

# SNW対話イン関東複数大学2017 中部電力浜岡原子力発電所見学と対話会

## 対話会説明資料

- |                    |      |
|--------------------|------|
| 1. 福島原発事故とその影響     | 三谷信次 |
| 2. 原子力発電所の安全対策     | 出澤正人 |
| 3. 高レベル放射性廃棄物の放射能  | 武田精悦 |
| 4. 日本と世界のエネルギーの見通し | 松永一郎 |

2017年11月4日

# **SNW対話会イン関東複数大学2017**

**—中部電力(株) 浜岡原子力発電所見学会と対話会—**

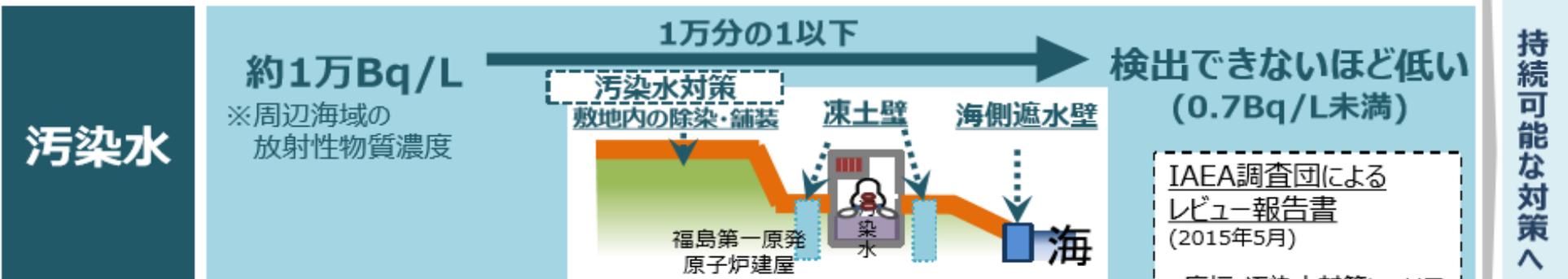
**対話会話題 説明資料**

## **① 福島原発事故とその影響**

**平成29年11月4日**

**原子力コミュニケーションズ 三谷信次**

# 福島復興 ～避難支援から復興へ、 旧住民の帰還と新住民の誘致～



復興へ

持続可能な対策へ

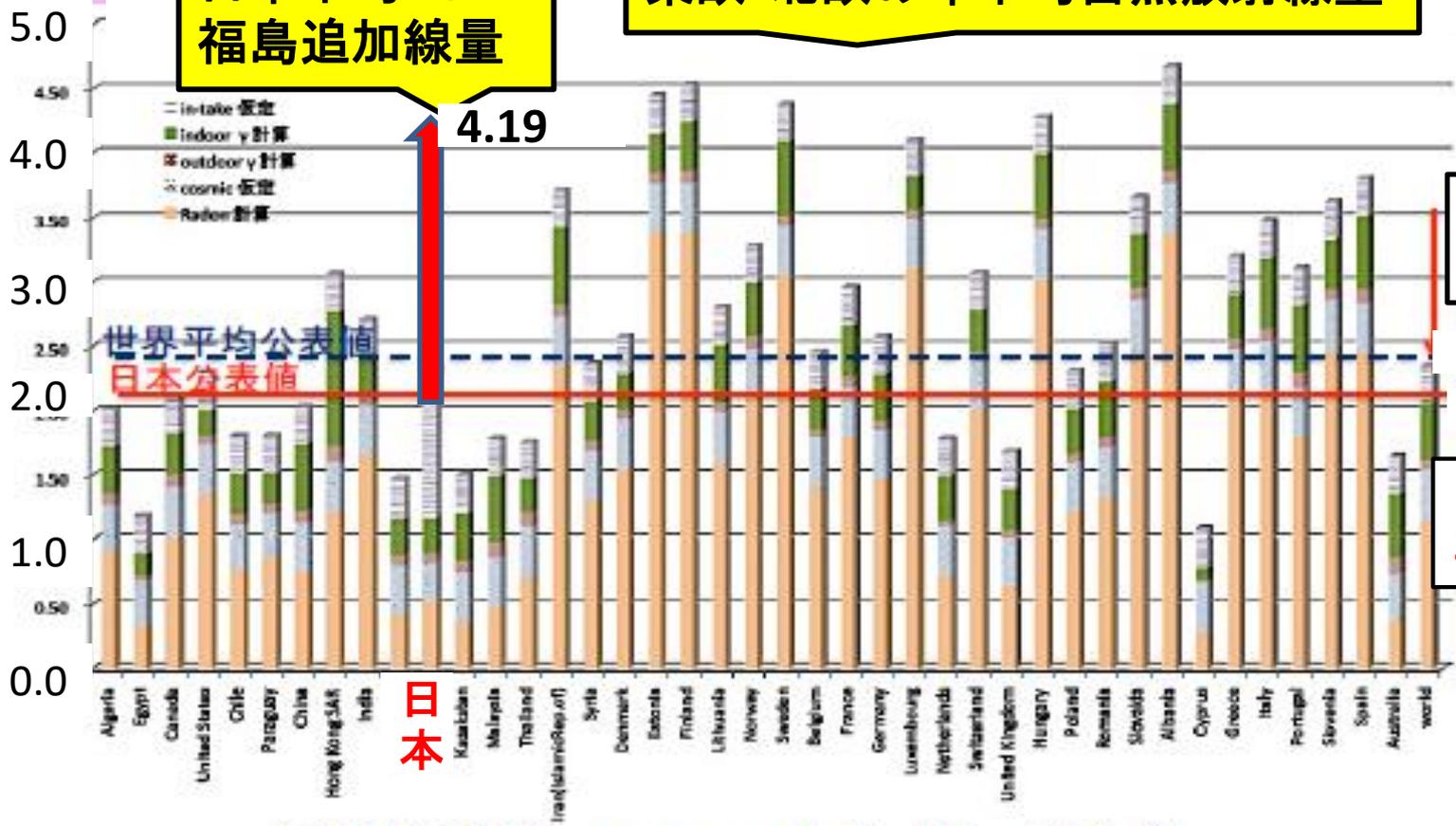
廃炉の実行へ

# 福島県民の年間被ばく線量は北欧並み

mSv/年

日本平均 + 福島追加線量

東欧・北欧の年平均自然放射線量



世界平均

2.42

2.09

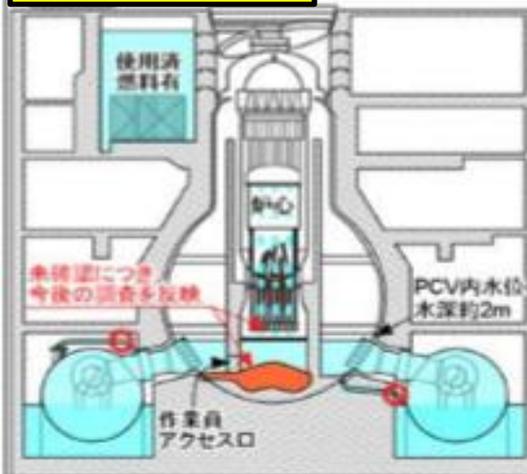
日本平均

国連科学委員会 UNSCEAR 2000レポートデータに基づく

北欧の自然放射能被ばくは、日本より 2-2.5 mSv高い (福島の主要都市での被ばくは、高くともそれ並みです)

