

4.5 衛星システム開発試験の最近の傾向

日本電気株式会社

宇宙システム事業部 独立技術評価室

間瀬 一郎 氏

衛星システム開発試験の最近の傾向

- 1. 衛星システム開発方式・開発モデル
- 2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況
- 3. システム(電気)EM簡略化の効果とリスク

NEC 宇宙システム事業部 間瀬 一郎

NEC

第6回試験技術ワークショップ

1

1. 衛星システム開発方式・開発モデル

システム開発モデル(EM:エンジニアリングモデル)の分類

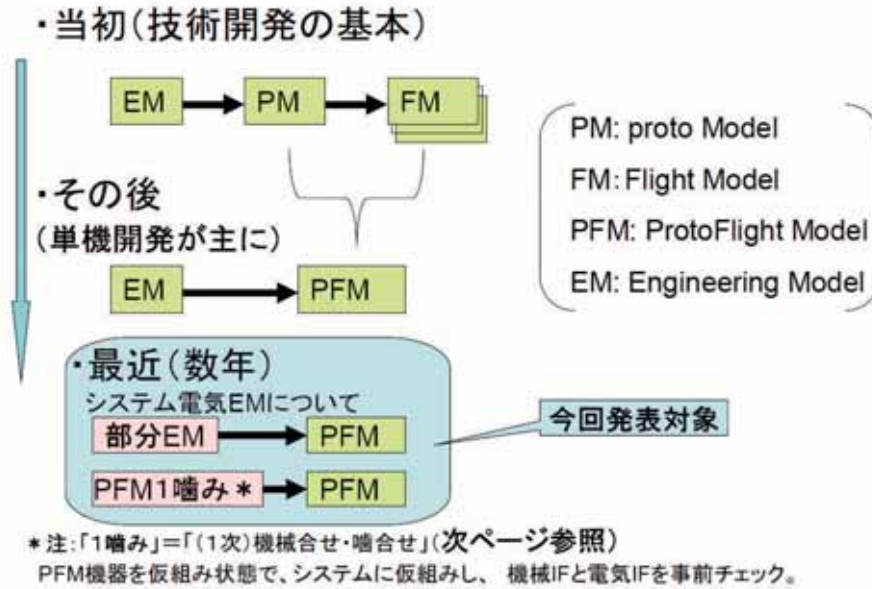
モデル	略称	目的	備考
システム (電気)EM	SEM	電気機能性能を検証	期間とコストが大。 今回発表の主対象
システム 構造モデル	MTM	耐機械環境性能を検証	両方兼用し、 熱構造モデル(STM) とする場合が多い。
システム 熱モデル	TTM	耐熱環境性能を検証	

NEC

第6回試験技術ワークショップ

2

1. 衛星システム開発方式・開発モデル



1. 衛星システム開発方式・開発モデル

「1噛み」方式：科学衛星で従来から採用

PFMを前倒し製作し、機器仮組み時点で集め、下記を実施；

- ①「機械合せ」(機械IFチェック)：衛星構体に仮組み。
- ②「噛合せ」(電気IFチェック)：電氣的に接続して、電気試験(特にIFについて)を実施。

その後、分解し、必要により改修して本組みの後、機器単体PFT/ATを実施。

2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況

①小型試験衛星例

(この衛星は、部品・機器の安価で手軽な軌道上実証機会を提供する、短期間・低コストの開発手法と標準バスの開発が目的であった。)

・<システムEM>

短期間低コスト開発の試行のため、システム(電気)EMも、システム熱構造モデルも無く、最初からPFMを製造した。また「1噛み」相当もしなかった。

・<機器単体レベルのEM>

バス機器は既開発か既開発の部分改修。EMは製作せず。ミッション機器は全て新規開発。原則としてEM製作。

NEC

第6回試験技術ワークショップ

5

2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況

②小型衛星例

<システムEM>

- ・「1噛み」相当の「インタフェース試験」を実施。
この試験はEMフェーズで行い、システム開発試験扱い。
- ・システムとして新たな開発要素である、姿勢系の協調制御を行う機器EMと姿勢系制御回路BBMを接続し、システム姿勢系試験を実施。
- ・システム熱構造モデル：製作・試験。

<機器レベルEM>

バス機器は、新規開発か大規模改修機器のみEMかBBMを製作。
ミッション機器は新規開発品のみEMを製作。

NEC

第6回試験技術ワークショップ

6

2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況

③大型実用衛星例

<システムEM>

- ・電気EM(SEM):新規のミッションデータ処理系インタフェースとCCSDS方式データバスの確認に目的を絞り、それに必要な下記部分のみでSEMを構成した。

ミッションデータ処理系

各ミッション機器(データIF部分モデルかシミュレタ)

バスのデータ処理系(CCSDSの新規採用のため)

- ・システム熱構造モデル:製作・試験

<機器レベルEM>

- ・バス機器は新規開発か大規模改修機器のみEMを製作。
- ・ミッション機器は基本的に新規開発であり、EMを製作。

NEC

第6回試験技術ワークショップ

7

2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況

④大型静止通信衛星例

<システムEM>

- ・電気EM(SEM):新規開発要素の高い下記部分のみで構成。

・ミッション部

・電源系(:新規でEMあり)

