

原子力フォーラム茨城(原子力国民会議茨城支部主催)  
地球・日本・茨城の将来と原子力を考えよう!

## 基調講演:「原発ゼロ」は可能か?

—原子力発祥の地が世界に向かって情報発信を—



2020年1月18日(土) 13:40~15:10

於(株)千代田テクノル コンベンションセンター

東京工業大学 先導原子力研究所

特任教授 奈良林 直 (北海道大学名誉教授)

# 1) 気候変動をやめて気候危機と呼ぶのはなぜ？

# S+3E (安全 + 自給率・コスト・環境)

## <3E+Sに関する政策目標>

### 自給率 (Energy Security)

震災前(約20%)を  
更に上回る概ね25%程度

### 電力コスト (Economic Efficiency)

現状よりも引き下げる

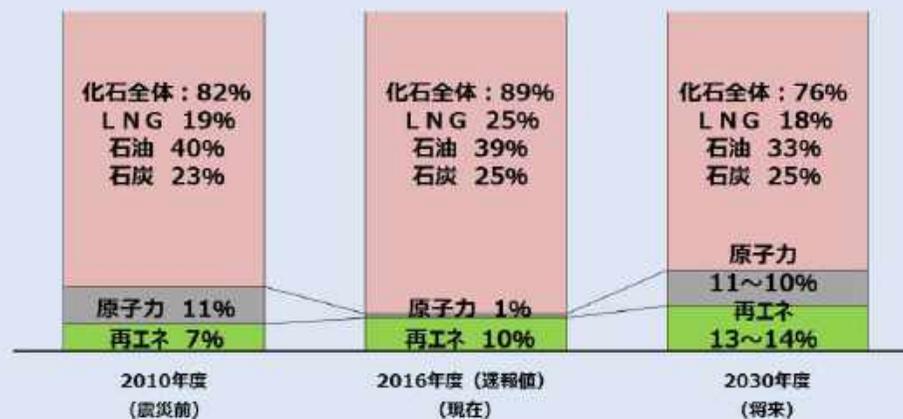
### 温室効果ガス 排出量 (Environment)

欧米に遜色ない  
温室効果ガス削減目標

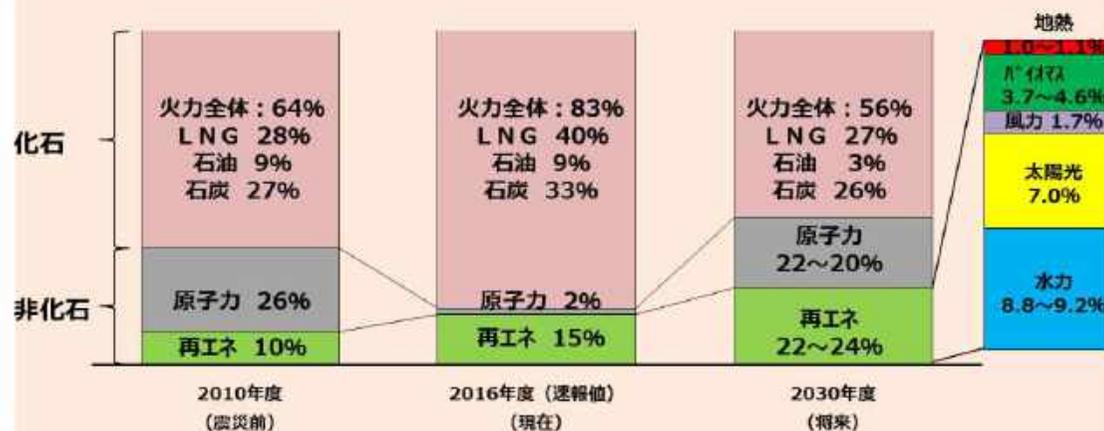
安全性(Safety)

安全性が大前提

### 一次エネルギー供給



### 電源構成



# S+4E 「気候変動」ではなく「気候危機」



森さやか  
NHK国際放送局  
気象アンカー、  
気象予報士

気候変動から、気候非常事態へ

世界気象機関は「2015年から2019年は史上最も暑い5年になる可能性が高い」と指摘しています。

実際、今年フランスで国内史上最高気温である**45.9°C**や、インドで国内記録にあと**0.2°C**と迫る**50.8°C**が観測されました。また北極の海氷域面積も観測史上**2番目**に小さい値を記録しています。

このように急速に変化する気候環境の中にあって、もはや「気候変動(Climate Change)」という緩やかな表現ではなく、「**気候非常事態(Climate Emergency)**」や「**気候危機(Climate Crisis)**」という、切迫感のある言葉を用いるべきだという声も上がっています。

<https://news.yahoo.co.jp/byline/morisayaka/20190705-00133027/>

全米で最も寒い州であるアラスカのアンカレッジで、4日気温が**32.2°C**(華氏90度)まで上昇し、この地点における観測史上最高気温



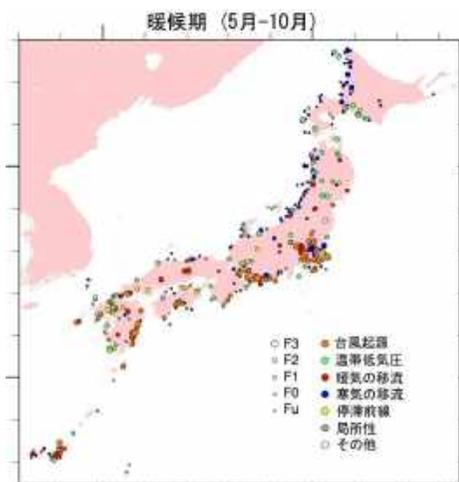
アントニオ・グテーレス国連事務総長「まさに気候危機」



横浜で開催中の第7回アフリカ開発会議(TICAD7)で、記者団の質問に答えるアントニオ・グテーレス国連事務総長(2019年8月)

[https://www.unic.or.jp/news\\_press/messages\\_speeches/sg/34515/](https://www.unic.or.jp/news_press/messages_speeches/sg/34515/)

# 私は森さやかさんと竜巻の本の出版でファンに



平成 26 年 8 月 吉日

北海道大学 原子炉工学研究室  
奈良林直 先生

謹啓 時下、ますますご健勝のこととお喜び申し上げます。  
このたび

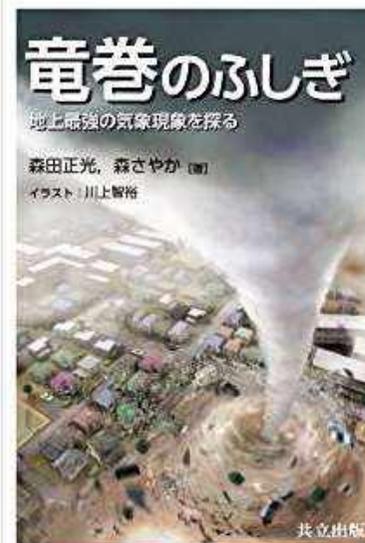
森田正光・森さやか 著

『竜巻のふしぎ—地上最強の気象現象を探る』

が刊行の運びとなりました。

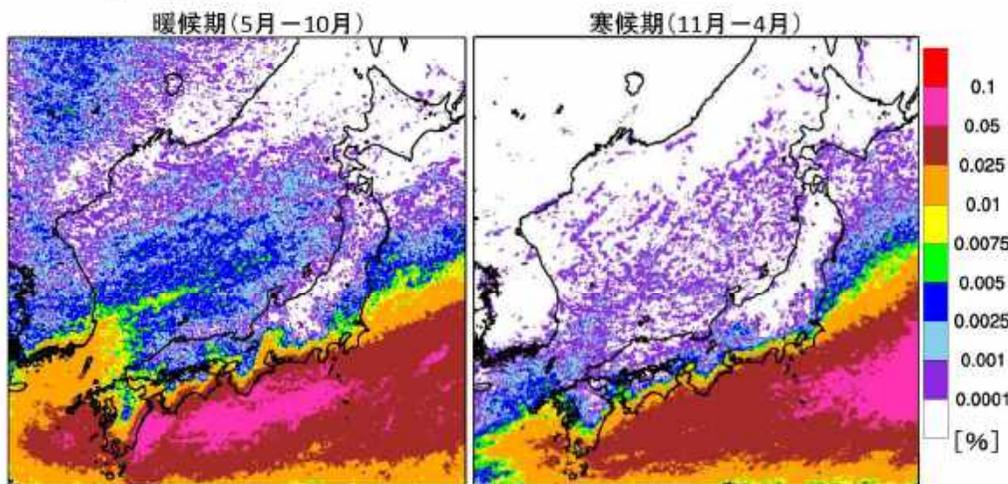
つきましては、ここにご献本させていただきますので、甚だ勝手ではござ  
いますが、ご高覧・ご高評いただければ幸いです。

敬具



## 2-3 突風関連指数による分析[5/7]

- 突風関連指数(CAPE, SReH)の閾値(CAPE: 1200J/kg(暖候期), 500J/kg(寒候期)および SReH: 350m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)を設定し、設定した閾値を同時に超過する頻度を、過去50年間の気象データ(5km間隔・1時間毎)をもとに算定し、大きな竜巻の発生地域性を評価した結果を下図に示す。



両閾値を同時に超過する頻度(CAPE閾値: 1200 J/kg(暖候期), 500 J/kg(寒候期), SReH閾値: 350 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>) \*

## 4-2 飛来物評価モデルの比較[2/4]

- 各風速場モデルの風況イメージ(1/3)

**ランキン渦モデル**

モデル概要  
地面からも上昇流が発生するモデルであり、実現象と乖離。

**フジタモデル**

モデル概要  
地表面で渦の中心に向かう水平方向の流れがモデル化されており、実現象をよく再現。

# E: アマゾンやアフリカで大火災

今年初めから今月24日までのブラジルの火災件数は8万件を超え、観測開始以来、最悪。しかし実のところ、現在最も多くの山火事が発生しているのは、アフリカなのです。



森さやか

NHK国際放送局 気象アンカー、気象予報士



# 99.99%の科学者が「気候変動の原因は人間である」

97%以上の科学者が、地球温暖化を招く原因は人間であると意見を表明したといいますが、2万4000以上の研究論文を調査.計6万9406人いる膨大な数の著者たちの中で、人間による気候変動を否定したのはたった4人のみでした。99.99%が気候変動の原因は人間。しかし、2015年の3月に行われた調査によれば、アメリカ人の16%は地球温暖化が起きていると信じておらず、17%が自分たちが生きている間には発生しないと考えているのだそうです。トランプ大統領もそのうちの1人。



<https://tabi-labo.com/159650/climate-change>

# 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.

# 北半球猛暑と火災(2018年)

温暖化で気象変化鈍る 北半球は猛暑長期化や豪雨悪化の恐れ=ネイチャー

気温が体温を超えると熱中症の危険(E)が高まる

2018年8月21日(火) 13時36分

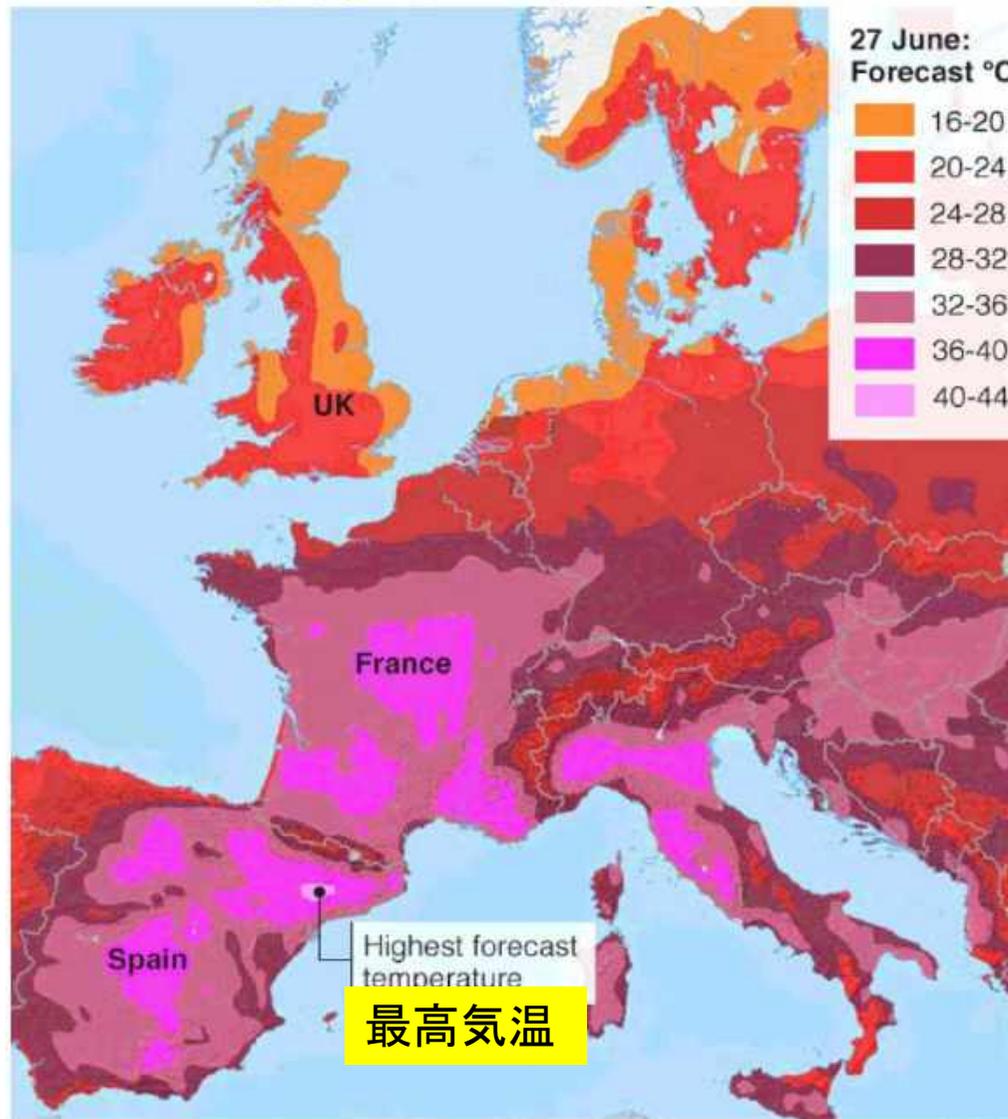
いいね! 36 シェア ツイート 163 BIブ

カルフォルニアの森林火災



# 2019年も猛暑(欧州も日本も)

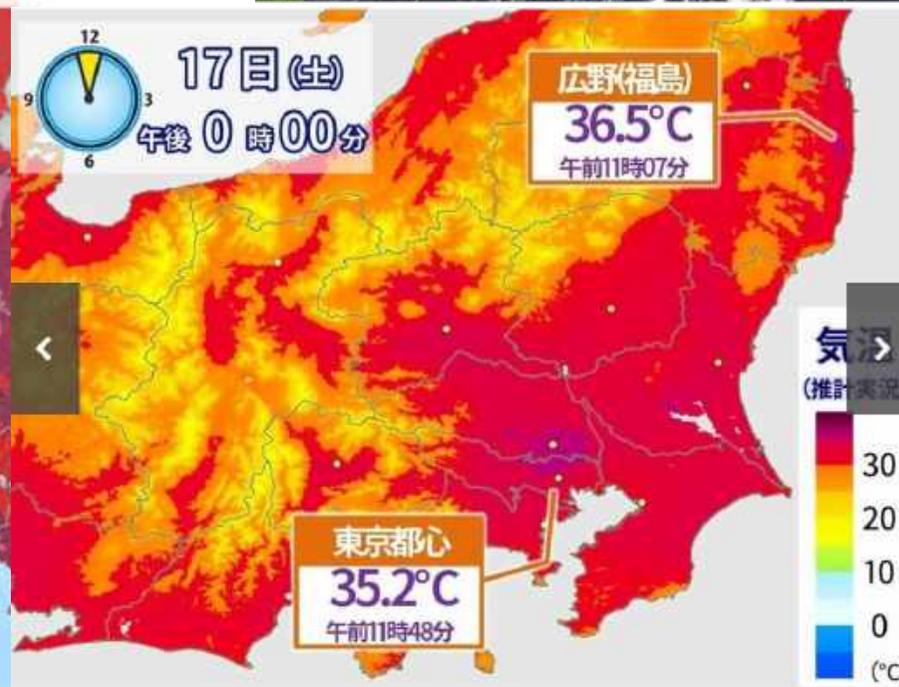
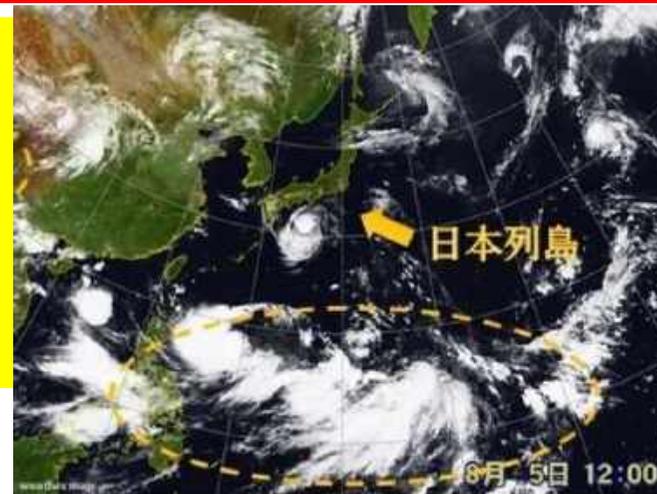
## Heatwave gripping Europe



Source: ERCC/WMO

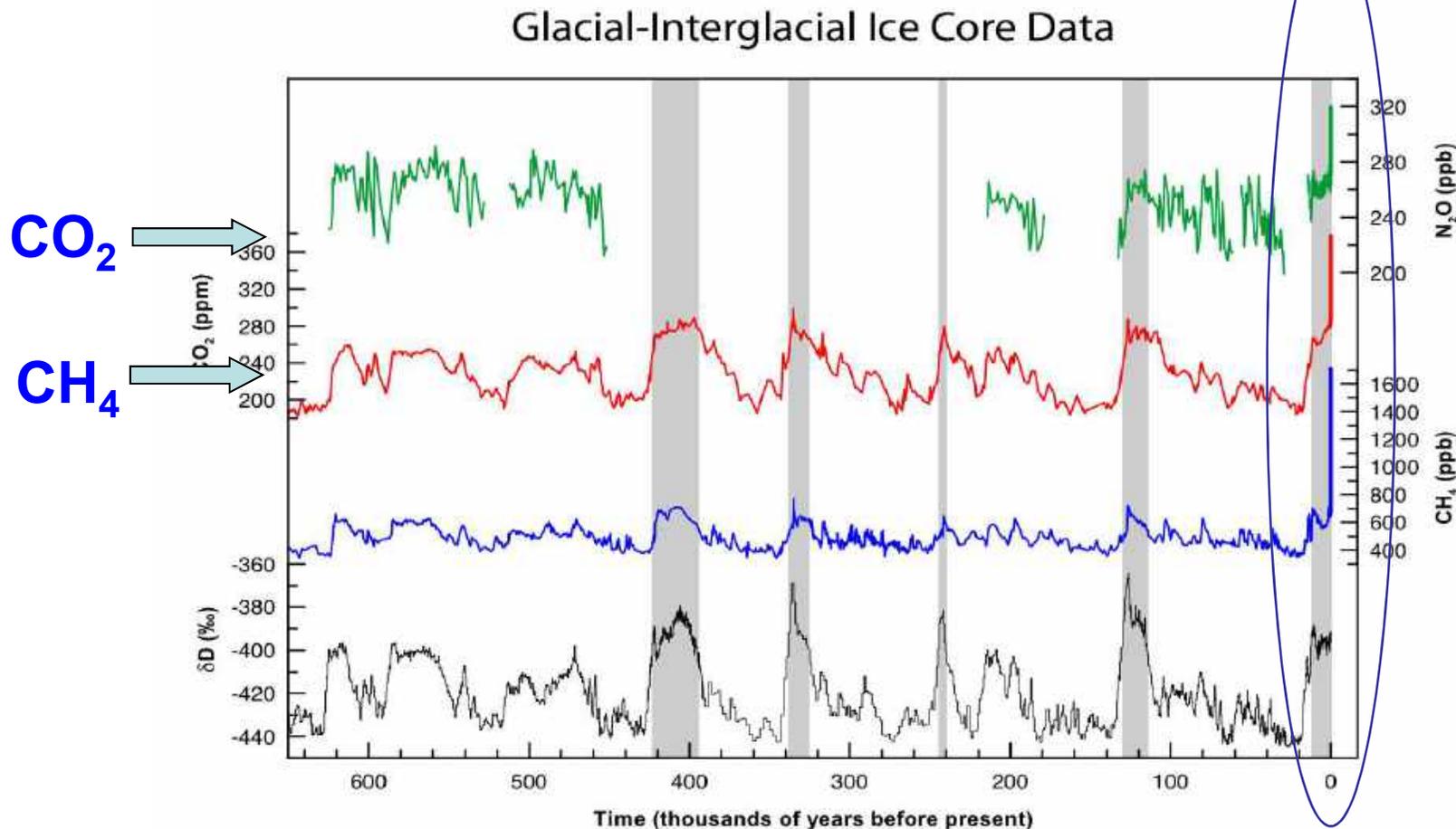
BBC

アフリカからの熱波とフィリピン海域の雲(台風発生源)



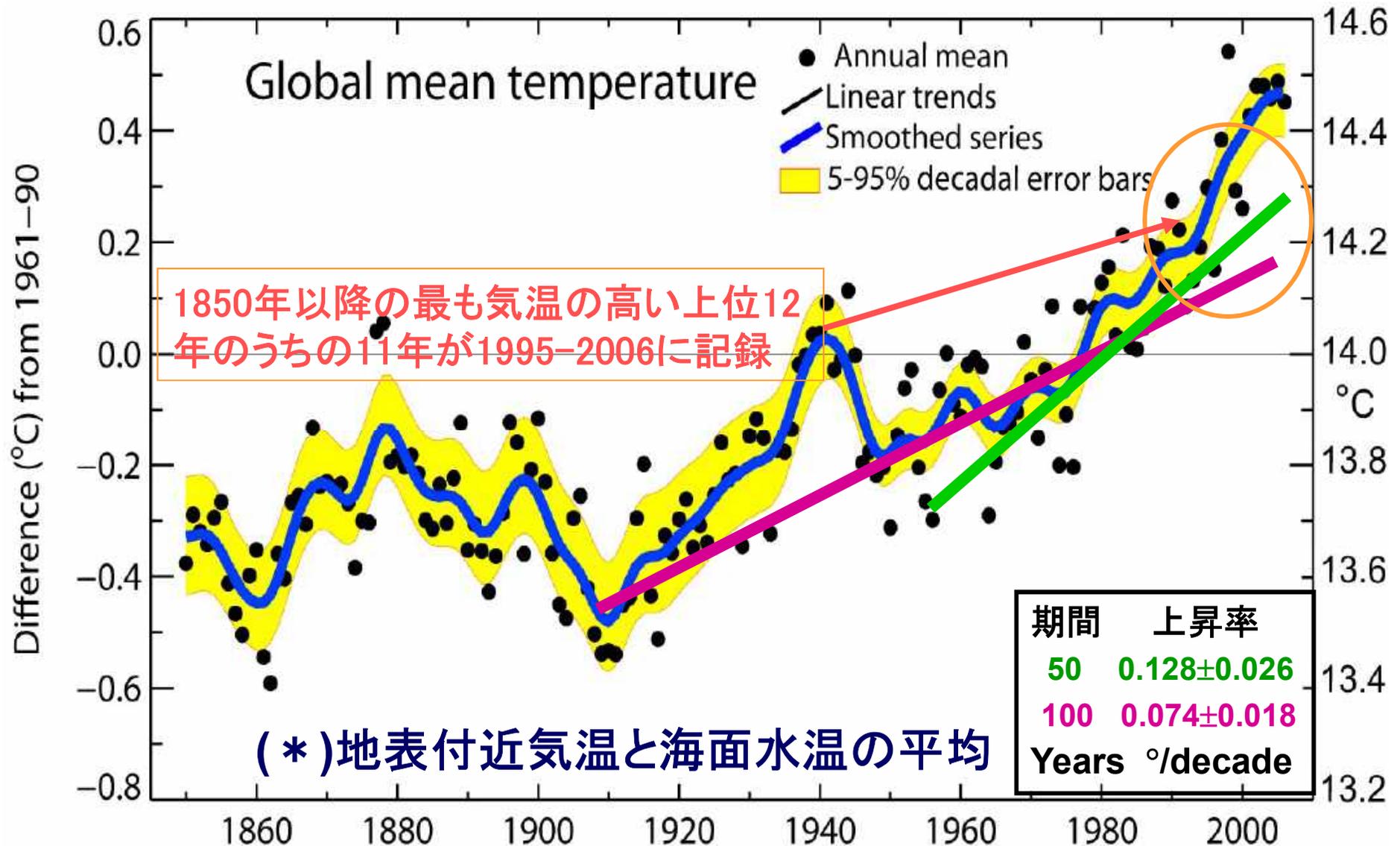
# 氷河期-間氷期のアイスコアデータ

気候の歴史の中で未曾有のこと!



