



資料14-5-3

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第14回)H26.2.24

新型基幹ロケットの開発に係る状況について

平成26(2014)年2月24日

宇宙航空研究開発機構
理事 遠藤 守

1. 新型基幹ロケットの開発管理について
 - ① JAXAにおける管理プロセス
 - ② 担当部門における開発管理
 - ③ 独立的な評価
 - ④ 経営層による管理

2. 新型基幹ロケットの進捗状況について

3. 民間事業者の選定と基本協定の概要について

新型基幹ロケットの検討状況について



- 第17回宇宙政策委員会(平成25年10月25日)において示された「新たな基幹ロケット開発着手に当たり整理すべき事項に関するとりまとめ」を踏まえ、平成26年度からの開発着手に向けて新型基幹ロケットの検討を進めているところ。

- 本日は新型ロケットの開発に係る状況として、以下についてご説明する。
 - ① JAXAにおける新型基幹ロケットの開発管理について
 - ② 新型基幹ロケットの予算およびJAXA内審査等の進捗状況
 - ③ 民間事業者(プライムコントラクター)選定の進め方と役割分担に係る協定・契約等の概要

1. 新型基幹ロケットの開発管理について

- 政府は政策的観点や予算の適正な執行等の観点からJAXAが実施する新型基幹ロケット開発プロジェクトの実施状況等について評価を行う。
- JAXAは総合システム^(※)を担う立場として、新型基幹ロケット開発プロジェクト全体をマネジメントし、開発コスト超過や開発遅延のないよう適切に開発管理を行う。
 - (※)ロケット機体・射点系地上設備、飛行安全・通信系システムからなるロケットの安全・確実な打上げを実現するシステム全体のこと
- なお、新型基幹ロケットは民間事業者により主体性を持たせた開発とするため、その前提条件を明確にする開発初期段階(ミッション要求の設定段階、開発計画の設定段階)での管理・評価が特に重要である。

次頁以降にJAXAが実施する開発管理について示す。

- ① 新型基幹ロケット開発においては、JAXAで標準化されたシステムズエンジニアリング(SE)/プロジェクトマネジメント(PM)プロセスに則った開発管理を基本とする。
- ② JAXAの開発担当部門(プロジェクトチーム)は、上述のSE/PM活動に加えて、高信頼性開発プロセスや定量的な開発進捗(コスト、スケジュール、技術開発状況等)の把握手法を新たに導入し、適切な開発管理を行う。
- ③ また、JAXA内の第三者評価部門(チーフエンジニアオフィス)は、開発の全期間を通して、独立的な評価やプロジェクト進捗状況等の継続的なモニタを行う。
- ④ 経営レベルでは、フェーズ移行審査により次の開発工程(フェーズ)への移行可否を判断して進めるとともに、定期的にプロジェクト進捗状況の把握を行う。

