手する事が考えられる。それにより、より最適に「しきい値」を設定する事ができる。

2.4. 計装

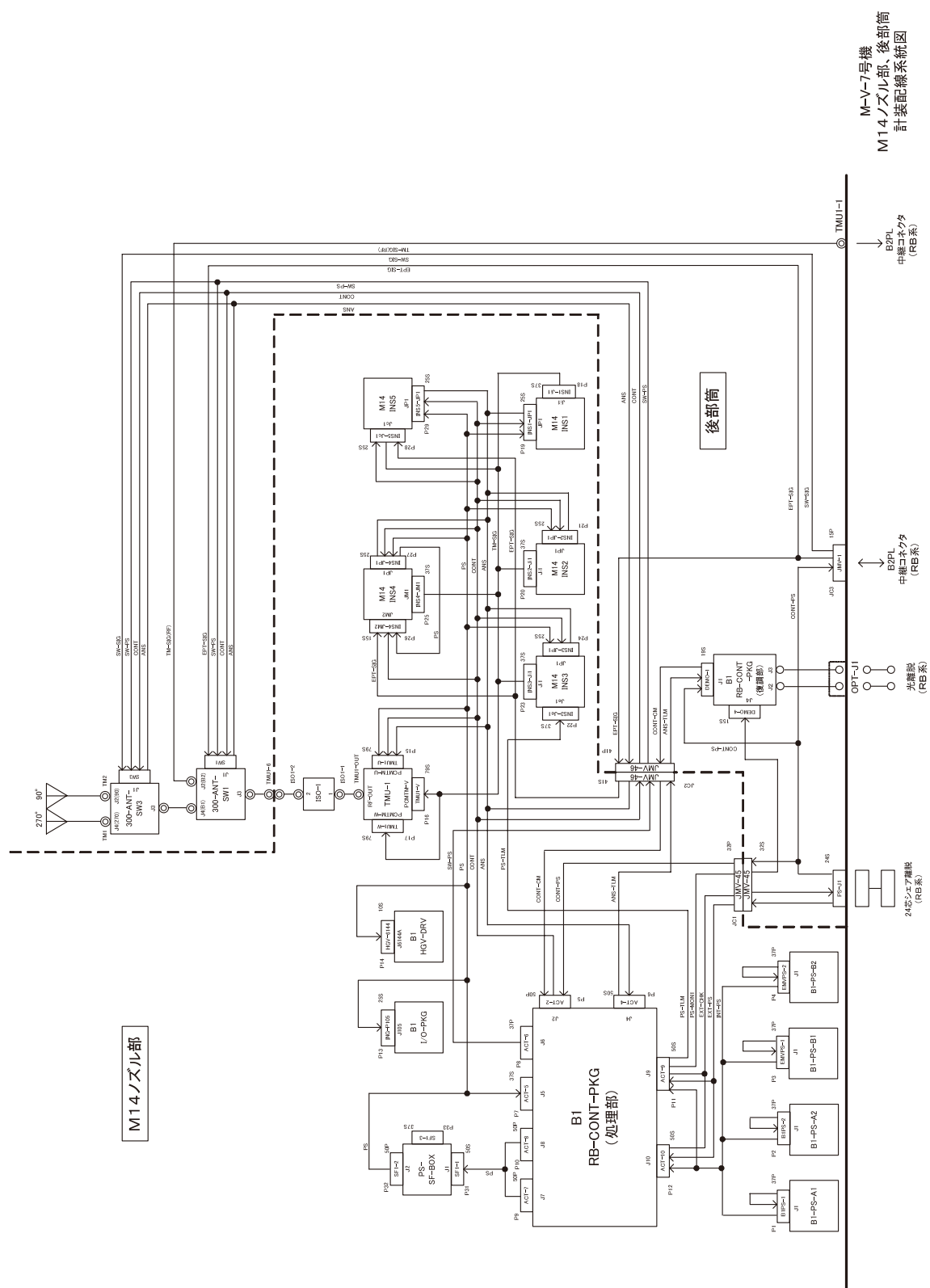
2.4.1 電気計装概要

電気計装は各段に搭載された機器への電源供給、計測装置からテレメータ装置への信号送信や姿勢制御系の信号伝送を担う電気系配線である。電気計装は基本的には、すでに報告済みのM-V-1, 3, 4号機と基本的な構成は同じであるが、M-V-5号機からアンテナ切替方式を管制誘導装置（ING）からの制御信号により切り替える方式としたこと、M-V-6号機から第3段計器部にサブペイロードが搭載され、その関連の計装は配線が追加されたことが大きく変わった点である。

