

主催：「原発と人権」ネットワーク
老朽原発再稼働問題学習会

日時：5月28日 18:00～20:00

会場／オンライン配信含む

「老朽原発の安全性を問う」

— 原発技術をよく知る技術者の訴え —

原子力市民委員会委員

元東芝原発設計技術者

博士（工学） 後藤 政志

内 容

- 1 BWRおよびPWRの代表的な故障事故
- 3 川内原発の寿命延長と特別点検の限界
- 4 バスタブ曲線と設計寿命
- 5 運転期間延長と事故のリスク
- 6 「私は専門外」を連発する座長
- 7 原発の安全性と「企業機密」
- 8 照射脆化と脆性破壊
- 10 能登半島地震と原発重大事故対策
- 11 羽田航空機事故の意味すること
- 12 事故はいつどこで起きるかわからない
原発は国を亡ぼす

高浜原発1号機と2号機

高浜3号、4号も稼働中

高浜2号機

高浜1号機



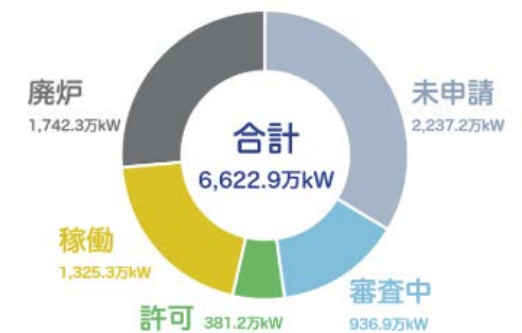
高浜原発の1号機⑥と2号機 (2021年2月)

東京新聞2024年9月16日

14基稼働中



※「未申請」は計画中等を含みます



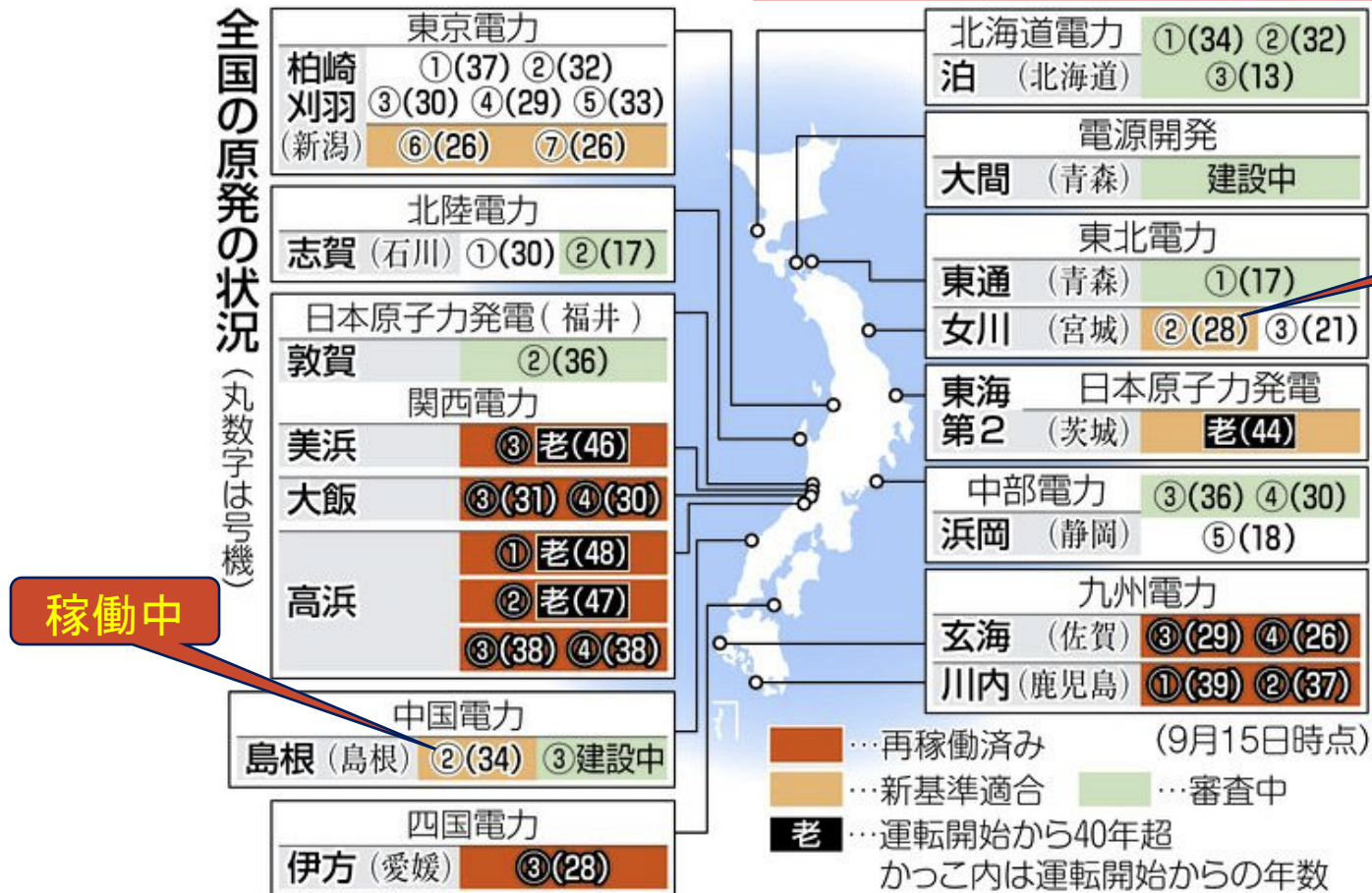
2024年12月23日時点

2024年12月23日時点

美浜、高浜1号、2号機は50年近い老朽原発だ。福島事故以来PWR12基が再稼働していたが、BWR2基が加わり14基に

◆全国の原発の現状は？ 老朽原発が稼働中

2024年BWRでは初めて女川2号と島根2号が再稼働した。



柏崎市で国道の橋梁が損傷し通行止めが続いている

テレビ新潟

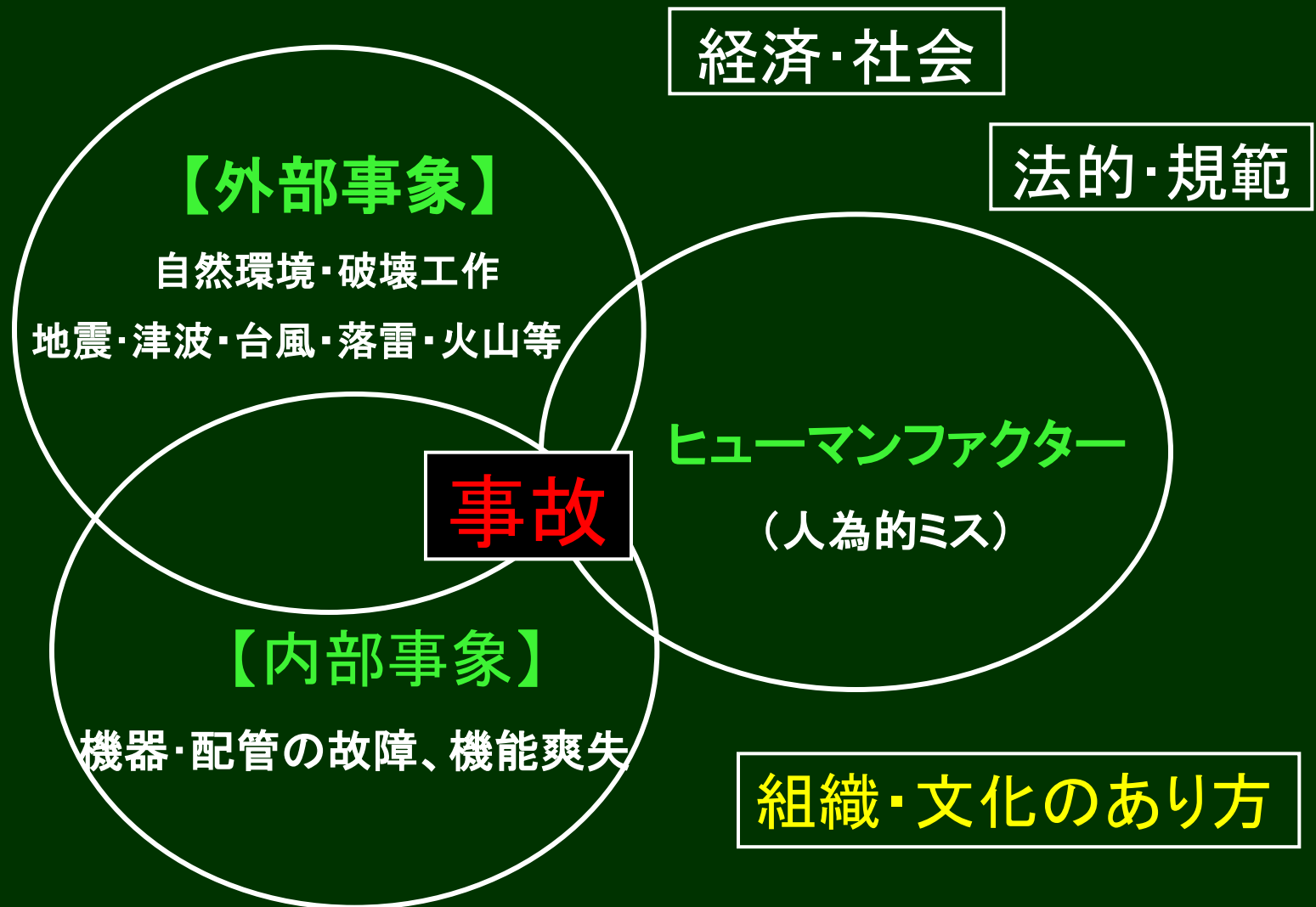


柏崎市上羽の国道八号上羽橋で損傷が確認され、5月9日から通行止めが続いています。長岡国道事務所によりますと、ガセットプレートと呼ばれる板が破断していることがわかっています。この箇所については部材を固定する応急処置を行います。また、緊急点検の結果、部材の腐食などの損傷が複数確認されました。長岡国道事務所では。



強度部材であるガセットプレートが破断

テレビ新潟
2025年5月16日



事故は、地震等・機器等の故障・人為的ミスが重なって起きる！

各要因が的確に把握できれば事故など起こらない！現実にはすべては予測不可。

BWRは格納容器が小さい

格納容器の仕様比較

BWRは圧力抑制プールがあるから小さい。水量が重要

格納容器形式		MARK-I 型			MARK-II 型		ABWR 型
		オリジナル (GE)		改良型	オリジナル(GE)	改良型	RCCV
原子炉型式		BWR-3	BWR-4	BWR-5	BWR-5	BWR-5	ABWR
空間部容積 (m³)	ドライウェル	3410	4240	8800	5700	8700	7400
	ウェットウェル	2620	3160	5300	4100	5700	6000
	全空間	6030	7400	14100	9800	14400	13400
最高使用圧力 (kg /cm²)		4.35	4.35	4.35	3.16	3.16	3.16
W/W 水量 (m³)		1750	2980	3800	3400	4000	3600
熱出力 (MWt)		1380	2387	3293	3293	3293	3926
空間部全容積／熱出力 (m³ /MWt)		4.37	3.11	4.28	2.98	4.37	3.41
W/W 水量／熱出力 (m³ /MWt)		1.27	1.25	1.15	1.03	1.21	0.92

過酷事故対策(AM)とは

設計基準事象を超え、炉心が大きく損傷する恐れのある事態が万一発生したとき、

- ・現在の設計に含まれる安全余裕
- ・本来の機能以外にも期待し得る機能⇒流用！
- ・そうした事態に備えて新規に設置した機器を有効に活用し、事象の拡大防止・影響緩和を行う措置

◆過酷事故に備えた対策はありあわせの設備・機器と仮設・可搬式の機器・配管・ケーブルで対処する！

⇒機器の故障、人的ミス、環境条件により信頼性がない。信頼性のない手段では事故を防げない！

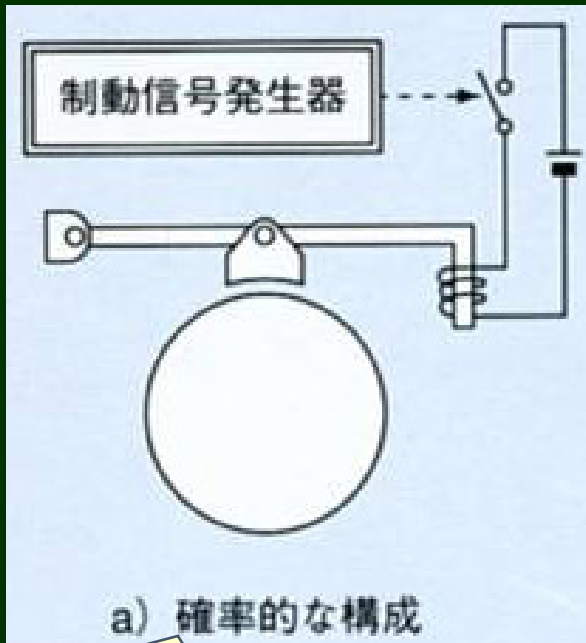
⇒“格納容器の設計条件”を超えると機器類の作動は保障されない！

何故、重要な機器が事故時働かなかったのか？

- ◆設計条件を超えると、格納容器内の環境条件（圧力温度など）は特定できない。
- ◆格納容器内のすべてのシステムは設計条件（最高使用圧力、最高使用温度、想定放射線量）で作動が保障されている。
- ◆安全系の機器だけではなく、すべての機器、システムの設計条件を過酷事故条件に変更しなければ、過酷事故時に作動しないことは当然あり得る。
- ◆設計基準事故条件と過酷事故条件が二重基準

確率的安全

部品点数が増えるほど故障し易くなり、ブレーキが効かなくなる可能性が高まってくる！！



通常時は、ブレーキは外れている。スイッチを入れると電流が流れてブレーキがかかる。

1) スイッチの接触不良

2) 電源ダウン

3) 回路断線

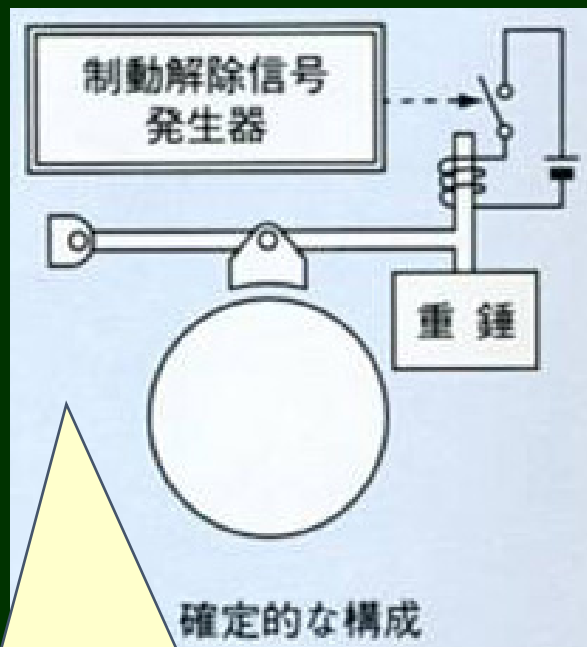
4) コイル断線

いずれの故障もブレーキが効かなくなる

→ 全ての機構が常に正常に動くことを保証しなければならない(確率的に必ず故障が起こる)

確定的安全

部品点数が増え故障し易くなっても、安全装置の機能は失われない！



通常時は、電流を流してブレーキを外している。スイッチを入れると電流が切れてブレーキがかかる。

- 1) スイッチの接触不良
- 2) 電源ダウン
- 3) 回路断線
- 4) コイル断線

いずれの故障があってもブレーキは効くから事故にはならない

→ 構造として安全を作り込むとはこのようなことを言う

『佐藤R&D 技術における安全とは何か』に加筆

フェールセーフが成立しないのでは？

【安全な状態の定義】 ができない！

【機械の故障が検出】 ができない！

【故障したら自動的に、確実に安全状態に移行すること】 ができない！

⇒だから、多重防護にたより、“リスク評価”
(確率)に逃げ込まざるを得なくなる。

であるならば最悪の事故を想定すべし！

『フェールセーフ』とは何か

- ◆機械の故障やヒューマンエラーが、あっても安全を確保できること
- ◆事故においては、フェールセーフが成立するかどうか、最も重要
- ◆どのようにしてフェールセーフが確保できるかという視点で事故原因調査することが肝要
- ◆福島ではフェールセーフが成立しなかったのは、なぜか？
- ◆シビアアクシデント対策が信頼性がないのは人の手に依存しており、フェールセーフ化されていないから。

フェールセーフが成立しない原子力

【安全な状態の定義】ができない！

- ◆IC（隔離時復水器）のように、隔離弁が開く（冷却機能）方が安全か、閉じる（放射性物質の隔離機能）方が安全か決められない！
- ◆融けた溶融炉心デブリは、水をかけないとどこまでも侵食するが、水をかけると水蒸気爆発が発生する危険がある。
水を入れるべきか入れない方がよいか、どちらが安全か特定できない。

フェールセーフが成立しない原子力

【故障したら自動的に、確実に安全状態に移行すべきだが】できない！

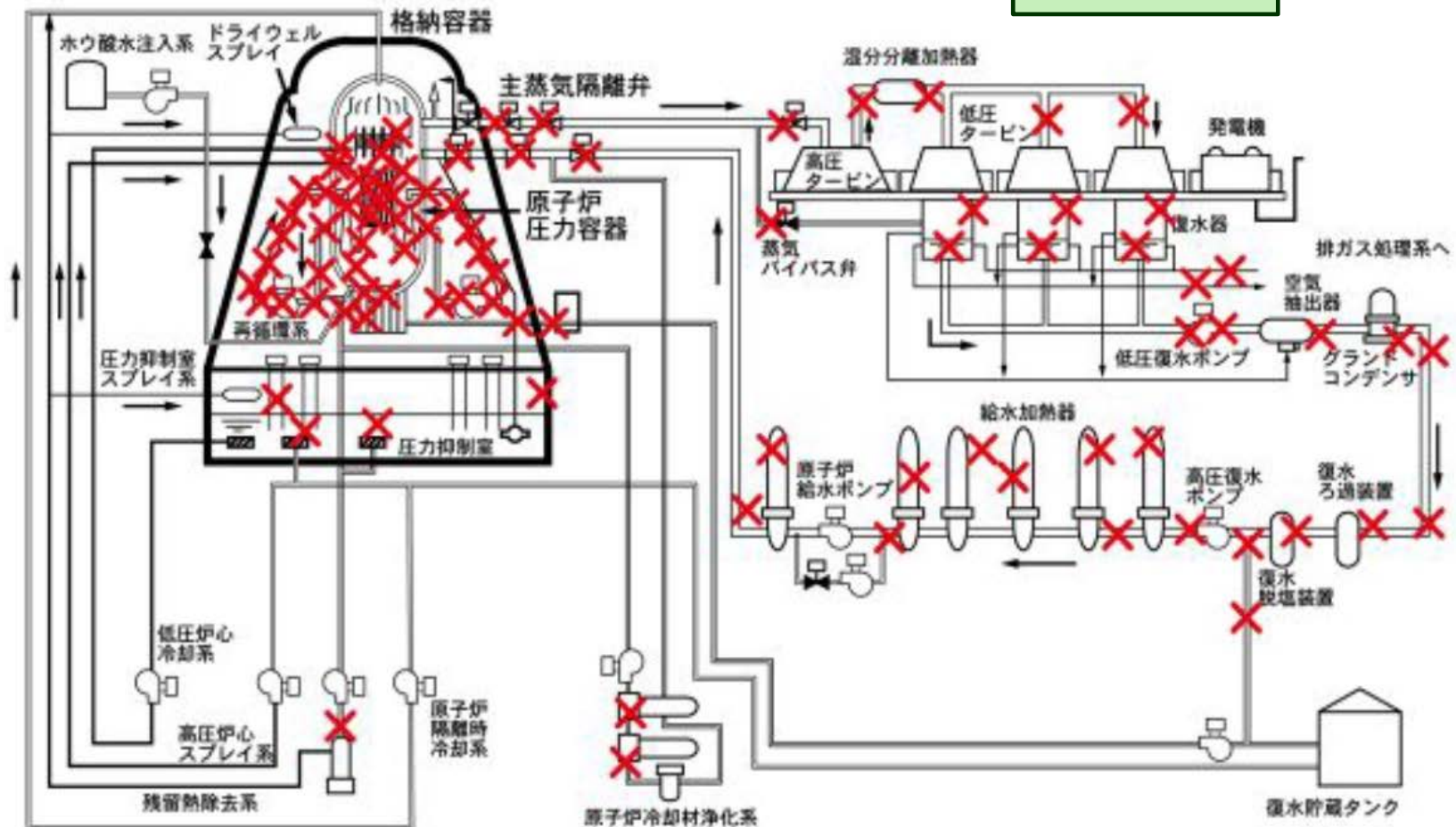
- ◆主蒸気逃がし弁(SR弁)が機能したか怪しい
⇒逃がし安全弁の圧力の設定や、格納容器内の圧力上昇で機能喪失の可能性など
- ◆故障には、安全側故障と危険側故障があるが
原子力では、多くの場合、危険側故障
⇒多重防護に頼る
⇒事故は確率的にしかも確実に起きる

原発の事故発生個所は全体におよび膨大な数(BWR)

