

システムズエンジニアリングマネジメント計画書(SEMP) 作成ガイドライン

2018 年 3 月 12 日
宇宙航空研究開発機構
チーフエンジニア・オフィス

1. 本文書の目的

本文書は、「システムズエンジニアリング(SE)の基本的考え方(BDB-06007)」に示されている、各プロジェクトにおけるエンジニアリング活動を定義する文書として、また JAXA 技術プロセスガイドラインの一部として、システムズエンジニアリング・マネジメント計画書(Systems Engineering Management Plan(SEMP))作成における指針・手引きを示すことを目的とする。

SEMP は、プロジェクトに係るエンジニアリング活動の全容、技術的エフォートの詳細について記述し、プロジェクトに関わる全ての人々に、それらの情報を提供するものである。より具体的には、各プロジェクト/ミッションにおいて、どのような SE プロセスが使用されるか、それらの SE プロセスにおいて具体的にどのような活動が実施されるか、それらの活動を遂行するためにプロジェクトはどのように組織されるべきか、必要とされるリソースは何か等について記述したものである。

各プロジェクト/ミッションにおいては、プロジェクトマネジメント規程及びプロジェクトマネジメント実施要領等で規定される各フェーズの活動、審査事項等を参考に、各プロジェクト/ミッションで実施すべき全てのエンジニアリング活動、技術的エフォートを、この SEMP に落とし込むことが推奨される。各プロジェクト/ミッションにおいて作成された SEMP が、プロジェクト/ミッションの遂行にあたっての羅針盤・バイブルとなることを期待する。

2. 関連文書

(ア) 準拠文書

- (1) 機構プロジェクト実施に係る基本方針(平成 29 年 5 月)
- (2) プロジェクトマネジメント規程(規程第 29-28 号)
- (3) プロジェクトマネジメント実施要領(チーフエンジニア室長通達第 29-1 号)
- (4) システムズエンジニアリングの基本的な考え方(BDB-06007)

(イ) 適用文書

- (1) JAXA 技術プロセスガイドライン一覧(BDB-08014)

3. システムズエンジニアリングマネジメント計画書(SEMP)とその利点

システムズエンジニアリング(SE)とは、システム(開発)を成功裏に実現するための、複数の分野にまたがるアプローチ及び手段である(INCOSE SE Handbook Ver.4.0 より)。

その中で、SEMP は、プロジェクトライフサイクルにわたって遂行される、全てのエンジニアリング活動の基礎・土台となる文書であり、プロジェクトにおけるエンジニアリング活動の全容を俯瞰することを目的とした文書である。

SEMP は、プロジェクトライフサイクルにわたって、各フェーズの入口、出口の基準を満たすために必要な作業と成果物を実現するための枠組みを、プロジェクトに関わるすべての人々に提供・周知し、また、プロジェクトの技術進捗を評価・管理するのに必要な情報を、マネジメント層を含むプロジェクト内外の関係者に提供するものである。

SEMP 作成の利点としては、以下の点が挙げられる。

- ミッション検討の初期段階から、プロジェクトライフサイクル全体を見通したエンジニアリング活動の計画を立てることで、いつ、誰が、何を、どのように実施・管理するのかについて、プロジェクト内外の関係者で共通の認識を持てる。
- ミッションの検討開始時に SEMP への記載事項だけでも決めておくことで技術的な活動を実行する上で、何が必要な詳細度で明確になっているのか、何が TBD であり、それをいつ明確にするのか等について関係者間で共通の認識を持つことができる。
- プロジェクトにおけるエンジニアリング活動が可視化されることで、漏れや無駄、矛盾やリスクについての議論、検討が促進され、プロジェクト遂行上、将来起こり得る問題・課題を未然に解決する助けとなることが期待される。

4. システムズエンジニアリングマネジメント計画(SEMP)作成にあたっての留意事項

SEMP は生きた文書であり、進捗や計画の変更に伴い適宜更新されるべきものであるため、以下の2点を考慮したうえで作成するべきである。

- プロジェクトにおいて管理が必要となる事項、開発関係者間で認識の共有が必要な事項を記載する。
- 段階に応じた深さ(詳細度)で記述すればよいが、広さ(対象とする範囲)は当初からカバーしておくことが望ましい。

