

福島第一原子力発電所の事故とその影響

一事故の概要一

その2:事故の推移

北海道大学 原子力研究グループ 平成23年4月14日

エネルギー環境システム専攻 原子炉工学研究室

辻雅司

事故原因

想定外の大地震と津波による炉心冷却機能喪失

- ●全交流電源の喪失
- ●最終ヒートシンクの喪失

災害規模

マグニチュード:9.0

津波高さ: 14~15m (想定値 5.4~5.7m)

地震加速度:おおむね耐震設計基準を下回る

550ガル(2号機)> 438ガル(設計最大加速度)

班目春樹 原子力安全委員会委員長

「(原発設計の)想定が悪かった。想定について世界的に見直しがなされなければならない。」(22日参院予算委員会) 近藤駿介原子力委員会委員長

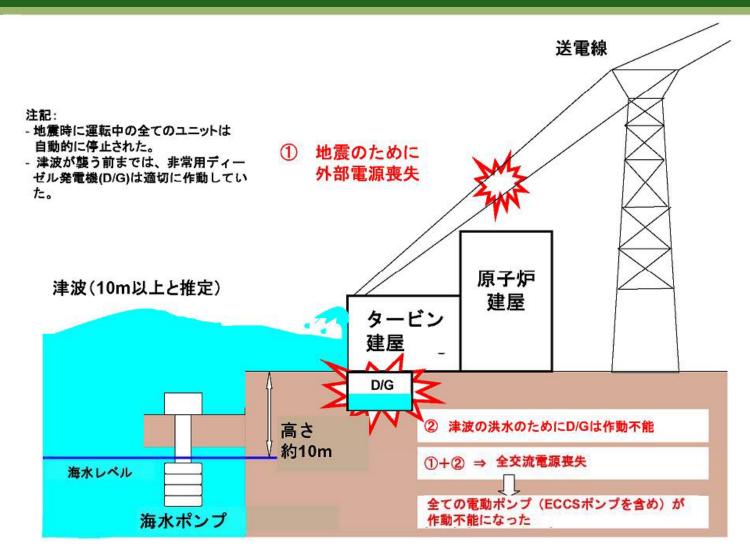


津波に襲われる発電所 (東京電カ ホームページ TEPCO News Photo for Pressより)

「(政策推進の)判断基準に瑕疵があったと認めざるを得ない」

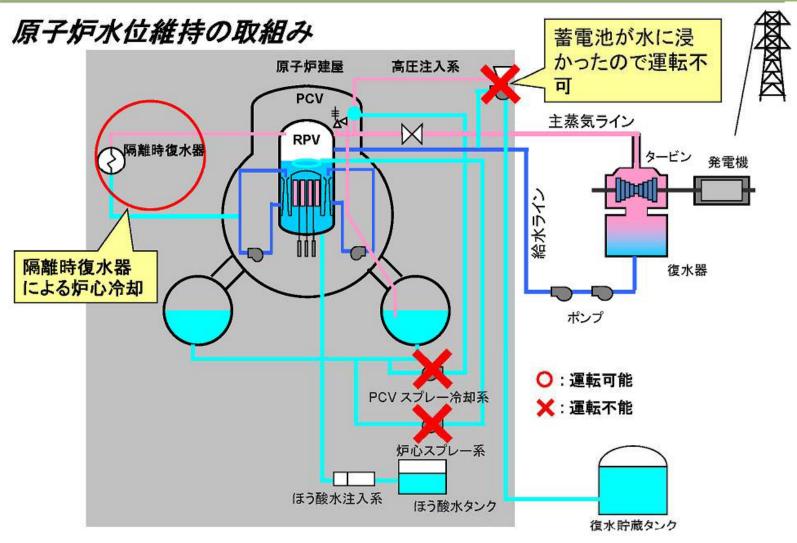


電源の喪失



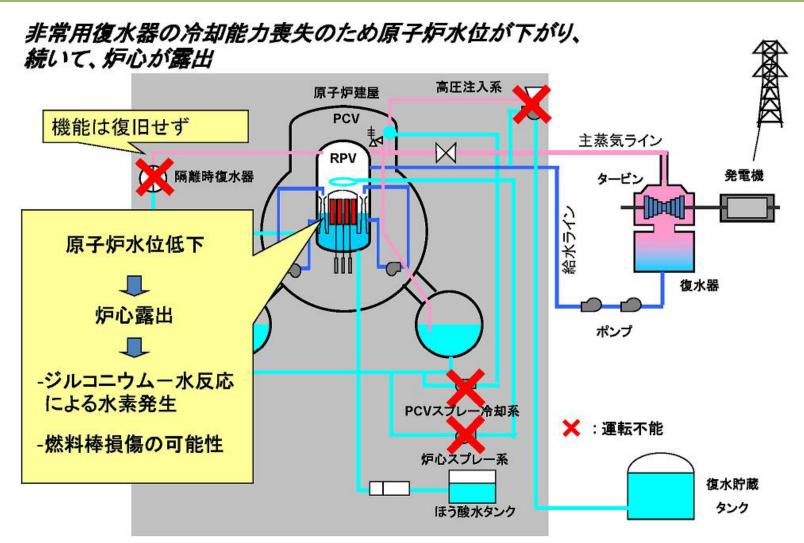
「2011東北地方太平洋沖地震と原子力発電所に対する地震の被害」より(NISA,JENS)