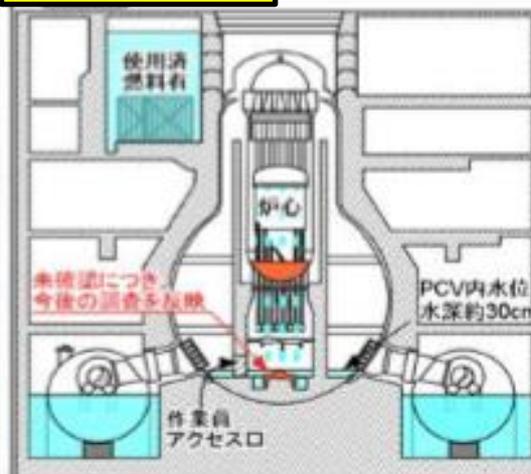
# 福島第一原発の現状

## 1号機



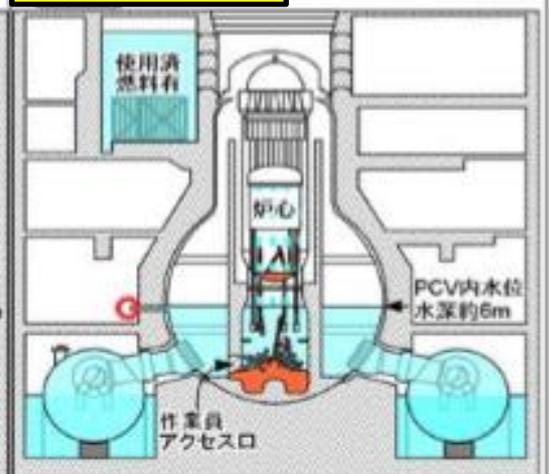
■ 燃料デブリ ○ 漏水箇所(目視確認)

## 2号機



■ 燃料デブリ ○ 漏水箇所(目視確認)

## 3号機



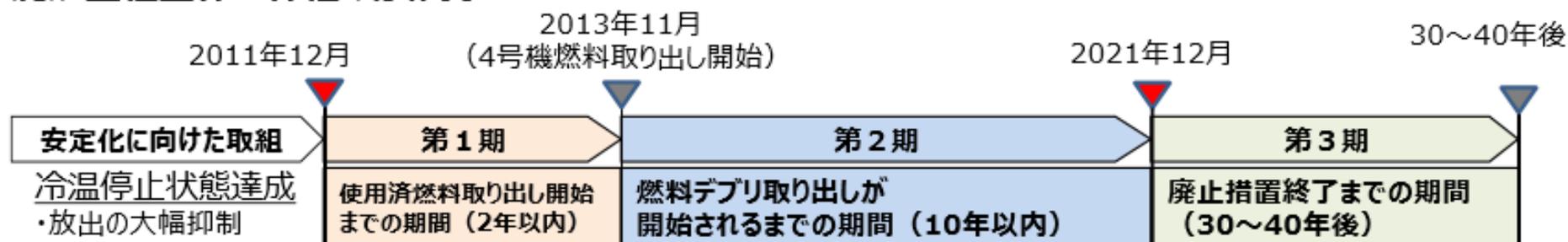
■ 燃料デブリ ○ 漏水箇所(目視確認)

炉心部	・ 炉心部にはほぼ燃料デブリなし	・ 炉心部にはほぼ燃料デブリなし (外周部に切り株状燃料の残存の可能性あり)	・ 炉心部にはほぼ燃料デブリなし
RPV底部	・ RPV底部に少量の燃料デブリが存在 ・ CRDハウジング内部及び外表面などに少量の燃料デブリが存在	・ RPV底部に多くの燃料デブリが存在 ・ CRDハウジング内部及び外表面などに少量の燃料デブリが存在	・ RPV底部に一部の燃料デブリが存在 ・ CRDハウジング内部及び外表面などに少量の燃料デブリが存在
PCV底部 (パデスタル内側)	・ ベDESTAL内側床面に大部分の燃料デブリが存在	・ ベDESTAL内側床面に少量の燃料デブリが存在	・ ベDESTAL内側床面に2号機と比較して多くの燃料デブリが存在
PCV底部 (パデスタル外側)	・ 作業用出入口を通してベDESTAL外側に燃料デブリが拡がった可能性あり	・ 作業用出入口を通してベDESTAL外側に燃料デブリが拡がった可能性は小さい	・ 作業用出入口を通してベDESTAL外側に燃料デブリが拡がった可能性があり

注) 燃料デブリの推定は2016年度「廃炉・汚染水対策事業費補助金(総合的な炉内状況把握の高度化)」中間報告(平成28年度成果報告)及び一部2017年度の調査結果に基づき作成。

# 福島第一原発廃炉工程

## 廃炉工程全体の枠組みは維持



## 対策の進捗状況を分かりやすく示す目標工程

汚染水対策	汚染水発生量を150m <sup>3</sup> /日程度に抑制	2020年内
	浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て溶接型タンクで実施	2018年度
	① 1, 2号機間及び3, 4号機間の連通部の切り離し	2018年内
滞留水処理	②建屋内滞留水中の放射性物質の量を2014年度末の1/10程度まで減少	2018年度
	③建屋内滞留水処理完了	2020年内
燃料取り出し	① 1号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
	② 2号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
	③ 3号機燃料取り出しの開始	2018年度中頃
燃料デブリ 取り出し	①初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定	2019年度
	②初号機の燃料デブリ取り出しの開始	2021年内
廃棄物対策	処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し	2021年度頃

