

福島第一原子力発電所 構内設備等の長期保守管理計画の策定について

2020年 4月27日



東京電力ホールディングス株式会社

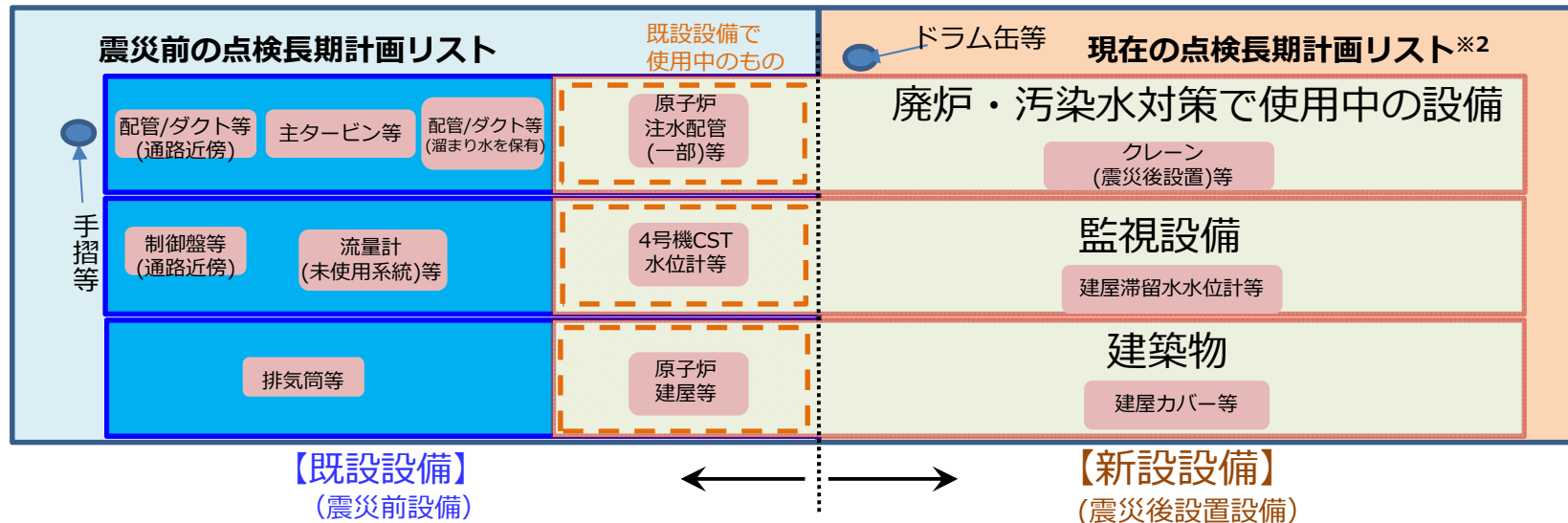
1. 経緯

- 廃炉・汚染水対策で使用中の設備については、マニュアルに基づき保全重要度を設定し、点検長期計画を策定して点検・手入れを実施
- 震災前から設置している既設設備は、震災前の点検長期計画にてリスト化されているものの、現状の点検長期計画に適切に反映出来ていないところがあり、管理状態が十分とは言えない
- さらに、2019年1月、3/4号機排気筒からの足場材落下事象のような、点検長期計画未反映箇所において経年劣化によるリスクが顕在化



震災後の環境変化を踏まえ、廃炉・汚染水対策を進める上で特に注視すべきリスクを抽出し、該当する設備（機器）に対して、経年劣化モードに応じた対応が必要
 ⇒ 長期保守管理計画を策定し、今後、同計画に基づき対応を実施していく

構内の全設備、機器^{※1}



※1 設備保全箇所が判明している約34万件から作業を開始

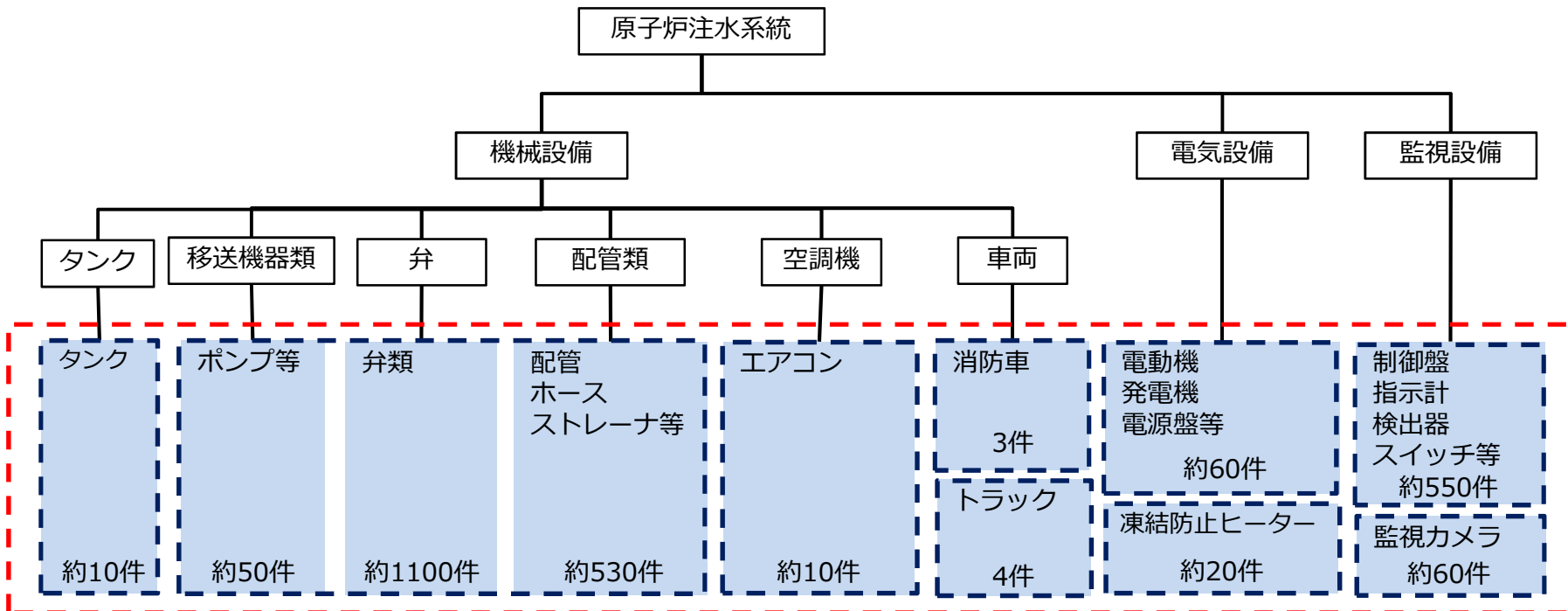
※2 汚染水を取扱う設備及び放射性ダストを監視する設備については、工事用機材として一時的に使用するものを除き仮設備も管理対象

