

宇宙航空研究開発機構研究開発資料

DRTSテレメトリデータ利用 RFコンパートメント熱設計検証



2004年3月

宇宙航空研究開発機構

宇宙航空研究開発機構研究開発資料
JAXA Research and Development Memorandum

DRTSテレメトリデータ利用
RFコンパートメント熱設計検証

Design Analysis of a RF-Compartment on DRTS
Utilizing Telemetry Data

馬場 厚

Atsushi BABA

総合技術研究本部 システム評価技術グループ
Space Systems Evaluation Engineering Group
Institute of Space Technology and Aeronautics

2004年3月

March 2004

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

和文抄録	本資料では、DRTS のテレメトリデータと解析結果を比較して、RF コンパートメントの熱設計検証に関して報告を行う。
和文キーワード	DRTS、RF コンパートメント、テレメトリデータ、熱設計

目 次

1. はじめに.....	1
2. 解析ソフトウェア.....	1
3. 数学モデル.....	1
4. 数学モデルの修正.....	2
5. テレメトリとの比較.....	5

RF コンパートメント熱設計検証

1. はじめに

DRTS では、COMETS のデータ中継機能・性能を一層向上させた技術を開発が実施され、その軌道上実証実験が実施されている。

COMETS では、RF コンパートメントの軌道上温度に関して、解析値と実測値に差異が認められた。DRTS の RF コンパートメントでは、COMETS とほぼ同じ設計を採用しているため、その設計の妥当性を確認するために、軌道上温度解析を実施し、テレメトリとの比較によりその設計の妥当性を検証した。

2. 解析ソフトウェア

解析に使用したソフトウェアを表 1 に示す。

表 1 使用ソフトウェア一覧

	ソフトウェア	使用用途
1	Thermal Desktop ver.4.4	数学モデル作成
2	RadCAD ver.4.4	輻射結合係数の算出、軌道上熱入力解析
3	Sinda/FLUINT ver.4.4	温度解析 (ソルバー)
4	Sma4 for Windows ver.1.55	グラフ描画

3. 数学モデル

RF コンパートメント内に設置される機器の温度変化を取得できることが解析の目的であるため、RF コンパートメント (IOL アンテナユニット) の数学モデルに、衛星全体の輻射熱結合状態と外部熱入力を模擬できる衛星全体の簡易モデルを付加した。図 1 に全体数学モデルの概要を示す。

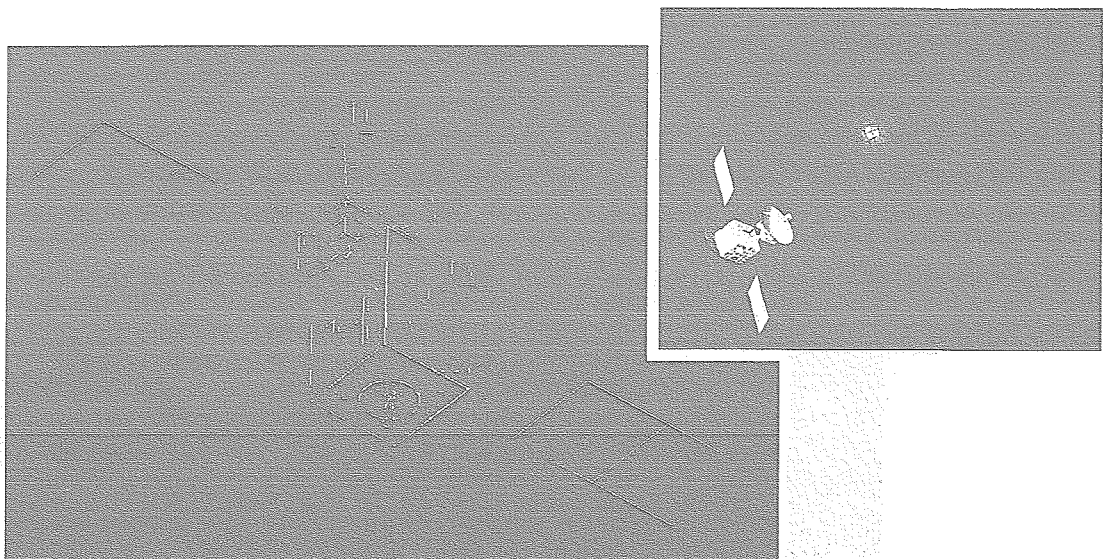


図 1 全体モデル外観

通常、数学モデルを構築する場合、形状、熱容量、および取付け状態からモデル化し、コリレーションとして接触コンダクタンスの修正やノードの細分化を行って確度を高めていく。今回の数学モデル構築にあたっては、設計情報（形状、熱容量、および取付け状態）が不十分であるため、モデル作成には工夫が必要であった。

機器は、機器配置図面および鳥瞰図より寸法を計測して形状を決定した。また、1機器1ノードとしてモデル化した。機器熱容量は体積当りの熱容量（ 1.7MJ/Km^3 ）を仮定して、解析結果をもって妥当な範囲で修正を行った。機器とパネル間の接触コンダクタンスにおいても、熱伝達率（ $0.5\text{kW/m}^2\text{K}$ ）を仮定して、解析結果をもって妥当な範囲で修正を行った。RF コンポーネント内部の数学モデルを図2に示す。

ヒートパイプは、RF コンパートメントの南面に設置されているものを10ノード（作動流体を1ノードとした）、北面に設置されているものを15ノード（作動流体を1ノードとした）。ヒートパイプ外周と作動流体とのコンダクタンスは、蒸発部を 55W/mK 、凝縮部 130W/mK （熱制御系要求性能値）を使用した。

4. 数学モデルの修正

IOL アンテナユニット部分の数学モデルの確度を上昇させるため、その熱構造モデルのソーラ一法による熱真空試験結果を用いて数学モデルの修正を行った。熱真空試験結果では、試験用のジグが使用されるため、それらをモデルに取り込み、モデルの修正ができるだけ正確に出来るよう配慮した。図3に熱真空試験に対応する数学モデルの概要図を示す。数学モデルの修正には、3つの試験モードを使用しており、表2に試験モードの一覧、その試験モードに対応する機器発熱量の一覧を表3に示す。

