

件名	ルブレイエ1～4号機の大規模浸水事象		
型式	PWR	出力	各 951MWe
プラント名/会社名	ルブレイエ 1～4 号機/EDF	発生年月日 (発行日)	1999 年 12 月 27 日
事象概要	<p>ルブレイエ原子力発電所は、ボルドーの北、ジロンド河口に位置している。ここには4基の 900MWe 級 PWR がある。1999 年 12 月 27 日から 28 日夜の、例外的な悪天候で、うねりによる外的要因の浸水リスクを考慮した防護対策が不適切なものとあいまって、発電所の蒸気供給系および安全関連システムの多くの区画が浸水する結果となった。異常事象発生時の発電所の状態は次の通りであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1、2 および 4 号機： 100 % 定格出力運転中 3 号機： 燃料再装荷後、停止状態で余熱除去系により冷却中 <p>[異常事象発生] 強い低気圧と非常に強い突風(約 56m/s)が、潮汐と重なってジロンド河口に波が押し寄せた。風による大きなうねり波が既存の堤防内に氾濫し、ルブレイエ原子力発電所の一部が浸水した。風と波の方向から、1 号機と 2 号機が洪水の影響を最も受け、3 号機と 4 号機は室内に僅かの水が浸水した。送電網にも擾乱が生じた：全号機の 225 kV 補助電源が 24 時間喪失し、2 号機と 4 号機の 400 kV 送電網が数時間喪失した。400 kV 送電網が復旧するまでディーゼル発電機による非常用電源が正常に供給された。</p> <p>[異常事象の経緯] 原子力発電所の北側に位置するダクトの覆い板に水が浸水し、管理建屋と共通補助建屋の地下レベルに浸水した。1 号機と 2 号機の区画に、扉や開口部を通じて水が広がり、電気室の地下レベル、海水ポンプ室の接続坑道、周辺建屋と燃料建屋の地下レベルに達した。この浸水により次のシステムが喪失した：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 号機のエッセンシャル・サービス水系(ESW)の A 系列 1、2 号機それぞれの、低圧注入系と格納容器スプレイ系の両系列 <p>この浸水の結果、1、2 号機は、一次系の冷却に蒸気発生器を使用し、余熱除去系(RHR)で、停止状態にもっていった。一方、4 号機は高温停止状態から再起動した。1999 年 12 月 28 日早々に発電所のスタッフは、放射能濃度をチェック後、浸入水のジロンド河口への放出を開始し、1999 年 12 月 29 日の最終時刻に放出を完了した。</p>		
当事国の対応	<p>[事象の評価レベル] 12 月 28 日午前 9:00 にサイト内緊急時計画のレベル 2 が発動された。1、2 号機の異常事象は、原子力施設安全局 DSIN により、INES 尺度のレベル 2 に分類された。(3、4 号機の浸水は極軽微)</p> <p>[対策] 発電所で実施された応急措置(堤防の強化と補修、開口部の閉鎖、損傷機材の補修)以外に、種々の防御ラインの強化が行われた。最初の主要な変更はジロンド川に面した防護用堤防の高さを 1m 上げることであり、2.3m のうねり波防護壁を堤防の上に築いた。特に、跳ね上がり効果から原子力発電所を防護するために、沼地で構成される浸水対策区域を考慮した発電所周りの防護堤防も高くした。更に、うねり波に関するリスクを考慮し、警報システムレベルを二段階とした。(平均風速 15m/s で事前警報を、20m/s で警報を設定) 事前警報は、原子力発電所が隔離された場合に、追加対策チームの早期の到着を可能にすることを目指している。ジロンド川の洪水の場合、結局は、冷水源の完全な喪失を満足に防止できなかったため、警報レベルの改善が行われた。ルブレイエ発電所の浸水に加え、安全当局の要求に基づき、EDF は、原子力発電所全体の状況を分析するための行動計画を実施した。対策技術は、フランスの 19 基の原子力発電所に適用される。</p>		

国内での状況	<p>発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針の指針2に以下の記載がある。 指針 2 自然現象に対する設計上の考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、(中略)適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。(後略) <p>従って、国内の全原子力発電所は、設置許可申請の段階から過去に発生した津波と発電所敷地の標高比較で津波対策を実施してきたが、ルブレイエ原子力発電所で起きた異常事象は、この津波対策の検討に包絡される。</p> <p>各プラント設置許可申請書から得られた最高水位/通常水位と敷地標高の比較を別紙1にまとめる。この表から浜岡原子力発電所以外の原子力発電所は、高波に対する十分な余裕を有することがわかる。浜岡の場合は、TP+10～15m の砂丘が存在し、浸水の緩衝材として作用するものと考えられる。</p>		
JNES の見解	<p>国内の全原子力発電所は、海水をヒートシンクとして用いており、河川水をヒートシンクとしているものはない。従って、ルブレイエ原子力発電所と同一の事象が発生することはないが、国内の全原子力発電所は、沿岸立地につき津波に対する備えを十分にしておくことが重要である。ただし、通常水位(平均潮位)は、時間的な変動を伴うため、地球温暖化による海面上昇予測等も具体化する必要がある。また、統計的なリスク評価手法の適用も考えられる。2004 年末にスマトラ沖地震後に発生した大津波の経験も参考となる。</p>		
安全情報検討会での検討内容			
更なる状況把握の要否			
対応策			
対応課			
短期的対応			長期的対応
フォロー状況			
対策完了日	平成 年 月 日		