# 2 原子力発電所の安全対策 浜岡発電所の事例

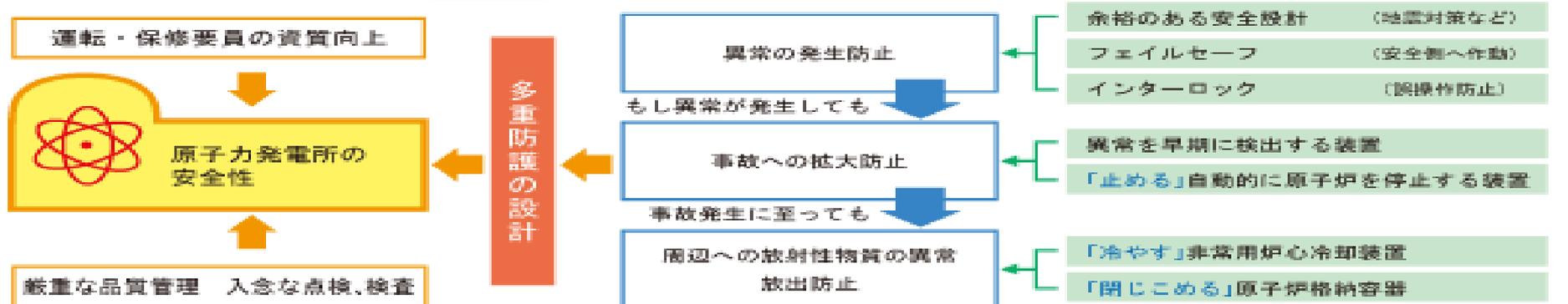
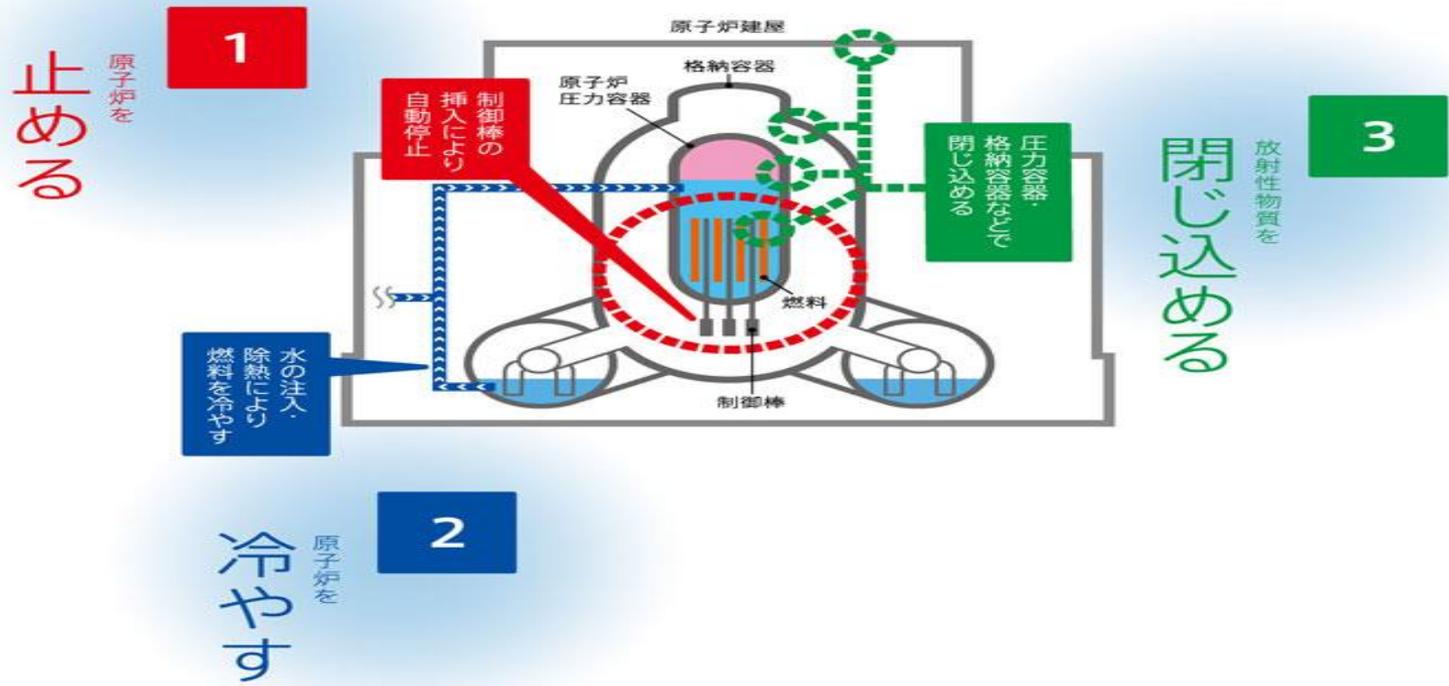
2017年10月4日

出澤正人

# 原子力発電所の安全対策

(浜岡原子力発電所を事例に)

2017/11/4 出澤  
中部電力HPより作成



2011年3月11日14時46分  
震度6強の地震発生  
(観測地震動最大500ガル)

原子炉自動停止

外部電源喪失

非常用電源起動

津波襲来  
地震発生から約30分後

全電源喪失(注2)

冷却機能喪失

炉心損傷

格納容器破損  
原子炉建屋への漏えい

原子炉建屋の水素爆発

放射性物質の大規模な放出

地震に対しては冷やす機能を確保

1 止める

地震を感知して原子炉は、自動停止

内閣府が想定する南海トラフ巨大地震の検討状況などを踏まえて、さらに耐震性を強化する

巨大地震に耐える

2 冷やす

外部からの電源供給が途絶えたが、非常用ディーゼル発電機が働き、原子炉などへ注水を継続

津波を浸入させない

2 冷やす

津波によって機能を失った  
津波が敷地内および建屋内に浸水  
海水取水ポンプや非常用ディーゼル発電機などの重要な設備が機能喪失  
原子炉への注水がストップ

冷やす機能を確保し、重大事故に至らせない

3 閉じ込める

重大事故が発生  
冷やすことができず燃料が溶ける

重大事故の発生に備える

重大事故が進展  
放射性物質を閉じ込める役割を持つ格納容器が破損、原子炉建屋が水素爆発

現場の総力を結集する

安全性をさらに追求するために

安全性向上対策

福島第一の事故の反省



設備対策の強化  
(ハード)



現場対応力の強化  
(ソフト)

- 緊急事態対策組織の整備 ✓
- 初動対応の強化 ✓
- 手順の整備 ✓
- 資機材の充実 ✓
- 教育・訓練の充実・強化 ✓

## 従来の規制基準

## 新規制基準

浜岡原子力  
発電所の  
主な安全対策

## 浜岡原子力発電所3・4号機の 主な申請内容

耐震・耐津波性能

自然現象等に対する考慮

火災に対する考慮

電源の信頼性

その他の設備の性能

### 設計基準

耐震・耐津波性能

① ②  
③ ④

自然現象等に対する考慮  
(高巻・火山・森林火災を明記)

⑤ ⑥

火災に対する考慮

⑦

内部溢水に対する考慮

⑧ ⑨

電源の信頼性

⑩

その他の設備の性能

⑪

従来の安全設計に加え、  
設計上の想定と対策をより一層強化

- ・地震、津波をそれぞれの調査結果に基づいて改めて評価し、不確かさを考慮したうえで**基準地震動<sup>※1</sup>**と**基準津波<sup>※2</sup>**を策定
- ・竜巻や火山などの自然現象や、火災、溢水などの影響を評価