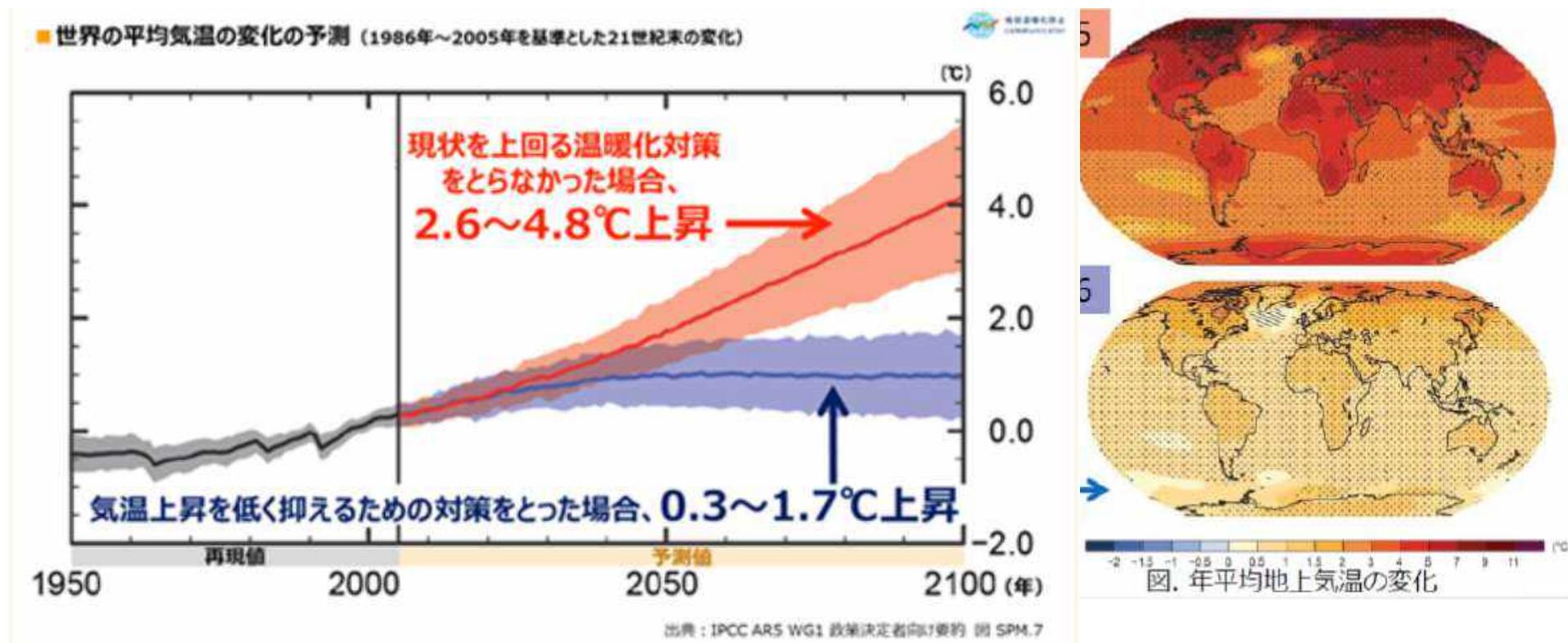
2005年の大気中CO<sub>2</sub> 及び CH<sub>4</sub> 濃度は過去65万年間の自然の変動をはるかに逸脱。

# グローバルな平均気温上昇と上昇率 (1961-90年平均からの差)

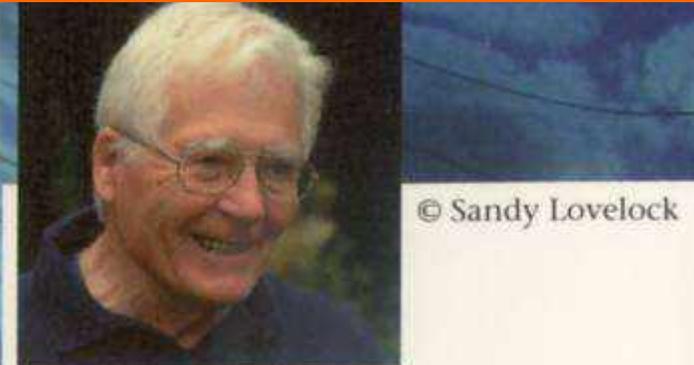
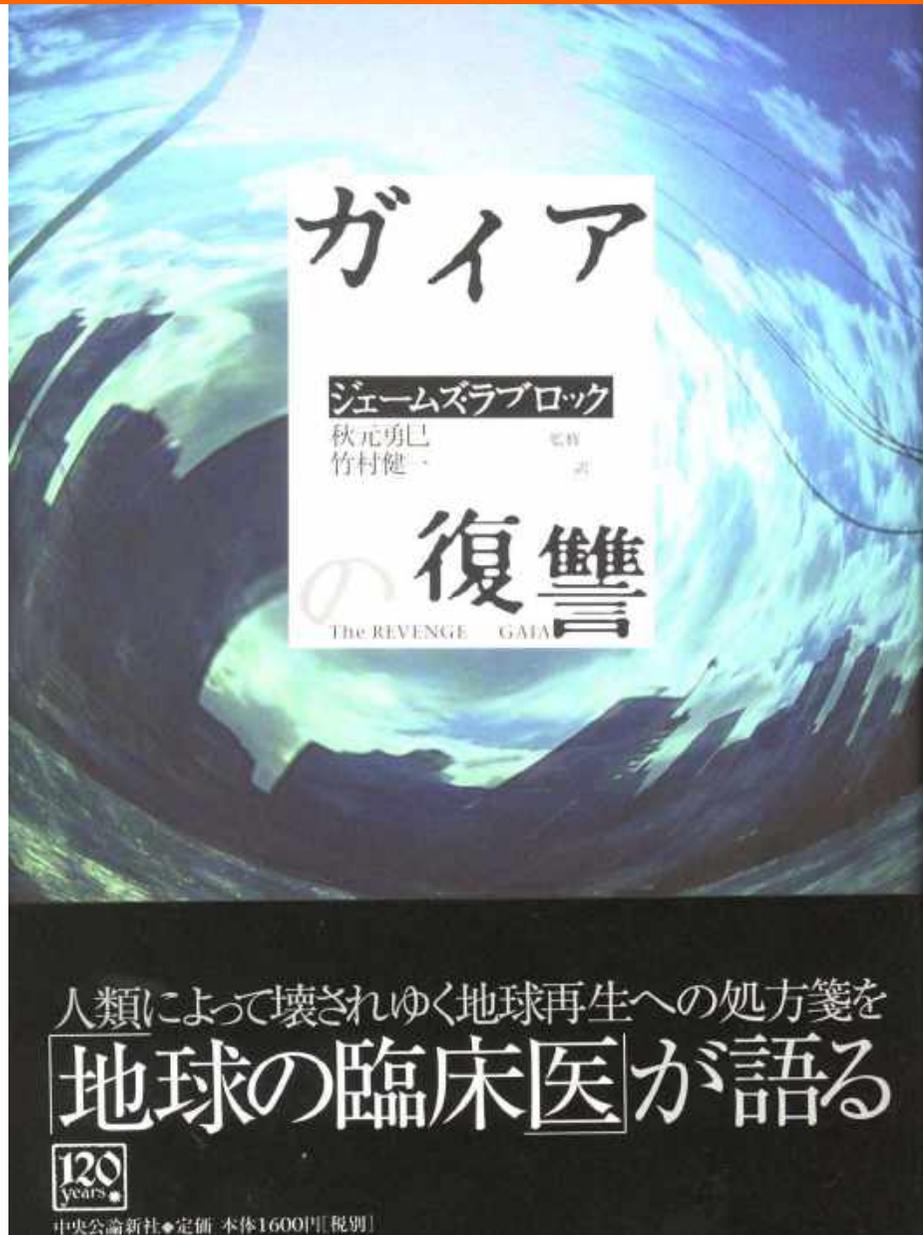


# 世界の平均気温の将来予測

- 気温上昇が確認された今、CO2排出を抑制し、未来の地球環境を人類やすべての生物が生きていけるようにしなくてはならない。



# イギリスのラブロック博士の地球理論

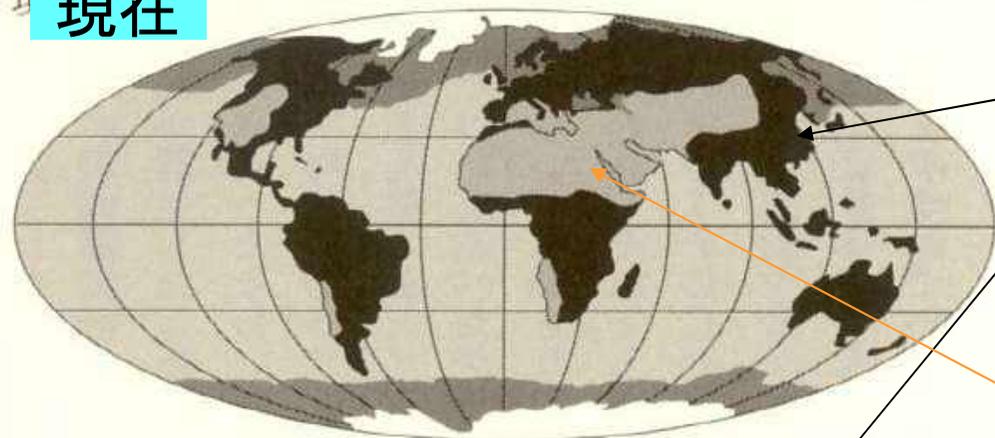


ジェームズ・ラブロック  
James Lovelock

1919年英国生まれ。  
生物物理学博士、医学博士。  
英国国立医学研究所、  
米国ハーバード大学医学部、  
英国オックスフォード大学医学部などで  
研究員および教授を歴任。  
57年、電子捕獲検出器の開発に成功。  
この装置によって、フロンや、その他地球環境に  
影響を及ぼす微量成分に関する  
分析が急速に進展。  
60年、NASAの火星生物探査計画に招聘され、  
その過程で地球大気の特異性を認識し、  
「生物圏が地球気候と大気組成を、  
生物が生きていくうえで最適な状態に  
調整・維持している」という  
「ガイア仮説」を提唱する。

# 世界の気温が平均5°C上昇すると地球は砂漠

現在

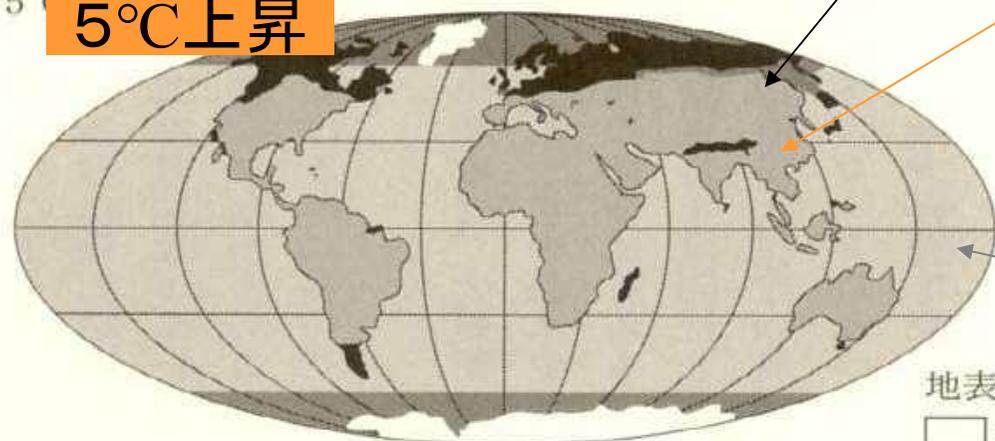


森林



低木帯・砂漠

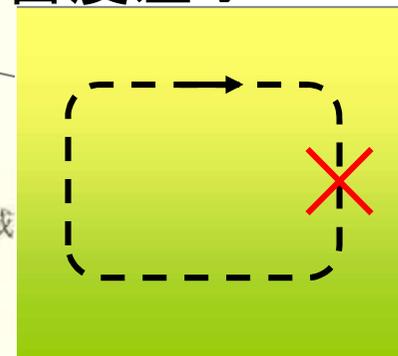
5°C上昇



海の砂漠化  
= 対流できない  
密度差小

地表・海面の状況

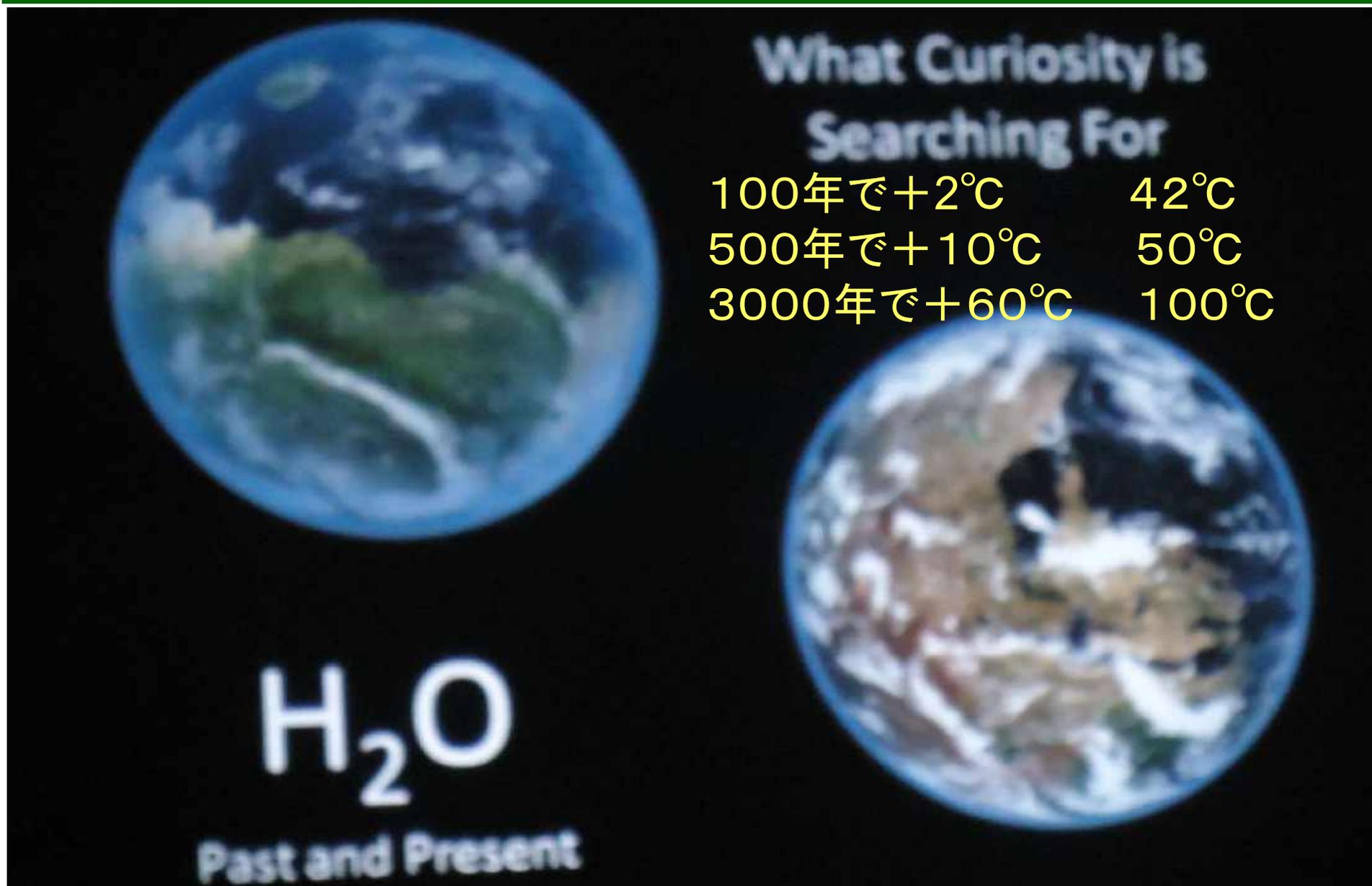
- 氷
- 生命のみられる海域
- 海の砂漠
- 森林
- 低木帯と砂漠



# ジェームズズラブロック博士のガイアのメッセージ 地球の危機・原発を止めているリスクの認識を



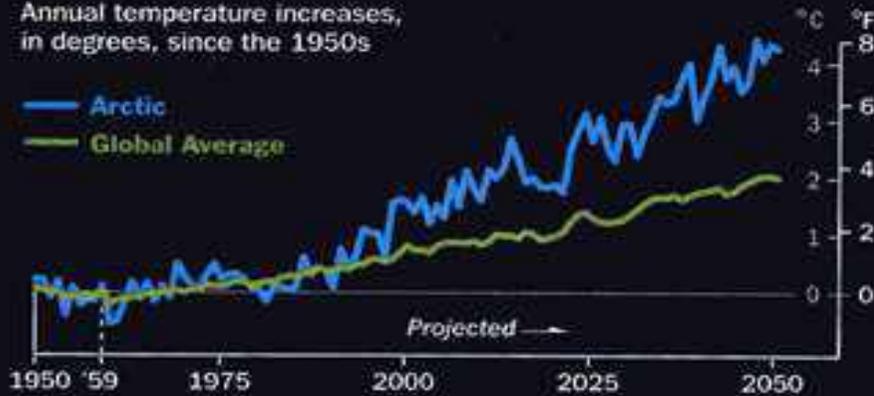
# 火星は大気と水を失った、地球は？



# 北極圏の氷冠の減少傾向

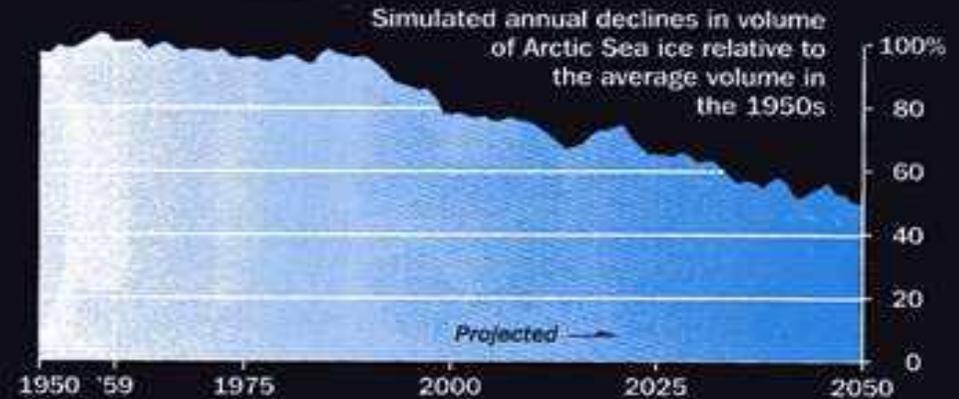
## Rising temperatures ...

Annual temperature increases, in degrees, since the 1950s



## ... will cause more ice to melt ...

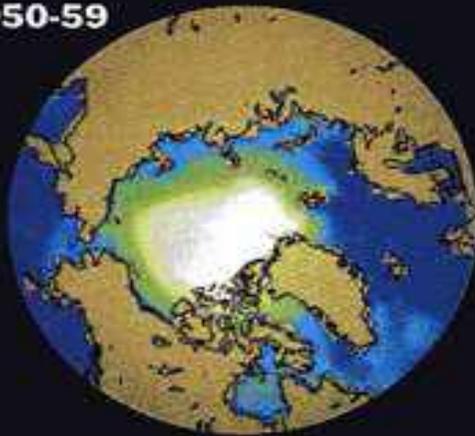
Simulated annual declines in volume of Arctic Sea ice relative to the average volume in the 1950s



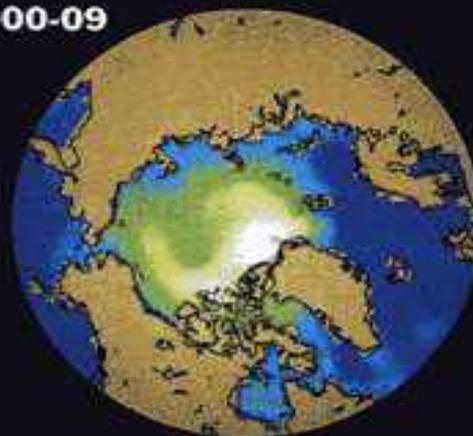
## ... and the Arctic ice cap to shrink

Polar sea-ice thickness (see color scale below)

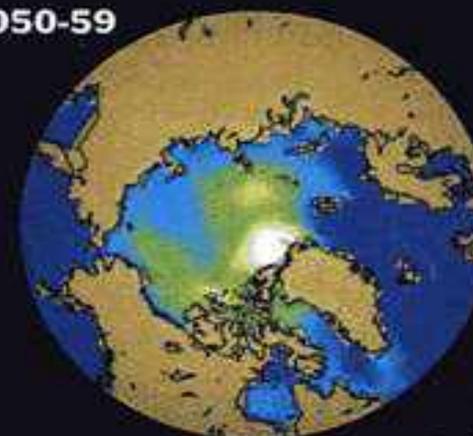
1950-59



2000-09



2050-59



Source:  
NOAA  
Geophysical  
Fluid Dynamics  
Laboratory,  
Keith Dixon.  
All values shown  
are estimated from  
NOAA climate  
model experiments.



出典: 米国週刊誌TIME

## 2) 多発する大停電で脱・脱原発って 本当？

# エネルギー・環境の課題：海の砂漠化

海産物が大量死 一体なぜ?

海産物が入庫 一体なぜ?

現 紫 康 博 課 長

県水産海洋技術センター

体なぜ?

賀野 連予 報 官

海水温は)今も平年より2・3度高い (カキに)影響があったと考えています

月末までは日本付近の海水温も 年より高い状態が続く

エチゼンクラゲの被害

106件	147件	0件	512件
06年	07年	08年	今年

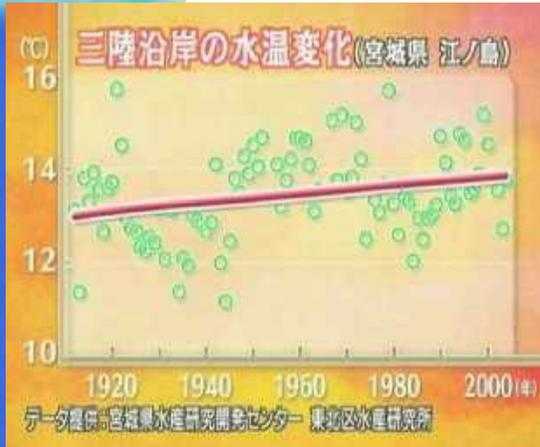
4万5,000匹余 回収

アサリ大量死 長崎 諫早 8月

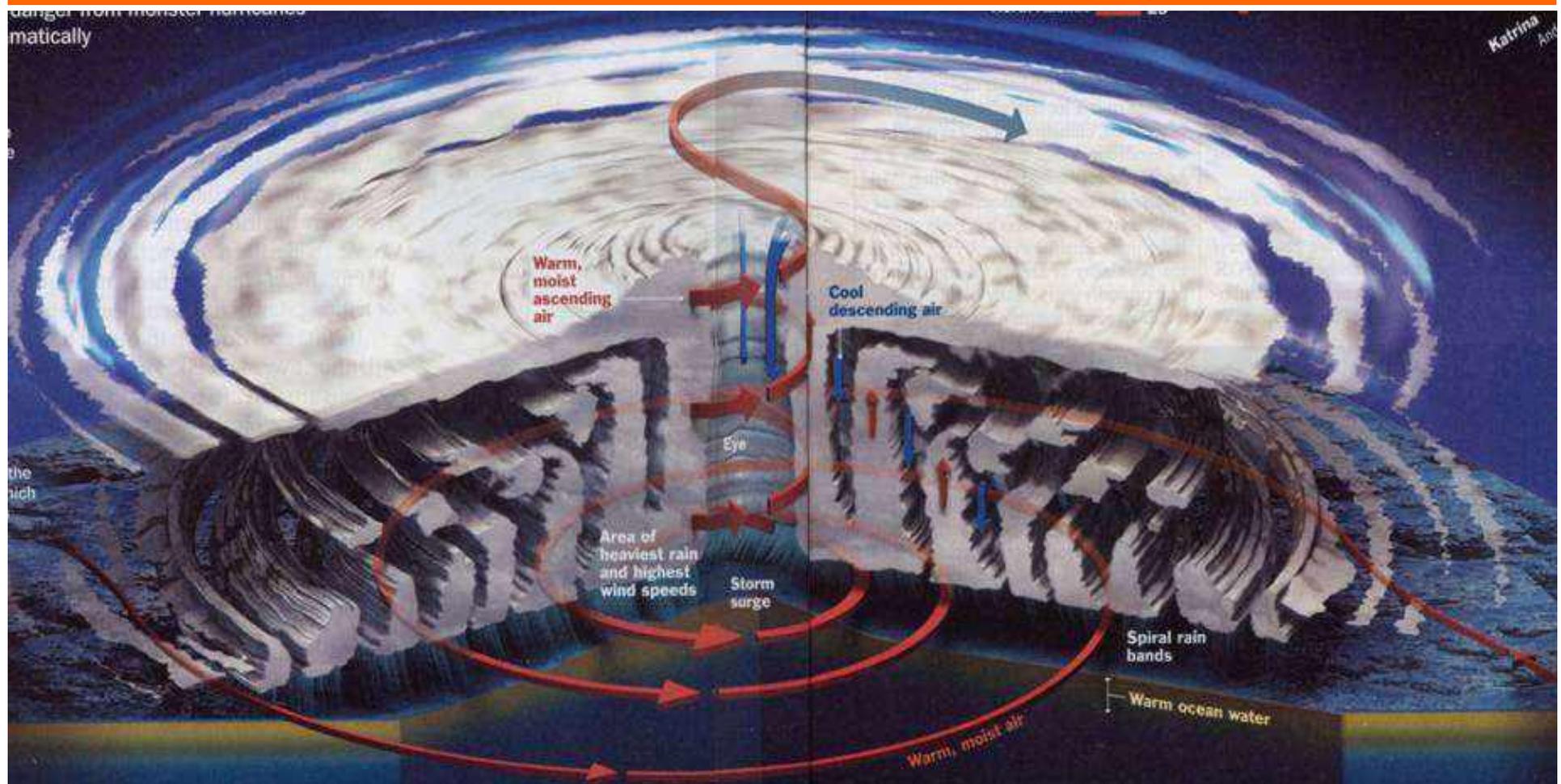
川養殖に影響 佐賀 先月

対流が弱まり海面温度が上昇。魚介類大量死。海草が枯れ始めている。

# もう始まっている海の砂漠化



# ハリケーン: 海水温度 +2°Cで強さは2倍

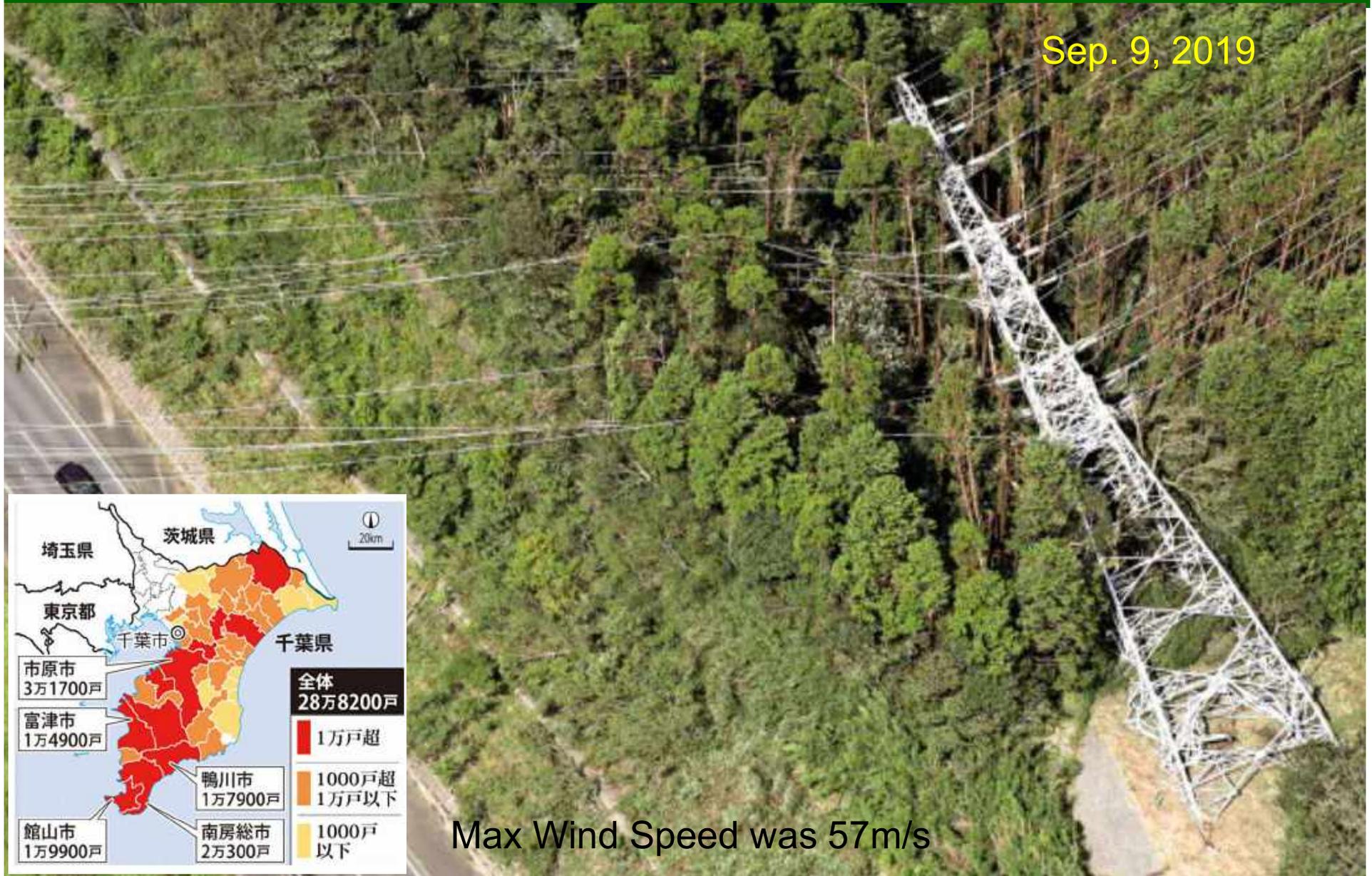


ハリケーンの断面: 海面温度の上昇により大規模・凶暴化  
(地球の自転により発生するコリオリ力のため反時計回りの  
大規模渦となり70m/s以上の強風と豪雨域が発生する)