2.4.2 電気計装

電気計装の詳細についてはM-V-1, 3, 4号機で報告済みであるので、ここでは7号機を例として計装配線系統図について、次ページ以降に以下の計装配線系統図を示す。なお、テレメータ系空中線系統図については、アンテナ切替器の項に掲載した。

- ・ 図2.4.1 M-V-7号機M-14ノズル部、後部筒計装配線系統図
- ・ 図2.4.2 M-V-7号機B2PL部計装配線系統図
- ・ 図2.4.3 M-V-7号機B3PL部計装配線系統図
- ・ 図2.4.4 M-V-7号機サブペイロード部計装配線系統図
- ・ 図2.4.5 M-V-7号機分離、中継および離脱ケーブル系統図





サブペイロード部

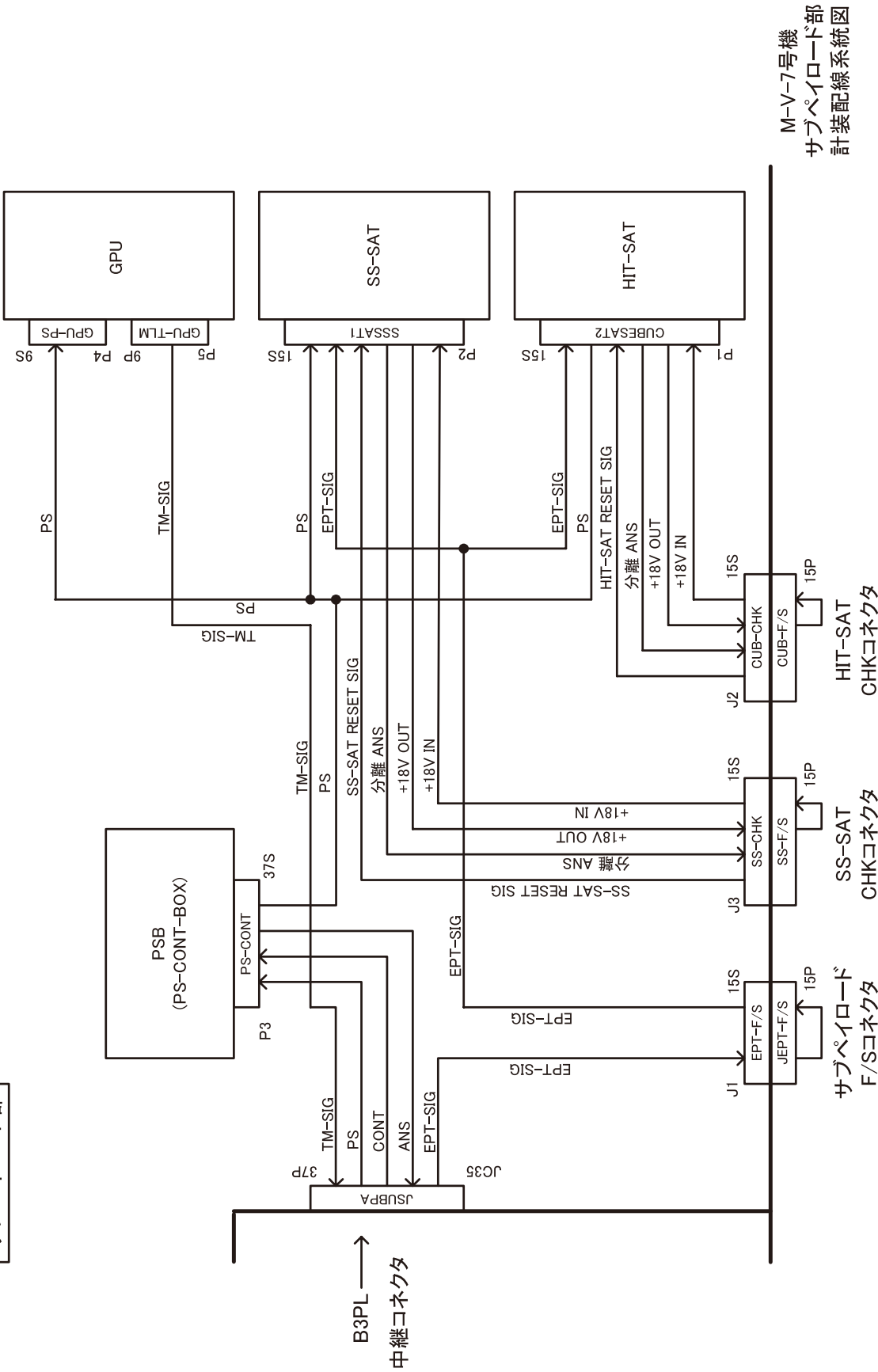


図2.4.4 M-V-7号機サブペイロード部計装配線系統図

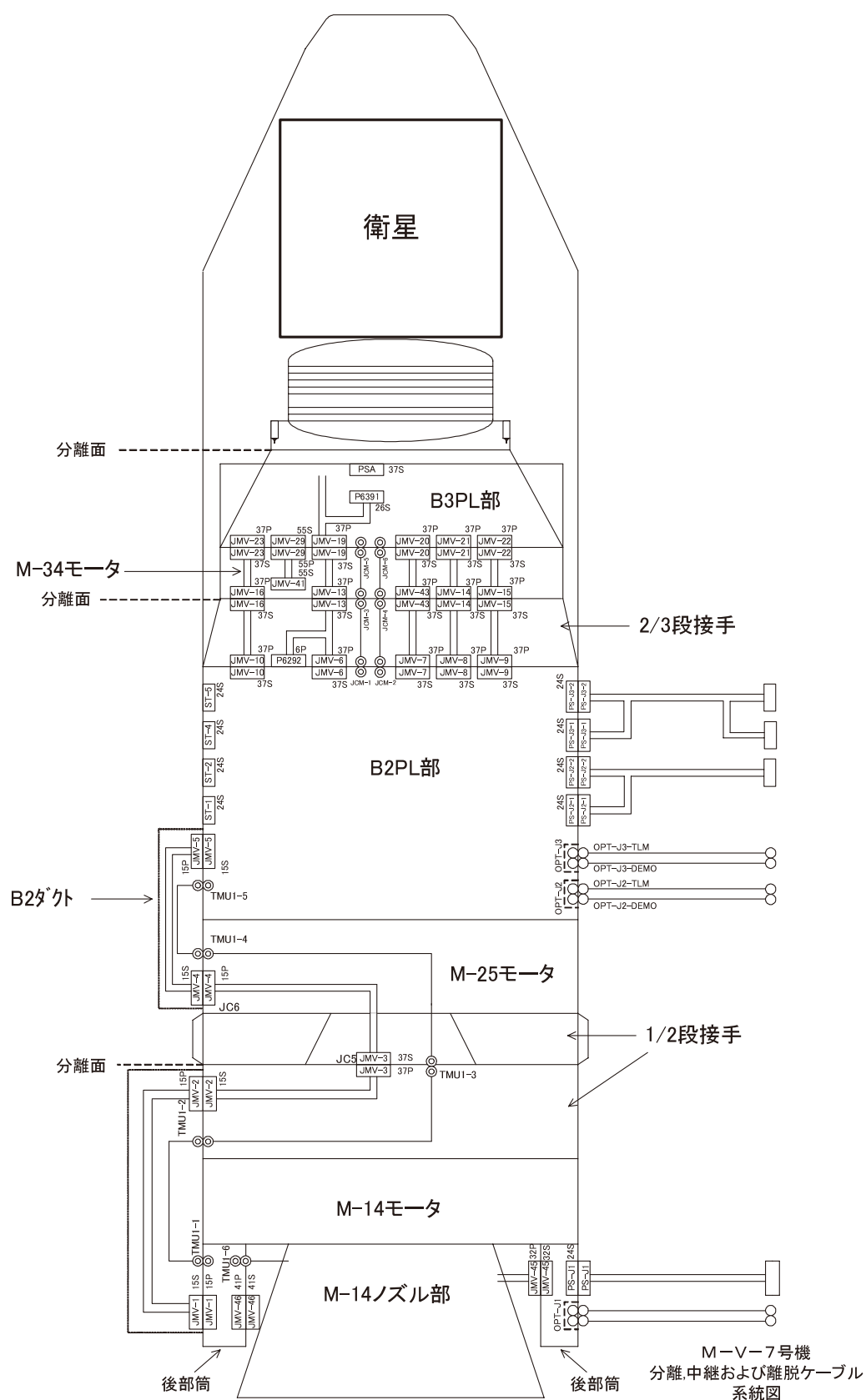


図2.4.5 M-V-7号機分離、中継および離脱ケーブル系統図

3. 次期固体ロケットへの反映事項

