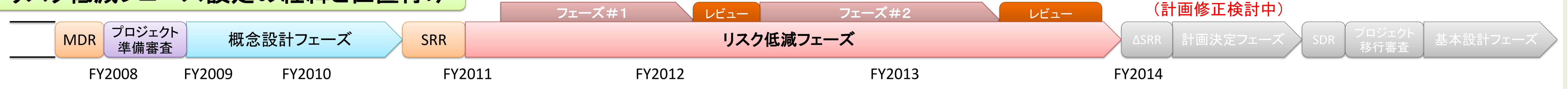


川田光伸、中川貴雄、松原英雄、川勝康弘(JAXA/宇宙科学研究所) 他、SPiCAチーム

概要

SPiCA計画は、2010年のシステム要求審査以降、重大なリスク要因となる技術成熟度の低い要素技術を識別し、新たに『リスク低減フェーズ(RMP)』を設定して2011年度後期から2013年度末までリスク低減活動を実施してきた。2011年度後期から2012年度前期にかけては、主として机上検討および解析によるリスク低減活動を行った(リスク低減フェーズ#1)。この結果を受けて、2012年度後期から2013年度末まで、ハードウェアの試作・試験を伴う詳細なリスク低減活動を行った(リスク低減フェーズ#2)。リスク低減フェーズにより、SPiCAの重大なリスク要因はほぼ解消(低減)された。活動成果の詳細については、項目ごとに個別の講演で報告する。SPiCA計画は、2013年5月よりESAとの国際協力の役割分担を見直している。現在、ミッション定義も含めたSPiCA計画全体の見直しを進めており、新たなSPiCA計画の今後のスケジュール(案)を示す。

リスク低減フェーズ設定の経緯と位置付け



近年のプロジェクト規模の巨大化に加え、ASTRO-Gプロジェクトのキャンセルや科学プロジェクトが軒並みコスト超過を起こしている状況を受けて、プロジェクトを確実に推進するとともにプロジェクトの総コストを正確に見積もるために、プロジェクト移行前に重大なリスク項目を洗い出しそのリスクを低減する活動を行うこと(フロントローディング)の必要性が指摘された。SPiCA計画は、2010年にシステム要求審査(SRR)をクリアしたが、その際、重大なリスク項目がいくつか指摘された。SPiCA計画がこれまでの科学プロジェクトの規模を大幅に上回る巨大プロジェクトであることも踏まえ、これらの重大なリスク項目をプロジェクト移行前に十分低減しておくことが必須であると判断された。これにより、計画決定フェーズに移行する前に、新たに『リスク低減フェーズ』が設定され、重大なリスク項目について、十分なリスク低減活動を実施することとなった。SPiCAチームは2011年度から、特に重要な重大リスク項目を抽出しこれを低減させるための活動計画を策定し実施した。実施計画はリスク低減フェーズを二つの期間に分け、前半(フェーズ#1)を主に机上検討や解析によるリスク低減活動、後半(フェーズ#2)をハードウェアの試作・試験を伴うリスク低減活動とし、適宜、レビューを設定して進捗の確認、評価が行われた。リスク低減フェーズは両フェーズを合わせて約2年半に渡って行われ、重大なリスク項目のリスク低減を達成し、2013年度末に最終報告書をまとめて終了した。当初の予定では、リスク低減フェーズ終了後、計画決定フェーズに移行しプロジェクト化に進むことになっていたが、2013年度頭に、国際協力の枠組み変更があり、SPiCA計画の大きな方針転換が行われ、現在も計画見直し中である。フェーズ#2では、国際協力の枠組み変更に伴う課題(リスク)についても、追加検討を行った。

RMP#2で想定したリスク項目

主に机上検討からなるフェーズ#1での活動については、2012年度前半に評価を受け、当初の獲得目標を概ね達成しているとの評価を得た。但し、いくつかの項目については、一部しか達成できておらず、フェーズ#2に活動を継続するものとした。フェーズ#2では、以下の重大リスク項目に対して、主としてハードウェアの試作・試験を含むリスク低減活動を行った。

