

東京電力(株)福島原子力発電所の 事故について

原子力災害対策本部
日 本 国 政 府

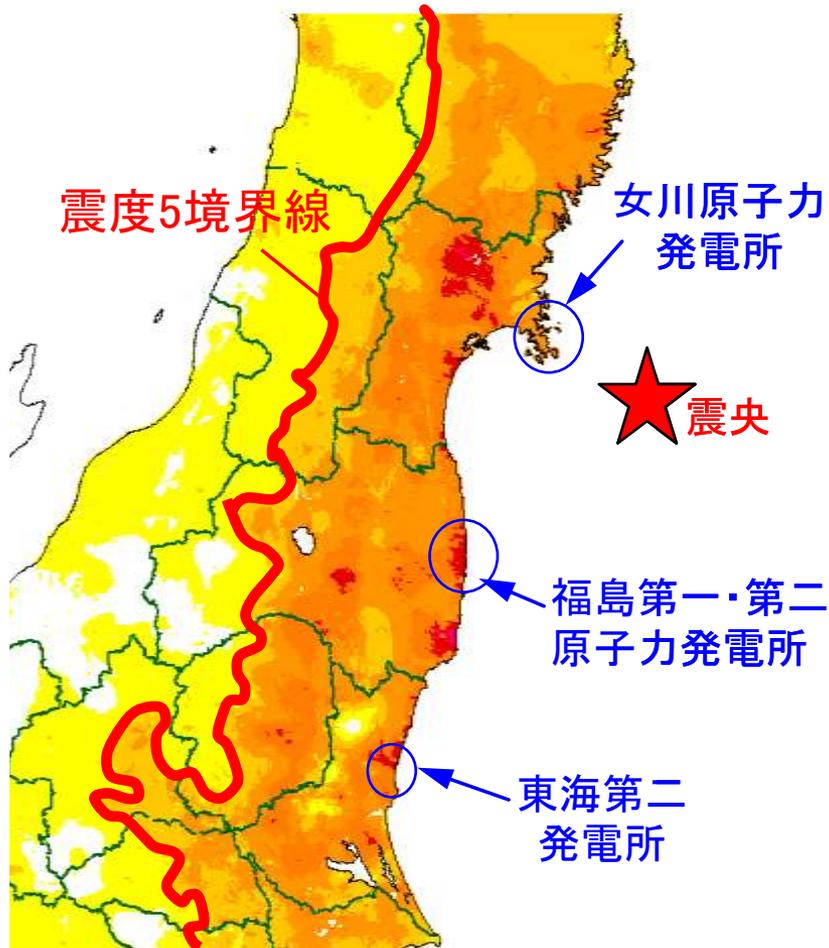
2011年 6月 20-24日
原子力安全に関する国際原子力機関(IAEA)閣僚会議
ウィーン

目次

1. 事故の発生と進展
2. 原子力災害への対応
3. 放射性物質の環境への放出
4. 放射線被ばく
5. 国際社会との協力
6. 国際社会とのコミュニケーション
7. 今後の事故収束への取組み
8. その他の原子力発電所における対応
9. 現在までに得られた事故の教訓
10. 結論

1. 事故の発生と進展

東北地方太平洋沖地震



- 発生: 2011年3月11日14:46
- マグニチュード: 9.0
- 震央: 三陸沖約 130km
(北緯 38.10度 東経 142.86度
深さ 23.7km)

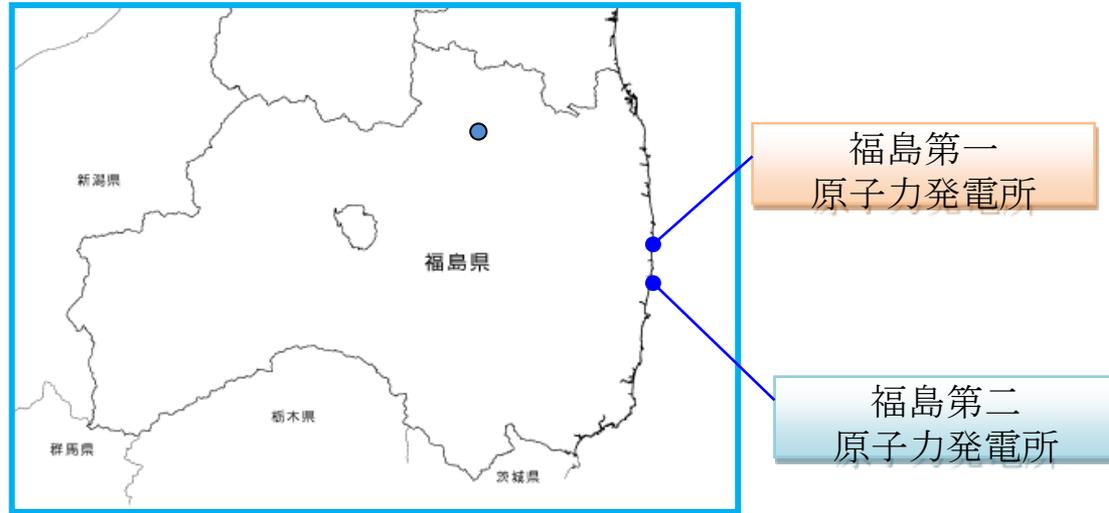
震度 4 5弱 5強 6弱 6強 7 気象庁(第1報)

©引用文献: 気象庁「『平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震』について(第1報)」にJNESが一部加筆 [Online]. <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

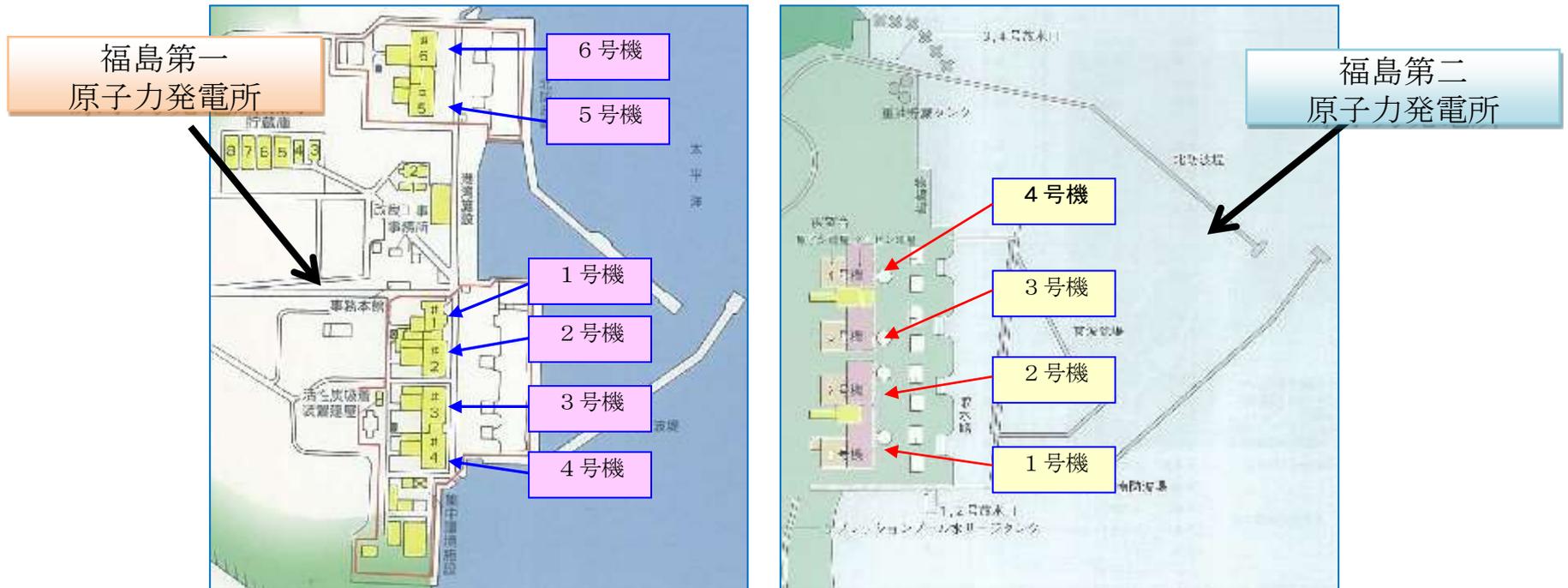
東北地方における原子力発電所の位置



福島県における原子力発電所の位置



福島第一原子力発電所と福島第二原子力発電所の配置図



福島第一原子力発電所の発電設備

	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
電気出力(万kW)	46.0	78.4	78.4	78.4	78.4	110.0
営業運転開始	1971/3	1974/7	1976/3	1978/10	1978/4	1979/10
原子炉形式	BWR3	BWR4		BWR5		
格納容器形式	マーク-1					マーク-2
炉心燃料集合体数(本)	400	548	548	548	548	764

福島第二原子力発電所の発電設備

	1号機	2号機	3号機	4号機
電気出力(万kW)	110.0	110.0	110.0	110.0
営業運転開始	1982/4	1984/2	1985/6	1987/8
原子炉形式	BWR5			
格納容器形式	マーク-2	マーク-2 改良		
炉心燃料集合体数(本)	764	764	764	764

東北電力(株)東通原子力発電所の発電設備

	1号機
電気出力(万kW)	110.0
営業運転開始	2005/12
原子炉形式	BWR-5
格納容器形式	マーク-I 改良
炉心燃料集合体数(本)	764

日本原子力発電(株)東海第二発電所の
発電設備

	1号機
電気出力(万kW)	110.0
営業運転開始	1978/11
原子炉形式	BWR-5
格納容器形式	マーク-II
炉心燃料集合体数(本)	764

東北電力(株)女川原子力発電所の発電設備

	1号機	2号機	3号機
電気出力(万kW)	52.4	82.5	82.5
営業運転開始	1984/6	1995/7	2002/1
原子炉形式	BWR-4	BWR-5	BWR-5
格納容器形式	マーク-I	マーク-I 改良	
炉心燃料集合体数(本)	368	560	560

福島第二原子力発電所の状況

号機	地震及び津波後の状況
1, 2, 4号機 東京電力(株)	<p>地震により3つの号機が停止</p> <ul style="list-style-type: none">→ 外部電源は維持 (3回線中1回線)。→ 津波により海水ポンプが運転不能となった結果、圧力抑制機能を喪失。→ その後、復旧作業により、冷却機能を回復。→ 1号機: 3月14日17:00に冷温停止。→ 2号機: 3月14日18:00に冷温停止。→ 4号機: 3月15日07:15に冷温停止。
3号機 東京電力(株)	<p>地震により停止</p> <ul style="list-style-type: none">→ 外部電源は維持 (3回線中1回線)。→ 全ての機能が維持。→ 3月12日12:15冷温停止。

他の原子力発電所の状況

発電所	地震及び津波後の状況
東通原子力発電所 東北電力(株)	定期検査中 (1つの号機) → 地震により外部電源喪失。 → 非常用ディーゼル発電機起動。
女川原子力発電所 東北電力(株)	地震により3つの号機が停止 → 地震及び津波後も、一部の外部電源線及び海水ポンプの機能が維持される。 → 3月12日1:17に冷温停止。
東海第二発電所 日本原子力発電(株)	地震により1つの号機が停止 → 地震により外部電源喪失。 → 津波後も非常用ディーゼル発電機の機能が維持される。 → 3月15日0:40冷温停止。

倒壊した鉄塔

- 福島第一及び第二原子力発電所の外部電源供給システムの損壊



(出所:東京電力)

福島第一原子力発電所の防潮堤を越流する津波



(出所: 東京電力)

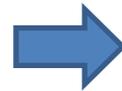


(出所: Google)

福島第一原子力発電所

(交流電源)

[外部電源]



[非常用ディーゼル発電機]

X
X
X
X
X
X

夜の森線1号

夜の森線2号

大熊線1号

大熊線2号

大熊線4号

東電原子力線

地震

X (1号機)
X (1号機)
X (2号機)
X (2号機)
X (3号機)
X (3号機)
X (4号機)
X (5号機)
X (5号機)
X (6号機)
X (6号機)
X (6号機)
O (6号機)

津波

福島第一原子力発電所1, 2, 3号機の事故の主な経過

地震による外部電源喪失



非常用発電機の起動



津波により、6号機の1基を除く全ての非常用ディーゼル発電機の停止

(11基の非常用ディーゼル発電機が停止したが、1基(空冷)の発電機が機能維持。)



6号機を除き、全交流電源喪失

(3月13日、5号機は6号機から電力融通を受ける。)

交流電源を使用しない炉心冷却システム

(1号機:IC(非常用復水器), 2号機(RCIC(原子炉隔離時冷却系), 3号機:RCICとHPCI(高圧注水系))



交流電源を使用しない炉心冷却システムの停止



消火系からの注水

(1号機:淡水→海水, 2号機:海水
3号機:淡水→海水)

冷却されない間、燃料が露出し、炉心溶融が始まる。水素が発生。

福島第一原子力発電所

(炉心冷却)

全交流電源喪失



交流電源を使用しない
炉心冷却システム



消火系から注水

1号機

IC

1号機

淡水 → 海水

2号機

RCIC

2号機

海水

3号機

RCIC 及びHPCI

3号機

淡水 → 海水

IC: 非常用復水器
RCIC: 原子炉隔離時冷却系
HPCI: 高压注水系

今回の事故に関連する福島第一原子力発電所の アクシデント・マネジメント対策

項 目	内 容
代替注水	<ul style="list-style-type: none">• 復水貯蔵タンクを水源として、復水補給水系を経由する系統• ろ過水タンクを水源として、消火系から復水補給水系を経由する系統
格納容器ベント施設	<ul style="list-style-type: none">• 格納容器ベント施設が、格納容器圧力が高いときでもベントできるよう、非常用ガス処理系を迂回するように設置されている。
電源融通設備	<ul style="list-style-type: none">• 電源融通設備が設置されている。例えば、動力用の交流電源(6.9kV)と低圧の交流電源(480V)は隣接する原子炉施設間で融通可能となっている。(1, 2号機間、3, 4号機間、5, 6号機間)

1号機原子炉圧力及び水位

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- 津波来襲まで、ICが間欠的に動作。これ以降のICの運転は考慮せず。
- 記録に基づき、HPCIの運転は考慮せず。
- 格納容器の破損口の大きさ(仮定)は、18時間及び50時間において、それぞれ 7 cm^2 相当及び 35 cm^2 相当。
- 消火系統を経由した注水量は記録に基づくが、原子炉圧力により変動。

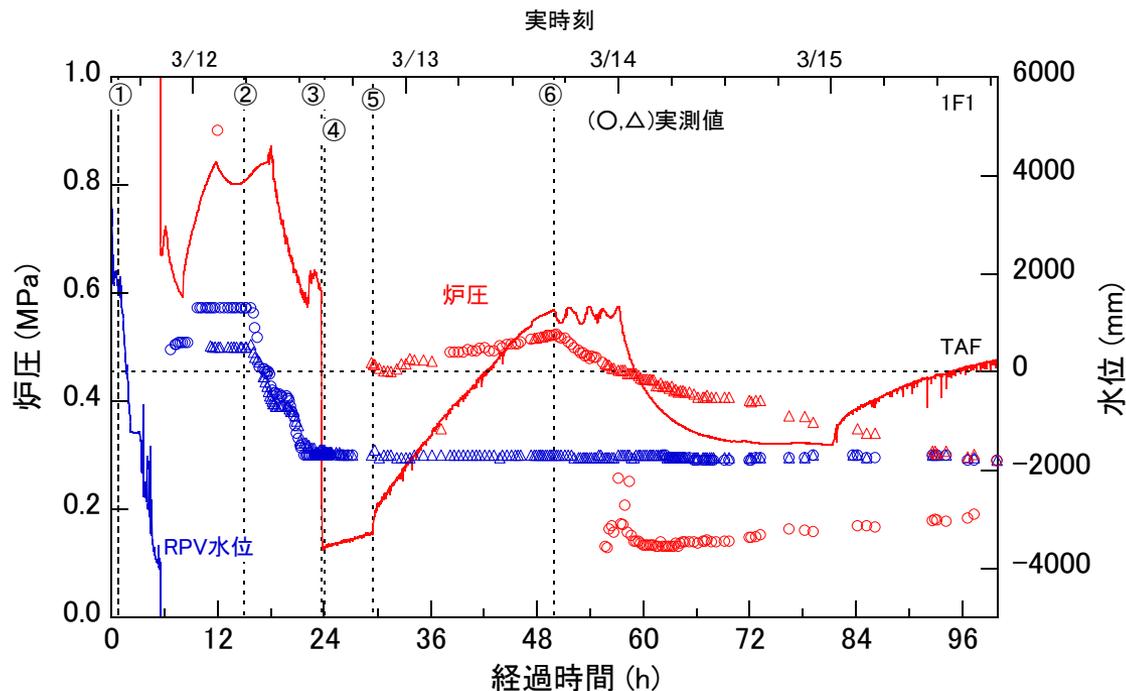


図. 感度解析2での原子炉圧力及び水位(1号機)

