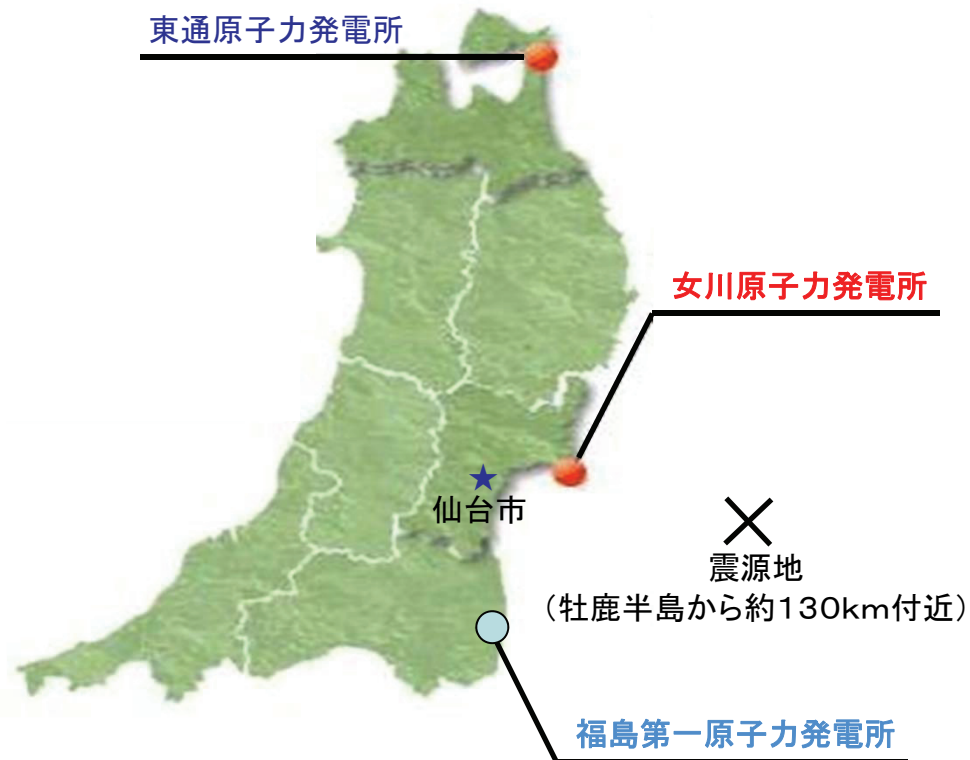


東日本大震災による 女川原子力発電所の被害状況の概要 および安全性向上に向けた取り組み



東北電力株式会社

Copyright © 2013 Tohoku Electric Power Co., Inc. All rights reserved.



目次

1. 東日本大震災の概要およびプラントの対応状況
2. プラントの被害状況
3. 安全性向上に向けた取組み
4. 耐震裕度向上工事の取組み



1. 東日本大震災の概要および プラントの対応状況



1-① 地震・津波の概要

発生日時：2011年3月11日(金)14時46分頃
震源地：三陸沖約130km 深さ約24km
マグニチュード：9.0(日本国内観測史上最大)
地震加速度：567.5ガル(1号機 原子炉建屋地下2階)
(過去最大地震加速度：251.2ガル, H17.8.16)

【女川町被害状況(2013.5.13現在)】
震災前人口(2011.3.11現在)：10,014名
死亡(認定者含む)：821名
行方不明者：6名
住家被害(全壊+半壊)：4,411棟