RMP#2で想定したリスク項目

1	PLM熱構造
1-1	極低温温度領域の排熱能力が不足する
1-2	中間温度領域の排熱能力が不足する
1-3	冷凍機、ヒートスイッチシステムの信頼性
1-4	断熱放射冷却構造の地上試験
1-5	材料特性の不備によるモデル解析精度の不足
2	指向制御
2-1	共振・拡大倍率が想定より大きい
2-2	中・低周波数域で想定していない擾乱が判明する
2-3	JT配管による伝達パス・配管共振の影響が想定より大きい
2-4	想定していない柔構造周波数・共振帯域が見つかる
2-5	擾乱アイソレータ、軌道上分離トラスの振動遮断性能が想定より低い
2-6	擾乱レベルが想定より大きい
2-7	TTMの搭載・開発
2-8	擾乱検出センサの開発
3	EMC
3-1	想定しない雑音源の判明
3-2	ダウンリンク電波干渉による検出器性能劣化
3-3	冷凍機磁場による検出器性能劣化
3-4	衛星電源雑音による検出器性能劣化
3-5	DC-DCコンバータ雑音などによる検出器性能劣化
3-6	信号/電源の不均衡電流などによる検出器性能劣化
3-7	冷凍機配管の誘導電流による検出器性能劣化
4	観測機器
4-1	FPIAからの各温度ステージへの発熱/入熱が大きすぎる
4-2	FPI全体の極低温試験において電磁場干渉が発見される パス機器からのEMIがFPI性能を劣化させる
4-3	中間赤外線分光撮像装置の開発遅延(特に熱関係)
4-4	科学目的から要求されるコロナグラフ性能を満たすことが実証できない
4-5	望遠鏡パツフルおよび観測装置が要求仕様を充たさず、観測限界に影響を与える
4-6	望遠鏡の低温性能確認試験(地上)で想定していない問題が起こり、十分な性能確認が時間内に行えない
4-7	観測装置のアライメントが要求を充たさず、装置の性能が悪化する
5	コンタミネーション管理
5-1	コンタミネーションにより光学系の性能劣化を引き起こし、観測装置の性能が悪化する
5-2	コンタミネーションにより熱制御系の性能劣化を引き起こし、温度要求を充たせなくなる

RMP#2のリスク低減活動項目と結果

(詳細は関連ポスターを参照のこと:P-094 - 099)

1	PLM熱構造 (P-094 / P-095 / P-096)	結果
1-A	トラスの軌道上での分離	達成
1-B	熱フロー詳細化によるマージン再配分	達成
1-C	各ステージ放熱面積の最適化	達成
1-D	MLI配置の最適化	達成
1-E	鏡筒・各シールドの独立構造による断熱性能向上	達成
1-F	77K以下の高放射率設計の実証	達成
1-G	ヒートスイッチの技術実証	達成
1-H	冷凍機システム代替案の検討	達成
1-I	冷凍機の寿命評価試験	達成
1-J	地上試験の検証方針/計画検討	達成
1-K	ミッション部熱構造部分試作検討	達成
1-L	材料物性の取得、製造性確認	達成
1-M	熱構造解析	達成
2	指向制御 (P-097)	結果
2-A	指向系全体設計(擾乱管理・指向系設計、FPCG調整支援)	
2-B	機器擾乱の測定(低周波計測の高精度化、冷凍機・ホイールの擾乱計測等)	達成
2-C	構体伝達係数の解析・測定(JT配管、ハーネス、トラス等振動伝達率計測)	達成
2-D	振動遮断性能の検証(トラス構造分離案詳細化、アイソレータ単体試験評価)	達成
2-E	擾乱管理事例の調査(ひので不明擾乱の原因究明)	達成
2-F	制振機構の調査・開発(TTMの開発、擾乱検出センサの概念検討)	おおむね達成
3	EMC	結果
3-A	バス機器・ミッション機器、高EMI感受性の機器の調査	達成
3-B	アンテナ裏面ゲインの測定	達成
3-C	望遠鏡開口部電波侵入解析	達成
3-D	シールド性能評価、増強方法の検討、構造接地方法の検討	達成
3-E	ダウンリンク・オフ運用の検討	達成
3-F	現行冷凍機の測定	達成
3-G	太陽電池の磁場低減検討	達成
3-H	シャントの雑音調査	達成
3-I	DC-DC周波数統一/同期の検討	達成
3-J	冷凍機駆動の同期化検討	達成
3-K	誘導電流の測定、電圧測定の検討	達成
4	観測装置 (P-098 / P-099)	結果
4-A	極低温ハーネスの試作・評価、電磁成立性検討	達成
4-B	検出器関連の設計・評価	達成
4-C	光学系設計及び光学素子の開発	達成
4-D	機構・アクチュエータの開発	おおむね達成
4-E	常温部電気系の設計	達成
4-F	装置全体の詳細設計(熱・構造)	達成
4-G	望遠鏡パツフルの設計および迷光評価	達成
4-H	望遠鏡極低温性能試験の準備	達成
4-I	焦点面光学ベンチの支持機構の検討	達成
4-J	組み立て時のアライメント検討	達成
5	コンタミネーション管理	結果
5-A	PLMによるコンタミネーションの評価	達成
5-B	スラスタブルームによるコンタミネーションの評価	達成
5-C	コンタミネーション環境の改善	課題の明確化