①IC 停止, ②PCV リーク(仮定), ③W/W ベント開, ④W/W ベント閉, ⑤海水注水, ⑥PCV リークの拡大(仮定)

福島第一原子力発電所1号機

(炉心の状態)

- 3月11日14:46：外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機起動。
 - 3月11日14:52：非常用復水器起動。
 - 3月11日15:37：全交流電源喪失。
 - 3月12日05:46：消火系から淡水注入を開始。
- 注水は、約14時間9分にわたり停止したとみられる。
- 3月11日17:00頃：燃料が露出し、その後、炉心溶融が開始。

2号機原子炉圧力及び水位

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- RCIC は3月14日の13:25 まで動作。
- RCIC の水源は3月12日4:20にCST から S/P に変更。
- 21時間のD/Wの気相部の破損口を50 cm² 相当と仮定。
- S/Cの気相部の破損口を 300 cm² 相当と仮定。
- 消火系統を経由した注水量は記録に基づくが、原子炉圧力により変動。

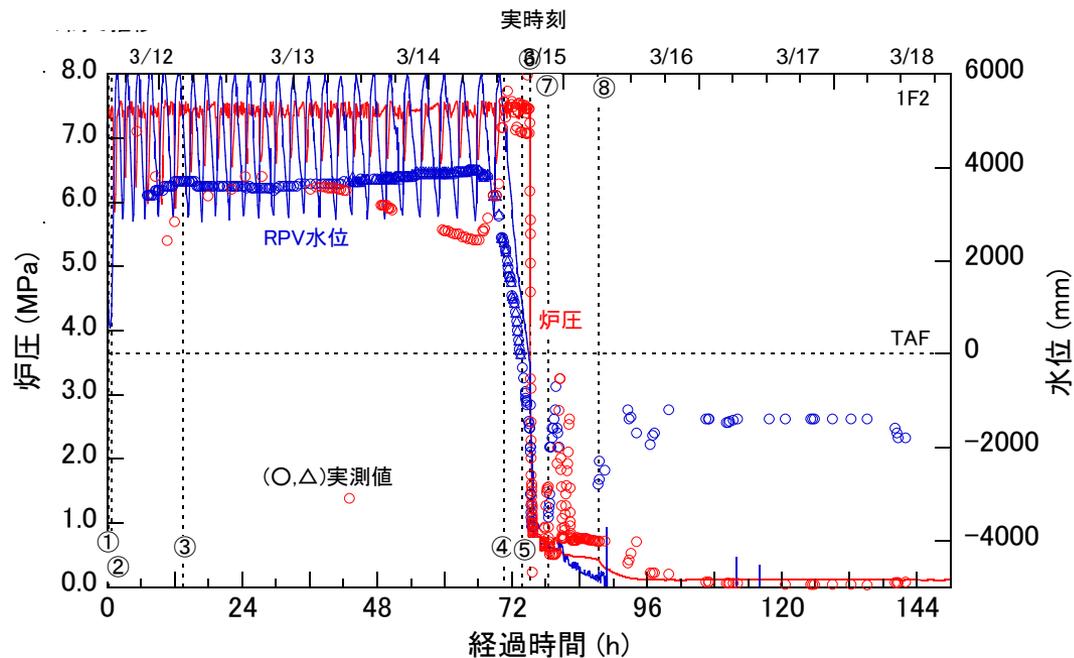


図. 事業者解析2での原子炉圧力及び水位(2号機)
①RCIC 手動起動, ②全交流電源喪失, ③RCIC水源を
CST からS/Pに切り替え, ④RCIC 動作停止, ⑤海水注水作
業開始, ⑥RPV圧力低下, ⑦S/R 2弁開, ⑧衝撃音

福島第一原子力発電所2号機

(炉心の状況)

- 3月11日14:47：外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機起動。
 - 3月11日14:50：RCIC (原子炉隔離時冷却系)起動。
 - 3月11日15:41：全交流電源喪失。
 - 3月14日13:25：RCIC停止。
 - 3月14日19:54：消火系から海水注入開始。
- 注水は、約6時間29分にわたり停止したとみられる。
- 3月14日18:00頃：燃料が露出し、その後、炉心溶融が開始。

3号機原子炉圧力及び水位

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- RCIC は3月12日11:36 まで作動。
- HPCI は3月12日12:35 から3月13日
2:42 まで作動。
- RCIC 及び HPCI の水源はCST。
- 原子炉圧力容器の減圧は、3月13日
9:20に確認。
- 格納容器ベント・ラインは開閉を繰り返した。
- 注水流量は、消火ポンプ吐出側の流量
ではなく、燃料領域を僅かに下回るレベ
ルの水位を維持する流量を仮定。

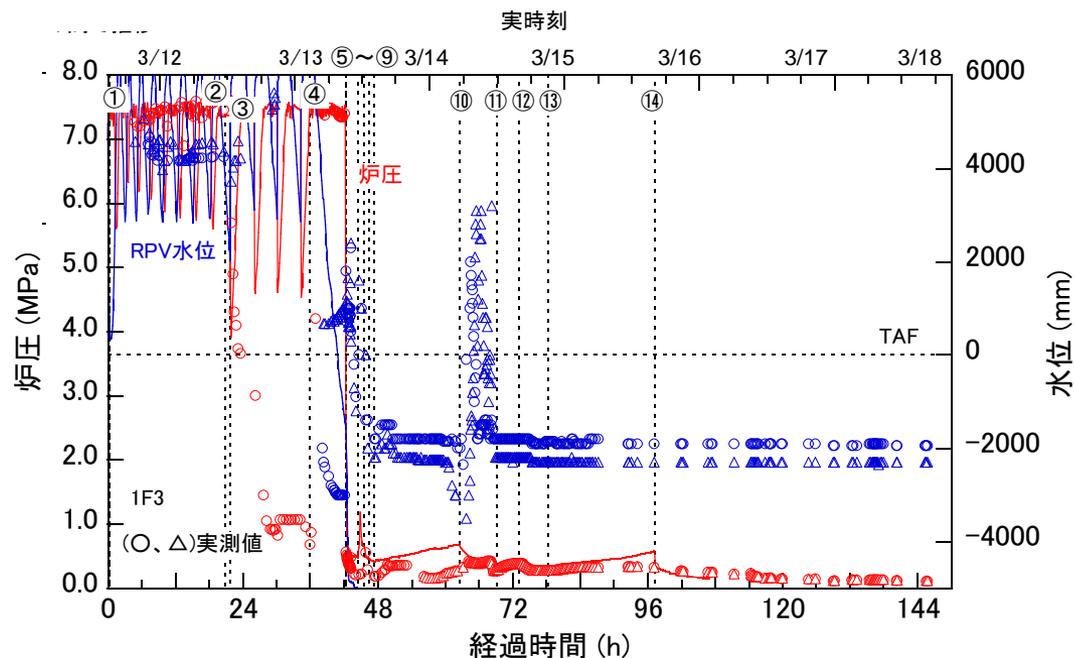


図. 事業者解析2での原子炉圧力及び水位 (3号機)

- ①RCIC 手動起動, ②RCIC 停止, ③HPCI 起動, ④HPCI 停止,
⑤S/R弁開, ⑥PCV ベント開, ⑦淡水注入開始, ⑧PCV ベ
ント閉, ⑨海水注入開始, ⑩~⑭PCV ベント開⇄閉

福島第一原子力発電所3号機

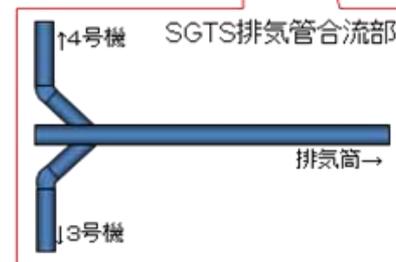
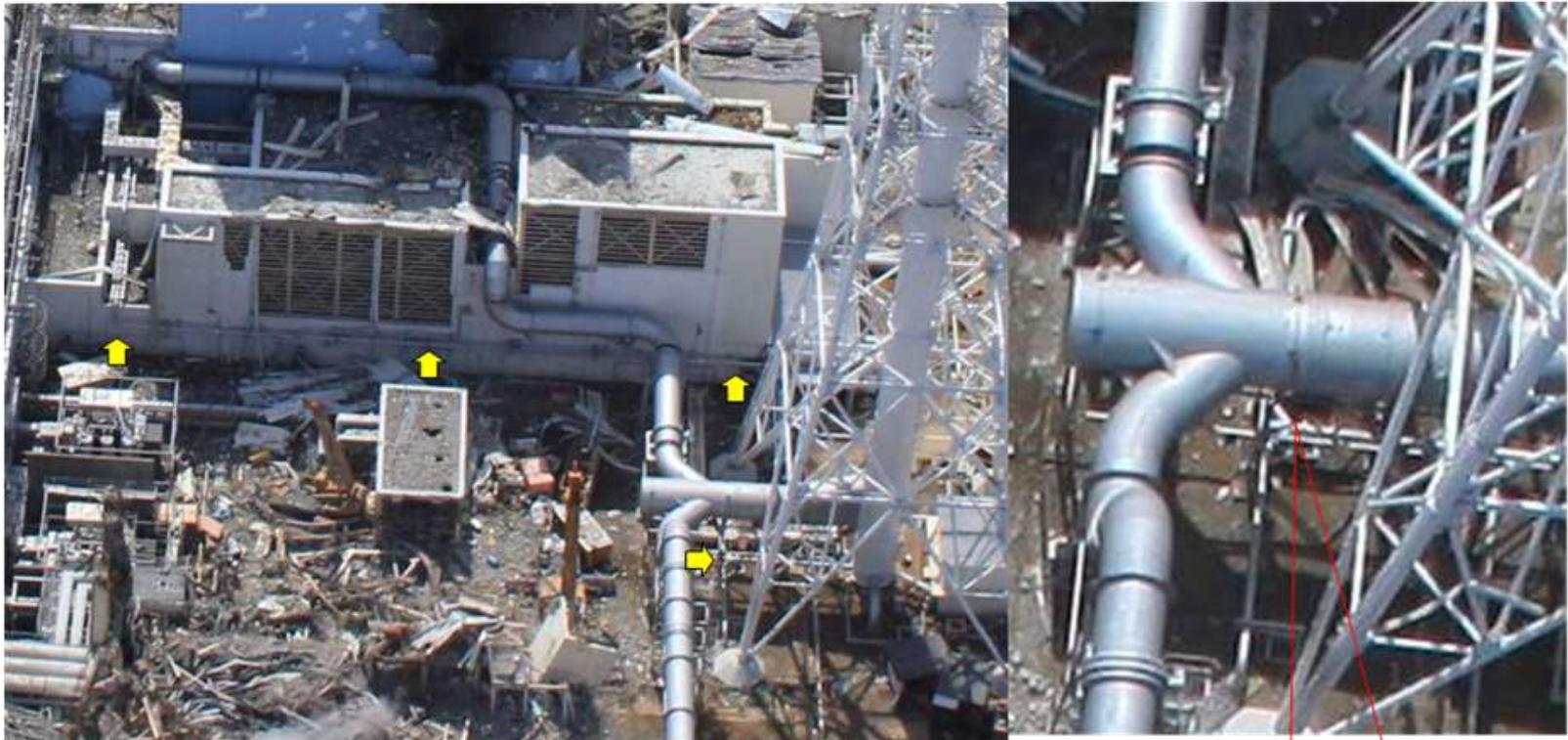
(炉心の状況)

- 3月11日14:47：外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機起動。
- 3月11日15:05：RCIC起動。
- 3月11日15:41：全交流電源喪失。
- 3月12日11:36：RCIC停止。
- 3月12日12:35：HPCI(高圧注水系)起動。
- 3月13日02:42：HPCI停止。
- 3月13日09:25：消火系統から淡水注入を開始。
→注水は、約6時間43分にわたり停止したとみられる。
- 3月13日 08:00頃：燃料が露出し、その後、炉心溶融が開始。

水素爆発と爆発音

- 1号機 3月12日15:36：原子炉建屋で水素爆発
 - 3号機 3月14日11:01：原子炉建屋で水素爆発
 - 2号機 3月15日06:00頃：格納容器の圧力抑制室付近で爆発音（格納容器のトーラス室で水素爆発が起こった可能性がある。）
 - 4号機 3月15日06:00頃：原子炉建屋で爆発
- (3号機格納容器のベントの排気管が、排気筒の手前で4号機の排気管と合流しているため、3号機からの水素流入の可能性がある。)

非常用ガス処理系排気管



(出所: 東京電力)

使用済燃料プールの状況(4号機)

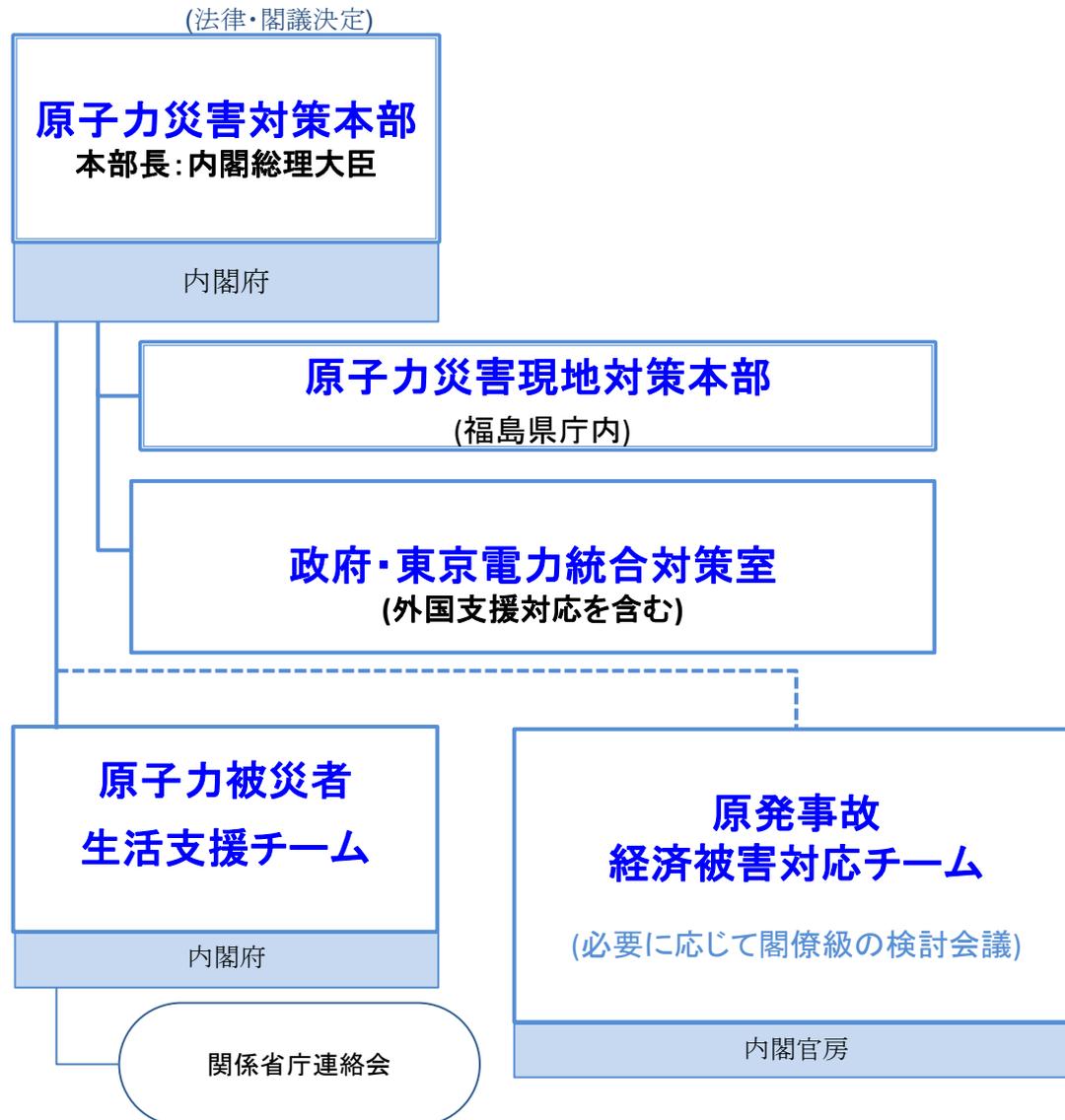


コンクリートポンプ車により使用済燃料プールから採取した水の核種分析から、燃料棒の著しい損傷は起こらなかったとみられる。

(出所:東京電力)

