

**脱原発政策は国家を滅ぼし  
国民を不幸にする！**

**2018年2月**

**エネルギー問題に発言する会**

**<http://www.engy-sqr.com/media-open2.html>**

# 目次

	頁
はじめに	
1. 電力安定供給の視点から再生エネには限界がある(安定供給)	4
2. 地球温暖化対策の柱として原子力発電は不可欠である(温暖化対策)	13
3. 脱原発・再エネ全面依存は国民負担の増大で国民生活を脅かす(経済性)	19
4. 我が国のエネルギー安全保障上 原子力の利用は欠かせない(安全保障)	28
5. 安全リスクゼロの追求は国民を幸福にできない(原子力安全)	36
6. 核燃料サイクルにより日本のエネルギーは盤石に(Pu利用)	44
7. 高レベル放射性廃棄物は地中深く安全に処分する(廃棄物処分)	52
8. 我が国の産業基盤維持のため、原子力産業の発展はゆるがせない(産業基盤)	62
9. 原子力指向の世界的潮流の中で取り残されてよいのか(世界的潮流)	68
10. 日本のエネルギーの未来は(原子力あるのみ)	73

あとがき

# はじめに

- 最近元大物政治家を中心に「脱原発して自然エネルギーに100%依存すれば必ずや日本は発展する」と言うような無責任な夢物語を吹聴し、一方では「原発ゼロ基本法案」を提案したいとする野党も現れ、一部マスコミもその尻馬に乗って煽り、都合の悪い事実は伝えず世間を欺こうとしている現状は嘆かわしい限りです
- ここに我が国が置かれているエネルギー供給の窮状と日本の未来と子孫の繁栄を約束する原子力の必要性について一般国民の皆様にご正確に知って頂くため、図表を多用するなどして理解しやすく工夫して正しい情報を提供するものです

# 1. 電力安定供給の視点から 再生エネには限界がある（安定供給）

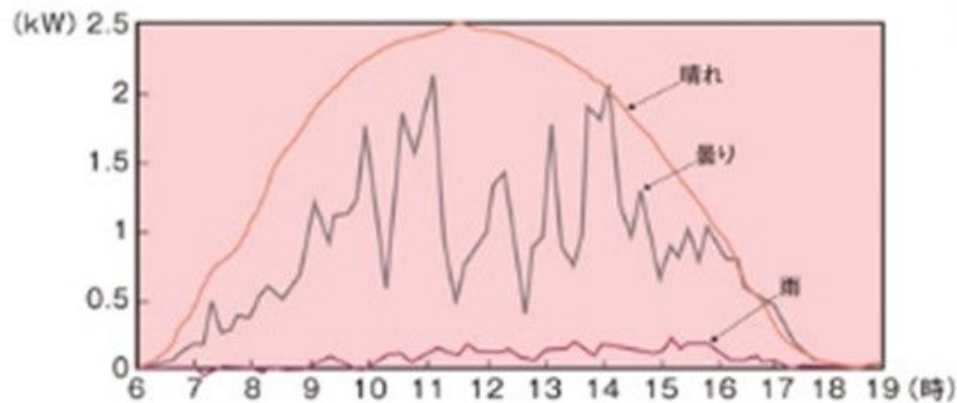
- 太陽光、風力の電気は不安定で需要に応じた発電ができない
- 不安定な太陽光、風力を補う火力、原子力の電気を必要とする
- 太陽光、風力を極端に増やすと共食いが起こり容量を増やせない
- 太陽光、風力は自らの設備が生まれるのに大量のエネルギーを必要とする

# 太陽光、風力の電気は不安定で 需要に応じた発電ができない！

- 太陽光、風力などの自然エネルギーによる電気は、天候に左右され不安定であるので、自ら発電の制御ができない  
そのままでは発電指令に応じられず 役に立たない電源である
- 太陽光発電は日中のみの発電で当然夜間は発電できず、曇天や雨の際には 発電量が低下する 太陽光発電の設備利用率(年間発電電力量比率)はたかだか12%である
- 風力発電は天然の風任せで凧の際や強風の時には発電できない 風力発電の設備利用率(年間発電電力量比率)は20%程度である
- 太陽光、風力の電気が増えると電力システムの安定性に大きな影響を及ぼし、停電の事態が起こる恐れがあるので、発電設備容量が抑制される

# 太陽光・風力発電の出力変動

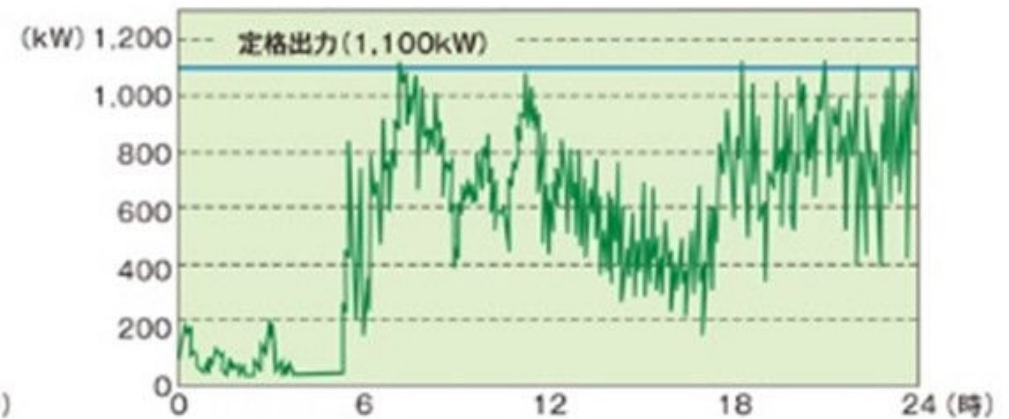
## 太陽光発電の出力変動(春季)



容量3.2kW、北緯34.4°、東経132.4°、方位角0°(真南)、傾斜角30°の場合

太陽光発電は  
時間と天気で  
発電量が変わる

## 風力発電の出力変動(冬季)

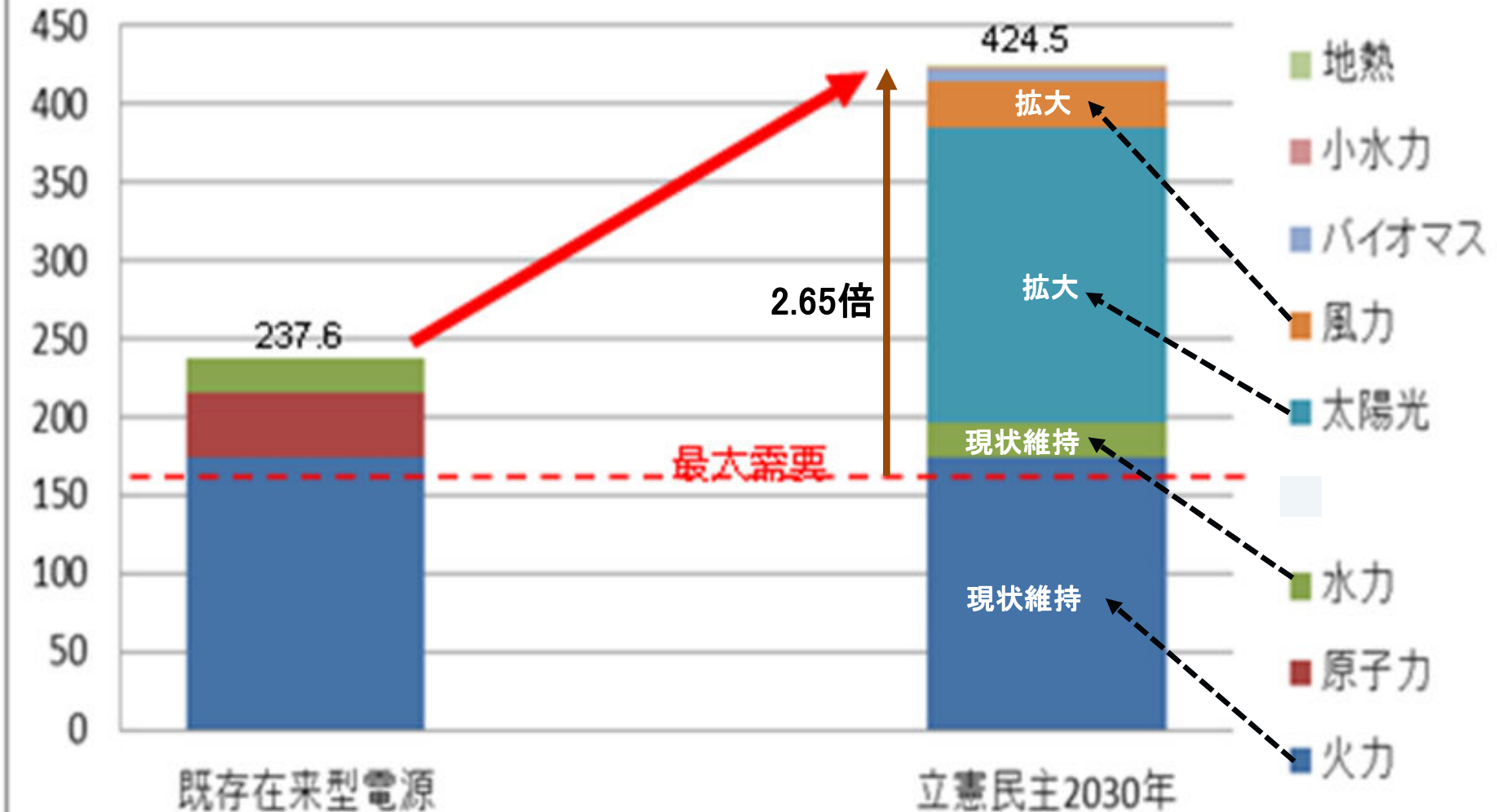


風力発電は  
風の強さで  
発電量が変わる

# 不安定な太陽光、風力を補うため 火力、原子力の電気を必要とする

- 再生可能エネルギーには水力、地熱、バイオマス等の安定な電源もあるが、狭い国土では開発が限られ大きな河川の水力は開発し尽されている
- 太陽光、風力が安定な電気を供給するには蓄電設備を自ら備えねばならないが、大容量で経済的な蓄電設備は現状では見当たらない
- 太陽光、風力からの電気では常時全ての需要を満たすことができないので、火力や原子力等の制御可能で安定かつ大容量の電気を必要とする
- 太陽光、風力は既存の火力、原子力を代替できないので、既存の発電設備に追加で設置されることになる。その結果過大な発電設備の淘汰が必要となり、退役の最初の候補は太陽光、風力になるだろう

# 電源設備容量(百万kW)



過大な発電設備(立憲民主党の再エネ40%案)

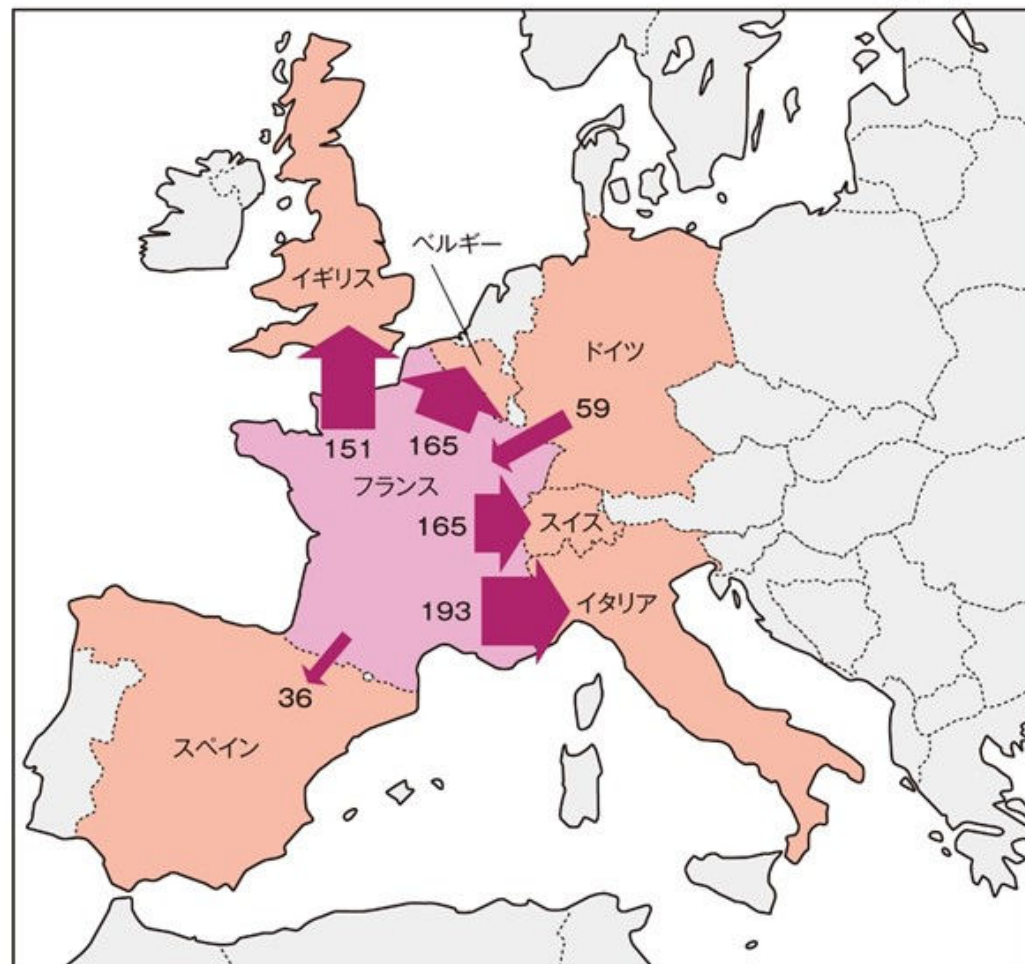


# 太陽光、風力を極端に増やすと 共食いが起こり容量を増やせない！

- 太陽光、風力の発電設備を極端に増やすと電力需要が減った時に自らの発電を止めねばならない(共食い効果)
- 自然エネルギー利用の先進国であるスペインやドイツの例を見ると太陽光、風力の発電量が20%近くになると共食いが顕著になっている
- 島国の日本ではドイツやフランスのように近隣諸国との電力系統の連携がなく、余剰の電力を融通し合うことができない環境にあるので共食いはもっとひどくなる(次図 参照)

# フランスを中心とした電力の輸出入

(単位:億kWh)



(2014年)

フランスからの輸出電力量 (A)	651億kWh
フランスの発電電力量 (B) (送電端)	5,404億kWh
輸出比率 (A/B)	12%

(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

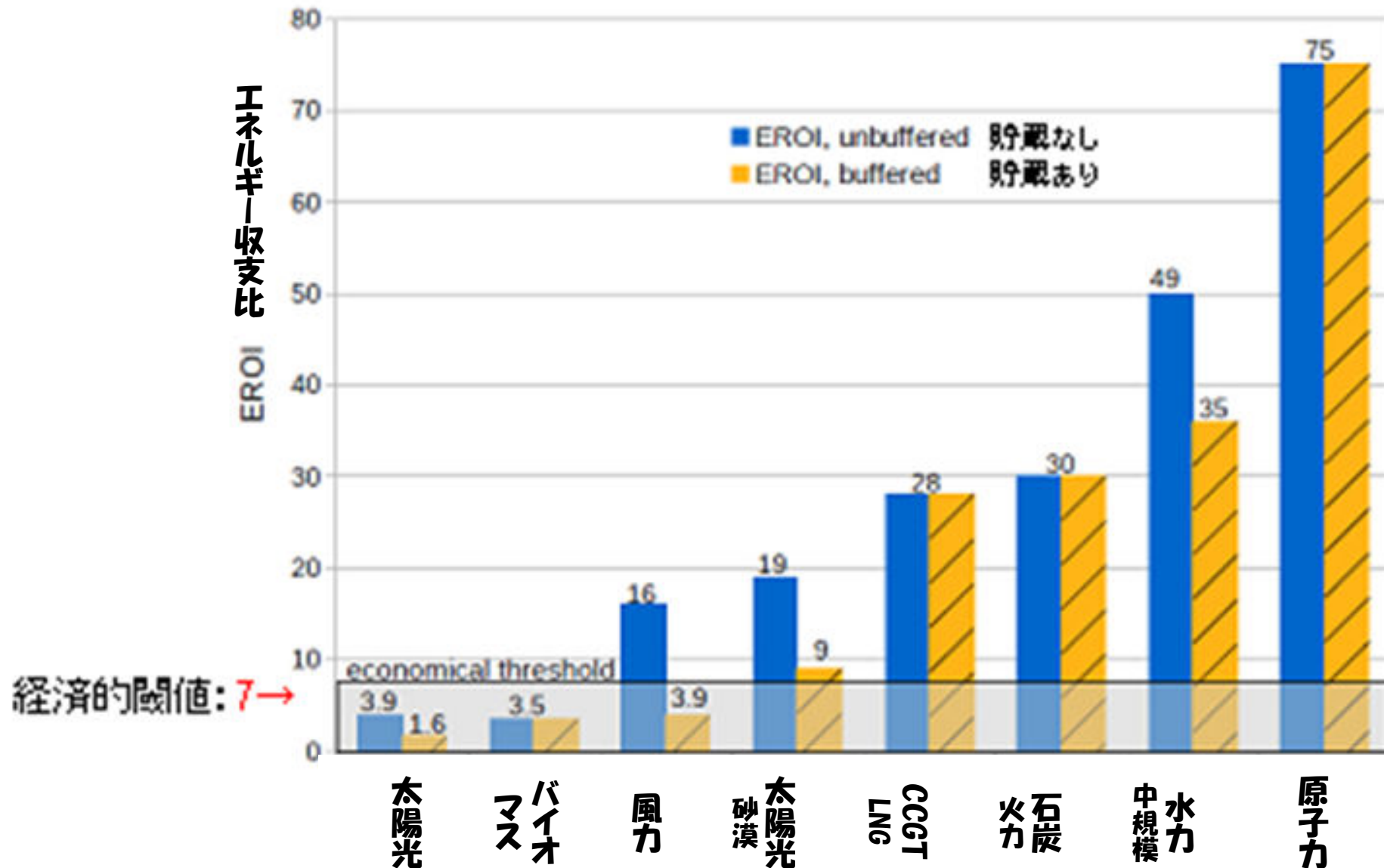
4-2-4

出典：(一社) 海外電力調査会「海外電気事業統計2016年版」より作成

## 太陽光、風力は自らの設備を造るのに 大量のエネルギーを必要とする

- 太陽電池の製造には原料(シリコン)の溶解等に大量のエネルギーを必要とする 風力発電設備の鉄、アルミの製造にエネルギーを必要とする  
太陽光、風力の生涯発電量は他の電源に比べ少ない
- エネルギー収支比、すなわち発電設備の生涯を通じての総発電量と発電設備を製造、建設、運転に投入されたエネルギー量の比率で、これが大きいほどエネルギー収支上 有利な発電設備といえる
- 最近のドイツの研究によれば、太陽光のエネルギー収支比は3.9(電力貯蔵ありでは1.6)、風力16(電力貯蔵ありで3.9)と評価されている
- これに対し、コンバインドサイクルLNG火力28、石炭火力30、原子力75である この比率は送配電等のインフラ設備を必要とするので、7.0程度ないと有用な電源になりえないとされている

