

材料試験炉（JMTR及びホットラボ）の 核燃料物質使用変更許可申請について

令和2年11月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
材料試験炉部

共通事項

共通-①「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の適合性に係る追記事項について設計変更を行う必要があるのか説明すること

共通-②相対濃度及び相対線量の評価における評価年の設定について説明すること

JMTR編	ホットラボ編
JM-①実態に即した廃棄物保管庫の線量評価について検討すること	HL-①ホットラボのディーゼル発電機で電源供給を代替できる理由について説明すること。
JM-②照射済燃料試料の破損事故の発生の確認方法について説明すること	HL-②安全上重要な施設の有無に関して、今回記載した経緯を説明すること
JM-③照射済燃料試料の破損事故発生後の対応について説明すること	
JM-④設計想定事故である照射済燃料試料の落下について説明すること	
JM-⑤使用施設と原子炉施設の事故を重畳しない理由について説明すること	
JM-⑥設計想定事故として、核燃料物質による臨界及び遮蔽機能の不全を考慮しない理由を説明すること	
JM-⑦外部電源喪失時における代替措置について説明すること	

共通-①「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の適合性に係る追記事項について設計変更を行う必要があるのか説明すること

JMTR及びホットラボでは以下の条項について記載を追加している。

- 第5条 立入りの防止
- 第6条 自然現象による影響の考慮
- 第8条 施設検査対象施設の地盤
- 第10条 津波による損傷の防止
- 第11条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第12条 施設検査対象施設への人の不法な侵入等の防止
- 第13条 溢水による損傷の防止 (ホットラボのみ)
- 第14条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止
- 第15条 飛散物による損傷の防止
- 第16条 重要度に応じた安全機能の確保
- 第17条 環境条件を考慮した設計
- 第18条 検査等を考慮した設計
- 第19条 使用前検査対象施設の共用 (ホットラボのみ)
- 第21条 安全避難通路等 (ホットラボのみ)
- 第23条 貯蔵施設
- 第25条 汚染を検査するための設備
- 第29条 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止

左記に記載する追加条項は、施設の現状について追記したものであり、設計変更等に該当するものではない。

共通-②相対濃度及び相対線量の評価における評価年の設定について説明すること

- 現在、大洗北地区としては、2009年～2013年の気象データが最新である。
- 2009年～2013年の気象データは、令和2年6月3日に許可を受けた(北地区)原子炉設置変更許可申請書(HTRR)及び令和元年9月18日に提出した廃止措置計画認可申請書においても採用しており他の許可と整合を図っている。

JM-①実態に即した廃棄物保管庫の線量評価について検討すること

廃棄物保管庫の収納数と境界での実測値を用いて線量評価を行う。

廃棄物保管庫に収納していたカートンボックスは、保管廃棄施設に係る許可を受けた平成29年4月以降90個収納されたのは平成31年1月～3月の期間である。

この期間における線量当量率の測定記録を確認するといずれの場合もバックグラウンド(0.2 μ Sv/h)以下であった。

このため、評価には使用許可における甲区域の設計目標値^{※1}である2.5 μ Sv/h、線源の強さを0.7MBq(⁶⁰Co換算)とし、この値を用いて線量評価を行う。

作業時間については、廃棄物保管庫周辺で行う作業(収納及び搬出作業等)は1週あたり約1時間程度であるが、安全側に10時間^{※2}に設定し、評価を行う。

上記を基に線量を算出すると、2.5 μ Sv/h \times 10h = 0.025mSv/週、1年間(50週)で1.25mSv/y、5年間で6.25mSv/5yとなる。また、甲区域の作業頻度である40時間で評価した場合0.1mSv/週、5.0mSv/y、25mSv/5yとなる。

