

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の
重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実
施するために必要な技術的能力に係る審査基準」
への適合状況について

平成29年2月

東京電力ホールディングス株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付資料 1.0.16

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

重大事故等発生時おける
停止号炉の影響について

< 目 次 >

1.	1～4号炉（荒浜側）及び5号炉（大湊側）周辺の屋外設備の損傷による影響	1.0.16-1
2.	同時被災時に必要な要員及び資源の十分性.....	1.0.16-2
	(1) 想定する重大事故等.....	1.0.16-2
	(2) 必要となる対応操作及び必要な要員及び資源の整理.....	1.0.16-3
	(3) 評価結果.....	1.0.16-3
	(4) 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉の重大事故時対応への影響について	1.0.16-5
3.	他号炉における高線量場発生による6号及び7号炉対応への影響.....	1.0.16-6
	(1) 想定する高線量場発生.....	1.0.16-6
	(2) 6号及び7号炉対応への影響.....	1.0.16-6
4.	まとめ.....	1.0.16-7
表1	想定する各号炉の状態.....	1.0.16-8
表2	同時被災時の1～5号炉，6号及び7号炉の使用済燃料プールの対応操作，必要な要員及び資源.....	1.0.16-9
表3	各号炉に必要な水量（平成26年10月時点での崩壊熱により計算）.....	1.0.16-10
表4	1～5号炉の注水及び給電に用いる設備の台数.....	1.0.16-11
図1	柏崎刈羽原子力発電所におけるアクセスルート.....	1.0.16-12
図2	1～5号炉における各作業と所要時間.....	1.0.16-13
図3	線量率の概略とアクセスルート（免震重要棟内緊急時対策所から5号炉原子炉建屋内緊急時対策所，大湊側高台保管場所の例）.....	1.0.16-14
図4	線量率の概略分布（5～7号炉周辺）.....	1.0.16-15
【参考】	使用済燃料プール水瞬時全喪失時の使用済燃料の冷却性について.....	1.0.16-16

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉運転中に重大事故が発生した場合、他号炉、6号及び7号炉の使用済燃料プールについても重大事故等が発生すると想定し、それらの対応を含めた同時被災時に必要な要員、資源について整理する。

柏崎刈羽原子力発電所1～5号炉は、停止状態にあり、各プラントで有する燃料からの崩壊熱の継続的な除去が必要となる。

そのため、他号炉を含めた同時被災が発生すると、他号炉への対応が必要となり、6号及び7号炉への対応に必要な要員及び資源の充分性に影響を与えるおそれがある。また、必要な要員及び資源が十分であっても、同時被災による他号炉の状態により、6号及び7号炉への対応が阻害されるおそれもある。

また、1～5号炉周辺施設が、地震等の自然現象等により設備が損傷し6号及び7号炉の重大事故等対策へ与える影響を考慮する必要がある。

以上を踏まえ、他号炉を含めた同時被災時における、1～5号炉周辺の屋外設備の損傷による影響、必要な要員及び資源の充分性を確認するとともに、他号炉における高線量場の発生を前提として6号及び7号炉の重大事故時対応への影響の成立性を確認する。

また、6号及び7号炉の使用済燃料プールを含めた事故対応においても当該号炉の資源が十分であることをあわせて確認する。

1. 1～4号炉（荒浜側）及び5号炉（大湊側）周辺の屋外設備の損傷による影響

図1に示すとおり免震重要棟内緊急時対策所から5号炉原子炉建屋内緊急時対策所へのアクセス性を確保する必要がある。

また、5号炉周辺についても、図1に示すとおり6号及び7号炉の重大事故等対策を行うためのアクセスルート¹を5～7号炉周辺に設定している。

当該アクセスルートへの影響については、1.0.2「可搬型重大事故等対処設備 保管場所及びアクセスルートについて」において以下を考慮している。

- ・地震等の自然現象での設備の損傷による直接的な影響
- ・危険物タンク等の損傷に伴う火災による影響
- ・屋外タンクの損傷に伴う溢水による影響
- ・薬品タンクの損傷による影響

a. 地震等の自然現象での設備の損傷による直接的な影響

1～4号炉周辺施設とアクセスルートは、離隔を有しており直接的な影響はない。

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所が設置されている5号炉原子炉建屋は、地震等の自然現象での設備の損傷による直接的な影響はなく、重大事故等対策に係る影響はない。

5号炉周辺において、雑固体廃棄物焼却設備建屋（大湊側）及び補助ボイラー建屋が地震によりアクセスルートへの影響が想定されるが、7号炉側からの迂回が可能

であり、6号及び7号炉の重大事故等対策に影響はない。

b. 危険物タンク等の損傷に伴う火災による影響

6号及び7号炉施設に対しては、外部火災影響評価において、火災源として発電所敷地内の全ての屋外地上部に設置された危険物貯蔵施設（消防法で定められた指定数量以上を貯蔵）を考慮し影響がない設計とする。

1～4号炉周辺では、変圧器火災を想定しているが、アクセスルートと離隔距離を有しており直接的な影響はない。

また、5号炉周辺において、変圧器及び建物内からの火災の影響が想定されるが、7号炉側からの迂回が可能若しくは自衛消防隊による消火活動が可能であり、6号及び7号炉の重大事故等対策に影響はない。

c. 屋外タンクの損傷に伴う溢水による影響

1～4号炉周辺、5～7号炉周辺いずれも、タンクからの溢水影響を評価しており、周辺の空地が平坦かつ広大であることから周辺の道路上及び排水設備を自然流下し比較的短時間で拡散することからアクセスルート及び可搬型設備の走行への影響がない。

d. 薬品タンクの損傷に伴う影響

1～4号炉周辺、5～7号炉周辺のアクセスルート近傍において、屋外に設置されている運用中の薬品タンクは液化窒素貯槽のみであることから、建屋内ガスによる影響はない。

2. 同時被災時に必要な要員及び資源の十分性

(1) 想定する重大事故等

福島第一原子力発電所の事故及び共通要因による複数炉の重大事故等の発生の可能性を考慮し、柏崎刈羽原子力発電所1～7号炉について、全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールでのスロッシングの発生を想定する。なお、1～5号炉の使用済燃料プールにおいて、全保有水喪失を想定した場合は自然対流による空気冷却での使用済燃料の冷却維持が可能と考えられるため^{*}、必要な要員及び資源を検討する本事象では、使用済燃料プールへの注水実施が必要となるスロッシングの発生を想定した。