<参考> 機器数の考え方

- 対象件数の約34万件については、各システムを構成している機器単位または部品単位の数字である。
- 下記の構成図は、原子炉注水システムを例示しているが、点検は各号機、各設備の範囲で行っており点検数は数十件/年※であるが、対象件数としては約2,400件となる。
- 構内の全設備についても同様の考え方で、機器・部品の点検を行っている。

※各機器で点検周期が異なるため、年毎の点検数に変動がある。

<例示> 1~3号機 原子炉注水システムの機器構成図

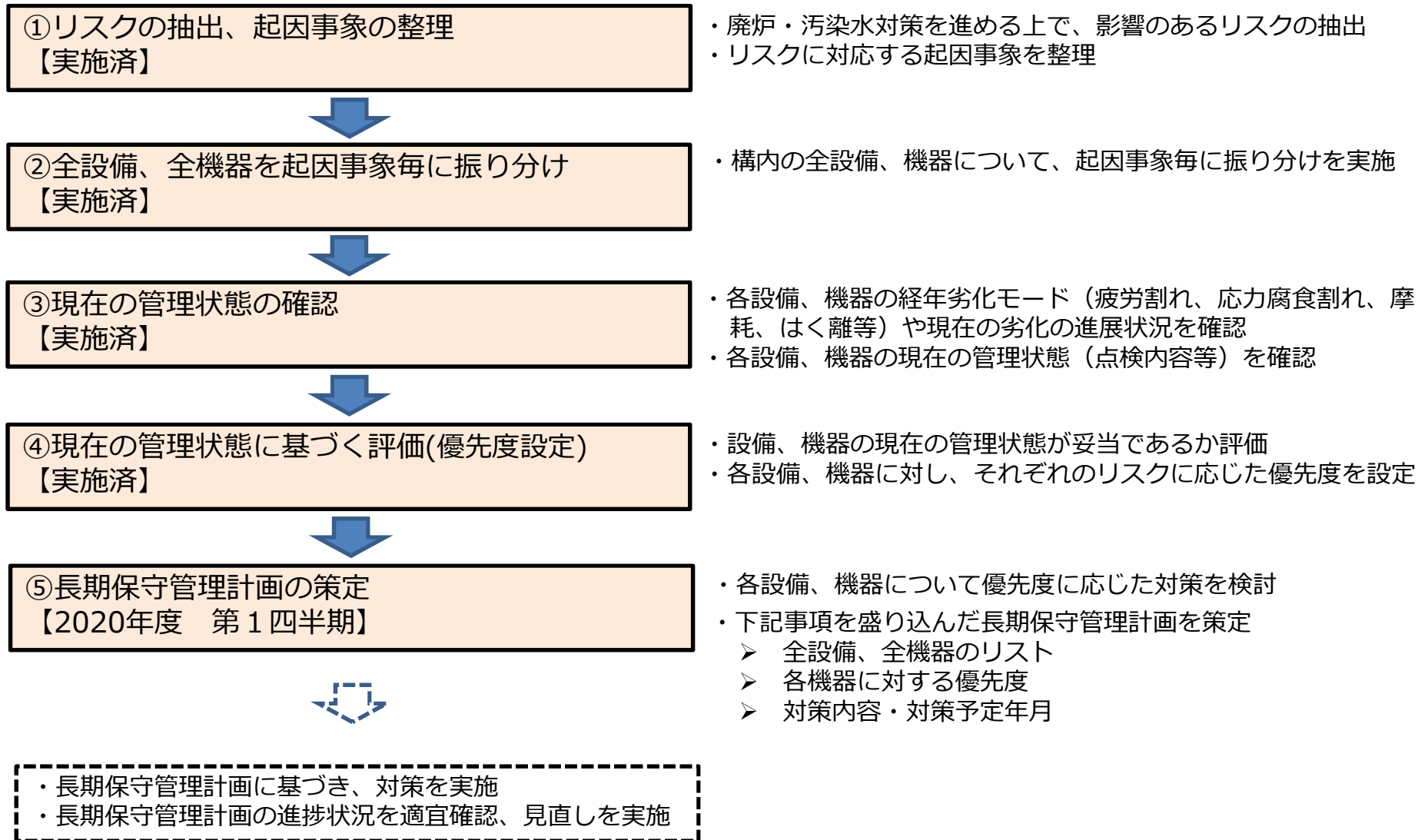


 原子炉注水システムの対象件数：約2,400件
 各号機、各設備の主な点検範囲

<参考>
 震災前の定期検査では、1プラント/定期検査で約18,000件を点検している。

2. 検討のフロー

■ 長期保守管理計画の策定に向けて、下記フローに基づき検討を実施



3. リスクの抽出、起回事象の整理



- 廃炉・汚染水対策を進める上で影響※のあるリスクを抽出し、①環境への影響（公衆及び作業員への被ばくを含む）、②人身災害・設備災害の発生に分類した。
- また、それぞれのリスクに対応する起回事象を整理した。

※ 人身安全、設備安全、放射性物質の漏洩・被ばくの他、これらが発生した場合の工程遅延等

【廃炉・汚染水対策を進める上で影響のあるリスク】

①環境への影響（公衆及び作業員への被ばくを含む）

（1）バウンダリ機能の喪失

放射性物質を内包する設備が損傷し、バウンダリ機能、漏えい検知機能及び放射線の遮蔽機能が喪失

（2）監視機能の喪失

監視設備や計器が故障し、廃炉・汚染水対策に必要な設備の監視機能が喪失

（3）新設設備、使用中の既設設備の機能喪失

上記（1）、（2）以外で、廃炉作業を進めるために必要な設備の機能が喪失

②人身災害・設備災害の発生

（4）建物及び建築構造物※の倒壊、構造物の落下・飛来

建物や建築構造物の倒壊、構造物の落下・飛来等で災害が発生

（5）既設設備※の倒壊、構造物の落下・飛来

既設設備の倒壊、構造物の落下・飛来等で、災害が発生

※建物や設備に付属する階段、手摺、歩廊等も含む

4. 全設備、全機器を起因事象毎に振り分け

①リスク整理



②機器振り分け



③現状確認



④評価



⑤長期保守管理計画策定

- 構内の全設備・機器について、注視すべきリスクの起因事象と照らし合わせて、振り分けを実施

: 各項目の対象範囲

<バウンダリ機能>

(対象件数 : 約34万件)

