

限定なし



地上設備・装置の保全ガイドライン

2022年3月31日 制定

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)

目 次

1. 総則.....	1
1.1 目的.....	1
2. 関連文書.....	1
2.1 参考文書.....	1
3 本ガイドラインの位置付け.....	1
4. 保全標準の要求項目.....	2
4.1 保安全管理の全体フロー.....	2
4.2 組織目標・方針.....	4
4.3 保全方針／重要度の設定.....	4
4.3.1 保全方針.....	4
4.3.2 設備重要度の設定.....	4
4.4 保全評価指標の設定.....	4
4.5 保全評価指標の監視.....	5
4.6 保全計画／対象範囲の設定.....	5
4.6.1 保全対象範囲の設定.....	5
4.6.2 保全計画の設定.....	5
4.7 保全作業の実施.....	7
4.8 点検結果の評価・確認.....	7
4.9 保全の有効性評価.....	8
4.10 不具合管理.....	8
4.11 保全反映.....	8
4.12 設備状態の分析.....	9

図表一覧

図 1：保安全管理の実施フロー.....	2
表 1：フローの各プロセス概要.....	3
表 2：各指標の評価項目.....	5
付録 地上設備・装置のガイドラインの解説.....	1-1

1. 総則

1.1 目的

本ガイドラインは、宇宙航空研究開発（以下、機構という）機構の重要な事業の遂行に適用される地上設備について、機構が行う管理として、保全の計画、実行、評価及び改善などの標準的な項目の指針を定めることを目的とする。

2. 関連文書

2.1 参考文書

- ① JEAG4210-2016「原子力発電所の保守管理指針」日本電気協会/原子力規格委員会
- ② 一般社団法人 日本保全学会、2020年2月27日 原子力保全ハンドブック
- ③ 「保全経営」のための MOSMS 実践ガイド 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

3 本ガイドラインの位置付け

このガイドラインは、機構が実施主体となって実施する際の地上設備保全（計画、実行、評価、改善）の指針として示すものである。

地上設備の保守、維持等の契約を外注する場合においても、本ガイドラインを参照にして、作業要求を具体的に設定する。

4. 保全標準の要求項目

4.1 保全管理の全体フロー

”保全”は地上設備の機能を確認、維持または向上させる活動である。
 保全管理の実施フローを図1に示す。フローの各プロセス項目の概要は表1に示し、詳細については4.2項以降に示す。