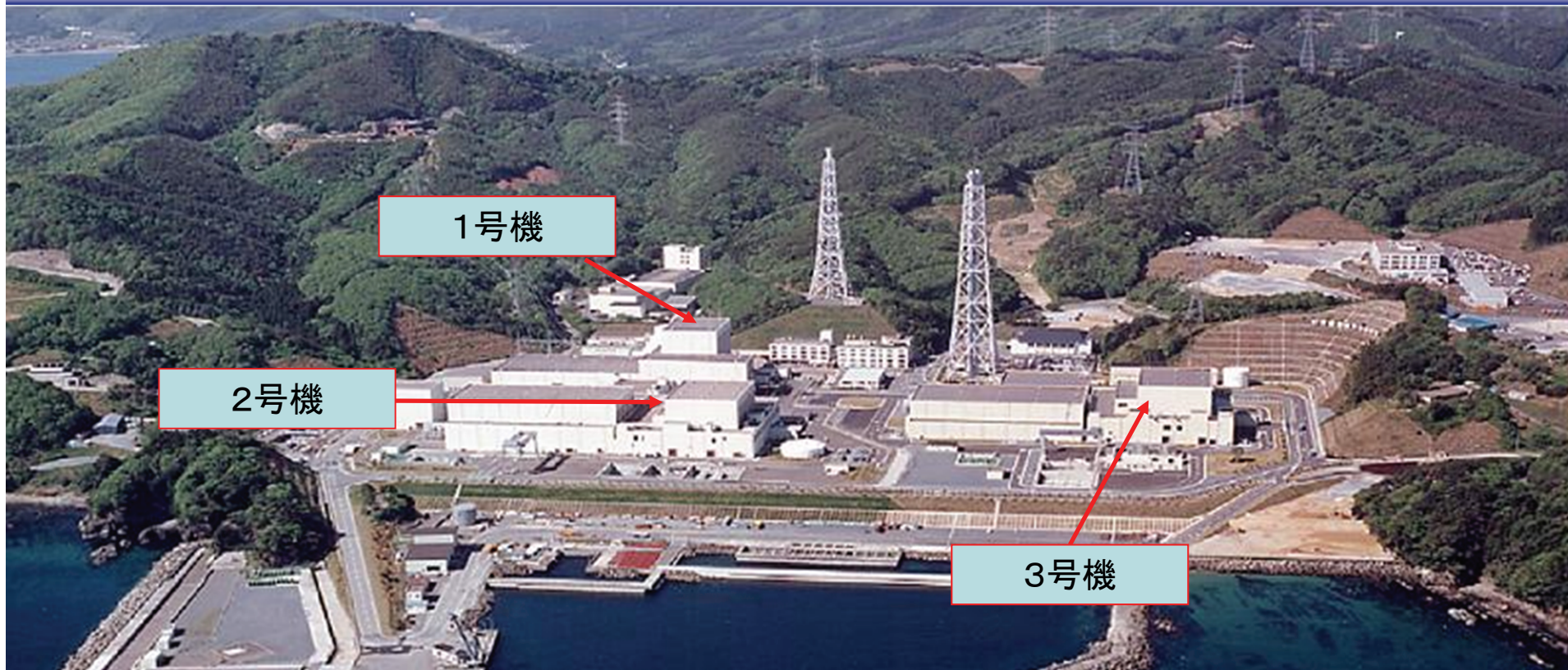
【震災前】



【震災後】



1-② 発電所の概要



設備の概要			
	1号機	2号機	3号機
定格電気出力	52万4千kW	82万5千kW	82万5千kW
営業運転開始年月	昭和59年6月	平成7年7月	平成14年1月
原子炉型式	沸騰水型軽水炉(BWR)		



1-③地震発生後のプラント状況(停止・冷却・閉じ込め機能)

		1号機		2号機		3号機	
地震発生前		運転中		起動中 (第11回定期検査中) 3/11 14:00 起動開始		運転中	
地震発生後	止める	3/11 14:46	自動停止	3/11 14:46	自動停止	3/11 14:46	自動停止
	冷やす	3/12 0:58	冷温停止 (100℃未満)	3/11 14:49	冷温停止 (100℃未満)	3/12 1:17	冷温停止 (100℃未満)
	閉じ込める	排気筒モニタ・各区域の放射線モニタの指示値に異常なし					

