

福島第一、第二原子力発電所等の事故を踏まえた
再処理施設の緊急安全対策に係る実施状況報告

平成23年5月30日
日本原燃株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 指示文書の要求事項	2
2. 1 津波その他の事象を踏まえた緊急時安全対策について.....	2
2. 2 非常用動力装置の複数台の運転待機状態の確保.....	2
3. 電源確保及び崩壊熱除去機能等に対する設計での対応	2
3. 1 電源確保.....	3
3. 2 崩壊熱除去機能等.....	3
4. 指示事項に対する実施状況等	6
4. 1 津波その他の事象を踏まえた緊急安全対策について.....	6
4. 2 非常用動力装置の複数台の運転待機状態の確保.....	16

添付資料－1	電源確保に対する設計での対応概要
添付資料－2	崩壊熱除去機能の対象設備
添付資料－3	崩壊熱除去機能に対する設計での対応概要
添付資料－4	放射線分解により発生する水素の滞留防止機能の対象設備
添付資料－5	安全圧縮空気系の設備概要
添付資料－6	再処理施設における緊急時の対応設備に対する点検結果
添付資料－7	訓練実施結果
添付資料－8	全交流電源喪失時の電源車の繋ぎ込み
添付資料－9	電源車による電源供給の順序
添付資料－10	全交流電源供給機能等の喪失が発生した際に緊急安全対策が必要な設備に対する対応
添付資料－11	緊急時の全交流電源供給機能等喪失に対する長期的な対策
添付資料－12	消防車等での冷却コイル等への注水概要
添付資料－13	全交流電源喪失時の使用済燃料貯蔵プールの崩壊熱除去機能の確保に係る対応概要
添付資料－14	全交流電源喪失時の沸騰に至るまでの時間を考慮した対応概要

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震及びそれに起因する津波の影響による東京電力株式会社福島第一、第二原子力発電所事故の発生を受け、5月1日付けで経済産業大臣から「平成23年福島第一・第二原子力発電所等の事故を踏まえた再処理施設の緊急安全対策の実施について（指示）」の指示文書が出されたことから、全交流電源供給機能、放射性物質の崩壊熱除去機能及び水素滞留防止機能（以下、「全交流電源供給機能等」という。）喪失時に採るべき緊急安全対策に係る実施状況等について取り纏めた。

再処理施設は、既に、アクティブ試験で予定した使用済燃料のせん断、溶解処理性能確認等の試験を終了しており、ガラス固化設備に係る試験等を残すのみとなっていることから、災害防止の観点からできるだけ速やかに緊急安全対策を実施できるよう、現在の施設状況に応じて必要となる緊急安全対策の実施状況等を記載した。

今後、せん断・溶解等の再処理運転を本格的に行うまでに必要となる対策については、別途取り纏め報告する。

なお、せん断・溶解等の再処理運転を本格的に行う際の緊急安全対策には、緊急時の電源確保としての電源容量の増加等が必要となると考えている。

また、当該指示文書に示された「非常用動力装置の複数台の運転待機状態の確保」に対し、計画及びその対応が図られるまでの措置についても本報告書に示した。

なお、非常用動力装置に関する事項の記載を変更した保安規定の変更認可申請を今後行う。

さらに、指示文書に記載されているように「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」の一部を改正する省令が公布されたことを受け、全交流電源供給機能等が喪失した場合における再処理施設の保全のための活動を行う体制の整備に関する事項の記載を変更した保安規定の変更認可申請を今後行う。

2. 指示文書の要求事項

2. 1 津波その他の事象を踏まえた緊急時安全対策について

津波その他の事象により、全交流電源供給機能等を喪失したとしても、使用済燃料の損傷等を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ再処理施設の全交流電源供給機能等の回復を図るために、緊急安全対策として、以下の対策を講じるとともに、今後の使用済燃料の再処理の事業に関する規則の改正に従い保安規定を整備し、保安規定の変更の認可を申請すること。

①緊急点検の実施

津波その他の事象に起因する緊急時対応のための機器、設備の緊急点検の実施

②緊急時対応計画の点検と訓練の実施

全交流電源供給機能等喪失を想定した緊急時対応計画の点検と訓練の実施

③緊急時の電源確保

再処理施設所内の電源が喪失し、緊急時電源が確保できない場合に、必要な電力を機動的に供給する代替電源の確保

④緊急時の全交流電源供給機能等喪失に対する長期的な対策

通常的全交流電源供給機能等が喪失した場合に、その全交流電源供給機能等復旧のための長期的な対策

⑤各再処理施設における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

2. 2 非常用動力装置の複数台の運転待機状態の確保

非常用母線に交流電源を供給するのに必要な非常用動力装置は、常時2台動作可能（同一再処理施設所内に複数の建屋がある場合には、必要な非常用母線に他の建屋に設置された非常用発電設備から受給可能な場合の台数を含む。）とするよう、保安規定の見直し及び配備等に向けた計画を作成すること。

なお、追加の非常用動力装置を稼動可能な状態にするまでに一定の期間を要する場合には、当該計画にそれまでの期間における対応も含めること。

3. 電源確保及び崩壊熱除去機能等に対する設計での対応

指示文書に対する実施状況については、「4. 指示事項に対する実施状況等」に示すが、本章では、当社再処理施設における電源確保、放射性物質の崩壊熱除去機能及び水素滞留防止機能に対する設計での対応について

以下に示す。

3. 1 電源確保

再処理施設における電源確保のための設計対応として、東北電力株式会社の送電線2回線から受電開閉設備で受電することで、1回線停電時においても再処理施設を運転できる能力を確保している。

さらに、外部からの2回線の受電が停止した場合には、非常用ディーゼル発電機により、安全上重要な施設の安全機能維持（以下、「安全機能維持」という。）に必要な電源を確保することとしている。

非常用ディーゼル発電機は、使用済燃料受入れ・貯蔵施設用として2台（約4,400kW×2台）、再処理施設本体用として2台（約7,300kW×2台）設置しており、各々1台の非常用ディーゼル発電機により、安全機能維持に必要な電源を確保することとし、約7日間連続運転が可能な容量の燃料貯蔵設備を有している。

これに加え、再処理施設本体については、運転予備用のディーゼル発電機（約11,000kW×1台）が設置されており、2台の非常用ディーゼル発電機が起動しなかった場合には、運転予備用のディーゼル発電機により、安全機能維持に必要な電源を確保することとしている。（添付資料-1 参照）

3. 2 崩壊熱除去機能等

(1) 崩壊熱除去機能

①安全冷却水系による冷却対象設備（添付資料-2 参照）

崩壊熱により溶液が沸騰に至るおそれのある機器については、再処理事業指定申請書に機器名が明記されており、以下に示す安全冷却水系により崩壊熱を適切に除去できるような設計としている。

安全冷却水系は、電源と同様に、使用済燃料受入れ・貯蔵施設用と再処理施設本体用とで別々の系統を設置している。

②安全冷却水系の安全設計（添付資料-3 参照）

安全冷却水系の系統構成については、塔槽類や使用済燃料貯蔵プールで発生する崩壊熱を除去する内部ループと、除去した熱を最終的に外部へ排出するための外部ループで構成している。特に、再処理施設本体の外部ループは各建屋に設置されている多数の内部ループに共通的に使用している。

安全冷却水系の外部ループは独立した2系列構成としており、さらに、各系列の冷却水循環ポンプ等の動的機器は多重化されている。安全冷却水系の外部ループは、1系列の運転でも崩壊熱除去に必要な容量が確保できる設計としている。また、2系列の外部ループに設置されている冷却塔は、離れた場所に設置している。

安全冷却水系の内部ループについては、再処理施設本体用では、崩壊熱により溶液が沸騰に至るまでの時間的余裕が小さい場合は独立した2系列構成の内部ループで冷却することとしており、一方、時間的余裕が大きい場合は1系列の内部ループで冷却することとしている。使用済燃料受入れ・貯蔵施設用の内部ループは2系列構成である。各内部ループの冷却水ポンプについては多重化しており、各内部ループの冷却水ポンプが1台故障した場合でも冷却機能に支障がない設計としている。

安全冷却水系は、外部からの電源供給が停止した場合には、非常用ディーゼル発電機から必要な電源を供給できる設計としている。

さらに、再処理施設本体の安全冷却水系は、再処理施設の安全を確保する上で特に重要な設備であり、災害防止の観点から以下の対策を講じている。

- ・ 安全冷却水系の外部ループについて、冷却塔や冷却水循環ポンプ等の複数の故障により外部ループが使用できなくなった場合にも対処できるよう、一般冷却水系又は使用済燃料受入れ・貯蔵施設の安全冷却水系の1系統から、外部ループに冷却水を供給することができる設計としている。
- ・ 安全冷却水系の内部ループについて、冷却水ポンプ等の複数の故障により内部ループで冷却水が循環できなくなった場合にも対処できるよう、外部ループと内部ループを繋ぐ熱交換器等をバイパス（迂回）させることにより、外部ループから冷却水を直接供給し冷却できる設計としている。

③安全冷却水系以外による崩壊熱除去機能

ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備の貯蔵ホールについては、換気設備により混合酸化物貯蔵容器を冷却することにより、ウラン・プルトニウム混合酸化物製品からの発熱を適切に除去する設計としている。

また、ガラス固化体貯蔵設備の貯蔵区域については、ガラス固化体からの崩壊熱により生じる空気の上昇気流により、崩壊熱を適切に除去できる設計としている。

(2) 放射線分解により発生する水素の滞留防止機能

①安全圧縮空気系による水素掃気対象設備（添付資料－4 参照）

放射線分解で発生する水素を積極的に掃気する必要のある機器については、再処理事業指定申請書に機器名が明記されており、以下に示す安全圧縮空気系により適切に水素を掃気できる設計としている。

なお、機器内に保有する放射性物質の量が少なく、安全圧縮空気系による掃気を必要としない機器等については、塔槽類廃ガス処理設備の排風機による排気や一般圧縮空気系等からの空気の流入により安全が確保できる設計としている。

また、静電気の発生の恐れのある機器は、接地し、放射性物質を取り扱う機器を収納するセル内において着火源を有する機器は使用しない等、着火源を排除するよう配慮している。

②安全圧縮空気系の安全設計（添付資料－5 参照）

安全圧縮空気系は、3台の空気圧縮機と3つの空気貯槽から構成され、空気貯槽は、それぞれ水素掃気用、計測制御用、かくはん用となっている。

空気圧縮機については、1台でも必要な容量の圧縮空気を供給できる能力を有しており、外部からの電源供給が停止した場合には、非常用ディーゼル発電機から必要な電源を供給できる設計としている。