いずれの場合においても1mSv/週、50mSv/y及び100mSv/5yの実効線量限度を満足する。

※1: 設計目標値とは、設備の設計の際に、目標として設定する値である。

※2: 廃棄物保管庫の境界は甲区域であるが、乙区域の作業頻度を参考に10時間とした。

JM-②照射済燃料試料の破損事故の発生の確認方法について説明すること

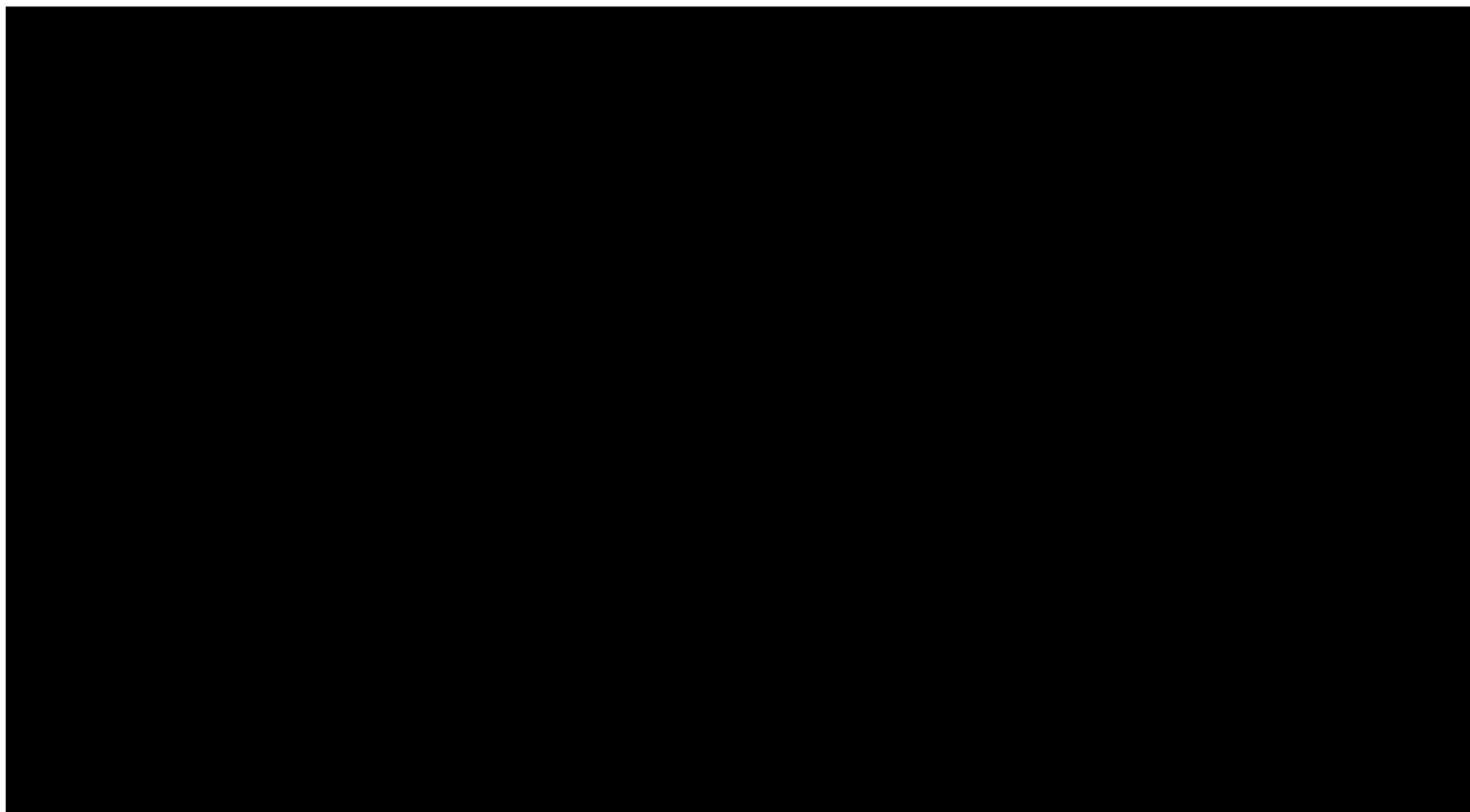
- 照射済燃料試料の移送作業は、複数人で実施する。
- 破損の確認は、作業を行っている放射線業務従事者による目視確認及びサーベイメータ等の指示値により確認を行う。