⇒『止める, 冷やす, 閉じ込める』が健全に機能



1-④ 地震直後も電源は確保されていた

1. 非常用電源
は確保

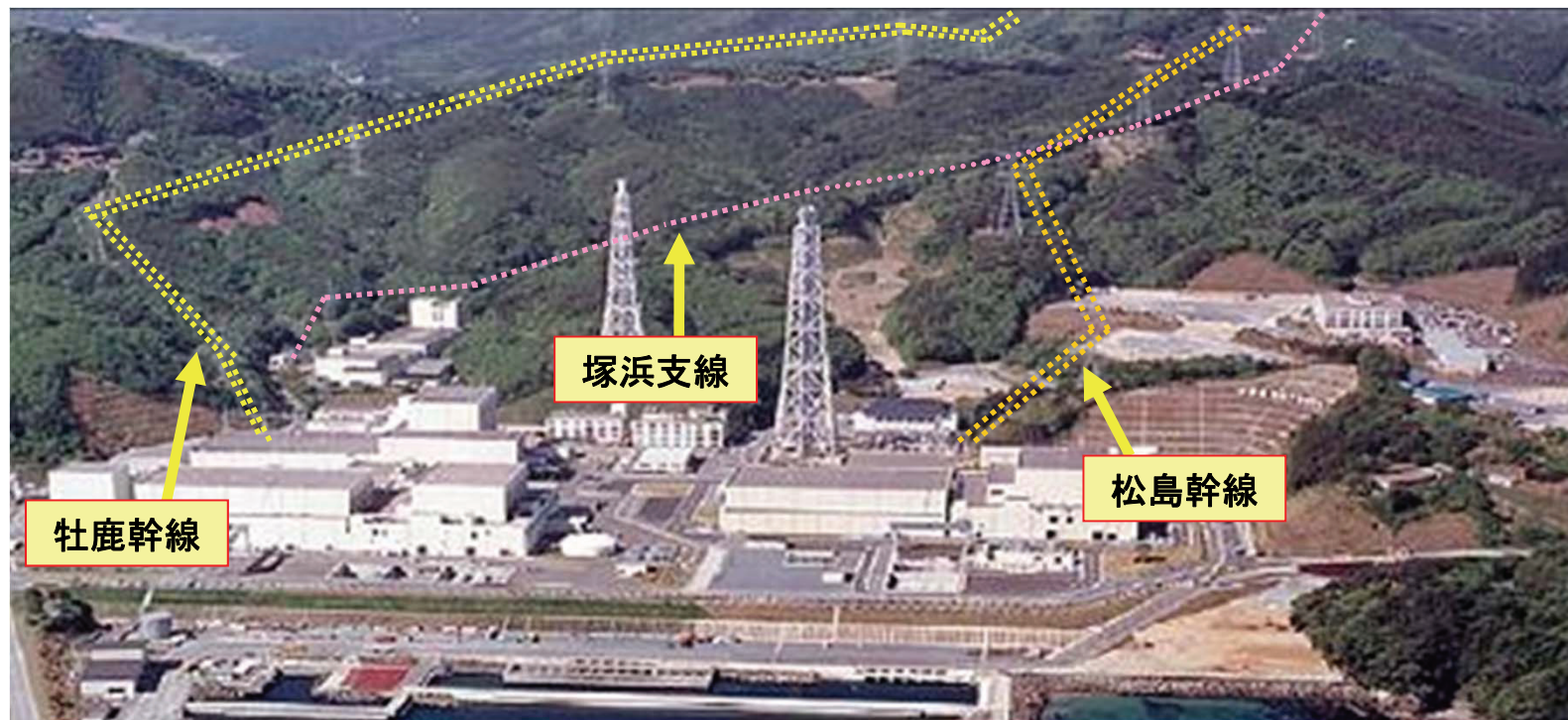
2. 外部電源も
確保

非常用ディーゼル発電機(D/G)はすべて健全(待機状態)※

(1) 松島幹線(275kV) : 1回線正常, 1回線停止(2011.3.17復旧)

(2) 牡鹿幹線(275kV) : 2回線停止(2011.3.12復旧)

(3) 塚浜支線(66kV) : 1回線停止(2011.3.26復旧)



※2号機B系D/GおよびH系D/G(高圧炉心スプレイ)は, その後の津波の影響で使用不可
(A系D/Gは使用可能, 各号機間での電源融通が可能)



1-⑤ 津波の状況

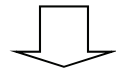


1-⑥ 敷地高さの経緯

敷地高さの決定経緯

学識経験者による社内委員会(昭和43年~)

- ・1896年明治三陸津波, 1933年昭和三陸津波等の津波記録
- ・869年貞観津波, 1611年慶長津波なども考慮(文献調査)
- ・**想定津波3m程度**