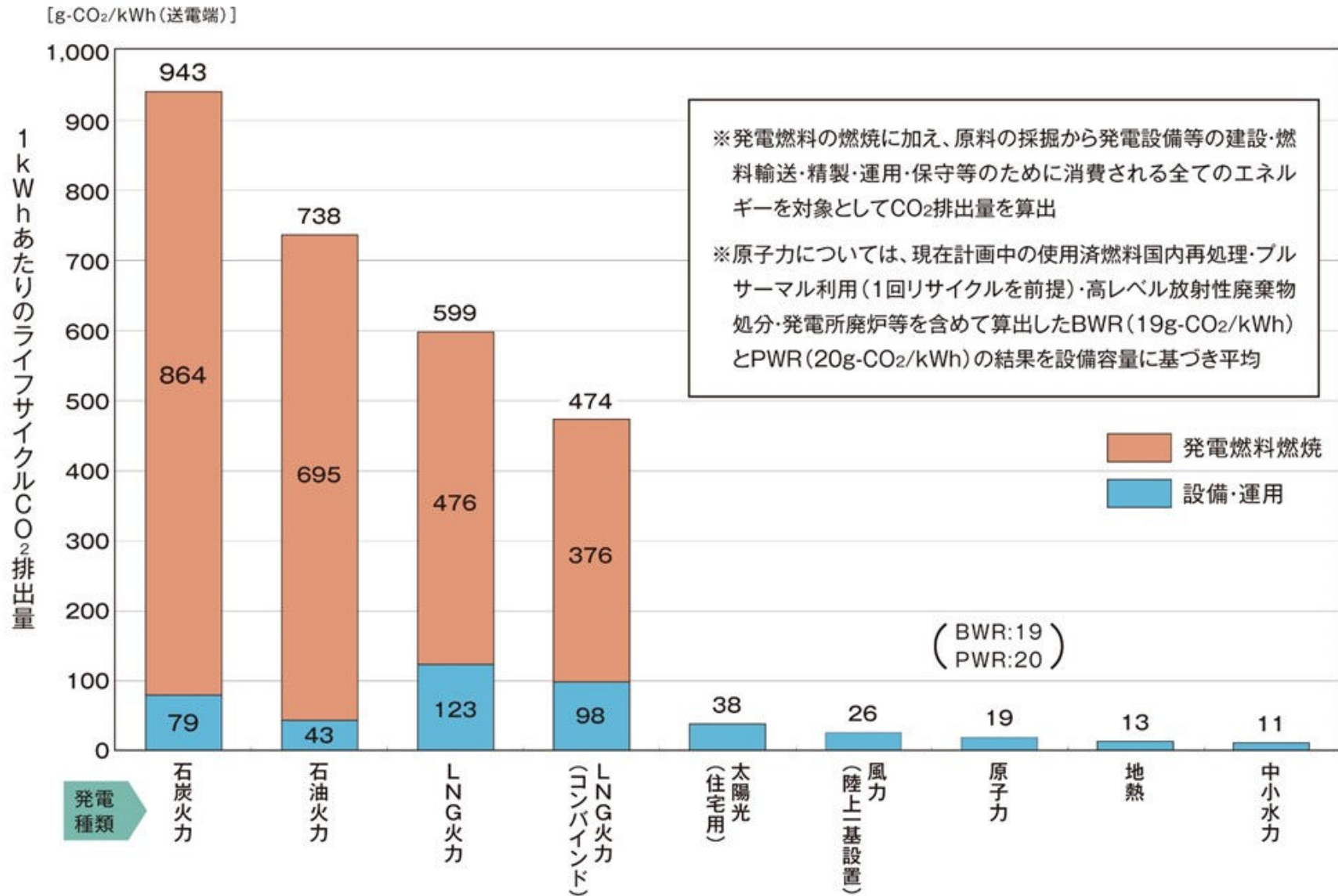
# 電源のエネルギー収支比



## **2. 地球温暖化対策の柱として 原子力発電は不可欠である（温暖化対策）**

- 太陽光、風力はクリーンと言われるが 火力への依存で温室効果ガスは削減できない
- 温暖化対策の切り札は温暖化ガス発生が極少の原子力発電しかない

# 各種電源別のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量



# 太陽光、風力はグリーンと言われるが 火力への依存で温室効果ガスは削減できない！

- 太陽光、風力を補完する火力は大量の温室効果ガスを発生して、太陽光、風力発電による温室効果ガスの削減効果は薄められる
- 従って発電量kwh当たりの温室効果ガスの排出量はなかなか下がらない
- ドイツでは1億kwにも及ぶ太陽光・風力発電設備ができ運用されているが 実際の温室効果ガスの排出量は横ばいで下がらず、2020年、2030年目標の達成が絶望的な状態にある

# ドイツにおける温室効果ガスの削減目標





# 温暖化対策の切り札は温暖化ガス発生が 極少の原子力発電しかない！

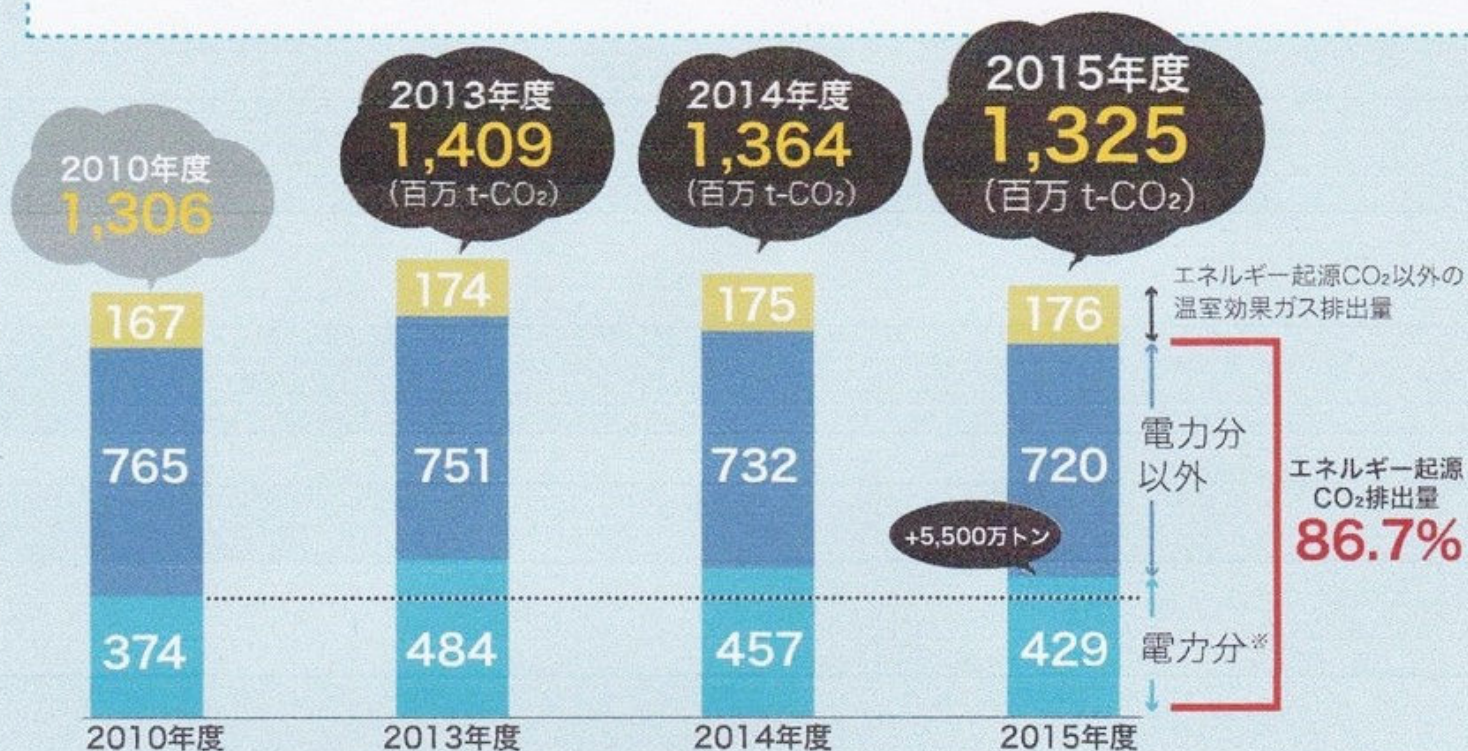
- 先の震災で原発運転停止以降 日本の温室効果ガスの総排出量は増加を続けている
- 火力発電に代えて原子力発電と再生可能エネルギー発電と組み合わせれば温室効果ガスの発生は最小限となる
- 2050年に温室効果ガス80%低減とする我が国の国際的約束は原子力発電の大幅投入なしでは達成できない

# A5

東日本大震災以降、日本の温室効果ガス排出量は増加し、2013年度には過去最高となる14億トンもの温室効果ガスを排出しました。

2014年度以降は減少に転じていますが、2015年度でも13億2,500万トンもの温室効果ガスを排出しています。

今後、各国の目標と遜色ない水準で削減に向けた努力をしないとけません。



震災以降、原発代替のための火力発電の焼き増し等により、電力分野の排出量は5,500万トン増加しました。これは日本全体の温室効果ガス排出量の約4%分の増加に当たります。

エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量 **86.7%**

出典: 総合エネルギー統計、環境行動計画(電気事業連合会)、日本の温室効果ガス排出量の算定結果(環境省)を基に作成。\*「電力分」は一般電気事業者による排出量。

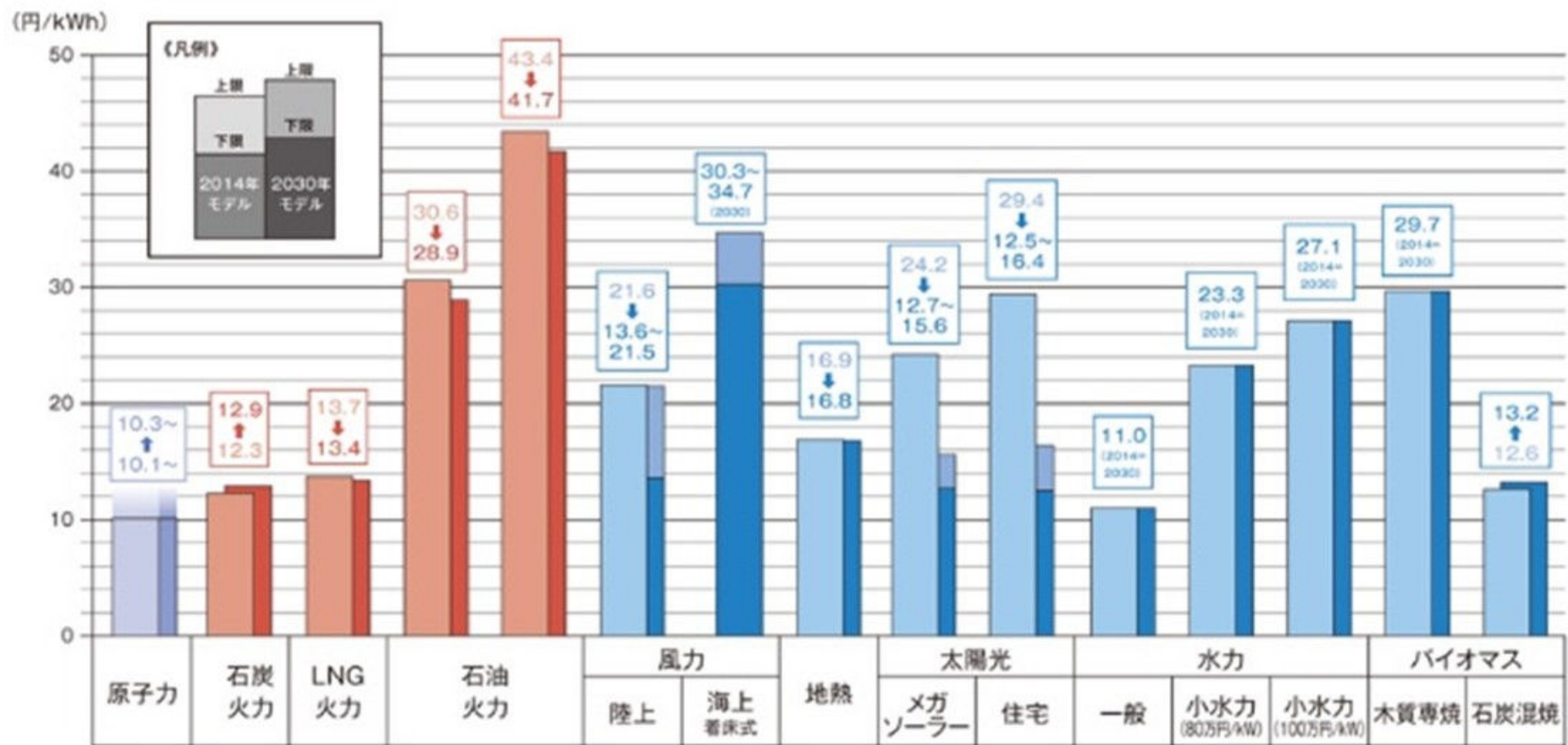
### **3. 脱原発・再エネ全面依存は 国民負担の増大で国民生活を脅かす（経済性）**

- 太陽光、風力の発電コストは高く、再エネ賦課金なしでは採算が取れない
- 再エネ賦課金は現状でも過大であり、国民負担は今後とも極端に増大する
- 原発停止に伴い化石燃料の大量輸入で貴重な国富が流出している
- 脱原発・再エネ依存は国民生活を脅かすのみならず国家経済を破綻させる

## 太陽光、風力の発電コストは高く、 再エネ賦課金なしでは採算が取れない！

- 太陽光、風力の電気はエネルギー源が希薄、低密度であり、集めて利用するには沢山の設備と広い敷地を必要とする
- 太陽光、風力の発電設備は設備利用率が12%,20%と低く、設備利用率の高い火力、原子力(80%)に比べて、太陽光では7倍、風力では4倍の発電設備を必要とする
- 太陽光、風力の発電設備kwに対しその発電量kwhが少ないため、その発電コストは本質的に高価で、火力発電、原子力発電の2倍以上になる
- それ故に、固定価格買取制度による再エネ賦課金の補助なしでは競争力がない