参考図

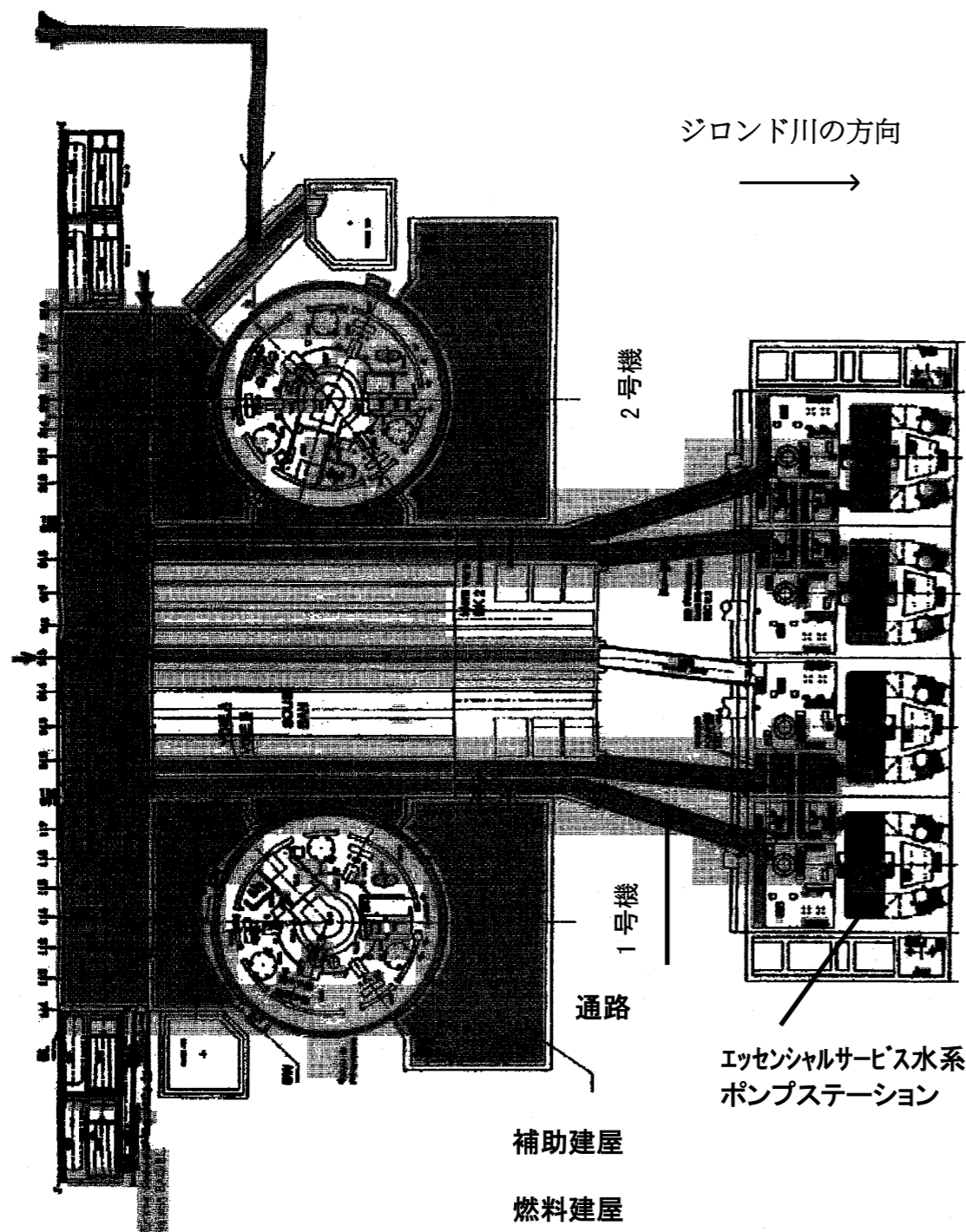
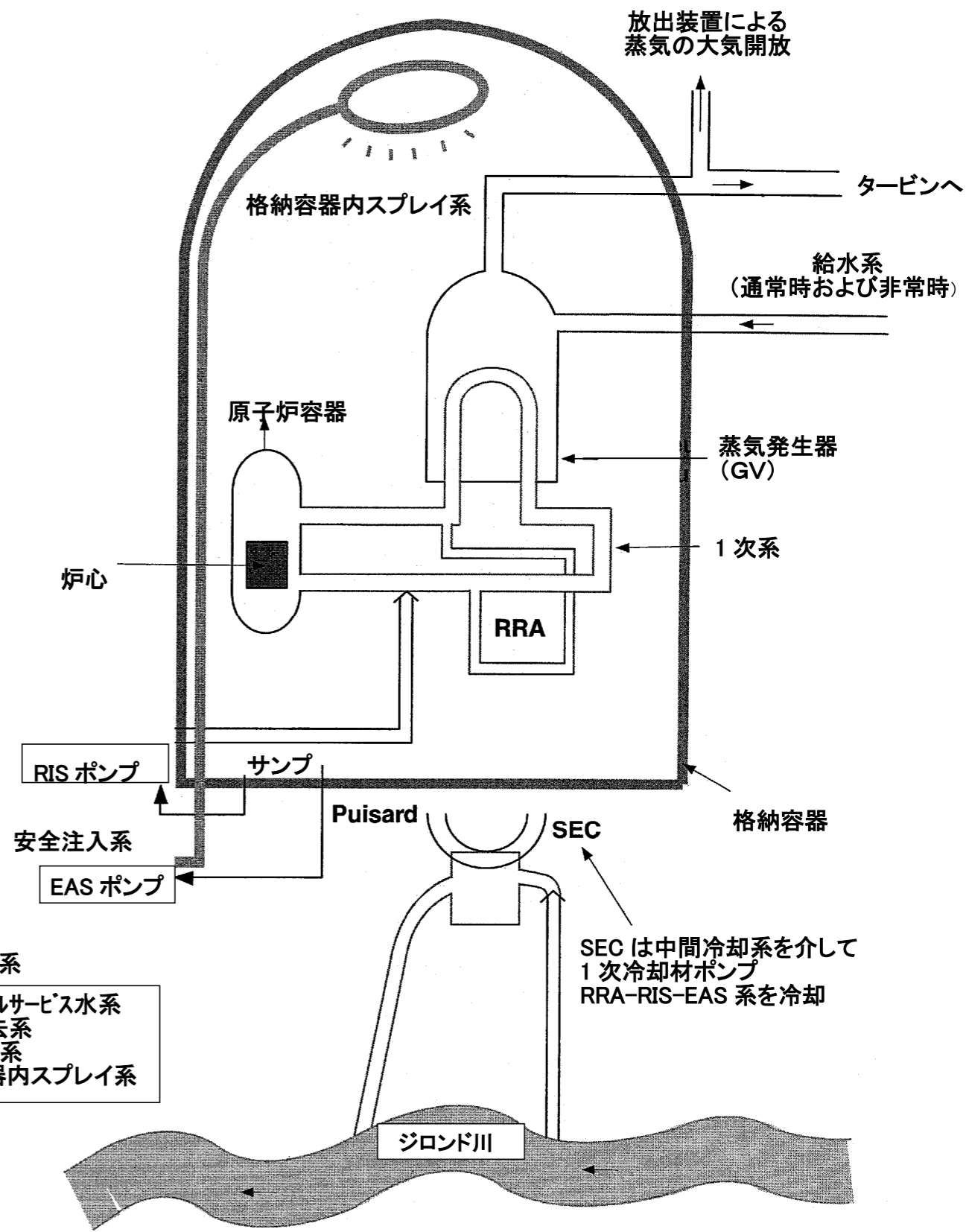


図1 ルブレイエ 1/2号機の内部が浸水した領域
(黒く塗られた範囲:補助建屋、燃料建屋、通路、ポンプステーション等)



