

GMS-3 に対応するための運用プログラム改造

The Modification of the Operational Program for GMS-3

木村光一*, 操野年之*

Koichi Kimura and Toshiyuki Kurino*

Abstract

GMS-3 was launched in August, 1984 to contribute to improve meteorological service, succeeding to GMS/GMS-2. This report describes the modifications of the softwares in Meteorological Satellite Center in preparation for above satellite change.

Before entering the main subject, the outlines of telemetry command processing and HK processing are described.

1. はじめに

GMS-3 は、GMS-2 とほぼ同機能の衛星で、昭和59年8月3日午前5時30分に、種子島宇宙センターからN-IIロケット6号機により打上げられた。その後、東経140度の赤道上空35,800kmの静止衛星軌道上に投入され、各種の確認試験を実施した後、9月27日午後3時の画像取得から、GMS-2 に替って本運用に入っている。

このGMS-3の運用を、GMS, GMS-2 に引続いて円滑に実施するための一つの対策としてDPC(Data Processing Center: 資料処理局) 計算機のソフトウェアのうち、衛星と直結している衛星運用管制系処理(テレメトリ・コマンド処理, HK処理(Housekeeping))の改造を行った。改造を実施したのは昭和58年度で、その改造済プログラムとGMS-3との結合による確認(衛星結合試験)は59年度に実施された。

2. テレメトリ・コマンド処理, HK処理

本題に入る前に、気象衛星センターで実施している衛星運用管制系処理について述べたい。

静止気象衛星「ひまわり」(GMS) は、赤道上空35,800kmの円軌道上にある。この軌道では、衛星が地球を一

周するのに24時間かかるが、地球自身が24時間で回転するので、相対的に衛星が静止して見える。

この静止軌道からGMSは、通常1日14回の地球画像取得、画像データのファクシミリ形式での配信、パイ、飛行機等の通報局からの気象データ中継、太陽粒子の観測の各ミッションをはじめ、ミッション運用に基本的に必要となる衛星の維持管理業務を行っている。衛星の運用は地上からの指令(コマンド)信号による遠隔操作で行なわれる。

例えば、一枚の画像を取得するためには、まず衛星内部の状態を画像取得可能な状態とし、画像取得を行う機器を作動させ、最後にもとの初期状態に戻すことになる。このような地上からのコマンドに従って、衛星内部でスイッチが入ったり、装置が切替ったり、走査鏡が駆動したりする。

GMS-3 に対するコマンドの発信は、主として気象衛星センターのコマンド処理による。コマンド処理の詳細は以下のとおりである。

コマンド処理の起動には、自動による場合と手動による場合がある。気象衛星センターにおける衛星使用業務のうち、毎日同じ時刻に実施するものは、スケジュールによる自動運転で行っている。すなわち、時刻によりコマンド処理が自動的に起動される。スケジュール化できないものは、オペレータによる起動すなわち手動による。

次に、コマンドの発信チェックを行う。これはコマンドを発信する時に、そのコマンドの内容がその業務に対

* 気象衛星センターシステム管理課, Meteorological Satellite Center

して妥当であるかどうかチェックする。

コマンドを衛星に発信し、衛星がそれに対し応答して内部機器を動かすまでの手順として送信、検証、実行、確認がある。

まず地上からコマンド番号を衛星に送信する。それに対し、衛星はすぐにコマンドの内容を実行するのではなく、衛星が受け付けたコマンド番号を地上に送り返す。すなわち、衛星は地上にコマンドを実行してよいかどうか聞き返しているわけである。地上のコマンド処理では発信したコマンドと衛星が聞き返してきたコマンドが一致していることを確認する。これを検証という。もし一致していなければ再度コマンド番号を送信する。検証の結果OKならば実行の信号を地上から送る。それにより衛星は、そのコマンドの内容を実行する。同時に地上からの実行の信号を地上へ送り返す。この送り返された信号により、コマンド処理は、コマンド実行の確認を行う。

次にテレメトリについて述べる。衛星はその作動状態、例えば機器各部の温度、電流、電圧等をテレメトリとして信号化し地上に送信してくる。気象衛星センターで扱うテレメトリとしては、衛星各部の温度、電流等の物理量をまとめた PCM テレメトリと、衛星の姿勢決定等に使用されるリアルタイムテレメトリがある。前者は2秒毎、後者は0.6秒毎に送信されている。

このテレメトリを扱う処理として気象衛星センターには、テレメトリ処理とHK処理がある。

テレメトリ処理は、現在の衛星各部の状況のみを扱う処理で、HK処理はある程度の期間の蓄積データを扱う処理である。

テレメトリ処理の主な機能としては、入力されたテレメトリの有効性を判定すること、8ビットに量子化されている電圧、温度等本来アナログのテレメトリ値を工学値へ変換すること、バイレベルのテレメトリを、機器状態のON/OFF等の表示に変換すること等がある。アナログ値に対してはあらかじめ設定したリミット値(定常状態の範囲)内にあるか否かのチェック等を行いコンソールに表示する。

HK処理の主な機能としては、1時間毎に前1時間のテレメトリを編集してリスト出力する機能、現在から過去48時間までのデータをグラフ表示する機能、テレメトリのデータをMTに累積保存する機能等がある。

次に、GMS-3における改造事項について述べる。

3. 衛星の変更に直接係る事項

GMS-3は、基本的にはGMS-2と同機能の静止気象

衛星であるが、主としてGMS-2の運用中に発生した各種不具合を再発させないように、改良が加えられている。(その改良の例としてはVISSRによる画像取得中、走査鏡が一時停止する現象への対処がある。)