また、不測の事態を想定し、1～5号炉のうち、いずれか1つの号炉において事象発生直後に内部火災が発生していることを想定する。なお、水源評価に際してはすべての号炉における消火活動による水の消費を考慮する。

6号及び7号炉について、有効性評価の各シナリオのうち、必要な要員及び資源（水源、燃料、及び電源）ごとに最も厳しいシナリオを想定する。

表1に想定する各号炉の状態を示す。上記に対して、7日間の対応に必要な要員、必要な資源、6号及び7号炉の対応への影響を確認する。

(2) 必要となる対応操作及び必要な要員及び資源の整理

「(1) 想定する重大事故等」にて必要となる対応操作、必要な要員、7日間の対応に必要な資源について、表2及び図2のとおり整理する。

(3) 評価結果

1～5号炉にて「(1) 想定する重大事故等」が発生した場合の必要な要員及び必要な資源についての評価結果を以下に示す。

a. 必要な要員の評価

重大事故発生時に必要な1～5号炉、6号及び7号炉の使用済燃料プールの対応操作については、各号炉の中央制御室に常駐している運転員、自衛消防隊、緊急時対策要員、10時間以降の発電所外からの参集要員にて対応可能である。

b. 必要な資源の評価

(a) 水源

6号及び7号炉において、水源の使用量が最も多い「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」を想定すると、炉心注水及び格納容器スプレイの実施のため、7日間で号炉当たり約7,300m³の水が必要となる（6号及び7号炉で約14,600m³）。また、表3に示すとおり、6号及び7号炉における使用済燃料プールへの注水量（通常水位までの回復、水位維持）は、7日間の対応を考慮すると、約2,551m³の水が必要となる（6号及び7号炉で合計約17,151m³）。

6号及び7号炉における水源として、各号炉の復水貯蔵槽に約1,700m³及び淡水貯水池に約18,000m³の水を保有しているため、原子炉及び使用済燃料プールの対応に必要な水源は確保可能である（6号及び7号炉で合計約21,400m³）。

1～5号炉において、スロッシングによる水位低下の発生後に、遮蔽に必要な高さまで水位を回復させ、蒸発による水位低下を防止するための必要な水量は7日間の対応を考慮すると、約6,048m³となる。

1～5号炉における水源として、表3に示す各必要な水量を各号炉の復水貯蔵槽、ろ過水タンク、純水タンク及びサプレッションチェンバのプールにて確保する運用であることから、6号及び7号炉における水源を用いなくても1～5号炉の7日間の対応が可能である（1～5号炉で合計約6,048m³）。

内部火災に対する消火活動に必要な水源は約180m³であり、各防火水槽及びろ過水タンクに各必要な水量が確保されるため、6号及び7号炉における水源を用いな

くても7日間の対応が可能である。

なお、1～5号炉においても、使用済燃料プール水がサイフォン現象により流出する場合に備え、6号及び7号炉と同様のサイフォンブレイク孔を設け、サイフォン現象による使用済燃料プール水の流出を停止することが可能な設計としている。

また、スロッシングによる水位低下により、線量率が上昇しオペレーティングフロアでの使用済燃料プールへの注水操作が困難になる場合に備え、消火系、ガスタービン発電機又は電源車により給電した残留熱除去系、復水補給水系、燃料プール補給水系等、当該現場作業を必要としない注水手段を確保している。さらに、あらかじめ注水用ホースを設置することで、原子炉建屋最上階下での注水操作が可能となる設計としている。

注水及び給電に用いる設備の台数と共用の関係は表4に示すとおりである。空冷式ガスタービン発電機は発電所全体として4台の保有を計画しており、6号及び7号炉での重大事故等の対応に必要な台数は第一ガスタービン発電機又は第二ガスタービン発電機のいずれか1台であるため、予備機を1～5号炉での対応で使用することも可能である。また、電源車を用いることで復水補給水系、燃料プール補給水系等への給電も実施可能である。

※：使用済燃料プール（原子炉ウェル及びD/Sピットを含む）の通常水位までの回復を想定した場合、1～5号炉においては、内部火災に対する消火活動に必要な水源と合わせ、合計約12,706m³の水が必要となる（1～7号炉で合計約15,257m³）。したがって、使用済燃料プールの通常水位までの回復を想定すると、1～7号炉にて合計約29,857m³の水が必要であるが、6号及び7号炉の復水貯蔵槽及び淡水貯水池における保有水は約21,400m³であり、1～5号炉の各号炉の復水貯蔵槽、ろ過水タンク、純水タンク、サプレッションチェンバのプール及び防火水槽の最低限確保される保有水量は約6,228m³である（合計約27,628m³）。これらの合計量は、6号及び7号炉及び内部火災（7日間で5箇所）への対応を実施した上で、1～5号炉の使用済燃料プール（原子炉ウェル及びD/Sピットを含む）の水位を通常水位ー約1mまで回復させ、その後、7日間の水位維持を可能となる水量である。7日以降については十分時間余裕があるため、外部からの水源供給や支援等にも期待できることから、1～5号炉の使用済燃料プールの水位を通常水位まで回復させることが可能である。

(b) 燃料（軽油）

6号及び7号炉において、軽油の使用量が最も多い「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」を想定すると、非常用ディーゼル発電機（3台）の7日間の運転継続に号炉当たり約751kL^{*}、復水貯蔵槽補給用可搬型代替注水ポンプ（A-2級）（3

台)の7日間の運転継続に号炉当たり約10kL^{*}、代替原子炉補機冷却系専用の電源車(2台)の7日間の運転継続に号炉当たり約37kL^{*}、使用済燃料プール代替注水系(可搬)の可搬型代替注水ポンプ(A-2級)(6号及び7号炉で2台)の7日間の運転継続に約7kL^{*}が必要となる。加えて、免震重要棟ガスタービン発電機及びモニタリングポスト用仮設発電機(3台)の7日間運転継続は約79kL^{*}の軽油が必要となる(6号及び7号炉での事故対応、免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機及びモニタリング・ポスト用発電機にて使用する軽油:合計約1682kL)。