出典: 米国週刊誌TIME

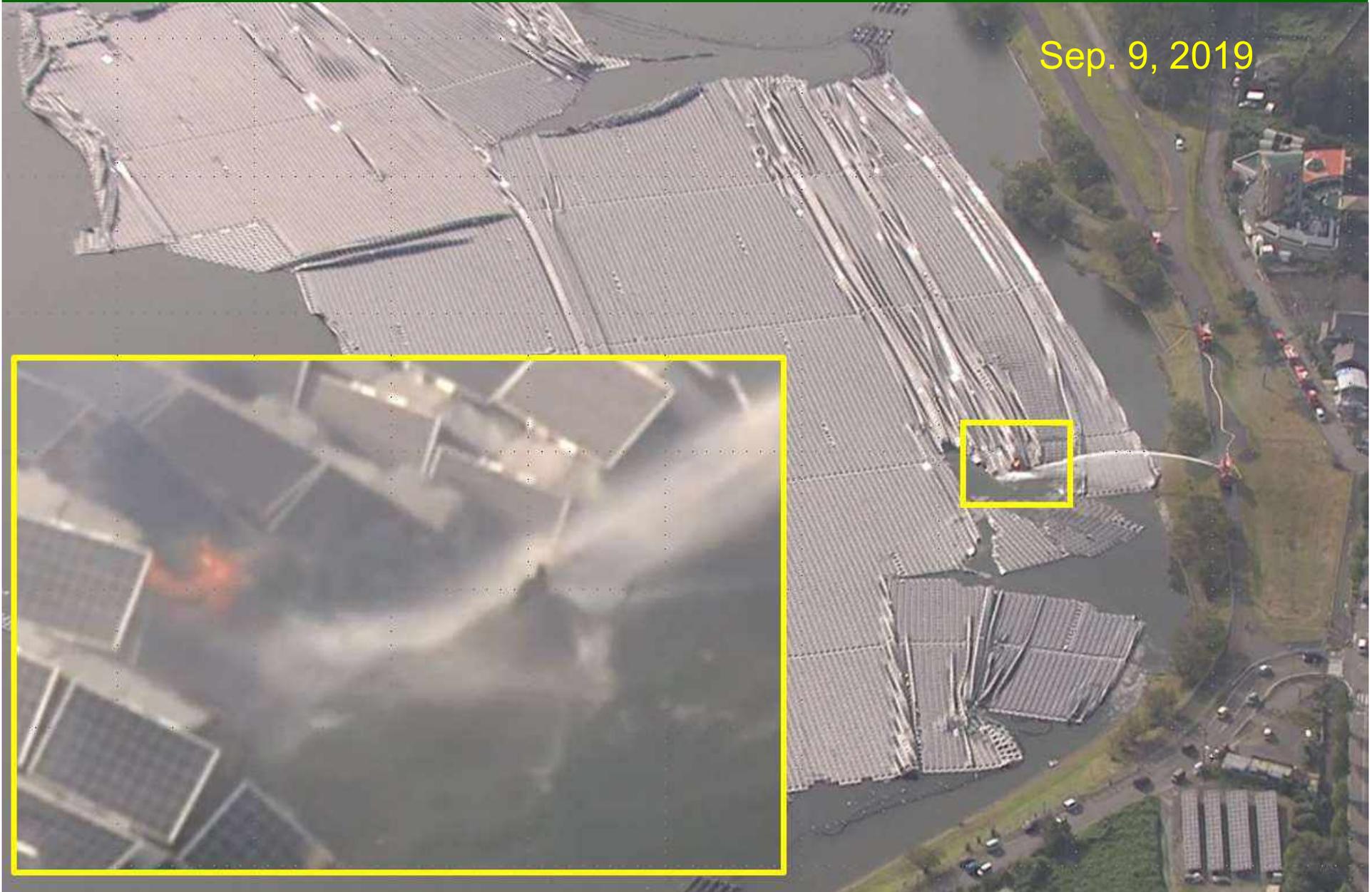
# 台風15号で倒壊した送電鉄塔

Sep. 9, 2019



Max Wind Speed was 57m/s

# 台風15号で火災を起こしたソーラーパネル



# 災害に脆弱な太陽光に数十兆円もの支払い決定み



自然災害で太陽光パネルは...  
[blog.goo.ne.jp](http://blog.goo.ne.jp)



メガソーラー「一度飛ばさ...  
[juno.dti.ne.jp](http://juno.dti.ne.jp)



家庭用太陽光発電で火災相...  
[blog.goo.ne.jp](http://blog.goo.ne.jp)



自然災害（台風や竜巻）で...  
[xn--o9j2jbpdd3oe0ff3622gs0ta...](http://xn--o9j2jbpdd3oe0ff3622gs0ta...)



九州北部豪雨で太陽光発電...  
[smartenergy.jp](http://smartenergy.jp)



台風21号の猛烈な風、太陽...  
[project.nikkeibp.co.jp](http://project.nikkeibp.co.jp)



相次ぐ損壊 見分けぬ不具合...  
[premium.toyokeizai.net](http://premium.toyokeizai.net)



台風などで太陽光発電パネ...  
[loop.club](http://loop.club)



台風で水没した帯広のメガ...  
[tech.nikkeibp.co.jp](http://tech.nikkeibp.co.jp)



壊れていても、パネルは太...  
[matome.naver.jp](http://matome.naver.jp)



「メガソーラーに法規制を...  
[sankei.com](http://sankei.com)



災害時の太陽光発電【ア...  
[earthcom-eco.jp](http://earthcom-eco.jp)

# 2019年1月の暴風雪でスウェーデンで大停電発生



Island households may be without power for two more weeks after storm

...but most homes on the mainland should have power restored by Thursday



Storm Alfrida knocks out Gotland phone network (including emergency number)



Thousands without power and traffic disrupted as 2019's first storm hits Sweden

# スウェーデン政府は、脱原発政策を破棄

Didn't think we would survive. 生き残りをかけて取り組みましょう

""Did not think we would survive"" "Mattias Ritola, 31, ended up in the middle of the storm, Alfrida" "the town of LEKSAND. Mattias Ritola, 31, ended up

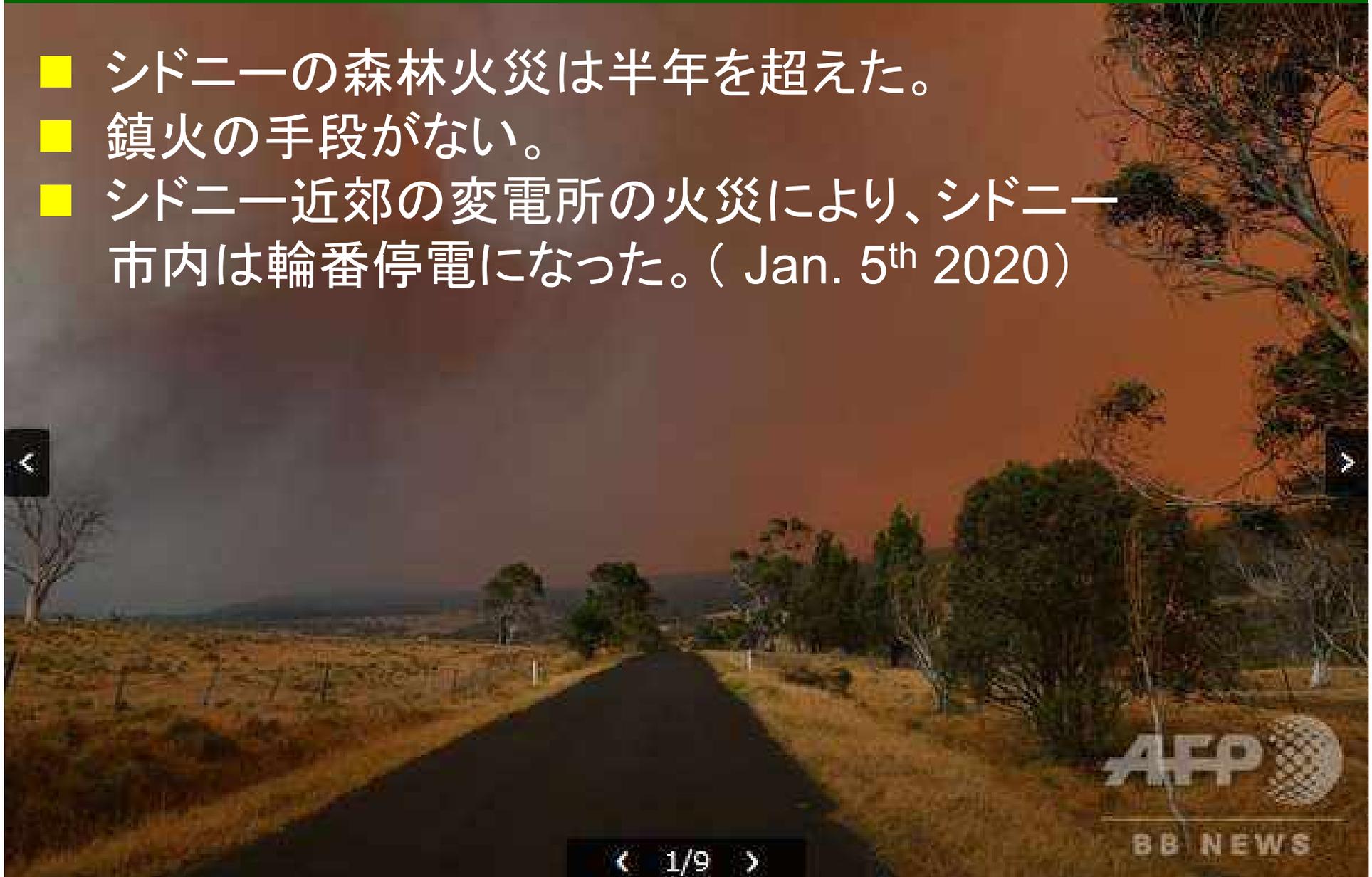
05 January 2019 Saturday 03:01

27 reads.



# 空気の乾燥により、世界各地で森林火災

- シドニーの森林火災は半年を超えた。
- 鎮火の手段がない。
- シドニー近郊の変電所の火災により、シドニー市内は輪番停電になった。( Jan. 5<sup>th</sup> 2020)



# E=停電多発：韓国の脱・脱原発（酷暑）

韓国、111年ぶりの猛暑...各地で停電事故など「安全な生活」に脅威  
ソウルはアフリカよりも暑いソフリカ（ソウル＋アフリカ）、他に、江原道洪川（カンウォンド・ホンチョン）41度、慶尚北道慶山（キョンサンブクド・キョンサン）40.5度、光州（クァンジュ）は39.6度まで上昇。

私が主張したい「E」は  
気候危機のなかで脱原発によって発生する、大停電に伴う危機  
＝命の危険

【ビジネス解説】韓国、酷暑で崩れた「脱原発」政策  
無節操な文在寅大統領に国民も首かしげ…

2018.8.13 01:00



猛暑が続き、原発の追加稼働に踏み切った韓国の文在寅大統領（A P）

# 台湾で大規模停電、蔡総統が謝罪一 脱原発姿勢や対処能力に批判高まる



台湾で起きた大規模停電を謝罪する担当閣僚と電力会社幹部ら＝15日、台北市（中央通信社＝共同）

台湾、2025年の脱  
原発期限撤廃 国民  
投票の結果を尊重  
＝行政院

国民投票は、政府が2025年までに全ての原発設備の停止を定めた条文の廃止に賛否を問うもの。投票の結果、廃止賛成が589万票に達し、反対を188万票上回った上で規定数(約494万票)を超えて成立した。台湾では、昨年夏、全土にわたる大規模な停電が発生。今年に入ってから、大気汚染に伴う石炭火力発電所の石炭消費量減少で電力需給がひっ迫している。これらを背景に電力不足に対する国民の不安の声が噴出した

ワールド

フルスクリーンで見ると

今日のサツと見ギャラリー

停電受け脱原発政策に批判 台湾、蔡政権は防戦

ツイート

反応

おすすめ

G+

スゴいっ

【台北共同】台湾で15日に大規模な停電が発生したことを受け、与党民主進歩党（民進党）の蔡英文政権のエネルギー政策への批判が噴出。野党国民党などからは蔡政権が決めた「2025年までの脱原発」を見直すべきだとの声が上がっており、蔡政権は防戦に追われている。

# 台湾国民投票で脱原発否決、「以核養緑チーム」



## Part II The Referendum Victory of "Go Green with Nuclear"

### ▶ Promotional Activities - Street con



9月5日午後、東工大  
でシンポジウム開催

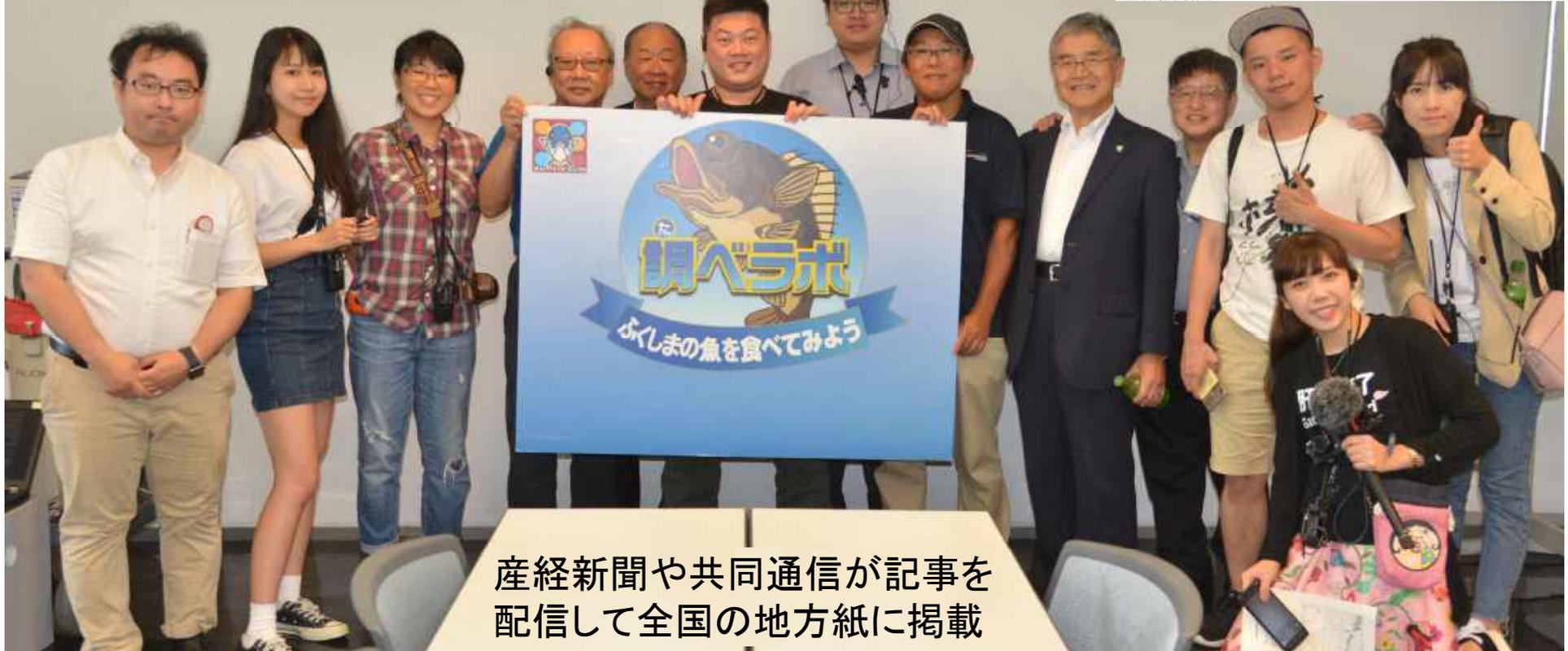
# 台湾の「以核養緑チーム」と福島へ

台湾の以核養緑チームと福島県のアクアマリン水族館に行き、富永リーダ（獣医師）が釣った福島第一原発沖合10kmの海底に暮らすヒラメ（10歳）の放射線を測定、検出限界以下。みんなで刺身・唐揚げ・カルパッチョにしておいしく食べました。

台湾原子力学会長の李敏・清華大特聘教授（64）らは3日、福島県いわき市を訪れ、同県沖で取れた魚の放射性物質による汚染の有無を調べる検査を視察した。台湾は平成23年の東京電力福島第1原発事故後、福島など5県の日本産食品の輸入規制を続けており、李会長は「検査のデータを見る限り、魚の放射性物質は検出限界値未満で、輸入規制は正しくない」と述べた。



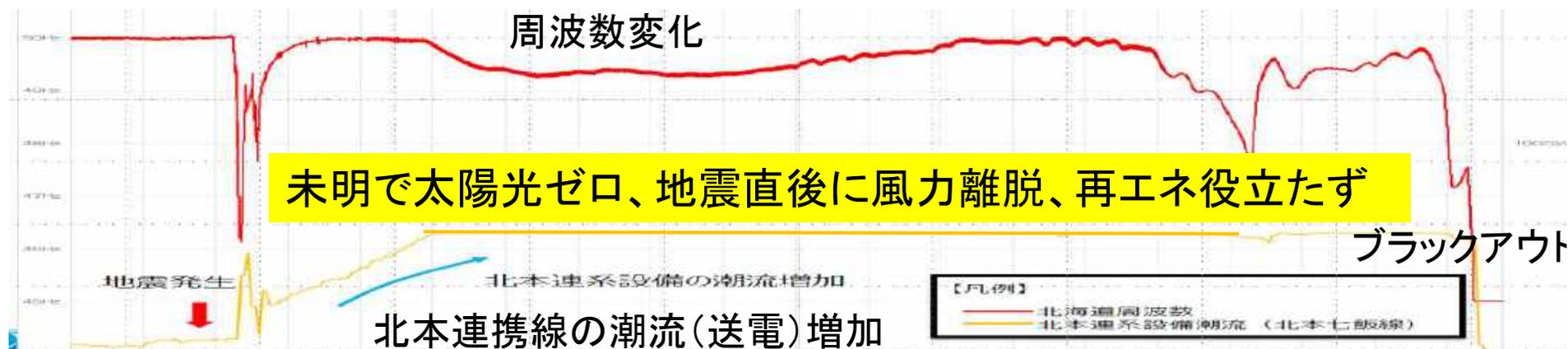
福島県沖で取れた魚の放射性物質の汚染検査を視察する台湾原子力学会の李敏会長（右端）ら＝3日午前、福島県いわき市



産経新聞や共同通信が記事を配信して全国の地方紙に掲載

# 北海道胆振東部地震による全道大停電

- 9月6日午前3時8分、北海道の南部の胆振(いぶり)を震源とする最大深度7の地震が発生。震源に近い、苫東厚真火力発電所の1号機、2号機、4号機が停止、道内の電力の50%を供給していた総出力165万kWの火力発電所が運転停止。
- 需給バランスが崩れ、ドミノ倒しのように全道の火力発電所、水力発電所が送電系統から切り離され、本州からの北本連系線での受電も停止→全道大停電となった



### 3) 再生可能エネルギーで 本当に大丈夫？

# 中国、日本、米国、ドイツが太陽光発電大国

工場閉鎖が相次ぐ「太陽光の街」、江蘇省常州市 2018/7/26日経

2016年の太陽光導入量

中国「太陽光の街」 対米輸出止まり閑散 パネル工場 次々閉鎖

中国「太陽光の街」 対米輸出止まり閑散 パネル工場 次々閉鎖

<2018年>

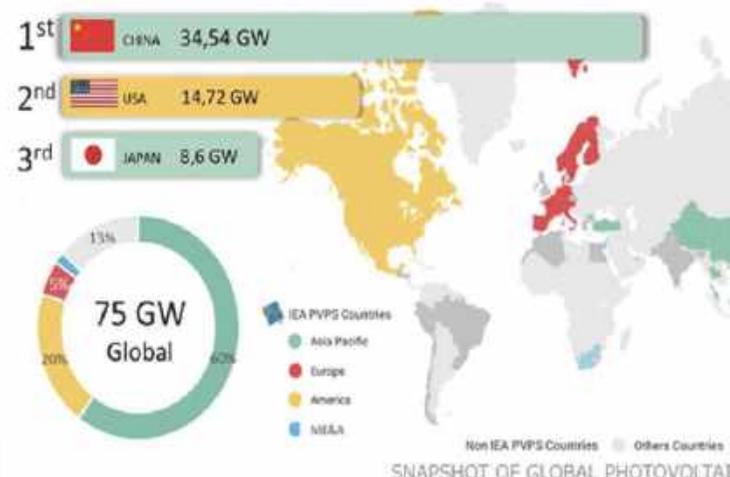
順位	国名	単位：メガワット
1	中国	175,031.70 175GW
2	日本	55,500.00 56GW
3	米国	51,450.00 51GW
4	ドイツ	45,932.00 42GW
5	イタリア	20,126.10
6	インド	17,872.80
7	イギリス	13,108.00
8	オーストラリア	9,768.70
9	フランス	9,483.40
10	韓国	7,861.90

順位	国名	2018年 発電量 (TWh)
1	中国	178
2	米国	97
3	日本	72
4	独	46

## Global PV Market 2016

### TOP PV MARKETS 2016

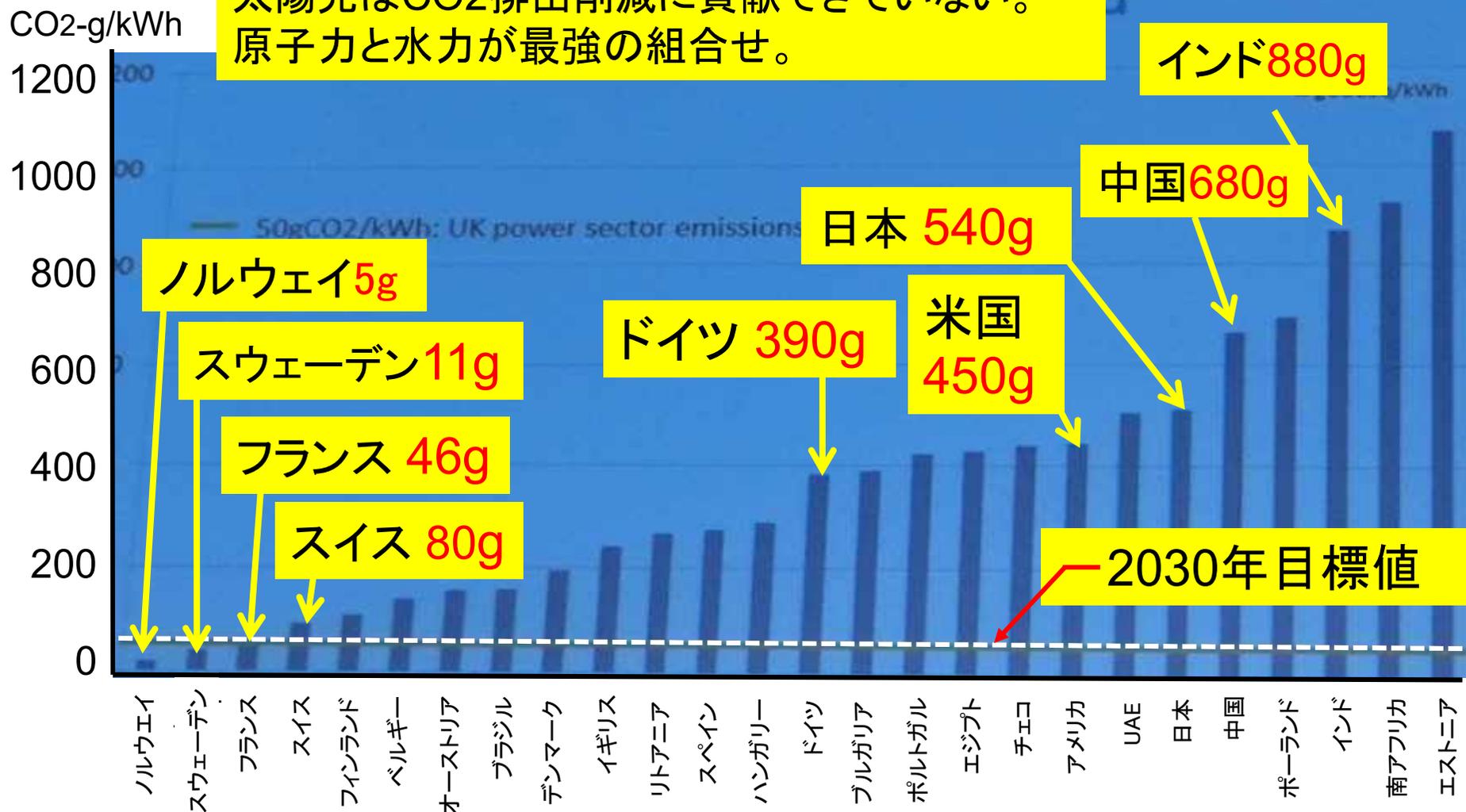


2017年、日本の太陽光の  
発電能力は**56GW**  
中国に次いで世界第2位  
(1GW=100万kW=原発1基)  
太陽光は原発54基を上回る  
大規模電源になった。