なお、これらの開発管理の結果については適宜政府に報告し、事業評価を受ける。

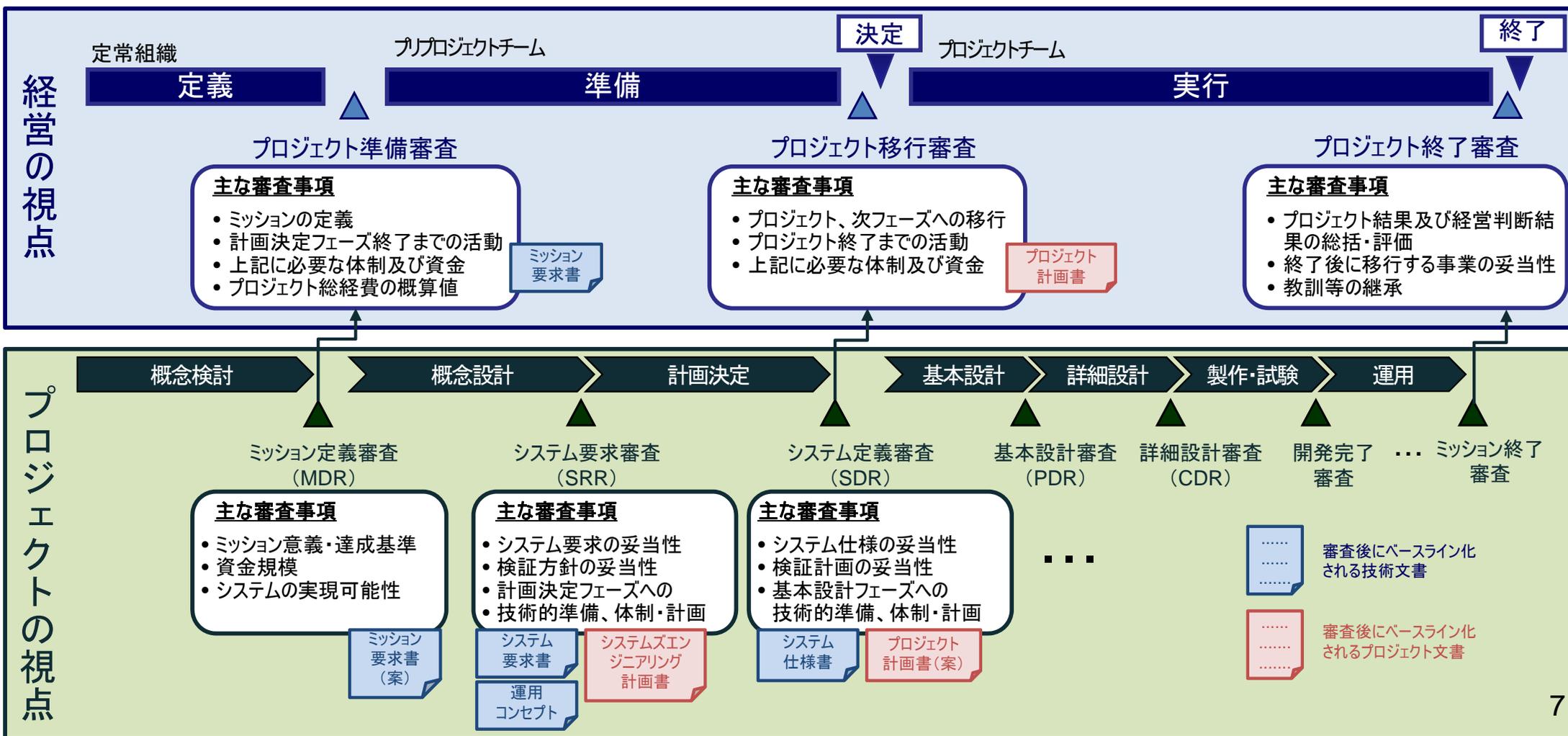
次頁以降に、上述の開発管理について述べる。

① JAXAのSE/PMプロセス

- JAXAでは、ミッションサクセスに向けた組織改革の一環として、2005年にチーフエンジニア・オフィスを設置して、SE/PMの強化、独立的な視点を含めた経営層への可視性の向上、上流設計の強化などに取り組んできた。
- SE/PMの強化の一環として、これまでのJAXAが様々なプロジェクトが独自に取り組んできた活動で得られた知見を集大成し、かつ、諸外国の調査・分析を行い、プロセスを標準化した(次頁に示す)。
- このSE/PMプロセスは全社的に定着し、第一期水循環変動観測衛星(しずく)や準天頂衛星初号機(みちびき)等が標準プロセスに沿って所定の開発目標(機能・性能、スケジュール、コスト 等)を達成し、運用に供されている。
- 新型基幹ロケット開発においても、この標準プロセスに則った開発管理を基本とする。

JAXAのSE/PMプロセス

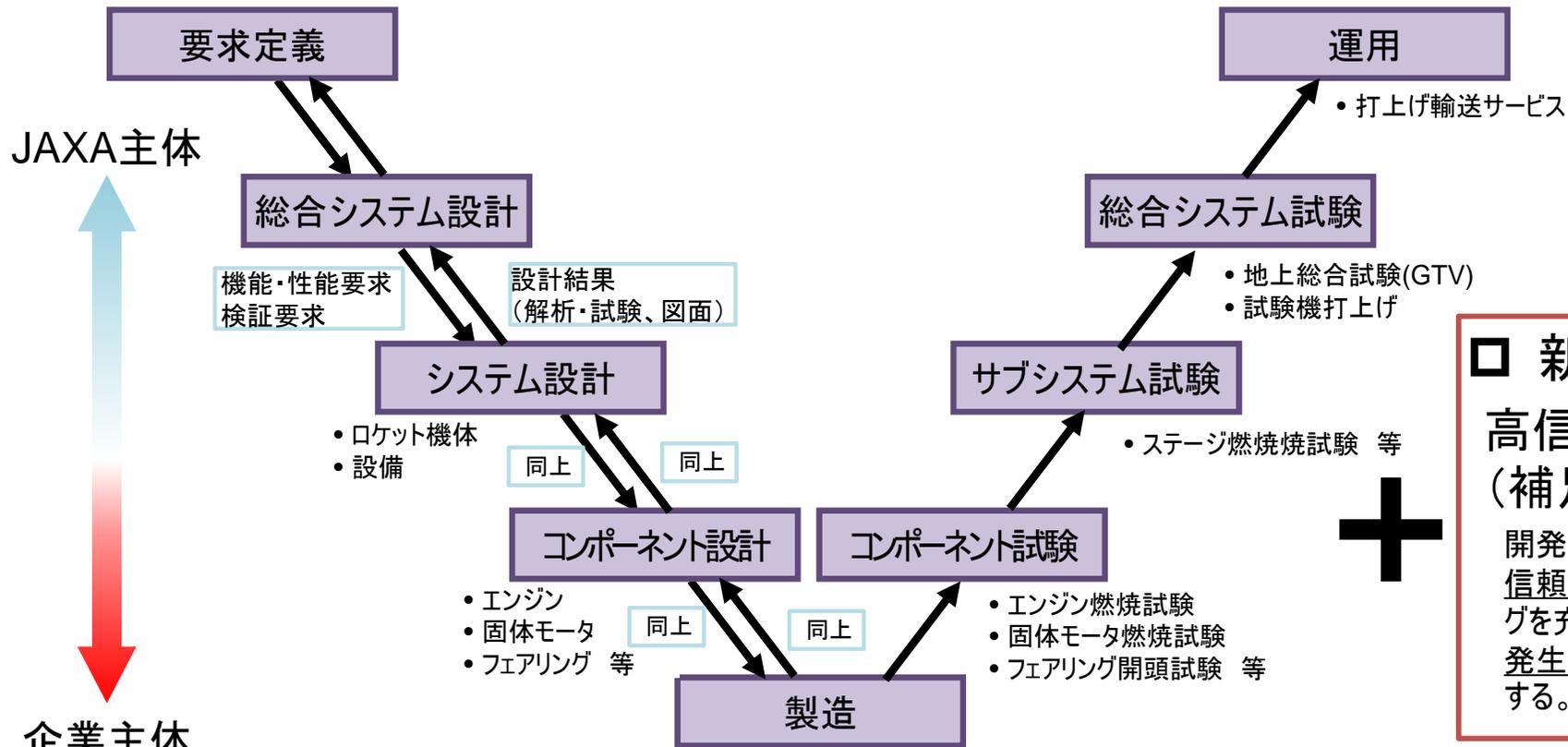
- 必要に応じ外部審査員を入れた本部審査、および、プロジェクト移行前にプロジェクト準備審査とプロジェクト移行審査の2度の経営審査を実施。プロジェクト準備段階において十分なフロントローディング(技術、資金、スケジュールの見極め)を行い、開発リスクの低減を図っている。
- また、プロジェクト終了時とミッション終了時にも経営審査を行い、プロジェクト活動及びミッションの総括を行っている。