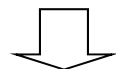


委員会の専門的な意見を踏まえて十分な余裕を見込み敷地高さを14.8mに決定

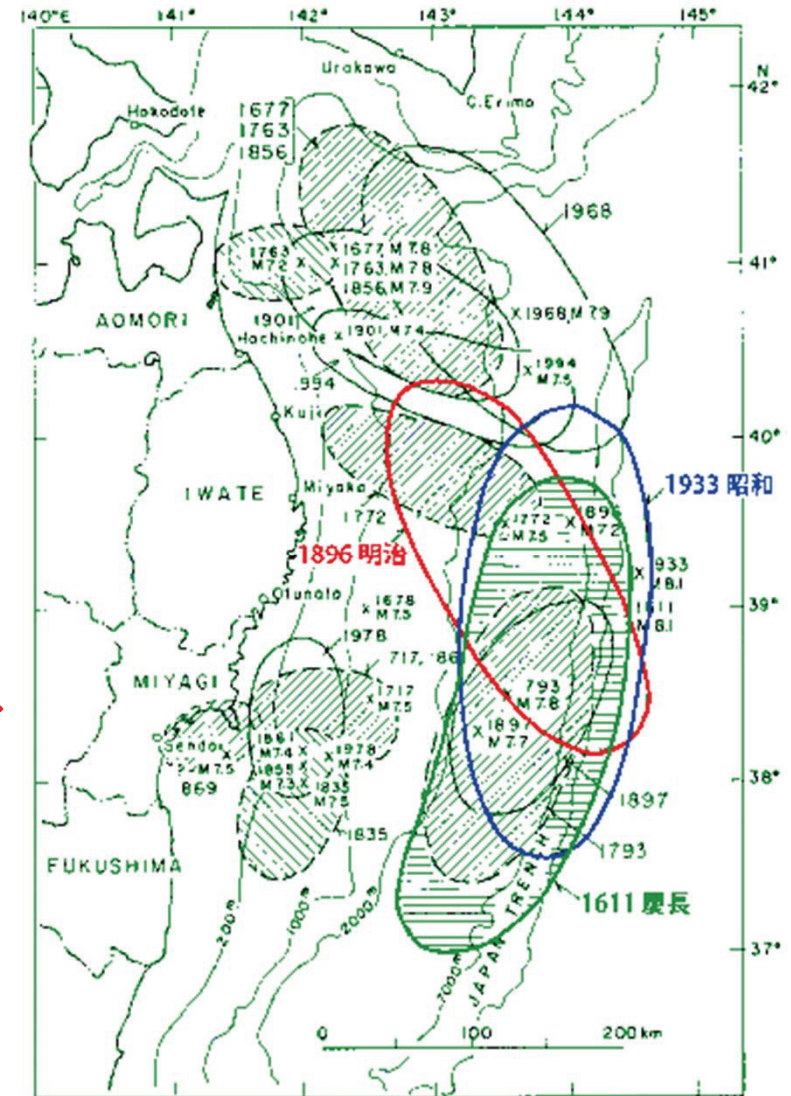
新知見に対する対応

1号機の営業運転開始以降も, その時々々の知見を随時収集しながら, 津波に対する安全性を確認

- ①女川2号機設置許可申請時に想定津波見直し(**3m程度→9.1m**)
⇒防潮堤法面強化対策実施
- ②貞観津波の影響調査(地質調査)
- ③土木学会手法による津波評価(約+13.6m)



敷地(14.8m)の安全性確認



三陸沖周辺で発生した主な津波の推定波源域



2. プラントの被害状況



2-① プラントの被害状況

	設備名称	主な被害概要	原因
1号機	高圧電源盤	常用のA系高圧電源盤が焼損 (B系および非常用電源は問題なし)	地震
	屋外重油タンク	倒壊	津波
2号機	補機冷却水系	原子炉補機冷却水B系および高圧炉心スプレイ補機冷却水系が浸水 (A系の機能に問題はなし)	津波