事故の進展:津波襲来後直後



「2011東北地方太平洋沖地震と原子力発電所に対する地震の被害」より(NISA,JENS)

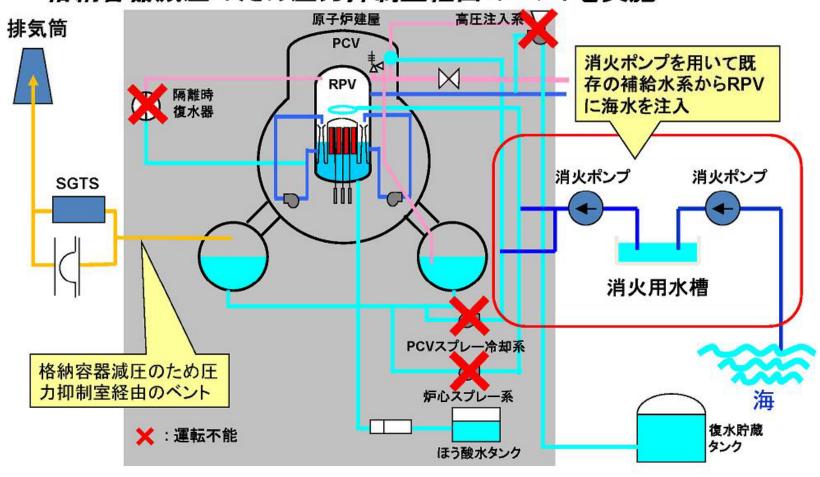
事故の推移 炉心水位の低下



「2011東北地方太平洋沖地震と原子力発電所に対する地震の被害」より(NISA,JENS)

事故の推移 海水注入による冷却

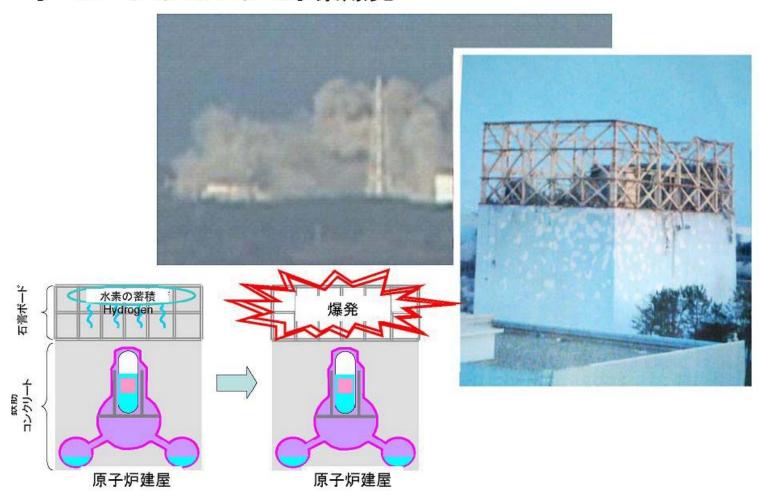
- 消火用水ポンプを用いて海水を注入
- 格納容器減圧のため圧力抑制室経由のベントを実施



「2011東北地方太平洋沖地震と原子力発電所に対する地震の被害」より(NISA,JENS)

事故の推移 水素爆発

オペレーションフロアで水素爆発



「2011東北地方太平洋沖地震と原子力発電所に対する地震の被害」より(NISA,JENS) HOKKAIDO UNIVERSITY

「閉じ込める」機能のほころび

- 炉心冷却機能喪失
- 2. 炉心水位の低下
- 3. 燃料棒の一部または全体の露出
 - 燃料被覆管と水蒸気による水素発生
 - 被覆管の損傷と炉心燃料棒の一部溶融
 - 燃料棒からの放射性物質の流出
- 原子炉圧力の上昇
- 4. 原子炉圧力の上昇 (5.) 蒸気逃がし弁から圧力抑制プールへの蒸気の放出 6. 圧力抑制プール温度の上昇
- 7. 原子炉格納容器圧力の上昇
- (8.) 格納容器圧力低下のため排気(ベント)操作

1号機:(12日10:17)、2号機:(13日11:10、15日0:02)。

3号機:(13日8:41、14日5:20)