<https://www.globalnote.jp/post-3240.html>

# CO2排出係数世界ランキング(2016年)

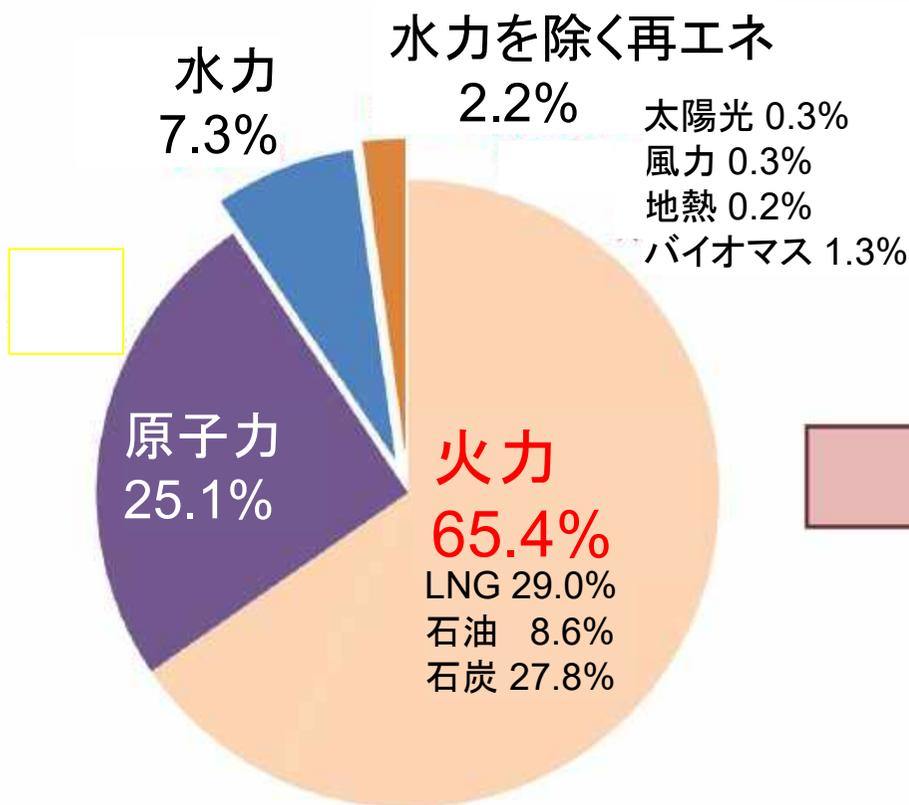
1kWhの電気を得るのに何gのCO<sub>2</sub>を排出したか  
 太陽光はCO<sub>2</sub>排出削減に貢献できていない。  
 原子力と水力が最強の組合せ。



# わが国の電源構成(2010年→2016年)

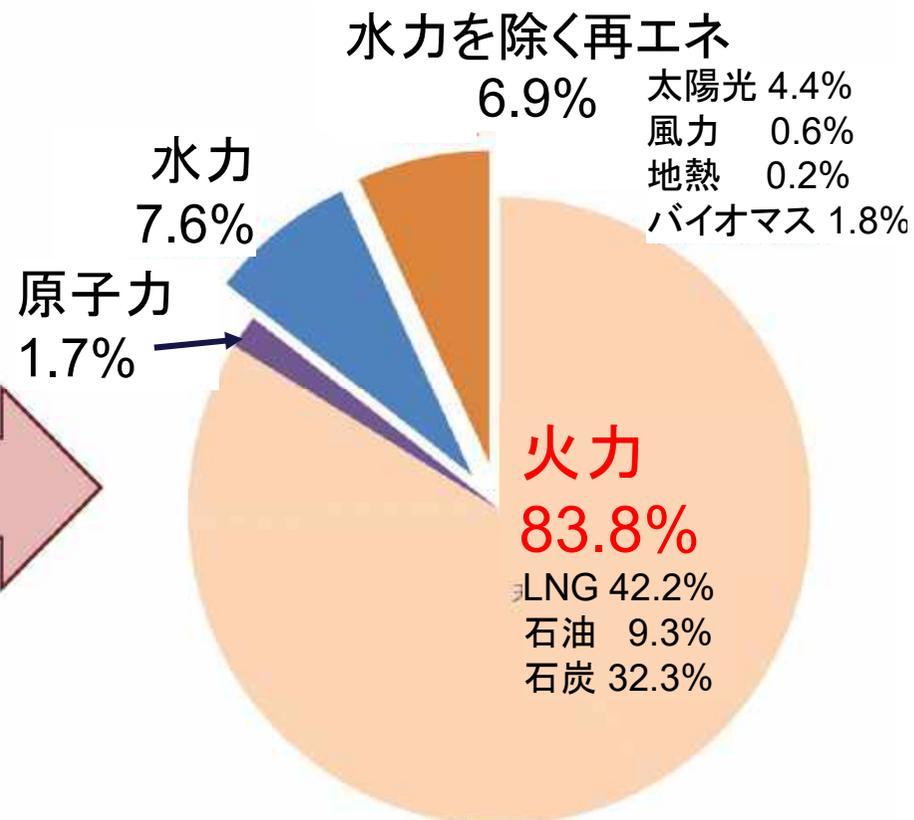
2010

再エネ: 9.5%



2016

再エネ: 14.5%



出典：総合エネルギー統計

# 変動再エネ＋火力で日独は再エネ敗戦国

EU主要国・日本のCO2排出係数と発電構成 (2015年)

スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均※	ドイツ	日本
11gCO <sub>2</sub> /kWh	46gCO <sub>2</sub> /kWh	174gCO <sub>2</sub> /kWh	293gCO <sub>2</sub> /kWh	311gCO <sub>2</sub> /kWh	450gCO <sub>2</sub> /kWh	540gCO <sub>2</sub> /kWh

1kW時の電気を得るときに発生するCO<sub>2</sub>

安定  
ゼロエミ

87%	88%	15%	35%	43%	25%	12%
安定再エネ: 52% 原子力: 35%	安定再エネ: 11% 原子力: 78%	安定再エネ: 15% 原子力: 0%	安定再エネ: 14% 原子力: 21%	安定再エネ: 16% 原子力: 27%	安定再エネ: 11% 原子力: 14%	安定再エネ: 11% 原子力: 1%

変動  
再エネ

10%	5%	51%	21%	13%	18%	2016年 4% 2017年 5% 4%
太陽光: 0% 風力: 10%	太陽光: 1% 風力: 4%	太陽光: 2% 風力: 49%	太陽光: 3% 風力: 18%	太陽光: 3% 風力: 10%	太陽光: 6% 風力: 12%	太陽光: 3% 風力: 1%

火力

2%	7%	34%	44%	44%	56%	84%
石炭: 0% ガス: 1% 石油: 1%	石炭: 2% ガス: 4% 石油: 1%	石炭: 25% ガス: 6% 石油: 4%	石炭: 19% ガス: 19% 石油: 7%	石炭: 25% ガス: 16% 石油: 3%	石炭: 44% ガス: 10% 石油: 2%	石炭: 32% ガス: 40% 石油: 12%

エネ庁日下部長官講演資料

(出所) IEA CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion 2017, 総合エネルギー統計より作成

# メルケル首相のメルトダウン: 天文学的コスト

## 【社説】 独エネルギー革命のメルトダウン

グリーン電力を約束された有権者が得たものは、石炭火力と高額な電気料金

<https://jp.wsj.com/articles/SB11010153908181204578804583526341145431854>



THE WALL STREET JOURNAL.

日本 (Japan) | 2019年1月24日

## Europe's Dirty 30



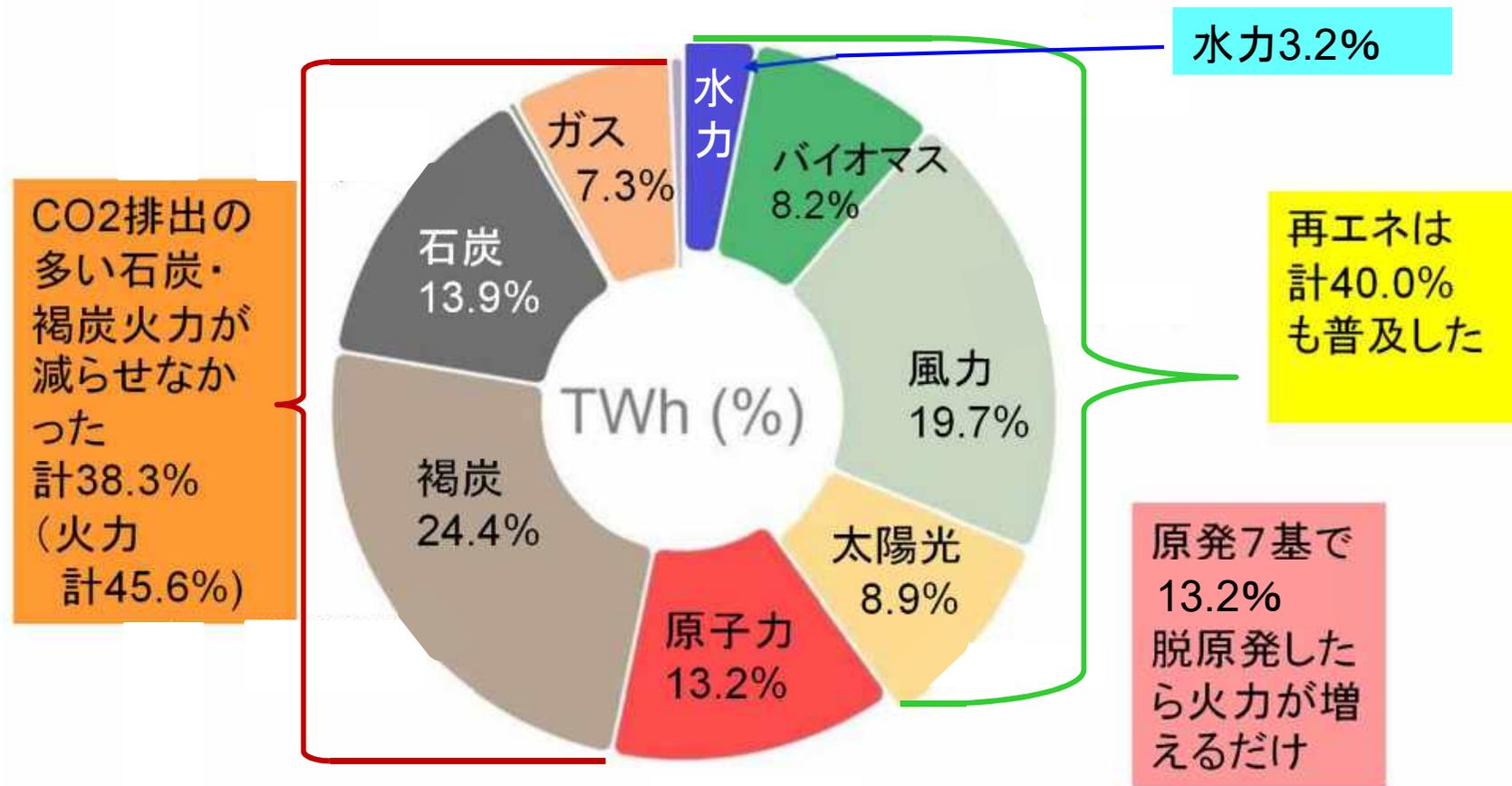
WWF points out that the over-exploitation of fossil fuels - such as coal, gas and oil - is putting the whole of humanity under threat from climate change.

連立交渉について話すドイツのメルケル首相

メルケル氏の失敗の裏には天文学的なコストが掛かっている。ある試算によると、ドイツの企業や一般家庭が2000～15年の間に支払った電気料金は、再生可能エネルギーに対する補助金供与などの形で1250億ユーロ（約16兆5000億円）余分に掛かった。電気料金は、一般家庭向けがデンマークと並んで欧州最高水準で、企業向けは先進国の中で最高水準に近い。これが、9月の総選挙でメルケル氏率いる中道右派が後退した大きな要因の一つだ。

# ドイツのエネルギー政策の失敗

## electricity generation in Germany in 2018



# ドイツ企業の凋落、政権に打撃

2019年7月15日 05:51 JST

【ベルリン】ドイツが誇る効率性が今年に入り揺らいでいる。多くの有名企業が国内経済の減速や経営判断の問題に加え、デジタル化の難航などに見舞われている。ドイツ銀行はここ一週間で世界展開の野望を捨て去り、レイオフに着手した。高級車大手BMWでは最高経営責任者（CEO）が退任を発表。化学大手BASFと自動車大手ダイムラーは利益予想を大幅に下方修正。



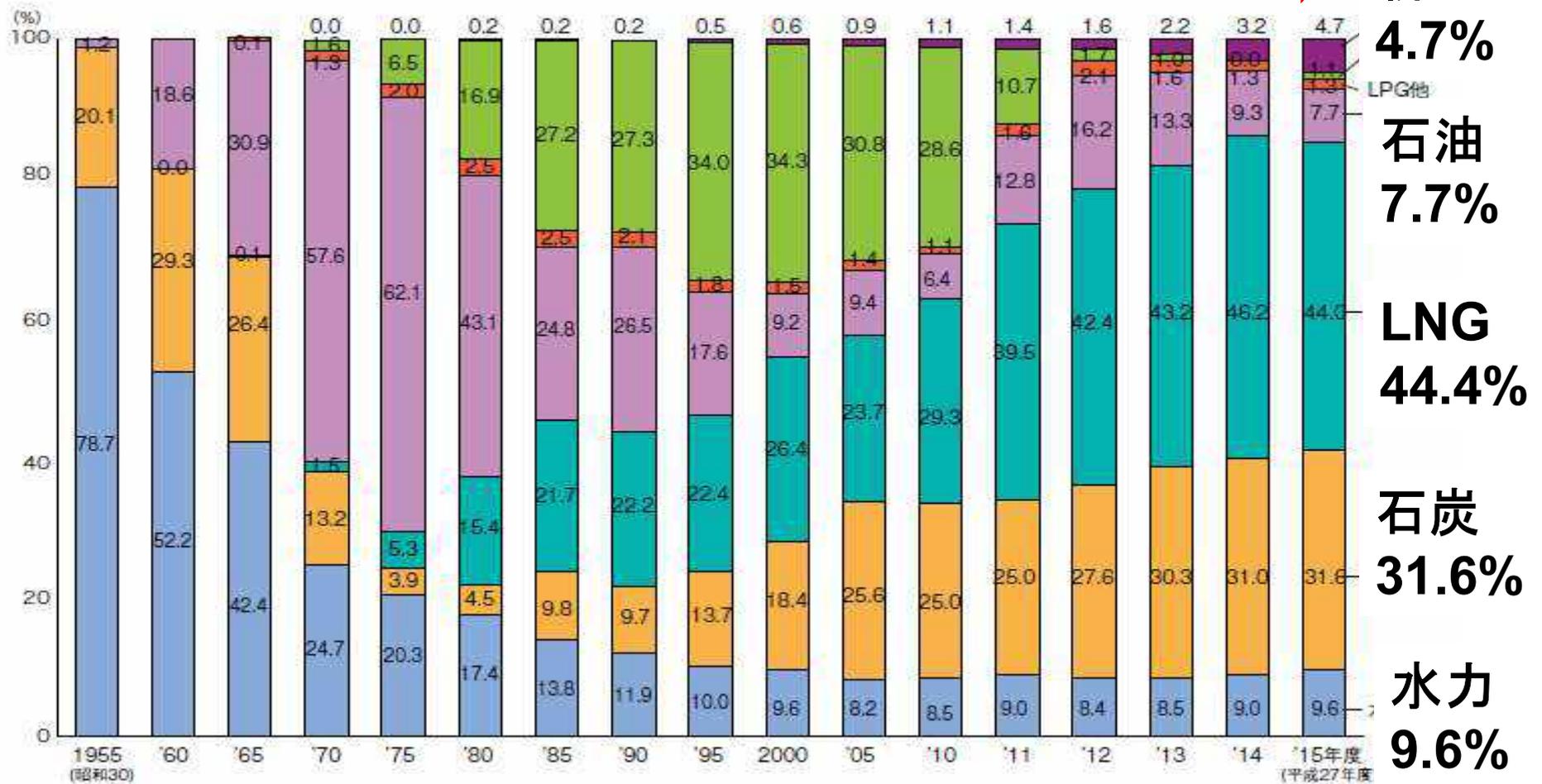
## THE WALL STREET JOURNAL.

日本 (Japan) ▼ | 2019年8月22日

# 日本は火力が85%に。石炭火力が増加中

5月の晴天時に太陽光発電(kW)が80%に達した電力会社がある。

●電源別発電電力量構成比(10電力計(受電を含む))



(注)1. 1970年度までは9電力計  
2. LPG他: LPG、その他ガス、地熱、新エネ

(出典)電気事業連合会調べ

# FITによる森林伐採とソーラー乱開発

- 太陽光や風力などの再生可能エネルギーを普及させるための固定価格買い取り制度(FIT)
- FITによる全量買取制度により、太陽光は当初42円/kW時で契約。これは国際相場の2倍。
- なんと、原発50基の全発電容量の1.5倍、70基分の太陽光事業の駆込み契約がなされた。
- 太陽光事業者は、これを50kW以下に小分けして分譲。金融商品にした。電気代は皆が払う
- 50kW以下なら電気事業法の対象にならないし、建築基準法の工作物でもない。野放し。
- 蓄電池などには決して投資しない。全量買取制度でそのまま売った方が儲かるから。

事業者は儲かり、庶民は強制的に徴収されるしくみ。

<http://www.gepr.org/ja/contents/20150706-01/>



北杜市では、木の伐採と、それを捨てる事だらけだった。



手抜き工事の例。草だらけ、石の放置、事業者は不明だ。



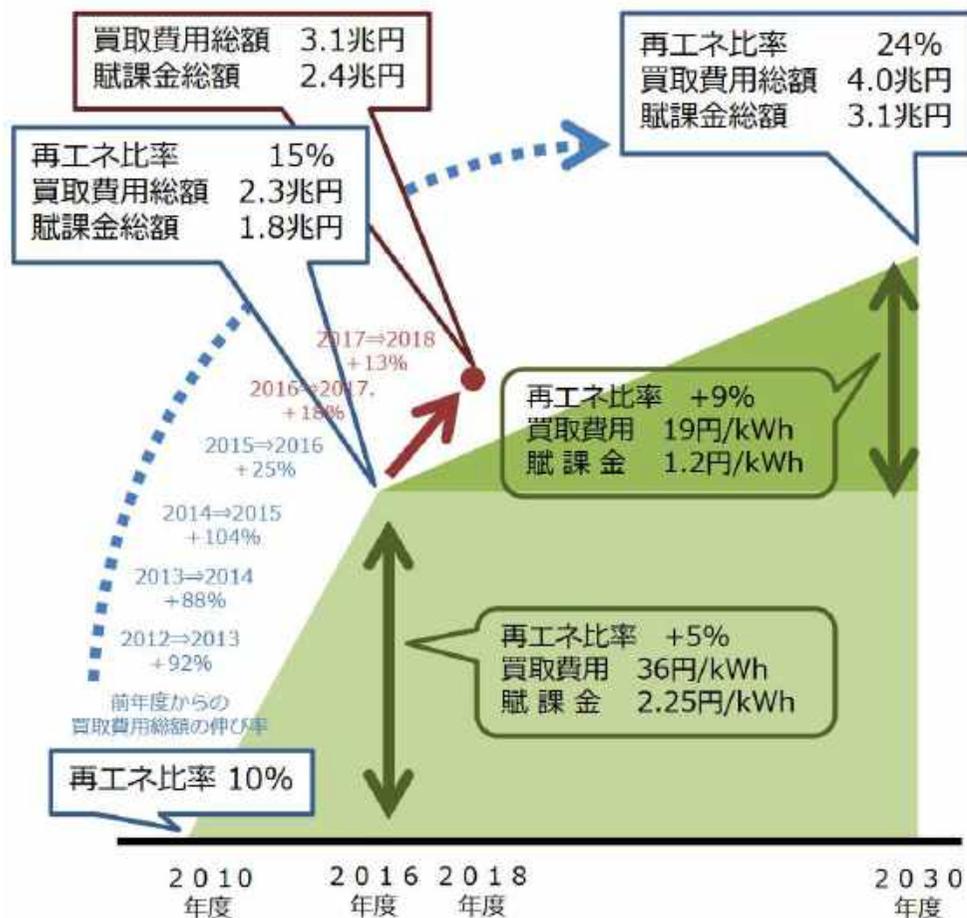
太陽光パネル 約200枚はがれる

鬼怒川堤防決壊と太陽光パネル



# 2018年度の再エネ買取費用は3.1兆円

- 2018年度の買取費用総額は3.1兆円、賦課金（国民負担）総額は2.4兆円となっている。
- 電気料金に占める賦課金の割合は、**産業用・業務用で16%、家庭用で11%に増大**している。



(注) 2016年度・2018年度の買取費用総額・賦課金総額は試算ベース。  
2030年度賦課金総額は、買取費用総額と賦課金総額の割合が2030年度と2016年度が同一と仮定して算出。  
kWh当たりの買取金額・賦課金は、(1) 2016年度については、買取費用と賦課金については実績ベースで算出し、  
(2) 2030年度までの増加分については、追加で発電した再エネが全てFIT対象と仮定して機械的に、①買取費用は税  
引買取費用を総再エネ電力量で除したものと、②賦課金は賦課金総額を全電力量で除して算出。

<旧一般電気事業者の電気料金平均単価と賦課金の推移>



(注) 電力需要実績確報（電気事業連合会）、各電力会社決算資料等をもとに資源エネルギー庁作成。  
なお、旧一般電気事業者の電気料金平均単価はFIT賦課金減免を反映した数字となっている。

# 元総理大臣でも間違っひっかけ問題

細野真宏の 世界一わかりやすいエネルギーの授業

これが解ければ、あなたの  
ニュースの見え方が変わってくる

## 元総理大臣や 電力会社社員でも間違っ 「ひっかけ問題」

「元総理大臣 ひっかけ問題」(検索)

はじめに… Lesson1 初級者編 Lesson2 中級者編 Lesson3 上級者編

### Lesson3 上級者編

どうして電力の話は「誤解」が多いのか、という、実はその背景には「ひっかけ問題」があるから、なのです。この「ひっかけ問題」は、誰もが疑うことさえできずに、思考停止している重要な論点 でもあるのです。つまり、この「ひっかけ問題」をキチンと理解してしまえば専門家と言われている人たちの主張の「穴」まで見抜けて一気にエネルギー問題の理解度がアップするのです！

テーマ1 「太陽光発電は原子力発電の27基ぶん」って本当？

Lesson 3 上級者編

これが解ければ、あなたのニュースの見え方が変わってくる

## 元総理大臣や電力会社社員でも間違っ「ひっかけ問題」

### テーマ1

## 「太陽光発電は原子力発電の27基ぶん」って本当？

Q 小泉純一郎元総理大臣が「いま政府が支援しなくても自然エネルギーはどんどん伸びている。単純計算では原発27基ぶんを太陽光だけで出している。自然エネルギーでやっていける」※1 と言っていているんだけど、これは本当なの？

まず、これは典型的な「ひっかけ問題」で、スタート地点の前段で間違えてしまっているね。

確かに、太陽光発電などの再生可能エネルギーは着実に伸びていて、例えば2014年度で見ると、太陽光発電は2688万(kW)に達するんだ。 **27GWのとき**

これは、原子力発電1基が約100万(kW)と考えれば、確かに27基ぶんに相当するから、この話をしてているんだろうね。

一見すると、「まったく問題のない話」だと多くの人たちが思ってしまうんだけど、実は、かなり初歩的な部分で間違いをしているんだよ。

え、これは「ひっかけ問題」なの？  
とても明快な話で、どこに間違いがあるのか、さっぱりわからないんだけど…？

つまり、性能上の「発電能力」というのは、あくまで、「その設備がフル稼働できた際の最大の発電量」に過ぎないので、天気が1年中、晴天で、夜も太陽が照り付け続ける状態だとしたら……という架空の前段での「発電量」なんだよ。

ただ、実際には、天気は毎日変わってしまうし、夜には太陽は隠れてしまうから、そんなことはあり得ないんだよ。

# 小泉元首相のひっかけ問題

Lesson

これが解ければ、あなたのニュースの見え方が変わってくる



3

上級者編

東大元総長・元総理大臣や  
電力会社社員でも間違う

## 「ひっかけ問題」

テーマ1

Profile 細野真宏さん

日常よく目にする経済のニュースをわかりやすく解説した“細野経済シリーズ”が、経済本で日本初のミリオンセラーとなり、ビジネス書のベストセラーランキングで「123週ベスト10入り」を記録した。首相官邸の「社会保障国民会議」などの委員も務め、金融・経済教育の重要性を世に問い続けている。

## 「太陽光発電は原子力発電の27基ぶん」って本当？



小泉純一郎元総理大臣が「いま政府が支援しなくても自然エネルギーはどんどん伸びている。単純計算では原発27基ぶんを太陽光だけで出している。自然エネルギーでやっていける」※1 っているんだけど、これは本当なの？

答えを見る▼

[http://www.kepco.co.jp/energy\\_supply/energy/teaching/lesson3/theme1/index.html](http://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/teaching/lesson3/theme1/index.html)

# 小泉元首相の間違い(嘘)

まず、これは典型的な「ひっかけ問題」で、スタート地点の前提で間違えてしまっているね。

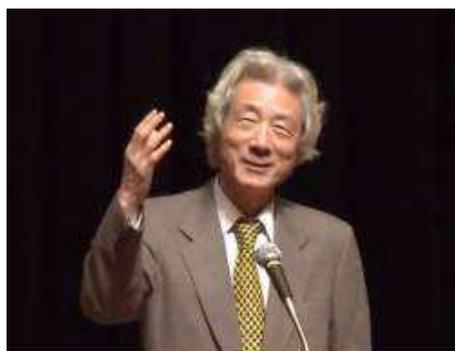
確かに、太陽光発電などの再生可能エネルギーは着実に伸びていて、例えば2014年度で見ると、**太陽光発電は2688万(kW)に達する**んだ。

27GW

これは、原子力発電1基が約100万(kW)と考えれば、確かに27基ぶん相当するから、この話をしているんだろうね

2017年度で49GW、原発50基ぶんになった。  
それはkWのことでkW時ではありません。

一看すると、「まったく問題のない話」だと多くの人たちが思ってしまっただけで、実は、かなり初歩的な部分で勘違いをしているんだよ。



「全電源、自然エネにできる。原発ゼロは、やればできる。あとは頭の良い人が考えてくれる」??