なお、水素掃気用空気貯槽及び計測制御用空気貯槽の容量は、「30分間の全交流電源喪失」においても水素の滞留防止のための圧縮空気の供給が継続できる容量としている。

さらに、安全圧縮空気系のバックアップとして、一般圧縮空気系から圧縮空気を供給できる設計としている。

③その他

低レベル固体廃棄物貯蔵設備のうち、ハル・エンドピース貯蔵建屋の貯蔵プール、廃樹脂貯槽及びチャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の廃樹脂貯槽については、水素発生量が上記の対象設備よりも小さいが、排風機等により水素の滞留防止を図る設計としている。

4. 指示事項に対する実施状況等

4. 1 津波その他の事象を踏まえた緊急安全対策について

指示文書では、全交流電源供給機能等の喪失時における緊急安全対策の実施状況について報告するように求められている。当社再処理施設は、標高約55m、海岸から約5km離れた敷地に設置しているため、津波の影響を受けることは考えられないが、その他の原因により全交流電源供給機能等が喪失することを想定し、緊急安全対策について検討した。

全交流電源供給機能等が喪失した場合には、指示文書においても記載されている高レベル廃液等の液温上昇や高レベル廃液等を保有する貯槽内の水素濃度の上昇が懸念されることから、災害防止の観点から、適時性を有した対応とすることが必要である。

緊急安全対策の検討の前提となる、再処理施設の現在の状況と特徴を以下に示す。

放射性物質を含む溶液を保有する機器の範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解槽、抽出塔等の主要な機器には、崩壊熱や水素発生を評価する必要のある放射性物質を含む溶液を保有していない機器が多い ⇒放射性物質を保有していない機器は、全交流電源供給機能等が喪失した場合に、災害防止の観点からの対応は必要ない ・再処理工程内での放射性物質の増加につながるせん断・溶解は行っていない
機器内の溶液中の放射性物質	<ul style="list-style-type: none"> ・設計基準燃料（燃焼度：45,000 MWD/tU、冷却期間：4年）よりも燃焼度は低く、冷却期間は長い使用済燃料を起源としたものである ⇒崩壊熱と水素発生量が設計想定よりも小さく、溶液が沸騰に至るまでの時間が設計想定よりも長い、かつ、機器内で水素濃度が可燃限界濃度に達するまでの時間が設計想定よりも長い
機器内の溶液の貯蔵量	<ul style="list-style-type: none"> ・水素の滞留防止機能の評価に関係する機器内の溶液の貯蔵量は、設計条件として見込んでいる貯蔵量よりも少ない機器がほとんどである ⇒水素濃度評価に影響する機器内の空間容量が設計想定よりも大きいことから、機器内で水素濃度が可燃限界濃度に達するまでの時間が設計想定よりも長い
貯蔵している使用済燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料貯蔵プールに貯蔵している使用済燃料の燃焼度は、平均約35,000 MWD/tU、冷却期間は平均約13年であり、設計基準燃料よりも燃焼度は低く、冷却期間は長い ⇒設計想定より発生する崩壊熱量が小さいことから、プール水が沸騰に至るまでの時間が設計想定よりも長い

上表に示した前提を踏まえて現時点で対応すべき対象機器を特定し、資機材の入手可能性等も勘案し、必要な対策を取り纏めることとした。

なお、アクティブ試験としては、ガラス固化設備に係る試験等が残っているのみで、高レベル廃液貯蔵設備等にはガラス固化設備に係る試験に必要な量の放射性物質を含む溶液が既に貯蔵されており、ガラス固化設備に係る試験のための廃液の混合、調整、ガラス溶融炉の運転等の作業も考慮した上で、本報告書に示す緊急安全対策を策定した。

本報告書では、上記の考え方で検討した緊急安全対策について、指示文書の項目に従って、以下のように記載した。

指示文書の項目	本報告書での記載内容
①緊急点検の実施	現在保有している緊急時対応のための資機材の緊急点検結果を記載
②緊急時対応計画の点検と訓練の実施	全交流電源供給機能等喪失時の体制に係る計画等の整備状況及び全交流電源供給機能等の喪失を想定した対応訓練の結果を記載
③緊急時の電源確保	全交流電源供給機能喪失時を想定した場合に安全対策を講じる設備の抽出及び現在保有している電源車から給電する対象設備、電源供給に要する時間等について、崩壊熱除去と水素の滞留防止の観点から検討した結果を記載
④緊急時の全交流電源供給機能等喪失に対する長期的な対策	崩壊熱除去と水素掃気が必要な全負荷を賄うための電源車の追加配備、並びに、電源喪失以外の要因を想定した崩壊熱除去機能及び水素の滞留防止機能の追加措置を記載
⑤各再処理施設における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施	現在保有している電源車による給電は時間余裕の観点から再処理施設本体を優先したことから、全交流電源供給機能等喪失時には使用済燃料貯蔵プールへは注水が必要となるため、その対策を記載

以下に指示文書に記載された各項目に対する検討内容等について述べる。

①緊急点検の実施

何らかの理由により電源及び冷却機能が喪失する状況になった際の緊急対応のためのシナリオに沿った対応を確実にできるよう、以下に示す必要な資機材について点検を行い、問題ないことを確認した。(添付資料－6 参照)

- ・電源車：1台（2,000kVA（1,600kW））
- ・消防車：1台（48m³/h/台）
- ・可搬式消防ポンプ：2台（24m³/h/台）
- ・貯水槽（約10,000m³）
- ・防火水槽（約40m³×38基）
- ・消火用水貯槽（約900m³）
- ・電源ケーブル
- ・消防ホース

②緊急時対応計画の点検と訓練の実施

1) 緊急時対応計画の点検

全交流電源供給機能等喪失時の体制に係る計画及び対応のための細則、マニュアル類を、「2) 緊急時対応手順の訓練」に示す訓練結果も踏まえ、変更する保安規定の施行に併せて保安規定の下部規定として整備する計画である。

なお、保安規定の下部規定として定める「交流電源供給機能等喪失時の体制に係る計画」において、緊急安全対策に係る前提条件の具体的な適用を明確にするとともに、具体的な適用を変更する必要性が生じた場合は、当該計画を見直し、必要な社内手続きを行うものとする。

また、全交流電源供給機能等の喪失時の対応については、当該全交流電源喪失事象が原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報事象に該当するため、同法に基づき策定した原子力事業者防災業務計画に定める体制で対応する。

2) 緊急時対応手順の訓練（添付資料－7 参照）

福島第一、第二原子力発電所において発生した事故を踏まえ、再処理施設本体及び使用済燃料受入れ・貯蔵施設を対象とした全交流電源供給機能等の喪失を想定した以下の対応訓練を実施した。

- ・電源車による再処理施設本体への電源供給
- ・消防車及び可搬式消防ポンプを用いた使用済燃料貯蔵プールへの注水

訓練結果は、以下のとおりであった。

- ・電源車による再処理施設本体への電源供給のための電源車の移動、電源車からの電源供給のための電源ケーブルの繋ぎ込み等の作業が実施できることを確認した。
- ・使用済燃料貯蔵プールへの注水のための消防車及び可搬式消防ポンプの移動、使用済燃料貯蔵プールへの注水のための消防ホースの繋ぎ込み等の作業が実施できることを確認した。

また、今回実施した訓練は、事象発生を昼間と想定し、日勤者による対応について確認を行ったことから、今後は、直員等必要な要員に対する訓練や、事象発生を夜間・冬季と想定した訓練等を実施する計画である。

③緊急時の電源確保

全交流電源供給機能喪失時には、再処理施設のプロセスは停止状態になるが、再処理運転を行っていない場合でもその機能が要求される崩壊熱除去と水素滞留防止が必要な機器に対しては、電源供給が必要である。

崩壊熱除去と水素滞留防止の対象設備については、「3. 電源確保及び崩壊熱除去機能等に対する設計での対応」に示したように設計段階で抽出し、必要な対策を講じている。

再処理施設は、現在、再処理運転を行っておらず、これらの機器のうち溶解槽、抽出塔等の主要な機器には放射性物質を含む溶液を保有していない。そこで、設計段階で崩壊熱除去と水素滞留防止の対策を講じたものから、現在、放射性物質を含む溶液を保有していない機器を除いたものを緊急安全対策の要否を検討する対象とした。

検討に当たっては、今回の東日本大震災における実績をもとに外部電源が喪失する期間を想定し、その期間内に溶液が沸騰に至る可能性があるか、水素濃度が可燃限界濃度に達する可能性があるかを評価し、その結果に基づき緊急安全対策を講じる設備を抽出した。

なお、崩壊熱除去機能及び水素の滞留防止機能については、冷却水を循環するポンプや排風機等の関連する機器を運転することにより建屋単位でその機能の回復が図れることから、下表に緊急安全対策を講じる建

屋を示した。

機能要求	建屋名
崩壊熱除去	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋
	分離建屋
	精製建屋
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
	高レベル廃液ガラス固化建屋
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋
水素滞留防止	分離建屋
	精製建屋
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
	高レベル廃液ガラス固化建屋
	ハル・エンドピース貯蔵建屋

「①緊急点検の実施」に示したように2,000kVAの電源車を1台保有していることから、この電源車から電源を供給することで機能を回復する機器とそれ以外の手段で対応が図れる機器にわけ、各々の対応策について検討を行った。

1) 電源供給の対象

再処理施設で崩壊熱除去のための安全上重要な設備としては、使用済燃料受入れ・貯蔵施設の使用済燃料貯蔵プールを冷却する安全冷却水系及びプール水冷却系、並びに、高レベル廃液等を冷却する再処理施設本体用の安全冷却水系がある。

限られた電源車の能力を有効に利用するため、前者については、現在保有している消防車、可搬式消防ポンプ等を用いた注水で対応することとし、電源車については、後者の再処理施設本体用の安全冷却水系への給電を最優先とし、その他、崩壊熱除去の観点で安全上重要な設備であるウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の貯蔵室排風機、並びに、水素滞留防止のための共通設備である安全圧縮空気系に給電することとした。(添付資料－8 参照)

なお、前者の使用済燃料貯蔵プールへの注水については、「⑤各再処理施設における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施」に詳細を示す。

下表に電源車からの給電設備を示す。(添付資料－9 参照)

緊急安全対策としての給電設備			電力負荷 (kW)
崩壊熱除去機能	安全冷却水系	冷却塔 (ファン8台)	約190
		冷却水循環ポンプ (外部ループ) (1系統)	約230
		分離建屋の高レベル廃液濃縮缶の冷却水ポンプ (内部ループ)	約40
		精製建屋のプルトニウム濃縮液貯槽等の冷却水ポンプ (内部ループ)	約5
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の硝酸プルトニウム貯槽等の冷却水ポンプ (内部ループ)	約4
		高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル濃縮廃液貯槽等の冷却水ポンプ (内部ループ)	約60
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の貯蔵室排風機	約136	
水素滞留防止機能	安全圧縮空気系	空気圧縮機 (1台)	約190
その他	塔槽類廃ガス処理系等	前処理建屋、分離建屋、精製建屋プルトニウム精製系、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の塔槽類廃ガス処理設備、並びに、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の排風機	約180
	計測制御系	安全系監視制御盤、安全系制御盤等	約100