5. SEMP の制定時期とプロジェクト計画書との関係

プロジェクト計画書(案)はシステム定義審査(SDR)にてベースライン化される。したがって、SDR までのプロジェクト準備段階においては、システムズエンジニアリングマネジメント計画書(SEMP)が、唯一のプロジェクト計画に係る文書となる。

SEMP は、システム要求審査(SRR)までに単独の文書として策定することが求められ、その後、プロジェクトライフサイクルに渡って維持・管理されるが、システム定義審査(SDR)以降はプロジェクト計画書が参照する文書として位置付け、SEMP 単独で維持・管理しても良いし、内容をプロジェクト計画書に移管して維持・管理することも可能である。

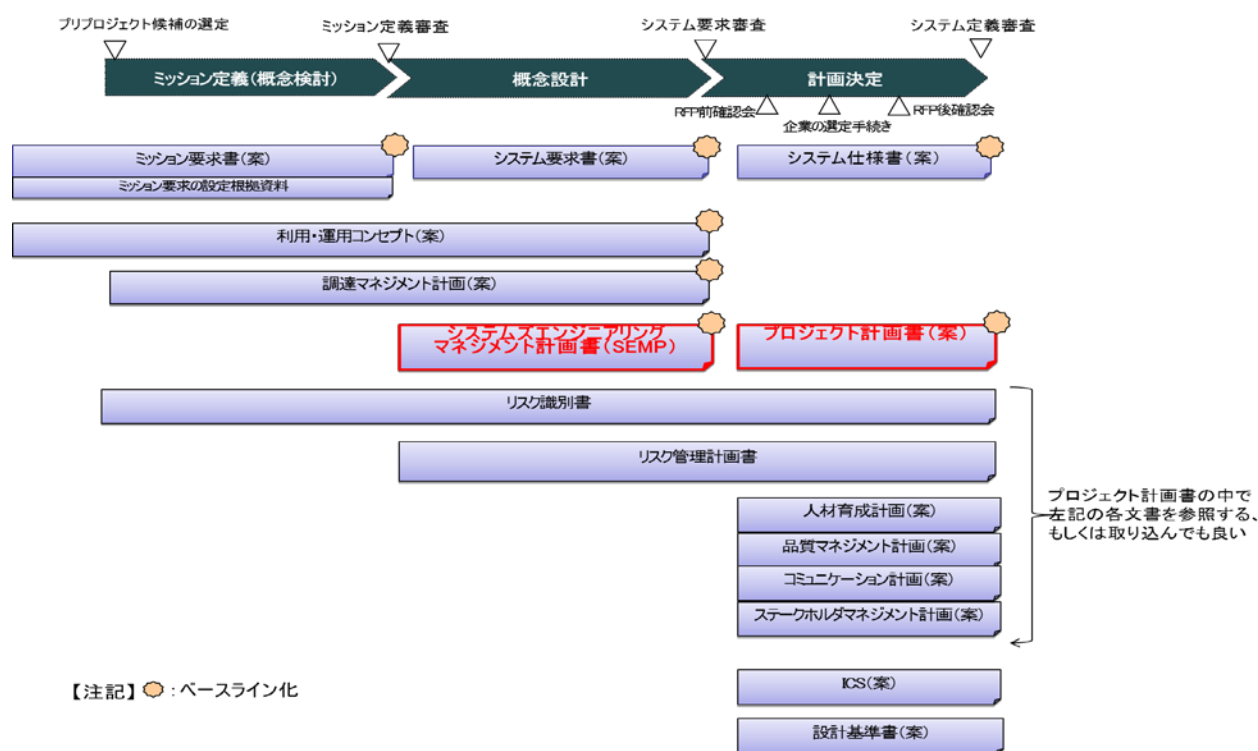


図1. SEMP の制定時期とプロジェクト計画書及び他文書との関係

6. システムズエンジニアリングマネジメント計画(SEMP)の骨子例

以下に SEMP の目次・骨子例を示す。(《 》部は、記述にあたっての留意事項や内容例を示している。)