② プロジェクトチームにおける開発管理



- プロジェクトチームは開発を通じて企業との協働を含めたシステムズエンジニアリング（要求管理、設計結果の検証・レビュー等）を実施する。
- 担当部門から日常的に進捗状況を報告（プロジェクト活動を可視化）し、担当本部長がこれを掌理（評価・対応）している。
- 新型基幹ロケットの開発においては、開発コスト超過を未然に防ぐため、「高信頼性開発プロセス」を新たな取り組みとして導入し、フロントローディングによる開発リスクの低減を図る予定。



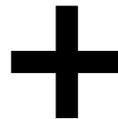
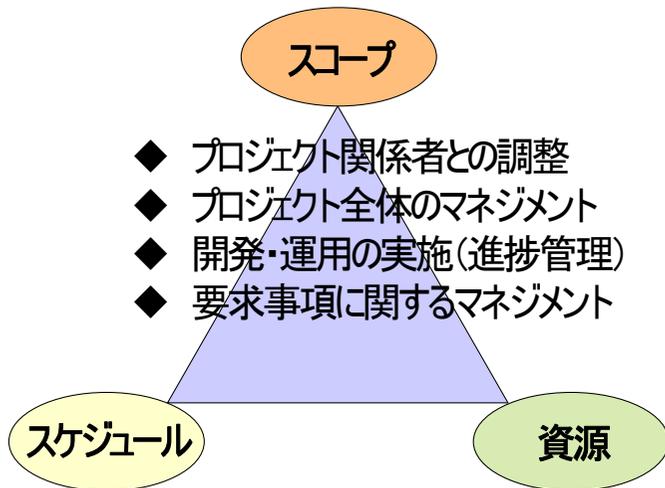
□ 新たな取り組み 高信頼性開発プロセス (補足1参照)

開発初期段階(～概念設計)において、高信頼性開発プロセスによるフロントローディングを充実させ、開発後半におけるトラブルの発生を極力減らして手戻りの少ない開発とする。

② プロジェクトチームにおける開発管理

- プロジェクトチームは、開発移行時に設定された、**スコープ(システムの仕様、実施計画等)、スケジュール、資源(人的・資金的)**をバランスさせ、プロジェクトの成功を目指すプロジェクトマネジメントを実施。
- 新型基幹ロケットの開発においては、キー技術を除くロケット機体システム開発の責任をプライムコントラクターが持つ契約形態とする。これに対応してJAXAは発注者の責務として、プライムコントラクターの開発計画に基づいてあらかじめチェックポイント(マイルストーン)をきめ細かく設定し、実施計画の確認、実施状況のモニタ、成果の達成度合いの確認等を行う。
- さらに、開発コスト超過やスケジュール遅延を未然に防ぐため、プロジェクト進捗状況とリスクの把握をタイムリに行うための「定量的進捗管理」を新たな取り組みとして導入する予定。

