

福島原発と放射能汚染



2011年6月30日

六甲道勤労市民センター

山内知也

神戸大学大学院海事科学研究科

福島原発で起きていること

福島第一原発：1号機、2号機、3号機、4号機

原子炉の状態（圧力容器：水位、温度、圧力、）（格納容器：温度、圧力）

使用済燃料貯蔵プール（水位、温度）

燃料の破損状況（原子炉&貯蔵プール、冷却水汚染レベル）

放射能放出：大気中への放出、地上への堆積、海への放出（核種と放射能）

労働者の被ばく、周辺住民の被ばく、福島県、関東と東北、日本、世界

周辺住民：妊婦と乳幼児、学童、生徒、学生、一般人

被ばくの形態：堆積した放射能からの外部被ばく、内部被曝（大気、水、食物）

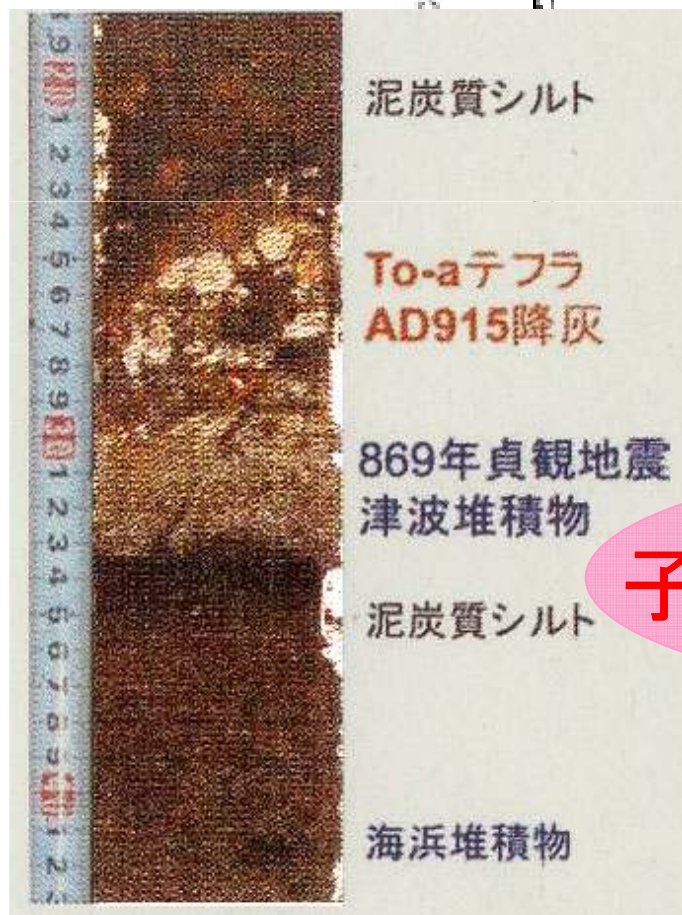
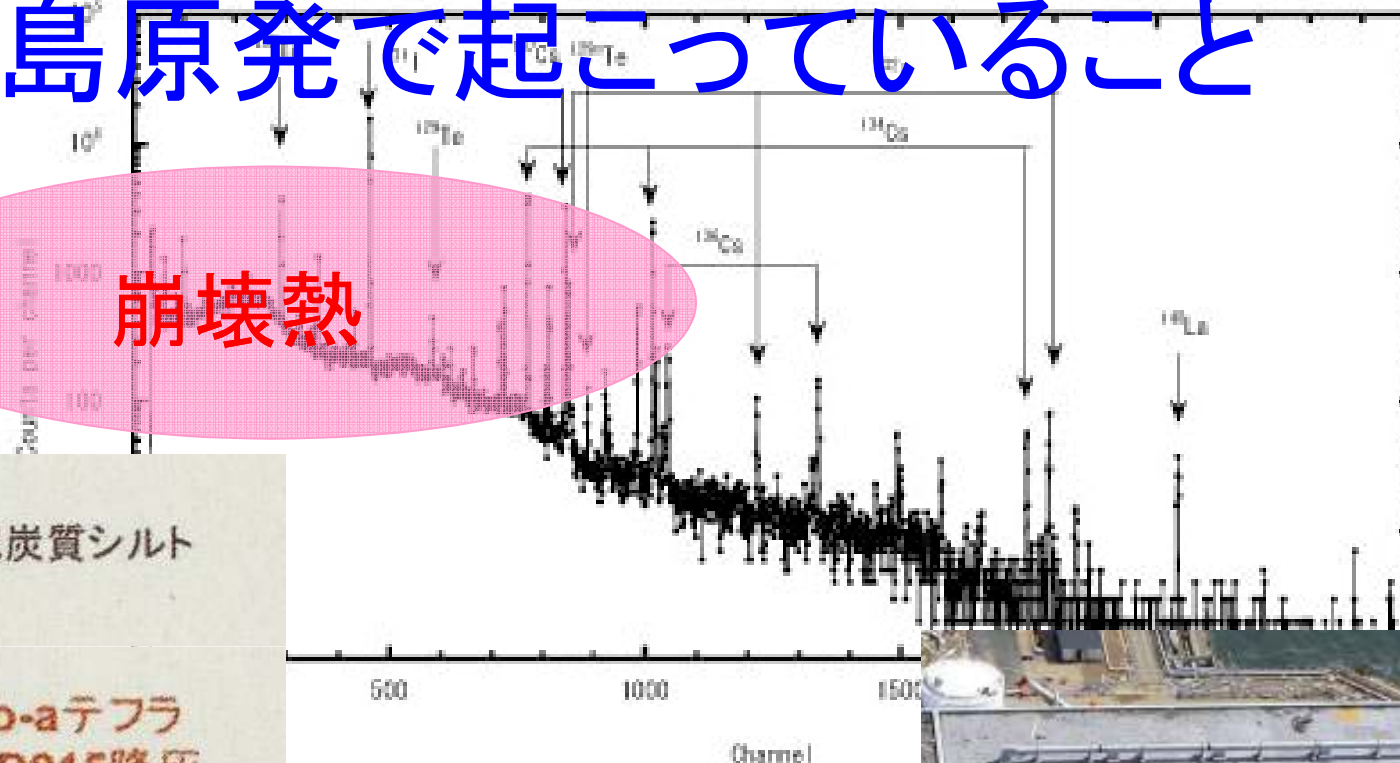
地震と津波による追加的被害：余震の影響（破損した原子炉と燃料貯蔵プール）

最大限リスクを回避する方法論、特に子供を被ばくから守ること／将来の日本
専門家による酷すぎる放射線安全宣伝：放射線被ばくのリスクについて

社会的・経済的影響、国際的反響、人類史 稼働している原発の停止／関西

福島原発で起きていること

崩壊熱



子供を20 mSvの被ばくから守る

若狹の原発



福島原発で起きていること

1798年 ウラン発見

1897年 放射能の発見

1938年 核分裂の発見

1942年 最初の原子炉

1945年 広島・長崎への原爆投下

1954年 水爆実験(米ソ仏英)

1963年 部分的核実験停止条約

1971-1978 運転開始

1979年 スリーマイル島原発事故

1986年 チェルノブイリ原発事故

1995年 阪神淡路大震災

2011年 東日本大震災

2011年 福島第一原発事故

福島第一原発

運転開始 出力

1号機/BWR-3/1971.03.36/460 MW/GE

2号機/BWR-4/1974.07.18/784 MW/GE

3号機/BWR-4/1976.03.27/784 MW/東芝

4号機/BWR-4/1978.10.12/784 MW/日立

原子炉の炉心溶融・燃料破損

使用済燃料プールの空焚きと燃料破損

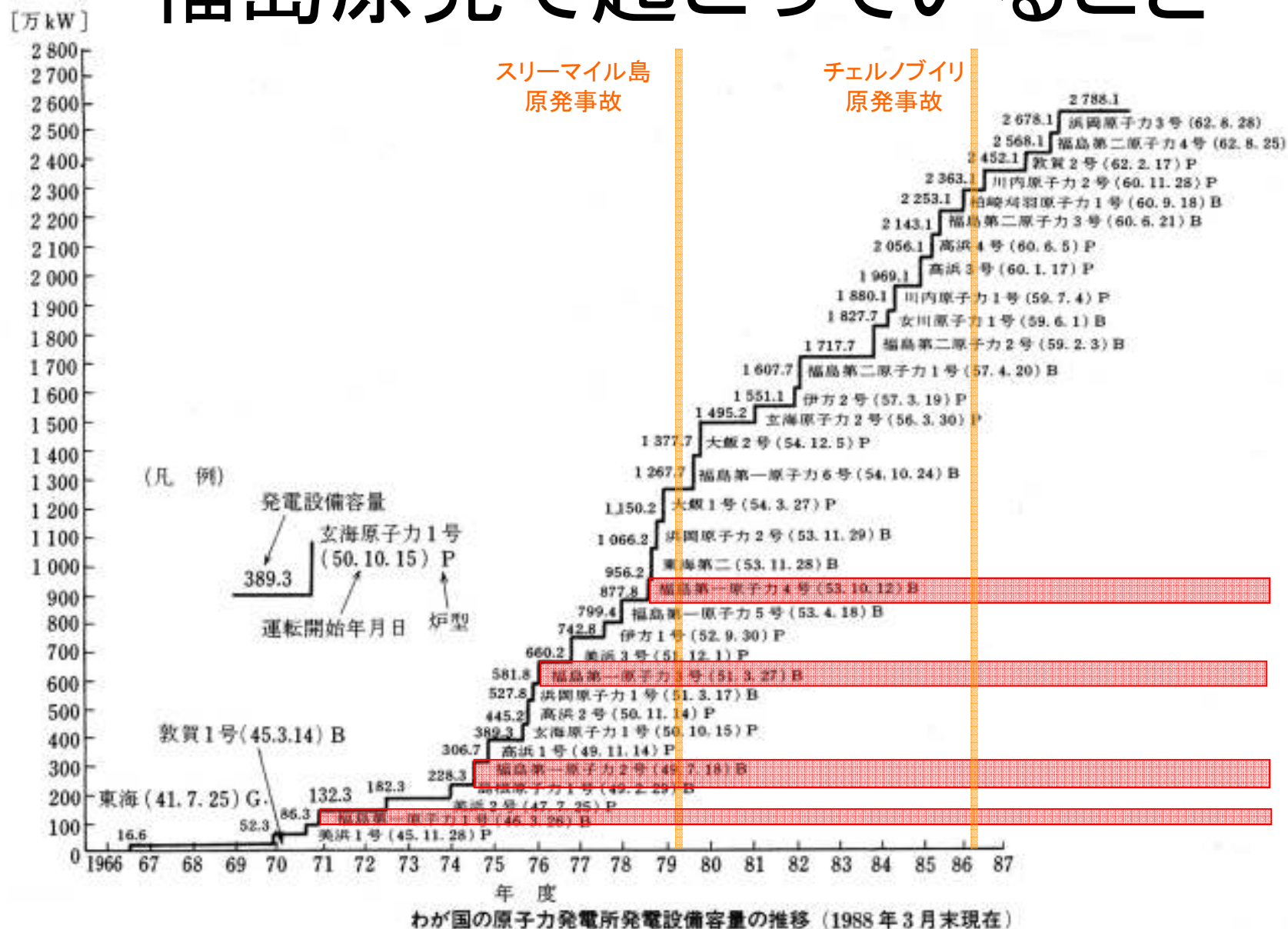
放射能の放出大気と海へ

破損した原発が制御できていない

子供を含む住民の被ばく／避難の遅れ

あまりにも無能な政府・東京電力

福島原発で起こっていること



原子力防災の根本的間違い

昭和61年4月26日に発生した旧ソ連の**チェルノブイル原子力発電所の事故**においては大量の放射性物質が環境中に放出され、このため周囲**30 km**にわたって住民の避難が行われた。この放射性物質の大量放出は、事故発生直後に原子炉の上部構造、建屋等が重大な損傷を受け、この結果、放射能の「閉じ込め機能」が事実上完全に失われたことに加え、炉心の黒鉛が燃焼し、火災となって放射性物質の高空への吹上げが生じて発生したものである。

この事故は日本の原子炉とは安全設計の思想が異なり、固有の安全性が十分ではなかった原子炉施設で発生した事故であるため、我が国ではこれと同様の事態になることは極めて考えがたいことであり、我が国のEPZの考え方については基本的に変更する必要はないと考える。

「原子力施設等防災対策について」

一部改正平成19年5月24日 原子力安全委員会

EPZ:Emergency Planning Zone

「防災対策を重点的に実施すべき地域の範囲」 : **約 8 ～ 10 km**

原子力防災の根本的間違い

原子炉施設で想定される放出形態

原子炉施設においては、多重の物理的防護壁により施設からの直接の放射線はほとんど遮へいされ、また、**固体状、液体状の放射性物質が広範囲に漏えいする可能性も低い**。したがって、周辺環境に異常に放出され広域に影響を与える可能性の高い放射性物質としては、**気体状のクリプトン、キセノン等の希ガス及び揮発性の放射性物質であるヨウ素**を主に考慮すべきである。これらに付随して放射性物質がエアロゾル(期待中に浮遊する微粒子)として放出される可能性もあるが、その場合にも、**上記、希ガス及び揮発性放射性物質の影響範囲への対策を充実しておけば、所要の対応ができるものと考えられる。**

「原子力施設等防災対策について」

一部改正平成19年5月24日 原子力安全委員会

セシウムの放出なし、海への放出なしとする想定

安全審査の過誤

指針24.

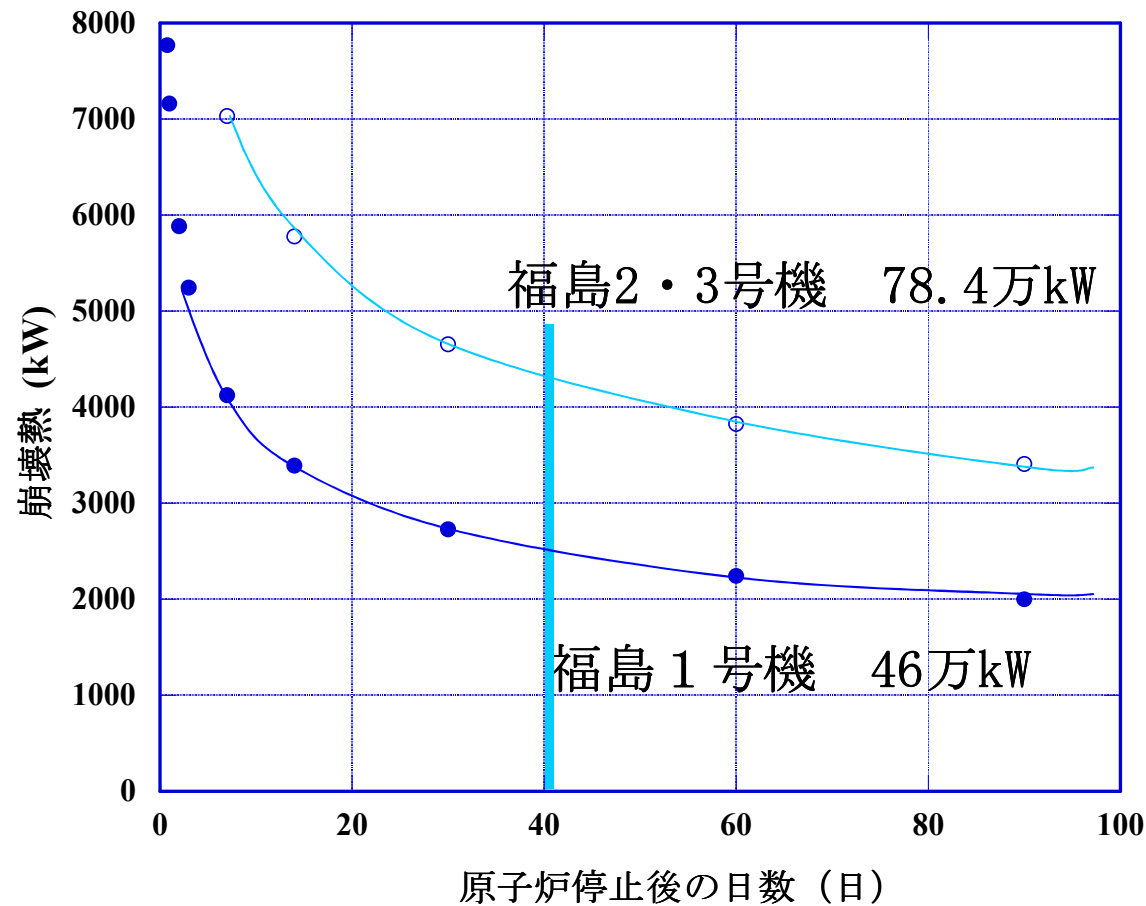
1. 残留熱を除去する系統は、原子炉の停止時に、燃料の許容設計限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えないように、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱を除去できる設計であること。
2. 残留熱を除去する系統は、その系統を構成する機器の**単一故障の仮定**に加え、**外部電源が利用できない場合**においても、その系統の安全機能が達成できるように、多重性又は多様性及び独立性を適切に加え、かつ、試験可能性を備えた設計であること。

「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」
一部改正平成13年3月29日 原子力安全委員会

全冷却機能の喪失は想定されず

崩壊熱とは何か

原子力発電に特有の発熱であって、正体は放射能。
制御は出来ず、冷えるのを待つしかない。
積極的に冷やさないと炉心が溶ける。



1450 W

4300 kW

3000 台

2500 kW

1700 台

2011.4.22.現在

崩壊熱とは何か

原子力発電に特有の発熱であって、正体は放射能。

制御は出来ず、冷えるのを待つしかない。

積極的に冷やさないと炉心が溶ける。

使用済燃料プールも同じ。

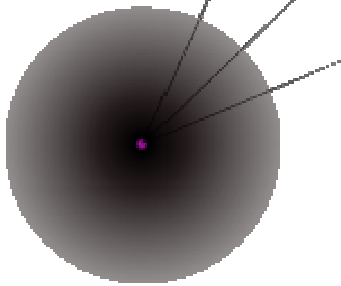
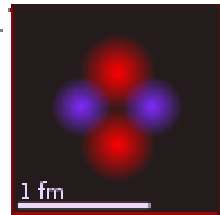


	1号機	2号機	3号機	4号機
原子炉	2500 kW	4300 kW	4300 kW	定期検査
使用済燃料 貯蔵プール	70 kW (292)	464 kW (587)	232 kW (514)	2320 kW (1331)

原子と原子核

原子の大きさ／原子核の大きさ

ヘリウムの原子核: He
2個の陽子p + 2個の中性子n
アルファ線の正体



1 Ångström (=100,000 fm)

1 m

10 cm

1 cm

1 mm = 10^{-3} m

100 μm

10 μm

1 μm = 10^{-6} m

100 nm

10 nm

1 nm = 10^{-9} m

100 pm = 1 Å

10 pm

1 pm = 10^{-12} m

100 fm

10 fm

1 fm = 10^{-15} m

生物の細胞

原子のサイズ

1 mの千分の1の千分の1の千分の1の十分の1

原子核のサイズ

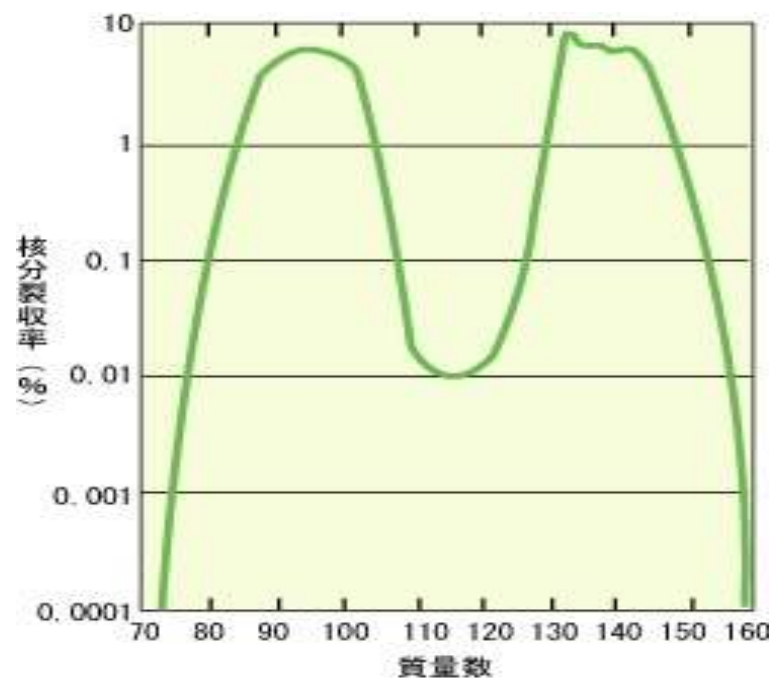
1 mの千分の1の千分の1の千分の1の千分の1の千分の1

核分裂と放射能



バリウム クリプトン

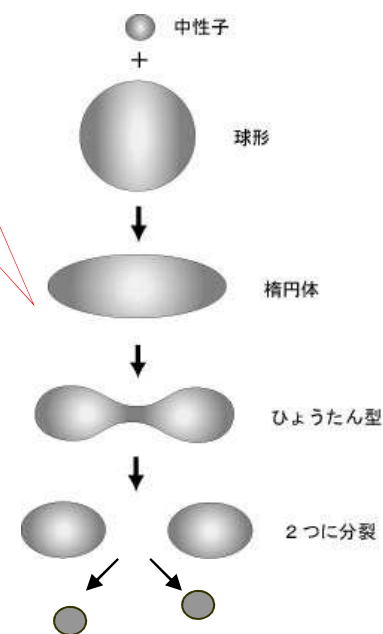
(+ 200,000,000 eV)