表4に熱真空試験結果（実測）と解析結果の比較表を示すが、その比較結果より、IOL アンテナユニット部の数学モデルが妥当であると判断できる。

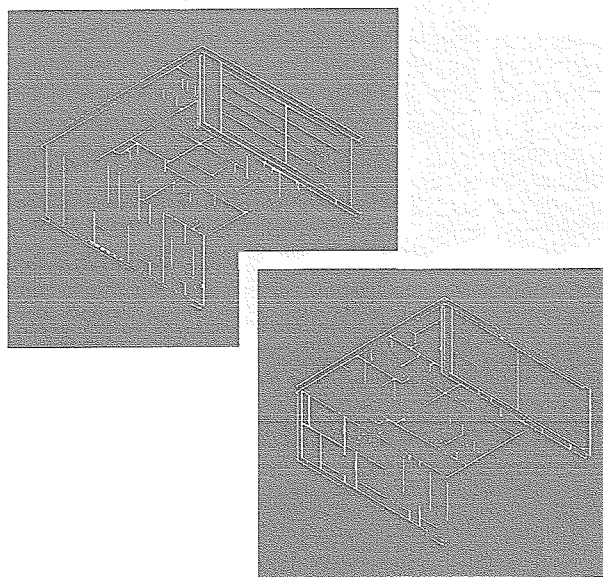


図2 RF コンポーネント内部数学モデル

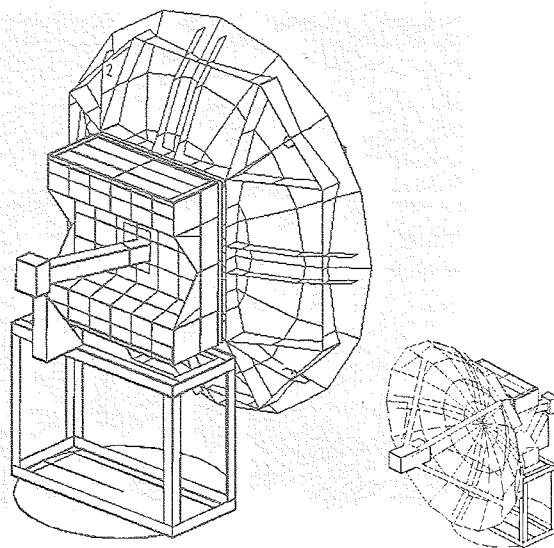
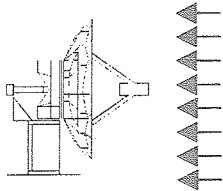
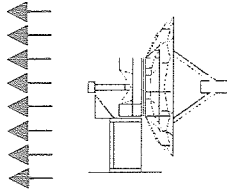
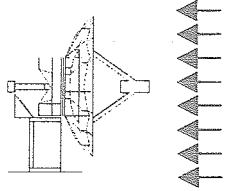


図3 熱真空試験用数学モデル

表2 解析との比較に用いた試験モード一覧

	モード2	モード3	モード6
発熱機器モード	ミッションフル	ミッションフル SCPT オフ	ミッションオフ
季節	春秋分	春秋分	春秋分
太陽光強度	1.35kW/m ²	1.35kW/m ²	1.3kW/m ²
太陽位置	フロントサン	バックサン	フロントサン
角度	0°	0°	0°
太陽光との関係			

(インプットパッケージ、DRTS IOL アンテナユニット (STM) 熱真空試験プロファイル/実績スケジュールより)

表3 発熱量一覧

位置	コンポーネント	発熱量 [W]				
		ミッションフル	ミッションフル SCPT オフ	ミッションオフ	ノミナル	
RF コンパートメント 北面	KRN-KRX-A	12.4	12.4	0.0	12.4	
	KRN-KRX-B	0.0	0.0	0.0	12.4	
	KFD-TWT-A	72.0	72.0	0.0	72.0	
	KFD-TWT-B	0.0	0.0	0.0	72.0	
	KFD-EPC-A	0.0	0.0	0.0		
	KFD-EPC-B	0.0	0.0	0.0		
RF コンパートメント 南面	APE-A	23.0	23.0	20.3	23.0	
	APE-B	0.0	0.0	0.0	23.0	
	SFD-SSSPA-A	104.5	104.5	0.0	104.5	
	SFD-SSSPA-B	0.0	0.0	0.0	104.5	
	SFD-SSW	2.2	2.2	0.0	2.2	
	SFD-SCNV-A	5.0	5.0	0.0	5.0	
RF コンパートメント 地球指向面	SFD-SCNV-B	0.0	0.0	0.0	5.0	
	RIU4-A	2.8	2.8	2.8	2.8	
	RIU4-B	1.4	1.4	1.4	1.4	
	KRN-KLNA-1A	0.8	0.8	0.0	0.8	
	KRN-KLNA-1B	0.0	0.0	0.0	0.8	
	KRN-KLNA-2A	0.8	0.8	0.0	0.8	
	KRN-KLNA-2B	0.0	0.0	0.0	0.8	
	SRN-DC/DC	4.6	4.6	0.0	4.6	
	PWRDIV	5.4	5.4	9.9	5.4	
	KFD-KCNV-A	8.1	8.1	0.0	8.1	
	KFD-KCNV-B	0.0	0.0	0.0	8.1	
	KFD-KSW	5.1	5.1	0.5	5.1	
	KFD-KSW2	0.42	0.42	0.0	0.42	
	APM	21.60	21.6	21.6	21.6	
	RF コンパートメント外	DM	0.00	0.0	0.0	54.0
	IOL アンテナ	SCPT	2.91	0.0	0.0	2.91

(インプットパッケージ、ICE、TTC 系機器諸元及び各モードでの発熱量より)