(1) バウンダリ機能の喪失

具体例 : (2)、(3)、(5) 参照

機械設備・電気設備・その他設備

監視設備

建物・建築構造物

<監視設備>

(対象件数 : 約11万5千件)

(2) 監視機能の喪失

具体例 : 1~6号機各建屋内の温度計、圧力計、演算器、検出器、流量スイッチ、圧力スイッチ、計算機など

機械設備・電気設備・その他設備

監視設備

建物・建築構造物

<機械設備・電気設備・その他設備>

(対象件数 : 約22万5千件)

(3) 新設設備、使用中の既設設備の機能喪失

(5) 既設設備の倒壊、構造物の落下・飛来

具体例 : 1~6号機各建屋内および屋外のポンプ、配管、弁、サポート、タンク、ダクト、電動機、クレーン、排気筒、重機、テント、コンテナ、電柱、スピーカ、ドラム缶、手摺りなど

機械設備・電気設備・その他設備

監視設備

建物・建築構造物

<建築物>

(対象件数 : 約580件)

(4) 建物及び建築構造物の倒壊、構造物の落下・飛来

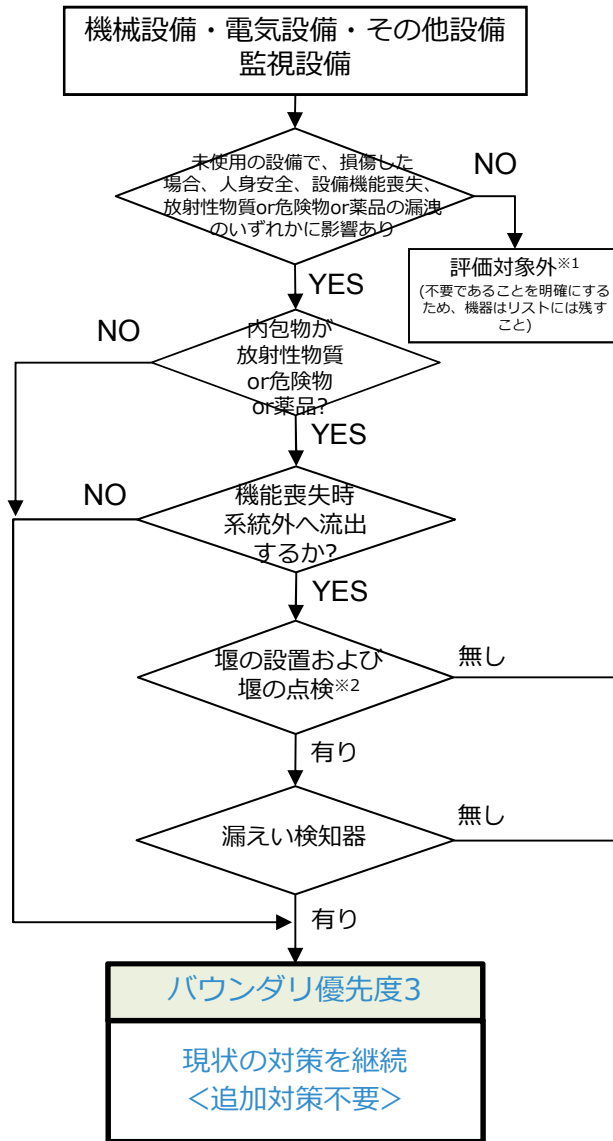
・具体例 : 原子炉建屋、タービン建屋、廃棄物処理建屋、プロセス主建屋、固体廃棄物貯蔵庫、事務本館など

機械設備・電気設備・その他設備

監視設備

建物・建築構造物

5-1. バウンダリ機能の判断フロー（具体的なイメージ）【参考】



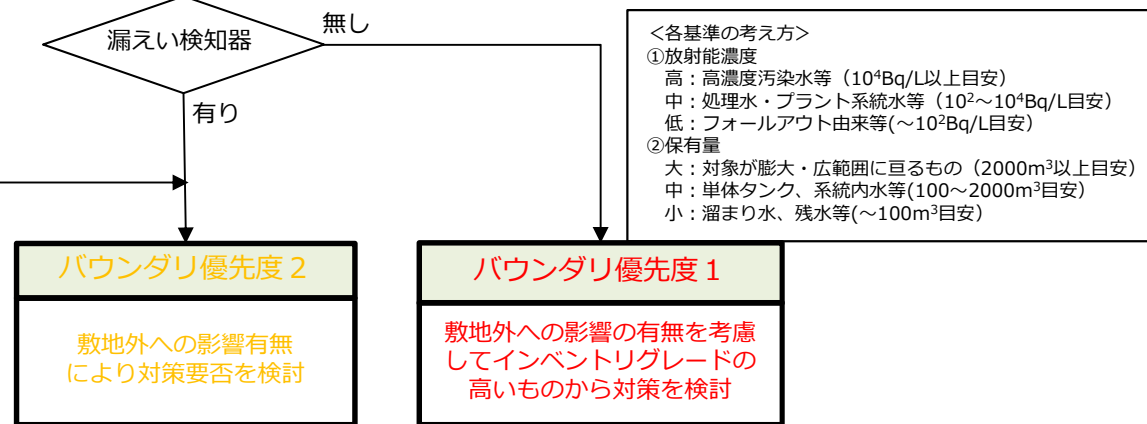
『管理状態“ A ”』

※1 評価対象外の例
 受電していない電源盤内リレー、使用していない圧カスイッチ（ただし、放射性物質、危険物、薬品等を内包していないもの）等
 なお、この判断における設備機能喪失とは、当該設備の損傷により、他の機器を破損させる等により他の機器の要求機能を喪失させることを意図。
 ※2 気体を扱う設備については、堰が無いとして判断する。