電源車を接続して運転する設備の電力負荷は、合計約1,100kWとなり、現在保有している電源車(2,000kVA(1,600kW):1台)で給電が可能な範囲である。

上表に示した各設備の電力負荷の値は、実際に非常用ディーゼル発電機を起動させた時の実績をもとに設定した値である。

また、各設備に電力を投入する際の起動電力を考慮しても、電源車から電源の供給が適切に実施できることを確認している。

上表の塔槽類廃ガス処理系等は、安全圧縮空気系により塔槽類から追いつけられた水素を含む廃ガスを建屋外に排出するために稼働させることとしたものである。

上記の対応で現在の状況に対する再処理施設の安全は確保できると評価しているが、更なる安全性向上のため、次節で示す電源車からの給電に要する期間も継続して圧縮空気の供給が行えるよう、安全圧縮空気系の設備に発電機を併設した空気コンプレッサーを設置する。(対応期間：1ヶ月程度)

なお、現在保有している電源車と同容量の電源車を今後2台追加で配備する予定である。(対応期間：1台は7ヶ月程度(年内)、もう1台は10ヶ月程度(年度内)に配備予定)

2) 電源供給に要する時間

電源車の接続に要する時間と、崩壊熱による溶液の温度上昇及び水素濃度上昇に係る時間との関係についての考え方を以下に示す。

「②緊急時対応計画の点検と訓練の実施 2) 緊急時対応手順の訓練」に示した訓練では、電源車の配置、ケーブル敷設、電源盤への繋ぎ込み、電源車の起動確認までを約40～50分で実施できた。

そこで、夜間や冬季等事象発生時の状況の違いを考慮し、さらに実際の緊急安全対策に係る作業としては、電源車の配置、電源盤への繋ぎ込み、電源車の起動のほか、通常設備が運転している状態では実際の作業を伴う訓練ができない現場での電源隔離作業等を実施する必要があることも踏まえ、崩壊熱除去機能等の回復に要する時間としては、訓練実績に対して余裕をみて3交替勤務の2直分にあたる16時間以内で対応することとした。

この間に崩壊熱により溶液が沸騰に至らないことや、放射線分解で発生する水素の濃度が可燃限界濃度に達しないことを、再処理施設の現在の状況をもとに、以下のように確認した。

- ・全交流電源供給機能が喪失した場合、現在貯槽に保有している高レベル濃縮廃液及びプルトニウム濃縮液が沸騰に至るまでの時間は1日程度
- ・全交流電源供給機能が喪失した場合、水素濃度が可燃限界濃度に達するまでの時間が最も早い機器(高レベル廃液混合槽)で40時間程

度であり、その他の機器等は水素濃度が可燃限界濃度に達するまでの時間は高レベル廃液混合槽よりも十分長い

なお、電源車については、再処理施設内の燃料貯蔵タンクから直接燃料を供給できるようにするため、燃料貯蔵タンク付近の電源車から電源供給先である非常用電源建屋へ給電するために必要な電源ケーブル等の配備を行った。

3) 電源車以外による対応

電源車からの電源供給以外の方法で機能回復を図る対象設備としては、以下のものがある。

対応方法	対象設備
計装配管からのインリーク	高レベル廃液ガラス固化建屋 廃ガス洗浄液槽
ダクトに設置されている弁を開放	ハル・エンドピース貯蔵建屋 貯蔵プール

上表の対象機器に対して対応が必要な時間は、機器によって異なるものの、「1) 電源供給の対象」に示した設備により崩壊熱除去機能及び水素滞留防止機能の回復を図る対象機器と比較し十分な時間余裕があるため、「1) 電源供給の対象」に示した設備の対応を行った後、順次これらの設備の対応を行う。

「1) 電源供給の対象」に示した設備を運転すること、並びに、上述した対応を行うことにより、緊急安全対策として対応が必要な機器に対する崩壊熱除去機能及び水素滞留防止機能の回復を図ることができる。

(添付資料-10 参照)

④緊急時の全交流電源供給機能等喪失に対する長期的な対策

「③緊急時の電源確保」において、再処理施設の現状を踏まえて必要となる緊急安全対策について述べたが、今後、さらに安全対策の拡充を目的として、長期的な対策についても計画的に実施する。

具体的には、電源喪失以外の要因を想定した場合の崩壊熱除去機能等の確保に対する安全対策として、以下に示す対策を実施する。(添付資料-11 参照)

1) 崩壊熱除去機能の確保

高レベル廃液等の崩壊熱を除去するための安全冷却水系は、再処理施設で最も重要な設備として、「3. 2 崩壊熱除去機能等 (1) 崩壊熱除去機能」に示したように、外部ループと内部ループを熱交換器等で繋いだ2系統構成とし、冷却水を循環するポンプ等の動的機器は多重化する等の設備設計としている。

従って、冷却水循環ポンプ等の単一故障が発生した場合には、多重化している他のポンプに切り替えることで崩壊熱除去機能を維持できる設計としている。

このように多重化した設備を設ける等の安全設計を施した安全冷却水系について、どこまでの故障を想定して、災害対策としての緊急安全対策を実施するか、発生の可能性を考慮し以下の順で検討することとした。

- ・ 冷却水循環ポンプ等の動的機器のすべてに影響のある全交流電源供給機能の喪失：「③緊急時の電源確保」で示したように電源車で対応
- ・ 全内部ループに共通となっている外部ループの冷却水循環ポンプの多重故障：使用済燃料受入れ・貯蔵施設の安全冷却水系又は一般冷却水系からの冷却水の供給で対応
- ・ 建屋ごとに分かれて複数設置されている内部ループの冷却水ポンプの多重故障：熱交換器等をバイパス（迂回）させることにより外部ループから冷却水を内部ループに直接供給して貯槽等を冷却
- ・ 何らかの理由で、外部ループ及び内部ループの冷却に係るポンプ等すべての動的機器が機能喪失：消防車等を用い、外部から高レベル濃縮廃液貯槽等の冷却コイルへ注水するための設備、手順について整備する。（対応期間：1年程度）（添付資料－12 参照）さらに、冷却コイル等への注水等のための水源として近隣の河川や湖沼で利用可能な箇所を確保し、給水できるように資機材等を整備する。（対応期間：3ヶ月程度）

2) 水素滞留防止機能の確保

「③緊急時の電源確保」に示した発電機を併設した空気コンプレッサーを設置することで、3台ある安全圧縮空気系の空気圧縮機が多重故障により全台停止した場合にも、圧縮空気を供給し、水素滞留防止機能を維持することができる。（対応期間：1ヶ月程度）

上記の資機材の確保等に合わせて、順次必要な手順を整備し、手順等に従った訓練を計画する。

また、上述の「①緊急点検の実施」及び「②緊急時対応計画の点検と訓練の実施」については、今後も定期的の実施し、資機材の健全性を確認するとともに、訓練を通じて対応力を高めることとする。

⑤各再処理施設における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

再処理施設全体で全交流電源供給機能等が喪失すると、使用済燃料貯蔵プールの安全冷却水系、プール水冷却系及び補給水設備の機能も喪失する。

この場合、「③緊急時の電源確保」に示したように、電源車による電源の供給は再処理施設本体に対して行うため、使用済燃料貯蔵プールは、使用済燃料が露出しないよう水位を維持する必要があることから、水源から使用済燃料貯蔵プールに、既に配備されている消防車、可搬式消防ポンプ等を使用して注水する。(添付資料－13 参照)

使用済燃料貯蔵プールへの注水方法としては、以下のとおりである。

- a. 屋内消火栓による供給（水源は、消火用水貯槽：約900m³）
- b. 屋外消火栓による供給（水源は、消火用水貯槽：約900m³）
- c. 可搬式消防ポンプによる供給（水源は、防火水槽：約40m³×38基）
- d. 消防車による供給（水源は、貯水槽：約10,000m³）

また、「②緊急時対応計画の点検と訓練の実施 2）緊急時対応手順の訓練」に示した訓練結果では、防火水槽から使用済燃料貯蔵プールへの注水等を約30～60分で実施できることを確認した。

一方、電源喪失による冷却停止からのプール水の温度上昇については以下のように評価している。(添付資料－14 参照)

- ・使用済燃料受入れ・貯蔵施設の電源が喪失した場合には、現在の使用済燃料貯蔵プールに貯蔵されている燃料条件をもとに評価すると、使用済燃料貯蔵プールのプール水の温度が上昇し沸騰に至るまでの時間は、20日程度
- ・沸騰によりプール水の液位が低下し使用済燃料が露出するまでの時間は、さらに100日程度

従って、使用済燃料貯蔵プールの水位維持のための注水作業は、夜間や冬季等の状況の違いを考慮するとともに、電源喪失後の電源車接続等のその他の作業の優先度を勘案し、2日以内に対応できるようにする。

4. 2 非常用動力装置の複数台の運転待機状態の確保

非常用母線に交流電源を供給するのに必要な非常用動力装置は、「3. 1 電源確保」に示したように使用済燃料受入れ・貯蔵施設用として2台、再処理施設本体用として2台あり、定期的に機器の点検を行う必要がある。

通常は2台動作可能な状態であるが、この点検の間は、非常用動力装置は1台動作可能という状態になるため、点検時を含めて常時2台動作可能とするためには、新たに非常用動力装置を配備する必要がある。

新たな非常用動力装置については、現状の装置のように使用済燃料受入れ・貯蔵施設用と再処理施設本体用に分けるような設置方法とするのか、両方で共用できるような設置方法とするのかも含め設置場所、容量等について検討する。