核分裂生成物の分布
(ウラン-235が熱中性子で分裂する場合)

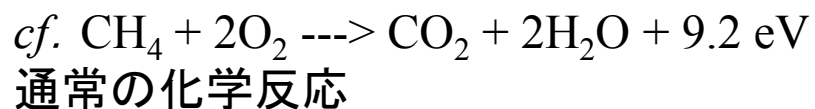
ウランの原子核: U
92個の陽子 + 143個の中性子

プラスの電気を帯びている陽子間の反発力が核力(湯川力)に打ち勝って原子核が割れる



放射能の素 →

2~3個の中性子

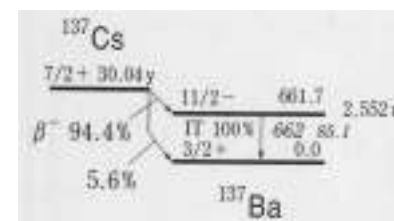
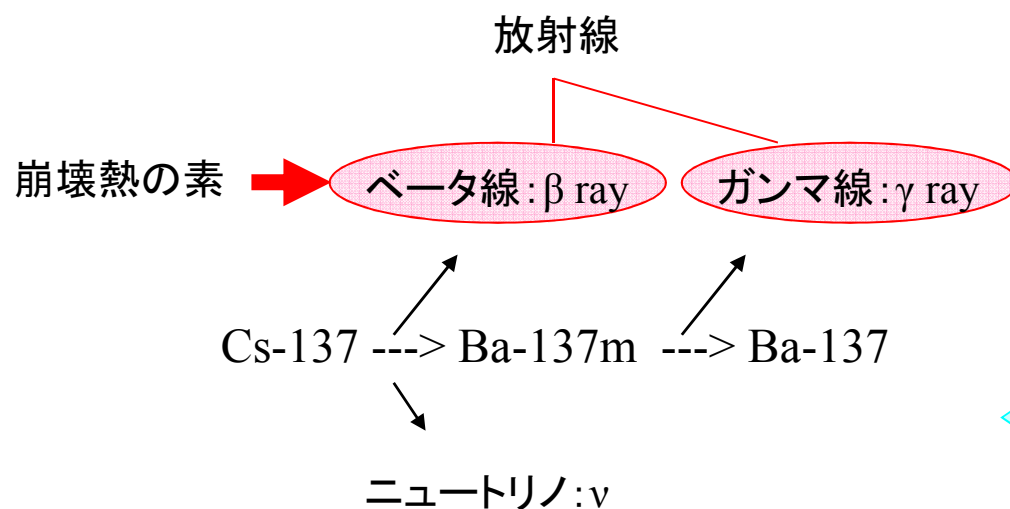


放射能と放射線

セシウム137:Cs-137: 陽子55個、中性子82個:55+82=137

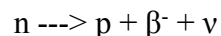
半減期30年(30.04y)でベータ線(最大0.514MeV)を出し、バリウム137mとなる。

これがガンマ線(0.662 MeV)を出してバリウム137(安定)になる。



強制的な冷却なしで安定
するのに3年間を要する

核分裂生成物では原子核内の中性子nが過剰になっており、その中性子が陽子pに変わろうとする(「弱い相互作用」とよばれる)。



ここに β^- は原子核内の反応によって出てきた電子でありベータ線とよばれ、電子としては同じであるが陰極線とは全く異なる出身。

ν はニュートリノ(中性微子／厳密には反電子ニュートリノ)で、ほとんど全てが宇宙に逃げる。

福島第一原発



津波によって非常用電源が使用不能にバッテリー切れ、外部電源喪失

3つの原子炉で炉心溶融・燃料破損

4つの使用済燃料プールで燃料損傷、冷却不能の危機

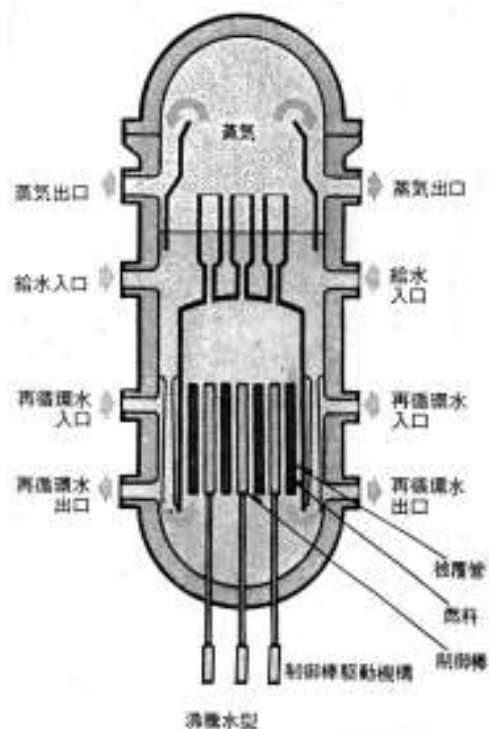
崩壊熱の仕業

水・ジルコニウム反応による水素発生
発生した水素の爆発

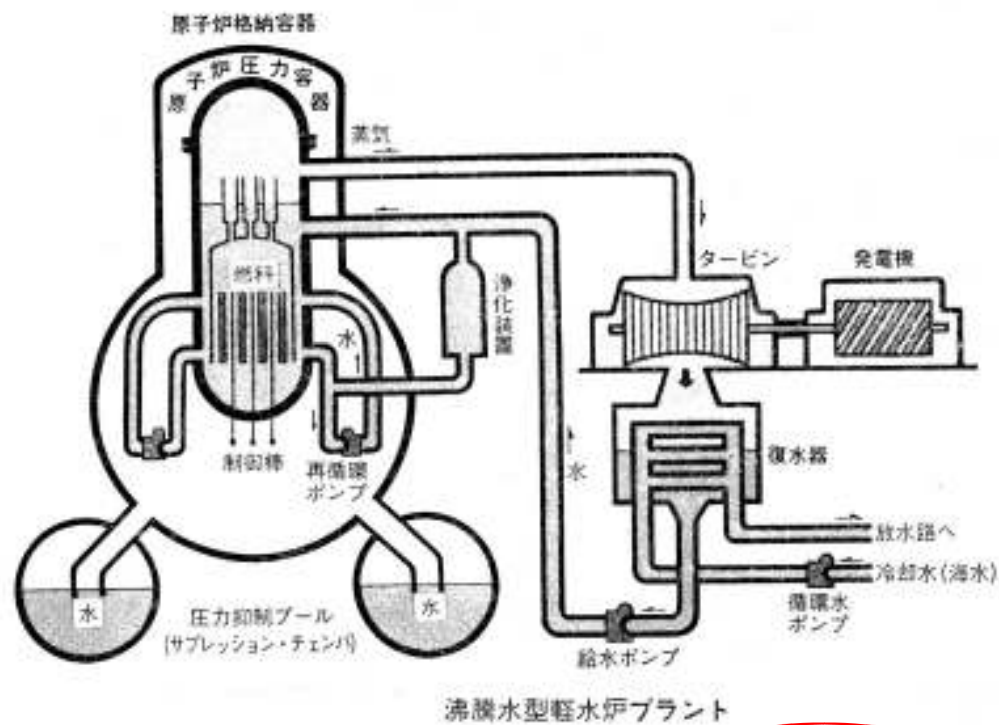
崩壊熱の仕業

事故の進展を根本的なところで支配

沸騰水型原発(BWR)



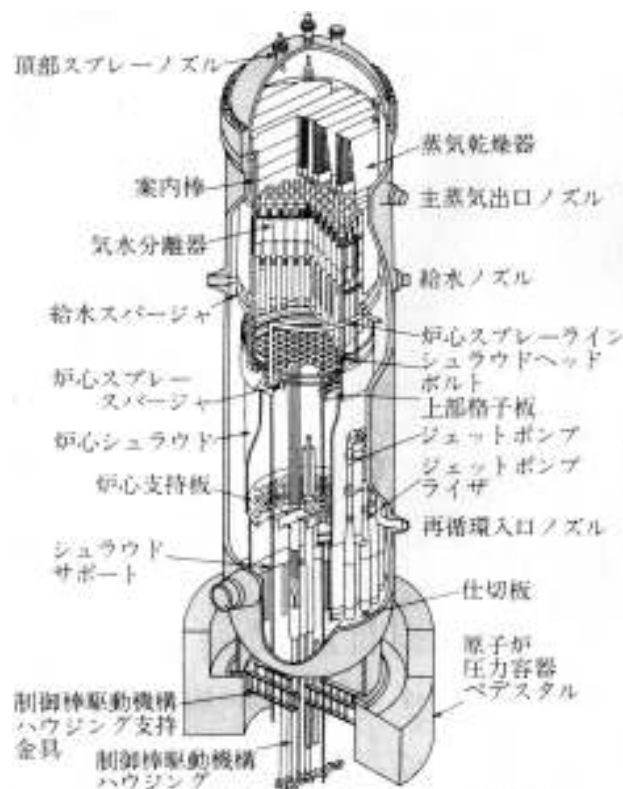
原子炉压力容器



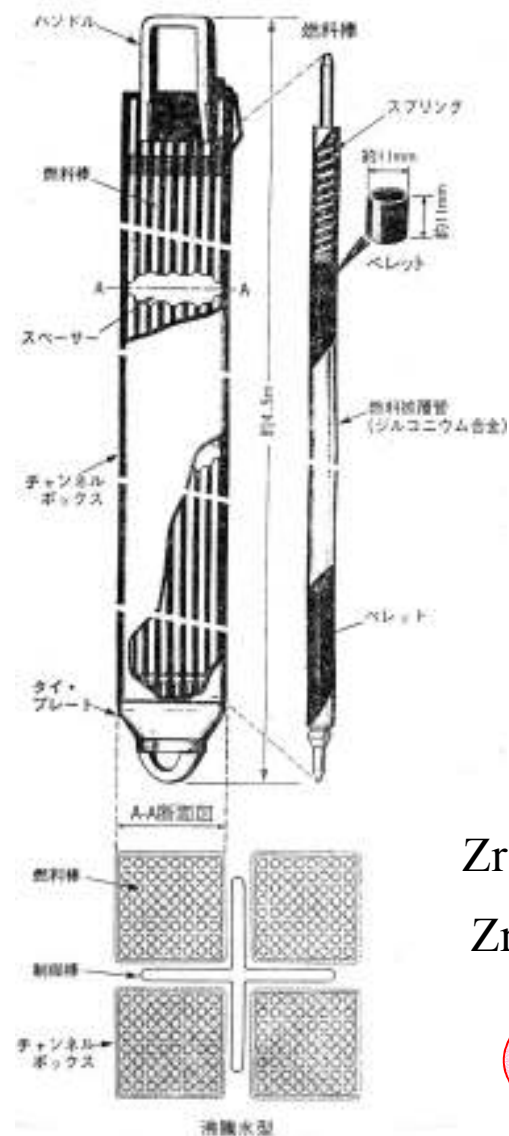
発電プラント

炉心で発生した熱の3分の2は海に捨てている。
ローテク

沸騰水型原発(BWR)



BWRの原子炉および炉内構造物



ペレット

本来はこの中に放射能が入っている。

UO₂

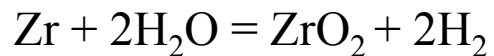
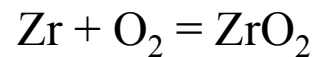
MOX:PuO₂+UO₂

3号機

被覆管

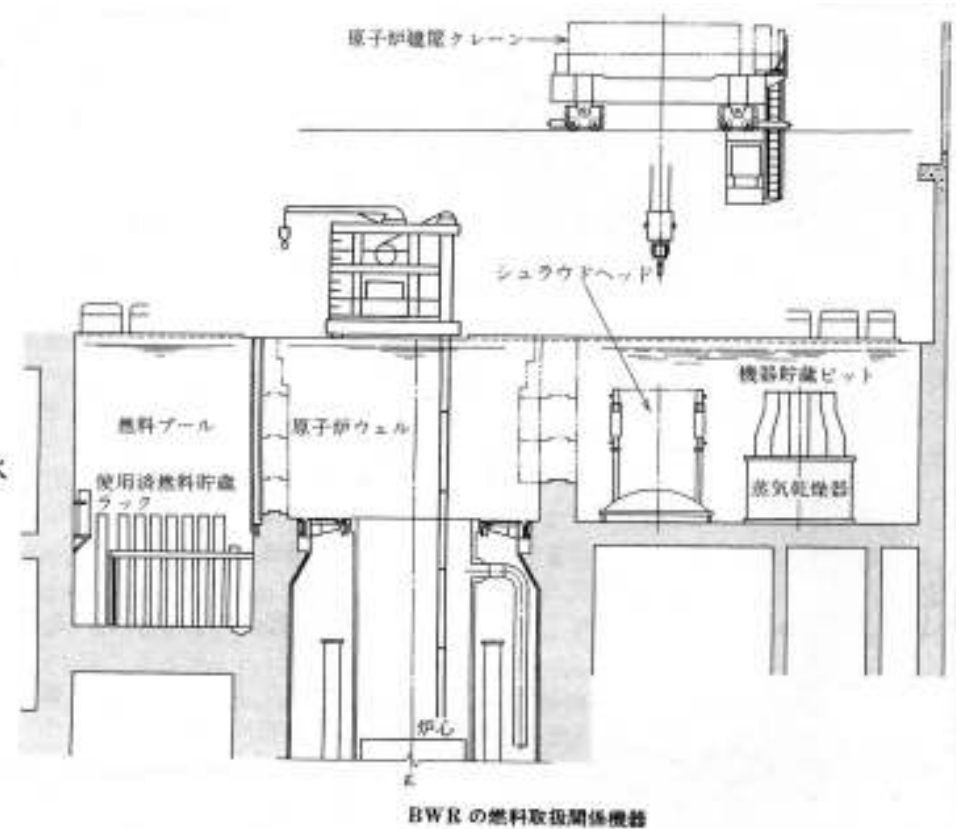
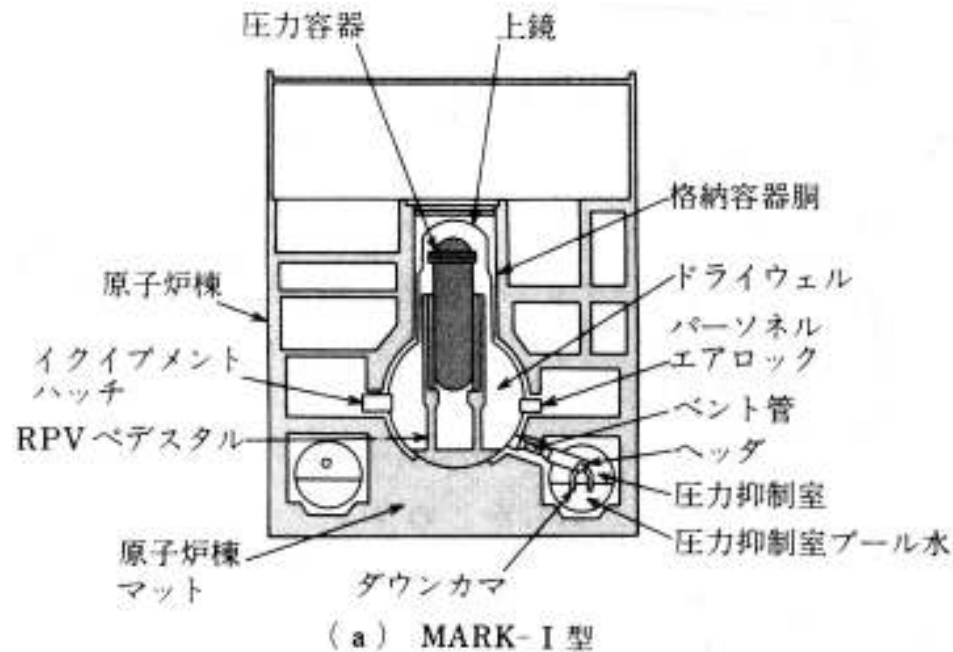
ジルカロイ合金

ペレットを入れている管
ジルコニウム:Zr
空気中で粉末は燃える。
高温になると水蒸気と反応して水素を発生する。



発熱反応

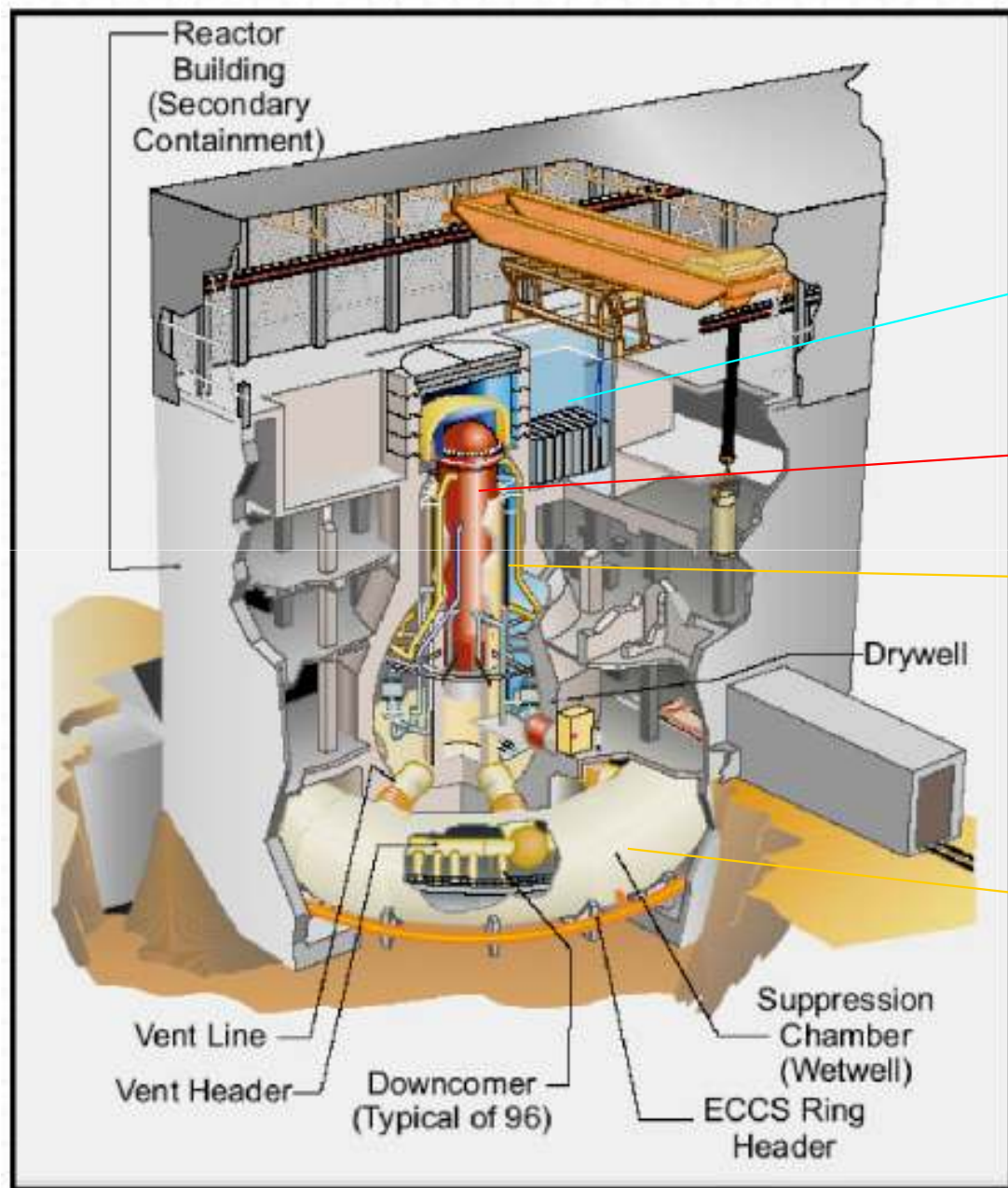
沸騰水型原発(BWR)



