

なぜ脱原発する必要があるのか

2023/3/13

松久保 肇（原子力資料情報室）



略歴

- 1979年 兵庫県生まれ
- 2003年 国際基督教大学卒
- 2004～2012年 某金融機関で市場監視・システム企画など
- 2012年～ NPO法人原子力資料情報室
- 2016年 法政大学公共政策大学院卒(修士)
- 2022年～ 経産省総合資源エネルギー調査会
原子力小委員会委員/革新炉ワーキンググループ委員



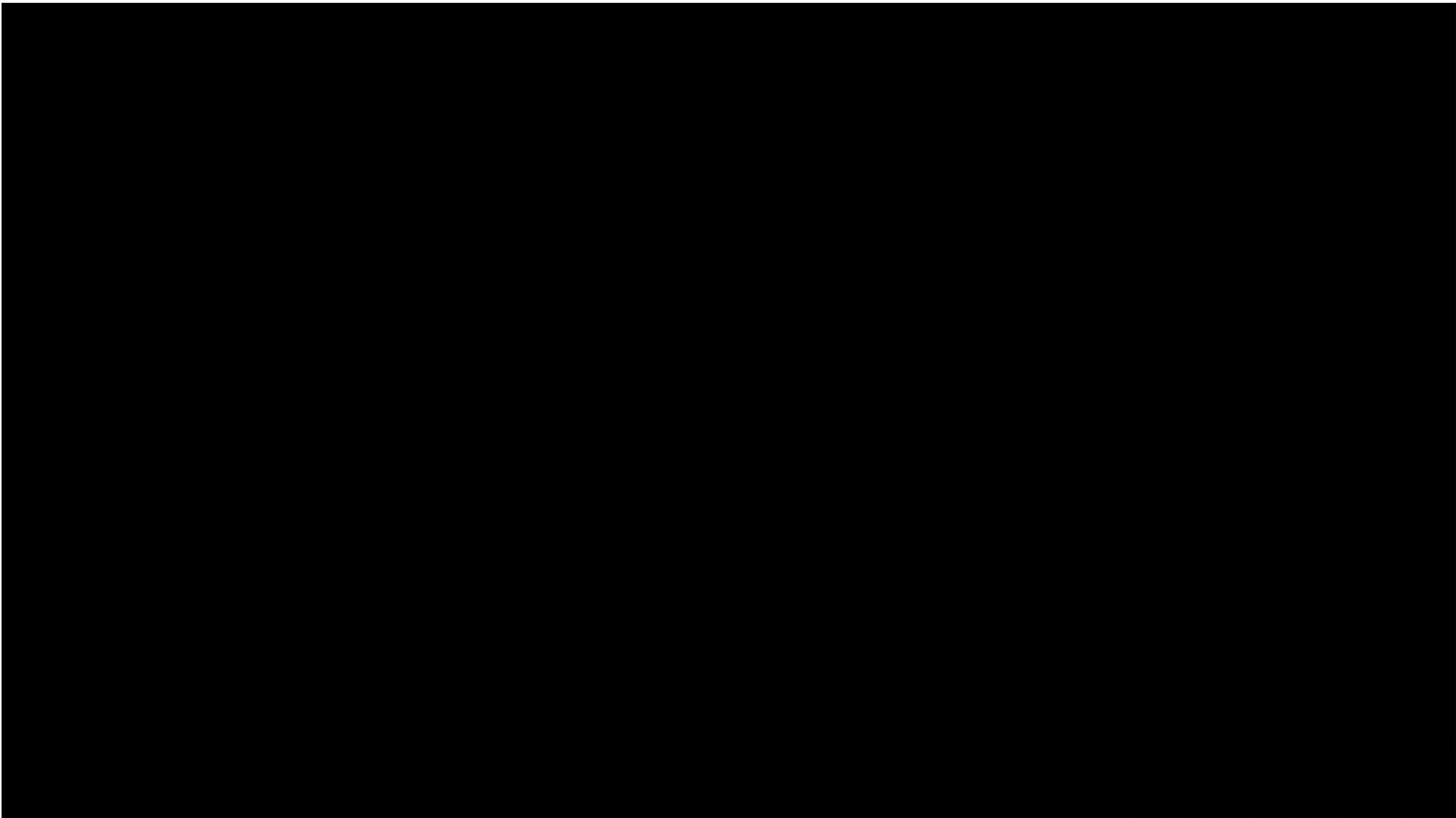
東日本大震災発生 (2011/3/11(金) 14:46)



みなさんどこにいましたか？







15:37～38 津波で福島第一原発1～4号機の全交流電源喪失





19:03 政府は、原災法第15 条第2 項の規定する原子力緊急事態宣言を発出

19:45 枝野官房長官会見で原子力緊急事態宣言を発表



枝野官房長官
「原子炉そのものに今問題があるわけではございません」



19時ごろ JRの運転再開はないと判断
して帰宅開始





JR新宿駅前の状況（平成23年3月11日撮影）
（新宿区役所提供）



<https://www3.nhk.or.jp/news/special/timeline2011/>



20:50 福島県が福島第一原発半径2km圏内に避難指示

21:23 政府は福島第一原発から半径3キロ以内の住民に避難指示。3キロから10キロ以内の住民に屋内退避指示



24時ごろ 吉祥寺のマンガ喫茶 で呆然とテレビを眺める



3月12日(土)



5:44 政府 福島第一原発半径10km圏内に避難指示

7:45 福島第二原発でも原子力緊急事態宣言。国が福島第二原発の半径3km圏内に避難指示、半径10km圏内に屋内退避指示



8時ごろ、帰宅



1号機が水素爆発(15:36)



18:25 福島第一原発から半径20km圏内に避難指示



3月13日(日)



3月14日(月) 出社



3号機が水素爆発(11:01)



3月15日(火)



2号機の格納容器損傷(6:10)
4号機が水素爆発(6:14)



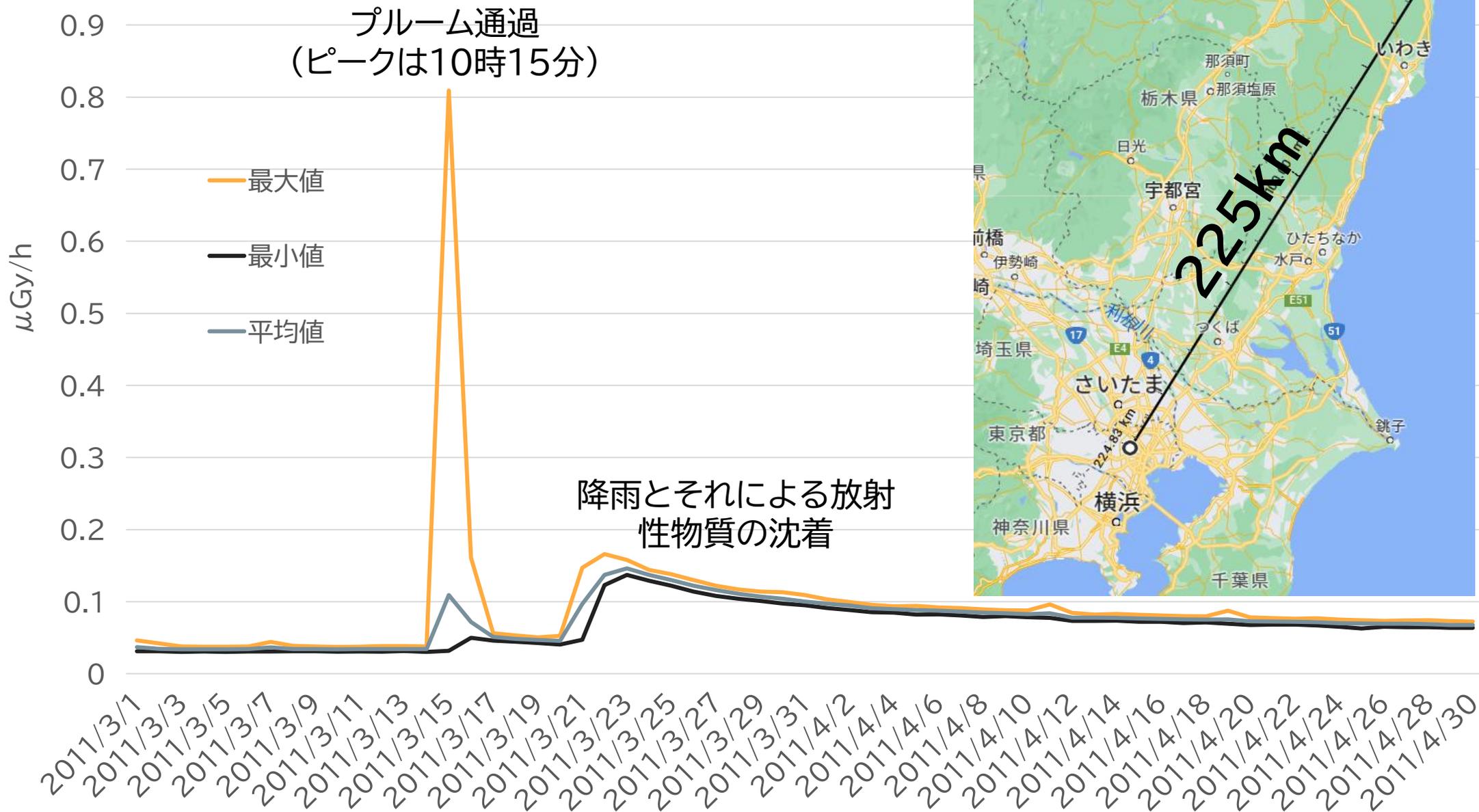
それでも東京は大丈夫だろうと
思っていた(正常性バイアス)



