

JSME動力エネルギーシステム部門

原子力の安全規制の最適化に関する研究会シンポジウム

# 福島第一原発の事故の教訓と 世界最高水準の安全性確保への道

平成23年11月25日

北海道大学 大学院 工学研究科

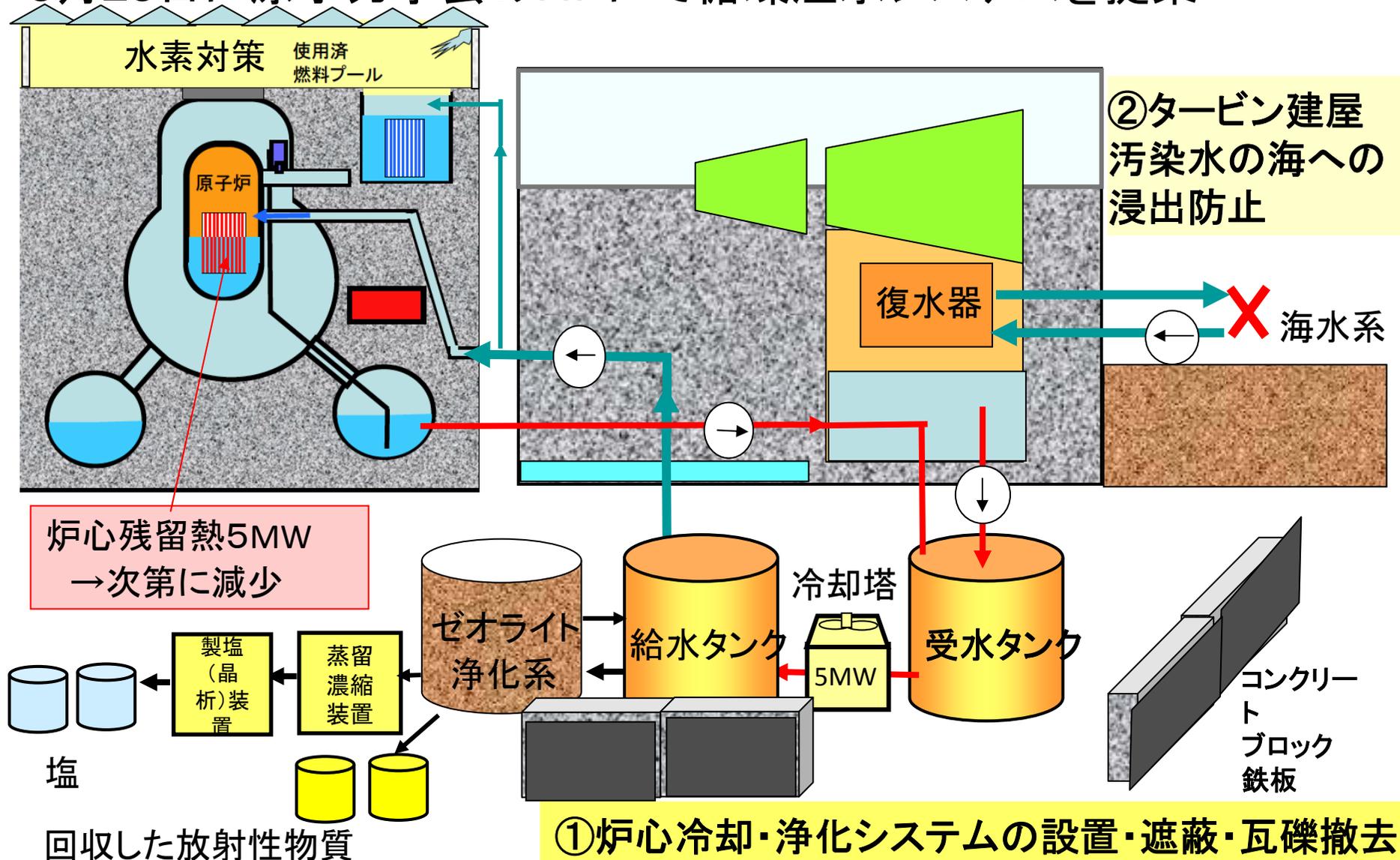
エネルギー環境システム専攻

教授 奈良林 直



# 循環注水システムによる冷温停止を提案

■3月28日に原子力学会のHPにて循環注水システムを提案

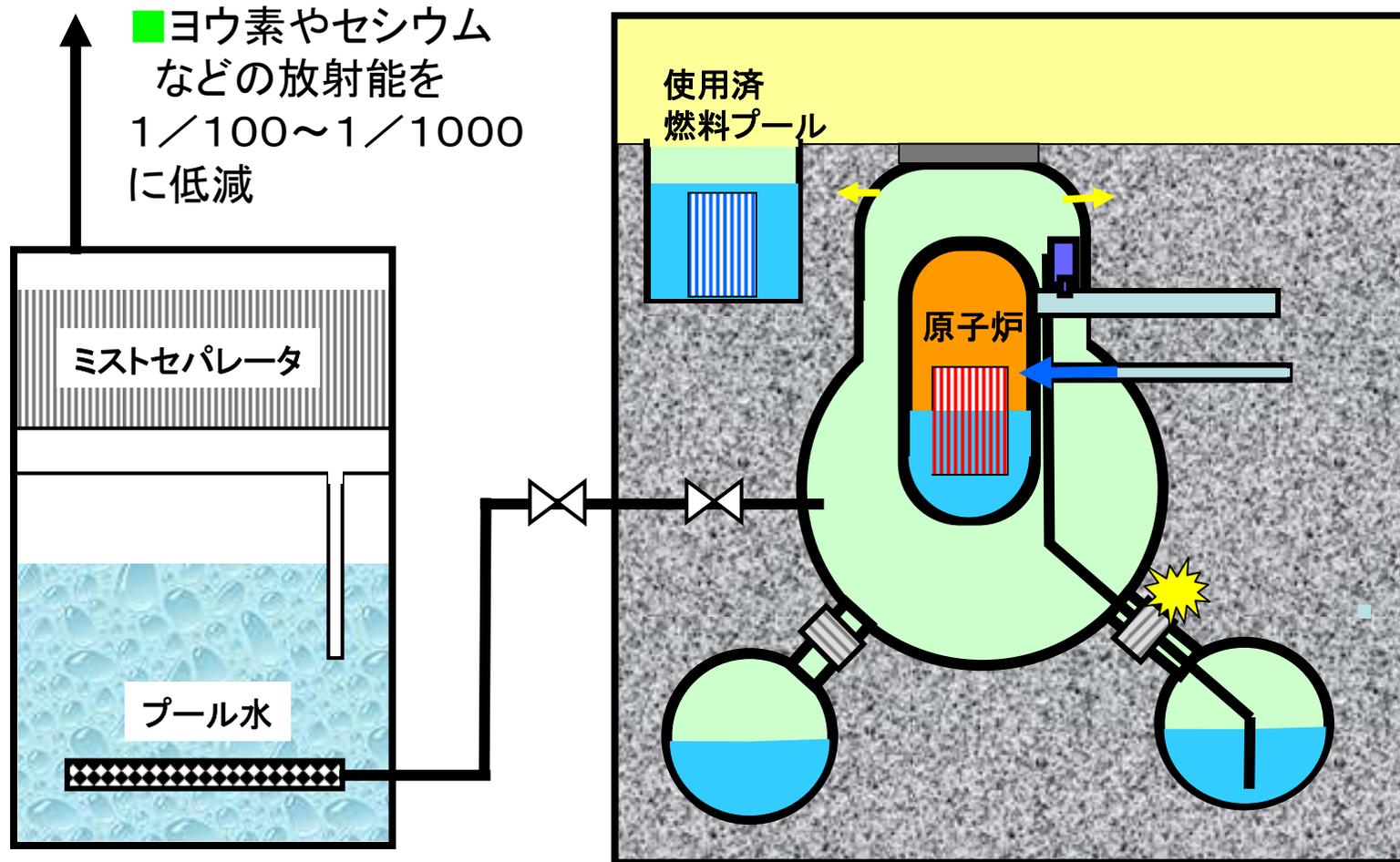