2. 原子力災害への対応

原子力災害対応組織

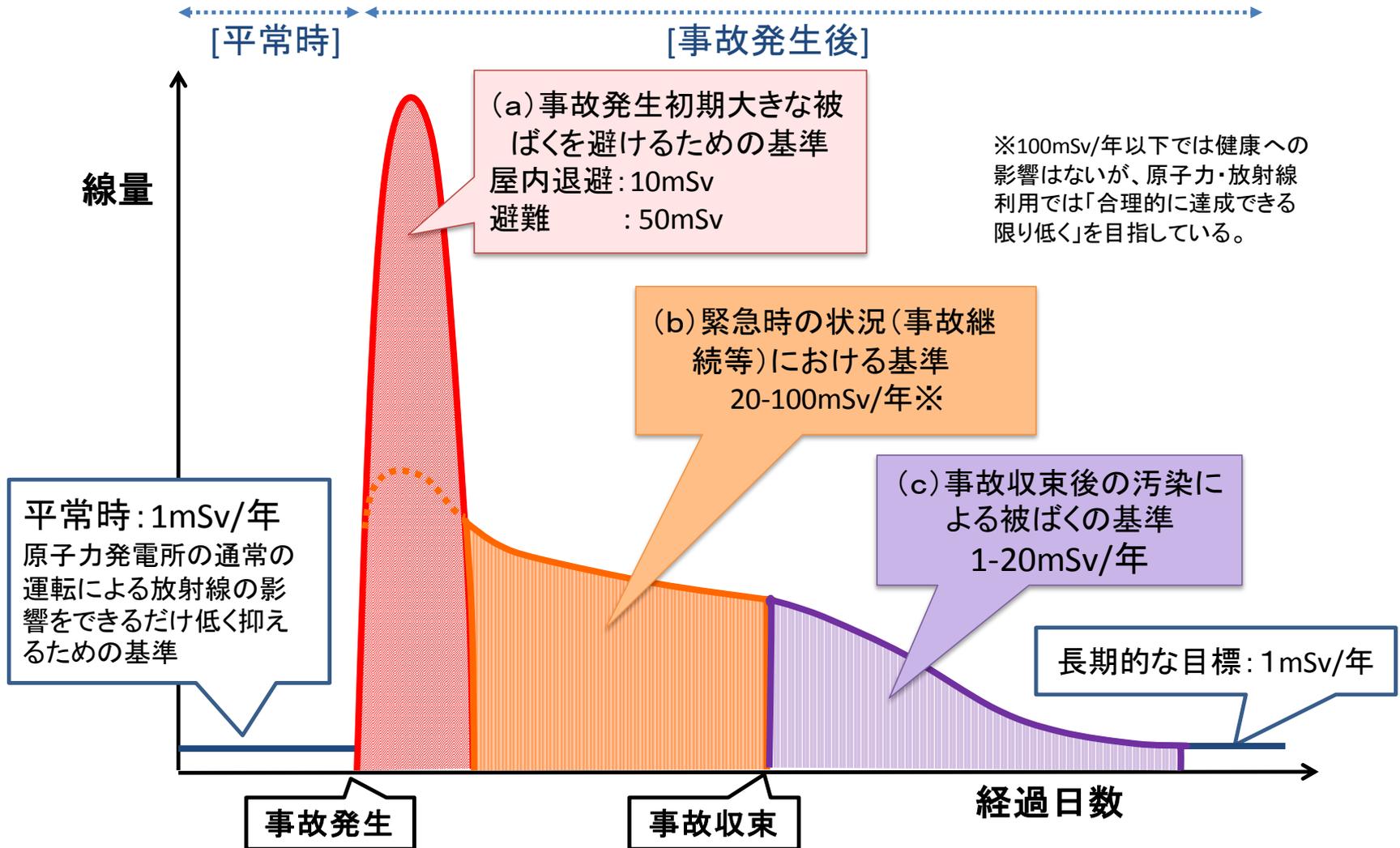


線量基準の根拠

線量の基準	根拠
(1)平常時における積算線量 ・ 公衆の被ばく線量限度 1 mSv/年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済産業省告示「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示」第三条:周辺監視区域外の線量 ・ ICRP 勧告Publication 60 (1990年):公衆被ばくの線量限度
(2)事故時の積算線量	
(a) 事故発生初期の大きな被ばくを避けるための基準 10mSv (屋内待避) 50m Sv (避難)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力安全委員会指針「原子力施設等の防災対策について」 ・ IAEA 安全要件GS-R-2「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」(2002年)
(b) 緊急時の状況(事故継続等)における放射線防護の基準 20-100 mSv	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICRP 勧告Publication 103 (2007年) ・ IAEA 安全指針 GSG2「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」(2011年)
(c) 事故収束後の汚染等を考慮した状況での放射線防護の基準 1-20 mSv/年	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICRP 勧告 Publication 103 (2007年) : 事故収束後の汚染等を考慮した状況(現存状況)における公衆を防護するための参考レベル

ICRP: 国際放射線防護委員会

放射線防護の線量の基準の考え方



放射線防護の線量基準の考え方

事故時の積算線量

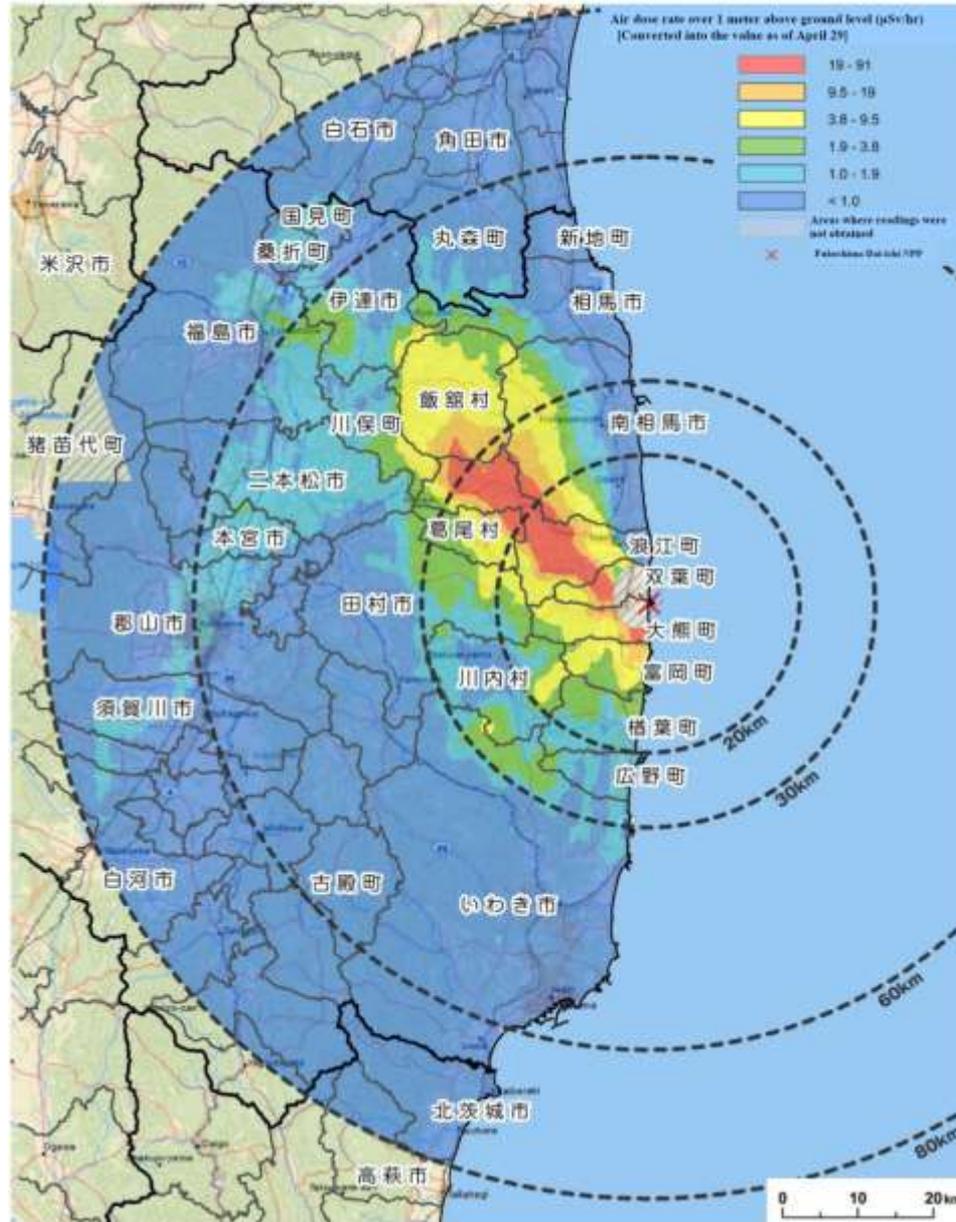
事故時における公衆の放射線防護基準

内 容

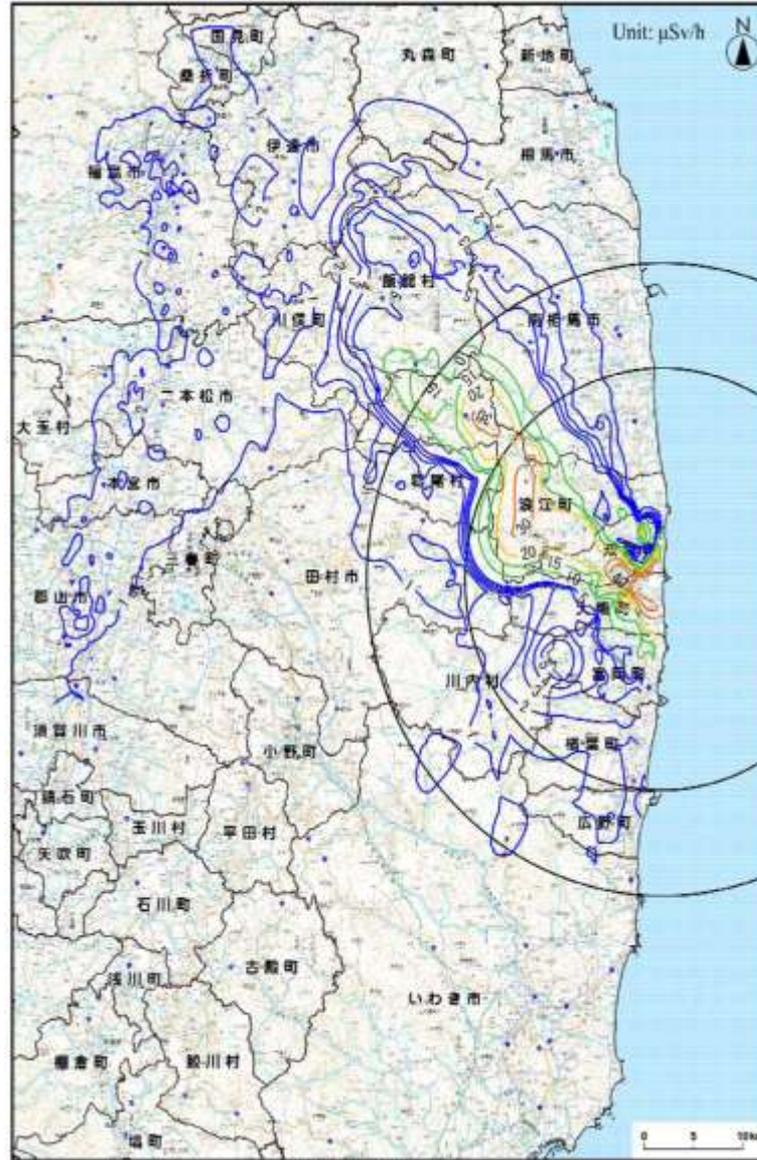
(a) 事故発生初期における大きな被ばくを防ぐための基準	事故発生初期の防護対策(屋内退避／避難)を実施するために用いられる指標については、原子力安全委員会の指針「原子力施設等の防災対策について」において、 <u>外部被ばく実効線量の予測線量10～50ミリシーベルト(屋内退避)及び50ミリシーベルト以上(避難)</u> が設定されている。これは、IAEA 安全要件GS-R-2「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」(2002年)等を参考に設定したものである。
(b) 緊急時の状況(事故継続等)における放射線防護の基準	今回の事故において、放出された放射性物質の累積が局所的に生じ積算線量が高くなった地域に居住し続けた場合、公衆が受ける放射線の積算線量が高水準になるおそれがあるため、原子力災害対策本部長である内閣総理大臣は、原子力安全委員会の意見を聴いて、「計画的避難区域」を設定した。この計画的避難区域を設定するに当たっては、 <u>ICRPの2007年勧告で事故時の緊急時被ばく状況における公衆を防護するための参考レベルとして20～100ミリシーベルトが提示されていること、IAEA安全指針GSG2「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」(2011年)で緊急時の状況における防護措置の対策は年100ミリシーベルト以下で最適化されるべきとされていること、そして「被ばく線量は合理的に達成できる限り低く保たれるべき」との基本原則を考慮して、事故発生から1年間の積算線量が20ミリシーベルトに達するおそれがあることを指標として採用した。</u>
(c) 事故収束後の汚染等を考慮した状況での放射線防護の基準	<u>ICRPの2007年勧告で、事故収束後の汚染等を考慮した状況(現存被ばく状況)における公衆を防護するための参考レベル(reference level)として年間1～20ミリシーベルトが提示されている。</u> また、「被ばく線量は合理的に達成できる限り低く保たれるべき」という最適化の原則は、現存被ばく状況にも適用されるとされている。

文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果

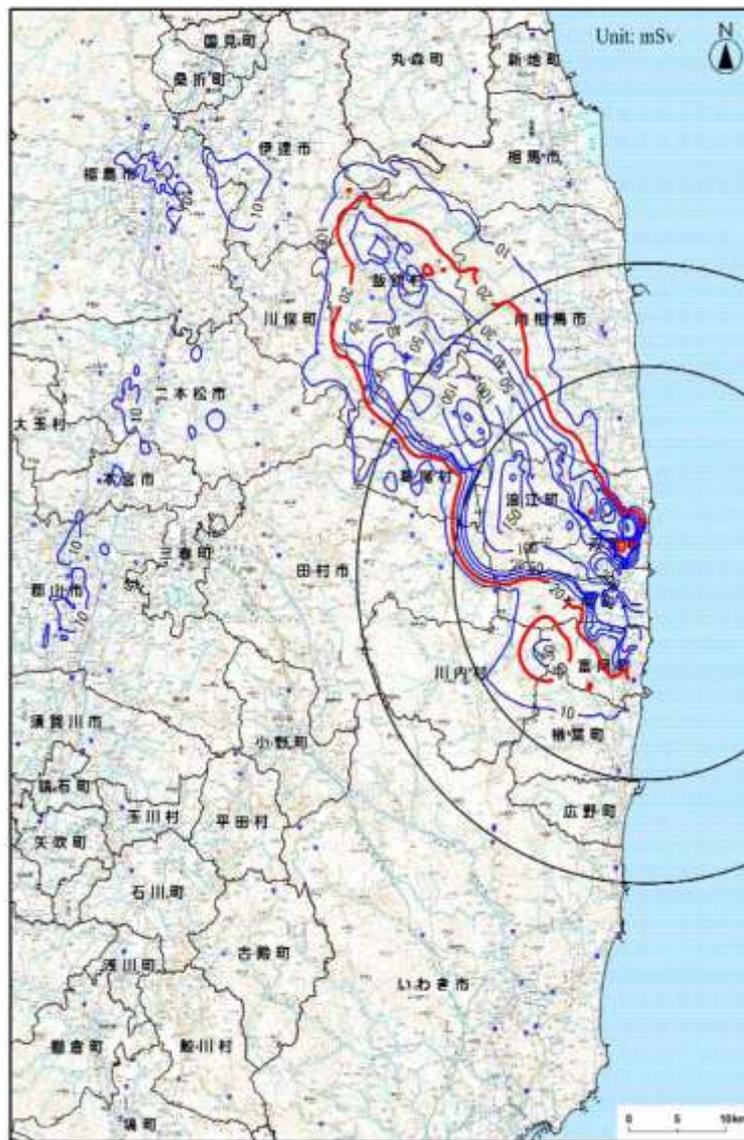
福島第一原子力発電所から80km圏内の線量測定マップ



線量測定マップ



積算線量マップ



積算線量推定マップ
(2012年3月11日までの積算線量)

防護区域

[3月12-15日]