6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL(6号及び7号炉合計 約2,040kL)の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、6号及び7号炉の原子炉及び使用済燃料プールの事故対応、緊急時対策所への電源供給及びモニタリング・ポストへの電源供給について、7日間の対応は可能である。

1～5号炉の使用済燃料プールの注水設備への電源供給に使用する軽油の使用量として、保守的に全出力で非常用ディーゼル発電機(2台)が起動した場合を想定しており(「(1)想定する重大事故等」では常設代替交流電源設備及び可搬型代替注水ポンプ(A-2級)の軽油を上回る保守的な想定)、7日間で号炉当たりの必要な軽油は約632kLとなる(1～5号炉で合計約3,160kL)。なお、1～5号炉における使用済燃料プールへの注水と、火災が発生した号炉での消火活動に対して、可搬型代替注水ポンプ(A-2級)(注水と消火でそれぞれ1台)の7日間の運転継続を仮定すると約20kL^{*}が必要となる。

1～5号炉の各軽油タンクにて約632kL(1～5号炉合計 約3,160kL)の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、1～5号炉の使用済燃料プールの注水及び火災が発生した号炉での消火活動について、6号及び7号炉における軽油を用いなくても7日間の対応は可能である。

※:保守的に事象発生直後から運転を想定し、燃費は最大負荷時を想定。

(c) 電源

常設代替交流電源設備、電源車等による電源供給により、重大事故等の対応に必要な負荷(計器類)に電源供給が可能である。なお、常設代替交流電源設備、電源車等による給電ができない場合に備え、デジタルレコーダ接続等の手順を用意している。

(4) 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉の重大事故時対応への影響について

「(3)評価結果」に示すとおり、重大事故発生時に必要となる対応操作は、各号炉の中央制御室に常駐している運転員、自衛消防隊、緊急時対策要員及び10時間以内に発電所外から参集する要員にて対応可能であることから、6号及び7号炉の重大事故に対応する要員に影響を与えない。

6号及び7号炉の各資源にて当該号炉の原子炉及び使用済燃料プールにおける7日間の対応が可能であり、また、1～5号炉の各資源にて1～5号炉の使用済燃料プール、内部火災における7日間の対応が可能である。

以上のことから、柏崎刈羽1～5号炉に重大事故等が発生した場合にも、柏崎刈羽6号及び7号炉の重大事故時対応への影響はない。

3. 他号炉における高線量場発生による6号及び7号炉対応への影響

(1) 想定する高線量場発生

6号及び7号炉への対応に必要となる緊急時対策所機能、及び重大事故等対策に関する作業、アクセスルートの移動による現場の線量率を評価する際において、各号炉の状態は放射線遮蔽の観点で厳しい1～5号炉の使用済燃料プールの全保有水喪失を想定する。

1～5号炉の使用済燃料プールで全保有水が喪失した場合の現場線量率を図3に、線量率の概略を示す。

(2) 6号及び7号炉対応への影響

a. 免震重要棟内緊急時対策所及び5号炉原子炉建屋内緊急時対策所における活動への影響

5号炉原子炉建屋内緊急対策所に最も近い5号炉の使用済燃料プールにおいて、高線量場が発生した場合の、免震重要棟内緊急時対策所及び5号炉原子炉建屋内緊急時対策所での線量率の評価結果は以下の資料で示す通り、6号及び7号炉の重大事故時対応に影響するものではない。

・緊急時対策所の居住性 添付資料12

「使用済燃料プール等の燃料等による影響について」

a. 屋外作業への影響

6号及び7号炉対応に関する屋外作業としては、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所への参集等のアクセスや、6号及び7号炉の重大事故等への対応作業がある。図4に、5号炉で高線量場が発生した場合の線量率の概略分布を示す。

1) 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所への参集・作業への影響

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所については、免震重要棟内緊急時対策所からの周辺斜面の崩落、敷地下斜面のすべりを考慮した徒歩の総移動時間は約72分であり、各エリアでの移動時間及び図3の現場線量率の関係より移動にかかる被ばく線量は16mSvとなる。したがって、重大事故等発生時における活動が可能である。

2) 6号及び7号炉の重大事故等への対応作業への影響

6号及び7号炉の重大事故等への対応作業のうち、比較的時間を要する操作として代替原子炉補機冷却系の準備操作（資機材配置及びホース布設、起動及び系統水張り）が想定されるが、5号炉の使用済燃料プールに近い6号炉での当該操作場所での線量率は、図4に示すとおり約8.2mSv/hとなる。なお、図中の現場線量率は5号炉の使用済燃料プール内の線源からの影響を示しており、1～4号炉の使用済燃料プール内の線源からの影響は本作業場所と1km程度離れていることからほぼ無視できるものである。

当該操作の想定操作時間は10時間であること、及びこの想定操作時間には当該操作場所への移動時間が含まれていること、あるいは参集要員による操作要員の交代も可能であることから、重大事故等発生時における活動が可能である。

4. まとめ

上記1～3に示すとおり、高線量場の発生を含め、柏崎刈羽原子力発電所1～5号炉に重大事故等が発生した場合にも、柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉の重大事故時対応への対応は可能である。

表1 想定する各号炉の状態

項目	6号及び7号炉	1～5号炉
要員	<ul style="list-style-type: none"> ・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故2（使用済燃料プール漏えい）」※1 ・「全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）」 	<ul style="list-style-type: none"> ・全交流動力電源喪失※2 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・内部火災※3
水源	<ul style="list-style-type: none"> ・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却を使用しない場合）」 ・「想定事故2（使用済燃料プール漏えい）」※1 	
燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・外部電源喪失※2 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故2（使用済燃料プール漏えい）」※1 ・「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」 	
電源	<ul style="list-style-type: none"> ・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故2（使用済燃料プール漏えい）」※1 ・「全交流電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）」 	