①炉心冷却・浄化システムの設置・遮蔽・瓦礫撤去



# 抜本的改善①フィルター付きベント

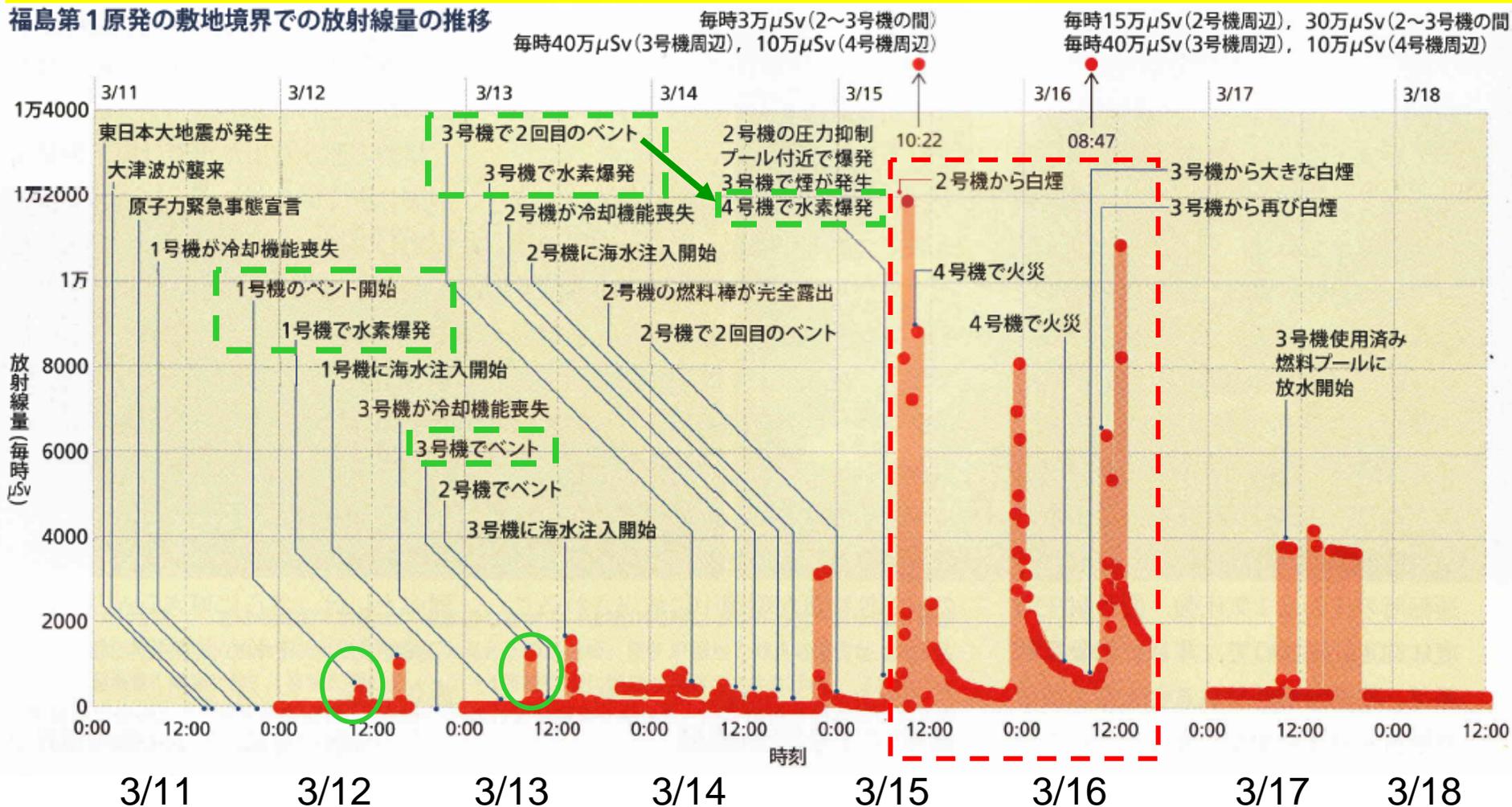
■チェルノブイリ事故の教訓:「例え事故が起こっても地元には迷惑をかけません」  
(フランス、ドイツ、スイス、フィンランド、ノルウェイの多くの原発に設置)



# 格納容器の損傷後に放射線量率急増

- 2号機の圧力抑制室の爆発音以降の放射線量率が急増
- ベントが水素爆発の原因(4号機その他、1号機・3号機でも?)