# 1kWhあたりの発電コスト



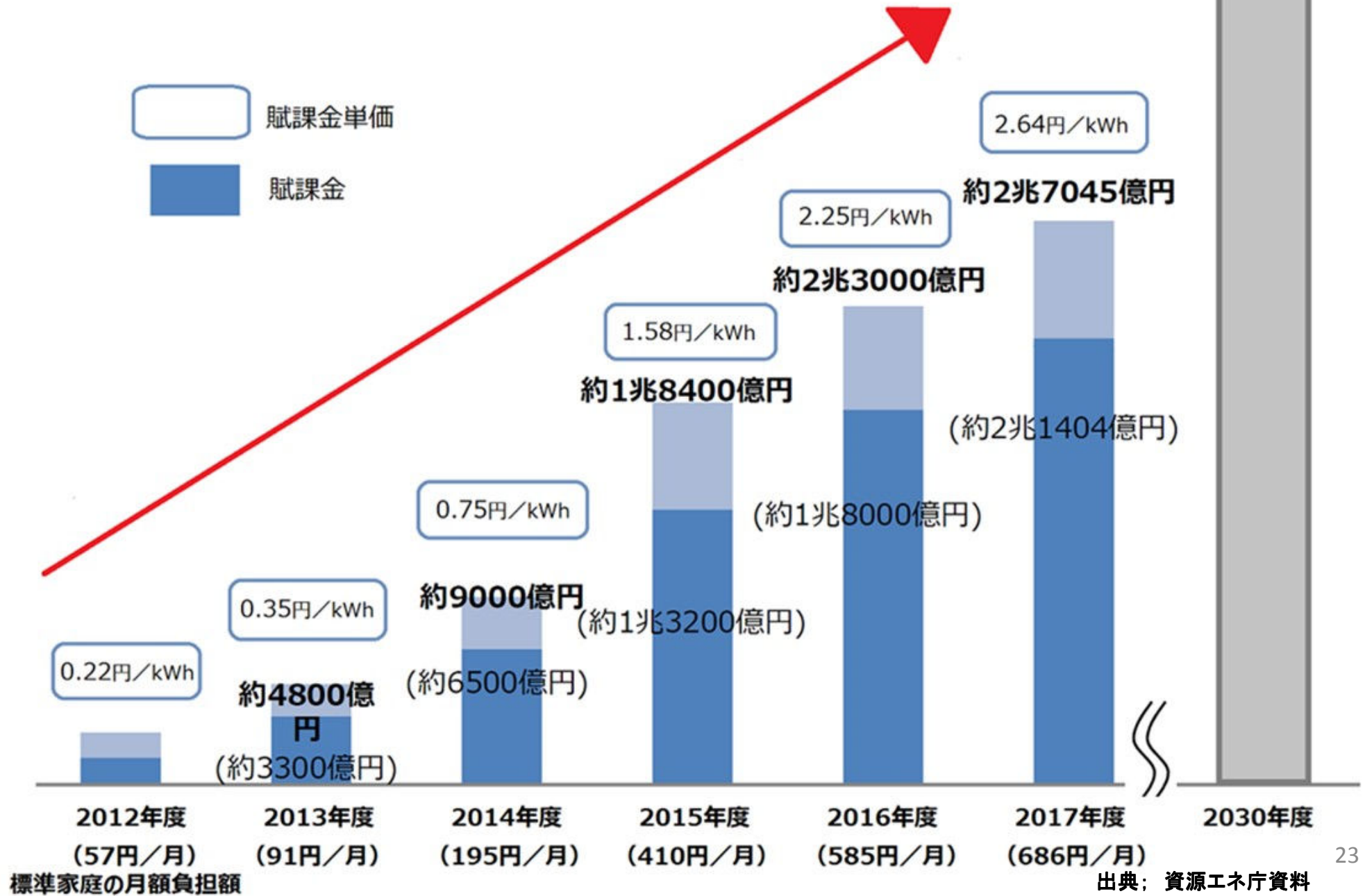
設備利用率	70%	70%	70%	30%	10%	20%	30%	83%	12%	12%	45%	60%	60%	87%	70%
稼働年数 (2030年モデル)	40年	40年	40年	40年	40年	20年	20年	40年	20年 (30年)	20年 (30年)	40年	40年	40年	40年	40年

## **再エネ賦課金は現状でも過大であり 国民負担は今後とも極端に増大する**

- 先の震災後 太陽光、風力などの再生可能エネルギーの利用促進のため固定価格買取制度FITが導入された
- これは再生可能エネルギーによる電気を電力事業者が発電原価よりも相当高い価格で20年間にわたり買い取ることを政府が保証するもの
- この買取費用と市場価格との差は賦課金として、電気料金に上乗せして電力消費者から強制的に徴収する制度である
- この制度のお陰で特に太陽光発電が急速に普及、拡大を続けているが、一方で国民の負担は増大し、2017年の賦課金は総額で2.1兆円にも及び国民一人当たり年間1万7千円の負担に相当する
- これだけの賦課金を投入しても太陽光などの再生可能エネルギーの総発電量は5%以下である
- 買取費用は年々増加を続け2030年には年間4兆円近くになると予想され国民の負担は莫大なものとなる恐れがある

# 固定価格買取制度導入後の賦課金などの推移

エネルギーミックスにおける  
FIT買取費用  
3.7兆円～4.0兆円



## **原発停止に伴い化石燃料の大量輸入で 貴重な国富が流出している**

- 先の震災後原子力発電は全面的に運転停止されており、その代替として火力発電を炊き増し、そのため化石燃料を緊急輸入して対応している
- その結果LNGを主体として2011年度は2.3兆円、2012年度3.1兆円、2013年度には実に3.6兆円の貴重な外貨が国外流失している
- これは1日当たり100億円に相当し、国民一人当たり年間3万円の負担、ムダ使いになる
- その後化石燃料の値下がりの動きもあり、幾分減少しているものの現在までに累計20兆円以上の国富が流出し、今後とも大幅に増大する



## 燃料費増加の見通し

1. 原子力発電の稼働停止に伴う火力発電の焚き増しによる2013年度の燃料費の増加について、直近の燃料価格等を踏まえて試算を行った結果、約3.6兆円と試算される。

電力9社計	2010年度実績	2011年度実績	2012年度実績	2013年度推計
総コスト	14.6兆円	16.9兆円	18.1兆円	18.6兆円+α
燃料費	3.6兆円	5.9兆円	7.0兆円	7.5兆円+α
原発停止分の 火力焚き増しに 掛かる燃料費 (試算)	—	<b>+2.3兆円</b> 内訳 LNG +1.2兆円 石油 +1.2兆円 石炭 +0.1兆円 原子力▲0.2兆円	<b>+3.1兆円</b> 内訳 LNG +1.4兆円 石油 +1.9兆円 石炭 +0.1兆円 原子力▲0.3兆円	<b>+3.6兆円</b> 内訳 LNG +1.9兆円 石油 +1.8兆円 石炭 +0.1兆円 原子力▲0.3兆円
燃料費増が総コスト に占める割合(%)	—	13.6%	17.1%	19.4%
原子力利用率	67%	25%	4%	2%

【参考】コストの諸元	LNG	石油	石炭	原子力
燃料費(2013年度)	13円/kWh	18円/kWh	4円/kWh	1円/kWh
焚き増し分の発電電力量(2013年度)	1,483億kWh	1,019億kWh	153億kWh	—

# 脱原発・再エネ依存は国民生活を脅かす のみならず国家経済を破綻させる

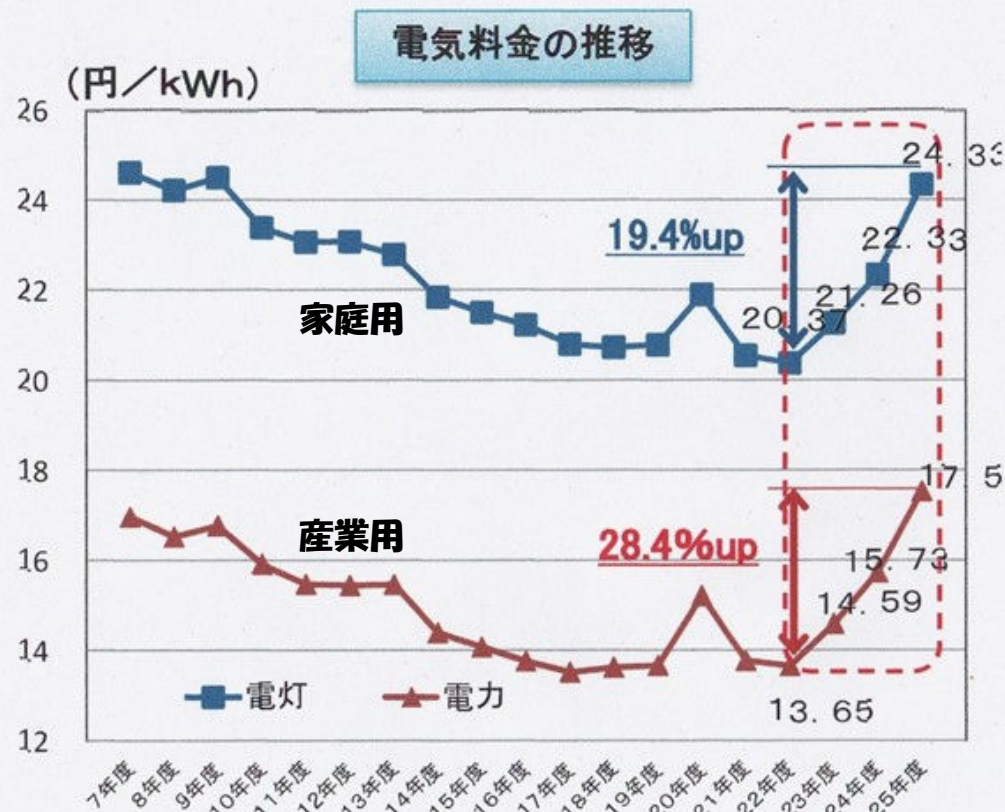
- 原発の全面運転停止に伴い、電気料金は震災前に比べ家庭用で2割、産業用で3割上昇した
- 電気を大量に消費する鋳造、鍛造、金属処理等の中小企業、零細企業は電気料金を転嫁できず、経営が非常に厳しい状況になっており、倒産、廃業も出ている
- 今後とも電気料金の高騰が続くと日本の産業は致命的な打撃を受けることになり、製造業は殆ど海外生産に移転することになる

# 東日本大震災以降の新たなエネルギー制約③

## 2. 国民生活・経済への影響

### (2) 電気料金の高騰

- 震災の前に比べて、家庭用の電気料金は約2割、産業用の電気料金は約3割上昇。
- 中小・零細企業の中には、電気料金の上昇を転嫁できず、経営が非常に厳しいという声も高まっている。



出典: 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基に作成

業界	業界団体の声 (日商による調査結果のポイント)
鋳造	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中小企業が約8割。</li> <li>• 倒産・廃業が急増 (2012年12社、13年14社)。</li> </ul>
鍛造	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中小企業が9割以上。</li> <li>• 電気料金上昇に対応するため、一時帰休、給与削減、人員削減等、労働面でコスト削減を行う企業が大幅に増加。</li> </ul>
金属熱処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 従業員数平均26人とほとんどが零細企業。</li> <li>• 昨年末に2社、今春に1社が工場・部門閉鎖。</li> </ul>

## **4. 我が国のエネルギー安全保障上 原子力の利用は欠かせない！（安全保障）**

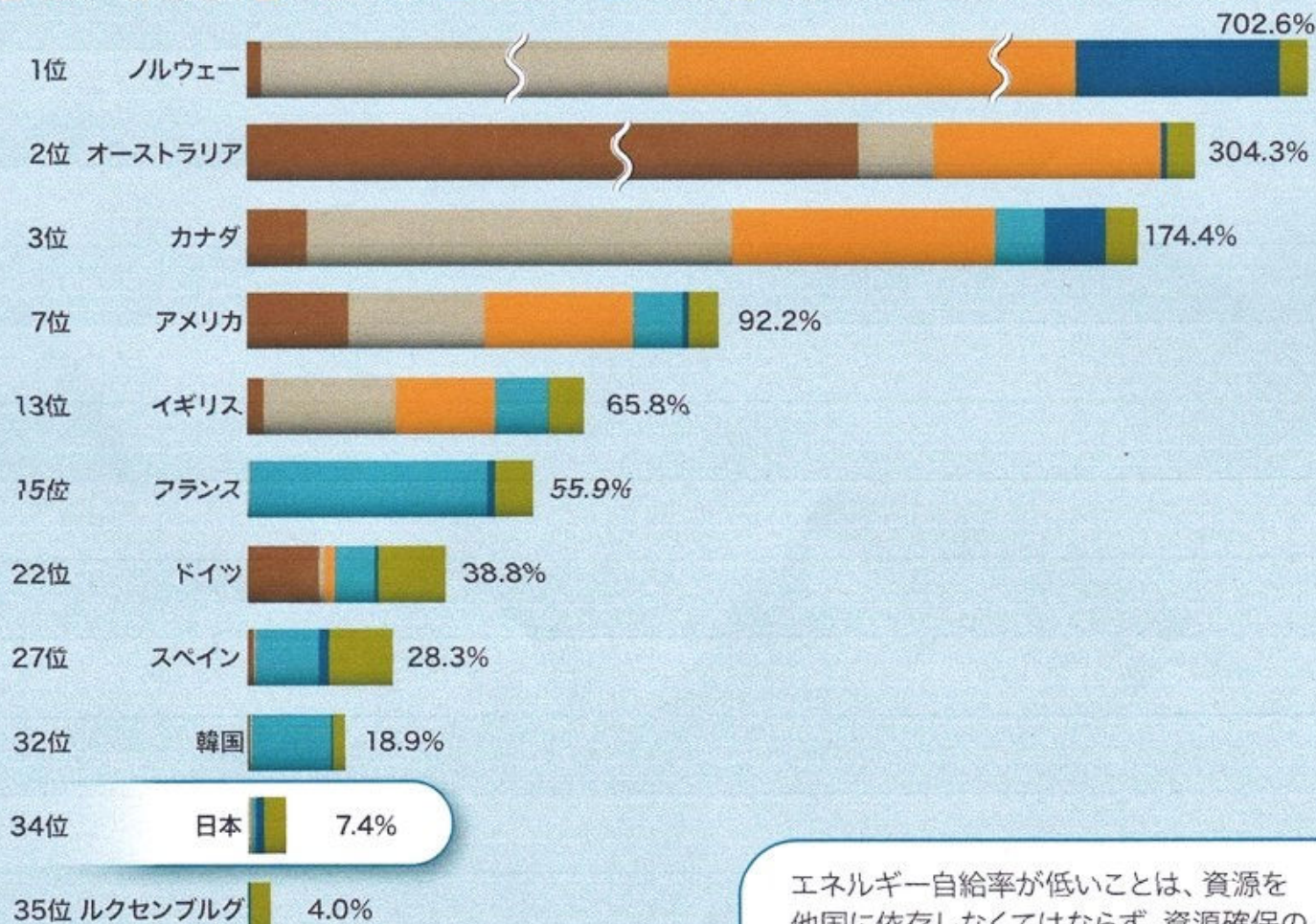
- エネルギー資源を全面輸入に頼る日本のエネルギー自給率は現状僅か7.4%
- 1978年石油危機に味わった無資源国の悲哀を思い起こし万全の備えをとるべきではなからうか
- 戦前の石油途絶が先の大戦の引金になった経緯を顧みるまでもなくエネルギー安全保障は国家安全保障に直結していることを肝に銘ずるべき

# エネルギー資源を全面輸入に頼る 日本のエネルギー自給率は現状僅か7.4%

- 石油や天然ガスの資源に乏しい日本の一次エネルギー自給率は、2015年には7.4%、世界34位で、他のOECD諸国と比較しても極めて低い水準にある
- 海外主要国のエネルギー輸入依存度を見ても、我が国のみ厳しい状況にあり、輸入依存度の高いフランス、韓国等は原子力によりエネルギーの自給率を高めている状況にある
- 我が国のエネルギー自給率の向上は再生可能エネルギーの拡大はもとより、大幅な原子力の利用しかないのではなかろうか

主要国の一次エネルギー自給率比較 (2015年)

■ 石炭 ■ 原油 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 再エネ等 (地熱、風力、太陽光など)