1.0.16-8

- ※1 サイフォン現象による漏えいは、各号炉（1～7号炉）のサイフォン発生防止用の逆止弁及びサイフォンブレイク孔により停止される。
したがって、この漏えいによる影響はスロッシングによる溢水に包絡されるため、使用済燃料プールからの漏えいは、スロッシングによる漏えいを想定する。
- ※2 燃料については消費量の観点から非常用ディーゼル発電機の運転継続を想定する。
- ※3 6号及び7号炉は火災防護措置が強化されることから、1～5号炉での内部火災を想定する。また、1～5号炉で複数の内部火災を想定することが考えられるが、時間差で発生することを想定し、全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールでのスロッシングと同時に発生する内部火災としては1つの号炉とする。ただし、消火活動に必要な水源は、5プラント分の消費を想定する。

表2 同時被災時の1～5号炉，6号及び7号炉の使用済燃料プールの対応操作，必要な要員及び資源

必要となる対応操作	対応操作概要	対応要員	必要な資源
非常用ディーゼル発電機等の現場確認，直流電源の負荷制限	非常用ディーゼル発電機等の現場の状態確認及び，直流電源の延命のための負荷制限を実施する	運転員	—
内部火災に対する消火活動	建屋内での火災を想定し，当該火災に対する現場確認・消火活動を実施する	自衛消防隊 (運転員を含む)	○水源 180m ³ (36m ³ /プラント×5プラント) ○燃料 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) : 約 4kL (18L/h×24h×7日×1台) 又は ディーゼル駆動消火ポンプ : 約 6kL (32L/h×24h×7日×1台)
各注水系による使用済燃料プール (復水補給水系，燃料プール補給水系，消火系，可搬型代替注水ポンプ (A-2級) による使用済燃料プールへの給水)	各注水系による使用済燃料プールへの給水を行い，使用済燃料からの崩壊熱の継続的な除去を行う	運転員及び10時間以降の発電所外からの参集要員	○水源 (詳細は表3参照) 1号炉 : 約 324m ³ 2号炉 : 約 1,401m ³ 3号炉 : 約 1,425m ³ 4号炉 : 約 1,366m ³ 5号炉 : 約 1,532m ³ 6号炉 : 約 8,565m ³ 7号炉 : 約 8,586m ³ ※6号及び7号炉については有効性評価「雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)」で想定している水源も含む ○燃料 1～5号炉 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) : 約 16kL (18L/h×24h×7日×5台) 6号及び7号炉 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) : 約 7kL (18L/h×24h×7日×2台)
常設代替交流電源設備等による給電	常設代替交流電源設備等による給電・受電操作を実施する	緊急時対策要員及び運転員	○燃料 常設代替交流電源設備 : 約 860kL (1,705L/h×24h×7日×3台)
燃料給油作業	常設代替交流電源設備及び可搬型代替注水ポンプ (A-2級) に給油を行う	緊急時対策要員	—

表3 各号炉に必要な水量（平成26年10月時点での崩壊熱により計算）

	KK1		KK2		KK3		KK4		KK5		KK6		KK7		
	停止中		停止中		停止中		停止中		停止中		運転中		運転中		
	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP	
炉心燃料	全燃料取り出し		全燃料取り出し		全燃料取り出し		全燃料取り出し		全燃料取り出し		装荷済		装荷済		
原子炉開放状態	開放（プールゲート開放）		開放（プールゲート開放）		開放（プールゲート開放）		開放（プールゲート開放）		開放（プールゲート開放）		未開放（プールゲート閉）		未開放（プールゲート閉）		
水位	ウェル満水（オーバーフロー水位）		ウェル満水（オーバーフロー水位）		ウェル満水（オーバーフロー水位）		ウェル満水（オーバーフロー水位）		ウェル満水（オーバーフロー水位）		通常運転水位	通常運転水位	通常運転水位	通常運転水位	
想定するプラントの状態	スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		各重要事故シナシケンスによる	スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失		スロッシングによる漏洩+全交流動力電源喪失	
スロッシング溢水量 ^{※1} [m ³]	710		710		710		710		710			690		710	
65℃到達までの時間[hour]	38		42		35		45		27			15		15	
100℃到達までの時間[hour]	91		100		85		107		66			36		35	
必要な注水量① ^{※2} [m ³ @168h]	84		52		76		43		119			575		576	
事故発生からTAF到達までの時間[hour]	756		810		706		895		527			198		229	
通常運転水位（オーバーフロー水位）から必要な遮へい水位までの水位差 ^{※2} [m]	3.9		1.7		1.7		1.7		1.7			2.1		2.1	
必要な注水量② ^{※2} [m ³ @168h]	324		1,401		1,425		1,366		1,532			777		796	
必要な注水量③ ^{※2} [m ³ @168h]	2,272		2,530		2,554		2,465		2,705			1,265		1,286	

※1 1～5号炉の溢水量は、6号及び7号炉の評価結果に基づきスロッシングによる溢水量を設定（1～5号炉の使用済燃料プールは6号及び7号炉に比べて保有水量やプール表面積が小さいため溢水量は少なくなると考えられる）。また、必要な注水量は原子炉開放状態（プールゲート開放状態）を考慮して評価。

※2 「必要な注水量①」：蒸発による水位低下防止に必要な注水量。「必要な注水量②」：必要な遮蔽水位（原子炉建屋最上階のフロアでの現場の線量率が10mSv/h以下となる水位（遮蔽水位の計算に用いた各号炉の線源の強度は保守的な6号及び7号炉の線源強度を参照）まで回復させ、その後の水位維持に必要な注水量（使用済燃料プール、原子炉ウェル及びD/Sピットを考慮）。「必要な注水量③」：通常水位までの回復及びその後の水位維持に必要な注水量（使用済燃料プール、原子炉ウェル及びD/Sピットを考慮）。