[4月22日]

[現在]

避難区域
(半径20km 圏内)

屋内退避区域
(半径20~30km圏内)

放射性物質の累積が
高水準となる区域

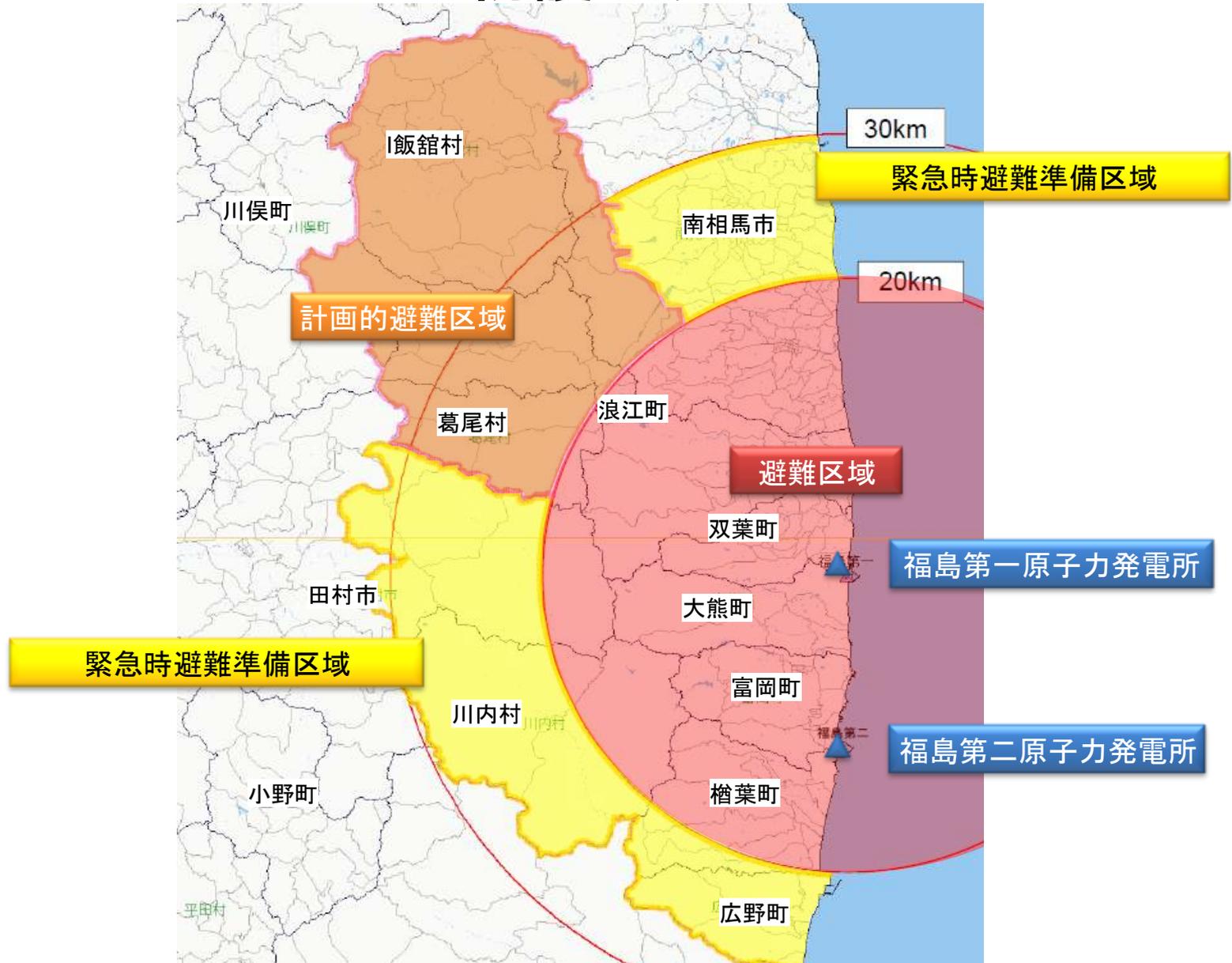
緊急時避難準備区域*

計画的避難区域**
(半径20km以遠)

*計画的避難区域を除く屋内退避区域は、緊急時避難準備区域とされた。

**計画的避難区域は、半径20km以遠で放射性物質の累積が高水準になるであろう特定の地域に設定される必要がある。

防護区域



被災者数

区域	住民数
避難区域	約 78,000人 (この区域の人口)
計画的避難区域	約 10,000人 (この区域の人口)

3. 放射性物質の環境への放出

1号機の CsI の分布

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- 津波来襲まで、ICが間欠的に動作。これ以降のICの運転は考慮せず。
- 記録に基づき、HPCIの運転は考慮せず。
- 格納容器の破損口の大きさ(仮定)は、18時間及び50時間において、それぞれ 7 cm^2 相当及び 35 cm^2 相当。
- 消火系統を経由した注水量は記録に基づくが、原子炉圧力により変動。

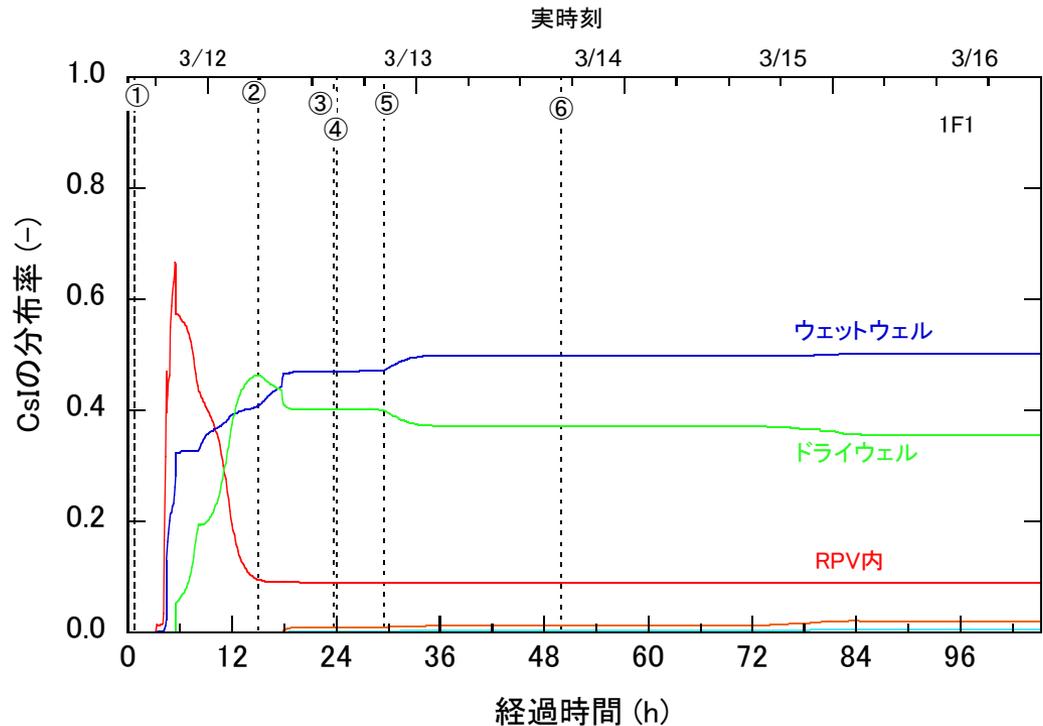


図. 感度解析2でのCsI の分布 (1号機)

- ①IC 停止, ②PCV リーク (仮定), ③W/W ベント開, ④W/W ベント閉, ⑤海水注水, ⑥PCV リークの拡大 (仮定)

2号機の CsI の分布

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- RCIC は3月14日の13:25 まで作動。
- RCIC の水源は3月12日4:20にCST から S/P に変更。
- 21時間のD/Wの気相部の破損口を50 cm² 相当と仮定。
- S/Cの気相部の破損口を 300 cm² 相当と仮定。
- 消火系統を経由した注水量は記録に基づくが、原子炉圧力により変動。

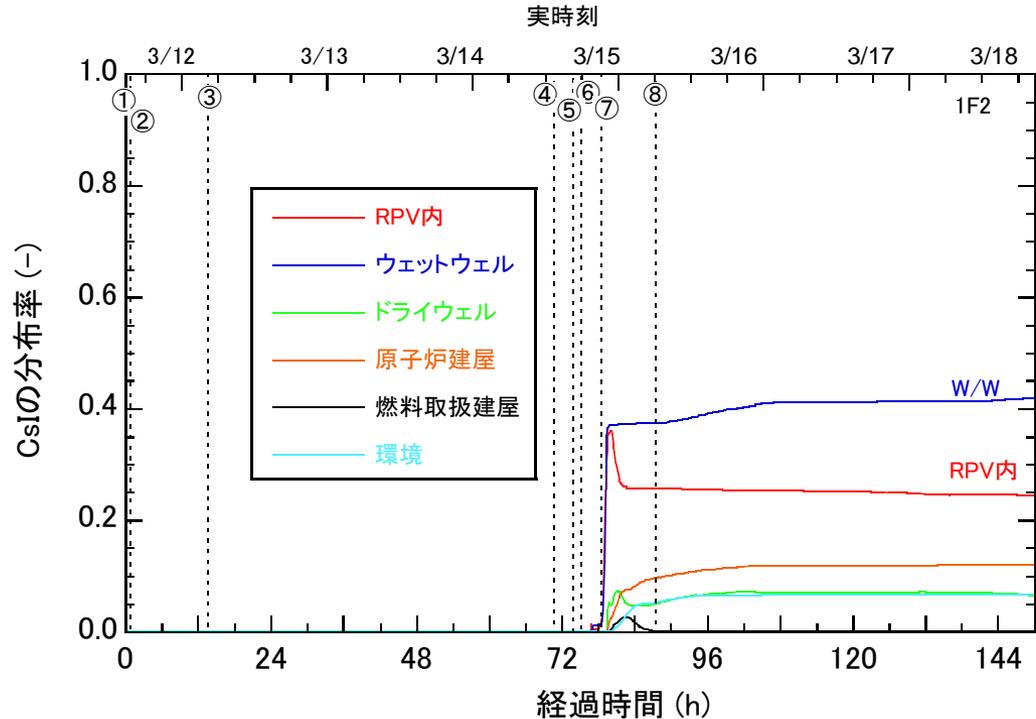


図. 事業者解析2でのCsI 分布(2号機)

- ①RCIC 手動起動, ②全交流電源喪失, ③RCIC水源
をCSTからS/Pに切り替え, ④RCIC 停止, ⑤海水注水,
⑥RPV 圧力低下, ⑦S/R 2弁開, ⑧衝撃音

3号機の CsI の分布

解析コード

シビアアクシデント解析コードMELCOR
(Methods for Estimation of Leakages
and Consequences of Releases)

解析条件

- RCIC は3月12日11:36 まで作動。
- HPCI は3月12日12:35 から3月13日
2:42 まで作動。
- RCIC 及び HPCI の水源はCST。
- 原子炉圧力容器の減圧は、3月13日
9:20に確認。
- 格納容器ベント・ラインは開閉を繰り返した。
- 注水流量は、消防ポンプ吐出側の流量
ではなく、燃料領域を僅かに下回るレベ
ルの水位を維持する流量を仮定。

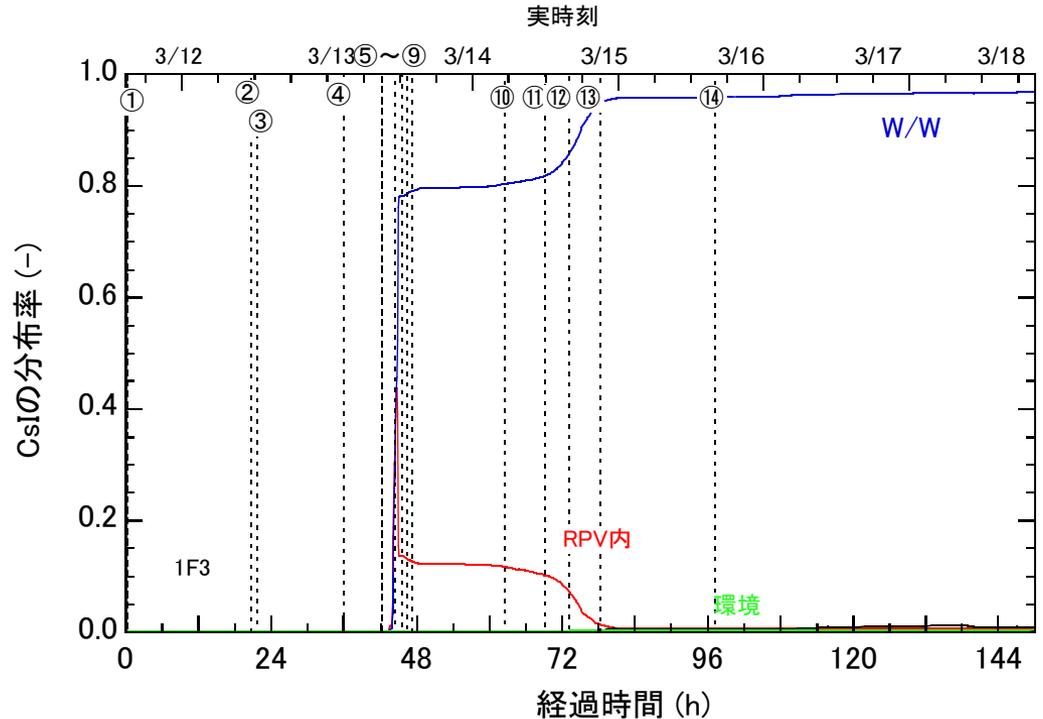


図. 事業者解析2での CsI の分布(3号機)

- ①RCIC 手動起動, ②RCIC 停止, ③HPCI 起動, ④HPCI 停止,
⑤S/R弁開, ⑥PCV ベント開, ⑦注水, ⑧PCV ベント閉, ⑨
海水注水, ⑩~⑭PCV ベント 開 ⇄ 閉

放射性物質の放出率

福島第一原子力発電所	希ガス	ヨウ素	他の核種
1号機	ほとんど全て	1%	他の核種: 1%未満
2号機	ほとんど全て	0.4%~7%	テルル: 0.4%~3% セシウム: 0.3%~6%
3号機	ほとんど全て	0.4%~0.8%	他の核種: 0.3%~0.6%

環境への放射性物質の放出量

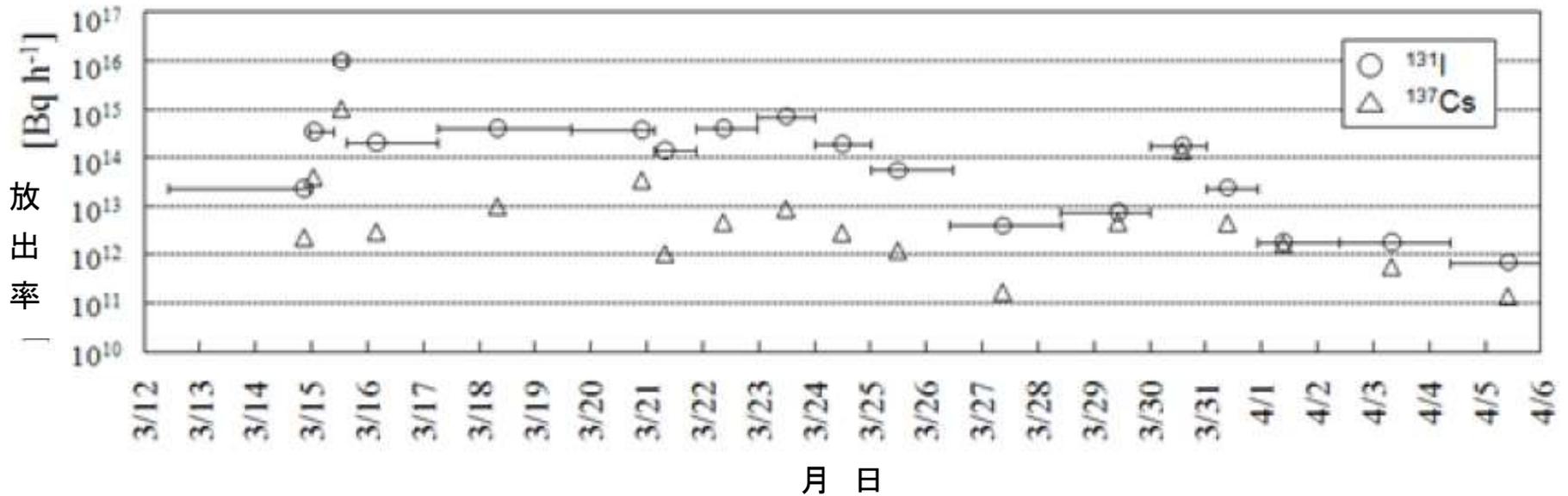
(単位: Bq)