原子炉系

場所により損傷の仕方が異なる

タービン系

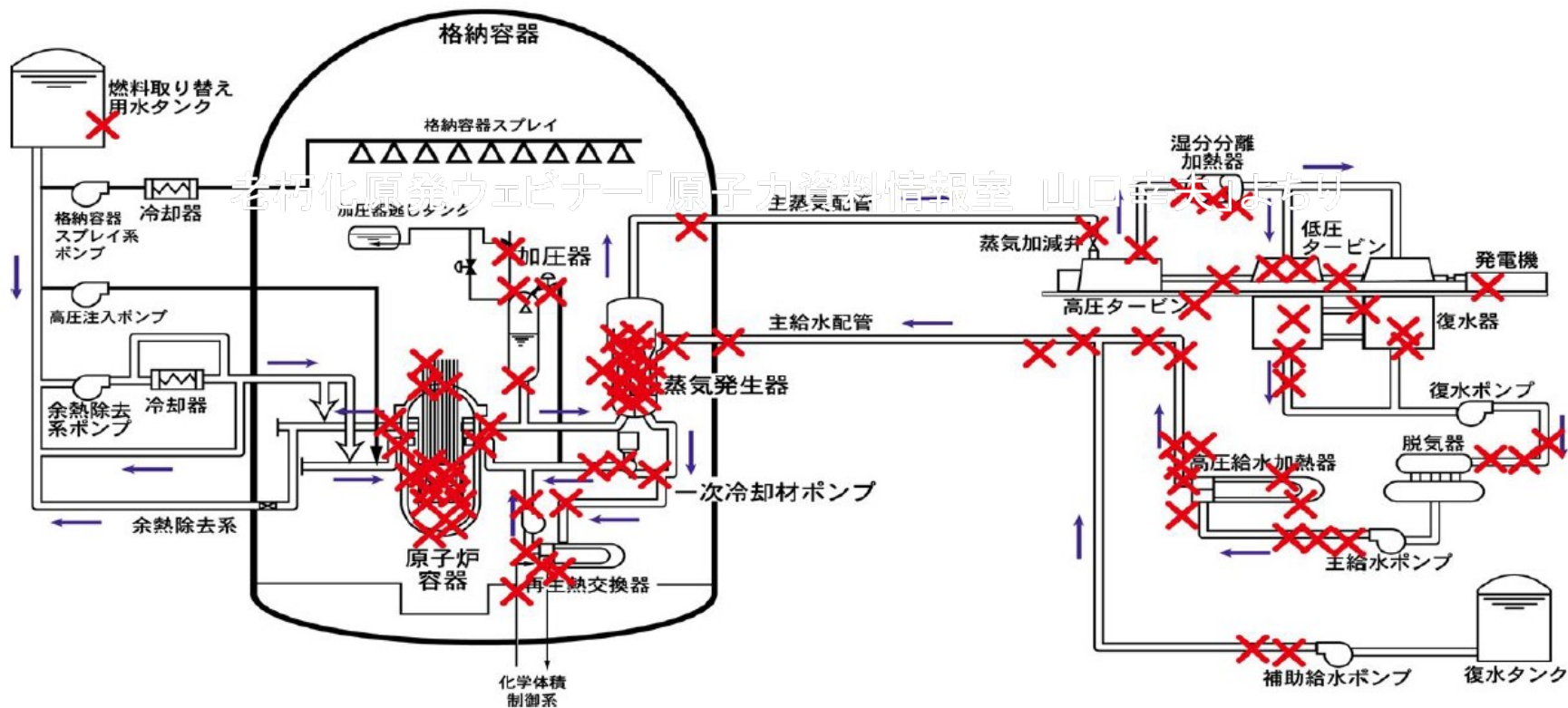


事故発生個所は全体におよび膨大な数(PWR)

原子炉と上記発生器に集中している

原子炉系

タービン系



2005年までに起きた主な事故・故障

BWR

燃料棒の損傷
制御棒被覆のひび割れ
シュラウドのひび割れ
給水ノズルのひび割れ
サーマルスリーブの疲労割れ
タービン軸の損傷
給水加熱器配管の減肉
余熱除去系配管の破壊
再循環系配管やノズルのひび割れ
再循環ポンプの損傷や破壊
制御棒駆動装置案内管のひび割れ
制御棒駆動水圧系配管のひび割れおよび減肉
炉内中性子モニタリングのひび割れ

PWR

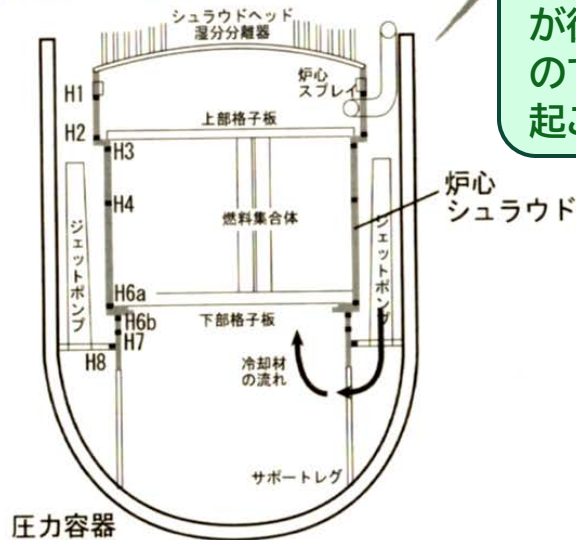
燃料棒の損傷
蒸気発生器伝熱用配管の損傷・破断
加圧器逃がし弁配管用ノズルのひび割れ
原子炉容器上ぶた制御棒駆動装置取付ノズルのひび割れ
原子炉冷却材入り口ノズルのひび割れ
原子炉容器底部の計装用ノズルのひび割れ
化学体積制御系配管のひび割れ
給水ポンプおよび一次冷却用ポンプのシール部の損傷
低圧タービンの静翼の損傷
復水配管の破裂
復水配管の破裂

- ◆上記は代表例で、数えきれないたくさんのトラブルが起きている。
- ◆2005年以降、約20年経つが、その後も多くのトラブルが発生している。

BWR構造の代表的なひび割れ

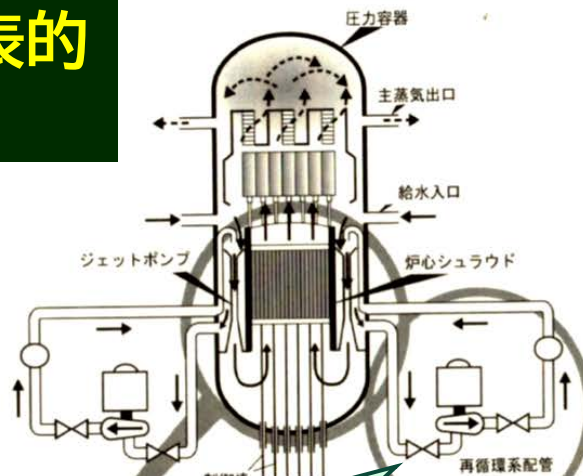
シュラウド
炉心を囲む円筒状の厚板のリング

炉心シュラウドと溶接部の位置

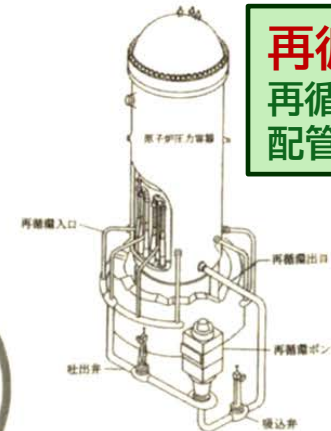


■ Hx: 水平溶接部

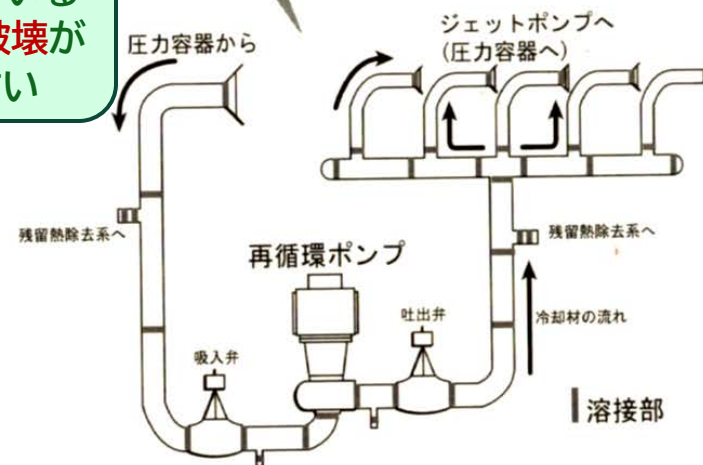
常時、大量の水が循環しているので**疲労破壊**が起こりやすい



再循環系
再循環ポンプと配管



再循環系配管と溶接部の位置



(原子力資料情報室作成)

図 1.11 沸騰水型炉の構造とひび割れ

蒸気発生器の損傷 (PWR)

蒸気発生器は、容器の中に数千本の細管が走っており、PWR原発の最も損傷の多い、泣き所である。装置全体の取替もしているが、今後とも損傷が懸念される。

表 1.5 蒸気発生器の交換一覧

原子炉名	電力会社	交換時期	交換基数
美浜 2 号炉	関西電力	1993. 7-1994. 10	2
高浜 2 号炉	関西電力	1994. 1-1994. 8	3
玄海 1 号炉	九州電力	1994. 5-1994. 11	2
大飯 1 号炉	関西電力	1994. 8-1995. 5	4
美浜 1 号炉	関西電力	1994. 11-1996. 4	2
高浜 1 号炉	関西電力	1996. 1-1996. 8	3
美浜 3 号炉	関西電力	1996. 8-1997. 2	3
大飯 2 号炉	関西電力	1997. 2-1997. 8	4
伊方 1 号炉	四国電力	1998. 1-1998. 5	2
玄海 2 号炉	九州電力	2001. 3-2001. 10	2
伊方 2 号炉	四国電力	2001. 9-2002. 1	2
川内 1 号炉	九州電力	2008 (予定)	2

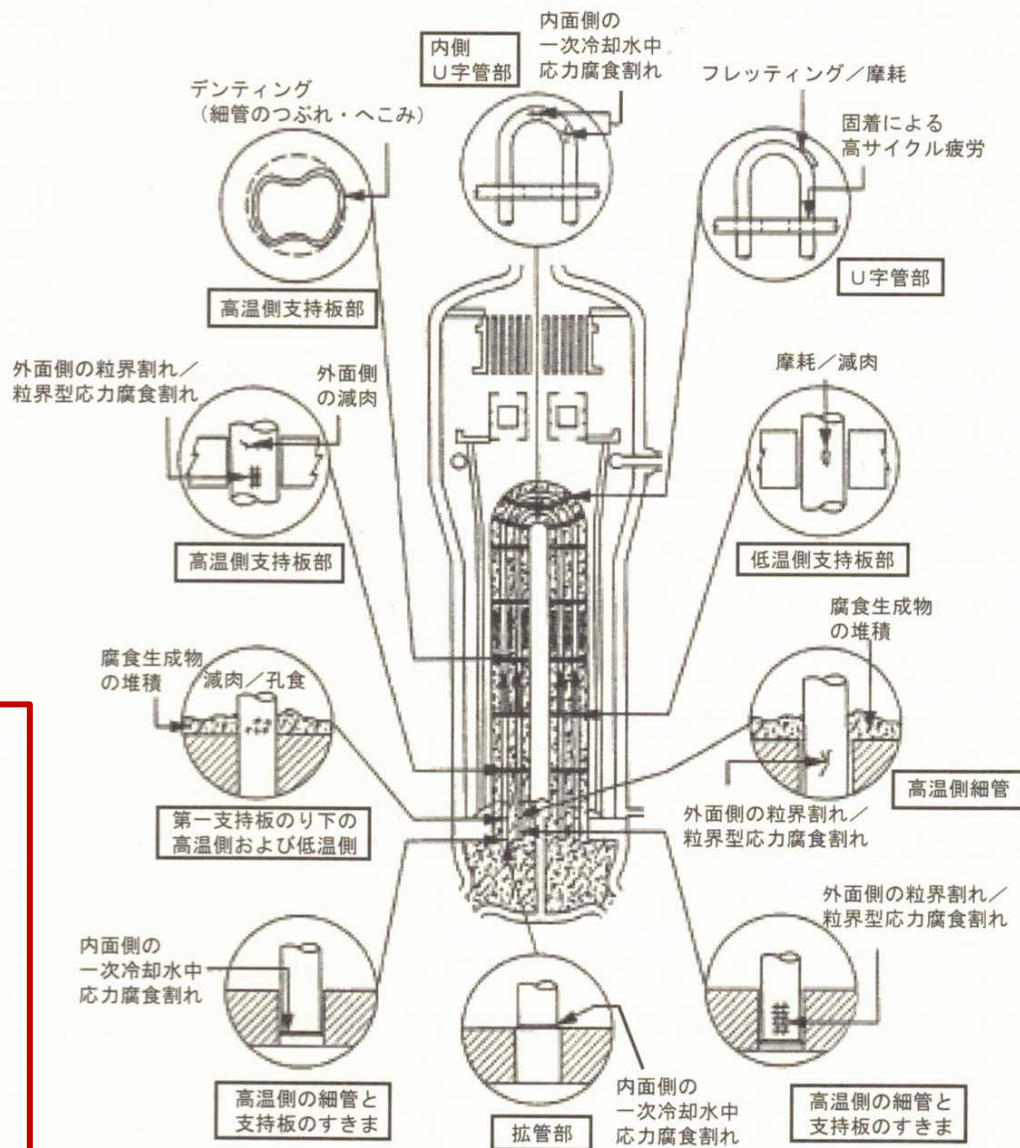
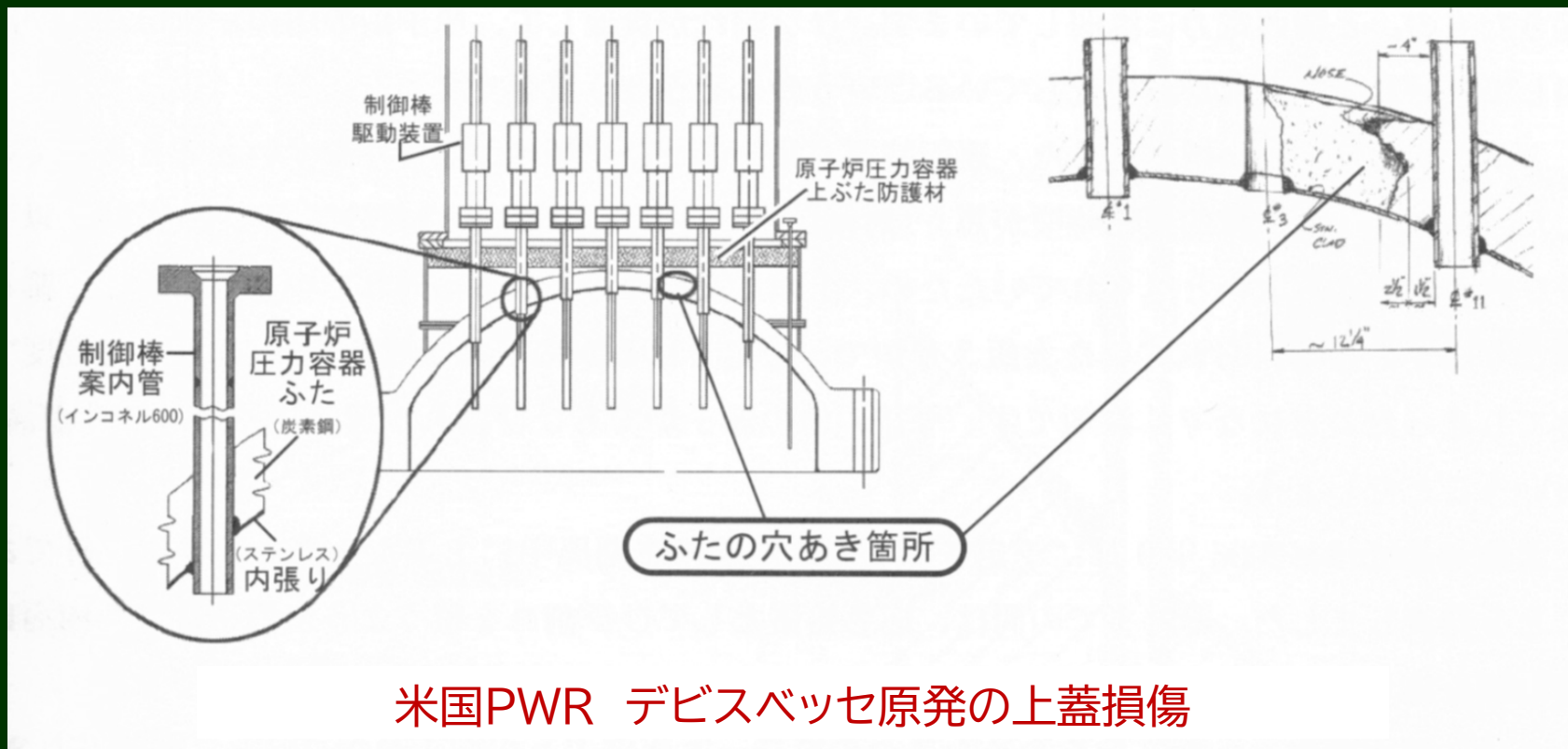


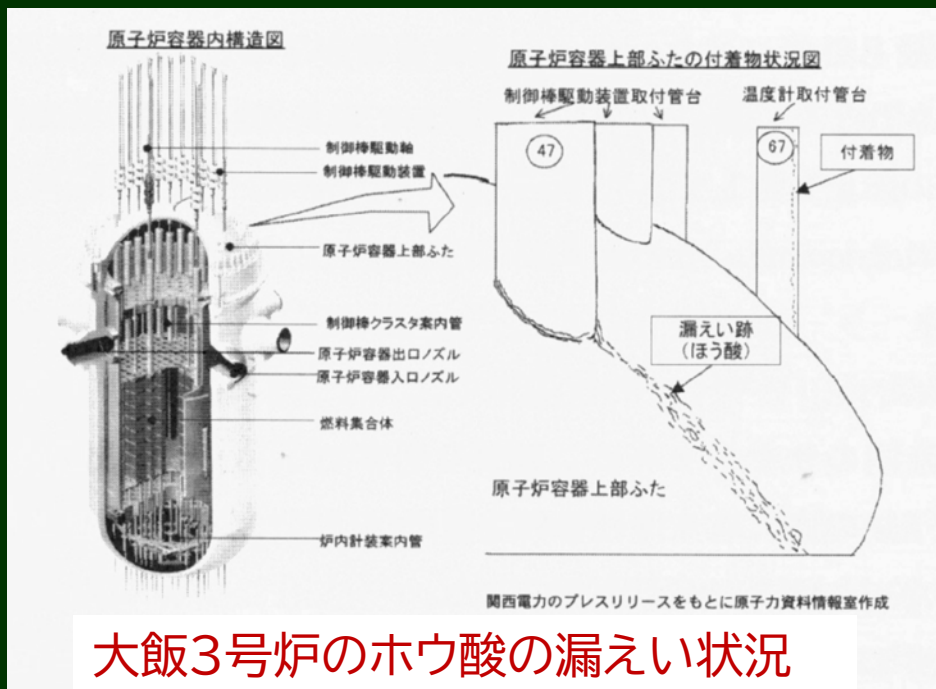
図 1.4 蒸気発生器と損傷箇所例
(NUREG/CR-6365 より作成)

米国で原子炉容器上蓋損傷

1978年7月運転開始2002年3月原子炉容器のふたに穴が開き貫通寸前だった。他の8原発でふたに取り付けられた配管の亀裂を発見、その検査で見つかった。原子炉の出力を制御するため炉水にいったホウ酸が析出。



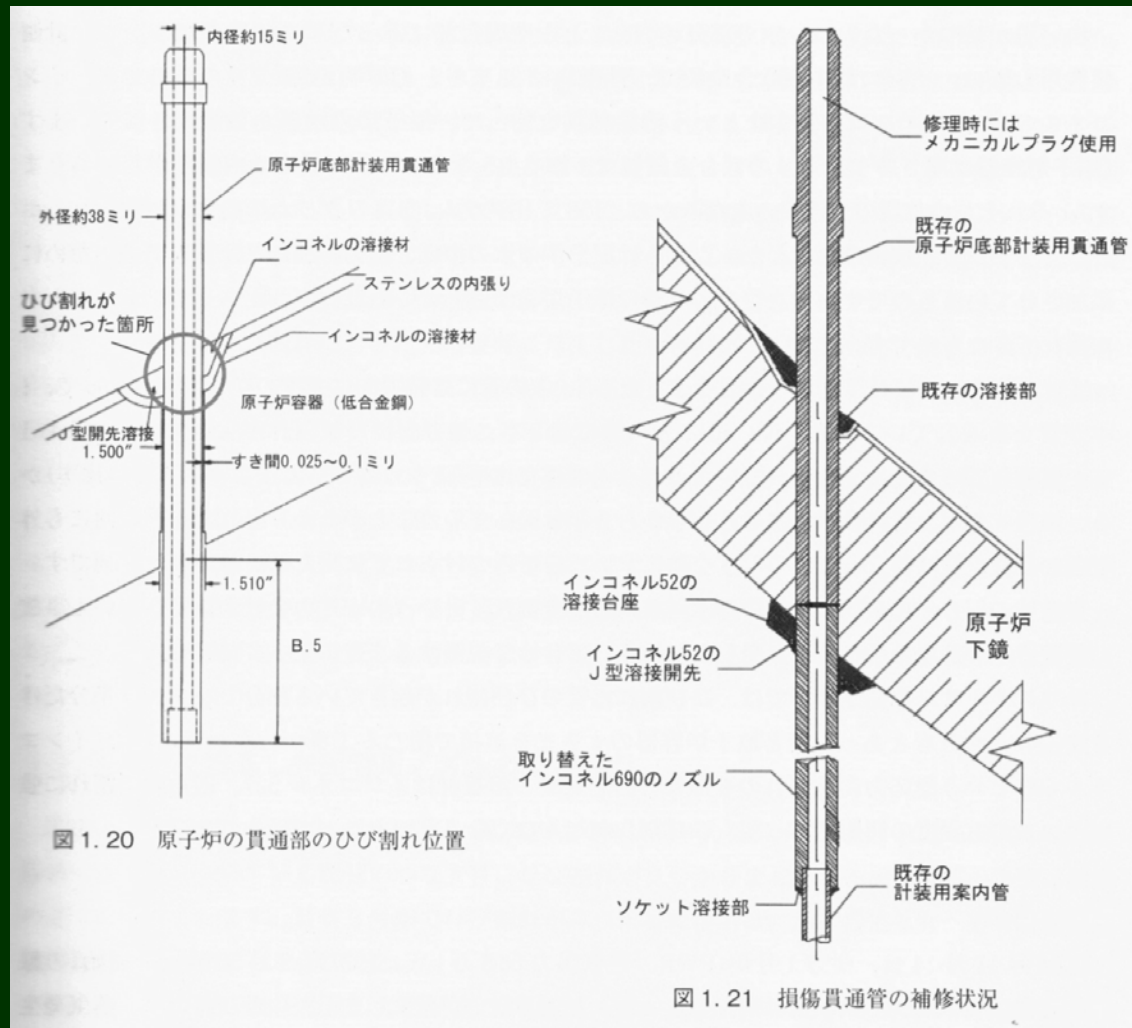
原子炉容器上蓋交換(18原発)