東京の空間線量

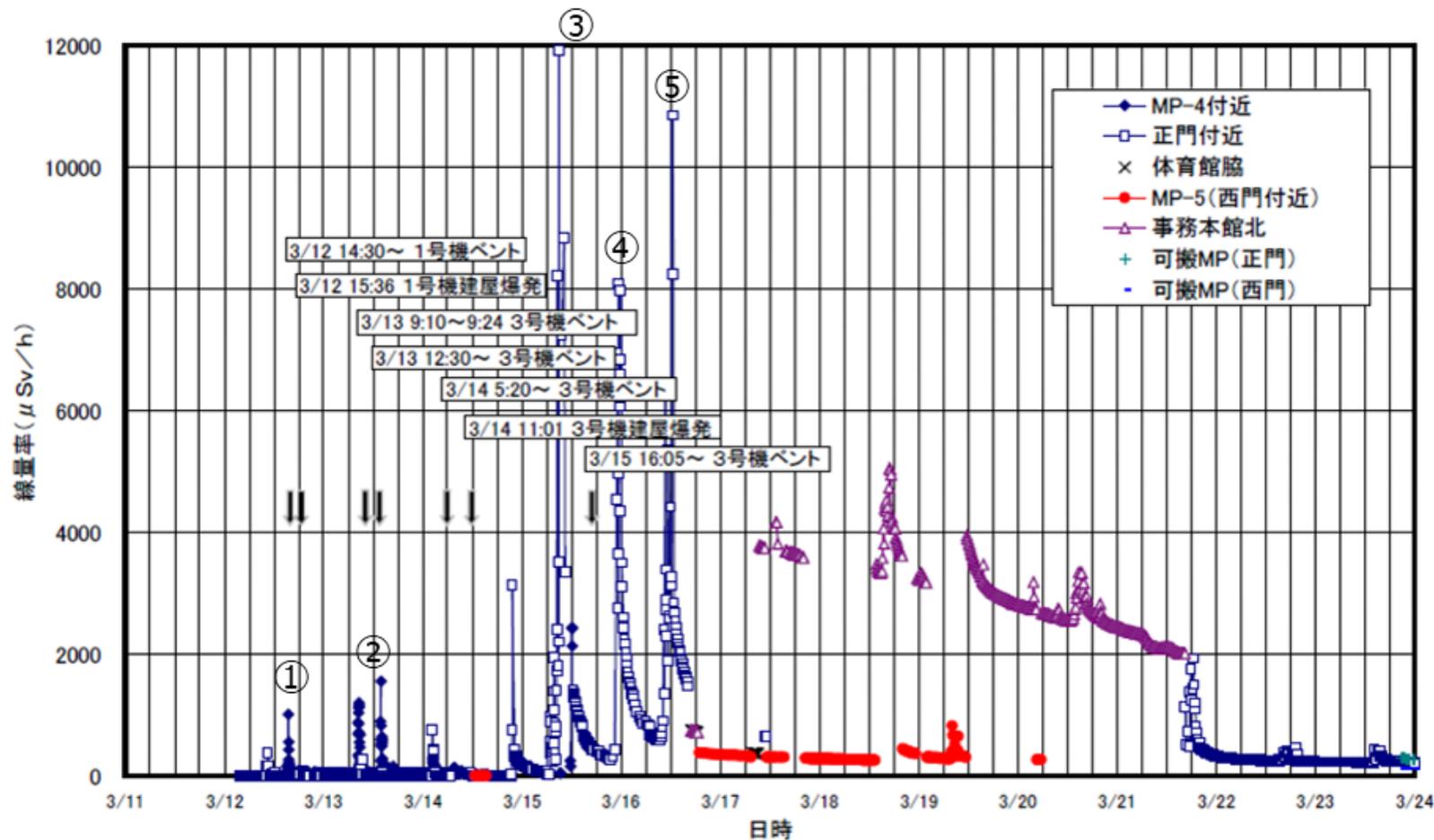


大気中の放射線量/1日単位の測定結果(新宿)



事故直後から2週間の空間線量率 (東京電力福島第一原子力発電所敷地内及び敷地境界)

●東京電力福島第一原子力発電所モニタリングカーにより測定された空間線量率の推移



- ① 3月12日14時:1号機ベント
- ② 3月13日9時:3号機ベント
- ③ 3月15日9時:2号機放射性物質放出
放出時間は同日6時頃
- ④ 3月15日23時:3号機放射性物質放出
- ⑤ 3月16日12時:2号機放射性物質放出

国際原子力機関に対する日本国政府の追加報告書-東京電力福島原子力発電所の事故について-第2報

μSv/h : マイクロシーベルト/時間

原子力規制庁



Term used in Japan for foreigners fleeing the country.
(*Gaijin* = outsiders)

Commenting on his [decision to remain in Japan despite the possible threat from the damaged Fukushima plant](#), Simon Cotterill wrote in The Independent:

A new word, *flyjin*, seems to have entered the Japanese vocabulary. A disparaging pun, it plays on the word *gaijin* which literally means “outsider” and in everyday Japanese describes foreign people. *Flyjins* are those foreigners who have fled Japan during the last week and who some Japanese people now view as merely fair-weather friends.

According to Cotterill:

Much of the criticism of the so-called *flyjin* has come from Japanese workers at companies in Tokyo. They’ve been trying to keep a stiff upper-lip (or in Japanese, *shiran kao shiteiru*, ‘making know-nothing faces’), but their jobs have become impossible because their foreign colleagues, customers, and clients have left Tokyo.