所要の手続きを含め仕様検討、詳細設計等終了後4年を、新たな非常用動力装置の設置完了までの目標期間とする。

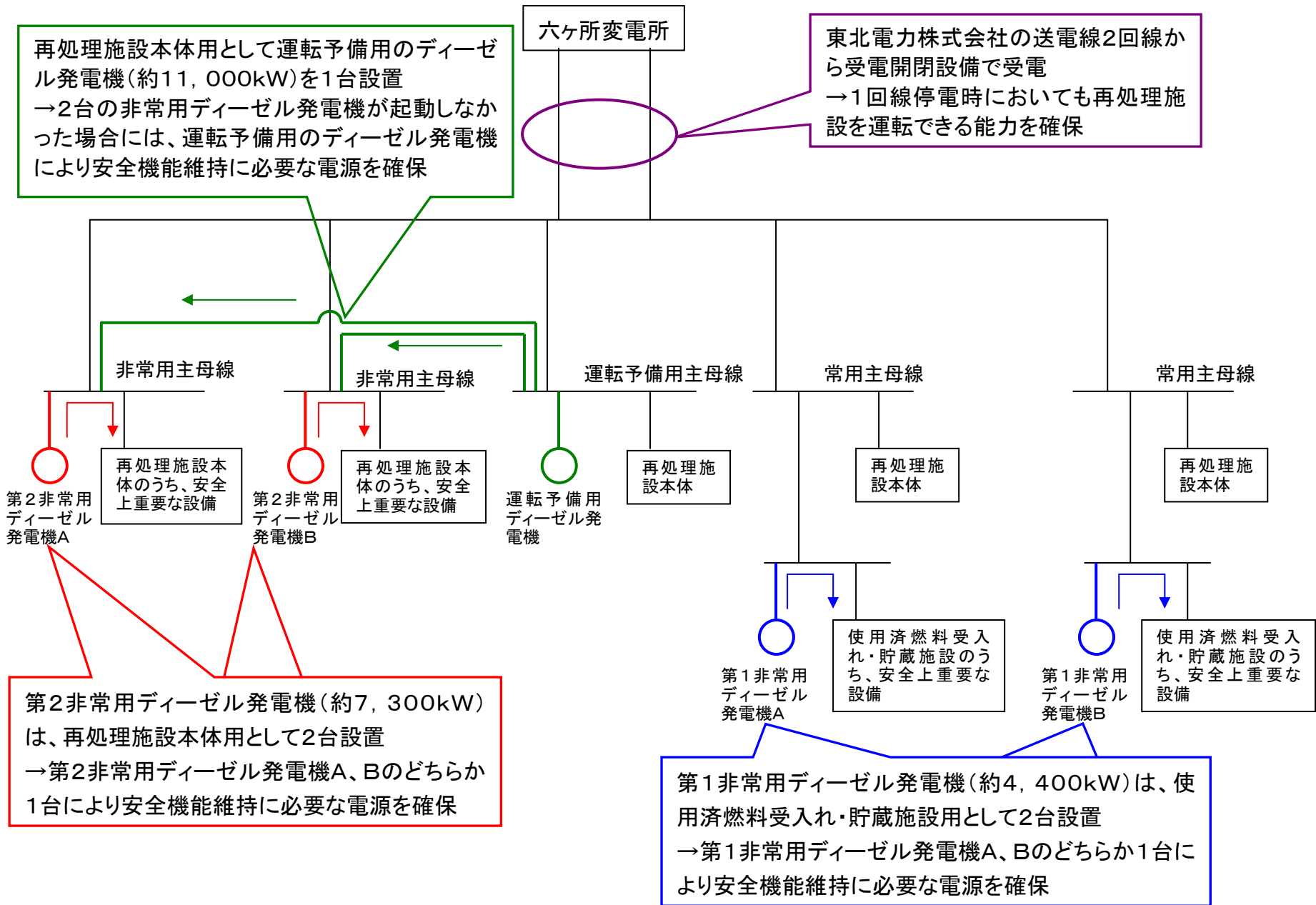
また、非常用動力装置を新たに設置するまでの間の措置として、再処理施設本体の運転予備用ディーゼル発電機及び「③緊急時の電源確保」に示した電源車を、非常用動力装置が定期的な点検等により1台体制となった場合の代替手段として活用できるよう、資機材・手順を整備することとする。(対応期間：1ヶ月)

再処理施設本体の代替手段である運転予備用ディーゼル発電機は、再処理施設本体用の非常用ディーゼル発電機よりも電源容量が大きいため、非常用ディーゼル発電機に接続されている設備に対して十分電源を供給することができる。

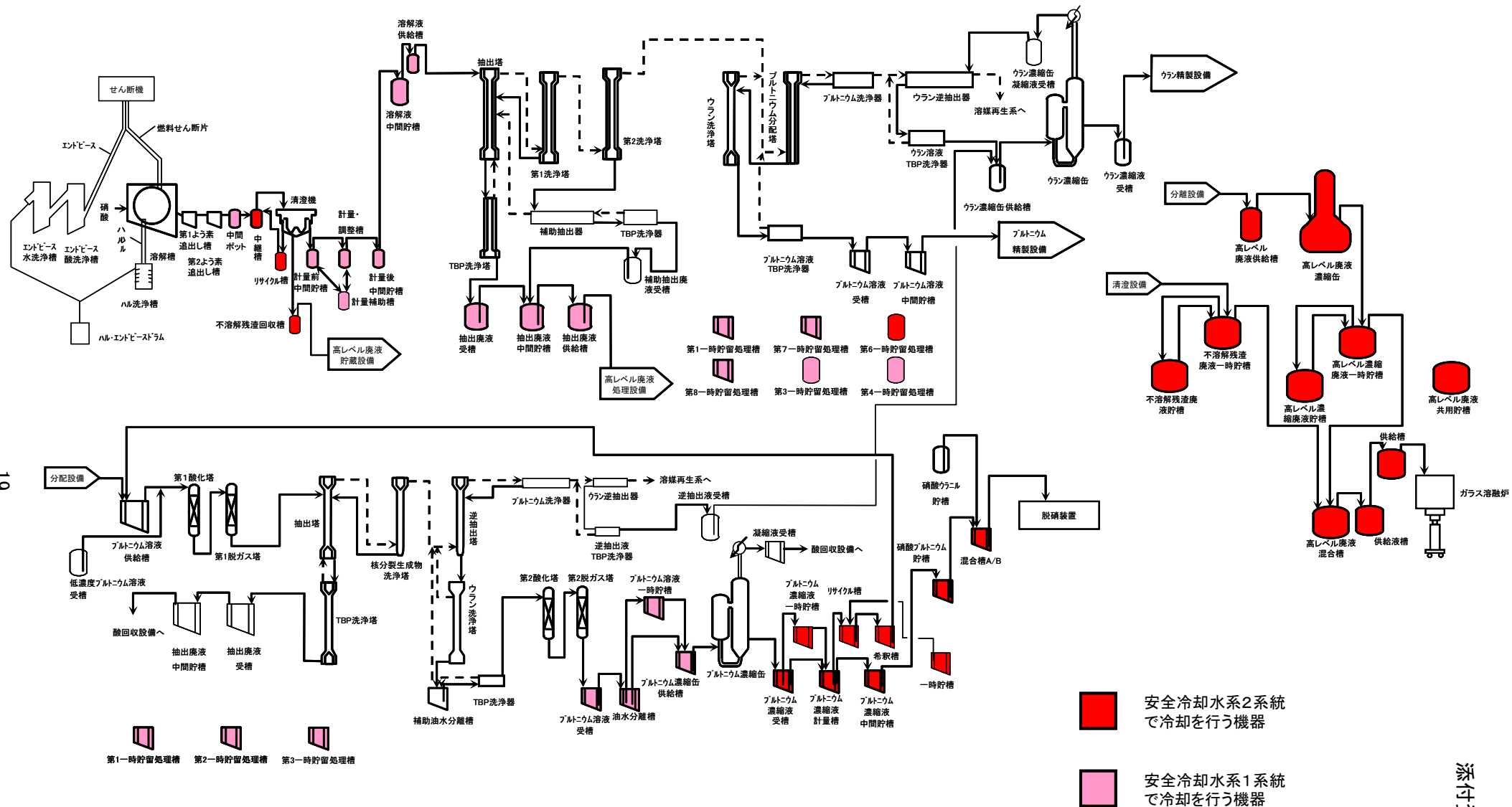
一方、使用済燃料受入れ・貯蔵施設の代替手段である電源車は、使用済燃料受入れ・貯蔵施設用のディーゼル発電機よりも電源容量が小さいため、電源を供給する設備を限定し、安全冷却水系、プール水冷却系及び補給水設備を対象とする。対象設備の設計電力負荷合計は、約1,570kWであり、設備ごとの設計電力負荷は、以下のとおりである。

- ・安全冷却水系冷却塔：約 680 kW
- ・安全冷却水系冷却水循環ポンプ：約 560 kW
- ・プール水冷却系ポンプ：約 300 kW
- ・補給水設備ポンプ：約 30 kW

