

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における
信頼性向上対策に係る実施計画
(改訂 2)

平成 2 4 年 9 月
東京電力株式会社

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における
信頼性向上対策に係る実施計画（改訂2）

目次

- I. プラントの安定状態維持・継続に向けた取組
(設備・機器の信頼性の維持・向上)
1. 「放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能、臨界防止機能、水素爆発防止機能、汚染水の処理・貯蔵機能等を維持するために必要な設備について、仮設設備から恒久的な設備に更新する等長期間の使用に耐え得るよう信頼性を向上・維持すること。」に関する報告・・・・・・・・・・1-1～1-46
 2. 「電源について、仮設設備から恒久的な設備へ変更するなど、長期間の使用に耐えうるよう信頼性を向上・維持すること。」に関する報告・・・・・・・・・・
・・2-1～2-19
 3. 「これまでに地震、津波により想定されるリスクを評価していない設備・機器又は今後更新等する新たな設備・機器について、地震、津波により想定されるリスクを評価し、耐震性の確保、汚染水の流出防止等について必要な対策を実施すること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3-1～3-27
 4. 「循環注水冷却システムに係るポンプ、弁、配管、ホース等について、長期間の使用に耐え得るよう信頼性を向上させるとともに、循環注水冷却システムを小ループ化すること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・4-1～4-9
 5. 「タービン建屋地下階への地下水の流入等により、高濃度放射性滞留水の処理済水貯蔵量が増加していることを踏まえ、地下水流入量の抑制するための対策を実施するとともに、十分な貯蔵容量の確保を行うこと。また、タンク等の漏えい対策の強化を進めるとともに、万一の漏えいによるリスクを小さくし、処理済水の放射性物質濃度を可能な限り低減させるため、多核種処理設備等を設置すること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・5-1～5-14
 6. 「圧力容器及び格納容器内の状態（炉心燃料・デブリの冷却状況、未臨界状態等）を監視するため、温度計を始めとする既設の計装機器の信頼性を確保するとともに、代替システムを設置すること。」に関する報告・・・・・・・・・・
・・6-1～6-98

(経年劣化)

7. 「原子炉建屋に係るコンクリート構造物、格納容器、注水系配管等に係る経年劣化とその安全性の影響評価を実施し、必要な機能を維持するための対策を実施すること」及び「コンクリート構造物、容器、配管等のうち海水による腐食からなる経年劣化等により、構造強度の低下が懸念されるものについて、耐震性を含む構造強度について評価し、必要な補強等を実施すること。」に関する報告（建屋）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7-1～7-6

8. 「原子炉建屋に係るコンクリート構造物、格納容器、注水系配管等に係る経年劣化とその安全性の影響評価を実施し、必要な機能を維持するための対策を実施すること」及び「コンクリート構造物、容器、配管等のうち海水による腐食からなる経年劣化等により、構造強度の低下が懸念されるものについて、耐震性を含む構造強度について評価し、必要な補強等を実施すること。」に関する報告（容器、配管等）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8-1～8-28

(火災対策)

9. 「火災発生のリスク及びその影響を評価し、防火帯の設置、火災に対する監視の強化、散水及び防火訓練の実施等の対策を実施すること。特に伐採木の貯蔵等の新たな火災発生リスクに対処すること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9-1～9-7

II. 放射性物質の放出・貯蔵管理及び漏えい防止対策

10. 「第2号機のブローアウトパネルの閉止等による建屋等の放射性物質閉じ込め機能の回復、滞留している高濃度放射性汚染水の処理により、放射性物質の放出、高濃度汚染水の漏えいリスクを低減させること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10-1～10-8

11. 「建屋、トレンチ等に滞留する高濃度の汚染水について止水、回収及び処理を早急を実施すること。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11-1～11-8

12. 「高線量がれきを含む放射性廃棄物の一時保管設備等については、想定される廃棄物の発生量に対して十分な貯蔵容量を確保するとともに、敷地内に保管されている事故後に発生した放射性廃棄物による敷地境界における実効線量（発電所全体からの放射性物質の追加的放出を含む。）を1 mSv/年以下に低減できる遮へい機能を有する施設構造とすること。また、高線量がれき等による作業員及び一般公衆への放射線被ばくの低減対策を実施する

こと。」に関する報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・12-1～12-11

13. 「バックグラウンドの放射線量が高いモニタリングポストについて、モニタリングポスト周辺の除染、土壌の遮へい等を行い、原子炉施設に起因する放射線影響を適切に把握できるようにすること。」に関する報告・・13-1～13-5

III. 中長期の取組に向けた実施体制の整備

14. 「上記の信頼性向上等に係る中長期の取組を着実に実施する組織体制を構築すること。また、その取組状況を適切に管理し、継続的な評価・改善を図ることができる組織運営とすること。」に関する報告・・・・・・・・14-1～14-8

I. プラントの安定状態維持・継続に向けた取組

(設備・機器の信頼性の維持・向上)

1. 「放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能、臨界防止機能、水素爆発防止機能、汚染水の処理・貯蔵機能等を維持するために必要な設備について、仮設設備から恒久的な設備に更新する等長期間の使用に耐え得るよう信頼性を向上・維持すること。」に関する報告

(1) 対象設備

放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能、臨界防止機能、水素爆発防止機能、汚染水の処理・貯蔵機能等を維持するために必要な設備は以下のとおりである。

- a. 原子炉圧力容器・格納容器注水設備
- b. 原子炉格納容器内窒素封入設備
- c. 使用済燃料プール冷却系
- d. 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備
- e. 高レベル放射性汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）
- f. 原子炉格納容器ガス管理設備
- g. 固体廃棄物貯蔵設備、瓦礫等一時保管エリア

(2) 対応方針

東北地方太平洋沖地震以降、種々の復旧対応等に努めているものの、現場の作業環境は未だ厳しいところも数多く見られる。その中でも、可能な限りプラントの安定状態維持・継続に向けて取り組むことを目的に、「a. 設備の信頼性の向上」、「b. 点検・保守活動による信頼性の確保」の方策を適切に組み合わせることにより、長期間の使用に耐え得るよう設備の信頼性を向上・維持していくことを指示事項に対する基本方針とする。

a. 設備の信頼性の向上

施設運営計画に定めた各設備のうち、中期的な設備運用における機能発揮および機能維持に加えて、長期的な設備運用における機能維持のため設備面での対応が必要な設備については、材料・構造等の設備仕様の変更等の信頼性向上策を実施することとする。特に、放射性物質の施設外への放出の観点で設備を再確認し、設備が損傷した場合に海洋放出に繋がるおそれがある設備については、優先して必要な対策を実施することとする。

また、機器やシステムの多重化、多様化を行い、設備の冗長性により設備の信頼性を確保している設備については、その予備機、予備系統、バックアップ設備等についても同様な対策等を行い、長期的な設備機能維持の信頼性を確保することとする。

なお、設備を運用管理している中で、不適合が頻発しているもの、設備の機能維持に大きな影響を及ぼすもの等については、必要な対策を継続的に実施し、信頼性向上に努めることとする。

b. 点検・保守活動による信頼性の確保

現在の点検・保守活動においては、高線量であること等から全ての範囲において巡視点検等を実施することは困難ではあるものの、可能な範囲での定期的な巡視点検やポンプの切替運転等に合わせた健全性確認を実施し、その結果を踏まえ設備全体について必要な補修、取替等を線量も考慮の上検討し実施することとしている。

今後、これらの保守活動を継続的に実施するとともに、振動測定等の状態監視や予防保全を目的としたポンプ等の定期的な分解点検や取替等を組み合わせた保守活動を行い、機器の異常兆候等を早期に検知することで信頼性を確保していく。これらの健全性確認にあたっては、現場の状況等を勘案し、機器・箇所等を選択して実施することとする。また、異常検知後の早期復旧の観点から、予備品、消耗品の配備に努めることとする。

これらの点検・保守活動で得られる情報や不具合等の知見については、保全計画に適宜反映することとする。

(3) 長期間の使用に耐え得る信頼性向上・維持対策の内容及び作業工程

a. 原子炉圧力容器・格納容器注水設備

原子炉圧力容器・格納容器注水設備（以下、原子炉注水設備）は、注水ポンプ、注水ライン、タンクからなる。原子炉注水設備は、常用原子炉注水系の3系列（常用高台炉注水ポンプ、タービン建屋内炉注水ポンプ、C S T炉注水ポンプによる注水系）、非常用原子炉注水系の2系列（非常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ）からなる。

設備の構成にあたって、一部に設備の共用部分はあるものの、系統を独立するよう考慮しており、一系統の注水機能喪失時であっても、他の系統による注水が可能である。各系統においても、設備は多重性を有しており、機器の単一故障によって機能喪失に至らないよう構成している。

① 設備の信頼性の向上について

原子炉注水設備の注水ポンプ、注水ライン、タンクについては、ほとんどが、鋼材、鋼製フレキシブルチューブ、ポリエチレン管等の構造物で構成されている。これらの構造物については、長期間の使用であっても耐え得るよう設置している（紫外線の影響を受けるポリエチレン管については、紫外線対策塗装、保温材の取付けを実施している）。今後、設備の信頼性向上の観点から、現状の処理水バッファタンクから復水貯蔵タンク（以下、C S Tという）を使用する運用に変更していく予定であり、水源の保有水量の増加、耐震性の向上等が図れるものと考えている。また、これらの運用変更に合わせて、C S Tを水源とした炉注水ポンプの注水ラインを、現状の耐圧ホースから漏えい等に対して信頼性の高いポリエチレン管等への取替を実施する計画である。なお、純水タンク脇炉注水系は、現状、耐圧ホースを使用しているが、C S Tを水源とした注水ラインの信頼性向上策、運用変更の実施状況を踏まえて、保守管理の効率化、被ばく低減の観点から廃止を含めた運用検討を行う（図1-1～3）。

原子炉注水設備における不適合事象としては、凍結による損傷、漏えい事象が確認されており、凍結防止対策として、保温材の取付け、水抜き、仮設ハウスの設置を実施している。これら外気温等による影響については、凍結や温度上昇についても考慮し、継続的に検討していく。なお、凍結防止対策にて設置した仮設ハウスについては恒久的な対策を講じる。

また、放射性物質の敷地外への放出については、屋外に設置される設備もあることから、一部の配管及びタンクにおける損傷による漏えいが発生した場合にも敷地外への放出がないよう堰や漏えい検出設備等の設置検討を行なう。

なお、原子炉等の冷却に影響を及ぼすような有意な漏えいに関しては、冷却状態及び注水状態の変動を監視することで、現状でも検知可能である。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

原子炉注水設備では、設備構成に独立性、多重性を保たせるよう設置しているため、個々の設備故障によって、ただちに原子炉の冷却に影響を及ぼすものではないが、点検・保守活動においては、通常時待機状態にあり停止しているポンプの試運転確認などを実施していくこととしている。

具体的には、常用原子炉注水系においてはポンプの切替運転、非常用原子炉注水系においては定期的な試運転確認を実施するとともに定期的な巡視点検によって設備の健全性を確認している。原子炉注水設備は、燃料取り出しまでが供用期間と考えられることから、これらの保守活動を継続的に実施し、機器の損傷あるいは機能喪失を早期検知し設備の信頼性を確保していく。この際、異常検知後の早期復旧の観点から、弁、鋼製フレキシブルチューブ、ポリエチレン管については、交換用の予備品を配備する。また、現場の環境により実施頻度等を考慮して、振動測定等の状態監視やポンプ等の定期的な分解点検、取替等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していく。原子炉注水系注水ラインに使用される、ポリエチレン管については、発電所での使用実績も少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施していく。

なお、これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとし、設備改造、更新等についても検討していく。

③ 工程

本項目に関する工程を表1-1に示す。

表1-1 原子炉压力容器・格納容器注水設備 工程

	平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
CSTポンプ炉注水系配管のポリエチレン管化	施工内容検討 [4月～5月]	資機材調達 [7月～8月]	現地施工 [10月～11月]	▽対策完了(12月末)
漏えい時の敷地外放出防止対策	施工内容検討 [4月～5月]		資機材調達 [10月～11月] 現地施工 [11月～12月]	▽対策完了(12月末)
仮設ハウスの恒久化対策	施工内容検討 [4月～5月]	資機材調達 [7月～8月]	現地施工 [10月～11月]	▽対策完了(12月末)
状態監視を含む保全方針の策定	保全方針検討・策定 [4月～5月]		▽策定完了(9月末) 保全手法の適用性検討や現場調査 [10月～11月]	計画的な保全および継続的改善※

※次年度以降も継続

b. 原子炉格納容器内窒素封入設備

窒素封入設備は、窒素ガス分離装置と窒素封入ライン（ヘッダー、弁、ホース）で構成される。また、1～3号機の原子炉格納容器、原子炉压力容器に窒素封入ラインが接続されており、常時窒素を封入している。（図1-4）

① 設備の信頼性の向上について

窒素ガス分離装置は、情報棟前に2台（電動）、新事務本館東側駐車場に1台（ディーゼル駆動）設置されており、この中の1台が常時

運転して1～3号機に窒素を封入している。

さらに、新事務本館東側駐車場に設置している処理水バッファタンクバブリング用窒素ガス分離装置とも共用化を図っており、不測の事態が生じた場合、交互に窒素を供給できるラインを設置している。

その他に、窒素供給を補完する設備として、低流量のディーゼル駆動の窒素ガス分離装置を3台設置している。

窒素ガス分離装置については、機器の単一故障により機能が喪失した場合でも、予備機への切替により窒素封入が再開できる。

窒素封入ラインについては、長期間の使用で硬化等の劣化によりホースが損傷した場合、予備品との交換により窒素封入が再開できる。

窒素ガス分離装置については、最近になって空気圧縮機のダストフィルター詰まり等の不具合により停止する事象が何回か発生しており、対策として、空気圧縮機のダストフィルター清掃方法について、作業による清掃結果のばらつきがでないように手順書を見直すと共に、これを周知し、力量の向上を図っている。

なお、現在実施中の不具合の原因究明において、ダストフィルターの清掃時期の変更の必要性が発生した場合やダストフィルター詰まり以外の原因が判明した場合には必要な対策を検討・実施するとともに、当面の間、窒素ガス分離装置（電動）の2台運転を実施することとしている。

また、パトロールやパラメータの監視等の日常点検により、設備機能不全時の検知は可能であるが、パトロールやパラメータの監視時期により必ずしも早期に検知できない可能性があることから、窒素ガス分離装置に停止信号が発生した場合、直ちに免震重要棟に警報が発生する警報表示設備を設置している。（図1-5）

なお、パトロールでは、窒素ガス分離装置、窒素封入ラインの中で比較的線量の低い屋外のものについて、異音、漏えいの有無、流量・圧力等の主要パラメータを現場で確認しており、窒素封入設備に異常が発生すれば検知できるようにしている。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

窒素封入設備は、機器の単一故障により機能が喪失した場合であっても原子炉格納容器内の雰囲気の水素の可燃限界に至るまでには、放射線分解により発生する水素量を評価し、現在、最短でも約30時間の時間的余裕があるよう窒素を封入している。その間に予備機への切替等により窒素封入を再開できることから、ただちに設備を修理する

必要性は低い。

なお、パトロール等で発見しにくい原子炉建屋内・タービン建屋内の機器で窒素の漏えいが発生した場合でも定期的な水素濃度の確認により異常を検知可能であり、また、原子炉格納容器内の雰囲気および原子炉圧力容器内の雰囲気が水素の可燃限界に至らないように設定している必要窒素封入量に対して、実際に管理している窒素封入量は十分に余裕があることから、設備の修理までには十分な時間的余裕がある。

窒素ガス分離装置については、パトロールやパラメータの監視等の日常点検により流量・圧力等に有意な低下が発見されれば、予備機の窒素ガス分離装置に切り替えて、異常のある窒素ガス分離装置を点検可能な範囲で点検する。

窒素封入設備の供用期間としては、原子炉格納容器の冠水または開放等までが考えられる。このため、パトロールやパラメータの監視等の状態監視の結果等を踏まえ、現場の環境により実施頻度等を考慮した定期的な取替等を組み合わせた保守活動を検討していく。

これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表 1-2 に示す。

表 1-2 原子炉格納容器内窒素封入設備 工程

	平成 24 年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
保全方針の策定	保全方針見直し		▽完了（9月末）	計画的な保全および継続的改善※
	保全手法の適用性検討や現場調査			

※次年度以降も継続

c. 使用済燃料プール冷却系

使用済燃料プール冷却系は、使用済燃料プール水を熱交換器を介して循環させる系（以下、一次系）及び冷却水を熱交換器、エアフィンクーラ（1

／4号機)又は冷却塔(2／3号機)を介して循環させる系(以下、二次系)からなり、使用済燃料プール内の燃料から発生する崩壊熱を一次系から二次系に伝え、エアフィンクーラ等により大気へ放出することにより使用済燃料プール内の冷却を行っている。また、使用済燃料プールに冷却水を補給する。なお、二次系及び補給水系は、ろ過水を使用しており放射性物質を内包しない。(図1-6～9)

また、腐食抑制を着実に進めていくため、一次系から使用済燃料プール水の水質測定をするためのサンプリング設備を備え、また薬液の注入や浄化するための装置が設置できるようになっている。(図1-10、11)

① 設備の信頼性の向上について

使用済燃料プール冷却系は、熱交換器、ポンプ、エアフィンクーラ・冷却塔、弁等の機器及び配管等からなる。これらの各機器について、配管等は共用されているが、熱交換器、ポンプ等の主要機器は100%容量のものが2系列あり、単一故障が生じた場合においては、系統切替により機能を回復できる。

一次系配管については、鋼管もしくは鋼製フレキシブルチューブ(4号機のみ使用)で構成されているため、長期間使用できると考えている。鋼製フレキシブルチューブについては、4号機において腐食による漏えいが確認されたため、当該鋼製フレキシブルチューブは腐食発生を低減するため構造変更したものと交換を実施した。

二次系配管については、鋼管及び鋼製フレキシブルチューブの他、1／4号機では一部耐圧ホースを使用している。1／4号機の二次系配管に使用している耐圧ホースについては、ポリエチレン管等への取替を実施する。補給水系配管(2／3号機冷却塔の補給水(散布水)を含む)のうち屋外に設置されている耐圧ホースについては、紫外線による劣化を防止するため遮光材の取り付け等を実施する。また、放射性物質を内包しない補給水系配管で用いている耐圧ホースは、今後も点検しながら使用していく。

また、弁、エアフィンクーラについては、凍結による機器損傷、漏えい事象が確認されており、損傷箇所を交換すると共に保温材の取り付け、水抜き、ヒータ設置等の対策を講じた。これらの凍結防止対策は、継続的に実施していく。

放射性物質の施設外への放出の観点として、一次系は建屋内に設置されており、建屋外への漏えいを防止できる様に堰を設けると共に、漏えい検知器を設置している。また、漏えい拡大を防止することがで

きるように、漏えいの検出により系統を隔離できる設備となっている。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

使用済燃料プール冷却系は、設備停止後から保安規定の運転上の制限から逸脱するまでに一定の時間が確保できるが、異常確認後から、補修・点検に時間を要する場合や、高線量環境のため点検が困難と考えられるポンプや熱交換器、及びエアフィンクーラ・冷却塔等調達に時間を要する部品については、予備品を配備する。また、鋼製フレキシブルチューブについては、調達に時間がかかるため、系統の早期復旧の観点から、交換用鋼製フレキシブルチューブを配備する。また、補給水系配管は、凍結防止対策の水抜きや交換等の取扱いが容易であるため、消防ホースを基本とするが、長期間使用が困難と考えられるため、交換用の消防ホースを配備する。

使用済燃料プールの冷却設備の供用期間としては、燃料の取り出しまでが考えられる。このため、ポンプ、熱交換器、エアフィンクーラ・冷却塔等については、設備の健全性を確認するため、待機系統への切り替えを定例的に行い運転状態の確認を行う。補給水系においては、定期的な注水を実施することにより、設備の健全性を確認している。また、現場の環境により実施頻度等を考慮して、振動測定等の状態監視や定期的な点検、取替等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していく。

また、腐食防止の観点から、必要に応じ塩分除去装置を用いた水質改善や薬液注入設備を用いた薬品注入を行う。1～4号機プール水の水質を管理するため、1回／3ヶ月の頻度で塩化物イオン濃度の測定を行っていく。使用済燃料プール水の塩化物イオン濃度の目標値は100ppm以下としている。(図1-12) 導電率と塩化物イオン濃度の関係は、イオン当量と極限当量導電率の関係から評価可能であり、使用済燃料プール水(現状は希釈海水条件)の40mS/mはほぼ塩化物イオン濃度100ppmに相当することから、通常は導電率40mS/m以下であることを確認するが、これを超える場合は、塩化物イオン濃度の測定を行う。