<https://archive.nytimes.com/schott.blogs.nytimes.com/2011/03/24/flyjin/>



福島原発事故 独立検証委員会

調査・検証報告書



福島中央テレビ提供

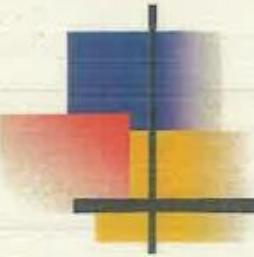
一般財団法人
日本再建イニシアティブ

Discover
ディスカヴァー

2012年3月出版

認定特定非営利活動法人
原子力資料情報室
Citizens' Nuclear Information Center



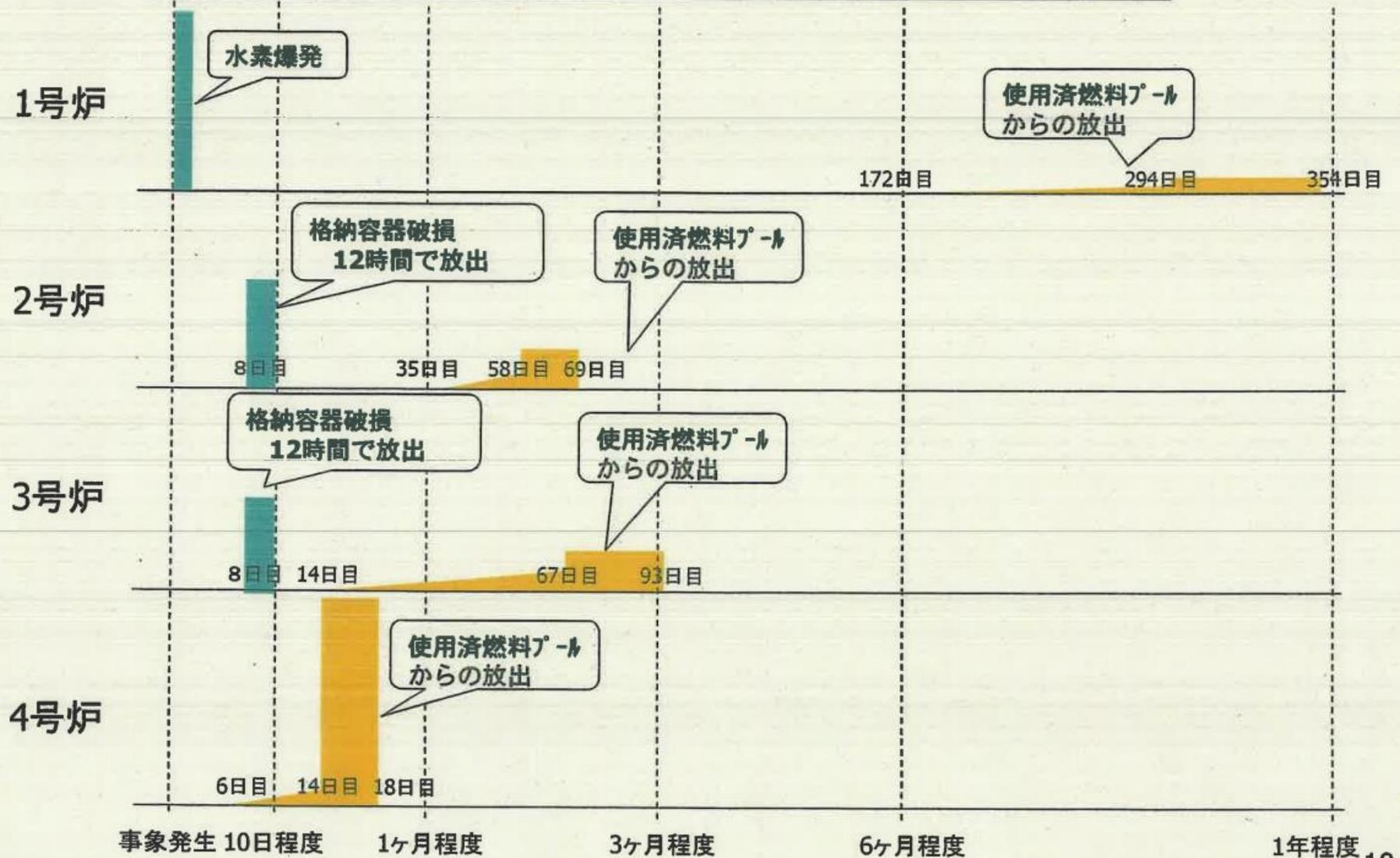


福島第一原子力発電所の 不測事態シナリオの素描

平成23年3月25日
近藤 駿介

放出シーケンス

1号炉水素爆発を起因として、全ての作業ができなくなった場合



線量評価結果について

- 水素爆発の発生に伴って追加放出が発生し、それに続いて他の号機からの放出も続くと予想される場合でも、事象のもたらす線量評価結果からは現在の20kmという避難区域の範囲を変える必要はない。
- しかし、続いて4号機プールにおける燃料破損に続くコアコンクリート相互作用が発生して放射性物質の放出が始まると予想されるので、その外側の区域に屋内退避をもとめるのは適切ではない。少なくとも、その発生が本格化する14日後までに、7日間の線量から判断して屋内退避区域とされることになる50kmの範囲では、速やかに避難が行われるべきである。
- その外側の70kmの範囲ではとりあえず屋内退避を求めることになるが、110kmまでの範囲においては、ある程度の範囲に土壤汚染レベルが高いため、移転を求めるべき地域が生じる。また、年間線量が自然放射線レベルを大幅に超えることを理由に移転することを希望する人々にはそれを認めるべき地域が200kmまでに発生する(容認線量に依存)。
- 続いて、他の号機のプールにおいても燃料破損に続いてコアコンクリート相互作用が発生して大量の放射性物質の放出が始まる。この結果、強制移転をもとめるべき地域が170km以遠にも生じる可能性や、年間線量が自然放射線レベルを大幅に超えることをもって移転を希望する場合認めるべき地域が250km以遠にも発生することになる可能性がある。
- これらの範囲は、時間の経過とともに小さくなるが、自然(環境)減衰にのみ任せおくならば、上の170km、250kmという地点で数十年を要する。



幸運な偶然によって助かった福島第一4号プール

2010年11月に定期点検入り。
地震当時、シュラウドの取換え工事中。

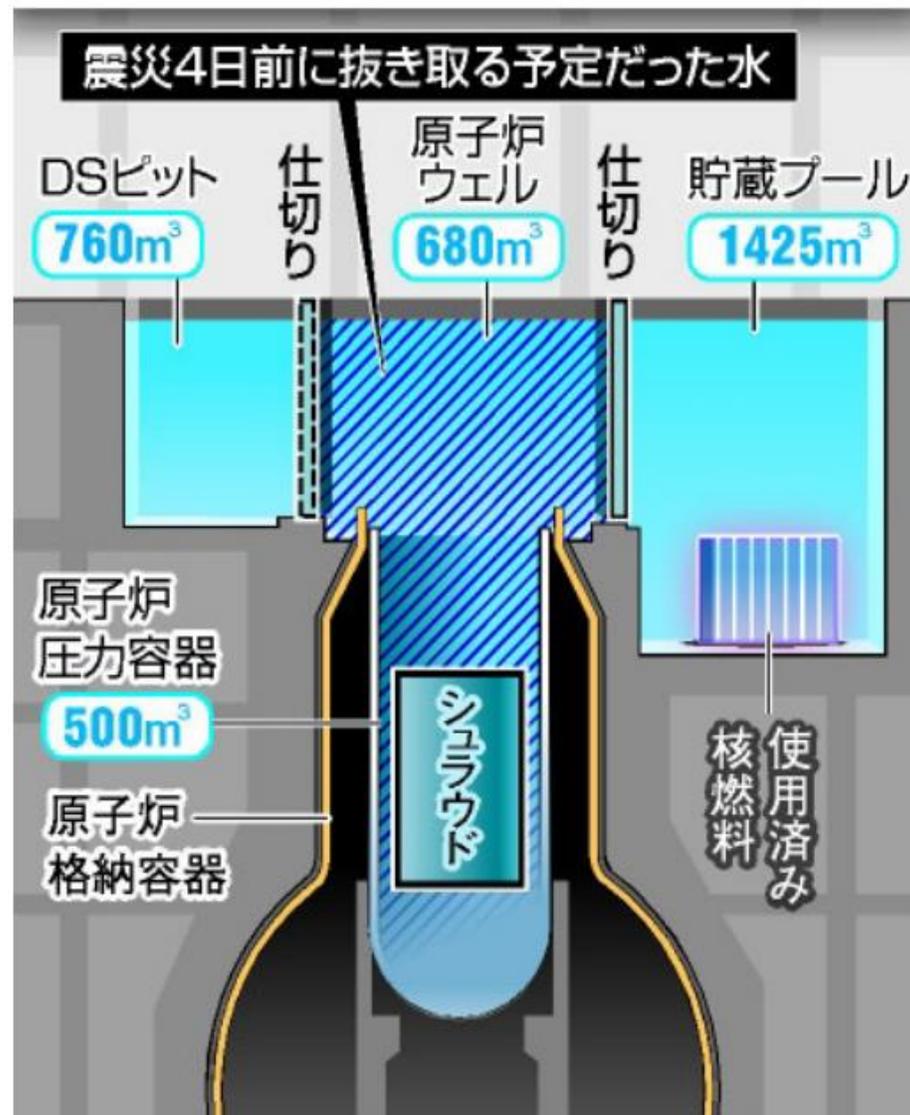
もともとの計画:

シュラウドは水の中で切断し、DSピットまで水中を移動。その後、**3月7日まで**にDSピット側に仕切りを立て、原子炉ウエルの水を抜く計画

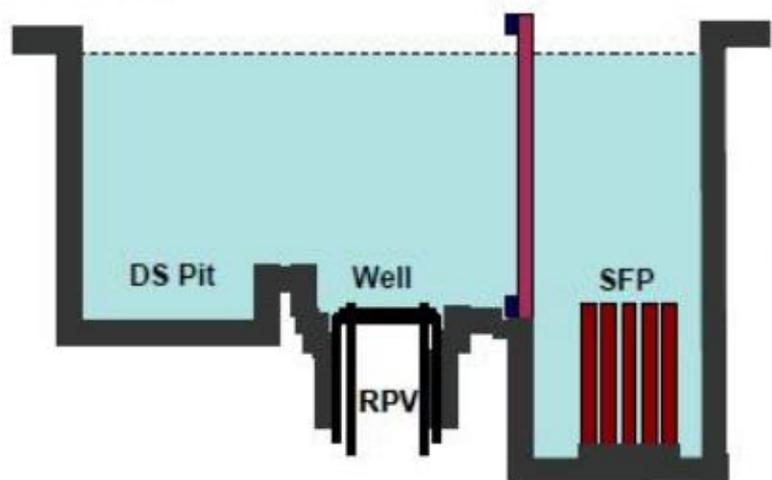
ところが

シュラウドを切断する工具を炉内に入れようとしたところ、工具を炉内に導く補助器具の**寸法違い**が判明。この器具の改造で工事が遅れ、**震災のあった3月11日は原子炉ウエルに水を張ったまま**にしていた。

