

# 原子力発電をとりまく状況

経済産業省 資源エネルギー庁

2018年1月15日

**1. 福島教訓・現状・未来**

**2. 震災後のエネルギー事情**

**3. 原子力の位置づけ**

**4. 核燃料サイクル・最終処分**

# 1. ①福島の教訓

## 福島原発事故

### 【地震】

想定600ガル  
→ 実績670ガル

### 【津波】

想定 6.1m  
→ 実績13.1m



原発過酷事故の発生  
→約 1万テラBqの放出に



8km圏内の避難計画のみ  
→実際には30km以上も避難

## 安全対策

+

## シビアアクシデント対策

+

## 原子力防災対策

## 原発事故後

- ・原子力規制委員会を設置
- ・地震・津波想定を抜本強化

### 【川内原発の場合】

事故前:540ガル  
→ 事故後:620ガル (※熊本地震:約10ガル)

事故前: 3.7m  
→ 事故後:6.25m

+

- ・100テラBq未満の放出を事業者に要求

### 【川内原発の場合】

約5.6テラBq未満の対策

+

- ・原子力防災対策を強化
- ・30km圏も避難計画に

# 1. ②福島の実況（オフサイト、汚染水、廃炉）

2011年  
（事故直後）

2017年  
（事故後6年）

2018年  
（事故後7年）

未 来

オフ  
サイト



富岡町  
（●小浜）  
約25mSv/年  
楯葉町  
（●上繁岡）  
約16mSv/年  
田村市  
（●春日神社近傍）  
約7mSv/年

物理減衰  
+  
ウェザリング  
効果  
+  
除染

約0.5mSv/年  
約1.1mSv/年  
約1.6mSv/年

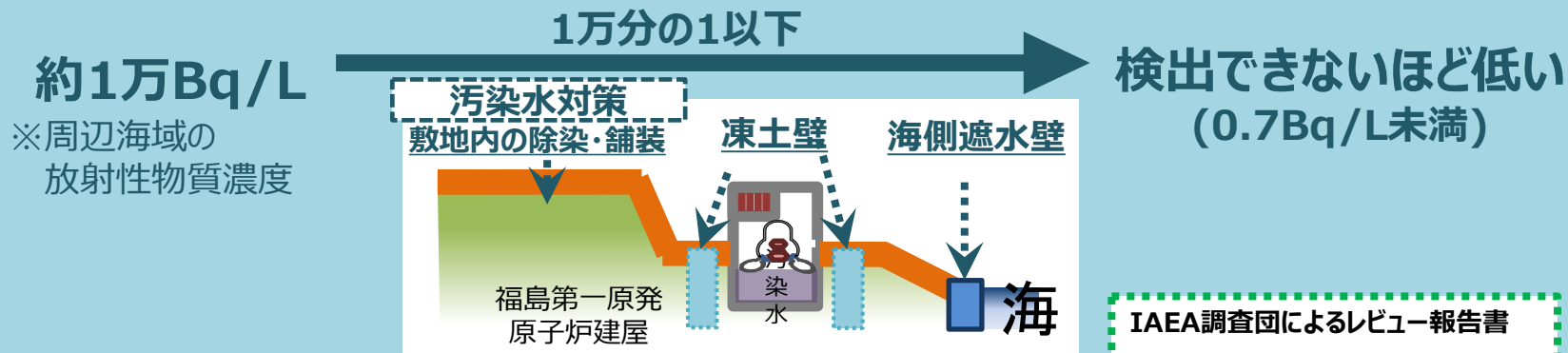
※一定の前提で推計。  
2017年4月までに、大熊町・双葉町を除く全ての  
居住制限区域・避難指示解除準備区域の避難  
指示を解除

帰還に向けた環境整備

- ・福島イノベーション・コースト構想の推進
- ・事業、なりわいの再建
- ・農林水産物等の風評被害の払拭
- ・「特定復興再生拠点区域」の整備 等

に向けた取組

汚染水



IAEA調査団によるレビュー報告書

廃炉・汚染水対策について、多くの重要なタスクが完了。大きく改善。（2015年5月）

廃炉

中長期  
ロードマップ  
（初版）  
（2011年12月）



廃炉の  
研究開発機関  
（IRID）の創設  
（2013年8月）



廃炉に向けた  
公的支援機関  
（原賠・廃炉機構）  
の創設  
（2014年8月）

廃炉に向けた具体的な  
アクションの継続：  
燃料デブリ取り出し方針  
を決定（2017年9月）

3号機燃料取り出し  
の開始  
（2018年度中頃）

復興へ

持続可能な対策へ

廃炉の実行へ

# 1. ②福島現状（健康、食品、農産物）

## 健康

住民の甲状腺被ばく線量はチェルノブイリと比べかなり低く、甲状腺がん増加の可能性は無視できる（原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)報告書、2014年4月）

甲状腺がんの出現の可能性は、福島県と、青森県、山梨県、長崎県とで大きく異なるものではない（環境省専門家会議中間取りまとめ、2014年12月）

福島県内の個人線量の中央値は、福島県以外の国内や海外のものとはほぼ同等（国内外の高校生が参加した被ばく線量調査結果、2015年11月）

## 食品

科学的根拠に基づく、世界で最も厳しいレベルの基準値を採用

(単位:Bq/kg)

	国際規格	欧州	米国	日本
一般食品	1000	1250	1200	100
乳児用食品	1000	400	1200	50

## 農林水産物

出荷前検査を徹底し、世界で最も厳しいレベルの基準値を超えたものは出荷せず

玄米、野菜・果物、畜産物、海産物  
山菜、野生きのこ

最近基準値の超過はなし

最近基準値の超過は1%弱 → 超過品目は出荷せず

※平成29年12月より、EUにおいても福島県産のコメなどの輸入規制が緩和

# 1. ③福島の未来

2011年4月  
(事故直後)