□ プロジェクトマネジメント



□ 新たな取り組み

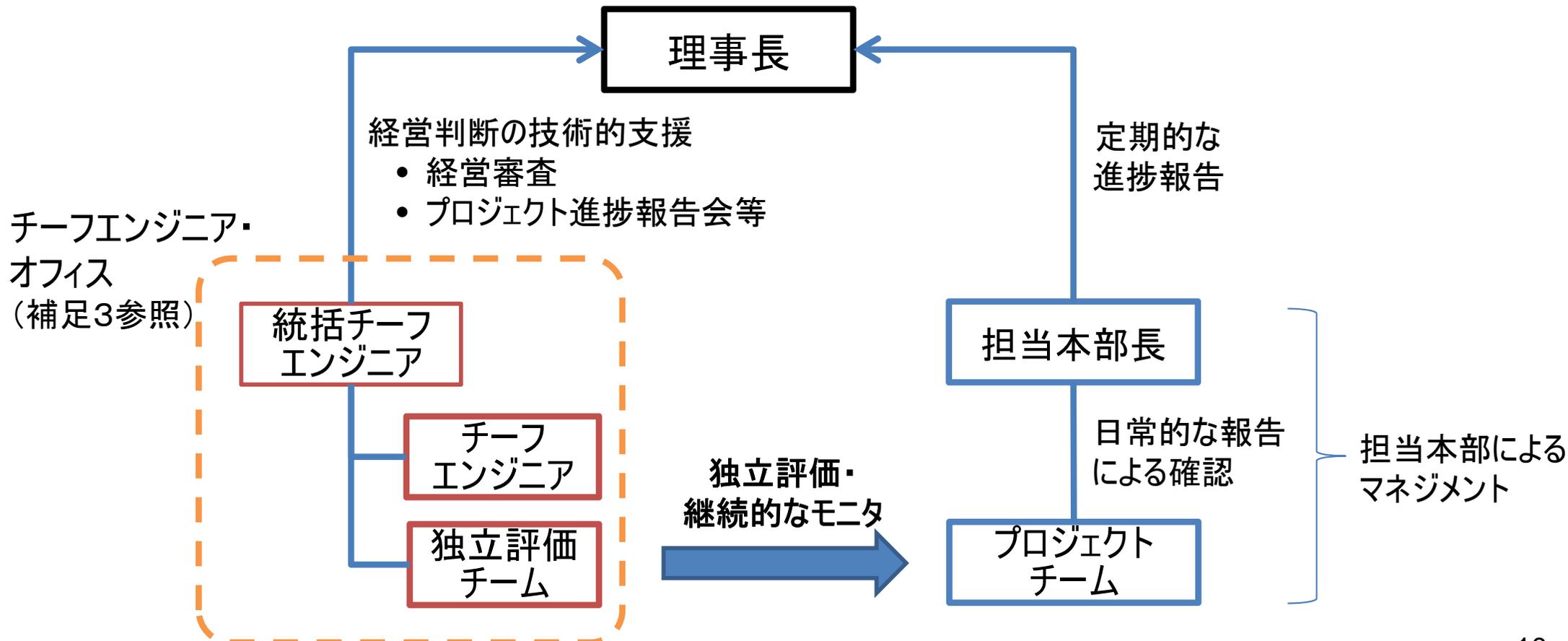
定量的進捗管理(補足2参照)

開発の進捗に応じてプロジェクトの状況(コスト、スケジュール等)を定量的に把握するEVM(Earned Value Management)の考え方に基づき、課題/リスク等を早期に発見して対処する仕組みの適用を検討する(概念設計で試行する)。

③ 日常的な独立評価

■ プロジェクト活動に対する独立評価

JAXAでは、プロジェクトチームが実施するSE/PM活動に対して、チーフエンジニア・オフィスが担当本部長から独立した第三者的立場でこの活動を評価する体制(チェック&バランス体制)をとっている。これにより、機構全体をあげてプロジェクトの確実な推進を図っている。



④ 経営層による管理

- スケジュールやコストの超過等の原因となる後工程での手戻り等のリスクを極力低減するため、大規模な開発プロジェクトをフェーズに区分し、その時点での開発活動の結果や以降のフェーズにおける作業内容を定義した上で、「フェーズ移行審査」にて次フェーズへの移行可否を判断する(7頁参照)。

フェーズ移行審査は、経営の視点に基づく「経営審査」とプロジェクトの視点に基づく「本部審査」に区分。

【本部審査】

- 審査委員長: 担当本部長
- 設計フェーズ毎に、関連分野の有識者の参画を得て、プロジェクトにおける技術的検討の妥当性とプロジェクトの進捗状況の妥当性を主に技術的な視点(プロジェクトの視点)から審査するとともに、次フェーズへの移行の可否を担当本部として決定。

【経営審査】

- 審査委員長: 経営企画担当理事
- ①ミッションを定義しプロジェクトに向け機構として正式な準備を開始する時点、②プロジェクトの開始の時点、および③プロジェクト終了の時点で、中期計画等との整合性やJAXAの事業としての意義と経営資源(スケジュール・コスト・人員配置等)を経営の視点から審査
- 理事長は、審査結果の報告を受け、経営判断を行う。

- プロジェクト進捗報告会を定期的 to 実施し、経営層が直接プロジェクトの状況やリスクを把握し、是正措置を指示する。

- 四半期毎に開催。独立的技術評価の観点から、統括チーフエンジニアが報告。
- 報告内容: ①プロジェクトの進行状況、②資金状況、③ミッション基本要件達成の見込み 等