これらの評価などを踏まえ安全機能を失うことがないように必要な対策を実施

設計基準に関して、津波や地震などの共通の要因によって安全確保に必要な機能を一齐に失うことがないように、地震・津波のほか竜巻・火山などの自然現象や、火災などに対処するための要求事項が新たに明記・強化されました。



重大事故に備えた対策  
(電力会社の自主的な  
取り組み)

設計基準を超える重大事故等に対する基準が  
新設されました。

### 重大事故等対策

炉心損傷防止対策  
(複数の機器の故障を想定)

⑫  
⑬  
⑭

格納容器破損防止対策

⑮  
⑯  
⑰

放射性物質の  
拡散抑制対策

⑱  
⑲  
⑳  
㉑  
㉒  
㉓  
㉔  
㉕

意図的な航空機衝突への対応  
(特定重大事故等対策施設<sup>※</sup>など)

⑱

※ 本体施設等工事計画認可後5年について  
適用が猶予されており、検討しています。

設計基準による安全機能を失った場合を仮定し、  
重大事故の発生・進展を防ぐ対策

- ・「燃料の損傷を防ぐ」…複数の注水手段などを確保(空冷式熱交換器や補給水系など)
  - ・「格納容器の破損を防ぐ」…格納容器を冷却・過圧防止するための複数の手段を確保(格納容器代替スプレイ系やフィルタベント設備など)
  - ・「放射性物質の拡散を抑制する」…放水砲や可搬型海洋拡散抑制設備などの手段を確保
- これらに必要な電源を供給するため、高台にガスタービン発電機を設置するなどの対策を実施
- ・重大事故等に対処するための体制などを整備

過酷な事故想定など様々なケースについて、  
対策が有効に機能することを確認

### 基準地震動<sup>※1</sup>

発電所の施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震動  
(最新の知見を踏まえ、地震学的見地などから想定することが適切なもの)

基準地震動 Ss1 1,200ガル

基準地震動 Ss2 2,000ガル

※ 敷地内の地震観測などの顕著な増幅の有無により、各施設へ基準地震動Ss1もしくはSs2を適用

なお、基準地震動Ss1およびSs2は、改造工事用地震動および改造工事用増幅地震動(2013年9月公表)と同じであり、地震対策などを継続して実施していきます。

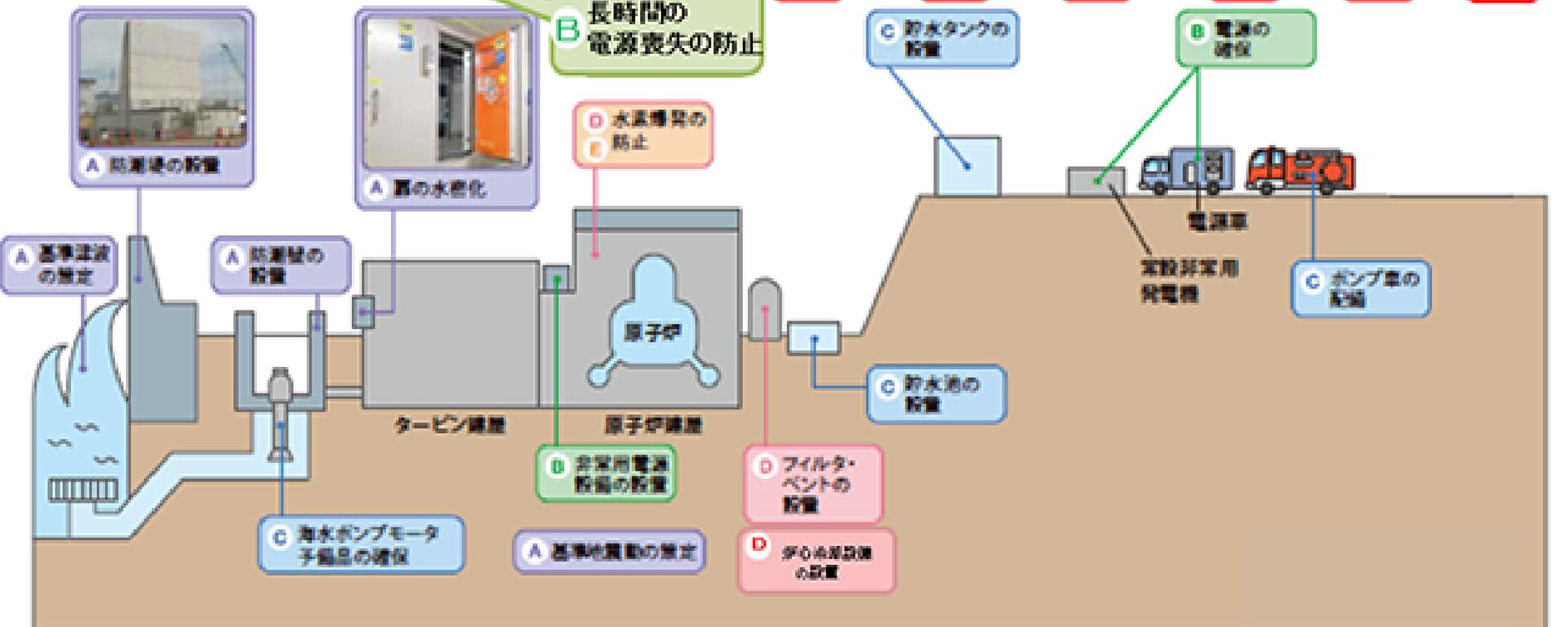
### 基準津波<sup>※2</sup>

発電所の施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波  
(最新の知見を踏まえ、地震学的見地などから想定することが適切なもの)

施設からの反射波の影響が微小となる沖合10kmの地点で策定。

基準津波による防波壁前面の最大水位は海拔21.1m

これに対し、防波壁(海拔22m)や取水槽他の溢水対策などの津波対策を実施することにより、発電所敷地内への津波の浸入を防止できることを確認しました。



リスク=起こりうる事象  
(起こる確率×起こったときの影響度)



