

SPICAリスク低減活動とシステム設計

川勝康弘、SPICAプリプロジェクトチーム

リスク低減活動

リスク低減フェーズ

SPICAプリプロジェクトでは、ASTRO-G計画から得られた教訓を生かし、開発移行の判断の前に十分にそのリスクを低減するために、新たなフェーズ「**リスク低減フェーズ(RMP)**」を設けることとした。

従前のプリプロジェクト活動との違いは、十分にリスクを低減するために必要と判断されれば、たとえば要素試作のように比較的大きなリソースを要する活動を含みうる点にある。

リスク低減フェーズは以下の2つのフェーズからなる。

リスク低減フェーズ#1(RMP#1)

- ・主に机上検討・解析によりリスク低減活動を行う。
- ・試作を必要とするものについては、その内容を検討する。

リスク低減フェーズ#2(RMP#2)

- ・試作・試験活動を含めて、詳細なリスク低減活動を行う。
- ・試作にあたるメーカは、適切な方法で選定する。

主要リスク要因

SPICAプリプロジェクトにおいて進めてきた継続的なリスク管理活動、および技術成立性検討チームの指摘をふまえ、リスク低減フェーズにおける活動の主たる対象として、以下に示す4つのリスク要因を識別した。

- ・PLM熱構造設計
- ・指向制御
- ・EMC
- ・観測装置

進捗状況

2012年8月にRMP#1は完了。レビュー期間を経て、2012年12月にRMP#2の計画が承認され、RMP#2の活動を開始した。RMP#2の完了は、2013年9月を予定している。

リスク低減フェーズ#1の成果

RMP#1の活動は2012年1月に開始され、主に机上検討・解析、およびRMP#2における試作の計画検討を進め、2012年8月に完了した。ここでは、RMP#1における活動の獲得目標、活動内容、成果、残された課題についてまとめる。

	獲得目標	活動内容	成果	残された課題
PLM熱構造	<ul style="list-style-type: none"> ・4.5Kステージの冷却能力に適切なマージンを確保する。具体的には、開発のフェーズを考慮して25%を目標とする。 ・中間温度領域でミッションハーネスの排熱要求を25%以上のマージンをもって満足する。 ・設計精度と信頼性を向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トラス分離機構・MLI最適化など熱負荷低減。 ・ヒートスイッチの実証。 ・熱機械物性測定。熱・構造モデル解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・トラス分離機構の導入等により、十分(25%)な熱マージンを持つ設計解を得た。 ・焦点面観測機器ハーネス熱負荷に25%マージンを持つ設計解を得た。 ・ヒートスイッチを搭載しない冷凍機システムをベースラインに変更。 ・上記の熱要求と整合性のある構造設計解を得た。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トラス分離機構の実証。 ・冷却性能の実証。 ・解析モデルに用いた物性値の不定性。 ・個別検討結果の熱構造モデルへの反映。 ・搭載機器への環境設定。
指向制御	<ul style="list-style-type: none"> ・高周波域での十分なマージンの確保。 ・低中周波数域での擾乱源と擾乱の大きさを明らかにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器擾乱測定。 ・構体伝達係数解析(FEM構築)。 ・アイソレータ遮断性能検証。 	<ul style="list-style-type: none"> ・受動アイソレータ検討等により、高周波帯域(>10Hz)で一桁以上のマージンを確保する設計解を得た。 ・10Hz以下の中低周波での擾乱源レベルの調査と測定とを進め、能動制御系を導入する方針を決定。 ・上記の擾乱のもと、指向要求を満足する姿勢・指向制御系が設計できることを示した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高周波機能の性能実証。 ・中低周波用能動制御機器の実証。 ・上記を考慮した指向系の設計。
EMC	<ul style="list-style-type: none"> ・EMI源の放射レベル(CE、RE)の明確化。 ・EMI感受性レベルの明確化。 ・EMI対策と予測ツールの整備。 	<ul style="list-style-type: none"> ・CE、REレベルの調査。 ・アンテナ背面電磁場測定。 ・EMI感受性調査。 ・電磁界シミュレーション解析。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要機器のCE、REレベルの把握。 ・P-CのHGAの背面利得を実測。 ・電磁界解析ソフトを導入し、望遠鏡開口部(PLM)への電波侵入解析。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電波侵入の詳細化。 ・シールド特性評価が不十分。 ・観測機器の感受性の把握が不十分。
観測装置	<ul style="list-style-type: none"> ・中間赤外線分光撮像装置の開発遅延を防ぐ。 ・観測装置の技術開発によるリスク低減。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低熱伝導ハーネス設計。 ・検出器モジュールの熱構造設計、極低温モーターの設計。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁波干渉耐性との整合性をとりながら、総合的な熱設計を進めた。 ・総合的な光学性能に影響を与えるアライメント等の誤差配分要求を明確にした。 ・焦点面観測装置に用いるアクチュエータへの要求を明確化した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中間赤外線検出器関連の設計の進捗。 ・極低温モータの具体化。 ・観測装置光学系素子の評価とそれに基づく光学設計。 ・装置全体構造設計。 ・コロナグラフ性能確保。

リスク低減フェーズにおけるシステム設計・解析

項目	活動の目的	活動結果
主要4リスクの低減活動への対応	主要4リスクの検討進捗に伴い発生する、関連の追加設計検討・解析を実施する。	PLM熱I/Fが明確化され、それに合わせてBM熱設計を見直し、成立解を得た。また、PLM熱設計の結果、冷凍機が追加され、それに合わせて冷凍機台座設計を見直した。
バスモジュール設計検討	システム構成の具体化・更新に合わせて、バス系の構成・設計検討を進める。	システム構成の具体化に対応したり、安全性・信頼性要求への対応も考慮して、バス系機器の構成を更新した。
システム成立性ベースライン検討	各部の検討進捗に合わせて、システム成立性を確保するとともに、RMP終了後のRFP発出に向け、システムベースラインを設定する。	上述の検討結果を反映し、システムリソース集計を更新した。また、マージン積上のため、バス部のリソース(質量・電力)低減策をまとめた。

リソース集計

	質量	電力 (観測時)
ミッション部	2226kg	1481W
バス部	853kg	920W
その他	239kg (推進薬)	93W (ロス等)
マージン	382kg	306W
合計	3700kg (打上能力)	2800W (発生電力)