組織	I-131	Cs-137
原子力安全・保安院(原子力安全基盤機構) (4月)*	1.3×10^{17}	6.1×10^{15}
原子力安全・保安院 (原子力安全基盤機構) (5月)*	1.6×10^{17}	1.5×10^{16}
原子力安全委員会 (日本原子力研究開発機構)**	1.5×10^{17}	1.2×10^{16}

*原子力安全・保安院は原子力安全基盤機構の支援を受けて、原子炉の状況に関する解析に基づき推定。

**原子力安全委員会は日本原子力研究開発機構の支援を受けて、環境モニタリングデータと拡散計算に基づき推定。

ヨウ素131及びセシウム137の放出率の暫定推定値



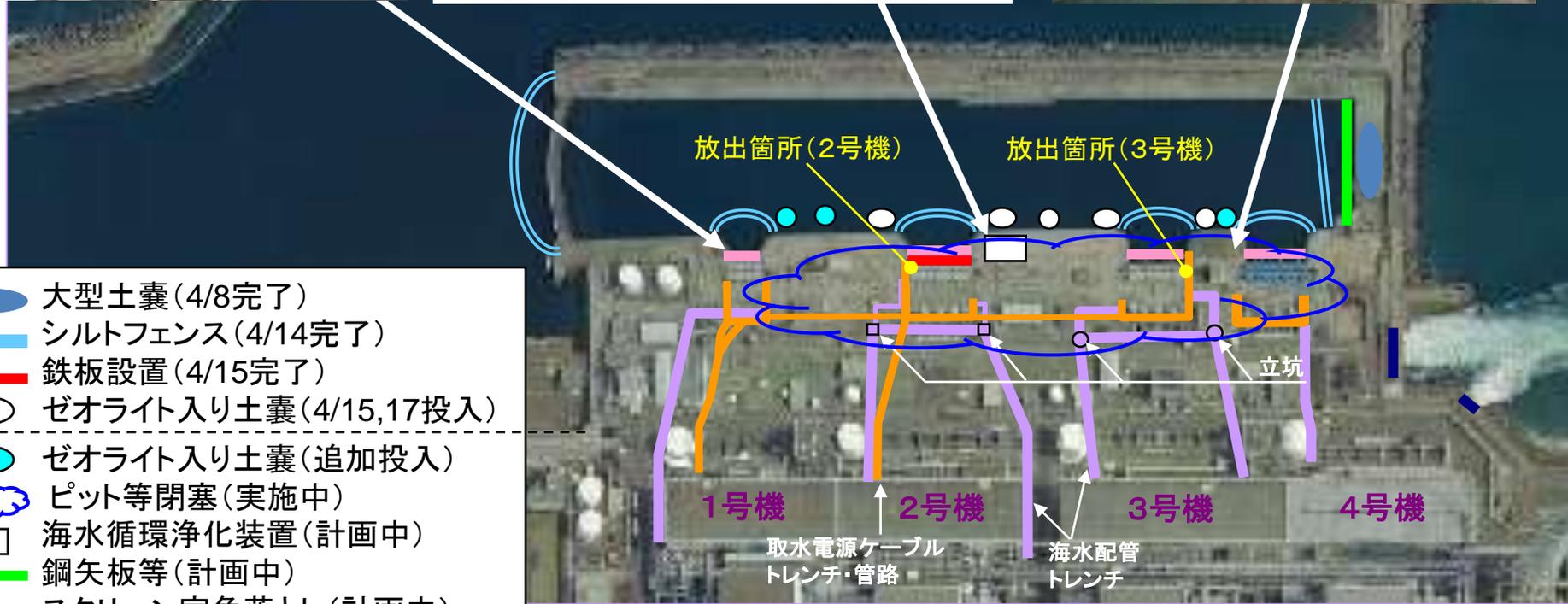
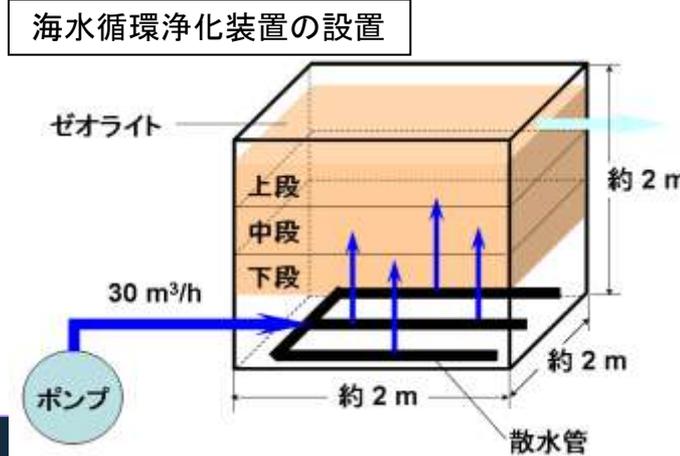
横棒は、推定放出継続時間を示す。

(出典:2011年5月12日第31回原子力安全委員会資料4-2号)

放射性物質の海水中への放出

事 象	結 果	備 考
2号機からの漏洩 (4月2日～4月6日)	4月2日、高濃度の汚染水がピットの側面の亀裂から海水中へ流出しているのが発見された。 流出した放射性物質の総量は約 4.7×10^{15} Bqと推定される。	[対策] ピットに穴を開け、水ガラス(ケイ酸ナトリウム)をピット内に注入。
海への放出 (4月4日～4月10日)	高濃度汚染水の貯蔵容量を確保するため、東京電力は、低濃度の放射性物質を含む水を海水中に放出した。放出された総量は、約 1.5×10^{11} Bqと推定される。	発電所近傍の測定ポイントで測定された放射性物質濃度は、放出の1週間前の傾向と比較して大きな変動は示していない。
3号機からの漏洩 (5月11日)	5月11日、東京電力は、3号機取水口付近のピットから海への流出を確認した。総量は 2.0×10^{13} Bqと推定される。	[対策] <ul style="list-style-type: none">•ピットの中に布を挿入し、コンクリートを満たした。•他に漏洩の可能性がないか再確認。•モニタリングを強化。

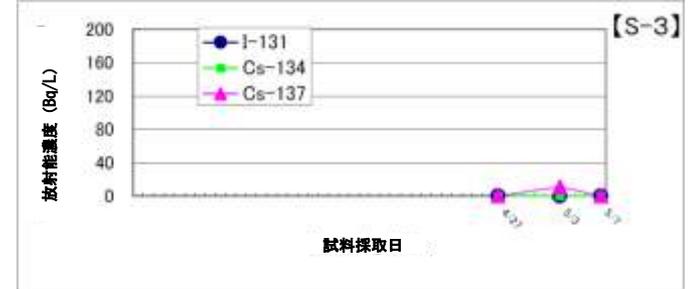
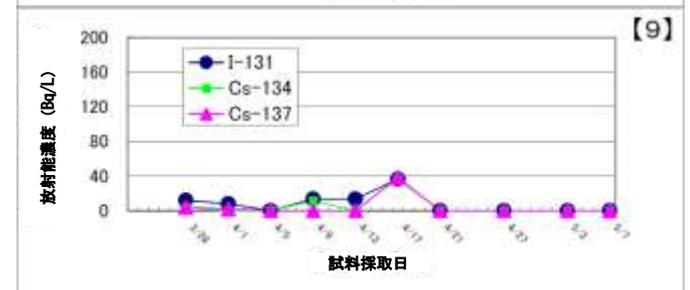
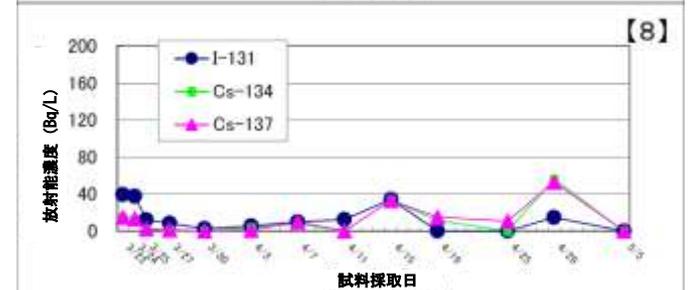
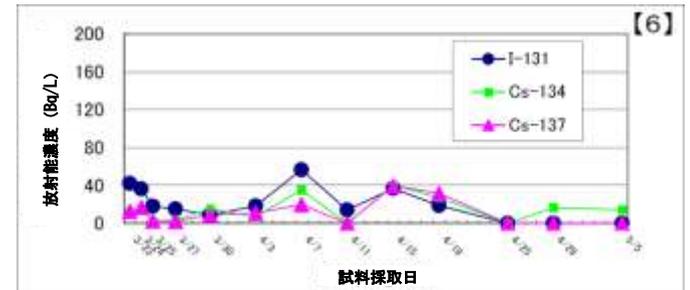
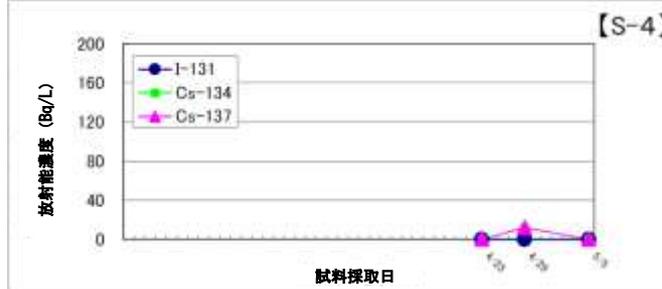
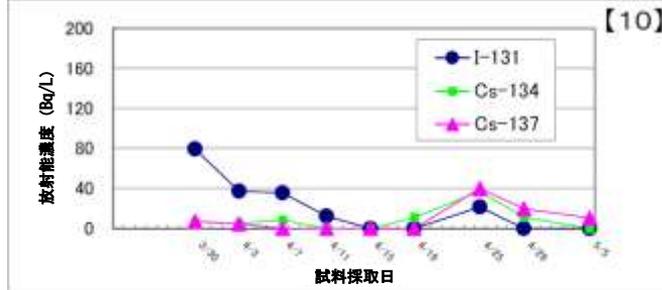
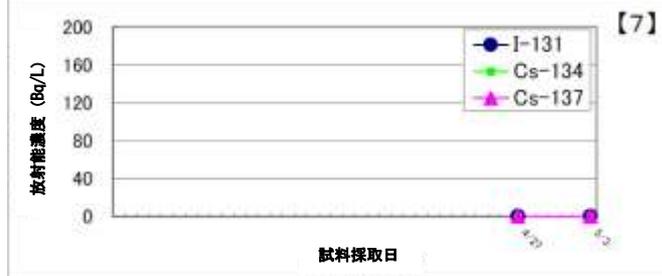
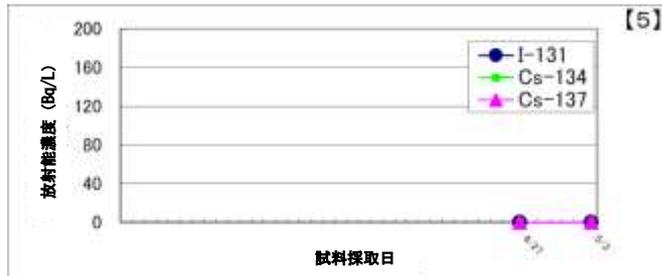
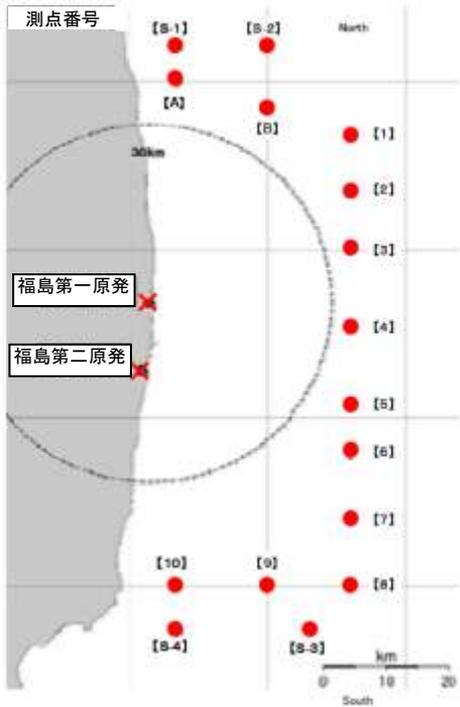
放射性物質を含む液体の拡散防止強化対策



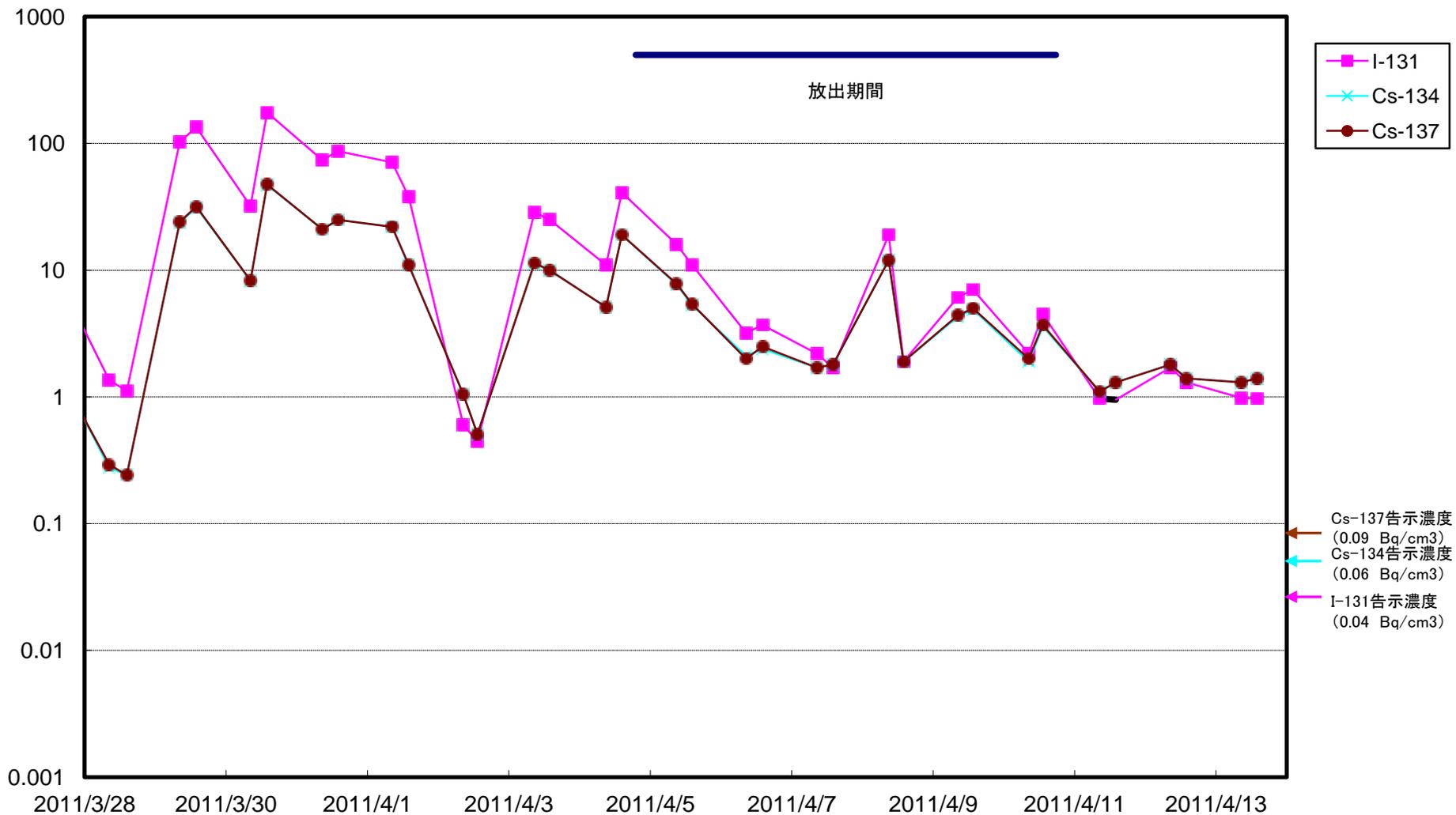
- 大型土嚢(4/8完了)
- シルトフェンス(4/14完了)
- 鉄板設置(4/15完了)
- ゼオライト入り土嚢(4/15,17投入)
- ゼオライト入り土嚢(追加投入)
- ピット等閉塞(実施中)
- 海水循環浄化装置(計画中)
- 鋼矢板等(計画中)
- スクリーン室角落とし(計画中)
- 放水口角落とし(計画中)