2. 新型基幹ロケットの進捗状況について

新型基幹ロケットの進捗状況



■ 予算の状況

- 平成26年度文部科学省予算原案において、開発経費(70億円)が運営費交付金として計上された。

■ 宇宙輸送ミッション本部において、新型基幹ロケットのミッション定義の妥当性を確認することを目的として、ミッション定義審査(MDR)を以下の通り実施した。

- 日程:平成26年1月15日(金)~27日(月)
- 審査員構成
 - 審査委員長 : 宇宙輸送ミッション本部長
 - 審査委員 : 宇宙輸送ミッション本部内関係者、本部外関係者(チーフエンジニア、ユーザ等)、および社外有識者を含む約50名
- 主な審査事項: ミッションの意義、ミッション要求(案)、達成基準、システムの実現可能性、リスク識別と対応策、開発・運用段階における役割分担・開発体制、等
- 主な要処置事項(指摘約100件のうち要処置事項は約50件)
 - ✓ 開発段階に応じた適切なシステムマージン(打上げ能力)の方針の明確化
 - ✓ 現行基幹ロケット(H2A/B)から新型基幹ロケットへの円滑な切り換えに対する総合的な検討
 - ✓ ユーザ要求を実現するための規制見直し、その他政府要望の早期識別
- 結論
ミッション定義は妥当であり、経営審査に移行することとされた。

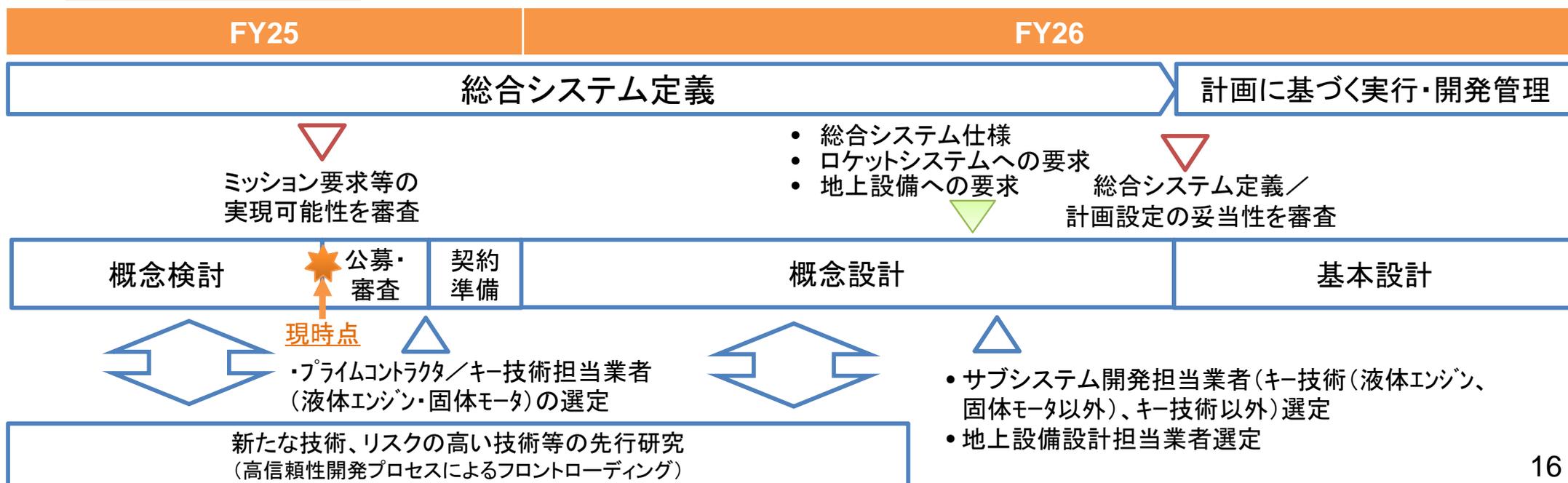
■ 今後の予定

- JAXAとしてのミッション定義の妥当性等を審査する経営審査(プロジェクト準備審査)を実施中。
- また、経営審査の後、今年度内を目途に民間事業者の選定を行う予定。