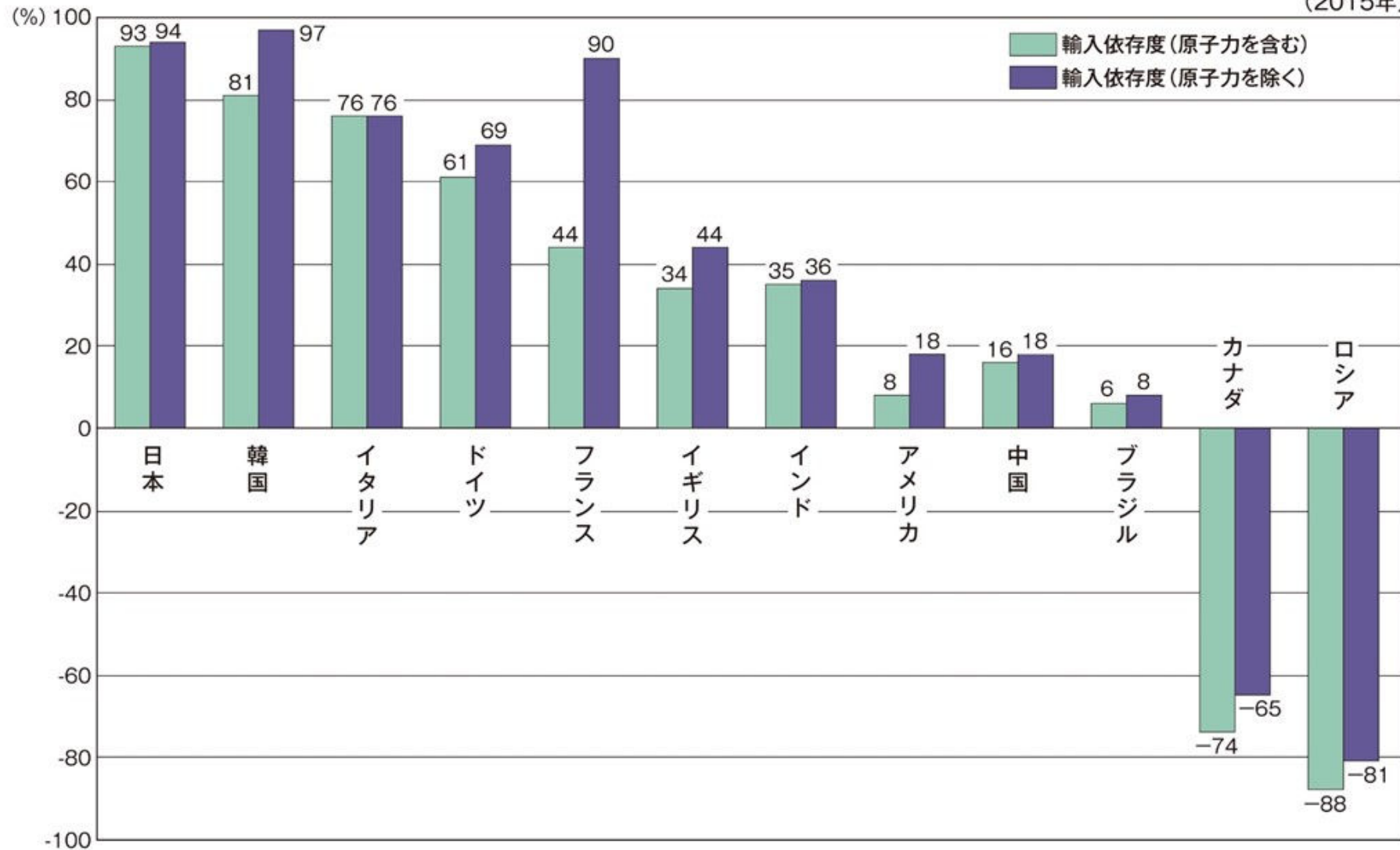


エネルギー自給率が低いことは、資源を他国に依存しなくてはならず、資源確保の際に国際情勢の影響を受けやすくなり、安定したエネルギー供給に懸念が生じます。



# 主要国のエネルギー輸入依存度

(2015年)



(注) 下向きのグラフは輸出していることを表す

# 1978年石油危機に味わった無資源国の悲哀 を思い起こし万全の備えをとるべき

- 第4次中東戦争に端を発した石油危機には、一次エネルギーの79%を石油に頼っていた日本は脱石油を目指し、原子力推進に方針転向した苦しい経験がある
- 震災前一次エネルギーの化石燃料依存度は81%であったが、現在では原発運転停止・火力発電の炊き増しで89%に増加している
- エネルギー資源を海外に全面依存して自給率の低い日本は資源確保の面で国際情勢の影響をもろに受けやすくその安定供給が懸念されている



# 原油輸入価格の推移



1-2-6

出典：石油連盟統計資料より作成

# エネルギー安全保障は国家安全保障に直結していることを肝に銘ずるべき

- エネルギー資源の途絶は国家の存亡に関わる事態であり、戦前に石油全面禁輸から無謀な戦争に突入した記憶も新しい
- 海外からのエネルギー資源の輸送ルートであるシーレーンの安定な確保は重要であり、とりわけホルムズ海峡、南シナ海、東シナ海等での軍事的紛争はその発生防止と抑止に努めねばならないが、できる限り海外資源に依存しない体質とすべきである
- 国際エネルギー機関の最近の見通しによれば既存の在来型油田からの原油生産量は2040年には現在の1/3に下がるとのこと
- 再生可能エネルギーの導入には限界があることから我々の子供、孫、子孫の世代のエネルギーをどう確保するかを真剣に考えることが我々の世代の使命である原子力なしでは成り立たないことを認識すべきである



## **5. 安全リスクゼロの追求は 国民を幸福にできない！ (原子力安全)**

- 東電福島第一原子力発電所事故による原子力災害の実態を反省の原点とした原子力安全性の追求と万全な安全対策の実施は原子力リスクを極少にしている
- 東電福島第一原子力発電所事故による被曝死亡者はゼロであった しかし15万人以上の長期強制避難者を出してしまった
- 脱原発のリスクと原子力利用のベネフィットを的確に評価し現実に即した判断をすべきである

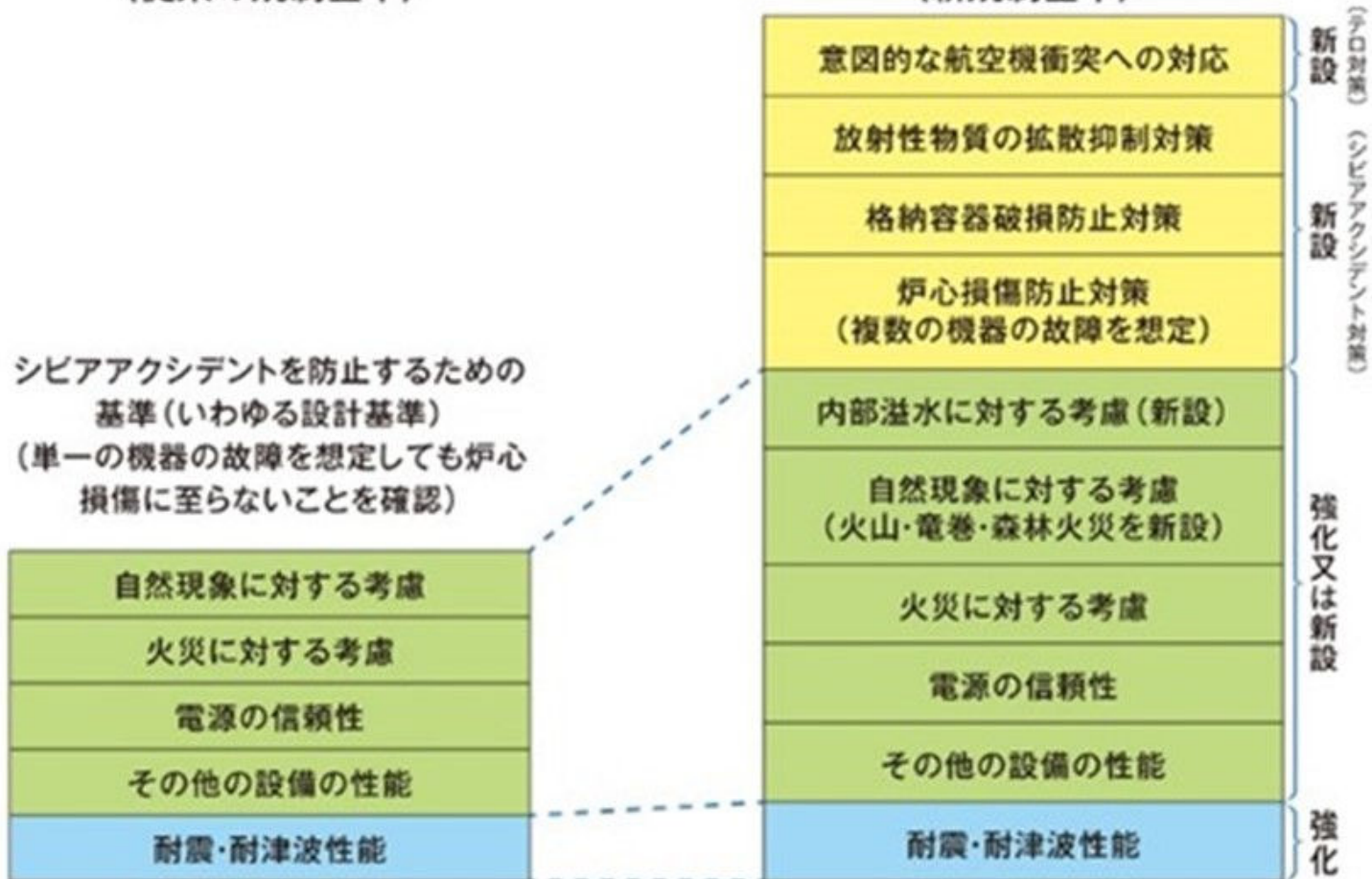
# 東電福島第一原子力発電所事故反省の原点に立って 原子力安全性の追求と万全な安全対策の実施は 原子力リスクを極少にしている

- 東電福島第一原子力発電所事故以来既に7年経過しその間原子力規制委員会で厳格な新規制基準に準拠して安全性の確認が進められ、遅々ではあるが原発の再稼働も進められている
- 新規制基準は従前の規制基準を強化すると共に、自然災害対策、シビアアクシデント対策、テロ対策等の新設基準を設けた
- 万全な安全対策としては、大津波対策の頑丈な防潮堤、分厚い防水扉・水密扉、非常用電源と炉心冷却のための外部電源車・大容量ポンプ車、放射能放出を抑制するフィルター付きベント設備等を設置した
- このような人間の叡智と高度の技術を結集して構築した安全対策は原子力安全性を極限に向上したものであり、そのリスクは他の社会リスクに比べけた違いに小さいものとなっている
- 万全な安全対策の実施により原発の安全性は心配のないレベルまで向上している実態を広く理解されるべきで、原発は危険なものとする根拠はない

# 原子力発電所の新規制基準

〈従来の規制基準〉

〈新規制基準〉

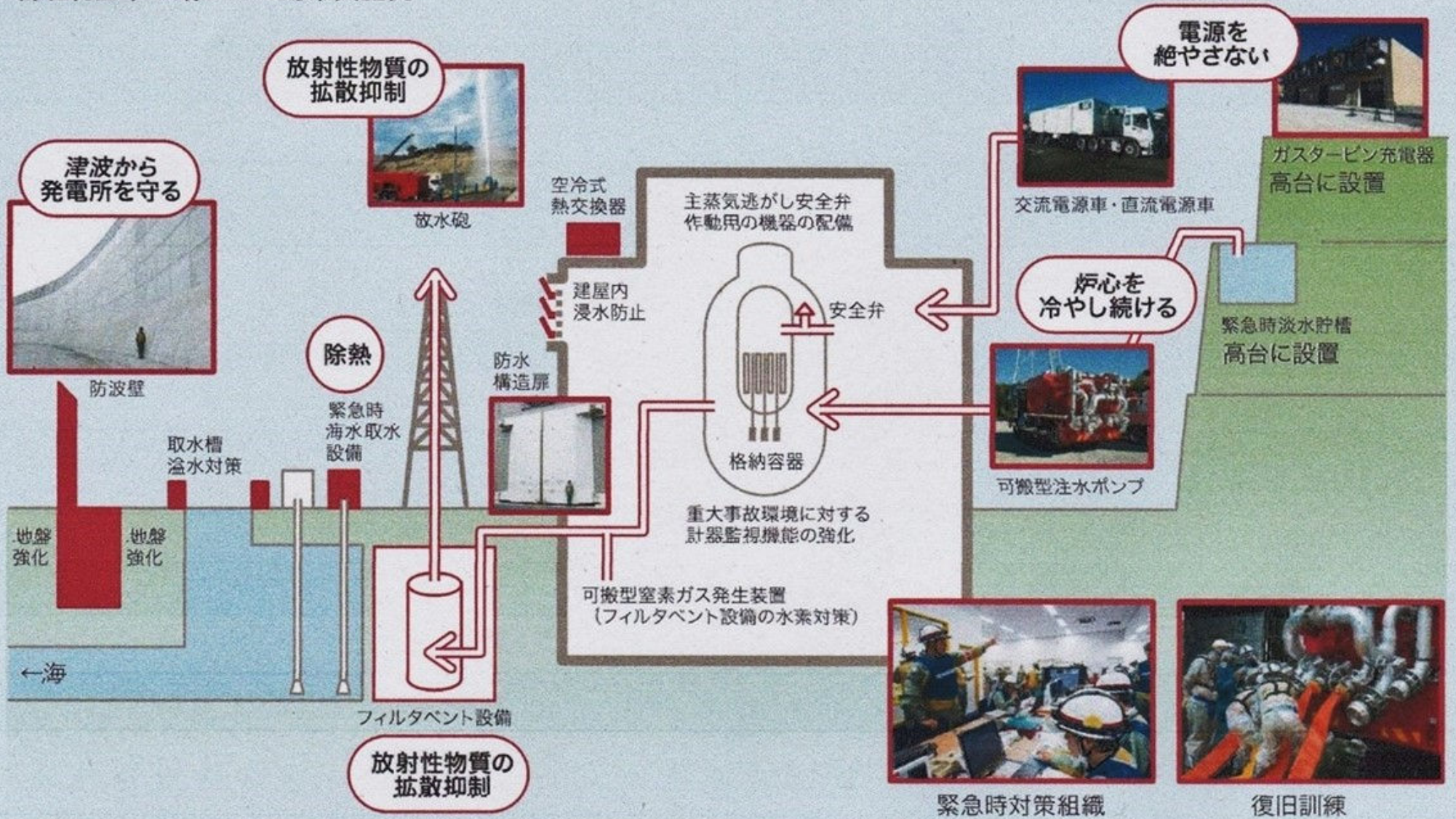


5-2-8

出典：原子力規制委員会ホームページより作成

原子力・エネルギー図面集 2016

新規制基準を踏まえた対策実施例



写真提供：中部電力株式会社

日本のエネルギー 2017 <http://www.enecho.meti.go.jp/>

## 東電福島第一原子力発電所事故による被曝死亡者ゼロであったが15万人以上の長期強制避難者を出してしまった

- 事故に際して病人を含む強制避難と長期避難生活で体調を崩されたり多数の震災関連死を招いてしまったことは誠に残念なことである
- しかし事故後の的確な避難対応で被曝死亡者ゼロであったことは不幸中の幸いではあったが、極度に煽られた放射線への恐怖は意図的に作られた虚構ではなかったろうか
- 国際基準から見て必要以上に厳しくした食品基準や除染基準はその対応のため地域の労苦の負担や税金のムダ使い等弊害のみあって、今では全く益なしである
- この実情は早急に改善しないと国際感覚から遊離したガラパゴス症候群の典型となるのではないか

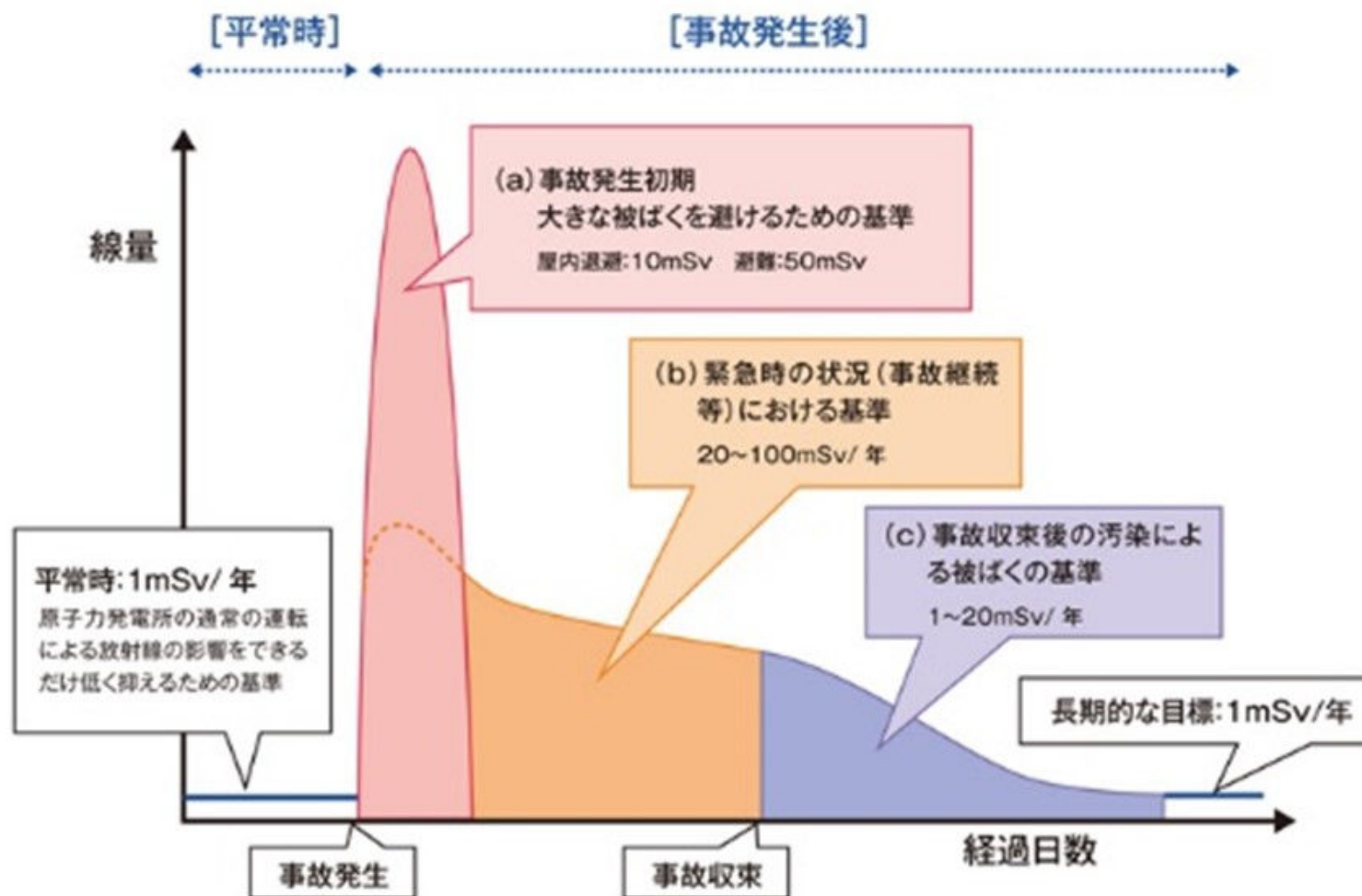


# 食品基準値の国際比較

(単位:ベクレル/キログラム)