2-② 地震:女川1号機 高圧電源盤(A)の焼損

高圧電源盤(A)の主要負荷

原子炉再循環ポンプ(A), 循環水ポンプ(A), 復水ポンプ(A) などの常用負荷



【対策前】 正面図

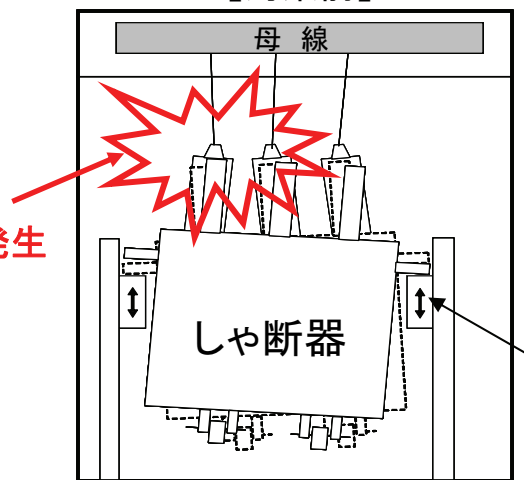
【対策後】 側面図

【推定原因】

地震により短絡

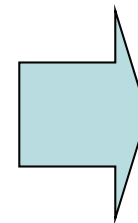
短絡電流・アーク(火花)発生

盤内のケーブルの
絶縁被覆が焼損

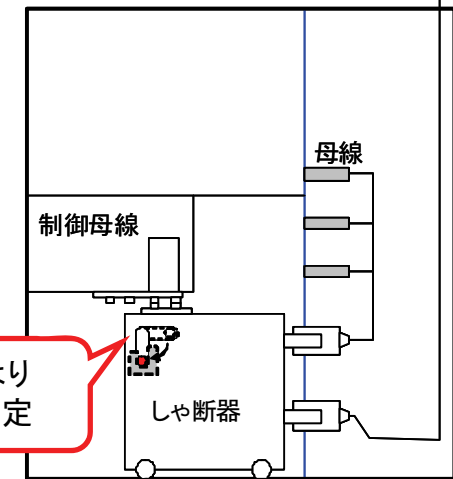


しゃ断器は昇降装置により
吊り上げられている

昇降装置



駆動ピンにより
しゃ断器を固定



耐震性が高い横置式に変更



2-③ 津波:女川1号機 重油タンクの倒壊



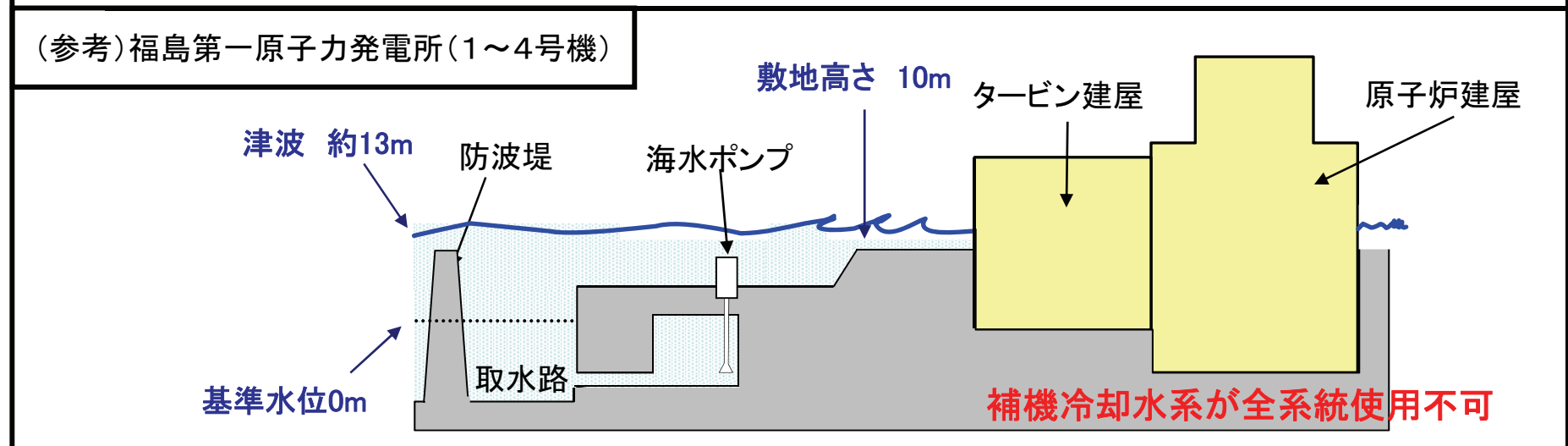
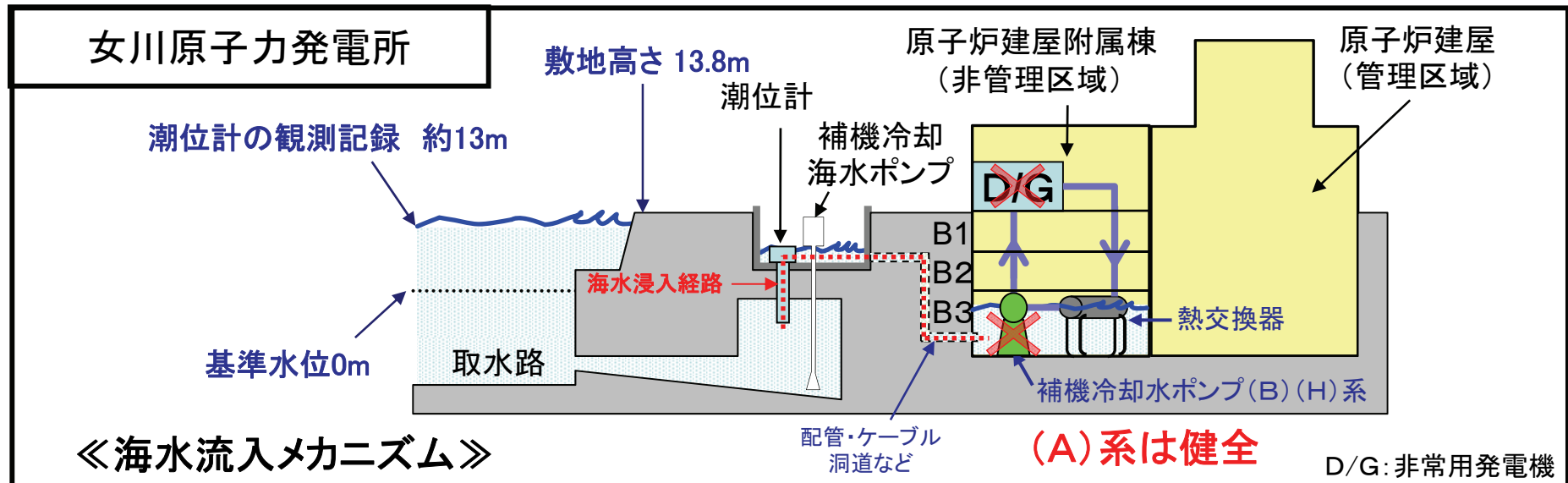
タンク容量: 960kℓ
倒壊時のタンク内貯油量: 約600kℓ



重油タンクの用途: 補助ボイラー※の燃料供給設備
※補助ボイラーからの蒸気は建屋内の暖房や液体廃棄物の濃縮等に使用 (常用系)

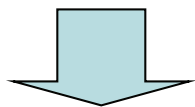


2-④ 津波:女川2号機 原子炉建屋付属棟への海水流入(1/2)