これって、史上最低の無責任ではないでしょうか？



それ、嘘です。例えば、国の電力を100%太陽光で供給する設備を作っても、稼働率を考えれば約10%しか供給できません。

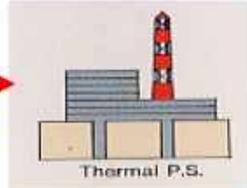
# 停電させないように周波数を保つための制御・監視

中央給電  
指令所

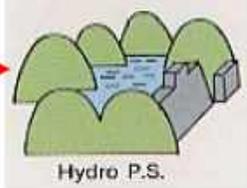
- ・基準周波数とのズレ(周波数の変化)から供給力の過不足を把握
- ・需要と供給力が等しくなるよう発電機をコントロール(出力指令)

発電機に出力指令値を送信

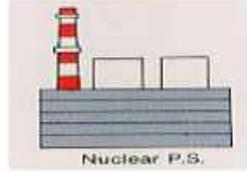
発電機の状況  
(SV情報、テレメータ情報)等を収集



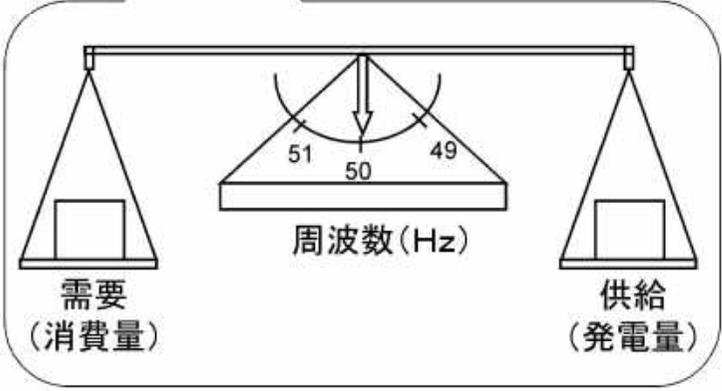
火力発電所



水力発電所



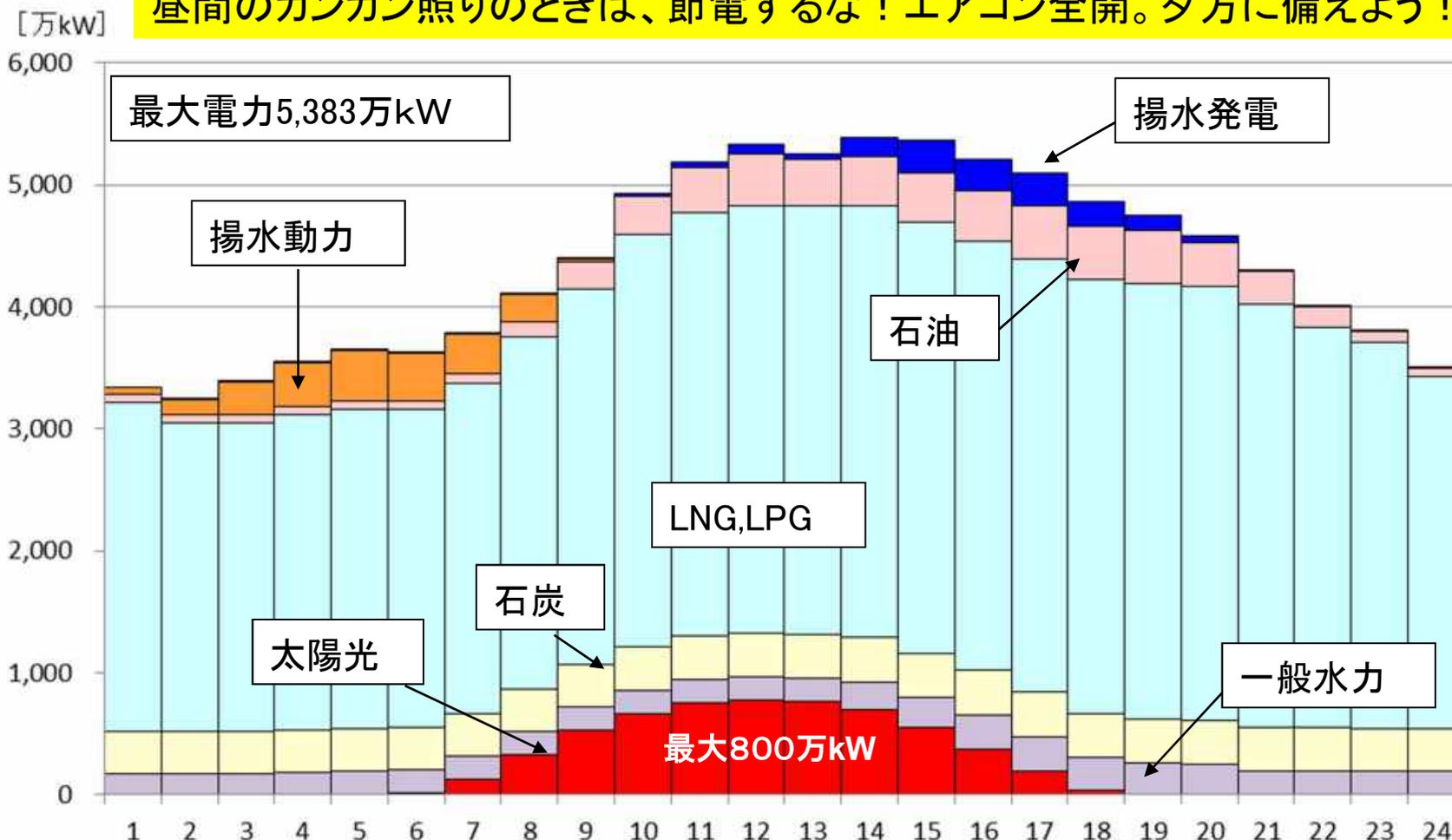
(原子力発電所)



# 2017年の最大電力発生日(8月9日)の電源運用

- ・太陽光発電は需要のピークとなる昼間に出力もピークとなる。このため、従来は揚水発電で対応していた需要の一部が太陽光発電に置き換わり、揚水発電のピークが昼間 → 夕方の点灯帯に移行している。

昼間のカンカン照りのときは、節電するな！エアコン全開。夕方に備えよう！



## 4) 原発の安全対策は どこまで進んだのか？

福島第一原子力発電所の事故の教訓と対策  
40年を超えて60年運転実施のための特別点検

# 規制に対する福島第一事故の教訓

## ■ マネージメントの失敗

- 緊急事態に政府の強い介入（狭い視野）
- あらかじめ広い視野から対応を準備しておく必要性
- 専門家の活用が不十分

## ■ 原子力安全規制の失敗

- 原子力安全を目標としていなかった（法律遵守ばかり）
- リスクの低い、もしくはリスクとは関係ないQMSの形式「木の葉を検査し、森を見ない」審査に規制資源を投入。
- 国際標準を無視したガラパゴス規制、役所のリスクを避ける規制。B5bの導入遅延。過酷事故対策の不備。
- 重要度分類に基づく、総合的なリスク判断の欠如

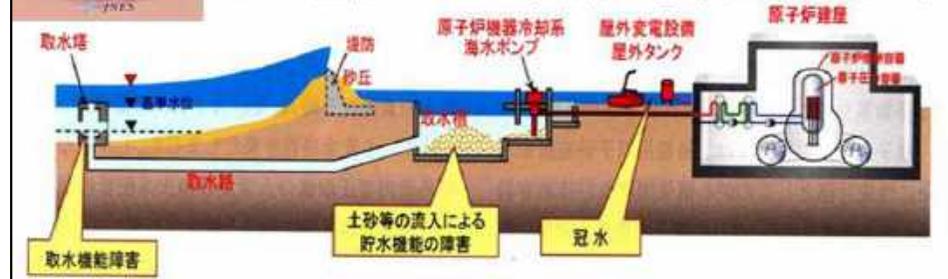
# 福島第一原子力発電所事故の要因①

- ① 構造強度偏重規制(電気品欠落)
- ② 分解点検とQMS検査書類増大
- ③ 本質的危険が無視された規制
- ④ B5bなどの海外規制動向を放置
- ⑤ 規制が反対派の虜になっていた  
(寝た子を起こすな)
- ⑥ 毅然とした規制の欠如(FCVS)

## 最新の知見と規制への反映が不十分



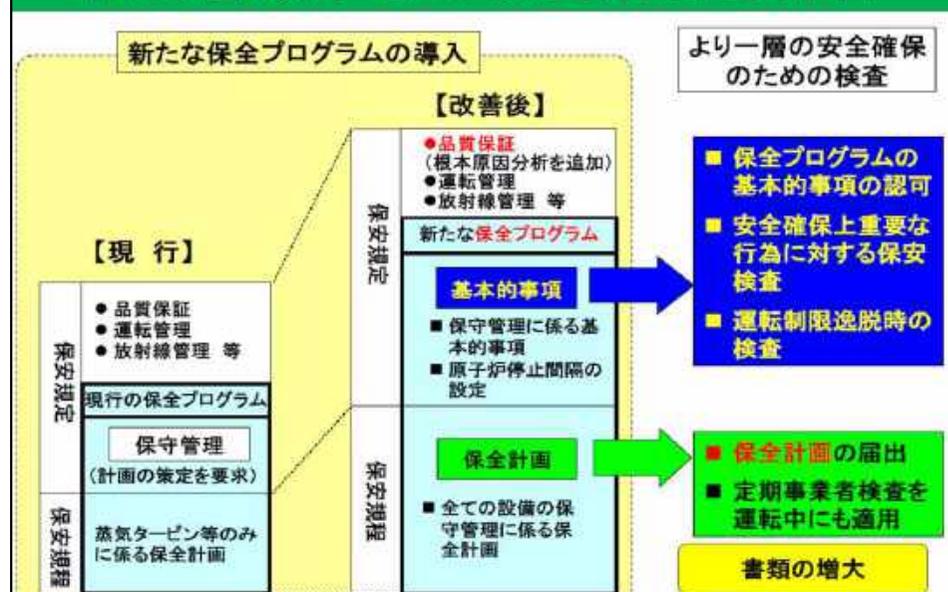
原子力安全保安院の技術支援組織である原子力安全基盤機構(JNES)は平成19年度の年報で、津波と電気品の機能喪失の解析を公表していた。  
なぜ、最新の知見が規制に反映されなかったのか？  
なぜ、原子力関係者・反対派で激論が始まらなかったのか？議論していれば水密扉や電源車は用意された。



## 構造強度偏重の安全規制

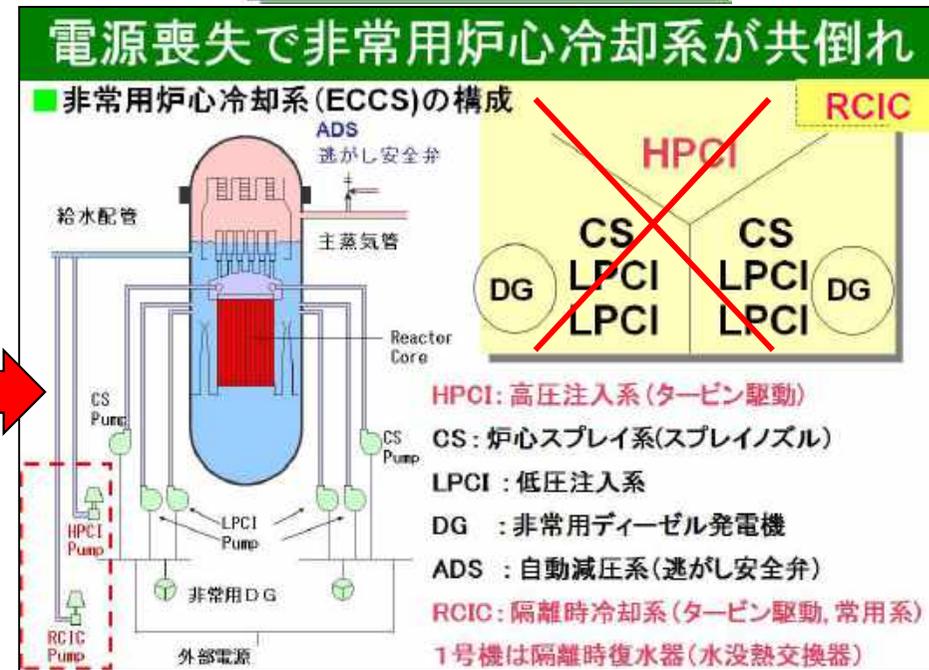
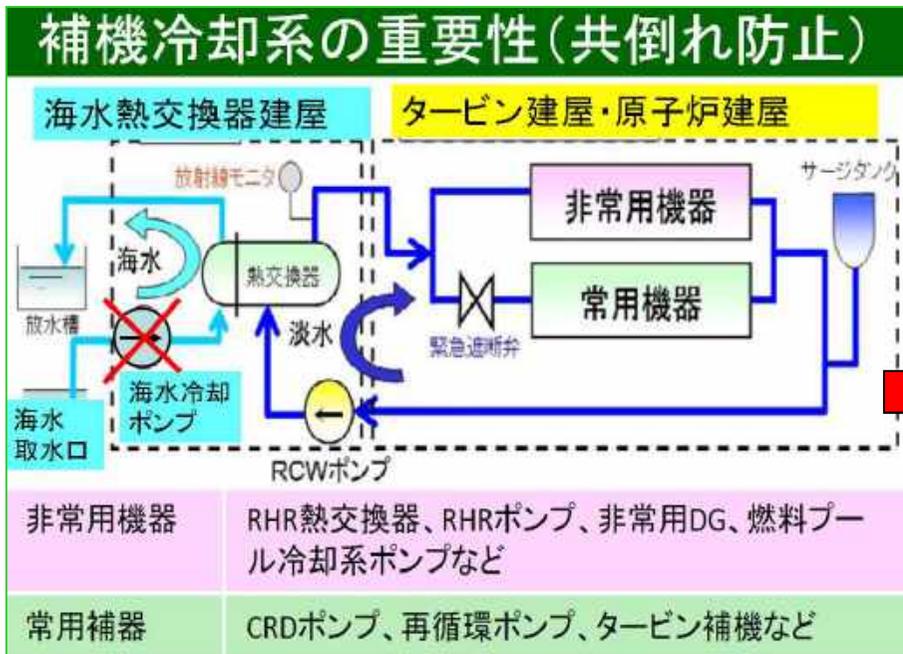
我が国の安全確保対策に反映させるべき事項(指針関係)		反映	
安全基準関係	安全設計審査指針及び関連技術基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 安全上重要な系統及び機器の分類</li> <li>b. 原子炉計測制御系及びプロセス計測制御計の信頼性</li> <li>c. 事故時に必要とされる系統及び機器</li> <li>d. 緊急時中央指令所</li> <li>e. 可燃性ガス濃度制御系</li> <li>f. 制御室</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>重要度分類指針策定('90)</li> <li>事故時の放射線計測指針策定(1981)</li> <li>安全設計指針改訂('90)</li> </ul>
	安全評価審査指針	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. ヒューマン・クレンジット及び単一故障</li> <li>b. 運転時の異常な過渡変化及び事故の解析条件</li> </ul>	安全評価指針改訂('90)
	ECCS安全評価指針	小破断事象についても留意する必要がある	ECCS性能評価指針改訂(1981)
	<p style="background-color: yellow; border: 1px solid red; padding: 5px;">海水が侵入すれば、電気品が機能喪失する事を見逃した</p>		
	<p style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px;">わが国では、電事法の精神、ものが健全であれば安全である、という構造強度偏重の考え方が根強く、機能評価、解析への転換までは進まなかった。</p>		

## 検査書類中心の安全規制の弊害



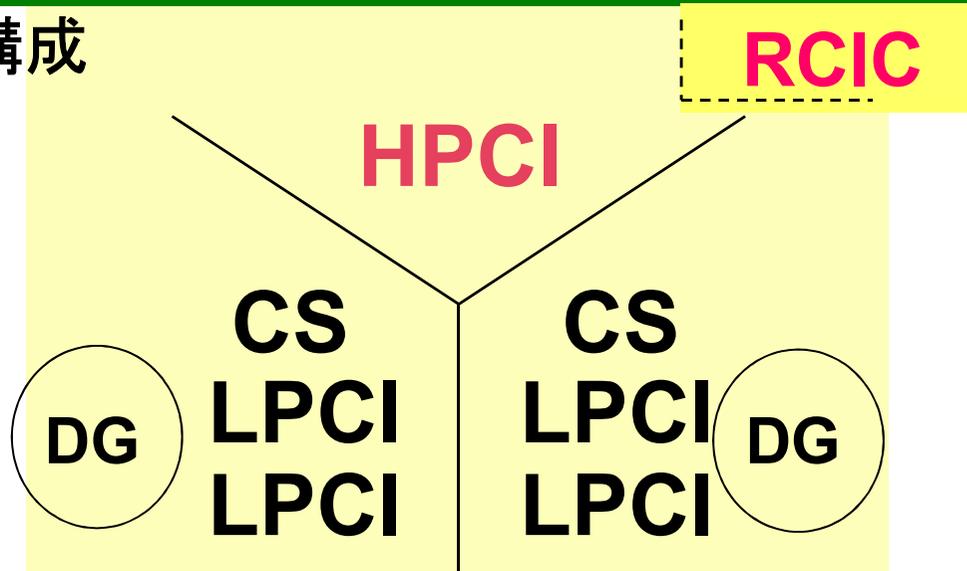
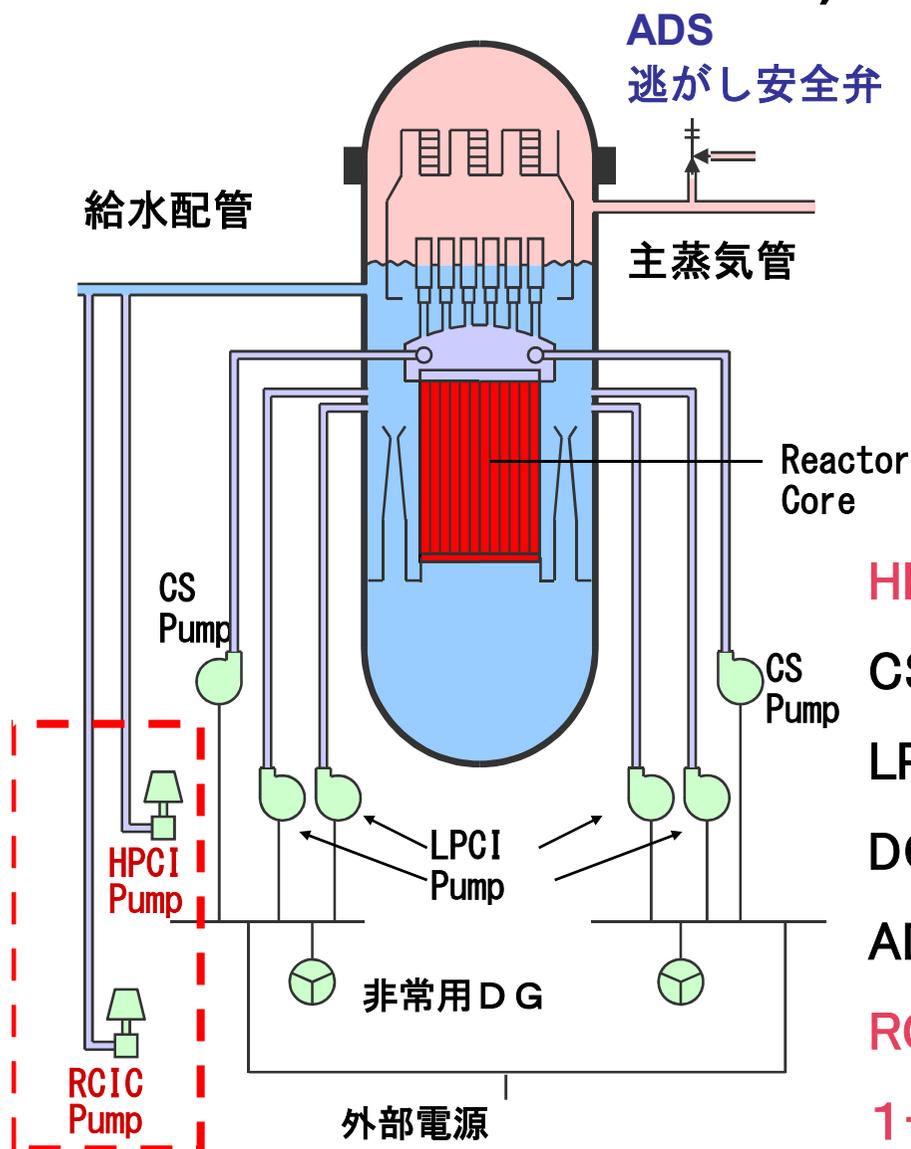
# 福島第一原子力発電所事故の要因②

- ① 設計範囲を超えた事象に未対応
- ② 冷水・電気・空気の支援系が脆弱
- ③ ECCSの共倒れ(全滅)が起きた
- ④ 過酷事故対応訓練が不十分
- ⑤ 緊急時の情報連絡と意思決定が遅い
- ⑥ オフサイトセンター(規制)が機能喪失
- ⑦ 規制の重要度分類ができていなかった



# 電源喪失で非常用炉心冷却系が共倒れ

## ■ 非常用炉心冷却系 (ECCS) の構成



HPCI : 高圧注入系 (タービン駆動)

CS : 炉心スプレイ系 (スプレイノズル)

LPCI : 低圧注入系

DG : 非常用ディーゼル発電機

ADS : 自動減圧系 (逃がし安全弁)

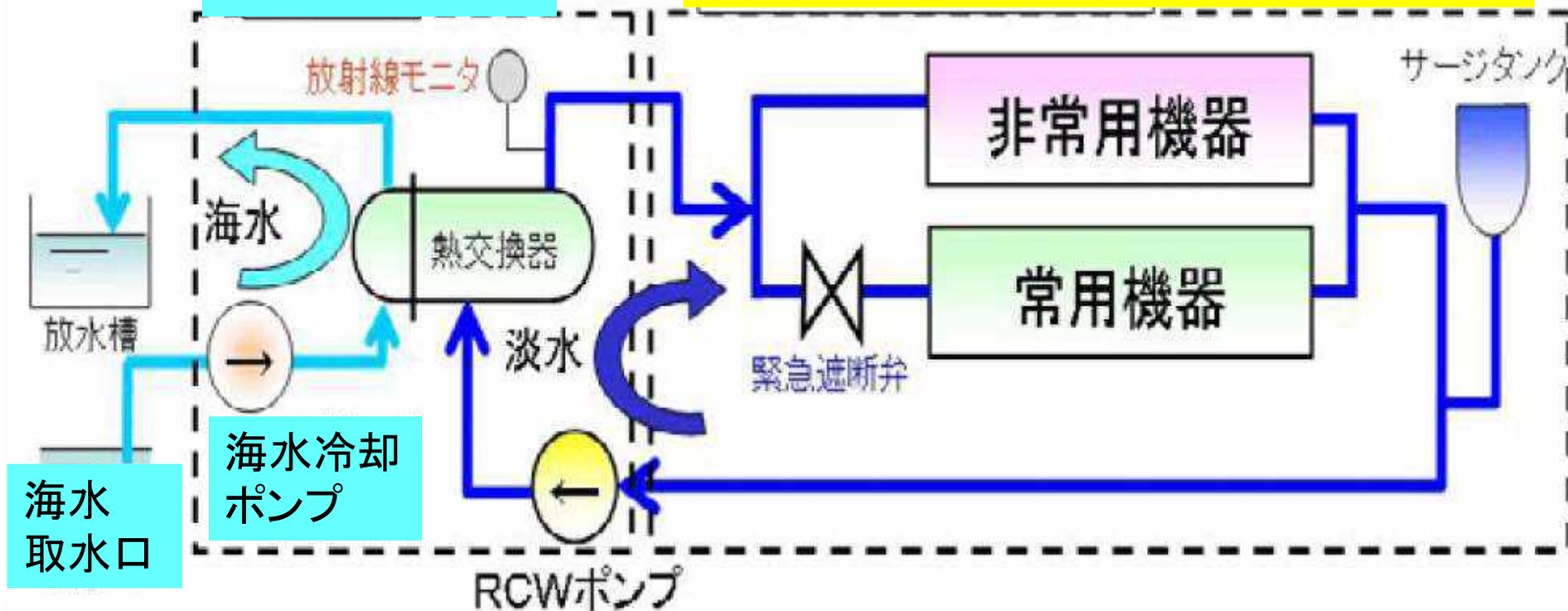
RCIC : 隔離時冷却系 (タービン駆動, 常用系)

1号機は隔離時復水器 (水没熱交換器)