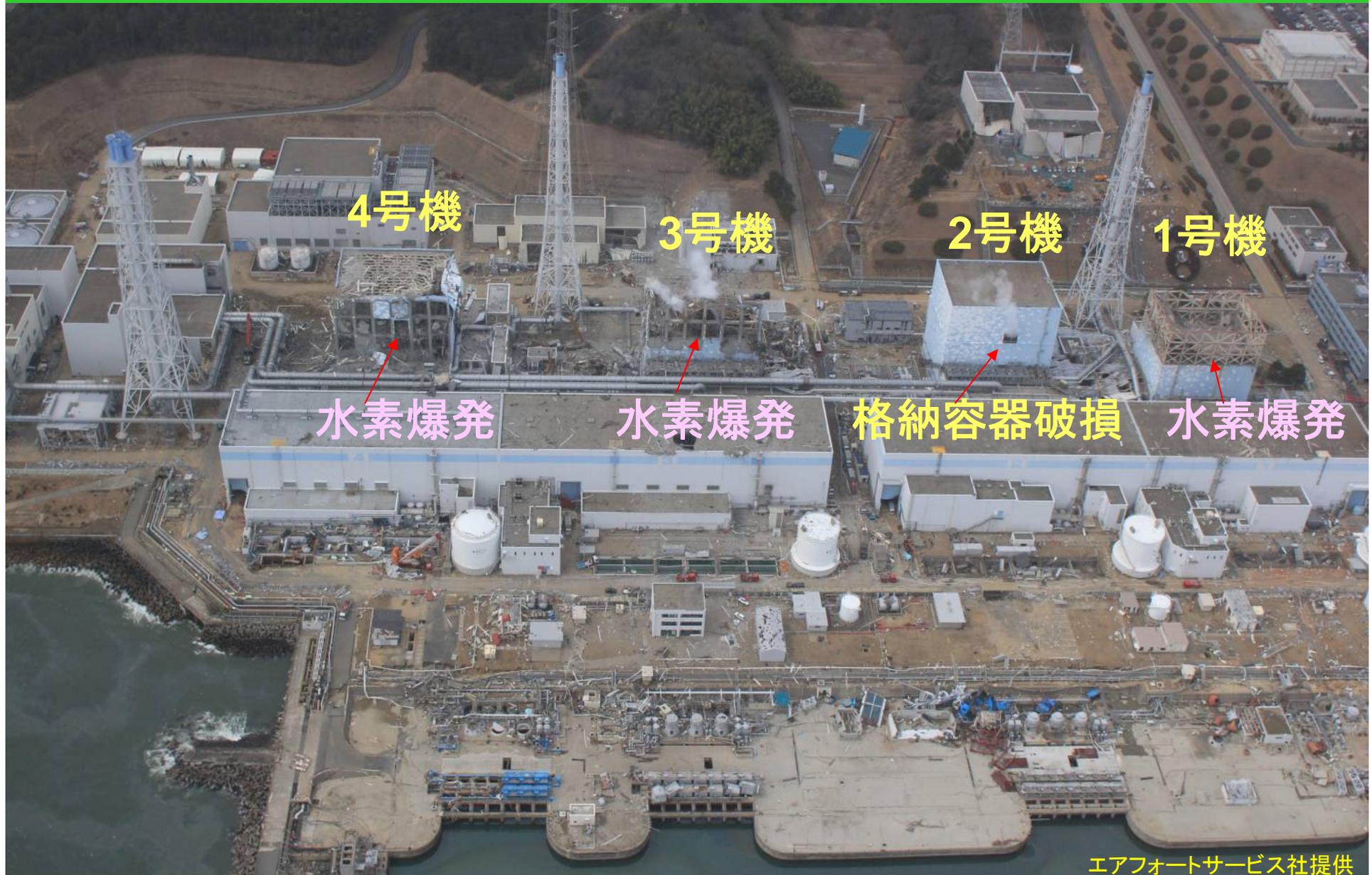
福島第1原発の敷地境界での放射線量の推移



日経サイエンス7月号より



# 水素爆発と格納容器破損



エアフォートサービス社提供



# フィルター付ベントの重要な役割

- (1)格納容器(C/V)破損の防止
- (2)放射性物質の飛散防止

## 福島第一原子力発電所の状況

- #1号機 格納容器0.7MPa + ベント操作+水素爆発 ~1日
- #2号機 格納容器0.7MPa + ベント失敗 + 格納容器破損 ~3.5日
- #3号機 格納容器0.6MPa +ベント操作 +水素爆発 ~3日

- 格納容器の過圧破損と放射性物質・水素のリークや飛散を防ぐ  
→ フィルター付格納容器ベントシステム(FCVS)が必要

- スイスでは1992年に過酷事故対策として追加設置した
- フィルター付ベントがあれば長期にわたり注水とベントにより長期の外部電源喪失(SBO) & と冷却源喪失(LUHS)に対応可能