国内外の英知を結集した  
福島の新たな街づくり



- 避難指示の解除
- ・ 避難指示解除が実現するよう環境整備



- 2020東京オリ・パラに向けて復興の加速化**
- 福島イノベーション・コースト構想
  - ・ 浜通り地域等の産業を回復するため、新たな産業基盤の構築を目指す。
  - 福島新エネ社会構想
  - ・ 福島を未来の新エネ社会の先駆けの地に

未来

再エネ由来大規模水素製造実証拠点 (浪江町)

福島ロボットテストフィールド (南相馬市、浪江町)

放射性物質分析・研究施設 (大熊町)

廃炉国際共同研究センター国際共同研究棟 (富岡町)

楢葉遠隔技術開発センター (楢葉町)

浮体式洋上風力発電 (双葉郡沖)

**1. 福島教訓・現状・未来**

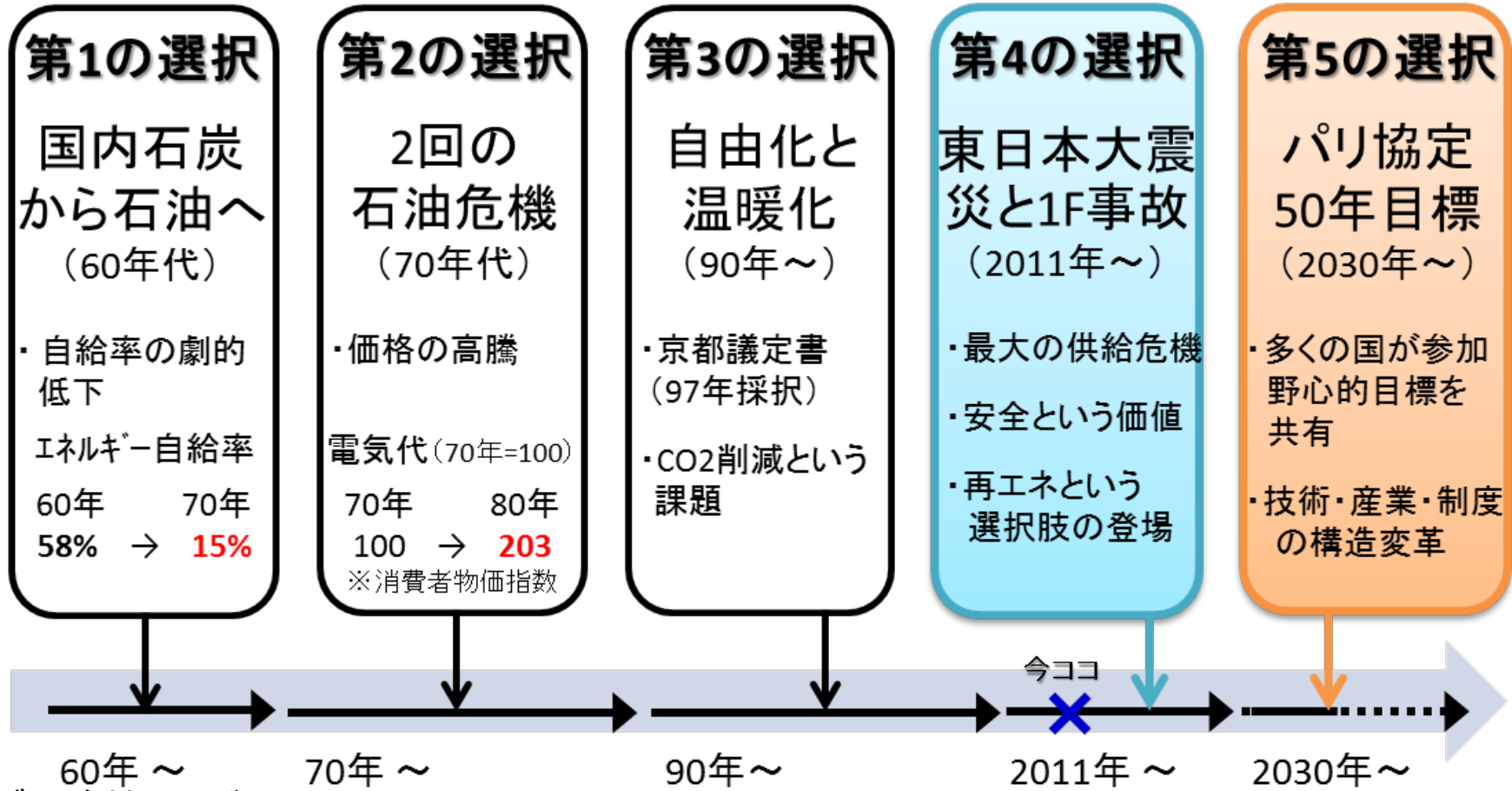
**2. 震災後のエネルギー事情**

**3. 原子力の位置づけ**

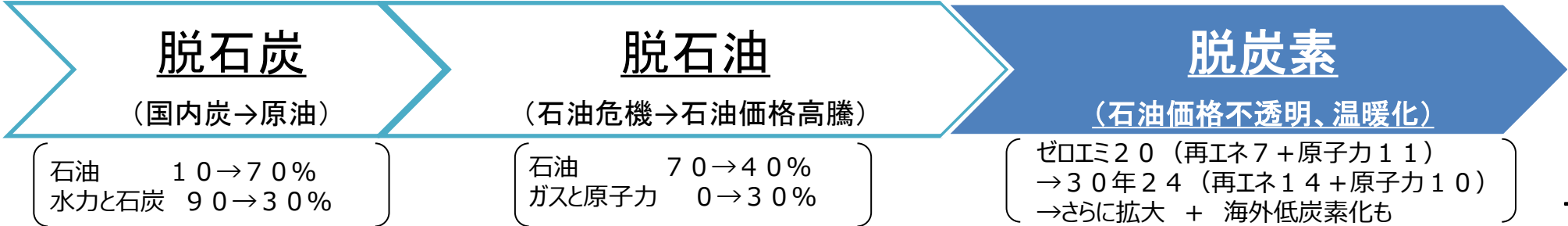
**4. 核燃料サイクル・最終処分**

# 2. ①エネルギー政策のメガトレンド

## エネルギー選択の流れ



## エネルギー政策のメガトレンド



※ここでの脱〇〇は、依存度を低減していくという意味。



## 2. ②2030年度ミックスの進捗 ～着実に進展。他方で道半ば～

		2016年度 ( )内は2013年度	ミックス目標 (2030年度)	課題
ゼロエミ 電源比率	再エネ	15% (11%)	22~24%	高コスト是正 調整力確保&NW整備
	原子力	2% (1%)	22~20%	社会的信頼の回復