水素爆発

1号機:(12日15:36)、2号機(15日6:10)、3号機:(14日11:◘1)

- (10) 原子炉格納容器上部大破
- (11) タービン建屋地下への高放射線量の汚染水の漏洩

5重の障壁

- •燃料本体
- •燃料被覆管
- •原子炉圧力容器
- •原子炉格納容器
- •原子炉建屋



使用済み燃料貯蔵プール

使用済み燃料貯蔵プール

- 原子炉で使用した燃料を、大量に水 を張ったプールに保管
- ●原子炉建屋の上部に配置
- ●使用済み燃料はわずかであるが崩壊熱によって発を発生



冷却が必要

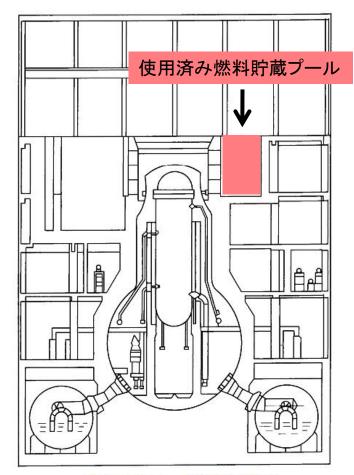


図1 Mark-I型格納容器

[出典]原子力安全研究協会(編):軽水炉発電所のあらまし(改訂版)、 原子力安全研究協会(1992年10月)



使用済み燃料貯蔵プールからの水蒸気噴出

- 電源喪失による冷却機能の喪失
- 水素爆発・火災による原子炉建屋上部の大破



「閉じこめる」の3重の障壁の損壊の恐れ

- •原子炉建屋 -> 上部大破により大気に晒されている状態
- ・燃料本体 プール水蒸発のためむき出しとなる恐れ
- •燃料被覆管

燃料溶融 → 放射性物質の流出



消防隊隊員・自衛隊隊員による懸命なプール水補給活動



原子力発電所の現状

	1号機	2号機	3号機
圧力容器健全性	不明	損傷の疑い	不明
格納容器健全性	損傷の疑い	損傷、漏洩の疑	損傷なしと推定
		V)	
原子炉建屋健全性	大破	一部破損	大破
炉心水位	燃料の一部露出	燃料の一部露出	燃料の一部露出
炉心燃料健全性	一部溶融(70%)	一部溶融(30%)	一部溶融(25%)
炉心への注水	真水注入継続中	真水注入継続中	真水注入継続中
タービン建屋	溜まり水から高	溜まり水から高	溜まり水から高
	濃度放射性物質	濃度放射性物質	濃度放射性物質
	検出	検出	検出
使用済み燃料プー	不明	不明	破損の疑い
ル燃料健全性			
使用済み核燃料	真水散布	真水注入	真水散布と注入
プールへの注水			
事故レベル*	レベル 7**		

*国際原子力事象評価尺度

**原子力安全・保安院の評価

国際原子力事象評価尺度(INES)

		影響の範囲		
	レベル	基準 1 事業所外への影響	基準 2 事業所内への影響	参考事例
7	深刻な事故	放射性物質の重大な 外部放出	原子炉や放射性物質障 壁が壊滅、再建不能	チェルノブイリ原子力発電所事 故(1986)
6	大事故	放射性物質のかなり の外部放出	原子炉や放射性物質障 壁に致命的な被害	ウラル核惨事(1957)
5	事業所外へリスク を伴う事故	放射性物質の限定的 な外部放出	原子炉の炉心や放射性 物質障壁の重大な損傷	スリーマイル島原子力発電事 故(1979)

ヨウ素131等価で放射性物質外部放出量と事故レベル (テラ: 10¹²)

	放射性物質外部放出量	事故のあった原子炉	推定放出量	
レベル 7	数万テラベクレル以上	チェルノブイリ(ソ連)	約520 万テラベクレル	
		福島第一(1~4)	37~63 万テラベクレル	
レベル 6	数千~数万テラベクレル			
レベル 5	数百~数千テラベクレル	TMI-2(米国)		
HOKKAIDO UNIVERSITY				

緊急安全対策の実施の指示

以下について4月中に実施を指示 原子力安全委員会(3月30日)

- 緊急点検の実施 機器、設備の緊急点検実施
- 2. 緊急時対応計画の点検と訓練の実施 全交流電源喪失、海水冷却機能喪失などの緊急対応計画
- 3. 緊急時の電源の確保 必要な電力を機動的に供給する代替電源の確保
- 4. 緊急時の最終的な除熱機能の確保 機動的な除熱機能の復旧対策の準備
- 5. 緊急時の使用済み燃料貯蔵プールの冷却確保 機動的に冷却水を供給する対策の実施

