

GMS-2 改造プログラムのシステム試験について (報告)

Systematic Integration Test for the Program Altered to Fit GMS-2

桃井保清*・坂井武久**・木村光一***

Yasukiyo Momoi*, Takehisa Sakai** and Koichi Kimura***

1. はじめに

GMS から GMS-2 への移行にあたり、衛星仕様の変更や気象衛星通信所 (CDAS: Command and Data Aquisition Station) 内通信機器の新設 および改造に対応するため、更にはプログラムの機能向上のため、静止気象衛星電子計算機システムプログラムを大巾に改造する必要が生じた。このため、昭和54年度よりメーカーにプログラム改造作業を行なわせてきたが、昭和56年度は前年度迄に終了した各業務処理プログラム単体レベルでの改造に引続き、各業務処理プログラム間のインターフェイス確認と総合的なデバッグを目的とした各種システム試験が実施された。

本報告ではシステム試験の工程管理やシステム試験実施にあたり必要とした各種の調整作業を中心に述べる。

2. システム試験の概要と実施スケジュール

気象衛星センター (DPC: Data Processing Center) 計算機システムのプログラムは、制御プログラムと27の業務処理プログラム (オンライン系17, バッチ系10) で構成されているが、今回大部分の業務処理プログラムに改造が行なわれた。改造の中味については本技術報告第7号で別に紹介されているが、オンライン系業務処理プログラム、中でも衛星運用管制系データの処理プログラムに大幅な改造が行なわれた。

システム試験は各業務処理プログラム間のインターフェイスの確認および衛星や CDAS 等他システムとの間

のインターフェイスを確認することが目的であり、五つのフェーズに分けて実施された。

なお、試験の実施にあたっては、GMS 用のプログラム開発時とは状況が異なり、「GMS」(GMS, GMS-2 を総称する場合「GMS」と書くこととする。) の運用を出来る限り維持しながら平行して試験を実施しなければならないという条件があった。既存のオンライン系計算機システムとバッチ系計算機システムのみでは大幅な運用中断は避けられないため、システム試験用に計算機および周辺装置一式が暫定的に増設された (以後この計算機システムを増設計算機システムと呼ぶ。) そしてシステム試験は次の三つの計算機使用形態で実施された。

- A. 増設計算機システムに GMS-2 や CDAS の機能を持ったテストプログラム (以後テストプログラムと呼ぶ。) をロードし、バッチ系計算機システムには改造プログラムをロードし、両者を結合し疑似 GMS システムを構成。
- B. オンライン系計算機システムと CDAS, 衛星を直接結合する。
- C. バッチ系計算機システムにテストプログラム、オンライン系計算機システムには改造プログラムをロードし、両者を結合し疑似 GMS システムを構成。

システム試験の五フェーズ

(1) 業務処理プログラム間結合一次試験

各業務処理プログラムを結合し、業務処理間のデータの受け渡しが正しく行なわれることを確認する試験で、使用形態 (A) で実施した。

(2) 業務処理プログラム間結合二次試験

各業務処理プログラムは、与えられた業務を正しく処理できる機能の他に、入出力装置等に障害が発生した場

* 気象衛星センター気象衛星通信所, Meteorological Satellite Center

** 科学技術庁, Science and Technology Agency

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

合、プログラム自身の判断により処理を続行したり或はシステムダウンに至らしめたり、更にはシステム復旧時システムダウン直前の状態に戻し(リカバリー)した上で処理を続行させる機能を有する。この試験は、人為的に障害を発生させ、これらの機能を確認することが目的であり、使用形態Aで実施。また、本試験の一部として計算機の処理能力(処理時間、CPU 負荷、メモリ負荷)測定を、使用形態Cで実施した。

(3) CDAS-DPC 間結合試験

CDAS 内通信機器と DPC 内計算機システムを結合し、相互のデータ授受が正しく行なわれことを確認するのが目的で、使用形態Bで実施した。

(4) 衛星結合試験

CDAS 内通信機器を通し、GMS-2 と計算機システムを結合し、相互のデータ授受が正しく行なわれことを確認するのが目的で、使用形態Bで実施した。

(5) 総合試験

GMS-2、CDAS と結合し、運用時と同じ条件で計算機システムが正常に機能することを、また、障害発生時の復旧処理が正しく行なわれること等を総合的に確認することが目的で、使用形態Bで実施。但し、総合試験以前の各試験フェーズで、プログラムに数多くの修正が行なわれおり、この状態で最初から衛星と結合して試験を実施するのは危険であり、また運用維持の面からも望ましくないため、事前に使用形態AおよびCにより確認試験を実施した。