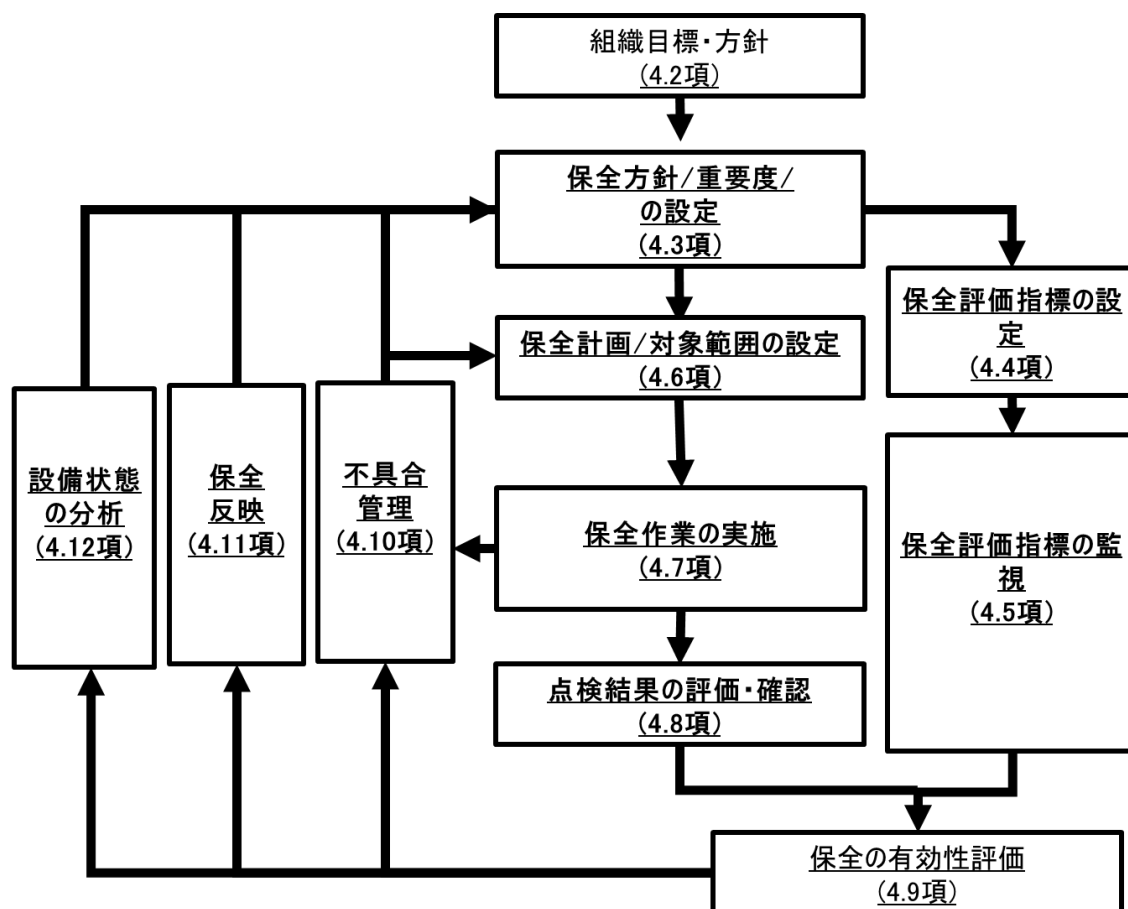


図1：保全管理の実施フロー

表 1：フローの各プロセス概要

プロセスの名称		内容	対応項
組織目標・方針		保全を実施する際の前提となる目標・方針を確認する。	4.2
保全方針／重要度の設定	保全方針	3.2項に基づき設定した保全実施の方針を定める。	4.3.1
	設備重要度の設定	限られた資源(資金や時間等)を有効に活用し保全を行うため、施設・設備の重要度を設定する。	4.3.2
保全評価指標の設定		保全の有効性を評価するために必要な項目を定める。	4.4
保全評価指標の監視		保全評価指標の監視計画・監視方法を定める。	4.5
保全計画／対象範囲の設定	保全対象範囲の設定	本規定に基づき実施する保全の対象範囲を定める。	4.6.1
	保全計画の設定	点検方法並びにそれらの実施頻度及び時期の基本方針を定める。	4.6.2
	保全方式の選定	設備重要度に応じた保全方式を示す。	4.6.2.1
	修理、改修計画	修理、改修の時期、検査等を計画する。	4.6.2.2
	長期更新計画	長期的な更新計画を設定する。	4.6.2.3
保全作業の実施		保全の実施に当たり留意すべき事項を定める。	4.7
点検結果の評価・確認		保全実施結果の評価・確認方法の基本的な考え方を定める。	4.8
保全の有効性評価		保全の実施結果、保全評価指標の監視結果を基に、保全対象範囲、保全計画等の有効性を評価し、必要な改善を行うための基本的な考え方を示す。	4.9
不具合管理		不具合管理及び是正処置の方法を示す。	4.10
保全反映		4.9項に定めた評価から次回以降の保全に反映する基本的な考え方を示す。	4.11
設備状態の分析		保全結果データを分析し、更新計画に反映する。	4.12

4.2 組織目標・方針

組織内での保全作業の位置づけや目標を確認し、計画立案や改善方針の検討等に際して念頭に置いて業務を進める。

4.3 保全方針／重要度の設定

4.3.1 保全方針

機構の重要な事業の遂行に適用される地上設備の安全性および健全性確保を最優先として、リスクマネジメント保全の計画、実施、評価及び改善などの活動を確立し、継続的な改善を図る。

4.3.2 設備重要度の設定

保全の効率的な遂行のために、保全評価指標の設定および保全計画の設定に先立ち、保全対象範囲について系統ごとの範囲を明確にしたうえで、構造物、系統及び機器の保全重要度を定義し、重要度を設定する。重要度に応じて保全内容、実施時期を設定すること。

設備毎の重要度の設定情報は、4.6.1 項の設備リストに反映し管理する。

4.4 保全評価指標の設定

保全の成果を表す評価指標を設定する。評価指標は、以下の3種類の指標を設定する。

それぞれの各指標の評価項目を表2に示す。

- (1) 資源系指標：資源（保全費、保全作業効率）の効率的な運用がなされているかの指標
- (2) 設備系指標：設備の動作状態等の経過を見るための指標
- (3) 成果系指標：保全活動の結果と設備の整備目的に対する指標