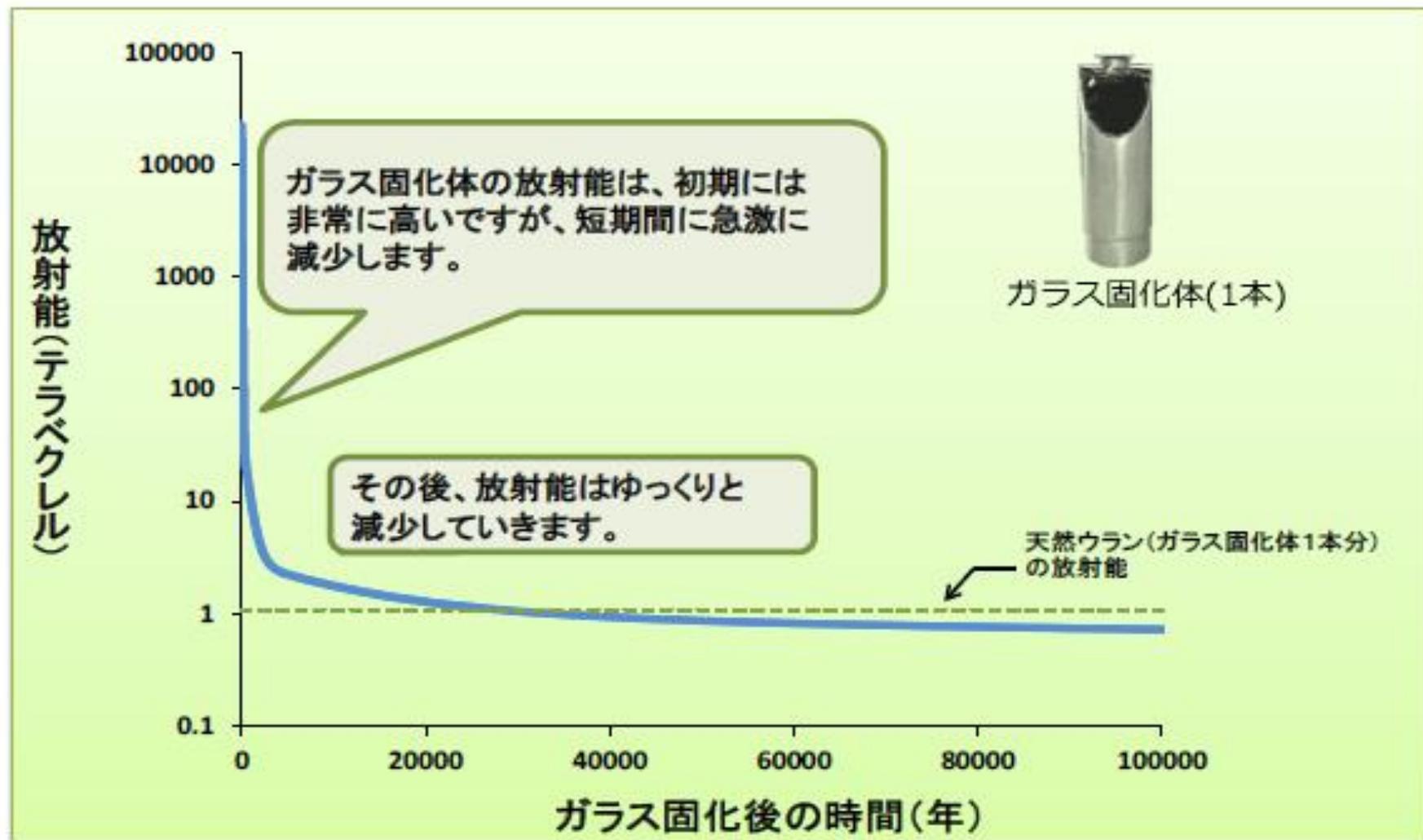
規制委員会の権限と責任は  
規制基準策定と基準適合審査・検査  
(ゼロリスクを保証することではない)