3.民間事業者の選定と基本協定の概要について

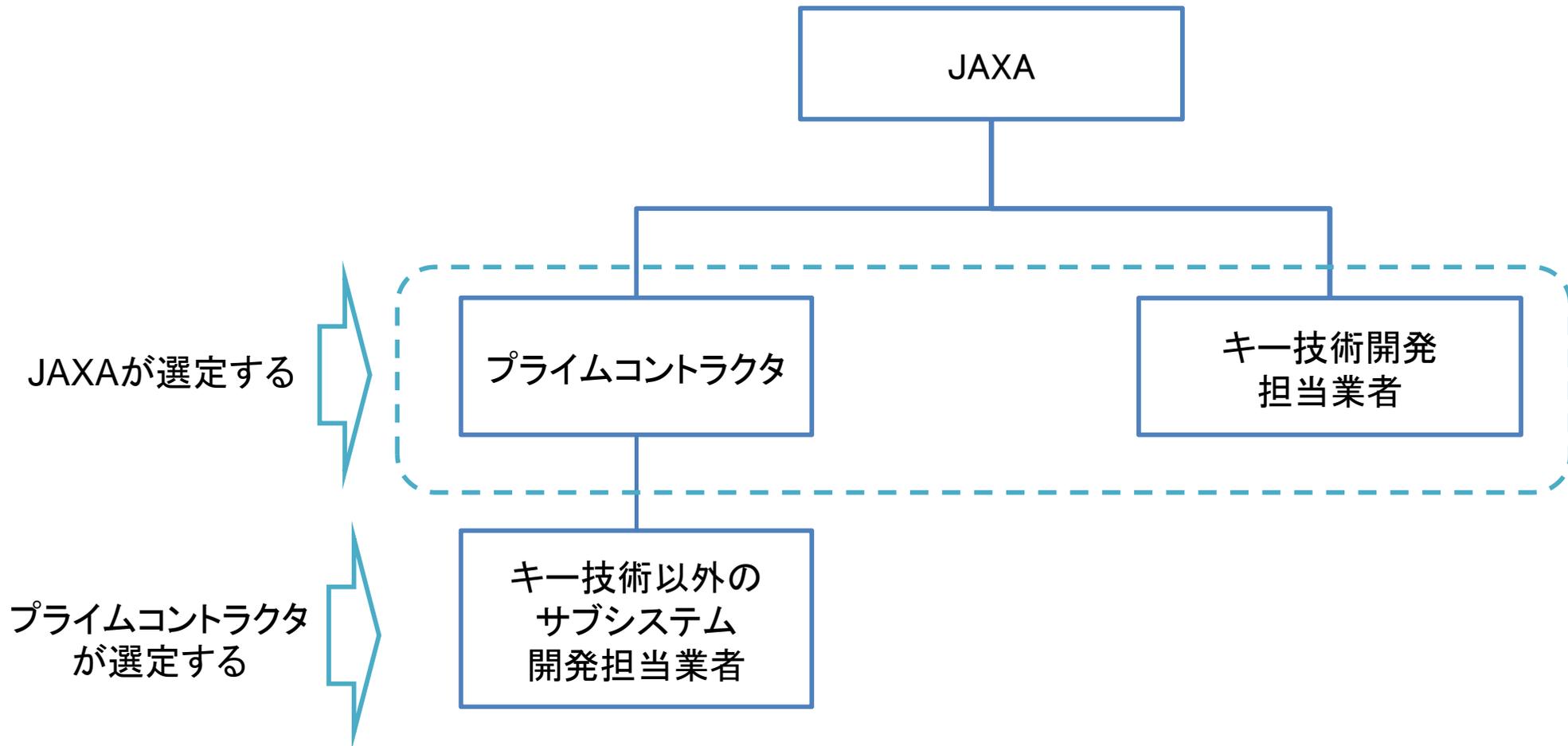
民間事業者の選定の進め方

- 選定にあたっての条件となる基本協定(後述)の内容等について民間事業者の意見招請(RFI)を事前に行ったうえで、新型基幹ロケットの開発・運用をとりまとめる民間事業者(プライムコントラクタ)を公募・審査により選定する。
- 選定後、プライムコントラクタからの改訂提案を受けてJAXAがミッション要求書を改訂し、概念設計を民間事業者と共同で行う。また、JAXAは総合システム仕様を設定し、ロケットシステム及び地上設備等への要求を作成する。当該要求に基づき、民間事業者はロケットシステム仕様を作成する。
- このロケットシステム仕様に基づきサブシステム開発担当業者を選定(※)する。
 (※)キー技術の開発担当業者はJAXAが選定(原則として競争的な手法により選定を行う。一部業者については先行的に選定を実施。)し、キー技術以外の開発担当業者は民間事業者が選定する。
- 上記により、総合システム仕様に合致する総合システムを定義するとともに、開発コスト、スケジュール等のプロジェクトのベースラインを設定する。



民間事業者の選定の進め方

- JAXA、プライムコントラクタ、キー技術開発担当事業者、サブシステム担当事業者の関係を以下に示す。



参考：キー技術について



- 「キー技術」とは、我が国が自律的な宇宙活動を行うために、他の産業技術からの転用ができないロケット固有の技術で、他国からの影響を受けないよう国内に維持する必要があるロケットに関する基幹技術、及び国が責任を負うべき分野の技術と定義する。

■ キー技術

	該当する技術	想定するサブシステム・機器等の名称
国内に維持する必要があるロケットに関する基幹技術	液体ロケットエンジン技術	第1段エンジン 第2段エンジン ガスジェット
	固体ロケットモータ技術	固体モータ 火工品関連技術
	誘導制御技術	慣性センサ 誘導ソフトウェア
国が責任を負うべき分野の技術	飛行安全関連技術	飛行安全解析技術 火工品関連技術

新型基幹ロケットに係る協定、契約の概要



- 政策文書の趣旨も踏まえ、開発プロジェクト全体管理等のJAXAの役割を明確にするとともに、民間事業者により主体性を発揮可能な仕組みとするため、以下の協定・契約等をプライムコントラクト、キー技術担当事業者との間で締結する。
- 本協定、契約においては、プライムコントラクトがミッション要求やロケット機体システムの仕様の決定プロセスに関与する一方で、ロケット機体システム(キー技術を除く。)の開発の完遂と、それを用いた自律的な打上げ輸送サービス事業の展開に責任を持つ内容とする。