- 格納容器の過温破損と水素リークを防止する  
→ 炉心と格納容器の特設除熱系(SEHR)が必要

JSME visit Leibstadt NPP, Swiss, on Nov.11,2011, Prof. Okamoto



# フランスのショー発電所



フィルター付ベント



# スイスのライプシュタット発電所



フィルター付ベント

# FCVS (フィルター付格納容器ベントシステム)

■ ベントの入念な準備がなされている

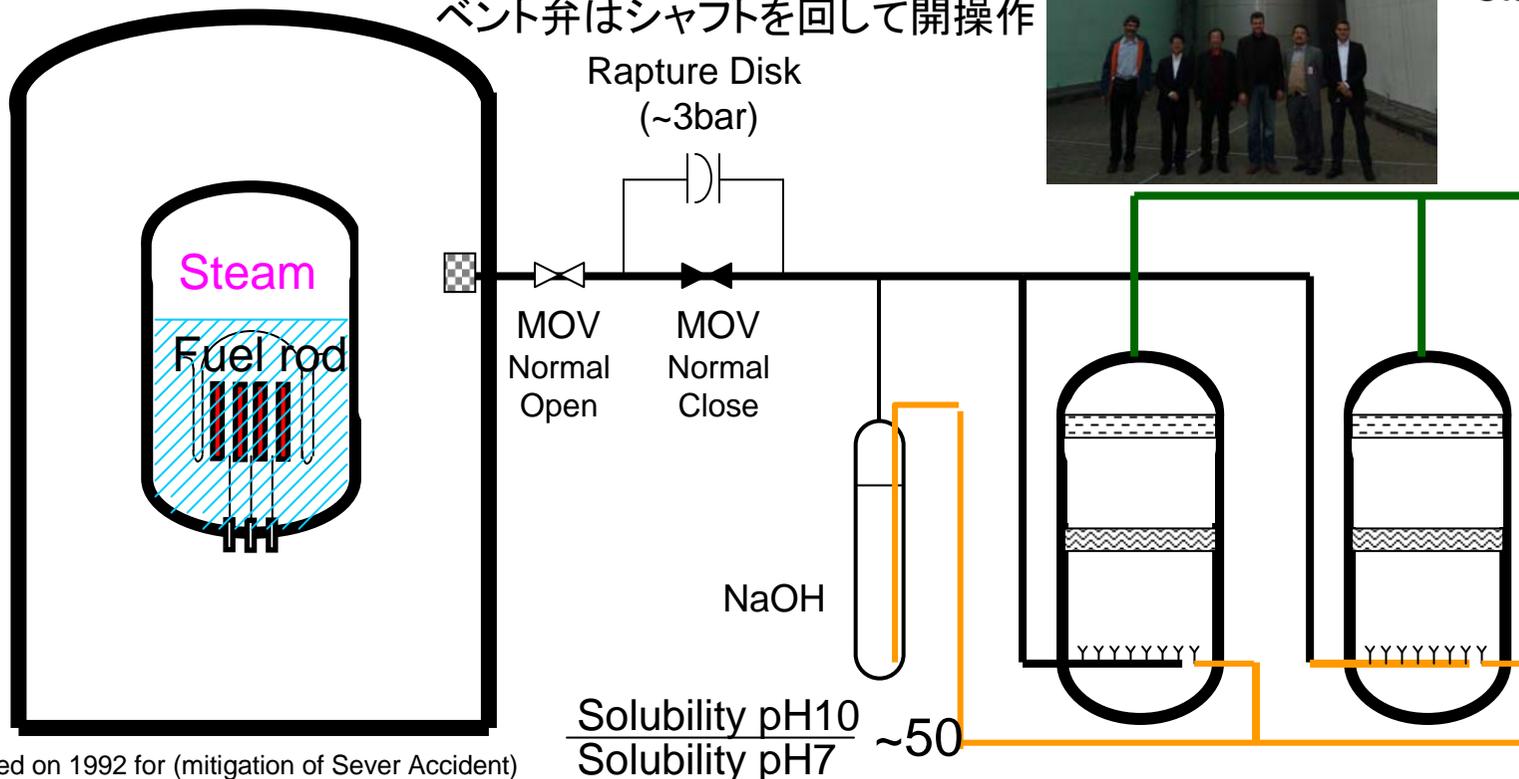


濾過係数: DF  
 > 1000 エアロゾル  
 > 100 I<sub>2</sub>

Stuck



ベント弁はシャフトを回して開操作



Backfitted on 1992 for (mitigation of Sever Accident)

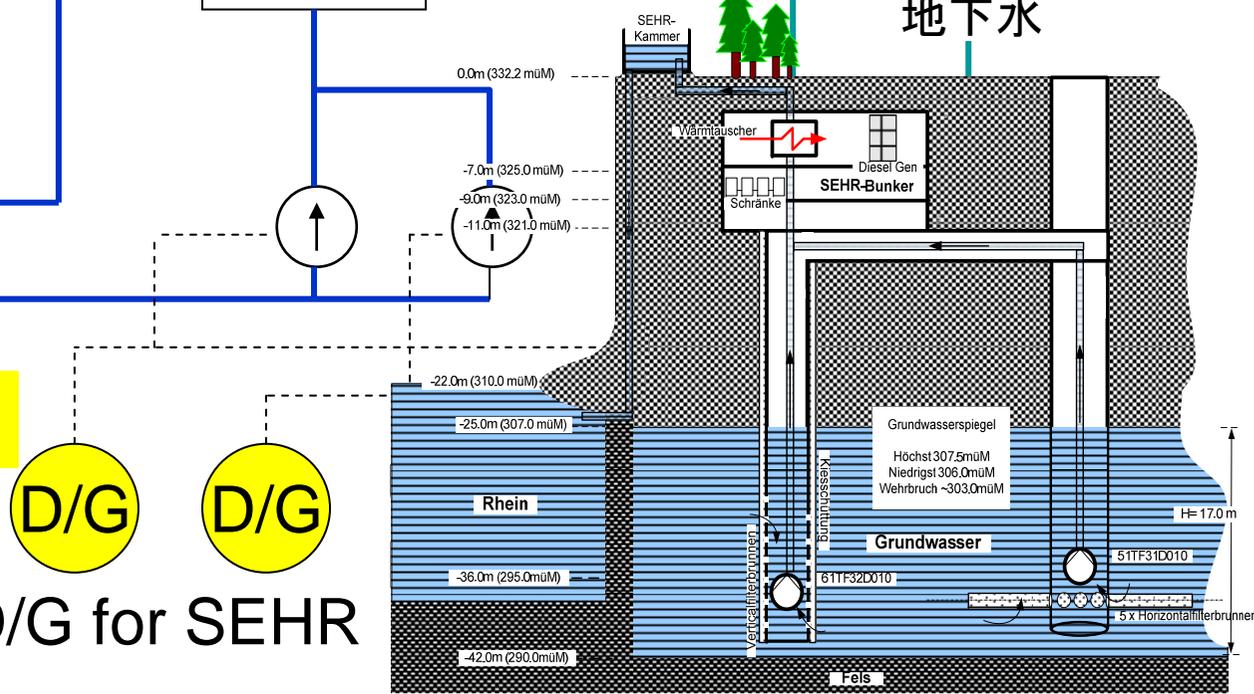
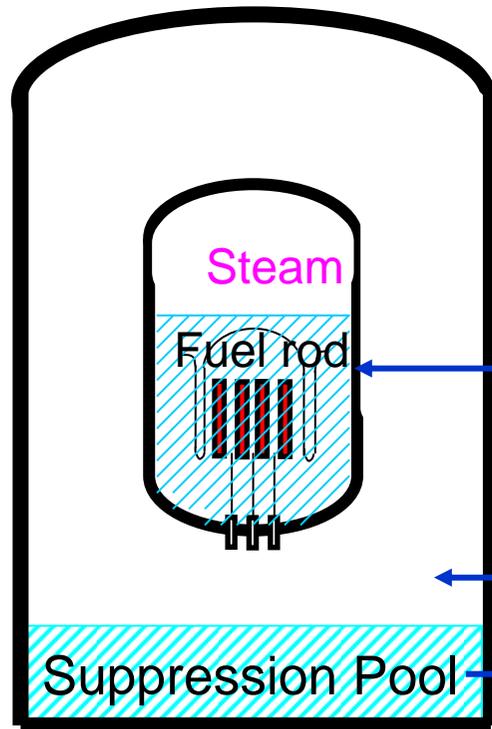


# SEHR (特設非常用除熱システム)

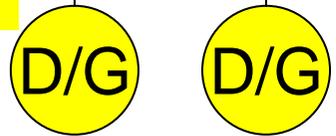
SEHR (Special Emergency Heat Removal System)