表 2：各指標の評価項目

指標種別	評価項目		評価周期	備考
(1)資源系指標	保全費	保全費の推移	年毎	当初計画の保守点検費用を集計する。
		修繕費	年毎	不具合などの修理費用を集計する。
	保全作業効率	計画作業件数	年毎	保守作業数（タスク数）の集計
		突発作業数	年毎	修理など臨時作業数の集計
(2)設備系指標	信頼性・保全性	不具合件数	年毎	不具合件数の集計
(3)成果系指標	品質	保全結果	年毎	保全計画の完了確認、更新の要否
		打上結果	号機毎	打上運用の良否、改善要否

4.5 保全評価指標の監視

- (1) 4.4 項で設定した保全評価指標に従い、定期的に監視すること。
- (2) 保全評価指標の監視結果を記録すること。

4.6 保全計画／対象範囲の設定

4.6.1 保全対象範囲の設定

所掌する全ての設備について網羅的にリストアップし設備リストとして管理し、その中から保全を行うべき対象範囲を設定する。対象設備の選定に先立ち、所掌の設備は対象外の設備も含め、設備の全体構成、責任、境界を明確にすること。

4.6.2 保全計画の設定

保全計画に設定すべき項目を 4.6.2.1.～4.6.2.3. に示す。

なお、保全計画の設定に当たっては、関係法令、関係規格及び基準を遵守するとともに、保全重要度を考慮し、保全の有効性評価の結果を踏まえたうえで、以下の事項を考慮すること。

- (1) 使用実績、不具合事例などの運用経験
- (2) 使用環境及び設置環境
- (3) 劣化、故障モード

- (4) 構造及び構造の設計的な観点
- (5) 材料劣化データなどの科学的知見
- (6) 影響度などのリスク情報
- (7) 保全要求、打上計画との整合

4.6.2.1 保全方式の選定

あらかじめ保全方式を選定し、点検の方法並びにそれらの実施頻度、および時期を定めた点検計画を策定すること。保全方式は、構造物、系統、機器の適切な単位ごとに、法令要求、故障検知性、劣化メカニズム等を勘案し、以下に示す保全方式から適切に選定し、必要な管理項目を設定すること。

(1) 時間基準保全 (TBM: Time Based Maintenance)

時間基準による点検を実施する際は下記の事項を設定すること。

- a. 構造物、系統及び機器が所定の機能を発揮しうる状態にある事を確認・評価するために必要なデータ項目。
- b. 点検の具体的方法
- c. 評価方法及び管理基準
- d. 実施頻度
- e. 実施時期

(2) 状態基準保全 (CBM: Condition Based Maintenance)

状態基準による状態監視を実施する場合は下記の事項を設定すること。

- a. 機器の故障の兆候を検知するために必要な状態監視データ項目
- b. 状態監視データの具体的採取方法
- c. 評価方法及び必要な対応を適切に判断するための管理基準
- d. 状態監視データ採取頻度
- e. 実施時期
- f. 機器の状態が管理基準に達した場合の対応方法

(3) 事後保全 (BDM: Break Down Maintenance)

事後保全を選定した場合は、機能喪失の発見後、修理を実施する前に修理方法、修理後に所定の機能を発揮することの確認方法及び修理時期を定めること。

4.6.2.2 修理、改修計画

規模の大きい不具合修理、設備改修等を実施する場合は、あらかじめ以下の項目を定めること。

- (1) 検査、試験の項目、具体的方法
- (2) 上記の実施時期選定した保全方式の種類に応じて、次の事項を定める。

4.6.2.3 長期更新計画

所掌の全設備について、長期的な更新計画を設定すること。計画の設定に当たっては、以下を考慮すること。

- (1) 装置の設計寿命
- (2) 更新時の概算費用
- (3) 老朽化更新の妥当性（事業推進部による設備評価など評価基準による客観性）

4.7 保全作業の実施

- (1) 4.6 項で設定した保全計画に従い、点検・補修等の保全作業を実施すること。
- (2) 保全作業の実施に当たって、以下の必要なプロセスを実施すること。
 - a. 保全計画
 - b. 手順管理
 - c. 調達管理
 - d. スケジュール管理
 - e. コンフィギュレーション管理
- (3) 点検・補修等の結果について記録すること。

4.8 点検結果の評価・確認

- (1) あらかじめ定めた方法で、保全の実施段階で取得した構造物、系統及び機器の点検・補修等の結果から所定の機能を発揮する状態にある事を、所定の時期までに確認・評価し、記録すること。
- (2) 最終的な機能確認では十分な確認・評価できない場合には定めたプロセスに基づき、点検・補修等が実施されていることを、所定の時期までに確認・評価し記録すること。

4.9 保全の有効性評価

あらかじめ定めた時期及び内容に基づき、保全活動から得られた情報等から、保全の有効性を評価し、保全が有効に機能していることを確認するとともに、継続的な改善につなげること。