なお、現状の2、3、4号機使用済み燃料プール水は100ppm以上の塩化物イオンを含有しているものの、プール水の冷却やヒドラジン注入及びこれまでの塩分除去により腐食環境の緩和が図られている(図1-13)。今後も次項で示すように塩分除去を進めてゆく。また、4号機原子炉ウェルについては、使用済燃料プール水が原子炉

ウェルに流入する経路が形成されているため、腐食防止の観点から、薬液注入設備を用いた薬品注入を実施中であり、塩分除去装置を用いた水質改善を平成24年度上期までに実施する計画である。

これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表1-3に示す。

表1-3 使用済燃料プール冷却系 工程

	平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
二次系耐圧ホースのポリエチレン管化及び屋外耐圧ホース遮光材取付	施工内容検討 資機材調達 現地施工			
状態監視を含む保全方針の策定	保全方針見直し 保全手法の適用性検討や現場調査		策定完了(9月末) 計画的な保全および継続的改善※	
塩分除去 2号機	塩分除去装置設置・塩分除去完了 イオン交換樹脂設置・塩分除去完了			
3号機	塩分除去装置設置・塩分除去完了 イオン交換樹脂設置・塩分除去			
4号機	塩分除去装置設置・塩分除去 ウェル塩分除去内容検討 塩分除去装置設置・塩分除去		イオン交換樹脂設置・塩分除去	

※次年度以降も継続

d. 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備

原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備（以下、ホウ酸水注入設備）は、ホウ酸水タンク、注入ラインからなり、ホウ酸水は、常用高台炉注水ポンプ、もしくは非常用高台炉注水ポンプを介して原子炉へ注入される。

ホウ酸水注入設備は、上記の他、仮設プールを保有する等、多重性を有しており、機器の単一故障によって機能喪失に至らないよう構成している。

① 設備の信頼性の向上について

ホウ酸水注入設備の、ホウ酸水タンク、注水ラインについては、鋼材、ポリエチレン管等の構造物で構成されている（図1-14）。これらの構造物については、長期間の使用であっても耐え得るよう設置している（紫外線の影響を受けるポリエチレン管については、保温材の取付けを実施している）。また、ホウ酸の析出防止対策として、ホウ酸タンクにヒータを設置するとともに、ホウ酸水注入時に注入系統で析出の懸念がある場合は、多重化されたタンクによりホウ酸水を希釈し、注入することが可能である。

当該設備に関する不適合事象は確認されていないが、同様の設備に凍結による損傷、漏えい事象が確認されており、凍結防止対策として、保温材の取付けを実施している。また、耐圧ホースについては、ポリエチレン管への取替えを完了している。

なお、ホウ酸水はろ過水を用いていることから、漏えいが発生した場合においても、敷地外への放射性物質の放出はない。

また、漏えい検知に関しては、当該設備を用いたホウ酸水の注入は、操作員が現場にて操作することから、漏えいの検出は現状でも可能である。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

ホウ酸水注入設備では、設備構成に多重性を保たせるよう設置するとともに、点検・保守活動においては、定期的な巡視点検によって設備の健全性を確認している。今後もこれらの保守活動を継続的に実施し、機器の損傷あるいは機能喪失を早期検知し設備の信頼性を確保していく。この際、異常検知後の早期復旧の観点から、弁、ポリエチレン管についての交換用の予備品を配備する。また、定期的な点検等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していく。ホウ酸水注入ラインに使用されるポリエチレン管については、発電所での使用実績も少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施していく。

なお、これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表 1 - 4 に示す。

表 1 - 4 原子炉压力容器・格納容器ホウ酸水注入設備 工程

	平成 2 4 年度			
	4 ~ 6 月	7 ~ 9 月	1 0 ~ 1 2 月	1 ~ 3 月
保全方針の策定	保全方針検討・策定		▽検討完了 (9 月末)	計画的な保全および継続的改善※
	保全手法の適用性検討や現場調査			

※次年度以降も継続

e. 高レベル放射性汚染水処理設備、貯留設備 (タンク等)

e - 1. 滞留水移送装置

滞留水移送装置は、配管、移送ポンプ等により構成され、動的機器の多重化や複数の移送ラインとすることにより、機器の単一故障が発生した場合でも、早期の機能回復が可能である。

① 設備の信頼性の向上について

滞留水を移送する配管として、耐圧ホース (ポリ塩化ビニル製) またはポリエチレン管を使用している。これまでの耐圧ホースにおける主な漏えい原因としては、植物の貫通に起因する耐圧ホースの損傷、外力による耐圧ホースと接続金具の離脱等があげられる。

漏えいが発生した場合の系外放出リスクが高い屋外配管のうち、4号機タービン建屋からプロセス主建屋及び高温焼却炉建屋への移送配管については、信頼性の高いポリエチレン管への取替を実施済みである。その他の屋外配管についても系外への放出リスク、作業員の被ばく等を踏まえて優先順位を付け、ポリエチレン管への取替を実施していく。

具体的には、耐圧ホースを使用している箇所のうち、屋外に敷設されている2号機－3号機間の移送配管のポリエチレン管化は平成24年8月に完了した。その他、移送配管で耐圧ホースを使用している箇所のうち、作業箇所が狭隘でポンプ設置時に柔軟性がある耐圧ホースを使用する必要がある取水用水中ポンプ出口を除き、系外への放出口リスク、作業員の被ばく等を踏まえて優先順位を検討し、平成24年度上期までにポリエチレン管への取替計画を策定していくこととしていた。その後、平成24年8月14日に発生した4号機タービン建屋滞留水移送ホースからの漏えいを踏まえ、「福島第一原子力発電所第4号機タービン建屋内における滞留水移送ラインからの漏水に係る対応について（報告：その2）」（平成24年9月13日）（以下、「滞留水移送ラインからの漏水に係る報告」という）の通り、耐圧ホースを使用している箇所について再検証し、ポリエチレン管化の計画を策定した（表1－5）。

また、ポリエチレン管への変更までの間は、耐圧ホースに漏えいが発生した場合、移送停止及び移送ラインの切替操作を行い、漏えいの拡大を防止するとともに、当該ラインの速やかな復旧が可能となるよう、必要な配管等の交換品を予め配備する。

屋外に敷設したポリエチレン管には、遮へい材、保温材の取り付けを行い、人等のアクセスの多い箇所についてはU字溝内に敷設した。これらにより、外力・凍結による損傷、紫外線による劣化を防止し、漏えいリスクの低減を図っている。また今後ポリエチレン管へ取替を行う箇所についても同様の対策を実施していく。

冬季においては、屋外に敷設されている耐圧ホース又はポリエチレン管内の滞留水が凍結する懸念があったことから、保温材の取り付けや夜間の気温を確認し、必要に応じて配管内への通水を行う凍結防止対策の運用を実施した。凍結防止対策の有効性は確認されていることから、過去の凍結事例を踏まえて、毎年9月を目処に「冬季対策会議」を開催し、必要な対策を12月までに終了する運用を展開する。

また、屋外敷設箇所は雰囲気線量の測定及びパトロールにより、系外への漏えいの有無を確認しており、今後も継続して実施する。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

滞留水移送装置は複数のラインにて構成するとともに動的機器を多重化しているため、機器の単一故障が発生しても切り替え操作を行うことにより早期に機能回復が可能である。しかしながら、機器の信

頼性を確保する観点から、現場の状況にあわせた保守活動を以下の通り行っていくこととする。

- ・ 本装置は高レベルの汚染水を内包しており、高線量雰囲気下であることから、建屋移送先切り替えの弁操作等に合わせて操作箇所近傍の配管、弁の目視点検（漏えい確認）、屋外敷設箇所の雰囲気線量の測定・パトロール、建屋の滞留水水位変動等のトレンド監視による状態監視を行っている。
- ・ 上記保守活動を継続的に実施し、不具合の予兆、機器の損傷あるいは機能喪失を早期に検知し設備の信頼性を確保していく。
- ・ 本装置が高線量雰囲気下にあり、分解等による修理が困難であることから、不具合の予兆が確認された場合、及び不具合が発生した場合において速やかな復旧が可能なよう必要な配管、ポンプ等の交換品について検討し、予め配備する。
- ・ 状態監視の頻度については、現場の環境や作業員の被ばく線量により実施頻度等を考慮して計画して行く。またポンプ等の取替等については、トレンド監視の結果を踏まえ検討していく。
- ・ ポリエチレン管については、発電所での使用実績が少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施していく。
- ・ 上記の点検・保守活動及び運転経験によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映して行くものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表 1 - 5 に示す。

表 1 - 5 滞留水移送装置 工程

	平成 24 年度				平成 25 年度	
	4～6 月	7～9 月	10～12 月	1～3 月	4～6 月	7～9 月
ポリエチレン管化 (図 1 - 1 5)	2 号機 - 3 号機間の移送ライン					
	4 号機移送ライン					
		1 号機 - 2 号機間の移送ライン				
		共用プールダクト - 高温焼却炉建屋間の移送ライン				
		サイトバンカ建屋 - プロセス主建屋間の移送ライン				
		3 号機 - 4 号機間の移送ライン				
状態監視を含む 保全方針の策定	保全方針検討・策定		計画的な保全及び継続的改善※			

※次年度以降も継続

e - 2. 処理装置

処理装置は、セシウム吸着装置（300 m³/日×4 系列）、第二セシウム吸着装置（600 m³/日×2 系列）、除染装置（1、200 m³/日×1 系列）で構成され、滞留水に含まれる主要核種であるセシウム 134、セシウム 137 を除去する。処理装置は、単独もしくは組み合わせでの運転が可能であり、各処理装置の動的機器についても原則として多重化しており、機器の単一故障、装置の単一故障においても、早期の機能回復が可能である。

また、処理装置の前段には滞留水の油分を除去する油分分離装置を設置している。油分分離装置はセシウム吸着装置の上流側に 50% 容量のものを 3 台設置しており、単一故障が発生した場合でも、早期の機能回復が可能である。

① 設備の信頼性の向上について

油分分離装置の処理水移送ポンプは、高線量雰囲気下のエリアに設置され保守性が悪いこと、2台中1台が不具合により停止中であることから、平成24年3月に処理水移送ポンプ2台を低線量雰囲気下のエリアに追設した。

第二セシウム吸着装置は、滞留水の取水元が高温焼却炉建屋に限定されていたことから、プロセス主建屋からセシウム吸着装置を経由せずに取水できるラインを、平成24年3月に新設し、取水ラインの多様化を図った(図1-16)。また、第二セシウム吸着装置は、弁駆動用等の空気圧縮機の不具合事象により装置が自動停止した実績があることから、空気圧縮機が故障しても速やかに再起動を可能とするために空気圧縮機の予備機を平成24年3月に追設した。

セシウム吸着装置は、スキッド内に設置されているポンプで多くの不具合が発生し取替を実施しているが、取替作業は狭隘かつ高線量雰囲気下での作業となることから、運転継続上の信頼性向上及び故障時の作業性向上を図るため、平成24年6月にスキッド外にポンプを追設した。なお、漏えい拡大防止を図るため、追設ポンプはユニット化して新設のスキッド内に格納するとともに、漏えい検知器を設置することにより、スキッド外への漏えいを防止することとしている(図1-17)。

また、滞留水移送ラインからの漏水に係る報告の通り、耐圧ホースを使用している箇所について再検証し、ポリエチレン管化の計画を策定した(表1-6)。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

処理装置は、設備構成毎に独立性を確保し、動的機器は原則多重化しているため、機器、装置の単一故障が発生しても早期の機能回復が可能である。しかしながら、長期的な機器、装置の信頼性を確保する観点から、現場の状況に合わせた保守活動を以下の通り行っていくこととする。

- ・ 放射性汚染水を内包し高線量雰囲気下であることから定期的なパトロール、吸着塔交換作業等に合わせた配管・ポンプ等の目視点検、ポンプ流量等パラメータのトレンド監視による状態監視を行っていく。
- ・ 配管(鋼管)の腐食を想定し、過剰な被ばくを避ける観点から代表部位における肉厚測定等の非破壊検査計画を平成24年度上

期までに策定し、実施するとともに、他部位の劣化予測を行う。
また、非破壊検査結果に基づき必要な対策を講じる。

- ・ 長期使用によるポンプの劣化を予測するため、代表ポンプにおいて振動測定等を行う。
- ・ 状態監視の頻度については、現場の環境や作業による被ばく線量等により実施頻度を考慮して計画して行く。またポンプ等の取替等についてはトレンド監視や代表機器の振動測定等の結果を踏まえ検討していく。
- ・ 上記保守活動を継続的に実施し、不具合の予兆、機器の損傷あるいは機能喪失を早期に検知し設備の信頼性を確保していく。
- ・ 本装置が高線量雰囲気下であり、分解等による修理が困難であることから、不具合の予兆が確認された場合、及び不具合が発生した場合において速やかに復旧が可能なよう必要な予備品・消耗品について確認し、予め配備する。
- ・ 上記の点検・保守活動及び運転経験によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映して行くものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表 1 - 6 に示す。

表 1 - 6 処理装置 工程

	平成 24 年度			
	4~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月
セシウム吸着装置 ポンプスキッド追設	増設工事 □			
配管（鋼管）の腐食対策	非破壊検査計 □	画検討・策定	非破壊検査の実施・結果に基づく必要な対策の実施※	
ポリエチレン管化 （図 1 - 15）		高温焼却炉建屋から	第二セシウム吸着装置までの 滞留水移送ポンプ出口ライン	
状態監視を含む 保全方針の策定	保全方針検討・策定 □		計画的な保全及び継続的改善※	

※次年度以降も継続

e-3. 淡水化装置

淡水化装置は、逆浸透膜装置（RO装置）、蒸発濃縮缶装置及びタンクへの移送配管から構成される。

逆浸透膜装置は、系統容量（1200m³/日）に対し、約22%容量（270m³/日）のものを1系列、25%容量（300m³/日）のものを1系列、100%容量（1200m³/日）を2系列設置している。また、100%容量の逆浸透膜装置は、50%容量の逆浸透膜装置を2台設置し多重化することにより、単一故障が発生した場合でも、早期の機能回復が可能である。蒸発濃縮缶装置は、系統容量（720m³/日）に対し、約2%容量のものを1台、約4%容量のものを1台、約7%容量のものを1台、約11%容量のものを2台、35%容量のものを3台設置し多重化することにより、単一故障が発生した場合でも、早期の機能回復が可能である。

① 設備の信頼性の向上について

逆浸透膜装置、及び蒸発濃縮缶装置を設置している蛇腹ハウス等には、装置から漏えい水が系外に流出することを防ぐために堰を設置している。しかしながら、平成23年12月4日に蒸発濃縮缶装置からの漏えい水が系外へ流出した事象に鑑み、装置設置ハウスの堰に対して、堰の隙間を塞ぐシール材補修、及びハウス内のコンクリート製床の漏えい防止性能を持たせる処置を実施している。堰のシール材補修は平成23年12月までに完了し、コンクリート製床の漏えい防止性能を持たせる処置は漏えいが発生した蒸発濃縮装置3A/3B/3C設置ハウスのみ平成24年3月までに完了した。それ以外のハウスについても平成24年6月までに完了した。あわせて、漏えいを早期に検知するために、淡水化装置設置堰内に漏えい検知器を設置し、漏えい発生時には水処理制御室に警報を発報する機能を平成23年12月までに設置した。また、堰内を水処理制御室から遠隔監視が可能となるように監視カメラを平成24年6月末まで設置した。あわせて、巡視点検による監視強化を行う。さらに、シール部等の目視点検を今後も継続実施し、堰の健全性の維持を図るとともに、蛇腹ハウス内はコンクリート製床面に漏水防止機能を持たせるための床塗装を実施中であり平成24年度中に完了予定である。なお、逆浸透膜装置を長期間停止して作業エリアを確保することが困難であることから、より信頼性の高いコンクリート製堰等への変更については、上記対策の有

効性を確認した上で継続して検討する。

また、淡水化装置を設置している蛇腹ハウス等は、装置の停止・休止が困難であることから、当面は、蛇腹ハウスの適切な保全（点検・補修）を行い、機能維持を図りつつ使用し、設備の更新に併せて取替等を検討する。

移送配管は主に耐圧ホース（ポリ塩化ビニル製）を使用しているが、耐圧ホースにはフランジ継手が多数あり、外力の作用により継手部の接続金具が外れ、内包水を漏れいさせる事象を発生していること、また、植物の貫通に起因する漏れい事象も発生しており、耐圧ホースは漏れいポテンシャルが高い。そのため、耐圧ホースから漏れいが発生した際に系外へ流出する可能性が高い箇所から、逐次ポリエチレン管に交換を実施することとし、RO濃縮水受けタンクからRO濃縮水貯槽までの濃縮水を移送する耐圧ホースは既にポリエチレン管に取替済みである。また、漏れいが発生した際に系外へ流出する可能性が高い箇所について平成24年5月までに、RO処理水貯槽から処理水バッファタンクまでのラインを平成24年9月までに完了させる。また、耐圧ホースを使用している箇所のうち、タンク間を接続している配管については、地震によるタンクの滑動を考慮した場合、ポリエチレン管より高い柔軟性、可撓性を有する耐圧ホースを使用する方が技術的に好ましいと判断されることから、定期的な点検等を取り入れながら使用していく。系外への放出リスク、作業員の被ばく等を踏まえて優先順位を検討し、平成24年度上期までにポリエチレン管への取替計画を策定していくこととしていた。その後、平成24年8月14日に発生した4号機タービン建屋滞留水移送ホースからの漏れいを踏まえ、滞留水移送ラインからの漏水に係る報告の通り、耐圧ホースを使用している箇所について再検証し、ポリエチレン管化の計画を策定した（表1-7）。

冬季においては、屋外に敷設されている耐圧ホース等の配管内の滞留水が凍結する懸念があったことから、保温材の取り付けや夜間の気温を確認し、必要に応じて配管内への通水を行う運用を実施した。凍結防止対策の有効性は確認されていることから、過去の凍結事例を踏まえて、毎年9月を目処に「冬季対策会議」を開催し、必要な対策を12月までに終了する運用を展開する。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

淡水化装置は、設備毎に多重性を有しているため、機器の単一故障

が発生しても早期に機能回復が可能である。しかしながら、長期的な機器の信頼性を確保する観点から、現場の状況に合わせた保守活動を以下の通り行っていくこととする。

- ・ 放射性汚染水を内包していることから定期的なパトロールに合わせて配管・ポンプ等の目視点検等を行うとともに、ポンプ流量・タンク水位等パラメータをトレンド監視による状態監視を行っていく。
- ・ 長期使用によるポンプの劣化を予測するため、代表ポンプにおいて振動測定等を行う。
- ・ 状態監視の頻度については、現場の環境や作業による被ばく線量等により実施頻度を考慮して計画していく。またポンプ等の取替等については、トレンド監視や代表機器の振動測定等の結果を踏まえ検討していく。
- ・ 上記保守活動を継続的に実施し、不具合の予兆、機器の損傷あるいは機能喪失を早期に検知し設備の信頼性を確保していく。
- ・ 本装置の分解等による修理は、過剰な被ばくを伴うため困難なことから、不具合の予兆が確認された場合、及び不具合が発生した場合において速やかに復旧が可能なよう必要な予備品・消耗品について確認し、予め配備する。
- ・ ポリエチレン管については、発電所での使用実績が少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施していく。
- ・ 上記の点検・保守活動及び運転経験によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表1-7に示す。

表1-7 淡水化装置 工程

	平成24年度				平成25年度	
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
ポリエチレン管化 (図1-18)	コンクリート製床漏えい防止処置					
	RO濃縮水受タンクからRO濃縮水貯槽まで					
	RO処理貯槽から処理水バッファタンク					
	(a) 逆浸透膜装置(RO装置)からRO濃縮水受タンクまでのRO濃縮水移送ライン					
	(b) 濃縮水供給ポンプから蒸発濃縮缶装置入口までのRO濃縮水移送ライン					
	(c) 逆浸透膜装置(RO装置)からRO処理水受タンクまでの淡水移送ライン					
	(d) 蒸留水移送ポンプから濃縮処理水供給ポンプまでの淡水移送ライン					
	(e) 蒸発濃縮缶装置から濃縮水タンクまでの濃縮廃液移送ライン					
	(f) 蒸発濃縮缶装置から蒸留水タンクまでの淡水移送ライン					
	(g) 逆浸透膜装置(RO装置)を構成する機器間を接続するライン					
漏えい監視	監視カメラ設置					
状態監視を含む 保全方針の策定	保全方針検討・策定					
		計画的な保全及び継続的改善※				

※次年度以降も継続

e-4. タンク

タンクは、滞留水を処理装置、淡水化装置にて処理した水を貯留することを目的に各装置間に設置しており、サプレッション・プール水サージタンク、廃液供給タンク、RO後濃縮塩水受タンク、RO及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク、濃縮廃液貯槽にて構成される。