表4 DRTS IOL アンテナユニット (STM) 熱真空試験後解析結果と実測の比較

分類	測定ID	取付位置/名称	QT温度範囲		モード2 春秋分フロントサンfull			モード3 春秋分バックサンfull			モード6 春秋分フロントサンoff		
			非動作時	動作時	実測値	試験後	差	実測値	試験後	差	実測値	試験後	差
南面	TC0501	SFD-SSSPA-A1	-30/64	-15/64	16	18.2	2.2	25	34.0	9.0	1	1.9	0.9
	TC0504	SFD-SSSPA-B	-30/64	-15/64	8	6.7	-1.3	17	22.6	5.6	1	1.9	0.9
	TC0505	APE-A	-30/60	-20/55	10	9.2	-0.8	20	25.4	5.4	1	4.4	3.4
	TC0506	APE-B	-30/60	-20/55	7	6.5	-0.5	17	22.8	5.8	2	2.0	0.0
	TC0507	S-HP			10			19			4		
北面	TC0509	KFD-TWT-A1	-30/65	-15/65	24	27.4	3.4	39	47.9	8.9	18	7.0	-11.0
	TC0510	KFD-TWT-A2			17			32			18		
	TC0511	KFD-EPC-A	-30/60	-15/55	24	9.9	-14.1	38	30.7	-7.4	14	6.9	-7.1
	TC0512	KFD-HP-ISO-A	-30/60	-15/55	16	7.8	-8.2	32	29.5	-2.5	11	4.2	-6.8
	TC0513	KFD-TWT-B1	-30/65	-15/65	15	9.8	-5.2	30	30.4	0.4	17	7.2	-9.9
	TC0514	KFD-TWT-B2			15			30			17		
	TC0515	KFD-EPC-B	-30/60	-15/55	14	9.8	-4.2	29	30.5	1.5	15	7.1	-7.9
	TC0516	KFD-HP-ISO-B	-30/60	-15/55	10	5.4	-4.6	25	29.4	4.4	15	-0.2	-15.2
	TC0517	KRN-KRX-A	-30/55	-5/50	14	10.5	-3.5	29	31.2	2.2	17	7.0	-10.0
	TC0518	KRN-KRX-B	-30/55	-5/50	18	9.8	-8.2	33	30.5	-2.6	15	7.1	-7.9
TC0519	N-HPI			16			31			18			
アース	TC0521	RIU4-A	-30/65	-20/60	17	13.4	-3.6	29	34.7	5.7	3	6.9	3.9
	TC0522	RIU4-B	-30/65	-20/60	13	13.2	0.2	27	34.5	7.5	1	6.7	5.7
	TC0523	IOL-PWRDIV	-30/65	-20/60	27	19.3	-7.7	42	43.3	1.3	12	16.9	4.9
	TC0524	SRN-DC/DC	-30/60	-15/55	28	21.9	-6.2	44	44.7	0.7	9	7.4	-1.6
	TC0525	SFD-SCNV-A	-30/60	-15/55	13	17.4	4.4	28	41.0	13.0	2	3.2	1.2
	TC0526	SFD-SCNV-B	-30/60	-15/55	17	11.4	-5.6	34	33.4	-0.6	3	3.3	0.3
	TC0527	KFD-KCNV-A	-30/60	-15/55	30	27.7	-2.3	46	50.5	4.5	11	6.6	-4.4
	TC0528	KFD-KCNV-B	-30/60	-15/55	26	14.4	-11.6	42	39.7	-2.3	10	6.3	-3.7
	TC0529	KFD-KSW	-15/55	-15/55	25	33.8	8.8	40	55.9	15.9	12	7.9	-4.1
	TC0530	KRN-KLNA-sA	-30/60	-10/45	18	11.4	-6.6	36	37.0	1.0	9	4.6	-4.4
	TC0531	KRN-KLNA-sB	-30/60	-10/45	18	11.2	-6.8	36	36.8	0.8	10	4.6	-5.4
	TC0532	KRN-KLNA-dA	-30/60	-10/45	17	11.2	-5.8	33	37.2	4.2	10	4.6	-5.4
	TC0533	KRN-KLNA-dB	-30/60	-10/45	17	11.0	-6.0	33	37.0	4.0	10	4.6	-5.4
	TC0534	IOL SE PANEL			21	12.6	-8.4	36	36.1	0.1	7	5.5	-1.5
TC0535	IOL SW PANEL			12	14.3	2.3	28	37.0	9.0	3	7.5	4.5	
TC0536	IOL NE PANEL			20	11.5	-8.5	34	36.8	2.8	12	5.2	-6.8	
RF-CPT 構体	TC0569	IOL East S			9	7.9	-1.1	23	28.7	5.7	-1	1.5	2.5
	TC0570	IOL East N			16	9.5	-6.6	32	33.7	1.7	11	3.3	-7.7
	TC0571	IOL West S			5	5.9	0.9	18	26.4	8.4	-2	0.7	2.7
	TC0572	IOL West N			15	7.9	-7.1	31	32.1	1.1	11	2.8	-8.2
	TC0573	IOL A-Earth S			7	4.2	-2.8	21	23.4	2.4	-2	-1.5	0.5
	TC0574	IOL A-Earth N			15	7.9	-7.1	32	31.5	-0.5	12	3.9	-8.1
APM	TC0537	APM STAND S			18	18.4	0.4	40	44.5	4.5	6	10.5	4.5
	TC0538	APM STAND N			20			40			9		
	TC0539	APM-Y I/F	-55/60	-55/60	-19			40			-22		
	TC0541	APM-Y housing B	-55/60	-55/60	-10			41			-14		
	TC0542	APM-X I/F	-55/60	-55/60	20			41			7		
	TC0544	APM-yoke	-55/85	-55/85	-3			44			-14		
	TC0545	CBL Wrap Y	-55/85	-55/85	-1			46			-10		
	TC0546	CBL Wrap X	-55/85	-55/85	4			47			-9		
	TC0547	APM-Rock R	-55/70	-55/70	-17			41			-20		
	TC0548	APM-Rock L	-55/70	-55/70	-18			41			-21		
TC0549	APM-Act Y	-55/85	-20/85	44			72			45			
TC0550	APM-Act X	-55/85	-20/85	40			70			-2			
ブーム	TC0556	BM	-160/80	-160/80	-39	-37.4	1.6	46	46.4	0.4	-41	-42.4	-1.4
主鏡	TC0590	S-ANT1	-155/70	-155/70	-12			-49			-15		
	TC0591	S-LNA	-30/60	-30/20	2			-20			-2		
	TC0592	S-CPT	-30/60	-30/18	2	3.3	1.3	-21	-20.0	1.1	-1	-1.4	-0.4
	TC0605	S-FEED	-100/100	-100/100	92			-69			75		
	TC0608	SREF	-170/110	-170/110	114			-64			110		
	TC0609	IOL-REF1	-170/150	-170/150	111	108.6	-2.4	-16	-18.7	-2.7	107	104.9	-2.1
	TC0610	IOL-REF2	-170/150	-170/150	110	111.8	1.8	-24	-22.9	1.2	105	107.8	2.8
	TC0611	IOL-REF3	-170/150	-170/150	111	108.3	-2.7	-15	-19.1	-4.1	107	104.5	-2.5
TC0612	IOL-REF4	-170/150	-170/150	110	110.6	0.6	-19	-21.4	-2.4	106	107.1	1.1	