1. SEMP 作成の目的・範囲

(1) 本文書の目的

《各プロジェクトにおけるSEMPの主要目的を端的に記述する。例:プロジェクト/ミッションにて実施すべきエンジニアリング活動、技術的エフォートを定義し(何を、いつ、だれが、どのように実施・管理するのか)、プロジェクトに関わる全ての人々に周知するもの、維持・管理するものである、等》

(2) 本文書の範囲

《SEMP が対象とする範囲を記述することにより、対象範囲を明らかにする。》

2. 関連文書

《以下に、SEMP に対する関連文書を規定する。プロジェクトマネジメント規程、プロジェクトマネジメント実施要領、SE の基本的考え方、等。関連文書は、SEMP 制定時の最新版を用いる。》

- (1) 準拠文書
- (2) 適用文書

3. ミッション概要

(1) ミッション概要

《本項は、次章以降の計画を規定する上でベースとなる、ミッションの重要コンセプトを記述する。ミッション要求書、利用・運用コンセプト等の他のベースライン文書で規定されている場合については、それらを参照しても良い。》

(2) システム構成

《本項は、次章以降の計画を規定する上でベースとなる、JAXA が想定する総合システムにおける宇宙機システム、バス、ミッション機器等の構成・区分について、JAXA-企業間での分担を検討できる程度の区分、粒度で記述する。サブシステムレベルまでの記述は必ずしも必要ない。システム要求書、システム仕様書等の他のベースライン文書でシステム構成が規定されている場合については、それらを参照しても良い。》

(3) 計画立案上の制約条件

4. システム開発の基本方針

(1) システム開発の基本方針（既存品、新規技術の導入方針等）

- ① システム開発におけるモデルの考え方、統合、試験・検証方針
- ② ミッション要求、システム要求、システム仕様の検証方針

(2) 信頼性設計の基本方針（冗長系の考え方等）

《例：衛星バスは、フライト実績のある既存技術を継続的に使用することで、繰り返し使用による高信頼性を達成する。既存技術で、ミッション要求に対応できない部分に対しては、その部分のみ開発または改修を実施することとし、その改修の影響については変更部分だけでなく、周辺部分や全体への影響を十分に調査・検討し、開発試験計画を立案することとする。》

信頼性向上策として、1.サバイバビリティの強化、2.冗長化または機能冗長、3.耐久性(可動・消耗機器の長期寿命試験・評価)の強化、4.異常発生時のデータ取得等を徹底することとする。》

5. 搭載予定機器・技術の現状と開発計画

(1) 技術成熟度及び技術変更度の評価方針

(2) 技術成熟度及び技術変更度の評価結果

(3) TRL の低い新規技術/技術変更度の大きい技術に対する開発計画(TRL 向上の方策、異常時(コンティンジェンシー)における考え方等)

《本項は、プロジェクトにおける開発リスクを識別し、それらのリスク低減策を検討するための項である。RFP 前においては、その時点における JAXA の想定案を記述すれば良い。RFP 後は随時更新し、SDR/プロジェクト移行審査時まで確定すること。》

6. ライフサイクルにおけるシステムズエンジニアリング(SE)プロセスの実施方針

(1) 以下の各 SE プロセス(機能)について、その具体的内容(何を(What)、誰が(Who)、いつまでに(When)、どのように(How))を記述する。

－ SE における主要な4つの活動 －

- システム設計(Design) 【①～④】
- 統合(Integration) 【⑤～⑦】
- 検証・妥当性確認(Verification & Validation) 【⑧～⑩】
- システムズエンジニアリング管理(SE Management) 【⑪～⑬】