2-④ 津波:女川2号機 原子炉建屋付属棟への海水流入(2/2)

高さ約2.5mまで浸水



仮設ポンプ8台にて
海水の汲み上げを実施

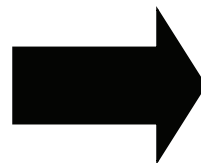


原子炉補機冷却水B系熱交換器室

海水流入源となった海水ポンプ室内潮位計への閉止板取り付け



施工後

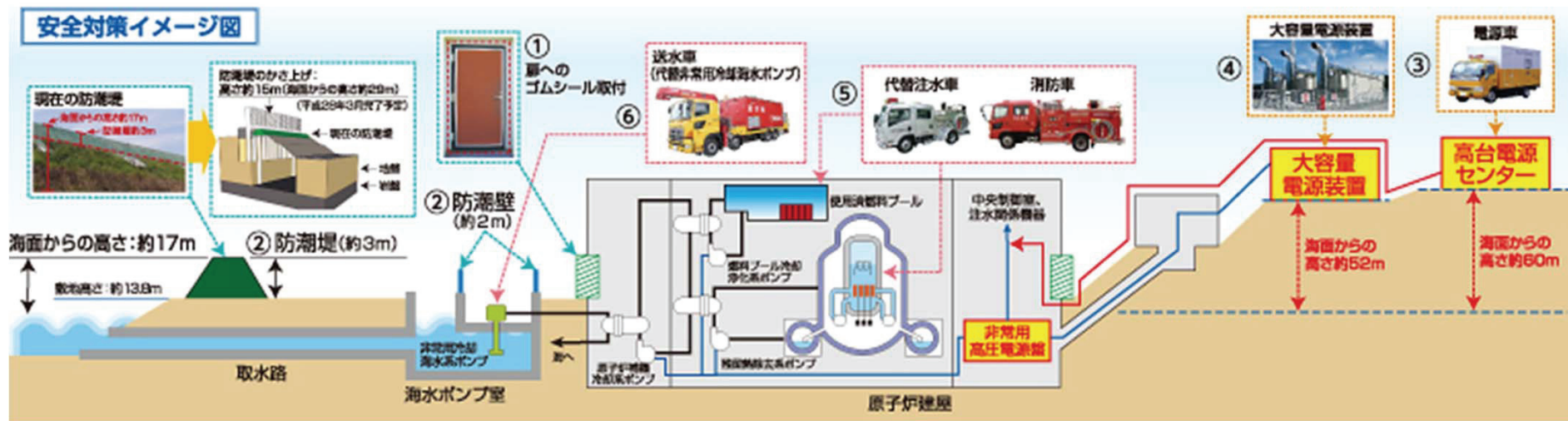


3. 安全性向上に向けた取組み



3-① 安全性向上に向けた取組み

福島第一原子力発電所の事故(津波による重要設備の浸水, 全交流電源喪失, 冷却機能の喪失)を踏まえ, 安全対策を講じている。