表4 1～5号炉の注水及び給電に用いる設備の台数

記載は設置台数であり、()内はその系統のみで注水するのに必要な台数

		1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	共通	備考
注水設備	残留熱除去系	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	—	全交流動力電源喪失時は空冷式ガスタービン発電機による給電を実施することで使用可能電源負荷を考慮して、複数の同時運転は実施せず、順次注水操作を実施する
	復水補給水系	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	—	全交流動力電源喪失時は空冷式ガスタービン発電機又は電源車による給電を実施することで使用可能
	燃料プール補給水系	2 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	—	全交流動力電源喪失時は空冷式ガスタービン発電機又は電源車による給電を実施することで使用可能
	消火系 (ディーゼル駆動ポンプ)	1	1号炉と共通	1号炉と共通	1号炉と共通	1	—	1～4号炉は共通の消火ポンプを使用、5～7号炉は共通の消火ポンプを使用。十分時間余裕があるため、1台を用いて、必要な箇所に順次注水を実施していくことが可能
	可搬型代替注水ポンプ (A-2級)	—	—	—	—	—	必要な台数に対して十分な台数を保有 (1)	十分時間余裕があるため、1台を用いて、必要な箇所に順次注水を実施していくことが可能
給電設備	空冷式ガスタービン発電機	—	—	—	—	—	4台のうち、6号及び7号炉で用いなかったものを使用することも可能	2台予備があり、6号及び7号炉の対応には第一ガスタービン発電機又は第二ガスタービン発電のいずれか1台のみで対応可能である
	電源車	—	—	—	—	—	必要な台数に対して十分な台数を保有 (1)	十分時間余裕があるため、1台を用いて、必要な箇所に順次注水を実施していくことが可能

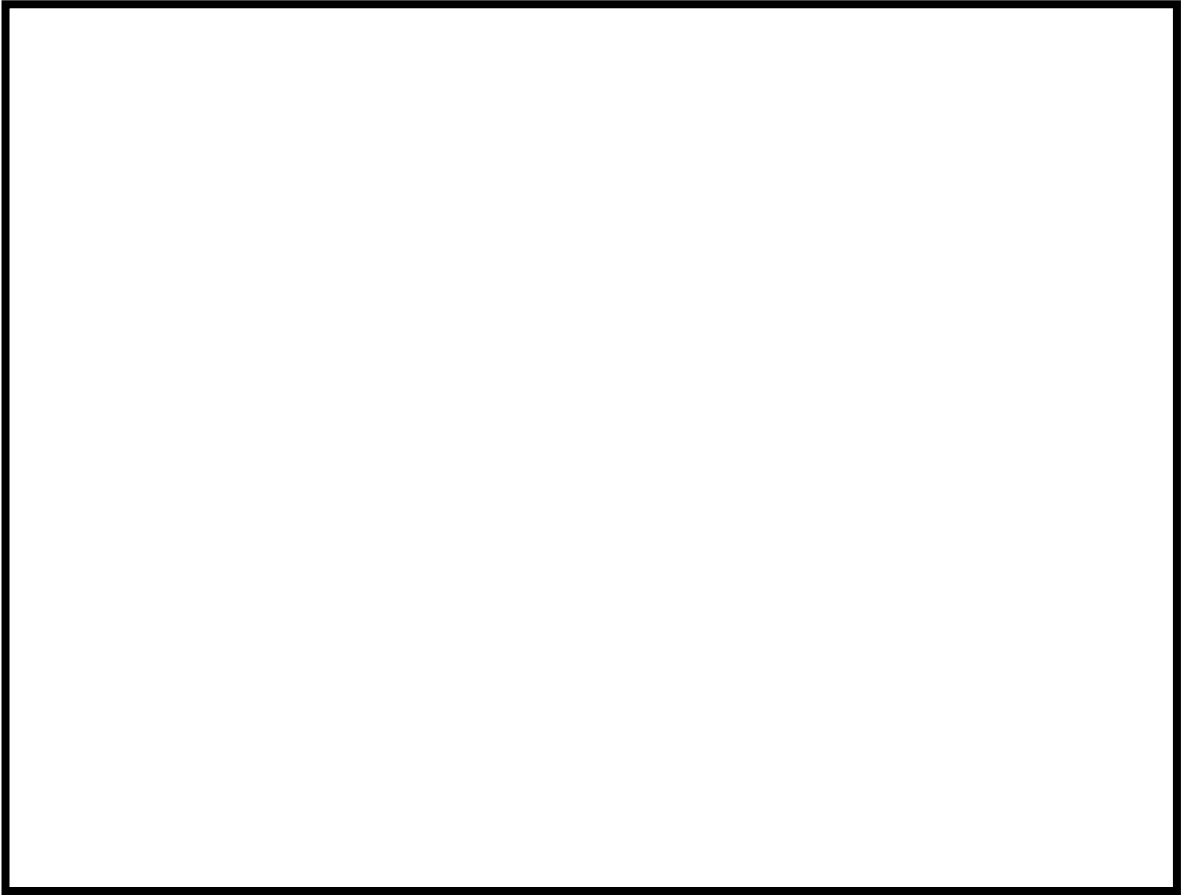


図1 柏崎刈羽原子力発電所におけるアクセスルート

号機	実施箇所・必要人員数				操作項目	経過時間（時間）															備考
						1	2	3	8	9	10	11	12	13	14	15					
						事象発生 直流電源の負荷制限作業開始 常設代替交流電源設備による受電 参集要員による作業開始															
「全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールのスロッシング」を想定する号炉	2人 (中央制御室)	-	-	-	プラント状況判断	10分															
	(1~2人) A, (B)	-	-	-	プラント監視 (給電不可能な場合等：デジタルレコーダ接続等による計器監視)	適宜実施															
	-	2人 C, D	-	-	非常用ディーゼル発電機の現場確認 直流電源の負荷制限	50分															
	-	-	-	-	非常用ディーゼル発電機 機能回復 (解析上考慮せず)	対応可能な要員により、対応する															
	-	(2人) C, D	-	-	復水補給水系や燃料プール補給水系、消火系によるSFP給水	適宜実施															
	-	(2人) C, D	参集要員にて対応	-	消防車によるSFP給水 (復水補給水系等の給水が不可能な場合)													6,7号炉の作業を優先に適宜実施			
「全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールのスロッシング並びに火災発生」を想定する号炉	2~3人 a, b, (a)	-	-	-	プラント状況判断	10分															
	(1人) a	-	-	-	プラント監視 (給電不可能な場合等：デジタルレコーダ接続等による計器監視)	適宜実施															
	(1人)	2人 ^{※2} a, d	-	-	火災現場確認	30分															
	-	(2人) ^{※2} e, d	-	-	自衛消防隊を現場誘導	10分															
	(1人)	(1~2人) e, (d)	-	自衛消防隊にて対応	消火活動	消火活動継続実施															
	-	(2人) 隣接プラントからの応援が必要な際は応援に期待 b, e (又は B)	-	-	非常用ディーゼル発電機の現場確認 直流電源の負荷制限	50分 (隣接プラントからの応援が必要な際は応援が到着してから50分)															
	-	-	-	-	非常用ディーゼル発電機 機能回復 (解析上考慮せず)	対応可能な要員により、対応する															
	(1人)	(2人) b, d (又は e, B)	-	-	復水補給水系や燃料プール補給水系、消火系による燃料プール給水	適宜実施															
(1人)	(2人) b, d (又は e, B)	参集要員にて対応	-	消防車による燃料プール給水 (復水補給水系等の給水が不可能な場合)													6,7号炉の作業を優先に適宜実施				
共通	-	(2人) C, D (又は b, e, B)	緊急時対策要員にて対応	-	常設代替交流電源設備による給電・受電	6/7号炉の給電を実施後適宜実施															
	-	-	参集要員にて対応	-	燃料給油作業													適宜実施			