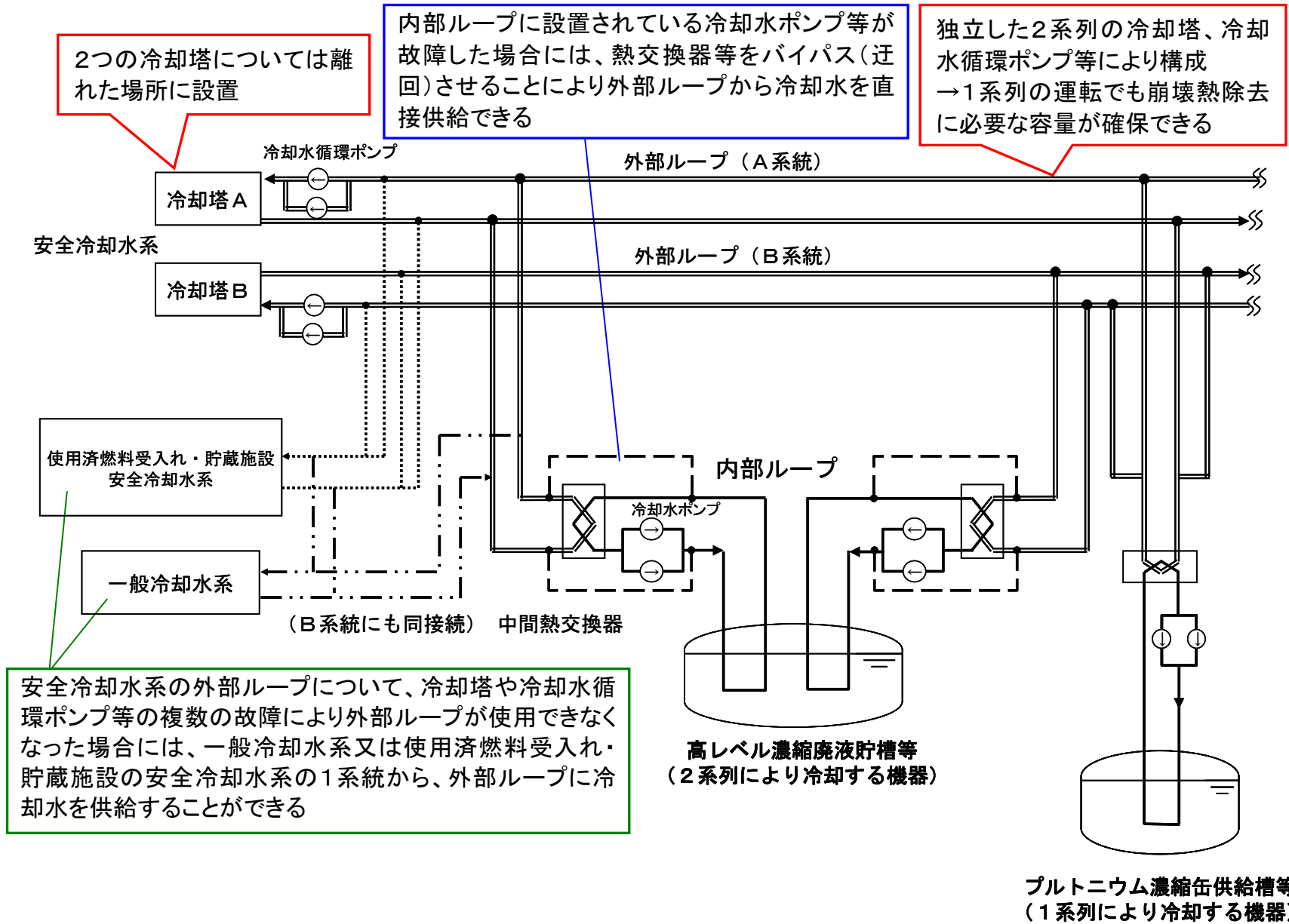
以 上



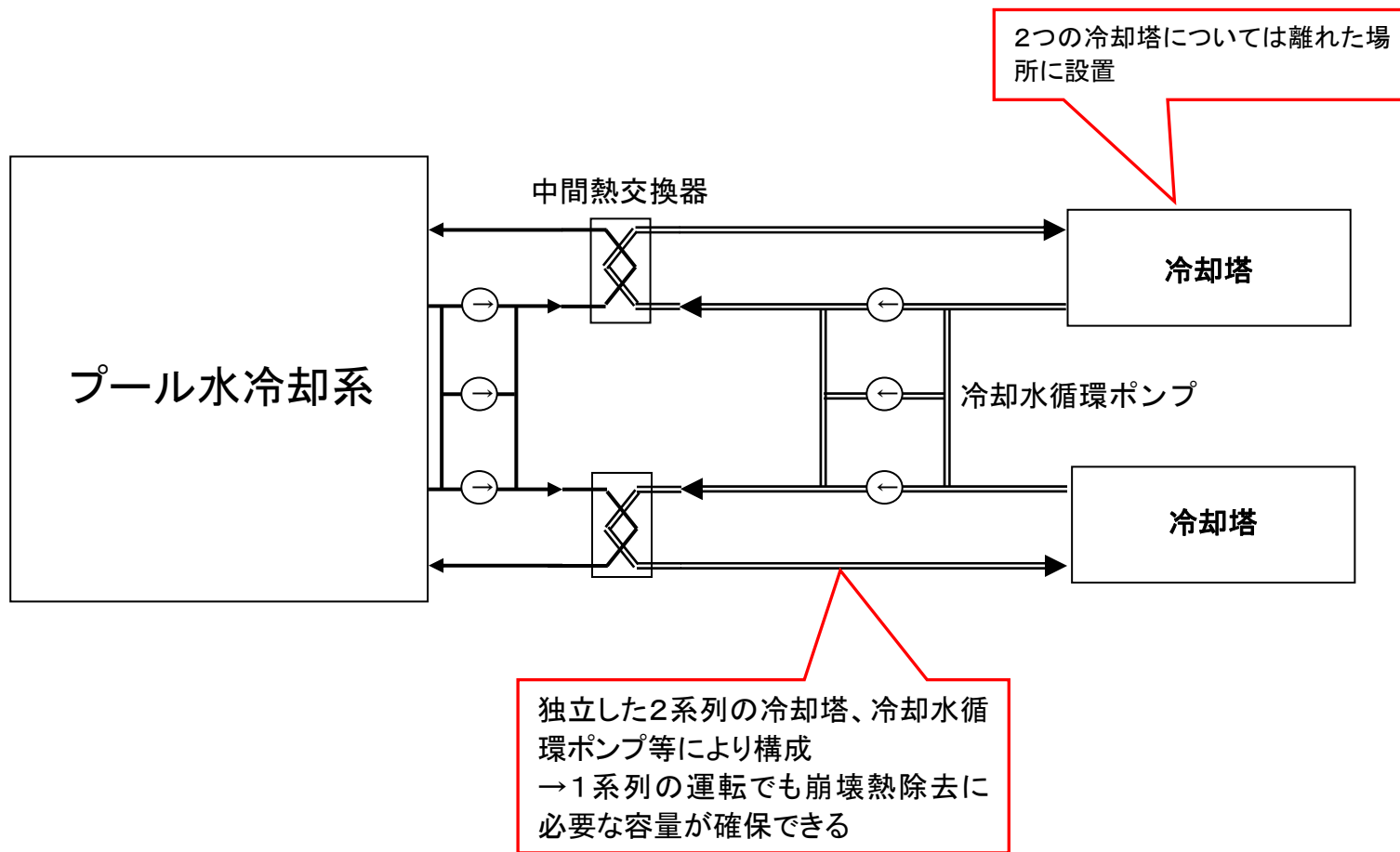
電源確保に対する設計での対応概要



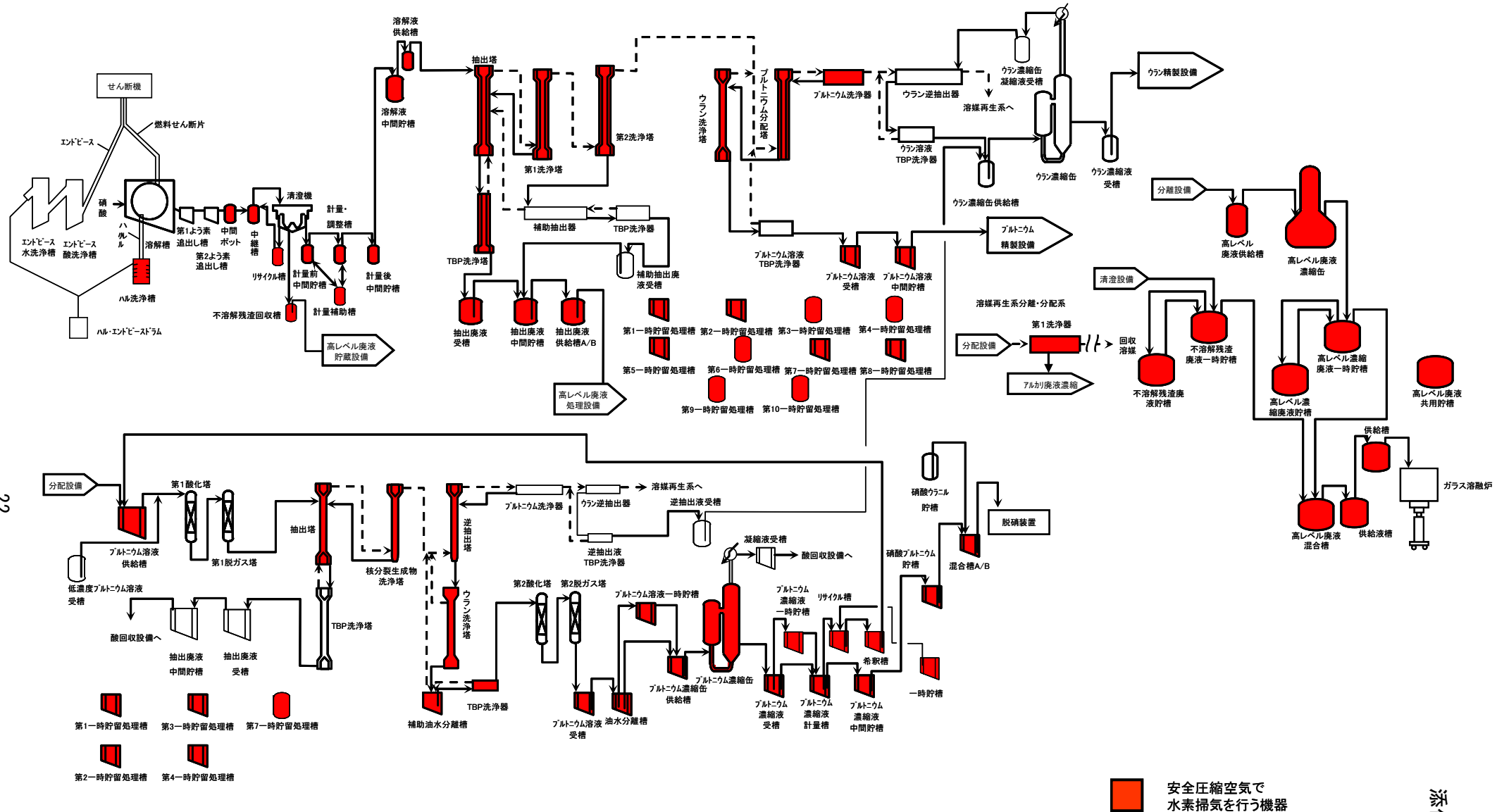
崩壊熱除去機能の対象設備



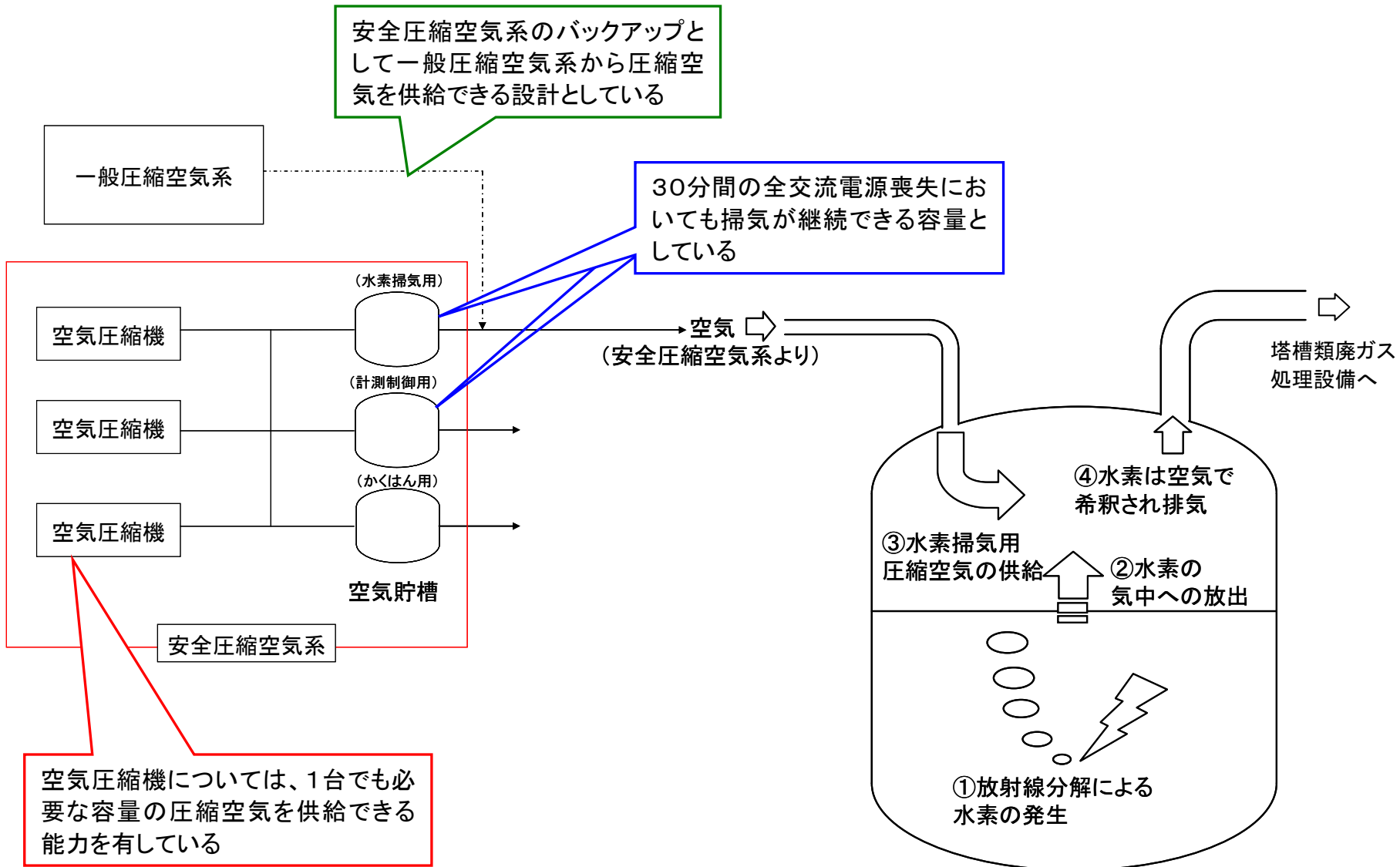
崩壊熱除去機能に対する設計での対応概要 (1 / 2)
(再処理施設本体の例)



崩壊熱除去機能に対する設計での対応概要 (2 / 2)
(使用済燃料受入れ・貯蔵施設の例)



放射線分解により発生する水素の滞留防止機能の対象設備



安全圧縮空気系の設備概要

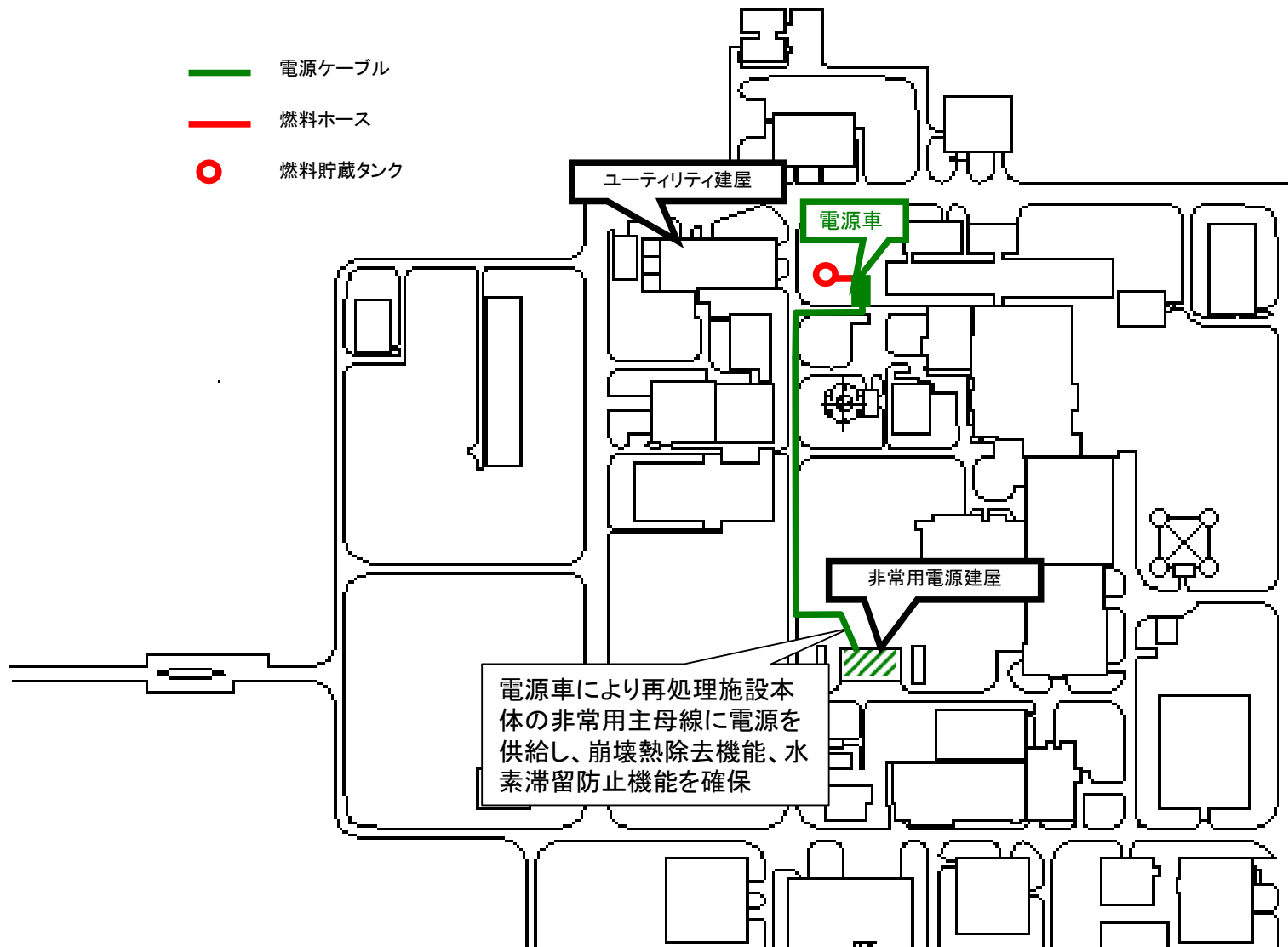
再処理施設における緊急時の対応設備に対する点検結果

設備	仕様	点検項目	点検結果	点検完了日
電源車 電源ケーブル	出力：2,000kVA(1,600kW) 台数：1台 燃料：A重油 燃料タンク容量：約400L 燃料消費量：約800L/h 燃料貯蔵タンクから直接給油	・外観 ・数量 ・性能確認 ・電源ケーブルの必要長さ	良	H23.4.22
可搬式消防ポンプ 消防ホース	流量：24m ³ /h、台数：1台 燃料：ガソリン 燃料タンク容量：12L 燃料消費量：6L/h 消防ホース 20m×8本	・外観 ・数量 ・性能確認 ・消防ホースの必要長さ	良	H23.4.14
可搬式消防ポンプ 消防ホース	流量：24m ³ /h、台数：1台 燃料：ガソリン 燃料タンク容量：12L 燃料消費量：6L/h 消防ホース 20m×19本	・外観 ・数量 ・性能確認 ・消防ホースの必要長さ	良	H23.4.13、14
消防車 消防ホース	流量：48m ³ /h、台数：1台 燃料：軽油 燃料タンク容量：200L 燃料消費量：10L/h 消防ホース 20m×25本	・外観 ・数量 ・性能確認 ・消防ホースの必要長さ	良	H23.4.13、14
貯水槽	約10,000m ³	・外観	良	H23.4.22
防火水槽	約40m ³ ×38基	・外観	良	H23.4.18
消火用水貯槽	約900m ³	・外観	良	H23.4.22