原子炉名	電力会社	交換時期
高浜 1 号炉	関西電力	1996. 1-1996. 8
美浜 3 号炉	関西電力	1996. 8-1997. 2
高浜 2 号炉	関西電力	1997. 2-1997. 6
大飯 2 号炉	関西電力	1998. 8-1999. 8
美浜 2 号炉	関西電力	1999. 9-1999. 12
大飯 1 号炉	関西電力	2000. 7-2000. 12
伊方 1 号炉	四国電力	2000. 9-2001. 2
玄海 1 号炉	九州電力	2001. 3-2001. 9
玄海 2 号炉	九州電力	2001. 3-2001. 10
美浜 1 号炉	関西電力	2001. 5-2001. 8
伊方 2 号炉	四国電力	2001. 9-2002. 1
大飯 3 号炉	関西電力	2006. 9- (予定)
高浜 4 号炉	関西電力	2007. 3- (予定)
大飯 4 号炉	関西電力	2007. 4- (予定)
高浜 3 号炉	関西電力	2007. 12- (予定)
敦賀 2 号炉	日本原子力発電	2007- (予定)
川内 1 号炉	九州電力	2008-2009 (予定)
川内 2 号炉	九州電力	2008-2009 (予定)

原子炉本体の下鏡の計装用貫通管溶接部損傷

2003年2月高浜1号炉(1974年11月運転開始)の原子炉本体下部に亀裂
インコネル600合金の溶接部にひび割れが発生(直径38mm、厚さ11.4mm)



原発の物量に比べて特別点検はごくごく一部

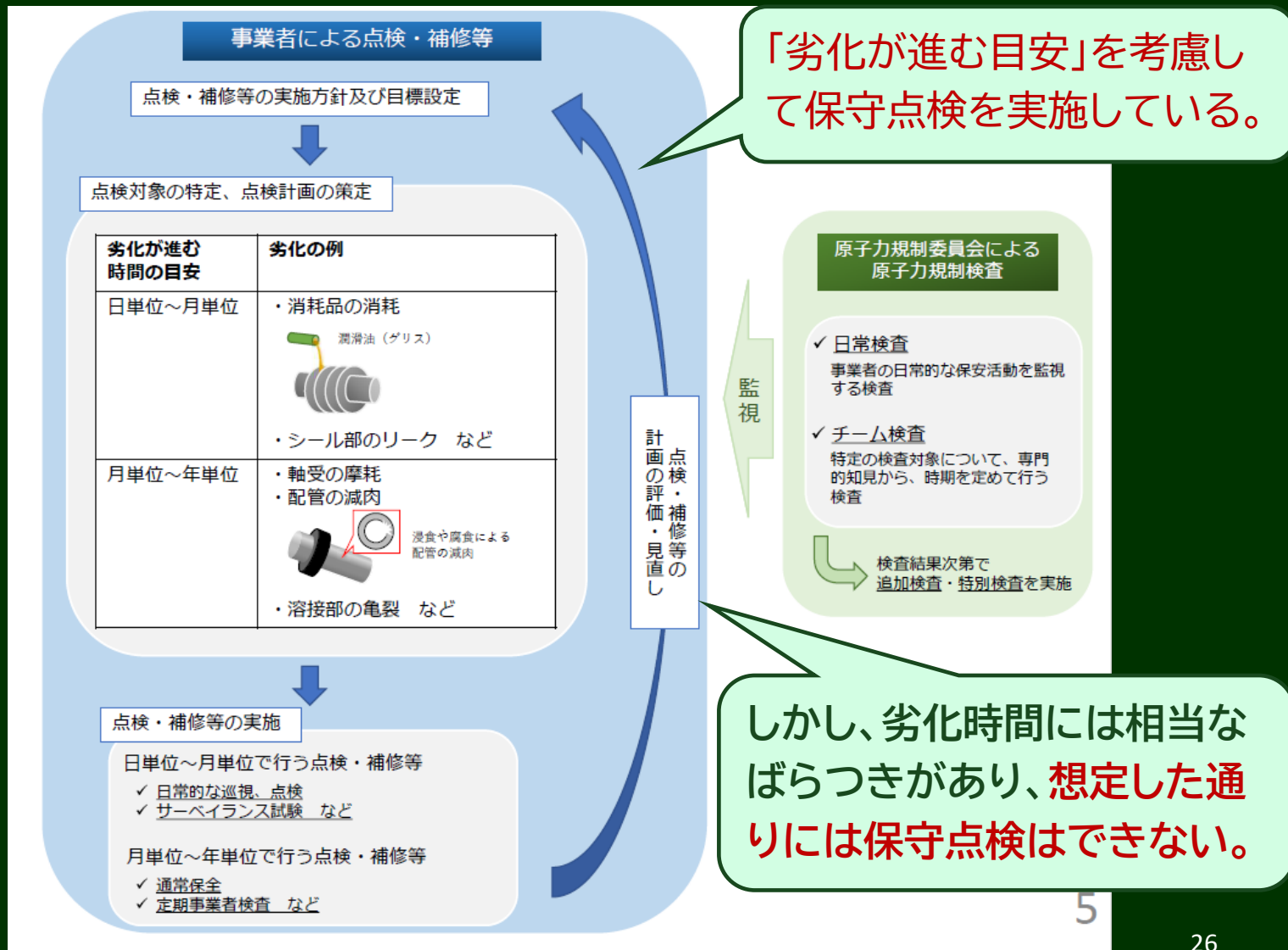
原子力発電所(100 万kW 級)の物量

• 熱交換器	140 台
• ポンプ	360 台
• 弁	3,000 台
• モーター	1,300 台
• 配管	170 km、10,000 トン
• 溶接点数	65,000 点
• モニター	20,000 箇所
• ケーブル長さ	1,700 km

原発は膨大な物量があるため、特別点検をしても、ほんのわずかな部品点数しか検査ができない。

(BWRとPWRを平均したもの)

事業者による点検補修の限界



高経年化に伴う物理的・化学的劣化

下記は代表的な経年劣化で他に違った劣化がある

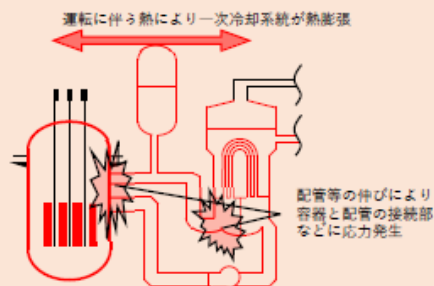
主要な6つの物理的な経年劣化事象

絶縁低下は発見できなければショートする

運転に伴い劣化が進展するもの

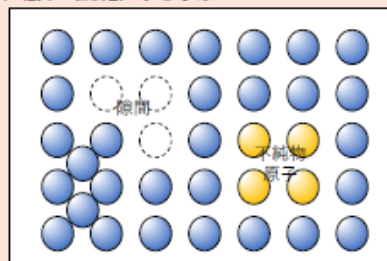
① 低サイクル疲労

温度・圧力の変化によって、大きな繰り返し応力がかかる部位に割れが発生する事象。



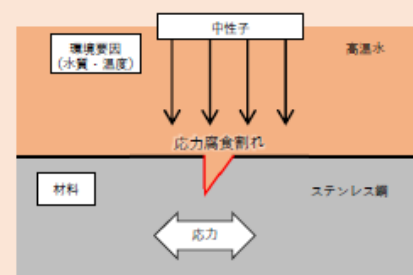
② 原子炉容器の中性子照射脆化

長期間にわたり原子炉容器に中性子が照射されることにより、金属の粘り強さ（靱性）が徐々に低下（脆化）する事象。



③ 照射誘起型応力腐食割れ

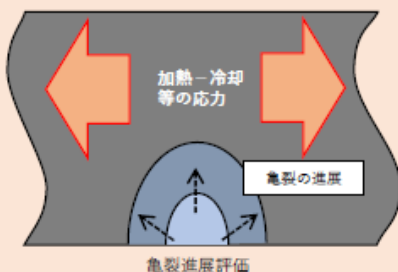
中性子の照射により、応力腐食割れの感受性が高くなり、ひび割れが発生する事象。



停止中でも進展するもの

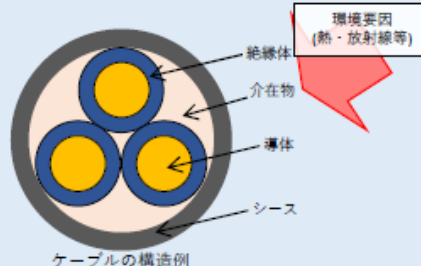
④ 2相 ステンレス鋼の熱時効

ステンレス鋼が高温での長期使用に伴い、靱性の低下を起こす事象。



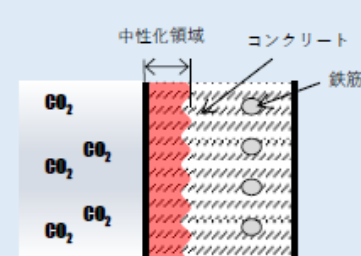
⑤ 電気計装設備の絶縁低下

電気・計装設備に使用されている絶縁物が環境要因等で劣化し、電気抵抗が低下する事象。



⑥ コンクリート構造物の強度低下

コンクリートの強度が、熱、放射線照射、中性化等により低下する事象。



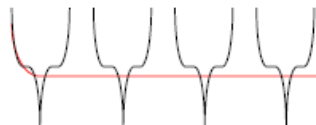
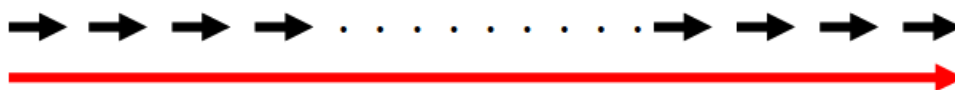
「原発に設計寿命がない」？

もはや日本は科学技術そのものを理解していない！

原子炉施設の経年劣化

物理的経年劣化への対応【基本編】

経年劣化の進展速度



数日～数年程度の頻度で進む劣化

高経年化（数十年～）によって進む劣化

4. 事業者による日常的な点検・補修等

経産省は、老朽プラントの寿命は、科学・技術の問題ではなく、政策の問題だという。規制委も追従。

古くなった装置は劣化するし、故障のリスクが上がるのは科学的技術的常識。設計寿命は、ものを作る基本的条件である。

劣化が進む時間の目安	劣化の例	
十年単位～（高経年化）	運転に伴い進展する劣化 ・低サイクル疲労 ・原子炉容器の中性子照射脆化 ・照射誘起型応力腐食割れ ・2相ステンレス鋼の熱時効	運転停止でも進展する劣化 ・電気・計装設備の絶縁低下 ・コンクリート構造物の強度低下

日常的な巡視・点検等に加えて

高経年化によって進む劣化に対する対応が必要

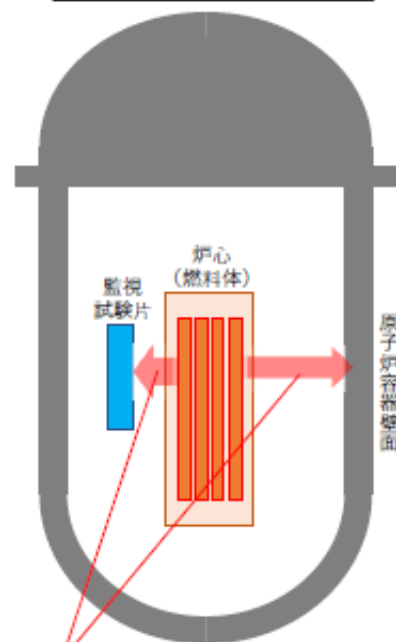
物理的な経年劣化への対応【60年超の劣化評価】

60年もの長期劣化は実証データがない。物理的あるいは非物理的劣化はあくまで推測にすぎない。自然災害等が発生し、その事故対策の重要な部分に劣化による故障が起きると重大事故等が起きるリスクが極めて高くなる。

国外における運転開始から50年を超えた原子炉施設の一覧
(2023.04.01時点)

	原子炉施設	国	運転開始日	運転年数
1	タラプール 1	インド	1969.10.28	53年
2	タラプール 2	インド	1969.10.28	53年
3	ナインマイルポイント 1	アメリカ	1969.12.01	53年
4	ベツナウ 1	スイス	1969.12.09	53年
5	ロバートEギネイ	アメリカ	1970.07.01	52年
6	ドレスデン 2	アメリカ	1970.08.11	52年
7	ポイントビーチ 1	アメリカ	1970.12.21	52年
8	H.B.ロビンソン 2	アメリカ	1971.03.07	52年
9	モンティセロ	アメリカ	1971.06.30	51年
10	ピッカリング 1	カナダ	1971.07.29	51年
11	ドレスデン 3	アメリカ	1971.10.30	51年
12	ベツナウ 2	スイス	1972.03.04	51年
13	ポイントビーチ 2	アメリカ	1972.10.01	50年
14	ターキーポイント 3	アメリカ	1972.12.14	50年
15	サリー 1	アメリカ	1972.12.22	50年
16	クアドシティーズ 1	アメリカ	1973.02.18	50年
17	クアドシティーズ 2	アメリカ	1973.03.10	50年
18	ノボボロネジ 4	ロシア	1973.03.24	50年
(参考：国内における最長の運転年数の原子炉施設)				
-	高浜発電所 1	日本	1974.11.14	48年

加速的な劣化データの取得例
(中性子照射脆化の場合)



監視試験片は原子炉容器壁面よりも内側（炉心により近い側）に設置されており、原子炉容器よりも多くの中性子照射を受けるため、実際よりも劣化が進んだ状態のデータを取得することができます。

照射脆化は、中性子が当たることで進む。

試験片で調べるが、古いプラントは試験片が足りなくなっている。小型試験片を入れる等、小手先の対策だ。

また、そもそも照射脆化の予測式に間違いがある。しかも非保守的な評価が疑われている。

設計の古さへの対応

④ 「設計の古さ」への対応イメージ

国内外の事故・トラブル情報、規制動向、安全研究等から得られた知見

対応が必要なレベルの「設計の古さ」を認知

「設計の古さ」への対応は、「規制の水準を引き上げること」や「追加保全」などの部分的で相対的な『よりましな長期施設管理』などでは解決にならない。

『設計の古さ』は、個々の材料の古さなら新材料に変えれば良いが、基本設計は抜本的な対策・作り替える位のことをしない限り無意味。

バックフィット

規制の水準を引き上げることによって相対的に「古い設計」に対応
(例) 重大事故を想定していなかった「古い設計」に対して重大事故対策を要求

施設管理

将来的な基準適合性を維持するため、通常保全に加え、劣化を管理するための追加保全を抽出・実施

長期施設管理

安全性向上評価

自然ハザード等の外環境の変化に対する評価や経年劣化が効果的に管理されているか（製造中止品管理を含む）などを評価

2023年1月高浜4号機が突然緊急停止した

事故から1ヶ月以上も原因が分らなかったが、その間他の原発は稼働したままだった。

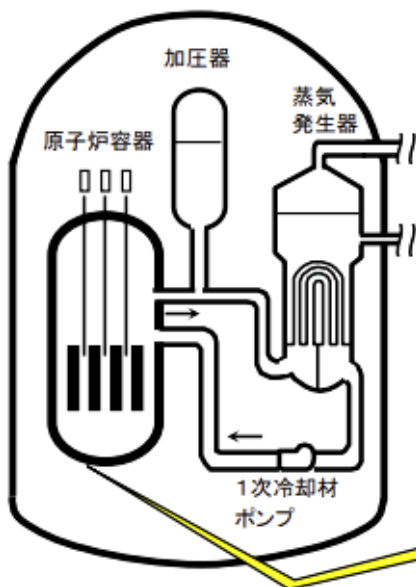
添付資料

高浜発電所4号機の原子炉自動停止の原因と対策

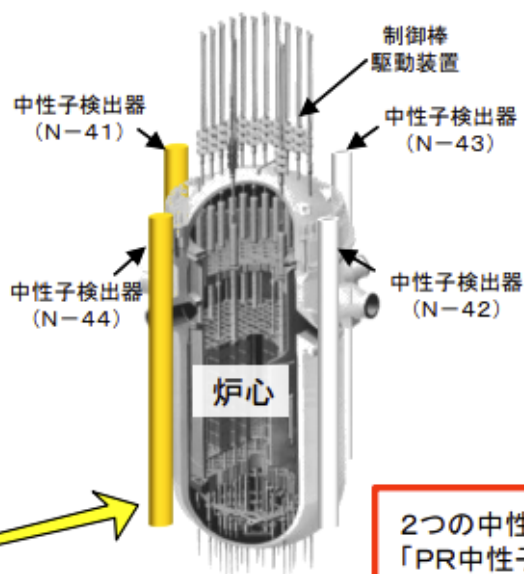
事象概要

安全上最も重要な原子炉停止系で、たまたま“止まる”方向のエラーだったから結果は良かったが、危険側故障が起きていたら・・・？

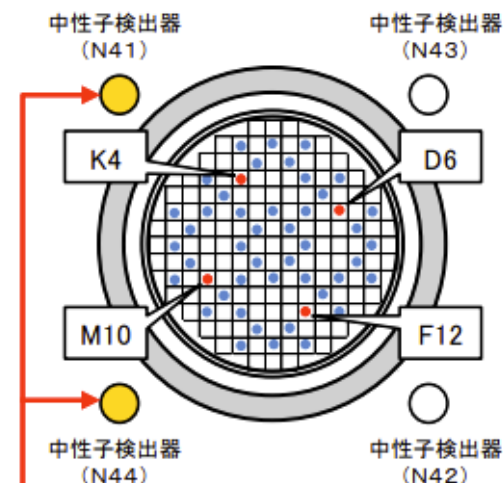
<原子炉格納容器>



<原子炉容器>



<炉心を上から見た図>



2つの中性子検出器の指示値が急減し、「PR中性子束急減トリップ」警報が発信

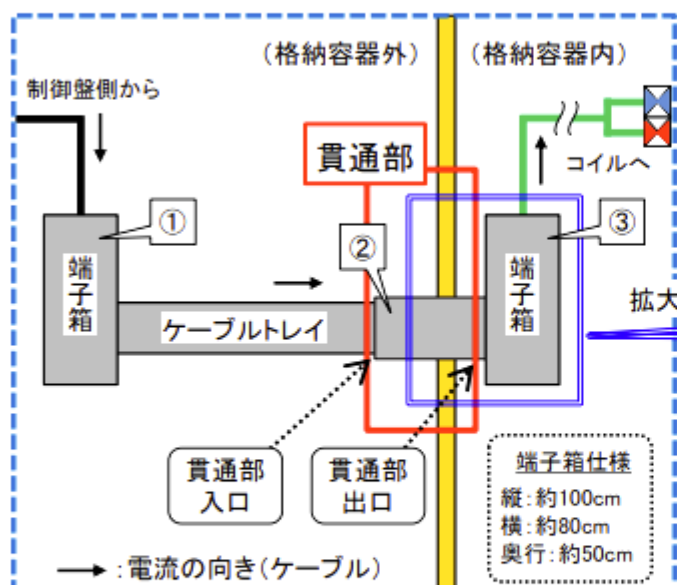
□ 燃料集合体(157体)
● 制御棒(48本)

九州電力の安全性に対する姿勢は、信じられない。 特に電気系統の事故は突然起こり、原因不明も多い。

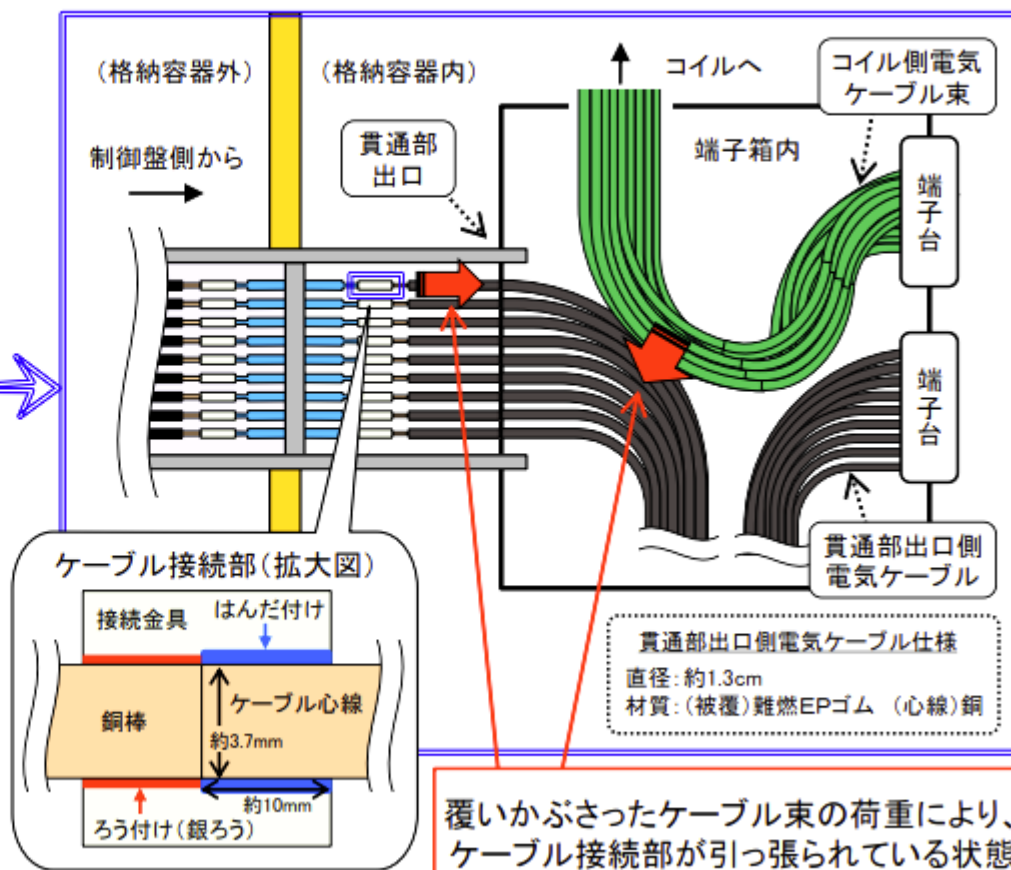
(原子炉格納容器貫通部の端子箱間の点検)