【プライムコントラクトとの間で締結する協定、契約】

新型基幹ロケットの開発及び打上げサービス事業の実施に関する基本協定

開発運用に係る役割分担、開発経費分担、知財等の取扱いなどの基本的事項を定める。開発、運用の進捗に応じて、適宜見直しを実施。

開発に係る契約

(機体システムの開発(概念設計から開発完了まで)の実施にあたって必要な事項を定める。各フェーズで仕様変更を行う。)

運用に係る契約

(技術移転や設備供用を実施するために必要となる条件を定める)

【キー技術担当事業者との間で締結する協定、契約】

新型基幹ロケットにおけるキー技術の開発及び運用に関する協定

プライムコントラクトと連携して、キー技術の開発を行うとともに、運用段階における製品の安定供給、不適合処置等に協力すること等を定める。

開発に係る契約

(機体システムの開発(概念設計から開発完了まで)の実施にあたって必要な事項を定める。各フェーズで仕様変更を行う。)

補足資料

補足1: 高信頼性開発プロセス

補足2: プロジェクトの進捗管理について

補足3: チーフ・エンジニアオフィスについて

【補足1】高信頼性開発プロセス

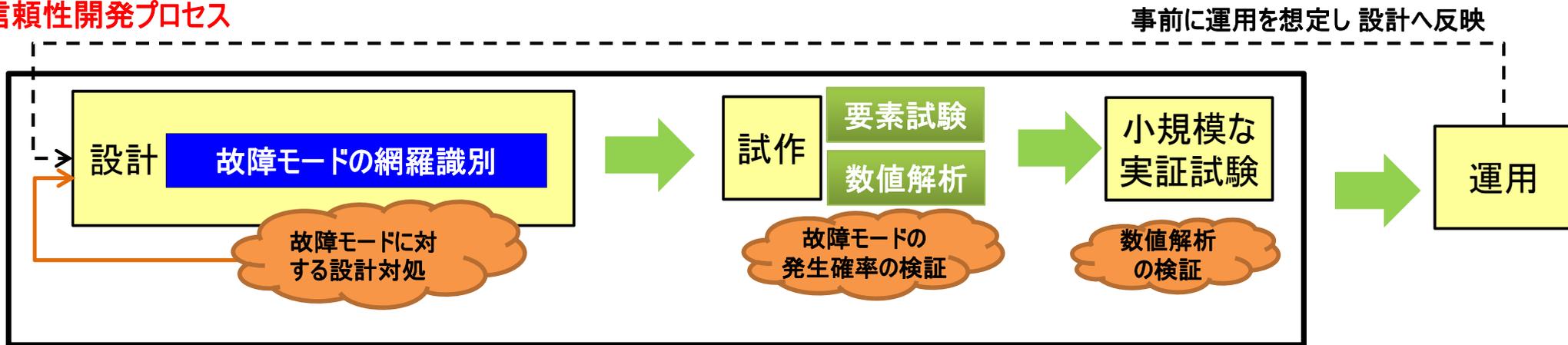
平成25年10月7日 第9回宇宙輸送システム部会 JAXA提示資料

■ 高信頼性開発プロセス

(補足) 高信頼性開発プロセスとは、開発初期段階で故障モードを網羅的に識別し設計で対処するフロントローディング充実化の一方策

- 開発後期での不具合発生防止がコストオーバーランの防止に有効である。
- このためには開発初期段階で故障モードを網羅的に識別し設計で対処する。
- その上で、要素試験や数値解析を中心として設計対処が充分であることを定量的に検証し、大規模な実証試験を縮小し効率的な開発を行う。

高信頼性開発プロセス



コンセプト

I. 故障モードの網羅的な識別と対処

✓ これまでの開発知見を集約し活用

II. 設計信頼度の定量評価

✓ 故障モード毎の発生確率を定量評価

III. 数値解析・要素試験中心の検証

✓ これまでの要素試験に基づく精緻な物理モデルを構築し、複雑な現象を高精度で予測・評価

✓ 解析ソフト/スーパーコンピュータの性能向上を活用

■ 定量的進捗管理について

- 新型基幹ロケットプロジェクトの開発管理について、EVM(Earned Value Management)の考え方をベースとして以下の観点でコスト、スケジュール、リスク低減状況の進捗を定量的に把握する仕組みの導入を検討中。
 - プライムコントラクターがとりまとめるロケット機体システムの開発について、JAXAはプロジェクト全体を管理する立場で資金の適正な使用とスケジュールの進捗を定量的に把握。
 - JAXAが担うキー技術開発、地上設備整備などについて、コスト／スケジュールに加えて、リスク低減状況の進捗を定量的かつタイムリに把握するとともにロケット機体システムとの技術的インタフェースに係るリスク管理を行う。
 - 上記により、新型基幹ロケットプロジェクトの全体管理を行い、所定のコスト/スケジュールで開発を行う。
- 今後、概念設計で試行し、実効性を評価した上で導入する予定。

【補足2】プロジェクトの進捗管理について(2/2)