JM-③照射済燃料試料の破損事故発生後の対応について説明すること

- 試料の破損が確認された場合、貯蔵設備であるループ用照射済試料水中保管ラックをカナル底に設置したことを確認したのち、作業者は建家から速やかに退避する。その際、作業者だけでなく炉室内に居る全員を建家から退避させる。

JM-④設計想定事故である照射済燃料試料の落下について説明すること

- 設計想定事故である照射済燃料試料破損は、線源強度が最大となるように、照射済燃料試料3体を同時に移送することを想定している。その際、図のようにループ用照射済燃料試料水中保管ラックを吊り上げるワイヤーが破断してラックごと落下する若しくは操作を誤り周辺に接触させ照射済燃料試料が落下することなどを想定している。
- この事象により照射済燃料試料3体が破損し、設計想定事故が発生するとしている。



JM-⑤使用施設と原子炉施設の事故を重畳しない理由について説明すること

- 廃止措置計画認可申請においても使用変更許可申請と同じくカナル内での破損事故を想定しているが、以下の理由から重畳評価は行わない。
- ① 工程管理を行い、両作業を同時に行わない。
- ② 作業場所は狭く、クレーンも1つであるため同時に作業を行うことはない。

JM-⑥設計想定事故として、核燃料物質による臨界及び遮蔽機能の不全を考慮しない理由を説明すること

- 核燃料物質による臨界が生じないように、核燃料物質を質量管理している。
- 遮蔽機能の不全については、安重評価で示したとおりカナルは、水平震度0.6及び鉛直震度0.3で設計されているため、カナル水の漏えいは考慮していない。

JM-⑦外部電源喪失時における代替措置について説明すること(1)

- JMTRのディーゼル発電機は、照射設備の運転開始前に起動させ、照射設備運転中の商用電源の喪失に備えていた。また、照射設備の運転時には、非常用換気設備、照射設備計測制御装置、放射線管理設備等の安全上重要な設備及び機器に給電を行い商用電源喪失に対して安全が確保できるようにしていた。
- なお、原子炉停止期間中については、JMTRのディーゼル発電機を商用電源喪失の際に自動で起動するシステムではないため、性能確認のための保守運転を除き、停止状態である。

JM-⑦外部電源喪失時における代替措置について説明すること(2)

- 今回、使用の目的から照射試験を削除し、核燃料物質の貯蔵に変更となることから安全を担保する上で重要な要素はカナル水による遮蔽のみとなる。
- カナル水位の確認は、カナルに取り付けられている水位尺により目視で確認をすることが可能であることから使用施設において商用電源喪失時における非常用電源設備の運転は不要である。
- 上記に対する代替処置としては、水位尺の指示値を確認するため、ハンドライトが必要となるが、ハンドライトについてはすでに照射制御室に常備していることから代替処置への対応は完了している。
- なお、参考としてJMTR原子炉施設の廃止措置移行後における商用電源喪失時の対応に関する資料(審査会合で説明)を別添に示す。

HL-①ホットラボのディーゼル発電機で電源供給を代替できる理由について説明すること。(1)

- JMTRのディーゼル発電機については、JMTR原子炉運転中に並列運転されていたが、現在は原子炉の運転が無いことから並列で運転されることは無く削除する。
- このため、商用電源の供給がなくなった際にホットラボのディーゼル発電機が起動するまでの約20秒間、施設に電源が供給されない状況が続くが、この20秒間においてはセルの負圧は維持される。
- 負圧が維持される理由として、施設の停電の際に給排気が停止するが、排風機が惰性で回り続けることで約1分間は負圧を維持することが出来ることを確認している。

HL-①ホットラボのディーゼル発電機で電源供給を代替できる理由について説明すること。(2)

- ホットラボのディーゼル発電機の電源系統と主な接続機器について以下に示す。

	機器名
1	排風機(全9系統)
2	空気圧縮機
3	放管ブロア
4	消火栓ポンプ
5	一般用空気圧縮機
6	雑排水ポンプ
7	その他(照明、放送設備、監視盤等)