() 内の数字は他の作業終了後、移動して対応する人員数

※1 当直長を含む人数

※2 SA 事象と火災が発生した際の初期消火の体制については平成 28 年 1 月現在のものを示す

なお、6号及び7号炉において原子炉運転中を想定した場合、原子炉側と使用済燃料プール側の重大事故等対応の重畳も考えられるが、運転中に使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いことから(表3参照)、原子炉側の事故対応が収束に向かっている状態での対応となり、緊急時対策要員や参集要員により対応可能である。またプラント状態の監視においても、原子炉側で期待している運転員が併せて使用済燃料プール側を監視できるため、現在の想定する要員での対応が可能である。
また、時間差で発生する複数の内部火災に対しては、自衛消防隊が火災現場を都度移動することにより、現在の想定する要員での対応が可能である。

図2 1～5号炉における各作業と所要時間

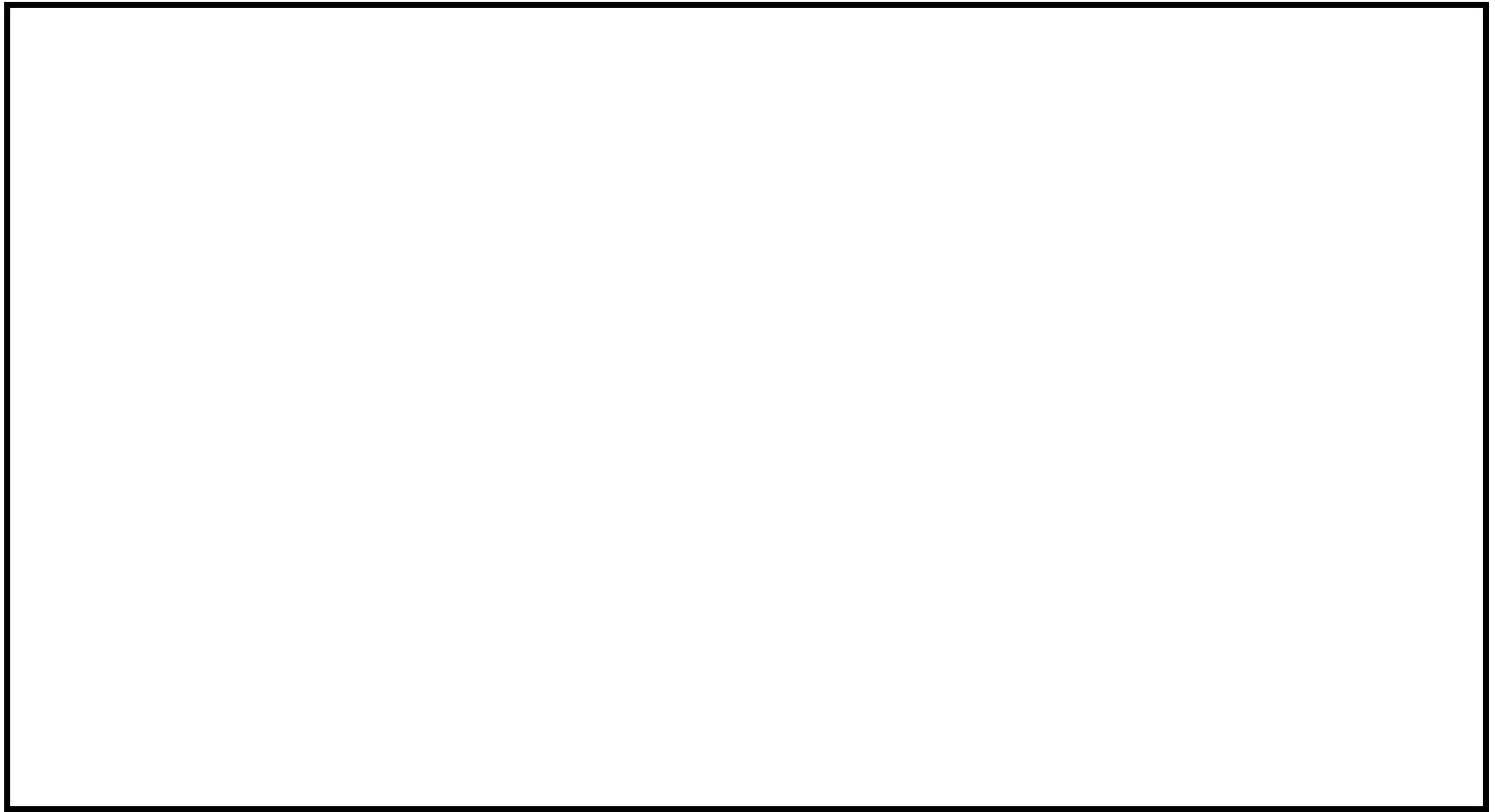


図3 線量率の概略とアクセスルート（免震重要棟内緊急時対策所から5号炉原子炉建屋内緊急時対策所，大湊側高台保管場所の例）

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

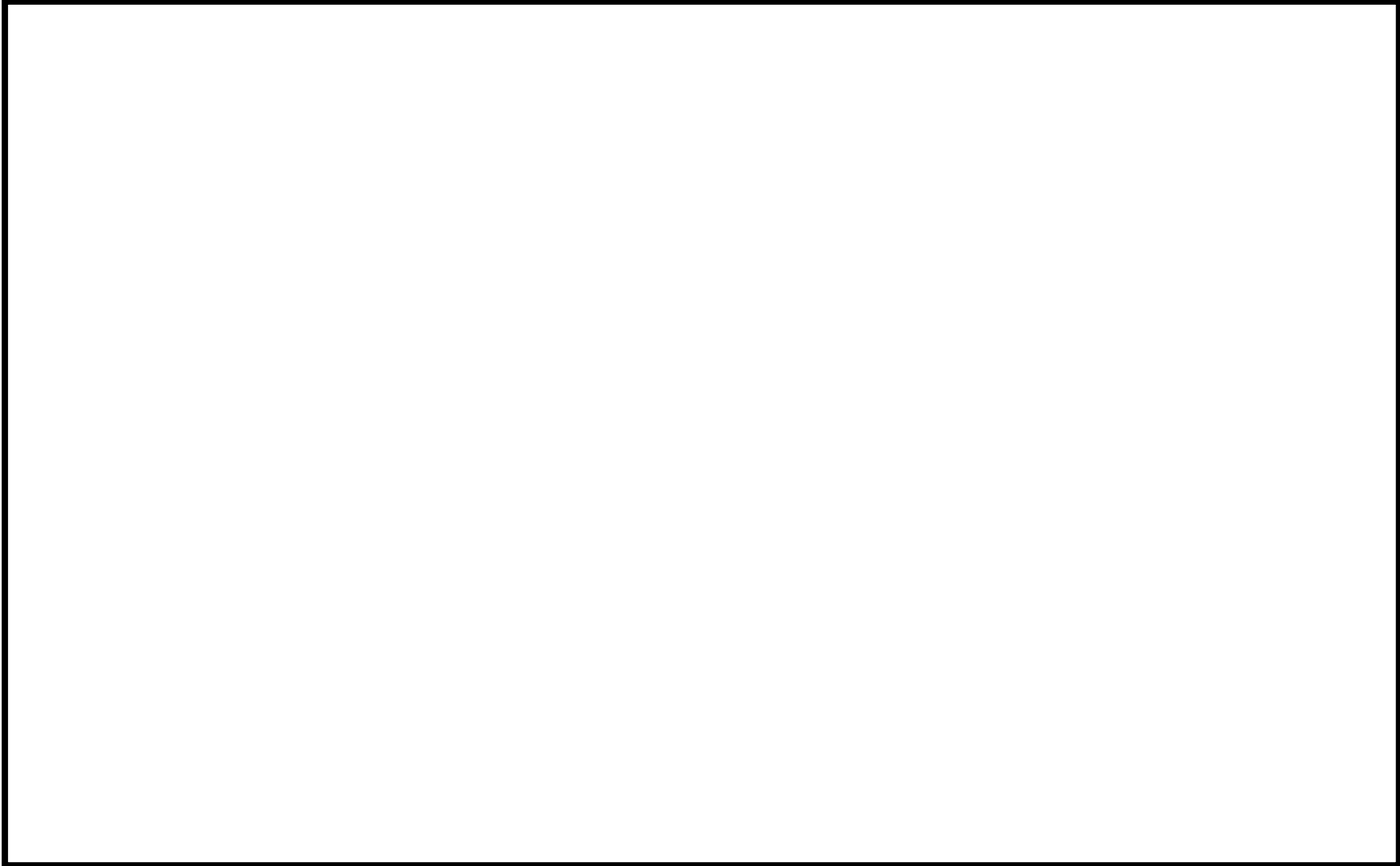


図4 線量率の概略分布（5～7号炉周辺）

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【参考】使用済燃料プール水瞬時全喪失時の使用済燃料の冷却性について