【インベントリグレード】

- グレード i : 放射能濃度が高かつ保有量が中以上で、漏えい時の環境影響が大きいもの
- グレード ii : 放射能濃度や保有量が中以上で、漏えい時の環境影響が懸念されるもの
- グレード iii : 放射能濃度や保有量が低く、漏えい時の環境影響が小さいもの

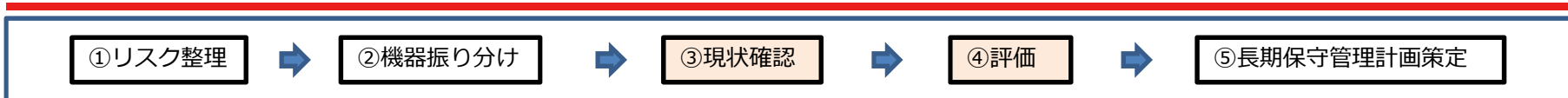
放射能濃度	高	ii	i	i
	中	ii	ii	ii
	低	iii	iii	ii
		小	中	大
		保有量		



『管理状態“ B ”』

管理状態“ A ” : 望ましい姿に合致している
 管理状態“ B ” : 望ましい姿に合致していない

5-2. 評価結果（バウンダリ機能）

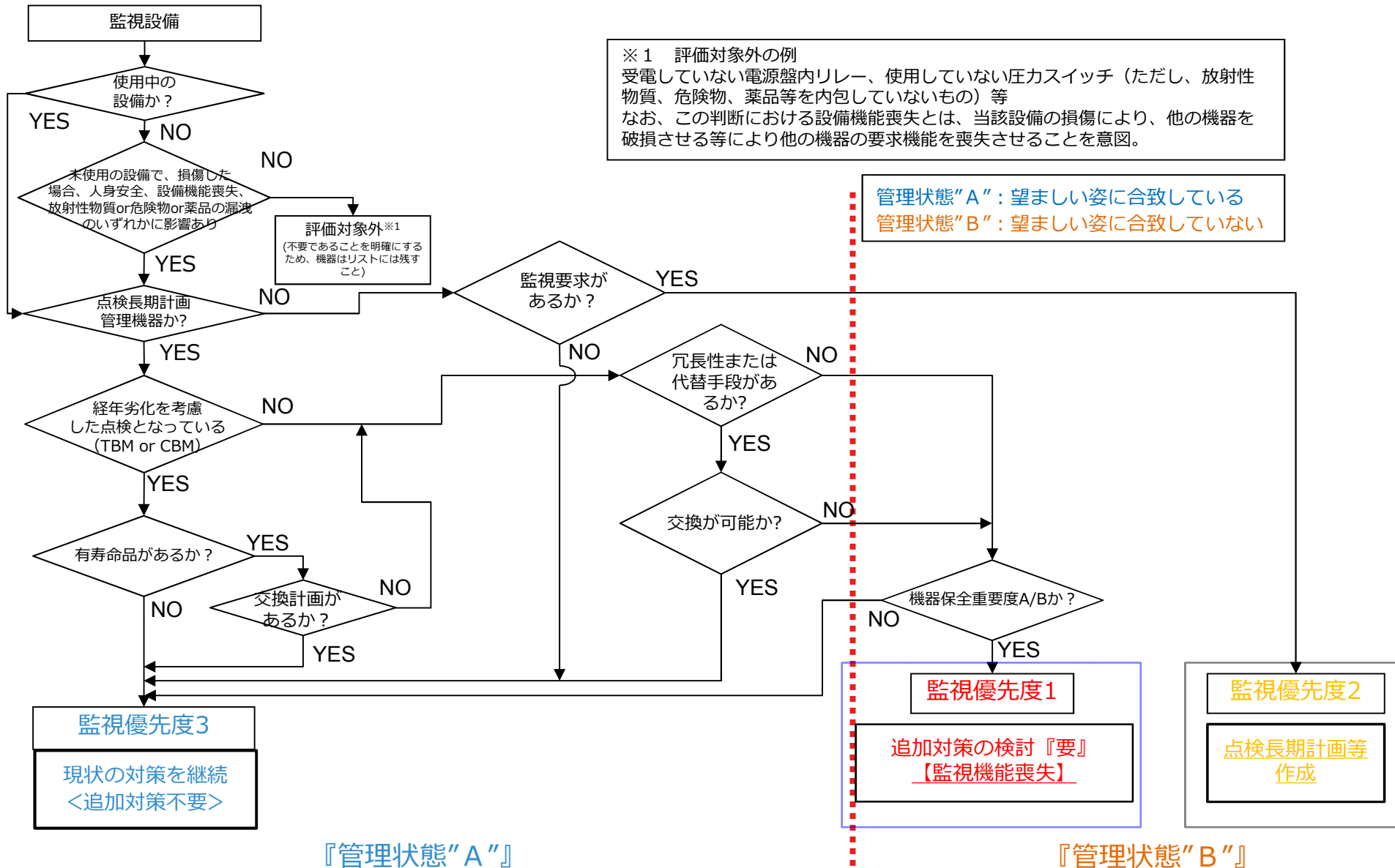


- 機械設備・電気設備・その他設備、監視設備の対象機器約34万件の評価結果と今後の対応を以下に示す。

バウンダリ機能の判断フローに基づく評価結果

管理状態	『管理状態“A』』	『管理状態“B』』		評価対象外
優先度	バウンダリ優先度3 現状の対策を継続 ＜追加対策不要＞	バウンダリ優先度2	バウンダリ優先度1	—
評価結果	約19万8,000件	約2万4,000件	約3万6,000件	約8万2,000件
設備の状況	・漏洩検知器と堰の両方を設置している設備	・漏洩検知器または堰のいずれかを設置している設備	・漏洩検知器および堰のいずれも設置していない設備	—
今後の対応	—	・2020年度第1四半期までに設備の管理状態を確認し、追加対策の可否を検討する。	・速やかに（5月末を目途）設備の管理状態を確認し、応急対策を検討する。	—

6-1. 監視設備の判断フロー（具体的なイメージ）【参考】



※1 評価対象外の例
 受電していない電源盤内リレー、使用していない圧カスイッチ（ただし、放射性物質、危険物、薬品等を内包していないもの）等
 なお、この判断における設備機能喪失とは、当該設備の損傷により、他の機器を破損させる等により他の機器の要求機能を喪失させることを意図。