CO2排出量 (エネルギー起源)	11.4億トン (12.4億トン)	9.3億トン	▲26%を2050年 ▲80%に向けて必達
電力コスト (燃料費+FIT買取費)	6.3兆円 (9.8兆円)	9.2~9.5 兆円	油価↑×FIT買取↑
エネルギー 自給率	8% (6%)	24%	中東リスク増 (低すぎる自給率を引上げ)

## 2. ③2050年に向けた主要国の戦略

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス		
			ゼロエミ化	省エネ・電化	海外
米国	▲80%以上 (2005年比)	削減目標に向けた <b>野心的ビジョン</b> (足下での政策立案を意図するものではない)	ゼロエミ比率 引き上げ (原子力+再エネ)	大幅な電化 (約20%→ 45~60%)	米国製品の 市場拡大を 通じた貢献
カナダ	▲80% (2005年比)	議論のための <b>情報提供</b> (政策の青写真ではない)	電化分の確保 (原子力+再エネ) ※ゼロエミ電源比率は 既に約80%	大幅な電化 (約20%→ 40~70%)	国際貢献を 視野 (0~15%)
フランス	▲75% (1990年比)	目標達成に向けた <b>あり得る経路</b> (行動計画ではない)	電化分の確保 (原子力+再エネ) ※ゼロエミ電源比率は 既に90%以上	大幅な省エネ (1990年比半減)	仏企業の 国際開発支援 を通じて貢献
英国※	▲80%以上 (1990年比)	経路検討による今後数年の <b>打ち手の参考</b> (長期予測は困難)	ゼロエミ比率 引き上げ (原子力+再エネ)	省エネ・電化を 推進	環境投資で 世界を先導
ドイツ	▲80~95% (1990年比)	排出削減に向けた <b>方向性を提示</b> (マスタープランを模索するものではない) ※定期的な見直しを行う	ゼロエミ比率 引き上げ (再エネのみ)	大幅な省エネ (1990年比半減)	途上国 投資機運の 維持・強化

※ 長期戦略としてはUNFCCCに未提出。The Clean Growth Strategy (2017年10月)を基に作成。

# (参考) 変動再エネには調整電源としての火力・CO2排出が必要

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
11gCO2/kWh	46gCO2/kWh	174gCO2/kWh	293gCO2/kWh	311gCO2/kWh	450gCO2/kWh	540gCO2/kWh

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%	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%