燃料交換時には原子炉圧力容器と格納容器の上蓋をあける。天井が壊れると外気に直に接する。

福島原発で起きていること

MARK-1

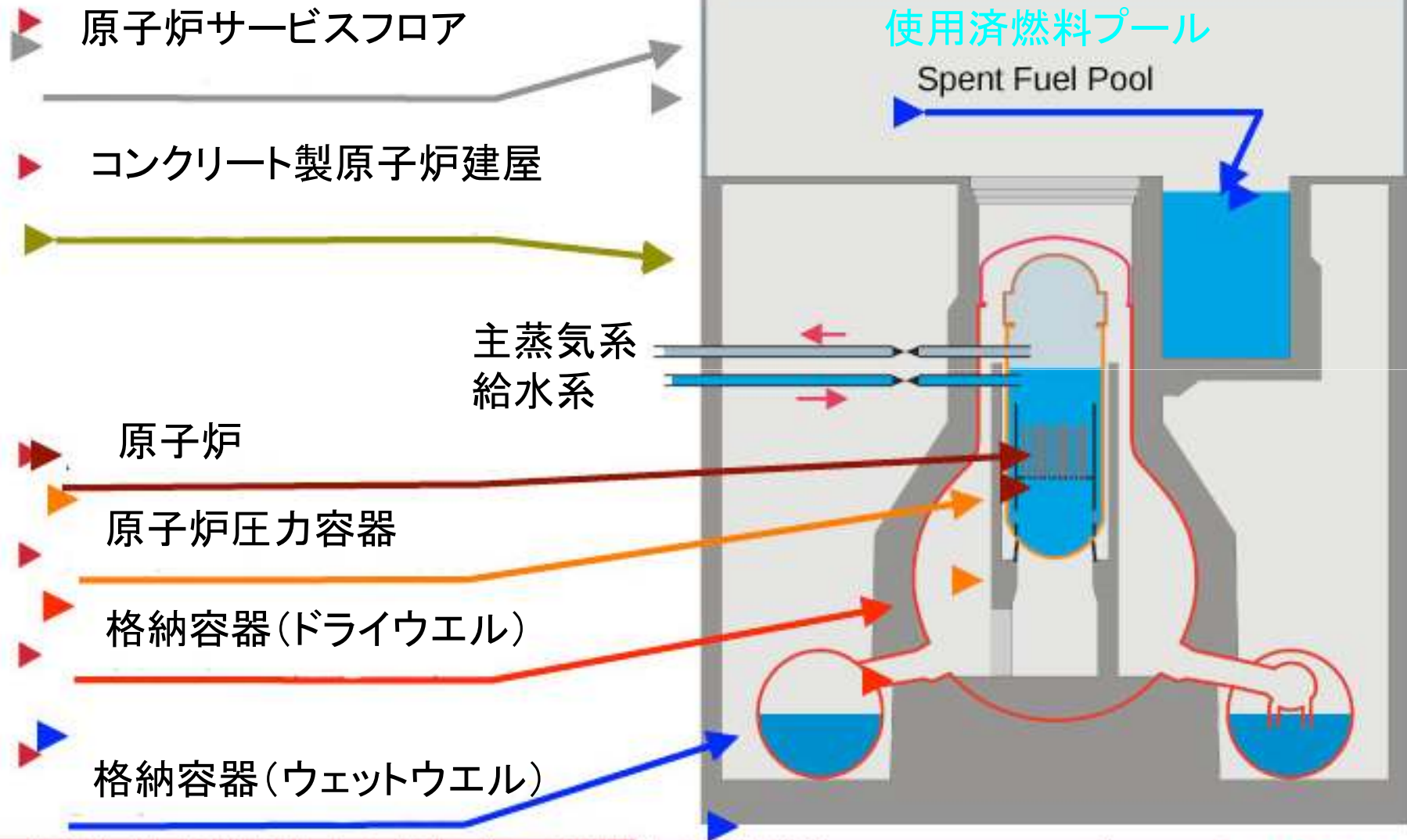


使用済燃料プール

原子炉圧力容器

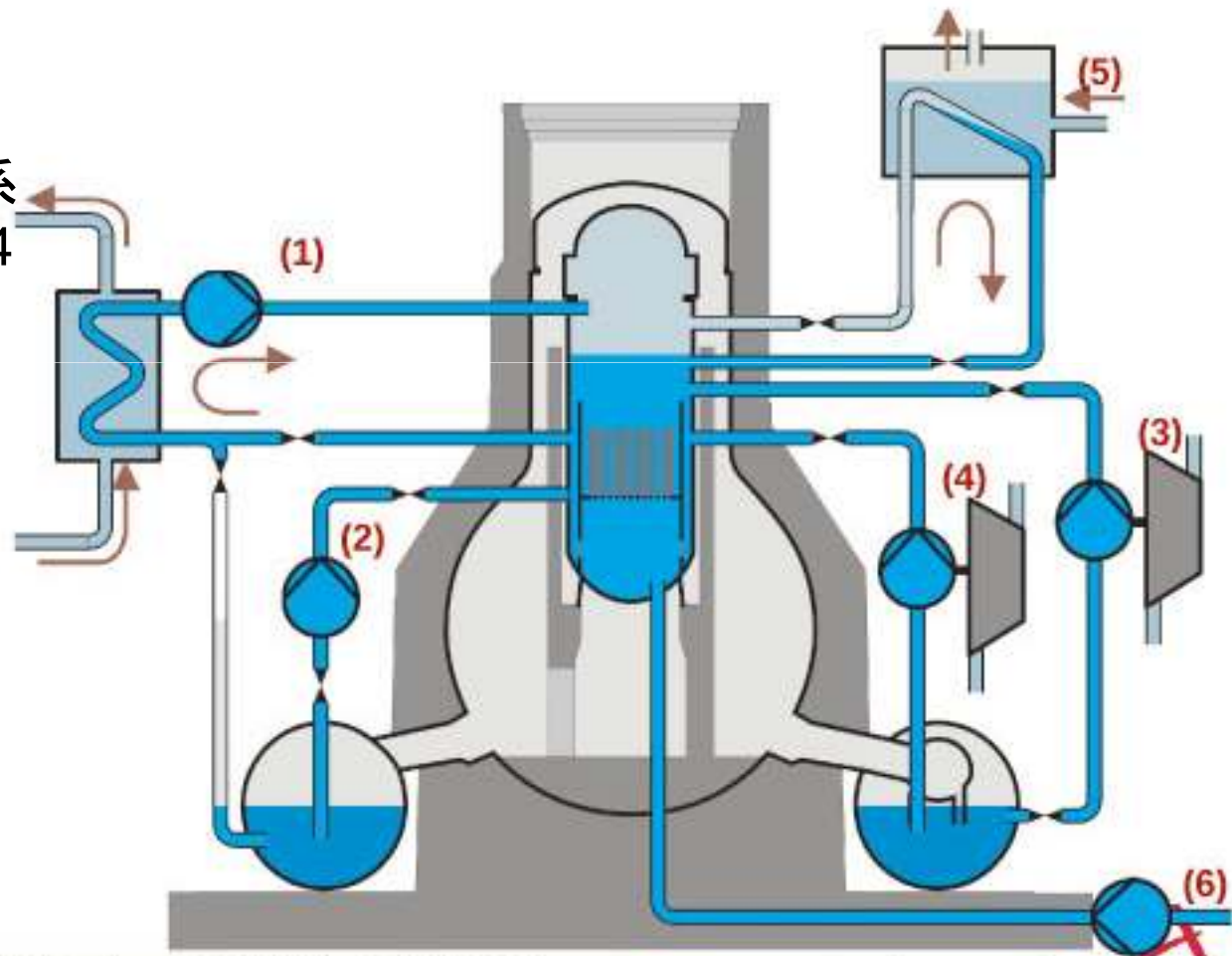
格納容器(ドライウエル)

圧力抑制プール
(ウェットウエル)
トラス／ドーナツ



▶ 緊急炉心冷却装置

- 1) 残留熱除去系
- 2) 低圧注入系
- 3) 高圧注入系
- 4) 原子炉隔離冷却系
2 & 3号機 BWR4
- 5) 隔離冷却系
1号機 BWR3
- 6) ホウ素注入系

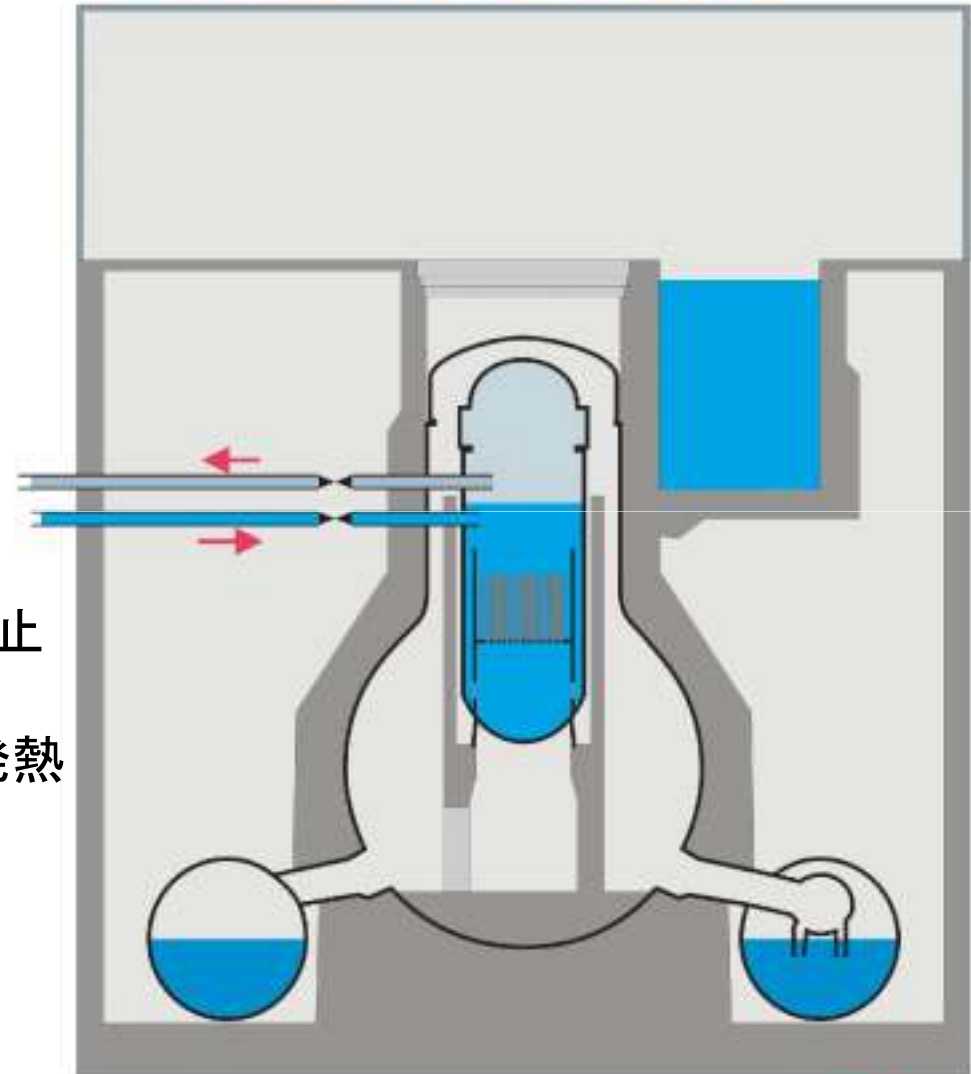


The Fukushima Daiichi Incident

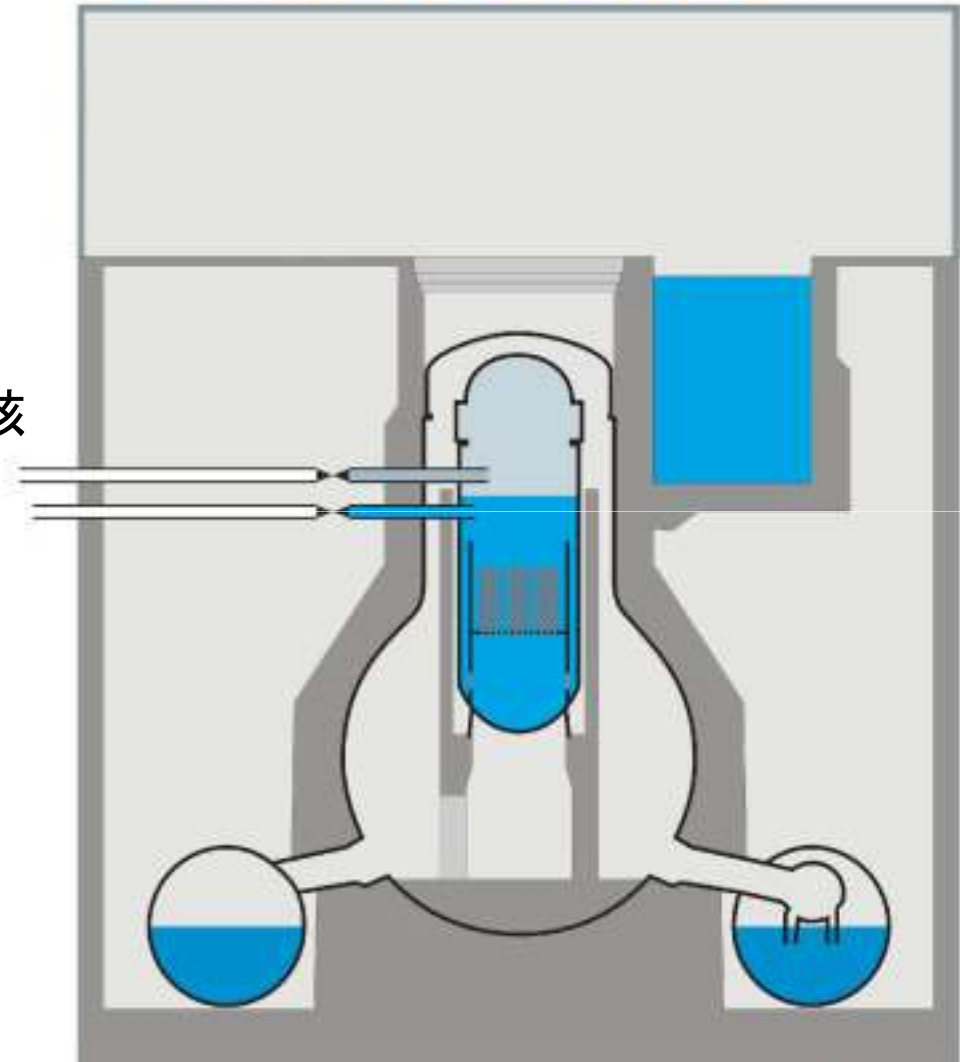
2. Accident progression

- ▶ 11.3.2011 14:46 - 地震発生
 - ◆ マグニチュード9
 - ◆ 電力系統破損
 - ◆ 炉心自体はおおむね無事
- ▶ SCRAM 自動停止
 - ◆ ウランの核分裂による発熱停止
 - ◆ 核分裂生成物の崩壊による発熱

- After Scram ~6%
- After 1 Day ~1%
- After 5 Days ~0.5%



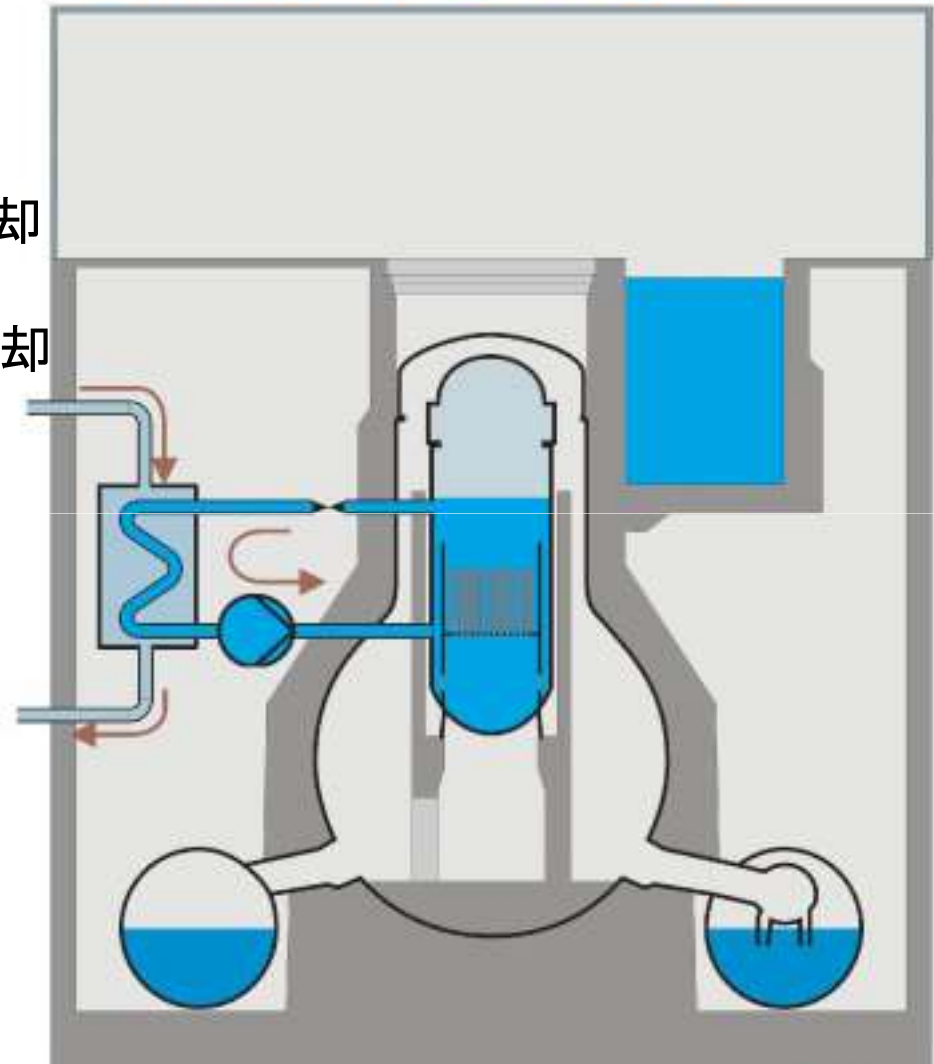
- ▶ 格納容器隔離
 - ◆ 安全系でない全ての貫通配管を閉鎖
 - ◆ 機械室の隔離
 - ◆ 隔離の成功によって、初期の核分裂生成物放出はまずなし
- ▶ ディーゼルエンジン始動
 - ◆ 緊急炉心冷却系への給電
- ▶ プラントは安全な安定状態



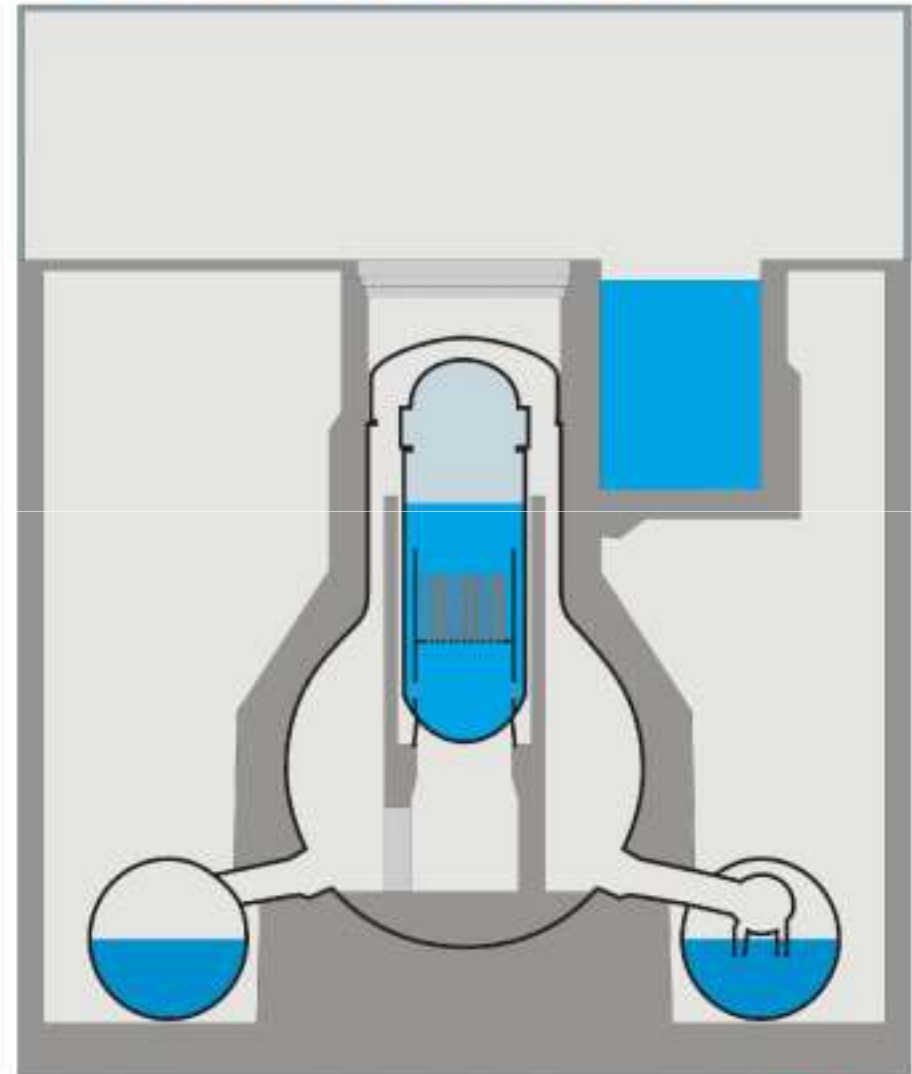
The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

- ▶ 通常の操作
 - ◆ 残留熱除去系による炉心の冷却
 - ◆ 使用済燃料プールの能動的冷却
 - ◆ 格納容器の能動的冷却
- ▶ 必須事項
 - ◆ ポンプの電力
 - ◆ 原子炉建屋外の熱シンク（冷却水の供給）



- ▶ 11.3. 15:01(?) 津波の襲撃
 - ◆ 津波に対するプラントの設計
高さ: 5.7から6.5 m
 - ◆ 実際の津波: 7から11 m
 - ◆ 浸水
 - ディーゼル
 - 分電盤
 - 燃料タンク
 - 給水ポンプ建屋
- ▶ 11.3. 15:41 所内停電
 - ◆ 電力供給の共通要因故障
 - ◆ 電池のみ利用可能
 - ◆ 1つを除いて全機において緊急炉心冷却装置の故障