核種分析結果

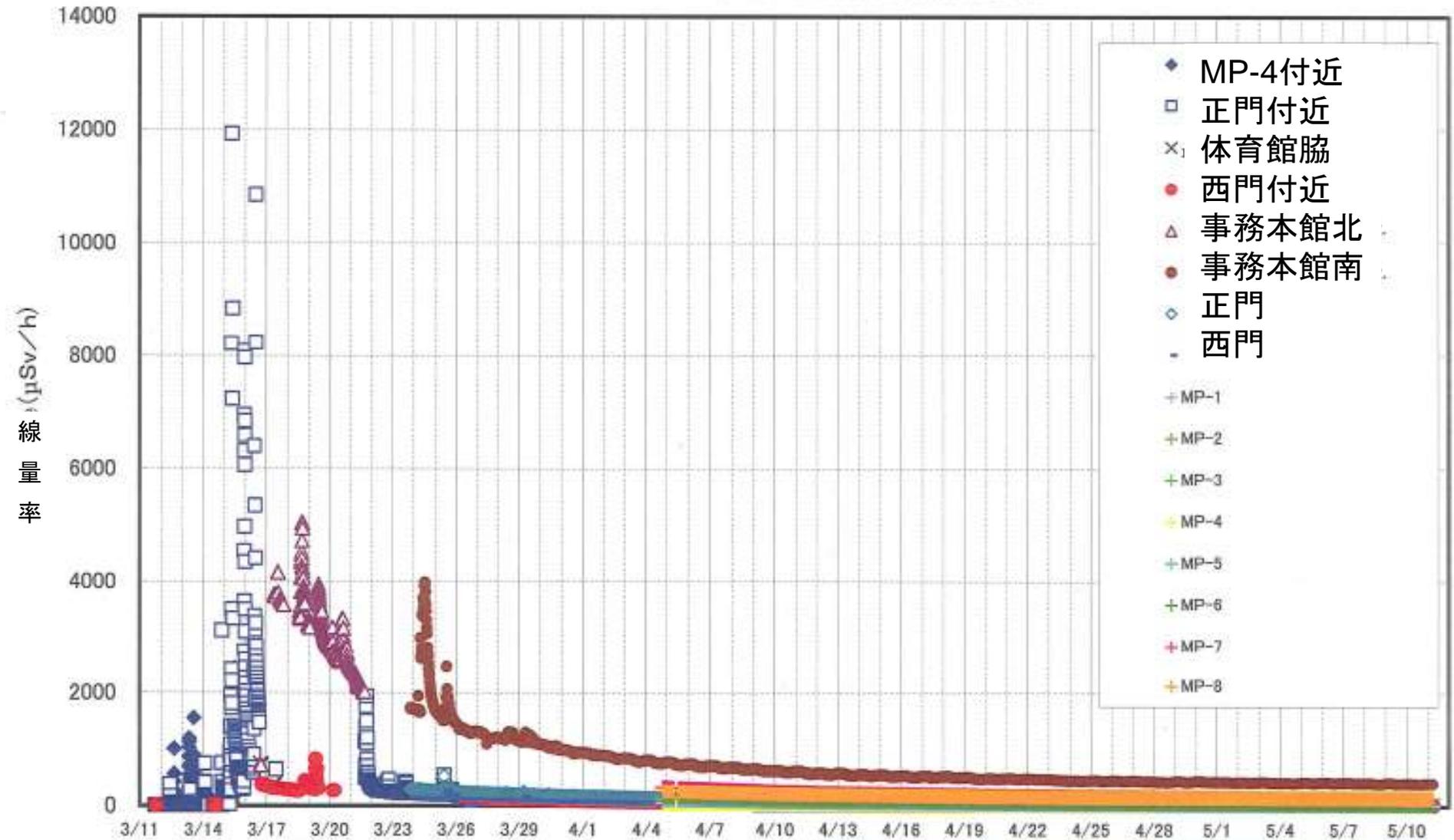
(海水: 福島第一原子力発電所 30km 圏外)



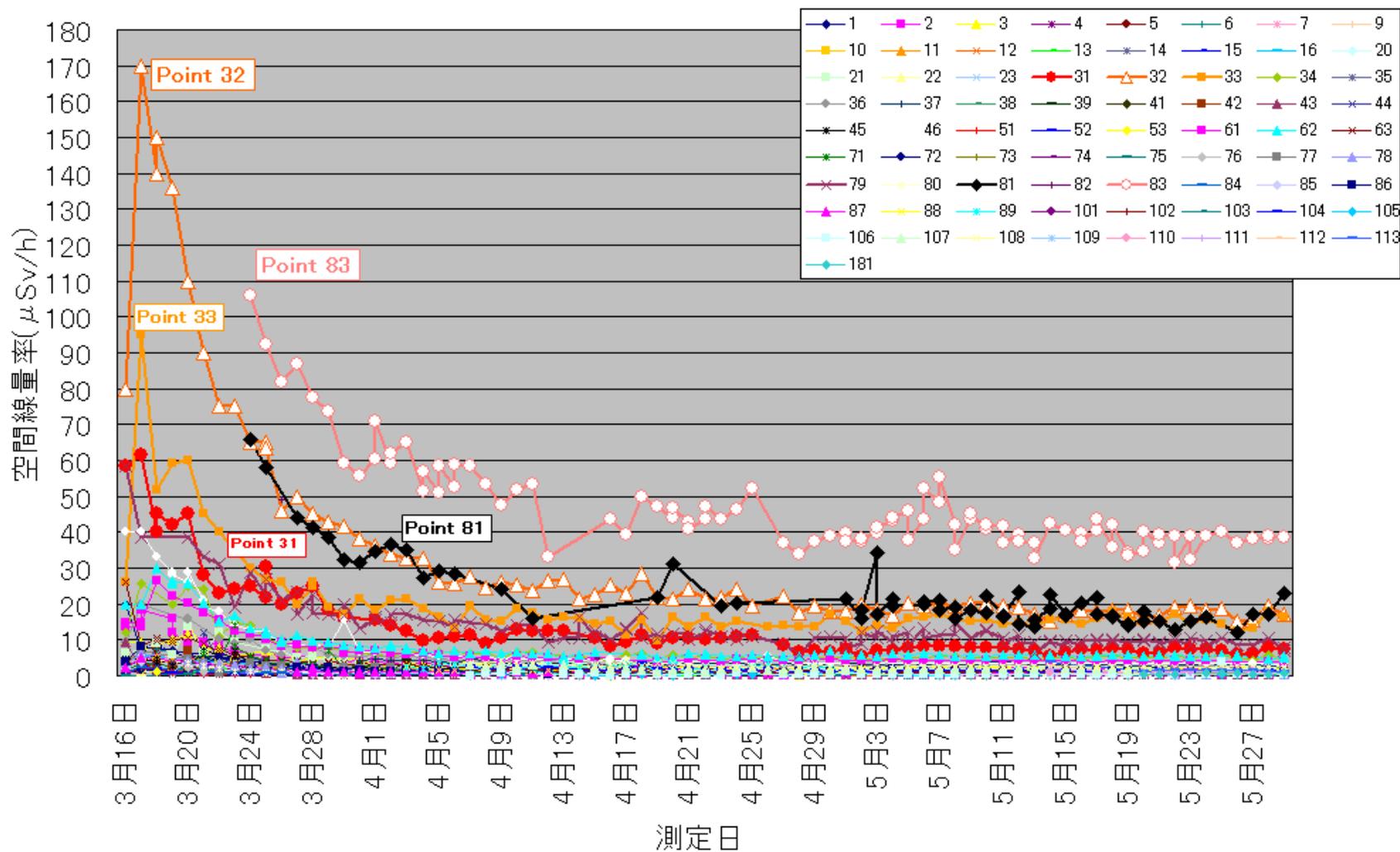
福島第一原子力発電所南放水口付近の放射性物質濃度(Bq/cm³)



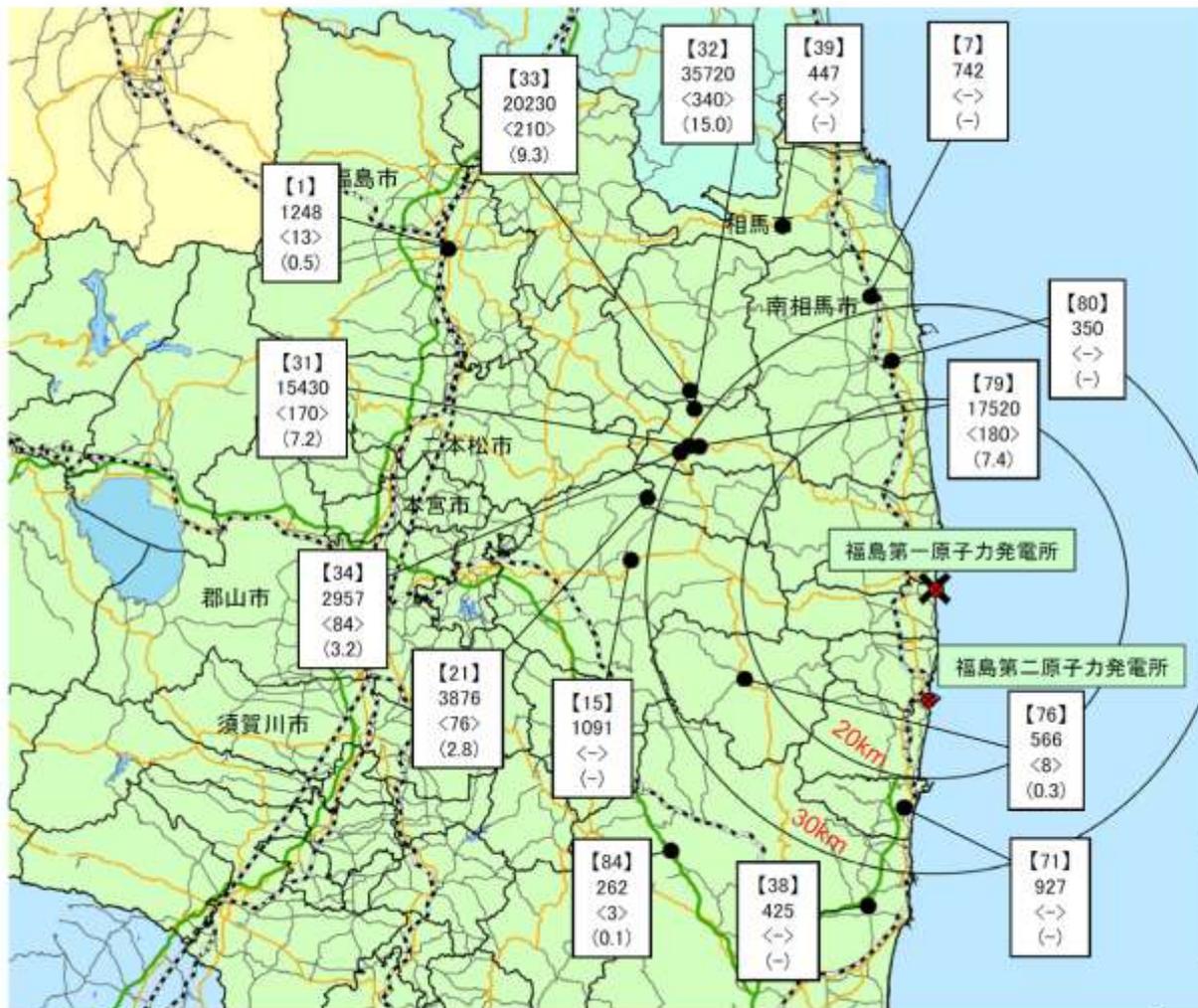
発電所における放射線レベルの推移



福島第一原子力発電所の20km圏外の空間線量率の推移



福島第一原子力発電所周辺の積算線量測定結果



- 測定期間**
- ・3月23日～5月30日 (測定エリア:31)
 - ・3月23日～5月30日 (測定エリア:33)
 - ・3月23日～4月29日 (測定エリア:71)
 - ・3月23日～3月29日 3月30日～4月24日 4月26日～5月30日 (測定エリア:34)
 - ・3月23日～3月29日 3月30日～5月30日 (測定エリア:79)
 - ・3月23日～4月15日 4月16日～5月30日 (測定エリア:32)
 - ・3月23日～3月3日 (測定エリア:7)
 - ・3月24日～4月24日 4月25日～5月1日 (測定エリア:15)
 - ・3月24日～3月28日 3月29日～5月30日 (測定エリア:1)
 - ・3月25日～5月30日 (測定エリア:84)
 - ・3月31日～4月26日 4月27日～5月5日 (測定エリア:38)
 - ・4月1日～4月20日 4月21日～5月2日 (測定エリア:39)
 - ・4月2日～5月30日 (測定エリア:76)
 - ・4月3日～5月3日 (測定エリア:80)
 - ・4月8日～4月26日 4月27日～5月30日 (測定エリア:21)
- 測定箇所

【ポイント番号】
 積算線量 ※
 <前回取得日時からの増加量>
 (1時間当たりの平均線量)

10km

円は範囲の概略を示す

単位:マイクロシベルト
 (マイクロシベルト/時)

※積算線量については、測定期間における積算である

4. 放射線被ばく

作業者

- 事故を踏まえた緊急時における 線量限度の変更 (3月14日)
 - 100mSv → 250mSv
 - ICRP 1990年勧告を考慮
- 事故後の事業者による 放射線管理
 - 津波により、多くの警報付き個人線量計 (APD) が使用不能になった。
 - 東京電力は、作業グループのリーダーにグループを代表してAPDを装着させた。
 - 4月14日、東京電力は従前のシステムを再開した。
- Jビレッジにおける 放射線管理体制
 - 3月17日から、Jビレッジは福島第一原子力発電所に作業者が入域する準備をする場所として活用されている。

作業者

現 状

人 数	放射線被ばく	
合計 7800 (5月23日時点)	平均	7.7mSv
30		> 100mSv
数名		> 250mSv
2		< 2~3Sv (皮膚の等価線量)

今 後

- 政府は5月17日、緊急作業に従事した全ての作業者の被ばく線量を長期的に追跡できるデータベースを構築することを決定した。

住民

現 状

実施内容	結果
スクリーニング調査	5月31日までにチェックを受けた195,354人の大部分が、100,000cpm の限度を下回った。
甲状腺被ばく調査	調査を受けた0才から15才までの子ども 1,080人中で、スクリーニング基準の $0.2 \mu\text{Sv/h}$ を超えた子どもはいなかった。

今 後

- 福島県は、関係省庁と放射線医学総合研究所の協力を得て、2百万人の住民の放射線被ばくの推定、評価を行う予定。

安定ヨウ素剤の配布の状況

- 福島県は、福島第一原子力発電所から50km圏内に行政区域を持つ市町村に対し、ヨウ素剤を配布した。

形態	量
錠剤	約 151 万錠 75 万人分
粉末	約 6,100 g 12~18 万人分

- ヨウ素剤を服用するよう指示が出された時点では、既に避難が完了していたため、指示に基づいて安定ヨウ素剤を服用した住民はいなかった。

5. 国際社会との協力

国際社会との協力

- (1) アメリカ、フランス、ロシア、韓国、中国及びイギリスの専門家が来日し、日本の関係機関と意見交換を行い、原子炉の安定化、放射性物質の拡散防止等の助言を行った。
- (2) IAEAやOECD原子力エネルギー機関(OECD/NEA)のような原子力に専門性を有する国際機関の専門家が来日し、助言等を行った。また、IAEA、世界保健機関(WHO)、国際民間航空機関(ICAO)及び国際海事機関(IMO)や国際放射線防護委員会といった国際機関が、彼ら自身の技術的立場から国際社会に必要な情報を提供した。