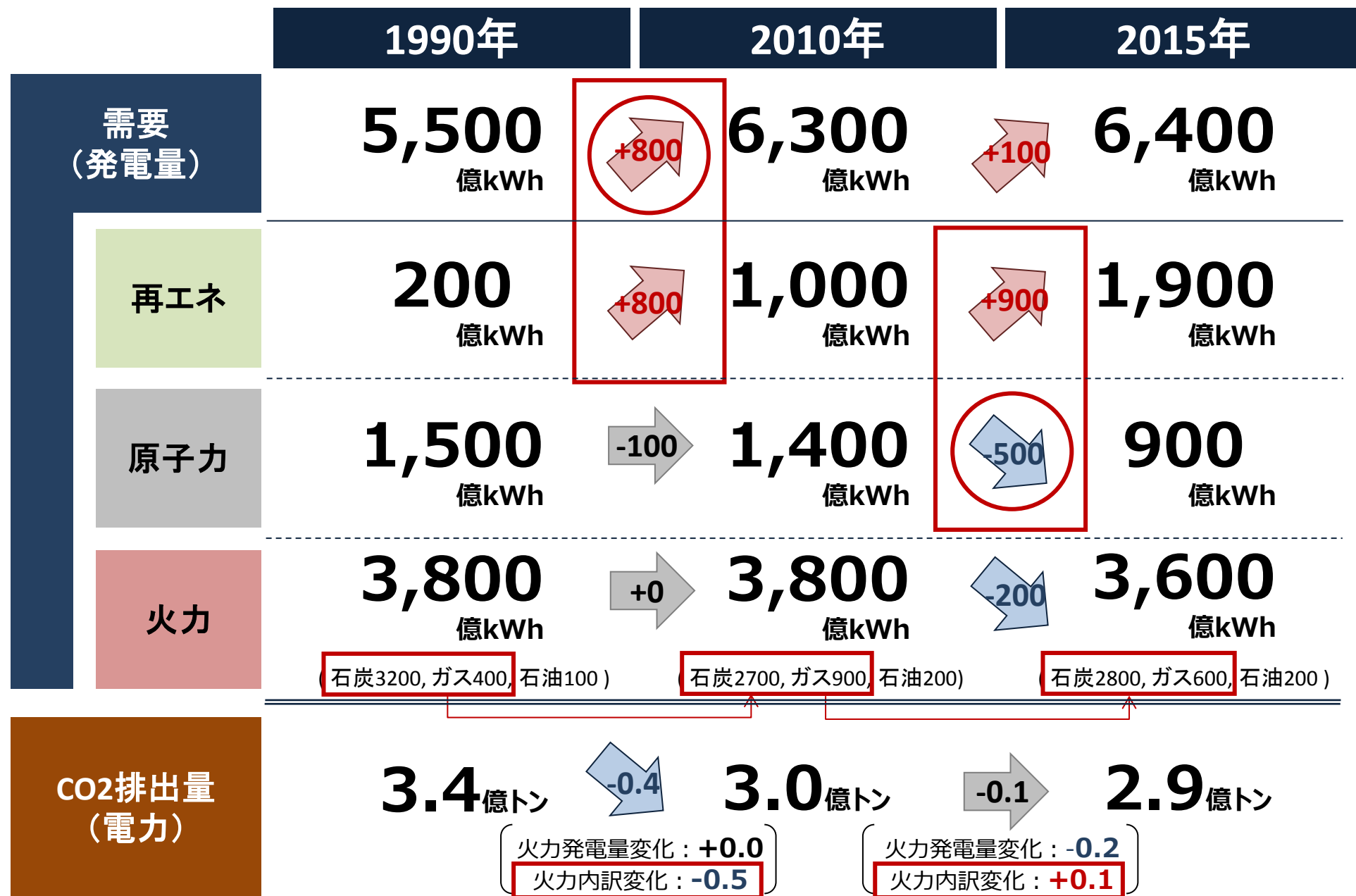
火力

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%

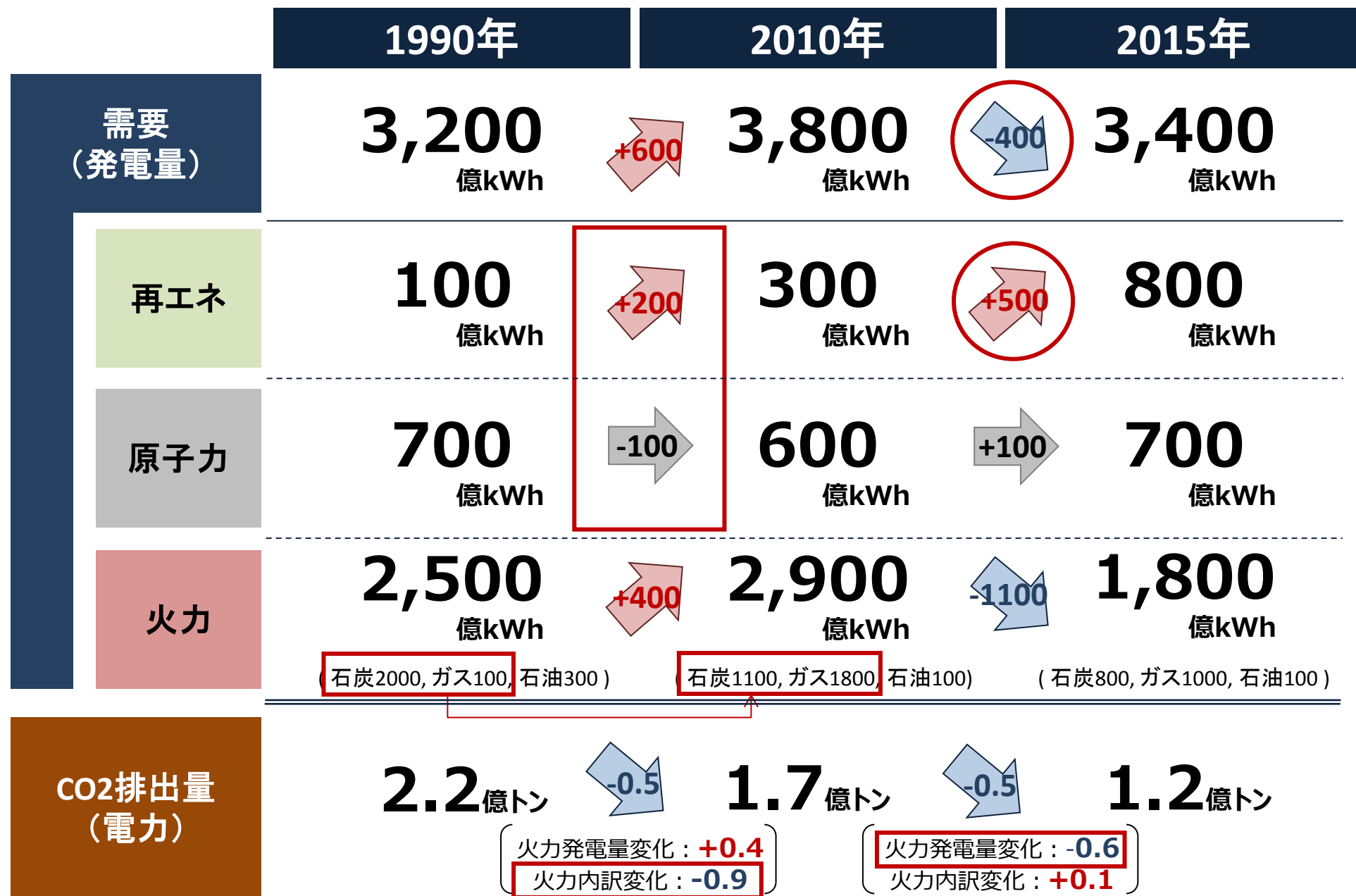
※OECD加盟国のみ

(出所) IEA CO2 emissions from fuel combustion 2017, 総合エネルギー統計より作成

# (参考) ドイツの電力由来CO2排出量の推移

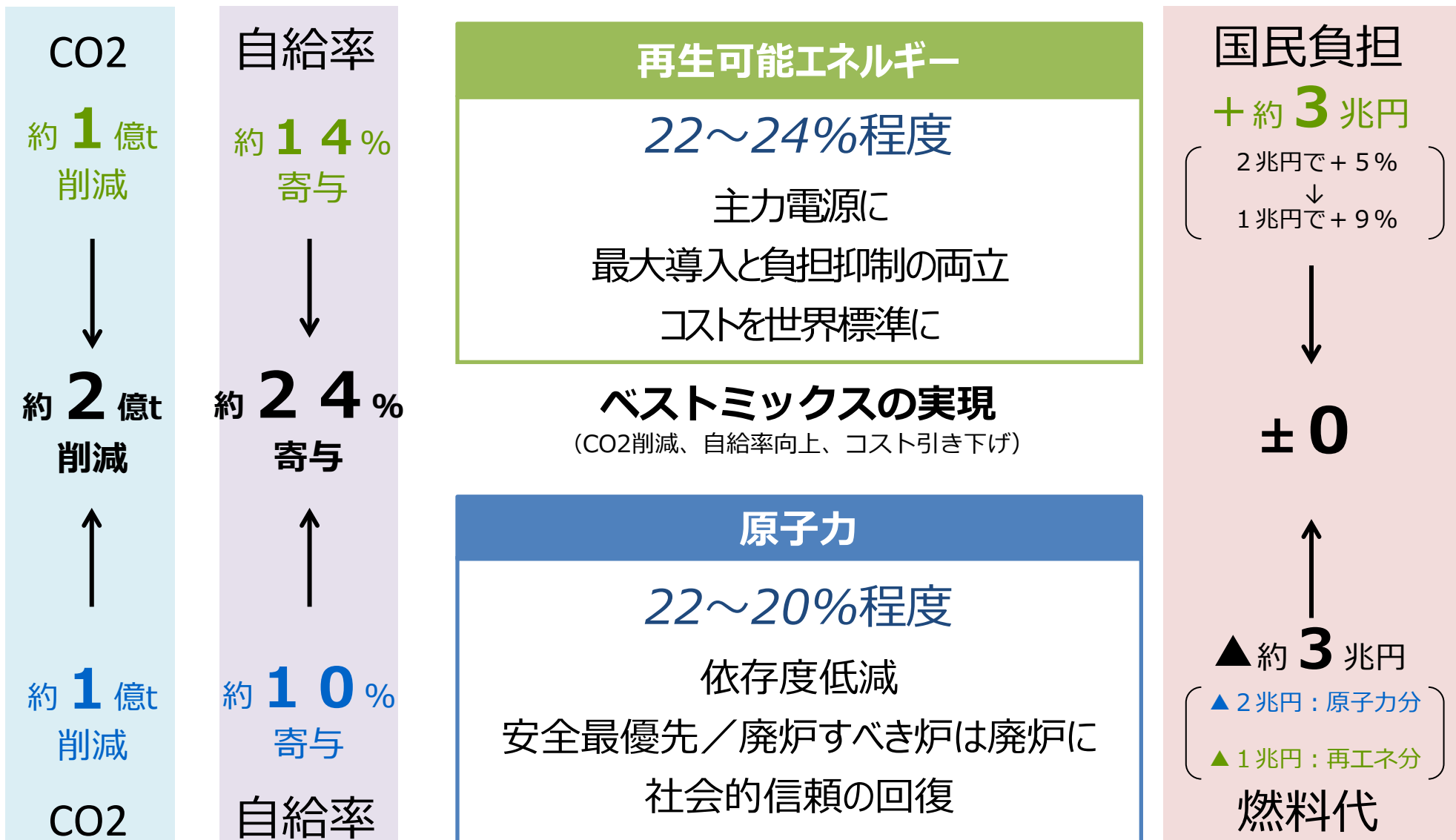


# (参考) 英国の電力由来CO2排出量の推移



- 1. 福島教訓・現状・未来**
- 2. 震災後のエネルギー事情**
- 3. 原子力の位置づけ**
- 4. 核燃料サイクル・最終処分**

### 3. ①原子力の位置付け（1）



※CO2, コストは2013年度からの差分  
 ※再エネ24%、原子力20%の導入ケース。

### 3. ①原子力の位置付け（2）

#### 原発1基稼働した際の効果

**燃料コスト → 350～630億円/年 削減※**

**CO2 → 260～490万トン/年 削減※**

（日本の年間CO2排出量：約11億トン）

※100万kW級原発(稼働率80%)がLNGまたは石油火力を代替した場合(2016年度推計値による)