制御棒挿入の原因は原子炉格納容器貫通部の端子箱間にあると考え、当該端子箱間のケーブルや端子台を確認。

<貫通部の端子箱間イメージ(横断面図)>



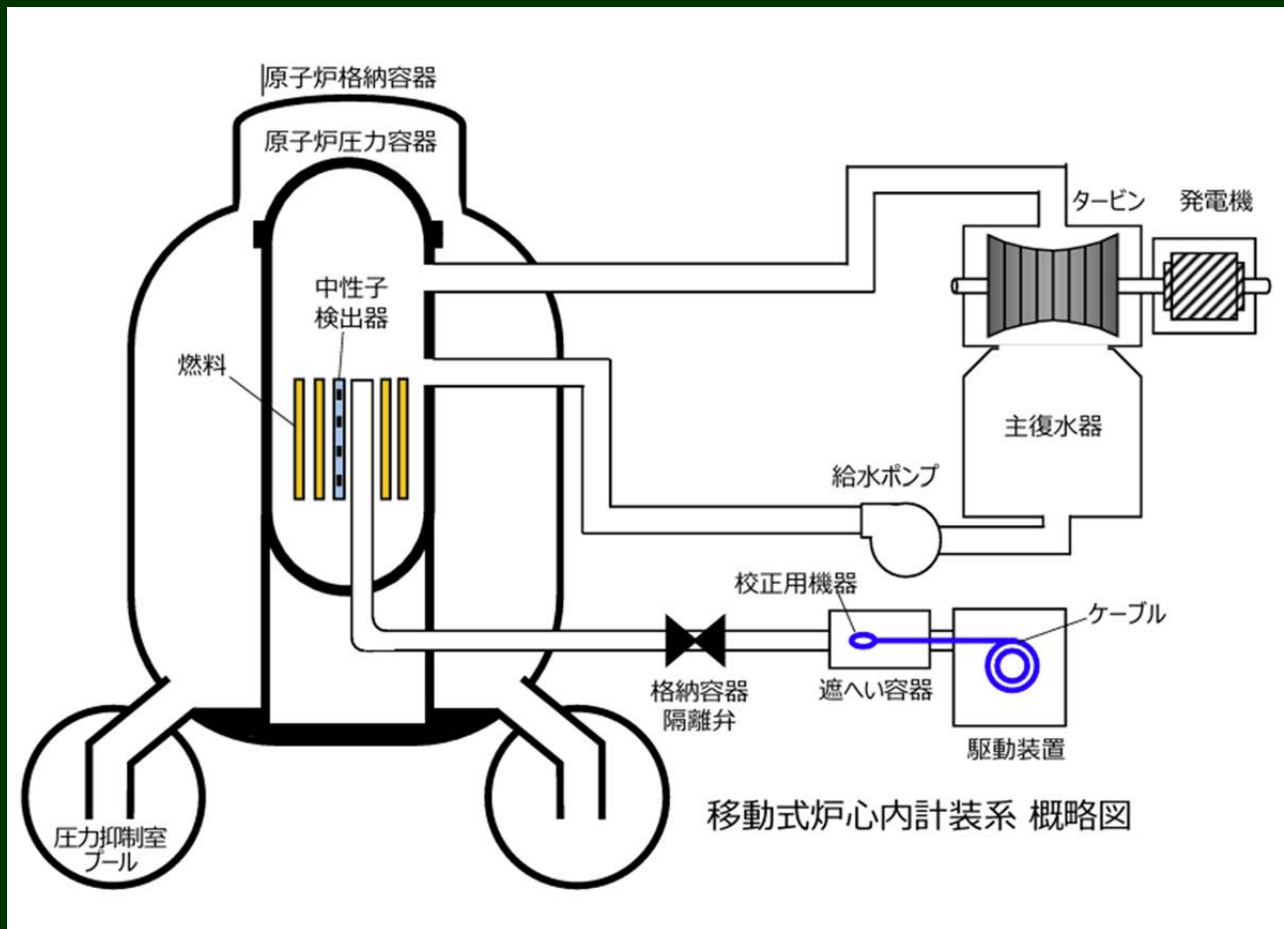
- ① 制御盤側からのケーブルは、格納容器外の端子箱で端子台に接続。
- ② 端子台からのケーブルは、ケーブルトレイを経由し貫通部入口へ敷設。
- ③ 貫通部からのケーブルは、貫通部出口を通り格納容器内の端子箱で端子台に接続。



女川2号13年ぶりに再稼働したが重要なトラブル発生

事故後13年経って再稼働した沸騰水型原発（BWR）

女川2号と島根2号機の再稼働に当たって重要なトラブルがあったので、トラブルの概要と意味について説明する。



女川2号機の中性子検出器が故障

2024年11月3日、原子炉内に挿入した中性子検出するための校正用機器の引き抜き動作時に移動式炉心内計装系（T I P）の検出器1台（以下「当該検出器」という）が途中で動かなくなった。（図1参照。図では校正用機器は原子炉容器および格納容器から引き出されている状態を示す。）手動でケーブルを引張り校正用機器を外に出して、原子炉をとめ、原因調査を進めてきた。

島根原発2号機の再稼働時の原子炉冷却系のトラブル（事故）で一時運転停止

島根原発2号機は、2024年12月7日に13年ぶりに再稼働したが、原子炉の水位計がトラブルが起き、約1時間にわたって水位計が異常な値を示していると発表。その後の調査で、機器の動作には異常がなく、計器類への理解不足だったとした。

なお、中国新聞の記事では、「中電島根原子力本部によると、原子炉の出力を上げるため、出力を調整するポンプの配管内を流れる水の量を増やした際に、水位計の値が上限を超えた数値を示した。午前11時21分に監視できない状態と判断したとしている。流量を減らすと数値は元に戻った。通常時に使う水位計には異常はなかった。新規制基準に沿って新たに取り付けた水位計で起こり得る現象だとし、「運転員の把握が十分ではなかった」と説明している。」

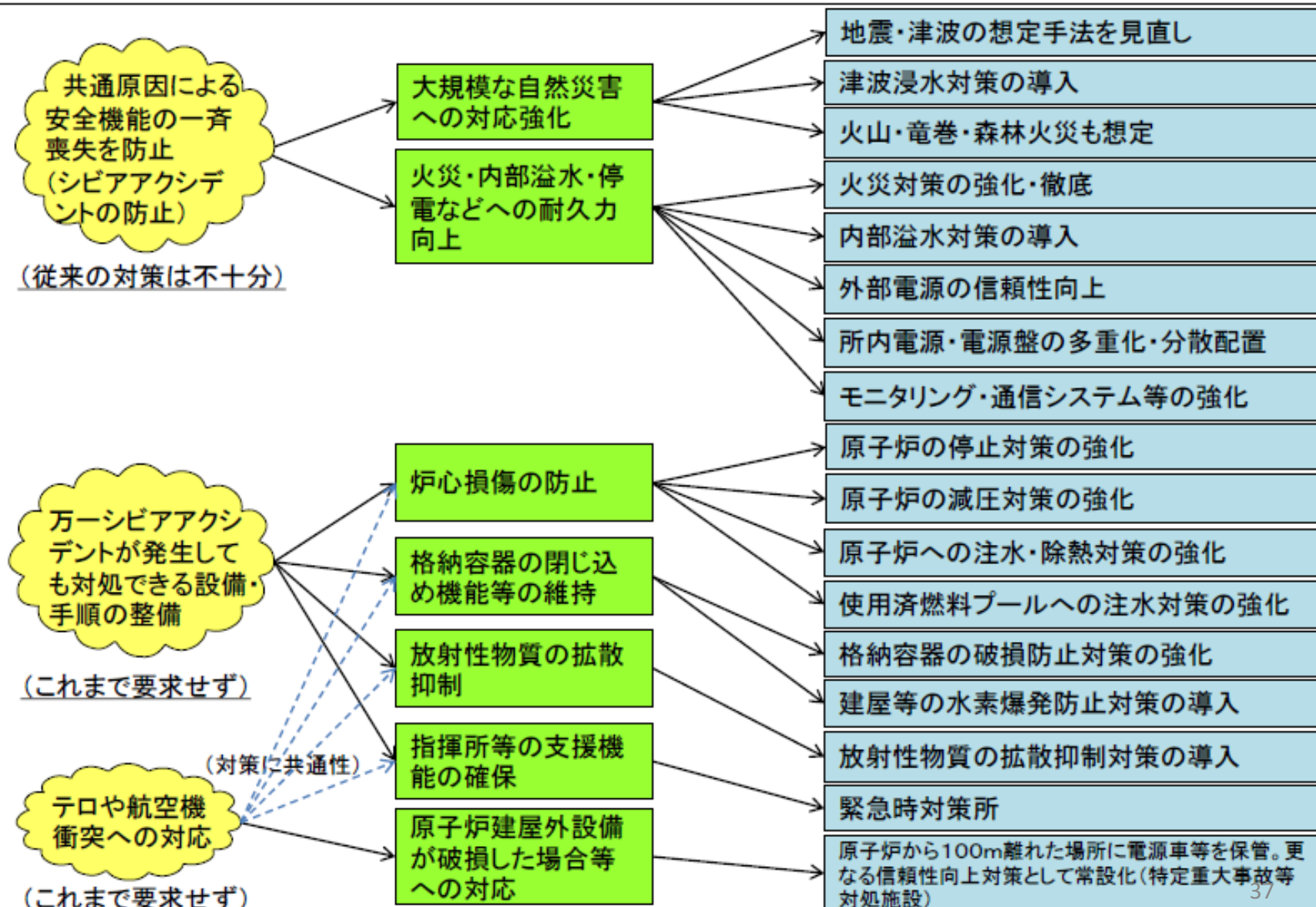
本件の主要な論点を以下述べる。

- ① 原子炉の最も重要な計測装置である水位計が正常に水位を示していないという極めて重大なトラブル(事故と言ってもよい)である。
- ② 「1時間も原子炉の水位が不明」
- ③ 今回問題になった水位計は、重大事故時に使うもので直径60センチメートル内外の再循環系の配管の圧力から水位を計測する仕組みだ。
- ④ 運転員が計測された水位から異常であると誤って判断したが、この水位計の仕様を良く理解していなかったことだとしている。
- ⑤ そんな判断ミスを招くような設計のまずさをおいておき、安易に人のミスとするのは間違っている。
- ⑥ 「新規規制基準を通った追加の水位計に基本的な欠陥があることが明らかになった」と見るべきだ。
- ⑦ 原発事故は、ただひとつの故障で起こるのではなく、同種の機器の多重故障や種類の異なる計測系の誤作動が関係することが多い。特に電源や電子回路の故障など起きていても、故障の原因がすぐには分からない。事故が進展してはじめて事態の深刻さが分かってくることになる。
- ⑧ 軽水炉の水位計は多くの問題をかかえており、米国スリーマイル原発事故(TMI事故)でPWRの水位が把握できず、事故になったこと、特に水位計の不備を運転員の誤判断に押し付け、抜本的な対策をしてこなかったことが、福島事故の原因のひとつと言ってもよい。

- ⑨福島事故が起き、事故時に水位計が誤作動していることが分からず、3月11日未明には1号機はメルトダウンしていた
- ⑩島根2号機は13年もの期間停止しており、どこでどのようなトラブルが起こるか分からない極めて危なっかしい状態である上に、「中国電の原発運転員の約6割が未経験者だ。」という衝撃的な報道(朝日新聞)もある
通常運転時は、運転員の半分程度が未経験者であっても、ベテランがカバーするので、それほど問題とは思わないが、事故時は全く異なる。事故時は何人ベテランがいても対応できないことが、福島事故でよく分かる。

新規制基準の基本的な考え方と主な要求事項

➤ 共通原因による機能喪失及びシビアアクシデントの進展を防止するための基準を策定



関電の安全対策は、「形式的な多重防護であり、事故の進展にしたがって事故の進展を止める仕組みになっていない。」

原子力発電所の安全確保

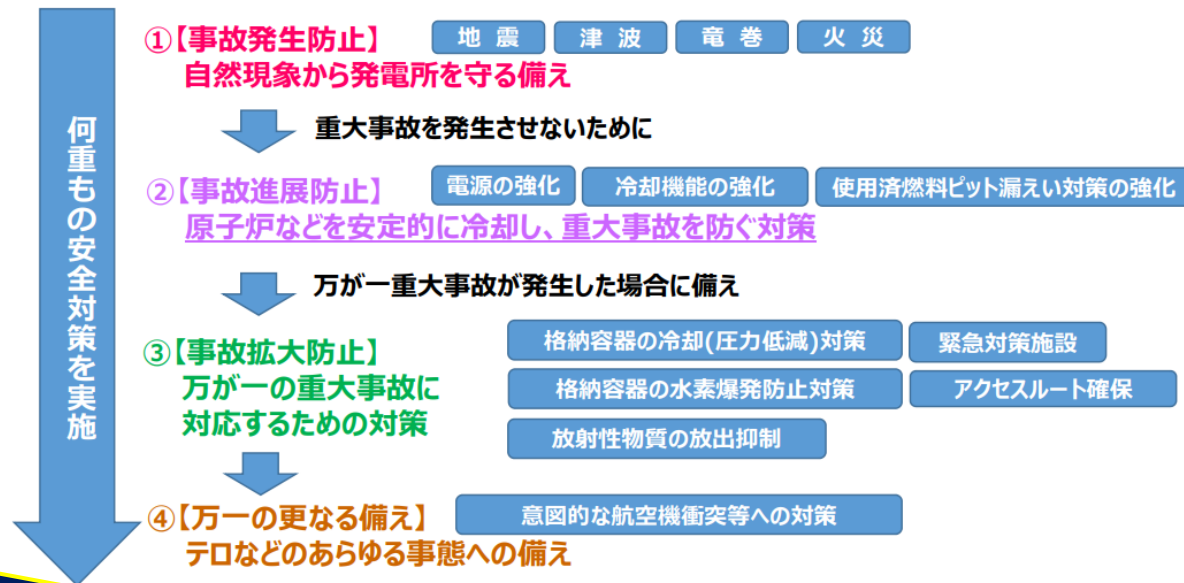
7

○東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を教訓として、事故を起こさない、起こったとしても進展・拡大を防ぐ対策を多重化・多様化することで、**当社は規制の枠組みにとどまることなく、自主的かつ継続的な安全性向上対策を実施しています。**

事故進展とともに
安全対策の信頼性が落ちる

信頼性が落ちている
(現状)

信頼性を
上げるべき



「何重もの安全対策をしても、①⇒②まではともかく、以降の⇒③⇒④の対策は信頼性が低い（確実に安全を確保できない）」

鹿児島県川内原発の運転期間延長の専門委員会の委員

- ◆鹿児島県知事の指示で専門委員会の下に分科会（委員7名）を設置
- ◆公約で、「**原子力に批判的な考えを持った者を複数人入れる**」
- ◆分科会として必ずしも統一見解を求めない。「**両論併記でも良い**」

分科会委員の任命と私の使命

- ◆「原子力に批判的な意見を持った委員」として、知事から要請
- ◆ 川内原発 1， 2 号機の運転期間**40年**を超えて運転することについて「**特別点検**」を実施するので、それについて「**科学的・技術的な評価を徹底的に実施し、県民に分かり易く伝えること**」
- ◆分科会として必ずしも統一見解を求めない。「**両論併記でも良い**」。
(知事の発言、専門員会前委員長の発言、分科会釜江座長の発言)

鹿児島県川内原発の運転期間延長の専門委員会の委員

鹿児島県原子力安全・避難計画等防災専門委員会
川内原子力発電所の運転期間延長の検証に関する分科会 名簿

(50音順)

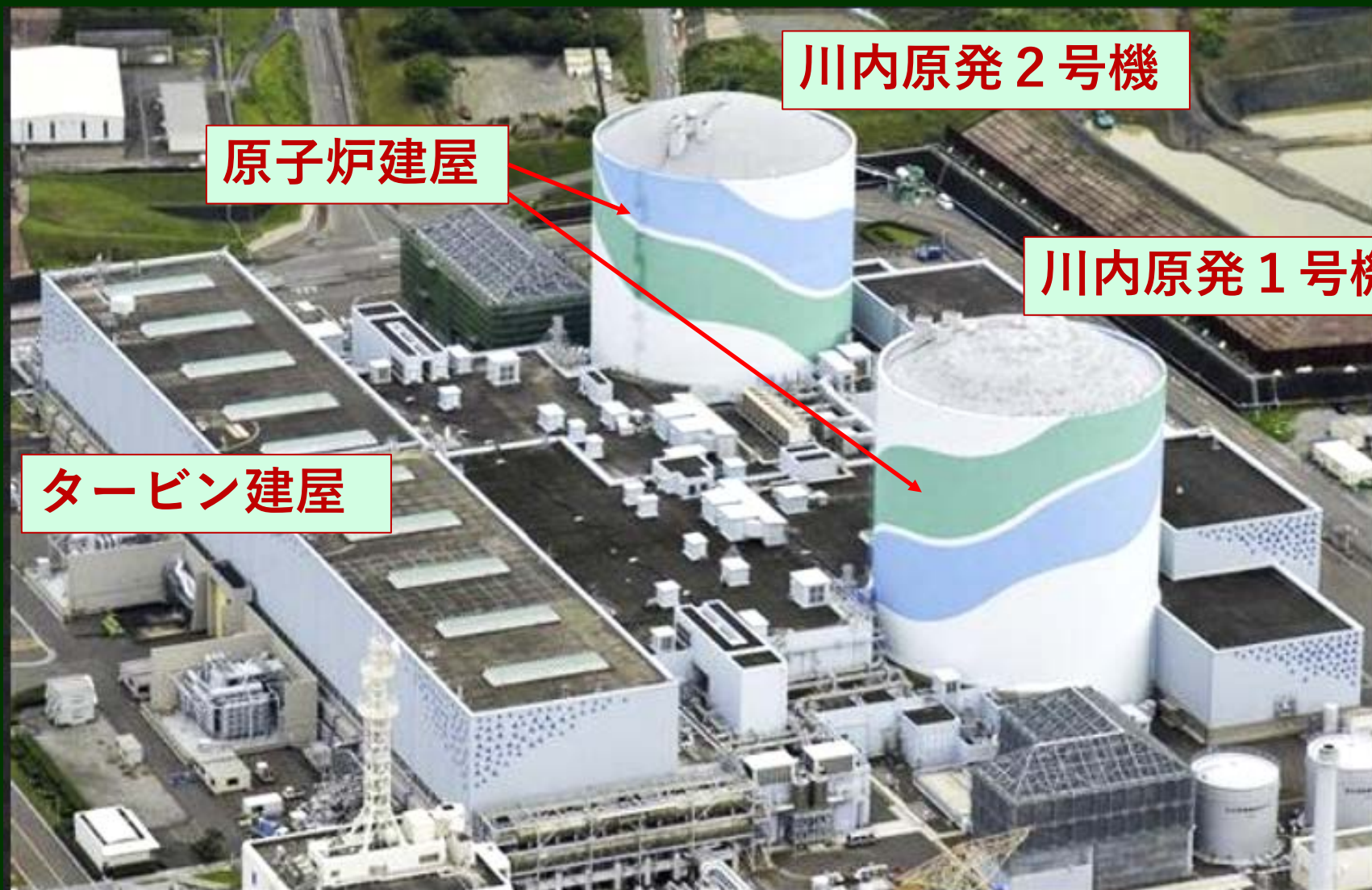
【令和4年2月18日時点】

氏 名	分 野	所 属 ・ 職 名
おおはた 充 大畑 充	破壊力学・損傷力学・ 材料強度学・溶接力学	大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授
かま え かつひろ 釜江 克宏	地震工学・ 耐震工学	京都大学複合原子力科学研究所 特任教授
きつたか よしのり 橋高 義典	建築材料・ コンクリート工学	東京都立大学大学院都市環境科学研究科 建築学域 教授
ごとう まさし 後藤 政志	プラント	星槎大学 非常勤講師 (元APAST 代表) (元東芝 原発設計技術者)
きとう さとし 佐藤 暁	原子力発電の 国際情報	原子力コンサルタント
もりた こうじ 守田 幸路	原子炉熱流動 ・安全工学	九州大学大学院工学研究院 エネルギー量子工学部門 教授
わたなべ ひでお 渡邊 英雄	照射損傷・ 原子炉材料工学	九州大学応用力学研究所 核融合力学部門 准教授

分科会座長、親委員会委員

親委員会委員

親委員会委員



特別点検 ①

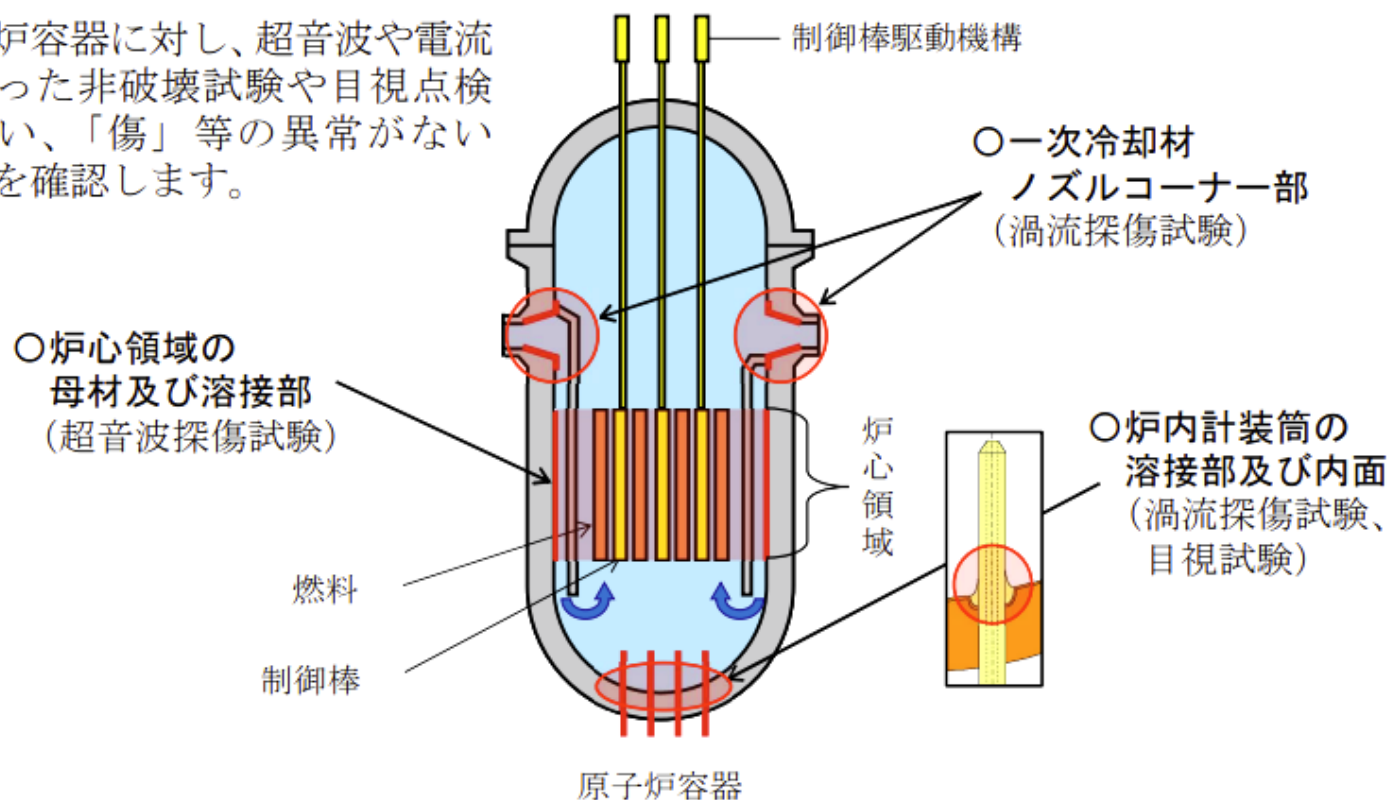
川内原子力発電所 1, 2号機 特別点検について

今回の特別点検は、運転開始から 40 年を迎えるにあたり、取替えの難しい原子炉等の機器を対象として、運転開始 35 年以降に採取したデータについて詳細に確認、評価を実施します。