M-V ロケットでは3段式であったこともあり搭載テレメータが5台（TVを含む）と多く、またその時の地上設備との関係で新方式への移行が難しく旧来の方式を引き継ぐ結果となった。そのため、最適なシステムとは言い難く機能的には満足するものの改良を要する点も多い。次期固体では、過去の設備や財産に対する手かせ足かせは無いのであるから、搭載系地上系共に斬新な最適なものとしてもらいたい。以下に参考までにM-Vにおける（それ以前からも含む）問題点や留意点について地上系も含めて記すこととする。

(1) 問題点

- ・ 搭載テレメータ台数が多すぎる。
- ・ PCMテレメトリ方式（主にフレームフォーマット）が古い。
- ・ 受信機系で輸入品を使用していたが保守等に問題多し。
- ・ 地上系の老朽化。

(2) 留意点

- ・ ロケット燃焼噴煙による電波減衰の問題（ダウンレンジ局による対応他）。
- ・ ロケットロール角に対するアンテナ切替器の必要性（慣性誘導装置信号制御）。
- ・ 計装配線重量の軽減化及び簡略化。
- ・ 搭載系地上系一体の最適システム設計。
- ・ 受信機等の冗長系の確保

(3) 継承事項

- ・ 臨機応変な対応が可能な体制

4. まとめ（全体）