- (1) 保全評価指標の監視結果を踏まえた保全の有効性評価
地上設備の安全性および健全性を確保する観点から、体系的に監視・評価を行うため、保全評価指標の監視結果から保全の有効性を評価すること。
- (2) 設備の劣化状況等を踏まえた保全の有効性評価
以下の保全活動から得られた情報等を適切に組み合わせて、保全の有効性を評価すること。
 - a. 保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績
 - b. トラブルなどの運転経験
 - c. 高経年化技術評価及び安全性向上評価結果
 - d. 他事業所、プラントのトラブル及び経年劣化傾向に係るデータ
 - e. 科学的知見
 - f. リスク情報
- (3) 保全の有効性評価の結果とその根拠及び必要となる改善内容について記録すること。

4.10 不具合管理

- (1) 点検・補修等を実施した構築物、系統及び機器が所定の機能を発揮しない状態であることを発見確認した場合は、地上設備不具合報告書等により不具合管理を行い、是正処置を確実に行うこと。
- (2) 再発の予防措置導入の可能性について検討し、水平展開の実施、保全計画への反映を行うこと。
- (3) 不具合管理及び是正処置について記録するとともに、要すれば安全・信頼性推進部との情報共有及び他事業所への注意喚起を行うこと。

4.11 保全反映

保全の有効性評価結果に基づき、次回以降の保全内容の改善のために、下記保全項目の見直しを行うこと。

- (1) 保全計画
- (2) 保全評価指標

4.12 設備状態の分析

設備の健全性を維持するために、下記の項目を考慮した上で適切に保全結果データを分析する。分析結果から更新計画に反映すること。

(4.6.2.3 項)

- a. 保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績
- b. トラブルなどの運転経験の実績
- c. 高経年化設備の技術評価及び安全性向上評価結果
- d. 他事業所、プラントのトラブル及び経年劣化傾向に係るデータ
- e. 科学的知見
- f. リスク情報

付録：地上設備・装置のガイドラインの解説

目次

1. 総則.....	1-2
1.1 目的.....	1-2
2. 関連文書.....	1-2
3. 保全実施のガイドライン.....	1-2
3.1 保全実施の全体フロー.....	1-2
3.2 組織目標・方針.....	1-2
3.3 保全方針／重要度の設定.....	1-3
3.3.1 保全方針.....	1-3
3.3.2 設備重要度の設定.....	1-3
3.4 保全評価指標の設定.....	1-4
3.5 保全評価指標の監視.....	1-4
3.6 保全計画／対象範囲の設定.....	1-4
3.6.1 保全対象範囲の設定.....	1-4
3.6.2 保全計画の設定.....	1-5
3.7 保全作業の実施.....	1-9
3.8 点検結果の評価・確認.....	1-9
3.9 保全の有効性評価.....	1-10
3.10 不具合管理.....	1-10
3.11 保全反映.....	1-10
3.12 設備状態の分析.....	1-10

図表一覧

図 1: 重要度から保全方法を設定するフローの例.....	1-7
図 2: 設備のライフサイクルにおけるリスク変化の例.....	1-8
図 3: 設備評価におけるリスクマトリクスの例.....	1-9
表 1: 保全重要度の定義例.....	1-3
表 2: リスクマトリクスの影響度、発生確率の考え方の例.....	1-9

1. 総則

1.1 目的

このガイドラインは、JAXA 鹿児島宇宙センター（以下、KSC）が見直しを行った保全方法の「リスクマネジメント保全」が基礎になっている。リスクマネジメントでは、リスクを生み出す要因を事前に予知し、それらに起因するリスクの影響度を考慮して最善の対応策を準備しておくことが最重要課題である。このため、問題が起きる前に存在するリスク要因を系統立てた手法で特定した上で、そのリスクを評価し処置する必要がある。

2. 関連文書

本ガイドラインをまとめるに当たっては、多くを本編 2.1③ JEAG4210-2016「原子力発電所の保守管理指針」、および同 2.1③「保全経営」のための MOSMS 実践ガイド（公益社団法人日本プラントメンテナンス協会）から参考としている。

また、前出の経緯について、機構内の文書としては、以下が参考になる。

- ① 宇宙航空研究開発機構、H-IIA ロケット 41 号機地上設備不具合を踏まえた今後の対応方針、2020 年 3 月 10 日、内閣府宇宙政策委員会 宇宙産業・科学技術基盤部会第 53 回会合
- ② KEX-20072「種子島宇宙センター 保全見直し結果報告書」