被害を受けた安全系

- SEC: エッセンシャルサービス水系
- RRA: 余熱除去系
- RIS: 安全注入系
- EAS: 格納容器内スプレイ系

SECは中間冷却系を介して
1次冷却材ポンプ
RRA-RIS-EAS系を冷却

図2 浸水の被害を受けたシステムの概要

最高水位と敷地標高に関して

	サイト名	最高水位	通常水位	防波堤設計波高	敷地の標高	備考
1	北海道電力 泊発電所	TP+4.1m	TP-0.01m	4.2m～7.4m	TP+10m	
2	東北電力 女川原子力発電所	OP+9.1m	TP+0.77m	4.4m～5.3m	OP+14.8m	最低水位OP-7.4m
3	東京電力 柏崎刈羽原子力発電	TMSL+3.7m	TMSL+0.21m	4.29m～7.5m	TMSL+5m	
4	東京電力 福島第一原子力発電	OP+3.5m	OP+0.760～0.884m	6.51m	OP +10m	
5	東京電力 福島第二原子力発電	OP+3.6m	OP+0.760～0.884m	6.51m	OP+12m	
6	日本原電 東海第二発電所	HP+2.35m (既往最高潮位)		-	HP+8m	
7	中部電力 浜岡原子力発電所	TP+6.0m	TP+0.04m	-	TP+6.0m	TP+10～15mの砂丘 が存在
8	北陸電力 志賀原子力発電所	TP+0.76m	TP+0.22m	-	TP+11m	H.W.L.はTP+0.5m
9	日本原電 敦賀発電所	TP+1.28m (既往最高潮位)	TP+0.16m	-	TP+7.0m	
10	関西電力 美浜発電所	TP+0.71m (既往最高潮位)	TP+0.14m	-	TP+3.5m	
11	関西電力 大飯発電所	TMSL+0.99m (既往最高潮位)	TMSL+0.17m		TMSL+9.3m	
12	関西電力 高浜発電所	TP+0.914m (既往最高潮位)	TP+0.183m	-	TP+3.5m	
13	中国電力 島根原子力発電所	TP+2.1m	TP+0.21m	8.0m～10.6m	TP+8.5m	
14	四国電力 伊方発電所	TP+2.88m (既往最高潮位)	TP+0.03m	-	TP+10m	
15	九州電力 玄海原子力発電所	TP+1.84m (既往最高潮位)	TP+0.06m	-	TP+11.0m	
16	九州電力 川内原子力発電所	TP+1.65m (既往最高潮位)	TP-0.04m	5m	TP+13m	
17	日本原燃 六ヶ所再処理施設	TMSL +2.95m	-	-	TMSL +60m	