▶ 福島第1原発1号機

◆ 隔離凝縮器

- 蒸気が凝縮器に流入
- 凝縮水が原子炉に戻る
- 2次蒸気はプラントから放出

◆ 給水のポンプが必要

◆ 原子炉の水入れ替え不可能

▶ 福島第1原発2・3号機

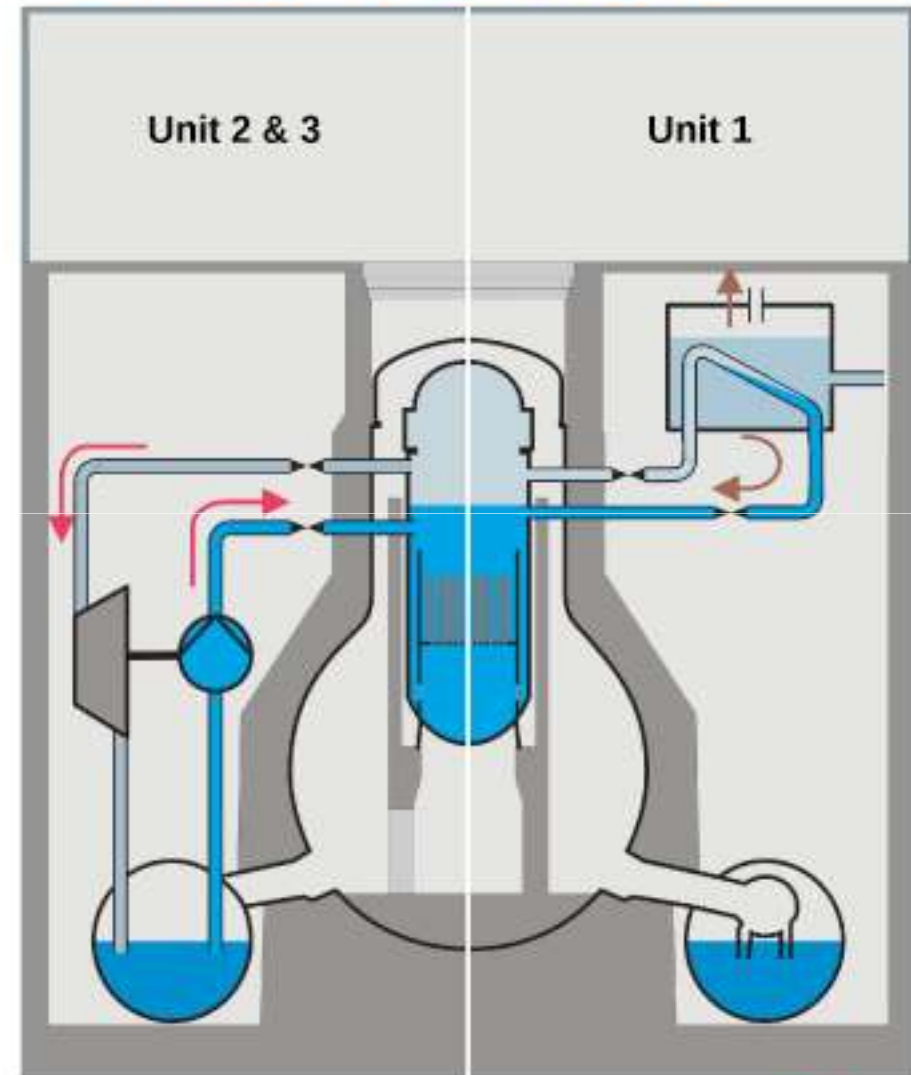
◆ 原子炉隔離ポンプ

- 原子炉からの蒸気がタービンを廻す
- 蒸気はウェットウエルで凝縮
- タービンはポンプを駆動しウェットウエルから水を炉心に

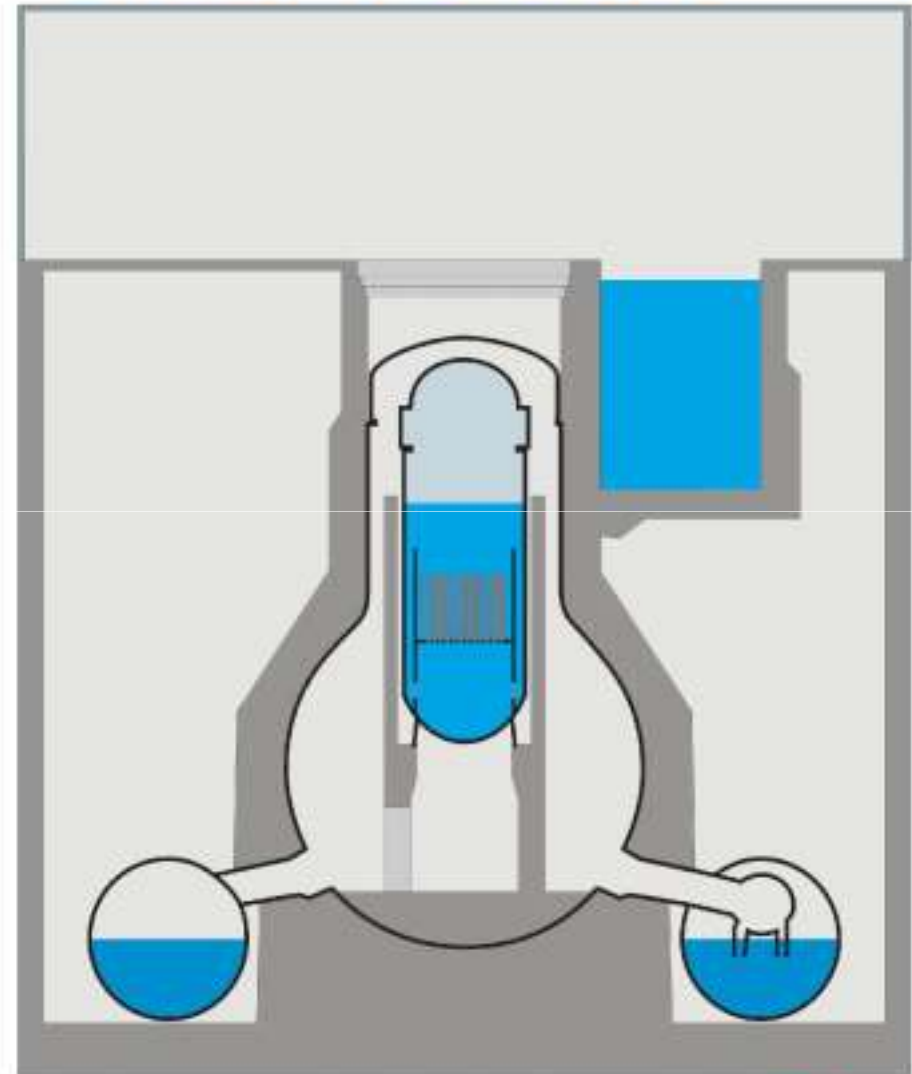
◆ 必須事項

- 電池からの電力
- ウェットウエルが100℃以下

◆ 建屋から熱除去なし



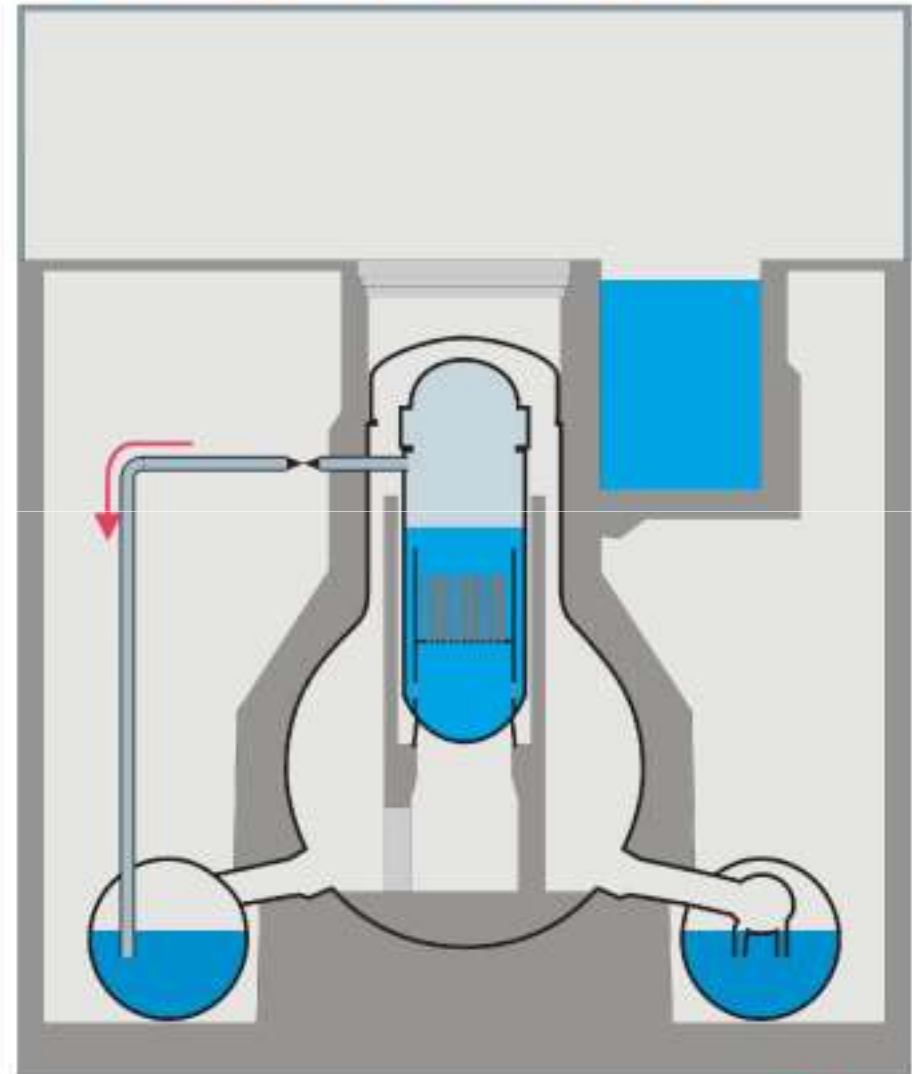
- ▶ 11.3. 16:36 1号機
 - ◆ 隔離凝縮器停止
 - ◆ タンクが空(?)
- ▶ 13.3. 2:44 3号機
 - ◆ 原子炉隔離ポンプ停止
 - ◆ 電池切れ
- ▶ 14.3. 13:25 2号機
 - ◆ 原子炉隔離ポンプ停止
 - ◆ ポンプ故障
- ▶ 一貫して、全原子炉があらゆる種類の熱除去から切り離された



The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

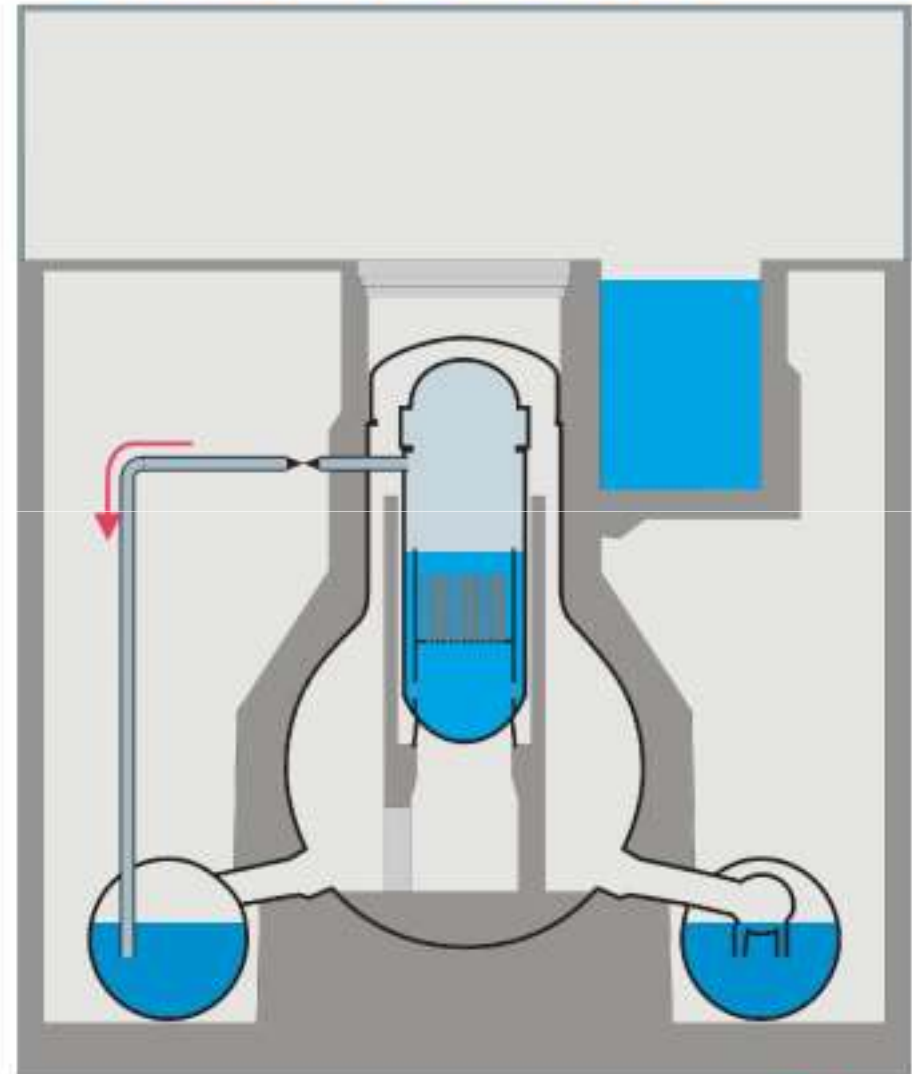
- ▶ 崩壊熱は原子炉圧力容器内で蒸気を生みつつけている
 - ◆ 圧力上昇
- ▶ 蒸気逃し弁開
 - ◆ ウェットウェルに蒸気放出
- ▶ 原子炉圧力容器内の水位低下



The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

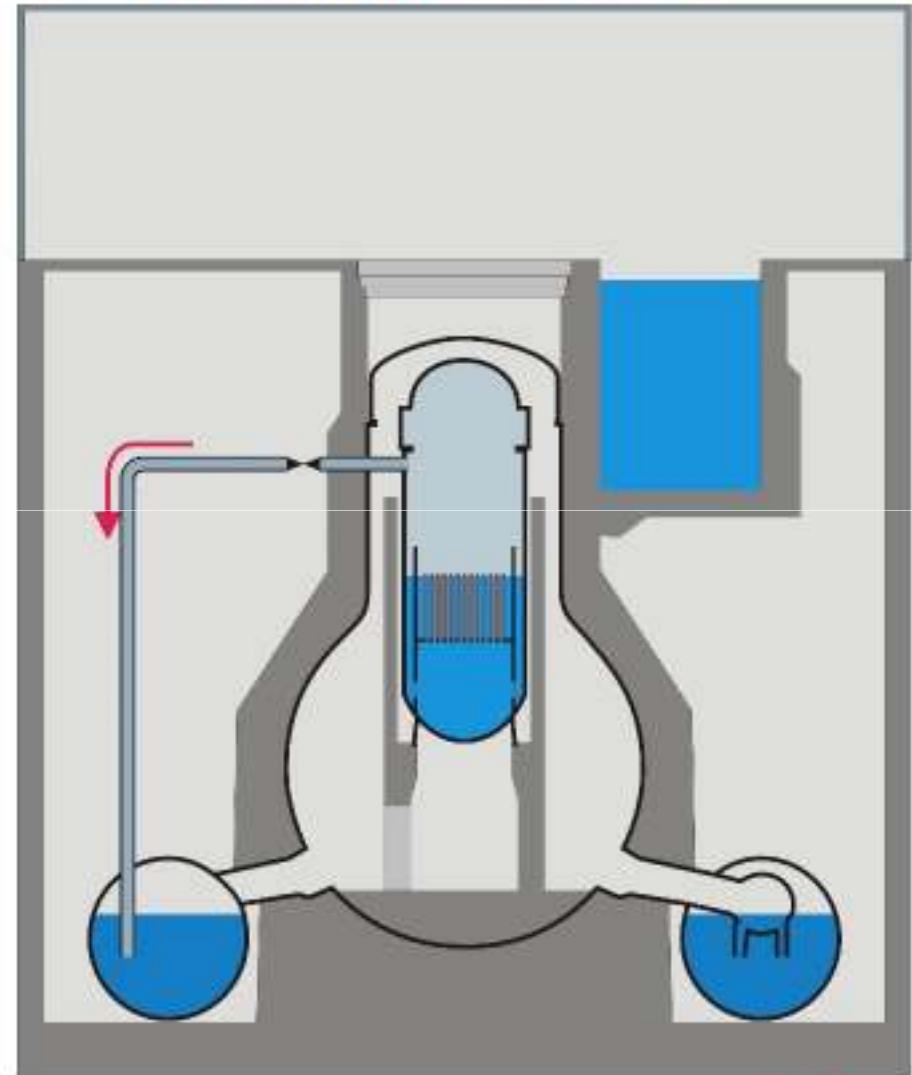
- ▶ 崩壊熱は原子炉圧力容器内で蒸気を生みつつけている
 - ◆ 圧力上昇
- ▶ 蒸気逃し弁開
 - ◆ ウェットウェルに蒸気放出
- ▶ 原子炉圧力容器内の水位低下



The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

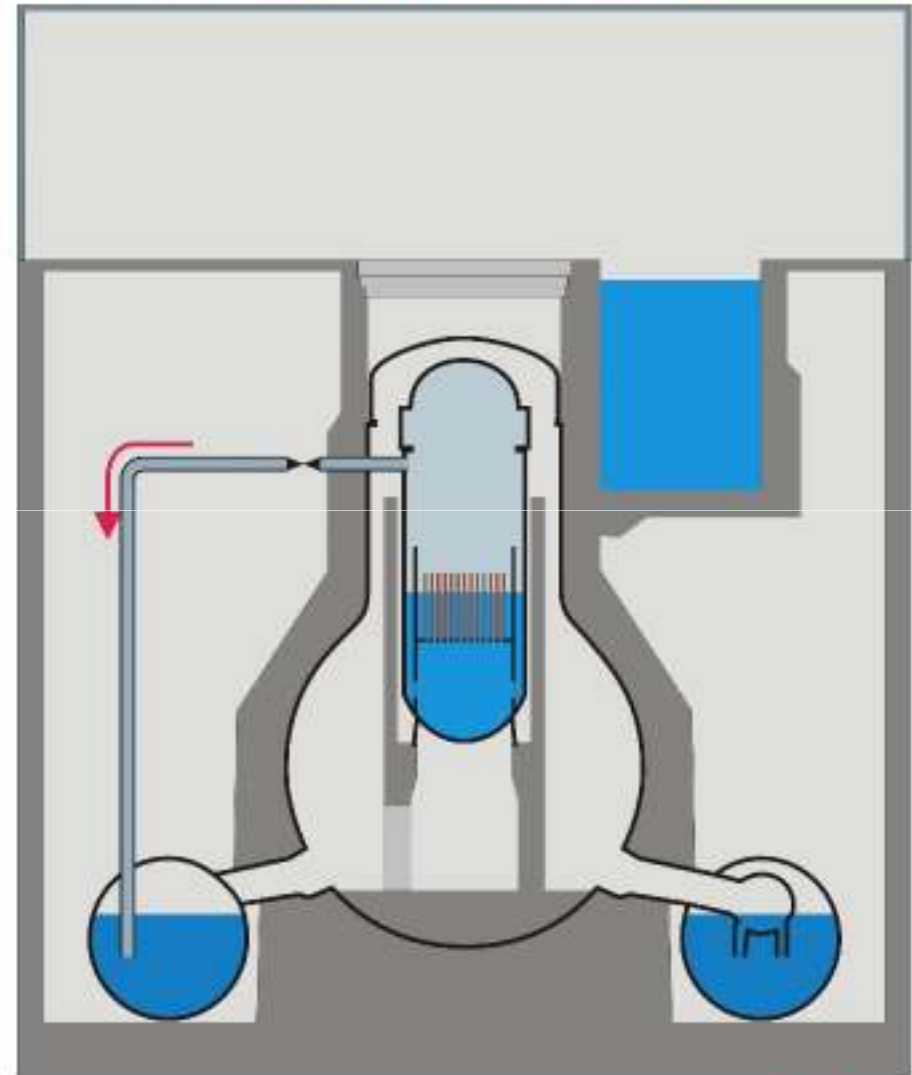
- ▶ 崩壊熱は原子炉圧力容器内で蒸気を生みつつけている
 - ◆ 圧力上昇
- ▶ 蒸気逃し弁開
 - ◆ ウェットウェルに蒸気放出
- ▶ 原子炉圧力容器内の水位低下



The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

- ▶ 崩壊熱は原子炉圧力容器内で蒸気を生みつつけている
 - ◆ 圧力上昇
- ▶ 蒸気逃し弁開
 - ◆ ウェットウェルに蒸気放出
- ▶ 原子炉圧力容器内の水位低下