上記に示す機器の総負荷容量136.1(kW)に対し、ホットラボのディーゼル発電機の定格容量は150(kVA)である。

HL-②安全上重要な施設の有無に関して、今回記載した経緯を説明すること

- 平成28年5月31日付け「核燃料物質の使用に係る新許可基準の施行に伴う報告書の提出(指示)」において、ホットラボに係る安全上重要な施設の評価を行ったが、平成27年8月に排気筒を撤去し、気体廃棄設備を停止していることから排気筒の取替えが完了するまでの間、核燃料物質の取扱い作業を行わないとしていた。このため、地震事象以外の事象(洪水、竜巻等)による安全機能喪失を考慮した評価は行っていたが、地震事象による安全機能の喪失を想定した安全上重要な施設の特定は行っていなかった。
- 平成30年3月に排気筒取替工事が完了し、8月から気体廃棄設備の運転を再開した。これに伴い、核燃料物質の貯蔵の確認及び搬出に係る移動作業を実施することで評価を行った。
- 評価により、内的要因によって安全機能が喪失することで、周辺監視区域境界における公衆の実効線量が評価値で発生事故当たり5mSvを超えないことを確認している。
- さらに、今回外的要因による安全機能の喪失(共通要員故障を含む)が発生した場合における周辺監視区域境界外における公衆の実効線量が、事故当たり5mSvを超えるおそれのないことから、安全上重要な施設が特定されないことを確認した。

参考資料

- ・令和2年8月24日 第20回廃止措置審査会合資料【抜粋】

論点2 (添付書類五 廃止措置期間中に機能を維持すべき設備)

ディーゼル発電機は維持管理設備にしないということから商用電源喪失時において必要とする設備(機能)及び代替措置について説明するとともに、代替措置で可搬型発電機を使用する場合、可搬型発電機の容量及び使用する積算負荷量を説明すること。

ディーゼル発電機は、原子炉の運転開始前に起動させ、原子炉運転中の商用電源の喪失に対して、原子炉が安全に停止できるようにするための機器に常時給電を行うものである。なお、ディーゼル発電機の起動には商用電源が必要であり、起動後は自ら発電した電力により運転を継続している。

原子炉停止期間中(使用済燃料取扱時を含む。)については、JMTRのディーゼル発電機を商用電源喪失の際に自動で起動するシステムにはしていない。このため、原子炉停止期間中のディーゼル発電機の状態は、性能確認のための保守運転を除き、停止状態である。

ディーゼル発電機の主な負荷 (許可書添付八より)	ディーゼル発電機による給電の必要性	
	原子炉運転時	原子炉停止時
主循環ポンプ	○	×
緊急ポンプ	○	×
計測制御設備	○	×
制御棒駆動装置	○	×
補助ポンプ	○	×
非常用排気設備	○	×

廃止措置段階においては、維持管理対象設備である非常用排気設備の運転は商用電源により行う。



廃止措置段階においても、原子炉停止期間中と同様、ディーゼル発電機により、原子炉が安全に停止できるようにするための機器への給電は必要ない。

また、廃止措置期間中に機能を維持すべき設備については、商用電源喪失時においても、ディーゼル発電機(出力:1750kVA、経過年数:更新後約28年)を使用することなく、その機能を維持することができる(次頁参照)。

そのため、ディーゼル発電機は、廃止措置期間中における維持管理対象設備に含めないものとし、第1段階に機能停止の措置として、ディーゼル電源系と母線との切り離しを実施する。なお、ディーゼル発電機の解体撤去は第2段階に実施する予定である。

廃止措置期間中に機能を維持すべき設備について、電源の必要性と商用電源喪失時における代替措置等について、以下の表に示す。

(JMTR廃止措置計画の添付書類五の表5-2-1より)