注 TMSL ;東京湾平均海面

TP ;東京湾中等潮位

OP ;小名浜基準面

HP ;日立港基準面

防波堤設計波高で-は未調査

出典 各プラント設置許可申請書

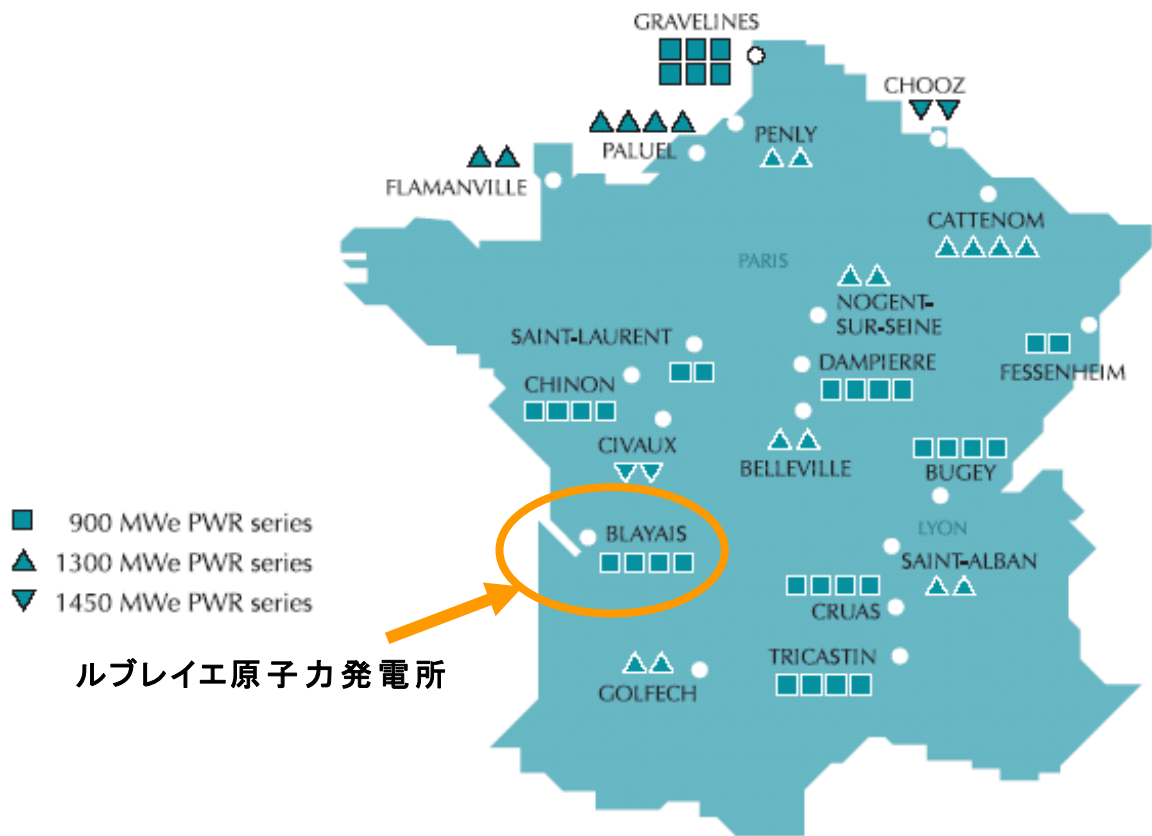


図1 フランスの原子力発電所の立地

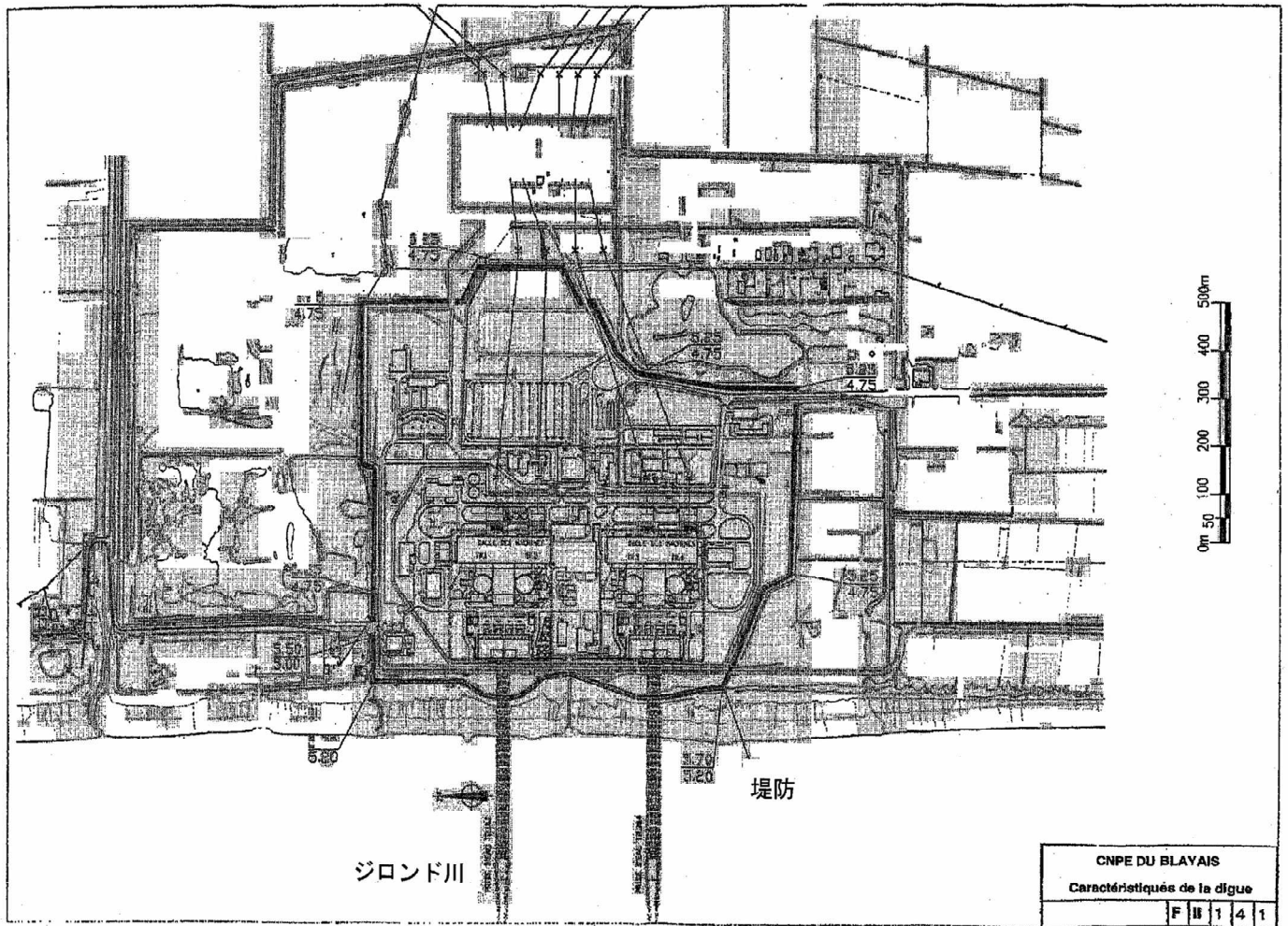
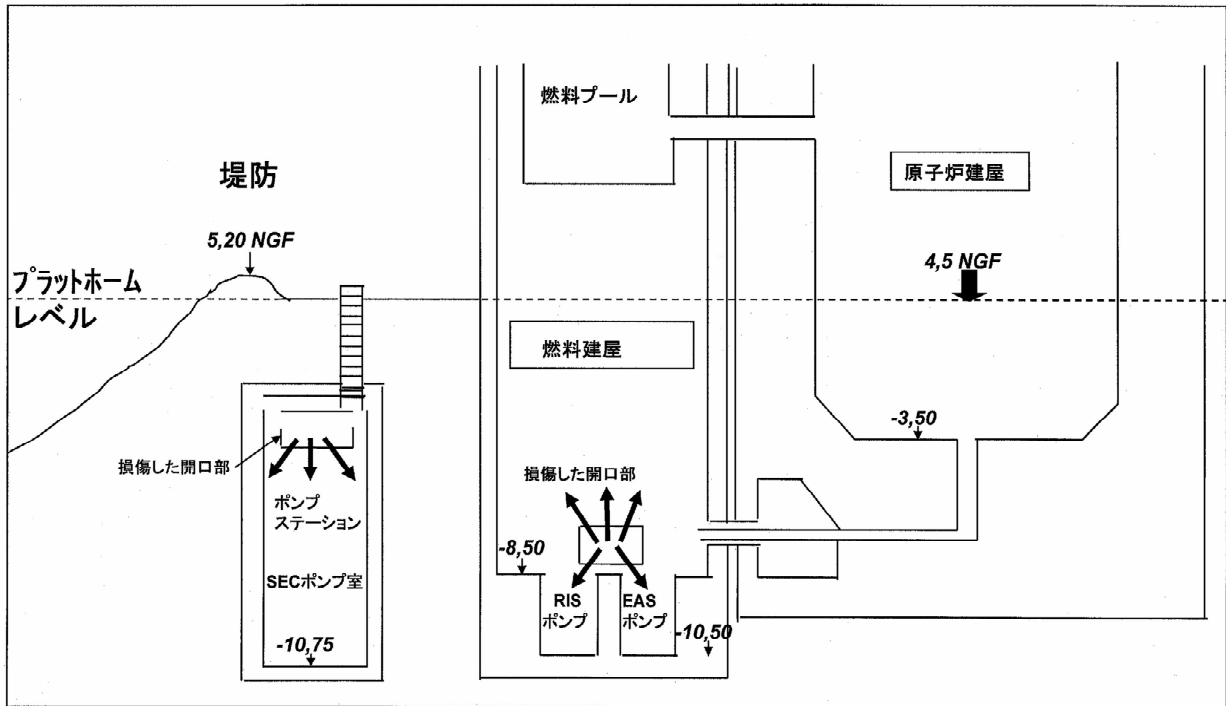


図 2 ルブレイエのサイトと周囲の状況



[堤防高さ 5.2m の決定根拠]

- 最高高潮水位 (Highest tide) 3.22m
- + 気象条件や局所的条件を考慮した追加マージン 2.16m
- 水位低下要因 (当該領域での拡散) 0.36m
- = 設計基準洪水高さ 5.02m
- 堤防高さ 5.2m