管理状態“ A ”：望ましい姿に合致している
 管理状態“ B ”：望ましい姿に合致していない

6-2. 評価結果（監視設備）



- 監視設備の対象機器約11万5,000件の評価結果と今後の対応を以下に示す。

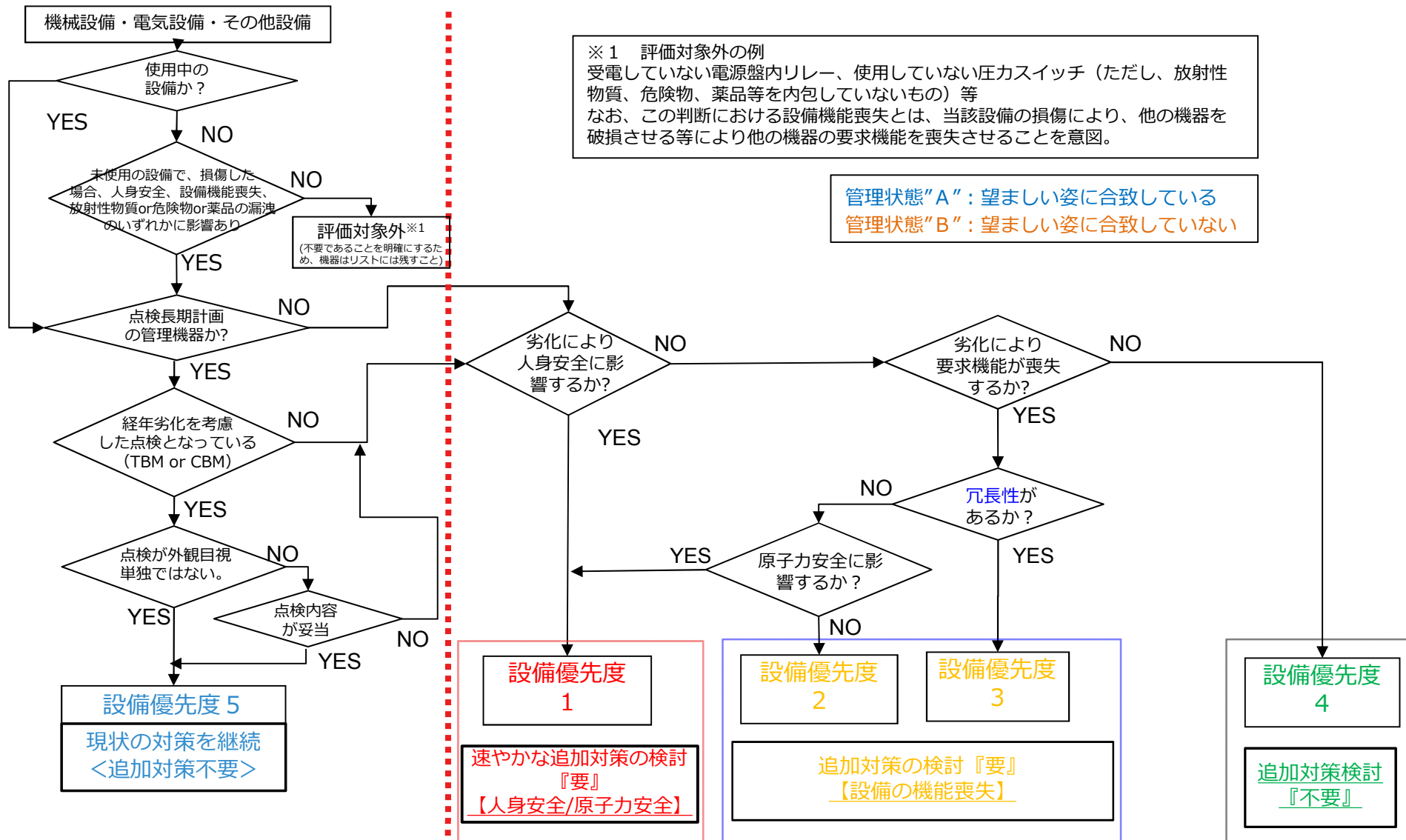
監視機能の判断フローに基づく評価結果

管理状態	『管理状態“A”』	『管理状態“B”』		評価対象外
優先度	監視優先度3	監視優先度2	監視優先度1	—
	現状の対策を継続 <追加対策不要>	追加対策 【点検長期計画作成】	追加対策の検討『要』 【監視機能喪失】	—
評価結果	約6万5,000件	約100件	約300件	約5万件
設備の状況	<ul style="list-style-type: none"> 点検長期計画での管理を行っており、経年劣化を考慮した点検等を行っている設備 機器保全重要度が低い設備 	<ul style="list-style-type: none"> 使用中設備のうち、点検長期計画で管理していない設備 	<ul style="list-style-type: none"> 高線量エリア※1のため点検困難な設備 機器保全重要度が高い設備※2 	—
今後の対応	—	<ul style="list-style-type: none"> 2020年度第1四半期までに、経年劣化を考慮した点検長期計画等を作成 	<ul style="list-style-type: none"> 2020年度第1四半期までに、評価手法等の検討計画を立案 	—

※1 1～3号機原子炉建屋内の一部

※2 機器故障時に冷却機能や放射性物質の系外放出監視等に影響を及ぼすもの

7-1. 機械設備・電気設備・その他設備の判断フロー（具体的なイメージ）【参考】TEPCO



『管理状態“ A ”』

『管理状態“ B ”』 重要な機器（例、PCV、S/C等）も含めて、調査・評価等を踏まえながら、適宜見直しを検討していく。

7-2. 評価結果（機械設備・電気設備・その他設備）



- 機械設備・電気設備・その他設備の対象機器約22万5,000件の評価結果と今後の対応を以下に示す。

機械設備・電気設備・その他設備機能の判断フローに基づく評価結果

管理状態	『管理状態“A”』	『管理状態“B”』			評価対象外	
	設備優先度5	設備優先度4	設備優先度3	設備優先度2	設備優先度1	—
優先度	現状の対策を継続 ＜追加対策不要＞	追加対策検討 『不要』	追加対策の検討『要』 【設備の機能喪失】		速やかな追加対策の検討『要』 【人身安全/原子力安全】	—
評価結果	約2万9,000件	約11万6,000件	約4万7,000件		約640件	約3万2,000件
設備の状況	・点検長期計画での管理 を行っており、経年劣 化を考慮した点検等 を行っている設備	・点検長期計画未作 成の設備 ・点検内容が妥当で はない設備又は事 後保全管理設備	・機器劣化により、要求機能に 影響を及ぼす設備 ・点検長期計画未作成の設備 ・点検内容が妥当ではない設備 又は事後保全管理設備		・人身安全/原子力安全に影響を及 ぼす設備 ・点検長期計画未作成の設備 ・点検内容が妥当ではない設備 又は事後保全管理設備	—
今後の対応	—	—	・2020年度第1四半期までに 点検長期計画を作成又は保全 方法の見直し等を検討する。		・応急対策は、2020年3月に完了 ・2020年度第1四半期までに恒久 対策を検討する。	—