核種	各国			
	食品群	日本	米国	EU
放射性セシウム	乳児用食品	50	1,200	400
	牛乳	50		1,000
	飲料水	10		1,000
	一般食品	100		1,250
食品基準値の考え方		被ばく線量が年間1ミリシーベルト以内になるように設定。 一般食品は50%、飲料水と牛乳、乳児用食品は100%が汚染されていると仮定して算出。	被ばく線量が年間5ミリシーベルト以内になるように設定。 食品中の30%が汚染されていると仮定して算出。	被ばく線量が年間1ミリシーベルト以内になるように設定。 食品中の10%が汚染されていると仮定して算出。

# 放射線防護における線量の基準の考え方



## 脱原発のリスクと原子力利用のベネフィットを 的確に評価し現実に即した判断をすべき

- 世の中にはゼロリスクの実態はないのになぜ原子力安全のゼロリスクを追及するのか
- 日本での原子力事故死はJCO事故犠牲者2名のみ、一方自動車事故死亡者は最近激減しているが年間5000人、それでも利便性から自動車の利用は続けられている
- 万が一の原子炉事故が怖いからといって脱原発とした場合の不利益は計り知れない
- 現実を直視したリスク・ベネフィット感覚を醸成することが肝要であろう

## 6. 核燃料サイクルにより日本のエネルギーは 盤石に (Pu利用)

- なぜ使用済燃料を再処理するのか
- 核燃料サイクルにより使用済燃料を有効利用
  - 数千年分のエネルギー資源を確保
  - 当面は軽水炉でMOXを利用
  - 将来は高速炉で全量利用
- 再処理・軽水炉プルサーマルにより約2割ウランを有効活用
- 再処理・高速炉サイクルにより数千年分のエネルギー資源を確保
- 再処理・ガラス固化処分は直接処分より有利
  - 核燃料の有効利用(ウランのほとんど利用)
  - 直接処分より再処理・高レベル廃棄物処分の方が処分面積と毒性が低減

# なぜ使用済燃料を再処理するのか

- 核燃料サイクルにより使用済燃料を有効利用する
  - 使用済燃料を再処理し、残存ウランと生成されたプルトニウムを取り出し、核燃料をとことん活用する
  - 当面の再処理MOX燃料の軽水炉利用(プルサーマル)により、ウラン燃料を約20%有効活用できる
    - 欧米諸国でも軽水炉プルサーマルを実施
  - 将来は高速炉利用により数千年のエネルギー資源が確保される
    - ロシア、中国、フランスで開発、稼働
  - 再処理による発電コストは直接処分と僅差(kwh当たり1円未満)
  - エネルギー安定供給への貢献が大
- 再処理による高レベル放射性廃棄物の処分は、使用済核燃料の直接処分より有利
  - 発熱量が少ないため処分場の面積を少なくできる
  - 再処理廃棄物にはPuが含まれないため放射性毒性が少ない
- 再処理の有無に関わらず、使用済燃料の処分は避けられない
  - 再処理が最善の選択

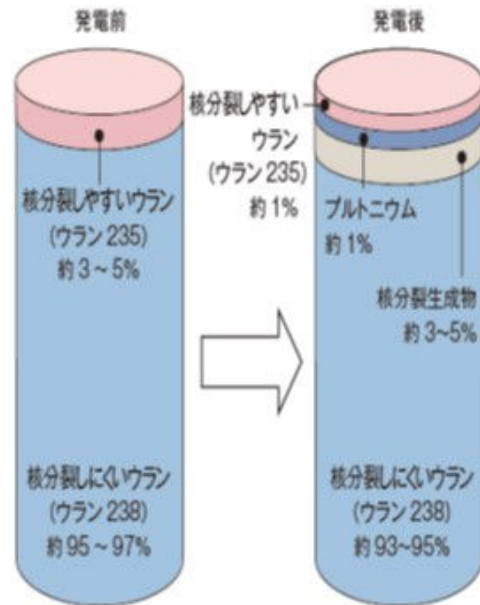
# 使用済燃料の有効利用

- 核燃料サイクルとは
  - 原子力発電所の使用済燃料を再処理し、取り出したウランとプルトニウムを再利用する
    - 当面は軽水炉でMOX燃料、ウラン燃料として利用することによりウランの利用効率が約20%向上する
    - 将来は高速炉燃料として利用することにより、数千年間のエネルギー資源が確保できる
- 使用済燃料中の核分裂性生成物等は高レベル放射性廃棄物として処分する
  - 使用済燃料の直接処分に比したメリット
    - 処分面積が減少する
    - 毒性が減少する

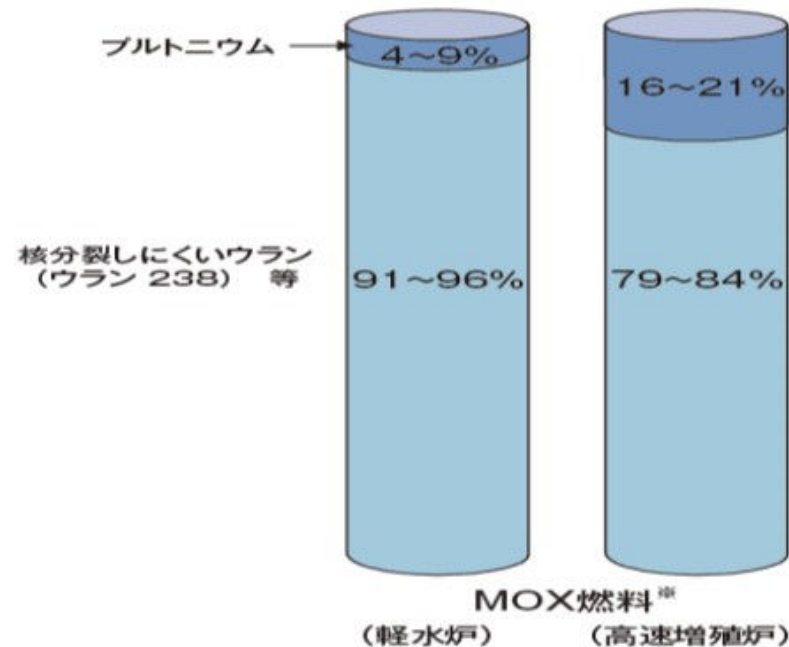
# 核燃料サイクル 再処理によるPu利用

- 軽水炉の初期燃料と使用済燃料の組成
  - 初期燃料 U235 3~5%、U238(残り) 95~97%
  - 使用済燃料 Pu 1%、U235 1%、U238 93%~95%、核分裂生成物 3~5%
- 再処理により使用済燃料中のPuとU235からウラン燃料とMOX燃料を生成
  - 軽水炉用ウラン燃料 (軽水炉初期燃料と同程度)
  - 軽水炉用MOX燃料 Pu 4~6%、U238 94~96%
  - 高速炉用MOX燃料 Pu 16~21%、U238 79%~84%

使用前と使用後のウラン燃料

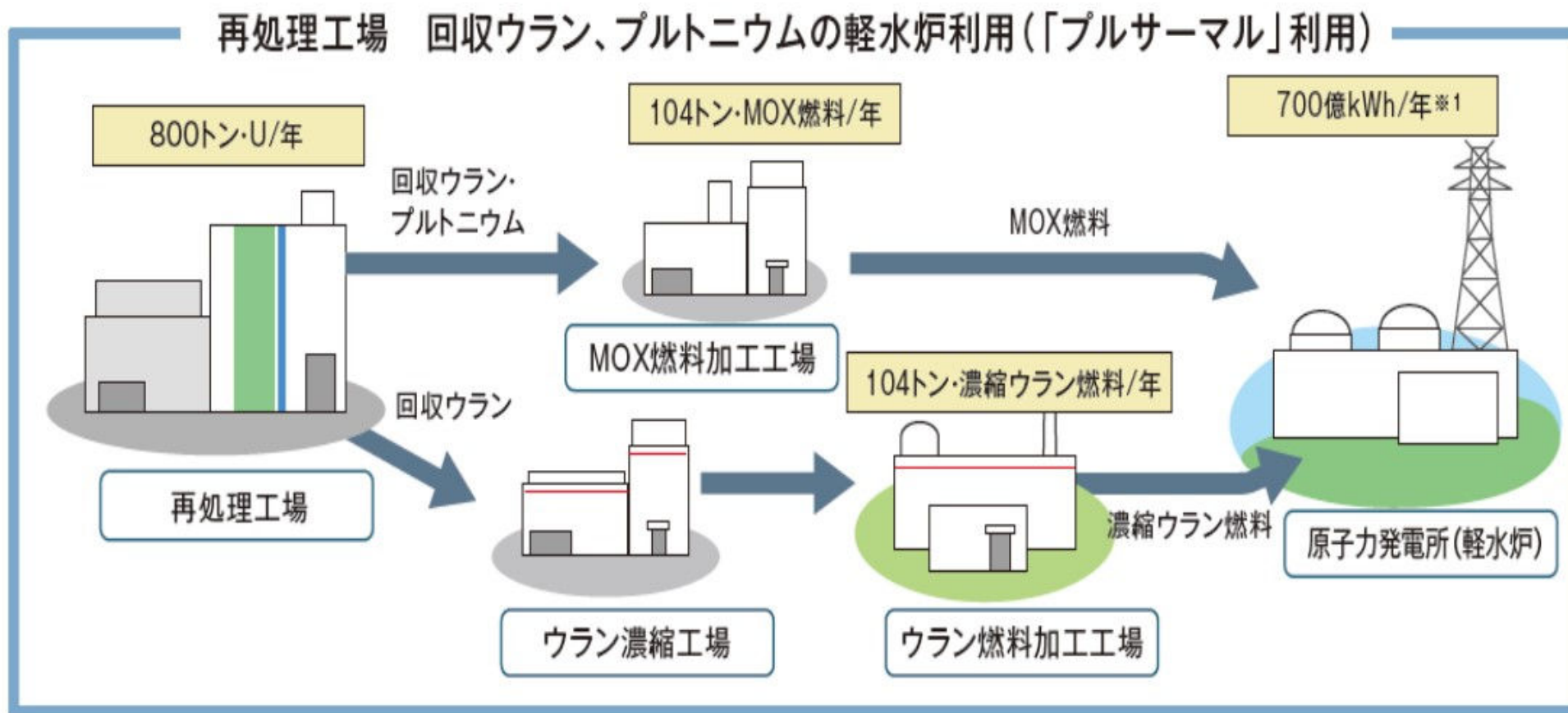


ウラン燃料とMOX燃料



# 核燃料の有効利用1 プルサーマルの軽水炉活用

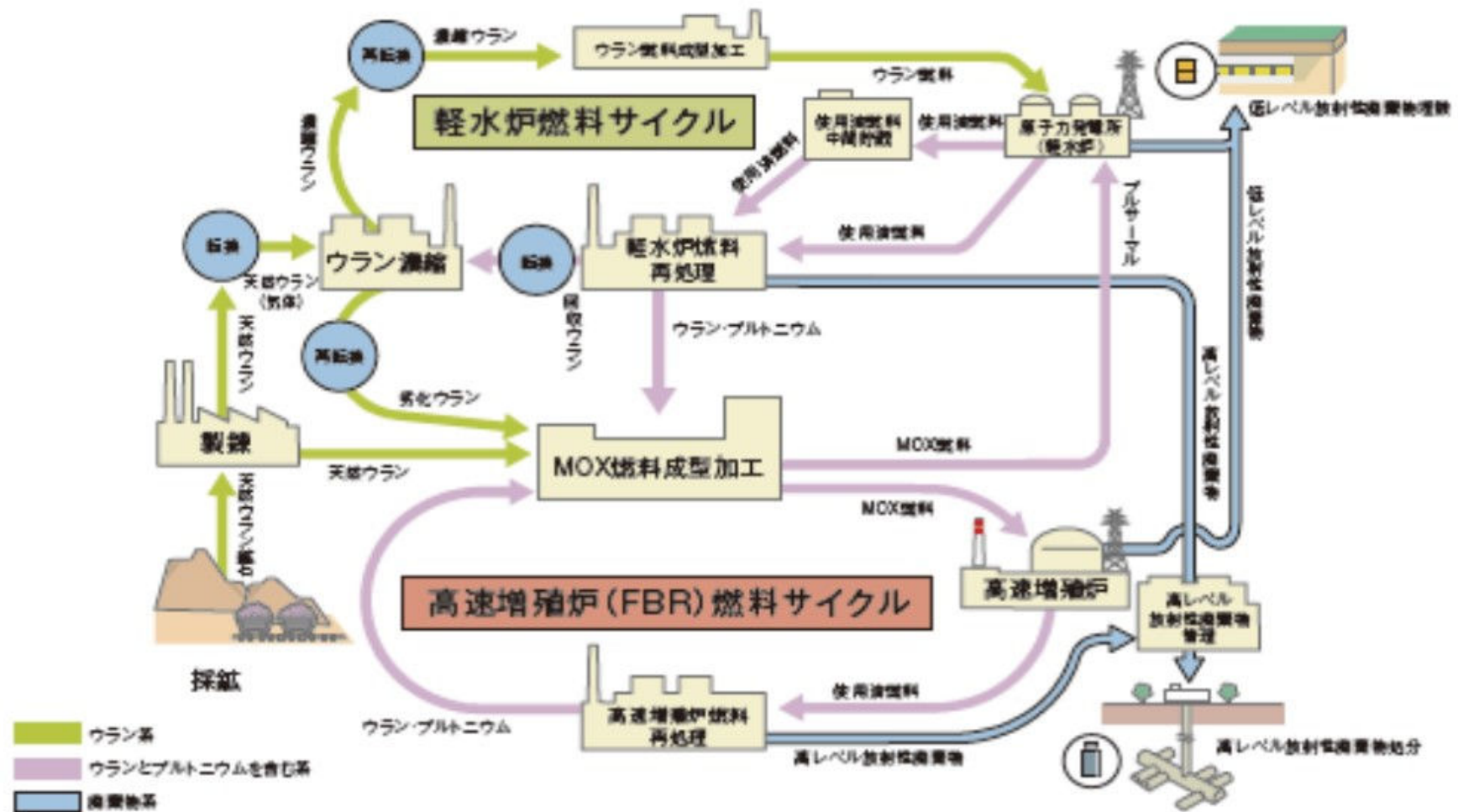
- 再処理工場(設備容量800t-U/年)で使用済核燃料から生成される核燃料の量
  - MOX燃料の年間生成量 : 104t/年 (MOX燃料加工工場で生産される)
  - ウラン燃料の年間生成量 : 104t/年 (ウラン燃料加工場で生産される)
- この燃料による年間発電電力量 700億kWh (100万kW発電所約10基分に相当する)
  - 従って年間に発生する使用済燃料から発生するPuはMOXで消費することができる
  - 備蓄Puは高速炉導入時の立ち上げ燃料としては活用(FBR2機分程度) →余剰Puの心配は無し





# 核燃料の有効利用2 高速炉での活用

- ▶ 高速炉はウラン資源の99.3%を占める非核分裂性ウラン(U238)を核分裂性Puに転換することにより、ウラン資源をとことん利用できる。
  - ▶ U238→Pu への転換比 約1.2 (軽水炉では 0.6程度)
- ▶ これにより数千年間の資源が確保できる



# 直接処分とガラス固化処分

○我が国は、資源の有効利用(※)、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。(エネルギー基本計画(2014年4月閣議決定))