# 3 高レベル放射性廃棄物の放射能

武田精悦

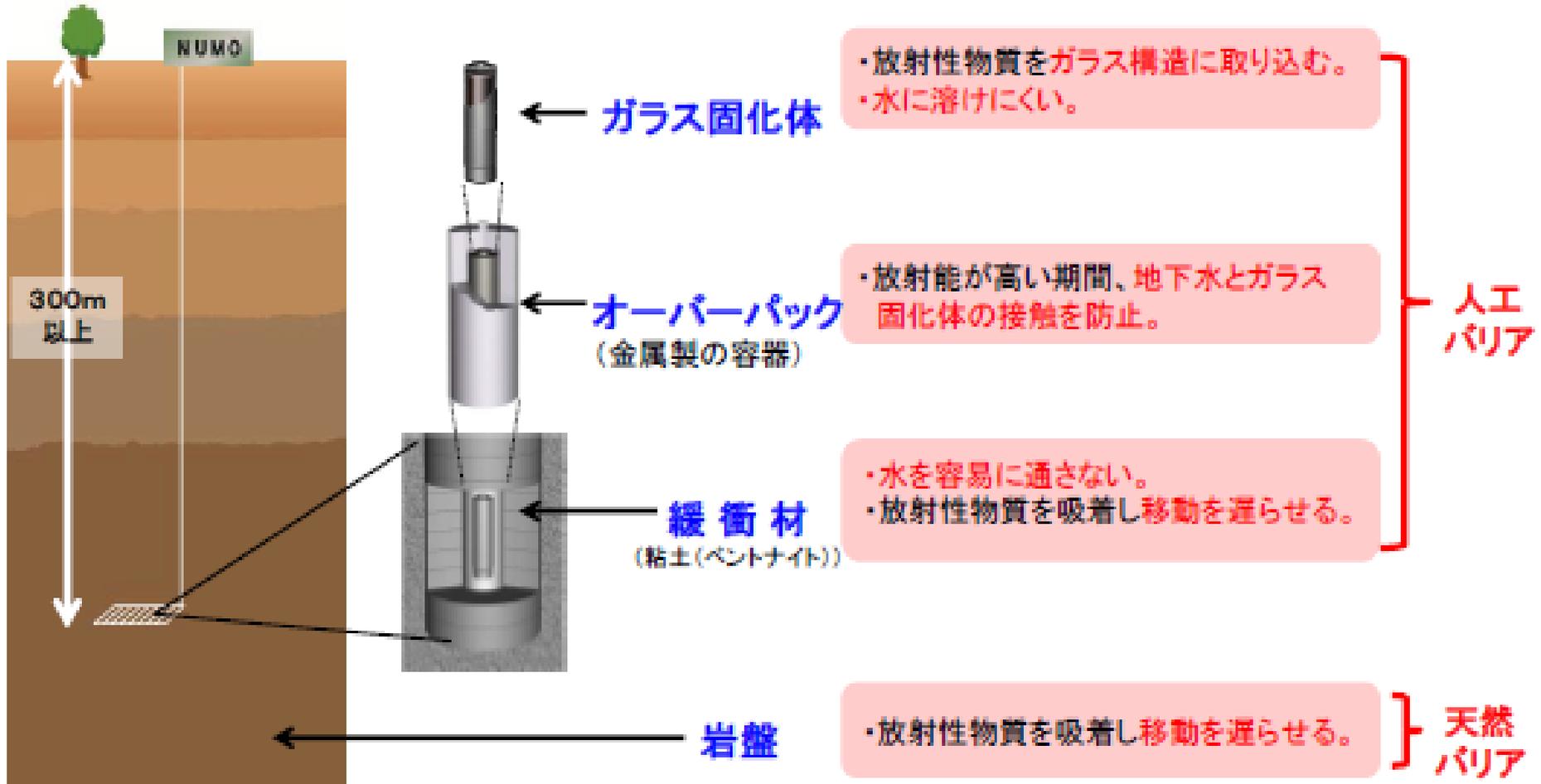
2017年10月4日

# 高レベル放射性廃棄物の放射能



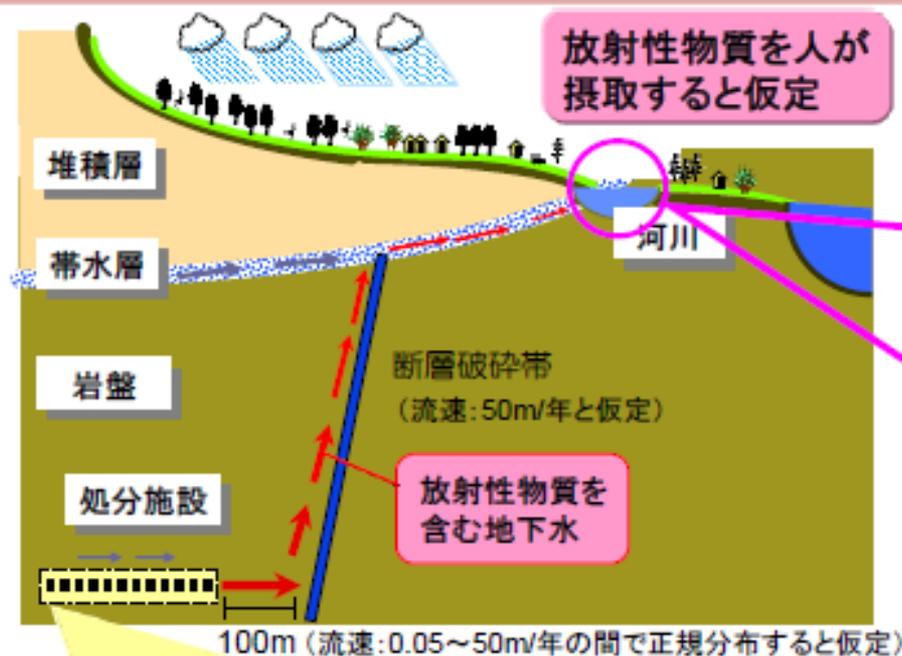
- ベクレルとは放射能の強さを表す単位であり、1テラベクレルは1兆ベクレルです。
- ガラス固化体1本分に相当する天然ウランは約6トンです。

# 地層処分システム



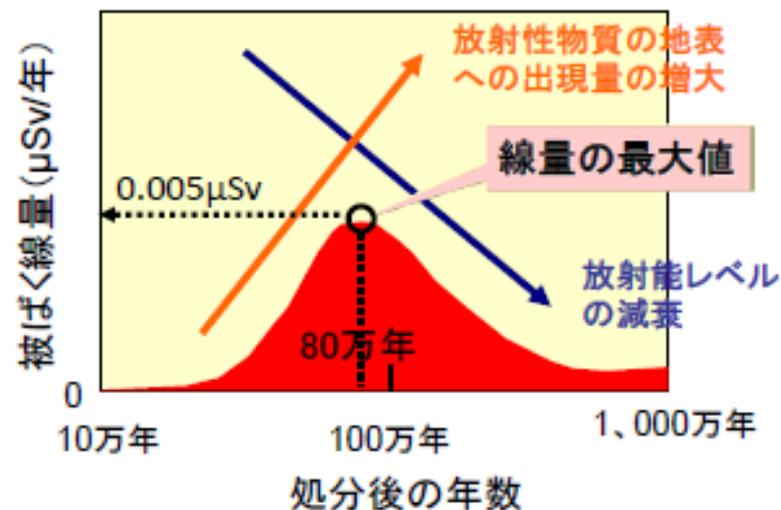
# 閉鎖後長期安全性を確認するための計算例 (基本的なケース)

- 評価では、1,000年後にオーバーパックが機能を失ってガラス固化体が溶け出し、放射性物質が地下水とともに岩盤および断層破碎帯を移動して地表に到達すると仮定。
- 岩盤の物性や地下水の流れる速さなどは、日本の一般的な地質環境を仮定。
- 放射性物質が地表に現れる量は徐々に大きくなるが、放射能レベルは時間とともに減衰するため、被ばく線量はある時点を超えて減少する(下記計算例では、80万年後に年間 $0.005\mu\text{Sv}$ )。

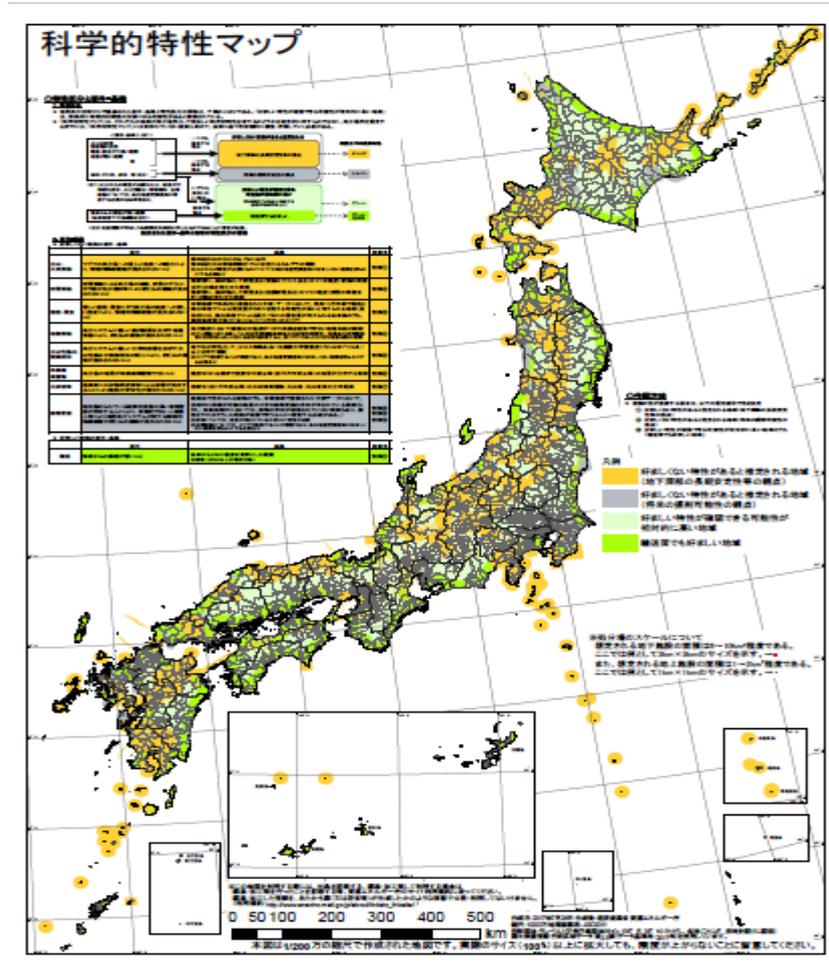


シナリオとして、1000年後にオーバーパックが機能を失い、ガラス固化体が溶け出し始めると仮定

## 被ばく線量の計算例(基本的なケース)



# 科学的特性マップ



# 4 日本と世界のエネルギーの見通し

2017年11月4日（土）

SNW 松永一郎

# 参考資料とキーワード

## 主要参考資料

経産省HP

- ・エネルギー白書 2017 2017.6.2 閣議決定・国会報告
- ・第4次エネルギー基本計画 2014.4.11 閣議決定
- ・長期エネルギー需給見通し 2015.7.11
- ・第5次エネルギー基本計画の検討 2017.8.9 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会
- ・エネルギー情勢を巡る状況変化について 2017.8.30 エネルギー情勢懇談会