3. 保全実施のガイドライン

3.1 保全実施の全体フロー

本ガイドラインは、地上設備保全の品質の継続的改善を目指したものであり、改善の PDCA を回すため、計画の立案、保全作業の実施、結果の評価を行い、得られた経験から改善を行い、次回の計画へフィードバックのサイクルを回す仕組みになっている。

3.2 組織目標・方針

保全の計画立案や、優先順位、改善方針など、長期的な方針を設定するためには、組織の長期的な方針が必要である。KSC では部門の組織目標がこれに相当し、組織内での保全作業の位置づけや目標を確認し、計画立案や改善方針の検討等に際してはこれを念頭に置いて業務を進めることが必要である。

3.3 保全方針／重要度の設定

3.3.1 保全方針

組織目標を受けて、保全を実施する各部署の保全方針を設定する。具体的な保全の方針を示す。例えば、打上号機の具体的なスケジュールに合わせて、必要な不具合処置や更新、必要な点検を完了させることなどを示すことが挙げられる。

3.3.2 設備重要度の設定

施設・設備の整備目的を達成する上で、限られた資源（資金や時間等）を有効に活用するため、施設・設備の重要度を設定している。

重要度の定義は、重要度評価基準表等に従い、合計点数により、ランク付けを行う絶対評価法、絶対評価法で評価した合計得点順に並べ、上から全機器台数を割合でランク付けを行う相対評価法、絶対評価法の合計得点に関係なく、施設・設備の影響度でランク付けを行う定性評価法、発生頻度と影響度とによるリスクマトリクス表により設定する方法等があるが KSC においては、定性評価法で重要度を設定している。

例えば、射点系設備の場合で保全重要度を分類すると、打上げの成否への影響が大きいものや、使用時期が Y-0 カウントダウンに近いほど、重要度が高く設定される。（表 1）

表 1：保全重要度の定義例

重要度	打上げ用設備※2	打上安全監理用設備※3
重要度1	不具合発生時打上げ延期に繋がりに Y-0 で使用する設備	不具合発生時打上安全監理が実施できなくなる設備
重要度2	不具合発生時打上げ延期に繋がりに Y-0 で使用しない設備	—
重要度3	不具合発生時打上げ延期に繋がらない設備	不具合が発生しても打上安全監理に影響がない設備

※1 打上時の不具合発生影響を踏まえた設備自体の重要性を示す指標であり、老朽化更新等の優先度とは異なる

※2 打上げ用設備…打上安全監理用設備を除く打上げに必要な設備

※3 打上安全監理用設備…打上安全監理用設備を含む打上げに必要な設備

リスクマネジメントでは影響度と発生確率の積とする場合、リスクマトリクスでリスク度を測る方法が一般的だが、確からしい発生確率を算定するにはある程度の母数が必要である。打上設備では運用回数や製品数、不具合件数等のサンプル数が少数であることから有意な確率を捉えることが困難と考え、KSC 標準では影響度にフォーカスし、これを“重要度”として指標としている。

また、各部門の設備の運用形態に応じて、安全性の観点を重要度を含めること。

重要度の設定に当たって、管理の形態により保全会社及び設備利用者の協力を得ること。

3.4 保全評価指標の設定

保全の状態について、点検結果（点検データによる良否判断や作業の完／未完結果）の評価の他、別の観点からも保全活動の成果を評価する。評価指標は、以下の3種別の指標を設定する。

- (1) 資源系指標：資源（保全費、保全作業効率）の効率的な運用がなされているかの指標
- (2) 保全費用の面からの効率化を評価するために、計画された保全費用と、修理などに要した費用を集計する。また、保全作業のボリュームの指標として作業件数を集計する。
- (3) 設備系指標：設備の動作状態等の経過を見るための指標
設備が良好に維持されているかの指標である。ここでは不具合件数を集計することで、設備の機能が維持されていることの指標としている。
- (4) 成果系指標：保全活動の結果と設備の整備目的に対する指標
点検結果の良否について、否の場合は上記(2)で不具合となるため、ここでは計画通りに完了したかを確認する。また、不具合に至らない老朽化による劣化兆候の情報や、今後の改善のための情報を整理する。

各指標の評価周期のうち、年毎としているのは、年間計画の運用を想定しているためであり、実態に合わせて設定する。

3.5 保全評価指標の監視

評価指標の監視については、保全作業を保全メーカーに外注している場合など、保全メーカーの作業報告などで定期的にフォローしてもよい。また、KSCの場合、打上ごとのGRR(設備状況確認会)のようなものも、設備不具合の処置状況や点検結果を年間の途中で監視していると言える。