以上が GMS-2 用に改造したプログラムのシステム試

験既で、その実施スケジュールを図1に示す。

3. システム試験実施前の準備

今回のシステム試験が GMS 用プログラム製作時のシステム試験と実施面で大きく異なる点は、前回はまだ GMS の運用がないか或はあっても極く一部(1日1~2回の画像取得)に限られていたが、今回は GMS の運用が全面的に行なわれていた点で、この GMS 運用との調整が、試験計画を立て試験を準備していく上で大きなウエイトを占めた。

以下に今回システム試験実施にあたり行なった調整や準備の内主要なものについて述べる。

(1) GMSS 運用との調整

今回のシステム試験実施にあたり、増設計算機システムを導入したが、試験を実施するためには、オンライン系或はバッチ系計算機システムを占有使用しなければならないため、試験実施中はオンライン系業務或はバッチ系業務が中断することになる。業務中断の時期や期間については、試験実施時期や試験作業量(工数)によるが、試験作業量については、プログラム開発時の作業実績(1試験項目当りの計算機使用時間)を基準にし、今回システム試験の項目数から各試験フェーズごとの計算機使用合計時間が決められた。この合計時間と GMS-2 の打上げや 140E° への静止時期等のスケジュールから各試験フェーズの期間と一日当りの計算機使用時間が決められた。次いで一日の内でのどの時間帯に計算機を使用するかであるが、これを決めるにあたっては、GMSS 運用への影響或は GMS データ利用者への影響が最も少ない

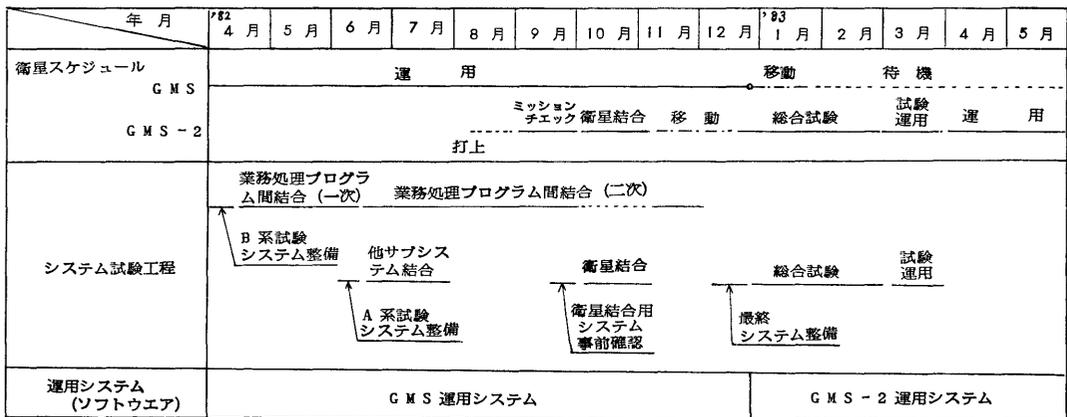


図1 システム試験実施スケジュール

時間帯であることを最優先とし、試験実施者に対する或る程度の犠牲は止む得ないものとした。決定までのステップは、

① 運用への影響が比較的少ないと考えられる時間帯について幾通りかの案を出す。

② 各案について、運用が中断した場合の影響を検討する。運用スケジュールの変更等で少しでも運用への影響が軽減できるものがあれば明らかにしておく、例えば、気象データ編集時刻を試験の前後にずらすことにより ADESS から受信する気象データの欠落を可能な限り防ぐとか、バッチ系で処理した風ベクトルデータを MT に吸上げ、オンライン系試験中に試験対象プログラムにより ADESS へ配信し、スケジュールを維持するなどが挙げられる。

③ 現業各課担当者との間で各案のメリット、デメリットについて検討し、各課で利害が一致しない点は調整を行なう。

④ 上記結果をもとに気象庁気象衛星室を通し、予報部をはじめとする庁内の調整を行ない最終的な案を決める。

(2) 宇宙開発事業団 (NASDA) との調整

システム試験には、衛星結合試験や総合試験のように GMS-2 を使用するものがある。また試験実施中、運用衛星である GMS をモニターできない場合がある。

GMS-2 の使用にあたっては、事前に使用方法が設計上の制約条件を満たしているかどうか NASDA (衛星設計担当) の点検を受けておかなければならない。また試験実施にあたっては、GMS-2 へのコマンド発信異常等、異常事態に備えてのバックアップや GMS のモニター等の支援を中央追跡管制所に依頼しなければならない。中央追跡管制所側ではそれなりの態勢が必要で、且つまた他の運用業務とのスケジュール調整も行なわなければならない。このため、試験計画については十分早くから説明を行ない支援を依頼しておかなければならないし、計画に変更があった場合には速やかに連絡し承認を得ておかなければならない。