表1. ○○プロジェクト/ミッションにおける SE プロセスの定義

	SE プロセス(機能)	実施方針(何を、誰が、いつまでに、どのように)
システム設計	① ミッション目的の理解(ミッション要求分析・定義)	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？プロジェクトにおいて実施するミッション要求の分析、定義等について記述する》
	② 利用・運用コンセプトの策定	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？プロジェクトにおいて実施する利用運用コンセプトに係る事項について記述する》
	③ 要求の分析(システム要求分析・定義)	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？システムへの要求分析・定義、システム仕様の策定等について記述する》
	④ 設計	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？プロジェクトにおいて実施する設計に係る事項を記述する》

統合	⑤ 製作	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？製作についてその管理まで含めて記述する》
	⑥ 統合	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？コンポーネントからサブシステム、システムに至るまでの組み立て、インテグレーション、試験について、その管理まで含めて記述する》
	⑦ 運用	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？運用について記述する》
検証・妥当性確認	⑧ 解析	《④及び⑨と密接に関連する項であるが、何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？本プロジェクトで実施する解析について記述する等》
	⑨ 検証・妥当性確認	《何を、誰が、いつまでに、どの要求に対して、どのように検証（製品の試験結果が設計通りに出来ているかを確認する行為）、妥当性確認（製品が要求通りに出来ているかを確認する行為）を行うのか？等》
	⑩ 受入れ	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？開発されたシステムの受入れ基準は？誰が受入れを行うのか？JAXA と企業、他機関（海外宇宙機関）等との間でどのような責任分担が予定されているのか？等》
SE マネジメント	⑪ 要求管理	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？本プロジェクトではどのような要求に係る文書が作成、維持管理される予定か？等》
	⑫ I/F 管理	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？どのような I/F 管理文書（ICS、ICD 等）が作成される予定か？各々を誰が作成するのか？誰が承認するのか？等》
	⑬ 技術計画	《コスト、スケジュール、品質を、誰が、いつまでに、どのように管理するのか？プロジェクトで必要となるリソース（資金、人員含む）を、どのように配分・管理する計画か？等》
	⑭ TPM（Technical Performance Measures）管理	《何を（何のパラメータを）、誰が、いつ、どのように測定、管理する計画か？等》
	⑮ コンフィギュレーション管理	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？どのようなコンフィギュレーション管理プロセスが計画されているか？いつコンフィギュレーション管理ボード（CCB）が設置されるのか？等》
	⑯ リスク管理	《何を、誰が、いつまでに、どのように、行うのか？どのようなリスク管理計画が計画されているか？等》

- (2) 各フェーズの目的、各フェーズにおける①入力、②具体的活動内容及び③アウトプット(文書等の成果物)

《PM 実施要領に照らして、当該プロジェクト/ミッションにおいて、各フェーズの目的及び各フェーズで何を実施するのかについて、文章で定義する。

その上で、下記の表2のように各フェーズ毎(ミッション定義フェーズ、概念設計フェーズ、予備設計フェーズ、基本設計フェーズ・・・等)に、前項で定義した SE プロセスについて、その入力、具体的活動、成果物(文書・プロダクト等のアウトプット)を定義する。》

表2. 各フェーズでの SE プロセスの具体的活動及び入力・成果物(アウトプット)の定義

＼ フェーズ		ミッション定義フェーズ			...
SE プロセス(機能)		入力	具体的活動	成果物	
システム設計	① ミッション目的の理解(ミッション要求分析・定義)				...
	② 利用・運用コンセプトの策定				...
	③ 要求の分析(システム要求分析・定義)				...
	④ 設計(機能設計・物理設計)				...
統合	⑤ 製作				...
	⑥ 統合				...
	⑦ 運用				
検証・妥当性確認	⑧ 解析				
	⑨ 検証・妥当性確認				...
	⑩ 受入れ				...
SEマネジメント	⑪ 要求管理				...
	⑫ I/F 管理				...
	⑬ 技術計画				...
	⑭ TPM 管理				...
	⑮ コンフィギュレーション管理				...
	⑯ リスク管理				...