① 設備の信頼性の向上について

タンクは、炭素鋼製の角型タンク、円筒型タンク、防災タンクを使用している。円筒型タンクは構成部材をフランジボルトにより接合し組み立てる構造となっているため、フランジボルト接合部からの漏えいが平成24年1月10日、2月3日、2月6日に発生している。そのため、漏えいの発生する可能性が高い接合部に対してトルク確認及び必要に応じて増し締め（以下、「トルク確認等」という）を、漏えい発生時の環境への影響が大きいRO濃縮水貯槽を対象に実施した。また、漏えいの実績、及び漏えい原因を踏まえ、漏えいの発生する可能性が高い箇所に対して、毎年冬季の前にフランジボルトのトルク確認等を実施する。

また、タンクからの漏えいが系外への流出に直接繋がらないように、タンクコンクリート基礎部に鉄筋コンクリート堰、およびタンク設置エリア外周部に土堰堤等を設置する。土堰堤はタンク設置後速やかに設置し、鉄筋コンクリート堰は順次設置することとし、RO濃縮水を貯留している設置済みのタンクについては、鉄筋コンクリート堰を平成24年6月末までに設置した。また、漏えいの早期発見のため、平成24年6月末までにタンク設置エリアに監視カメラを設置し、水処理制御室で確認が出来るようにした。監視カメラ設置までの期間は、巡視点検を2回/日に増やし、漏えい発生時の早期発見に努める。

さらに漏えい検知のための連続モニタリングの実現性を、検知技術および評価方法を踏まえて検討していく。RO濃縮水に主に含まれる核種はβ線を発生させるストロンチウム等であり、タンク設置エリアは高ガンマ線バックグラウンド環境下となっていることから、こうした環境下でβ線検知に適している光学刺激蛍光(OSL)光ファイバ式放射線モニタの適用を現在検討している。OSL光ファイバ式放射線モニタに使用する検出素子は、個人線量計等に使用されている実績があり、実験室での試験において、高ガンマ線バックグラウンド環境下でβ線を検知可能であることが確かめられている。現地適用に先立

ちモックアップ試験を平成24年度上期中に行い、実際の使用環境において実滞留水を用いて、 β 線の感度、検知性について試験を行い、適用性を評価して行く。

また、OSL光ファイバ式放射線モニタ以外の測定方法に関しても、適用性の検討を行っていく。

鋼製角型タンクは、単基容量が少なく、連結部が多いため漏えいリスクが高い構成となっている。そのため、漏えい時の環境への影響が大きいRO濃縮水一時貯槽(Eエリア)について、単基容量が大きく、タンク間の接続部が少ない円筒型タンクに取替を実施する。

また、構内の排水路に対して、タンクからの漏えい水が、万一、堤を超え排水路に直接流入することを防ぐため、エリア外周部の排水路のうち、流入する可能性が高い排水路を平成24年度上期までに、暗渠化することとする。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

タンクの信頼性を確保する観点から、保守活動を以下の通り行っていくこととする。

- ・ フランジボルト接合部から漏えいが確認された場合に備え、速やかに漏えい拡大防止及び被ばく低減措置が出来るように、フランジボルトの増し締め治具、吸収材、遮へい材等を準備する。
- ・ フランジボルト接合部に対して、接合部外面への止水シート貼付等の補修方法等について検討を平成24年度中に行い、保全計画に反映していく。
- ・ 上記の点検・保守活動及び運転経験によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表1-8に示す。

表 1-8 タンク 工程

	平成 24 年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
漏えい拡大防止	鉄筋コンクリート堰設置	□□□ タンク設置にあわせて順次実施		
	土堰堤設置			
	RO濃縮水一時貯槽 (Eエリア) リプレイス			
	排水路暗渠化			
漏えい監視	監視カメラ設置			
	漏えい検知技術の検討・評価			
保全方針の策定	補修方法等検討			

f. 原子炉格納容器ガス管理設備

1～3号機原子炉格納容器ガス管理設備は、排気ファン、除湿機、電気ヒータ、フィルタユニット等の主要機器およびこれらを接続する配管、ダクト、ホース等の系統ライン等により構成される。(図 1-19～21)

① 設備の信頼性の向上について

原子炉格納容器ガス管理設備を構成する排気ファン、除湿機、電気ヒータおよびフィルタユニット等の主要な機器については、1系列100%容量を2系列とすることで多重性を有する設計であり、機器の単一故障が生じた場合においても、系統切り替えにより速やかに設備機能を回復できる設計となっている。

原子炉格納容器ガス管理設備については、免震重要棟にて各種パラメータを監視できるよう、遠隔監視システムを導入しているが、設備設置後は伝送異常やウェブカメラの電源脆弱性等に起因する遠隔監視機能の一時的な喪失事象が何度か発生している。これらを踏まえ、システムの管理ソフトウェアの更新、ウェブカメラ等の電源の独立化

等により、遠隔監視機能に係わる信頼性向上を図っている。

2号機については、電源切替え時にB系排気ファンがトリップする事象が発生している。原因は、電源切替え時の制御電源の瞬停に伴い、ファン起動電流にファンの慣性回転による励起電流が重畳し、過電流状態が起きていたものと推定され、インバータを撤去して直接制御する回路に変更すると共に、無停電電源を設置して電源の安定性を向上させることにより、設備の機能に係わる信頼性向上を図っている。

② 点検・保守活動による信頼性の確保について

原子炉格納容器ガス管理設備の供用期間としては、原子炉格納容器の冠水または開放等までが考えられる。このため、主要機器および系統ラインについては定期的なパトロールによる機器の状態監視、日常のパラメータ監視により設備に異常がないことの確認、定期的な系統切替時の機器の状態確認等の保守活動を継続的に実施するとともに、現場の環境により実施頻度等を考慮して、定期的な取替等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していく。

なお、これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映していくものとする。

③ 工程

本項目に関する工程を表1-9に示す。

表1-9 原子炉格納容器ガス管理設備 工程

	平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
保全方針の策定	保全方針検討・策定		▽完了（9月末）	計画的な保全および継続的改善※
	保全手法の適用性検討や現場調査			

※次年度以降も継続

g. 固体廃棄物貯蔵設備、瓦礫等一時保管エリア

放射性雑固体廃棄物は、固体廃棄物貯蔵庫に保管しているが、その一部を固体廃棄物貯蔵庫外のドラム缶等仮設保管設備に保管している。

瓦礫等は、仮設保管設備、容器収納、シート養生、屋外集積、覆土式一時保管施設、固体廃棄物貯蔵庫にて一時保管している。

① 設備の信頼性の向上について

放射性雑固体廃棄物及び瓦礫等は、処理・処分を実施するまでの間、保管期間が長期に亘る可能性があるため、現状実施している仮設設備での保管を、今後、恒久的な貯蔵設備等での保管に移行していく計画を検討し、平成24年度末を目途に計画を策定する。

また、保管する設備やエリアについては、作業員や敷地境界への線量の影響に配慮したものとし、定期的な巡視や線量測定を行っていくなどの長期の保管計画を平成24年度末を目途に策定する。

② 工程

本項目に関する工程を表1-10に示す。

表1-10 固体廃棄物貯蔵設備、瓦礫等一時保管エリア 工程

	平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
将来的な保管方法の計画策定		長期の保管計画の検討・策定 (仮設設備から恒久的な貯蔵設備等での保管に移行していく計画を含む)		

(4) 機器・配置が相互に影響するリスクに対する対策の内容及び作業工程

平成24年8月14日に発生した4号機タービン建屋滞留水移送ホースからの漏えいについては、ホースが敷設されている建屋廊下より漏えい水が隣接するパワーセンター室内に流入した事象であり、漏えい水の流入に

より電源機能の喪失には至らなかったものの、床面汚染が発生し「機器・施設の配置が相互に影響」する事象であった。このことから、機器・施設の配置が相互に影響するリスク（以下、「配置影響リスク」という）について、滞留水移送ラインからの漏水に係る報告の通り、リスク評価を再度見直し、必要な対策を策定した。

a. 漏えい水による配置影響リスク

原子炉建屋、タービン建屋等には原子炉压力容器・格納容器注水設備、滞留水移送設備等が設置されており、今回の漏えい事象のように機器・配管等からの漏えいにより周囲に設置している他の機器・施設に影響を及ぼす事象の発生する可能性がある。本リスクに対する対策として、以下を策定した（表1-11）。

漏えい発生後、早期に漏えいを発見できない場合、さらに漏えい水による重要な設備・機器への影響および漏えい水が汚染している場合は、雰囲気線量の上昇による作業環境悪化に繋がるリスクがある。そこで、重要設備・機器への影響防止および作業環境悪化防止の観点から、早期検知及び漏えい範囲の限定化を図る。

また、電源盤等の下に漏えい水が滞留する状況は、設備の長期的な信頼性の観点で影響が懸念される。原子炉の安定冷却等の重要な機器もしくはこれらの電源設備に対し、近傍に汚染水等の移送ラインがあるもので漏えいにより影響を及ぼす可能性があるものについては、その影響を排除する。

b. 火災による配置影響リスク

機器・施設は配管・電気ケーブルを除き基本的には室内に設置されていること、他設備と同一室内に設置されていないことから、当該機器・施設の火災による配置影響リスクは低いものと考えられる。

また、電気ケーブルについては基本的には難燃性ケーブルを使用していることから火災による延焼リスクは低いものと考えられる。なお、難燃性ケーブルを使用していない箇所もある可能性があることからケーブル仕様、敷設状況を平成24年9月末までに調査し、配置影響リスクがある場合は難燃ケーブルへの引替等の対策を平成24年度末までに実施する。

c. 重量物落下・物品搬出入時による配置影響リスク

現状、建屋内については重量物を扱う機器・施設の設置計画はないため重量物落下による配置影響リスクはないと考えられる。屋外については、現在、原子炉建屋瓦礫撤去等の重量物作業が行われているが、配管敷設ルー

ト等を確認した上で作業を実施しており、配置影響リスクはないと考えられる。

なお、今後、廃炉作業の進捗により新規の機器・設置作業が発生することが想定されることから、工事施工者への重量物や物品移動時における注意喚起を図ると共に、必要に応じて立入制限区画等の設置を行う。また、これらの注意喚起や立入制限区画等の設置をする際に、配置影響リスクをよりの確に把握できるよう、機器・施設の配置図、配管ルート図の整備を平成24年末までに実施する。

表 1 - 1 1 移送ラインの漏えい対策 工程

実施項目	平成 2 4 年度			備考
	8~9 月	10~12 月	1~3 月	
ルート調査	<input type="text"/>			・漏えい水拡散ルート 及び拡散範囲
エリア区画の検討	<input type="text"/>			・堰等の設置位置 (エリア区画) ・漏えい検知器設置 位置
漏えい検知システムの検討		<input type="text"/>		
堰等の設置		<input type="text"/>	※	
漏えい検知器、システム 設置			<input type="text"/>	※
重要機器の抽出	<input type="text"/>			
漏えい影響排除対策の検討 及び漏えいの影響を排除 する対策の実施		<input type="text"/>	※	

※ 今後の調査状況によるが、原則、平成 2 4 年度中に完了できるように実施していく。

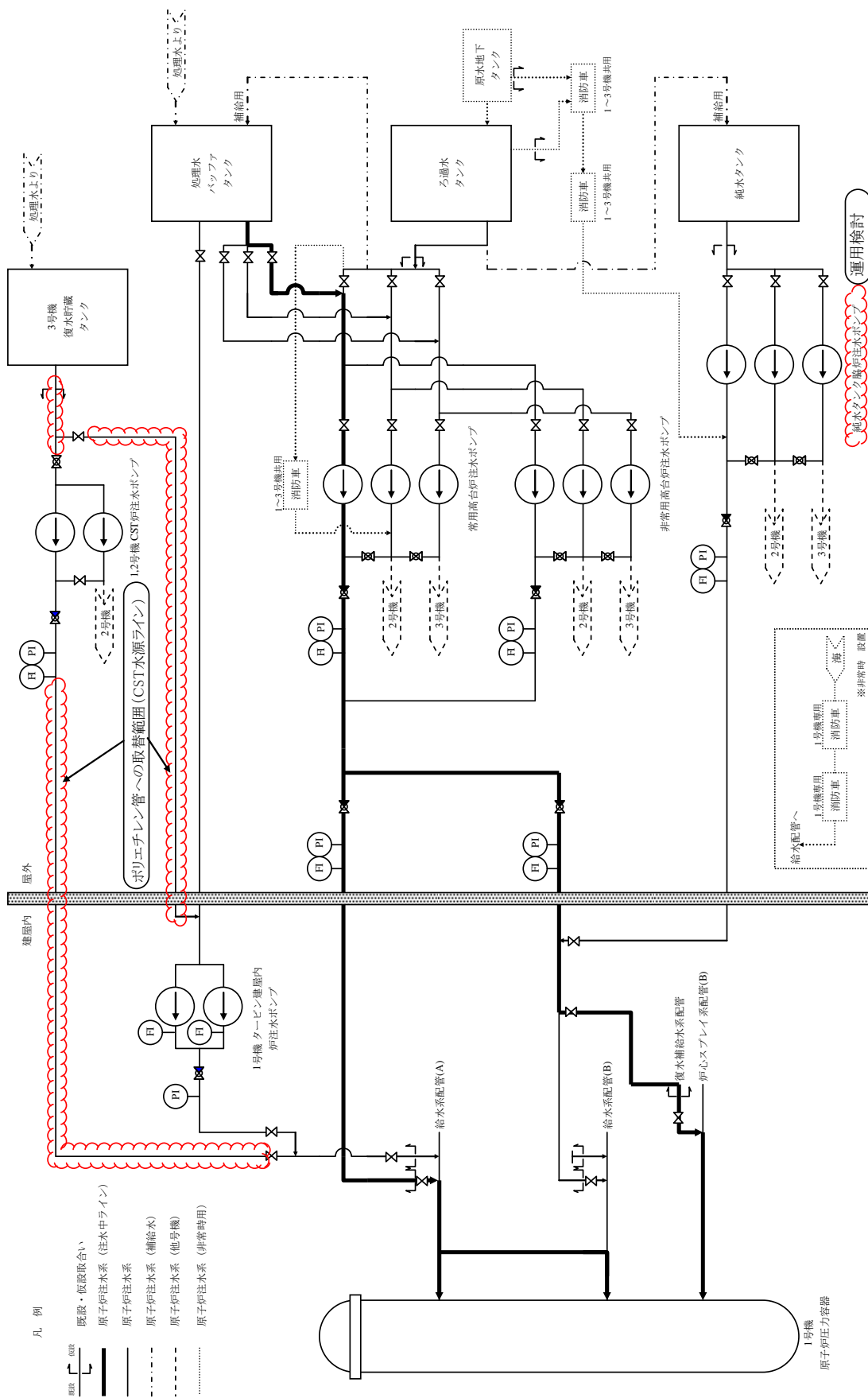
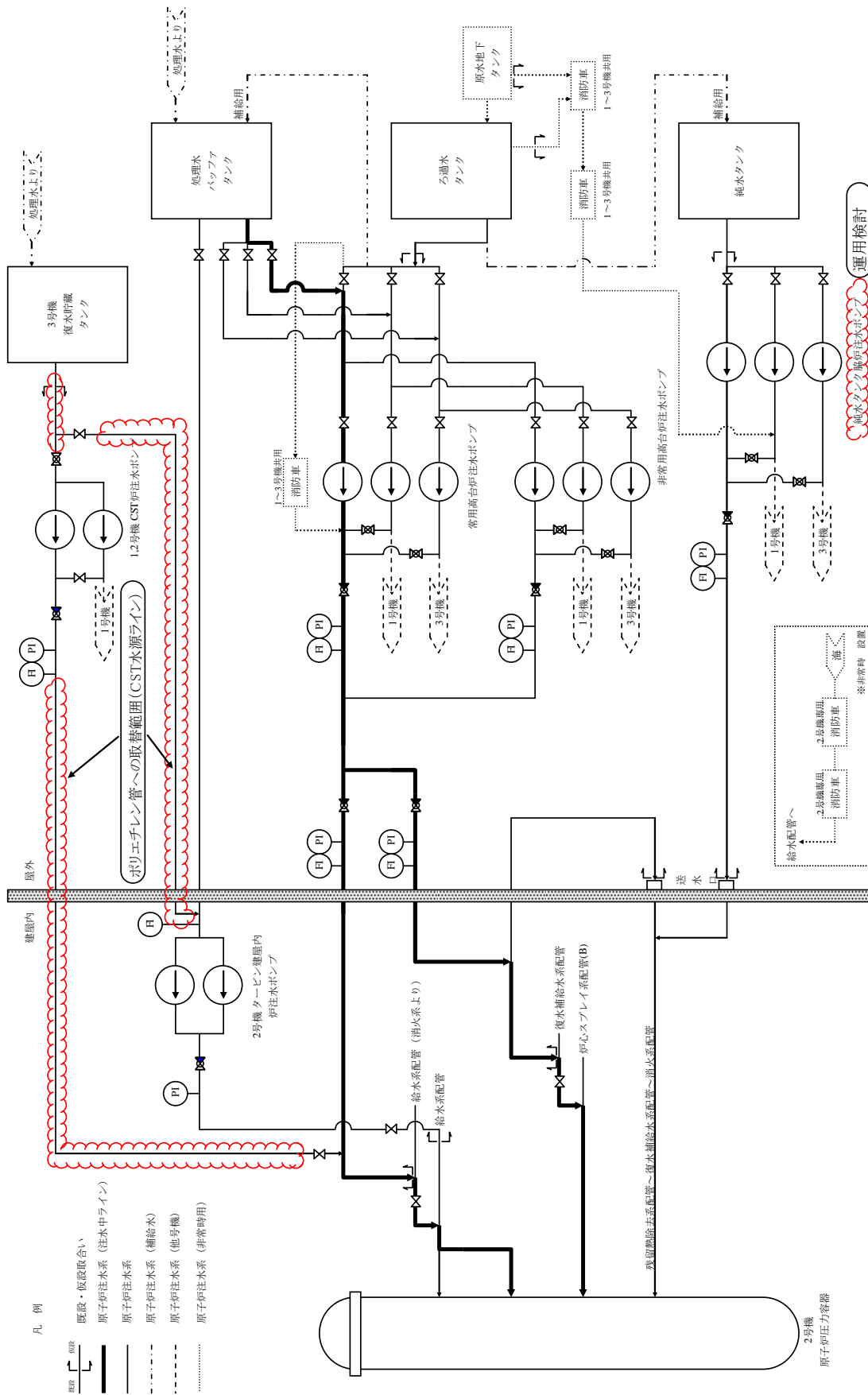


図 1-1 原子炉注水系における信頼性向上範囲概略図 (1号機)



- 凡 例
- 既設・仮設取合い
 - 原子炉注水系 (注水中ライン)
 - 原子炉注水系 (補給水)
 - 原子炉注水系 (他号機)
 - 原子炉注水系 (非常時用)

図 1-2 原子炉注水系における信頼性向上範囲概略図 (2号機)

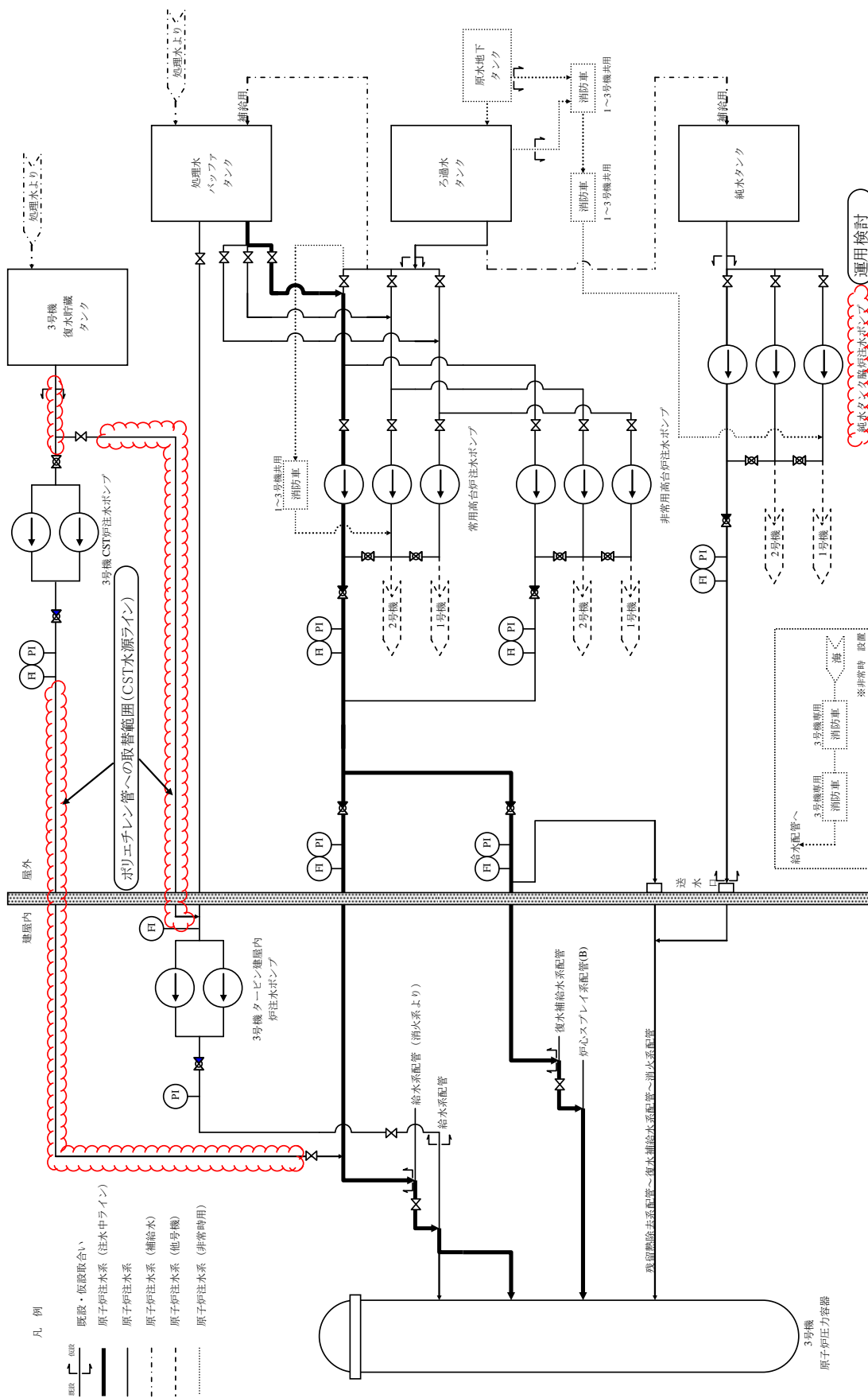


図 1-3 原子炉注水系における信頼性向上範囲概略図 (3号機)