＜設備優先度1の主な応急対策機器＞

機器名	応急対応内容	機器数
1～4号機 非常用ディーゼル発電機サイレンサー	機器周辺の立入禁止区画設置、表示取付	約30件
1/2号機排気筒、3/4号機排気筒、5/6号機排気筒、ALAP排気筒	排気筒周辺防護通路設置、立入規制表示取付	4件
キャスク保管庫内設備	機器周辺の立入禁止区画設置、表示取付	約50件
補助建屋内設備	機器周辺の立入禁止区画設置、表示取付	約280件
海生物処理建屋内設備	機器周辺の立入禁止区画設置、表示取付	約130件

8-1. 建築物の優先度の考え方【参考】

- 建物・建築構造物に対しては、その影響度と劣化度を以下の観点で評価し、掛け合わせにより優先度を設定

○影響度

影響項目	安全	人身災害	放射性物質漏えい	放射線管理	業務運営
最終的な影響 (リスク)	・人身災害リスク	・人身災害リスク	・放射性物質の漏えいリスク	・放射線管理支障リスク	・業務継続停止リスク
影響度：大	死亡事故	頻繁に災害が発生する可能性有	設備損傷により放射性物質が漏えい	設備損傷により放射線管理ができなくなる	復旧に長期的な期間を要す事象の発生
影響度：中	重軽傷事故	たまに災害が発生する可能性有	放射性物質の内包設備を損傷（漏洩無し）	放射線管理には影響ないが設備を損傷させる	復旧に中期的な期間を要す事象の発生
影響度：小	不休事故	まれに災害が発生する可能性有	-	-	復旧に短期的な期間を要す事象の発生

○劣化度

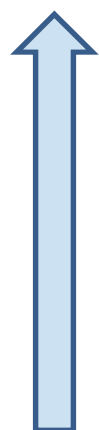
判定	判定基準	事象例
劣化度（A）	損傷・劣化の程度が著しく、外的要因等により落下等の事象に至る危険性が高い	（壁の損傷） ・壁全体に渡って大きなひび割れや破壊、剥落等が見られ、躯体損傷が明瞭な状態（落下危険物・転倒危険物） ・既に傾いていたり、支持するものが無いなど、落下や転倒の可能性が高い場合 ・落下や転倒に対する被害の危険性が高いと考えられる場合
劣化度（B）	損傷・劣化が見られ、外的要因等により落下等の事象に至る危険性がある	（壁の損傷） ・仕上材に大きなひび割れや破壊、剥落等の破損が見られる場合（落下危険物・転倒危険物） ・落下や転倒に対する被害の危険性が低い場合や予測される被害が軽度の場合
劣化度（C）	損傷・劣化は見られるが軽微であり、外的要因等により落下等の事象に至る危険性は低い	（壁の損傷） ・わずかなひび割れが見られる場合（落下物・転倒危険物） ・明らかに危険性が無いと考えられる場合

事象例は、被災建築物応急危険度判定マニュアル準拠

8-1. 建築物の優先度の考え方【参考】

■以下の優先度順位表に基づき優先度を設定して対応

●優先順位表



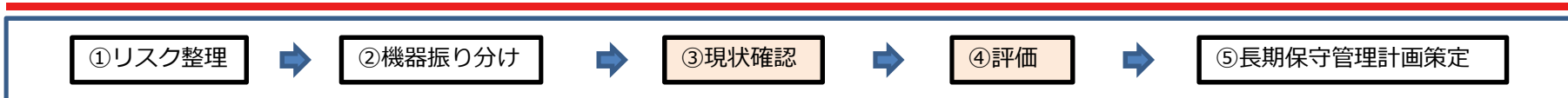
影響度 大	対象外	建物 優先度 2	建物 優先度 1
影響度 中	対象外	建物 優先度 3	建物 優先度 2
影響度 小	対象外	対象外	建物 優先度 3
影響度 劣化度	劣化度(C)	劣化度(B)	劣化度(A)



●対策方針

- ・建物優先度 1、2 の順に対策を検討・実施する。
- ・建物優先度 3 は 1 年毎に経過観察を実施する。
- ・建物優先度の対象外となるものは、点検長期計画に基づく点検を実施する。