GMS-3で加えられた各種改良の中には、GMS-2用の計算機システムのままで対応できないものとして、次のものがある。

①テレメトリ項目の変更

②コマンド項目の変更

基本的には、①も②も、改良に伴う衛星搭載機器の変更による。

①には信頼性向上のためのテレメトリ・チャンネルの完全冗長化が含まれている。GMS-2では完全冗長ではなかったが、この意味は少し複雑なので、以下に説明したい。

図1に、荷物輸送の経路図がある。すなわち、A、B、Cの3地点から港までトラックで荷物を運ぶ方法を検討

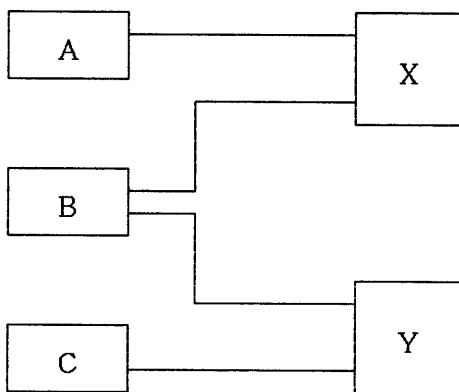


図1 完全冗長でない例

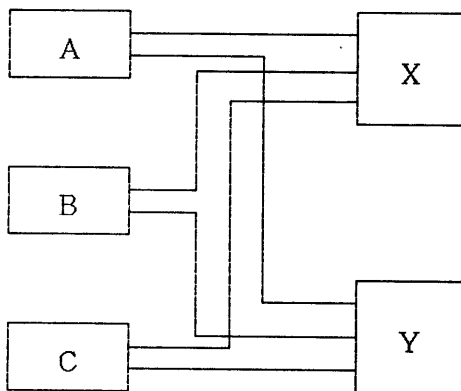


図2 完全冗長の例

する。港はX港とY港の2つがある。港からは海につながっているので、X、Yどちらの港に荷物が届いても良い。

図1をよく見ると、B地点からはX、Yどちらの港へも行けるが、A地点からはX港のみ、C地点からはY港のみしか行けない。今、何らかの都合でX港が閉鎖されたとき、B、Cの荷物は運べるが、A地点の荷物は運び出せない。

次に図2を見ると、A、B、Cの3地点いずれからも、X、Y両港に行くことができる。この場合X港が閉鎖されても、A、B、Cの荷物は運べる。

この図1が、GMS-2のテレメトリ・チャンネルで、図2が「完全冗長化」されたGMS-3のテレメトリ・チャンネルである。

完全冗長の場合、A、B、Cの各点から、港への経路は、X行き、Y行きの両方ある。冗長がなければ、X行き又はY行きの片方しかないので経路は半分でよい。すなわち、完全冗長では、ある1チャンネルに対する予備が、完全にもう1チャンネル別に必要となるためである。不完全だと2倍以下でよく、例えば1.5倍となる。これは、チャンネルの総数としては完全冗長系の方が増えることを意味する。

GMS-3の場合、改良によりテレメトリ項目を増加した上に、この完全冗長化を行った。しかしチャンネルの総数に制限があるため、GMS-2で設定したバイレベルテレメトリのうち、いくつかの項目が収容できなくなった。そこで、欠落したバイレベルテレメトリにかわるものとして疑似テレメトリを採用した。その例として、ある電源スイッチのON/OFF状態を示すバイレベルテレメトリの欠落に対する疑似テレメトリの例を示す。

スイッチの状態は、そのスイッチのON/OFFにより、その電源電圧の値が変化するので、ON時の電圧とOFF時の電圧の間にしきい値を設け、そのしきい値からの大小により、スイッチの状態を再現できるようにした。このようにして作成されたテレメトリは、本来のテレメトリと区別するため、疑似テレメトリと呼んでいる。

今回の改造で64個の疑似テレメトリが定義できるようになった。

その他の衛星搭載機器変更に伴うテレメトリ定義変更は、テレメトリ・コマンド・ファイルの変更で対処する。GMS-3と交替するにつき変更の必要な項目の例は次のとおり。

①テレメトリ処理用定数定義

RTU構成モジュール数を定義する。

②テレメトリ定義

各テレメトリのテレメトリ識別、アナログ/バイレベルの区別、PCMテレメトリ中のフレーム位置、ワード位置、ビット位置、通過するRTU番号等を定義する。

③機器定義

計算機のテレメトリ・コマンド処理では、衛星内部状態を、テレメトリ値そのものではなく、テレメトリから決定される機器状態によって把握する。そのための機器状態決定のための情報を定義する。

④工学値変換係数定義

テレメトリのうち、アナログ項目は8ビットの値で送信されるので、それを三次式を用いて電圧、温度等の工学値に戻す。その三次式の係数を定義する。

⑤リミットチェック定義

リミットチェックの上、下限の値(最大4組)、複数組のリミット値がある場合、どのリミット値を使うのか決定する機器状態を定義する。

なお、リミットチェックについては7項のリミットエラー早期警告を参照のこと。

⑥機器状態チェック定義

衛星の運用モードにおける衛星搭載の各機器の状態を定義する。この定義と実際の衛星の状態が違った場合、ブザー及びメッセージによりオペレータに警告する。

⑦特殊機器監視定義

衛星のバッテリーの状態を判断する場合、バッテリーの電圧と温度の相対関係によっている。そのため、その相対関係を示す係数等を定義する。この特殊機器監視の条件に外れた場合、ブザー及びメッセージによりオペレータに警告する。

⑧テレメトリ表示定義

衛星運用管制コンソール上に表示するテレメトリの略称名、ON/OFF等テレメトリのビット状態1/0を解釈した表示コードの指定、数値の小数点以下桁数、単位等を定義する。