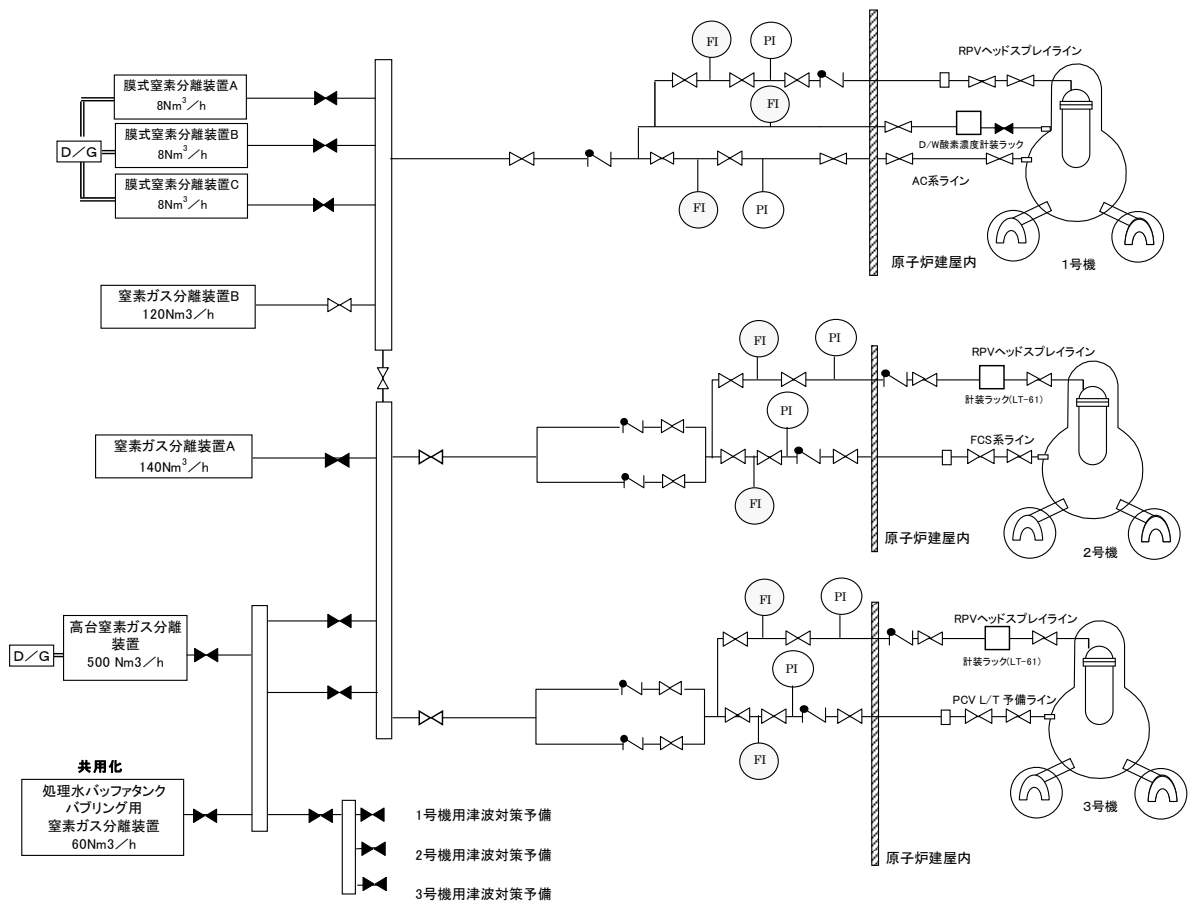


図 1 - 4 原子炉格納容器内窒素封入設備 系統概要図

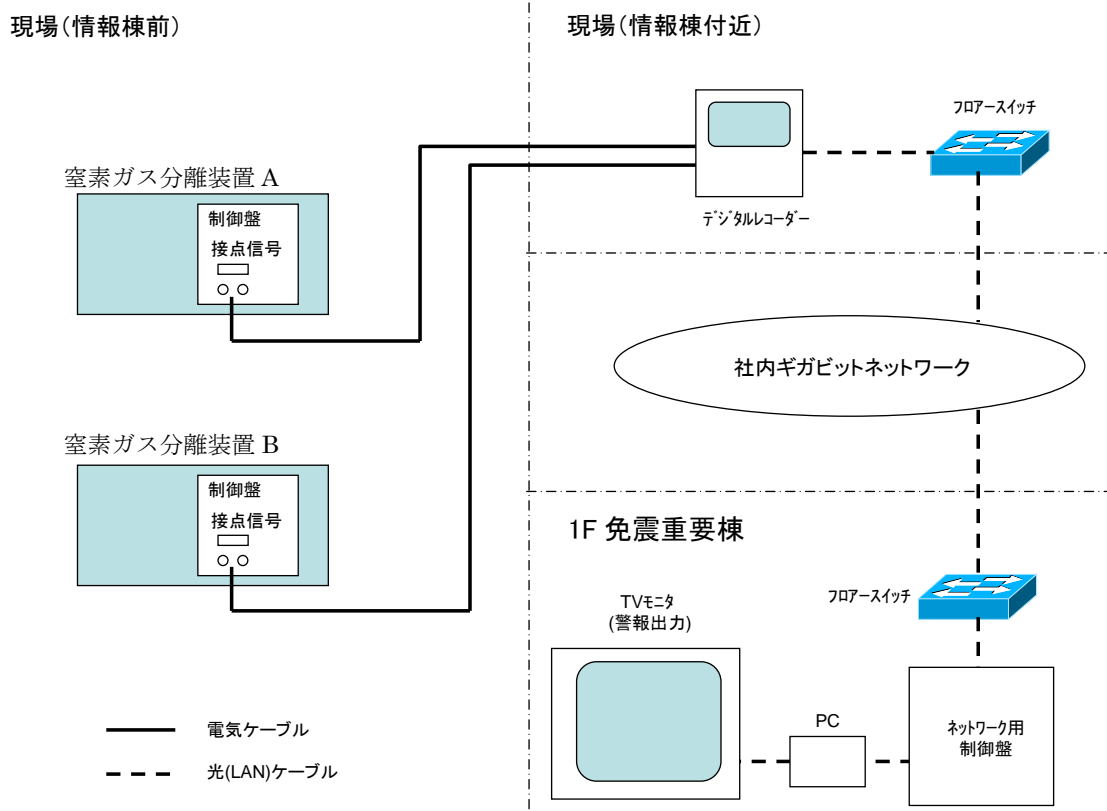


図 1 - 5 原子炉格納容器内窒素封入設備 警報信号伝送図

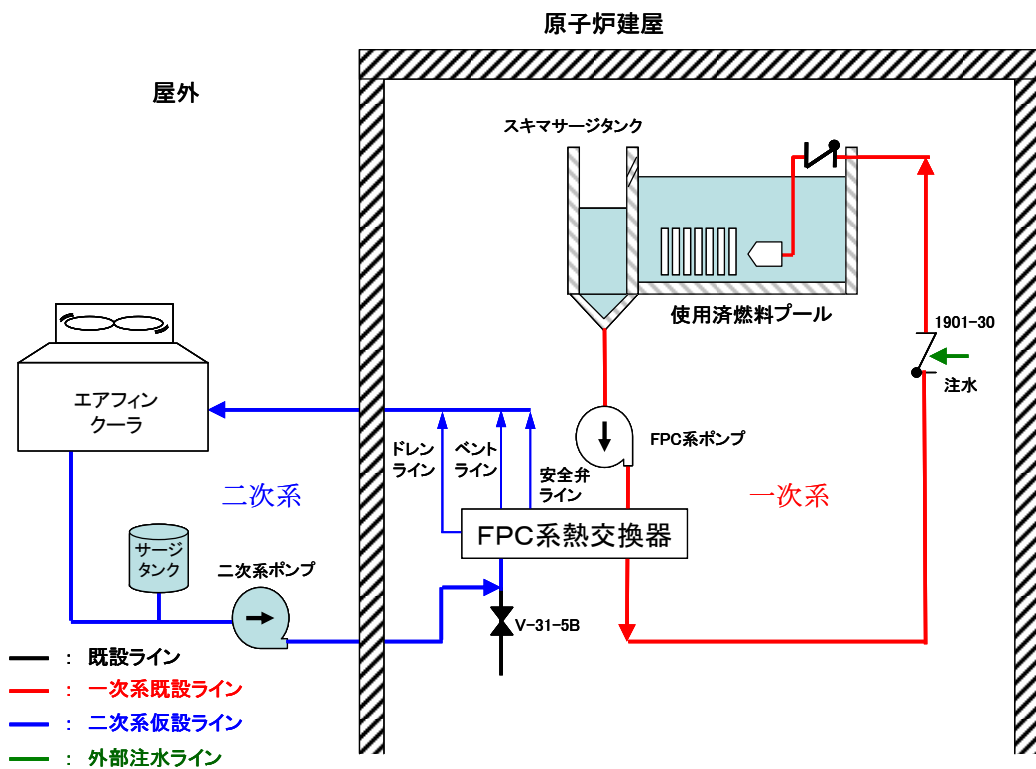


図 1-6 使用済燃料プール冷却系 システムの概要 (1号機)

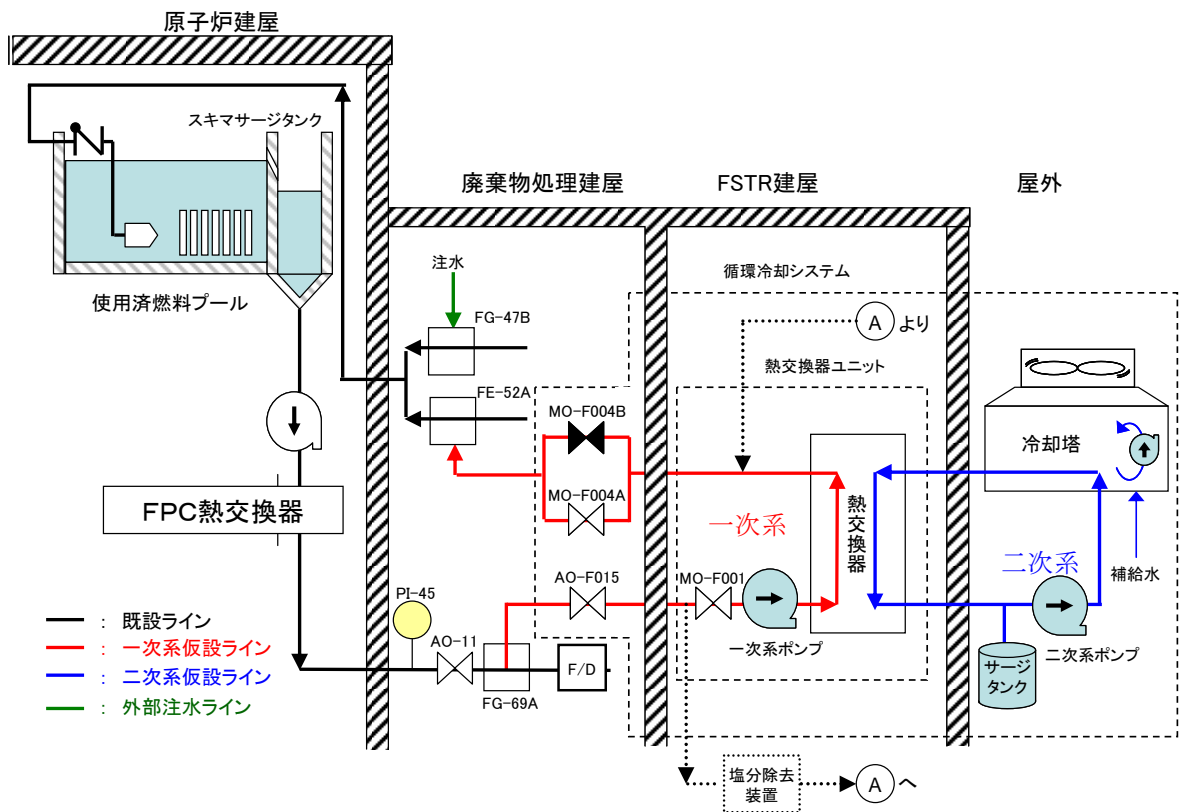


図 1-7 使用済燃料プール冷却系 システムの概要 (2号機)

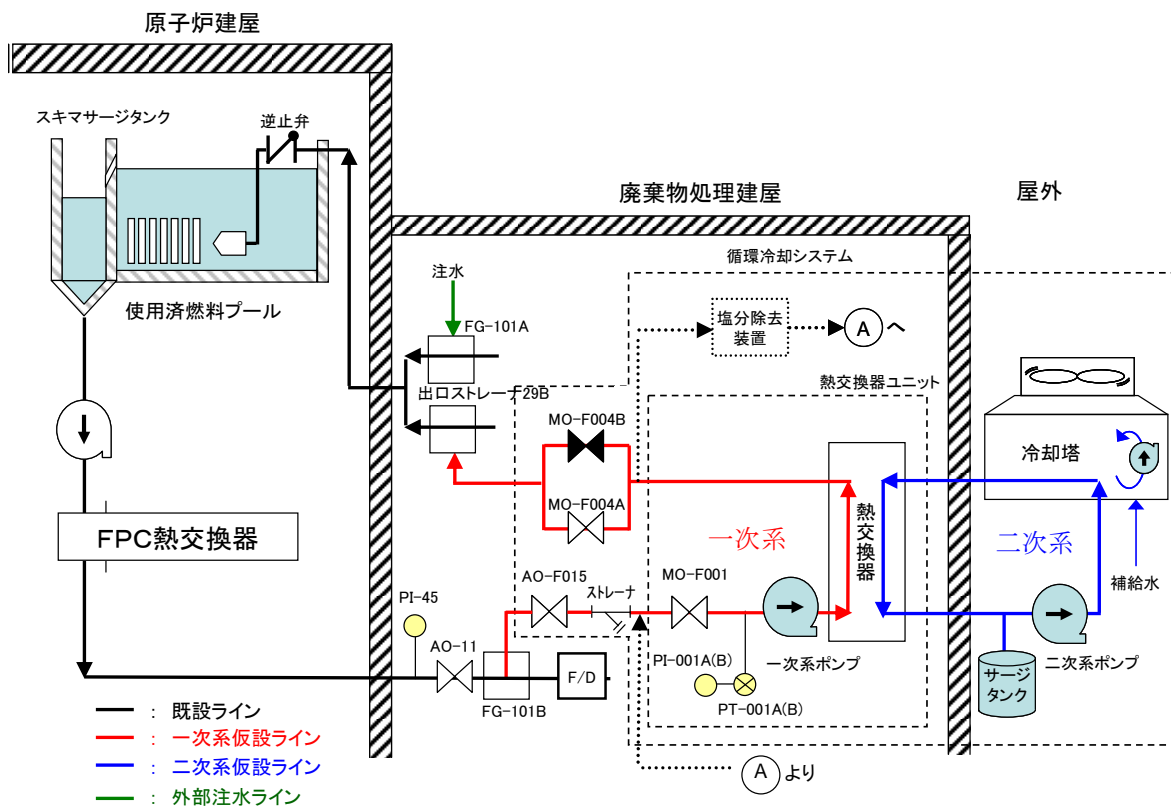


図 1 - 8 使用済燃料プール冷却系 システムの概要 (3号機)

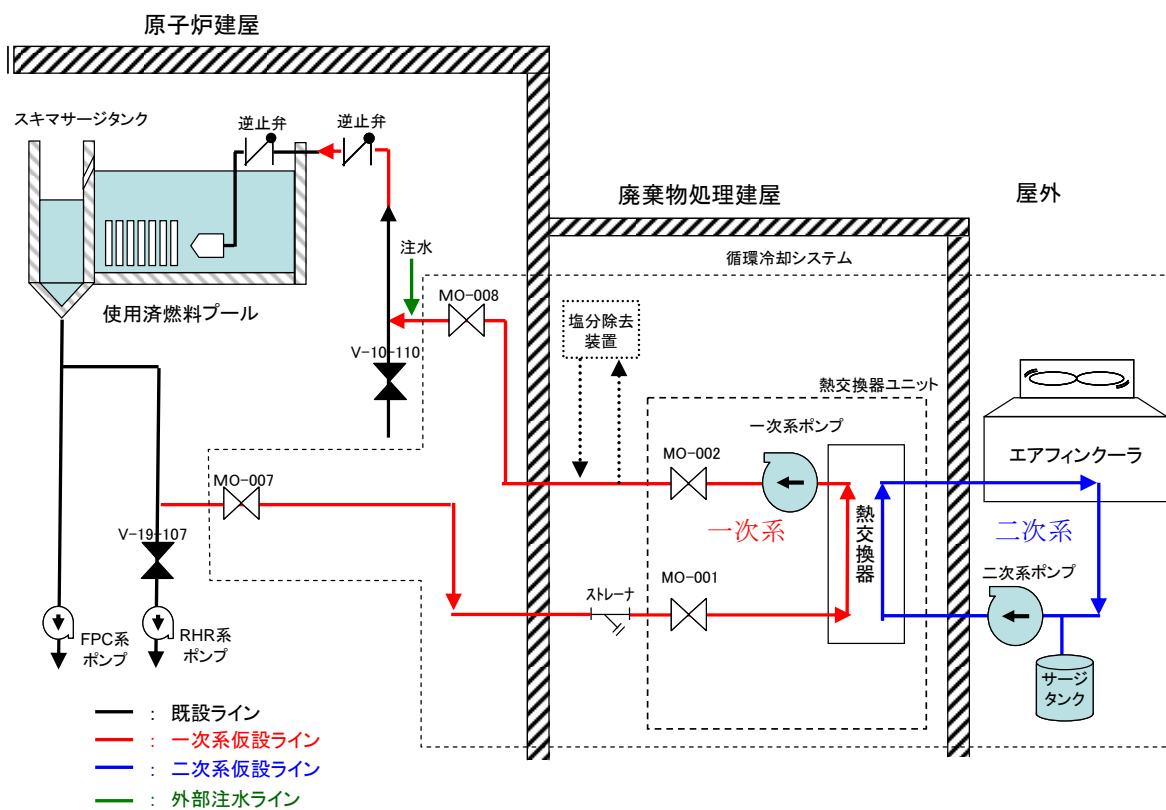


図 1 - 9 使用済燃料プール冷却系 システムの概要 (4号機)