#### 【参考】関電の値下げについて

平成29年5月に高浜3号機、6月に高浜4号機が、運転再開  
→平成29年8月、関電が電気料金を平均4.29%値下げ  
（今後、大飯3・4号機も再稼働見込み）



### 3. ②原発の現状

震災前 57基 … 廃炉決定 14基、残り 43基

稼働中

**5基**

高浜 3・4、伊方 3、川内 1・2

許可済

**9基**

柏崎刈羽 6・7、美浜 3、大飯 3・4、高浜 1・2、玄海 3・4  
※40年超 ※40年超

審査中

**12基**

泊 1～3、大間、東北東通、女川 2、東海 2、敦賀 2、  
※35年超  
志賀 2、浜岡 3・4、島根 2

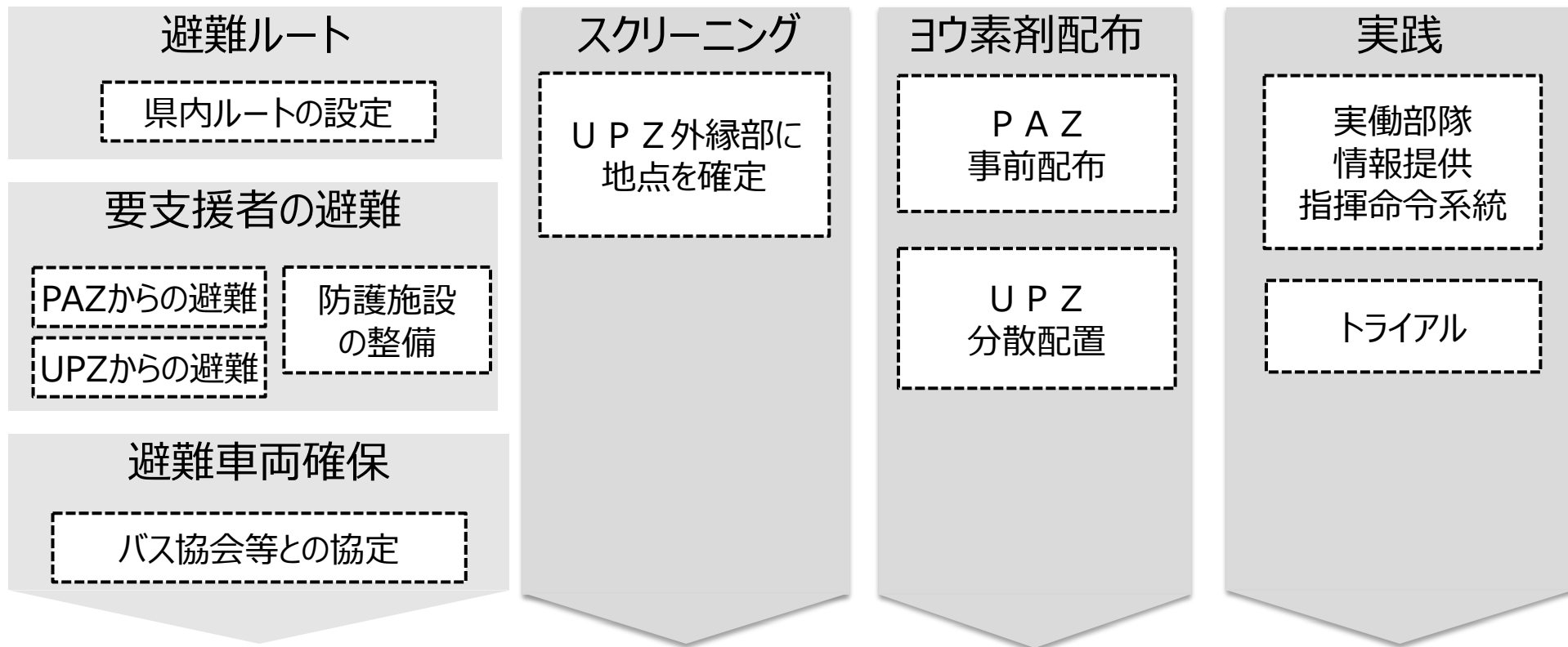
未申請

**19基**

東電東通、女川 1・3、福島第二 2～4、福島第二 1、柏崎刈羽 1～5、  
※35年超  
志賀 1、浜岡 5、島根 3、伊方 2、玄海 2、  
※35年超 ※35年超