⑨機器表示定義

③で定義した機器の略称名、正式名称を定義する。

⑩HKリストフォーマット定義

HK編集作成処理が1時間に1回、その前の1時間分のテレメトリデータを印字出力するHKリストのフォーマットを定義する。

⑪標準スケール定義

HK表示処理で、テレメトリデータのグラフ表示をさせる場合のY軸(工学値)の範囲の標準値を定義する。この標準値を適確にすれば、Y軸範囲を無指定で、

表 1 衛星移行時に変更する定数、ファイル
衛星移行時に変更する定数、ファイル

項目	修正内容	項目	修正内容
システム定数 OSMベクター (O系)	衛星項目特権識別 衛星名、衛星番号、衛星位置、コマンド履歴、TRR識別 COSIS情報	OLOGファイル (O系)	ファイル削除 (クリア) する。
JOB制御マクロ (B系)	衛星名、ファイルを変更する。 コマンド履歴 姿勢決定予測 予報ハルビエ 軌道決定予測 SEM作画 圧縮時間水温 風速存出力 衛星名*、ファイル* 衛星名*、ファイル 衛星名*、ファイル パラメータ 衛星名* 衛星名* *コマンドで変更	HKSファイル (B系)	別MTに新規登録する。
画像定数ファイル (O系)	新衛星用に内容入れ替え。	コマンド履歴記録 (B系)	別MTに新規登録する。
テレメトリコマンド ファイル (O, B系)	新衛星用に内容入れ替え。	天体暦ファイル (B系)	新衛星用を登録する。
HKメニューファイル (O系)	新衛星用に内容入れ替え。	軌道・姿勢 予測ファイル (B系)	NASDA予測値から、作成する。
HKEファイル (O系)	ファイル削除 (クリア) する。	軌道・姿勢処理 (B系)	入れ替え。 切り替え前 : 軌道予測ファイル : 姿勢予測ファイル : TRREファイル : 共用分散ファイル 切り替え後 : 現在、使用しているファイルを廃とし込む。 DCPマスターファイル DCP履歴ファイル
コマンド履歴ファイル (共用ファイル)	ファイル削除 (クリア) する。	DCP (O系)	
キャリアレーション 情報ファイル (O系)	ファイル削除 (クリア) する。		
スケジュールデータ (O系)	新衛星用に作成。		
GL (B系)	新衛星用に入れ替え。		

画面上の最もバランスのとれた位置に表示できる。

なおHK表示は5項を参照のこと。

⑬SEM (Space Environment Monitor: 宇宙環境モニタ) 関連定義

SEM データは、PCM テレメトリの中に含まれており、SEM の生データを物理量に変換する処理は、HK処理で行っている。そのSEM データをこの物理量に変換するための係数等を定義する。

⑭衛星運用管制コンソール画面フォーマット定義

衛星運用管制コンソールの画面上のテレメトリの配列について定義する。この定義に従ってテレメトリが画面上に配列される。

⑮コマンド処理用定数定義

コマンド処理では、コマンドを番号ではなく英数字6桁の略号に変換して処理を行う。番号と略号の対応、コマンド発信時の各種チェック (次の禁止コマンドを除く) 事項について定義する。

⑯禁止コマンド情報定義

衛星に対し、発信するのに注意を要するコマンドを定義する。ここで定義したコマンドを通常モードで発信しようとする時、発信を抑止し、メッセージ出力する。

⑰コマンドシーケンス定義

衛星に対して発信するコマンドのうち、発信の順番が決まっている一連のコマンドを、コマンドシーケンスとしてまとめて定義する。これにより、一連のコマンド発信処理を個々に行なわなくても、マクロ名でまとめて発信できる。

以上は、GMS-2 から GMS-3 に移行する際に見直したテレメトリ・コマンド・ファイルの定義であるが、ほぼ同じ衛星である GMS-2 と3とでもこの程度は変更が必要となることを示す。

衛星の変更に伴って修正すべき定数等としては、テレメトリ・コマンド・ファイルの他、表1に示す項目がある。処理に使用する定数の中に衛星固有のものがある場合、他衛星からのデータの混雑が望ましくない場合等にこれらのファイルの修正が必要となる。

4. HKD ファイル作成 (追加機能)

気象衛星センターのテレメトリ監視機能としては、実時間的に現在のデータを数値で衛星運用管制コンソール上に表示する機能、1時間毎に前1時間分のテレメトリ・データを編集して印字出力する機能の他、計算機との会話型処理で、テレメトリ・データをディスプレイ画面

上にグラフ表示させる機能がある。この機能を「HK表示」と呼ぶ。

計算機との会話型処理とは、計算機とオペレータのやりとりにより、計算機がそれに対応した処理を行うものである。HK表示では、画面の前にあるキーボードから命令を入力すれば、画面上にテレメトリ・データをグラフ表示させることができる。オペレータは、画面を見て、少しグラフを上にはずらすとか、表示時刻範囲を変更するとか、別のグラフを重ねるとか、別のグラフを表示させるとか等々の判断をする。その判断に従って再度キーボードから入力することにより、オペレータの望む画面を表示することができる。

HK表示処理では、キーボードからのテレメトリ識別、表示時刻範囲、工学値(Y軸)の上、下限を指定することにより最大3項目までのグラフの重ね合せが可能である。その他指定により最大、最小値の矢印表示、リミット値の表示、グラフにかかわって数値による表示も可能である。また表示画面のハードコピーが可能である。