(3) その他との調整

NHK 等の放送機関やオーストラリア気象局等、特定の GMS データ利用機関に対しては、運用中断時にトラブルが生じないように十分な説明を行なうと共に可能な範囲での配慮も必要である。

(4) 試験計画に対する承認

システム試験の実施にあたっては GMS システムの運用を完全に中断する場合がある。また各部門の協力も必要である。態勢作りや勤務上の手だても考えなければならない。「GMS」資料ユーザとのトラブルも避けなければならない。これらのことをスムーズに進めるためにも、(1)、(2)で述べた実務レベルでの調整の後、以下の会議に計り、部内・部外の承認を得ておく必要がある。

・CDAS-DPC インターフェイス会議

システム試験の中でも CDAS との結合試験、衛星結合試験、総合試験のように情報伝送部の協力を得なければならない試験については、CDAS および DPC に於て GMS-2 用に製作或は改造中のハード・ソフト間のインターフェイス条件確認や相互の作業工程の調整の場である本会議に計り承認を求めた。

・技術連絡会議

システム試験計画の最終案がまとまったところで、気象衛星センター内の技術的問題および関連する問題の最終的承認の場である本会議に計り承認を得た。また試験の途中で計画が大きく変わる場合には再度承認を求めた。

・気象衛星推進会議

システム試験実施による GMS システムの運用中断は、GMS 資料のユーザ、特に予報業務に大きな影響を与えるが(1)の調整の最後、最終的に本会議の承認を得、気象庁内ユーザの理解と協力を求めた。

・静止気象衛星連絡会議および GMS-2 と地上機器とのインターフェイス検討分科会

(2)で述べた気象庁と宇宙開発事業団との間の調整・確認事項のうち GMS-2 の使用に関する事、GMS-2 の特性に関する確認等については、衛星の設計・開発に拘わることであり、最終的には本会議の承認を必要とした。

・GMS/GMS-2 運用連絡会

(2)で述べた気象庁と宇宙開発事業団との間の調整・確認事項のうち、システム試験実施中の GMS モニターおよび GMS-2 に対するコマンドのバックアップ等については、宇宙開発事業団の施設使用に拘わることであり本会議での承認を必要とした。一方、宇宙開発事業団側にとっても、気象庁のために支援態勢をとるには要員配置

や超過勤務等に関する措置が必要で、これを実務ベースで進めるためには、本会議での公式承認とその適時性が求められた。

4. システム試験実施とその工程管理

通常、契約によりメーカーにハードやソフトを製作させる場合、メーカーとの間で確認された工程表に従って作業を進めること、および製作の途中と完成時にそれぞれ中間検査と完成検査を実施し、仕様書に定める機能・性能が満たされていることを確認すればよい。しかし、今回システム試験の工程管理にあたっては、これ以外にいろいろ考慮を払わなければならない事が多かった。その要因としては、

① システム試験実施のための計算機システムおよび関連システムは、GMS/GMS-2 専用のものを使用しなければならないが、システム試験という一時期のためにメーカーが同じシステム構成を準備することは経費的に無理があり、従って気象庁の施設を使用しての作業となる。またこのため、常に運用との調整や他システムとの調整が必要となる。

② 通常、毎日の試験は、それぞれ異なる項目のものが行なわれており、その結果を確認するという点では毎日が中間検査的な要素を持つことになる。(持論、正式な中間検査は各試験フェーズ終了ごとに実施した。)

③ システム試験は、各フェーズの実施順序が決まっており、しかも GMS-2 を使用しないと最終的に機能が確認されない。

などが掲げられる。以上より、システム試験の工程管理にあたっては以下の点に考慮を払う必要があった。

(1) 計算機使用記録

システム試験で使用する計算機システムは気象庁が措料を払って使用しているものであり、これをシステム試験でどの程度使用したかは契約上の問題に拘わるため、使用時間は正確に記録しておく必要がある。使用時間数はオンラインシステムとバッチシステムとの区別、また他の契約による計算機使用時間とも区別できなければならない(データ処理課で管理)

(2) 運用との調整

基本的なことについては、システム試験計画を立てる段階で調整が済んでいるが、日常の試験では GMS システム運用への影響を少しでも少なくする努力が必要である一方、試験準備や実施面での効率等も考えなければな