(実測値データ：インプットパッケージ、STM 熱真空試験後解析結果と実測との比較より)

5. テレメトリとの比較

前項までで修正を行ったモデルに、衛星バス部および太陽電池パドルを加えて、衛星全体のモデルとして軌道上解析を行えるようにした。

2002年9月25日、2002年10月20日(UT)での解析結果とテレメトリデータの比較を行った。表5に軌道上解析2ケースの軌道条件を示す。

表5 解析を行った軌道条件

	2002年9月25日	2002年10月20日
軌道長半径	42361.166 km	42164.040 km
軌道離心率	0.00115031 -	0.000388 -
軌道傾斜角	0.09946 deg	0.047402 deg
昇交点赤経	261.45568 deg	246.23580 deg
近地点引数	59.31459 deg	337.83048 deg

図4と図5にそれぞれ2002年9月25日と2002年10月20日の軌道上解析結果とテレメトリデータの比較図を示す。

2ケースでのテレメトリデータとの比較解析を実施して、解析結果とテレメトリが精度よく整合しているとは言い難いが、これらは、各機器の熱容量と発熱量およびヒートパイプの実際の性能に関して、解析に使用・想定している条件に不確実性が残るためである。しかし、テレメトリデータと解析結果の両方の温度レベルから判断して、数学モデルはほぼ妥当な範囲であると考えられる。また、RFコンパートメント内部に設置された機器の温度テレメトリデータは、機器の許容範囲内に入っており、RFコンパートメントの熱的な問題点は認められない。RFコンパートメントの設計は妥当であると判断できる。

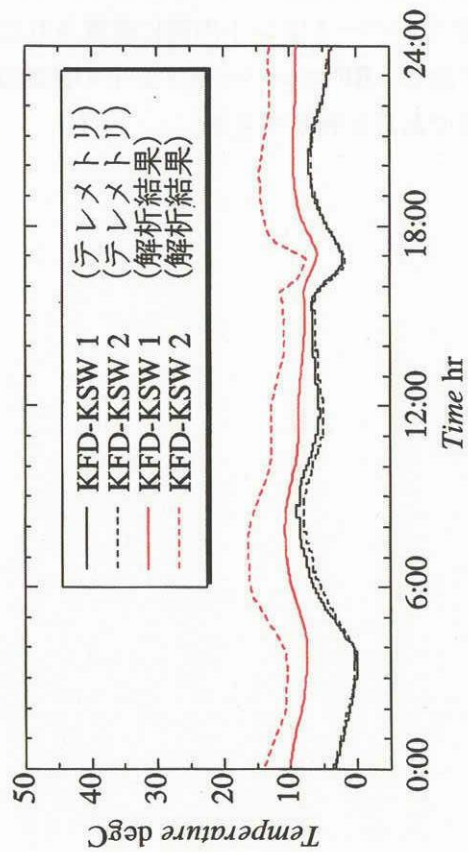
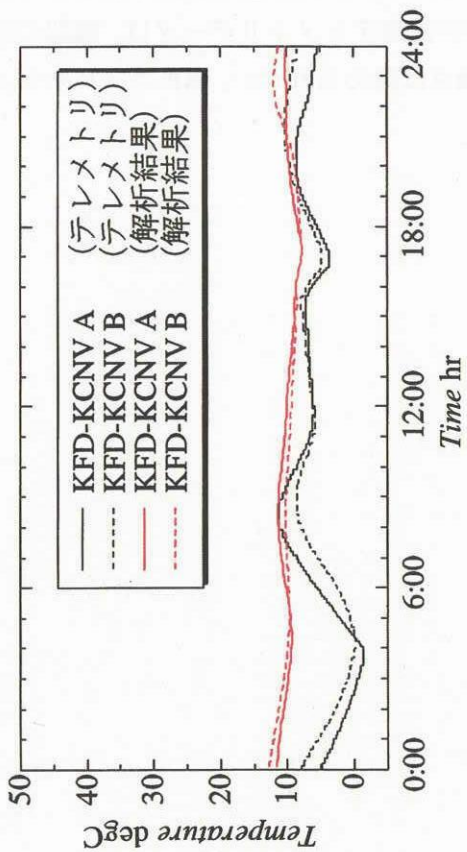
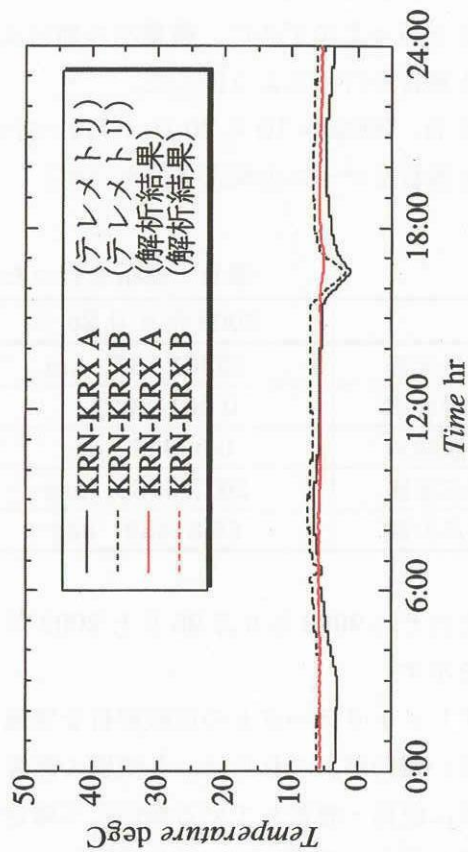
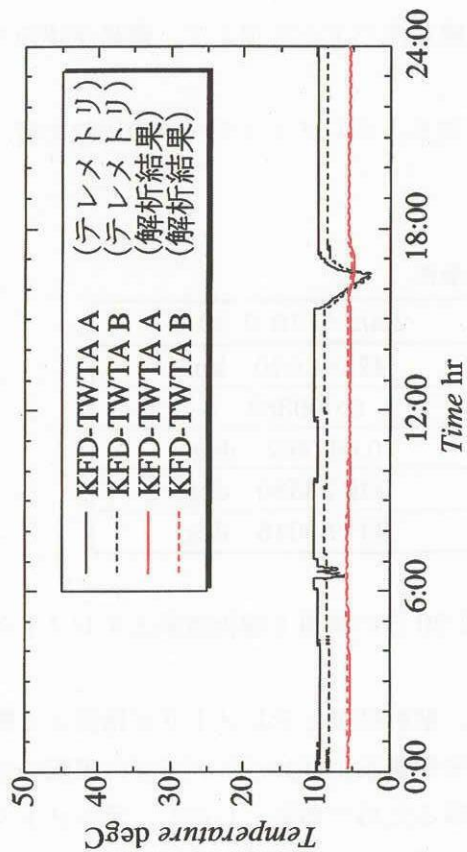