図 3 サイトのプラットフォーム、堤防及び浸水箇所

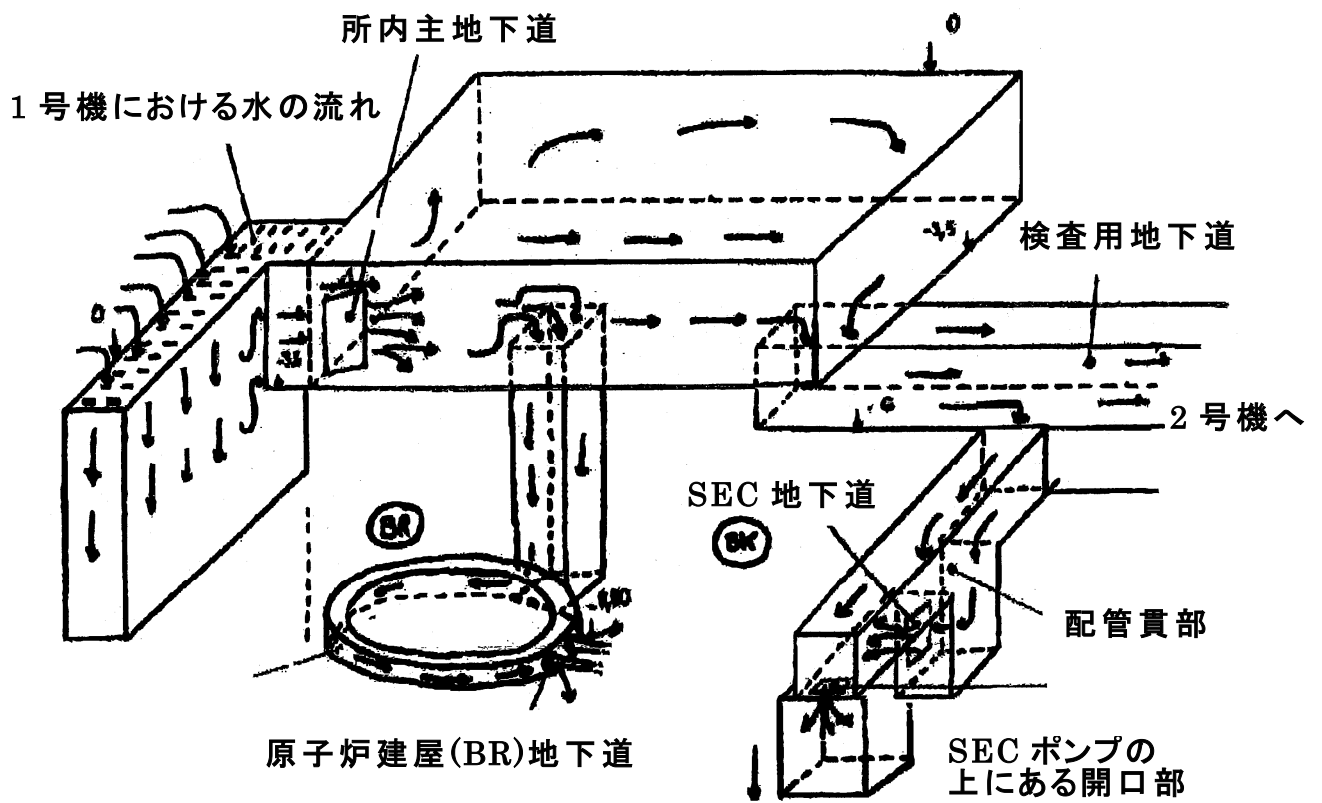


図4 ルブレイエ1号機における水の侵入ルート

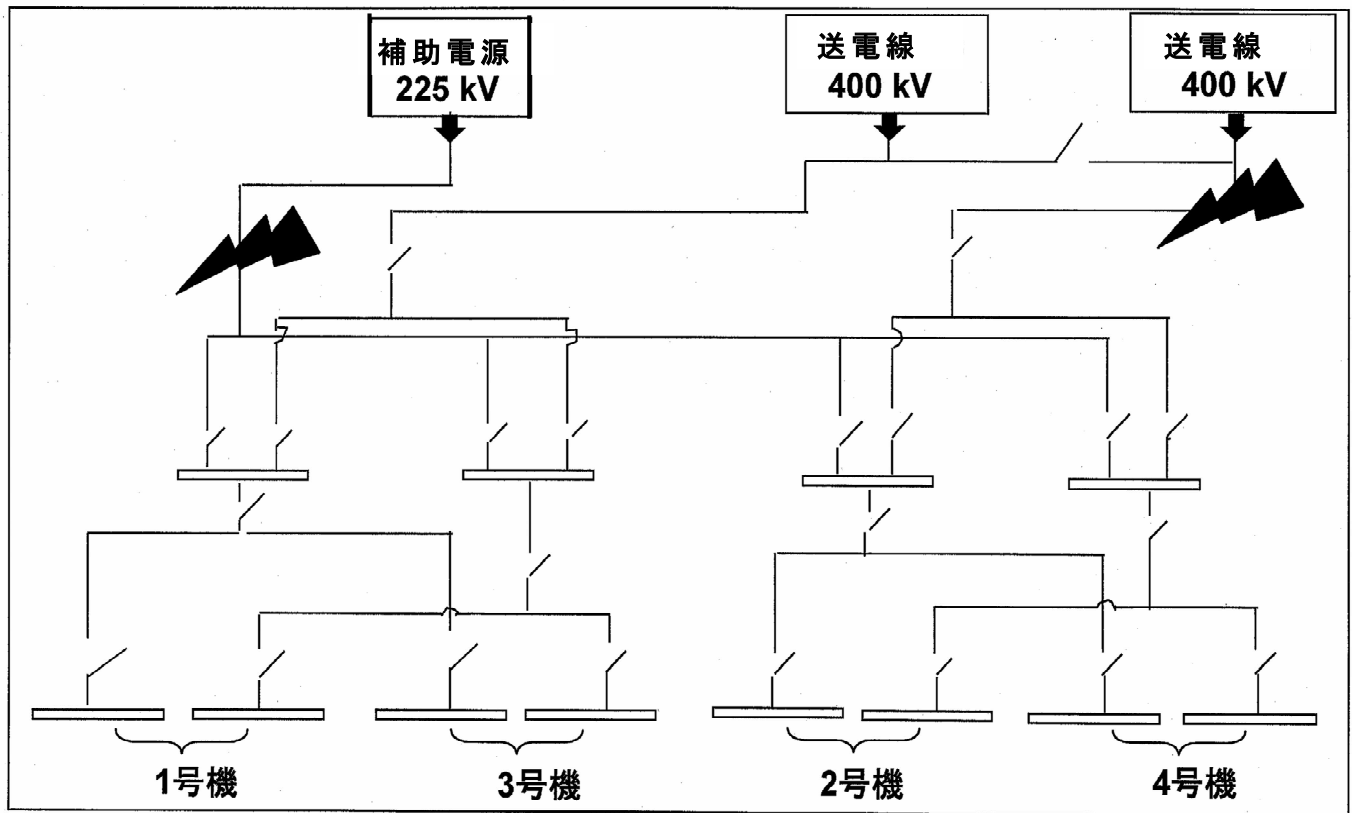


図 5 ルブレイエの外部電源構成と故障箇所



図 6 洪水で削られた堤防



図 7 所内主地下道をおおうプレート



図 8 所内主地下道をおおう鋼板

件名	ルブレイエ1～4号機の大規模浸水事象		
型式	PWR	出力	各 951MWe
プラント名/会社名	ルブレイエ 1～4 号機/EDF	発生年月日 (発行日)	1999 年 12 月 27 日
事象概要	<p>ルブレイエ原子力発電所は、ボルドーの北、ジロンド河口に位置している。ここには4基の 900MWe 級 PWR がある。1999 年 12 月 27 日から 28 日夜の、例外的な悪天候で、うねりによる外的要因の浸水リスクを考慮した防護対策が不適切なものとあいまって、発電所の蒸気供給系および安全関連システムの多くの区画が浸水する結果となった。異常事象発生時の発電所の状態は次の通りであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1、2 および 4 号機: 100 % 定格出力運転中 3 号機: 燃料再装荷後、停止状態で余熱除去系により冷却中 <p>[異常事象発生] 強い低気圧と非常に強い突風(約 56m/s)が、潮汐と重なってジロンド河口に波が押し寄せた。風による大きなうねり波が既存の堤防内に氾濫し、ルブレイエ原子力発電所の一部が浸水した。風と波の方向から、1 号機と 2 号機が洪水の影響を最も受け、3 号機と 4 号機は室内に僅かの水が浸水した。送電網にも擾乱が生じた: 全号機の 225 kV 補助電源が 24 時間喪失し、2 号機と 4 号機の 400 kV 送電網が数時間喪失した。400 kV 送電網が復旧するまでディーゼル発電機による非常用電源が正常に供給された。</p> <p>[異常事象の経緯] 原子力発電所の北側に位置するダクトの覆い板に水が浸水し、管理建屋と共通補助建屋の地下レベルに浸水した。1 号機と 2 号機の区画に、扉や開口部を通じて水が広がり、電気室の地下レベル、海水ポンプ室の接続坑道、周辺建屋と燃料建屋の地下レベルに達した。この浸水により次のシステムが喪失した:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 号機のエッセンシャル・サービス水系(ESW)の A 系列 1、2 号機それぞれの、低圧注入系と格納容器スプレイ系の両系列 <p>この浸水の結果、1、2 号機は、一次系の冷却に蒸気発生器を使用し、余熱除去系(RHR)で、停止状態にもっていった。一方、4 号機は高温停止状態から再起動した。1999 年 12 月 28 日早々に発電所のスタッフは、放射能濃度をチェック後、浸入水のジロンド河口への放出を開始し、1999 年 12 月 29 日の最終時刻に放出を完了した。</p>		
当事国の対応	<p>[事象の評価レベル] 12 月 28 日午前 9:00 にサイト内緊急時計画のレベル 2 が発動された。1、2 号機の異常事象は、原子力施設安全局 DSIN により、INES 尺度のレベル 2 に分類された。(3、4 号機の浸水は極軽微)</p> <p>[対策] 発電所で実施された応急措置(堤防の強化と補修、開口部の閉鎖、損傷機材の補修)以外に、種々の防御ラインの強化が行われた。最初の主要な変更はジロンド川に面した防護用堤防の高さを 1m 上げることであり、2.3m のうねり波防護壁を堤防の上に築いた。特に、跳ね上がり効果から原子力発電所を防護するために、沼地で構成される浸水対策区域を考慮した発電所周りの防護堤防も高くなった。更に、うねり波に関するリスクを考慮し、警報システムレベルを二段階とした。(平均風速 15m/s で事前警報を、20m/s で警報を設定) 事前警報は、原子力発電所が隔離された場合に、追加対策チームの早期の到着を可能にすることを目指している。ジロンド川の洪水の場合、結局は、冷水源の完全な喪失を満足に防止できなかったため、警報レベルの改善が行われた。ルブレイエ発電所の浸水に加え、安全当局の要求に基づき、EDF は、原子力発電所全体の状況を分析するための行動計画を実施した。対策技術は、フランスの 19 基の原子力発電所に適用される。</p>		