※国内にウラン資源がほとんど存在しない我が国において、国内で得られる資源を効率的に最大限活用することは、エネルギー安定供給やエネルギー安全保障の観点からも重要。

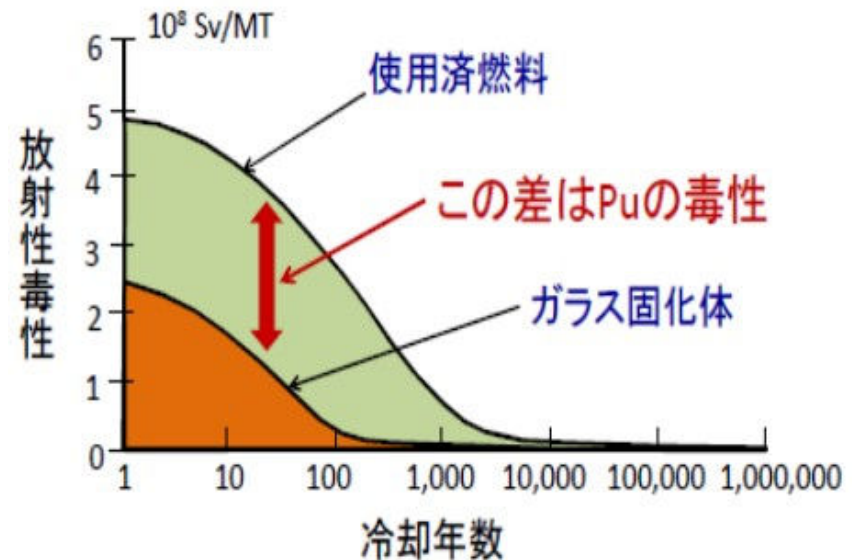
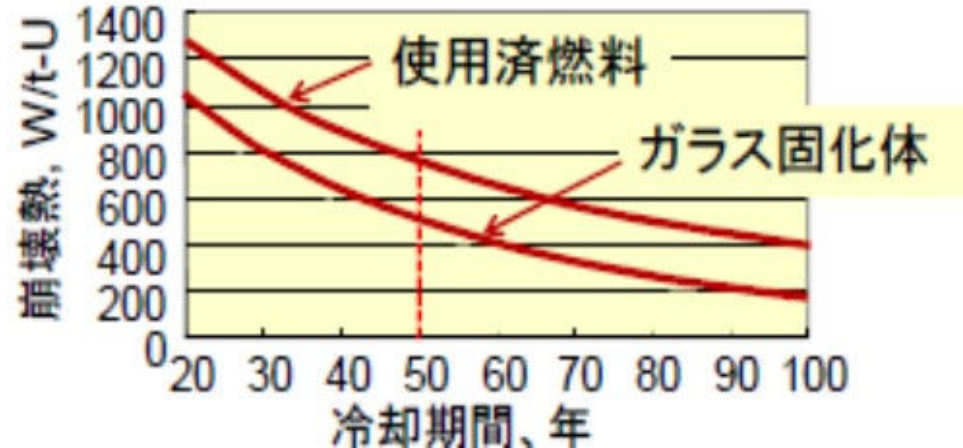
## 高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減の比較

	使用済燃料をそのまま処分 (直接処分)	ガラス固化体にして処分
廃棄物の量	ウラン、プルトニウム等も含めて、使用済燃料をそのまま処分するため、廃棄物の量は多くなる。	使用済燃料からウラン、プルトニウム等を取り出すため、廃棄物の量は少なくなる。
		<b>約4分の1に減容化</b> →
廃棄物の放射能の有害度	半減期の長いウラン、プルトニウム等も含めて、使用済燃料をそのまま処分するため、廃棄物の放射能レベルが高いまま処分される。	使用済燃料から、半減期の長いウラン、プルトニウム等を取り出すため、廃棄物の放射能レベルは低くなる。
有害度が天然ウラン並になるまでの期間(注)	約10万年	約8千年
		<b>約12分の1に低減</b> →

(注)1GWで1年間発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示す。(出典:原子力政策大綱(2005年))

# ガラス固化処分と直接処分 処分場体積と属性比較

- 処分場の広さ
  - ガラス固化体は直接処分に比べ体積が1/4以下
    - 軽水炉再処理 : 0.22
    - 高速炉 : 0.15
  - 再処理により体積の削減とともに発熱量も減少
    - 発熱量大きい程まばら配置で面積も大
- 放射性毒性低減
  - 直接処分10万年
  - ガラス固化体処分ではPuが除去されるので毒性が低減
    - ⇒ 軽水炉再処理 8千年
    - ⇒ 高速炉 3百年



## 7. 高レベル放射性廃棄物は地中深く 安全に処分する（廃棄物処分）

- これまでの原発の運転に伴い 既にガラス固化体換算で25,000本相当の使用済燃料が発生している
- 再処理廃液の高レベル放射性廃棄物はガラス体に溶かし安定化処理をする
- ガラス固化体は安定した深い地層に安全に埋設する
- ガラス固化体の放射能は当初は高いが長期埋設後には低レベル廃棄物並みの放射能に減衰する
- 日本列島にはガラス固化体の地層処分に適した場所が多くある

## 再処理廃液の高レベル廃棄物は ガラス体に溶かし安定化処理する

- ガラスは色々な物質を溶かし込む性質があり、一旦溶かし込んだ物質はガラスが解けでもしない限り外に漏れ出ることはない性質を持っている
- ガラスに物質を溶かし込むと色が付くがエジプト時代に作られた色ガラスは3000年以上たった今でも色あせてはいない
- エジプトの歴史が証明したように、ガラスが長期に亘り物質を閉じ込めるといふ自然の原理を利用したものである

## ガラス固化体は 安定した深い地層に安全に埋設

- ガラス固化体はオーバーパック(金属製容器)に収めて粘土の緩衝材を詰めた人工バリアを深さ300メートル以上の安定した岩盤に埋設して地層処分する
- 地下300メートル以上とは、人間の生活環境から完全に隔離できる深さで地表での人間活動や自然現象の影響を受けない環境にある
- 深い地下は酸欠状態で腐食が進まないという利点もあり、かつ岩石主成分のケイ素濃度が飽和して岩石の水への溶け出しが抑えられるという自然の鎧になっている
- この地層処分は、フィンランド、スウェーデン、フランス等の欧州で先行しており、フィンランドの最終処分場は既に建設が始まっている
- ガラス固化体に含まれる放射性物質が地下水で運び出されようとしても人工バリア周辺で放射能は減衰する

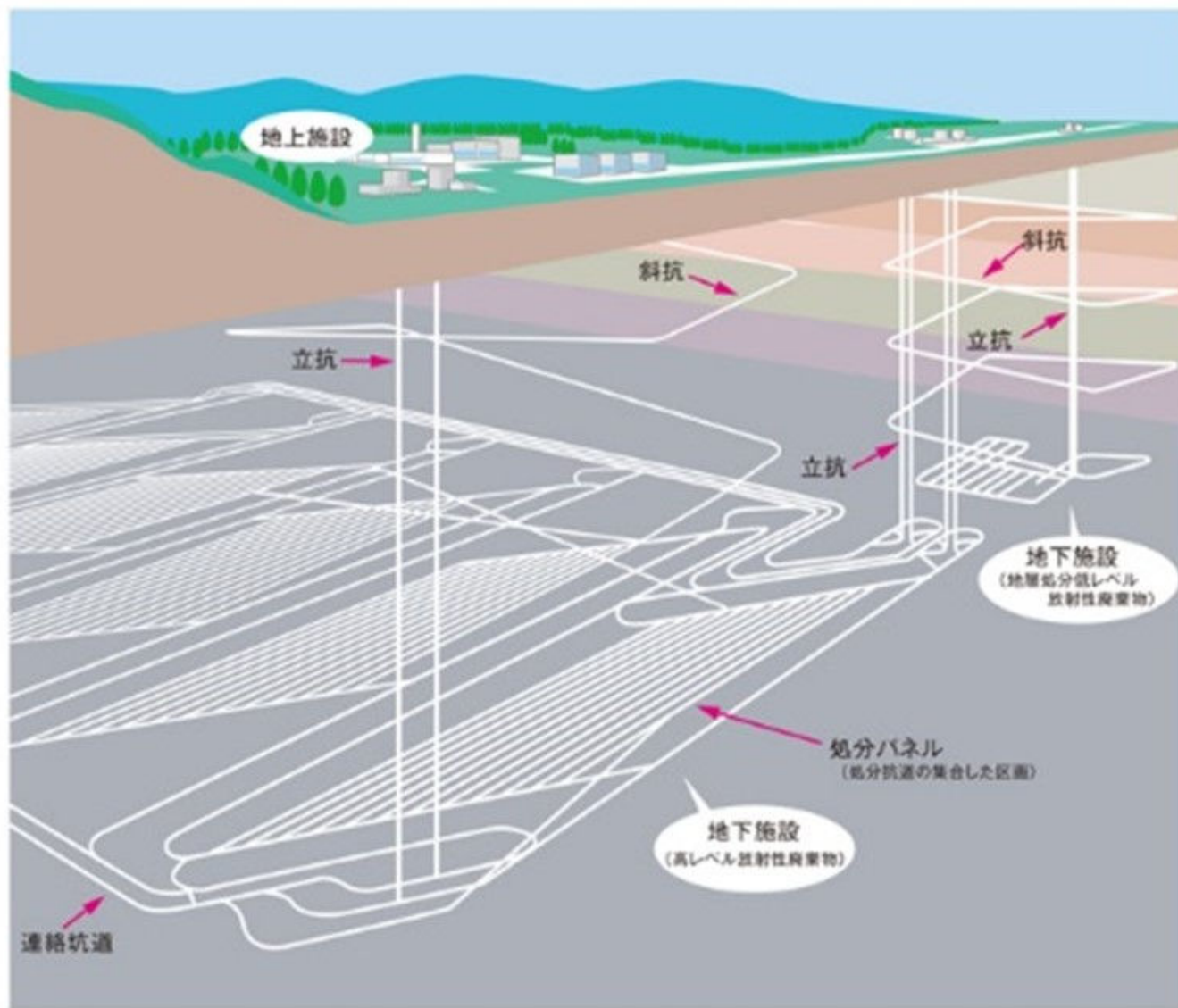
# 高レベル放射性廃棄物の地層処分の概念図

## 地層処分施設のレイアウト例

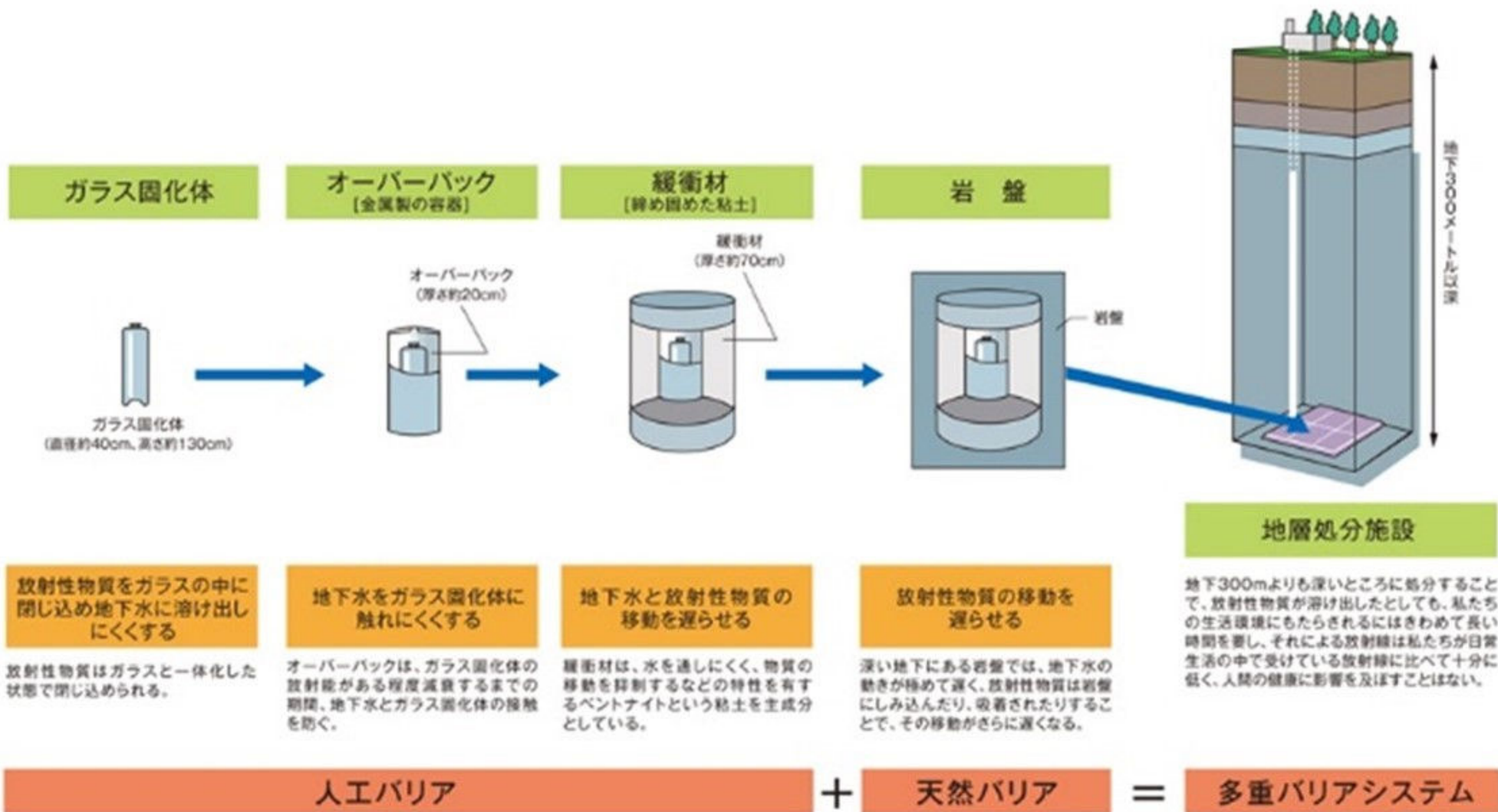
高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物の地層処分施設を併置した例

仕様の一例(結晶質岩、深度1,000mの場合)

地上施設	敷地面積1~2km <sup>2</sup>
高レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ(平面) 約3km×約2km
地層処分低レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ(平面) 約0.5km×約0.3km



# 高レベル放射性廃棄物多重バリアシステム

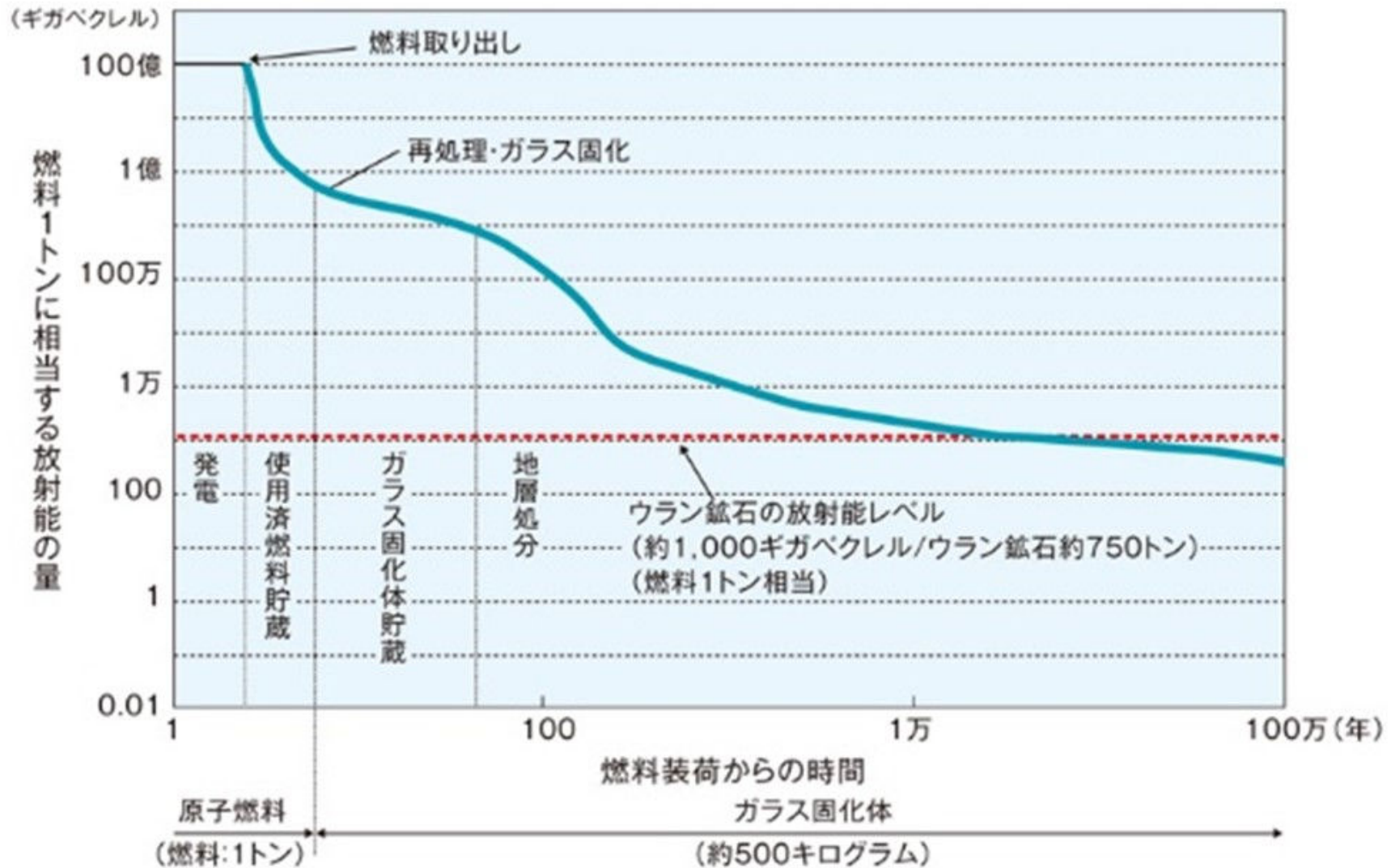




## **ガラス固化体の放射能は当初は高いが 長期埋設後には低レベル廃棄物並みの放射能に**

- ガラス固化体の放射能は地下埋設の当初は強烈であっても1000年後には3000分の1程度に低下して、もはや低レベル放射性廃棄物並みの放射能になる
- ガラス固化体の発生量は極めて少量で、国内全原発の稼働でも国民1人当たり年間5グラム(10円玉1枚相当)しか発生しない
- 一般廃棄物・産業廃棄物は合せて国民1人当たり年間4トン(2トトラック2台分)も発生している状況に比べてもいかに少量であるかが理解できる