らないため、調整内容は多様である。一週間ごとに運用側と調整し試験計画を立てたが、諸般の事情で計画を変更しなければならないことは度々あった。この場合、直ちに運用各課に連絡しないとトラブル発生の原因となる。また、試験実施直前や実施中、異常気象現象観測のため急ぎで中止しなければならないことがあったが、CDAS や NASDA の支援態勢や準備との拘わりもあり、調整に苦勞することが多かった。

(3) 試験監督

システム試験にはオンラインシステム使用のものとはバッチシステム使用のものがある。オンラインシステム使用試験の場合は運用への影響も大きく、また CDAS や NASDA との連係作業もあり特に慎重を要する。従って詳細な試験実施手順書については事前に十分点検を行わない必要な指示を行なうと共に、試験中は CDAS や NASDA との連絡やメーカーへの指示のため監督者が立合う必要があった。しかし、バッチシステム使用試験については、運用への影響が比較的少ない、作業が深夜に行なわれることが多くマン・パワーがない等の理由で、通常は試験には立合わず代りに作業日報等により作業の進捗状況を把握することとした。

(4) GMS-2 側の問題に関連した事項

システム試験には、衛星結合試験や総合試験のように GMS-2 を使用しないと実施できないものがあるが、GMS-2 側の問題に関連し次のような試験工程上の検討を行なった。

① GMS-2 の打ち上げが失敗した場合、実施不可能な試験をどうするか。即ち契約上どう処理するかの問題(本来この種の問題は契約時点で考えておくのが望ましい)

② S バンド送信機不具合発生に伴う問題として 2 点、一点は不具合調査及びその対策のため東経160°から東経140°への移行時期が遅れ、総合試験の一部が期間内に実施出来なくなる可能性が出てきたことに対する対策、もう一点は不具合に伴ない蝕時の GMS-2 運用形態が仲々定まらないため、蝕関連項目の試験が予定通りできないという問題で、これについては NASDA から蝕運用の案が幾通りか示されたので、その全てについて試験を行なうことで対処出来た。

5. システム試験結果とその評価

昭和56年4月以降ほぼ一年の長きにわたりシステム試

表1 計算機使用時間に関する計画と実績の比較

試験フェーズ		比較項目	計画	実績
1. 業務処理プログラム間結合一次		1. 試験項目数	41 項目	75 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間	4 時間	4.8 時間
		3. 総計算機使用時間	164 時間	360 時間
2. 業務処理プログラム間結合二次		1. 試験項目数	82 項目	106 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間	5 時間	5.5 時間
		3. 総計算機使用時間	410 時間	583 時間
3. 他サブシステム結合		1. 試験項目数	22 項目	43 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間	4 時間	0.8 時間
		3. 総計算機使用時間	88 時間	32.5 時間
4. 衛星結合		1. 試験項目数	54 項目	82 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間	3.8 時間	1.9 時間
		3. 総計算機使用時間	189 時間	62 時間
5. 総合試験	オンライン	1. 試験項目数	56 項目	22 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間	6.5 時間	3.5 時間
		3. 総計算機使用時間	416.5 時間	78 時間
	バッチ増設	1. 試験項目数		44 項目
		2. 一項目当りの計算機使用時間		7.7 時間
		3. 総計算機使用時間		33.8 時間

験を実施してきた。この間、GMS-2のSバンド送信機に不具合が発生するなど、試験進行上若干の問題はあったが、最終的には全試験工程を期限内に終了することができた。以下に今回のシステム試験について若干の評価を行なってみた。

表1に試験計画における計算機使用時間見積りと作業日報より積算した計算機使用実績との比較を掲げる。但し、計画時の計算機使用時間見積りについては、GMS用プログラム開発時の各試験フェーズにおける一試験項目当りの計算機使用実績を根拠に、今回システム試験で予定された試験項目数を乗じて算出したものである。なお業務処理プログラム間結合一次および二次試験については、そのほとんどがバッチ系および増設系計算機システムを使用した試験で、逆に他サブシステム結合試験はほとんどオンライン系計算機システムを使用した試験である。また衛星結合試験と総合試験については、オンライン系計算機使用試験とバッチ系・増設系計算機使用試験とがある。この表に掲げた数値から次のようなことが言える。

イ、バッチ系・増設系計算機システムを使用した業務処理プログラム間結合一次および二次試験の試験項目数は計画に比べ実績の方がかなり多い。これは運用への

影響が少ないバッチ系・増設系計算機システムにより可能な限り機能確認とデバックを行なおうとした結果と思われる。

ロ、他サブシステム結合試験の試験項目数は計画に比べ実績が倍増している。これはGMS-2用施設整備の一環としてCDASのコリメーション塔(三点測距の距離校正等に使用される)に新たに疑似衛星的な機能が追加されたが、この機能を利用した疑似衛星結合試験的な項目が増えたことが一つの要因となっている。