■ 米TMI事故の直後に設置

- ① 格納容器の追加の冷却機能
- ② 格納容器の過酷事故の緩和



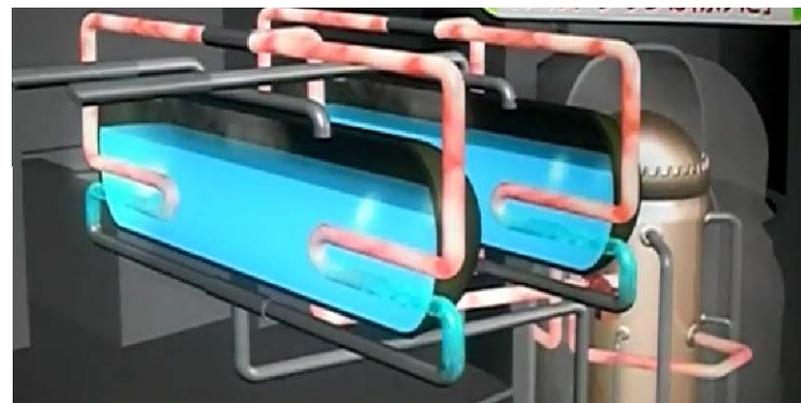
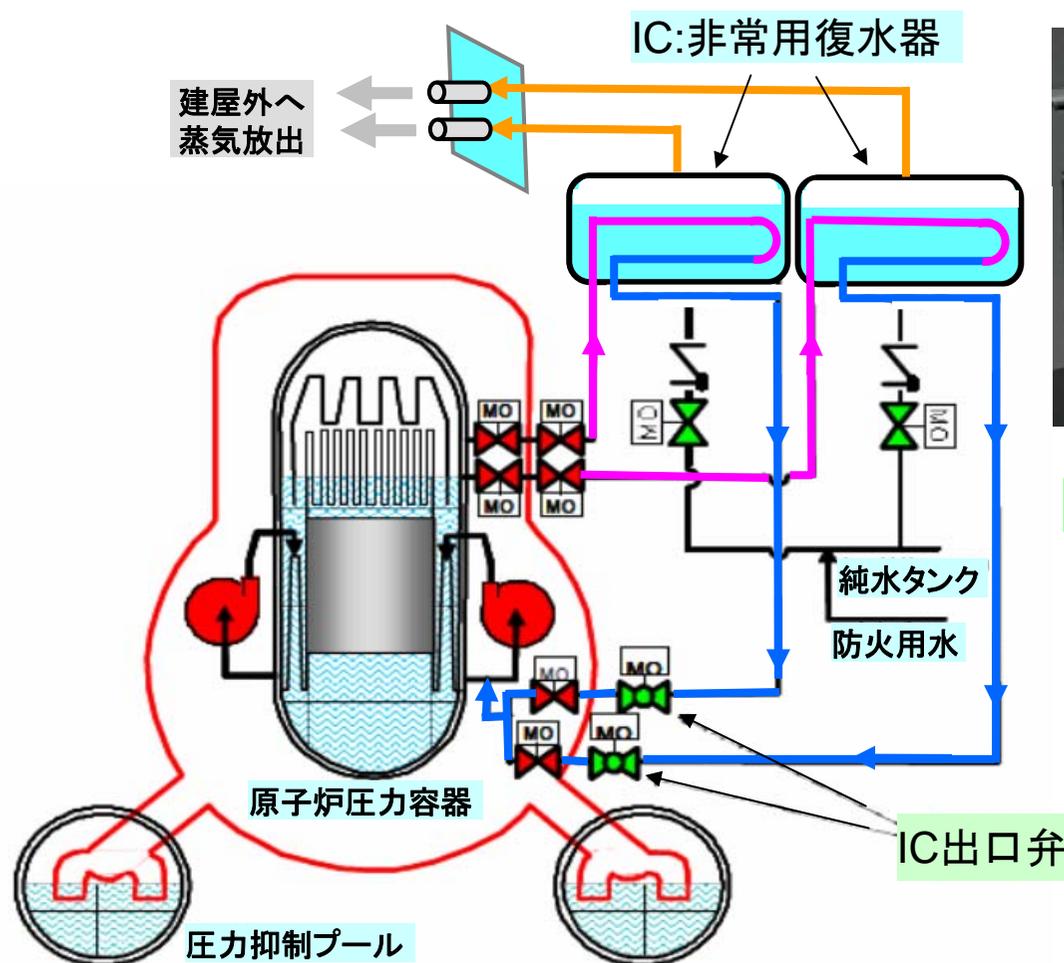
炉心と格納容器の除熱