HK表示処理で扱うのは、オンライン系のHKEファイルで、この中には現在時刻から最大48時間までのデータしか保存されていない。これがHK表示処理における表示時刻範囲の制限事項となっている。

以上は、改造以前のHK表示処理の機能であるが、今回の改造で、HKDファイル作成の機能が追加され、この制限事項が撤廃された。

そのHKDファイル作成プログラムの詳細は次のとおりである。

現在から48時間以前のテレメトリ・データは、オンライン系のファイルには保存されておらず、バッチ系で作成されるHK累積MTに入っている。このMTは、2ヶ月分が1巻となっているので、このMTの一部をオンライン系のHKEファイル(HK表示処理が扱える上記48時間のテレメトリ・データが入っているファイル)にコピーすればよい。ただし、問題となる点としては、HK表示が扱えるのは、最大48時間なので、2ヶ月分のデータから48時間分を抜き出す処理が必要である。またHK累積MTのフォーマットとHKEファイルのフォーマットが違うので、その変換が必要となる。さらに、現用のHKEファイルに書き込むと、現在から48時間前までのデータが消えることになるので、別のファイルに書く必要がある。この別ファイルがHKDファイルである。なお、HKDファイルのDは、Display(表示)の意味で、今回の改造で追加されたファイルである。

HKDファイル作成の処理手順は次のようになる。

入力データとしては、HK累積MTの他、入力カード

があり、HK 累積 MT からの切り出し開始年月日時、及び切り出し時間（最大 48 時間、省略時は 48 時間と見なす）を指定する。

出力データは、HKD ファイルへ書き込まれる。

実運用では、HKD ファイル作成プロセスの起動により実施する。プロセスは、スケジュール・コンソールからの入力によるが、入力に先立ち、HK 累積 MT（ボリューム通番は H から始まり、ファイル名は HKSAVEA1 であること）をマウントしておく。入力カードの内容はプロセスの起動パラメータで指定する。この方法による場合、HKD ファイル作成処理に続いて HK 表示が走行し、ただちに HK 表示の操作を行うことができる。

5. HK 表示メニュー（追加機能）

HK 表示処理の内容は、前項で述べたとおりであるが、表示される内容はテレメトリ識別で指定した内容のグラフ表示、数値表示である。今回の改造では HK 表示メニュー機能を追加して HK 表示で表示できる内容を拡

大し、テレメトリ識別とテレメトリ名の対応表、衛星に対して何らかの特別操作を行う際に表示させる項目の一覧表等を表示できるようにした。これによりオペレータによる操作の効率化をはかることができる。

メニューの内容としては上記のものがあるが、処理上としてはあらかじめ作成されたカードの内容をそのまま表示するものであるから、カードに使用されている文字なら何でもよい。

入力カードと表示画面の対応は次のようになる。1 枚のカードが画面上の 1 行に対応し、6 カラムから 68 カラムまでの 63 文字が相当する。また、HK 表示メニュー画面としては、1 頁が 24 行で表現できるが、これはカード 24 枚となる。この 24 枚を 1 メンバーとして、一括し、メンバー名をその頁の名とする。100 メンバーすなわち画面 100 ページ分をそのまま MT に登録し、これを HKM オリジナル MT と呼ぶ。なお、HKM の M は Menu の意味である。HKM オリジナル MT を、オンライン系の HK 表示処理の扱える形式に変換したものを、HKM マスター MT と呼ぶ。

```

HK DISPLAY                               GMS-3      04.10.29 01:28 GMT
MENU   (NAME:AAA000 )

*****CONTENTS*****
* HK DISPLAY-COMMAND                      ...AAA000
* TELEMETRY ID OF SUBSYSTEM                ...AAA010
  AOC..AADC01-AADC02  COM..ACOM01-ACOM05  EPS..AEPS01-AEPS03
  PPO..APRO01-APRO02  RTT..ARTT01        SEM..ASEM01-ASEM02
  TCE..ATCS01        UDM..AVDM01        VIS..AVIS01-AVIS04
* GROUP TELEMETRY
  AOCG..BAOCG1       COMG.BCOMG1-BCOMG2  EPSG..BEPG1
  PROG&SEMG..BPROG1  TCSG&UDMG..BTCG1    VISG.BVISG1-BVISG2
* ALPHABET ORDER 1 (TLM FULL NAME)
  A...CA0001        B...CB0001-CB0003  C...CC0001
  D...CD0001-CD0002  E&F,H,I,L...CE0001  M&N...CM0001
  P...CP0001        R...CR0001        S...CS0001-CS0004
  T...CT0001        U...CU0001-CU0002  V...CV0001-CV0003
  NUMERIC...CXNUM1
* ALPHABET ORDER 2 (TLM NAME,TLM ID,STATUS OR LIMIT,UNIT./BIT)
  A...DA0001        B...DB0001-DB0004  C...DC0001-DC0003
  D...DD0001-DD0003  E&F,H,I,L...DE0001  M&N...DM0001
  P...DP0001        R...DR0001        S...DS0001-DS0003
  T...DT0001        U...DU0001-DU0002  V...DV0001-DV0002
  X&NUMERIC...DX0001
* TELEMETRY OF RECONDITIONING              ...ERCON1-ERCON2
* TELEMETRY OF ECLIPSE                      ...FECLP1-FECLP3
* GMS-COMMAND                               PULSE...GMSP01-GMSP09  SERIAL...GMS001

```

ノH

図 3 HK 表示メニュー画面の例

HKM マスター MT は、バッチ系計算機で作成され、オンライン系から HKM ファイルに落とし込む。このオンライン系 HKM ファイルは、このメニュー表示のために今回新たに追加されたものである。