【特別点検の要求事項】

原子炉容器点検

原子炉容器に対し、超音波や電流を使った非破壊試験や目視点検を行い、「傷」等の異常がないことを確認します。



特別点検 ②

原子炉格納容器点検

原子炉格納容器の銅板の内外表面に対し、目視点検を行い、「塗装のはがれ」や「腐食」等の異常がないことを確認します。

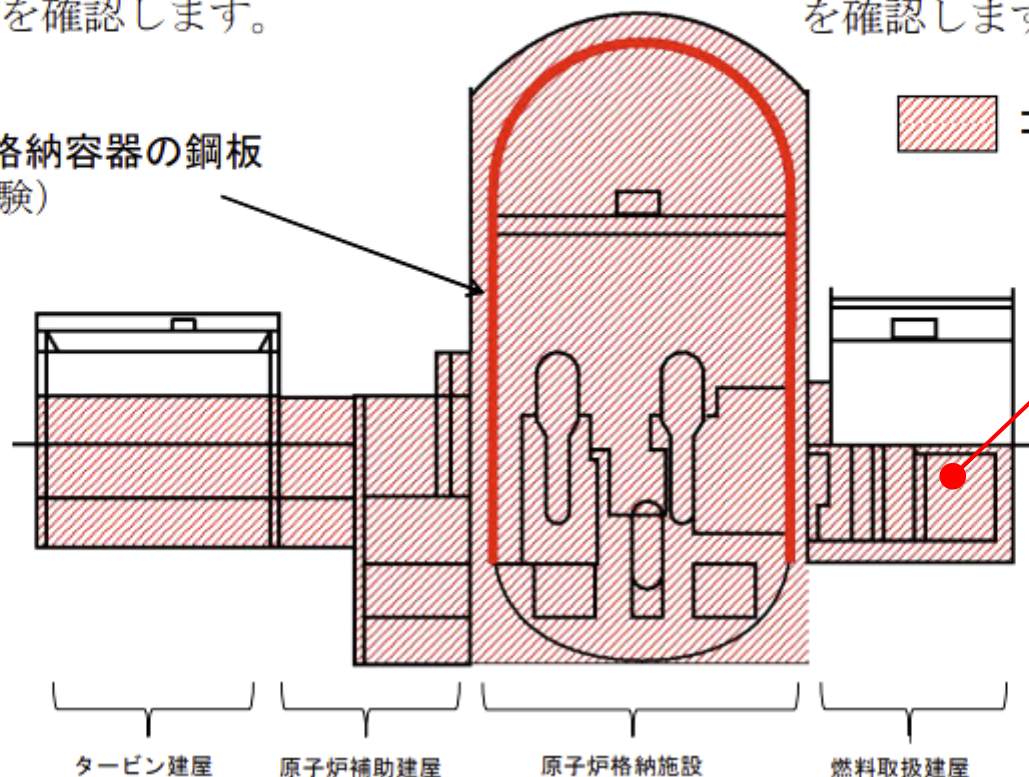
原子炉格納容器の銅板
(目視試験)

コンクリート構造物点検

原子炉格納施設等のコンクリート構造物からサンプルを採取し、「強度」や「遮蔽能力」等に影響がないことを確認します。

コンクリート構造物点検範囲

使用燃料ピット



鹿児島県川内原発 特別点検の第1回分科会

知事より「運転期間の延長に関する科学的・技術的な、安全性に関する検証を徹底的に行っていただきたい」、「川内原発1，2号機の特別点検につきまして、率直な御意見を賜りますようよろしくお願いをいたします」。

後藤委員（分科会のあり方について）「私が大切だと思いますのは、（略）高経年化したプラントについて、それを点検してどう見ると、その評価ということです。その考え方といいますか、どういうふうを考えて、これやっていくかということは、委員の間で議論した方がいいのではないかと（略）」と発言。

釜江座長は「・・・やはりそこは科学技術的に、今回委員になっていただいた先生方の専門性を含めて、（略）しっかりと議論をすると、これは非常に大事な話ですので、今のような後藤委員がおっしゃったようなこと（略）この分科会として、どういう形で親委員会に上げていくかというところも重要なことですので、その辺りも、進め方といいますかその辺を見ながら決めていきたいと思います。

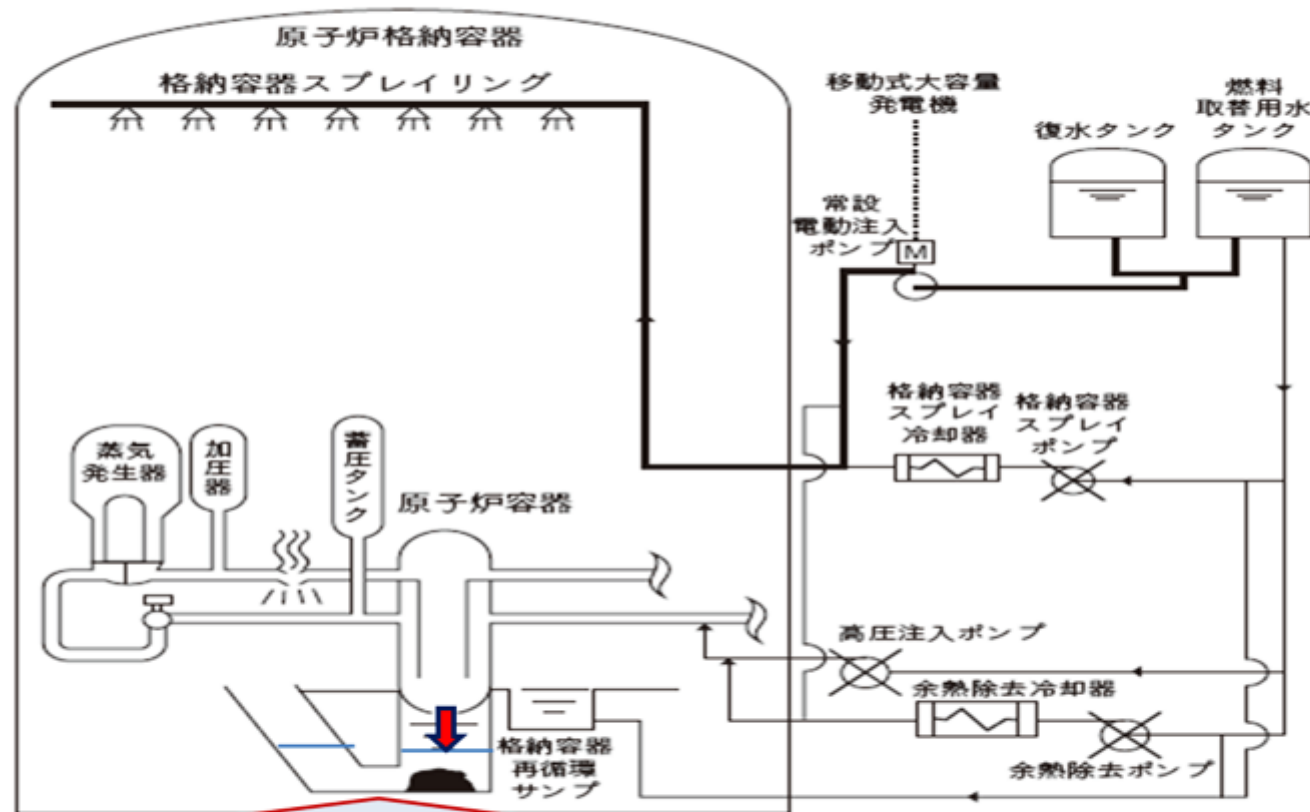
過酷事故についての私の意見に対して釜江座長は、「私は専門外を連発する」その上で、各分野の専門家委員の意見を聞かずに、特別点検の報告書を勝手にまとめ、強引に議論を打ち切り委員会に提出。

私は、座長、県知事に抗議したが、一部テレビ等が取り上げたが、そのまま無視。

原子カムラのシビアアクシデントに対する認識の甘さ

- ① 規則をつくったとか、シビアアクシデント対策として、装置をつけたとか、十分訓練をしたといったことで、事故を防げるほど、原発は甘いものではない。特に、可搬式による重大事故対策は破綻している。
- ② 新規制基準も、水素爆発対策や格納容器ベントといった過酷事故対策も、安全対策になっていない。
- ③ 2021年3月5日の規制委員会の「福島第一原発事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月～」(以下、「中間とりまとめ」と言う)が公表された。
 - A) 原子炉建屋上部のシールドプラグの高濃度の汚染
 - B) 水素の流出経路や爆発の場所及び機序が特定できない
 - C) 汚染や水素爆発と格納容器耐圧ベントが密接に関係
 - D) 2022年頃1号機の圧力容器の基礎(ペデスタル)のコンクリートが、厚さ1m以上にも渡って喪失。

PWR原発は短時間で炉心溶融を起こす



炉心溶融(最短で約20分)を起こすと、炉心の冷却をあきらめて、格納容器スプレイを作動させ、その水が原子炉キャビティに落下。

22

原発は炉心溶融を防げない。炉心溶融を起こすと急激に事故が拡大し破滅への道を止められない！

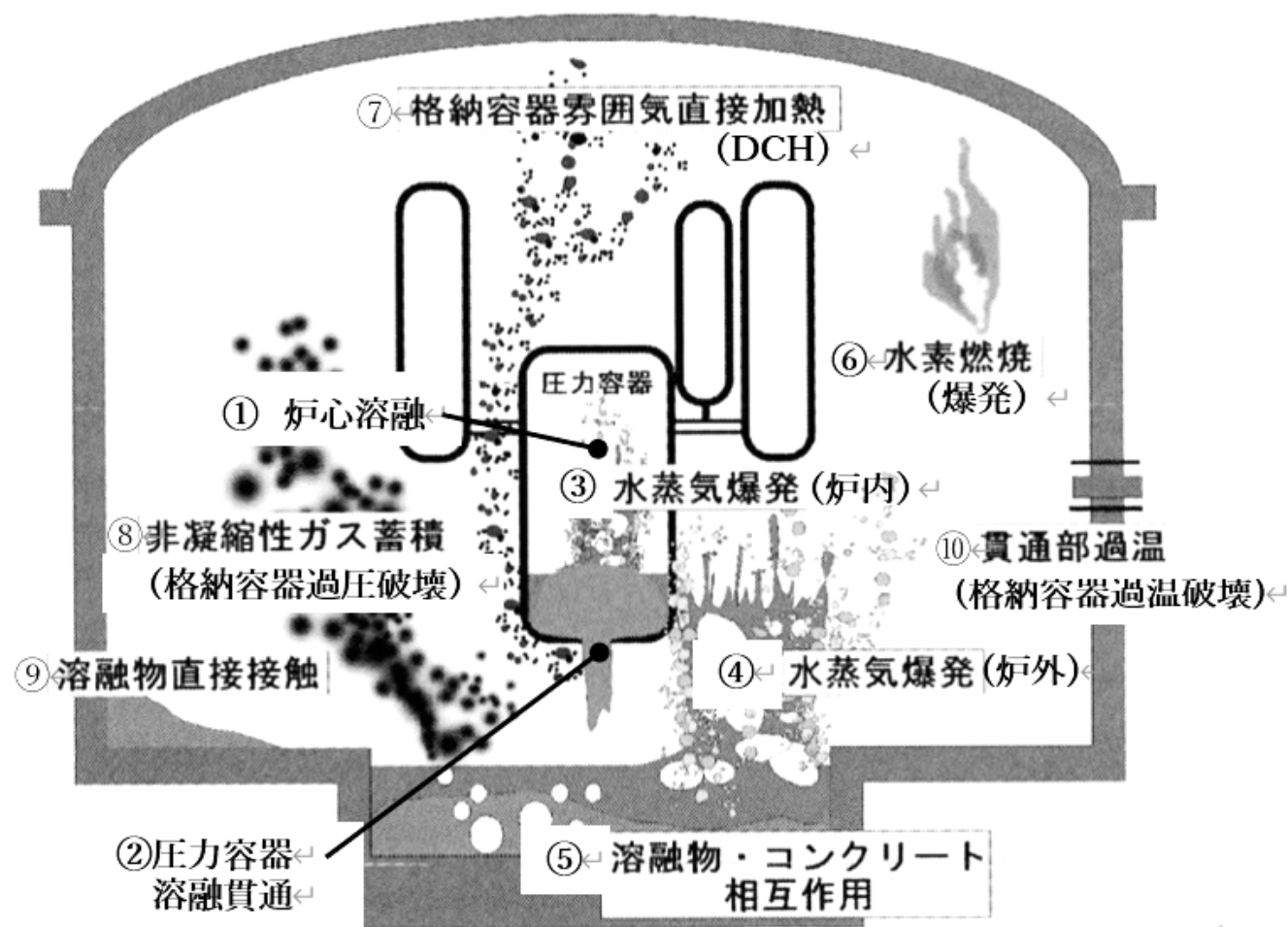


図2 PWR型原発の重大事故（炉心溶融）時に格納容器内で発生する物理現象

データ非開示の問題（企業秘密と情報開示）

－安全性の議論は情報公開が原則－

表 1 非公開情報の分類

項 目		内 容
A	特許、契約等に係る技術情報	・ 特許、実用新案提出予定の情報 ・ <u>技術提携に基づく導入技術に係る情報</u> ・ <u>顧客、協力会社との契約に係る情報</u>
B	上記以外の技術情報	・ <u>競合会社がその情報を使用した場合、設計、製造、コスト低減、性能向上、許認可性の向上等の面で有利となる情報（電力各社との共同委託、研究の成果を含む）</u> ・ <u>競合会社がその情報を使用した場合、技術的及び経済的に有利となる高度なソフトウェアに係る技術を含んでいる情報（電力各社との共同委託、研究の成果を含む）</u> ・ <u>メーカ独自の技術開発に係る情報</u>
C	個人情報の開示となる情報	・ 個人情報である資格等に係る情報

◆ 原子力の安全性に関わる審査において、果たして競争上の企業機密として設計データやソフトウェアなどが、見ることができないとするやり方が許されるのか、大いに疑問である。(上記、A、B)

◆ これは、電力事業者の問題でもあるが、基本は「原子力規制の在り方」と「放射能汚染による被害を受ける人達の人権の問題」である。

◆ これでは、原子力事業者の操業の権利の方が、個人の生存権、人格権より上位にあるということになり、著しく不合理・不公平である。

◆ 原子力安全は、公開の原則がなければ、必ず劣化する。

「技術情報を開示しない」

原子力発電事業は存在してはならない

—原発は基本的人権を無視した民主主義とは
相いれない存在自体が許されない—

- ◆ 原子力産業の存続を、人々の平和と安全よりも上位 に位置付けていること
- ◆ 原発の安全性は、「抽象的に【安全】があるもの」ではなく、人間存在にとって【極めて高度な危険つまり計りしえない放射能の被ばくリスク】をもつ
- ◆ 放射性物質の拡散は、環境問題でありこのまま原子力を続けることは『人類が環境を破壊する』こと
- ◆ 安全性は機密情報の量と反比例する

さらに経済安保「機密情報に関する法制化」が進んでいる。

『経済安保が社会を壊す』 地平社24年4月 海渡ほか

経済秘密保護法の成立に強く抗議し、同法 と特定秘密保護法の廃止を求める声明

24.5.10 経済安保法に異議ありキャンペーン

秘密保護法対策弁護団

特定秘密保護法や経済秘密保護法など、国益を柱に何が秘密であるか分からない、何が秘密であるかどうかすら議論ができない。

しかも、これからの科学技術の開発に、国家機密を導入し、その開発に携わるものは、予め「首相が行う」セキュリティクリアランスで適格性を審査する。違反者は厳罰が課せられる、危険性がある。まるで、戦前の治安維持法のような。