使用済燃料プールの保有水が全喪失した場合であっても、崩壊熱量が小さいときには、露出した使用済燃料が、空気の自然対流により冷却される場合が考えられる。

これらの検討は、建屋が損壊している福島第一原子力発電所4号炉の燃料プールの状態（大気開放）を想定した評価^{※1,2}やオペレーティングフロアを考慮した評価^{※3}が実施されている。

ここでは、より自然対流の空気冷却が厳しくなるオペレーティングフロアについても考慮した評価について示す。

オペレーティングフロアを考慮した評価

電力中央研究所による使用済燃料プールの事故時の過渡解析[※]によると、使用済燃料プールにおいて瞬時のLOCAが発生しても、使用済燃料プール内の全崩壊熱が約1MW以下の場合、気相の自然循環冷却と使用済燃料プール壁への輻射伝熱により被覆管の健全性は維持されるとしている（参考図1、参考図2）。

なお、本解析モデルでは、ヒートシンクとして設定している使用済燃料プールの天井部分は、使用済燃料プール床面積と同じ断面積で模擬しており、実際のオペレーティングフロアに比べて非常に小さく、建屋からの放熱の観点からは保守的な設定となっている。また、空調設備には期待していない。使用済燃料ラックについては高密度型燃料ラックをモデル化しており、燃料間ピッチは1～5号炉のラックと比較し、同等若しくは保守的となっている。

現在の1～5号炉における使用済燃料プール内の燃料集合体の全崩壊熱は、参考表1に示すとおり、各号炉とも1MW未満と低く、評価での想定より建屋の壁面の除熱を多く考慮できることから、使用済燃料は空気の自然対流による冷却でも健全性が維持されるものと考えられる。

※1 : Analysis of Fuel Heat-up in a Spent Fuel Pool during a LOCA 平成 24 年 7 月 24 日, JNES