なお、バスの他部分は治具(地上試験装置や他衛星EMなど)でシミュレート。

- ・システム熱構造モデル:製作・試験

<機器単体EM>

- ・バス機器は新規開発か大規模部分改修機器のみEM製作。
- ・ミッション機器は基本的に新規開発であり、EMを製作した。

NEC

第6回試験技術ワークショップ

8

2. 最近のNEC開発衛星のシステムEM状況 まとめ

<システムEM>

- ・**電気EM(SEM)**:衛星全体ではなく新規部分や、組合せ性能(データ処理IFなど)関連の、部分モデルに絞られる傾向にある。
または、SEMIは製作せず、「1噛み」方式の採用も増えている。
【考察】・システム全体の新規設計は減り、既設計の活用が増える傾向。
電気IFや、データバスの標準化も進行。
- ・近年、衛星が複雑になったが、開発期間は短期が要求される傾向であり、十分なEM期間を確保するとPFMの期間が圧迫されるので、結果としてEMの簡略化が増えていると思われる。
- ・**システム熱構造モデル**:基本的に製作されている。
【考察】構造・熱はミッションごとに最適化が必要な要素が多い。

<機器単体EM>

新規開発か、既開発の大規模改修機器についてのみEMを製作する傾向。
(新規開発はミッション機器が多く、バス機器は少ない傾向。
結果としてバス機器のEMは少ない)

NEC

第6回試験技術ワークショップ

9

3. システム(電気)EM簡略化の効果とリスク

①<システム(電気)EM簡略化の効果>

- ・ システム(電気)EM分の日程・コストが減少する。
ただし、次ページに示すリスク(日程遅延→コスト増)とのトレードオフとなる。
- ・ なお、システム(電気)EMを「1噛み」で代用する場合、PFM / FM製作の前倒しが必要で有り、期間前倒しの可否が実現条件となる。

NEC

第6回試験技術ワークショップ

10

3.システム(電気)EM簡略化の効果とリスク

②<システム(電気)EM(SEM)簡略化のリスク>

- ・設計不具合発見がシステムPFMまで遅れるリスク
- ・試験装置、試験方法/手順が新規の場合、その成熟および不具合発見がシステムPFMまで遅れるリスク

代表2機の衛星についてシステムPFTの不具合を調査した。

SEMが在れば事前発見できたはずの不具合は、

試験装置・手順がほとんどで、PFM自体は少なかった。

(新規開発部分はEMを簡略化しないためと思われる)

- ・システムPFT中、予備機器が無いことによる日程遅延リスク
機器EMを試験用予備機またはシミュレータとして使えば不具合発生時に並行調査ができる。
- ・軌道上不具合の地上再現機会の減少
システムEMや機器EMが在れば、軌道上不具合の地上再現試験ができる可能性がある。

質疑応答

問 1

最後のまとめの部分で、EM 簡略化・省略時の PFT での不具合の多くが、試験装置や手順によるものであるというお話があつて、確かに新規品の開発で試験装置も同時に作るとなると非常に難しいとは思いますが、その中で試験装置とか手順による不具合を減らすためにどのようなことを考えていらっしゃるのか、もしあれば教えていただきたいと思うのですが。

答 1

特別な方法はありませんが、なるべく早く作ることや、以前に使った装置をできるだけ流用すること、それから特に電気系に多く当てはまるのですが、新しく作るよりは少し不便でも既製品と言いますか市販品を集めて、少し苦勞して組んだほうが不具合のリスクは減ります。ただし、「コレ」という決め手はまだありません。

問 2

もう一点おうかがいしたいのですが、最初から 2 番目のスライドだったと思うのですが、「部分 EM から PFM」という書き方をしていると思いますが、部分 EM を作っているときは、まだ PFM を作らないという理解でよろしいのでしょうか。

答 2

はい、そうです。

問 3

では、この部分に関しては部分 EM が終わるまでは PFM を作らずに開発を進めるという手順の違いを記されたということでしょうか。

答 3

はい。

問 4

その次のページに、1 噛み方式について記載されているのですが、PFM を前倒しで製作して、仮組みするというお話なのですが、ということはすべてのコンポーネントについて PFM を作成して、一度に一回試験するという意味ですか。それともちょっとずつコンポーネントを作った段階からインターフェース試験をされるという意味でしょうか。

答4

いえ、一気に組んでやります。

問5

ということは、1 噛み方式が採用できるのは、新規開発要素がない衛星のみということでしょうか。

答5

新規開発があっても採用できます。

問6

そうですね。ちょっとそこが分からなかったのですが。

答6

PFM の PFT をやる前に一度事前試験をしようという、そういうイメージのほうが近いですね。PFT が二段階になっていて、一段階目は仮に試験をしましょう、通れば本試験を始めましょうということです。

問7

では、システム PFT の前に、最後に本組みのあと機器単体 PFT と書いてありますけれども、コンポーネントの PFT をやらずに1 噛みするというのでしょうか。

答7

はい、そうです。

問8

では、順番的には1 噛みしたあとコンポーネント単体の PFT をやってシステム PFT という流れでしょうか。

答8

はい、そうです。

問 9

過去の例によると、EM 簡略化・省略でコストは具体的にどれくらい下がるのでしょうか。

答 9

衛星の規模によって異なりますが、EM の衛星一式の値段は、フライトモデルの衛星一式の値段のだいたい半分ぐらいだったと思います。

問 10

過去にどれぐらいの例があるか分からないのですが、システムの EM で EMC 試験も行う例があると思うのですが、その際、リスクを伴うかどうかということについてご意見があればお聞きしたいのですが。

答 10

リスクはあると思います。EMC が非常に厳しいという場合は、科学衛星等でも事前に EMC 試験のためだけの、それも部分 EM ですが、EMC 試験用の部分 EM を作った例があります。