### 3. ③避難計画の充実（1）

#### 避難計画の主要要素



#### 各地域で特有の課題に対処

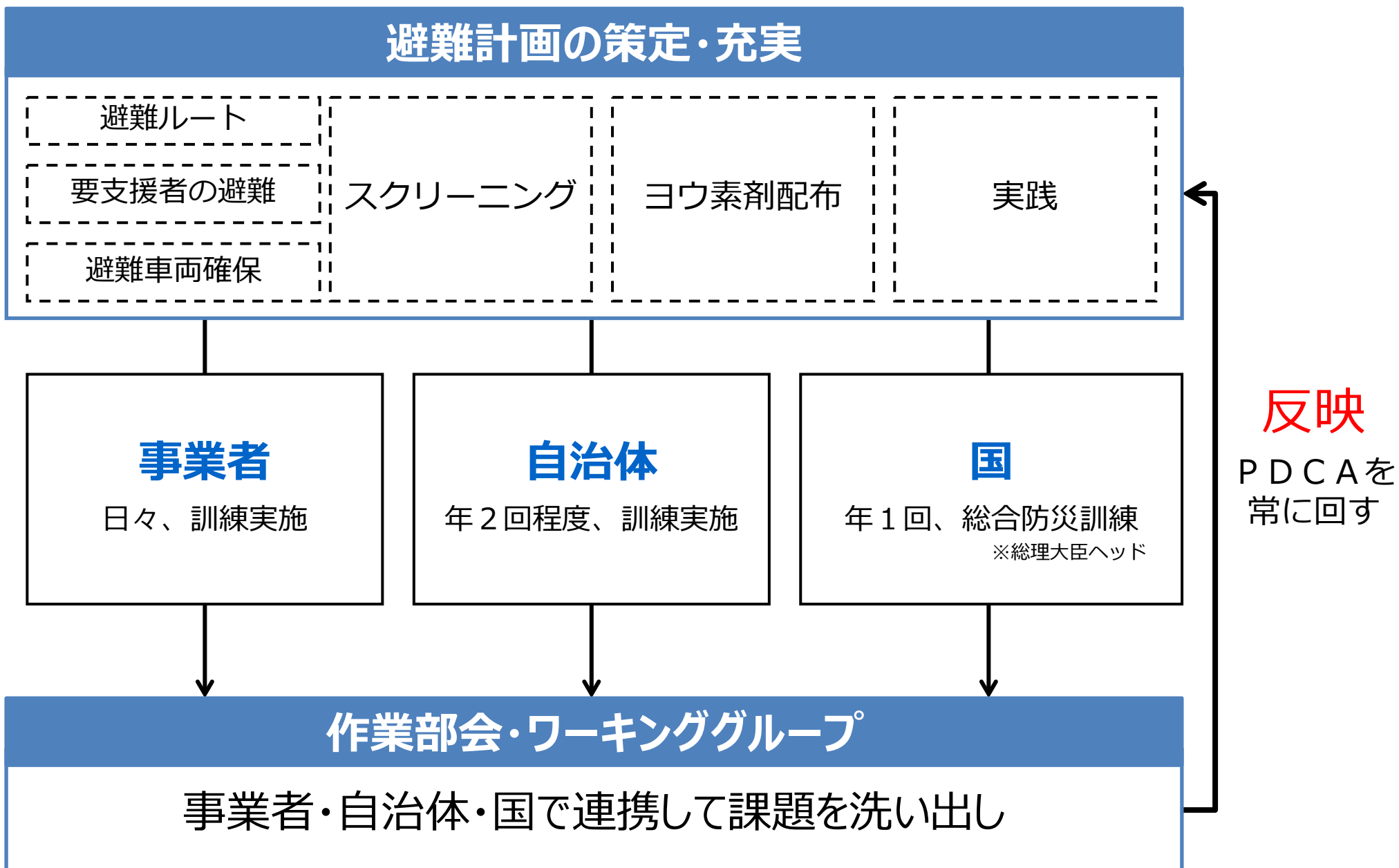
大飯・高浜地域  
同時発災時の避難

玄海地域  
離島（20ヶ所）からの避難

伊方地域  
半島（佐田岬）からの避難

泊地域  
豪雪時の避難

### 3. ③避難計画の充実（2）



### 3. ④研究開発の動向（1）

**第1世代**：原型炉（5～20万kW）

**第2世代**：商用炉（1970年頃～、40～140万kW）

**第3世代**：大型炉・安全性向上（1990年頃～、60～130万kW）

**第3+世代**：ABWR（2010年頃～、100～170万kW）

#### 市場と社会の要請

例えば 社会への回答 ➡安全 避難計画フリー 廃棄物減少

例えば 再エネとの共存 ➡機動性の向上

例えば 市場との共存 ➡懐妊期間の短縮

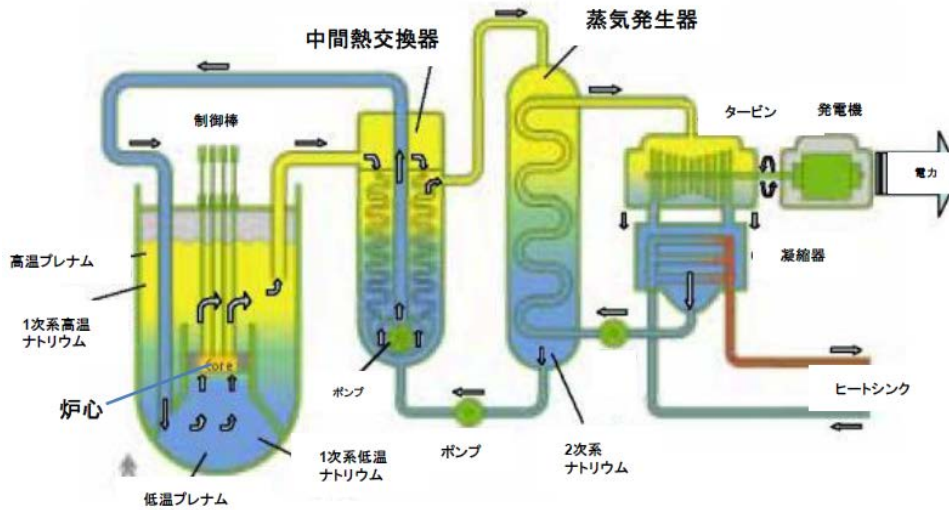
→開発への挑戦

ナトリウム冷却高速炉、高温ガス炉、熔融塩炉、SMR・・・

→「市場と社会の要請」への回答へ

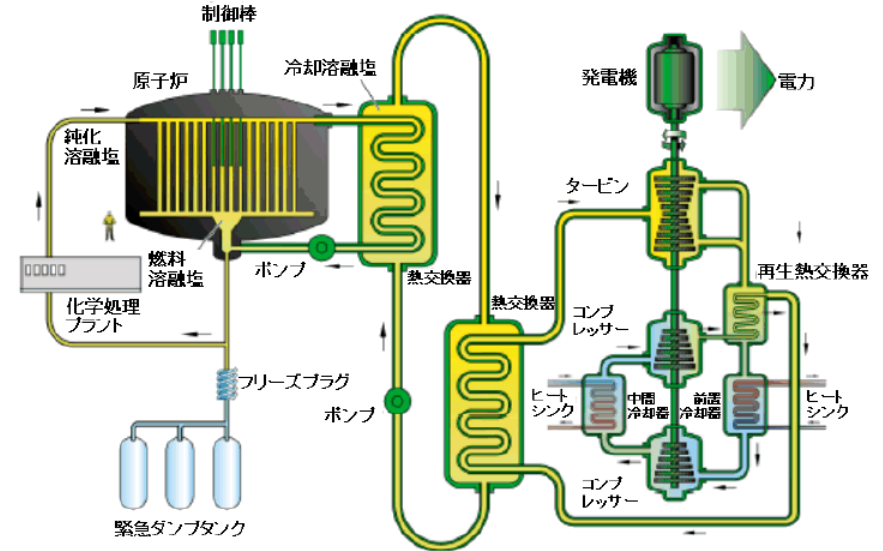
### 3. ④研究開発の動向（2）～次世代炉や小型モジュール炉の例～

#### ■ ナトリウム冷却高速炉



- ・ 冷却剤にナトリウムを使用。
- ・ 複数国で計画が進展。

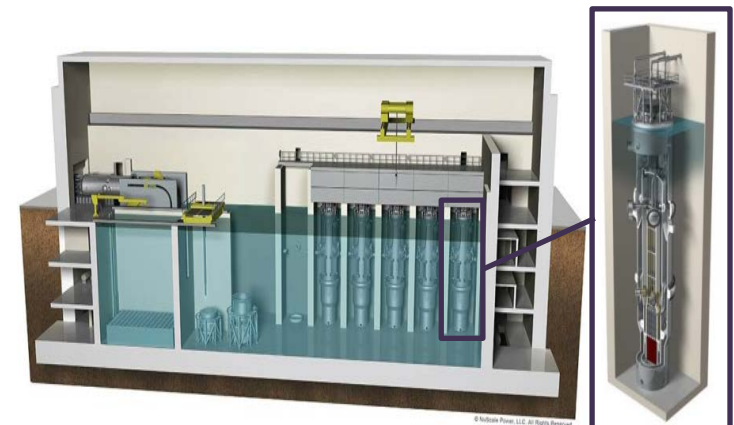
#### ■ 溶融塩炉



- ・ 燃料交換なく長時間運転。
- ・ 廃棄物の最小化に貢献。

#### ■ 米国NuScaleのSMR

- ・ 1モジュールの出力は5万kW。
- ・ 最大12個のモジュールを追加的に設置可能。
- ・ 自然循環による受動的な崩壊熱除去。
- ・ 負荷追従運転も見据えた設計。