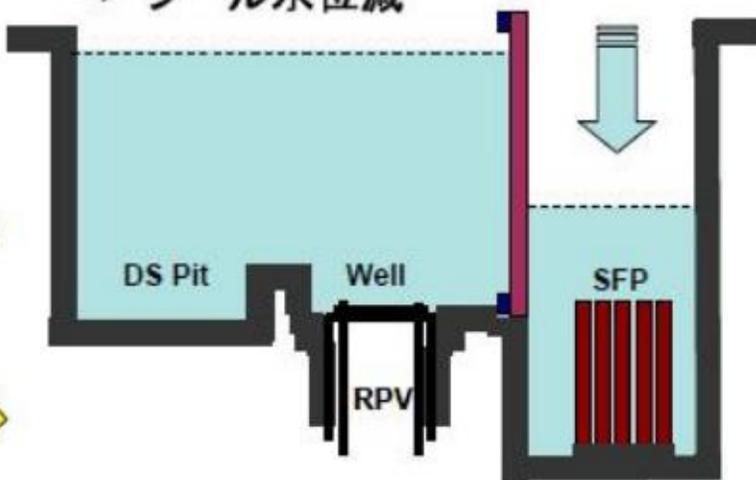
震災当日の4号機の水の状況



① 事故前

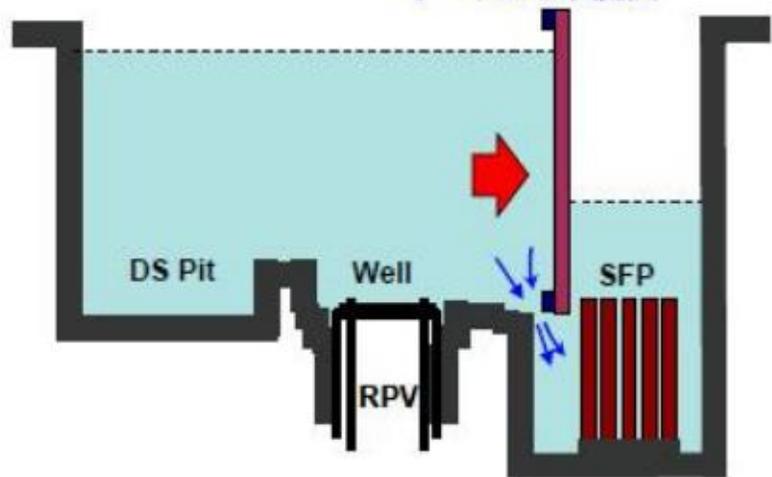


② FPC冷却喪失 → プール水蒸発 → プール水位減

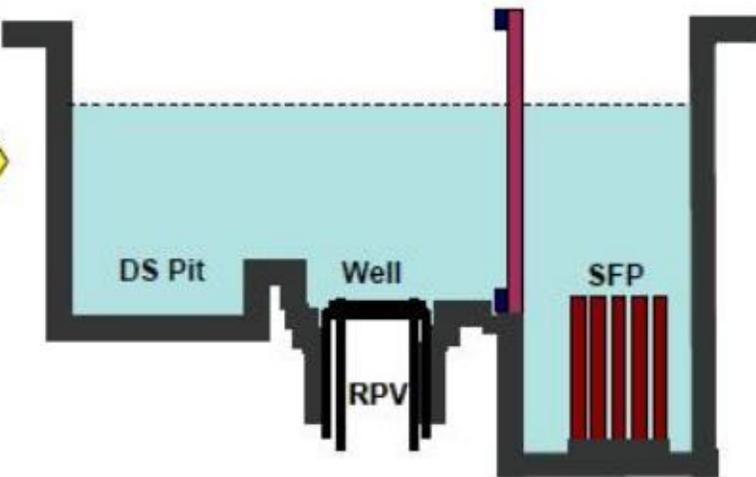


③ シール圧減 → ウェルからプールへ水流入

ゲートから水流入



④ プール水位がウェル水位まで回復

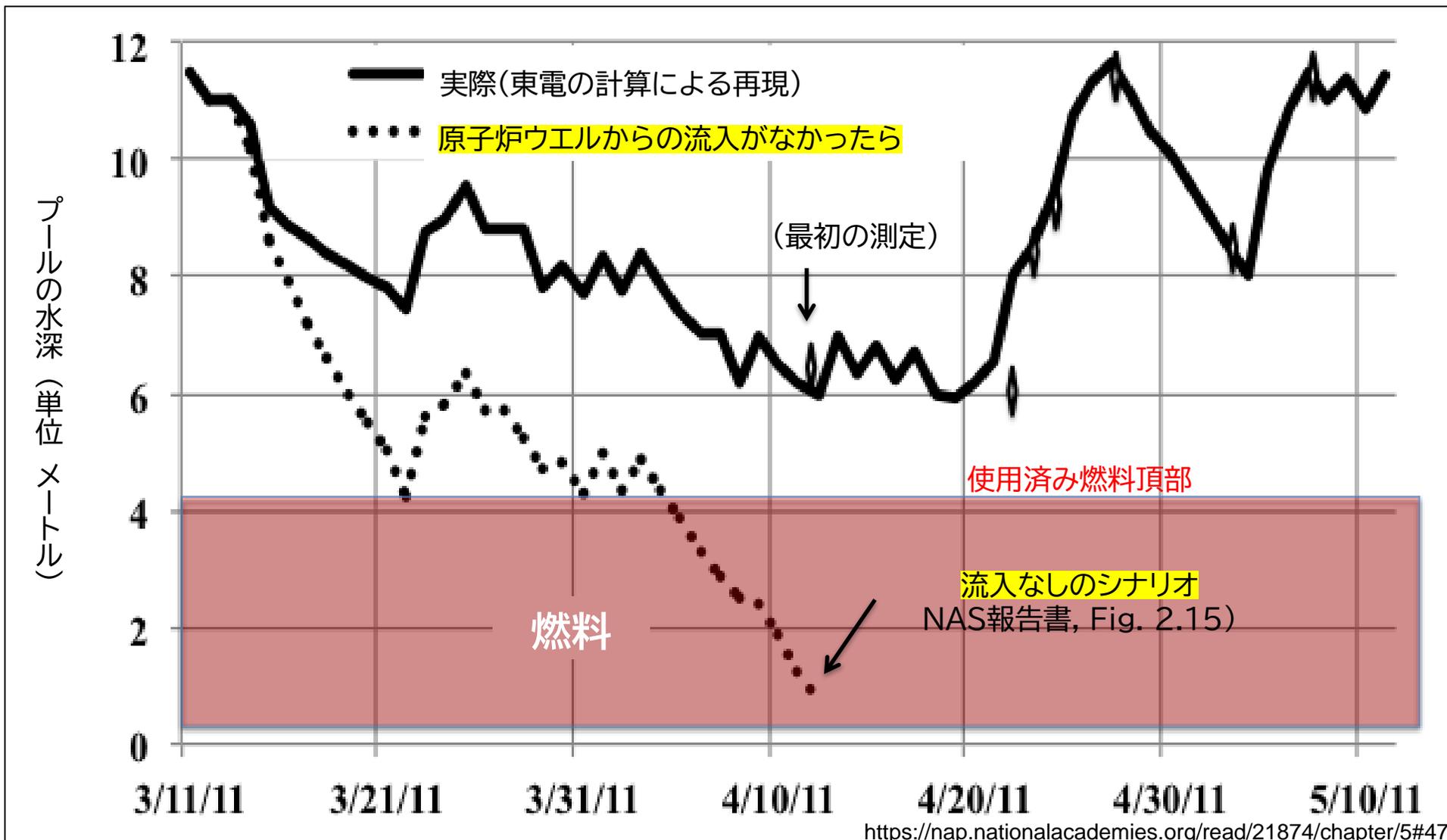


プールゲートからの水流入メカニズム



原子炉ウェルからの水の流入がなかったら・・・

*水位ピークは、不十分ながらコンクリートポンプ(麒麟)による注入があったため



福島第一4号プール火災仮想事故(フランク・フォンヒッペルら)