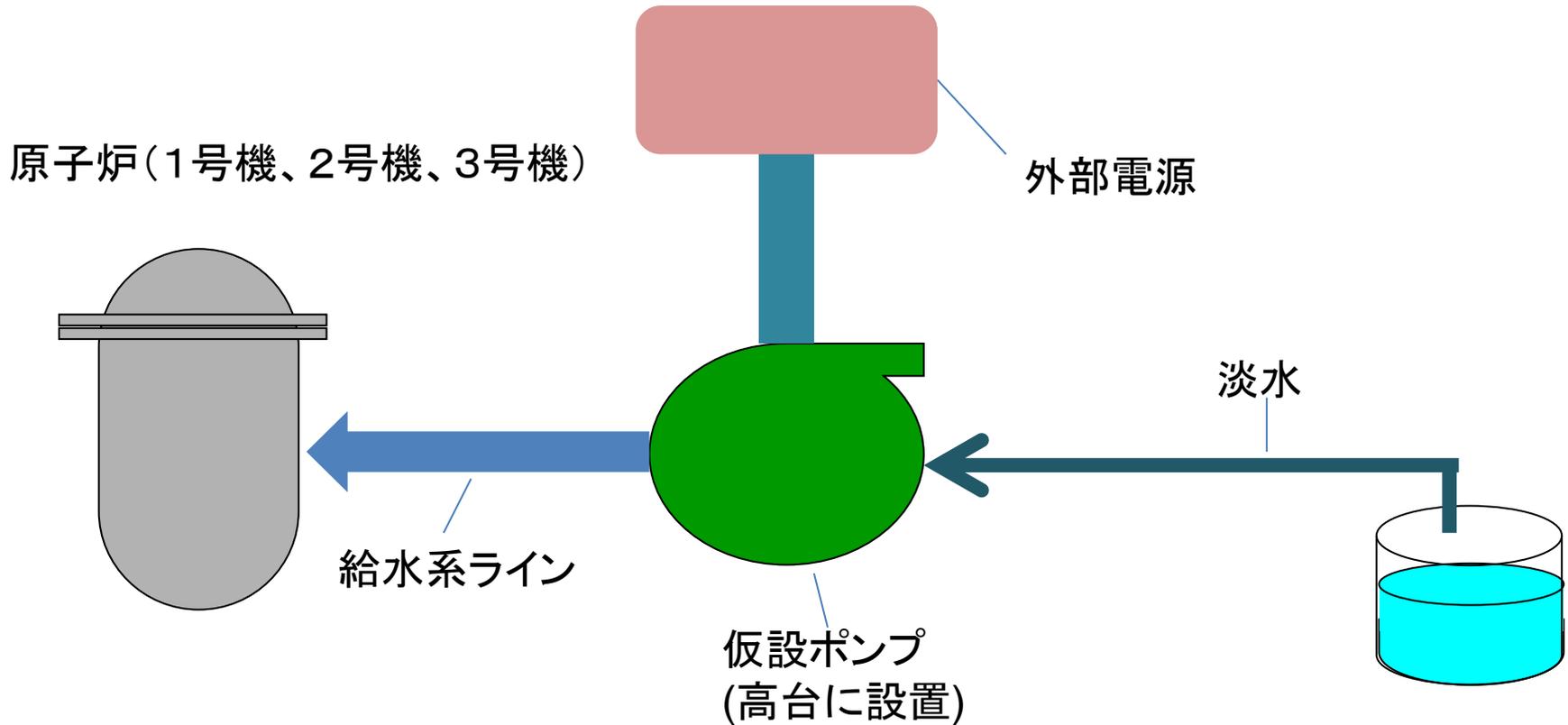
6. 国際社会とのコミュニケーション

国際社会への情報提供

- IAEAに対し、原子力事故の早期通報に関する条約に従って、通報を実施
- 在京外交団に対するブリーフィング
- 29言語でウェブサイトに情報掲載
(例: 環境放射線レベルの測定値(英語版)
<http://www.mext.go.jp/english/incident/1303962.htm>)
- 外国のメディアへのブリーフィング

7. 今後の事故収束への取組み

現在の給水の状況



福島第一原子力発電所1号機、2号機、3号機の現状 (5月31日時点)

号機	1号機	2号機	3号機
原子炉注水状況	給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 6.0 m ³ /h	消火系及び給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 7.0 m ³ /h (消火系ライン経由), 5.0 m ³ /h (給水系ライン経由).	給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 13.5m ³ /h
原子炉水位	燃料域 A: ダウンスケール 燃料域 B: -1,600mm	燃料域 A: -1,500mm* 燃料域 B: -2,150mm*	燃料域 A: -1,850mm* 燃料域 B: -1,950mm*
原子炉圧力	0.555MPag(A) 1.508MPag(B)	-0.011MPag(A) -0.016MPag(B)	-0.132MPag(A) -0.108MPag(B)
原子炉圧力容器まわり温度	給水ノズル温度:114.1°C 圧力容器下部温度:96.8°C	給水ノズル温度: 111.5°C 圧力容器下部温度:110.6°C	給水ノズル温度: 120.9°C 圧力容器下部温度:123.2°C
D/W 圧力, S/C 圧力	D/W: 0.1317MPa abs S/C: 0.100 MPa abs	D/W: 0.030MPa abs S/C: ダウンスケール	D/W: 0.0999MPa abs S/C: 0.1855 MPa abs
状態	各プラントにおいて外部電源から受電しているとともに、仮設の非常用ディーゼル発電機及び海水ポンプを設置するなど、冷却機能の信頼性を確保しつつ作業を進めている。		

* これらのデータは東京電力がデータを評価するとき、変更され得る。

東京電力のロードマップ

(4月17日,5月17日,6月17日)

(1) ステップⅠ

◆ 目標

- 放射線量の着実な減少

◆ 時期

- 3ヶ月程度

(2) ステップⅡ

◆ 目標

- 放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている。

◆ 時期

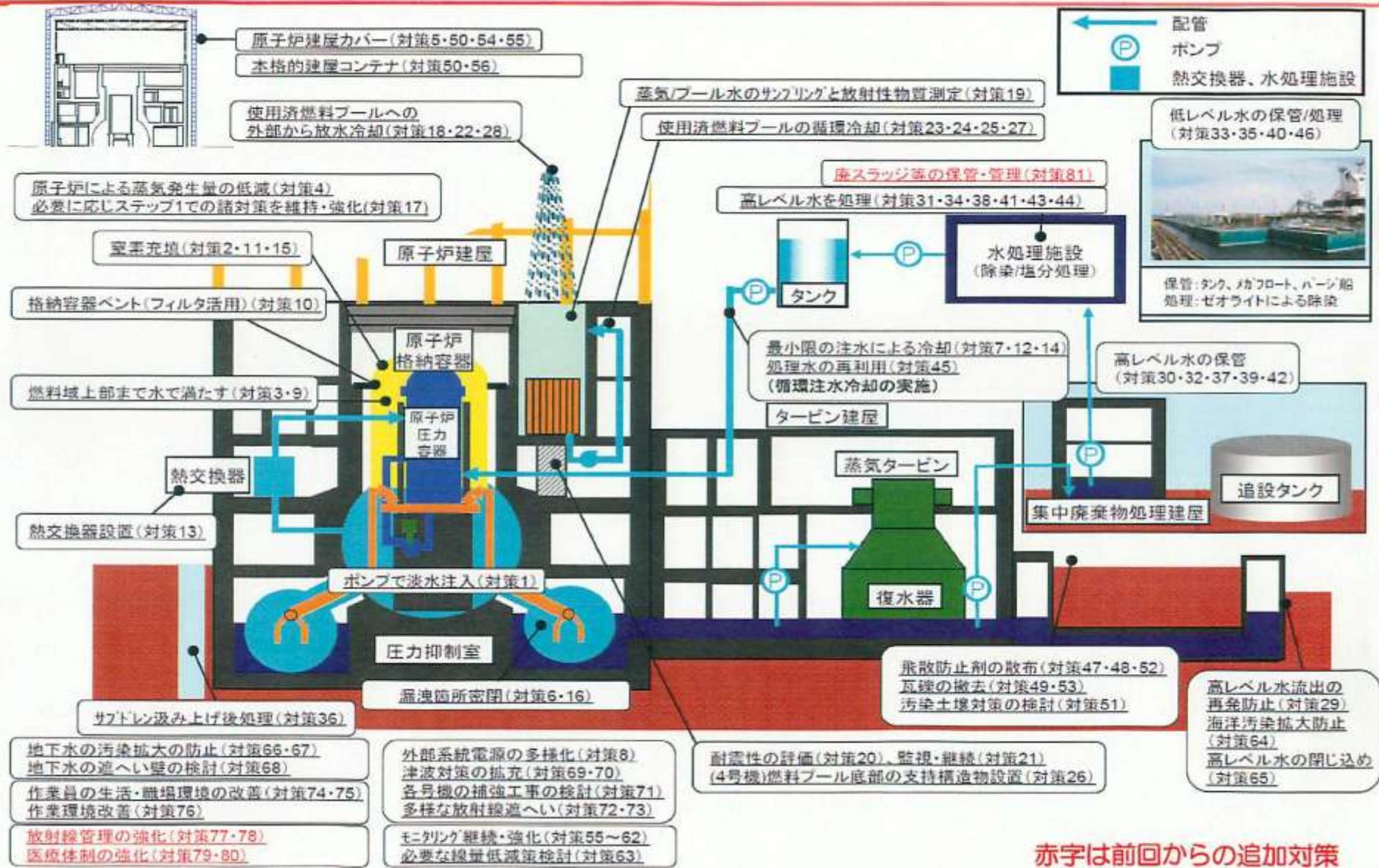
- ステップⅠ達成後、3～6ヶ月程度

事故収束の取組み

赤字：前回からの追加点、青字：変更点

課題	初回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度) ▼現時点(6/17)	ステップ2 (ステップ1終了後3~6ヶ月程度)	中期的課題
I. 冷却	(1) 原子炉 淡水注入	最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) → 循環注水冷却(開始)	循環注水冷却(継続)	冷温停止状態
		滞留水再利用の検討/準備 窒素充填 格納容器漏洩箇所の密閉の検討/実施 作業環境改善	格納容器冠水 熱交換機能の確保	
	(2) 燃料 淡水注入	注入操作の信頼性向上/遠隔操作 循環冷却システム(熱交換器の設置) <small>※一部観察し</small>	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討/実施	燃料の取り出し
II. 抑制	(3) 滞留水 放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管/処理施設の設置	保管/処理施設拡充 除染/塩分処理(再利用)等 廃スラッジ等の保管/管理	本格的な水処理施設の設置 建屋内滞留水の処理完了 廃スラッジ等の処理
		保管施設の設置/除染処理	海洋汚染拡大防止	海洋汚染拡大防止(継続)
	(4) 地下水	地下水の汚染拡大防止	(保管/処理施設拡充計画にあわせてサフトレ/管理) 地下水の遮へい壁の検討	汚染水全体の低減 汚染土壌の固化等 地下水の遮へい壁の構築
	(5) 大気・土壌	飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去	飛散抑制 原子炉建屋カバーの設置(換気システム付) 原子炉建屋コンテナの検討	原子炉建屋コンテナ設置

発電所内における主な対策の概要図 6/17改訂版



赤字は前回からの追加対策

ロードマップの主なポイント

課題		主なポイント
I. 冷却	原子炉	<ul style="list-style-type: none">• 窒素充填(ステップ I)• 建屋に滞留する汚染水を原子炉冷却に再利用する循環冷却システム(ステップ I, II)
	使用済燃料プール	<ul style="list-style-type: none">• 循環冷却システム(ステップ I)
II. 抑制	滞留水	<ul style="list-style-type: none">• 保管／処理施設の設置(ステップ I)
	地下水	<ul style="list-style-type: none">• 地下水汚染抑制(ステップ I, II)
	大気・土壌	<ul style="list-style-type: none">• 飛散防止剤の撒布(ステップ I, II)• がれきの撤去(ステップ I, II)

避難区域の指定解除

適切な環境モニタリングの実施と強化

- 今後の線量評価と放射性物質蓄積の評価を準備
- 環境モニタリング強化計画に基づく継続的モニタリングの実施

事故時の公衆の放射線防護基準

避難区域の変更の検討

- 原子炉及び使用済燃料プールをともに確実にかつ長期にわたって冷却ができるシステムが確保されたとき
- 原子炉が冷温停止状態となり、放射性物質の放出が基本的に管理される状況になったとき

8. その他の原子力発電所における対応

その他の原子力発電所における対応

1. 緊急安全対策

- 原子力安全・保安院は全ての電気事業者に対し、緊急安全対策を実施するよう指示。(3月30日)
- 各電気事業者からの報告に基づき、原子力安全・保安院は緊急安全対策が適切に実施されたことを確認。(5月6日)

2. 追加の緊急安全対策

- 原子力安全・保安院と関係省庁は、この報告で述べられている事故から得られた教訓に基づき、緊急安全対策を実施し、強化する。(6月7日)

3. 浜岡原子力発電所の停止

- 政府は中部電力株式会社に対し、予想される地震により引き起こされる大規模な津波の可能性が高いことから、浜岡原子力発電所の全ての号機の運転を中長期的対策が完了するまでの間、停止するよう要請した。(5月6日)

緊急安全対策の概要

フェーズ	緊急安全対策	
	短期	中期
完了見込み時期	実施済	1～3年
目標 (要求水準／範囲)	(1) 交流電源, (2) 海水冷却機能 及び (3) 使用済燃料貯蔵プール冷却機能の全てが失われたとしても燃料損傷及び使用済燃料損傷を防止	緊急時安全対策の信頼性を向上(短期) (冷温停止、津波対策の達成を確保／スピードアップ)
具体的対策の例	<p>【設備の確保】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 電源車の配備(原子炉や使用済燃料プールの冷却用) ● 消防車の配備(冷却水を供給するため) ● 消火ホースの配備(淡水タンク、海水ピット等からの給水経路を確保するため) <p>【手順書等の整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 上記の設備を利用した緊急対応の実施手順書を整備 <p>【対応する訓練】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 実施手順書に基づいた緊急対策の訓練を実施 <p>【浸水対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 約15mの高さの津波を想定し、原子炉建屋の浸水を防止する対策 	<p>【約15mと想定される津波への対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 防潮堤の建設 ● 水密扉の設置 <p>【冷温停止の達成を確保／スピードアップする対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 空冷式ディーゼル発電機の設置 ● 海水ポンプの予備の電動機の確保 ● 他の必要な設備のために必要な対応

シビアアクシデント対策の予備的实施

- 日本政府からIAEAへの報告の中の教訓(第2グループ)に基づき、シビアアクシデント(例:大規模な炉心損傷)が始まったとしても、迅速に対応できるようにする必要がある活動が特定される。
- その中で、電気事業者等は次の5つの対策を迅速に実施し、完了し確認された実施項目について報告するよう指示された。他の対策は、中長期的対策として実施されるだろう。

(1) 中央制御室の作業環境を確保

中央制御室における非常時の作業環境を確保するため(放射線防護等)、この様な制御室の緊急換気及び空調システム(循環システム)が、全交流電源が喪失したときでも電源車により運転できなければならない。

(2) 発電所の建物どうしでの緊急通信手段の確保

緊急時、発電所の建物において業務を円滑に進めるために、全交流電源が喪失しても強固な通信手段が確保されなければならない。

(3) 高線量防護服を含む装置や供給物を確保し、放射線を管理するシステムを設置

作業者を放射線から確実に防護し、緊急時において放射線を確実に管理するため、高線量防護服や個人線量計を含む供給物や物品が、運転時業者間の相互融通の取決めなどにより、保持されなければならない。緊急時において放射線管理要員を拡充できる体制を確立しなければならない。

(4) 水素爆発の防止策

炉心損傷等の結果として、水素爆発が施設に与える損傷を防止するため、炉心損傷等の結果として緊急時に発生する大量の水素が原子炉建屋等に蓄積されることがあってはならない。(アニユラス循環、排気システムの運転等)