M-V-5号機から最後の7号機を通して搭載テレメータ/コマンド装置は問題無く動作し、所期の目的を果たすことができた。特に、5号機から採用されたING制御信号によるアンテナ切り替え方式は、各受信局において良好な受信を行うことに大いに貢献した。コマンド受信機も7号機において新型の受信機を搭載しその性能を確認することができた。TV画像送信では4画面方式を確立しM-Vロケット飛翔中の各イベントの映像を送り飛翔保安上においても重要なデータ（情報）となった。このほか電気計装等においても全体を通して問題なく任務を果たすことができた。

これまでの経験や実績が次期個体ロケットに反映され、より確実な洗練されたシステムとなることを願って本項の終わりとする。

参考文献

- [1] 廣澤春任他，“M-V型ロケットにおけるテレメータ/コマンド”，M-V型ロケット（1号機から4号機まで），宇宙科学研究所報告特集第47号，pp.331-349，2003年3月。
- [2] 大島勉他，“M-V型ロケットの計装／RB（搭載機器）管制”，M-V型ロケット（1号機から4号機まで），宇宙科学研究所報告特集第47号，pp.482-496，2003年3月。
- [3] 廣澤春任他，“M-V型ロケットにおけるダウンレンジ局”，M-V型ロケット（1号機から4号機まで），宇宙科学研究所報告特集第47号，pp.351-358，2003年3月。