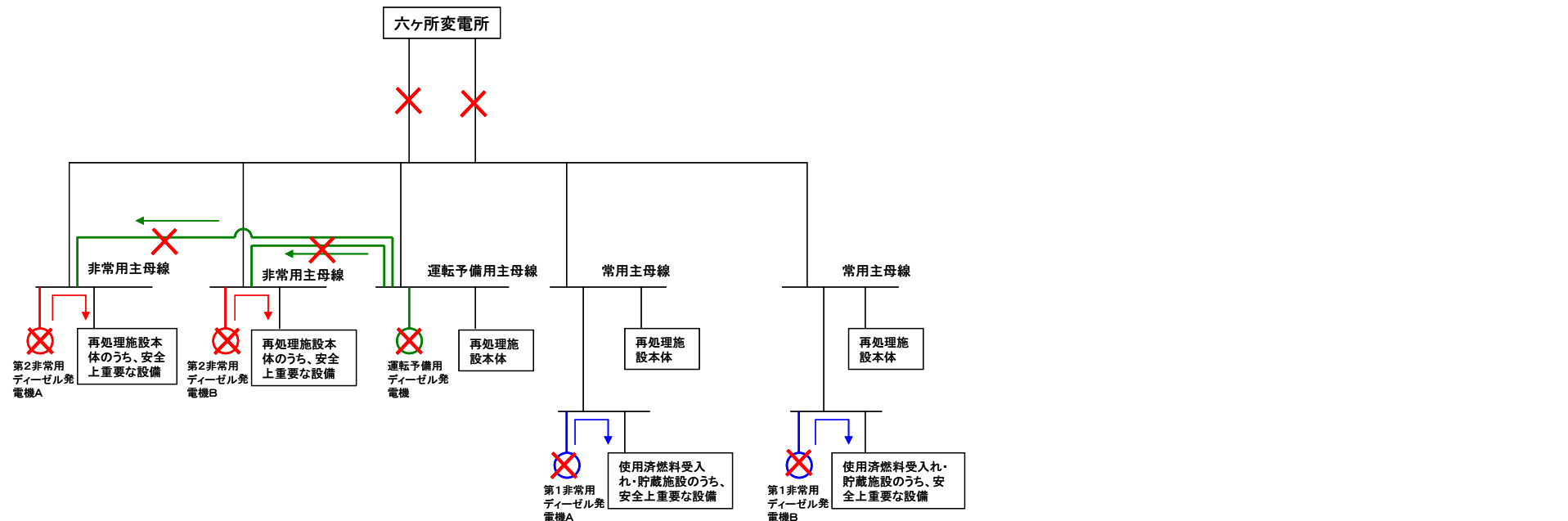
訓練実施結果

項目	訓練内容	所要時間	訓練日
電源車による電源復旧	・電源車の配置、ケーブル敷設、電源盤への繋ぎ込み、起動確認	50分	H23.4.14
		44分	H23.4.21
使用済燃料貯蔵プールへの注水	<ul style="list-style-type: none"> ・プールへの注水に用いる資機材の準備（放射線防護具、可搬式消防ポンプ、消防ホース等） ・プールへの注水に用いる資機材の接続（建屋内の消防ホースの配置及び接続） 	46分	H23.4.14
		<ul style="list-style-type: none"> ・防火水槽からプールへの注水に用いる資機材の接続（建屋外の可搬式消防ポンプの配置及び消防ホースの接続、消防ホースの配置及び接続） ・可搬式消防ポンプ起動によるプールへの注水 	33分
	<ul style="list-style-type: none"> ・防火水槽への給水用資機材の準備（可搬式消防ポンプ、消防ホース等） ・ユーティリティ建屋消火用水貯槽から防火水槽への給水用資機材の接続（可搬式消防ポンプの配置及び消防ホースの接続、消火用水貯槽と防火水槽間の消防ホースの配置及び接続） ・可搬式消防ポンプ起動による防火水槽への給水 		59分
		40分	H23.4.21
	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーティリティ建屋消火用水貯槽への給水用資機材の準備（消防車、消防ホース等） ・貯水槽からユーティリティ建屋消火用水貯槽への給水用資機材の接続（消防車の配置及び消防ホースの接続、給水管を貯水槽へ配置、消火用水貯槽と貯水槽間の消防ホースの配置及び接続） ・消防車のポンプ起動によるユーティリティ建屋消火用水貯槽への給水 	64分	H23.4.14
		40分	H23.4.21

- 電源ケーブル
- 燃料ホース
- 燃料貯蔵タンク



全交流電源喪失時の電源車の繋ぎ込み (1 / 2)

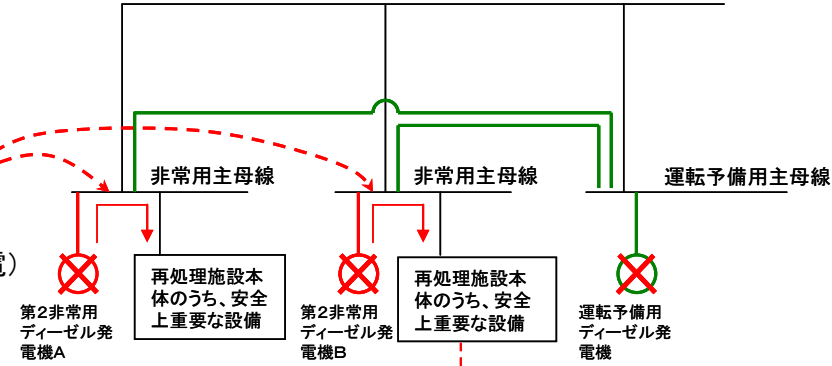


27

- ・電源車を再処理施設本体の非常用主母線に接続
- ・崩壊熱除去機能、水素滞留防止機能の復旧

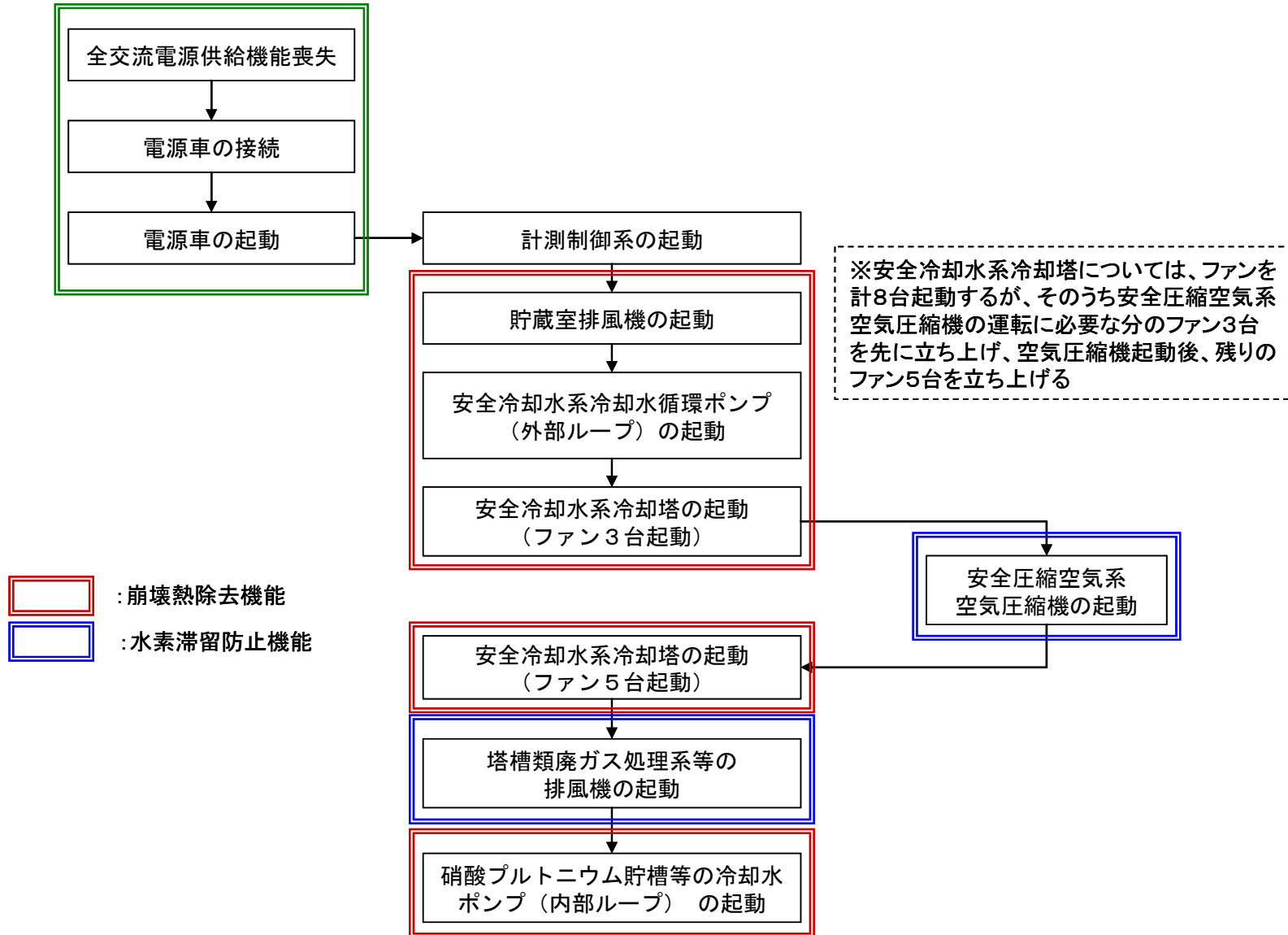


(いずれかの非常用主母線に給電)



- 電源車の出力で非常用主母線に接続されている負荷全てを運転することはできないため運転する負荷先を選定
- 安全冷却水系(冷却塔、外部ループ及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の硝酸プルトニウム貯槽等の冷却水ポンプ(内部ループ))
 - ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の貯蔵室排風機
 - 安全圧縮空気系空気圧縮機
 - 塔槽類廃ガス処理系等排風機(水素滞留防止機能確保のため:前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋)
 - 安全系監視制御盤、安全系制御盤等

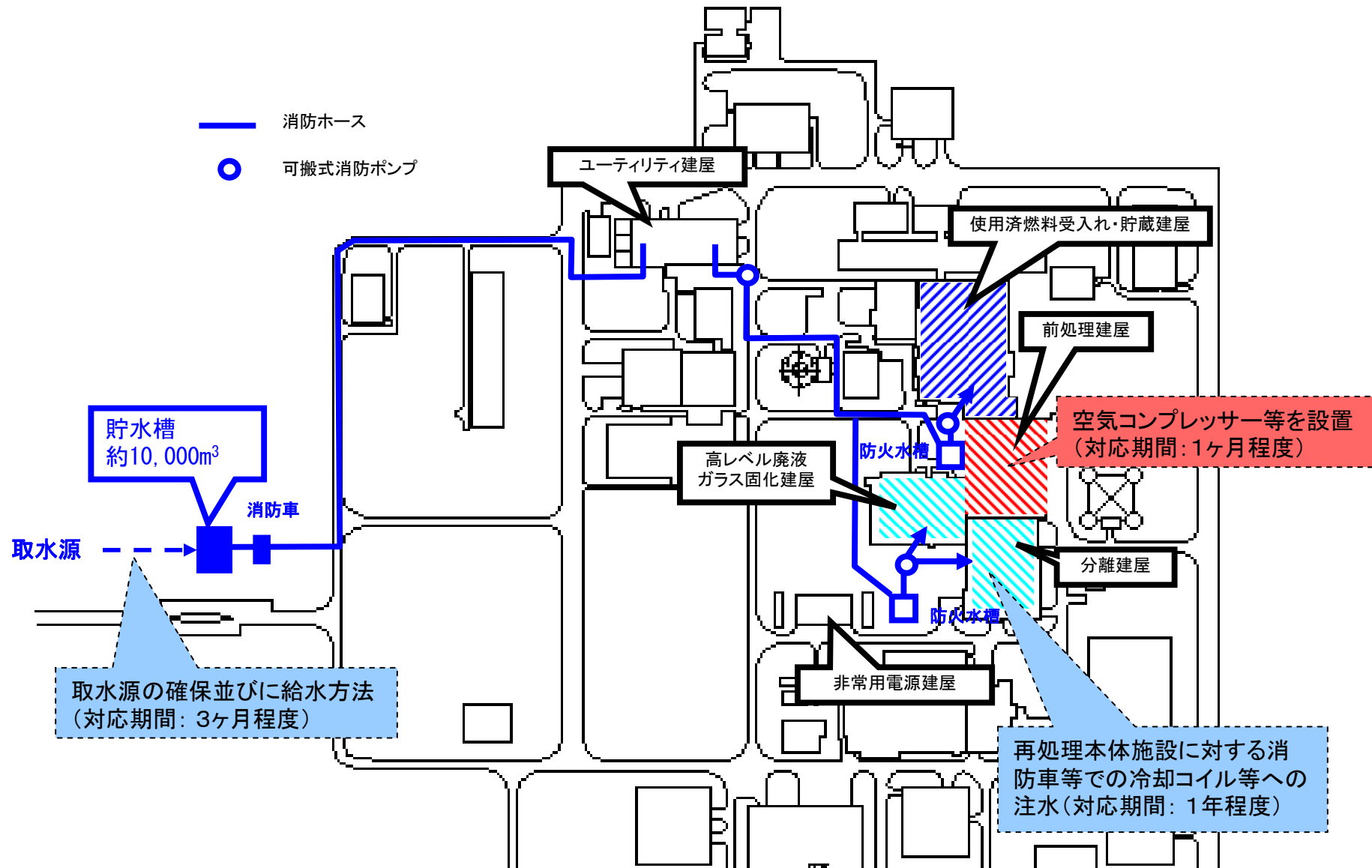
全交流電源喪失時の電源車の繋ぎ込み (2 / 2)