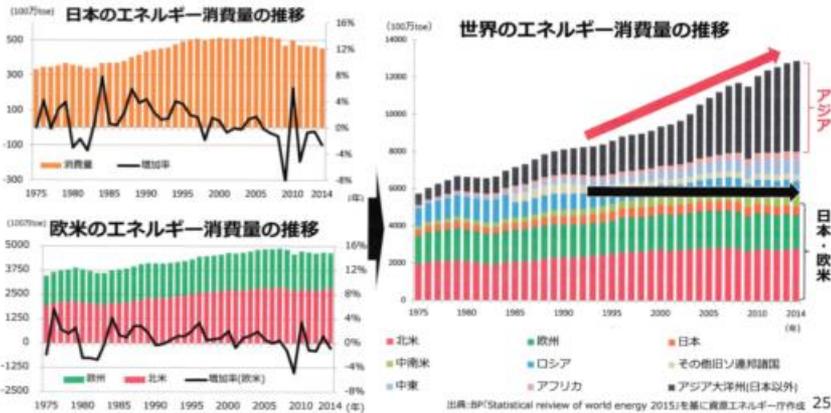
## キーワード

- ・CO2削減、パリ協定、脱化石燃料、ゼロエミッション電源、CCS、省エネ、電力コスト抑制、エネルギーベストミックス、EV,PHV,FCV、IEA（国際エネルギー機関）、FIT、2030年目標、2050年目標、オイルピーク、水素社会、蓄電池、電力／ガス自由化

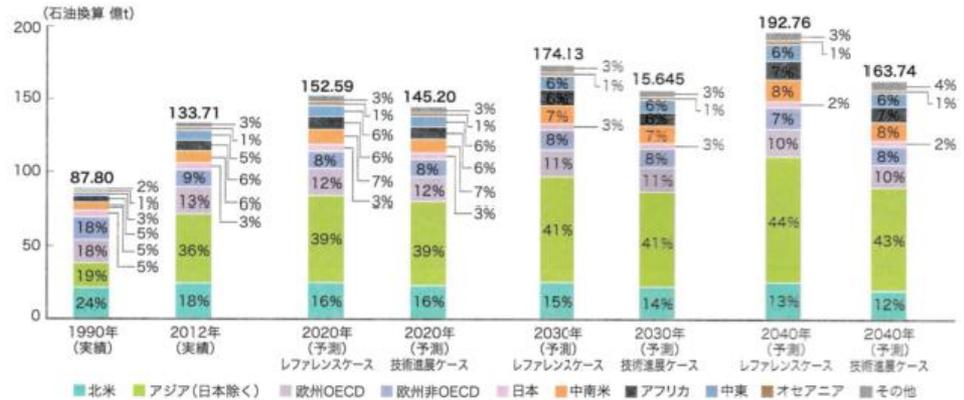
# 世界のエネルギー需要の推移と今後の見通し

## エネルギー需要の推移

- 日本のエネルギー消費量は2005年以降減少傾向。欧米は頭打ち。
- 他方、アジアを中心とした新興国では需要が増加。
- 国内市場に留まらず、アジアを中心に、需要増が見込まれる国外市場への展開がエネルギー産業の発展のカギの一つ。



## 世界の一次エネルギー消費の見通し



(注)四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。  
 「その他」は国際海運と国際空運のエネルギー消費。

出典:EDMC/エネルギー・経済統計要覧2014

世界で消費されるエネルギーは、石油33%、天然ガス24%、石炭30%と、化石燃料だけで9割近くを占めている。

1. 2040年の世界のエネルギー需要は2012年の1.5倍になる。増加分のほとんどは中国、インドを含むアジア地域である
2. 需要増加の制約要因は化石燃料エネルギー、特に石油コストのUPである。石油需要の1/2は陸上輸送（ガソリン、軽油）
3. 石油コストUPの制約要因はエネルギーシフト
4. エネルギーシフト 石油→天然ガス 化石燃料→原子力・再生エネ ガソリン/ディーゼル車→EV,PHV,FCV

## 地球温暖化ガス（CO<sub>2</sub>）排出量の削減

### ・パリ協定（COP21）

1. 世界共通の長期目標として産業革命前からの地球平均気温上昇を2°Cより十分下方に保持。また、1.5°Cに抑える努力を追求。
2. 上記目標を達成するために今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成するよう世界の排出ピークをできるだけ早期に迎える。

2050 削減目標	再エネ	原発	火力		海外貢献	経済措置
				CCS		
<b>独</b> ▲80~95% (1990年比)	○ 50年80%	22年ゼロ	石炭新設原則支援 せず	○	○ 途上国 支援枠組	○
<b>仏</b> ▲75% (1990年比)	50年の記載無し 30年40%	50年の記載無し 25年50%	火力新設投資回避	○	○ 世界全体で 削減	○
<b>加</b> ▲80% (2005年比)	○ 50年50~80%	○ 50年5~50%	50年0~20%	○ 50年0~5%	○ 国際貢献考慮	○
<b>米</b> ▲80%以上 (2005年比)	○ 50年55~65%	○ 50年17~26%	50年10~33% <small>（稼働されていた火力発電は 2030年代で撤退）</small>	○ 50年 0~25%	○ 技術協力	○
<b>中</b> ▲36%以上 (2010年比)	○ 50年30~60%	○ 50年5~20%	50年30~45%	—	—	—
<b>日</b> ▲80% (年度未定)	未定	未定	未定			