# 高レベル放射性廃棄物の放射能の減衰

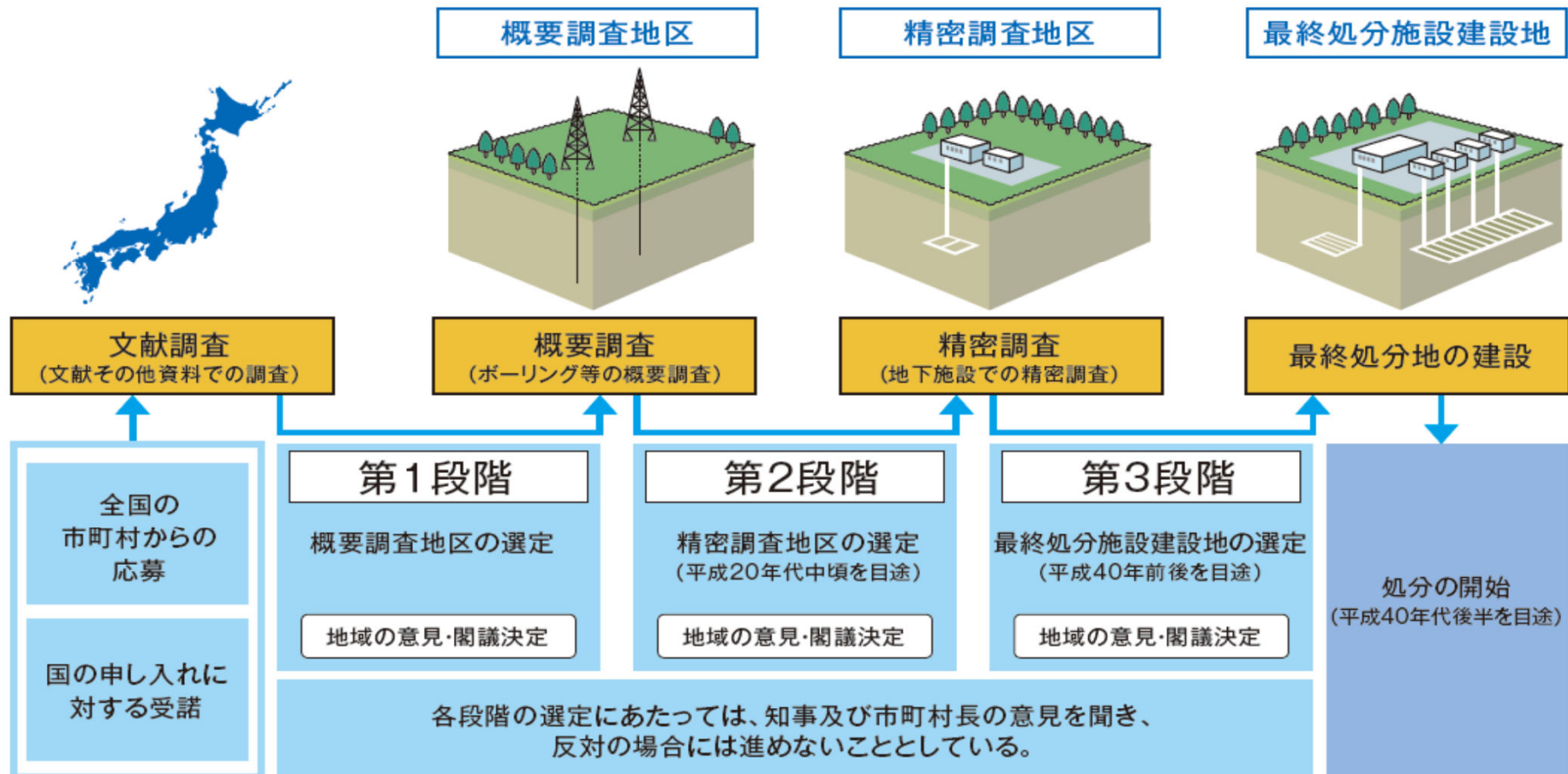


# 日本列島にはガラス固化体の地層処分に 適した場所が多くある

- 地震や火山噴火の多発する日本列島には地層処分の適地はないとも巷で言われるが、地域の科学的特性を示した全国の科学的特性マップが公表され日本列島にも適地が多いことが示された
- 「施設の必要性は認めるが家の裏庭には迷惑施設はご免」という NIMBY症候群とも取れる地層処分の実現性に対する感覚的な処分悲観論から脱却するきっかけになることを願いたい

# 高レベル廃棄物処分地選定プロセス

- 科学的特性マップが公表された





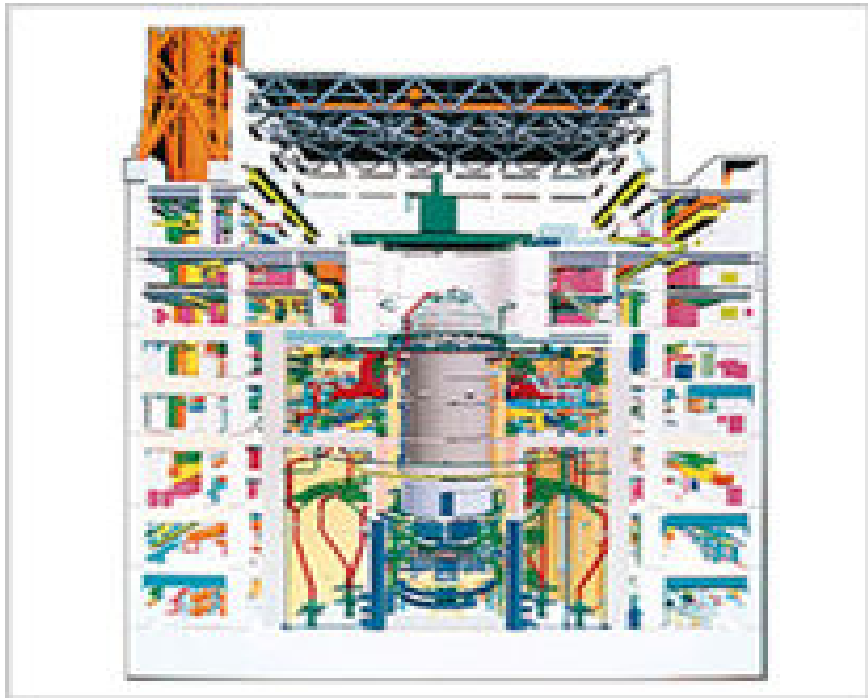
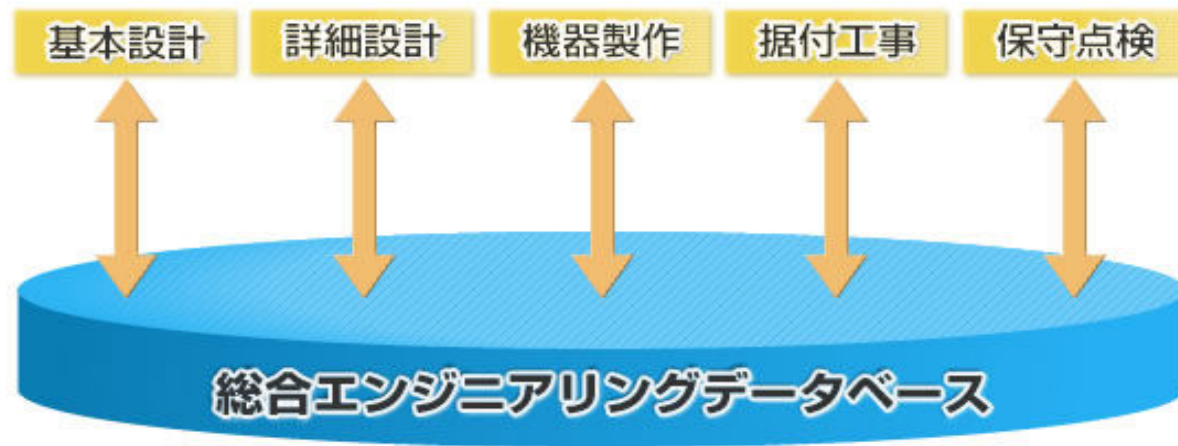
## **8. 我が国の産業基盤維持のため、 原子力産業の発展はゆるがせない！（産業基盤）**

- 原発の設計、建設、運転保守の経験の喪失は原子力産業の停滞につながる
- 原子力産業の没落は日本の産業基盤の衰退に直結する
- 原子力技術の停滞は日本の先進技術開発の退化に至る
- このままいけば 日本の原子力産業は韓国、中国、ロシア等の産業技術に席卷される

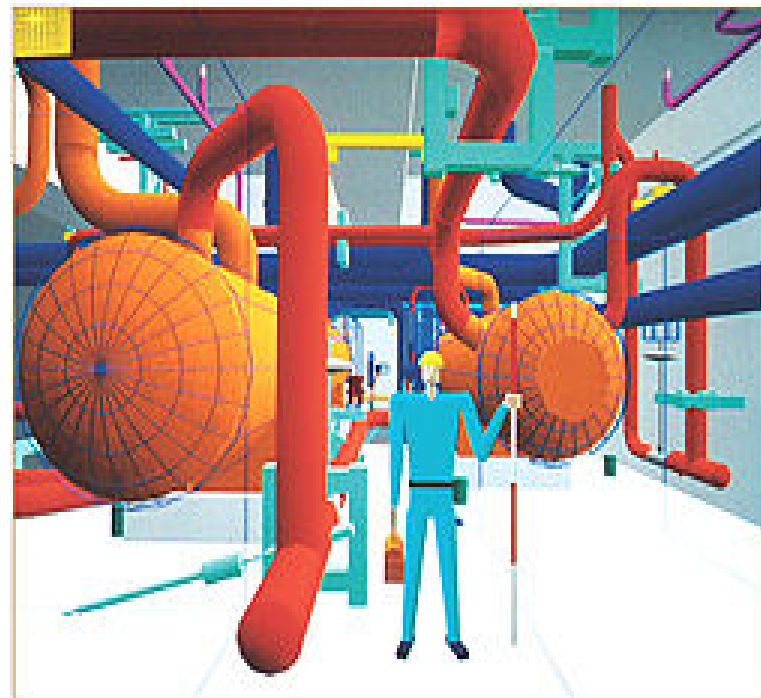
# 原発の設計、建設、運転保守の経験の喪失は 原子力産業の停滞につながる

- 原発の設計建設は総合エンジニアリングとプロジェクト管理によって行い、CAD/CAEシステムツールを大幅に活用して、原発の建設を効率的に進める 設計技術者とシステムツールのいずれを欠いても、円滑な発電所建設はできない
- これまでの原発建設で培ってきた総合エンジニアリングとプロジェクト管理は日本の建設技術を世界屈指のレベルとした しかし新規建設が途絶えるとこの技術を伝承するのは極めて難しいものとなる

# 原子力総合エンジニアリング：全てのデータを コンピューターで一元管理 → 品質向上、工期短縮、原価低減



建設計画のビジュアル化



保守点検のビジュアル化



# 原子力産業の没落は 日本の産業基盤の衰退に直結

- 原子力発電技術は原子核物理、機械工学、電気工学、材料工学、放射線化学、土木工学等の幅広い分野に支えられた総合システム工学で、さらに建設エンジニアリング、保守管理工学等が加わって初めて可能になる21世紀最大のハイテク産業事業である。
- これらを支えているのは電力会社、原子力メーカー、機器製造者、材料メーカー、建設会社等の技術・技能であり、それを可能にしてきたのは国策としての原子力政策であり、それを認めてきた国民の理解である
- 原子力産業にとって国内市場は再稼働が進まないなか、新規建設もめどが立たない状況では、再稼働のための改造工事や廃炉準備作業があるとはいえ、明らかに経営の採算性のみならず、人材確保、技術維持の面でも厳しい状況が続き、経営基盤の弱体化が懸念されている



**原子力発電プラントの建設**  
大型ブロック工法、モジュール工法等を大幅に採用

# 日本の産業は韓国や中国等の産業技術に 席卷される

- 現状のまま放置されると日本の原子力産業は衰退の一途を辿ることになる危惧もあり、たとえ将来原子力需要が急増しても対応できず、韓国、中国、ロシア等の原子力産業に頼ることになりかねない
- 中国、韓国等の原子力産業は、拡大を続ける原子力国内市場での実績、経験を踏まえ、着々と原子力技術の集約を図り、第3世代炉の独自開発も遂行して、先進国の原子力産業にとって代わろうとしている
- 将来は彼らの産業技術に頼ることになるかもしれない、この実態を安易に傍観し事実をそのまま認めて良いのだろうか

## 9. 原子力指向の世界的潮流の中で 取り残されてよいのか（世界的潮流）

- 欧米先進国の原子力開発は停滞気味と言われるがアジア諸国を中心に原子力推進の潮流は強い
- 中国、ロシア、インド、韓国等で原発の新規建設が目白押しである
- 日本の将来は韓国、中国、ロシア等から原発を輸入することにならないか

# 世界の潮流

## 2030年と2050年の原子力発電予測

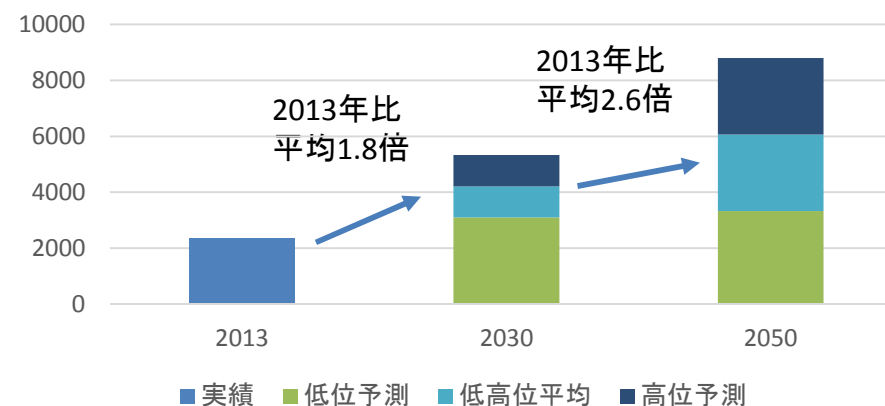
世界は原子力発電の依存が増大する

2030年、50年における原子力発電量と発電規模予測は以下の通り(2013年比、低、高位予測の平均値)

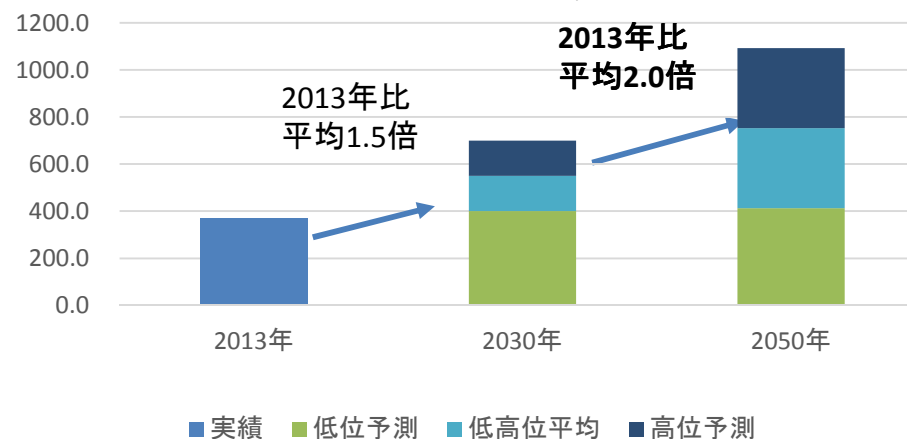
- 発電量(TWh)
  - 2030年 1.8倍
  - 2050年 2.6倍
- 発電規模(GW)
  - 2030年 1.5倍
  - 2050年 2.0倍

出典 IAEA「世界の原子力発電予測」(IAEA2017)