HK 表示処理では、メニュー表示のための指定があれば、このオンライン系 HKM ファイルから、メニューとして表示すべき内容を入力する。

HK 表示処理における入力指定のうち、HK メニュー用として次のものがある。

①メニュー表示指定

メンバー名を指定すると、そのメンバー名で登録された画面が表示される。

②前頁又は後頁の表示指定

HKM ファイルは、メンバー名がアルファベット順となっている。現在表示画面の一つ前又は一つの後の頁を指定により表示する。

出力画面例を図3に示す。

6. 食解析 (追加機能)

食とは、衛星から見て太陽が地球の影に入る期間を指す。この期間は衛星に太陽光が照射されないため、衛星の主たる電源である太陽電池からの電力供給がなくなる。その場合、衛星内蔵のバッテリーからの放電により電力が補給される。食中のバッテリーの状況は重要なものであるため、充分な監視を行う必要がある。この補助的役割をなすのが、今回の改造で作成された食解析プログラムである。

食解析プログラムで監視する項目としては、食に入る時刻と出る時刻の検知がある。これは食の出入の判定に使用するテレメトリの値の変化から求める。その他の項目として、バッテリー状態の解析があるが、食中のバッテリーの放電電流を時間で積分し、バッテリー消費量を求める。さらに、食終了後は高速充電を行ってバッテリーの消耗を回復させるが、その時もバッテリー充電電流を時間で積分し、充電量を求める。また、関係するテレメトリのリスト及びグラフの出力を行う。

食解析の入力データとしては、オンライン系から渡される最大48時間分のテレメトリデータが記録されている HKC ファイル、又は過去のテレメトリデータを累積した HK 累積 MT である。次に入力カード及び出力データについて述べる。

入力指定カードとして次のものがある。

①食判定テレメトリ指定カード

食入り食明けを判定するテレメトリ識別及び、グラフ

出力時の Y 軸 (出力の範囲) を指定する。省略不可。

②太陽パネル電流指定カード

食時は太陽光が衛星に照射しなくなるので、太陽パネル電流の値がゼロとなる。この状態のグラフ出力のため、太陽パネル電流のテレメトリ識別と Y 軸を指定する。省略すると標準値が設定される。

③バッテリー電圧テレメトリ指定カード

④バッテリー電流テレメトリ指定カード

⑤バッテリー温度テレメトリ指定カード

いずれも食中の衛星電源となるバッテリーに関するテレメトリ識別と Y 軸を指定する。いずれも省略すると標準値が設定される。

⑥高速充電テレメトリ指定カード

バッテリーは、食中の電源となつて日照時に充電しておいた電力を放電する。この食中に消耗した分を次の食までに回復するため、日照時に高速充電を行う。この高速充電に関するテレメトリ識別を指定する。省略すると標準値が設定される。

⑦解析時間指定カード

入力 HK 累積 MT のとき、解析を開始する年月日時と、食解析時間 (24時間以内) 及び、1本の MT から何日分の食解析を一気に実行する場合はその日数を指定する。HKC ファイル入力時のみ省略する。

⑧バッテリー定数指定カード

バッテリーの容量、充電効率を指定する。省略不可。

⑨XY プロッタによるグラフ出力指定カード

⑩データリスト指定カード

⑪終了カード

いずれも実行の制御をするもので、XY プロッタの場合出力項目を指定し、省略すれば全項目が出力される。データリストの場合省略すると出力されない。

出力されるものとして次のものがある。

①入力データブルーリスト

入力カードがそのまま出力される。図4参照。

②入力カード解釈リスト

入力カードに対し、食解析プログラムが解釈した結果が出力される。図5参照。

③テレメトリデータリスト

太陽電池パネル電流、バッテリー電圧、電流等、食時の衛星の電源に関するテレメトリ値がリスト出力される。図6参照。

④サマリーリスト

食開始、終了時刻、バッテリー高速充電の時刻、バッテリー充放電量等、食に関する解析結果をリストする。図

7 参照。

⑥プロット出力

食に関連したプロット図を出力する。出力例は図8参照。

7. リミットエラー早期警告 (追加機能)

衛星内部の温度、電圧等は、テレメトリとして地上に送信されていることは前述のとおりであるが、それら温度、電圧等の工学値は、宇宙空間での運用時に、正常に作動する範囲が設定されている。この値をリミット値と呼び、テレメトリの工学値の一つがこのリミット値を越えるとリミットエラーとなる。リミットエラーとなると、テレメトリ表示を行っているコンソールのブザーが鳴り、メッセージが出力される。

衛星自身は24時間にわたって作動をしているが、ある値がいつリミット値を超えるか予測するのはむずかしい。しかし、テレメトリの値がリミット値に近づくのに、項目によっては長時間かかるものがあり、リミット値の上限、下限の間に一定の圧縮率をかけた範囲を越せば、「前兆現象」とみなすことができ、越えたときの準備ができる。そのような前兆現象をとらえる機能として、今回の改造でリミットエラー早期警告プログラムが追加された。

入力テレメトリ・データは、HKC ファイルで、1日分のテレメトリ・データをチェックし、リミット値の圧縮率を越えた場合、リスト出力及びグラフ出力のためのMTが作成される。

入力データとしては次のものがある。

①圧縮率指定カード1

リミット値の上、下限の範囲を圧縮した圧縮率を示すもので、全テレメトリに一括して指定する。

②ノーチェック指定カード

圧縮率指定カード1では全テレメトリに一括して圧縮率がかかるが、テレメトリの中には、すでに圧縮範囲にかかることがわかっている等の理由で、リミットエラー早期警告の対象外としたいものがある。その対象外テレメトリを指定する。