国内での状況	<p>発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針の指針2に以下の記載がある。 指針 2 自然現象に対する設計上の考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、(中略)適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。(後略) <p>国内の原子力発電所は、設置許可申請書において、過去に発生した津波ベースとした水位と発電所敷地の標高比較で津波対策評価を実施しており、ルブレイエ原子力発電所で起きた異常事象は、この津波対策評価に包絡される。 各プラント設置許可申請書における最高水位/通常水位と敷地標高の比較を別紙1にまとめる。この表から浜岡以外の原子力発電所は、津波に対する十分な余裕を有することがわかる。浜岡の場合は、前面に海岸線に対してほぼ並行して TP+10~15m の砂丘が存在すること、また、原子炉建屋及び海水熱交換器建屋の出入口には腰部防水構造の防護扉等を設置すること等から原子炉施設の安全確保には支障がない。</p>		
JNES の見解	<p>国内の原子力発電所は、過去に発生した津波に基づく水位と発電所敷地の標高の比較評価等より、津波により原子炉施設の安全性が損なわれることはない。しかし、インド洋沖津波の経験情報により、設計ベースの妥当性確認等の検討を行うことは有意義である。そのため、今後インドの発電所調査等により入手する情報を参考として検討を進める。 外部事象(津波)による溢水及び内部溢水の両方に対する施設側の溢水対策(機器水密構造等)の実態を整理しておく必要がある。</p>		
安全情報検討会での検討内容			
更なる状況把握の要否			
対応策			
対応課			
短期的対応		長期的対応	
フォロー状況			
対策完了日	平成	年	月 日

最高水位と敷地標高に関して

	サイト名	最高水位	通常水位	防波堤設計波高	敷地の標高	備考
1	北海道電力 泊発電所	TP+4.1m	TP-0.01m	4.2m～7.4m	TP+10m	
2	東北電力 女川原子力発電所	OP+9.1m	TP+0.77m	4.4m～5.3m	OP+14.8m	最低水位OP-7.4m
3	東京電力 柏崎刈羽原子力発電	TMSL+3.7m	TMSL+0.21m	4.29m～7.5m	TMSL+5m	
4	東京電力 福島第一原子力発電	OP+3.5m	OP+0.760～0.884m	6.51m	OP +10m	
5	東京電力 福島第二原子力発電	OP+3.6m	OP+0.760～0.884m	6.51m	OP+12m	
6	日本原電 東海第二発電所	HP+2.35m (既往最高潮位)		-	HP+8m	
7	中部電力 浜岡原子力発電所	TP+6.0m	TP+0.04m	-	TP+6.0m	TP+10～15mの砂丘 が存在
8	北陸電力 志賀原子力発電所	TP+0.76m	TP+0.22m	-	TP+11m	H.W.L.はTP+0.5m
9	日本原電 敦賀発電所	TP+1.28m (既往最高潮位)	TP+0.16m	-	TP+7.0m	
10	関西電力 美浜発電所	TP+0.71m (既往最高潮位)	TP+0.14m	-	TP+3.5m	
11	関西電力 大飯発電所	TMSL+0.99m (既往最高潮位)	TMSL+0.17m		TMSL+9.3m	
12	関西電力 高浜発電所	TP+0.914m (既往最高潮位)	TP+0.183m	-	TP+3.5m	
13	中国電力 島根原子力発電所	TP+2.1m	TP+0.21m	8.0m～10.6m	TP+8.5m	
14	四国電力 伊方発電所	TP+2.88m (既往最高潮位)	TP+0.03m	-	TP+10m	
15	九州電力 玄海原子力発電所	TP+1.84m (既往最高潮位)	TP+0.06m	-	TP+11.0m	
16	九州電力 川内原子力発電所	TP+1.65m (既往最高潮位)	TP-0.04m	5m	TP+13m	
17	日本原燃 六ヶ所再処理施設	TMSL +2.95m	-	-	TMSL +60m	