Two D/G for SEHR

# 1号機にも自然冷却系(IC)があった

- 強力な冷却・減圧性能があったが、バッテリー切れで制御盤が機能喪失。動いていたら、事故収束できた。



- 2号機・3号機のRCICの蒸気タービンもバッテリー切れと圧力抑制プールの水温・圧力上昇で停止して冷却不能

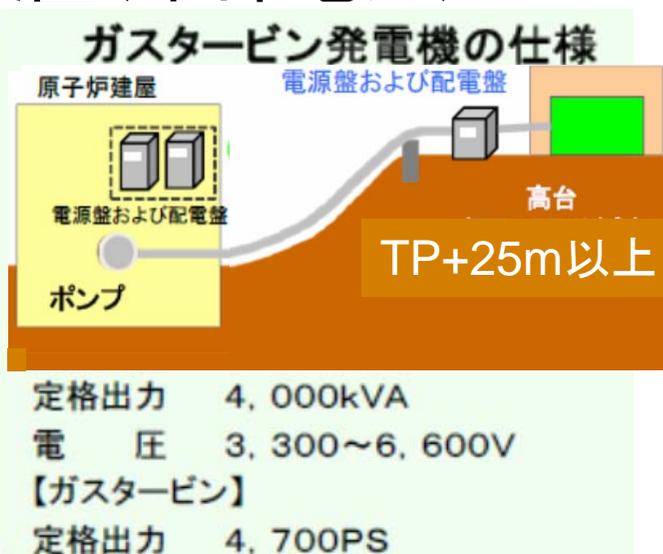
# 電源の耐津波強化対策事例

## ■ 開閉所の高台設置やガスタービン電源車の配備（北電）

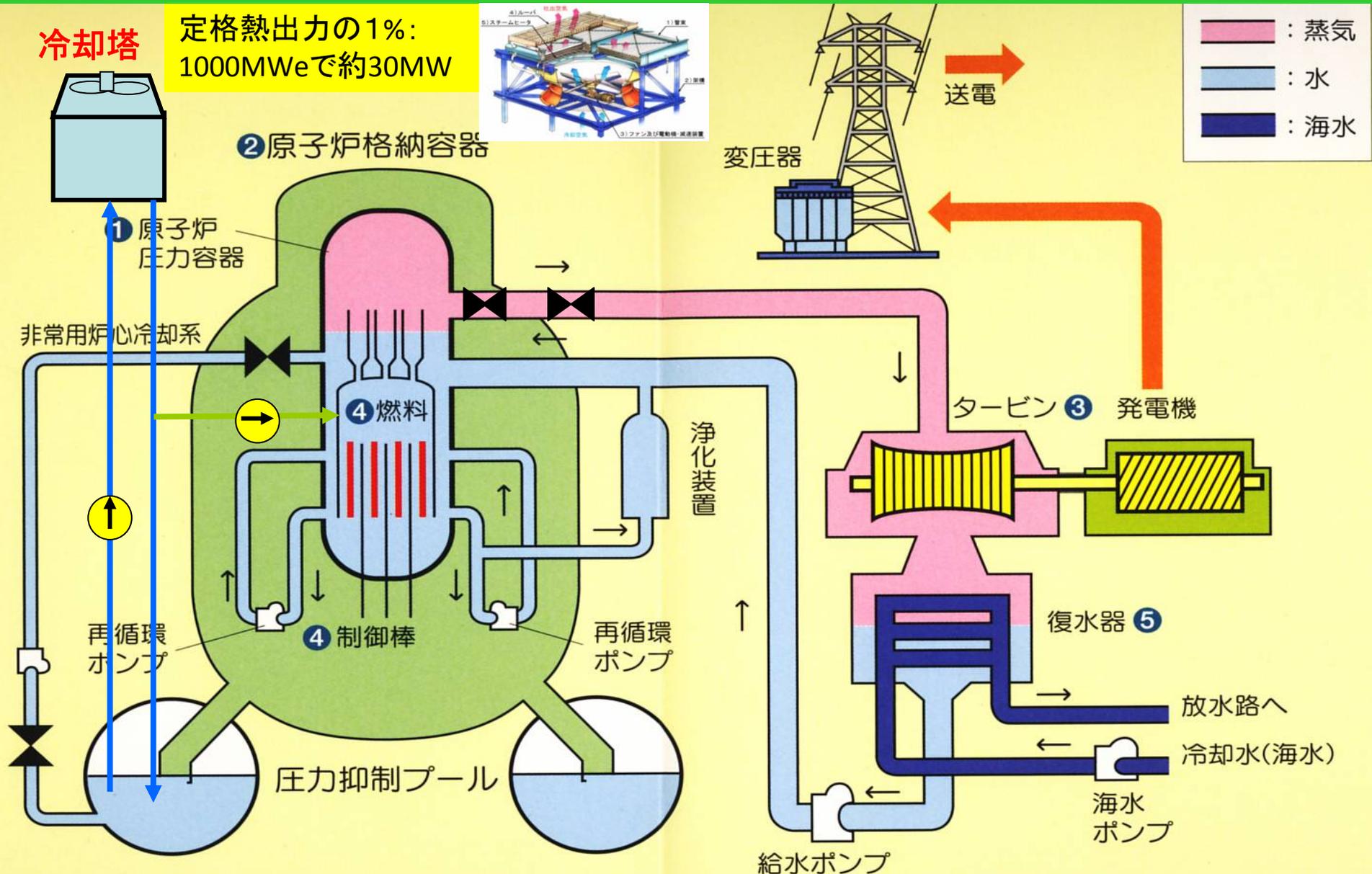


標高85m

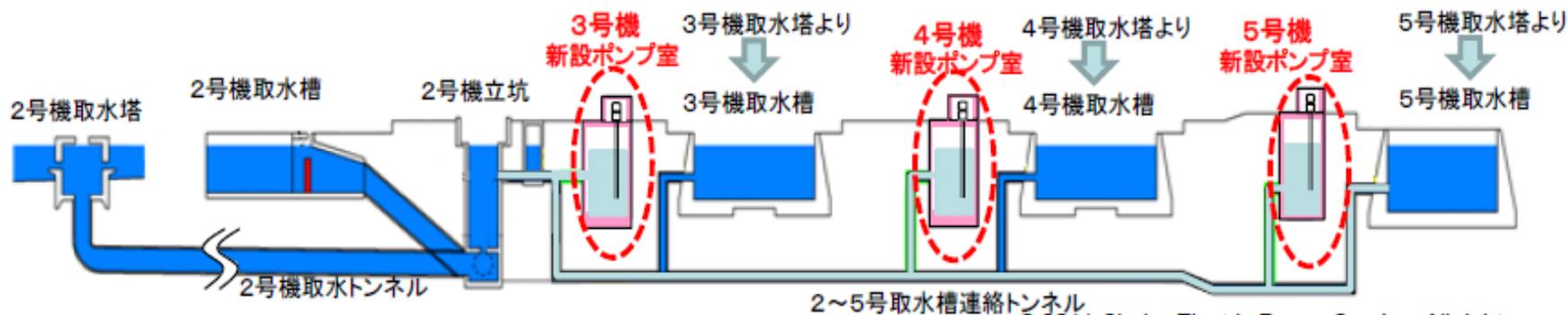
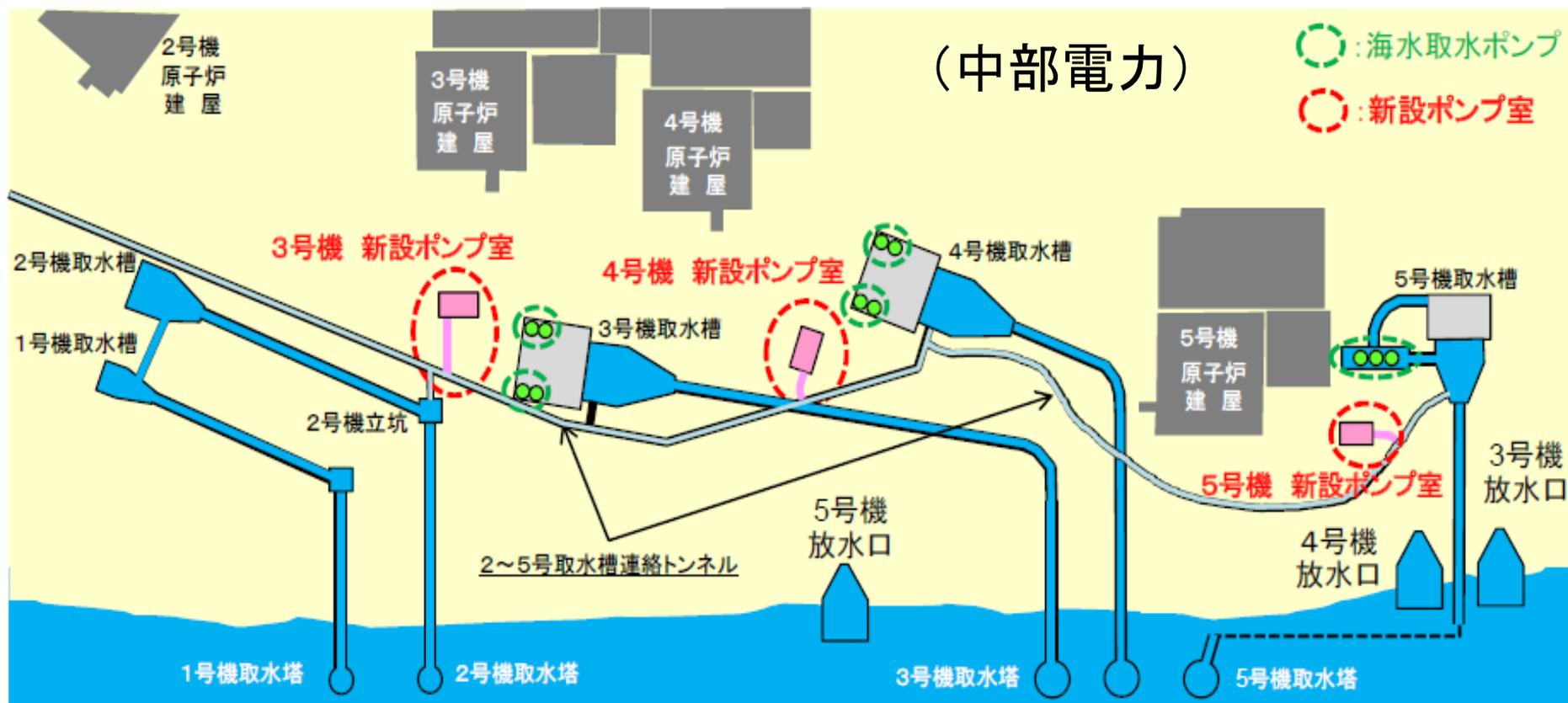
## ■ ガスタービン発電機と電源盤の高台設置（中部電力）