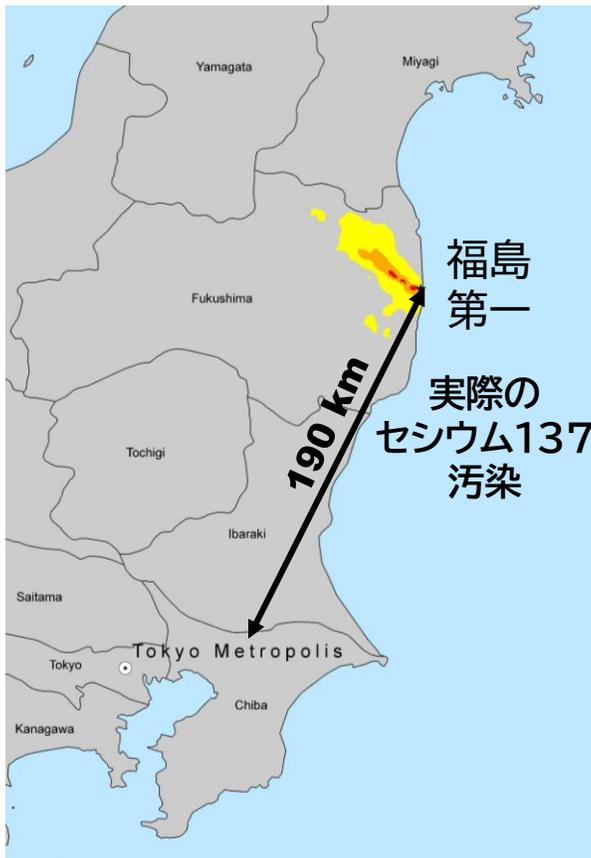
セシウム137 汚染 $\geq 1.5 \text{ MBq/m}^2$ (オレンジ)で住民避難と想定 (福島・チェルノブイリと同等)

HYSPLIT大気拡散モデル 計算 当日の天候

実際の福島第一事(3/15/2011)

避難人口: **8万8000人**

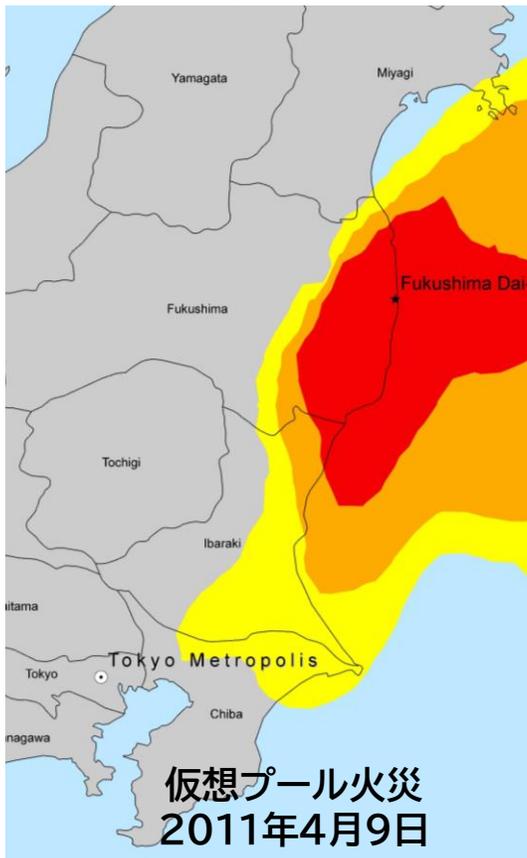
面積 1100 km^2



海岸側への風(4/9/2011)

避難人口: **80万人**

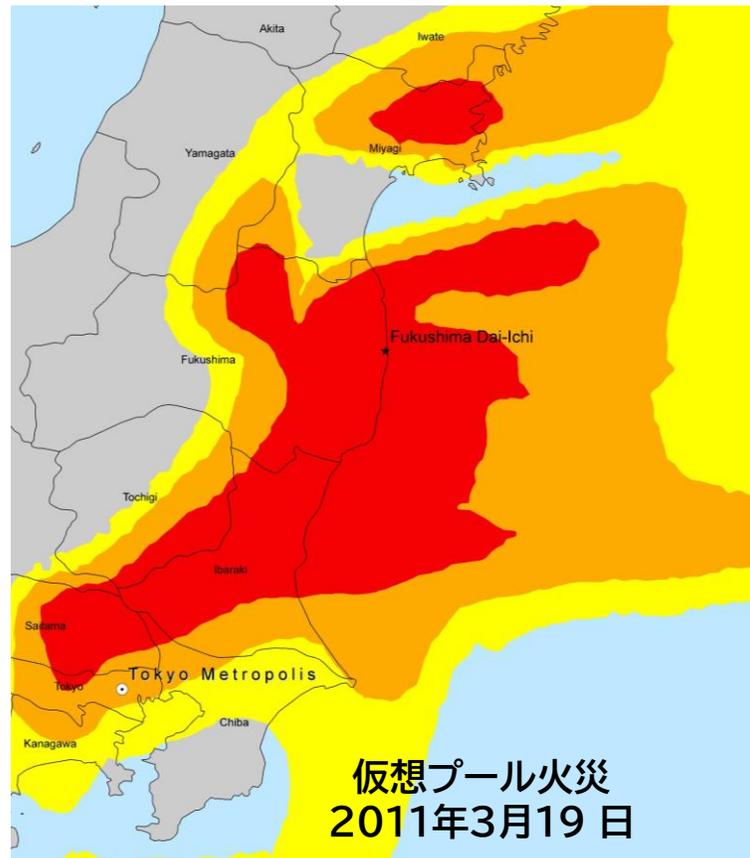
面積 2600 km^2



陸地側への風(3/19/2011)