米国離脱も脱CO<sub>2</sub>のトレンドは変わらず。再エネ・原子力・CCS・海外貢献・経済的措置から成る低炭素対応の国際競争に

日本  
「エネルギー情勢を巡る状況変化について」  
エネルギー情勢懇談会で今後検討

1. パリ協定対応
2. 技術革新・投資と海外貢献が可能な産業の構造と政策を構築
3. 2050年に向けてあらゆる可能性を追求

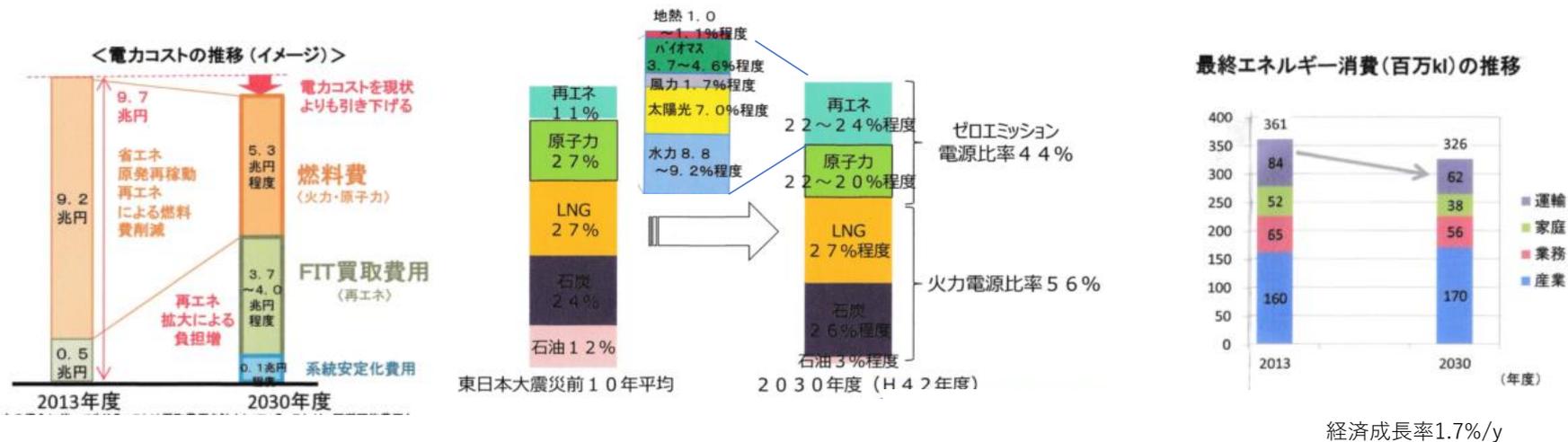
# 第4次エネルギー基本計画、エネルギー需給計画について

## 1. 2030年目標

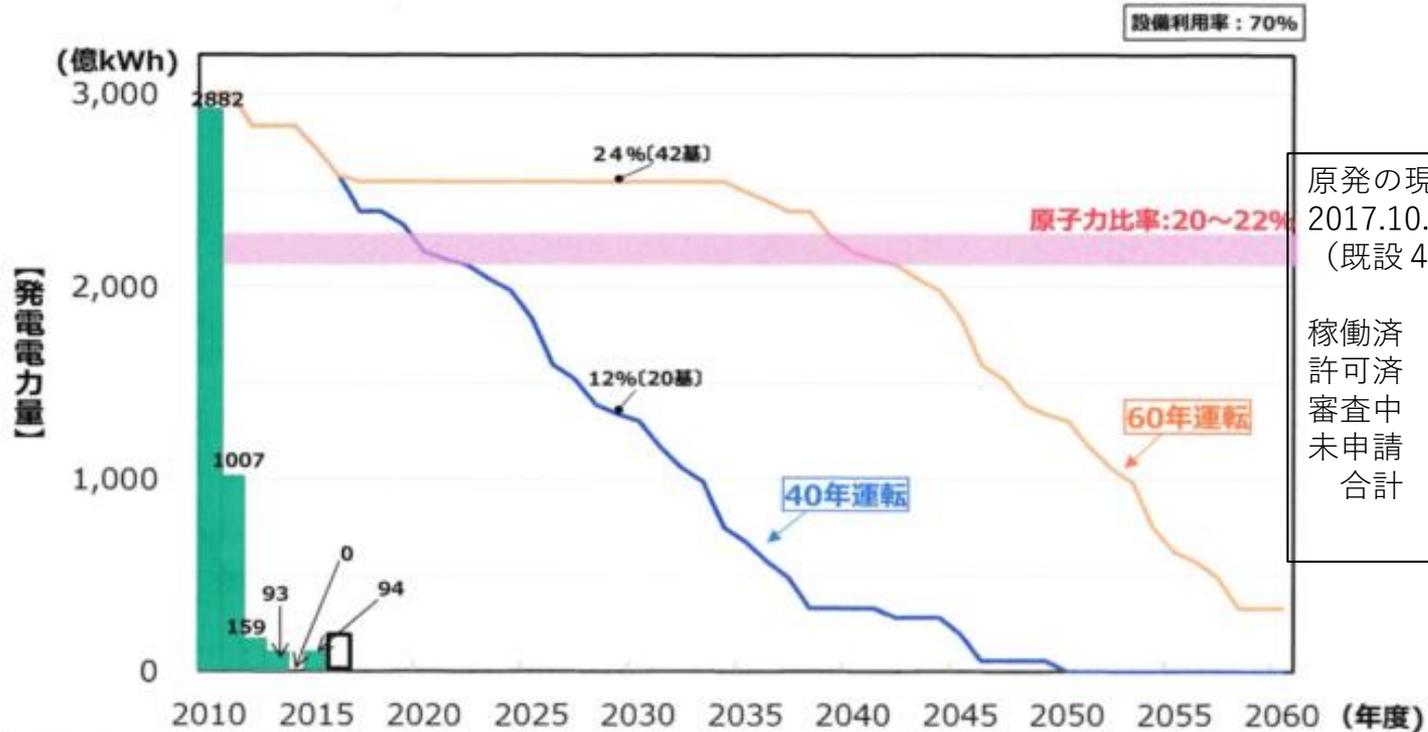
- (1) CO2削減・・・2013年度（12.4億トン）比で25%削減し9.3億トンとする
- (2) エネルギー自給率（原子力含む）・・・2013年度6%→24%
- (3) 電力コスト（燃料費+FIT買取価格）・・・2013年度(9.8兆円) 並みかそれ以下

## 2. 目標を達成するための施策

- (1) ゼロエミッション電源（再生+原子力）・・・2013年度12%→44%
- (2) 省エネ(経済成長率1.7%/年)・・・2013年度 3.6億kl →3.3億kl



# 既存炉の発電電力量見通し (設備利用率70%) について



原発の現状  
2017.10.17現在  
(既設40基、新設2基)

稼働済	5基
許可済	9基
審査中	12基
未申請	18基
合計	42基

【凡例】

- : 発電電力量 (実績)
- : 発電電力量 (予定)

2016.12.1 原子力委員会資料  
既設炉42基

2017.10.17 関電大飯1, 2号炉廃炉  
145億kWh減少

# 世界各国の原子力に対するスタンス