原子力発電量予測 TWe  
IEAE2017より



原子力発電規模予測 GW  
IEAE2017より

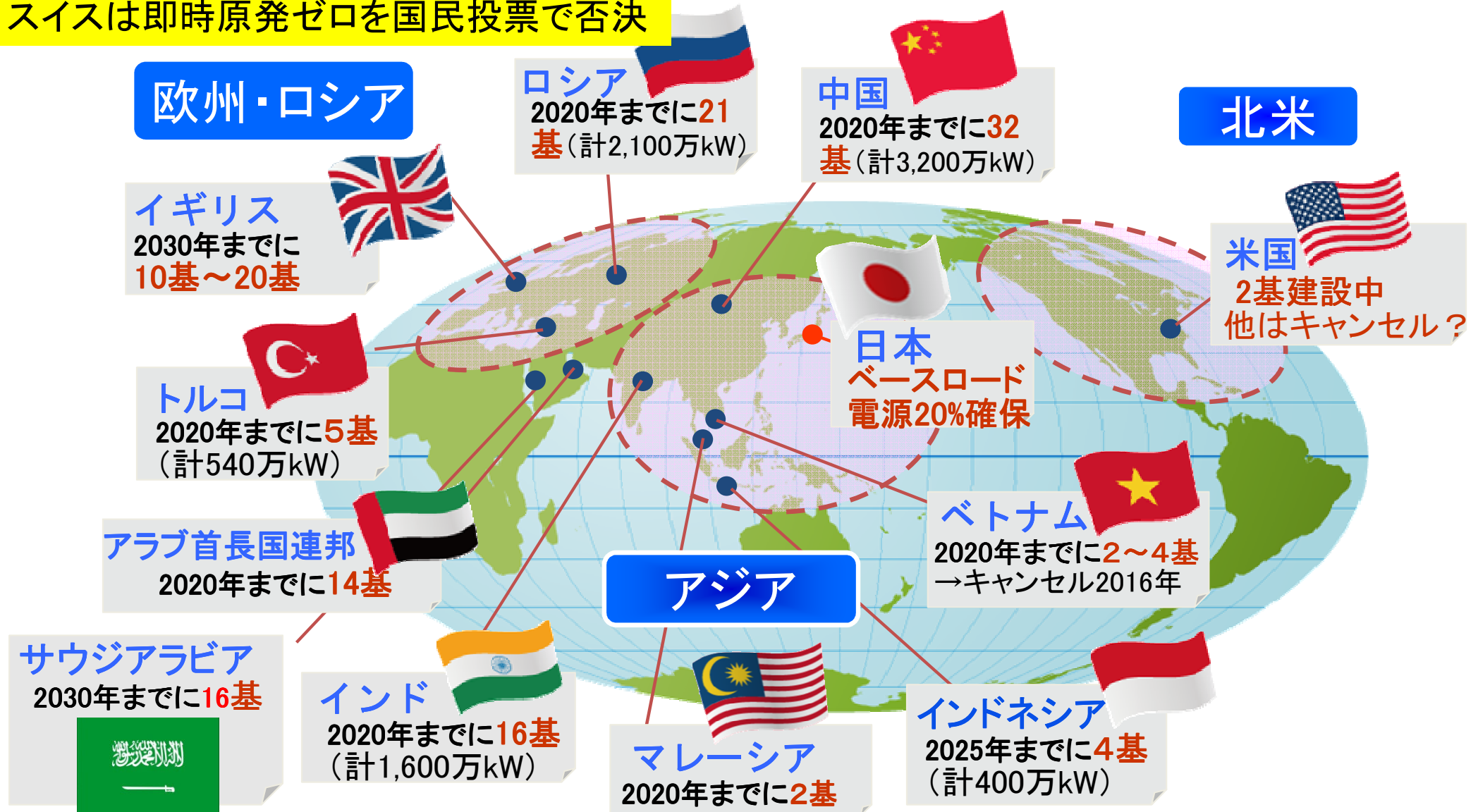


# 欧米先進国の原子力開発は停滞気味と言われるが アジア諸国を中心に原子力推進の潮流は強い！

- 世界で現在運転中の原発は439基4億600万kwで過去1年間に8基が運転開始した(中国5基、米国、韓国、ロシア各1基)
- 新規に建設着工した原発は中国で3基、パキスタン1基で現在建設中の世界の原発は69基、7,290万kwである
- 新設計画の進展も見込まれ、世界各国で98基、1億1,116万kwの新規建設が計画されている。
- 世界では原子力発電は必要欠くべからざるものとして認識され、脱原発に向かっている国はほんの一部のみで、明らかに世界の潮流は原子力推進へと鮮明に向かっている

# 原子力発電所の建設は続く

■ 欧州・中国・ベトナム・インドネシア・アラブ諸国を中心に今後150基以上が建設  
スイスは即時原発ゼロを国民投票で否決



## 中国、ロシア、インド、韓国等で 原発の新規建設が目白押しである

- 中国では最近5基500万kwが運転開始して、原子力発電容量は35基、3350万kwとなり、日本に次いで世界第4位の規模 だが近々第3位の原子力大国に
- インドでは21基が運転中で、6基が建設中 2032年までに 原子力規模を6,300万kwとし、2050年までには原子力の割合を25%に拡大する目標
- 韓国では世界初のAPR-1400新古里1号機が運転開始、原子力設備容量は25基、2,310万kwに、原子力発電量は約30%を占めている



## **10. 日本のエネルギーの未来は（原子力あるのみ）**

- 1970年代の石油危機は原子力の備えができたから乗り越えられた
- 現在の原子力発電の窮状
- 21世紀中葉以降も原子力が柱
- 22世紀のゼロ・エミッションは原子力なしでは不可能

# 1970年代の石油危機は 原子力の備えができたから乗り越えられた

- 日本の原子力開発の経緯
  - 1954 Atoms for Piece アイゼンハワー演説
  - 1955 原子力基本法の制定
  - 1956 原子力委員会、科学技術庁原子力局が発足
  - 1963 原研動力試験炉が初発電に成功
  - 1966 原電東海発電所が運転開始
  - 1970 原電敦賀1号機、関電美浜1号機が運転開始
  - 1971 東電福島第一1号機が運転開始
- 1970年代の原子力時代の幕開けにより石油危機を乗り越えることができた！ 備えあれば憂いなし
- 1970年代に20基が稼働開始 ⇒ 原子力時代が幕開
  - 1970年代の石油危機は原子力の備えができたから
  - 2010年までに57基が稼働、エネルギーの安定供給に寄与

## 原子力発電所の年代別運転開始基数

年代	基数	備考
1960年代	1	廃炉(東海発電所)
1970年代	20	16基廃炉(敦賀1、美浜1、福島第一1等)
1980年代	16	
1990年代	15	
2000年代	5	最新は泊3(2009年運転開始)
合計	57	

## 現在の原子力発電の窮状

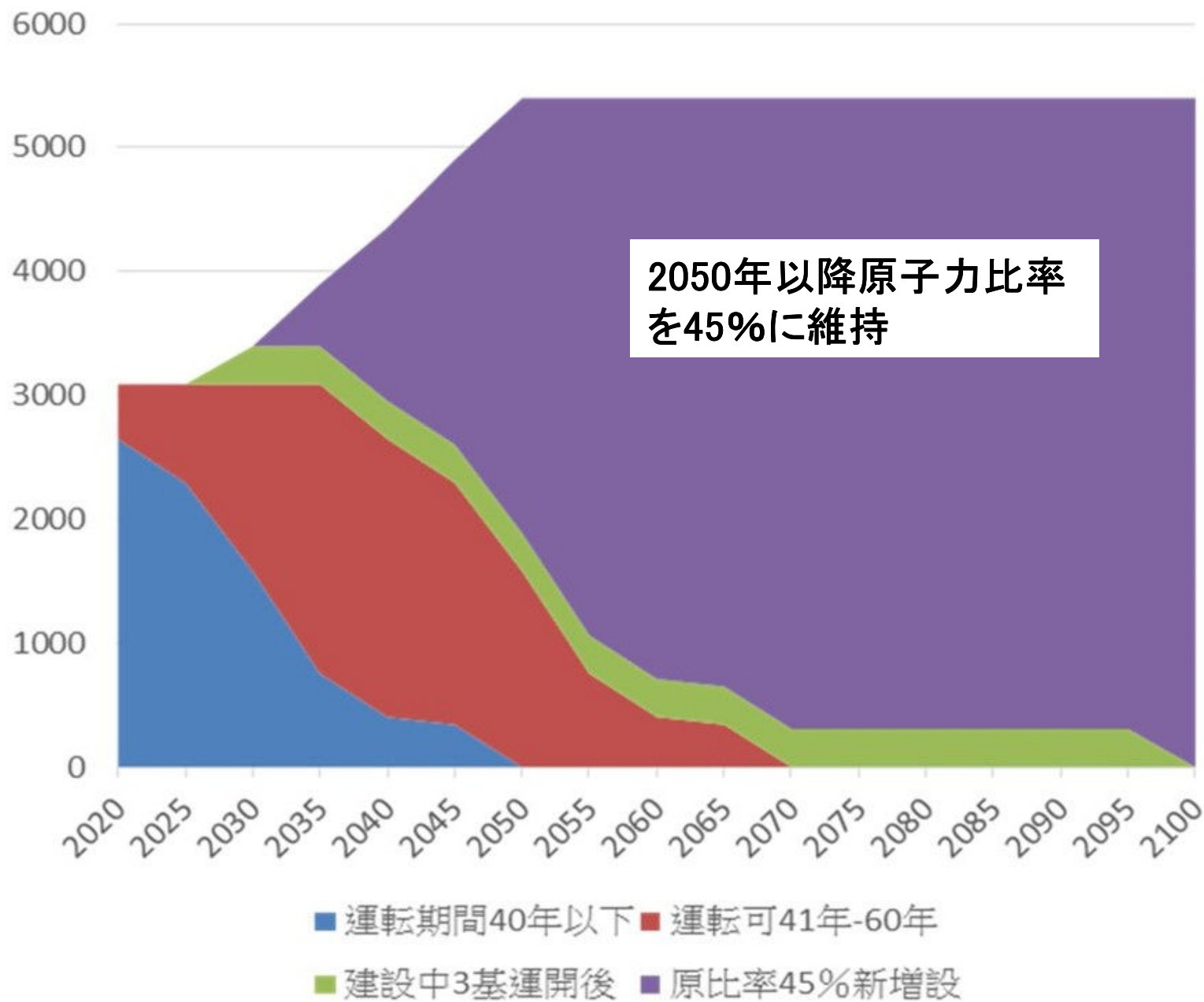
- 我が国では新規規制基準適合性審査に合格したものの14基のうち再稼働に入った原子力発電所は未だ5基のみの厳しい状況にある
- 再稼働は依然として遅々としており、原発の大半が運転を再開するには日時を要する厳しい状況にあり、建設中の原発3基の審査も中断している
- 第4次エネルギー基本計画では2030年での原子力発電比率は20-22%目標とされてはいるが、それには大半の原発が再稼働し運転期間は60年に延伸することが実現しないとエネルギー基本計画は絵に描いた餅となる

# 21世紀中葉以降も原子力が柱

## 2050年CO2削減80%の対応策の一例

- 変動再エネ電源（太陽光、風力）は同量のゼロ・エミッション電源が必要となる
  - ゼロ・エミッション電源 80%
    - 原子力発電 45%
    - 安定再エネ 15%
    - 変動再エネ 20%
    - ゼロ・エミッション電源
    - 変動再エネバックアップ電源 20%
      - ゼロ・エミッション電源による：CCS付き火力、電力貯蔵など
  - 化石燃料電源 20%
- 原子力発電45%の実現には原発のリプレース・新規増設が不可欠

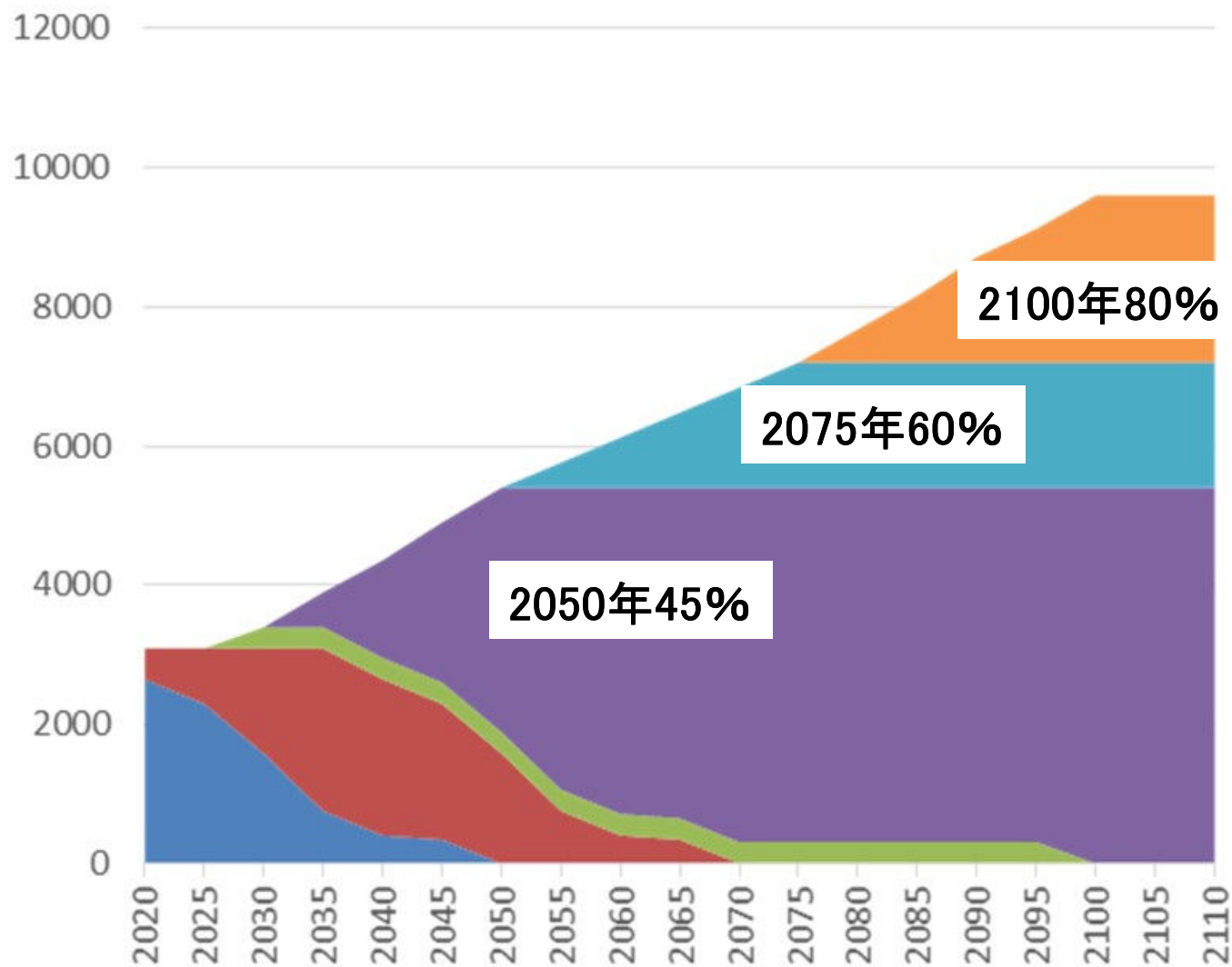
# 2050年原子力比率45%の発電量 億kWh/年



# 22世紀のゼロ・エミッションは原子力なしでは不可能

- 22世紀はゼロ・エミッション時代
- 対応できるのは原子力と再エネのみ
  - 変動再エネのバックアップはCCS付化石燃料
- 原子力発電の比率の段階的引き上げが必要となろう
  - 2050年 45%
  - 2075年 60%
  - 2100年 80%
- 変動再エネの増強オプションは電力貯蔵のイノベーション次第
  - 実現可能性は不確実
  - イノベーションに頼れる段階ではない
  - 現段階ではオプションの一つ

# 2100年に向けた原子力比率と発電量 億kWh/年



- 運転期間40年以下
- 運転可41年-60年
- 建設中3基運開後
- 原比率45%新增設
- 原比率60%新增設増分
- 原比率80%新增設増分



# あとがき

- 再生可能エネルギーの大量導入には限界があることから我々の子供、孫等次の世代のエネルギーをどう確保するかを真剣に考えることが我々の世代の使命であります
- 世界は原子力推進の潮流の中、我が国では脱原発のうねりが根強く、政府も原子力推進を強調できない状況にあるとはいえ、再エネ賦課金の負担2兆円、原発停止による年間3兆円の外貨流出を許すほど日本人は裕福ではない筈
- フランス人のように「アラブの油に頼らず、自国の科学技術を信頼したい」といえないものだろうか なぜ日本の進んだ科学技術と誠実な技術者を信頼できないのだろうか
- 「無責任で夢想的な脱原発の主張は 国家を滅ぼし、国民を不幸にするものだ」と叫びたい気持ちです

(文責: エネルギー問題に発言する会 チームE  
林 勉、小野章昌、石井正則、大野崇、坪谷隆夫、川合将義、峰松昭義、小川修夫)