注 TMSL ; 東京湾平均海面

TP ; 東京湾中等潮位

OP ; 小名浜基準面

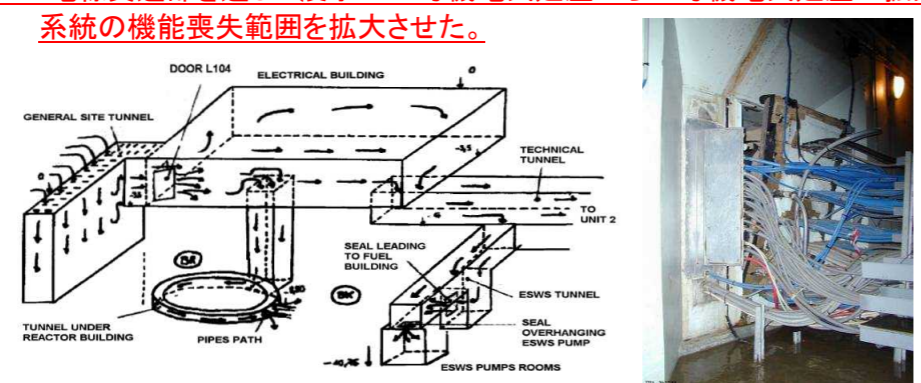
HP ; 日立港基準面

防波堤設計波高で-は未調査

出典 各プラント設置許可申請書

件名	ルブレイエ1～4号機の大規模浸水事象		
型式	PWR	出力	各 951MWe
プラント名/会社名	ルブレイエ 1～4 号機/EDF	発生年月日 (発行日)	1999 年 12 月 27 日
事象概要	<p>ルブレイエ原子力発電所は、ボルドーの北、ジロンド河口に位置している。ここには4基の 900MWe 級 PWR がある。1999 年 12 月 27 日から 28 日夜の、例外的な悪天候で、うねりによる外的要因の浸水リスクを考慮した防護対策が不適切なものとあいまって、発電所の蒸気供給系および安全関連システムの多くの区画が浸水する結果となった。異常事象発生時の発電所の状態は次の通りであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1、2 および 4 号機: 100 % 定格出力運転中 3 号機: 燃料再装荷後、停止状態で余熱除去系により冷却中 <p>[異常事象発生] 強い低気圧と非常に強い突風(約 56m/s)が、潮汐と重なってジロンド河口に波が押し寄せた。風による大きなうねり波が既存の堤防内に氾濫し、ルブレイエ原子力発電所の一部が浸水した。風と波の方向から、1 号機と 2 号機が洪水の影響を最も受け、3 号機と 4 号機は室内に僅かの水が浸水した。送電網にも擾乱が生じた: 全号機の 225 kV 補助電源が 24 時間喪失し、2 号機と 4 号機の 400 kV 送電網が数時間喪失した。400 kV 送電網が復旧するまでディーゼル発電機による非常用電源が正常に供給された。</p> <p>[異常事象の経緯] 原子力発電所の北側に位置するダクトの覆い板に水が浸水し、管理建屋と共通補助建屋の地下レベルに浸水した。1 号機と 2 号機の区画に、扉や開口部を通じて水が広がり、電気室の地下レベル、海水ポンプ室の接続坑道、周辺建屋と燃料建屋の地下レベルに達した。この浸水により次のシステムが喪失した:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 号機のエッセンシャル・サービス水系(ESW)の A 系列 1、2 号機それぞれの、低圧注入系と格納容器スプレイ系の両系列 <p>この浸水の結果、1、2 号機は、一次系の冷却に蒸気発生器を使用し、余熱除去系(RHR)で、停止状態にもっていった。一方、4 号機は高温停止状態から再起動した。1999 年 12 月 28 日早々に発電所のスタッフは、放射能濃度をチェック後、浸入水のジロンド河口への放出を開始し、1999 年 12 月 29 日の最終時刻に放出を完了した。</p>		
当事国の対応	<p>[事象の評価レベル] 12 月 28 日午前 9:00 にサイト内緊急時計画のレベル 2 が発動された。1、2 号機の異常事象は、原子力施設安全局 DSIN により、INES 尺度のレベル 2 に分類された。(3、4 号機の浸水は極軽微)</p> <p>[対策] 発電所で実施された応急措置(堤防の強化と補修、開口部の閉鎖、損傷機材の補修)以外に、種々の防御ラインの強化が行われた。最初の主要な変更はジロンド川に面した防護用堤防の高さを 1m 上げることであり、2.3m のうねり波防護壁を堤防の上に築いた。特に、跳ね上がり効果から原子力発電所を防護するために、沼地で構成される浸水対策区域を考慮した発電所周りの防護堤防も高くした。更に、うねり波に関するリスクを考慮し、警報システムレベルを二段階とした。(平均風速 15m/s で事前警報を、20m/s で警報を設定) 事前警報は、原子力発電所が隔離された場合に、追加対策チームの早期の到着を可能にすることを目指している。ジロンド川の洪水の場合、結局は、冷水源の完全な喪失を満足に防止できなかったため、警報レベルの改善が行われた。ルブレイエ発電所の浸水に加え、安全当局の要求に基づき、EDF は、原子力発電所全体の状況を分析するための行動計画を実施した。対策技術は、フランスの 19 基の原子力発電所に適用される。</p>		

国内での状況	<p>発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針の指針2に以下の記載がある。 指針 2 自然現象に対する設計上の考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、(中略)適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。(後略) <p>国内の原子力発電所は、設置許可申請書において、過去に発生した津波ベースとした水位と発電所敷地の標高比較で津波対策評価を実施しており、ルブレイエ原子力発電所で起きた浸水事象は、この津波対策評価に包絡される。 各プラント設置許可申請書における最高水位/通常水位と敷地標高の比較を別紙1にまとめる。この表から浜岡以外の原子力発電所は、津波に対する十分な余裕を有することがわかる。浜岡の場合は、前面に海岸線に対してほぼ並行して TP+10~15m の砂丘が存在すること、また、原子炉建屋及び海水熱交換器建屋の出入口には腰部防水構造の防護扉等を設置すること等から原子炉施設の安全確保には支障がない。</p>		
JNES の見解	<p>国内の原子力発電所は、過去に発生した津波に基づく水位と発電所敷地の標高の比較評価等より、津波により原子炉施設の安全性が損なわれることはない。しかし、今後インドの発電所調査等により入手するインド洋津波の経験情報を用い、検討を実施することは有意義である。 また、外部事象(津波)による溢水及び内部溢水の両方に対する施設側の溢水対策(水密構造等)の実態を整理しておく必要がある。</p>		
安全情報検討会での検討内容			
更なる状況把握の要否			
対応策			
対応課			
短期的対応	長期的対応		
フォロー状況			
対策完了日	平成 年 月 日		

件名	ルブレイエ1~4号機の大規模浸水事象		
型式	PWR	出力	各 951MWe
プラント名/会社名	ルブレイエ 1~4 号機/EDF	発生年月日 (発行日)	1999 年 12 月 27 日
事象概要	<p>ルブレイエ原子力発電所はボルドーの北方、ジロンド河口に位置している。ここには4基の900MWe級PWRがある。1999年12月27日から28日夜の、例外的な悪天候で、うねりによる外的要因の浸水リスクを考慮した防護対策が不適切なものとあいまって、発電所の蒸気供給系および安全関連システムの多くの区画が浸水する結果となった。異常事象発生時の発電所の状態は次の通りであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1、2および4号機：100% 定格出力運転中 3号機：燃料取替後、停止状態で余熱除去系により冷却中 <p>[異常事象発生] 強い低気圧による吸い上げと非常に強い突風(約56m/s)による高波が、満潮と重なってジロンド河口に波が押し寄せた。大きな波により堤防内で氾濫し、ルブレイエ原子力発電所の一部が浸水した(侵入水量約100,000m³)。風と波の方向から、1号機と2号機が洪水の影響を最も受け、3号機と4号機は内部に僅かの水が浸水した。送電網にも擾乱が生じた:全号機の225kV補助電源が24時間喪失し、2号機と4号機の400kV送電網が数時間喪失した。400kV送電網が復旧するまでディーゼル発電機による非常用電源が正常に供給された。</p> <p>[異常事象の経緯] 原子力発電所の北側に位置するダクトの覆い板に水が浸水し、管理建屋と共通補助建屋の地下レベルに浸水した。1号機と2号機の区画に、扉や開口部を通じて水が広がり、電気室の地下レベル、海水ポンプ室の接続坑道、周辺建屋と燃料建屋の地下レベルに達した。この浸水により次のシステムが喪失した:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1号機のエッセンシャル・サービス水系(ESW)のA系列 1、2号機それぞれの、低圧注入系と格納容器スプレイ系の両系列 電線貫通部を通して浸水が1号機電気建屋から2号機電気建屋へ拡大し、電気システムの機能喪失範囲を拡大させた。 		
	 <p>図、写真 1号機の電気建屋からの浸水拡大経路と電気システムの状況</p> <p>この浸水の結果、1、2号機は、一次系の冷却に蒸気発生器を使用し、余熱除去系(RHR)で、停止状態にもっていった。一方、4号機は高温停止状態から再起動した。</p> <p>1999年12月28日早々に発電所のスタッフは、放射能濃度をチェック後、浸入水のジロンド河口への放出を開始し、1999年12月29日の最終時刻に放出を完了した。</p>		
当事国の対応	<p>[事象評価レベル]12月28日午前9:00にサイト内緊急時計画のレベル2が発動された。1、2号機の異常事象は、原子力施設安全局DSINにより、INESレベル2に分類された。(3、4号機の浸水は極軽微)</p> <p>[再立ち上げ]1999年12月27日にルブレイエ原子力発電所で冠水したが、フランスの規制に従って検査修理を実施した。特に長期的潜在的故障については海水による腐食特に電線類の腐食について検討した。具体的には、EDFがそのままでもつか取替などの対策が必要かなどの対応・対策を立案し、IRSNが技術評価を実施。ASNがそれに基づいて決定を下し</p>		