開示された格納容器板割図

抗議の末メーカーと協議決定

半球部内面

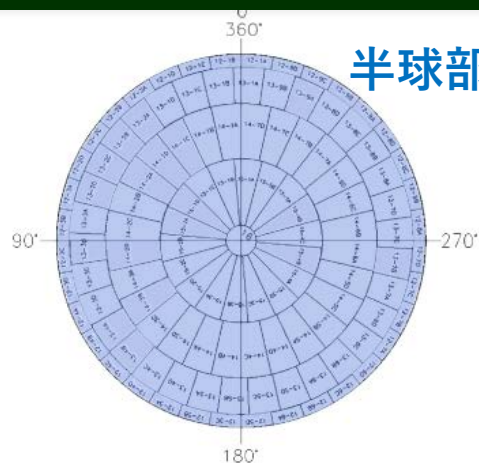


図3.4.1 半球部内面

半球部外面

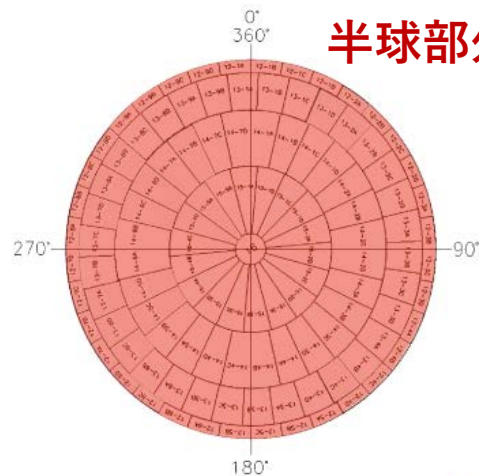


図3.4.2 半球部外面

：直接目視試験
：遠隔目視試験

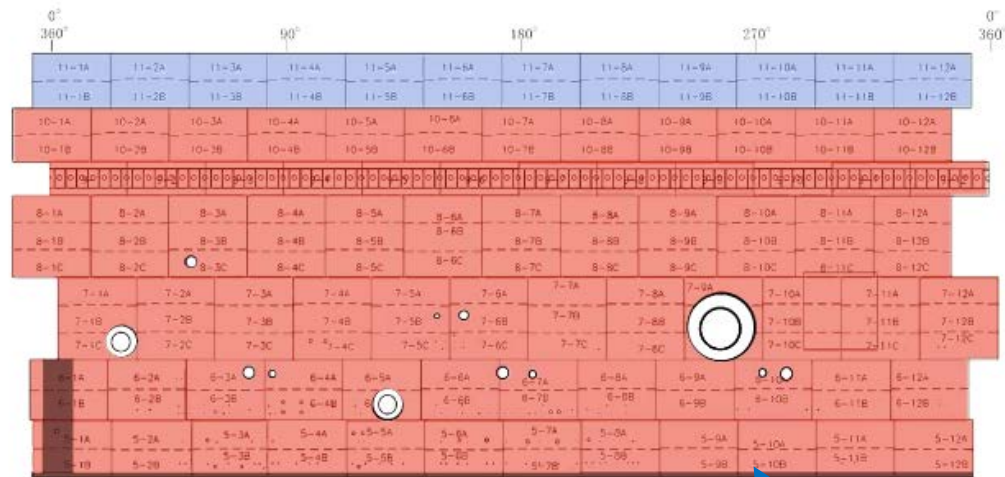


図3.4.3 格納容器円筒部内面

格納容器円筒部外面

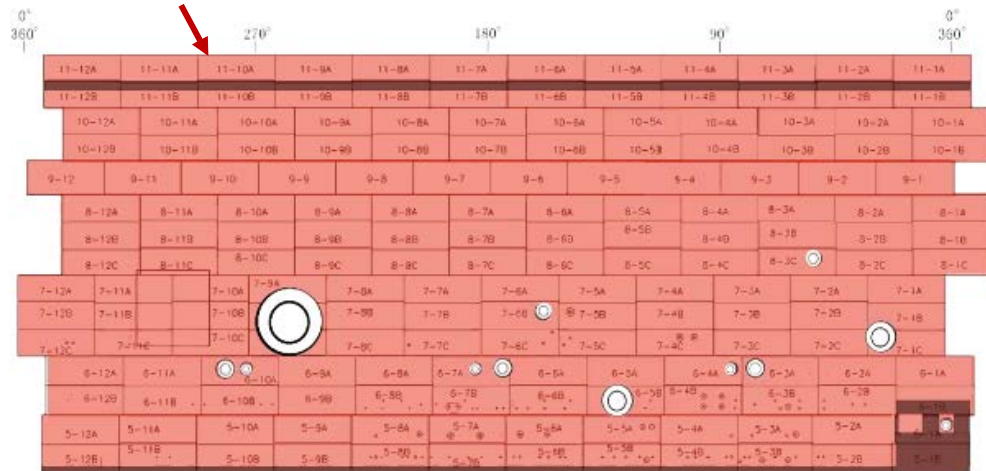


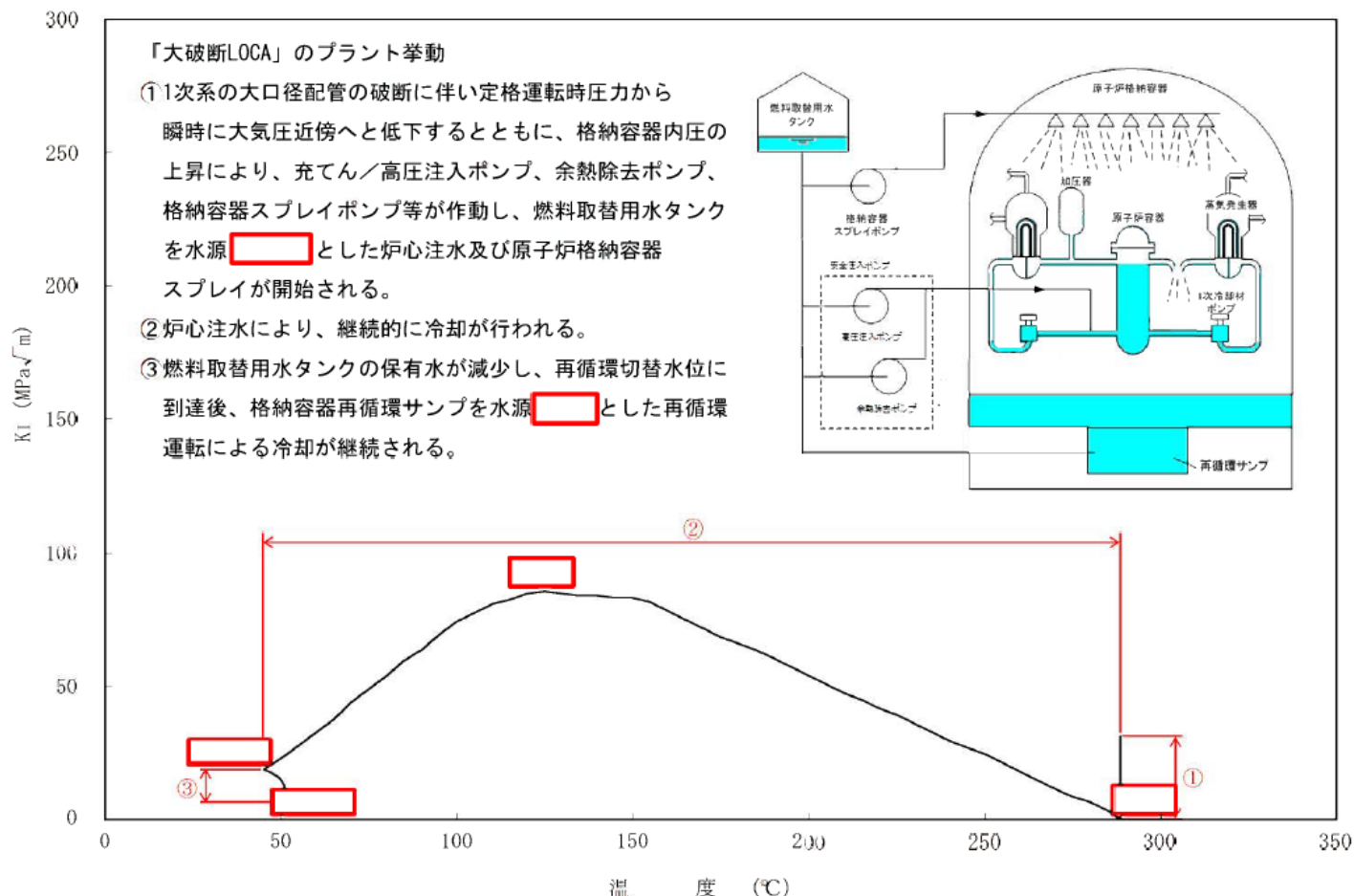
図3.4.4 格納容器円筒部外面

：直接目視試験
：遠隔目視試験
：主な目視試験不可範囲

技術的な説明の際に、例えば大破断LOCA(大口徑配管破断冷却水喪失事故)時の温度と破壊靱性値 K_I の解析で、下図に示すように、その結果の数値が示されていない。なぜ、隠す必要があるのか理解できない。

第4回分科会における質問事項への回答【No. 4－7】 (4／5)

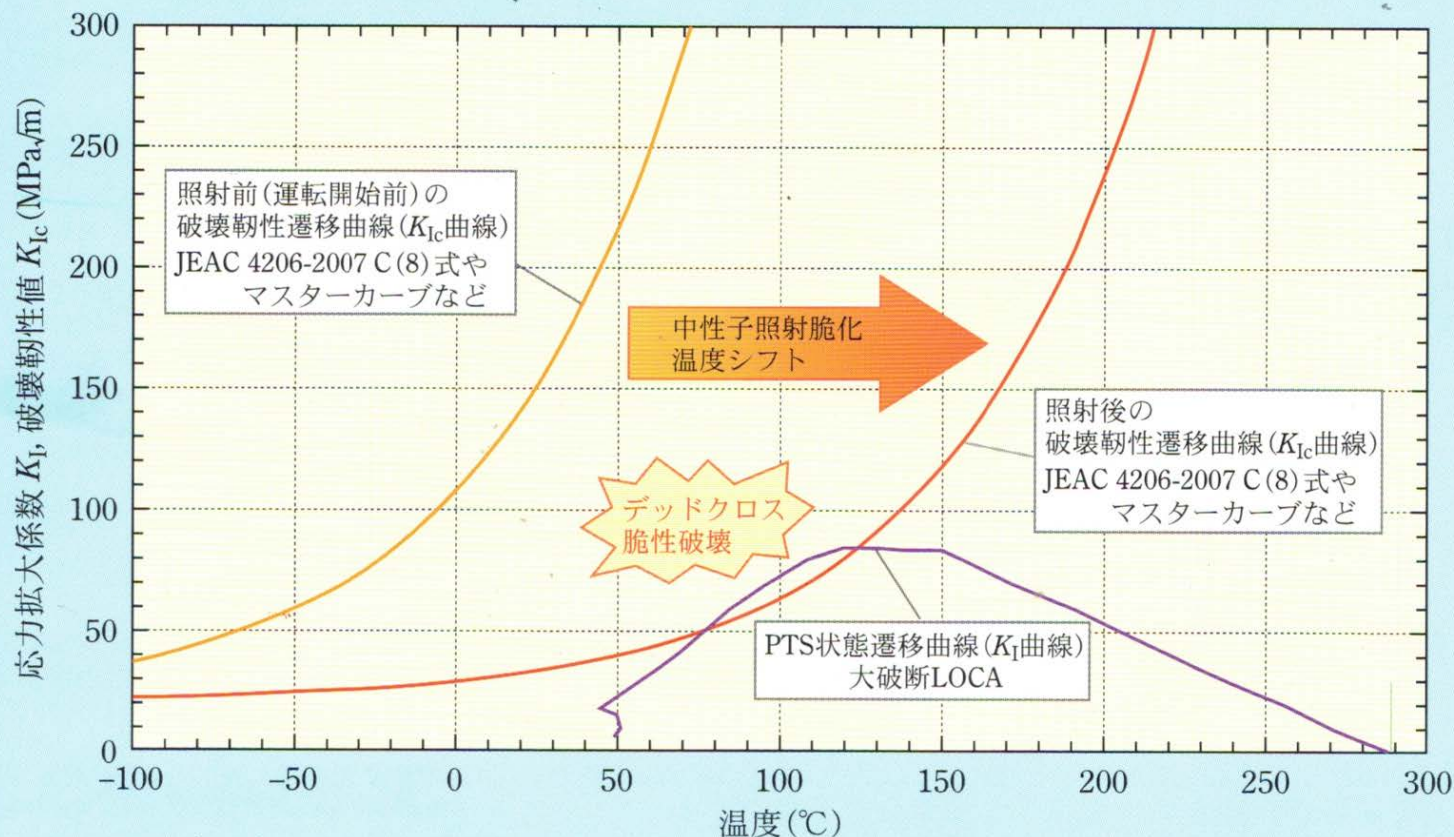
6



[] 内は商業機密事項であるため公開できません

PTS状態曲線は、熱伝導率をどう設定するかで大きくことなる。
クラッドを考慮した沸騰熱伝達を考慮すると、デッドクロスする。

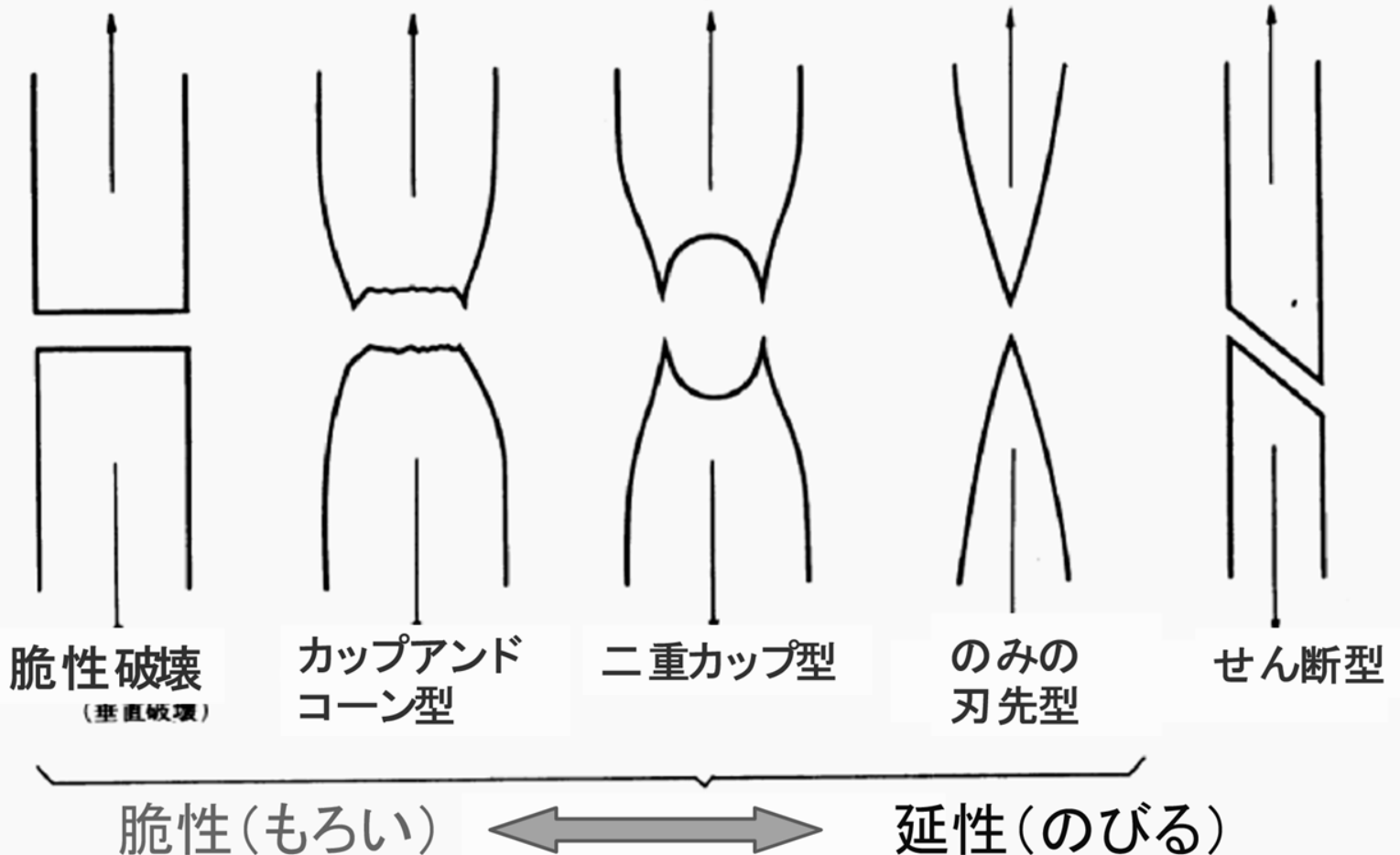
雑誌「金属」9月合特集「原発の現在を問う」—明らかになった新知見より



加圧熱衝撃 (PTS) 評価 (破壊靱性遷移曲線と PTS 状態遷移曲線)

鋼材の引張り破壊モード(壊れ方)

試験体の丸棒を引っ張ると...



静かな海で突然船体が真二つに！

T2タンカー
スケネクタディ号

典型的な脆性破壊

- ◆ 波のない穏やかな海で発生！
- ◆ 波浪による設計荷重の数分の一の力で破壊



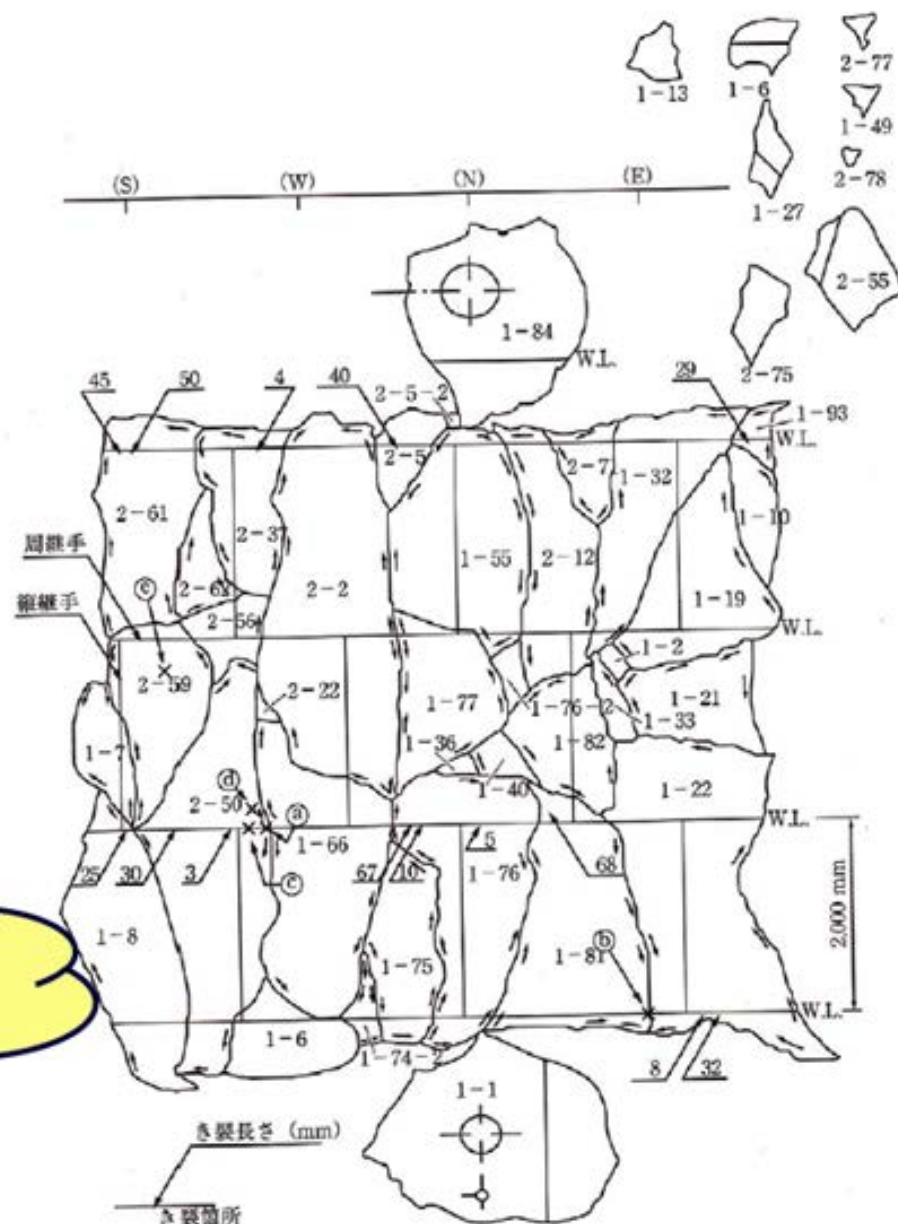
- ◆ 大音響と共に瞬時に破断
- ◆ 脆性破壊: 溶接欠陥から亀裂が音速レベルの速度で進む！

【脆性破壊の例】

水添脱硫装置の 反応塔

破壊は欠陥から発生した
亀裂が瞬時に伝播し爆発
的に破片を飛散させた。

容器の脆性破壊は破片
が爆発的に飛び散る



PTSによる原子炉容器破壊は格納容器も同時に破壊する最悪の事故になり得る！

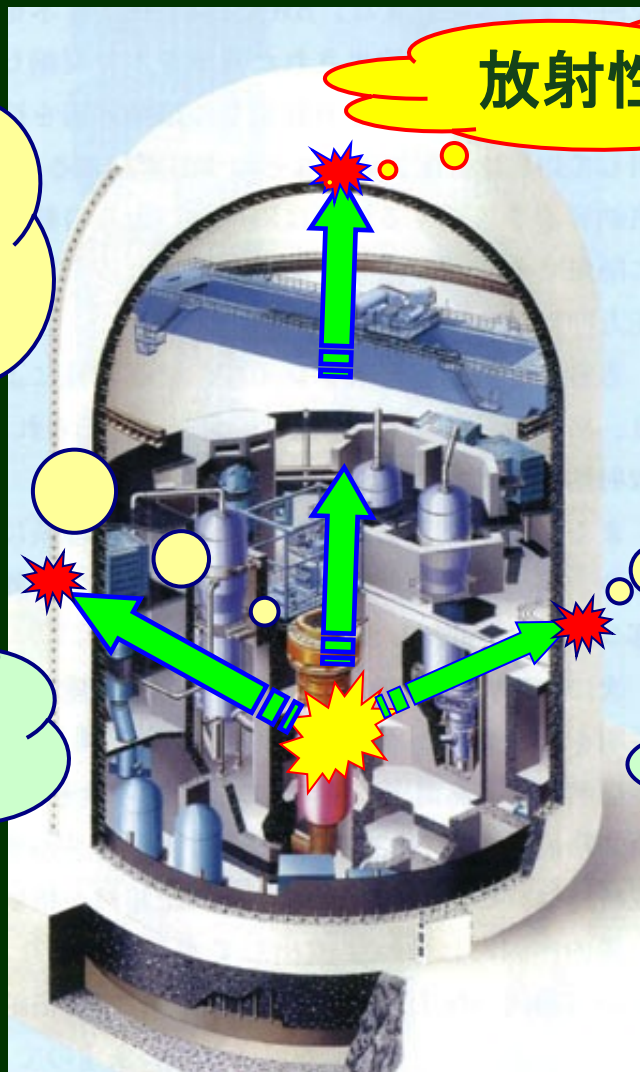
原子炉が破壊
すると、核燃料
もバラバラにな
り、一気にメル
トダウンする。

格納容器による
多層防護も役に
立たなくなる。

放射性プルーム放出

事故発生と
同時に格納
容器も破壊
されると...

避難する時間も
ないことになる。



格納容器の真空破壊弁は、格納容器スプレイが作動し負圧になった場合に、外圧による座屈を防ぐ重要な設備。万が一にも閉固着や機能喪失を起こすと格納容器全体が、座屈でクラッシュしてしまう。

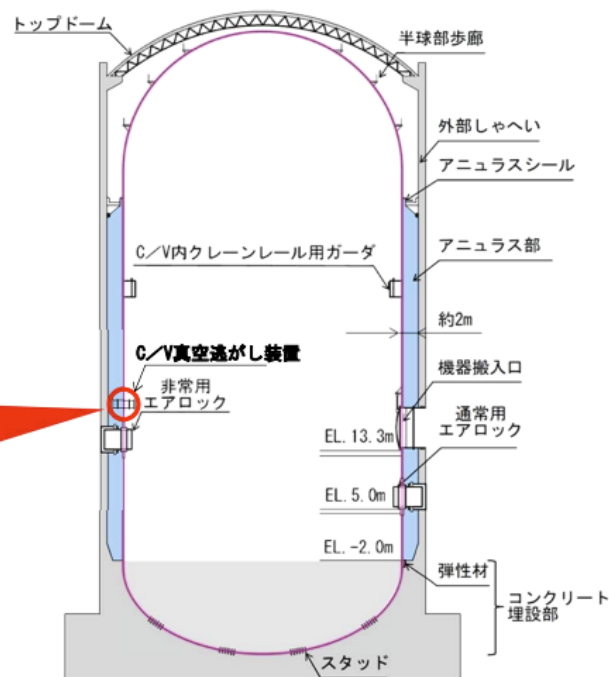
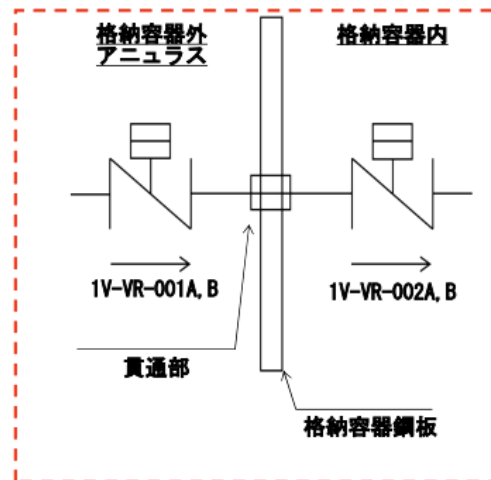
第5回分科会実施後の後藤委員による質問（2022年9月21日）への回答【追4-9】 16

追4-9
(質問4)

格納容器は、負圧管理上真空破壊弁を設けてあると思うが、どこにどのような弁を何基つけているのか。その劣化要因は何か？また、真空破壊弁の機能とその設計条件や重大事故時の機能喪失モード（機能維持ができなくなる状態）について説明願いたい。

回答

- プラント通常運転中にC/Vスプレイ系の誤作動により、C/V内雰囲気温度の急速冷却によって負圧となった場合に、C/Vが許容外圧以上の圧力を受けないように外気を導入し、負圧を低減させる機能を有する。