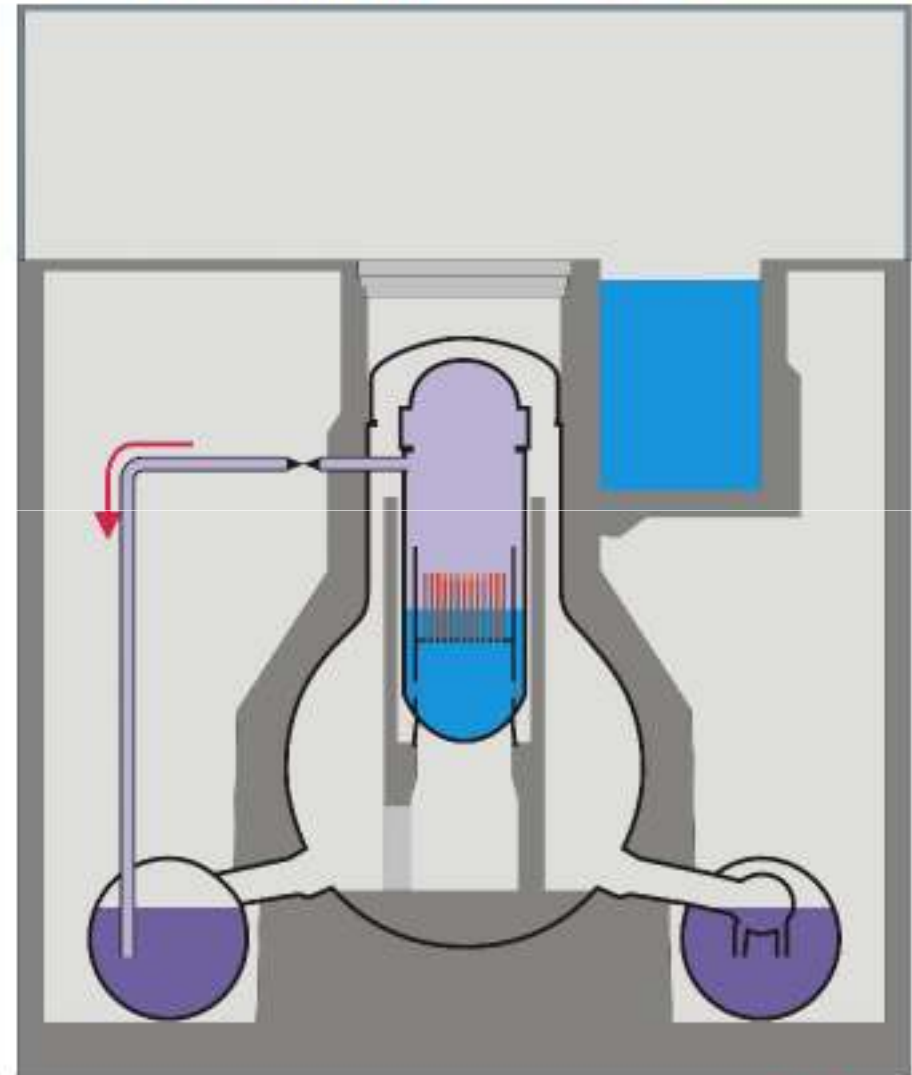


The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

- ▶ ~50%の炉心が露出
 - ◆ 被覆管温度上昇、しかし著しい炉心破損には至らず
- ▶ ~2/3 の炉心が露出
 - ◆ 被覆管温度がおよそ900℃超
 - ◆ 被覆管が膨らみ破損
 - ◆ 燃料ギャップからの核分裂生成物の放出

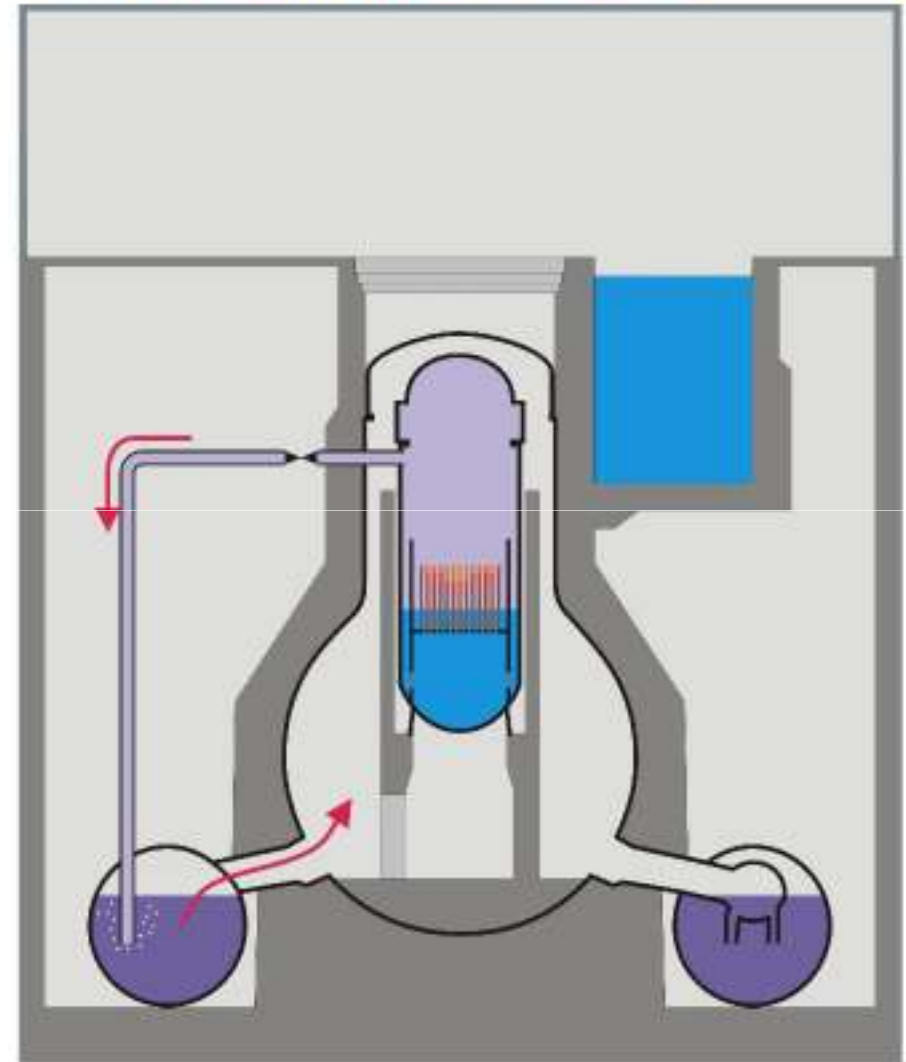
(水位の測定値は折り畳んだレベル。
実際の水位は液中のバブルのため
により高い)



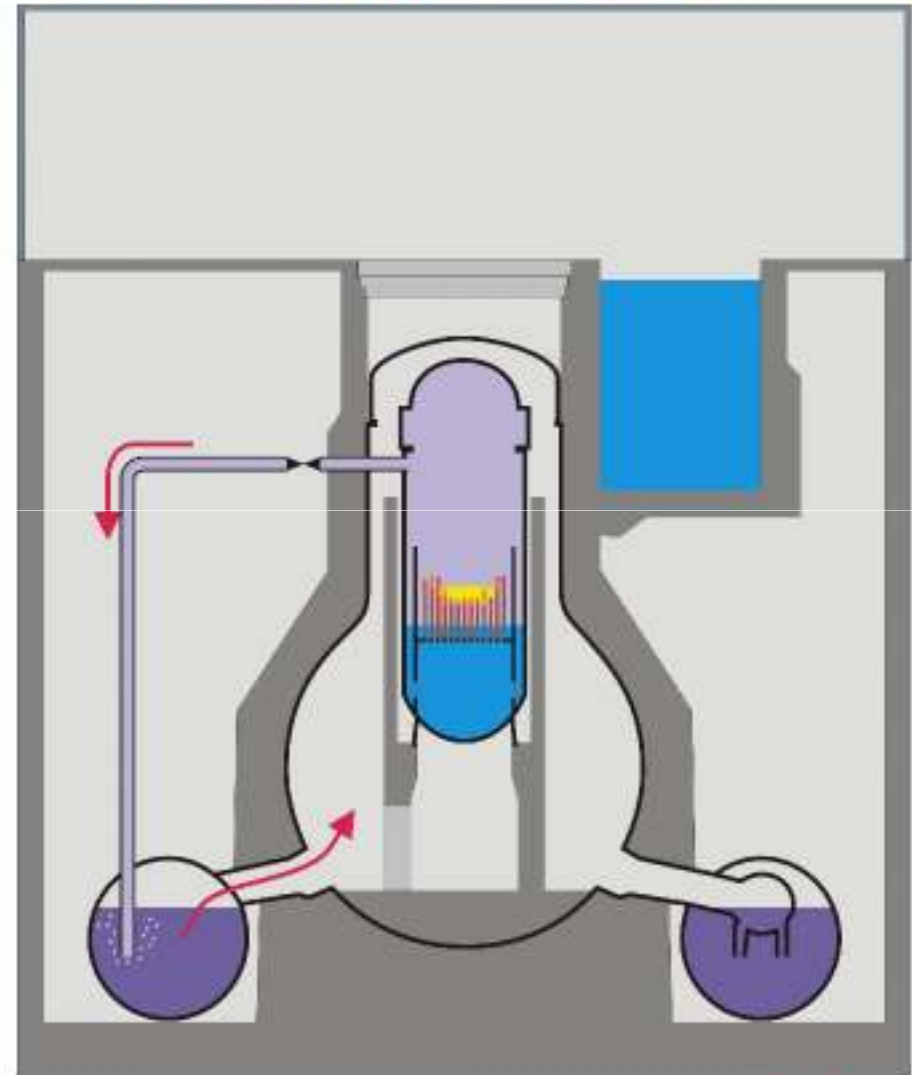
The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

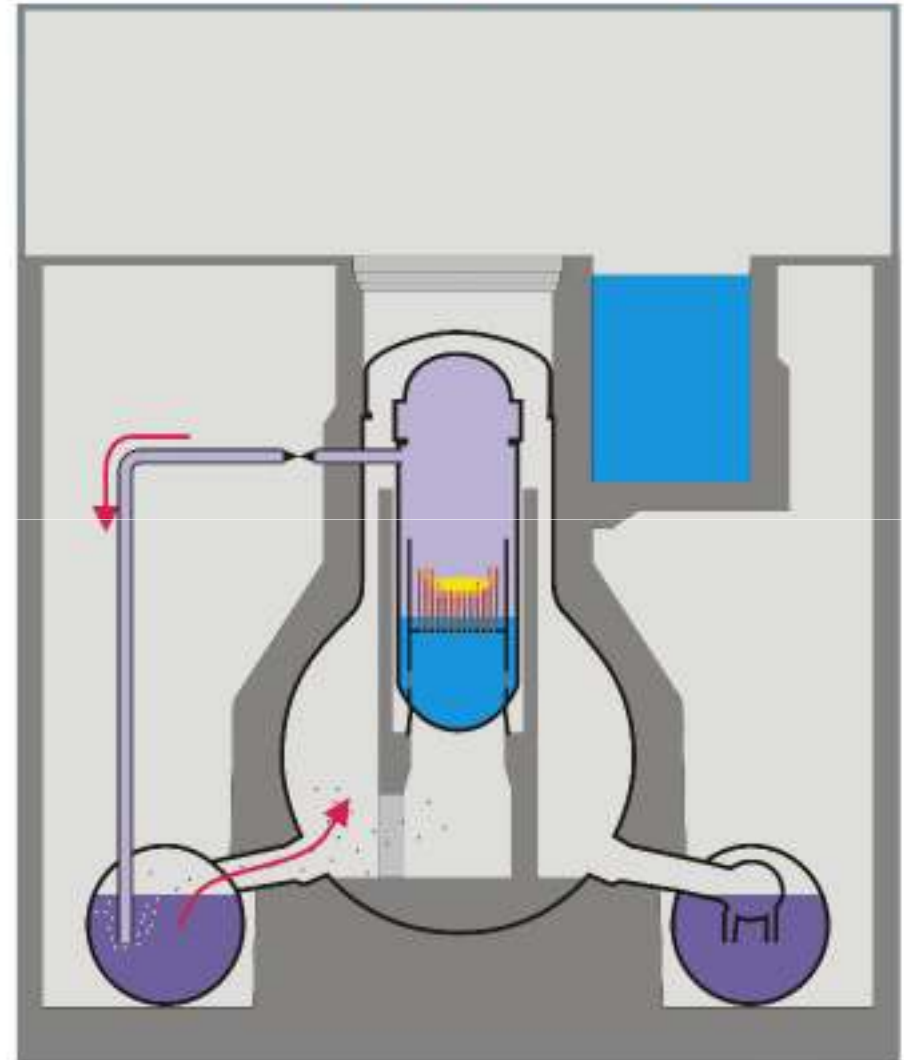
- ▶ ~3/4 の炉心が露出
 - ◆ 被覆管温度がおよそ1200℃
 - ◆ 被覆管のジルコニウムが水蒸気中で燃焼開始
 - ◆ $\text{Zr} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + 2\text{H}_2$
 - ◆ 発熱反応によって炉心を過熱
- ◆ 発生水素の推定質量
 - Unit 1: 300-600kg
 - Unit 2/3: 300-1000kg
- ◆ ウェットウェルとウェットウェルの真空破壊弁を通じて水素がドライウェルに押し出される



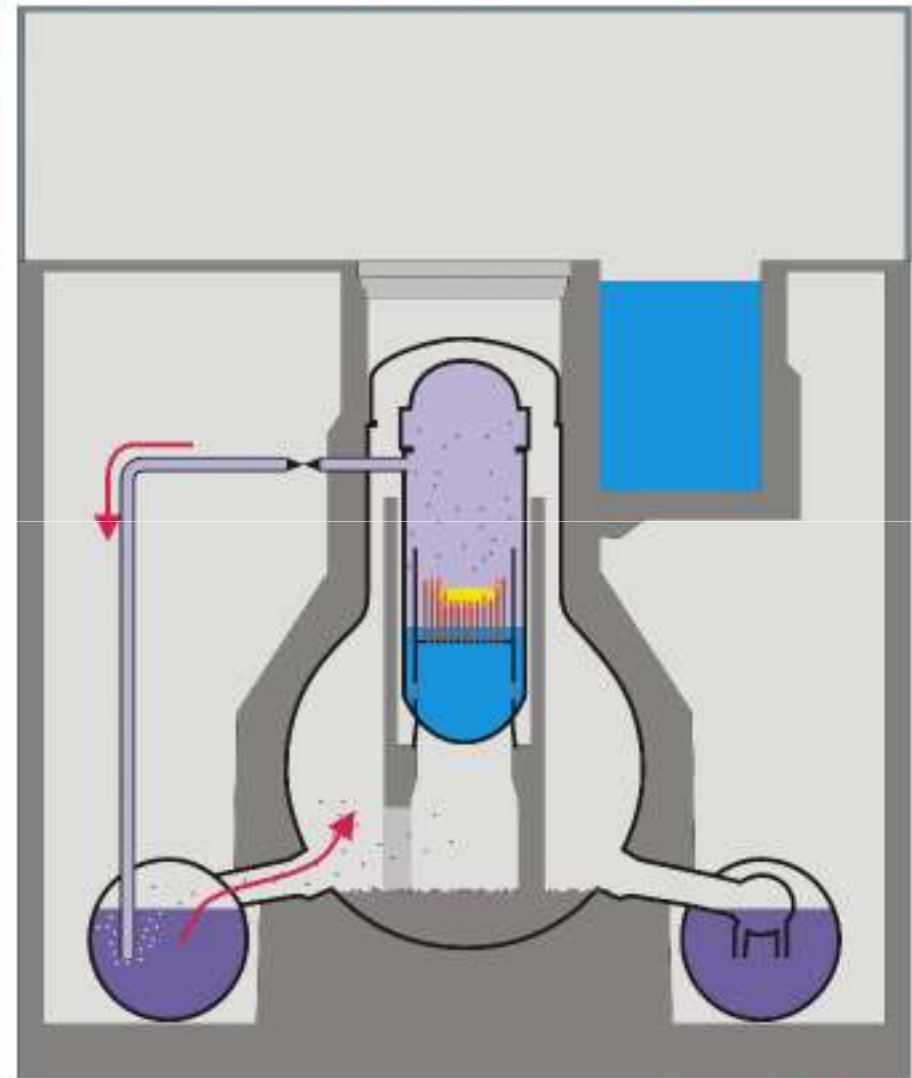
- ▶ at ~1800°C [expected Unit 1,2,3]
 - ◆ 被覆管の溶融
 - ◆ 鋼鉄製構造物の溶融
- ▶ at ~2500°C [expected Unit 1,2]
 - ◆ 燃料棒の破損
 - ◆ 溶融物の炉内堆積
- ▶ at ~2700°C [maybe Unit 1]
 - ◆ 著しいウランジルコニウム酸化物の溶融
- ▶ 全3機において給水停止事故からの回復
 - ◆ Unit 1: 12.3. 20:20 (27h w.o. water)
 - ◆ Unit 2: 14.3. 20:33 (7h w.o. water)
 - ◆ Unit 3: 13.3. 9:38 (7h w.o. water)



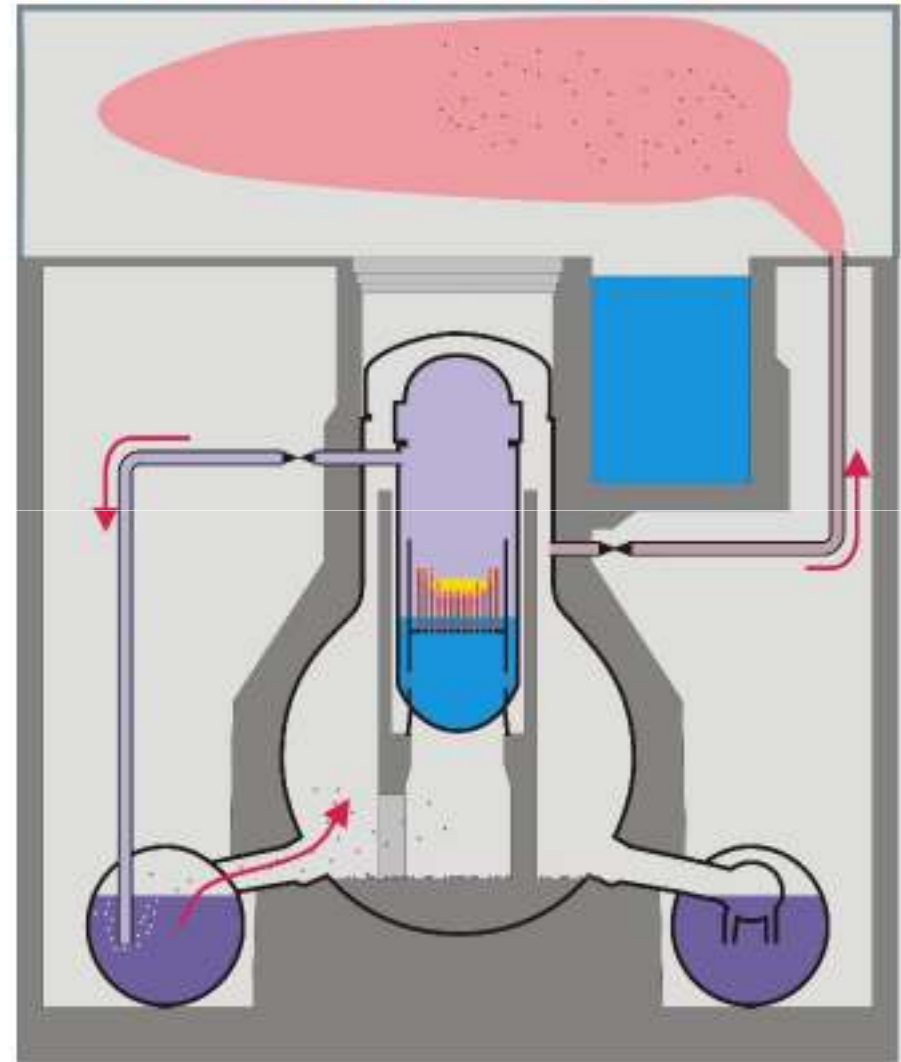
- ▶ 炉心溶融時の核分裂生成物の放出
 - ◆ キセノン、セシウム、ヨウ素
 - ◆ ウラン／プルトニウムは炉内
 - ◆ 風媒のエアロゾルに核分裂生成物が凝縮
- ▶ 圧力抑制プール中の水を通じた放出
 - ◆ プールでの浄化によって一定のエアロゾルを水中にとどめた
- ▶ キセノンと残りのエアロゾルがドライウエルに侵入
 - ◆ エアロゾルの表面沈着と更なる空気の汚染



- ▶ 格納容器
 - ◆ 核分裂生成物と環境との間の最終隔離壁
 - ◆ 壁厚およそ3 cm
 - ◆ 設計圧力4から5気圧
- ▶ 実際の圧力が8気圧に
 - ◆ 通常は窒素封入
 - ◆ 炉心での酸化による水素
 - ◆ 圧力抑制プールの沸騰（圧力鍋のように）
- ▶ 格納容器の最初の減圧
 - ◆ Unit 1: 12.3. 4:00
 - ◆ Unit 2: 13.3 00:00
 - ◆ Unit 3: 13.3. 8.41



- ▶ 格納容器減圧の正の側面と負の側面
 - ◆ 原子炉建屋からのエネルギー除去(残っている最後の方法)
 - ◆ 圧力を約4気圧に下げた
 - ◆ 少量のエアロゾルを放出した(ヨウ素、セシウム、...)
 - ◆ 希ガスを放出した
 - ◆ 水素を放出した
- ▶ フィルターを通さないベントだったか？
- ▶ 原子炉サービフロアへの気体流入
 - ◆ 水素は可燃性