施設区分	設備等区分	設備(建家)名称	維持機能	商用電源給電の有無	商用電源喪失時における代替措置等実施の要否	
原子炉本体	放射線遮蔽体	炉プール 炉プール側壁	放射線遮蔽機能	無	—	
核燃料物質の 取扱施設及び 貯蔵施設	核燃料物質取扱設備	ラック台車	燃料取扱機能	有	否 (ラック台車は、使用済燃料ラックの移動のために使用するものであり、商用電源が喪失しても、台車が停止するだけであり、使用済燃料ラックは水中に留まるため、代替えを要しない。)	
	核燃料 物質貯 蔵設備	新燃料貯蔵ラック	臨界防止機能	無	—	
		使用済燃料貯蔵設備	カナルNo. 1 カナルNo. 2 炉プール CFプール SFCプール	水位維持機能	無※1	—
			SFCプール	水質維持機能	有	否 (水質維持は、管理基準値に対して必要な場合に精製系を運転している。このため、運転中に商用電源が喪失しても、システムが停止するだけであり、急激な水質悪化は考えにくいことから代替えを要しない。)
	使用済燃料ラック	臨界防止機能	無	—		

※1:水位は現場据付の水位尺により目視確認を実施している。

施設区分	設備等区分		設備(建家)名称		維持機能	商用電源給電の有無	商用電源喪失時における代替措置等実施の要否
	一次冷却設備	主循環系統					
原子炉冷却系統設備	一次冷却設備	主循環系統	配管、弁		水位維持機能	無	—
	その他主要な事項		プールカナル循環系統	循環ポンプ イオン交換塔 配管、弁	水質維持機能	有	否 (水質維持は、管理基準値に対して必要な場合に精製系を運転している。このため、運転中に商用電源が喪失しても、システムが停止するだけであり、急激な水質悪化は考えにくいことから代替えを要しない。)
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄施設		通常排気設備 照射実験用排気設備 非常用排気設備		放射性気体廃棄物の処理機能	有	否 (気体廃棄物の処理は、換気設備の排気側に設けているフィルタにより行う。商用電源が喪失すると排気が停止し、手動で弁を閉止することから、フィルタを使用しないため、代替えを要しない。)
			排気筒			無	
	液体廃棄物の廃棄設備		第1排水系 第2排水系 第3排水系(I)(II) 第4排水系 タンクヤード 廃液タンク	貯槽	放射性液体廃棄物の貯留機能	無	—
排水ポンプ				有		否 (液体廃棄物の移送中に商用電源が喪失しても、液体廃棄物は配管内に封じ込められているため、代替えを要しない。)	
放射線管理施設	屋内管理用の主要な設備		エリアモニタ ガスモニタ ダストモニタ		放射線監視機能	有	要 (サーベイメータ等による測定作業を行う。)
			水モニタ			有	
	屋外管理用の主要な設備		排水モニタ	水モニタ※1	放出管理機能	有	否 (排気モニタについては、気体廃棄物の廃棄施設の処置と同様であり、排気が停止し、手動で弁を閉止することから、モニタを使用しないため代替えを要しない。)
排気モニタ			ガスモニタ ダストモニタ				

※1:排水モニタについては、二次冷却設備の冷却塔倒壊により、維持の必要がなくなったため、廃止措置計画認可申請書の補正を予定している。

施設区分	設備等区分	設備(建家)名称		維持機能	商用電源給電の有無	商用電源喪失時における代替措置等実施の要否
原子炉格納施設	原子炉建家	原子炉建家		放射性物質の外部への漏えい防止のための障壁としての機能 放射線遮蔽機能	無	—
	その他主要な事項	換気設備	給気設備 非常用排気設備 通常排気設備 照射実験用排気設備	換気機能	有	否 (※)
			排気筒		無	

※: 商用電源喪失時における換気設備の代替措置等実施の要否について

商用電源が喪失した場合は、換気設備は商用電源により給電を行っているため、換気設備が停止し、建家内が徐々に大気圧へ移行する。この状態となった場合、建家内での作業を中断し、汚染拡大防止を施した後、作業員は退避する。