図4 2002年9月25日のテレメトリデータと解析結果の比較(1/3)

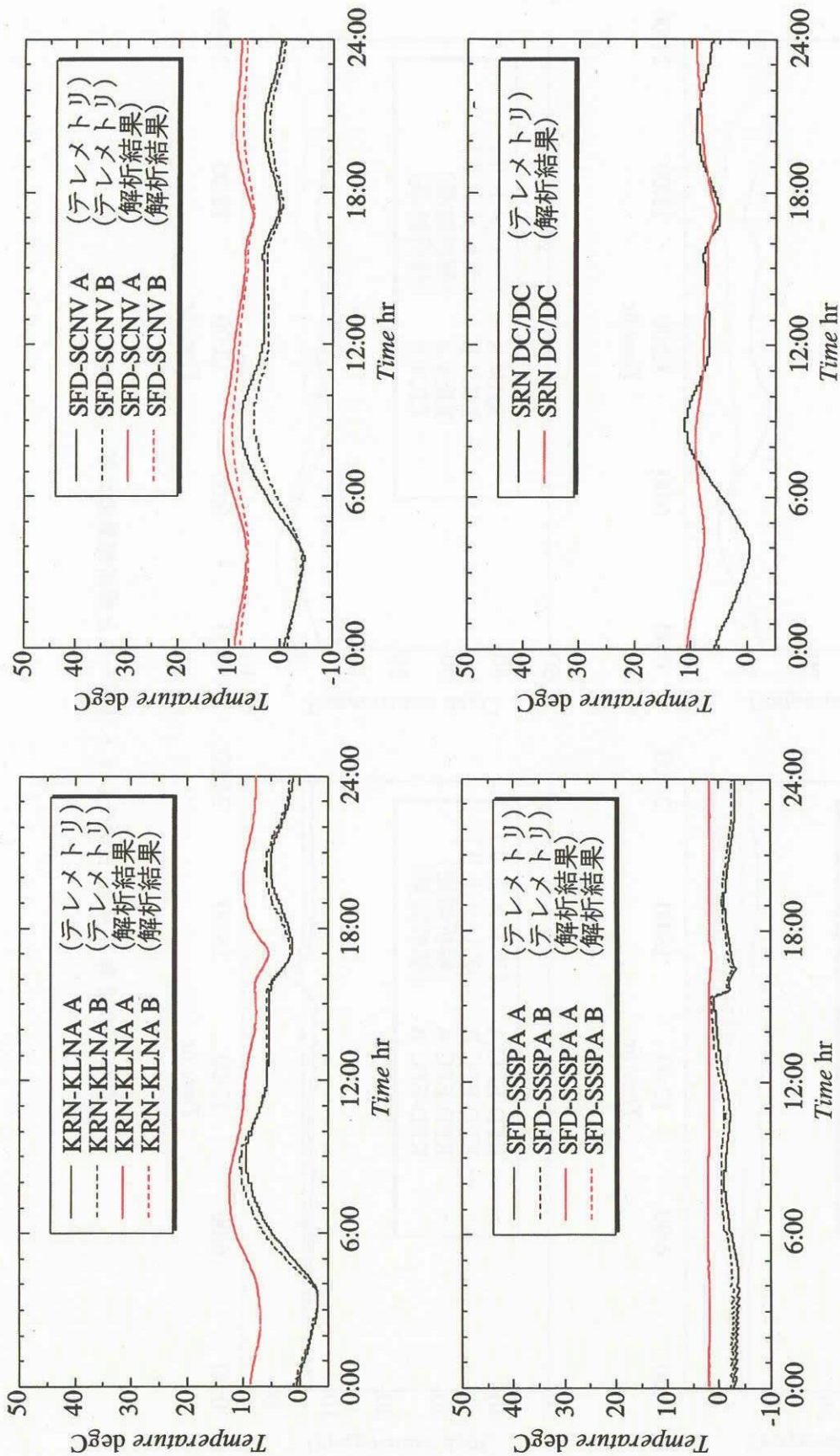


図4 2002年9月25日のテレメトリデータと解析結果の比較 (2/3)