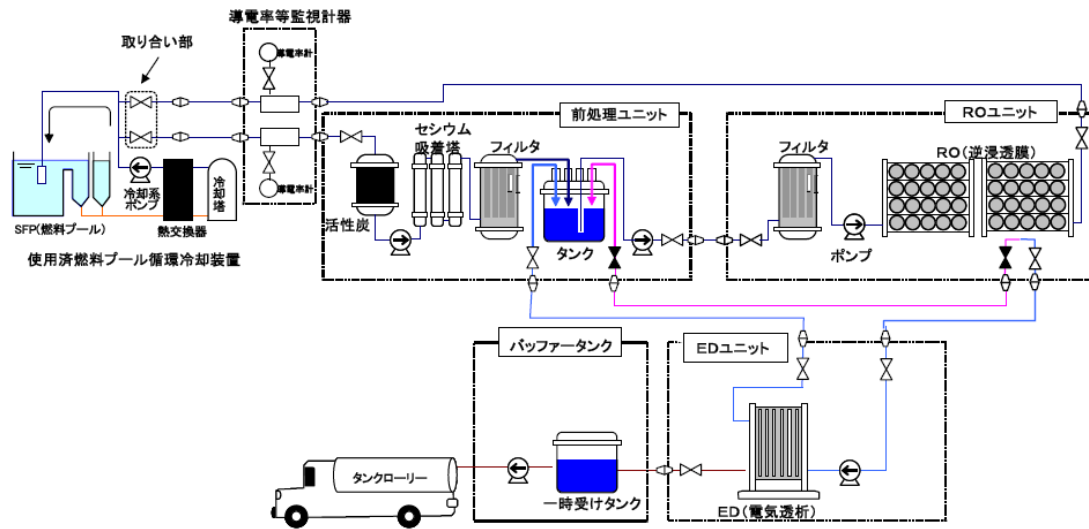


図 1 - 1 0 使用済燃料プール冷却系 塩分除去装置の概要

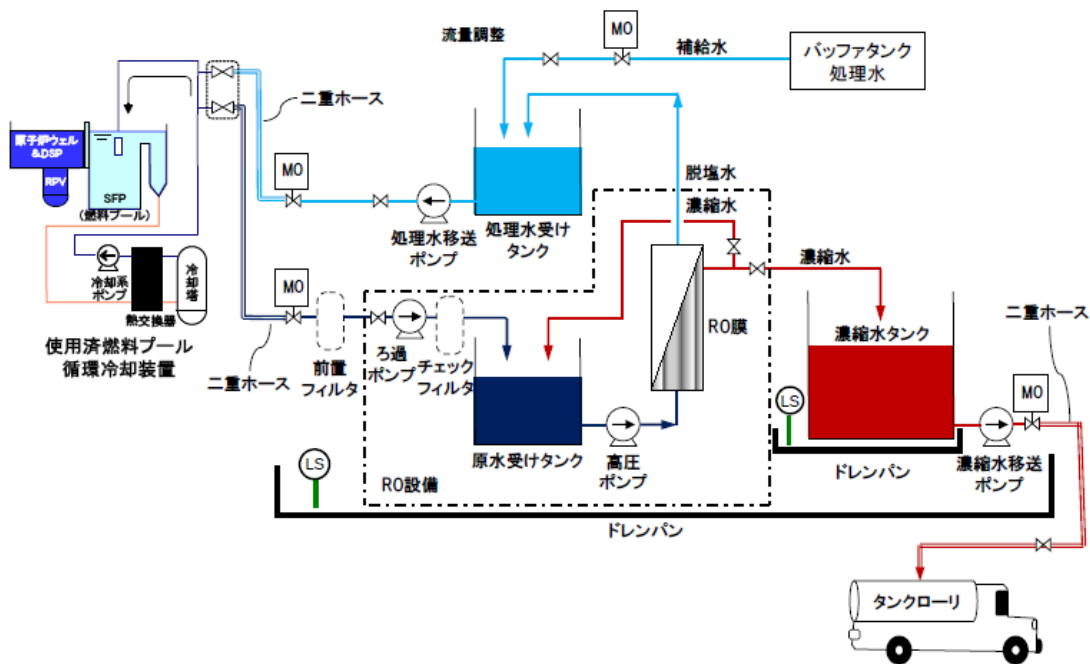


図 1 - 1 1 使用済燃料プール冷却系 モバイル塩分除去装置の概要

- 塩化物イオンによる SUS304 の局部腐食発生限界を考慮。
 - ・ 図中曲線の下領域が腐食が発生しない環境。
 - ・ 使用済燃料プール水の温度は実績として 40°C以下で管理されていることから、40°Cにおける局部腐食臨界電位に相当する塩化物イオン濃度を評価すると、図1より 160ppm となる。
 - ・ 以上から、使用済燃料プール水質の目標値を保守的に 100 ppm と設定。
 - ・ なお、プール水温度が長期間 40°Cを上回る場合には目標値を見直すこととする。

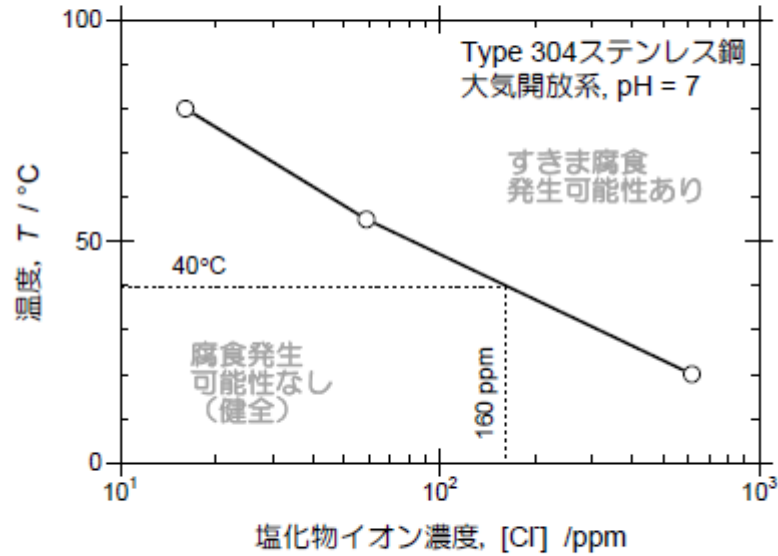
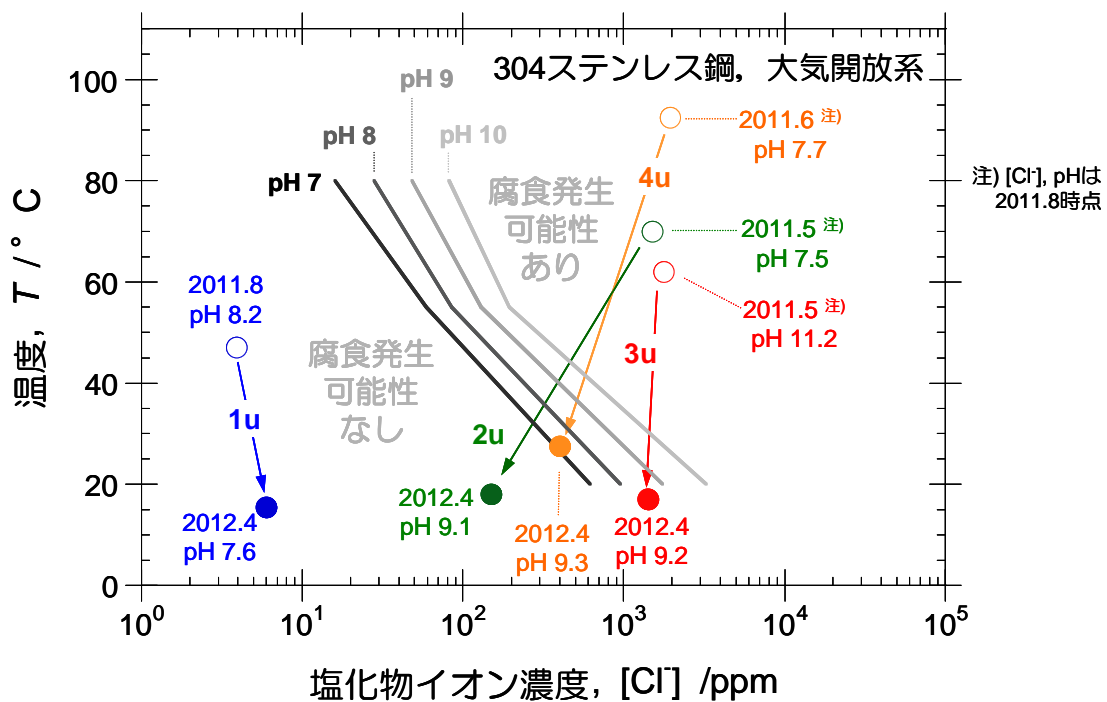


図1 大気開放条件での 304 ステンレス鋼の腐食マップ^{1),2)}

- 1) M. Akashi, G. Nakayama, T. Fukuda: CORROSION/98 Conf., NACE International, Paper No. 158 (1998).
- 2) T. Fukuda, M. Akashi: Proc. Nuclear Waste Packaging - FOCUS'91, ANS, p. 201 (1991).

塩化物イオン濃度の目標値 100 ppm の根拠 (施設運営計画に係る報告書より)

図1-12 使用済燃料プール冷却系 塩化物イオン濃度の目標値 100 ppm の根拠



1) M. Akashi, G. Nakayama, T. Fukuda: CORROSION/98 Conf., NACE International, Paper No. 158 (1998).

2) T. Fukuda, M. Akashi: Proc. Nuclear Waste Packaging –FOCUS'91, ANS, p. 201 (1991).

図 1 - 1 3 304 ステンレス鋼のすきま腐食発生領域図と燃料プールの状況との比較 (相当する pH の線より左下が防食領域)

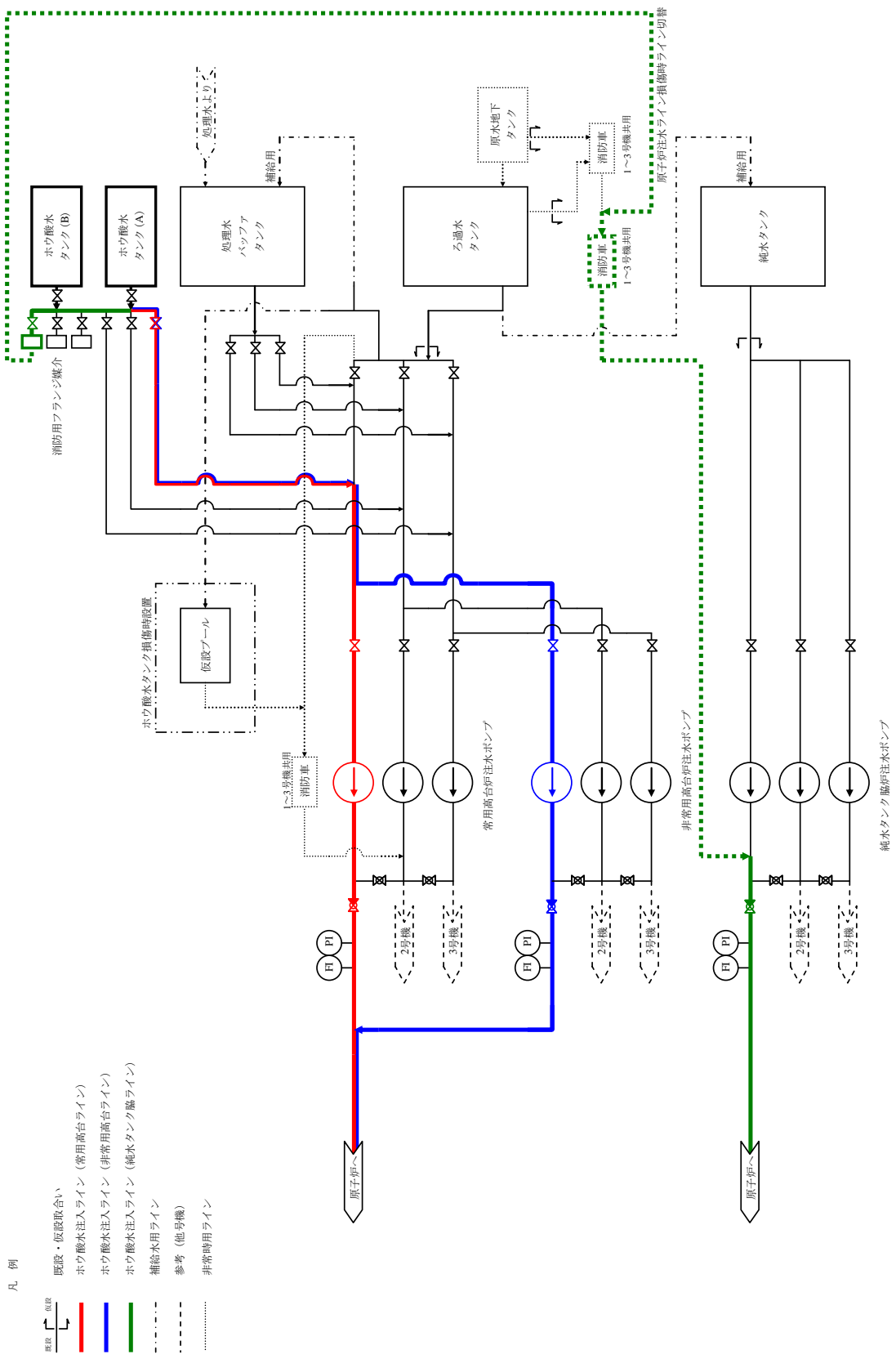


図 1-1-4 ホウ酸水注入系統概略図

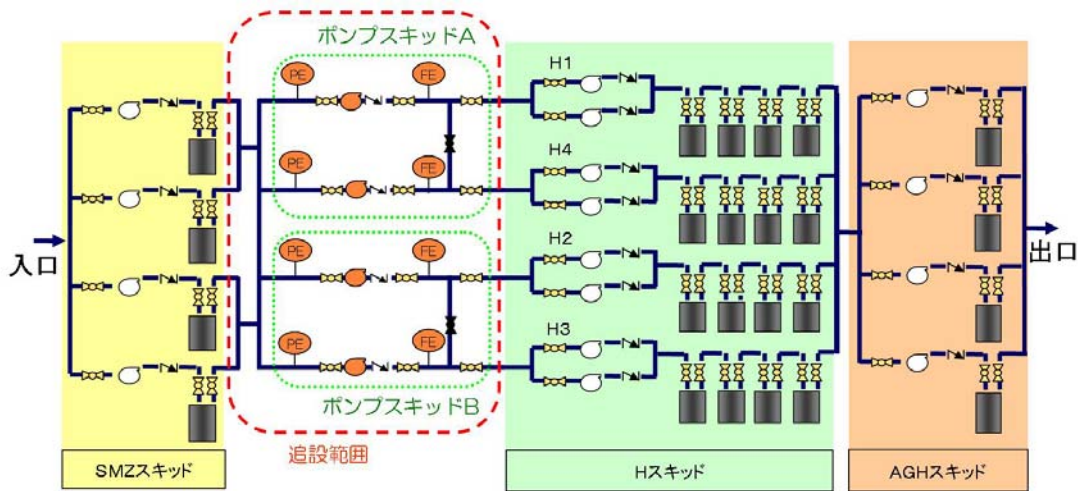
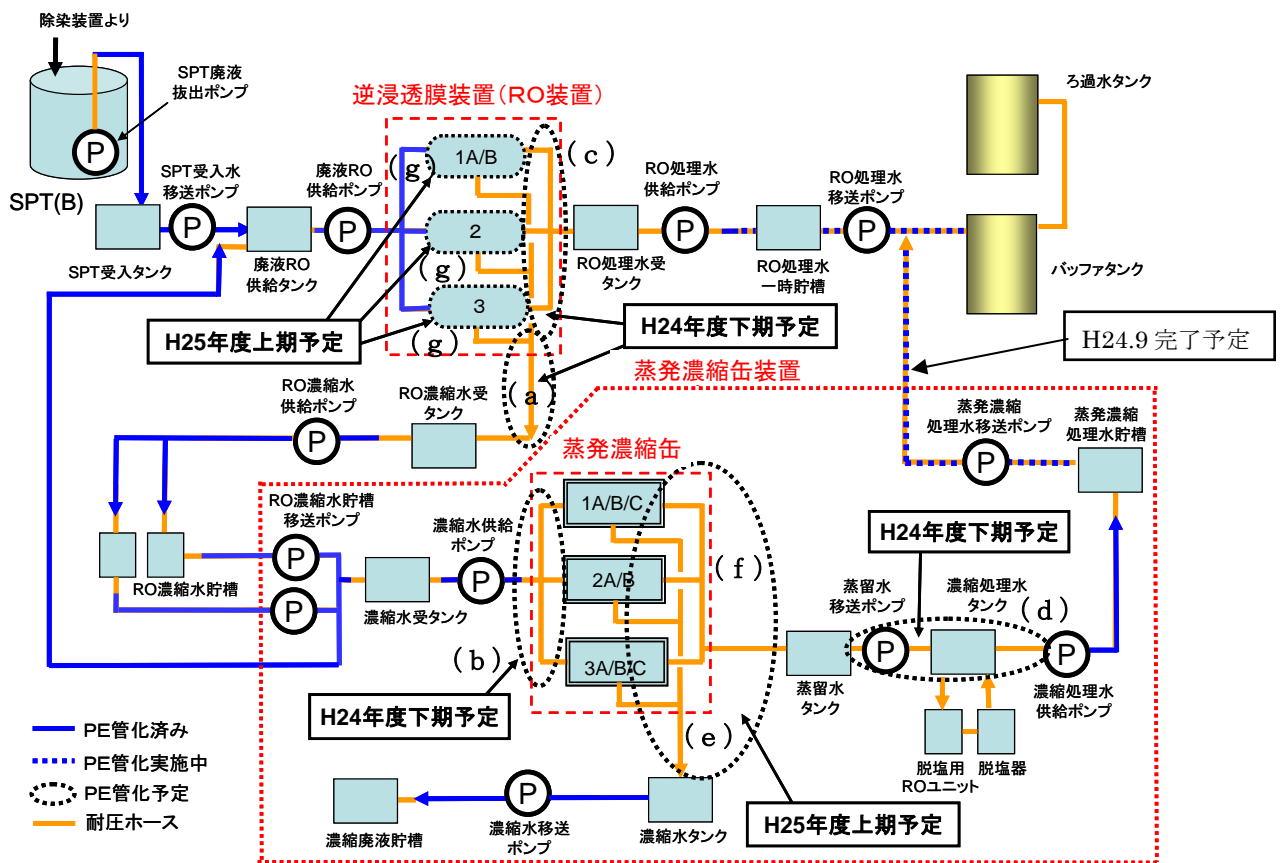