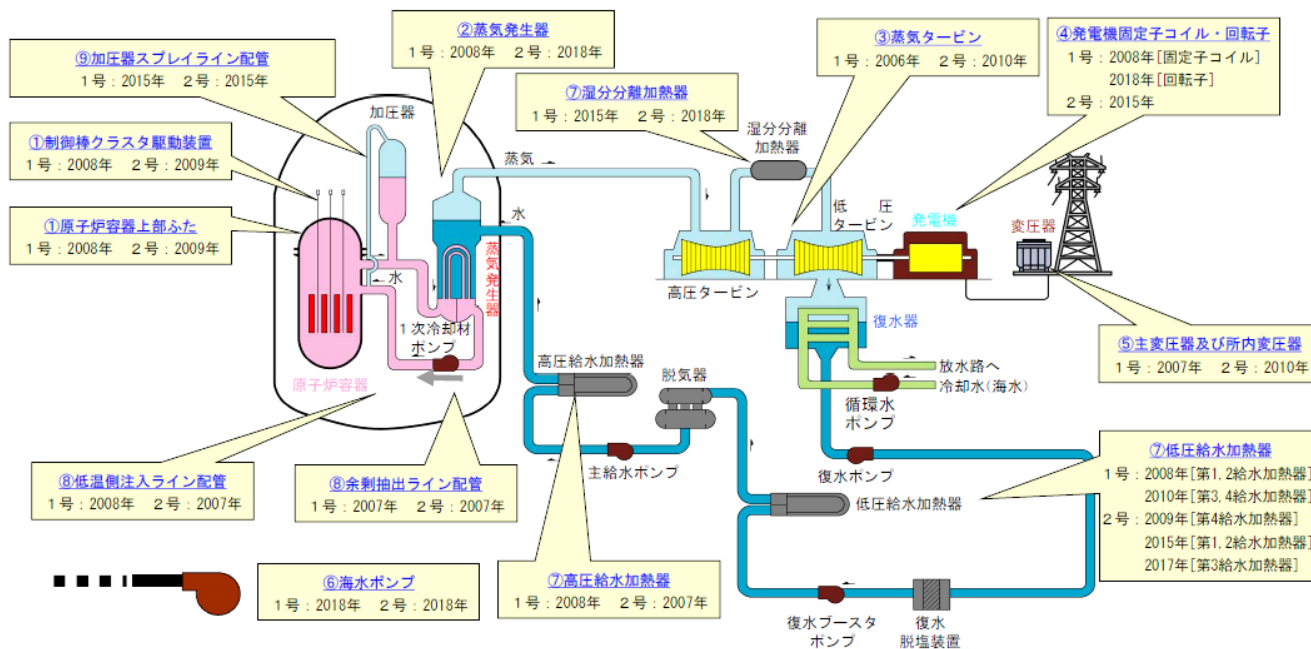
様々な機器を「予防保全」として交換すれば安全か？

劣化原因が明確になっていない機器を、「予防保全」や「信頼性向上」の観点で取り換えることは、同じ劣化原因で故障する危険性がある。

6. 運転開始以降に実施した主要機器更新状況（1／10）

○川内原子力発電所1, 2号機については、運転開始以降、予防保全や信頼性向上の観点から様々な機器の取替えを実施しています。

【主要機器更新状況】



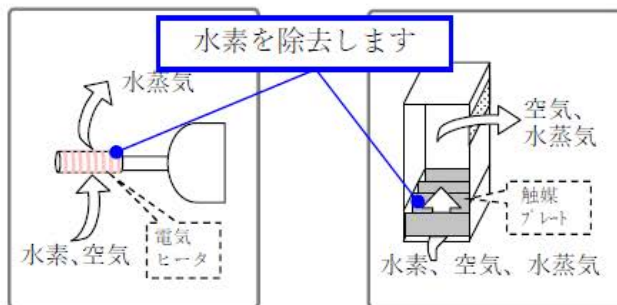
※記載された西暦は、取替えを実施した定期検査が完了した年を示す。

8. 安全対策の実施状況

③水素爆発防止対策

格納容器内での水素爆発防止対策として、触媒プレート（白銀等）や電気ヒータを用いた2種類の異なる

処理能力の小さい水素再結合装置や自爆装置になりうる水素燃焼装置を設置



電気式水素燃焼装置



静的触媒式水素再結合装置

④放射性物質の拡散抑制

万が一、格納容器が破損した場合、

可搬式の事故対策は地震によってはないに等しい。
格納容器が破損した時の「放水砲」は全くの茶番だ



移動式大容量ポンプ車



放水砲

能登半島地震の意味 地盤隆起、道路寸断

珠洲原発予定地の地盤の隆起

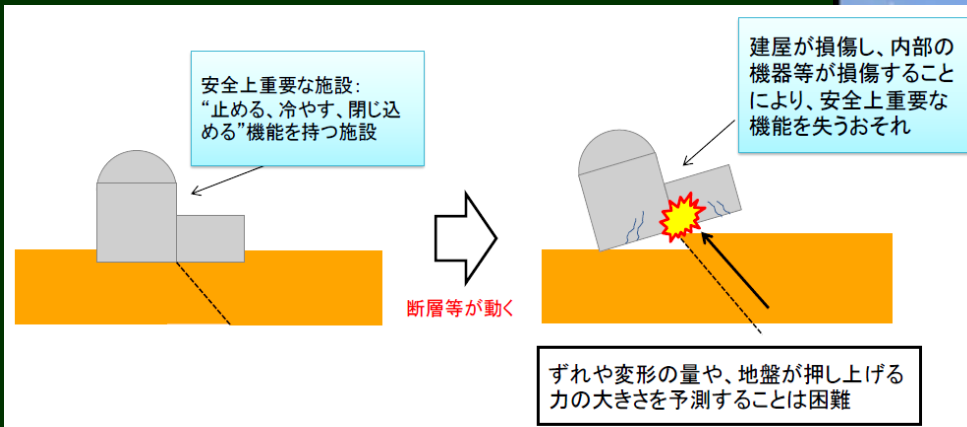


主要道路の寸断 長期間復旧できない



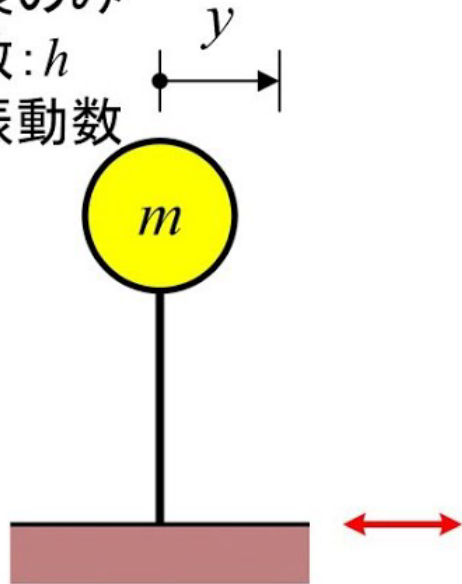
安定しない地盤に
原発は立てられない

まるで地球上とは思えない漁港の隆起



1次系振動モデル

粘性減衰のみ
減衰定数： h
固有円振動数
： ω_0



$$a_g(t) = -\exp(i\omega t)$$

運動方程式：

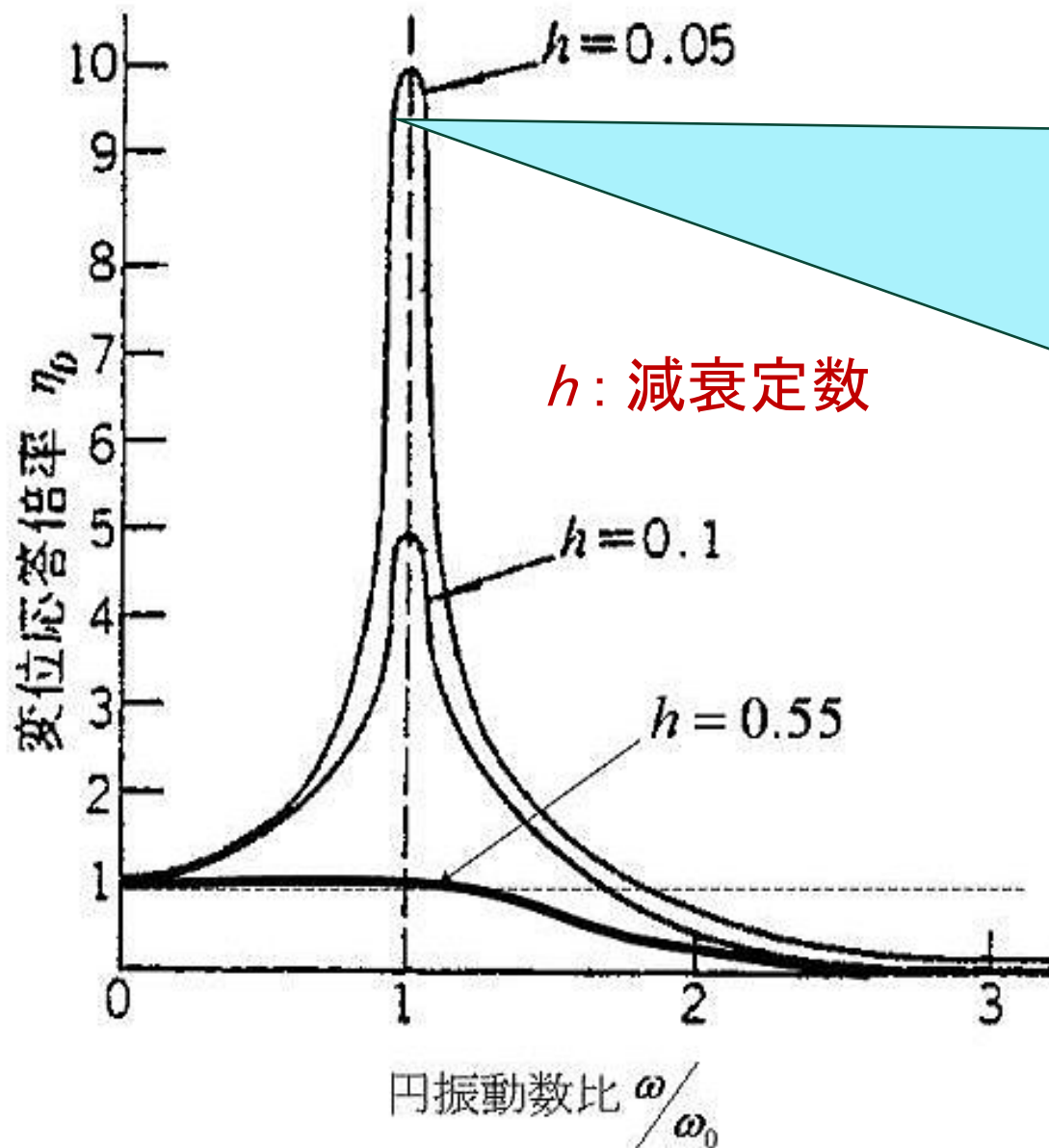
$$\ddot{y} + 2h\omega_0\dot{y} + \omega_0^2 y = \exp(i\omega t) \quad (2)$$

h : 減衰定数

式(2)の定常振動解：

$$y = H_D(i\omega)\exp(i\omega t) \quad (3)$$

$H_D(i\omega)$: 変位伝達関数



◆外力の振動数が系の固有振動数と一致した現象を共振という。

◆共振時は、理論的には減衰がなければ($h \div 0$)応答倍率は無限大になる。

◆実際には、有限な減衰定数なので、応答倍率も無限大にはならない。

◆ただし、 h が0.1か0.05では、応答倍率は2倍も違う。

能登半島地震は現行の規制基準では過酷事故を避けられないことを示している

地震で寸断された道路。地割れや隆起が発生すると避難ができないだけでなく、事故対策のための機材や人の移動もできない。

原発は「設計基準事故対策をして建設されている」しかし、過酷事故（重大事故ともいう、炉心溶融等）を起こすと、既存の設備では事故収束できないので、「**可搬式**」の電源車や放水車などを予め離れた用意してところに用意しておき、人が**人海戦術**で移動し、稼働することが原則だ。能登地震を見ると、明らかに過酷事故対策の基本方針と矛盾している。全原発が危ない。

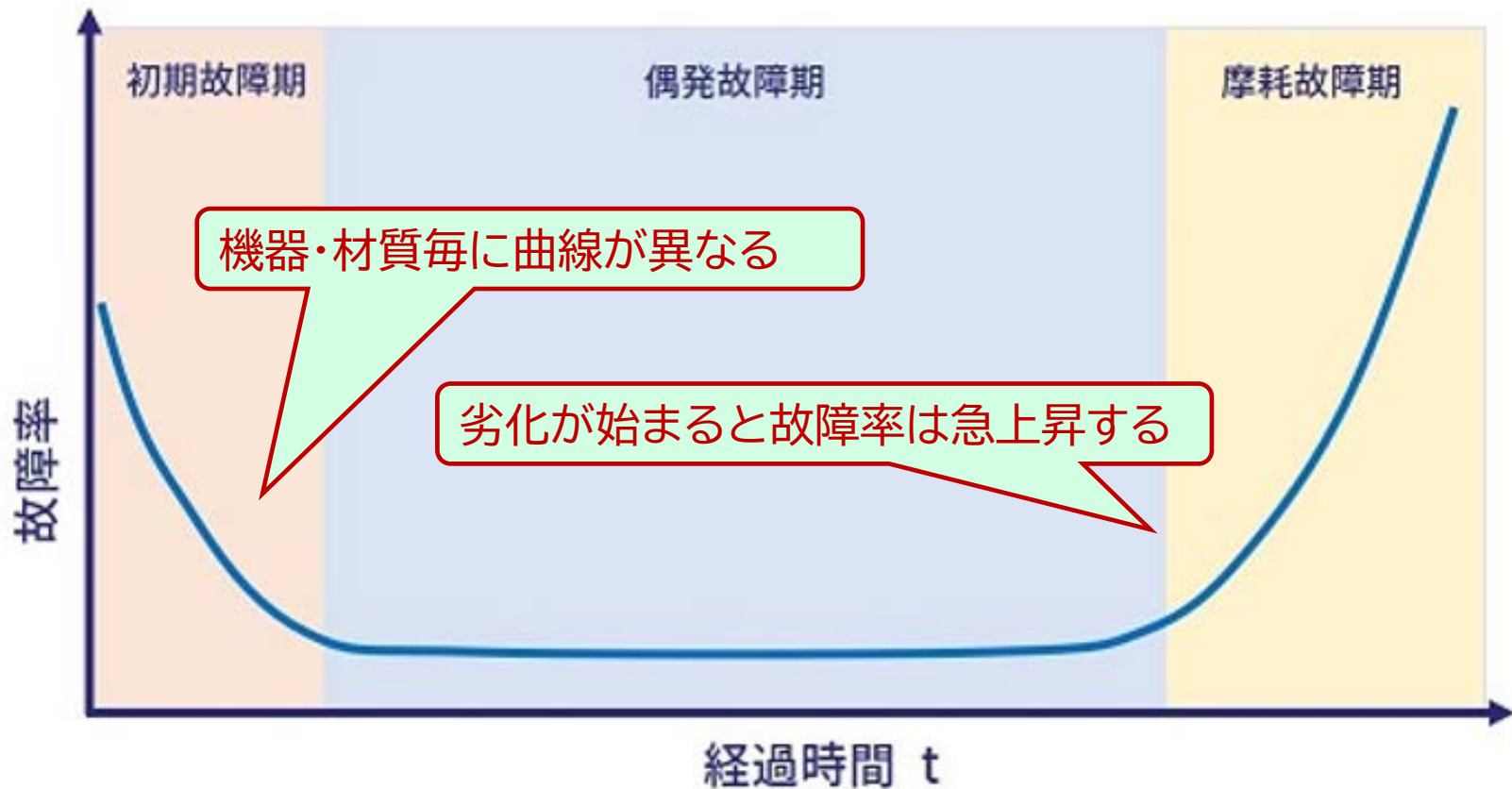
老朽原発の寿命延長と特別点検

1. 稼働から40年経った原発は、プラントのあらゆるところで、劣化や機能障害が起こっていてもおかしくないこと。次ページの**バスタブ曲線**参照
2. 原発の寿命40年というのは、科学的技術的な問題ではなく、政策の問題との議論があるが、全く間違った議論である。ものは古くなると劣化が進む。福島事故を真摯に反省するならば、老朽プラントが事故を起こすリスクは極めて高いものであることを再度認識するべきである。
3. 原発を動かす仕組みは非常に広く **特別点検はその中のごく一部**である
4. 特別点検における **目視検査や非破壊検査の限界**
5. **材質の劣化、物性の変化は簡単には分からないこと**
6. **安全率のない評価基準を適用することは、他の産業ではあり得ない。**
(自然現象は安全率の設定が難しいが、安全率に相当する工学的な基準は必ず必要である。)

バスタブ曲線

原発のバスタブ
曲線は作れない

一般的な機械の故障の発生率（頻度）を示した曲線



インターネット“バスタブ曲線”、“FUKUDA”より

航空機衝突事故は偶然が生死を分ける

海保機は不幸にして亡くなったが、日航機は全員無事という結果だった。日航機側の乗務員の対応が皆を救ったという点は確かだが、航空機事故の原因と結果としてみると、『衝突の仕方が運良かった』と言える。

少し衝突の位置が変わっていたら、全滅していた可能性がある。

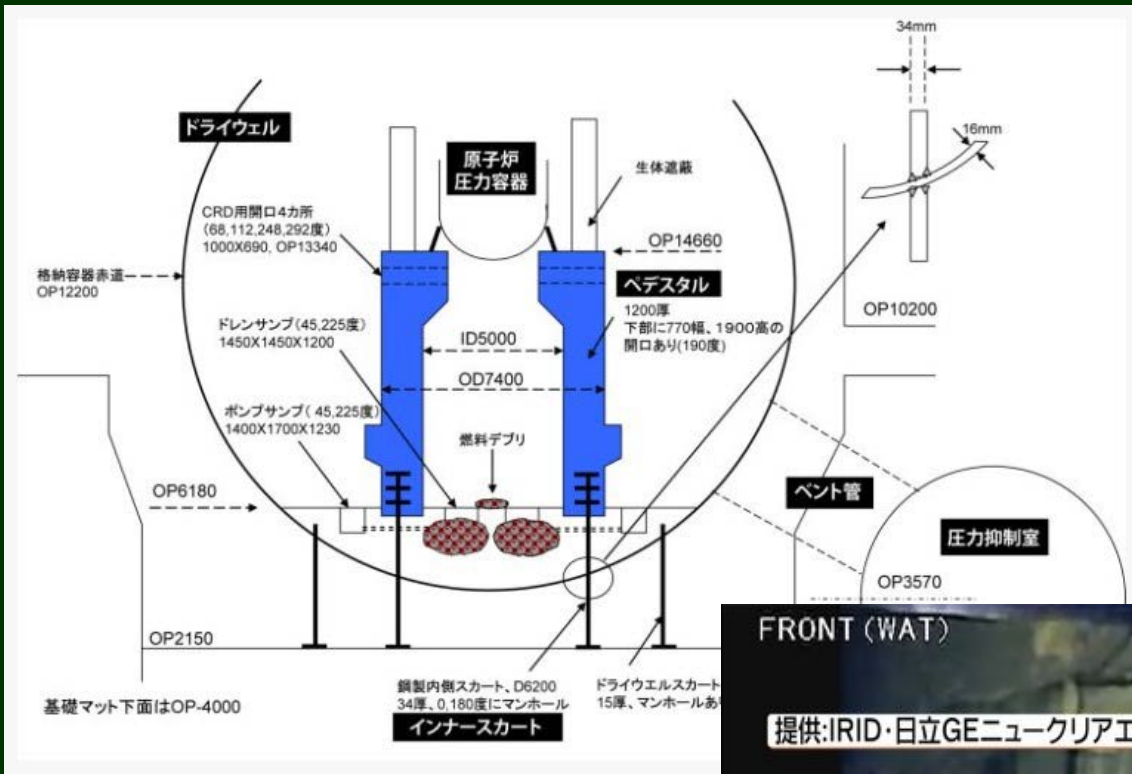


事故は、最悪を考えて対策をするべきである。現在の日本の事故に対する見方は甘すぎる！原発事故の見方はさらに甘い。

2024年1月2日 羽田航空機衝突事故

1月2日東京新聞

福島1号機の原子炉圧力容器ペデスタルのコンクリート損傷

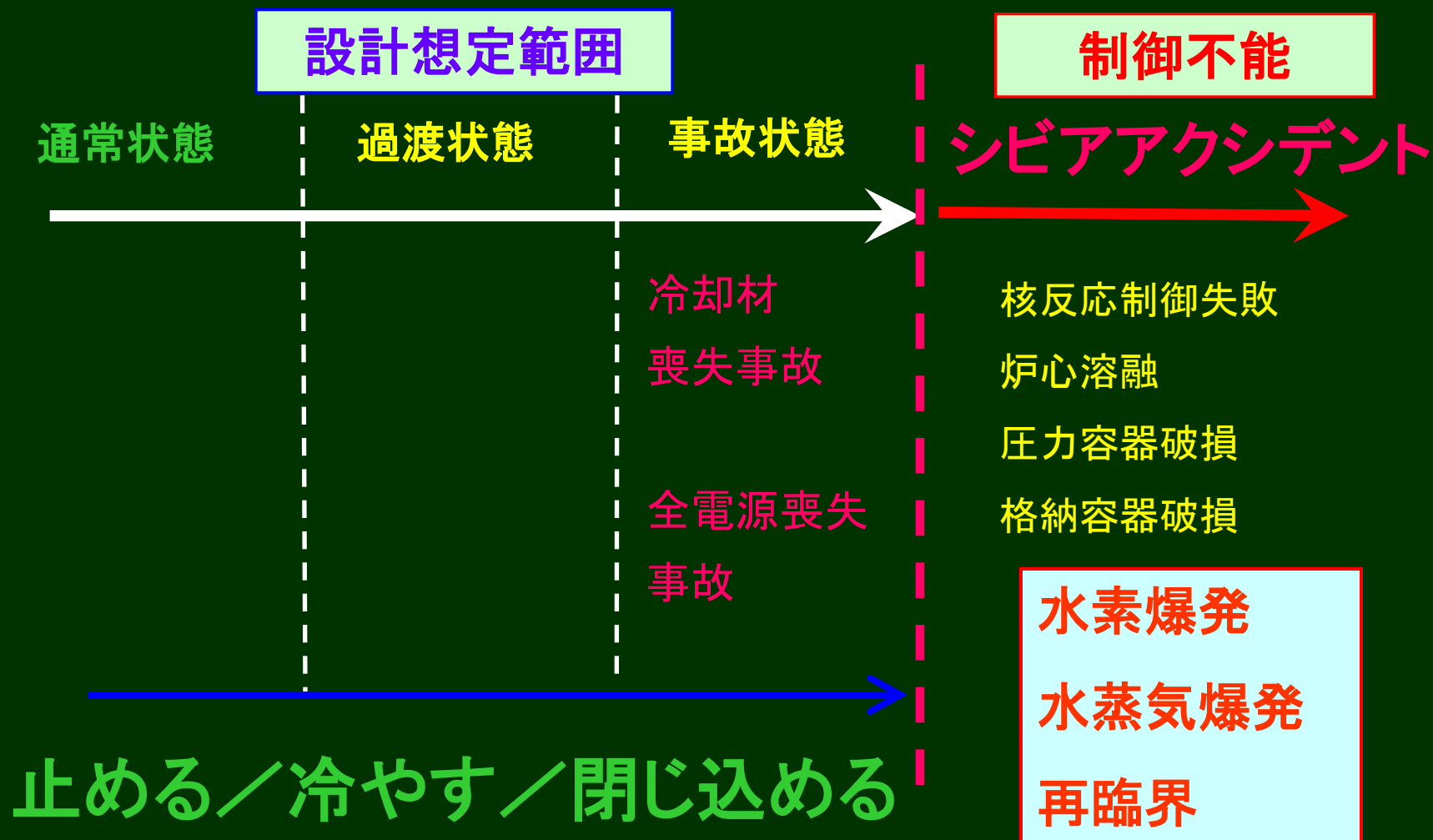


本格的なMCCI（コア・コンクリート反応）が生じた。炉心溶融すると、構造物の基礎まで構造体としての体を成さなくなる。

デブリでこれほどまでコンクリートが浸食されることは、想定していなかった。現行の規制基準では明らかに甘い。「全原発のデブリ対策を見なおすべきである」が、そもそも炉心溶融してはダメ。