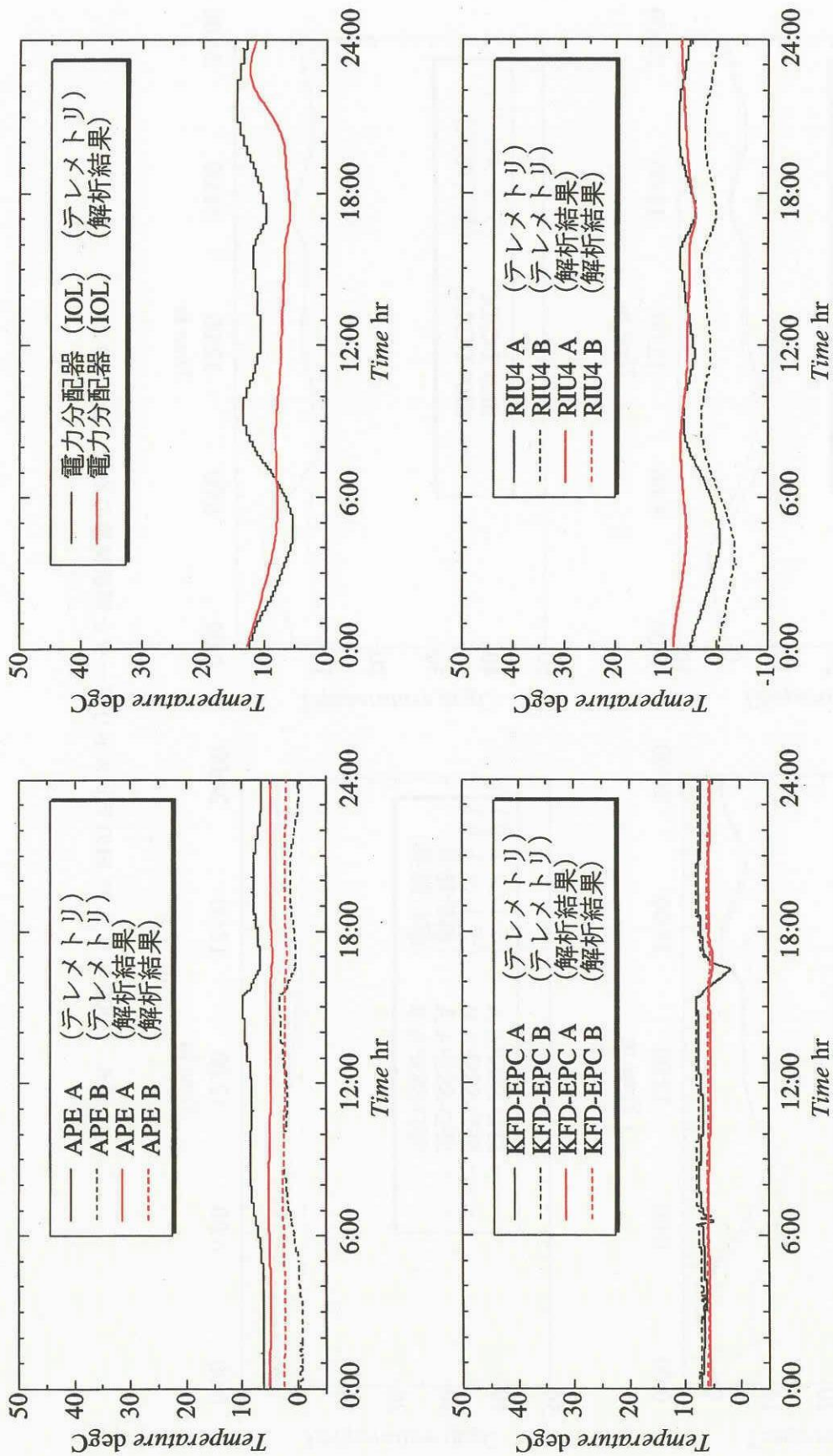


図4 2002年9月25日のテレメトリデータと解析結果の比較 (3/3)

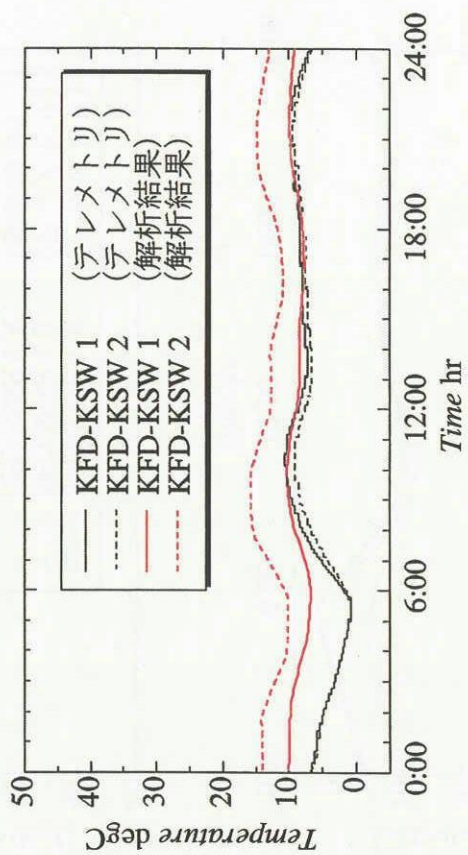
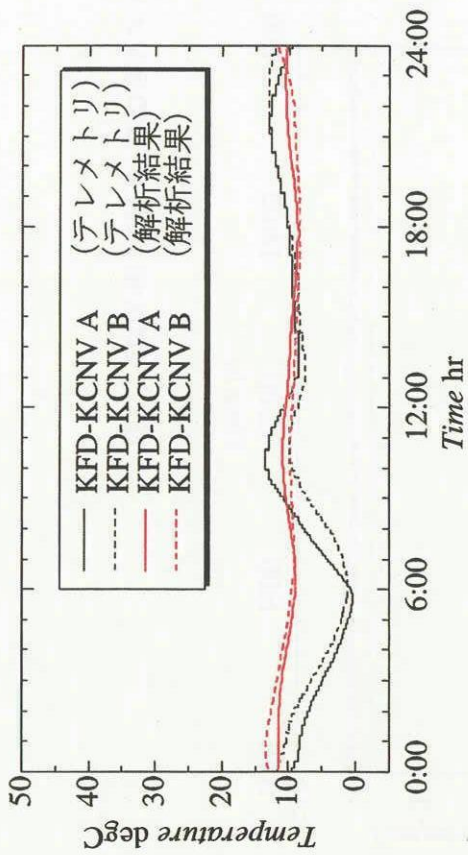
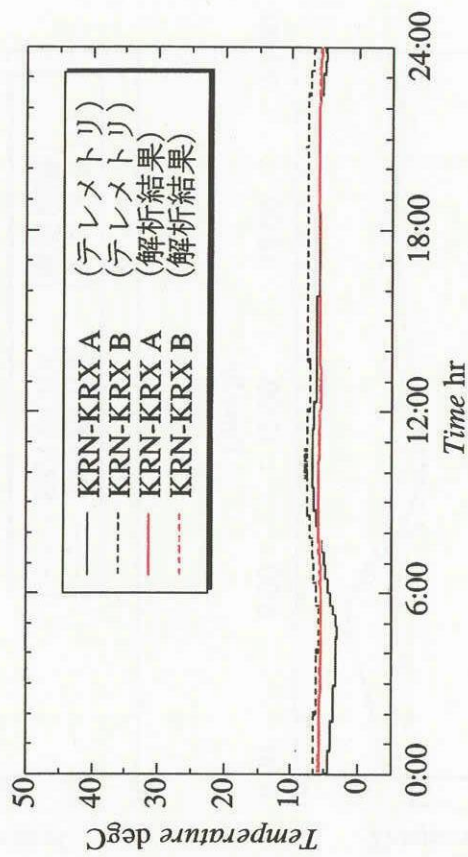
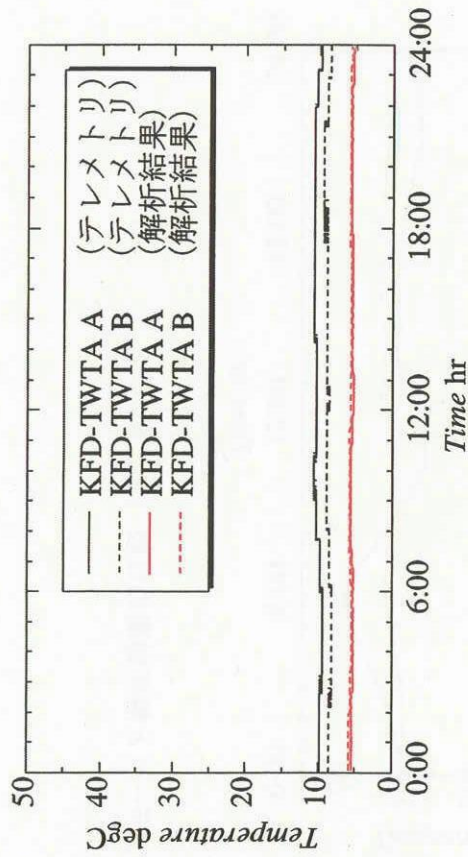