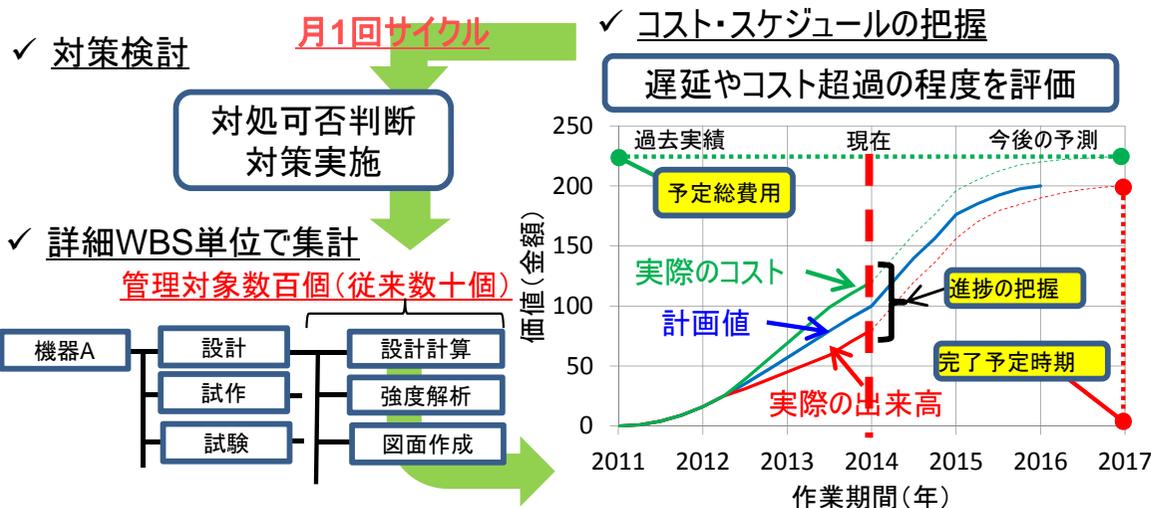
■ コスト/スケジュールの進捗管理

- 従来より細分化したWBS (Work Breakdown Structure: 作業分割構成) を基に作業の進捗/完了状況を、短い間隔(例: 1ヶ月毎)で確認することで、作業遅延の要因と遅延の程度を定量的かつタイムリに把握することが可能となる。
- これにより、作業遅延への対応遅れを回避し、結果としてスケジュール遅れや必要以上のコストを抑制することが可能になると考えている。

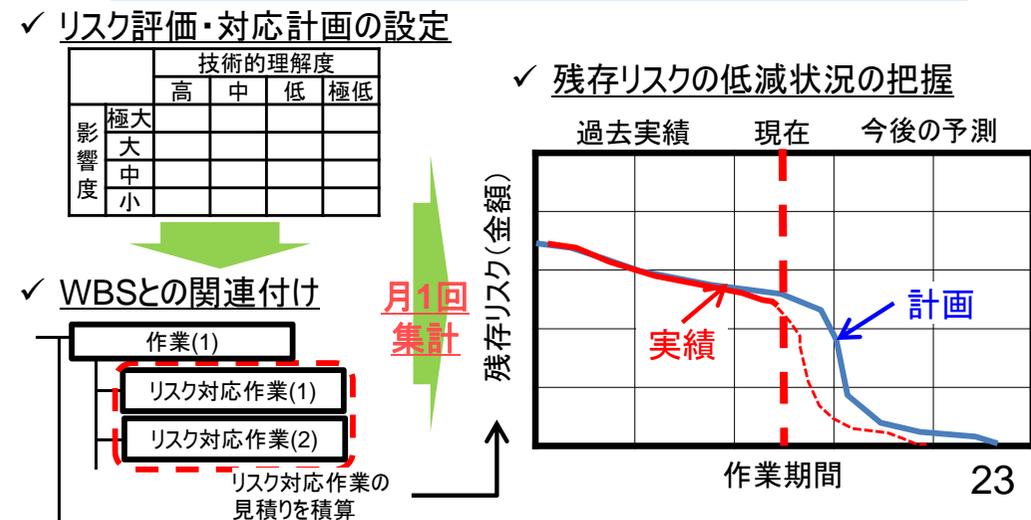
■ リスク低減状況の進捗管理

- コスト/スケジュールと並び重要な管理要素であるリスクについて、WBS毎に関連付けることにより、定量的かつタイムリに把握する。
- これにより、リスクの高い作業を終えた段階で、確保していたリスク対応経費の再配分などの有効活用が可能になると考えている。

コスト・スケジュール進捗管理の例



リスク低減状況の進捗管理の例



■ 機能

- (1) 機構全体のシステムズエンジニアリング活動のとりまとめ
- (2) プログラム及びプロジェクトの独立的技術評価(プロジェクト進捗報告会、経営審査<11頁参照>への報告)
- (3) プログラム横断的な技術課題の検討

■ 構成

□ チーフエンジニア

- プロジェクトマネージャ経験者など各部門出身の有識者から構成。
- 統括チーフエンジニア(1名)がこれを統括している。
- 経営判断を技術的に支援する立場で、プロジェクトに関してはコストとリスクを中心とした独立評価を担う。

□ 独立評価チーム

- 経験豊富な有識者で構成。
- 利用衛星、輸送など5つの分野ごとにチーム構成されている。プロジェクト活動に日常的に接触しつつ、独立的な立場で、評価、助言を行う。
- チームの活動は、統括チーフエンジニアに報告するとともに、本部長にも報告する。