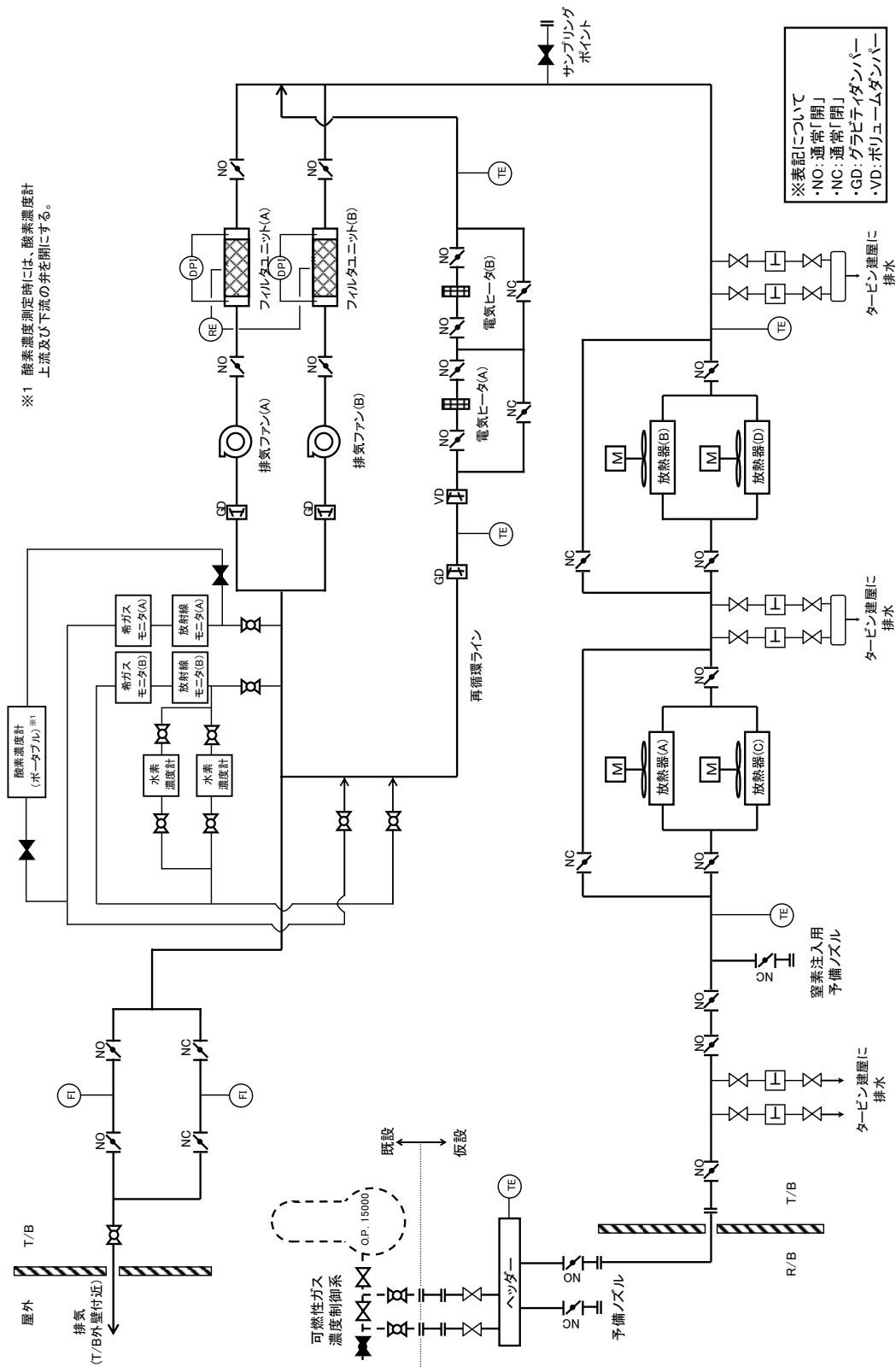
図1-17 セシウム吸着装置 ポンプスキッド増設



注1：(g)は、逆浸透膜装置（RO装置）を構成する機器間を接続するラインである。

注2：タンク、貯槽の出入口等、耐圧ホースが残る箇所は、柔軟性、可撓性が要求されるため、ポリエチレン管化せず使用を継続する。ただし、堰・土嚢等により区画する

図1-18 淡水化装置 ポリエチレン管施工範囲



※1 酸素濃度測定時には、酸素濃度計上流及び下流の弁を開にする。

※表記について
 ・NO: 通常「開」
 ・NC: 通常「閉」
 ・GD: グラビティダンパー
 ・VD: ポリユームダンパー

図 1-20 2号機原子炉格納容器ガス管理設備 系統概略図

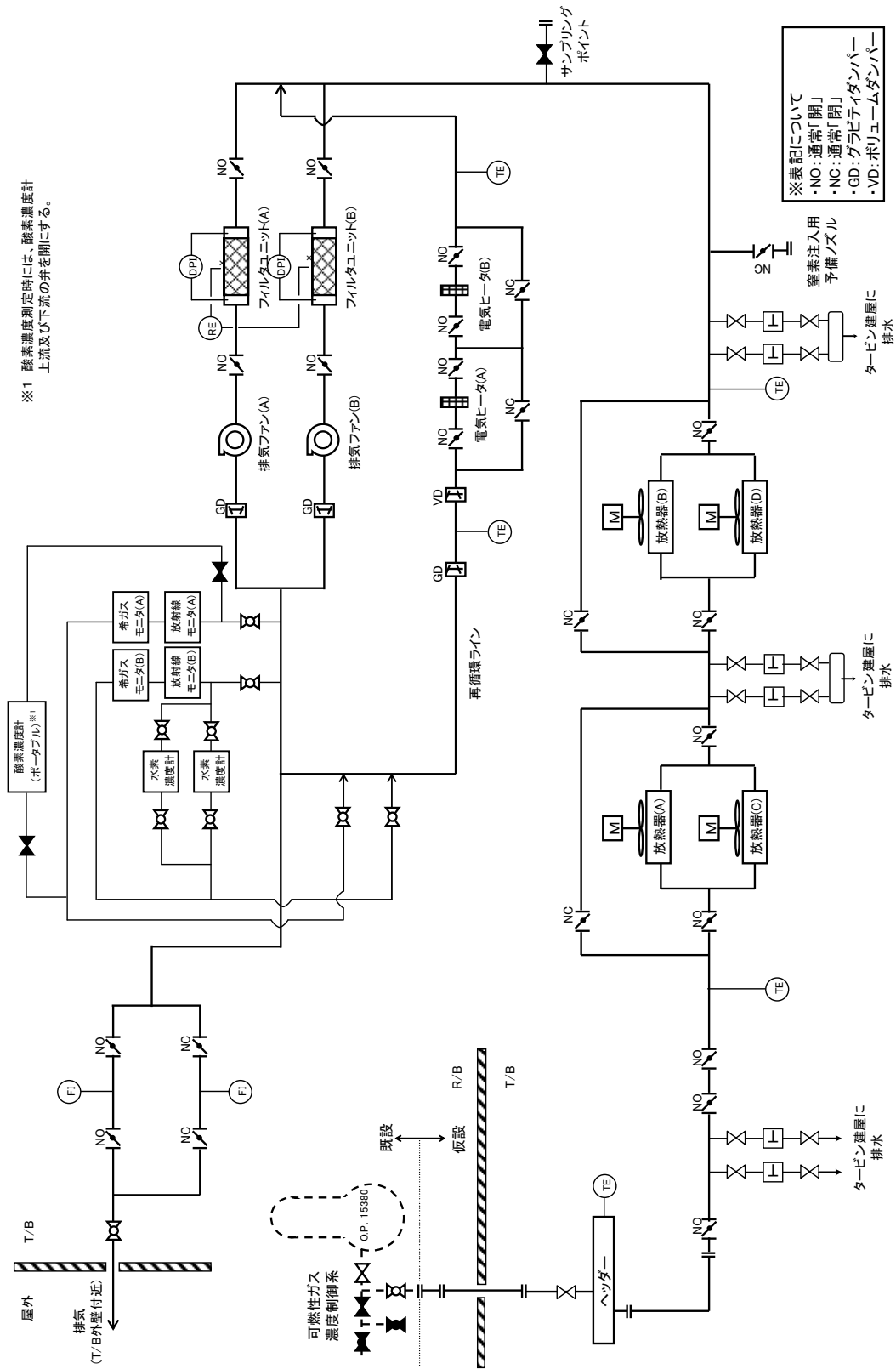


図1-2-1 3号機原子炉格納容器ガス管理設備 系統概略図

2. 「電源について、仮設設備から恒久的な設備へ更新するなど、長期間の使用に耐えるよう信頼性を向上・維持すること。」に関する報告

(1) 外部電源

a. 対象設備

現状の外部電源は以下の6回線である。

- ・ 275kV大熊線2号線
- ・ 66kV大熊線3号線
- ・ 66kV大熊線4号線
- ・ 66kV双葉線1号線（夜の森線1号線用開閉装置で受電）
- ・ 66kV双葉線2号線（夜の森線2号線用開閉装置で受電）
- ・ 66kV東北電力（株）東電原子力線

b. 中期的安全確保施設運営計画(その1)報告以降の取組（図2-1、2-7参照）

外部電源の信頼性向上対策として、以下の通り仮設の受変電設備に代わり南側66kV開閉所及び所内共通変圧器を新設した。また、南側66kV開閉所の母線、遮断器の監視及び操作を免震重要棟から可能とするため、遠方監視・操作装置を新設した。

①南側66kV開閉所の新設

3/4号機用電源、共用プール用電源、汚染水処理設備等へは、大熊線3号線から仮設の受変電設備（66kV開閉器、受電用変圧器、6kV開閉装置(MC)）を通して電源を供給していた。これら仮設の受変電設備に代わり、従来の原子力発電所と同等の信頼性確保と電源容量の確保のため南側66kV開閉所を新設し、平成24年3月に運転を開始した。新設した受変電設備のうち開閉設備には地震に強いガス絶縁開閉装置(GIS)を採用し、また、開閉所は高台(O.P. 30mエリア)に設置することで、津波の影響を受けないようにした。開閉所には大熊線3号線その他、大熊線4号線、東電原子力線を接続することで送電線の多重性を確保した。

②所内共通変圧器の新設

南側66kV開閉所近傍に所内共通変圧器を2台設置した。変圧器の容量は1台あたり30MVAとし、1台が点検又は故障で停止となっても現状及び今後計画している負荷に対して十分な電源容量を確保した。

変圧器の基礎ボルト本数を従来に比べて増やし耐震性を高めるとともに、開閉所同様、高台(O.P. 30mエリア)に設置することで津波の影響を受けないようにした。

c. 現状の外部電源供給形態と信頼性について(表2-1、図2-1参照)

通常時、外部電源は双葉線1/2号線、大熊線3/4号線及び大熊線2号線から受電している。双葉線1/2号線は既設の5/6号66kV開閉所(夜の森線受電用開閉装置)に接続され、連系線を通して所内共通M/C(1A)及び所内共通M/C(1B)に電源を供給している(M/C:メタルクラッドスイッチギア(所内高圧母線))。5/6号66

kV開閉所の2重母線は並列運用しているため、双葉線1/2号線のいずれかが停止となっても、所内共通M/C(1A)及び所内共通M/C(1B)への電源供給は維持される。

大熊線3/4号線は南側66kV開閉所に接続され、所内共通M/C(2A)及び所内共通M/C(2B)を通して、プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C、蒸発濃縮処理設備M/C、所内共通D/G(A)M/C、仮設3/4号M/C(A)、予備変M/Cに電源を供給している。大熊線3/4号線用保護継電器設置までは、南側66kV開閉所の2重母線は送電線2回線受電時は単独運用としており、大熊線3/4号線のいずれかが停止となると、66kV母線のうち1母線が一旦停止となるため、その母線から受電する所内高圧母線が停止する(母線連絡遮断器の手動投入で復旧)。

大熊線2号線については、仮設の受変電設備(受電用変圧器、6kV開閉装置(MC))を通して電源を供給できる構成になっているが、現在は充電しているのみで負荷には電源を供給していない。また、東電原子力線は、大熊線3/4号線から受電できない際の予備電源としている。

以上をまとめると「表2-1」の通りとなる。現状の外部電源の受変電設備のうち、仮設設備を使用し長期信頼性が確保されていないものは大熊線2号線受変電設備のみと評価される。また、大熊線3/4号線については送電線保護継電器の設置までは、送電線停止で66kV母線及び所内共通M/Cが一旦停電となってしまう。

表2-1 外部電源の信頼性

	長期使用に対する信頼性*	送電線1回線停止時の停電範囲	通常接続する所内高圧母線
275kV大熊線2号線	【低】 ※受電用変圧器、6kV開閉装置(MC)に仮設設備を使用	なし	なし
66kV大熊線3号線	【高】	所内共通M/C(2A)停電 (手動操作要)	所内共通M/C(2A) -プロセス建屋常用M/C -所内共通D/G(A)M/C -仮設3/4号M/C(A) -予備変M/C
66kV大熊線4号線	【高】	所内共通M/C(2B)停電 (手動操作要)	所内共通M/C(2B) -プロセス建屋後備M/C -蒸発濃縮処理設備M/C
66kV双葉線1号線	【高】	1回線停止時も停電なし	所内共通M/C(1A)
66kV双葉線2号線	【高】	1回線停止時も停電なし	所内共通M/C(1B)
66kV東電原子力線	【高】	予備	予備

* 従来から実績のある設備を採用し、地震・津波に対する対策を実施済みのものを【高】、仮設設備のままのものを【低】と評価。地震については中越沖地震、東北地方太平洋沖地震で損傷がなかったものと同様な設備であること、津波については東北地方太平洋沖地震での津波影響範囲外に設置していることを評価基準とした。

d. 今後の計画

「(1) c.」に記載の通り、外部電源の受変電設備のうち275kV大熊線2号線用のみが一部の機器に仮設の受変電設備(受電用変圧器、6kV開閉装置(MC))を使用している(図2-1参照)。

現在、大熊線2号線の負荷はない。今後、「(3) d.」に記載するように2台目の所内共通ディーゼル発電機の復旧により非常用電源についても十分な信頼性を確保し(平成24年10月目途)、「(2) d.」に記載するように所内高圧母線の連系を強化し、南側66kV開閉所からの電力融通の信頼性向上を図った上で大熊線2号線からの仮設受変電設備を通しての受電は廃止する(平成24年11月目途)(表2-3、図2-3、図2-4参照)。

また、南側66kV開閉所については、大熊線3/4号線用保護継電器設置後に66kV2重母線を並列運用し、大熊線3/4号線のいずれかが停止となっても、所内高圧母線への電源供給が維持されるようにする(平成24年9月目途)(表2-3参照)。

さらに外部電源受変電設備について耐震性評価を実施する(平成25年3月目途)(表2-3参照)。

e. 保全による信頼性維持

外部電源の受変電設備については、設備の重要性を踏まえ、従来の同類設備の保全ルールを踏襲し、時間基準保全に基づく保全計画を策定した。

今後、この保全計画に沿った設備・機器の信頼性を維持する活動を実施していく。

(2) 所内高圧母線及び連系線

a. 対象設備

現状の所内高圧母線は以下の母線である(各母線の負荷は表2-2参照)。

- ・所内共通M/C(1A)
- ・所内共通M/C(1B)
- ・所内共通M/C(2A)
- ・所内共通M/C(2B)
- ・プロセス建屋常用M/C
- ・プロセス建屋後備M/C
- ・蒸発濃縮処理設備M/C
- ・所内共通D/G(A)M/C
- ・仮設3/4号M/C(A)
- ・予備変M/C
- ・大熊線2号線用の仮設6kV開閉装置(MC)

b. 中期的安全確保施設運営計画(その1)報告以降の取組

単一の所内高圧母線の故障があっても、所内負荷の全機能が喪失しないよう、2系統目の所内高圧母線として所内共通M/C(1B)及び所内共通M/C(2B)を新設した。合わせて電源設備の信頼性向上のため、仮設1/2号M/C(A)、仮設1

／2号M/C(B)を電気系統から切り離した。また、仮設3／4号M/C(B)の負荷を本設M/Cに移設した(平成24年7月)。

さらに、遠方監視・操作装置を新設することで、所内共通M/C(2A)、所内共通M/C(2B)、プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C及び蒸発濃縮処理設備M/Cについて、免震重要棟から電圧表示等の遠方監視及び遮断器の操作を可能とし、所内共通M/C(1A)、所内共通M/C(1B)については遠方監視を可能とした(図2-1、図2-2、図2-7参照)。

①所内共通M/C(1B)新設

常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ、窒素ガス分離装置等は、仮設1／2号M/C(A)、仮設1／2号M/C(B)を通して電源を供給していた。電源の信頼性向上のため、これら仮設設備に代えて、所内共通M/C(1A)に加え、所内共通M/C(1B)を津波の影響を受けない高台(O.P.30mエリア)に新設した。その後、仮設1／2号M/C(A)及び仮設1／2号M/C(B)の負荷については、接続先を所内共通M/C(1A)又は所内共通M/C(1B)に変更し、仮設M/Cは電気系統から切り離した。

②所内共通M/C(2B)新設

プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C、蒸発濃縮処理設備M/C、仮設3／4号M/C(A)、仮設3／4号M/C(B)には、仮設の6kV開閉装置(MC)を通して電源を供給していた。電源の信頼性向上のため所内共通M/C(2A)に加えて、所内共通M/C(2B)を津波の影響を受けない高台(O.P.30mエリア)に新設した。その後、プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C、蒸発濃縮処理設備M/C、仮設3／4号M/C(A)、仮設3／4号M/C(B)の受電元を所内共通M/C(2A)又は所内共通M/C(2B)に変更した。予備変M/Cの受電元についても大熊線2号線MCから所内共通M/C(2A)に変更した(平成24年5月)。また、仮設3／4号M/C(B)の負荷を本設M/Cに移設した(平成24年7月)。

③所内共通D/G(A)M/C新設

所内共通ディーゼル発電機A号機の受電用として、所内共通D/G(A)M/Cを運用補助共用施設共用プール棟地下1階に新設した。

c. 現状の所内高圧母線形態と信頼性について(表2-2、図2-1参照)

所内高圧母線のうち所内共通M/C(1A)、所内共通M/C(1B)については、双葉線1／2号線から5／6号機6.6kV開閉所を通して受電し、主に1～4号機の北側エリアに設置されている負荷に電源を供給している。単一の所内高圧母線の故障があっても、所内負荷の全機能が喪失しないように、所内共通M/C(1A)、所内共通M/C(1B)に所内負荷を分割接続、或いは双方に接続することができる構成としている。

所内共通M/C(2A)及び所内共通M/C(2B)については、大熊線3／4号線から南側6.6kV開閉所を通して受電し、プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C、蒸発濃縮処理設備M/C、所内共通D/G(A)M/Cを通して、主に1～4号機の南側エリアに設置されている負荷に、また所内共通M/C(2A)か

ら予備変M/Cを通して構内配電線並びに仮設3/4号M/C(A)に接続されている負荷に電源を供給している。単一の所内高圧母線の故障があっても、所内負荷の全機能が喪失しないように、所内共通M/C(2A)及び2A系統の所内高圧母線(仮設3/4号M/C(A)、プロセス建屋常用M/C、所内共通D/G(A)M/C、予備変M/C)、所内共通M/C(2B)及び2B系統の所内高圧母線(プロセス建屋後備M/C、蒸発濃縮処理設備M/C)に所内負荷を分割接続、或いは双方に接続することができる構成としている。

表2-2 所内高圧母線の信頼性

所内高圧母線	長期使用に対する信頼性*	主な負荷
所内共通M/C(1A) (O.P. 30m)	【高】	タービン建屋内炉注水ポンプ、窒素ガス分離装置、滞留水移送装置、P/C 2C、使用済燃料プール冷却設備、格納容器ガス管理システム、ホウ酸水注入設備
所内共通M/C(1B) (O.P. 30m)	【高】	常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ、窒素ガス分離装置、使用済燃料プール冷却設備、格納容器ガス管理システム、滞留水移送装置
所内共通M/C(2A) (O.P. 30m)	【高】	プロセス建屋常用M/C、所内共通D/G(A)M/C、予備変M/C
所内共通M/C(2B) (O.P. 30m)	【高】	プロセス建屋後備M/C 蒸発濃縮処理設備M/C
プロセス建屋常用M/C (プロセス建屋4F)	【高】	セシウム吸着装置、除染装置
プロセス建屋後備M/C (プロセス建屋4F)	【高】	第二セシウム吸着装置、CST炉注水ポンプ、格納容器ガス管理システム
蒸発濃縮処理設備M/C (O.P. 30m)	【高】	淡水化装置(逆浸透膜装置、蒸発濃縮缶装置)
所内共通D/G(A)M/C (運用補助共用施設共用プール棟B1F)	【中】	所内共通ディーゼル発電機A号機
仮設3/4号M/C(A) (O.P. 10m)	【低】	P/C 4D、使用済燃料プール冷却設備、共用プール、格納容器ガス管理システム、タービン建屋内炉注水ポンプ
予備変M/C (O.P. 30m)	【高】	構内配電線、仮設3/4号M/C(A)
大熊線2号線用の仮設6kV開閉装置(MC) (O.P. 30m)	【低】	なし

* 従来から実績のある設備を採用し、地震・津波に対する対策を実施済みのものを【高】、一部未完了なものを【中】、仮設設備のままのものを【低】と評価。地震については中越沖地震、東北地方太平洋沖地震で損傷がなかったものと同等な設備であること、津波についてはO.P. 30m以上か建屋の上層階に設置、又は防水性向上対策が完了していることを評価基準とした。

所内共通M/C(1A)と所内共通M/C(2A)間は、予備変M/C及び大熊線2

号線用の仮設 6 kV開閉装置(MC)を通して連系可能な構成としている。

現状の所内高圧母線設備について長期使用に対する信頼性を評価すると「表 2-2」の通りとなる。仮設設備を使用し、長期信頼性が確保されていないものは、仮設 3 / 4 号M / C (A) 及び大熊線 2 号線用の仮設 6 kV開閉装置(MC)である。また、所内共通D / G (A)M / Cについては、設置している運用補助共用施設共用プール棟の防水性向上対策が一部未完了となっている。

d. 今後の計画

所内高圧電源の信頼性向上のため、仮設 3 / 4 号M / C (A)の重要負荷(P / C 4 D、使用済燃料プール冷却設備、格納容器ガス管理システム、共用プール等)を、プロセス建屋常用M / C、プロセス建屋後備M / C或いは今後設置予定の共用プールM / C等の本設M / Cへ移設する(移設計画は平成 2 4 年 7 月を目途に作成、移設は平成 2 5 年 3 月目途、ただし共用プールM / Cへ移設するものは平成 2 5 年 9 月目途に実施の予定)(表 2-3、図 2-2、図 2-6 参照)。

また、所内共通M / C (1 A)と所内共通M / C (2 A)の連系については、これらを直接結ぶように構成変更し、大熊線 2 号線用の仮設 6 kV開閉装置(MC)を経由しない構成とする。さらに、所内共通M / C (1 B)と所内共通M / C (2 B)の連系線を新たに布設し、1 ~ 6 号機間の外部電源、ディーゼル発電機を含めた電源融通の容量を向上させる。これにより 1 ~ 6 号機間の 2 系統の独立した所内高圧電源系統が完成し、「c.」で述べたように、所内負荷を A 系・B 系電源に分割接続、或いは双方に接続することで負荷の全機能喪失の可能性をさらに低減し、また、所内高圧母線故障時の多様な融通経路が確保できるようになる(平成 2 4 年 1 1 月目途)(表 2-3、図 2-4 参照)。