図5 2002年10月20日のテレメトリデータと解析結果の比較 (1/3)

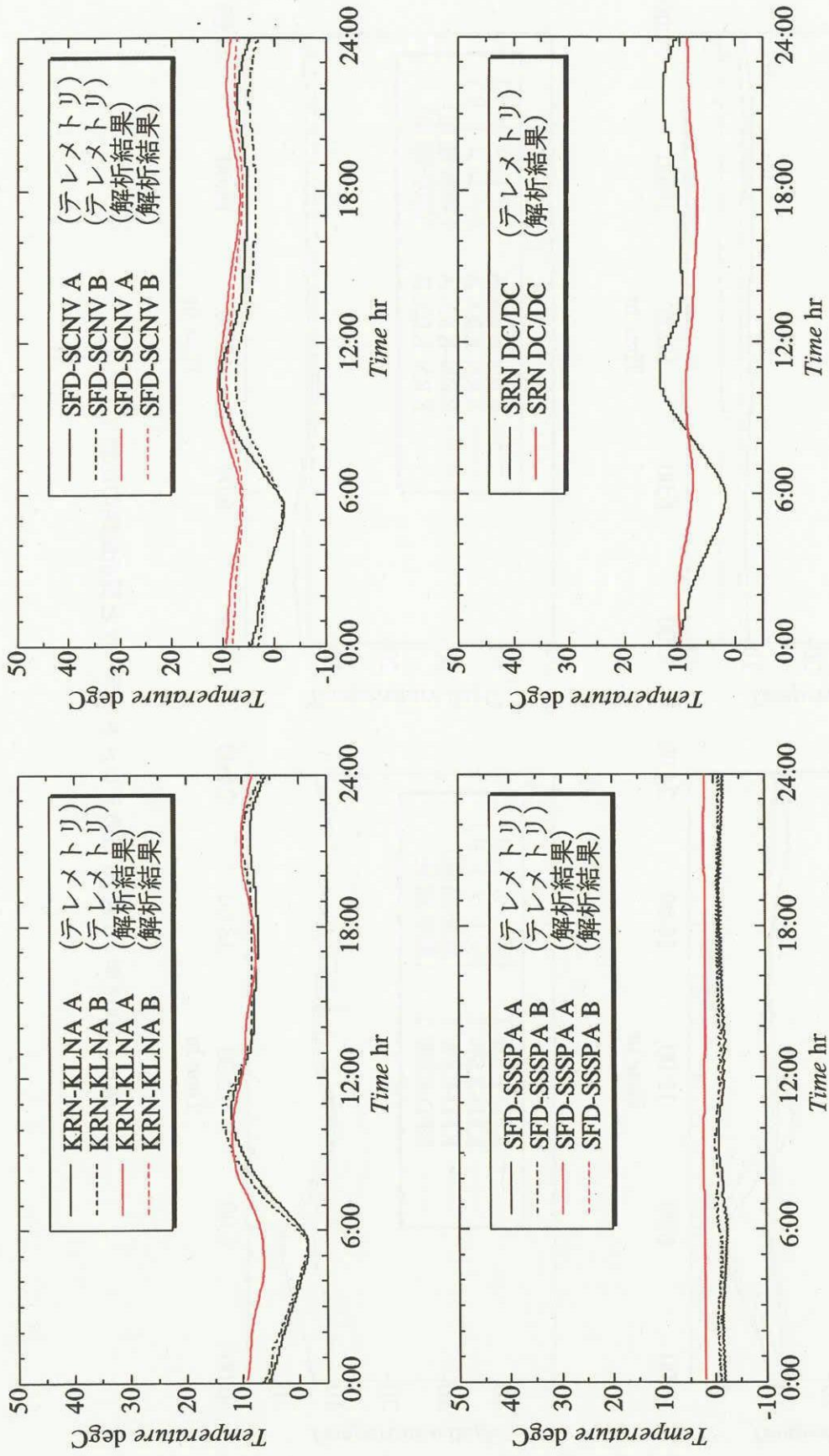


図5 2002年10月20日のテレメトリデータと解析結果の比較 (2/3)