# 補機冷却系の重要性（共倒れ）

海水冷却系

タービン建屋・原子炉建屋



非常用機器

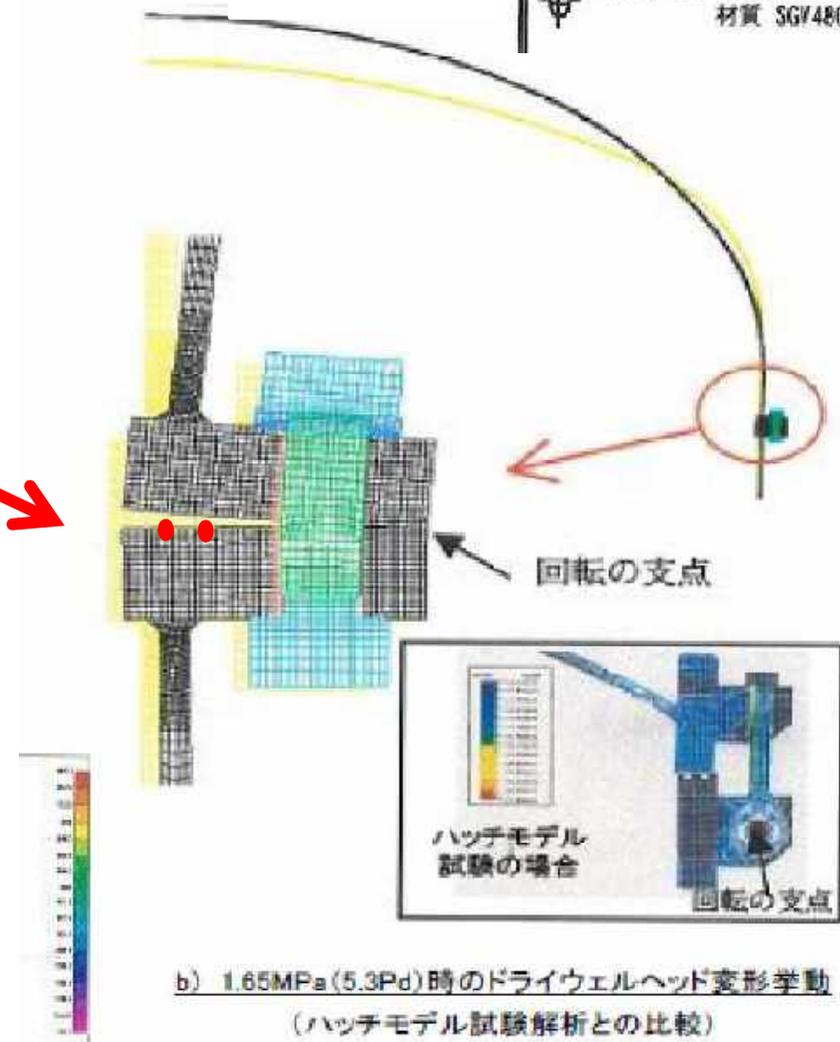
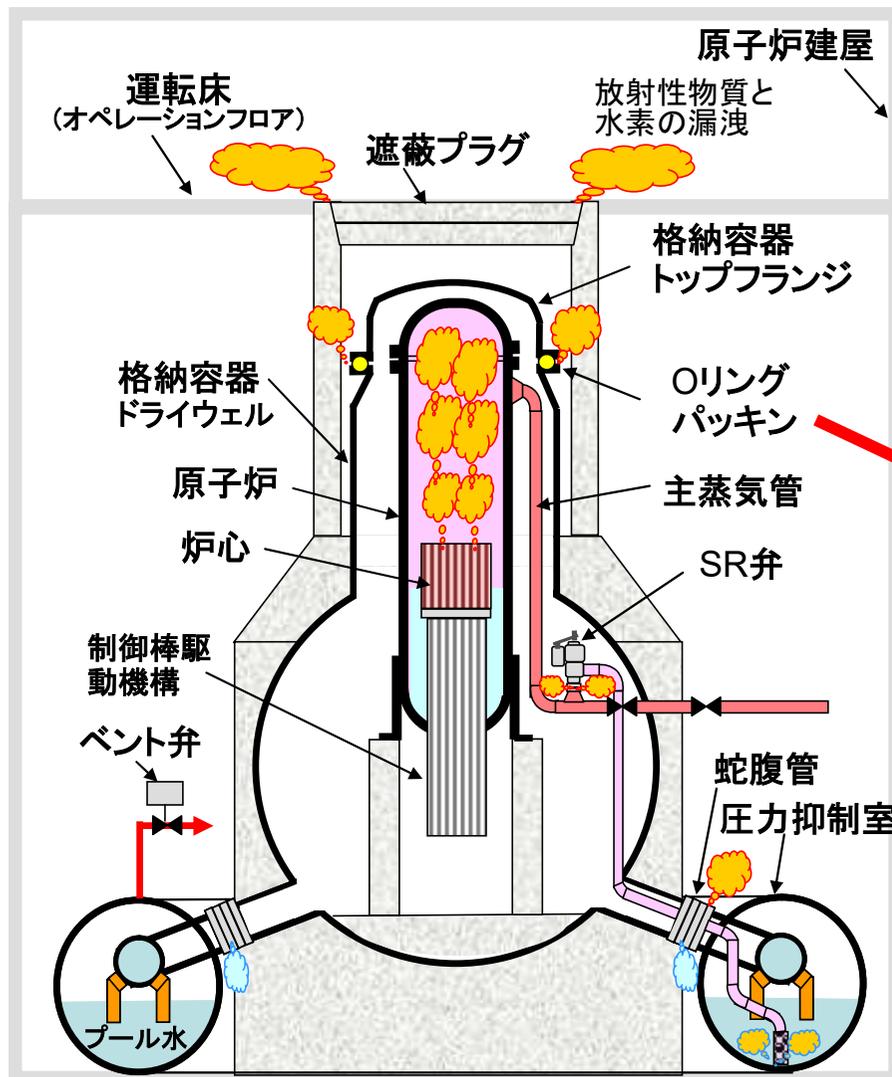
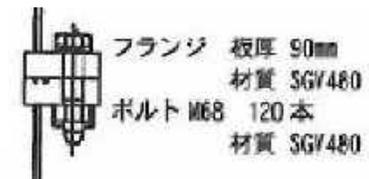
RHR熱交換器、RHRポンプ、非常用DG、燃料プール冷却系ポンプなど

常用補器

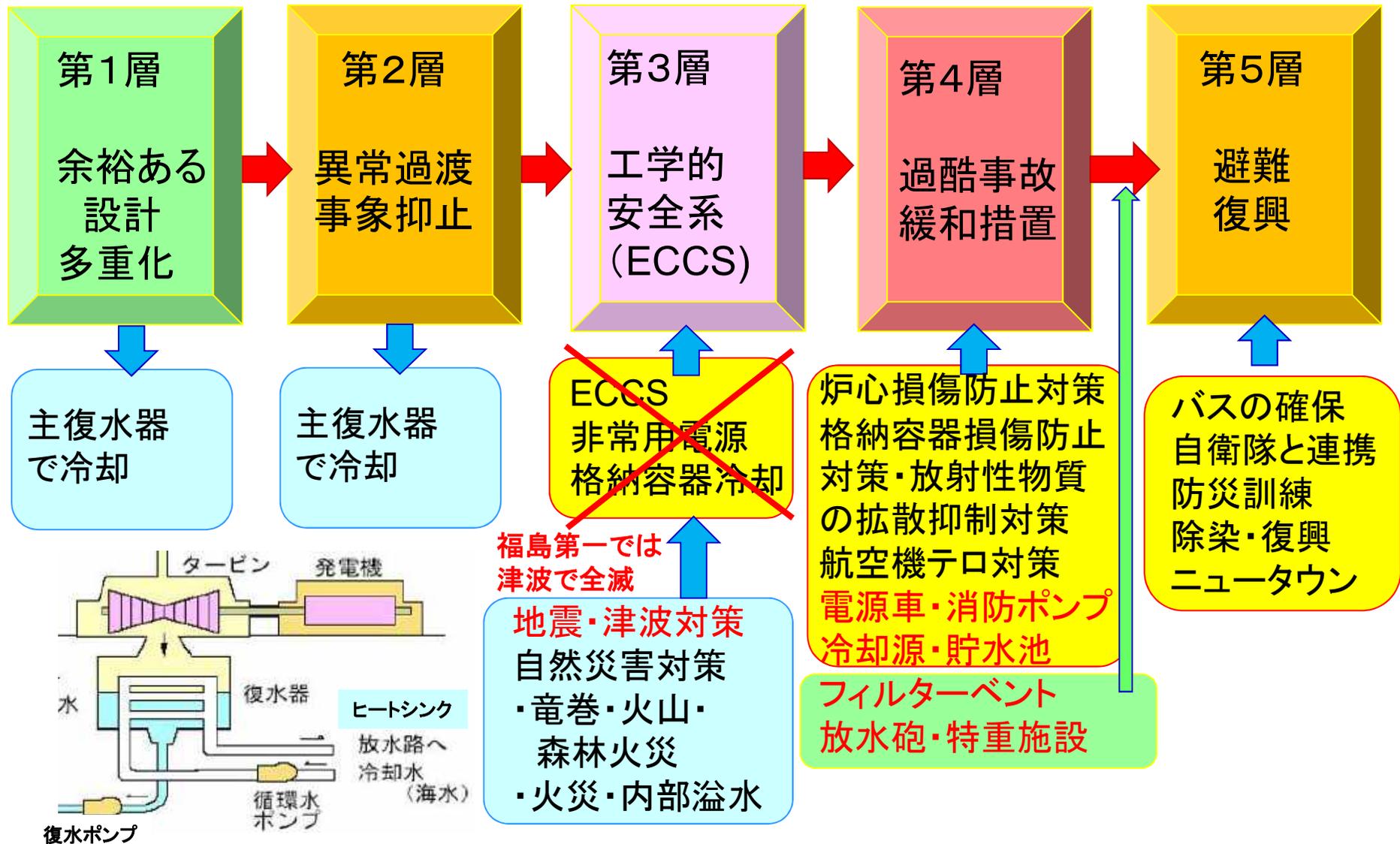
CRDポンプ、再循環ポンプ、タービン補機など

# 格納容器の過温破損・漏洩

## ■ 格納容器のトップフランジやハッチから漏洩



# 深層防護 (Defense in Depth)



# 新規制基準による規制強化

シビアアクシデント(過酷事故)を防止するため基準(第3層)を強化すると共に、シビアアクシデント)の緩和対策や航空機テロへの対処の基準(第4層)を新設

<従来の規制基準>

<新規制基準>

過酷事故対策が抜けていた  
(事業者の自主的取り組み)

シビアアクシデントを防止するための  
基準(いわゆる設計基準)  
(単一の機器の故障を想定しても炉心  
損傷に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

第4層

第3層

テロ  
過酷事故対策

安全上重要な施設の  
対策強化

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮(新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

新設 (テロ対策)  
新設 (シビアアクシデント対策)  
強化又は新設  
強化

# 再稼働へ向けた各発電所の取り組み

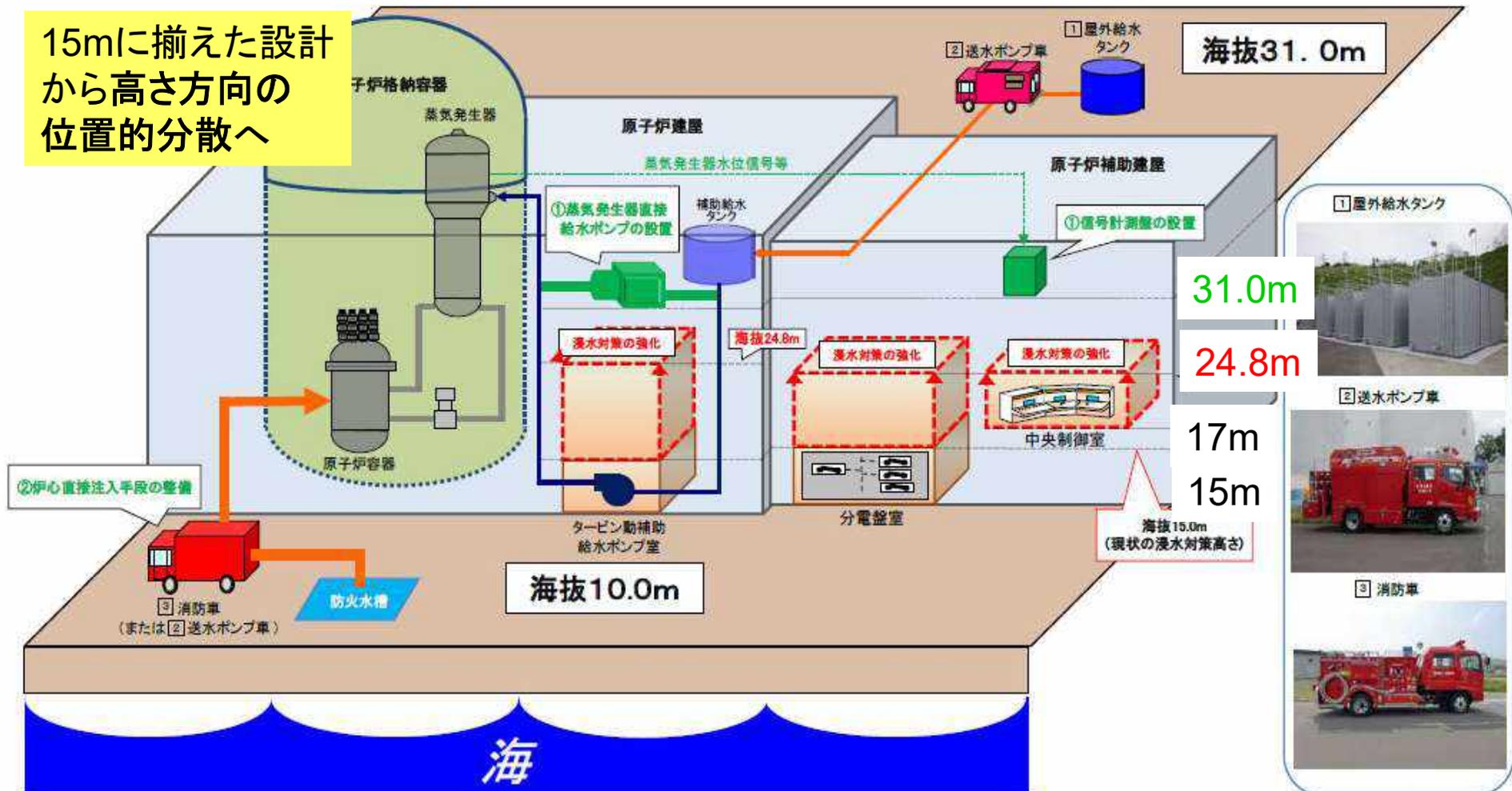
## (1) 炉心燃料冷却手段の多様化

- ① 蒸気発生器給水ポンプ・信号計測盤: 31.0
- ② 炉心直接注水手段の整備(移動式)

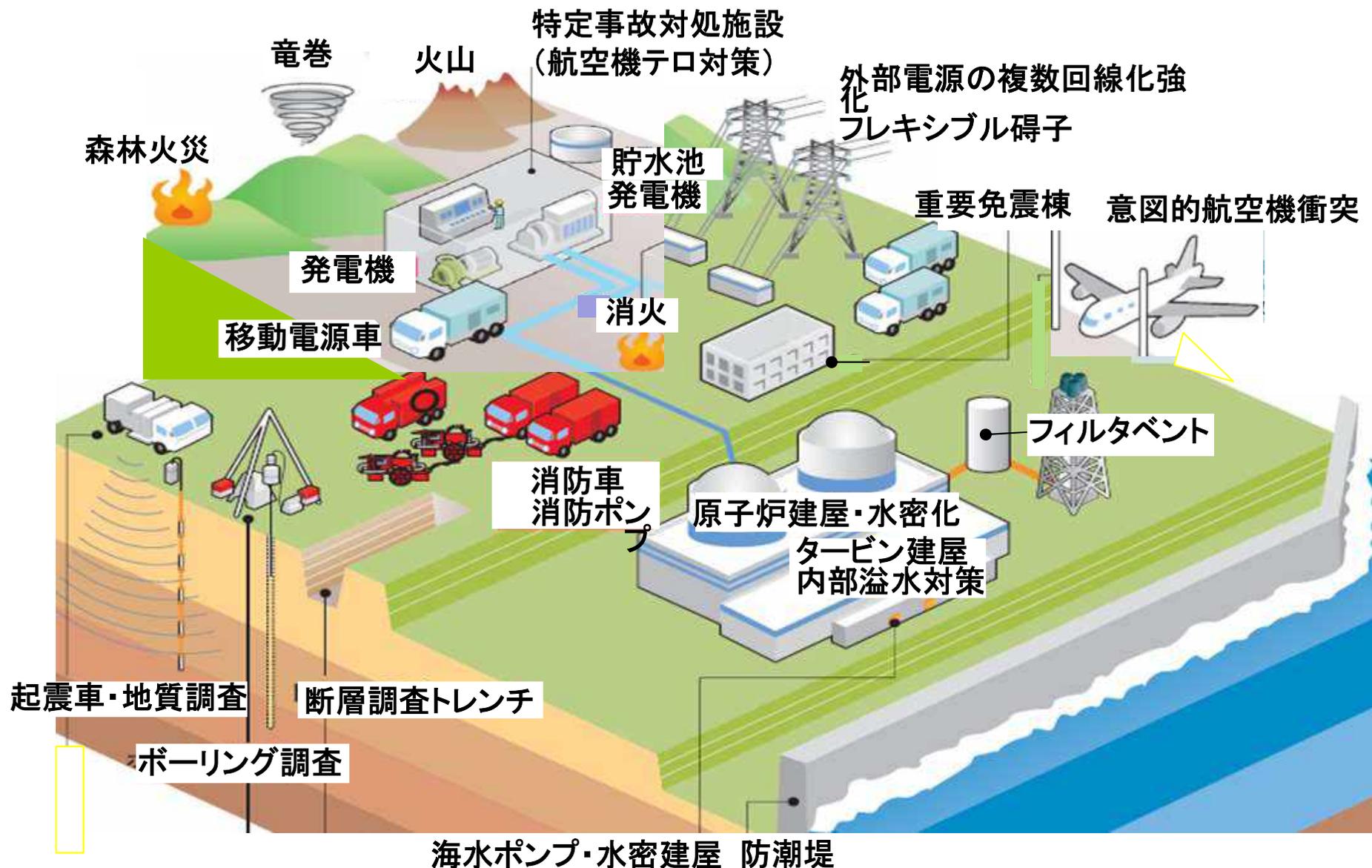
## (2) 緊急安全対策設備の浸水対策の強化

- ・タービン動補助給水ポンプ: 24.8m
- ・分電盤・中央制御室: 20.0m

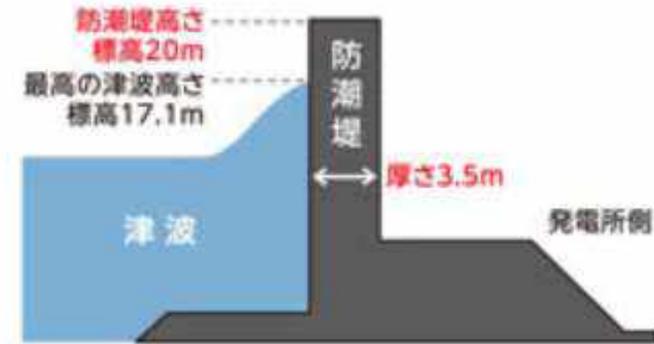
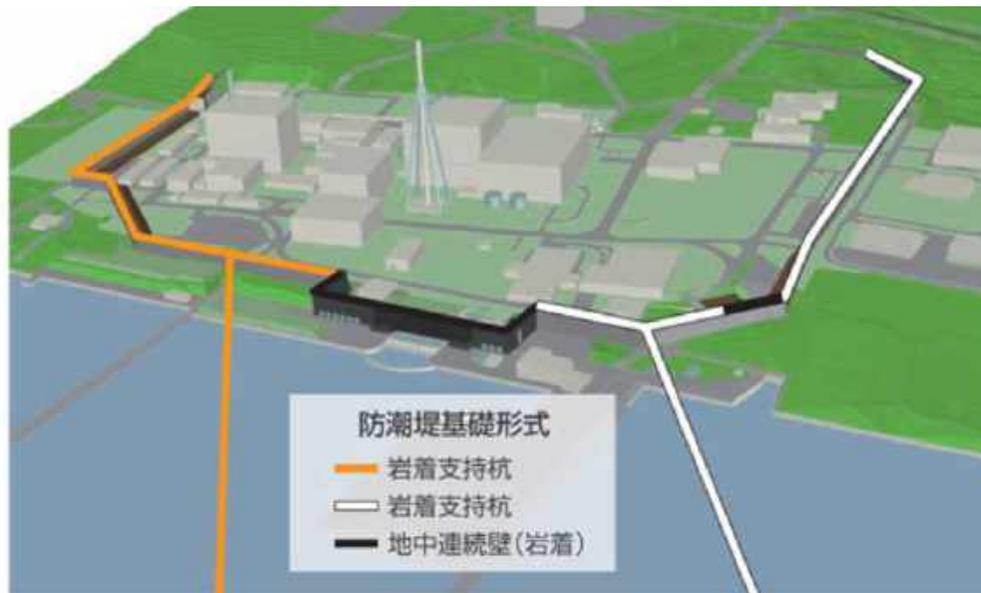
15mに揃えた設計から高さ方向の位置的分散へ



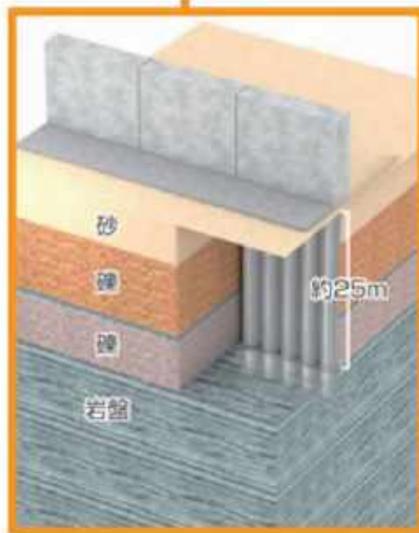
# 新規制基準の概要



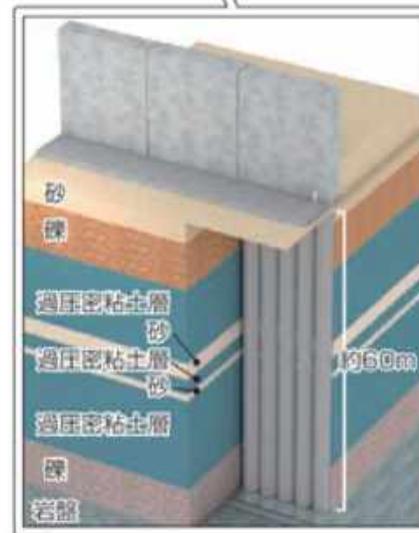
# 東海第二原子力発電所の津波対策



防潮堤に達した際の津波と防潮堤のイメージ



敷地南側の岩着支持杭の一部

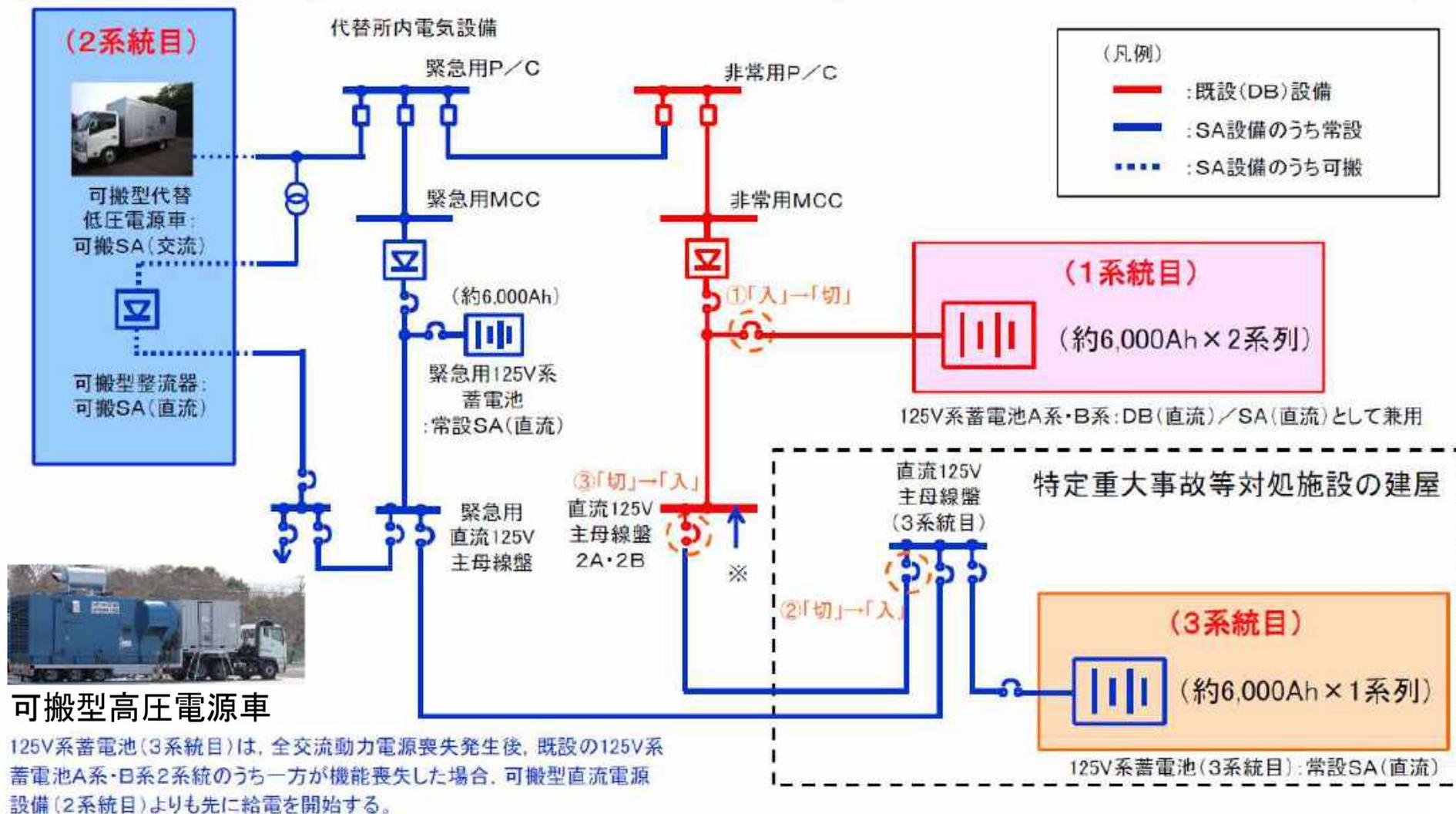


敷地北側の岩着支持杭の一部



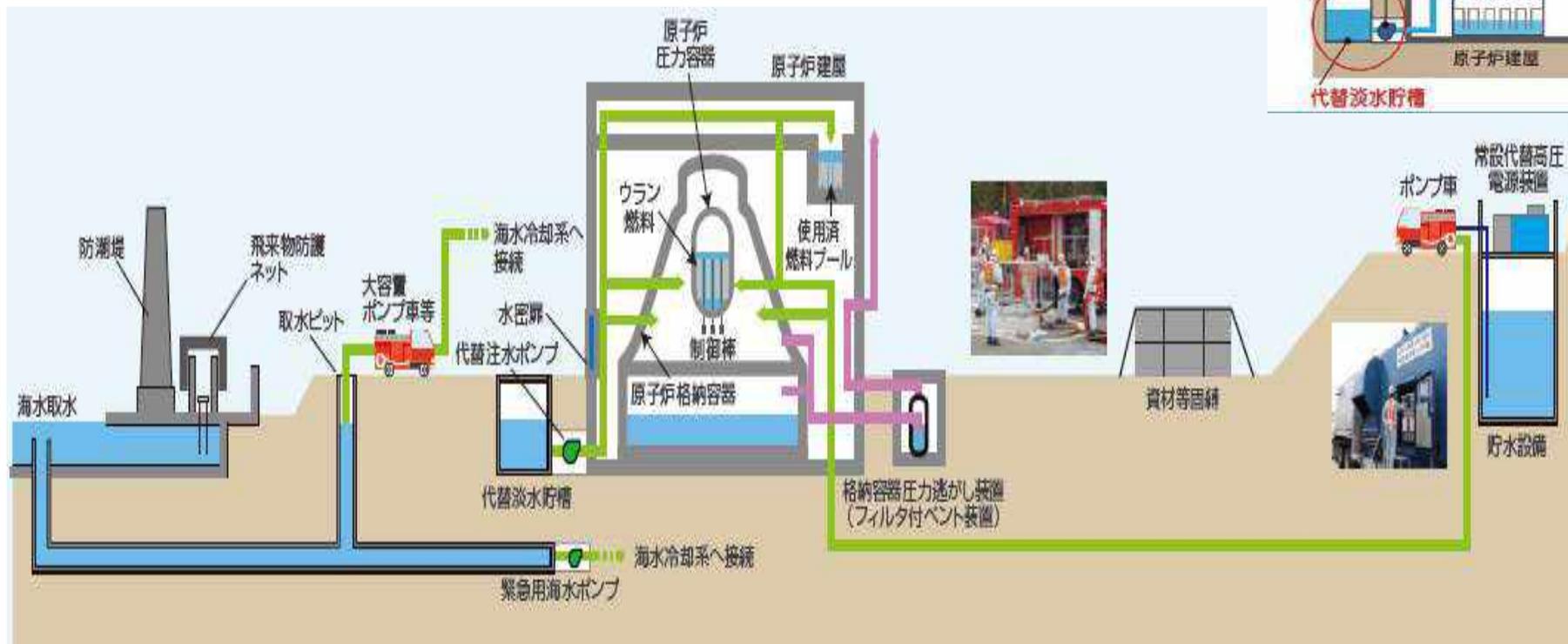
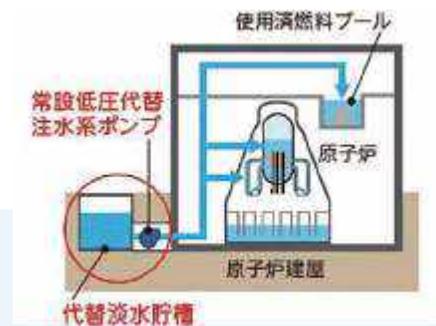
# 東海第二原子力発電所の電源強化