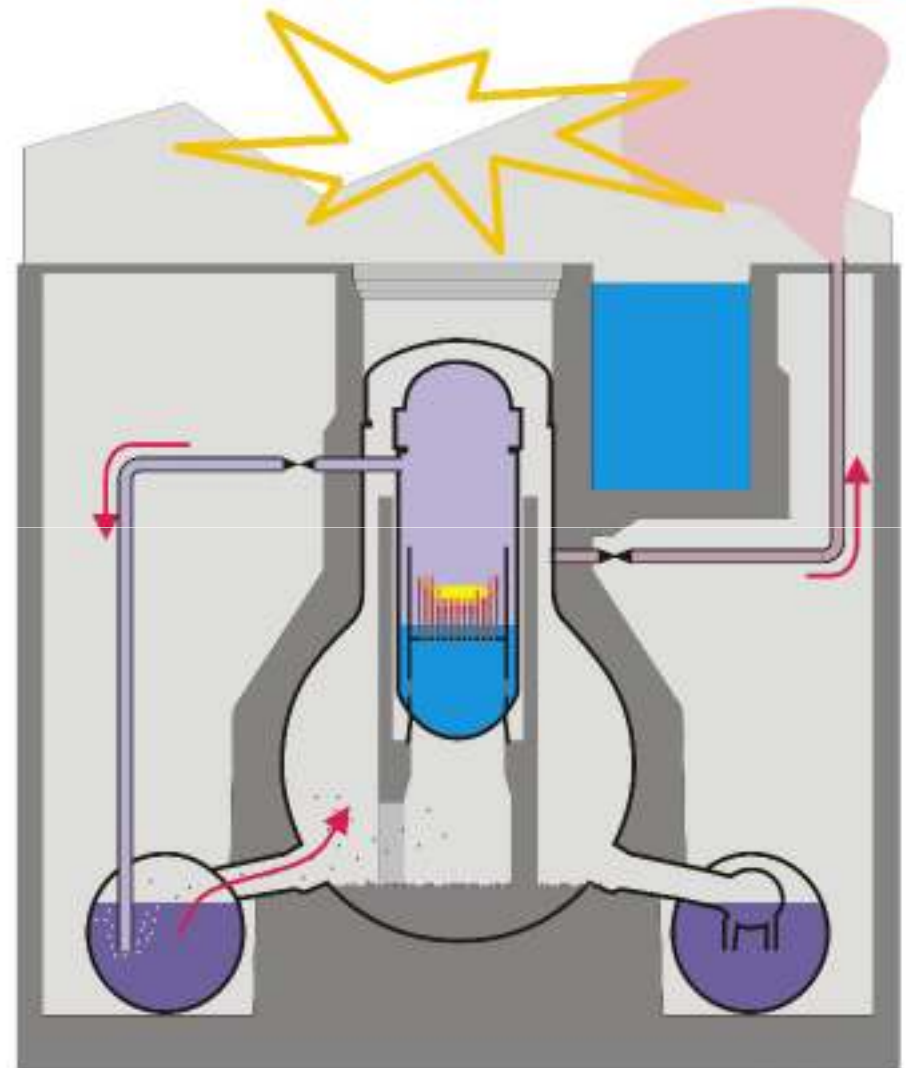


1・3号機

▶ Unit 1 and 3

- ◆ 原子炉サービフロアでの水素燃焼
- ◆ 鋼鉄枠屋根が破壊
- ◆ 補強コンクリート製の原子炉建屋は破壊されていない模様
- ◆ 壮観ではあったが安全性からはさほど重要でない

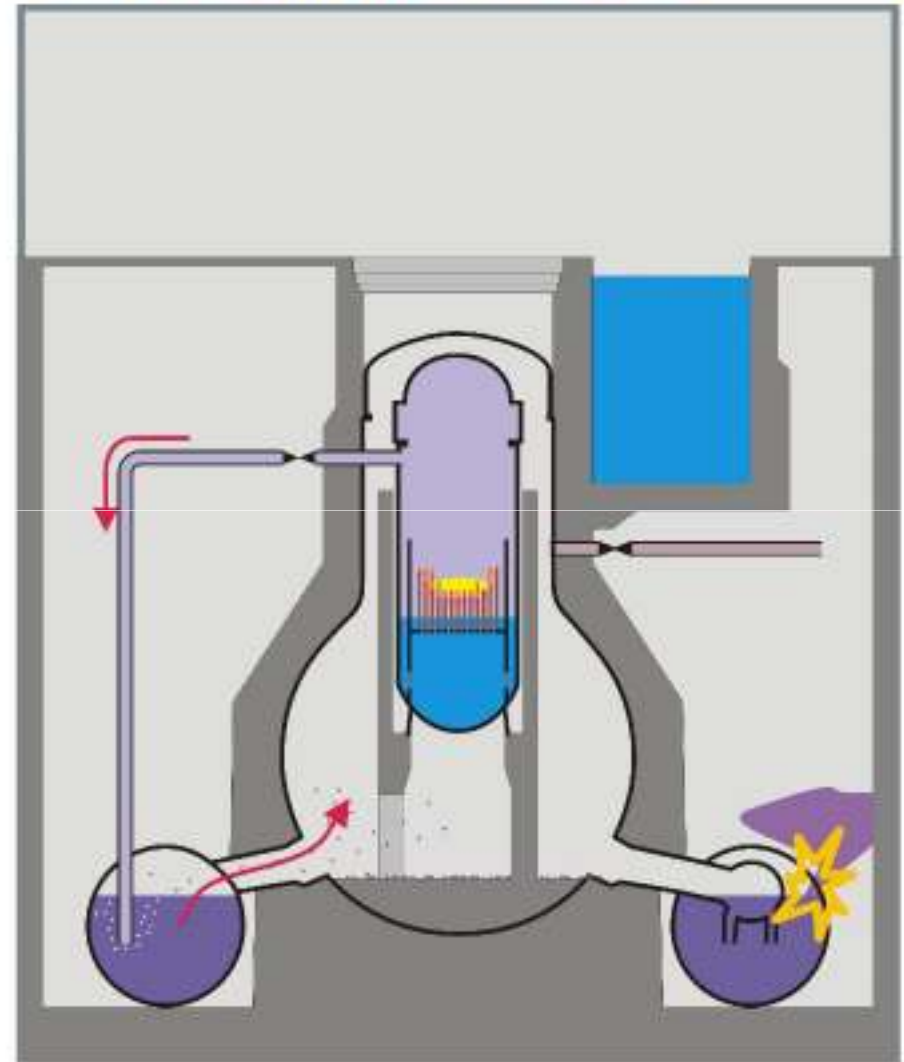
報告者は燃料プールを露出させ作業員を死亡させたことを重視している(山)



2号機

▶ Unit 2

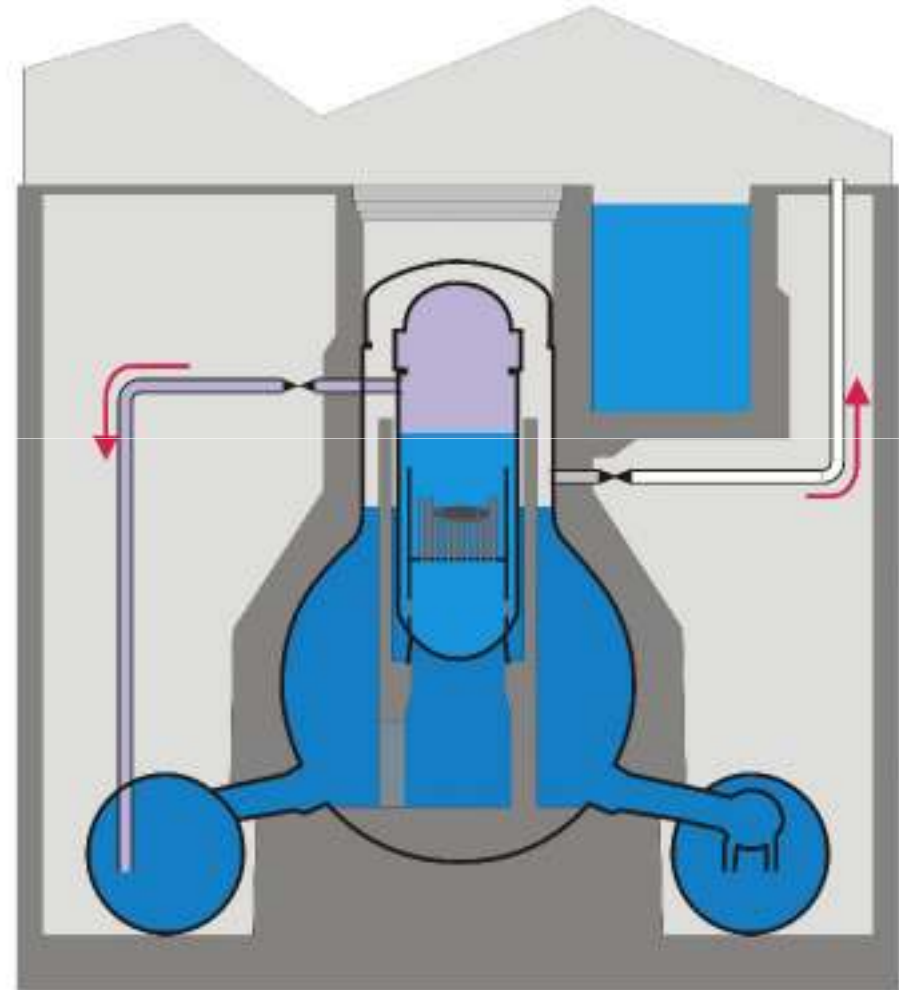
- ◆ (おそらく) 水素の漏えいは圧力抑制プールから(設計圧力を超えた)
- ◆ ウェットウェル近くの原子炉建屋で燃焼
- ◆ 圧力抑制プール破損
- ◆ 制御できない放出
 - ・ 気体
 - ・ 高汚染水
 - ・ 核分裂生成物エアロゾル
- ◆ 一時的退避
- ◆ 破壊物によるプラント側の高い局所的線量率が復旧作業を妨げている



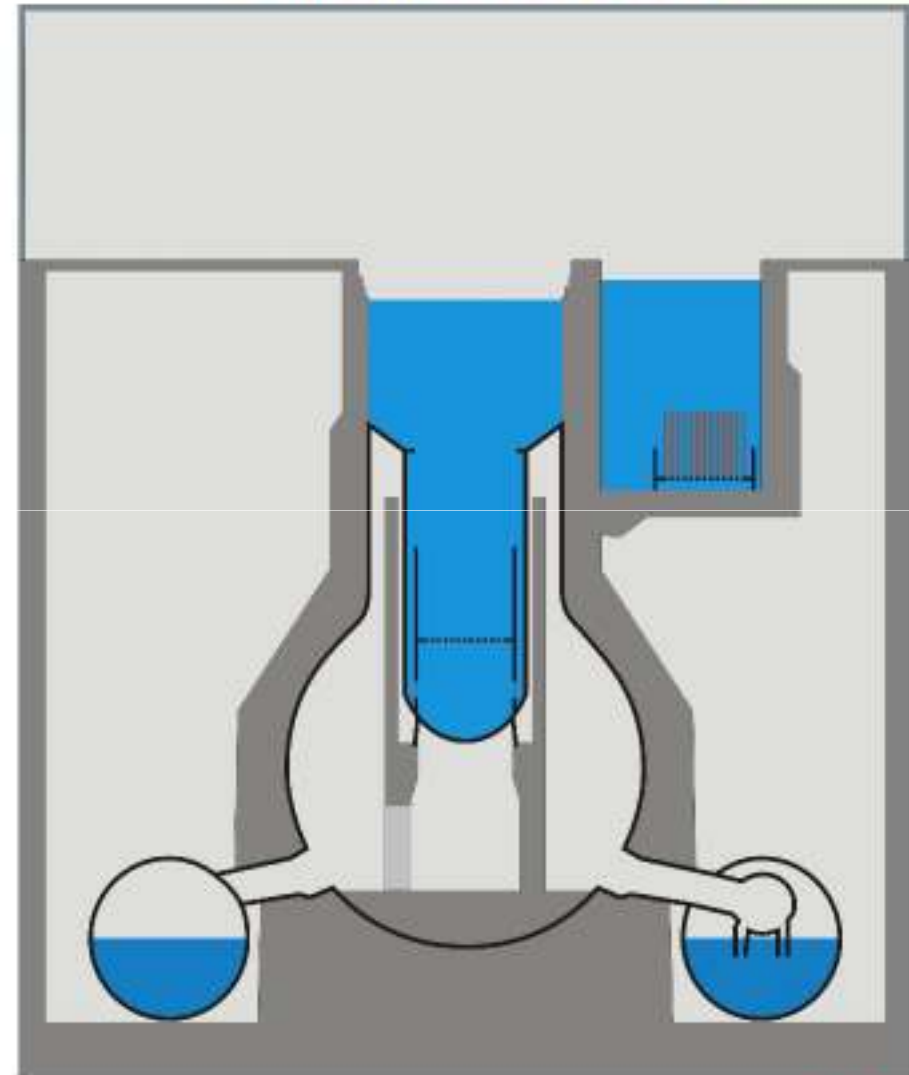


- ▶ 原子炉の現状
 - ◆ 1・2・3号機における原子炉破損
 - ◆ 1～4号機における燃焼による建屋の破壊
 - ◆ 移動式ポンプによって全ての原子炉は給水中
 - ◆ 少なくとも1号機の格納容器が溢れている
- ▶ 原子炉の今後の冷却
 - ◆ 1号機：隔離冷却系
 - ◆ 2・3号機：逃し系
- ▶ 2・3号機からは少量の核分裂生成物が漏れると見られる

報告者は1号機を懸念(山)



- ▶ 原子炉サービスフロアの使用済燃料プール
 - ◆ 定期検査のため4号機の全燃料はプールにあった
 - ◆ プールの空焚き
 - Unit 4: in 10 days
 - Unit 1-3,5,6 in few weeks
 - ◆ 地震によるプールの漏えい？
- ▶ 結果
 - ◆ 空気中での炉心溶融
 - ◆ 核分裂生成物を捕捉するもの無し
 - ◆ 大放出

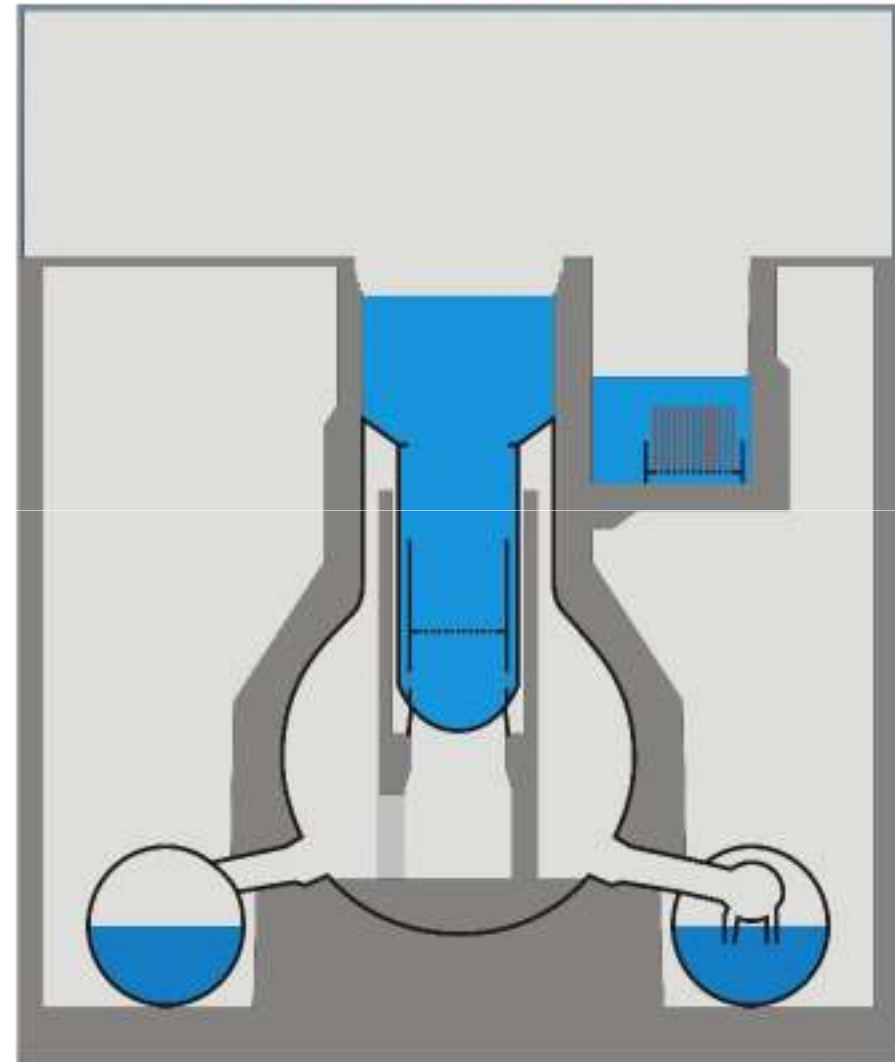


▶ 原子炉サービスフロアの使用済燃料プール

- ◆ 定期検査のため4号機の全燃料はプールにあった
- ◆ プールの空焚き
 - Unit 4: in 10 days
 - Unit 1-3,5,6 in few weeks
- ◆ 地震によるプールの漏えい？

▶ 結果

- ◆ 空気中での炉心溶融
- ◆ 核分裂生成物を捕捉するもの無し
- ◆ 大放出



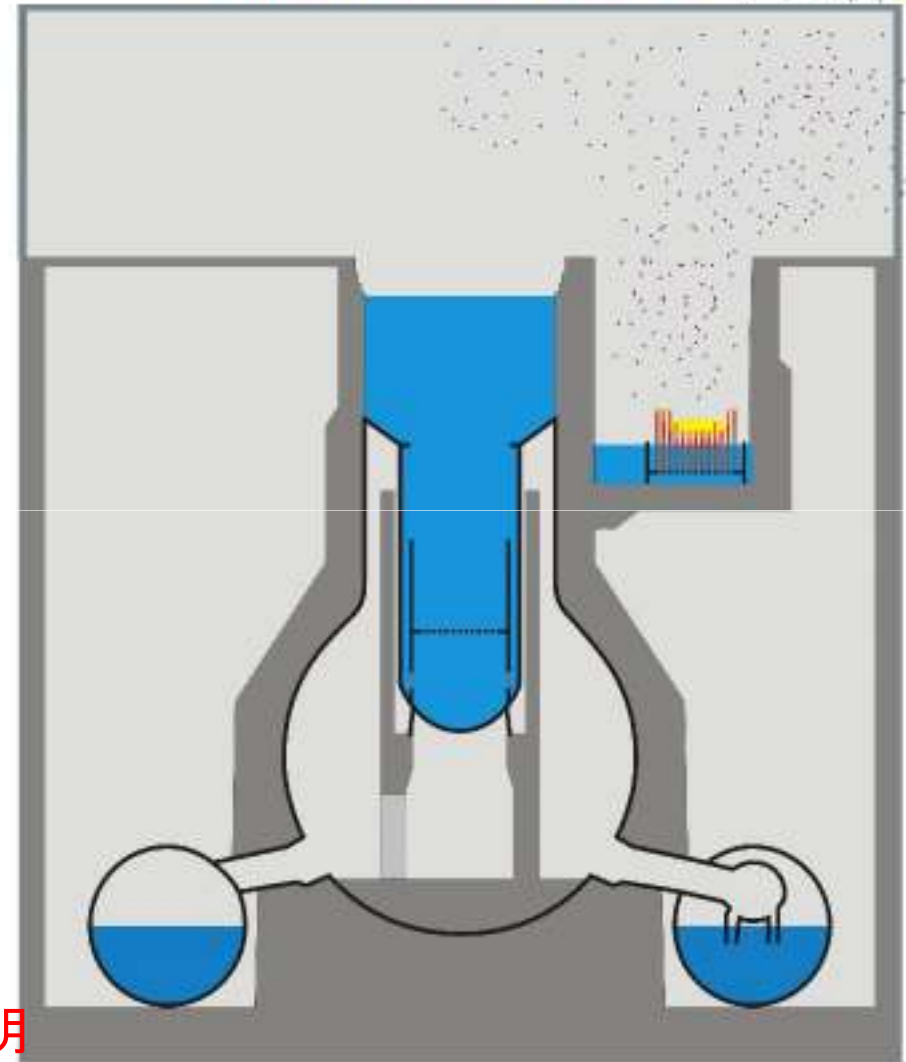
▶ 原子炉サービスフロアの使用済燃料プール

- ◆ 定期検査のため4号機の全燃料はプールにあった
- ◆ プールの空焚き
 - Unit 4: in 10 days
 - Unit 1-3,5,6 in few weeks
- ◆ 地震によるプールの漏えい？