③圧縮率指定カード2

一括して指定した圧縮率に対し、個々のテレメトリで、変化傾向の違い等により、違う圧縮率を指定したいとき、そのテレメトリと個別圧縮率を指定する。

④終了カード

入力カードの最後に指定する。

出力されるデータとして次のものがある。

①入力データブルーリスト

入力カードがそのまま出力される。図9参照。

②リミットエラー警告リスト

圧縮されたリミット値の範囲を、テレメトリ値が越えた場合のリストが出力される。図10参照

③リミットエラー警告プロット図

早期警告の範囲にかかったテレメトリの一日分のグラフが出力される。図11参照

8. おわりに

本論文は、58年度に実施したGMS-3に対応するための運用プログラム改造について述べたが、改造作業としては59年度にそのソフトと衛星本体との衛星結合試験を実施している。本報告で、GMS-3衛星結合試験の内容まで述べるつもりであったが、原稿メ切日等の関係で次の機会にゆずりたい。

なお、58年度の改造、59年度の衛星結合試験においては、気象衛星センター職員をはじめ多くの人の協力があつたことを感謝します。

気象衛星センター 技術報告 第11号 1985年3月

```

***** ECLIPSE ANALYSIS PROGRAM ***** S/C : GMS-3 84.10.29 02:14:12 PAGE= 1
*** INPUT CARD PROOF LIST ***
.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
/ ECLPID EPS112,4,3
/ TIME 84100113-24
/ CNST 3.30:1.3
/ LIST
    
```

図 4 食解析入力カードブルーフリスト

```

***** LIMIT ERROR CHECK PROGRAM ***** S/C : GMS-3 84.10.13 00:13:42 PAGE 1
*** INPUT CARD PROOF LIST ***
.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
/PRESS 93
/Fin
    
```

図 9 リミットエラー早期警告入力カードブルーフリスト

```

***** ECLIPSE ANALYSIS PROGRAM ***** S/C : GMS-3 84.10.29 02:14:13 PAGE= 2
*** INTERPRETATION OF INPUT CARD ***
<< ANALYSIS DURATION >>
START DATE 84.10.01 (GMT) NUMBER OF DAY 1
ANALYSIS TIME FROM 13:00:00 Z TO 13:00:00 Z
<< JUDGEMENT OF ECLIPSE >>
TELEMETRY ID EPS112
THRESHOLD 4.300000 (A)
(Y-AXIS SCALE LOWER 0.0 UPPER 0.0)
<< ANALYSIS TELEMETRY >>
(NAME) (BATTERY 1) (BATTERY 2) (Y-AXIS SCALE LOWER : UPPER) (UNIT)
SOLAR PANEL CURRENT EPS112 (DEFAULT) 0.0 : 15.00000 (DEFAULT) A
VOLTAGE EPS115 (DEFAULT) EPS116 (DEFAULT) 25.00000 : 45.00000 (DEFAULT) V
CURRENT CHARGE EPS117 (DEFAULT) EPS118 (DEFAULT) 0.0 : 9.000000 (DEFAULT) A
DISCHARGE EPS119 (DEFAULT) EPS120 (DEFAULT)
TEMPERATURE 1 EPS101 (DEFAULT) EPS103 (DEFAULT) 0.0 : 50.00000 (DEFAULT) C
2 EPS102 (DEFAULT) EPS104 (DEFAULT)
HIGH RATE CHARGE EPS003 (DEFAULT) EPS005 (DEFAULT)
BACK UP RELAY EPS004 (DEFAULT) EPS006 (DEFAULT)
<< BATTERY CONSTANT >>
BATTERY CAPACITY 3.300000 (A*HOUR)
CHARGE FACTOR 1.300000
<< OUTPUT GRAPH AND LIST NAME >>
/ GRAPH OR LIST NAME /
1 STATE OF ECLIPSE JUDGING TELEMETRY ..... YES
2 STATE OF SOLAR PANEL CURRENT ..... YES
3 CHANGE OF VOLTAGE AND TEMPERATURE ..... YES
4 DIFFERENCE OF VOLTAGE CHANGE ..... YES
5 DEPTH OF DISCHARGE ..... YES
6 STATE OF DISCHARGE (CHARGE) CURRENT ..... YES
7 ORIGINAL TELEMETRY DATA LIST ..... YES
    
```