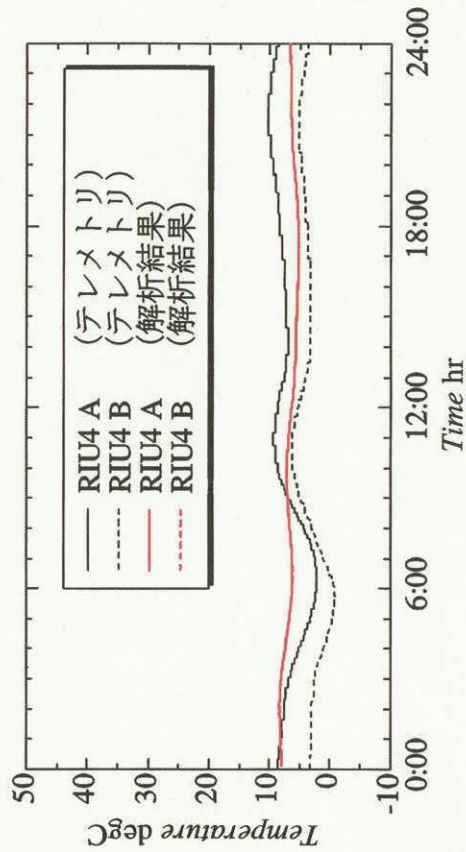
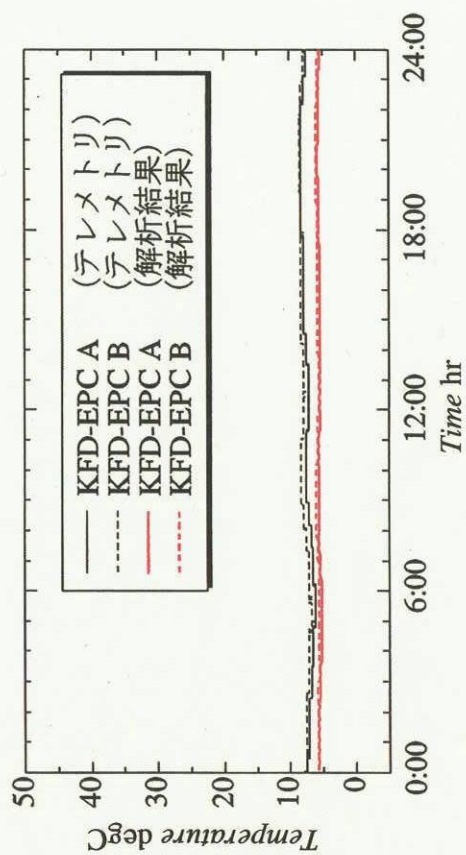
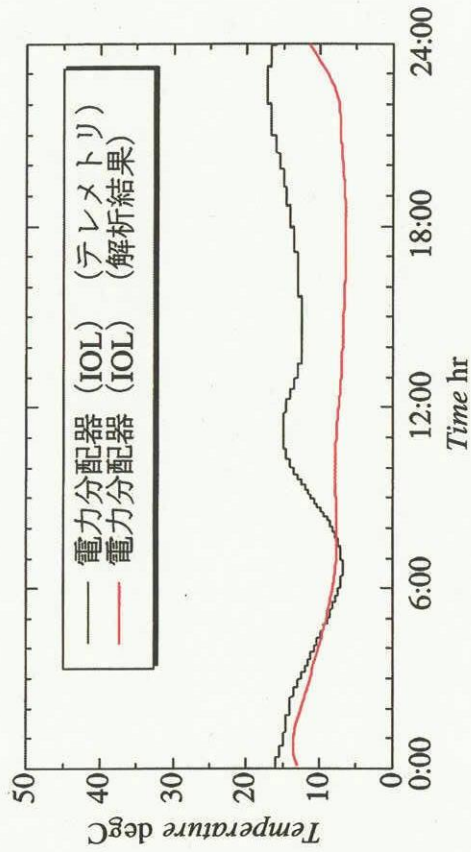
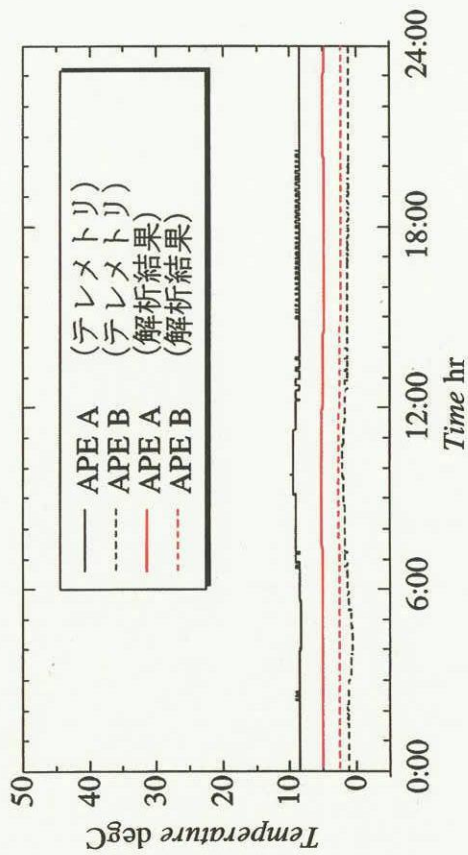


図5 2002年10月20日のテレメトリデータと解析結果の比較 (3/3)

宇宙航空研究開発機構研究開発資料 JAXA-RM-03-010

発行日 2004年3月25日
編集・発行 独立行政法人宇宙航空研究開発機構
〒182-8522
東京都調布市深大寺東町七丁目4番地1
TEL 0422-40-3000 (代表)
印刷所 株式会社ビー・シー・シー・
東京都港区浜松町2-4-1

©2004 JAXA

※本書(誌)の一部または全部を著作権法の定める範囲を超え、無断で複写、複製、転載、テープ化およびファイル化することを禁じます。

※本書(誌)からの複写、転載等を希望される場合は、下記にご連絡ください。

※本書(誌)中、本文については再生紙を使用しております。

<本資料に関するお問い合わせ先>

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 情報化推進部 宇宙航空文献資料センター



宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