所内共通D / G (A)M / Cについては、遠方監視・操作装置を新設し、免震重要棟からの遠方監視・操作を可能とする(平成 2 4 年 1 2 月目途)。また、合わせて所内共通M / C (1 A)、所内共通M / C (1 B)の遮断器の遠方操作についても可能とする(平成 2 4 年 1 1 月目途)(表 2-3、図 2-4、図 2-5 参照)。

「(4)」で記載するプラント内の低圧電源母線(P / C)の信頼性向上策として検討を進める P / C の 2 系列化に際し、その電源供給元の確保の観点で新たにタービン建屋内に高圧所内母線を設置することも検討する(平成 2 4 年 7 月検討完了目途)(表 2-3、図 2-6 参照)。

運用補助共用施設共用プール棟地下 1 階に設置した所内共通D / G (A)M / Cの津波対策として、運用補助共用施設共用プール棟地下部分については主な水の浸入ルートであるケーブル引き込み部を地下から地上へ変更し、従来のケーブルルートを閉鎖するなどの防水性向上対策を実施しているが、建屋地上部分についても防水性向上対策を実施し、津波に対する信頼性を向上させる(平成 2 5 年 9 月目途)。

さらに本設の所内高圧母線について耐震性評価計画を作成し(平成 2 4 年 7 月目途)その計画に基づき評価を行う(表 2-3 参照)。

e. 保全による信頼性維持

所内高圧母線設備については、設備の重要性を踏まえ、従来の同類設備の保全ル

ールを踏襲し、時間基準保全に基づく保全計画を策定した。

今後、この保全計画に沿った設備・機器の信頼性を維持する活動を実施していく。

(3) 非常用電源設備

a. 対象設備

現状の非常用電源設備は以下のとおりである。

- ・ 所内共通ディーゼル発電機A号機
- ・ 電源車（750kVA） 1台
- ・ 電源車（500kVA） 1台

b. 中期的安全確保施設運営計画(その1)報告以降の取組(図2-1、図2-7参照)

運用補助共用施設共用プール棟内の所内共通ディーゼル発電機A号機(旧非常用ディーゼル発電機4B)を復旧した。

また、電源車を接続する高圧母線を仮設機器から高台(O.P.30mエリア)設置の本設備へ変更した。

①所内共通ディーゼル発電機A号機復旧

津波により被水したため使用不能となっていたディーゼル発電機用電源盤を新品に取替え、所内共通ディーゼル発電機A号機(旧非常用ディーゼル発電機4B)を運用補助共用施設共用プール棟内に復旧した。取替えた電源盤は従来同様耐震Sクラス設計とした。また、東北地方太平洋沖地震での津波の際に、電源盤を設置した運用補助共用施設共用プール棟地下への主な水の浸入ルートとなったケーブル引き込み部については、地下から地上へ変更し、従来のケーブルルートを閉鎖するなどの防水性向上対策を実施した。

②電源車接続先変更

電源車の接続先を高台(O.P.30mエリア)に設置した所内共通M/C(1A)(750kVA電源車)、所内共通M/C(2A)(500kVA電源車)に変更し、津波の影響を受けないようにするとともに、予めM/Cの受電用端子にケーブルを接続しておくことで、非常時の電源車接続時間の短縮を図った。

c. 現状の非常用電源設備の信頼性について

所内共通ディーゼル発電機A号機については、従来同様、耐震Sクラス設計の電源盤を採用し、高い信頼性を確保しているが、当該設備を設置している運用補助共用施設共用プール棟地上部分の防水性向上対策が一部未完了となっている。

電源車については、所内共通M/C用建屋脇に固定化することで、可能な範囲で信頼性を高めた。

d. 今後の計画

所内共通ディーゼル発電機については、所内共通ディーゼル発電機B号機(旧非常用ディーゼル発電機2B)を復旧し冗長化を図る(平成24年10月目途)。また、津波対策として所内共通ディーゼル発電機を設置している運用補助共用施設共用プール地上部分についても防水性向上対策を実施する(平成25年9月目途)(表2-3、図2-3参照)。

さらに非常用電源系統について耐震性評価計画を作成し（平成24年7月目途）その計画に基づき評価を行う（表2-3参照）。

e. 保全による信頼性維持

所内共通ディーゼル発電機については、設備の重要性を踏まえ、従来の同類設備の保全ルールを踏襲し、時間基準保全に基づく保全計画を策定した。

電源車については、当社配電部の保全内容を踏まえ、月に1回の頻度で運転確認、1年に1回の頻度で社内点検、2年に1回の頻度でメーカー点検（部品交換）、6年に1回の頻度でオーバーホールを行うこととした。

今後、この保全計画に沿った設備・機器の信頼性を維持する活動を実施していく。

(4) プラント内共通低圧電源母線（P/C）

現状、1/2号機の原子炉監視計器用電源、照明電源等には既設のP/C2C、3/4号機の原子炉監視計器用電源、照明電源等には既設のP/C4Dを使用している。電源の信頼性向上のため、それぞれP/Cをもう1系統復旧し電源を二系列化することを検討する（平成24年7月検討完了目途）（表2-3、図2-6参照）。

(5) 津波対策

a. 現状の電源設備の信頼性（図2-7参照）

アウターライズ津波を想定した場合、主要電源設備については、O.P.10m以上のエリアに設置しており、仮設防潮堤により海水の浸入は防止できるため、電源設備の機能は維持される。

アウターライズ津波を超える津波を想定した場合、大熊線3/4号線、東電原子力線から受電する南側6.6kV開閉所や所内共通変圧器は、O.P.30m以上の高台に設置しており、津波による影響はないと想定される。また、双葉線1/2号線から受電する5/6号6.6kV開閉所や起動用変圧器は、O.P.13mのエリアに設置しているが、東北地方太平洋沖地震の被害状況から津波による影響はないと想定される。

所内高圧母線のうち所内共通M/C(1A)、所内共通M/C(1B)、所内共通M/C(2A)、所内共通M/C(2B)、予備変M/C、蒸発濃縮処理設備M/C、プロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/Cは、O.P.30m以上の高台エリアや建屋内の上層階の床面に設置しており、津波による影響がないと想定される。

このため常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ、ホウ酸水注入設備は、所内共通M/C(1A)又は所内共通M/C(1B)からの電源供給が継続される。

仮設3/4号M/C(A)については、O.P.10mのエリアに設置しているため、機能は維持できないと想定される。

仮設3/4号M/C(A)から電源を供給している設備及び受電設備をO.P.10mに設置している設備については、電源の供給/受電ができなくなるため、一旦は仮設エンジン発電機等を活用して電源を確保し、その後仮設変圧器、仮設分電盤を設置し、健全な電源盤から電源を供給し復旧させる。

所内共通ディーゼル発電機A号機及び所内共通D/G(A)M/Cは、O.P.10m

エリアの運用補助共用施設共用プール棟の1階又は地下1階に設置しており、地下は主な水の浸入ルートであるケーブル引き込み部を地下から地上へ変更し、従来のケーブルルートを閉鎖するなどの防水性向上対策を実施しているが、地上の防水性向上対策は一部未実施のため、津波の規模によっては機能が維持できない可能性がある。

仮に所内共通ディーゼル発電機の機能が喪失しても、電源車で所内高圧母線を受電し、原子炉注水ポンプ等の重要負荷へ電源供給することが可能である。

b. 今後の計画

現在確保している復旧資材に加え、必要なエンジン発電機、変圧器、分電盤、ケーブル等を追加準備する(平成24年12月目途)。

また、仮設3/4号M/C(A)の重要負荷(P/C4D、使用済燃料プール冷却設備、格納容器ガス管理システム、共用プール等)を、津波の影響を受けないプロセス建屋常用M/C、プロセス建屋後備M/C或いは共用プールM/C等の本設M/Cへ移設する(平成25年3月目途、ただし共用プールM/Cへ移設するものは平成25年9月目途)。

さらに、所内共通ディーゼル発電機A号機及び所内共通D/G(A)M/Cに関しては、それらを設置している運用補助共用施設共用プール地上部分について防水性向上対策を実施する(平成25年9月目途)(表2-3参照)。

(6) 耐雷対策

新たに設置した主要設備については、設備の周りに接地網を構築し、それらに構内接地幹線を延長・接続することで接地抵抗を低減する耐雷対策を実施した。今後設置する設備についても、同様な対策を実施する。

(7) 配管からの漏水対策

漏えい発生後、早期に漏えいを発見できない場合、漏えい水による電源設備への影響および漏えい水が汚染している場合は雰囲気線量の上昇による作業環境悪化に繋がるリスクがある。このため、電源設備への影響防止および作業環境悪化防止の観点から、早期検知のための漏えい検知器の設置と重要機器への影響排除対策のための電源の移設、堰・土嚢等の設置等を計画的に進めていく。(平成25年3月目途)

(8) 負荷側の電源信頼性向上対策

a. 原子炉注水設備

原子炉注水ポンプのうち常用系各ポンプは所内電源系から受電している。電源喪失時には専用ディーゼル発電機で運転可能な原子炉注水ポンプを使用して注水可能である。また、所内共通ディーゼル発電機及び電源車から電源を供給することで常用系各ポンプの運転が可能である。

常用系各ポンプ(常用高台炉注水ポンプ、タービン建屋内炉注水ポンプ、CST炉注水ポンプ)の電源を別系統から受電する構成に変更し、単一の電源故障で全てのポンプの電源が喪失しないようにした(平成24年7月)。

さらに、電源喪失時にタービン建屋内炉注水ポンプに対して、所内共通ディーゼル発電機等から短時間で電源が供給可能となる方策について検討する（平成24年7月検討完了目途）（表2-3参照）。

b. 温度計（原子炉圧力容器底部、原子炉格納容器）

温度監視用デジタルレコーダ及び通信設備の電源回路については、外部電源喪失時には電源が供給されなくなるため、計装用発電機を起動し受電する対策を施している。

しかし、現状では計装用発電機を起動し受電するまでの間、一時的に監視不能となるため、停電後3時間は機能維持できるように無停電電源装置を設置する計画である（平成24年12月目途）。なお、免震重要棟の監視装置は、ガスタービンで電源が確保されるため連続監視可能である。

c. 原子炉格納容器内窒素封入設備

窒素封入装置のうち常用設備は所内共通系2系統から受電しているが、全電源喪失時においてもディーゼル駆動の窒素封入装置を別に配備し封入可能としている。また、所内共通ディーゼル発電機から電源を供給することで常用系封入設備の運転が可能である。

d. 汚染水処理設備

セシウム吸着装置及び除染装置はプロセス建屋常用M/Cから、第二セシウム吸着装置はプロセス建屋後備M/Cから受電する構成とし、単一の電源故障で全ての汚染水処理設備の電源が喪失しないようにした。

電源喪失時には所内共通ディーゼル発電機から電源を供給することが可能である。

e. 原子炉格納容器ガス管理設備

原子炉格納容器ガス管理設備はシステム（A/B）毎に別電源系統より電源を供給しており、所内高圧電源母線が1母線停止しても待機系に切替えることで運転継続可能となっている。全電源喪失時には所内共通ディーゼル発電機から電源を供給することが可能である。

f. 免震重要棟

免震重要棟については、停電時は速やかにガスタービンが起動し、停電後60秒で電源が回復し監視装置も復旧する。燃料は燃料タンクに3日分確保している。

g. モニタリングポスト

モニタリングポスト及びその通信設備は、各モニタリングポストに設置している無停電電源装置から電源を供給する構成になっており、停電後8時間は観測可能である。全電源喪失時には所内共通ディーゼル発電機から無停電電源装置に8時間以内に電源を供給することで、連続監視可能である。

h. 気象観測装置

気象観測装置電源は、免震重要棟から供給している。このため免震重要棟の外部電源が停止となると一旦は機能停止となるが、ガスタービンが起動し電源が復旧するとともに観測を再開することができる。

(9) 瞬停対策

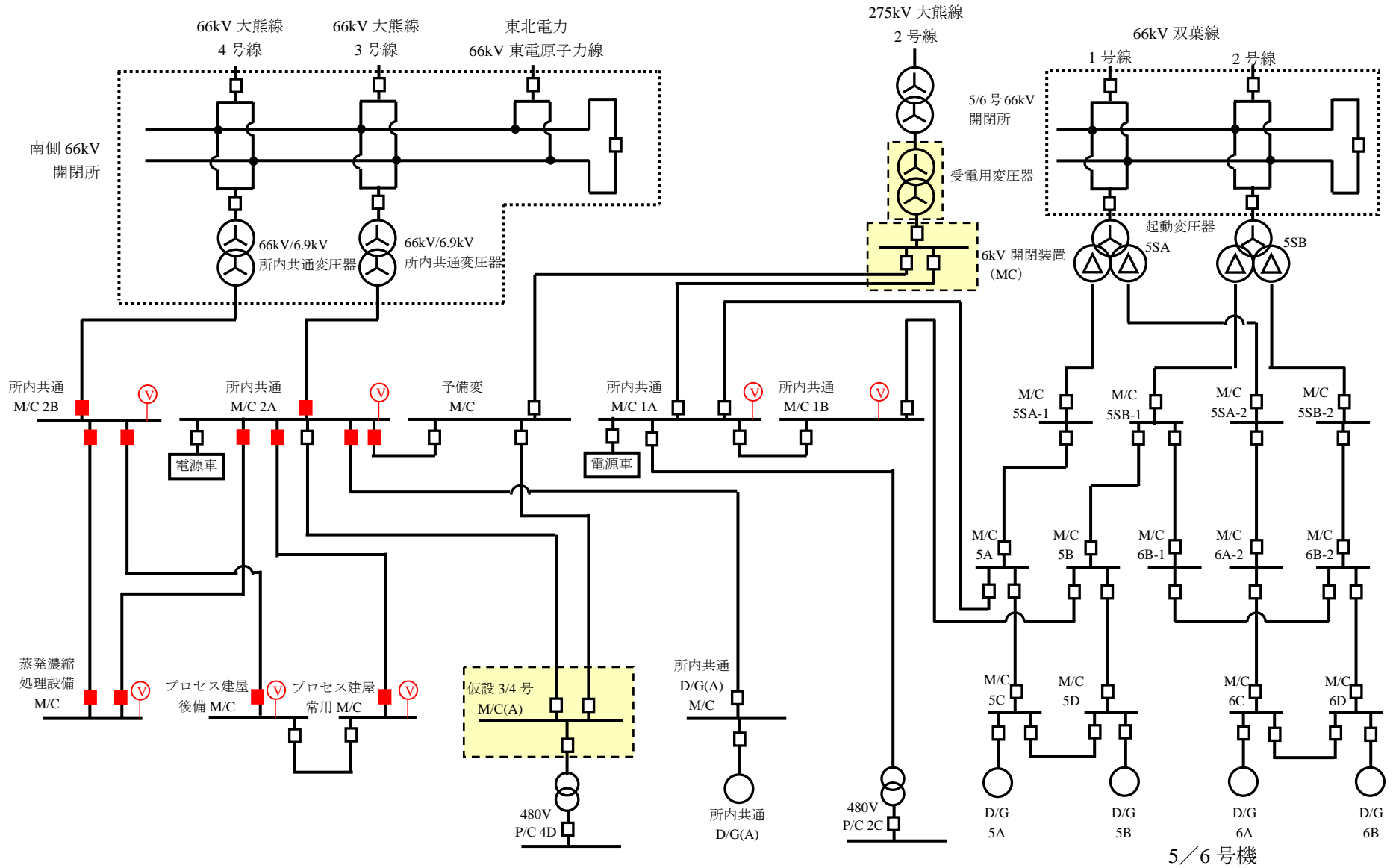
瞬時電圧低下発生時に停止してしまう設備について影響を評価し、中期的安全確保の考え方における停止許容時間内に復旧可能かを踏まえ対策の要否を検討し、下記の対策を実施する。

原子炉格納容器ガス管理設備においては、無停電電源装置（UPS）の設置等の対策を行い、瞬時電圧低下時に設備停止したとしても復電後に自動復旧するようにした。常用高台炉注水ポンプについては、瞬時電圧低下時に設備が停止しても復電後に自動復帰するような制御回路になっており対策は不要である。タービン建屋内炉注水ポンプについては、瞬時電圧低下時に設備停止したとしても復電後に自動復旧するような制御回路へ変更した（平成24年5月）。他の設備については、瞬時電圧低下時に設備が停止したとしても、停止許容時間内に設備の再起動が可能であることから対策は不要と判断した。

監視系設備については、瞬時電圧低下時に復電後自動復旧するため新たな対策は不要と考えるが、未臨界監視において特に重要な温度監視用デジタルレコーダ及び通信設備の電源回路については、前述の「(8) b.」の通り無停電電源装置を設置し、連続監視可能となる予定である（平成24年12月目途）。免震重要棟の監視装置は、無停電電源装置が設置されており連続監視可能である。

表 2-3 電気系統設備信頼性向上対策工程（平成 24 年 7 月時点）



		平成 24 年度												平成 25 年度		備考		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	上期	下期			
外部電源	275kV 大熊線 2 号線の廃止																	
	大熊 3/4 号線用保護継電器設置 南側 66kV 開閉所母線並列運用																	
	耐震性評価																	
所内高圧母線及び 連系線	重要負荷の給電元変更 (仮設 3/4 号 M/C(A)(B))																	H25.3 目途 (ただし共用プール M/C へ移設するもの は H25.9 目途)
	負荷側の電源信頼性向上対策 (原子炉注水設備)																	
	所内共通 M/C(1A)~(2A)間の連系 線の構成変更																	
	所内共通 M/C(1B)~(2B)間の連系 線の新設																	
	T/B 内高圧所内母線設置 プラント内共通低圧母線 (P/C) の信頼性向上対策																	
	遠方監視・操作装置の新設 (所内共通 M/C (1A)/ (1B)、所 内共通 D/G (A) M/C)																	
	耐震性評価																	
非常用電源設備	所内共通 D/G(B)(旧非常用ディー ゼル発電機 2B) の復旧																	
	運用補助共用施設共用プール棟 の防水性向上対策																	
	耐震性評価																	



仮設設備

注：M/C母線は6.9kV

図 2-1 所内単線結線図（現状：平成 24 年 7 月）

-  : M/C 遠方監視母線 (赤色：新規)
-  : 遠方操作可能遮断器 (新規)