既存の非常用電源に加え、過酷事故対策(SA)、特重施設の電源により、大幅に電源を強化。



# 原子炉と格納容器の注水冷却

- 万が一、既存の冷却機能が使用できなくなった場合に備え、新たに常設の冷却設備（高圧代替注水系ポンプや低圧代替注水系ポンプ、緊急用海水ポンプ等）や発電所構内の高台に可搬型の注水ポンプ車を配備。
- 常設の貯水設備や海水地下トンネルを追加設置。

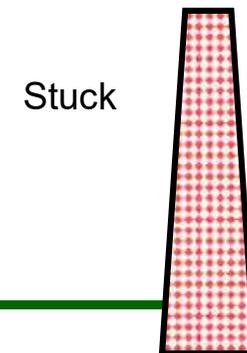


# FCVS (フィルター付格納容器ベントシステム)

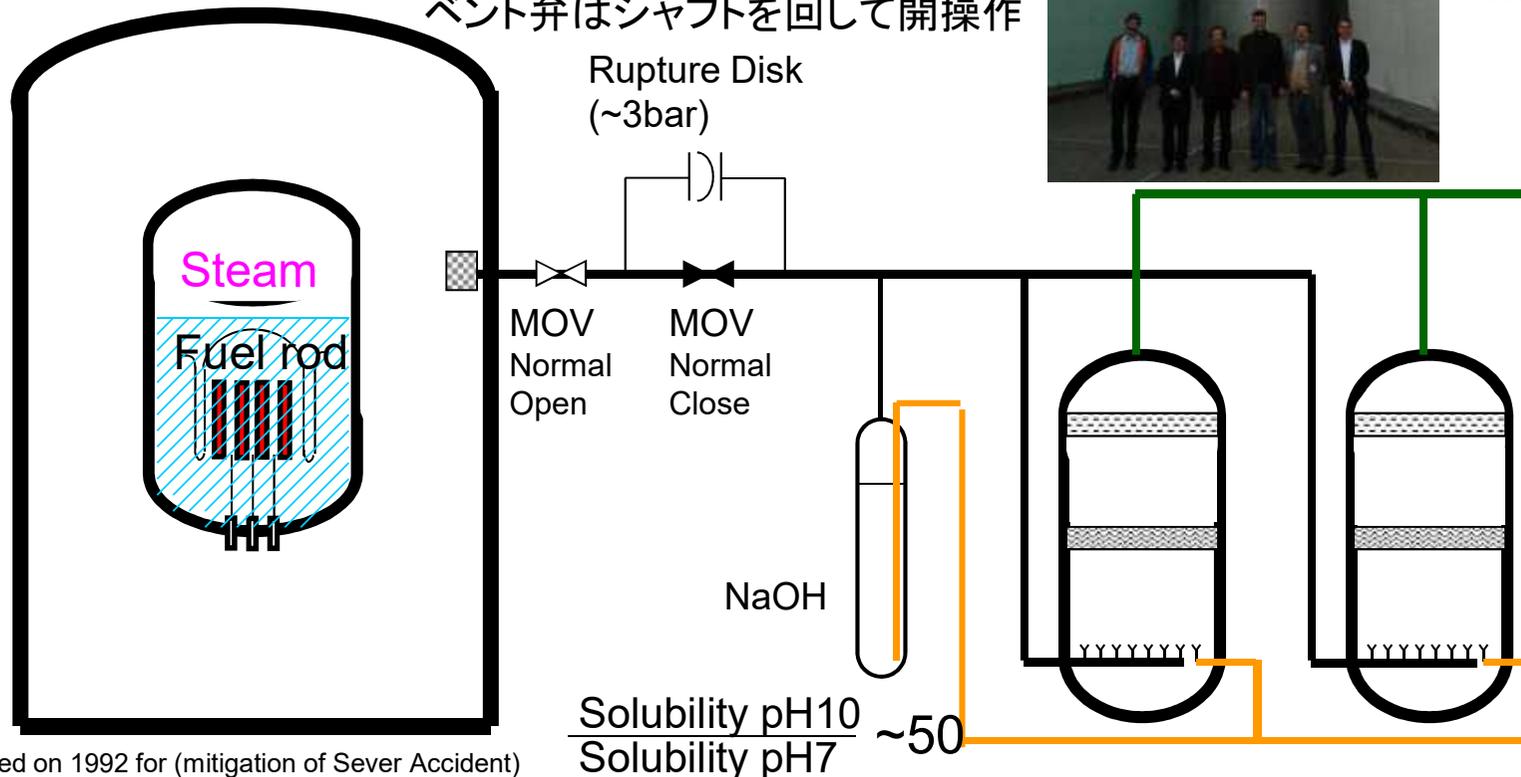
■ ベント系の周到な準備がなされている



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



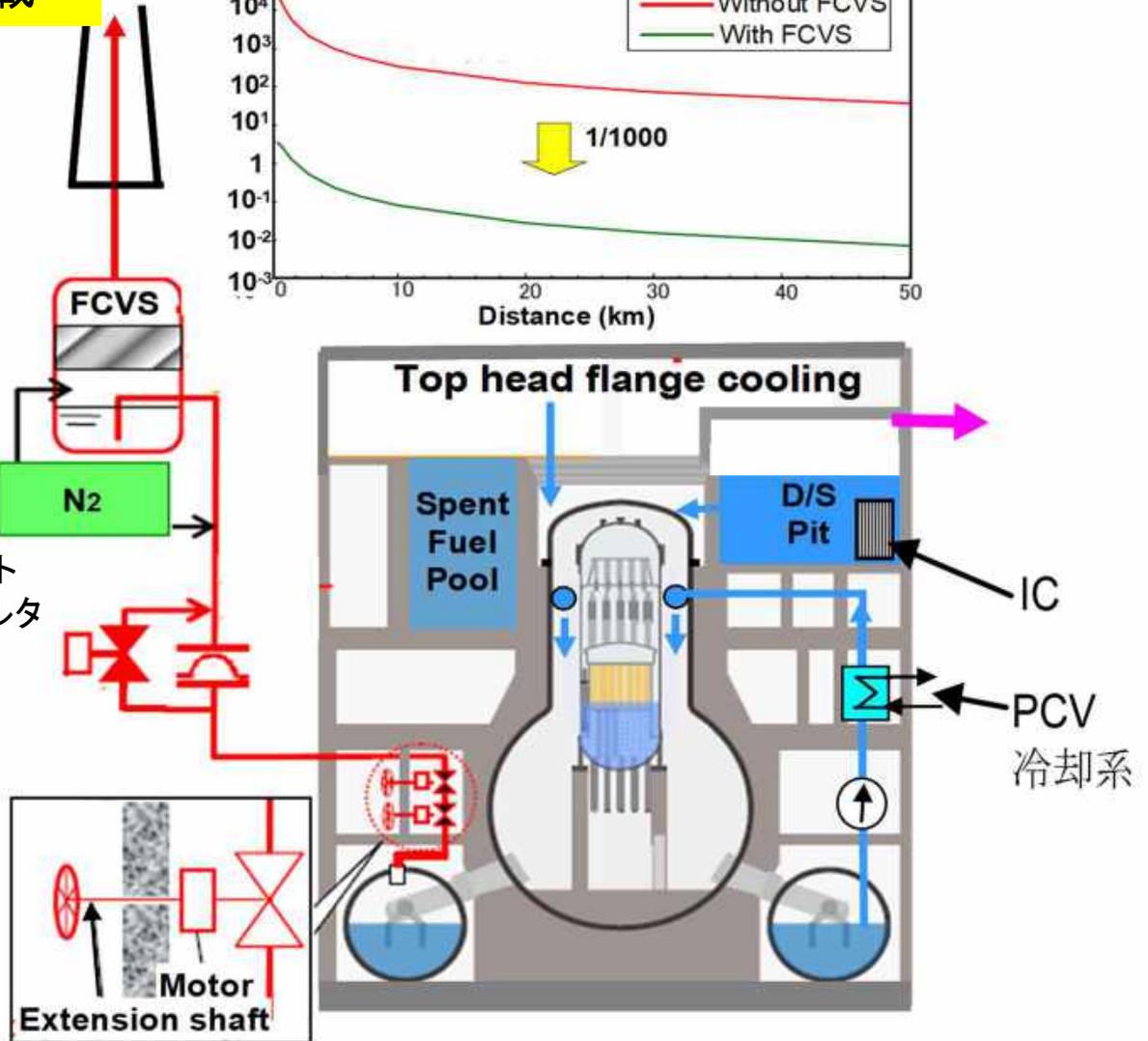
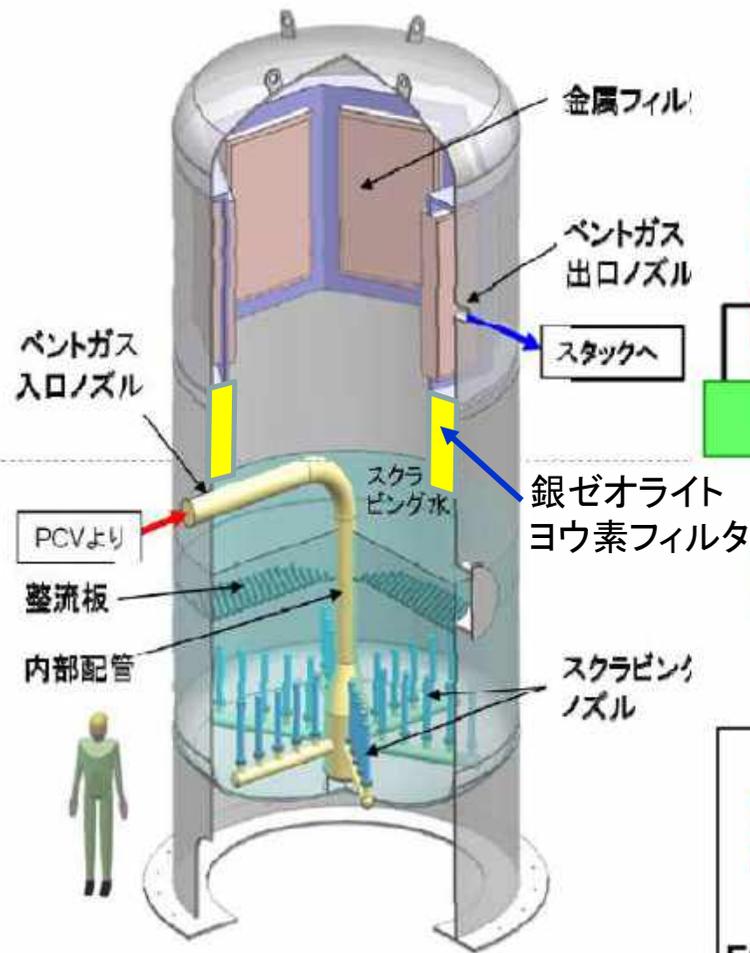
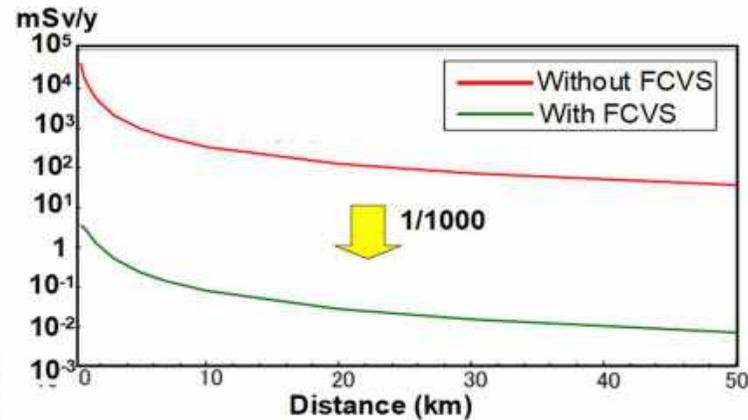
ベント弁はシャフトを回して開操作



Backfitted on 1992 for (mitigation of Sever Accident)

# フィルターベントシステム (FCVS)

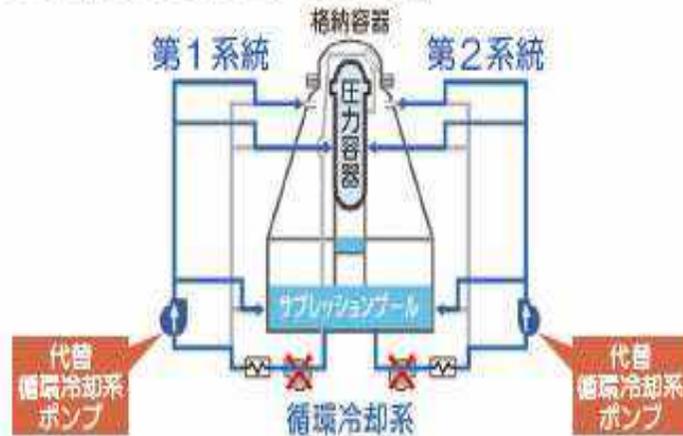
わが国のフィルターベントは世界で初めて有機ヨウ素フィルター搭載



# 格納容器の損傷防止とフィルタベント

## 代替循環冷却系による圧力降下

原子炉格納容器を冷却し続けるために、代替循環冷却系を2系統設置し、格納容器圧力逃がし装置の使用をできるだけ回避します。

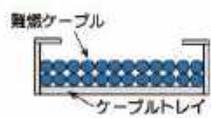


## ケーブル火災防止とペネトレーション漏洩防止

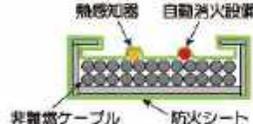
ケーブルからの火災の発生や延焼を防ぎ、その他の設備を守ります。



①非難燃ケーブルから難燃ケーブルへの取替え

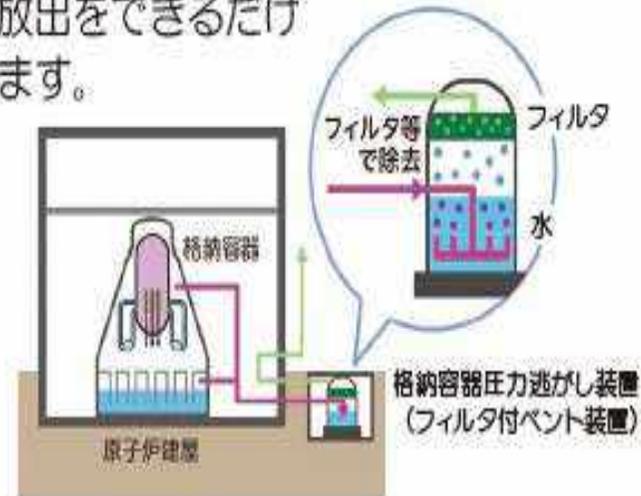


②防火シートによる対策



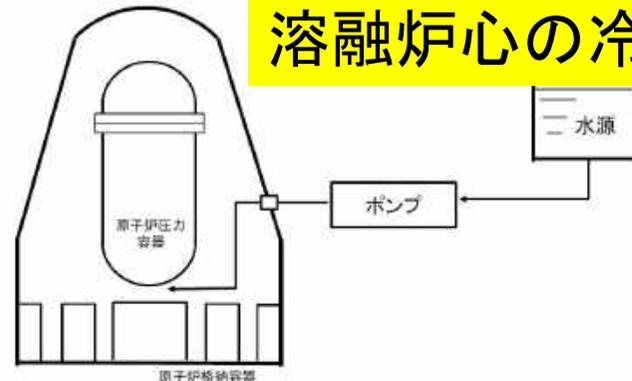
## フィルタベントの設置

万が一の際は、格納容器圧力逃がし装置により、格納容器の破損を防ぐとともに、放射性物質の周辺環境への放出をできるだけ低減させます。



原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

## 溶融炉心の冷却

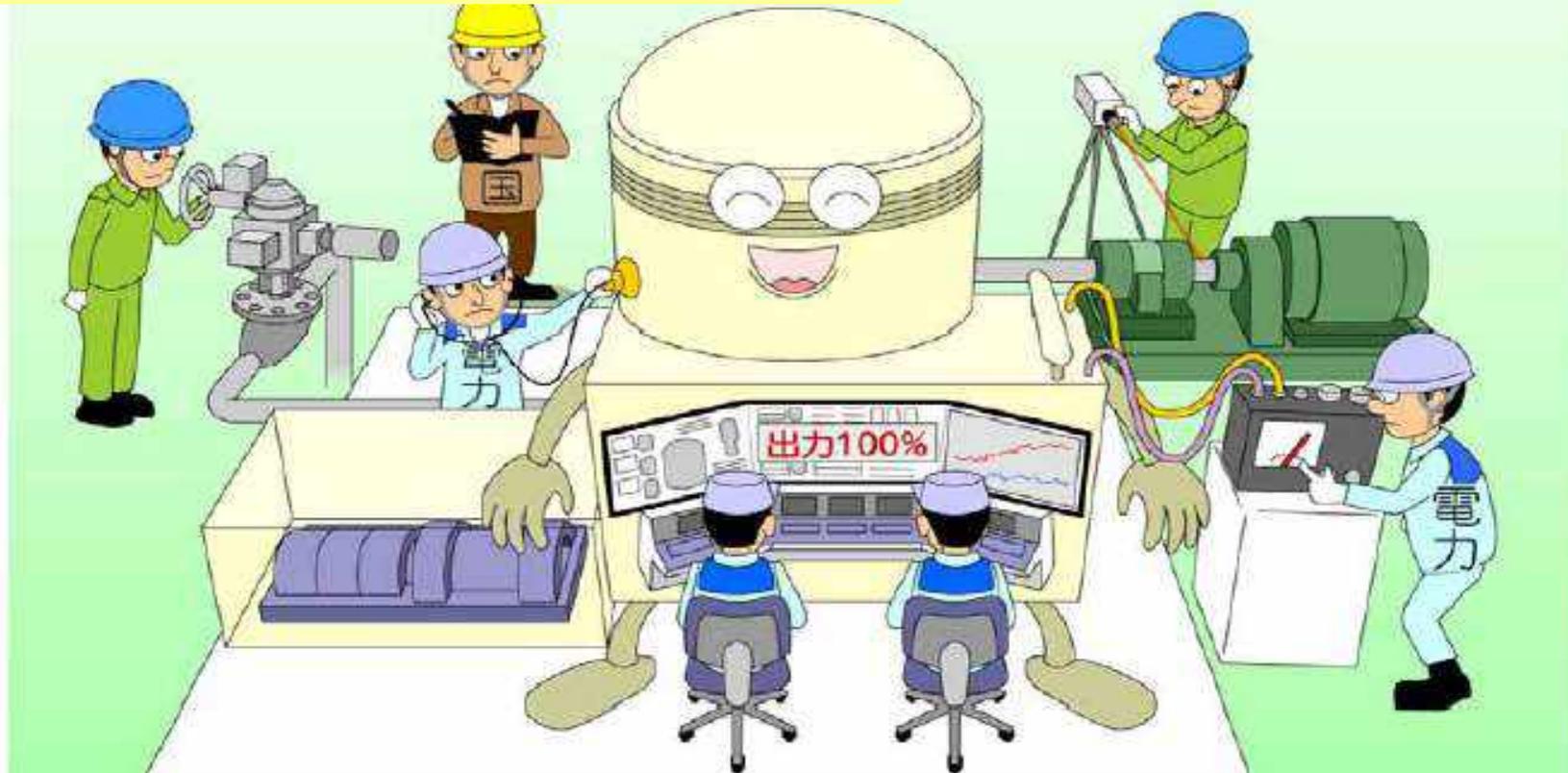


# 東海第二原発の40年超運転の健康管理

原子力発電所の40年超運転のための  
各種の健康診断を実施

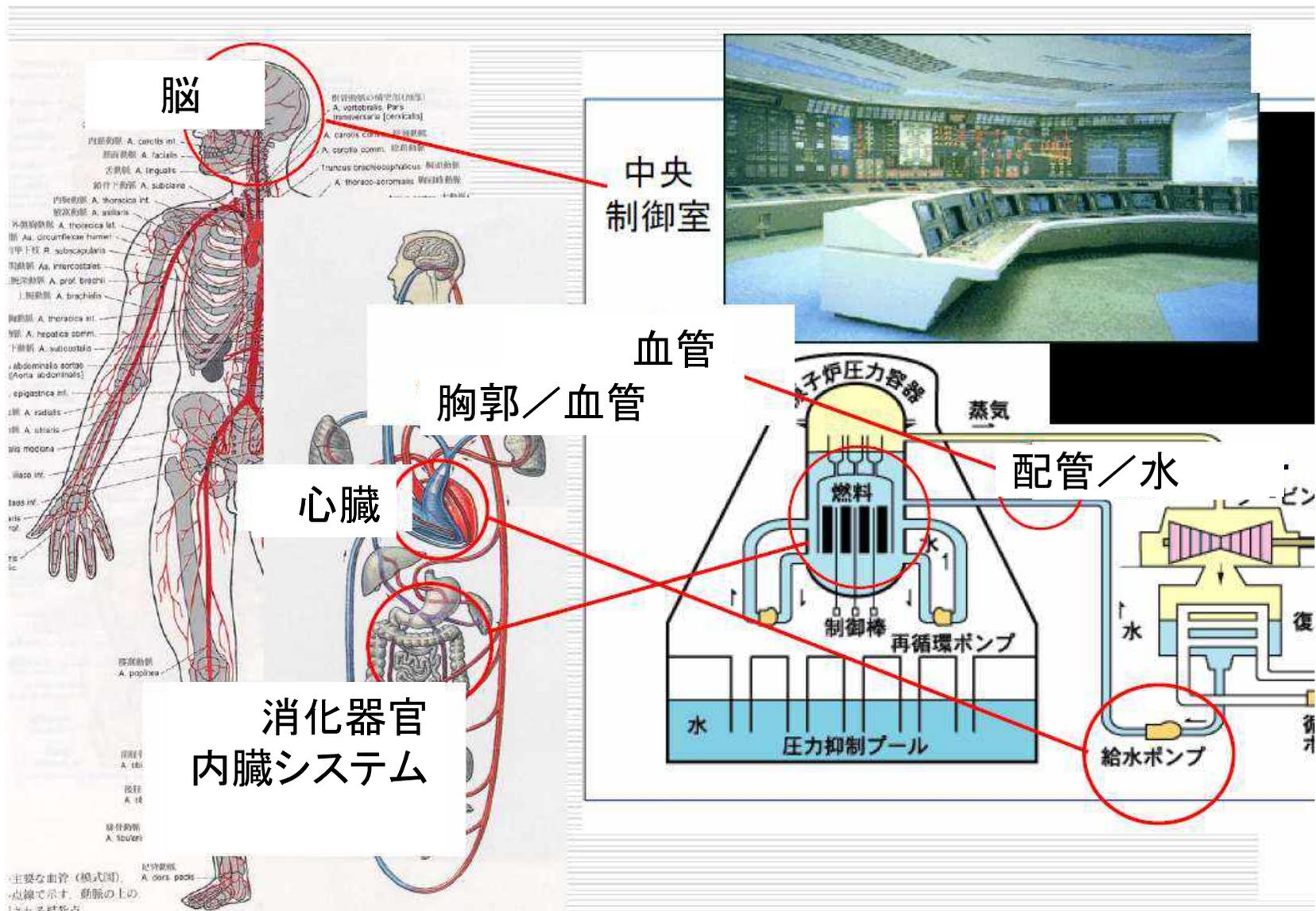
原子炉運転中

炉心流量と炉心冷却は十分に確保



原子力発電所自体は移動しない→運転中保全に際して十分な  
人的・物的支援が可能。安全系の保全に関してリスク評価要

# 人体と原子力発電所の類似性 (Analogy)



# 健康診断と保全検査

人 体	人工物
老 化	高経年化
寿命は	設計寿命
天寿	実力の寿命
寿命要因: 身体的な <b>老化</b> 認知症(メンタルな劣化)	<b>劣化</b> (き裂・熱疲労・脆化・腐食 減肉、制御盤・ケーブル等)
<b>健康管理</b>	<b>保全管理</b>
医療精密検査 問診、触診、X線、CT、MRI、PET、 超音波診断、心電図、脳波、血管、 血液検査、尿検査、細胞検査など	検査技術 VT:目視検査、AE:音響放射 XT:X線検査、UT:超音波検査、 ET:渦探傷、PT:浸透探傷試験
<b>医療活動</b> : 人間ドック、健康食品、 ジム、人工関節、動脈や心臓手術、 手術・放射線による癌治療	<b>保全活動</b> : 軸受けなど部品や パッキン交換、潤滑油交換 SCC対策、配管や機器の交換

# トラブルを防ぐ保全活動の意義

- 我が国の原子力発電所でのいくつかのトラブルは、その事象の予兆や海外の類似事象があり、それらの予兆や事例を注意深く見守っていれば、それらのトラブルは未然に回避された可能性大。
- 1989年に東京電力福島第2発電所3号機の再循環ポンプで発生した軸受リングの脱落トラブルは**予兆**として軸振動の増大があった
- 2002年11月に関西電力美浜3号機で発生した給復水系配管の減肉破損事故は、1986年に米国サリー発電所2号機で類似の**前例**があった