「使用済燃料プール瞬時 LOCA 時の燃料被覆管温度の解析」

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故に関する技術ワークショップ

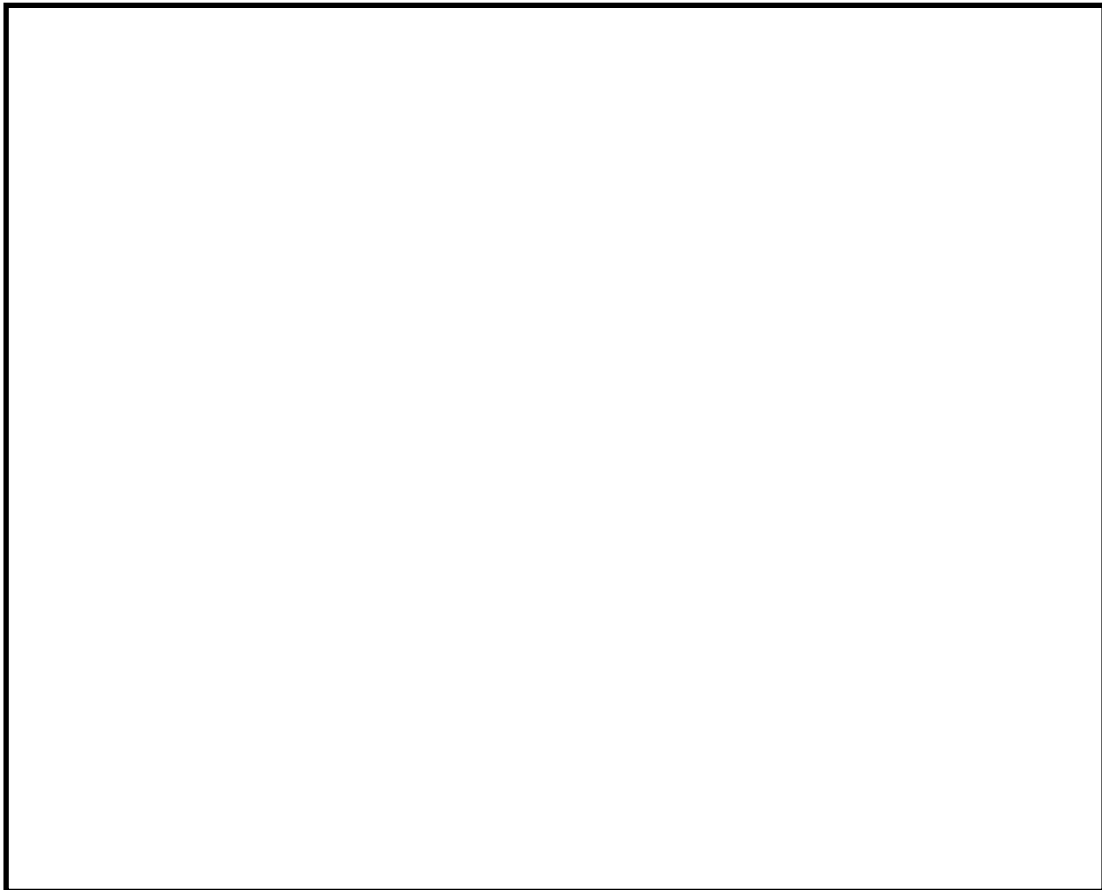
※2 : Detailed analysis of the accident progression of Units 1 to 3 by using MAAP code 平成 24 年 7 月 23 日, 東京電力株式会社

「1F-4の使用済燃料プール瞬時LOCA時(LOCA)及び冷却機能喪失時の蒸発による水位低下(Non-LOCA)発生によるPCT(MAAP)」

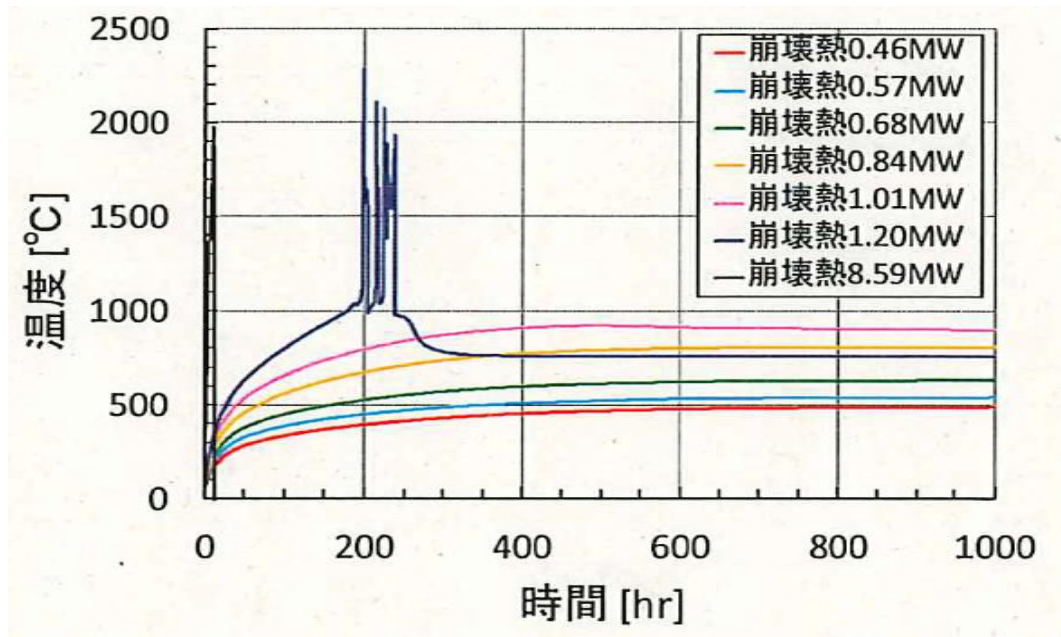
※3 : 使用済燃料プールの事故時冷却特性評価—MAAP コードを用いた冷却機能及び冷却材喪失事故解析— (研究報告:L12007) 平成 25 年 5 月, 電力中央研究所

参考表 1 使用済燃料の崩壊熱の比較

項目	解析 ケース	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	備考
全崩壊熱 (MW)	1.01	約 0.5	約 0.5	約 0.5	約 0.4	約 0.5	1～5号炉： 平成 27 年 1 月時点
集合体 1 体当た り (kW)	0.84	約 0.5	約 0.3	約 0.6	約 0.3	約 0.5	1～5号炉： 平成 27 年 1 月時点



参考図 1 解析モデル



参考図 2 崩壊熱を変化させた時の燃料チャンネル最高温度の比較（プール水瞬時全量喪失を仮定）