8-2. 評価結果（建築物）



- 建築物、約580件の評価結果と今後の対策スケジュールを以下に示す。

建築物の優先度の考え方に基づく評価結果

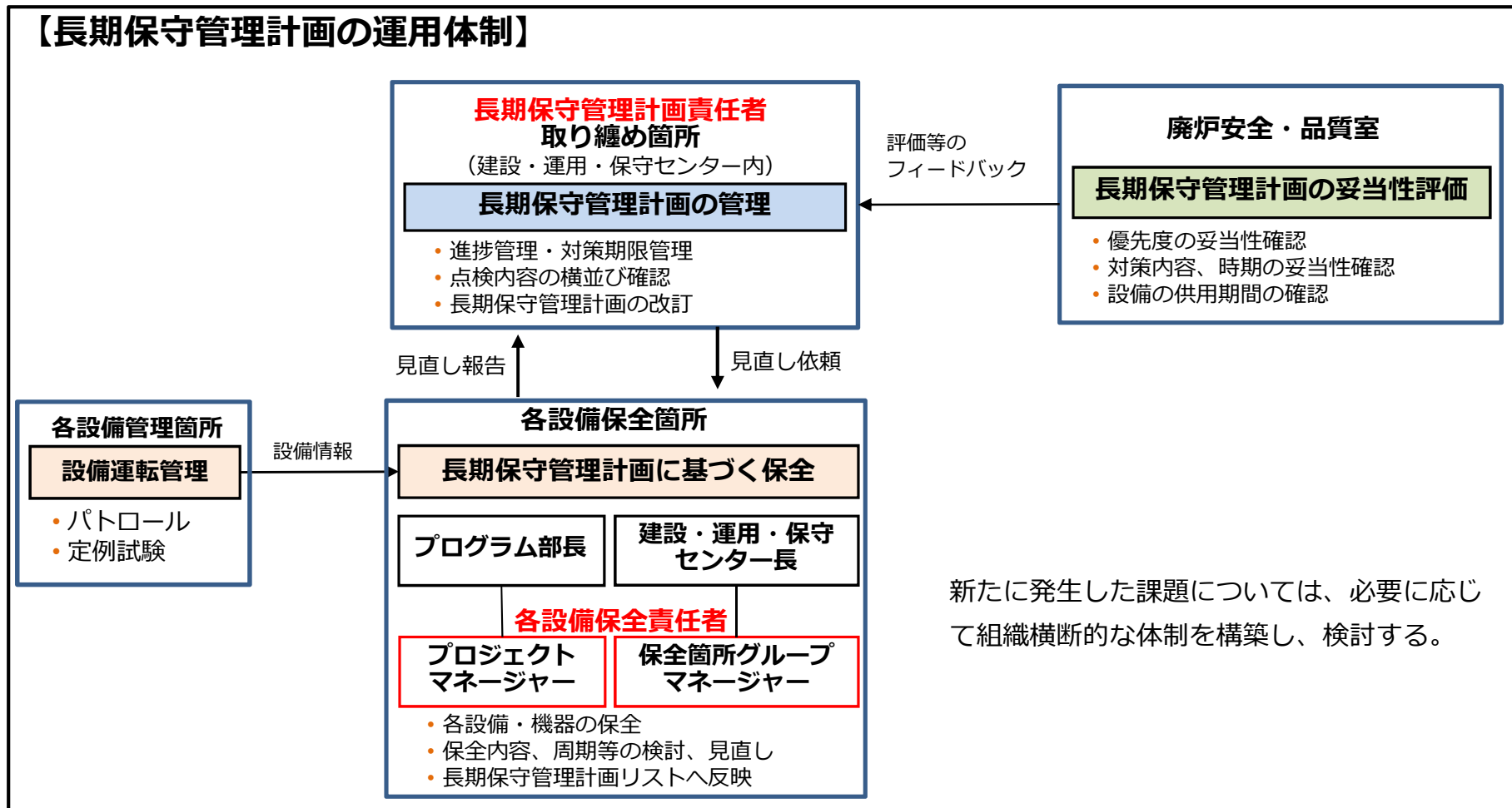
管理状態	『管理状態“A”』	『管理状態“B”』			撤去済
優先度	建物優先度対象外	建物優先度3	建物優先度2	建物優先度1	今回確認の結果、 撤去されていた建物
	現状の対策を継続	1年毎の経過観察	追加対策の検討 『要』	速やかな追加対策の 検討『要』	
評価結果	約450棟	約30棟	約60棟	約10棟	約30棟
設備の状況	・人身災害や設備災害に繋がる劣化が無い状態	・劣化は見られるものの人身災害や設備災害の恐れが低い状態	・人身災害や設備災害に結びつく劣化が見られるが至近には影響の大きい災害の発生が低い状態	・劣化が著しく、また、人身災害や設備災害の恐れも高い状態	—
今後の対応	・点検長期計画に基づき、定期点検を実施	・1年毎に経過観察を実施する。	・2020年度第1四半期までに、追加対策並びに実施時期を検討	・速やかに（5月末を目途）追加対策並びに実施時期を検討	—

※追加対策実施時期は、建物優先度1、2の順で実施する。

なお、建物優先度1と評価された建物は、廃炉作業に必要な建物は含まれていない。

9. 長期保守管理計画の運用の体制

- 今後の運用に当たっては、取り纏め箇所が進捗状況を適宜確認していく。
- 各設備保全箇所が対策内容の検討および対策を実施していくが、横並びについては取り纏め箇所を中心に調整していく。
- 運用の妥当性については、廃炉安全・品質室が確認し、フィードバックをしていく。



10. 長期保守管理計画の策定



- ① 全機器に対し、現状の管理状態を確認
- ② 判断フローに基づき、優先度を設定
- ③ 優先度順位に応じて対策内容、対策時期を設定し、順次対策を実施していく。
対策内容、対策時期の検討にあたっては、各機器の劣化モードに対する劣化進展を考慮する。

作成済み (2020年3月)
対策内容・対策予定年月の記載 (2020年第1四半期)

①
②
③

長期保守管理計画リスト (イメージ)

機器名称	長計管理	劣化モード	内包物	人身安全への影響	系統機能への影響	堰	漏えい検知器	設備優先度	バウンダリ優先度	対策内容	対策予定年月	対応状況	管理方法
●●●	有	外部腐食	有	有	有	有	有	5	3	定期点検	-	済	点検長期計画
▲▲▲	有	摩耗	有	無	有	有	有	5	3	定期点検	-	済	点検長期計画
■ ■ ■	無	疲労割れ	有	無	有	有	無	3	2	撤去	2022年/3月	対策検討中	本リスト
◆ ◆ ◆	無	外部腐食	無	有	有	無	無	1	3	取替 定期点検	2020年/6月	対策計画中	点検長期計画

- 構内の全設備・機器※（約34万件）及び建物・建築構造物（約580件）について、長期保守管理計画の機器のリストアップ、優先度の振り分けを行った。
- 各機器の劣化進展を考慮した対策内容及び対策予定年月を検討後、長期保守管理計画に記載し策定する。（2020年第1四半期）
- 長期保守管理計画の進捗状況の確認、評価の妥当性確認を適宜行い、必要に応じ、対策内容の見直し等を実施していく。

※ 設備保全箇所判明している約34万件から作業を開始

スケジュール	2020年度				2021年度	
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期
全体工程		試運用期間		本運用期間		
長期保守管理計画策定 対策検討		▼長期保守管理計画策定		▼長期保守管理計画の見直し		
評価・対策の 妥当性確認		妥当性確認		見直し	妥当性確認	

<参考> リスクの低減目標マップとの照らし合わせ

- 長期保守管理計画で抽出した機器は、中期的リスクの低減を達成するまで、設備の機能が要求される。
- 各設備の劣化進展、機能要求期間を考慮した保守管理計画を検討する。