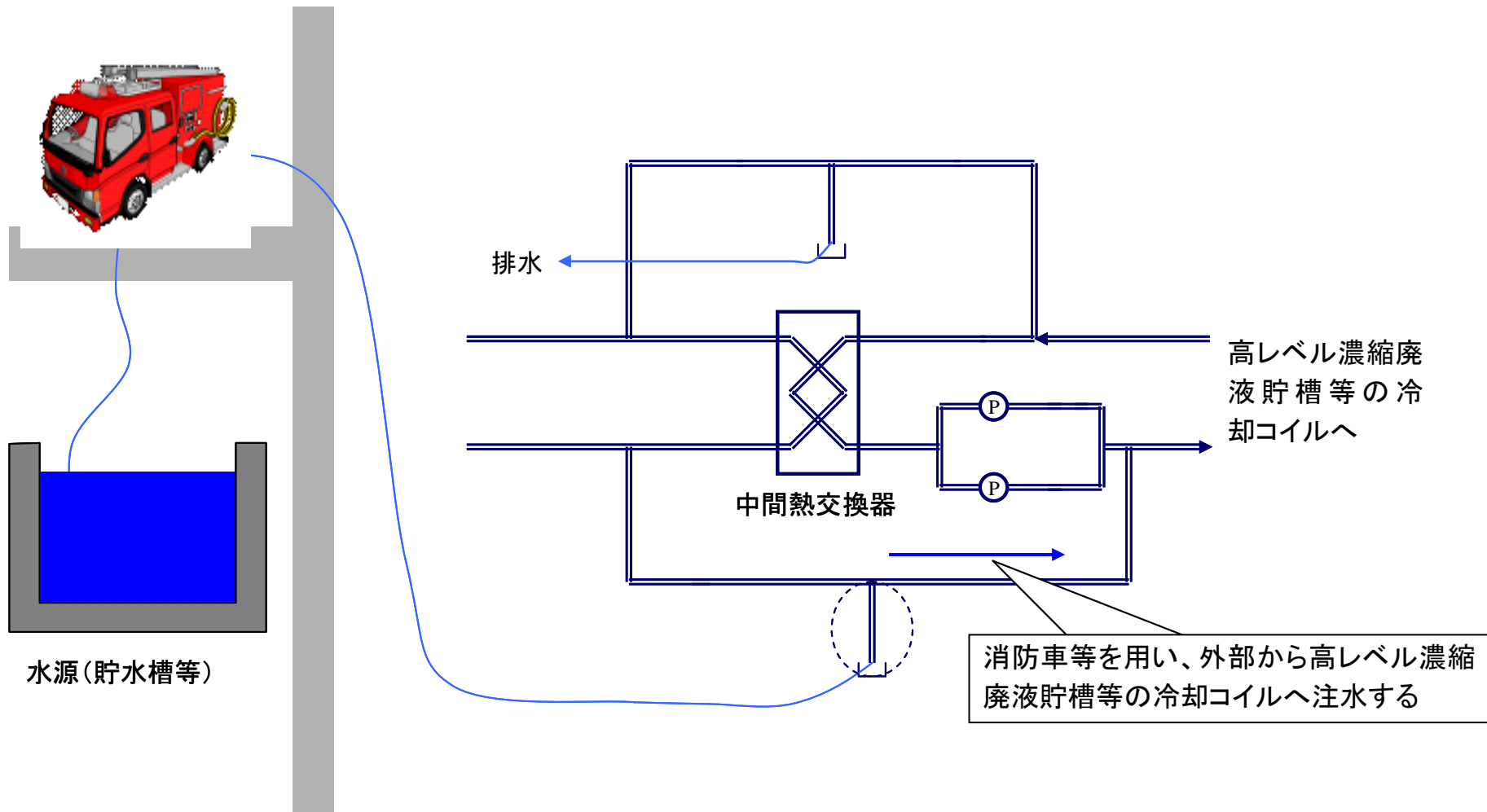
電源車による電源供給の順序

全交流電源供給機能等の喪失が発生した際に緊急安全対策が必要な設備に対する対応

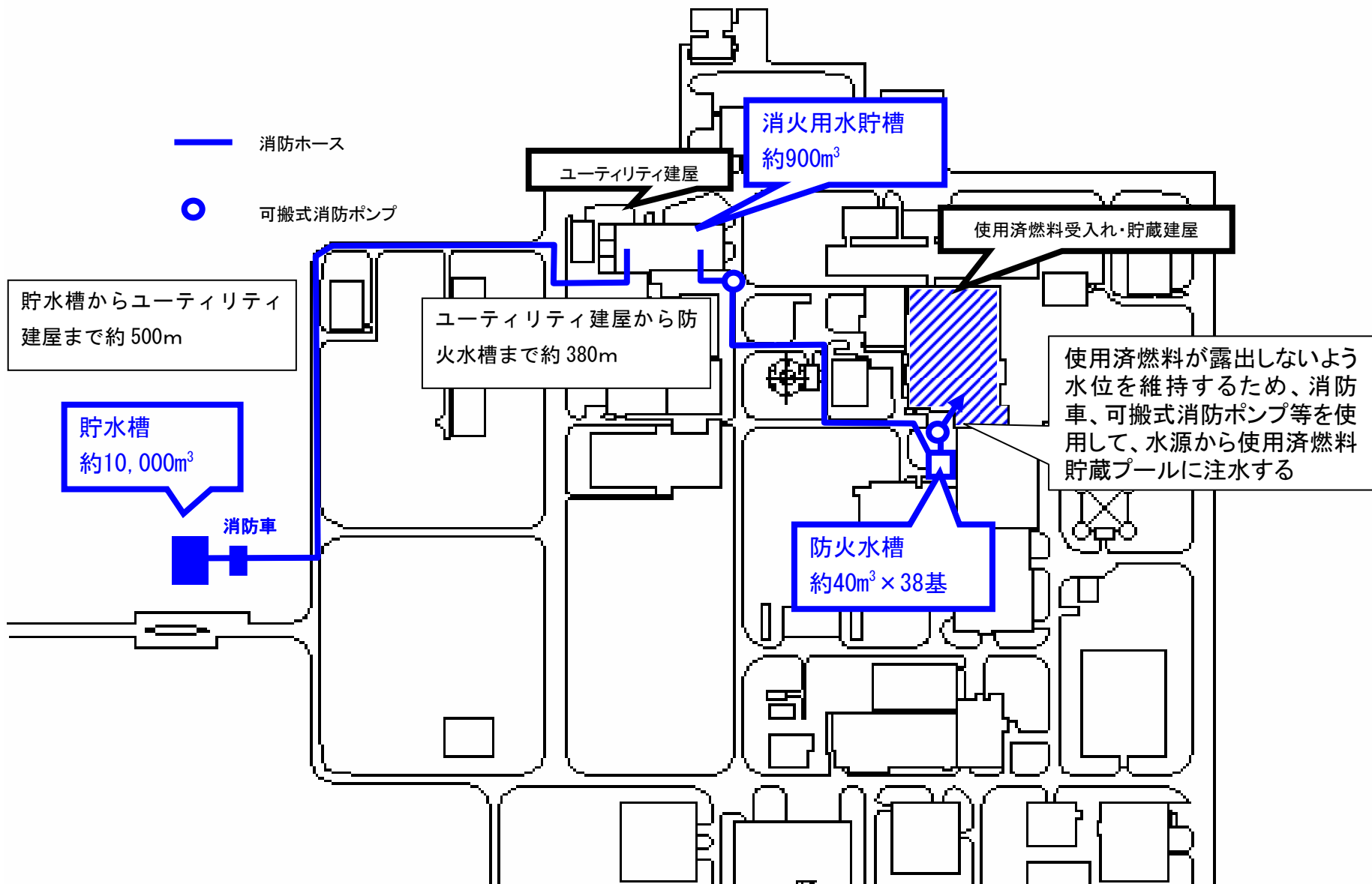
機能要求	建屋名	電源車による対応	電源車以外による対応		
崩壊熱除去	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	—	○ (消防車等による注水)		
	分離建屋	○ (冷却塔、冷却水循環ポンプ等運転)	—		
	精製建屋				
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋				
	高レベル廃液ガラス固化建屋				
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋			○ (貯蔵室排風機運転)	—
水素滞留防止	分離建屋	○ (空気圧縮機、排風機運転)	—		
	精製建屋	○ (空気圧縮機、排風機運転)	—		
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋				
	高レベル廃液ガラス固化建屋			○ (計装配管からのインリーク)	
	ハル・エンドピース貯蔵建屋			—	○ (ダクトに設置されている弁を開放)



緊急時の全交流電源供給機能等喪失に対する長期的な対策



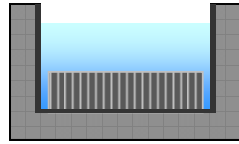
消防車等での冷却コイル等への注水概要



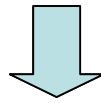
全交流電源喪失時の使用済燃料貯蔵プールの崩壊熱除去機能の確保に係る対応概要

対策を講じない場合の事象の進展

全交流電源供給機能喪失

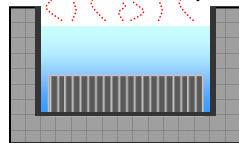


20日程度*

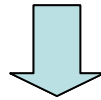


沸騰により放出が継続

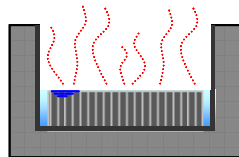
使用済燃料の崩壊熱によりプール水沸騰



100日程度*

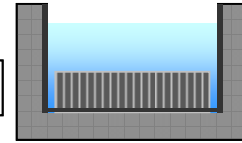


沸騰によりプール水の液位が低下し使用済燃料が露出



緊急安全対策を講じた場合

全交流電源供給機能喪失



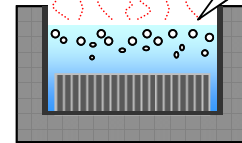
消防車を用いた使用済燃料貯蔵プールへの注水準備



プールへの注水を開始



プール水は蒸発するが使用済燃料の露出には至らない



※現在使用済燃料貯蔵プールに貯蔵されている使用済燃料の発熱量（冷却期間平均13年）等のデータをもとに評価

全交流電源喪失時の沸騰に至るまでの時間を考慮した対応概要