3.6 保全計画／対象範囲の設定

3.6.1 保全対象範囲の設定

所掌設備の中から保全を行うべき対象範囲を決めるが、それに先

立ち、先ず所掌する全設備の見える化をする必要がある。これには、保全の対象でないものもリストに含み、対象外であることを明確にし、管理がされている状態にすべきであり、網羅的に把握することで未検査設備の存在の防止にもつながる。

KSC 射点系の設定方法の例として、全設備を登録した“設備リスト”を作成し、それぞれの設備について、点検周期、重要度、保全方式、担当業者などを整理することで、保全の管理対象、方法などが明確にできる。

F41 号機の事象の背後要因のひとつとして、保全メーカー間が異なる、あるいは JAXA 担当部署が異なる保全管理境界面での不具合で担当が不明瞭であったことが挙げられる。

このことから、設備リスト作成においては所掌設備の網羅性ととともに保全管理境界（配管、ケーブル、ダクト等）を明確にし、担当部署、保全担当メーカーを含めて整理すべきである。

3.6.2 保全計画の設定

より具体的、詳細な保全計画は、保全メーカーの実施計画書や工程表のようなもので管理してもよい。

3.6.2.1 保全方式の選定

構造物、系統、機器の適切な単位ごとに、法令要求、故障検知性を勘案し、以下に示す保全方式から適切な保全方式を選定すること。

- (1) 時間基準保全（TBM：Time Based Maintenance）
- (2) 状態基準保全（CBM：Condition Based Maintenance）
- (3) 事後保全（BDM：Break Down Maintenance）

TBM, CBM は予防保全の管理手法で、BDM は故障時に修理し復旧させる方法である。

たとえば、配管の保全では、従来は腐食などで漏洩が発生した際に交換、修理していた（=BDM）。しかし、重要な配管、特に H-II A/F41 号機の配管破裂事象の例のように、打上に重大な影響を及ぼした事態の回避には、予防的な保全が必要である。この事象の対策では、配管の外観や肉厚を定量的に監視し、漏洩発生を未然防止する保全方法へ変更した、CBM 導入による改善例である。

地上設備の設計は、故障時は運用を中断して修理、復旧させることが想定されているが、今後の打上ビジネスの競争力強化の方針

(オンタイム打上)から、未然防止による機会損失の低減が期待されている。不具合の未然防止のためには、CBMの適用が効果的だが、状態監視が困難な場合がある。たとえば、電気製品は一つの製品が多数の電子部品で構成されており、さらにそれぞれの部品が異なる劣化傾向を持つことから、製品の劣化状態の監視は現実的でない。この場合の予防的措置の方法としては、製品の設計寿命など、期限を決めての定期交換であり、これはTBMの例である。

ただし、経済的な面では、CBM、TBMの導入は不具合処置の削減効果が期待できるものの、保全コストを上昇させるため、先に述べた重要度の識別などにより、Q(品質)とC(コスト)のバランスを考慮する必要がある。重要度の低い設備をBDM管理とすることもバランスをとる方法である。

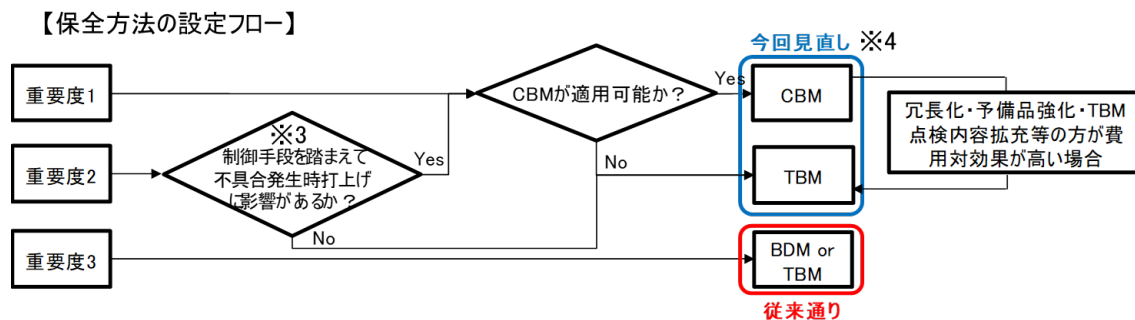
BDMが適用されている例としては、構造体の様に機能品でないもの(発錆の状態監視は行う)や、一般照明器、バーンポンドの耐熱材のようなものが挙げられる。ただし、BDMを採用する場合は、機能喪失により(打上等に)重大な影響を与えない設備であることを確認する必要がある。