▶ 結果

- ◆ 空気中での炉心溶融
- ◆ 核分裂生成物を捕捉するもの無し
- ◆ 大放出

▶ 放出が既に生じているのか否かは不明

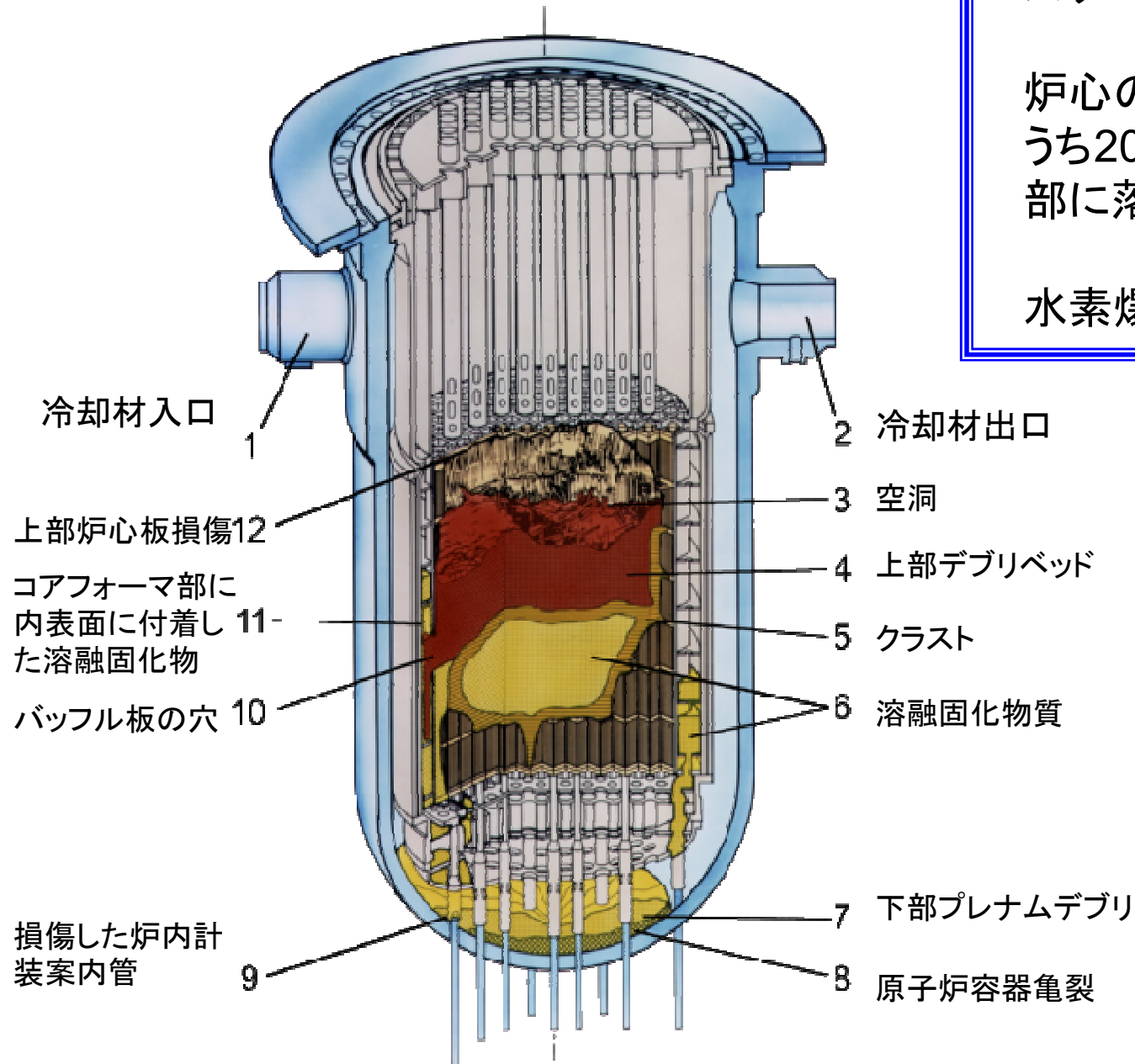


福島原発で起きていること

スリーマイル島原発事故

炉心の70%が溶融
うち20トンが下部プレナム部に落下

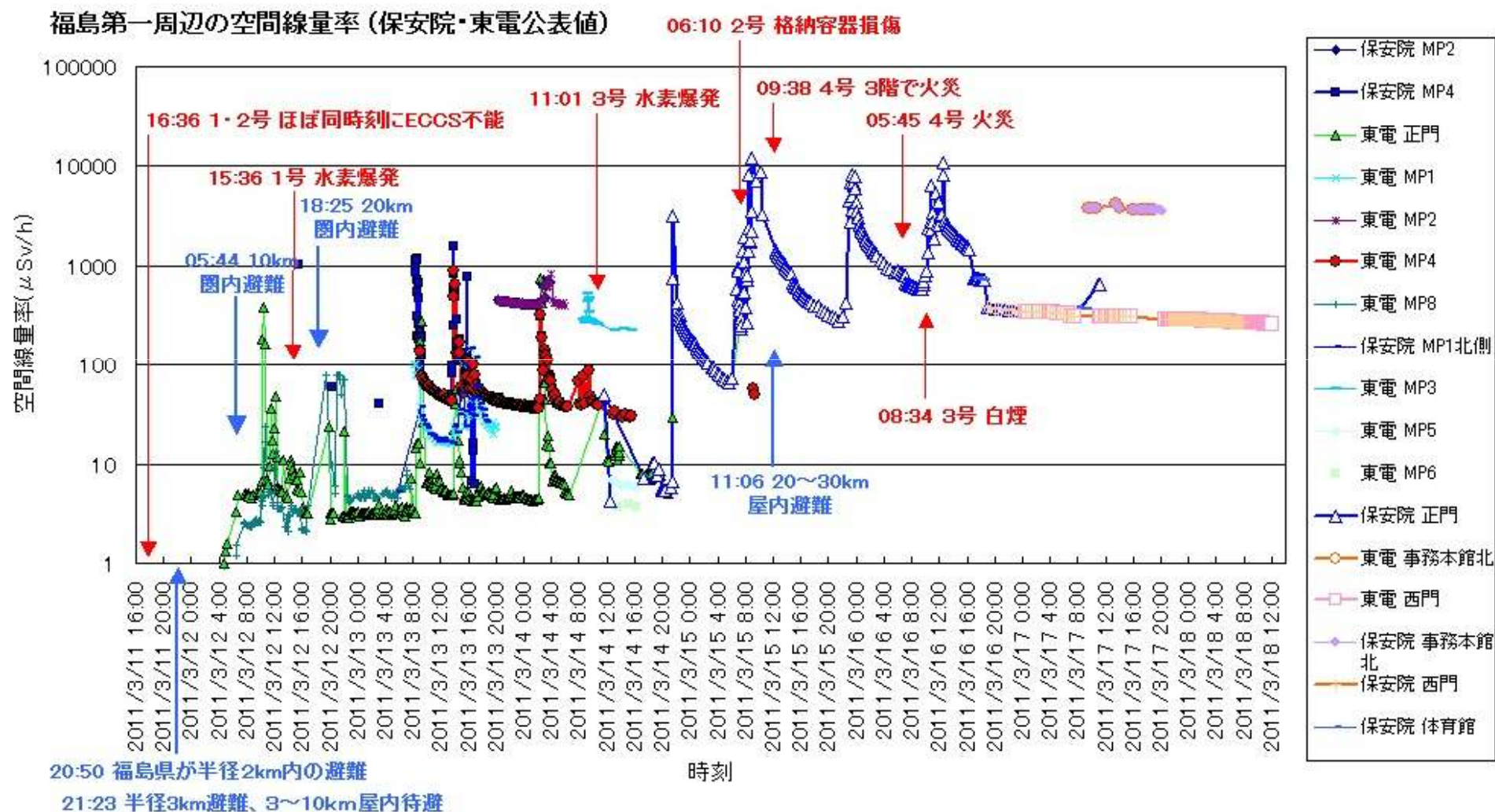
水素爆発：格納容器内



福島第1原発では
「溶融固化物質」とある部分が溶けており、余震の度に揺すられる。

海水を使ったので塩が析出している。

福島原発で起きていること



福島原発で起きていること: フランス放射線防護原子力安全局のシミュレーション

QuickTime[®] 2
LíÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉÉÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇžÇ½Ç...ÇŒiKóvÇ-ÇÅB

福島原発で起こっていること: フランス放射線防護原子力安全局のシミュレーション

QuickTime[®] Ç²
êLí£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉÉÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇžÇ½Ç...ÇÖïKónÇ-ÇÅB

福島原発で起きていること

妊婦と乳幼児、学童、生徒が
被ばくしている。

調査は、半径30～40キロ圏にある同町山木屋地区と、同40～50キロ圏の同町保健センターで24日、保護者と被曝量測定に訪れた1～6歳の14人、7～15歳の52人を対象に実施。のどにある甲状腺から測定器を約1センチ離して放射線量を調べた。空气中に存在する放射線量を除いた実質的放射線量の最大値は、山木屋地区で12歳男児の毎時0.24マイクロシーベルト、同センターでは7歳女児の同0.13マイクロシーベルト、いずれも原子力安全委員会が定めた基準の同2割・約を下回っていた。

文科省が20 mSvの被ばくを合法化。

少なくとも子供に対しては
公衆年間1m Svの被ばく限度を堅持
させるべきである。

政府の原子力災害現地対策本部（福島市）は25日、

子供甲状腺問題なし 原発30キロ圏外で被曝調査

福島第一原子力発電所から30キロ圏外の福島県川俣町で乳幼児を含む子供66人について、甲状腺被曝調査を行った結果、問題となるレベルではなかったと発表された。

原発事故で拡散したとみられる放射性ヨウ素は、体内に入ると、甲状腺に集まってがんを引き起こす要因になるとされ、大人よりも

子供の方が甲状腺に集まりやすいとされている。今回の調査に関し、松原純子・元原子力安全委員会委員長代理は「甲状腺は子供の成長にかかわる重要な器官。その被曝状況などを調べた調査は国内では聞いたことがなく、大変意義がある。定期的に監視することが重要」と話している。

放射線被ばくの特異性と非特異性

湯のみ一杯のお茶: 57°C、50 cc、これを飲むと: お茶はエネルギーを失って37°Cになる。失ったエネルギーは体に吸収される。

$$20 \text{ (degree)} \times 50 \text{ (g)} \times 1 \text{ (cal/degree/g)} = 1000 \text{ (cal)} = 1000 \times 4.2 = 4200 \text{ (J)}$$

その人の体重が60 kgだとすれば、質量当たりの吸収エネルギーは:

$4200 \text{ J} / 60 \text{ kg} = 70 \text{ J/kg}$ 同量のエネルギーが放射線によって付与されると、 $70 \text{ J/kg} = 70 \text{ Sv}$ (シーベルト) となり、その人は死に至る。**極めて僅かなエネルギー付与で損害を与える特異性。**

甲状腺がんや小児白血病等を別にすれば、放射線を浴びたから発症する特異な疾病はない。あらゆる疾病が生じるのであって、その発症率が全体的に高くなるように放射線は作用する。**(非特異性)**

被ばくが原因だと証明することが極めて困難。

「200 mSvならば影響なし」はどこから？
国際放射線防護委員会ICRP1990年勧告はどう言っているか。

(64) 確率的影響に関する結論を導く道すじは単純ではない。というのは、疫学的調査は、まさに必要とされている情報を提供することができないからである。疫学的調査は統計的な関連を示すことができるのみであるが、この関連が明らかに線量と関係があり、かつ、対応する実験データにより支持される場合には、強固なものになる。日本のデータは欠くことのできない、かつ広汎なものではあるが、調査対象者の約60%が生存中であるので、最終的な確率的影響の総数は推定によらなければならない。そのうえ、今後現れるがんの大部分が、被ばく時に20歳未満であった人々に生ずるであろう。そして、これらの人々の単位線量あたりの放射線の寄与による生涯致死確率は、もっと年齢の多い人々よりもおそらく高いであろう。調査対象集団は大きい(約8万人)が、**95%レベルで統計学的に有意ながんの過剰は約0.2 Sv以上の線量でのみみられる。もっと低い有意レベルならば、0.05 Svぐらいの線量で過剰がみられる。**また忘れてならないことは、これらの日本人調査集団の線量はすべて、きわめて高い線量率で与えられたことである。ところが、急性被ばくでも遷延被ばくでも、放射線防護の立場から必要とされているのは、ほとんど常にもっとずっと低い線量率での影響に関する情報である。しかしながら、この集団についての調査は、他の調査に比べていくつかのすぐれた点がある。すなわち、この集団は男女両性およびすべての年齢層の人々を含んでおり、しかも、ほとんどゼロから致死線量までに至る非常に広範囲の線量を全身にほぼ均等にうけたという点である。

「200 mSvならば影響なし」はどこから？
より最近の疫学研究はどうなっているか。

95%レベルで統計学的に有意ながんの過剰は約0.2 Sv (200 mSv)
以上の線量でのみみられる。もっと低い有意レベルならば、0.05 Sv
(50 mSv) ぐらいの線量で過剰がみられる。

低線量リスクを議論する際に、「統計的に有意なリスクがある最低線量は何か」という質問をされることが多い。統計的に有意な効果がないからといって、それは「効果がない」即ち、「閾値」があるということにならないので、このような議論はあまり説得力のあるものではない。

馬淵清彦 『疫学に基づくリスク評価の立場から』 保健物理 32(1) pp. 5-8 1997.

「200 mSvならば影響なし」はどこから？

より最近の疫学研究は5～20mSvの被ばくによるリスクを指摘。

固形がん過剰相対リスクの線量反応：被爆時30歳の男性

線量区分:Sv		過剰相対リスク	Sv当り過剰相対リスク
0.005 - 0.02	5 - 20 mSv	0.03	2.6 +/- 3.1
0.02 - 0.05	20 - 50 mSv	0.05	1.6 +/- 0.90
0.05 - 0.10		0.04	0.60 +/- 0.40
0.10 - 0.20		0.06	0.43 +/- 0.25
0.20 - 0.50		0.12	0.38 +/- 0.13

馬淵清彦 『疫学に基づくリスク評価の立場から』 保健物理 32(1) pp. 5-8 1997.

広島・長崎原爆被爆者の疫学調査は、5～20ミリリーベルトの被ばくに対して有意義なリスクがあることを示している。

相対リスクとは、ある健康影響について、性、年齢などを一致させた対照群と比較して被曝群のリスクが何倍になっているかを表すもので、相対リスクが1であれば、放射線被曝はリスクに影響を及ぼしていないということの意味する。例えば、白血病は被爆後数年以上を経て明らかになった影響の中で最も相対リスクが大きく、1 Gy当たり約5から6です。**過剰相対リスク**とは、相対リスクから1を引いたもので、相対リスクのうち、調査対象となるリスク因子（この場合は被曝放射線）が占める部分をいう。（放射線影響研究所HP）

「200 mSvならば影響なし」はどこから？

全米科学アカデミー(2005): **低線量でも発がんリスクはある**

放射線被ばくは低線量でも発がんリスクがあり、職業上の被ばく線量限度である5年間で100ミリシーベルトの被ばくでも約1%の人が放射線に起因するがんになるとの報告書を、米科学アカデミーが世界の最新データを基に30日までにまとめた。報告書は「被ばくには、これ以下なら安全」と言える量はないと指摘。国際がん研究機関などが日本を含む15カ国の原発作業員を対象にした調査でも、線量限度以内の低線量被ばくで、がん死の危険が高まることが判明した。

低線量被ばくの人体への影響をめぐっては「一定量までなら害はない」との主張や「ごく低線量の被ばくは免疫を強め、健康のためになる」との説もあった。報告書はこれらの説を否定、低線量でも発がんリスクはがあると結論づけた。業務や病気の診断や治療で放射線を浴びる場合でも、被ばく量を低減する努力が求められそうだ。

米科学アカデミーは、従来被ばくの発がんリスクの調査に用いられてきた広島、長崎の被爆データに加え、医療目的で放射線照射を受けた患者のデータなどを総合し、低線量被ばくのリスクを見積もった。それによると、100ミリシーベルトの被ばくで100人に1人の割合でがんを発症する危険が判明。この線量は、胸部エックス線検査なら1000回分に相当するという。また、100ミリシーベルト以下でもリスクはがあると指摘。**10ミリシーベルトの被ばくになる全身のエックス線CTを受けると、1000人に1人はがんになる、とした。**

また、国際がん研究機関などが約40万7000人の原発作業員らを長期追跡した調査では、100ミリシーベルトの被ばくにより、がん死の危険が約10%上昇するとの結果が出た。調査対象の平均累積被ばく線量だった約19ミリシーベルト程度でも、がんの死亡率がわずかに高まる可能性が示された。日本の商業原発では2002年度の1年間に作業員が浴びた線量の平均値は1.3ミリシーベルト、最も多く被ばくした作業員は19.7ミリシーベルトだった。

(共同通信。2005年6月30日)

事故前から続いていた労働者の被ばく
労働災害の認定はどうなっているか：**およそ50ミリシーベルト**

1991 年12 月 支給 慢性骨髄性白血病 40 ミリシーベルト
1988 年2 月死亡

1994 年7 月 支給 急性骨髄性白血病

1994 年7 月 支給 慢性骨髄性白血病 50.63 ミリシーベルト
嶋橋さん(1991 年10 月死去)

1999 年 支給 リンパ性白血病 60 ミリシーベルト

2004年1月 支給 **多発性骨髄腫** 70 ミリシーベルト
長尾さん(死去)

線量に対する大きな疑問：**内部被曝**は測れていない
長尾さんはプルトニウムで汚染した福島原発で働いていた。

福島原発が放出している放射能

がん死のリスク **0.1 /Sv** (全米科学アカデミー)

10,000人が 1000 mSvの被ばくをすると

$10,000 \times 1.0 \times 0.1 = 1000$ 人(10%)が死亡

10,000人が 100 mSvの被ばくをすると

$10,000 \times 0.1 \times 0.1 = 100$ 人(1%)が死亡

10,000人が 20 mSvの被ばくをすると

$10,000 \times 0.02 \times 0.1 = 20$ 人(0.5%)が死亡

日本人は30%ががん死している
ので、それが30.5%に
増える(だけ)。



リスクを**0.05 /Sv**とした計算

10,000人が1 Sv被ばくした場合のがん死者数

ICRP(1990)	500	人	0.5	倍
ICRP(1977)	125		0.2	
米国科学アカデミー(1980)	10 - 500		0.01 - 0.5	
全米科学アカデミー(1990)	800		0.8	
全米科学アカデミー(2005)	1000		1	
国連放射線影響委員会(1988)	400 - 1100		0.4 - 1.1	
放射線影響研究所(1988)	1700		1.7	
今中哲二(1986)	600 - 2000		0.6 - 2	
ゴフマン(1981)	4000		4	

「原発事故 その時、あなたは！」

広島長崎の原爆被害調査からは見えないこと

第1表 寿命調査集団対象者数と固型がん、白血病死亡数、1950-90

線量(Sv)	対象者数	固型がん		白血病	
		観察数	過剰死亡数	観察数	過剰死亡数
0(<0.005)	36,459	3,013	-42	73	9
0.005-0.1	32,849	2,795	85	59	-3
0.1-0.2	5,467	504	18	11	0
0.2-0.5	6,308	632	77	27	15
0.5-1.0	3,202	336	73	23	16
1.0-2.0	1,608	215	84	26	22
>2.0	679	83	39	30	28
Total	86,572	7,578	334	249	87

一度の外部被ばくと、長期にわたる内部被曝の影響は同じか？

5 mSv以下のグループに被ばく影響は無いのか？

土壌の汚染は調査直前の枕崎台風で洗い流された。

終戦末期まで生き抜くことのできた丈夫な人だけを見ていないか？

がんだけでいいのか？

調査集団と参照集団はともに内部被曝に曝されていた。

日本人は30%ががん死しているのに、それが30.5%に増える。

では何故30%ががん死しているのか？

『沈黙の春』 レイチェル・カーソン(1962)

汚染といえは放射能を考えるが、化学薬品は、放射能にまさるとも劣らぬ禍をもたらし、万象そのものの生命の核そのものを変えようとしている。核実験で空中にまいたストロンチウム90は、やがて雨やほこりにまじって降下し、土壌に入り込み、草や穀物[トウモロコシや小麦]に付着し、そのうち人体の骨に入り込んで、その人間が死ぬまでついてまわる。

ライナス・ポーリングとアンドレイ・サハロフが発した警告
大気圏核実験による放射能汚染

それぞれの政府から除け者扱い

低線量の内部被曝の危険性が公の場から隠された

米国の良心

ジェイ・マーティン・グールド
アーネスト・ジェイ・スターンクラス
ジョセフ・ジェイ・マンガーノ

米国のがん統計が示しているもの

図2-7 米国の新生児死亡率の観測値と期待値(1935~87年)

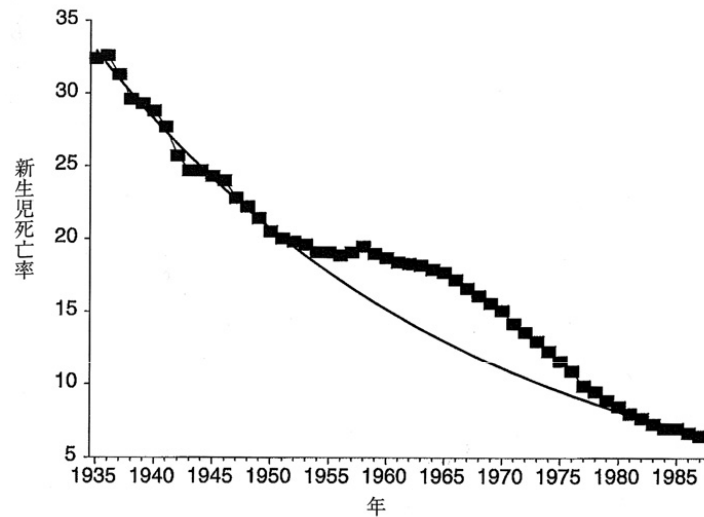
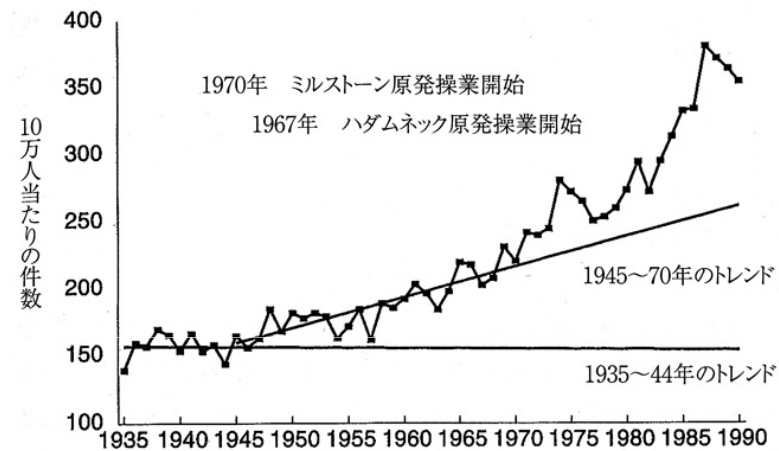