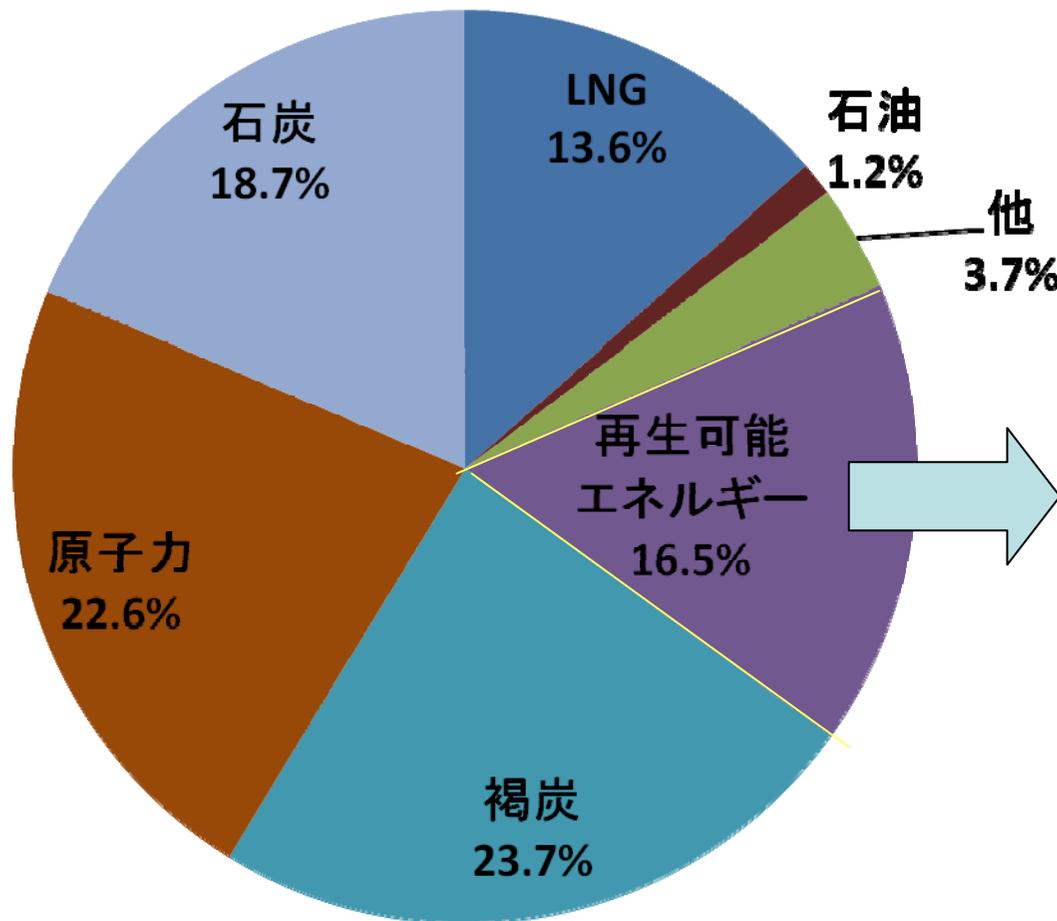
# 抜本的改善②崩壊熱冷却系の追加



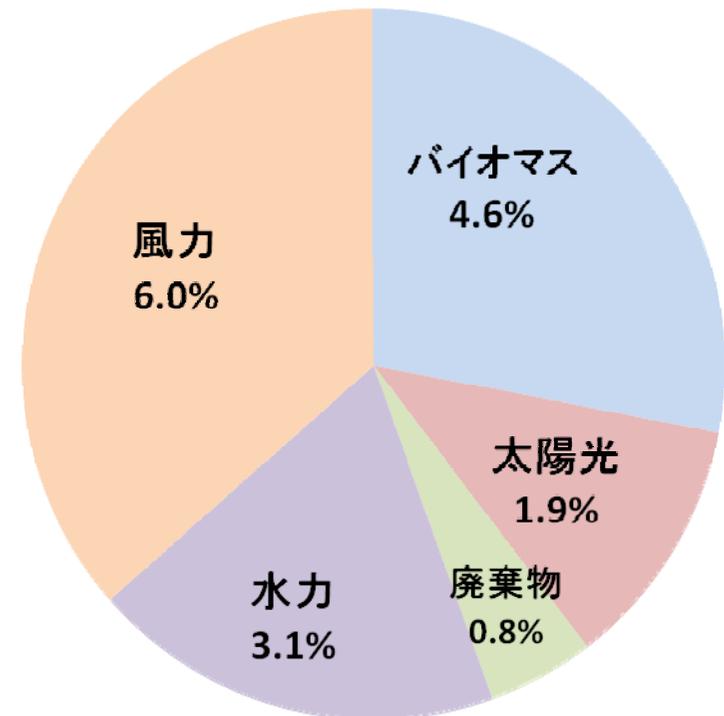
# ヒートシンク(冷却源)の確保例



# ドイツの再生可能エネルギー：太陽光はわずか1.9%



原子力発電設備容量: 2034万kW  
太陽光発電設備容量: 約1700万kW



再生可能エネルギーの内訳

2010年のドイツの電源構成比(総発電電力量6,210億kWh、暫定値)  
出典: エネルギー収支統計協会、再生可能エネルギー統計協会

# 欧州の干ばつと猛暑



'03年、'06年のヨーロッパの熱波(死者計約5万人)

ドレスデン地域(2006年7月)