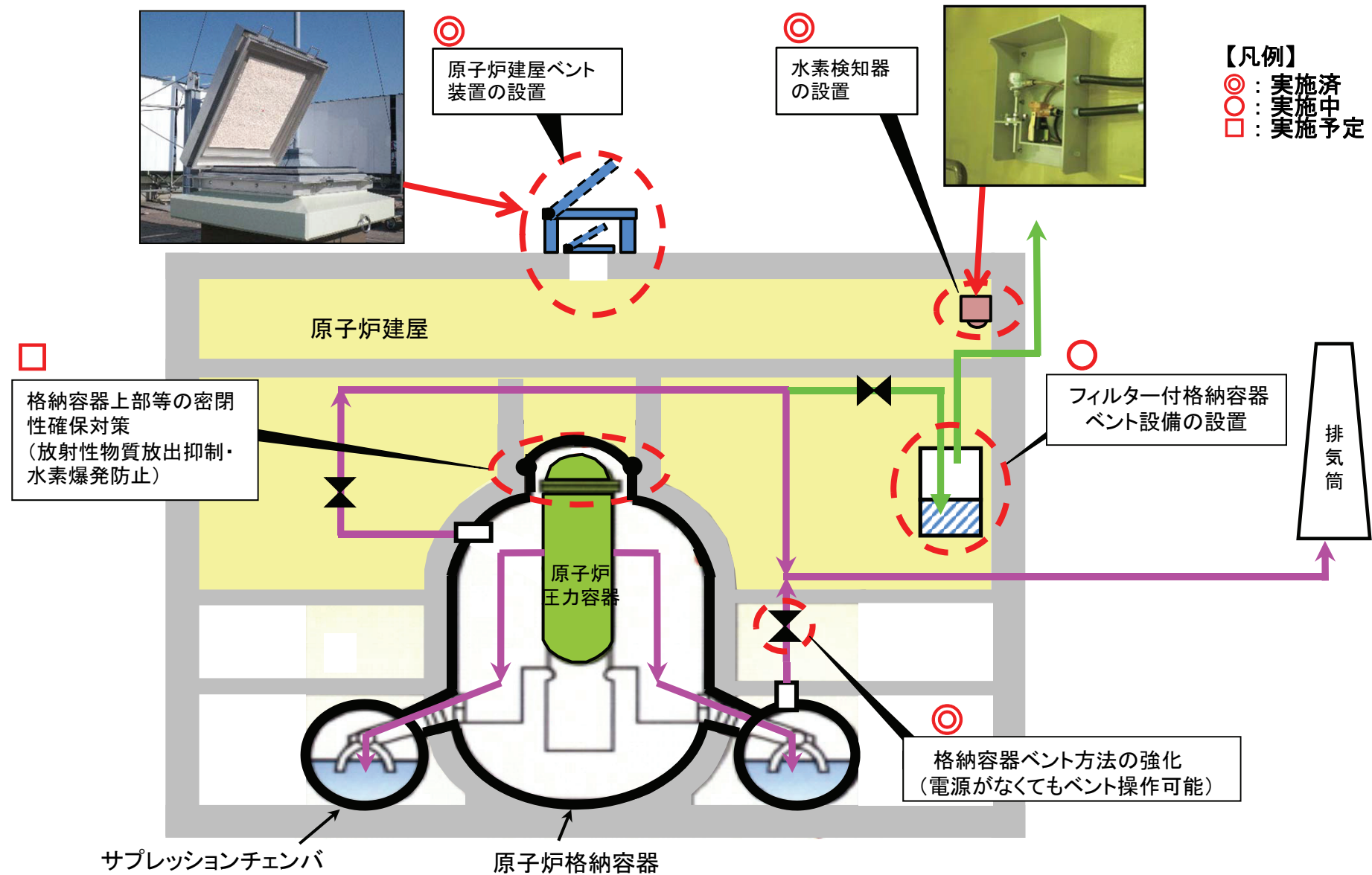
3-② 防潮堤の設置

防潮堤完成予想図(かさ上げ後)

津波評価結果を踏まえ、防潮堤を現在の高さ約3m(O.P.約+17m)から、高さ約15m(O.P.約+29m)にかさ上げする。(平成28年3月完了予定)



3-③ ベント機能の強化



4. 耐震裕度向上工事の取り組み



4-①耐震裕度向上工事の取り組み事例

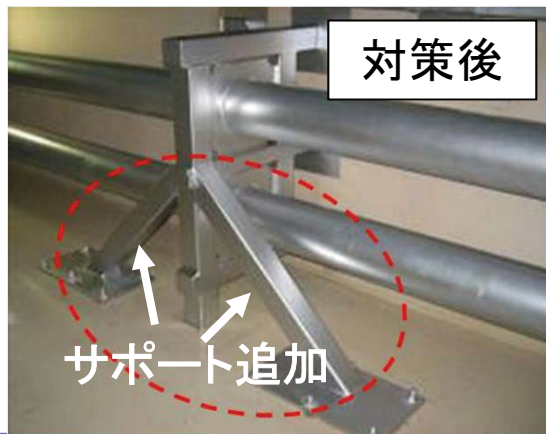
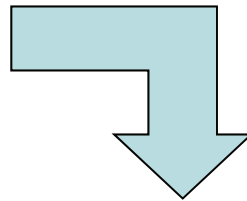
耐震裕度向上工事(機器・配管を含む)