図 5 食解析入力カード解釈リスト

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE No. 11. MARCH 1985

***** ECLIPSE ANALYSIS PROGRAM ***** S/C : GMS-3 ***** 84.10.29 02:14:42 PAGE# 3

*** ORIGINAL TELEMETRY DATA LIST ***

DATE#	< BATTERY 1 >										< BATTERY 2 >									
	SEV.	TIME	JUVE.	SOLAR	VOLTAGE	DISCHARGE	CHARGE	TEMP.1	TEMP.2	VOLTAGE	DISCHARGE	CHARGE	TEMP.1	TEMP.2	VOLTAGE	DISCHARGE	CHARGE	TEMP.1	TEMP.2	
(A)	(A)	(A)	(A)	(V)	(A)	(A)	(A)	(C)	(C)	(V)	(A)	(A)	(C)	(C)	(V)	(A)	(A)	(C)	(C)	
1	13101708	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.128887	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
2	13102119	12.20872	12.20872	37.99650	-0.02576	0.113177	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
3	13105130	12.42788	12.42788	37.99650	-0.02576	0.124960	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
4	13105741	12.27306	12.27306	37.99650	-0.02576	0.128887	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
5	13109252	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.113177	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
6	13112103	12.26230	12.26230	37.99650	-0.02576	0.121032	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
7	13114114	12.27306	12.27306	37.99650	-0.02576	0.124960	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
8	13118126	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.126924	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
9	13118137	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.113177	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
10	13120148	12.42788	12.42788	37.99650	-0.02576	0.124960	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
11	13122159	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.128887	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
12	13125110	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.111213	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
13	13127121	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.122996	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
14	13129132	12.42788	12.42788	37.99650	-0.02576	0.126924	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
15	13131143	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.124960	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
16	13133154	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.113141	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
17	13136105	12.42788	12.42788	37.99650	-0.02576	0.126924	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
18	13138116	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.128887	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
19	13140127	12.26350	12.26350	37.99650	-0.02576	0.109249	13.03826	12.35960	37.83952	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
20	13142138	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.124960	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
21	13144149	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.126924	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
22	13147100	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.122996	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.121763	14.18155	14.05721							
23	13149112	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.113141	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.123725	14.18155	14.05721							
24	13151123	12.42788	12.42788	37.99650	-0.02576	0.126924	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
25	13153134	12.31828	12.31828	37.99650	-0.02576	0.110047	13.03826	12.35960	38.00313	0.008245	0.119800	14.18155	14.05721							
26	13155145	-0.00745	-0.00745	36.36575	2.070226	L-0.00072	13.03826	12.35960	36.20126	2.024624	L-0.00004	14.18155	14.05721							
27	13157156	-0.00745	-0.00745	35.71345	2.031049	-0.00072	12.71366	12.35960	35.70948	2.024624	L-0.00004	14.07306	14.05721							
28	14100107	-0.00745	-0.00745	34.22222	2.070226	-0.00072	12.71366	12.35960	35.21842	2.024624	L-0.00004	13.71620	13.71620							
29	14102118	-0.00745	-0.00745	34.48907	2.109403	-0.00072	12.39398	12.35960	34.48081	2.005047	L-0.00004	13.73270	13.71620							
30	14104129	-0.00745	-0.00745	34.71732	2.070226	-0.00072	12.07915	12.35960	34.36319	2.024624	L-0.00004	13.73270	13.38030							
31	14106140	-0.00745	-0.00745	34.40845	2.050638	-0.00072	11.74912	12.35960	34.23558	2.063776	L-0.00004	13.39745	13.04945							
32	14108151	-0.00745	-0.00745	34.24577	2.070226	-0.00072	11.46383	12.04541	34.23558	2.024624	L-0.00004	13.06476	13.04945							
33	14110162	-0.00745	-0.00745	34.08270	2.089813	-0.00072	11.16324	12.04541	34.07177	2.024624	L-0.00004	12.74184	12.73599							
34	14112173	-0.00745	-0.00745	33.92062	2.109403	-0.00072	10.86721	12.04541	33.90797	2.024624	L-0.00004	12.42343	12.40269							
35	14114184	-0.00745	-0.00745	33.39362	2.131049	-0.00072	10.57289	11.73593	33.90797	2.044200	L-0.00004	12.10393	12.08667							
36	14116195	-0.00745	-0.00745	33.31962	2.050638	-0.00072	10.28903	11.73593	33.90797	2.063776	L-0.00004	11.79522	11.77548							
37	14118206	-0.00745	-0.00745	33.15655	2.050638	-0.00072	10.00665	11.73593	33.74416	2.063776	L-0.00004	11.48922	11.46907							
38	14121198	-0.00745	-0.00745	33.17655	2.050638	-0.00072	9.45505	11.43110	33.74416	2.024624	L-0.00004	11.18794	11.18794							
39	14124109	-0.00745	-0.00745	33.15655	2.050638	-0.00072	9.18574	11.43110	33.74416	2.024624	L-0.00004	10.89128	10.87036							
40	14126120	-0.00745	-0.00745	33.15655	2.089813	-0.00072	8.92060	11.13087	33.74416	2.024624	L-0.00004	10.59919	10.57795							
41	14128131	-0.00745	-0.00745	33.49347	2.050638	-0.00072	8.40380	10.83818	33.50883	2.044200	L-0.00004	10.31263	10.00675							
42	14130142	-0.00745	-0.00745	33.29347	2.031049	-0.00072	8.150432	10.83818	33.50883	2.005047	L-0.00004	10.02554	9.727847							
43	14132153	-0.00745	-0.00745	33.43040	2.109403	-0.00072	7.901813	10.54398	33.41655	2.063776	L-0.00004	9.73544	9.433333							
44	14135104	-0.00745	-0.00745	33.43040	2.050638	-0.00072	7.436348	10.25722	33.41655	2.044200	L-0.00004	9.20925	8.917256							
45	14137115	-0.00745	-0.00745	33.49347	2.128992	-0.00072	7.179212	9.974860	33.41655	2.044200	L-0.00004	8.78178	8.655583							
46	14139126	-0.00745	-0.00745	33.26732	2.070226	-0.00072	6.717211	9.696784	33.25214	2.005047	L-0.00004	8.440730	8.398079							
47	14141137	-0.00745	-0.00745	33.26732	2.128992	-0.00072	6.269638	9.422999	33.25214	2.063776	L-0.00004	8.167368	7.899359							
48	14143148	-0.00745	-0.00745	33.10425	2.050638	-0.00072	5.951261	9.154611	33.08893	2.063776	L-0.00004	7.872663	7.650033							
49	14145159	-0.00745	-0.00745	33.10425	2.128992	-0.00072	5.625047	8.888025	33.08893	2.005047	L-0.00004	7.431213	7.171170							
50	14148110	-0.00745	-0.00745	32.94117	2.031049	-0.00072	5.417101	8.626728	32.92513	2.044200	L-0.00004	6.999380	6.707660							