避難人口: **2900万人**

面積 $2万5000 \text{ km}^2$



果たして、これは受け入れ可能なリスクなのか？



なぜ脱原発か？



大きすぎるリスク

高すぎるコスト

かかりすぎる時間

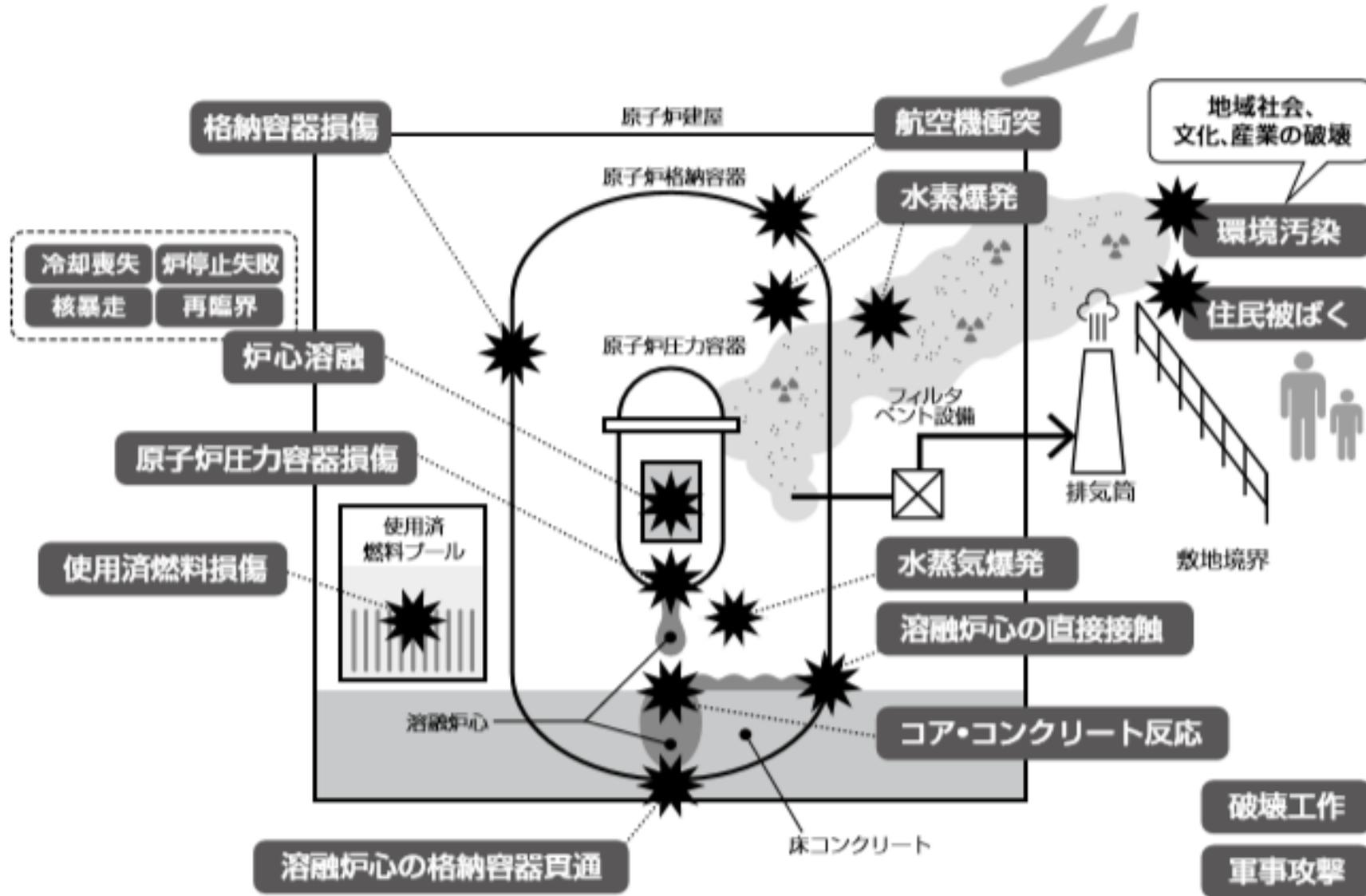
核兵器廃絶の阻害



事故のリスク



原発に起こりうる過酷事故



確率論的リスク評価

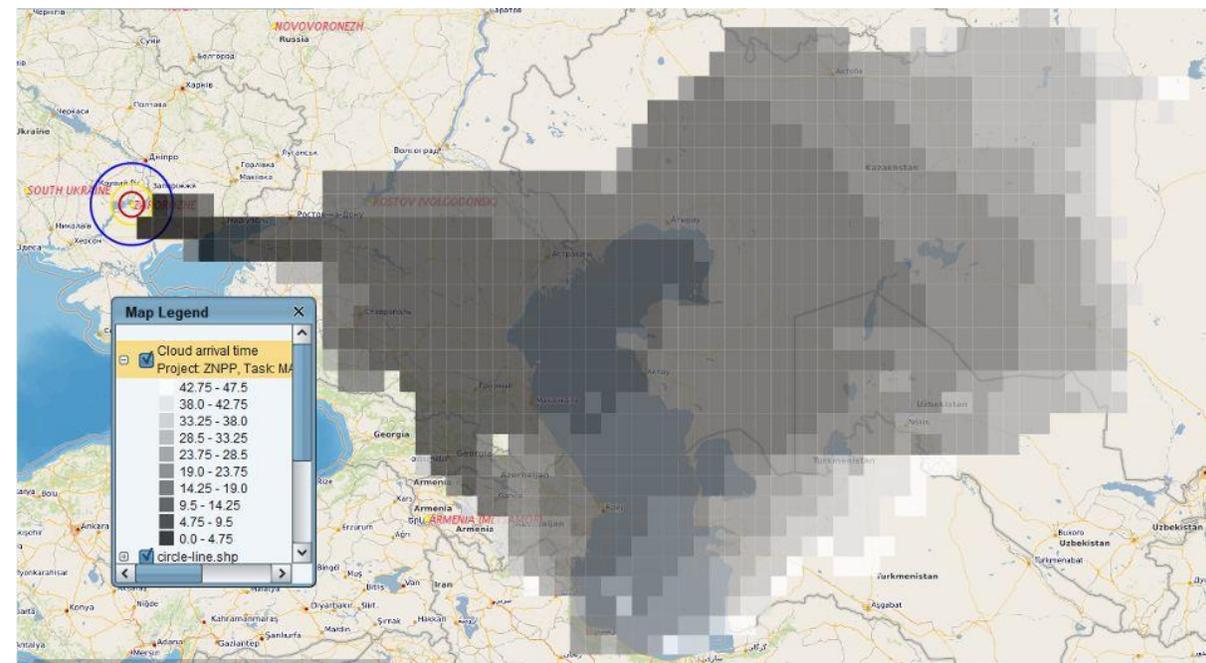
ケース	事故発生頻度 (国内:50基、世界430基)	備考
国内商業炉シビアアクシデント発生実績	500炉年に1度 = 国内:10年に1度 発生	1494炉年(廃止プラント含む) 福島第一1,2,3の事故を3事故として評価
世界商業炉シビアアクシデント発生実績	2857炉年に1度 = 世界:7年、国内:57年に1度 発生	14353炉年(廃止プラント含む) TMI2,チェルノブイリ4,福島第一1,2,3の事故を5事故として評価
既設炉 IAEA 安全目標	炉心が損傷する頻度 1万炉年に1度 = 世界:23年に1度、国内:200年に1度 発生する確率	出典:INSAG-12(IAEA) 大幅に超過している
発電所近傍の公衆避難前に大量の放射性物質が放出される頻度	10万炉年に1度 = 世界:230年に1度、国内:2000年に1度 発生する確率	
将来炉 IAEA 安全目標	炉心損傷頻度 10万炉年に1度	