- 1. 福島教訓・現状・未来**
- 2. 震災後のエネルギー事情**
- 3. 原子力の位置づけ**
- 4. 核燃料サイクル・最終処分**

# 4. ①核燃料サイクル（1）

## 核燃料サイクルの歴史

### 日米関係

1953 アイゼンハワー大統領演説  
（原子力の平和的利用を宣言）

1958 日米原子力協定改定  
（再処理を個別に承認）

1988 日米原子力協定改定  
（再処理を包括的に承認）

2018 日米原子力協定有効期限  
（終了通告がない限り存続）

### プルトニウムバランス

1961 原子力開発利用長期計画改定  
（高速増殖炉実現、プルサーマル推進の基本方針確立）

1993 原燃・再処理工場の建設開始

2009 九電・玄海3でプルサーマル実施(国内初)

福島原発事故

2015 四電・伊方3で再稼働・プルサーマル実施

2016 再処理等拠出金法  
（プルトニウムバランス確保）

### 高速炉開発

1985 動燃・もんじゅ建設開始

1995 もんじゅナトリウム漏えい事故

2015 規制委員会勧告（もんじゅ）

2016 もんじゅ廃止措置決定

## 核燃料サイクルのメリット

	直接処分	プルサーマル	高速炉
資源	×	新たに1～2割の燃料ができる	天然ウラン不要に
高レベル放射性廃棄物 （体積）	1	1/4	1/4～1/7
高レベル放射性廃棄物 （有害度）	約10万年	約8千年	約300年

# 4. ①核燃料サイクル（2）

## 主要国の方針 ※（）内は原発基数

### 核燃料サイクル



日本  
(43)



フランス  
(58)



イギリス  
(15)



中国  
(37)



ロシア  
(35)



インド  
(22)



米国  
(99)

- ・経済性を踏まえプルサーマル断念
- ・直接処分への方針転換表明
- ・再処理技術保持、高速炉研究中

### 直接処分



ドイツ  
(8)



スウェーデン  
(8)



フィンランド  
(4)

原発を継続する国は概ね、サイクル実施

## 今後の課題

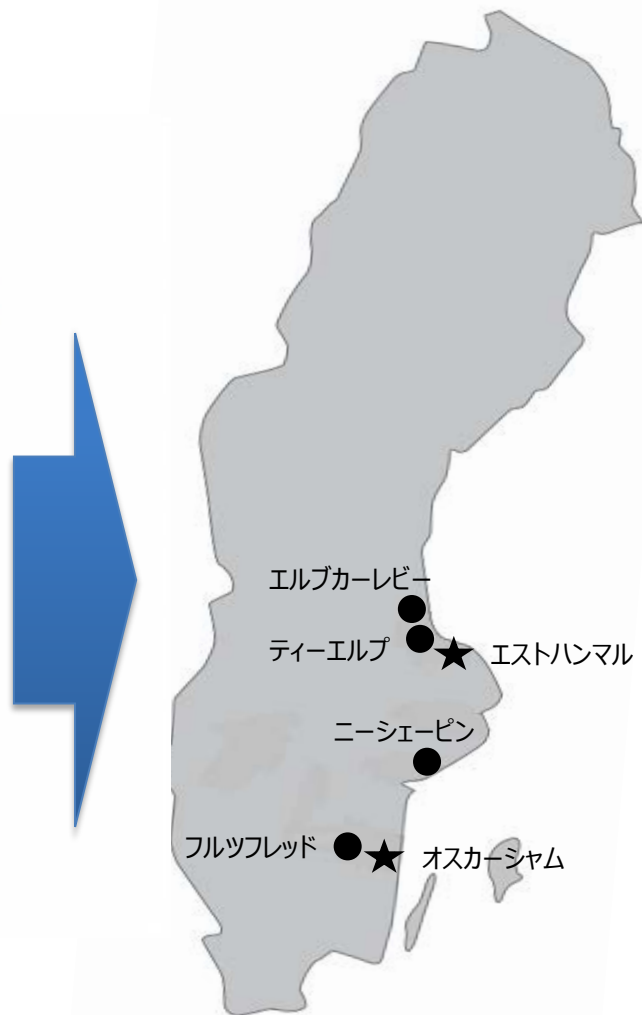
- ① 安全性 …… 原子力規制委員会が審査
- ② プルトニウムバランス …… 再処理等拠出金法 + 着実な再稼働（使用済燃料対策）
- ③ ポスト・もんじゅ …… 現在、高速炉会議で議論





## 4. ②最終処分（2） ～スウェーデンでの事例～

地質環境をマッピング



### エストハンマル市長のコメント

(2016年3月国際シンポジウム@東京)

- 「ゴミ捨て場」ではなく「**ハイテク技術が集まる工業地域**」になる、との前向きなイメージが市民と共有できた
- 処分施設への投資は**地域の雇用や生活を向上**させる
- 優れた人材が集まり、**研究者や見学者が世界中から訪れる**だろう

文献調査 (1995～)  
6自治体 (●★)

概要調査※ (2002～)  
2自治体 (★)

➡ 2自治体間で誘致競争に ➡ 2009年エストハンマル市選定

※ 日本の精密調査に該当する調査は処分地選定後に行う仕組み

## おわりに

福島原発事故を教訓にし、二度と繰り返さないよう、安全最優先。

その上で、責任あるエネルギー政策の実現に向けて、自治体の皆様の理解を得ながら、取り組んでまいります。