当事国の対応	<p>た。再立ち上げは2000年5月であった。</p> <p>[対策] 発電所で実施された応急措置(堤防の強化と補修、開口部の閉鎖、損傷機材の補修)以外に、種々の防御ラインの強化が行われた。最初の主要な変更はジロンド川に面した防護用堤防の高さを1m上げる6.2mとしたことである。更に2.3mのうねり波防護壁を堤防の上に築いたき、ジロンド川側の最大高さを8.5mとした。特に、跳ね上がり効果から原子力発電所を防護するために、沼地で構成される浸水対策区域を考慮した発電所周りの防護堤防も5.75mまで高くした。更に、うねり波に関係するリスクを考慮し、警報システムレベルを二段階とした。(平均風速15m/sで事前警報を、20m/sで警報を設定) 事前警報は、原子力発電所が隔離された場合に、追加対策チームの早期の到着を可能にすることを目指している。ジロンド川の洪水の場合、結局は、冷水源の完全な喪失を満足に防止できなかったため、警報レベルの改善が行われた。ルブレイエ発電所の浸水に加え、安全当局の要求に基づき、EDFは、原子力発電所全体の状況を分析するための行動計画を実施した。対策技術は、フランスの19基の原子力発電所に適用される。</p>		
国内での状況	<p>発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針の指針2に以下の記載がある。</p> <p>指針2 自然現象に対する設計上の考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、システム及び機器は、(中略)適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。 安全機能を有する構築物、システム及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。(後略) <p>国内の原子力発電所は、設置許可申請書において、過去に発生した津波ベースとした水位と発電所敷地の標高比較で津波対策評価を実施しており、ルブレイエ原子力発電所で起きた浸水事象は、この津波対策評価に包絡される。</p> <p>各プラント設置許可申請書における最高水位/通常水位と敷地標高の比較を別紙1にまとめる。この表から浜岡以外の原子力発電所は、津波に対する十分な余裕を有することがわかる。浜岡の場合は、前面に海岸線に対してほぼ並行してTP+10~15mの砂丘が存在すること、また、原子炉建屋及び海水熱交換器建屋の出入口には腰部防水構造の防護扉等を設置すること等から原子炉施設の安全確保には支障がない。</p>		
JNESの見解	<p>国内の原子力発電所は、過去に発生した津波に基づく水位と発電所敷地の標高の比較評価等より、津波により原子炉施設の安全性が損なわれることはない。しかし、今後インドの発電所調査等により入手するインド洋沖津波の経験情報を用い、検討を実施することは有意義である。また、外部事象(津波)による溢水及び内部溢水の両方に対する施設側の溢水対策(水密構造等)の実態を整理しておく必要がある。</p>		
安全情報検討会での検討内容			
更なる状況把握の要否			
対応策			
対応課			
短期的対応	長期的対応		
フォロー状況			
対策完了日	平成 年 月 日		

ルブレイエ 1~4 号機の大規模浸水事象 (1999 年 12 月 27-28 日, I N E S レベル 2)



図 1. ルブレイエ原子力発電所の位置 (赤丸)

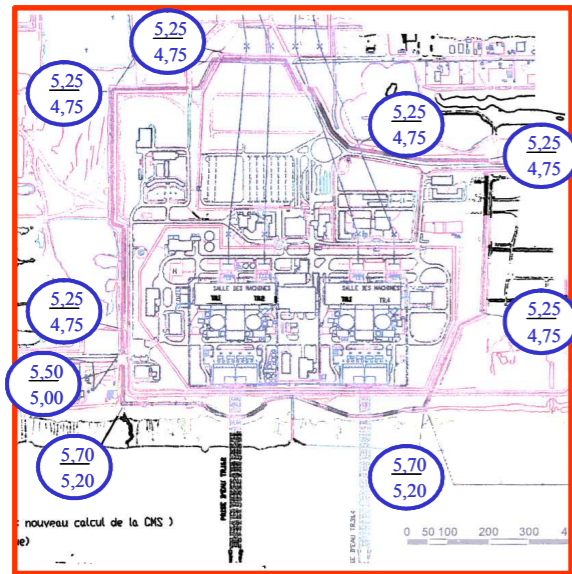


図 2. 堤防の高さ
(上:かさ上げ後/下:1999 年 12 月 27 日時点)



図 3. ルブレイエ原子力発電所の北西ゲート
(1999. 12. 28, 2AM までアクセス不可)



図 4, 5. トレンチ等から内部へ流入

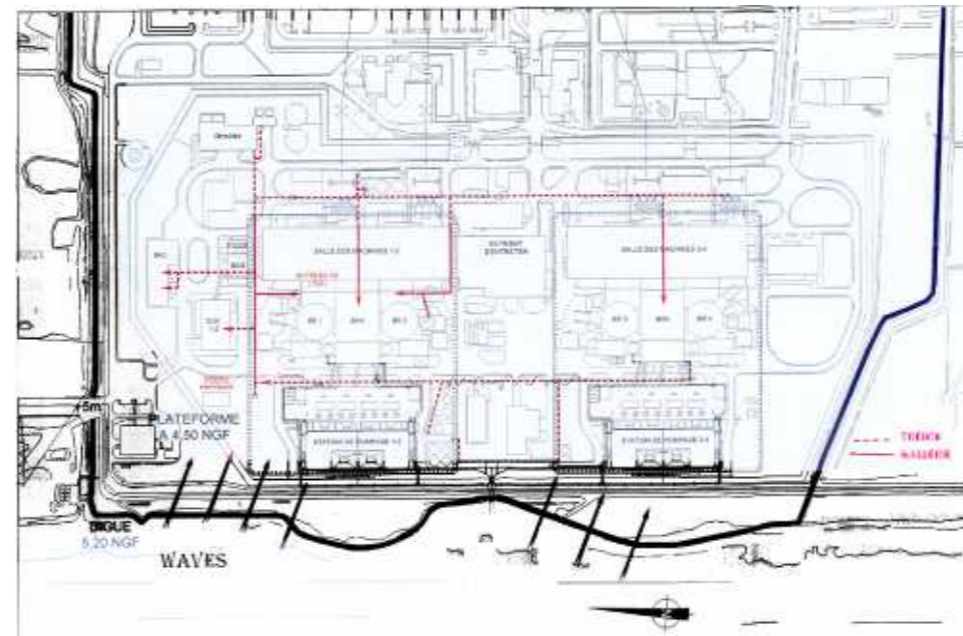


図 6. 流入 (矢印赤の経路で拡大)



図 7. 電気系統の状態



図 8. 改良後の防護堤防