# 東海第二原発高経年化評価と長期保全

## ＜評価結果および長期保全計画（代表例）＞

機器・構造物	主な経年化事象	評価結果の概要	長期保全計画の概要	
			保全項目*1	実施時期*2
容器	原子炉圧力容器の中性子照射脆化	脆化による関連温度移行量や上部網吸収エネルギーの低下量は小さく、今後も脆化を考慮した温度管理と非破壊検査を継続することで、健全性を保てるものと評価	再装荷した使用済試験片について、民間規格に基づき今後の脆化予想に活用する。	次回評価時
	原子炉圧力容器の疲労	起動・停止時等の繰り返しによる疲労を考慮した結果、疲れ累積係数は許容値以下で、十分な余裕があるものと評価	定期的に運転実績に基づく再評価を行う。	次回評価時
炉内構造物	炉心シュラウドの応力腐食割れ（中性子照射環境下）	国の指示文書などに基づく点検を継続すると共に、予防保全対策を実施することで健全性を保てるものと評価	今後の点検結果や研究で新たな知見が確認されれば、追加点検や点検周期の見直し等を行う。	中長期
配管	炭素鋼配管の腐食による減肉	肉厚測定等による管理を適切に実施していくことで必要な配管肉厚を確保でき、健全性を保てるものと評価	肉厚測定等を継続し、データの蓄積・知見の拡充を行う（耐震評価見直しを含む）	短期/次回評価時
	再循環系配管の応力腐食割れ	予防保全の実施等により応力腐食割れの発生の可能性は小さいと考えられ、今後も国の指示文書に基づく点検を継続することで健全性を保てるものと評価	き裂進展データ等の新しい知見が得られた場合は追加点検や点検周期の見直しを行う。	中長期
ケーブル	絶縁特性の低下	代表的なケーブルに対する熱、放射線等を模擬した長期健全性試験の結果から、急激に絶縁特性が低下する可能性は小さいものと評価	一部のケーブルについて、長期健全性評価を行う	短期/中長期
コンクリート構造物	強度低下	通常運転時の温度、放射線量では強度の低下は小さく、これまでの強度測定の結果から十分な強度があることを確認	—	—

\*1 「—」は現在行っている保全活動を継続

\*2 短期:5年以内 中長期:10年以内 次回評価時:次回10年毎の再評価時

### ＜応力腐食割れ(SCC)対策＞

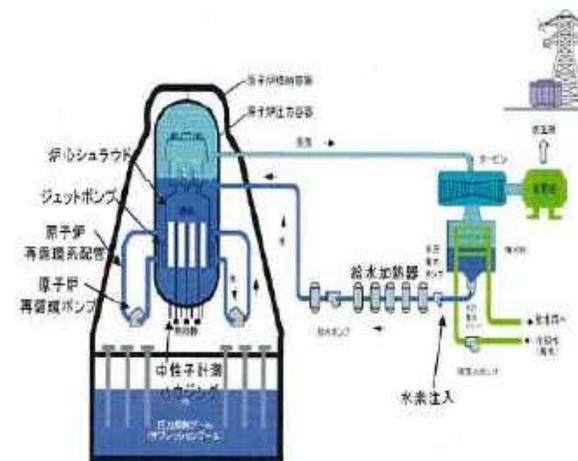
- ・原子炉再循環系配管の引張残留応力低減処置(昭和55年度および昭和61年度)
- ・水素注入による腐食環境の改善(平成9年度～)
- ・炉心シュラウド腐食環境改善処置および引張残留応力改善処置(平成11年度)
- ・ジェットポンプの引張残留応力改善処置の実施(平成17年度)
- ・中性子計測ハウジングの表面改質および外面の残留応力改善(平成11年度)

### ＜腐食・減肉対策＞

- ・給水加熱器(鋼体)の取替(昭和56年度～昭和61年度)
- ・第4給水加熱器の全体取替(平成15年度)

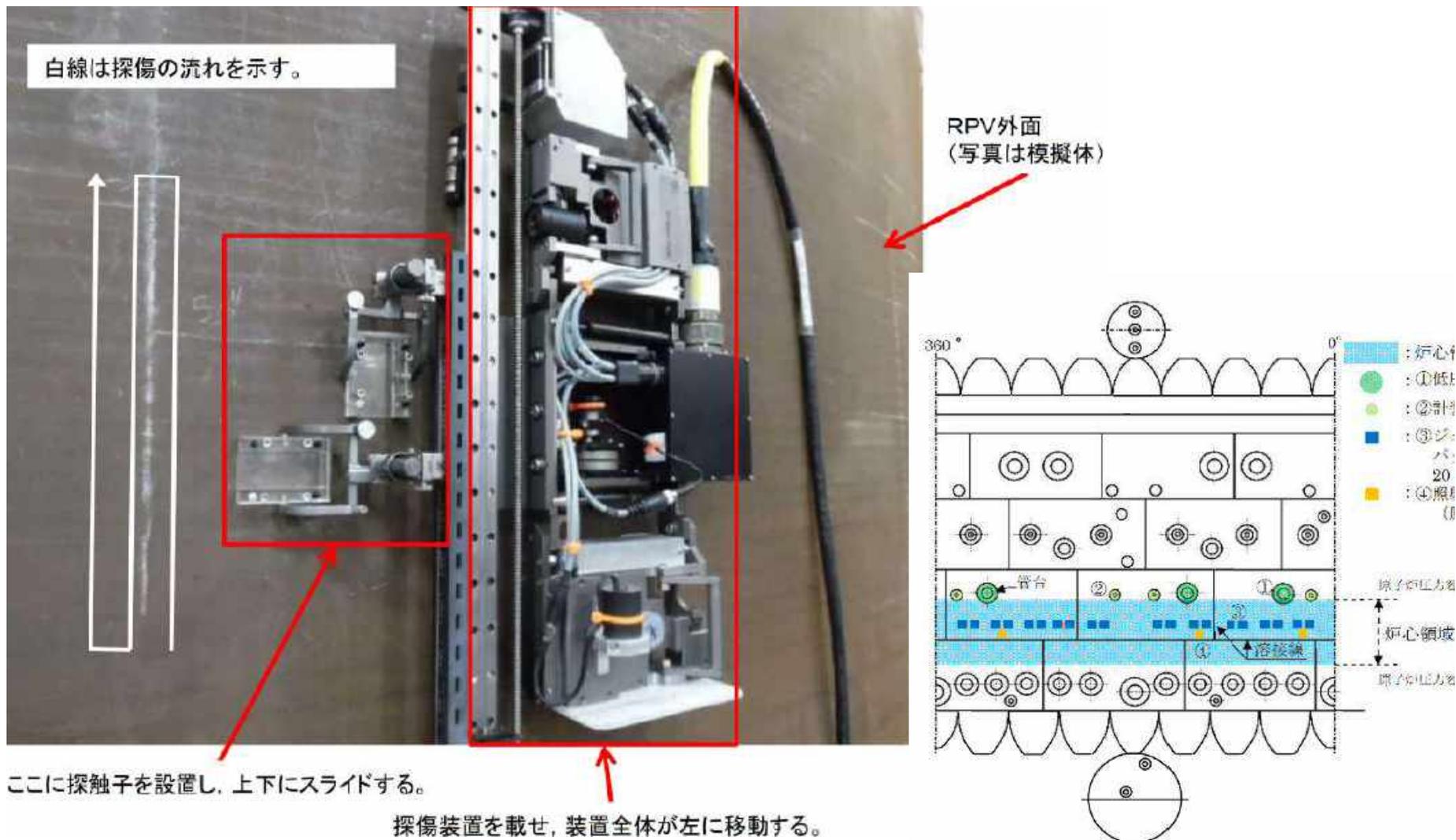
### ＜疲労割れ対策＞

- ・原子炉再循環ポンプケーシングカバーの取替(平成10年度～平成11年度)
- ・原子炉再循環ポンプ水中軸受リングの取替(平成元年度)



# 原子炉压力容器内面の探傷検査

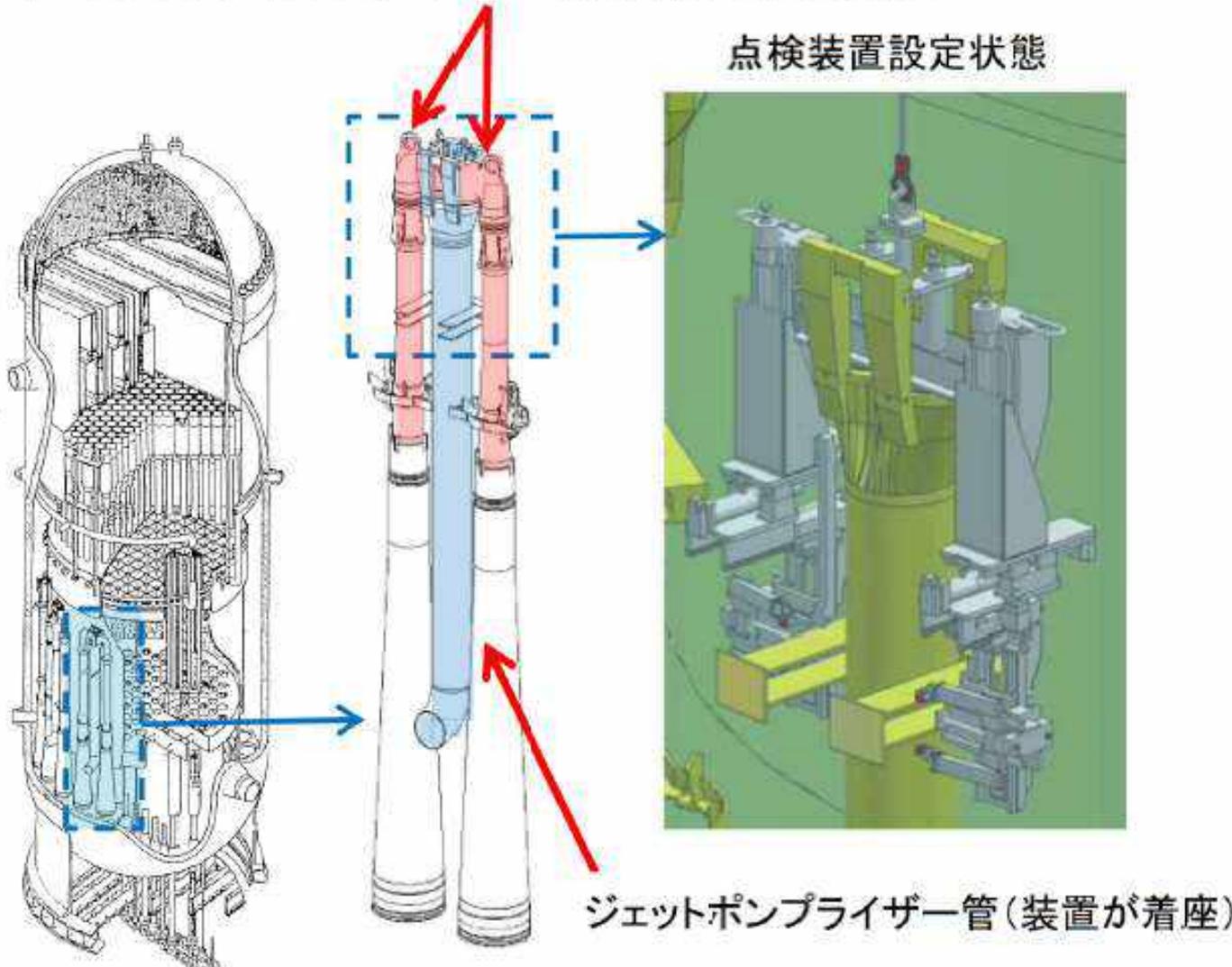
超音波による、炉心領域での探傷検査を実施、管台は手動UT



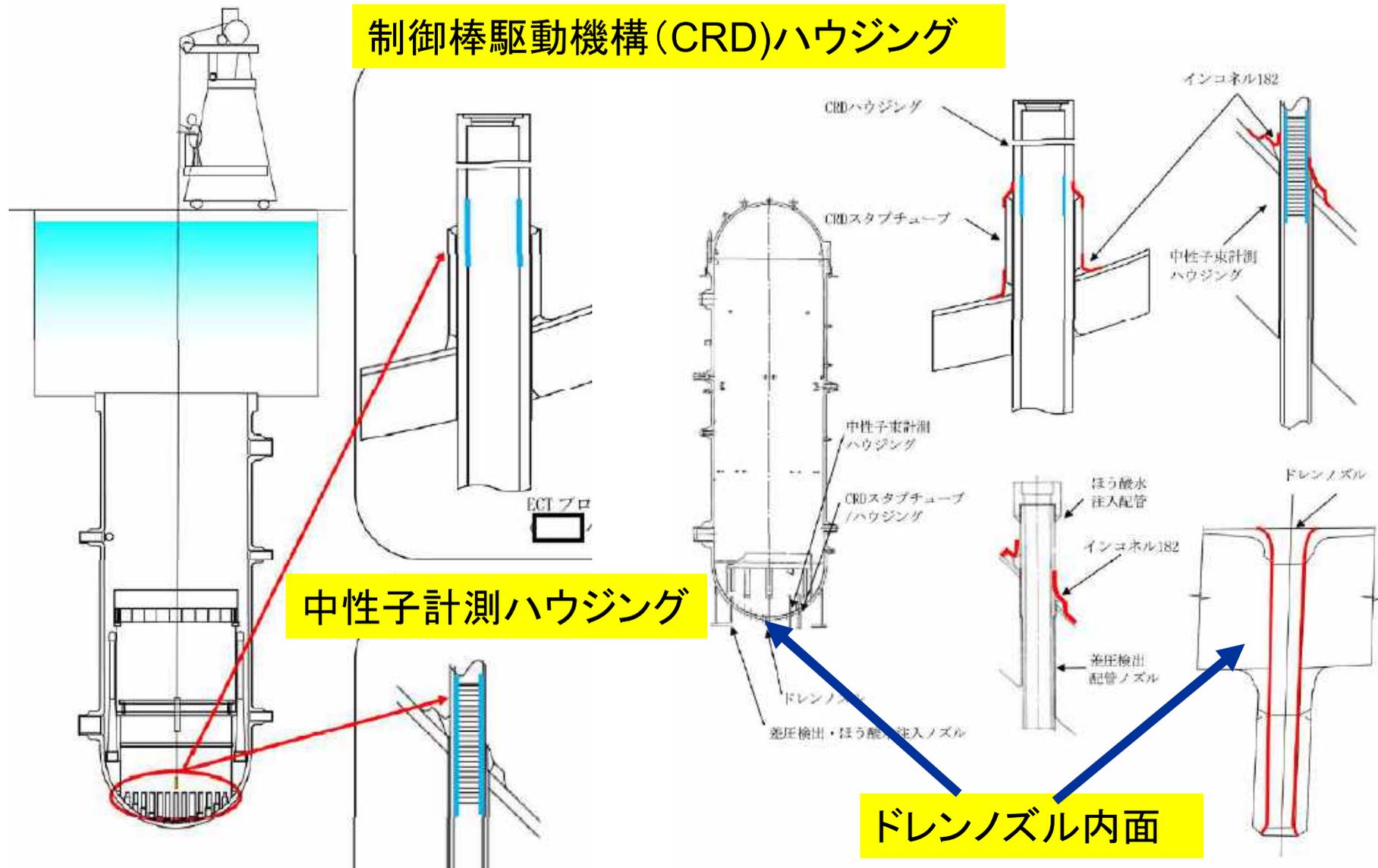
# 炉内機器（ジェットポンプ）の点検

ジェットポンプインレットミキサー（点検前に取外し実施）

点検装置設定状態



# 原子炉圧力容器内面などを徹底点検



# 米国では60年運転75%、80年運転も

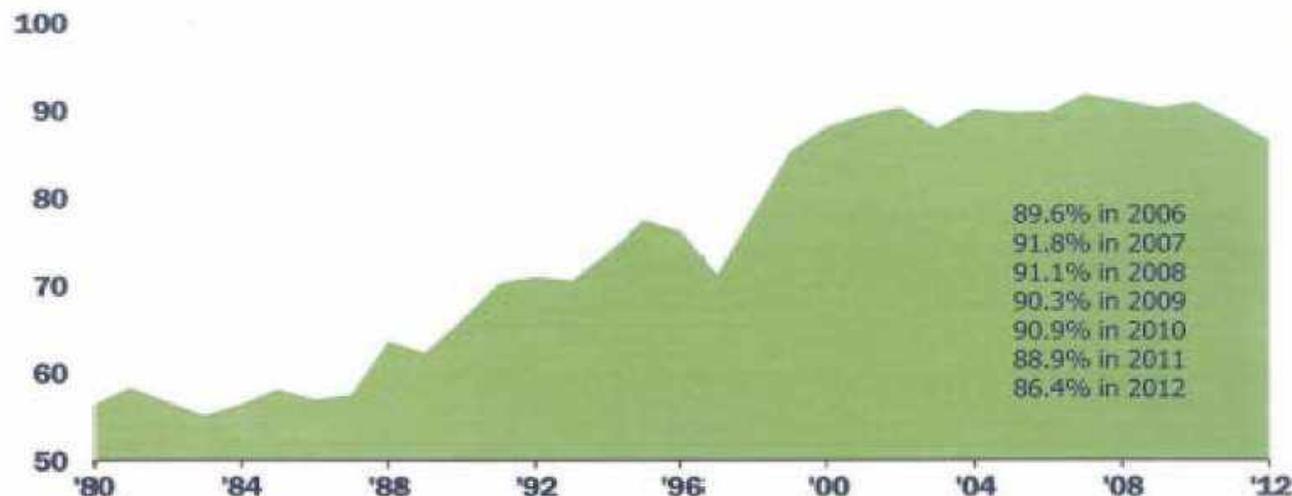
## ① 出力向上

- ・測定精度改善型MU：～2%増加、ストレッチ型S：～7%増加、設備拡張型E：～20%増加
- ・承認済み出力向上は累計156件、7,326MW、承認待ち4件、61MW。

## ② 運転寿命延長

- ・運転寿命40年を60年に延長 →運転寿命延長承認済み77基、審査中15基。
- ・運転寿命の更なる延長へ検討中 →80年運転（60年超運転、ビヨンド60）視野に、NRCが評価手法確立へ検討着手。DOEも研究プログラム推進中。

U.S. Nuclear Capacity Factor, Percent



## ③ 設備利用率向上

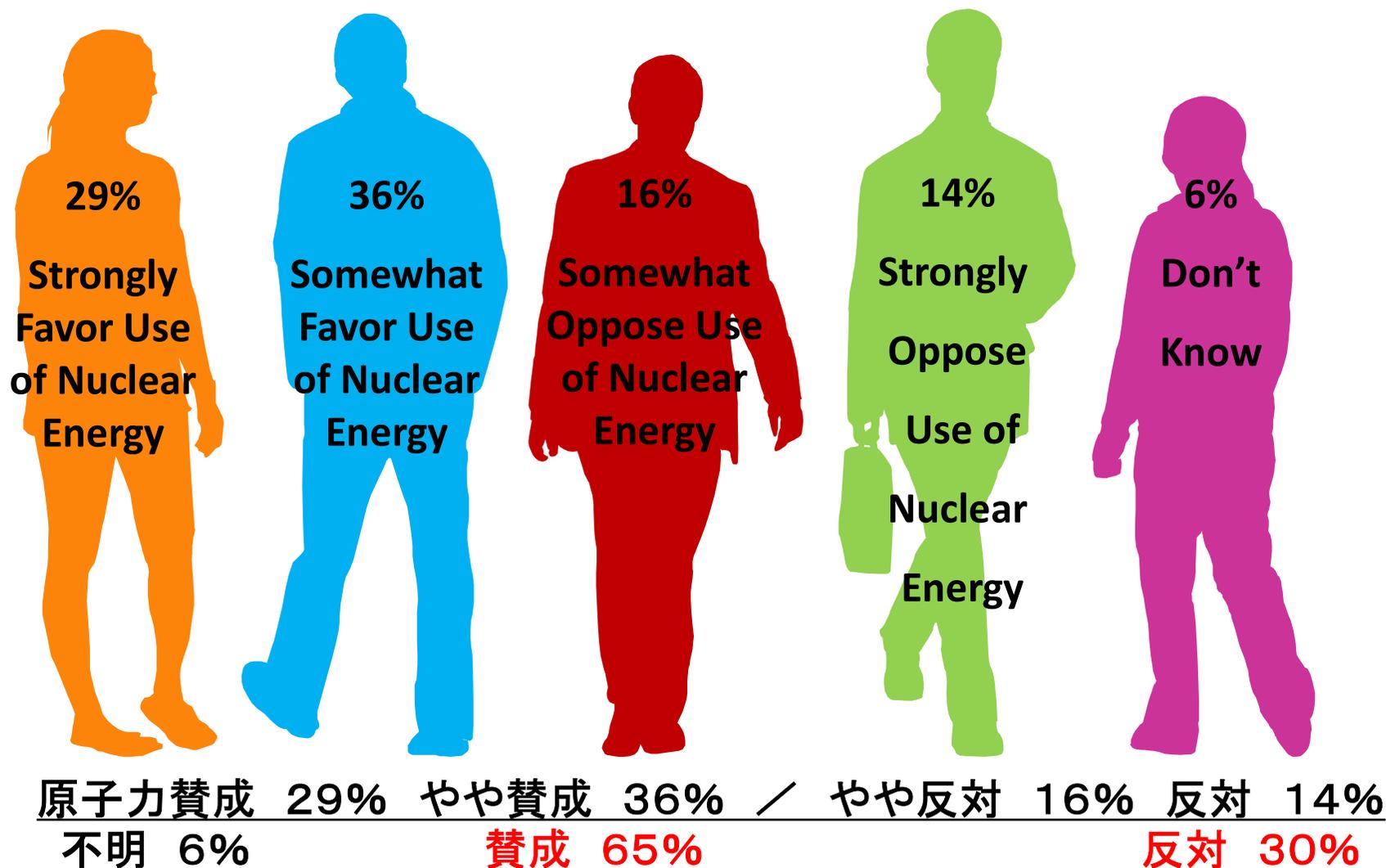
- ・1980年代（60%弱）  
→1990年代（70%前後）  
→2000年代（90%前後）
- ・設備利用率20～30%改善



Copyright © JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM, INC

# 米国民は福島事故後も原子力を支持

Strong Public Support Continues

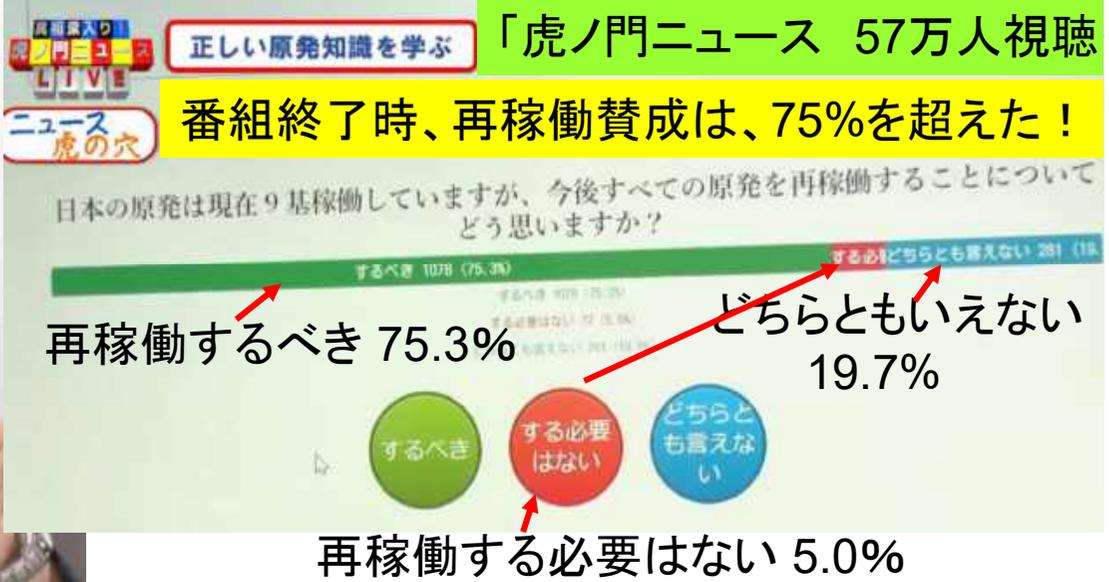
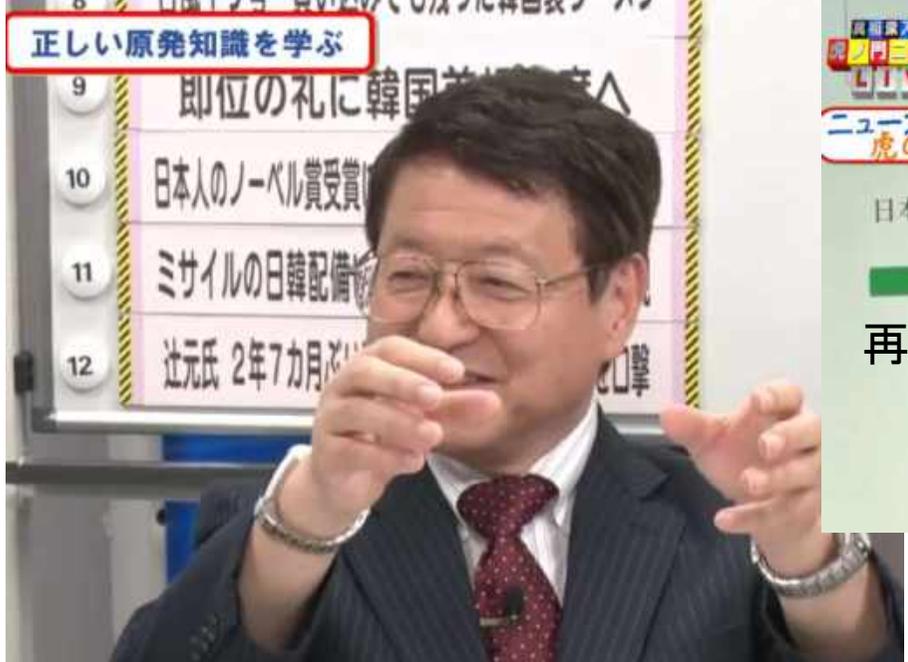


Source: Bisconti Research Inc., September 2012 poll of 1,000 U.S. adults; margin of error is +/- 3%

# 2019年10月15日 虎ノ門ニュースに出演しました



「虎ノ門ニュース 奈良林」(検索)



<https://freshlive.tv/toranomonnews/272875>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Th714NEpc8Q> (57万人が視聴)

# まとめ

- 地球の環境危機の時代にあっては、原発を止めると人類や生物の存続にかかわる将来的な危機をもたらす。
- 再エネを**火力発電所と抱き合わせ**で使うとCO2減らない。
- 太陽光があれば原発いらぬは嘘。原発は必要。
- 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ベントを設置し、米国では津波や洪水の対策をとっていた。
- 原子力発電所の保全活動は原発の健康管理。
- 高経年化対策は、プラントの若返りとリニューアル
- ROP(原子炉監督制度)時代のCAP(保全処置活動)は予兆の気づきが重要。
- 高経年化対策が済んだプラントは「**リニューアルプラント**」  
~~「老朽化」~~と言うのは間違い。