1号機 約3600箇所
2号機 約900箇所
3号機 約2100箇所 } 約6600箇所

震災以前から耐震補強工事を実施



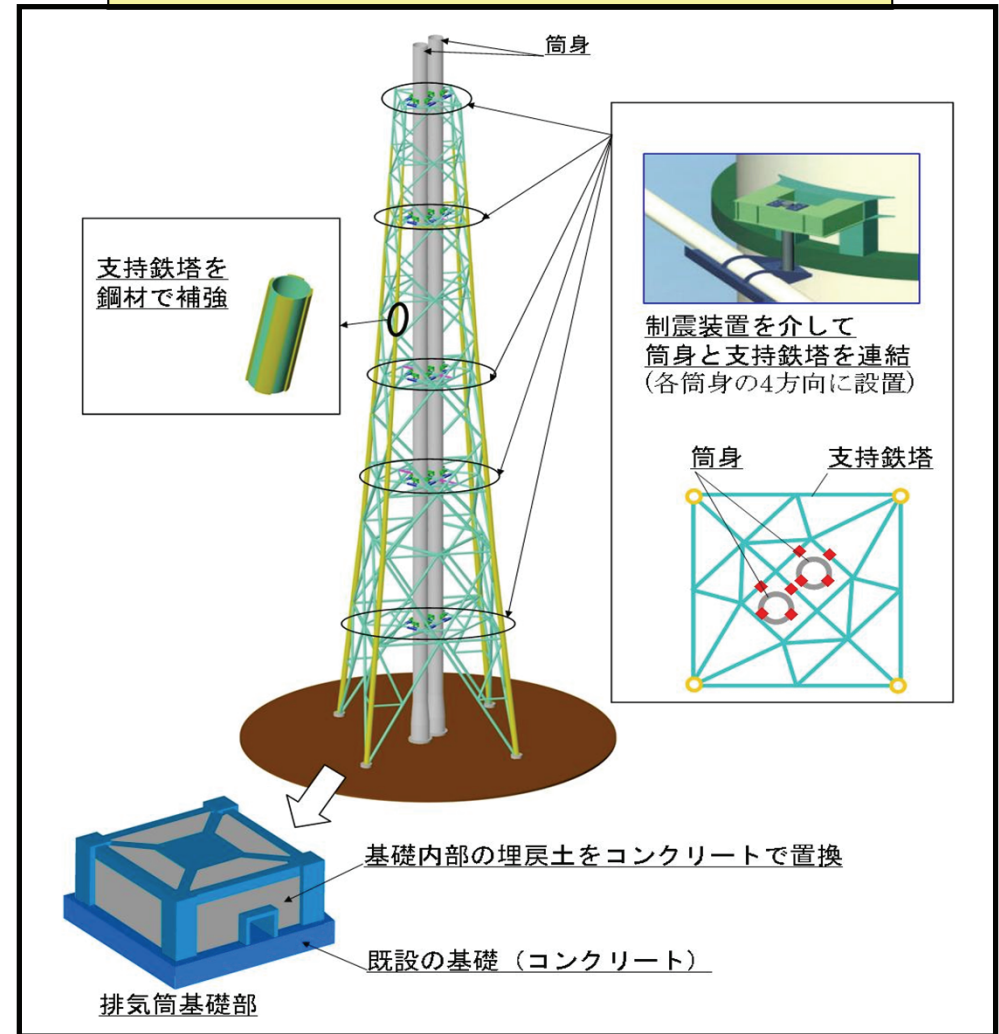
対策前



対策後

サポート追加

排気筒耐震裕度向上工事 (平成21年8月～平成25年3月)



4-②IAEAによる「女川原子力発電所耐震等性能調査」 (平成24年7月30日～平成24年8月9日)



- IAEAと日本政府に合意に基づく事業
- 調査の目的:
震源に最も近く非常に大きい揺れと津波に襲われながらも安全に停止した女川原子力発電所において、地震と津波が設備に及ぼした影響等を調査し、データベースを構築
- 調査団:全20名 (IAEA, 米国NRC, 仏国IRSN他専門家)

Structure Team	建物, 構築物の構造のパフォーマンスに関する情報収集
Systems Team	機器の構造健全性, 基礎, 他の機器との相互影響について, パフォーマンスに関する情報収集
Interview Team	運転員, 保修員へのインタビューにより, 地震の最中およびその後に発電所がどのように運転されたか, 機能したか, または機器の点検状況に関する情報収集



4-②IAEAによる「女川原子力発電所耐震等性能調査」 (平成24年7月30日～平成24年8月9日)

○ IAEAの公表：平成25年4月8日 (IAEA HP公表)

<http://www.iaea.org/newscenter/focus/actionplan/reports/onagawa0413.pdf>

【結論】

- “Remarkably Undamaged”(驚くほど損傷を受けていない)
- 過酷な地震の揺れに対しても頑健性があることを証明
- 津波による被害を受けたが、1～3号機の全て安全に停止
- (女川の)耐震設計基準(基準地震動など)は、東北地方太平洋沖地震と同程度のマグニチュードの将来起こりうる地震にも適合
- (女川の)津波想定に用いた地震(断層モデル)として、東北地方太平洋沖地震と同じ沈み込み部の、より小さいマグニチュードの地震を使用

【推奨事項】

- 今後の余震によって、構造物のひび割れが進展する可能性があるので、現在実施しているひびの長さや幅の管理等を今後も継続すること。
- 耐震クラスの低い設備について、地震時の挙動を確認するため応答スペクトルの評価を行うことは有益。
- IAEAのデータベースを完成させ、女川原子力発電所が成功事例となった根拠を証明するためにも、フォローアップ調査が必要。



まとめ

- 東日本大震災の震源に最も近い原子力発電所である、女川原子力発電所において大地震および地震後の大津波による影響を受けたが、原子力発電所の大原則である、「止める、冷やす、閉じ込める」について健全に機能した。
- 今後も引き続き、最新知見の収集に努め、適切な対策を実施することによって、発電所のさらなる安全性の向上に取り組んでいく。