ハ、衛星結合試験では逆に実績の方の試験項目数が減っているが、これはGMS-2の不具合発生に関連し、試験日程を縮める必要が生じたこと、および衛星使用上の制限があったことから、他サブシステム試験結果をも考慮し、試験項目を削ったことが影響している。

ニ、一試験項目当りの計算機使用時間は、バッチ系・増設系計算機システムを使用した試験では計画(GMS用プログラム開発時の実績)に比べ実績の方が若干増えているが、オンライン系計算機システムを使用した試験では計画に比べ実績の方がはるかに少なくなっている。この要因として考えられることは、

④、オンライン系計算システム使用試験については直接運用中断に結びつくため、試験実施前に詳細な試

実験実施手順についてメーカー側とよく検討し、試験実施にあたっては必ず監督者を張り付け試験を能率的に進めてきた。これに対しバッチ系・増設系計算機システム使用試験では、マン・パワー不足からはほとんど試験に立合うこともなかったし、手順書の検討も十分でなかった点がある。

- ⑥、GMS 用プログラム開発時に比べ GMS システム特に衛星や CDAS システムに関する理解が進み、試験手順書を検討する段階で不備な点や誤りを極力正せたことが、再試験等の無駄を少なくする結果となった。これは特にオンライン系計算機システム試験に言える。
- ⑦、バッチ系・増設系計算機システム使用試験はスケジュール的に比較的余裕があったこと、運用への影響が少ないこと、深夜の作業が多かったこと等、能率的にマイナスとなり易い要素があった。
- ⑧、オンライン系計算機使用試験の前にバッチ・増設系計算機システムによる事前確認を行なったため、オンライン系計算機使用試験でバグ発生のため再試験を行なうというケースはあまりなかった。

以上述べたように、オンライン系計算機使用試験が計画時に比べ極端に少なくなった結果、運用の中断も大巾に少なくなり、システム試験全体で VISSR (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer: 可視・赤外放射計) 観測の欠測が46回、率にして1.5%程度、即ち98%以上の運用を確保したことになり、計画時点では約80%の運用率と見込まれていたのに比べると大幅に運用率が改善されたことになる。

6. まとめ

ほぼ一年にわたりシステム試験が行なわれ、この間、試験進行上のいろいろな問題にも遭遇したが、GMS-2も無事打上げられシステム試験を予定通り終了させることができた。また、その後の運用の経過を見ても GMS の運用開始時と比べ Bug 発生は少なく、結果は満足できるものと言える。

システム試験を担当して改めて感じたのは、静止気象衛星業務が、その運用やデータ利用を通じ、広く気象庁内外の機関に係りを持っているということ、裏返して言えば、システム試験を進めていく上で一番大切なこと、また大変であったことは、部内・部外機関との調整であった。

一方、試験工程の管理という面で言うと、基本的には試験作業がスケジュール通り進み期限内に全試験項目を消化すればよいことになる。しかし、第5項で述べたようにオンライン系計算機使用試験とバッチ系計算機使用試験を一試験項目当りの作業量(計算機使用時間)で比較すると、前者の方が大幅に少ない。木目細かくメーカーを指導したというだけの理由ではないと思うが、GMS の時と比べ運用中断の影響が大きく、計算機も自由に使えないため、メーカーと共に試験方法や試験手順を詳細に検討してきたことの効果が現われたものと思う。逆に後者の試験においても、マン・パワー不足の問題はあったが、やり方次第ではもっと効率化を計れたたのではないかと反省している。

ともかく運用維持の面では、この年の VISSR 観測回数が通常年の 80% 程度しか確保できないと考えられたのが、実際は 98% 以上も確保できた。この実績は今後同様な試験が実施される際、一つのステップとなろう。「GMS」の利用が高まるに従い、長期にわたる運用中断は今後益々困難になるであろう。また今回のシステム試験では長期にわたり NASDA の支援を受けてけたが、今後は長期の支援が出来ない旨 NASDA から言い渡されている。

この先、GM-3 号の打上げや計算機のリプレースに伴い、幾度もシステム試験が行なわれるであろうが、運用中断を少なくするとともに運用中断の期間短縮も要求されることになる。

最後に、今回のシステム試験が気象衛星センターあがての協力により、更には、気象庁(本庁)や NASDA の協力により無事終了することができたことを、特に運用確保という立場から全面的に協力していただいたシステム管理課運用班岩淵氏やデータ処理課広瀬氏、北谷氏鈴木氏に対し深く謝意を述べこの報告を終わる。