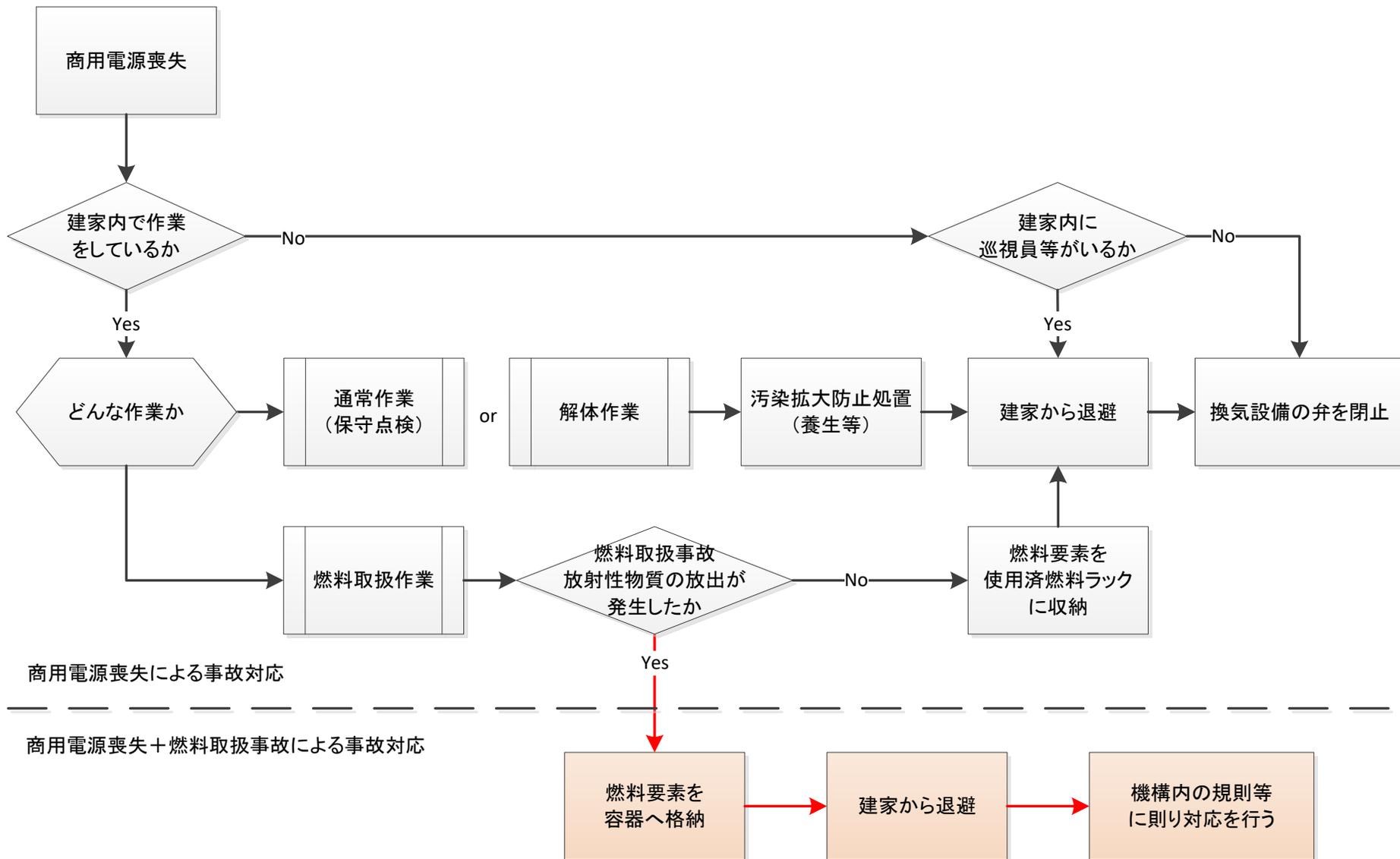
設備の解体等の作業中は、汚染拡大の防止策を施して作業を実施しており、放射線業務従事者が原子炉建家から退避する際にも汚染拡大防止措置を行うことから、換気設備が停止したとしても外部への汚染拡大は防げる。