図1に射点系設備での重要度から保全方式を設定する例を示す。このフロー図は、重要度の高さで、CBM>TBM>BDM(詳細は3.6.2.1項)の順に保全方式が割り振られるフローになっている。

このフローでCBM、TBMが適用可能かを判断するポイントがあるが、指標として劣化メカニズムの違いが挙げられる。例えば打上設備の場合、屋外の配管の劣化やポンプの軸受け、電気装置はともに経年劣化するが、前者のような機械部品は腐食や摩耗で厚みや振動などの状態監視で劣化状況を把握できるが、コンピュータの様な電気製品の老朽化は状態把握が困難である。原子力やプラント等の設備ではこうした電気製品は定期交換対象部品として管理しているが、これはTBMと考えられる。

こうした情報を含めて保全方法を設定するために、装置毎に劣化メカニズムを検討し、“設備リスト”に紐づけて管理する方法がよいと考えられる。

これらの総合的な評価により、限られた保全の資源を重要な設備に投じることで、保全の費用対効果を向上させられると考える。



※3 制御手段:冗長系、予備品、代替手段の有無

※4 CBM:設備の劣化状態を定期的に診断し、診断結果に基づき故障停止に至る前に、計画的に修理・整備を行う保全。
TBM:定められた適正周期に従って、定期的に点検・整備を行い、次回の点検まで、その機能を保証する保全。
BDM:故障が発生したら修理を行う保全。

図 1: 重要度から保全方法を設定するフローの例

3.6.2.2 修理、改修計画

年度当初から計画されているような比較的大規模な不具合修理や、設備の改修計画等について、検査も含めた実施時期を明らかにし、保全の実施時期等と併せて計画することで競合などを確認することが出来る。

3.6.2.3 長期更新計画

設備には寿命があり、一般的に老朽化が進むことで経年劣化に起因する不具合が増加するようになる。設備の寿命をあらかじめ把握し、計画的な設備更新を行うこと不具合の未然防止の効果が得られる。特に重要度の高い設備については所掌設備を網羅し、長期的な更新計画を設定すべきである。地上設備は図 2 に例示する様に、初度整備～運用/保全～設備更新の間のライフサイクル中のリスクはバスタブカーブで変化すると考えられる。

特に長期間運用される設備のリスク対策として計画的な設備更新が必要である。

(1) 装置の設計寿命

開発仕様書により開発された地上設備は設計寿命が設定されている(10, 15, 20年など)。基本的に、設計寿命を終える頃を目標に更新されることが理想だが、延命して運用される場合が多いため校正装置の寿命には注意が必要である。特に設備を構成

している COTS(民生品)の期待寿命はそれより短い場合が多く、定期的な更新、製造中止、サポートの終了など、開発メーカーの保守点検などの機会を利用しフォローすべきである。

(2) 更新時の概算費用

各設備の長期的な更新時期に更新に掛かる予算の情報を加味することで、長期的な必要コストを計ることができる。設備の更新予算は高額になるため、計画的な予算計画の見える化に効果がある。

(3) 老朽化更新の妥当性(事業推進部による設備評価)

老朽化更新に際して、予算の効率的な使用や技術的妥当性を適切に実施するため、KSC 設備は輸送部門の事業推進部による設備評価により更新の必要性を評価している。

設備評価ではリスクマトリクス手法により影響度と発生確率の観点から必要性の程度を可視化している。図 3 は射点衛星系の影響度と発生確率の評価基準とリスクマトリクスの例である。これらの情報などを総合して、社内有識者の評価を受けることで更新の妥当性を客観的に評価している。