戦争と原発

攻撃されるザポリージャ原発



ザポリージャ原発からの放射性物質放出シミュレーション



通常運転でも出てくる放射性廃棄物



放置されたウラン鉱山

Easy Peasy 鉱山, ユタ州

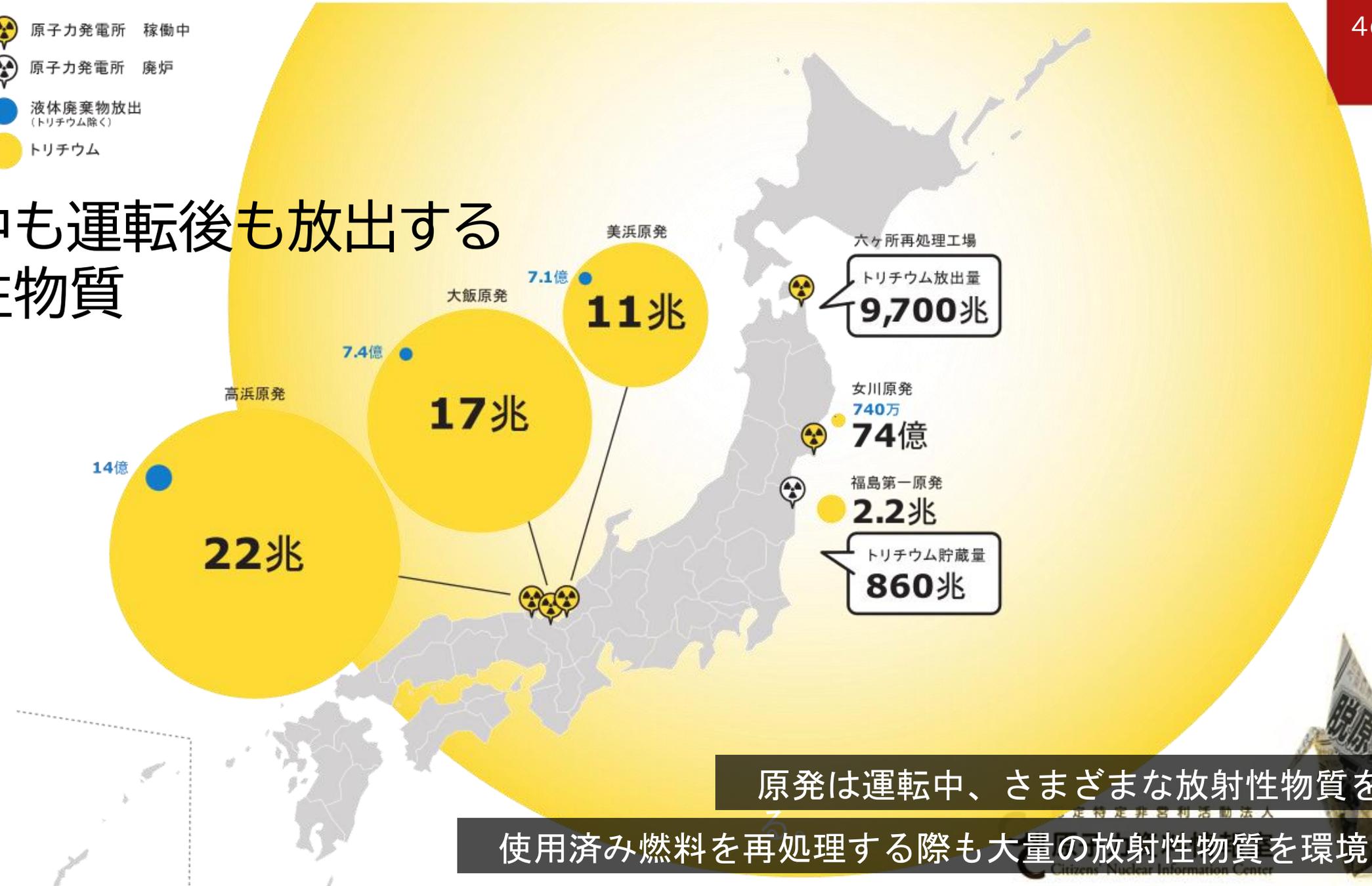


米国でさえ、先住民の保留地内などに大量の遺棄されたウラン試掘跡などが
環境を汚染し続けている。

世界のウラン鉱山周辺では、ウラン採掘による健康被害が報告されてい
る。

- 原子力発電所 稼働中
- 原子力発電所 廃炉
- 液体廃棄物放出 (トリチウム除く)
- トリチウム

運転中も運転後も放出する放射性物質



原発は運転中、さまざまな放射性物質を放出す
使用済み燃料を再処理する際も大量の放射性物質を環境中に放

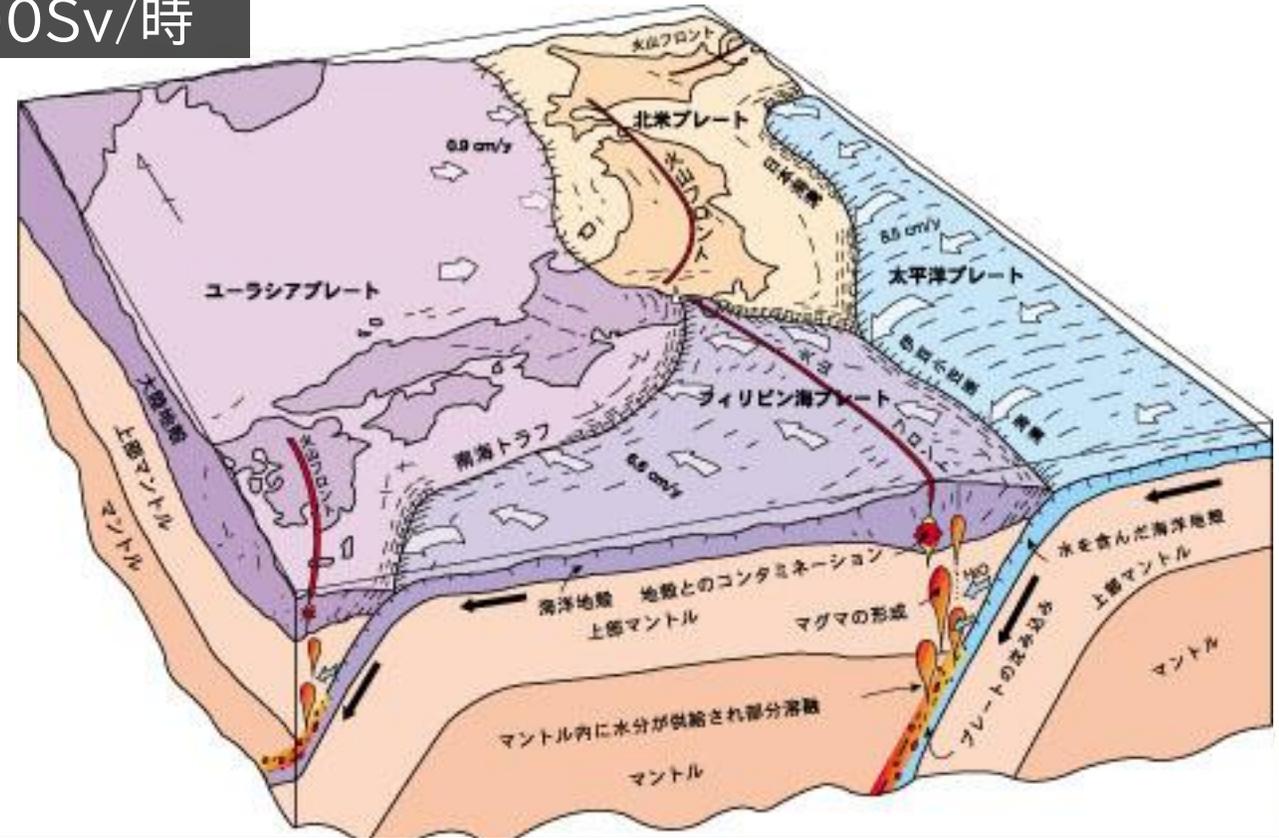