(5) 瓦礫撤去のための重機の配備

緊急時において津波等により発生した瓦礫を速やかに撤去するため、ホイールローダーを含む重機が配備されなければならない。

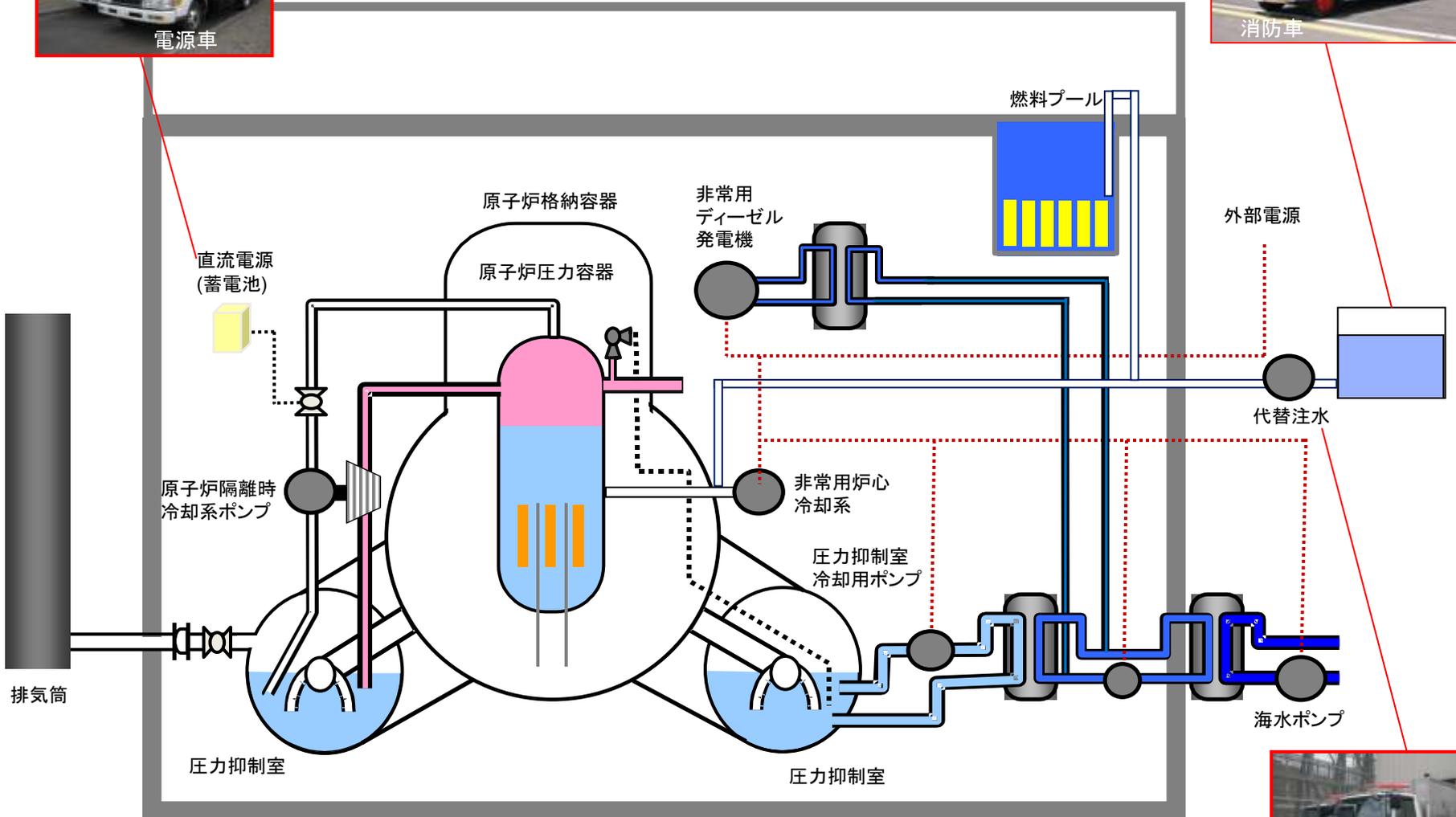
BWRにおける津波発生時の事象と対応策



電源車



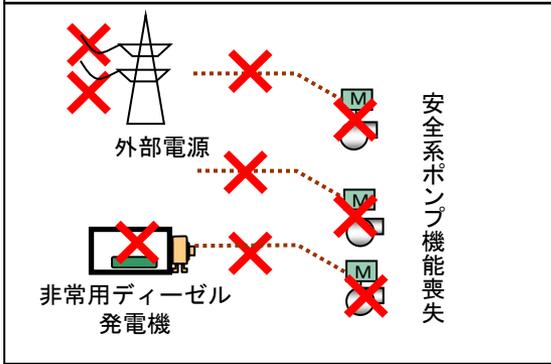
消防車



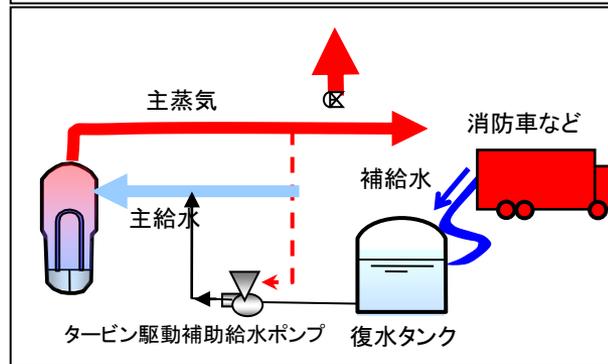
電源車

PWRにおける津波発生時の事象と対応策

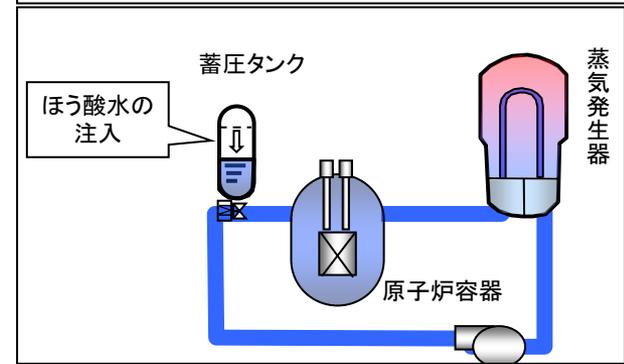
(1) 外部電源喪失



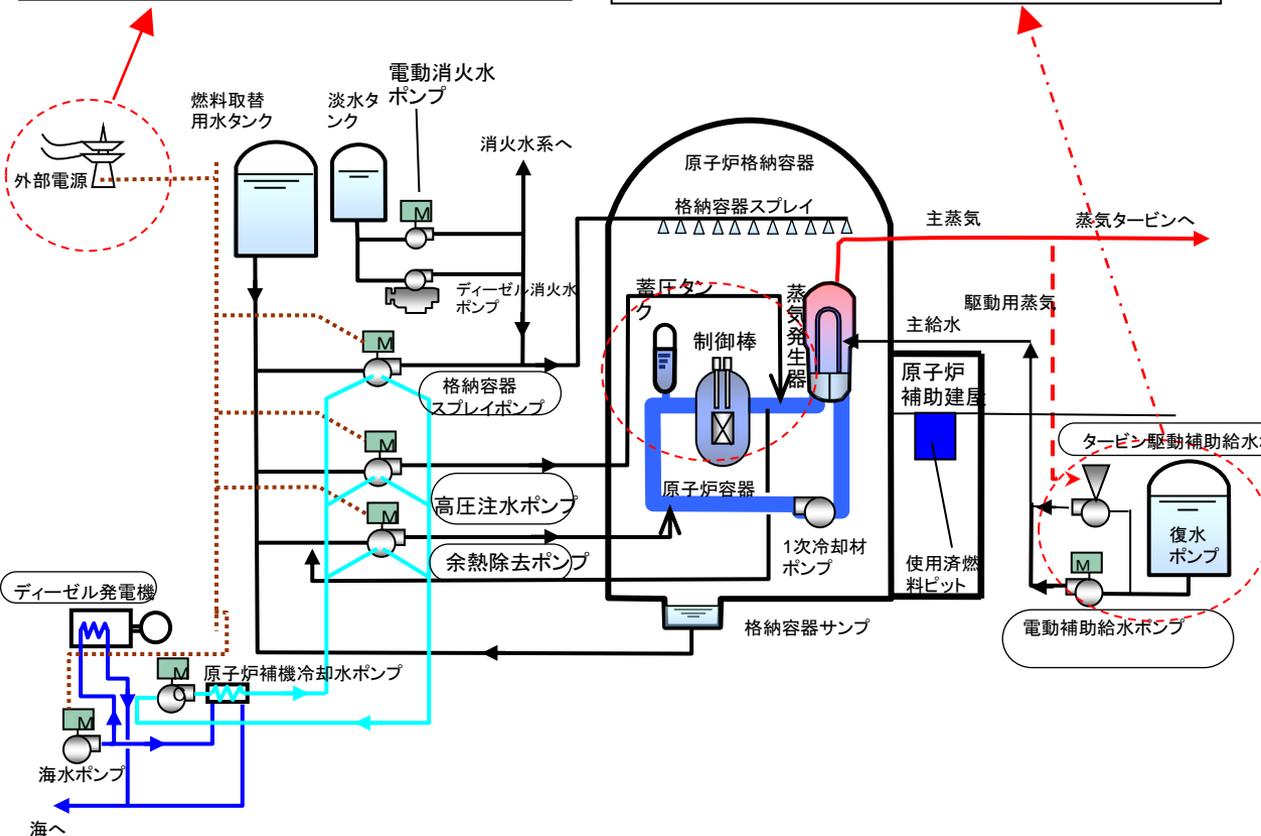
(2)、(5) 蒸気発生器への給水、復水タンクの水補給



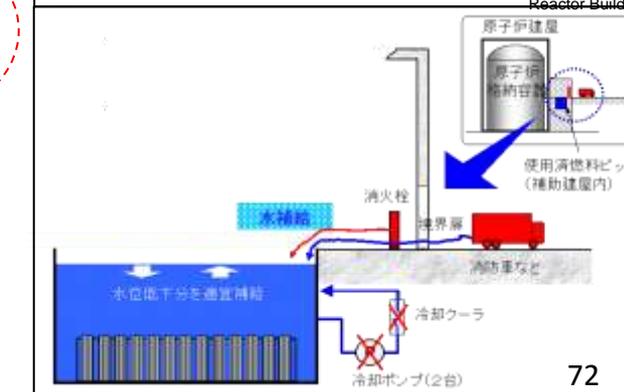
(3)、(4) 蓄圧タンクからのほう酸水注入、弁閉止



(6) 電源車繋ぎこみ



(7) 使用済燃料ピットへの注水



9. 現在までに得られた事故の教訓

第1の教訓のグループ

シビアアクシデント防止策の強化

(1) 地震・津波への対策の強化

- 大規模な津波に対する対応が十分なされていなかった。



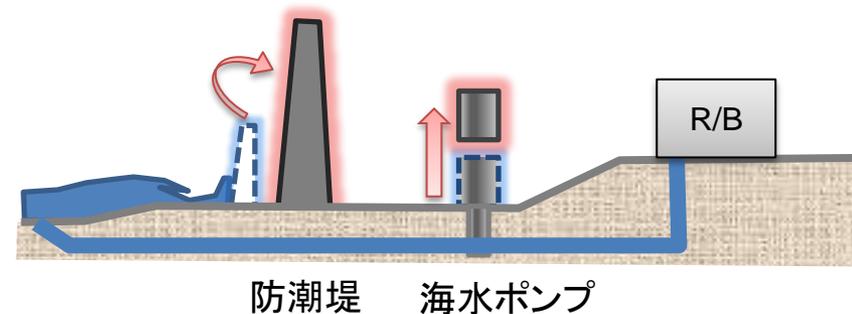
- 安全目標を達成するための、十分な再来周期を考慮した津波の適切な発生頻度や十分な高さを想定すること
- 十分な高さを想定した津波による敷地への浸水影響を防止する構築物等の安全設計を実施すること



写真: 東京電力



水密扉



第1の教訓のグループ シビアアクシデント防止策の強化

(2) 電源の確保

- 外部事象による共通原因故障に対して電源の多様性が図られていなかった



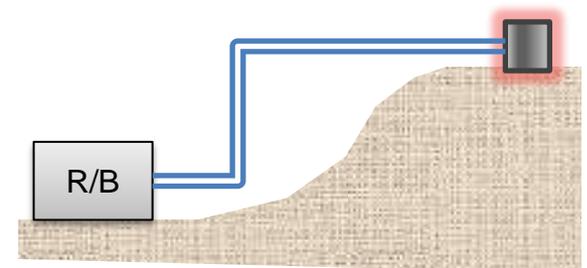
- 電源の多様化を図ることにより、厳しい状況においても目標として定めた長時間にわたって現場で電源を確保すること



電源車



災害対策用発電機



災害対策のための
発電機の配置場所

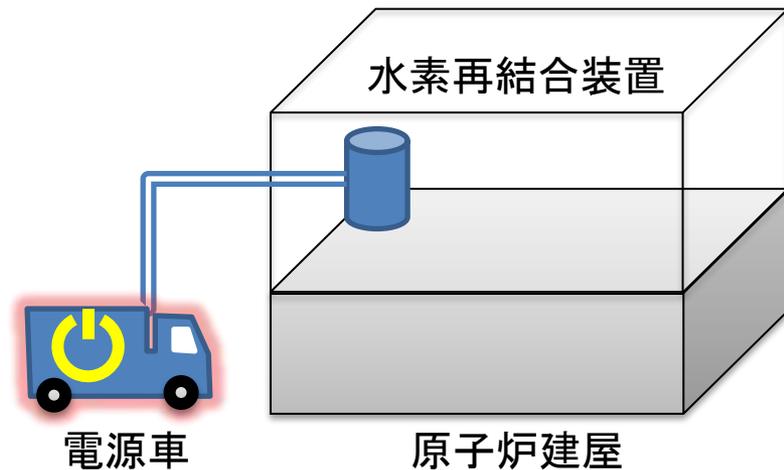
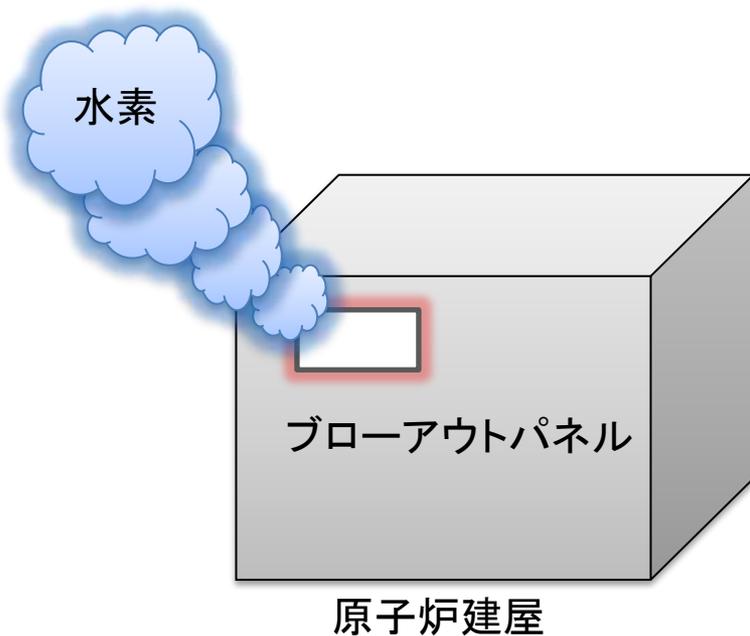
第2の教訓のグループ シビアアクシデントへの対応策の強化

(9) 水素爆発防止対策の強化

- 原子炉建屋における水素対策はとられていなかった。



- 原子炉建屋におけるシビアアクシデント時の水素爆発を防止する対策の強化



第3の教訓のグループ 原子力災害への対応の強化

(16) 大規模な自然災害と長期化する原子力事故との複合災害への対応

- 原子力事故が大規模な自然災害と同時に発生したため、連絡・通信、人の参集、物資の調達面で極めて困難な状況が生じた。



- 大規模な自然災害と長期化する原子力事故が同時に発生した場合に、適切な通信連絡手段や円滑な物資調達方法を確保できる体制・環境を整備する。



第4の教訓のグループ 安全基盤の強化

(23) 安全規制機関の強化

- 国民に対して災害防止上十分な安全確保活動が行われることに第一義的責任を有する者の所在が不明確であった。



- 日本政府は、原子力安全・保安院を経済産業省から分離し、原子力安全委員会や各省の検討を含めて原子力安全規制行政や環境モニタリングの実施体制の見直しに着手する。

第5の教訓のグループ 安全文化の徹底

(28) 安全文化の徹底

- 事業者は、プラントの公衆安全に係るリスクが十分低く維持されているとの確信に影響があると認めるときには、安全性向上のため適切な措置を講じることに真摯に取り組んできたか。
- 規制者は、安全確保の上でわずかな疑念もないがしろにせず、新しい知見に対して敏感にかつ俊敏に対応することに真摯に取り組んできたか。



- 原子力安全の確保には深層防護の追求が不可欠であるとの原点に立ち戻り、原子力安全に携わる者が、絶えず安全に係る専門的知識の学習を怠らず、原子力安全確保上の弱点はないか、安全性向上の余地はないかの吟味を重ねる姿勢をもつことにより、安全文化の徹底に取り組む。

10. 結論

結論

- 日本政府は事故現場で作業に従事する人に対する支援に全力で取り組んでいくこととしている。
- 日本は、原子力安全対策の根本的な見直しが不可避であると認識している。
- 日本はシビアアクシデント対策強化のための研究を国際協力によって推進するため、「原子力安全基盤の研究強化計画」を推進していく。

ご静聴ありがとうございました

私たちは、事故の収束に向けて、世界各国の支援を受けていることに対し、深い感謝を表明します。

私たちは、IAEAや世界各国から引き続きご支援をいただけますようお願いいたします。

私たちは、日本だけでなく世界の英知と努力を結集して、この事故を乗り越えることができるでしょう。

参考

本報告書のアドレス:

http://www.kantei.go.jp/foreign/kan/topics/201106/iaea_houkokusho_e.html