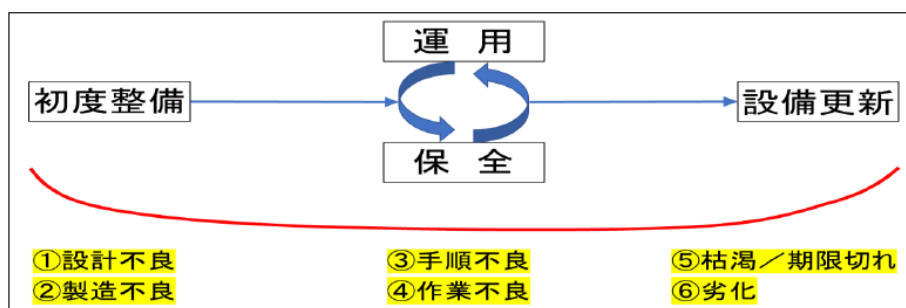


図 2: 設備のライフサイクルにおけるリスク変化の例

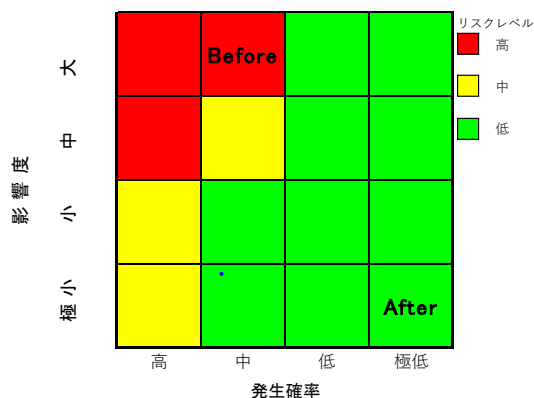


図 3: 設備評価におけるリスクマトリクスの例

表 2 リスクマトリクスの影響度、発生確率の考え方の例

影響度	発生確率
大: Y-0 で使用する設備で不具合発生時に代替手段や予備品交換による緊急処置ができず打上げ延期となるもの	高: 1年以内に機能喪失する不具合が発生する可能性が高いと判断されるもの
中: Y-0 で使用する設備で不具合発生時代替手段や予備品交換により打上げ作業続行可能なもの	中: 1~3年以内(当該設備の運用終了などを想定)に機能喪失する不具合が発生する可能性が高いと判断されるもの
小: Y-0 で使用しない設備で、不具合発生時に打上げ延期の可能性のあるもの	小: 単発的に部分的な不具合発生が発生
極小: 不具合発生時、打ち上げ延期に繋がらないもの	極低: 不具合発生の可能性が極めて低い

3.7 保全作業の実施

実際の保全作業は保全契約により外注化されている場合が多い。従来の実施計画の確認、手順の確認、作業立会、T/B、T/R（タスクブリーフィング、タスクレビュー）への参加、記録の確認等を実施する。

3.8 点検結果の評価・確認

あらかじめ定めた方法で、保全の実施段階で取得した構造物、系統及び機器の点検・修理等の結果から所定の機能を発揮している状態にある事を、所定の時期までに確認・評価し、記録すること。通常は保全メーカーの記録済み手順書のレビューなどがこれにあたりと考える。

3.9 保全の有効性評価

3.4 項で設定した、費用、設備不具合、成果（達成度）について評価する。

たとえば、KSC の場合、昨今は設備要因で打上遅延を発生させないことが期待されていることから、打ち上げ期間中の不具合件数や、Y-0 の不具合件数の結果評価で、改善を目指すことが考えられる。

設備単位、装置単位での指標については、保全結果のトレンド管理による劣化管理、ばらつきの改善など（関連 3.12 項）への目標設定が考えられる。

射点衛星系では事業所評価（QMS）のエビデンスで保全の成果について、自己評価を行っている。

3.10 不具合管理

不具合処置方針は、打上に係る設備は保全業者との不具合対策会議などで処置方針などがフォローされる。発生した不具合は不具合情報システム（JAPCAS）など、管理システムを用いて漏れなく適切に管理することなどを示す。

3.11 保全反映

保全の有効性評価結果から得られた改善項目について、次回計画に反映する。

3.12 設備状態の分析

設備の健全性を維持するために、適切な設備評価／更新計画を設定すること。下記の項目 a から f は設備状態を分析する事例である。

a. 保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績

たとえば、点検で取得されたデータのトレンド分析などにより規格を割る可能性がある場合など、次回の保全計画に予防修理を設定する。

b. トラブルなどの運転経験の実績

不具合事象や L&L の情報から、保全作業の作業効率や安全性の向上などを反映する。

不具合分析では、年間の発生不具合を分析することで、重点的に改善に取り組むべき設備や、現象、原因が抽出される。これらの重点課題に優先的に資源を配分し改善する活動を継続することで、不具合が減少し品質や生産性の向上につながる。

- c. 高経年化設備の技術評価及び安全性向上評価結果
老朽化した設備は点検結果が良好でも、運用リスクが相対的に高い。状態監視が出来ない設備でも不具合や異常現象の増加傾向を分析することで、不具合の予防が出来る可能性がある。
- d. 他事業所、プラントのトラブル及び経年劣化傾向に係るデータ
JAXA の他の事業所だけでなく、製造業のプラント設備などから得られた事故事例や、新しい検査手法など有用なものを取り入れ、次回の保全計画に反映する。
- e. 科学的知見
- f. リスク情報