個々の項目のリスク低減活動の結果を受けて、システム全体としての成立性の検討も実施する

RMP#2で得られた成果

リスク低減フェーズ#2では、抽出した重大リスク要因に対して獲得目標を設定し、目標達成のためのリスク低減活動を具体化し実行することで以下の成果を得た。リスク低減フェーズの活動を通じて、当初重大なリスク要因と識別された項目の全てについて、リスクレベルを下げることに成功した。リスク低減フェーズでの活動成果は、国際協力の枠組みが変更に関わらず、非常に有用かつ重要な成果である。

1	PLM熱構造
1-(1)	4.5Kステージへの熱負荷30mW未達を達成(冷却能力(40mW@EOL)に対して25%マージン確保)
1-(2)	中間温度領域でのミッションハーネスによる排熱要求に対し25%以上のマージン確保
1-(3)	材料物性測定、検証計画の詳細化等を通じて、設計精度が向上し信頼性が高まった
2	指向制御
2-(1)	アイソレータのBBM試作評価、冷凍機配管による振動伝達の試作評価を通じて高周波域での十分なマージン確保の目処が得られた
2-(2)	観測装置Tip-Tilt鏡のBBM試作、「ひので」不明擾乱の原因究明を通じて、低中周波数域での擾乱源への対策の目処が得られた
3	EMC
3-(1)	類似機器等のEMCデータを入手あるいは測定等を通じ、EMI源の放射レベルを明確にした
3-(2)	EMI感受性レベルについて観測装置の要求値と/F点を整理した
3-(3)	電源、冷凍機駆動、ハーネス等のEMI対策を検討、またシミュレーションによる解析を実施
4	観測装置
4-(1)	観測装置の熱構造、光学系、検出器、電気系等の設計検討、光学系アライメント精度の検討等を行い、開発を進展させた
4-(2)	アクチュエータ、光学素子等の試作、望遠鏡評価手法の検証等を実施し、開発リスクを低減した

SPiCA計画の今後

SPiCA計画は、2014年5月より、科学目標の見直しを含めたミッションの再定義を行っている。これは、日欧のコストキャップに照らして、より確実に実現可能なミッションに再構成するためである。この作業の一環として、2014年11月より、ESAのConcurrent Design Facility(CDF)を用いた次世代冷却赤外線望遠鏡の技術検討が日欧で進められている。また、望遠鏡口径の縮小も想定した科学目標の見直しも、日欧の研究者により進められている。SPiCAの科学目的は維持したままより確実に実現可能なミッション案を提案すべく、精力的に検討を進めている。新しい計画の基においても、リスク低減フェーズの活動成果は重要な役割を果たしている。現在のスケジュール案では、2015年度前半までに日欧で新しいSPiCA計画をまとめ、欧州ではCosmic Vision中型クラスへの応募を行い、日本では新しいSPiCA計画のミッション定義審査(MDR)およびシステム要求審査(SRR)をクリアすることを目指している。順調にいけば、2017年度に日欧においてSPiCAプロジェクトが正式に承認され、2025年度の打ち上げを目指した開発が本格的にスタートすることを想定している。