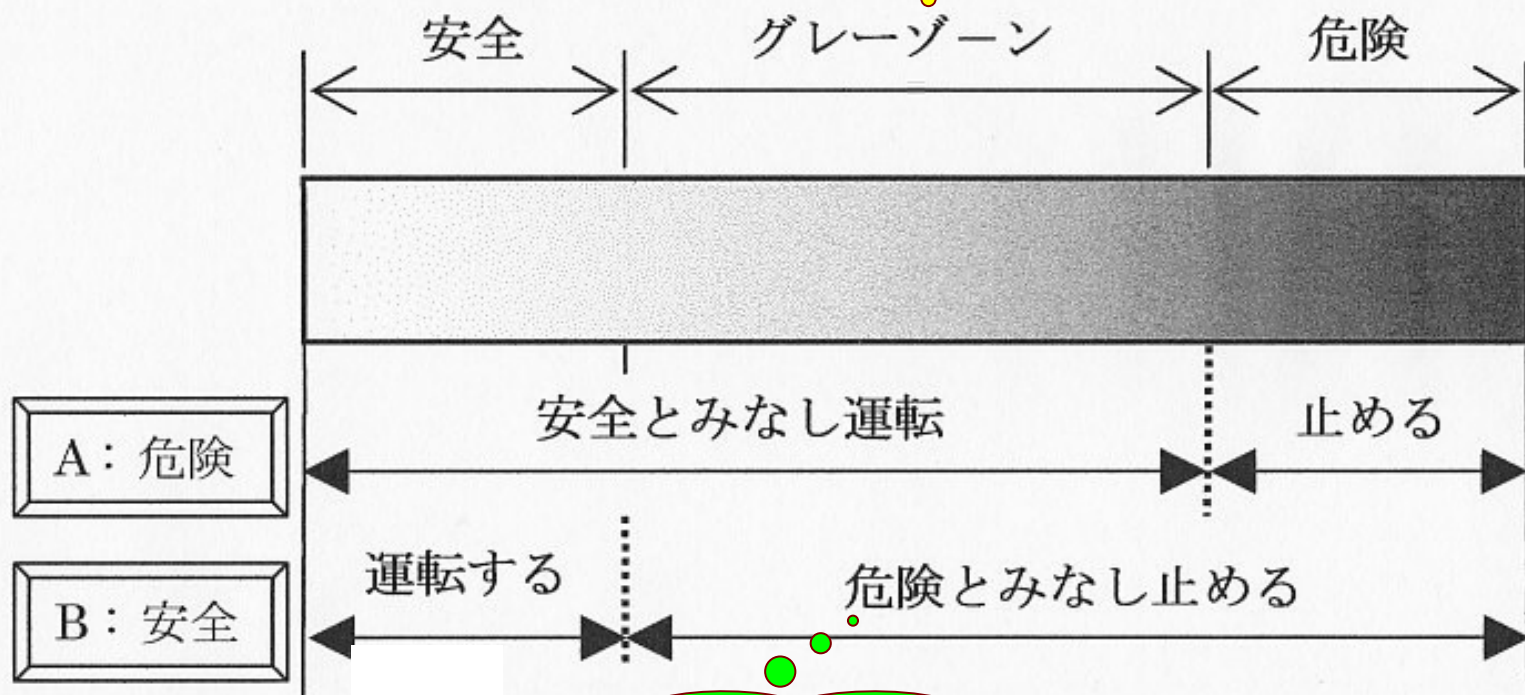
シビアアクシデント(苛酷事故)



安全性の考え方(グレーゾーン問題)

事例: 自動車の多重衝突

『危険を見つければ止める』
では安全は確保できない！
【危険検出型】



『安全を確認できたら運転』
【安全確認型】

原子力はなぜ危険か

—工学的には出力が材料の強度に対して「無限大」になる！—

出力

原子力

事故が起きると急激にエネルギーが開放され
材料の強度限界を簡単に超える。

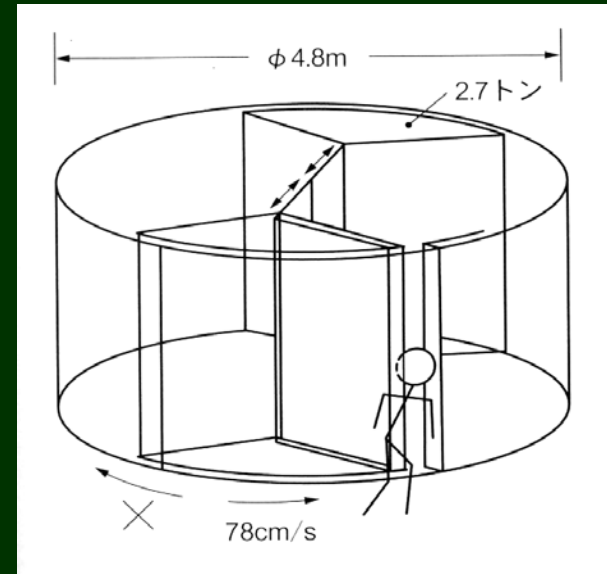
多重防護が突破されると制御不能となり、
急激な出力上昇が避けられない

安全装置作動（多重防護）

他のエネルギーシステム

時間

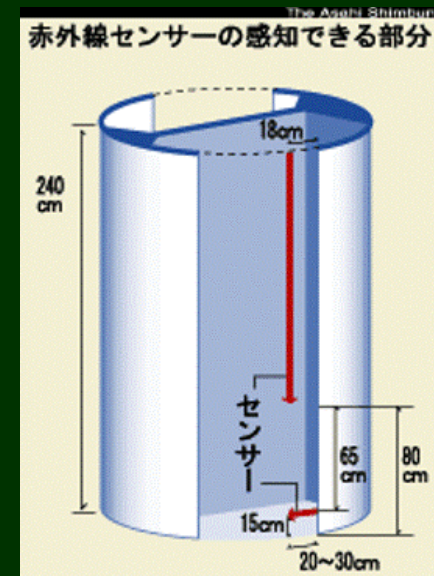
事故のあった六本木ヒルズの大型自動回転ドア



事故時に機能しない安全装置は殺人マシン

「赤外線センサーがあるから安全」と言っていたが、センサーが働かず子供が挟まれて死亡した。(2004年3月26日)

故障したら安全側に働かない機械は危険。原発も安全装置とは言えない仕組みだ。



原発は攻撃に対して脆弱

航空機やミサイル攻撃を受けると格納容器が破壊し、内部で火災発生。
使用済燃料プールも脆弱



高浜原発格納容器

3, 4号機

【鋼製ダブル型】

遮蔽コンクリートがドームも含めて覆っている。

1, 2号機

【鋼製セミダブル型】

遮蔽コンクリートが側面の円筒だけ。

上部は鋼製格納容器がむき出し。航空機落下に脆弱(上部に厚さ30cmの遮蔽コンクリートを設ける予定だが、航空機落下には脆弱)。

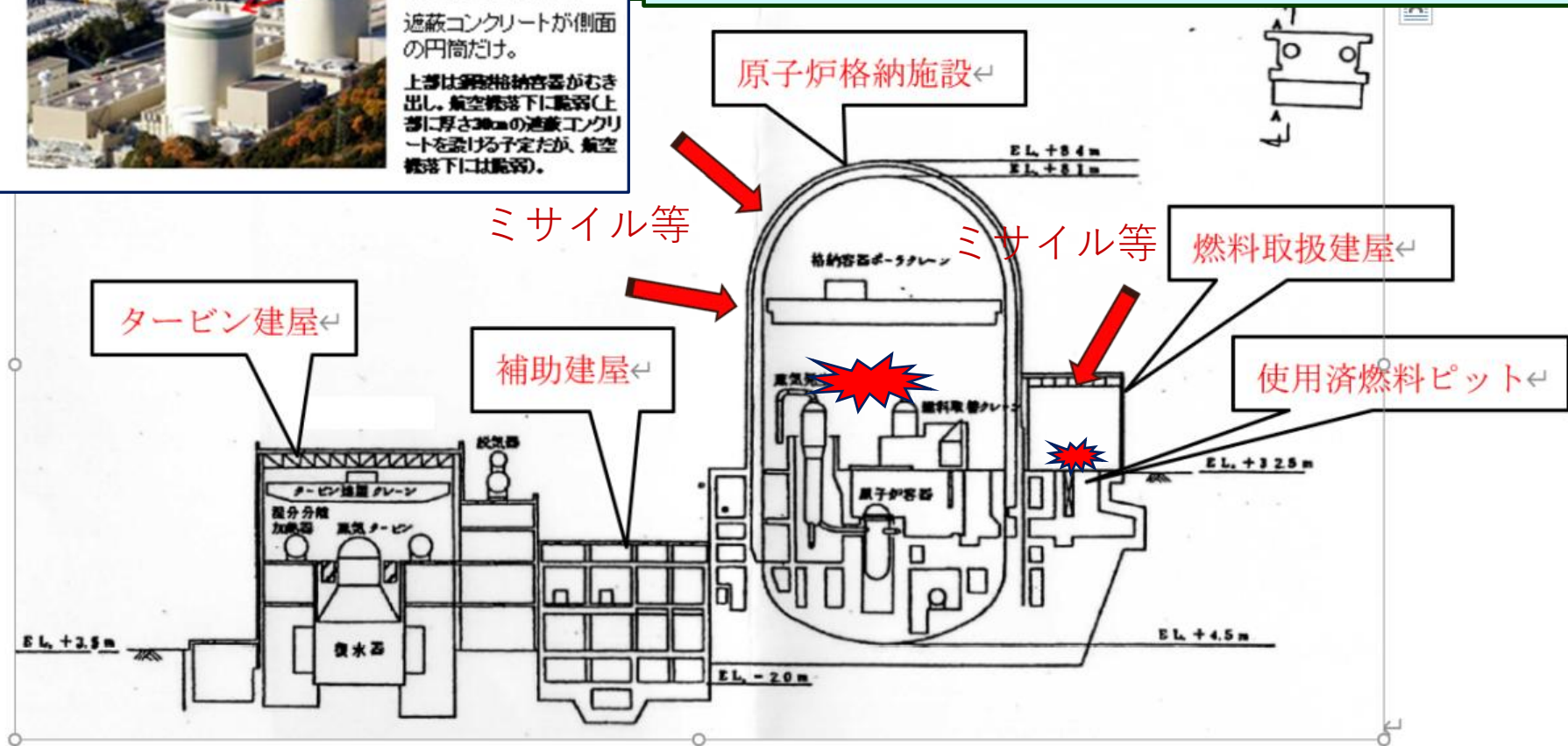
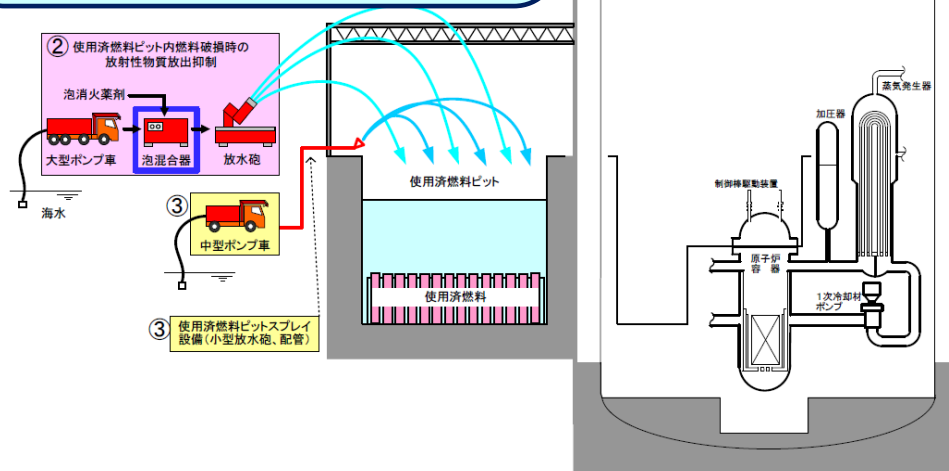


図1 高浜3, 4号機 建屋配置断面

格納容器が壊れても放射能(放射性物質)を『放水砲』で撃ち落とす???

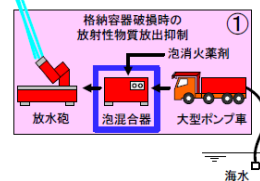
放水砲が過酷事故対策の最後に出てくる最終兵器。
全く機能しない放水砲を、どうどうと電力事業者が示し、原子力規制庁が承認している。国辱ものだ!!

放射能は目に見えず、直径40mもある格納容器のどこから漏れているか全く分からない。非科学的な安全対策だ。



対策イメージ(大容量泡放水砲システムによる放水)

http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h23/h23/html/2-1-3b-3_2.html



日本の原子力の安全対策は最後まで大規模な事故の発生を防げない。こんな全く役に立たない「放水砲」が日本の全原発で規制基準を通過している。世も末だ!

[四国電力(株) 提供資料]

原発は他のエネルギーと比べて 何のメリットもないことは明らか

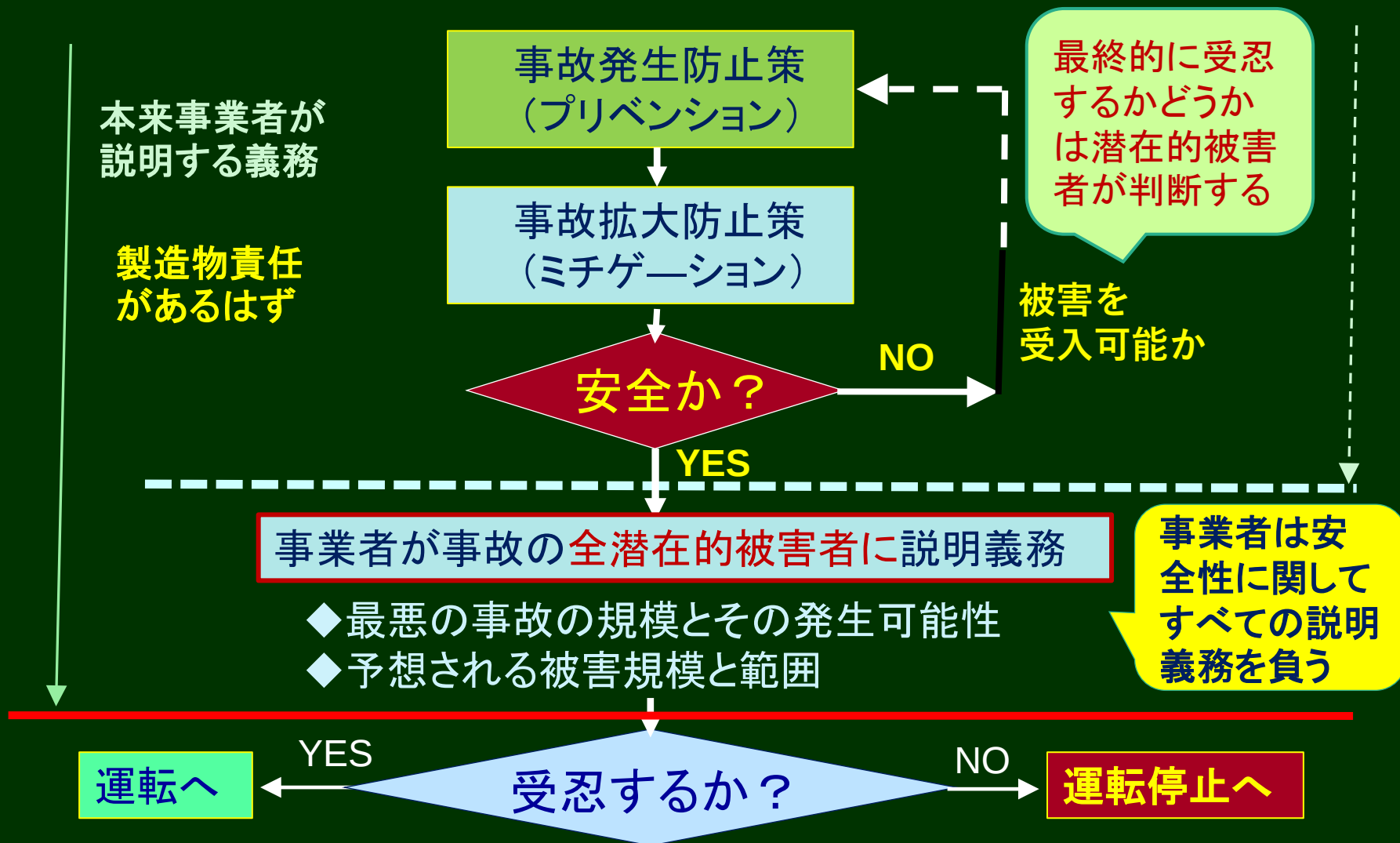
原発を推進する理由は何か？

原発のメリットとデメリット

		原子力	火力	水力	再エネ	NOTE（原子力の特徴）
安全性	自然、故障、人為ミスで大事故発生	×	○	○	◎	放射能の危険性は何よりも大
安定供給性	平常時（事故があると）	×	△	×	△	原発は事故で止まると長期停止
	自然環境 過酷地震、津波 他	×	△	△	◎	原発は広域に止まる可能性大
	緊急事態時（テロ・軍事攻撃）	×	△	○	◎	原発は停止せざるをえない。
環境負荷少	核のゴミ	×	◎	◎	◎	核のゴミはほぼ永久に残る
	自然破壊	×	○	×	△	通常時も放射性物質の放出
	二酸化炭素排出（操業時）	◎	×	◎	◎	原発以外にも同等以上にある。
コスト安い		△or×	△	○	○or◎	再エネに追いつかれさらに上昇
地域雇用効果		△	△	○	○	
産業波及効果		○or×	○	○	○	
SDGs		×	×	△	◎	原発は9項目で×

注) ◎：最良 ○：まあ良い △：懸念がある ×：許容限界を超えている

原発の安全性を判断するのは住民



安全性を巡る立場によってその思想の違い

項目	原発推進の立場	原発を許容できない立場
絶対安全か相対安全か	絶対安全はない 相対安全だけが存在	絶対安全はないが、絶対的な安全を追求する権利がある。その上で、相対安全も議論すべき
多重防護・多層防護の評価	多重防護等により安全性は高くなる。事故の発生確率を小さくできる。	多重防護等は、発生確率は小さくなりうるが、事故の規模が限定されるわけではない。最悪事故は起こり得る。
多重防護等を突破されることがあるか？	確率は小さいがある。しかし、非常に小さい確率なのでほぼ安全とみなせる。	多重防護等は、その対策が失敗することを容認している。 大規模な原発事故は容認できない。
科学的な判断	絶対安全がない以上、その時点での科学の最先端の知見で評価すべき。	科学的事実と安全とは、別ものである。科学的に不確定なことは起こりうるので安全とは言えない。
安全についての考え方	安全の定義はリスク論によっており、被害の程度と発生確率の積で判断している。	大規模事故では、万一起きた時には、取り返しがつかないから確率が小さくても許されない。
安全性と立場の違い	安全性は経済性とかその他の社会的要因も加味して総合的な判断する。(経済性重視)	加害者と被害者が分かれる原発では、安全性の判断は住民市民が決める権利がある。(人権)

原発の基本的な問題のまとめ

- ◆原発の特性とその仕組みから、止める、冷却する、閉じ込める機能はどれも成立しない。
- ◆最悪の被害は、国が亡びるレベルの事故であり、それを防ぐことはできない。原発はできる限り早く撤退すべきだ。
- ◆安全を確保できる唯一の手段は、原発と再処理工場の廃止である。
- ◆使用済燃料は、空冷式の貯蔵施設に長期保管し、燃料被覆管を破壊せずに、地層処分の道を選択するべきである。ただし、地元同意は原発同様に必須である。
- ◆原発は、紛争時に格好の攻撃目標になりうるから、エネルギーの安定供給などできない。地震でとまっても、安定供給とは程遠い。
- ◆そもそも、コストを含めて原発の依存しなければならない理由がない。潜在的核保有の道など、持続可能で平和と安全を希求する人類の未来と真逆の愚かな選択である。
- ◆少なくとも、民主主義を標榜するならば、大量の被ばく者の発生と広範囲の放射能汚染といった環境汚染を避けなければならない。

ご清聴

ありがとうございます

能登地震、羽田航空機事故等、極めて危険な環境下で、特に古い原発を動かすこと、テロにも弱い原発に依存することなど、考えられない。

こうしたリスク社会で生活する上で、原発は国を亡ぼすほど危険なものである。原発問題は人権の問題であり、その考え方を共有できない政治家は排除すべきだ。