7. ライフサイクルと審査実施計画

(1) ライフサイクルでの審査全体計画

《ライフサイクル全体での審査計画を、RFP で企業に要求する予定の審査会の粒度で記述する。システム/サブシステム/コンポーネントレベル、及び JAXA 審査とメーカー審査、必要に応じて技術ヒアレビューを実施、等。》

(2) 各々の審査会での審査事項

《PM 実施要領の本文及び別紙 1 に照らして、各審査会の目的、審査事項等を定義する。

例) XX 衛星では以下の審査を実施する。

○.1. システム要求審査(SRR)【技術審査】

全体システムへの技術要求(システム要求書)が、ミッション要求書から適切に設定されていることを審査する。

○.2. システム定義審査【技術審査】

部門レベルで、システム定義審査(SDR)を実施し、システム仕様の妥当性、検証計画の妥当性、プロジェクト移行に向けた体制・計画の準備が完了していることを確認する。

...

》

8. 開発スケジュール

《先述のシステム構成と同じレベルの記載で良い。JAXA が想定する契約、JAXA-企業、他機関等との分担案を踏まえて記述する。》

9. 重要なプロジェクト/システム技術性能・パラメータ(TPM: Technical Performance Measures)の測定・管理計画

以下のような項目が、プロジェクト/ミッションの遂行上、重要管理アイテムとして考えられる。(その他、推薬、メモリ・CPU、テレコマ、バス帯域、RF リンク、指向等を、プロジェクト/ミッションの特質に応じて、適宜追加して管理しても良い。)

- ① 質量マージン
- ② 電力マージン
- ③ 審査会に係るトレンド(A/I(全体、Closed、Open アイテム))
- ④ 要求トレンド(クローズした TBD の要求数、要求の変更数)
- ⑤ I/Fトレンド(承認された ICD 数、I/F 要求の変更数)

- ⑥ 検証トレンド(承認された/オープンの変異/ウェイバーの数)
- ⑦ 不具合報告トレンド(不具合の Closed/Open の数)
- ⑧ コストトレンド(EVM)
- ⑨ スケジュールトレンド
- ⑩ 人員トレンド

《プロジェクト遂行にあたっての確度を上げるべく、各プロジェクト/ミッションにとってキーとなる上記パラメータを、継続的かつ定量的に測定・管理することで、そのプロジェクトが Positive(+)な方向に向かっているのか、Negative(−)な方向に向かっているかが可視化され、プロジェクト内外の関係者がその状況を把握・管理し易くなる。》

10. 技術データ管理、情報化の考え方、セキュリティ方針等

《SE プロセスでアウトプットされる技術データから、管理すべきデータを識別し、それらの管理方針を定める。技術データの関連付けを明らかにし、最新の状態を維持すること(JAXA-企業間を含む)。

また、使用するツールについても、本項で宣言することにより関係者の共通認識とする。

例) XX 衛星の技術データ管理は、上記 SE プロセスで発生するデータを対象範囲とする。SE プロセスで発生するデータには、極力、再利用可能な電子データとして管理し、〇〇部門の〇〇プロジェクトで採用している〇〇文書管理システムを使用することとする。

技術データは、「〇〇規程」に従いセキュリティ管理する。管理対象とする技術データの詳細については、以下の通りである。

① 衛星開発の過程で得られた技術データ
メーカーから提出される設計結果、試験結果、解析用モデル等に関しては、それぞれの条件、関係を明確にして、保存する。

② システム間のインタフェースデータ
〇〇衛星とのインタフェースデータは、バージョンと変更時期、内容に関して管理する。

③ …

》

11. 知識の有形化と活用計画

《PM 実施要領第 60 条(知識の継承)に照らして、プロジェクト/ミッションでの知識の生成、蓄積、活用、継承の計画を記述する。》

12. エンジニアリング活動の実施体制

(1) 人員体制

《プロジェクト内だけでなく DE の支援体制等、プロジェクト外部も含めて記述》

(2) 役割と責任

《本項については、プロジェクト計画書の制定後はそちらに移管しても良い。》

13. コミュニケーション計画

(1) 各種会合の設置

(2) 意思決定プロセス

《本項については、プロジェクト計画書の制定後はそちらに移管しても良い。》

以上