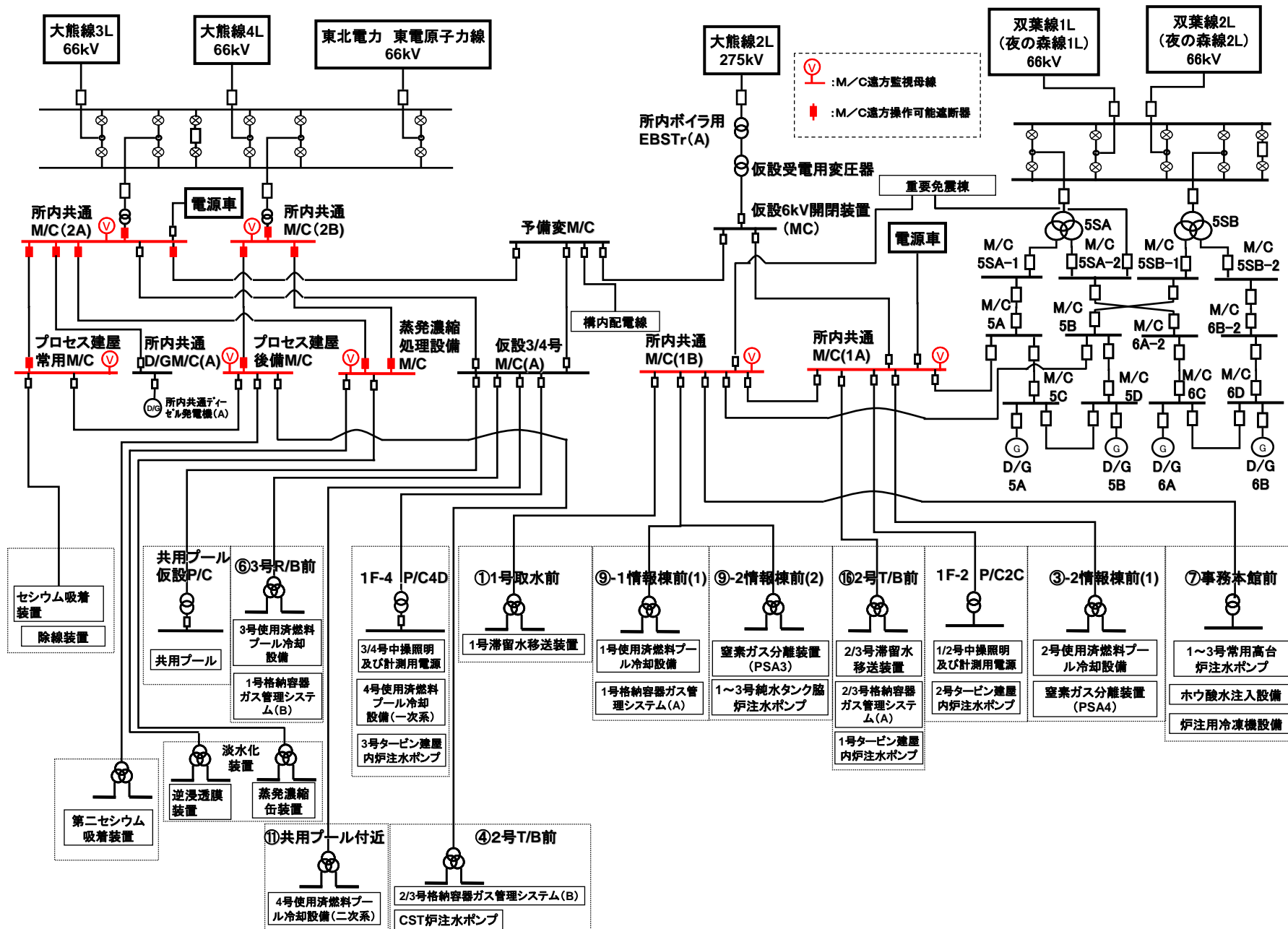
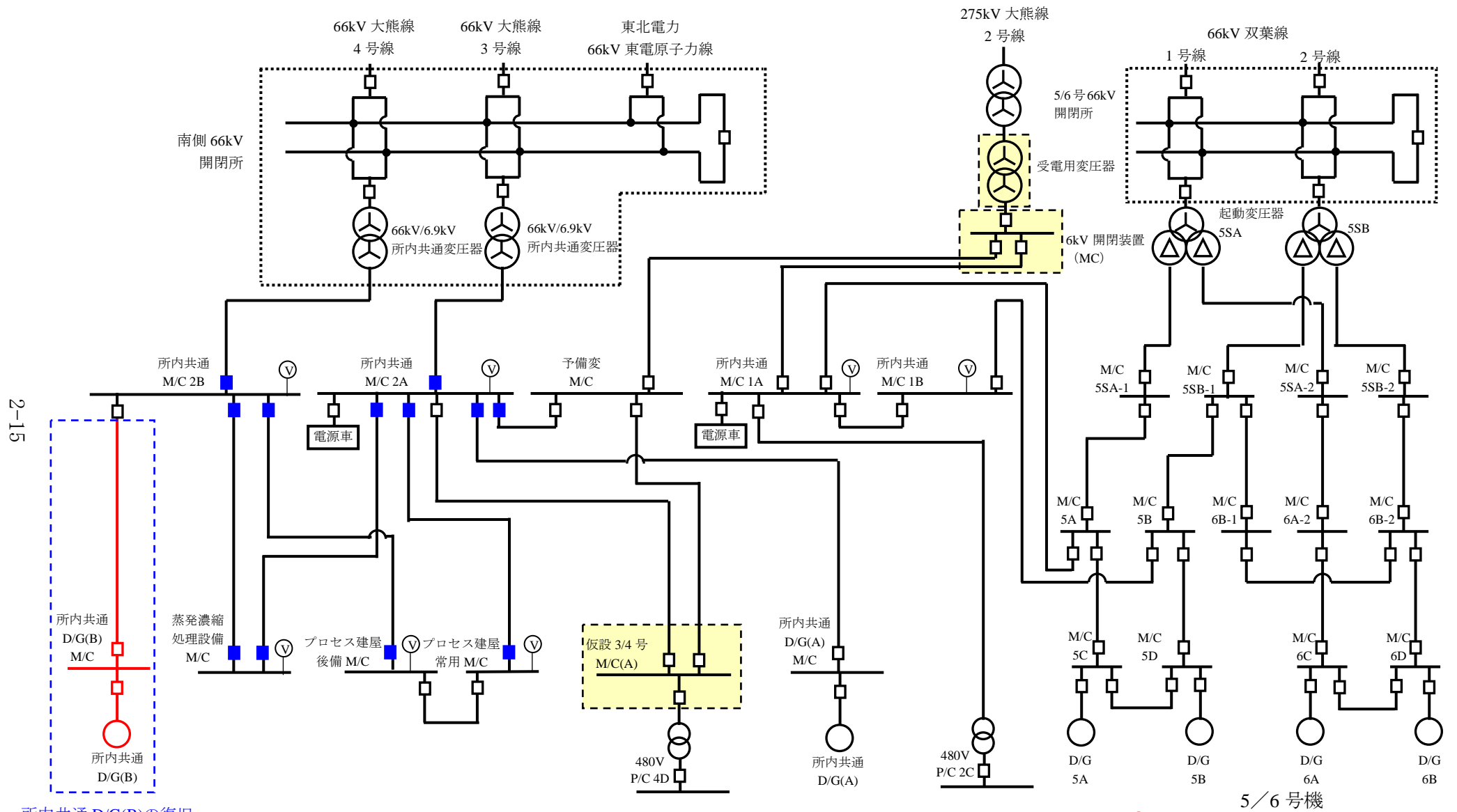





図 2-2 重要負荷及び遠方監視・操作対象M/C説明図 (平成 24 年 7 月時点)



所内共通 D/G(B)の復旧

仮設設備
注：M/C 母線は 6.9kV

図 2-3 所内単線結線図 (平成 24 年 10 月末)

-  : M/C 遠方監視母線 (赤色：新規)
-  : 遠方操作可能遮断器 (新規)
-  : 遠方操作可能遮断器 (既設)

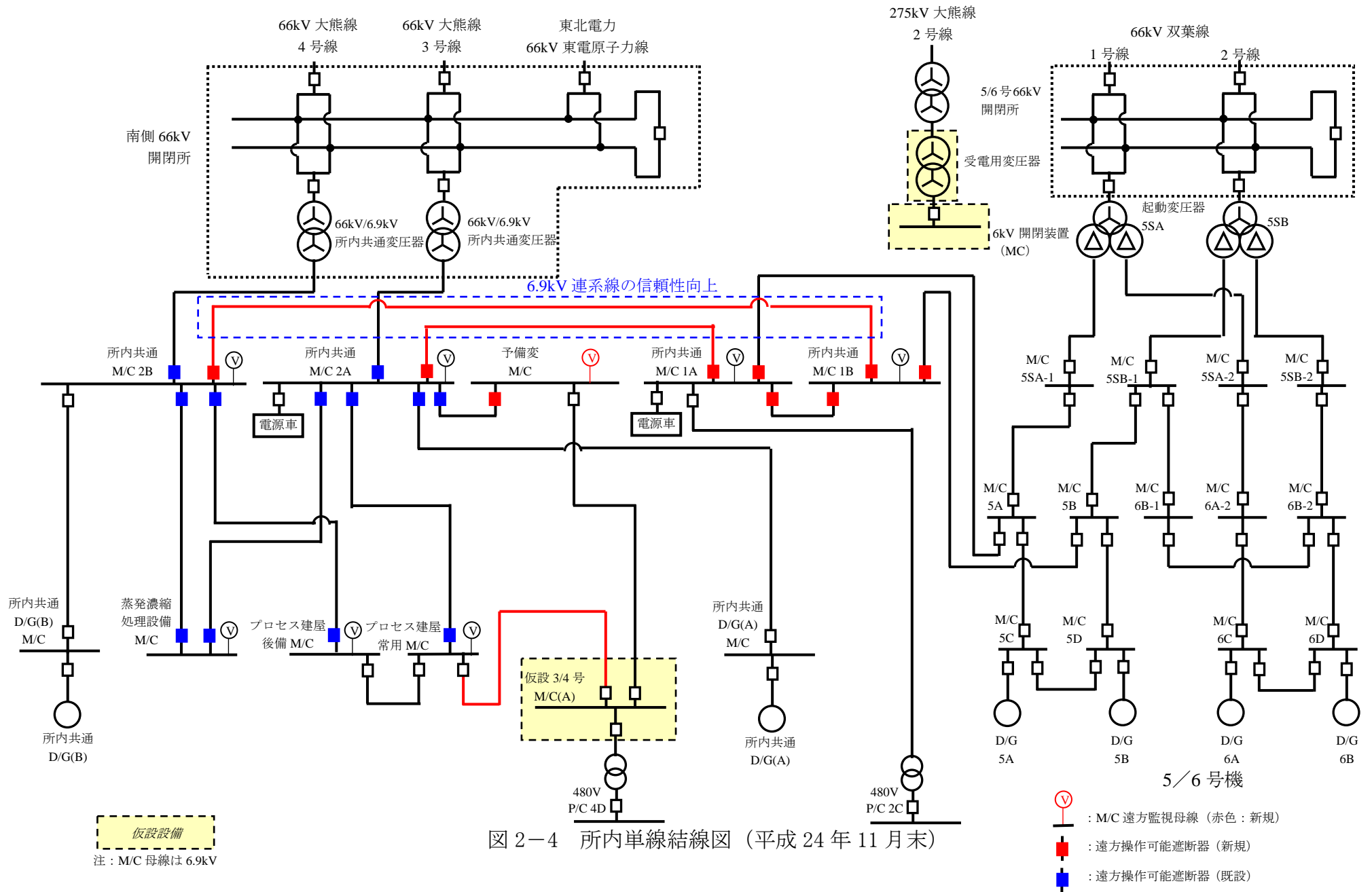


図 2-4 所内単線結線図 (平成 24 年 11 月末)

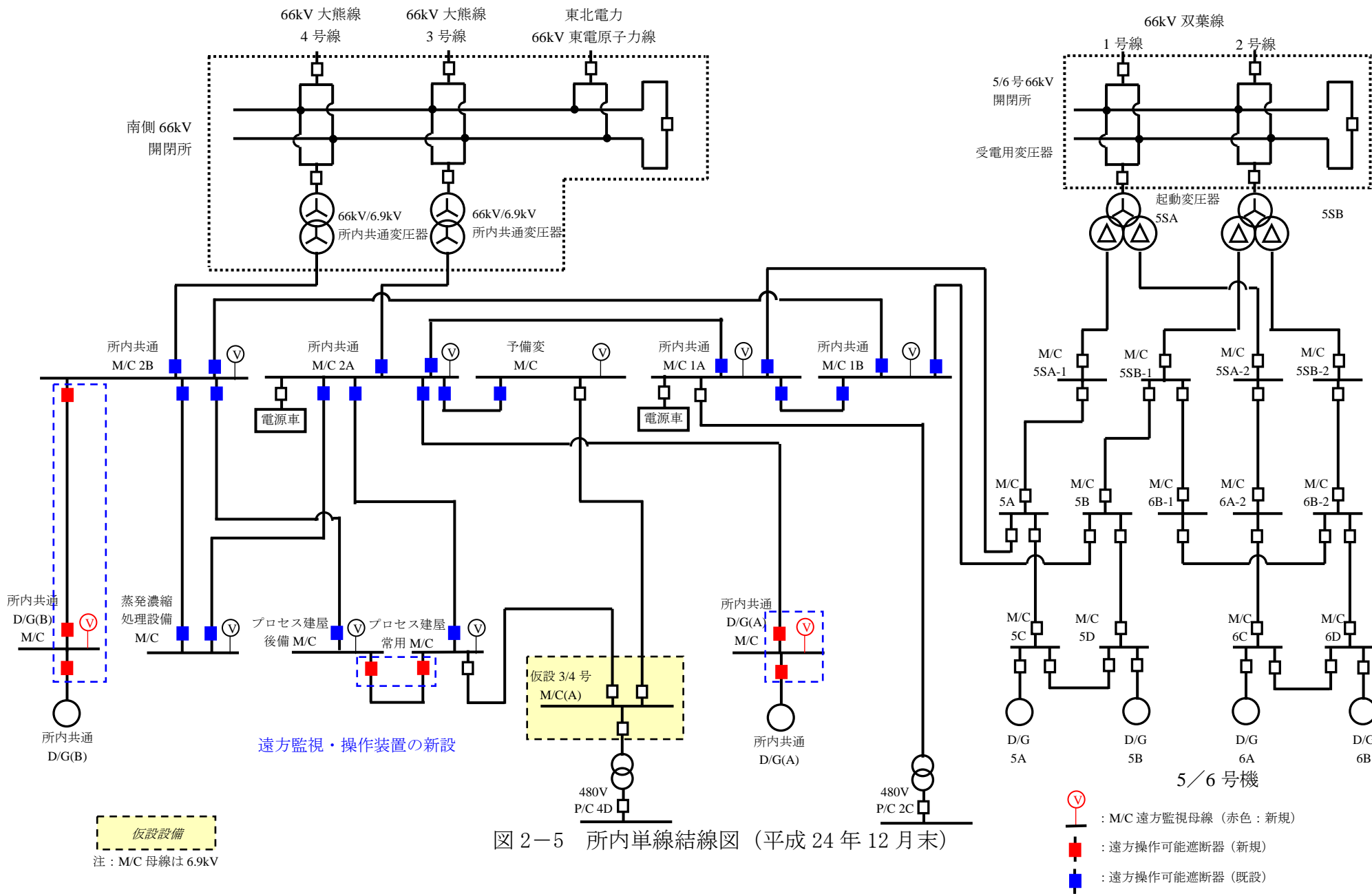


図 2-5 所内単線結線図 (平成 24 年 12 月末)

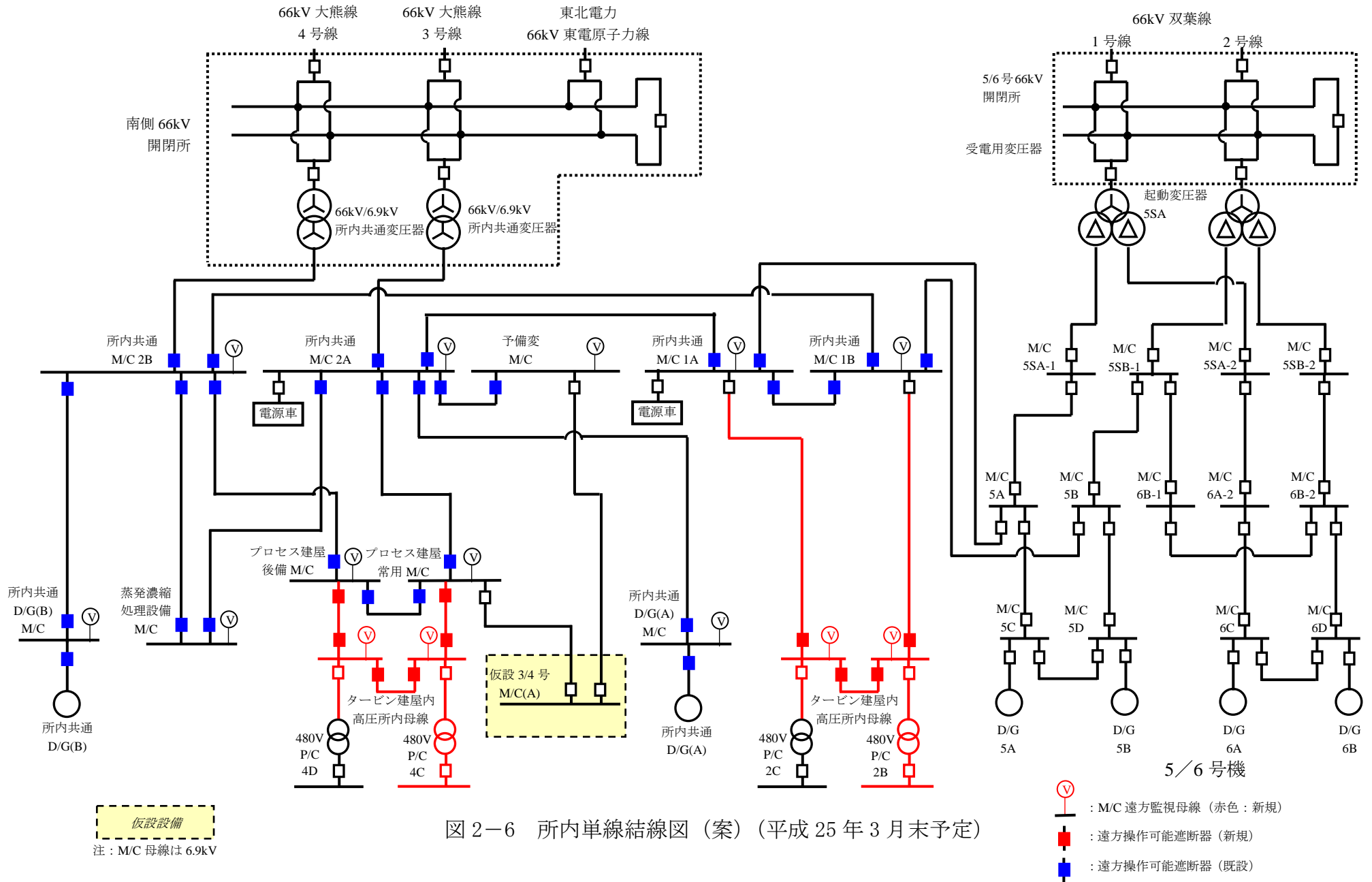


図 2-6 所内単線結線図 (案) (平成 25 年 3 月末予定)

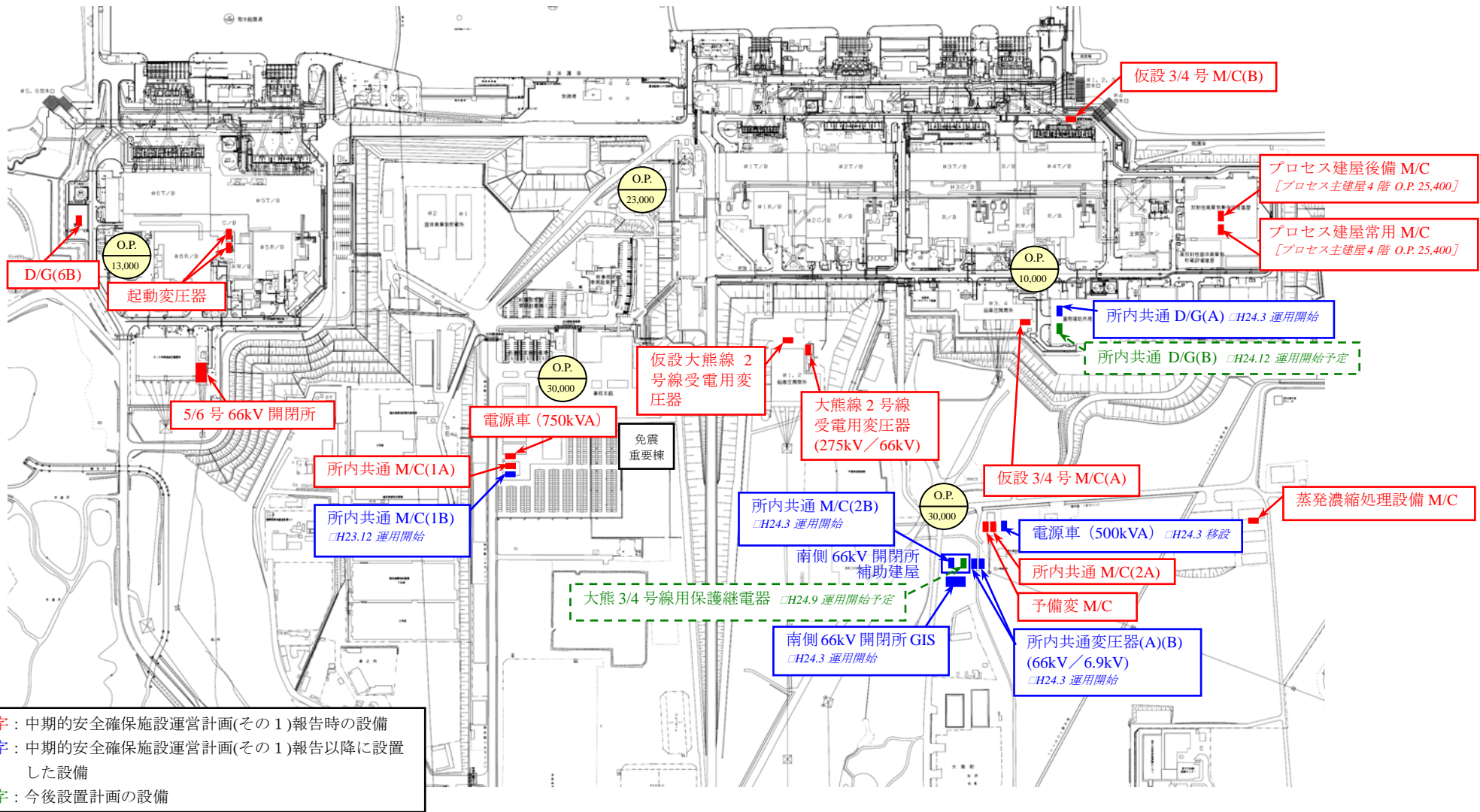


図 2-7 電気系統の設備設置図 (平成 24 年 7 月)