仮に、商用電源喪失と同時に燃料取扱事故が発生した場合、燃料要素は人力により1体ずつ取扱っているため、破損した燃料を容器に収納した後に退避する。大気圧に移行することにより建家内から放射性物質が環境へ放出する可能性があるが、燃料取扱事故において、すべて放出したとしても添付三で示したとおり、約 3.1×10^{-6} mSvであり、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

したがって、商用電源喪失により換気設備が停止しても、作業員の退避、汚染拡大の防止対策が可能であること、放射性物質の放出により一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはないことから、代替措置の必要はない。

商用電源が喪失した場合の基本的な対応例のフロー図を次頁に示す。

(商用電源が喪失した場合の基本的な対応例)



(JMTR廃止措置計画の添付書類五の文中より)

施設区分	設備等区分		設備(建家)名称		維持機能	商用電源給電の有無	商用電源喪失時における代替措置等実施の要否
原子炉冷却系統設備	一次冷却設備	精製系統	移送ポンプ 充填ポンプ イオン交換塔 脱気タンク		水質維持機能	有	否 (水質維持は、管理基準値に対して必要な場合に精製系を運転している。このため、運転中に商用電源が喪失しても、系統が停止するだけであり、急激な水質悪化は考えにくいことから代替えを要しない。)
	その他主要な事項		UCL系統	循環ポンプ 揚水ポンプ 高架水槽 冷却塔	冷却水供給機能	有	否 (商用電源喪失時は、供給先の設備※1も停止することから、供給の必要はなく、代替えを要しない。)
—	—		可搬型発電機		電源供給機能	—	—
			空気系統		圧縮空気供給機能	有	否 (商用電源喪失時は、供給先の設備※1も停止することから、供給の必要はなく、代替えを要しない。)
			照明設備		照明機能	有	要 (可搬型照明設備を使用する。)
			施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備		施設への第三者の不法な接近等を防止する機能	有	要 (可搬型発電機により給電する。)
			消火器		消火機能	無	—
			自動火災報知設備		火災報知機能	有	要 (可搬型発電機により給電する。)

※1 供給先の設備は、換気設備の空気作動弁であり、商用電源喪失時に運転が必要とされる設備ではない。

「2-3 維持管理対象設備の商用電源喪失時の影響について」の表において、商用電源供給の有無が「有」であり、商用電源喪失時における代替措置等実施の要否が「要」の設備について、商用電源喪失時の代替措置に関する運用方針として、代替措置に用いる使用機器類及び対応人数を以下に示す。

項目	代替措置	使用機器類	人数	備考
放射線管理施設	サーベイメータにより建家内の測定を行う。エリアモニタ近傍を測定し、廃止措置計画認可申請書の添付書類二に記載する管理区域内の遮蔽設計基準の「 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 」以内を目安とし確認する。	サーベイメータ 可搬型照明設備	2人以上	<ul style="list-style-type: none"> ・巡視等で建家内に立ち入る際に測定を行う。 ・建家内に立ち入る際は半面マスクを着用する。 ・サーベイメータ台数:2台以上
照明設備	商用電源喪失時の巡視等に使用する目的で、可搬型照明設備を備える。	可搬型照明設備	—	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬型照明設備(ハンドライト等)を備えておくものであり、作業は伴わない。 ・可搬型照明設備台数:8台以上
施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備	可搬型発電機から施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備に給電を行い、設備を復旧させる。	可搬型発電機 可搬型照明設備	2人以上	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬型発電機台数:1台
自動火災報知設備	可搬型発電機から自動火災報知設備に給電を行い、設備を復旧させる。			

商用電源喪失時の対応に使用する可搬型発電機の出力は5.2kVAであり、使用する最大負荷は約2.3kVA(実測値)^{※2}であることから、必要な性能を確保できている。

商用電源喪失時に行う代替措置や機能を継続して維持するために必要な可搬型発電機、可搬型照明設備を、廃止措置計画の添付五本文における「廃止措置に伴い保安のために講じる措置に用いる設備」とし、廃止措置段階の保安規定で策定する「管理手引」に管理の方法を定める。

※2:施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備:約2kVA、自動火災報知設備:約0.15kVA、その他の同一の電路上の負荷:約0.15kVA