図 6 食解析テレメトリデータリスト

***** ECLIPSE ANALYSIS PROGRAM ***** S/C : GMS-3 ***** 84.10.21 00:18:13 PAGE# 3

*** SUMMARY LIST ***

<< ECLIPSE PERIOD >>

START 84.10.17 14:10:52

END 84.10.17 14:11:10

DURATION 0 HOUR 28 MINUTES 22 SECOND

JUDGING TELEMETRY EPS112

<< HIGH RATE CHARGE >>

ON BATTERY 1 84.10.18 00:42:11

BATTERY 2

STATE OF ECLIPSE JUDGING TELEMETRY

S/C : GMS-3

TIME=84.10.17.13
TELEMETRY ID=EPS112
TELEMETRY NAME=SOLAR PNL C

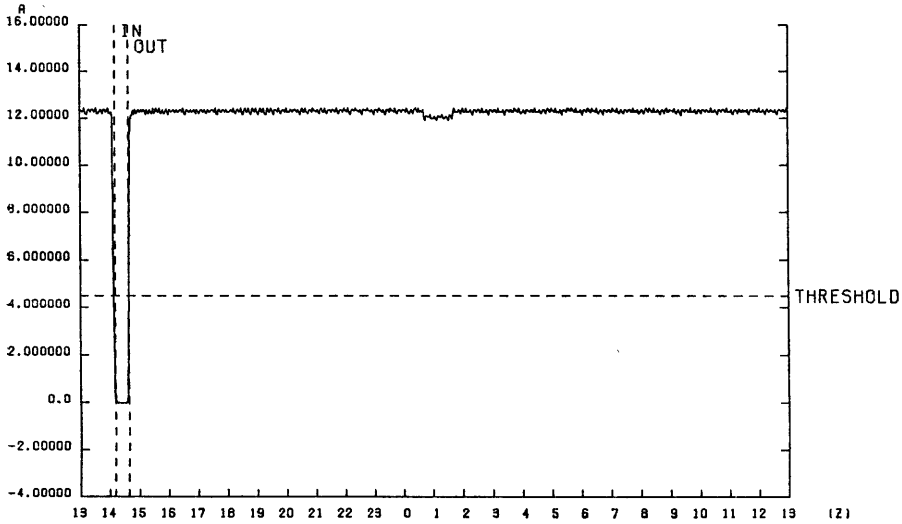


図 8 食解析プロット出力図

***** LIMIT ERROR CHECK PROGRAM ***** S/C : GMS-3 84.10.13 00:13:42 PAGE 2

***** LIMIT ERROR CHECK LIST *****

SEG-NO	TLM-ID	TLM-NAME	UNIT	L-LIMIT	U-LIMIT	DATA-VALUE	DATE	TIME	PRES
1	AOC111	DCEL MOTOR C	A	0.105000	0.295000	0.334539	84.10.12	00:16:18	95
						0.302548	84.10.12	01:04:22	
						0.318544	84.10.12	01:13:06	
						0.310546	84.10.12	01:34:56	
						0.310546	84.10.12	01:50:14	
						0.310546	84.10.12	03:04:30	
						0.302548	84.10.12	03:50:23	
						0.310546	84.10.12	10:10:29	
						0.310546	84.10.12	11:13:50	
						0.302548	84.10.12	11:46:36	
						0.302548	84.10.12	12:41:13	
						0.302548	84.10.12	14:43:33	
						0.318544	84.10.12	16:32:46	
						0.318544	84.10.12	16:58:39	
0.302548	84.10.12	23:51:51							
2	EPS111	MAIN BUS C	A	3.565000	9.835000	9.853384	84.10.12	15:18:30	95
						9.853384	84.10.12	15:29:23	
3	EPS114	MAIN BUS V	V	24.745000	26.455000	27.33287	84.10.12	15:59:51	95
4	EPS115	BATT1 V	V	34.645000	40.135000	32.94117	84.10.12	14:47:55	95
						33.18425	84.10.12	14:50:06	
						34.08270	84.10.12	14:52:17	
						34.24577	84.10.12	14:54:28	
						34.40885	84.10.12	14:56:39	
						34.40885	84.10.12	14:58:30	
34.57192	84.10.12	15:01:01							
34.57192	84.10.12	15:03:12							

図 10 リミットエラー早期警告リスト

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE No. 11. MARCH 1985

TELEMETRY TREND FOR LIMIT ERROR DETECTION (GMS-3) 84.10.11

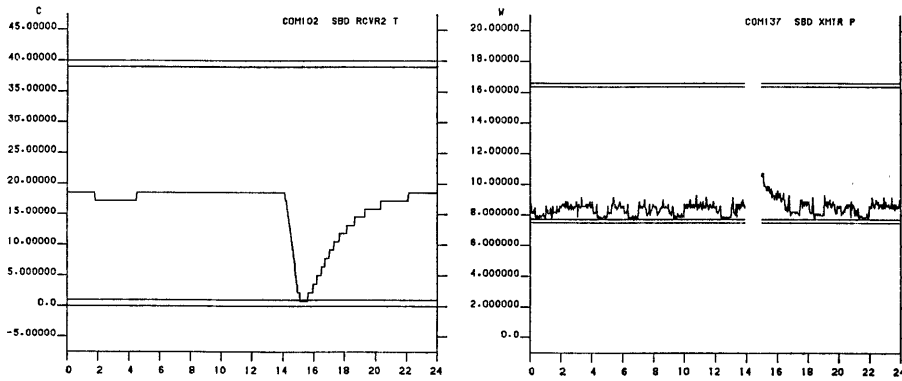


図 11 リミットエラー早期警告プロット図