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(主要な目標)

分野	液状の放射性物質	使用済燃料	固形状の放射性物質	外部事象等への対応	廃炉作業を進める上で重要なもの
(年度)	11 12	21 22	31 32	41 42	
2020	タービン建屋ドライアップ 原子炉注水停止に向けた取り組み	3号機燃料取り出し 2号機燃料取り出し計画等	増設焼却設備設置 プロセス主建屋等セオライト等安定化策検討 1号機の格納容器内部調査	建屋屋根修繕【雨水】 1,2号機排気筒の上部解体【耐震】	廃炉プロジェクト・品質管理体制の強化 事業者による施設検査開始(長期保守管理) 労働安全衛生環境的継続的改善
2021	13 建屋内滞留水のα核種除去方法の確立 14 1・3号機S/C水位低下の先行的な取り組み	23 5又は6号機燃料取り出し開始(時期未定) 24 乾式貯蔵キャスク増設開始	33 大型廃棄物保管庫(Cs吸着材入り吸着塔)設置 34 ALPSスラリー(HIC)安定化処理設備設置 分析施設本格稼働分析体制確立	43 建屋開口部閉塞等【津波】 44 除染装置スラッジの移送【津波】	高線量下での被ばく低減 建物等からのダスト飛散対策 1,2号機排気筒下部の高線量SGTS配管等の撤去
2022	15 タンク内未処理水の処理	25 2号機原子炉建屋オペフロ遮へい・ダスト抑制	35 減容処理設備・廃棄物保管庫(10棟)設置 燃料デブリ取り出しの安全対策(時期未定)	45 建屋周辺のフェーシング範囲の拡大【雨水】	多核種除去設備処理済水の海洋放出等(時期未定)
今後の更なる目標 2023 ~ 2031	16 原子炉建屋内滞留水の可能な限りの移送・処理 17 プロセス主建屋等ドライアップ 18 原子炉建屋内滞留水の全量処理	26 1号機原子炉建屋カバー設置 24 乾式貯蔵キャスク増設エリア拡張 27 1・2号機燃料取り出し 23 全号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	32 プロセス主建屋等セオライト等の安全な状態での管理 36 瓦礫等の屋外保管の解消 37 廃棄物のより安全・安定な状態での管理	46 建物構築物・劣化対策・健全性維持 建屋外壁の止水【地下水】	

※主要な目標の数字は、(別紙1、別紙2)放射性物質の所在状況との関連を示したものの一部

リスク低減で機能維持が要求される主な設備(供用中)

液状の放射性物質	使用済燃料	固形状の放射性物質(燃料デブリ)	固形状の放射性物質	外部時事象等への対応
<ul style="list-style-type: none"> ・滞留水移送設備 ・汚染水処理設備(ALPS、SARRY、RO設備) ・各建屋 ・滞留水(汚染水)タンク ・サブドレン ・凍土壁 ・フェーシング ・漏洩検知器、堰 	<ul style="list-style-type: none"> ・SFP冷却設備 ・燃料取扱設備 ・建屋カバー ・乾式貯蔵キャスク ・キャスク保管施設 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉圧力容器 ・原子炉注水設備 ・窒素封入設備 ・ガス管理設備 ・RPV/PCV温度計 ・PCV水位計 	<ul style="list-style-type: none"> ・Cs吸着塔 ・ALPSスラリー(HIC) ・焼却設備 ・吸着塔保管施設 	<ul style="list-style-type: none"> (雨水) ・建屋屋根 ・排気筒 ・フェーシング(津波) ・建屋閉塞の設備

<参考> リスクの低減目標マップに記載された設備の評価結果

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（主要な目標）より

使用済燃料

NO.27 1号機 燃料取り出し

設備の要求期間 使用済燃料取り出し完了まで

リスクの低減目標マップに関連する設備の評価結果

【対象設備】

- 使用済燃料プール循環冷却設備
- 使用済燃料プール（スキマーサージタンク含む）
- 使用済燃料プールゲート

【優先度の評価結果】

- 使用済燃料プール循環冷却設備：『バウンダリ優先度3』，『監視優先度3』
『設備優先度2,3,4,5』
- 使用済燃料プール：『バウンダリ優先度3』，『設備優先度2』
- 使用済燃料プールゲート：『バウンダリ優先度3』，『設備優先度2』

【優先度2の対象機器の例】

使用済燃料プール循環冷却設備の高線量エリアの配管・弁、使用済燃料プール、プールゲート



1号機 使用済燃料プール
2019.8.2撮影

【評価結果を踏まえた対応】

- 使用済燃料プール循環冷却設備：
高線量エリアの配管・弁等の不具合により使用済燃料プール循環冷却設備の運用が困難な場合は、非常用注水設備等による注水でプール冷却を実施。
- 使用済燃料プール
ガレキ等の落下による使用済燃料プールの損傷を防止するため、プールに養生カバーを設置する計画。
プールライナー腐食による漏えいを防止するため、プール水の水質を監視し、必要に応じ、プール水浄化を実施。
- 使用済燃料プールゲート
ガレキ等の落下による使用済燃料プールゲートの損傷を防止するため、ゲート上部に養生カバーを設置。

<参考> リスクの低減目標マップに記載された設備の評価結果

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（主要な目標）より

外部事象等への対応

No.46 建物構築物・劣化対策・健全性維持

設備の要求期間：燃料デブリ取り出し完了まで

リスクの低減目標マップに関連する設備の評価結果

人身災害・設備災害防止のために外部の目視により落下危険物の評価実施。
原子炉建屋内は高線量につき、点検・調査方法を検討中。
ただし、作業員が立ち入る頻度は少ないため人身災害リスクは低い。

【対象設備】

- 1号機原子炉建屋
- 2号機原子炉建屋
- 3号機原子炉建屋

【優先度の評価結果】

- 1号機原子炉建屋：『建物優先度2』
- 2号機原子炉建屋：『建物優先度2』
- 3号機原子炉建屋：『建物優先度2』

なお、建屋外部は問題ないことを確認済



3号機原子炉建屋外観写真の例

【評価結果を踏まえた対応】

➤ 1～3号機原子炉建屋：

燃料デブリ取り出しを見据え、供用期間中における建屋外からの定期点検を継続する。

建屋内の落下危険物評価や長期的な構造安全性評価のために建屋内の高線量エリアにおける調査・点検方法を検討していく。