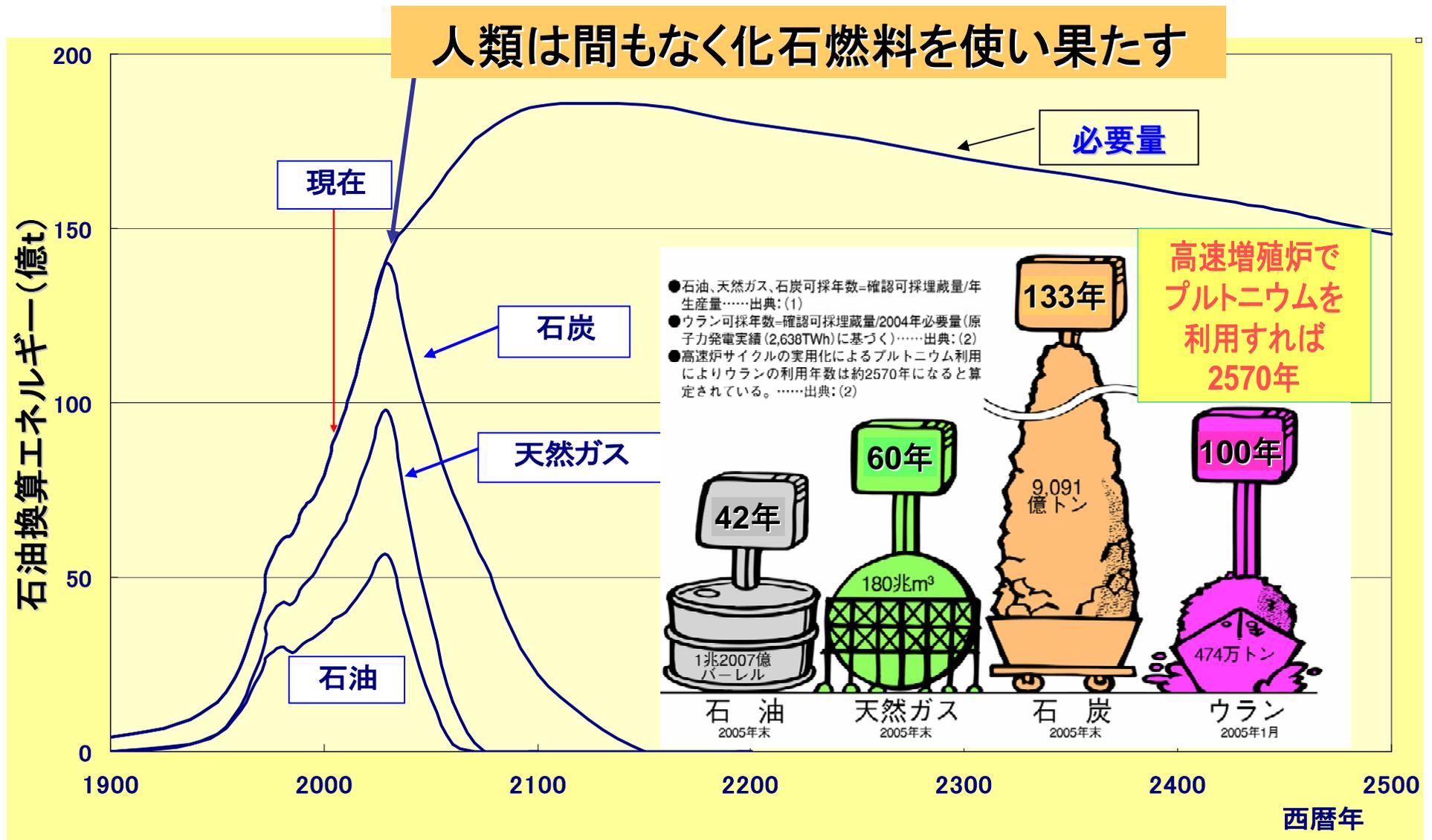
干上がったエルベ川—熱波続く  
欧州【AFP=時事】

地球温暖化の死者はチェルノブイリ事故の  
比では無い！CO2は大量殺戮ガス

The death toll in France during a Europe-wide July heat wave has reached an estimated 40. But it was nothing like the summer of 2003, when killer heat combined with social dysfunction, leaving 15,000 dead.



# 世界の化石エネルギー需給予想



# サウジアラビアの原子力教育

■ サウジアラビアのキング・アブドゥルアジス大学と北大の学術交流協定を締結

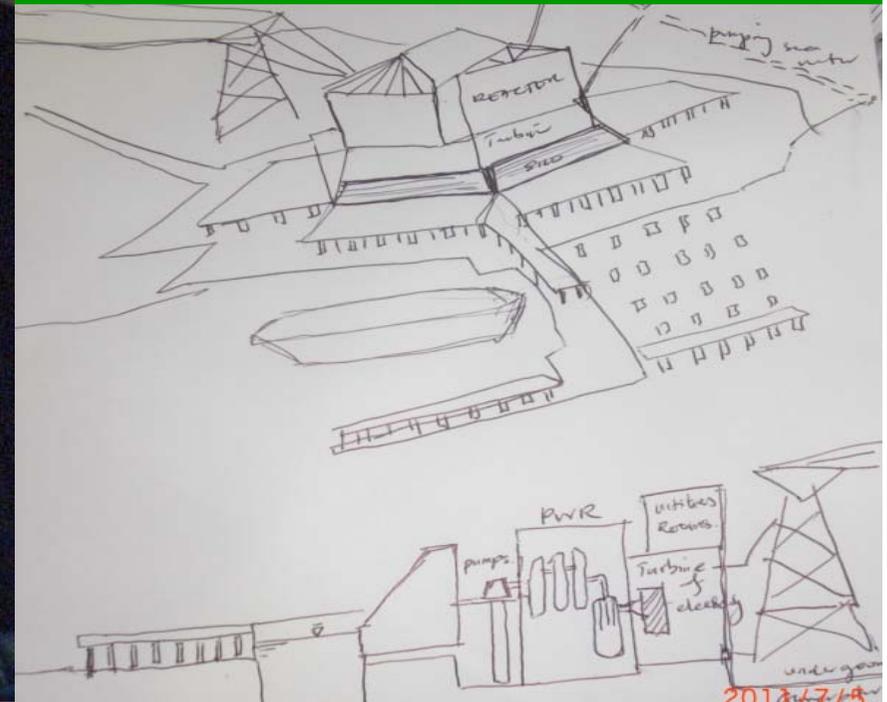
アラブ最大の産油国は韓国ではなく、日本に原子力人材育成を要請



# マレーシアのクアラルンプール



# マレーシアの原子力教育



# まとめ

- 福島第1原発1～4号機の事故は、しっかりした事前検討や対策がなされていれば早期に収束できた。
- フランスやスイスでは米TMIやチェルノブイリ原発事故の教訓を活かして冷却源の強化やフィルタードベントを設置していた。
- 福島第一原発事故の教訓を活かして世界一の安全性を確保して、しっかり運転を！
- 太陽光や再生可能エネルギーだけでは原子力を置き換えるほど十分なエネルギーを賄えない。両者を将来も使い続けるべきである。
- 原子力教育は我が国および世界の原子力発電の安全性確保と技術開発、そして世界の安全文化の強化のために重要である。