図2-1 コネチカット州の女性の乳癌発生率 年齢50~74歳、1935~90年



1945年 原爆投下
 1962年 部分的核実験停止条約
 1979年 スリーマイル島原発事故
 1986年 チェルノブイル原発事故
 2011年 福島第一原発事故

他に、英仏の再処理工場周辺に
おける小児白血病の過剰 etc

ECRR2003勧告

ECRR2010勧告 より高いリスクを勧告

欧州放射線リスク委員会ECRR

内部被曝に起因する国際機関では考慮され
ていない危険性を指摘する

広島長崎の原爆被害調査からは見えないこと

第1表 寿命調査集団対象者数と固型がん、白血病死亡数、1950-90

線量(Sv)	対象者数	固型がん		白血病	
		観察数	過剰死亡数	観察数	過剰死亡数
0(<0.005)	36,459	3,013	-42	73	9
0.005-0.1	32,849	2,795	65	59	-3
0.1-0.2	5,467	504	18	11	0
0.2-0.5	6,308	632	77	27	15
0.5-1.0	3,202	336	73	23	16
1.0-2.0	1,608	215	84	26	22
>2.0	679	83	39	30	28
Total	86,572	7,578	334	249	87

調査集団と参照集団(< 0.005 Sv = 5 mSv)とは、ともに内部被曝に曝されていた。

内部被曝の影響が大きいとすれば、2つの集団の比較から導かれたリスク(0.1 /Svあるいは0.05 /Sv)は、ガンマ線や中性子線による一回限りの外部被ばくの影響だけを見ていることになる。

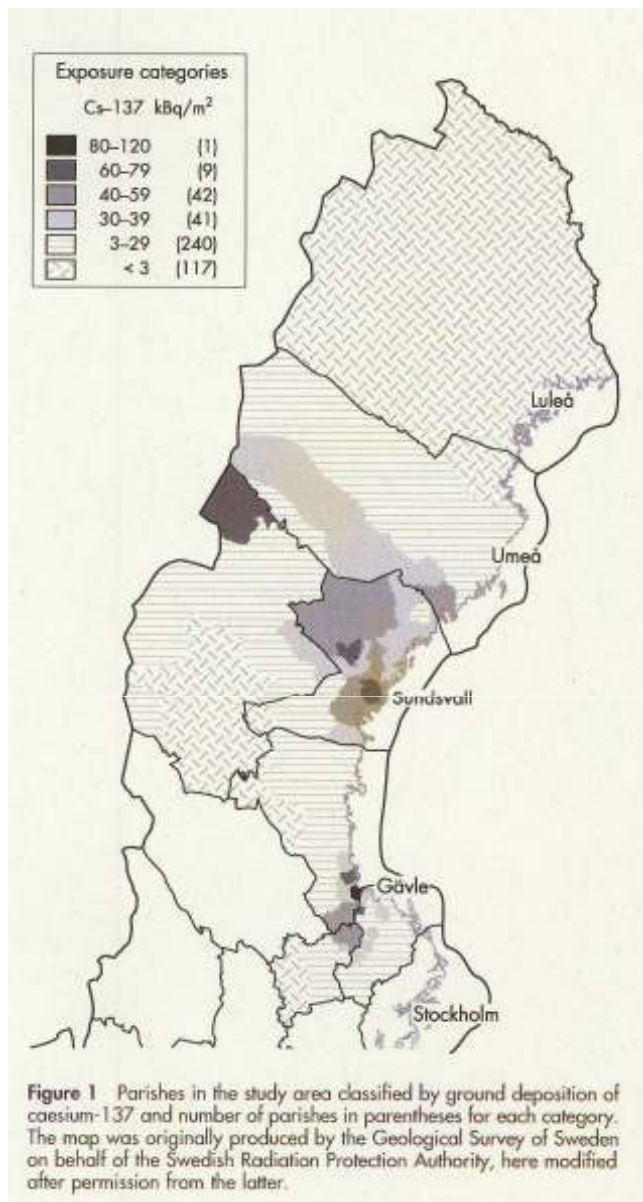
最近の疫学調査が示している事実

“チェルノブイリ原発事故による北部
スウェーデンの全ガン発症増加”

汚染レベルは120 kBq/m²以下

0.1 /Sv よりも高いリスクの可能性

飯館村土壤汚染 (kBq/m²)



	臼石	佐須	役場	曲田
C-137	956.1	774.2	671.9	2188.2
	+/-	+/-	+/-	+/-
	12.7	12.2	6.0	16.3

出典: 3月28日と29日にかけて飯館村周辺において実施した放射線サーベイ活動の暫定報告(2011.4.4.)

飯館村周辺放射能汚染調査チーム(代表: 今中哲二・京大原子炉)

Martin Tondel, Peter Hjalmarsson, Lennart Hardell, Goeran Carlsson and, Olav Axelson,
Journal of Epidemiology and Community Health, **58**, 1011-1016 (2004)

"Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident?"

最近の疫学調査が示している事実

- ・チェルノブイリ原発事故の後のスウェーデンで100万人以上(1,137,106人)を対象にした疫学調査が行われ、1988年から1999年の期間のがんの発症例が調べられた。調査対象となった人のセシウムによる最大被ばく線量は10ミリシーベルト以下であったが、汚染の程度が高いほど全がんの発症率が高くなっていることが有意な精度で確認され、低線量でのセシウムによる被ばく影響が明らかになった。

- ・日本国内の法令が基礎にしている国際放射線防護委員会(ICRP)は、主として広島・長崎の原爆影響に関する疫学調査に基づいて勧告をまとめてきている。調査対象はおよそ12万人である。ここでの被ばくは一回の外部被ばくであり、線量範囲も5ミリシーベルトから3,000ミリシーベルトと高いため、低い線量域での影響について統計的に明らかにすることができていなかった。100ミリシーベルト以下では影響がないといった主張が出てくる基本的な原因はここにある。また、5ミリシーベルト以下の被ばくをうけた人たちが被ばくをしていない参照集団と見なされていること、調査の開始が原爆投下直後ではなく1950年と出遅れたこと、終戦末期まで生き延びることのできた比較的健康な人のみを対象としているということ、内部被曝が調査集団と参照集団の双方に影響を及ぼしていることについて問題があるとする指摘もある。

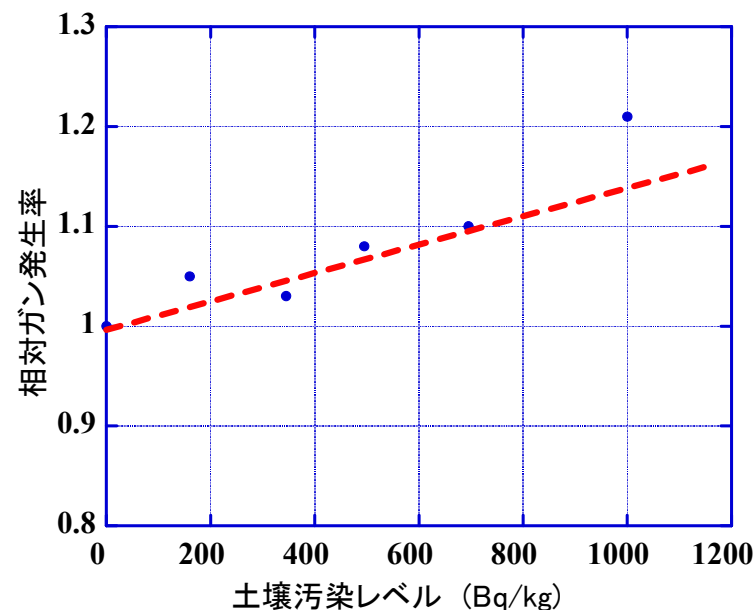
- ・ICRPのいう0.05/Svというリスク係数は、広島・長崎の調査から導かれたものである。そのICRPモデルによれば、百万人を対象としたこのスウェーデンの調査域においてセシウムによる被ばくによって1986年から2036年までの間に300人がガン死すると予想する。ところが実際の調査では、1999年までの期間でその予測の4倍を超える1,278人の過剰なガン発生が確認されている。時代が進行するに連れてICRPモデルと現実の被害との乖離はさらに大きくなる。

Martin Tondel, Peter Hjalmarsson, Lennart Hardell, Goeran Carlsson and, Olav Axelson,
Journal of Epidemiology and Community Health, 58, 1011-1016 (2004)

"Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident?"

最近の疫学調査が示している事実

・調査結果は土壤汚染のレベルに応じて評価されている。セシウム137について3 kBq/m²以下を参照として：3 - 29 kBq/m²、30 - 39 kBq/m²、40 - 59 kBq/m²、60 - 79 kBq/m²、80 - 120 kBq/m²と区分されている。福島県における土壤汚染調査では、10 cm四方で深さ5 cmのサイズをひとつの試料にしているので、深さ5 cmまでに全てのセシウムが含まれていて、土壤の密度が2 g/cm³だとすれば、この汚染のレベルはそれぞれ次のような範囲に相当する：30 - 290 Bq/kg、300 - 390 Bq/kg、400 - 590 Bq/kg、600 - 790 Bq/kg、800 - 1200 Bq/kg。注意すべきなのはこれらの汚染範囲が現在の福島県各地の小中学校で計測されている汚染レベルと同等であるという事実である。図1に示すようにセシウム137の汚染レベルが高いほどガンの発生率が高い。



Martin Tondel, Peter Hjalmarsson, Lennart Hardell, Goeran Carlsson and, Olav Axelson,
Journal of Epidemiology and Community Health, **58**, 1011-1016 (2004)

"Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident?"

最近の疫学調査が示している事実

・2005年時点でのスウェーデンの平均的な被ばく線量は年2.9895ミリシーベルトであったとされている。内訳をみると：ラドンや宇宙線、カリウム40や室内と屋外での外部被ばくが2.055ミリシーベルトであり、医療被曝は0.9ミリシーベルト、航空機利用による被ばくは0.024ミリシーベルトであった。これに対してセシウムによる内部と外部の被ばくの総計は0.0105ミリシーベルトであった。多くの専門家はセシウムの影響は無視できると思い込んでいた。そして、一般の市民はそう思い込まされていた。シーベルト単位で表示された数値を単純に比較し、小さいと思い込んだからである。

・ところが事実はそうではなかった。自然界からの被ばくや医療被ばくの影響に比べて小さいと考えられていた、土壌を汚染しているセシウムからの被ばく影響が、疫学調査で有意にでてくることを実証したこの研究の意義は極めて大きい。これはセシウムによる被ばくを特別に扱わなければならないことを意味しており、特に内部被ばくの危険性が、現在のICRPモデルではまったく不十分にしか表現できていないことを証明している。

Martin Tondel, Peter Hjalmarsson, Lennart Hardell, Goeran Carlsson and, Olav Axelson,
Journal of Epidemiology and Community Health, **58**, 1011-1016 (2004)

"Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident?"

小学生や中学生に年20 mSvもの被曝が合法化

文科省が通達を出して福島県の小学生・中学生の被曝限度を20 mSvにした。

2011年4月21日

児童・生徒の被ばく限度についての 申入書

文部科学省学校健康教育科 電話 03-6734-2695 / FAX03-6734-3794
原子力安全委員会事務局 電話 03-3581-9948 / FAX03-3581-9837

山内知也 神戸大学大学院海事科学研究科 教授
電話 078-431-6307、FAX 078-431-6369

大学で放射線を教授している者として申し入れます。

福島第一原発事故への対応に関して、福島県内の児童と生徒の被ばく限度を年間20ミリシーベルトにされておりますが、子供が浴びる線量としては不当に高いものです。撤回して年1ミリシーベルトの基準を児童と生徒には適用してください。既に半減期が30年であるセシウム-137が全体の被ばく線量を支配する段階にはいっており、これからは被ばく線量は数年の単位ではほとんど低下なくなります。したがって年20ミリシーベルト相当の被ばくが何年も継続することになります。

ICRPが過去にまとめた報告類でも(ICRP-publication36)、生徒の被ばくを禁じており、18歳未満の生徒については放射線を使った実験を意図的に行う場合でも年間の被ばく限度を公衆の被ばく限度の10分の1にするように勧告しています。それは子供の放射線感受性が大人よりも高く、被ばくの影響が出る期間も長いからです。

ICRPが3月21日に公表した見解(ICRP ref: 487-5603-4313)でも

放射線源が制御下におかれた時には汚染された地域が残るだろう。その地域を捨てるのではなく、そこに住み続けることを人々に許可するために必要となるあらゆる防護手段を提供することが場合によっては出てくるだろう。この場合について委員会は、参考レベルとして、長期的な目標としての参考レベルは一年あたり1 mSvに低減させるとしながらも、年間1 mSvから20 mSvの範囲の中から選択することを勧告する(ICRP 2009b 48から50節)。

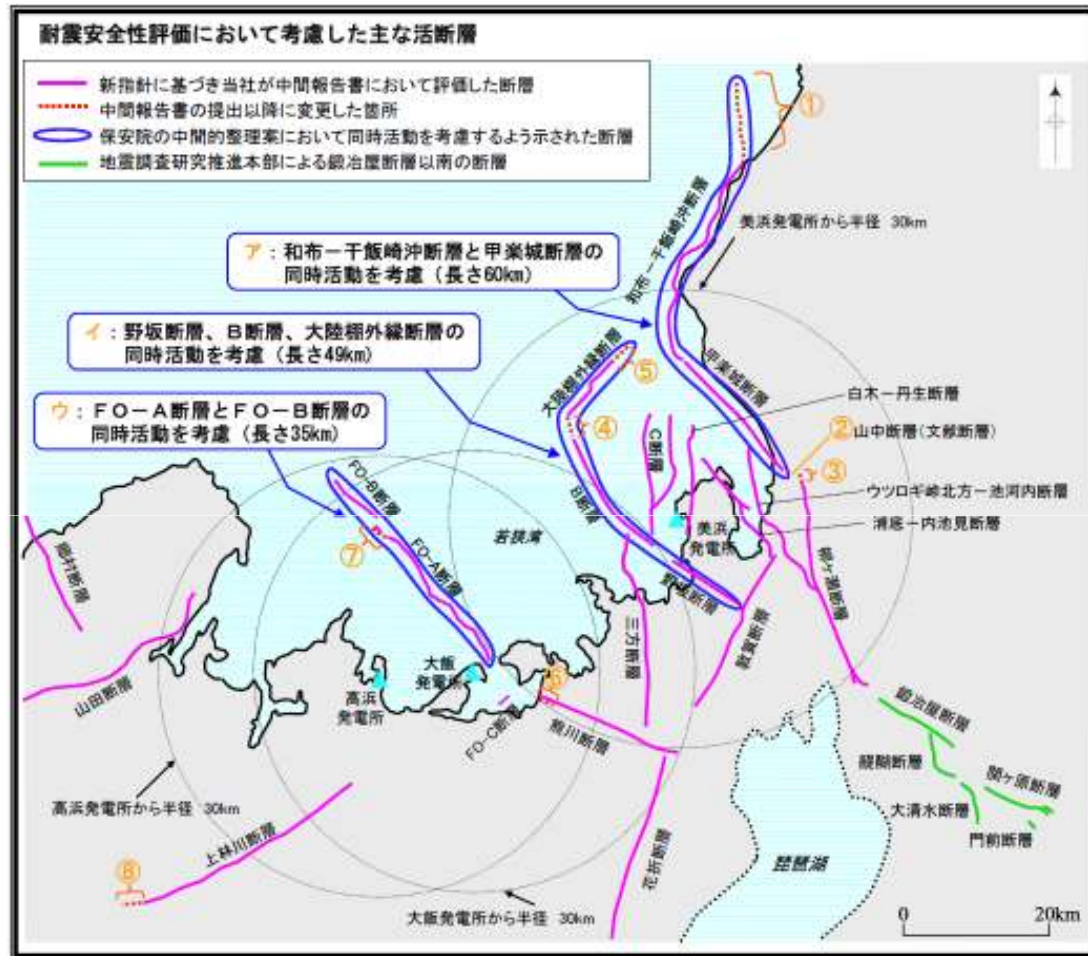
When the radiation source is under control contaminated areas may remain. Authorities will often implement all necessary protective measures to allow people to continue to live there rather than abandoning these areas. In this case the Commission continues to recommend choosing reference levels in the band of 1 to 20 mSv per year, with the long-term goal of reducing reference levels to 1 mSv per year (ICRP 2009b, paragraphs 48-50). とあります。

子供の被ばく限度を20ミリシーベルトでよいとはしていません。ここではあくまで1ミリシーベルトを目標としています。1から20までの範囲であれば、子供に対しては1ミリシーベルトを選択すべきです。早急に見直して下さい。

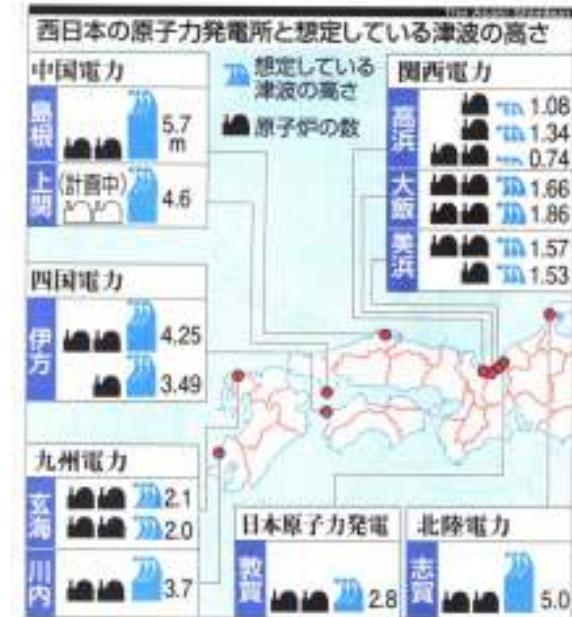
このままで疫学調査に出てくるような実際の被害が福島の子どもたちの間に生じます。

以上

関西電力の原発／近畿の水瓶・琵琶湖の汚染



甲楽城断層と柳ヶ瀬断層、関ヶ原断層の連動（100 km）を認めない。津波は1.86m以下。



●日本周辺の地質構造と地震について

日本海には大きな津波の発生の原因となる海溝型のプレート境界がないことから、若狭湾周辺で大きな津波が生じる可能性は低く、文献などからも周辺で津波による大きな被害記録はありません。

日本周辺のプレート



越前若狭のふれあい 特別号
No.2 2011年3月

まとめ／「原発さよなら署名」にご協力をお願いします。

福島第一原発の重大事故の責任をとり
政府は脱原発への転換を速やかに決定することを
自然エネルギーに転換すること

QuickTime® 7
Apple® 及び Mac OS®
© 1999 Apple Computer, Inc. 登録商標。C01K0400-QAB

[1] 全ての原発を廃炉にし、原子力から撤退することを求めます。

1. 福島原発事故が示した地震・津波の危険に照らして運転中の原発をまず停止し、廃炉に進むこと。
2. すべての新規立地・増設計画を白紙撤回すること。
3. 六ヶ所再処理工場、「もんじゅ」を閉鎖し、プルサーマルを廃止すること。

[2] 東電・政府の責任を明らかにすること。

情報の公開、避難区域の拡大、被ばく限度の引き上げ撤回、被害補償を求めます。

1. 福島原発の事故と汚染、被ばくに関する情報をすべて速やかに公開すること。
2. 避難区域を拡大すること。とりわけ放射能汚染の高い地域と、妊婦、乳幼児、学童及び生徒の避難措置を早急に実施すること。避難を求める自治体に対しては、政府がその実施を保証すること。
3. 一般人の年被ばく限度20ミリシーベルトへの引き上げ撤回。食品暫定規制値を引き下げること。内部被ばくを考慮して、全体で年間1ミリシーベルトの現行基準を守ること。
4. 周辺住民の被ばくを外部被ばくと内部被ばく(空気、水、食品)のあらゆる側面から評価し、長期にわたる健康管理を行うこと。被ばくに対して補償すること。
5. 労働者の年間被ばく限度の引き上げ(250ミリシーベルト)を撤回すること。高線量下で働く労働者の被ばく管理・安全管理・健康管理を徹底すること。被ばくに対して補償すること。
6. 放射能の海洋への放出をやめること。
7. 周辺住民、労働者、農業・酪農・漁業従事者への被害補償を行うこと。
8. 大事故に関する全ての補償は、優先的に東電・電気事業者に行わせること。