強烈な放射線を放つガラス固化体

製造直後のガラス固化体から出る放射線は約1,500Sv/時

人間が真横に立つと、20秒弱で死に至る



毎日新聞 2019年5月25日



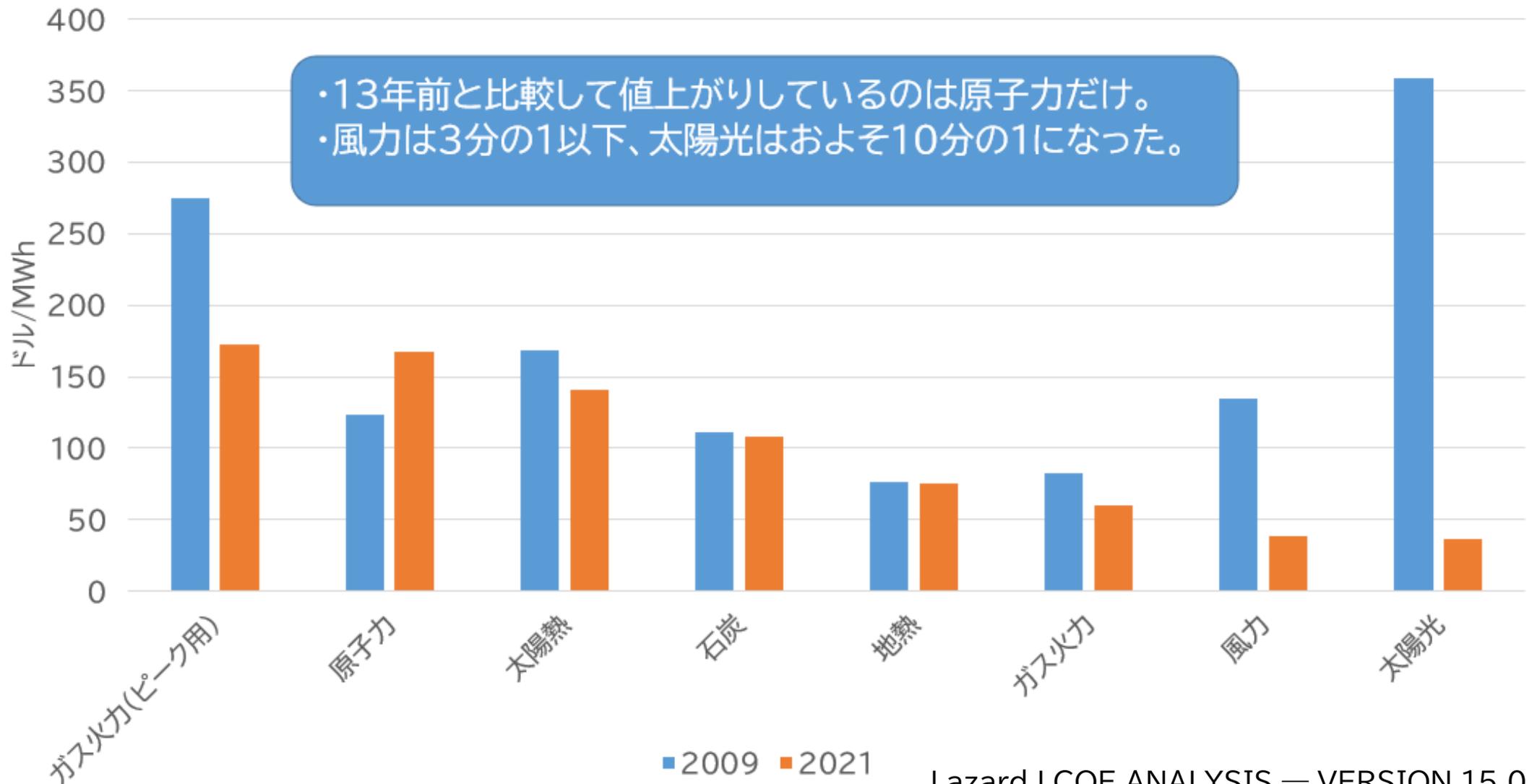
数万年以上の管理が必要のため、国は地下300m以深に最終処分場を建設する方針。

日本に数万年単位で貯蔵可能な地層が存在するか？ ちなみに今から数万年前は旧石器時代。

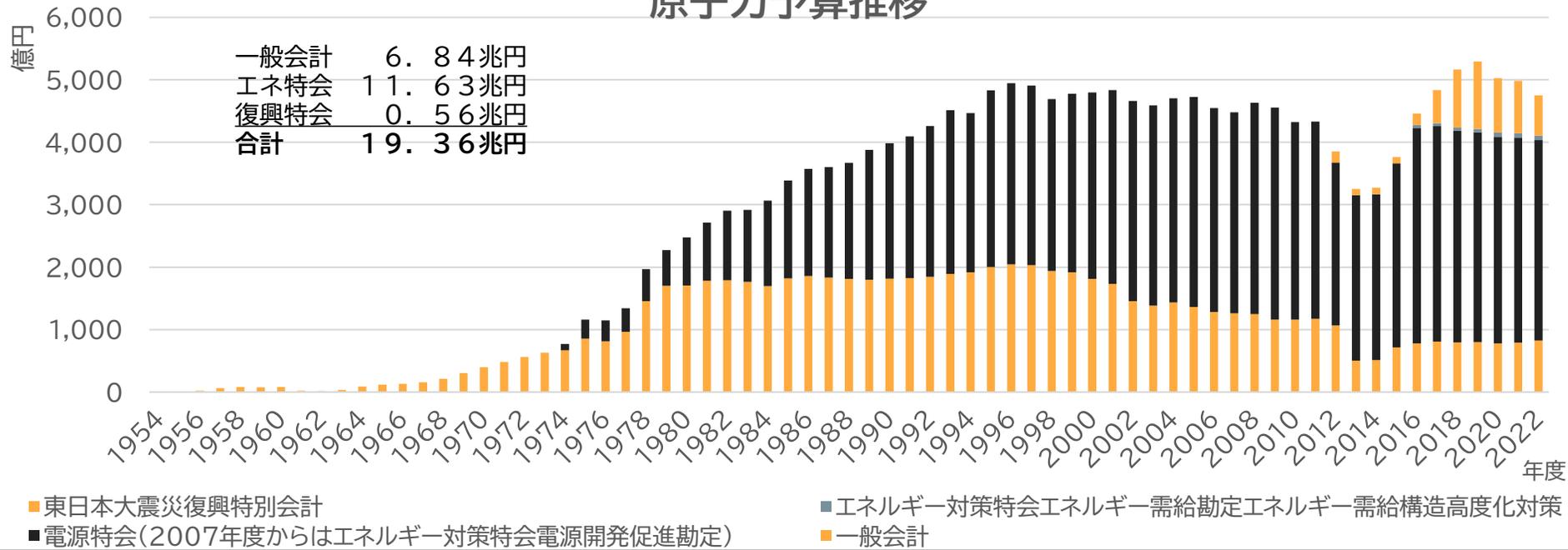
コスト



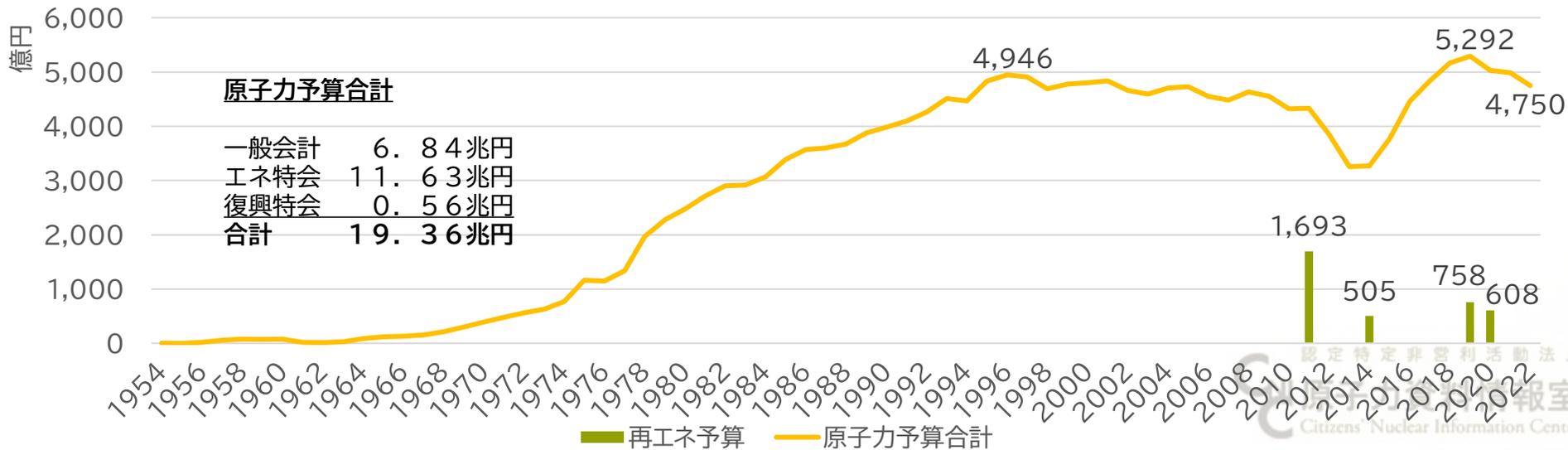
電源別発電コストの変化(2009→2021)



原子力予算推移



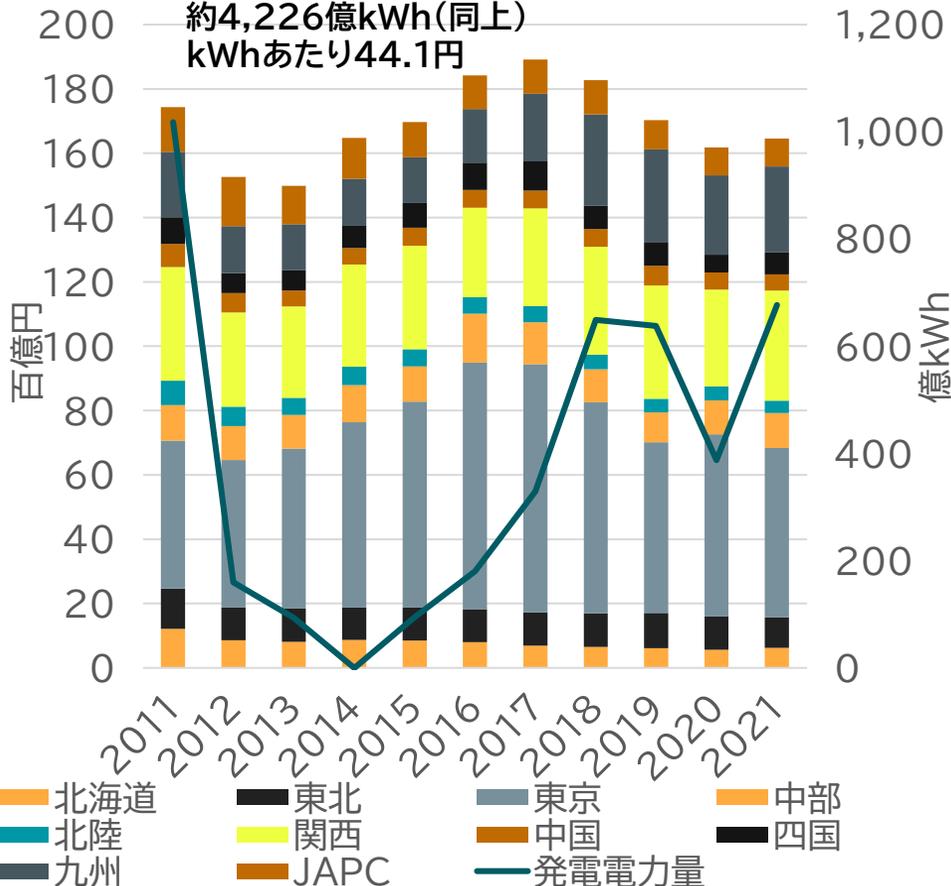
原子力予算と再エネ予算



消費者が負担する巨額の未稼働原発維持費

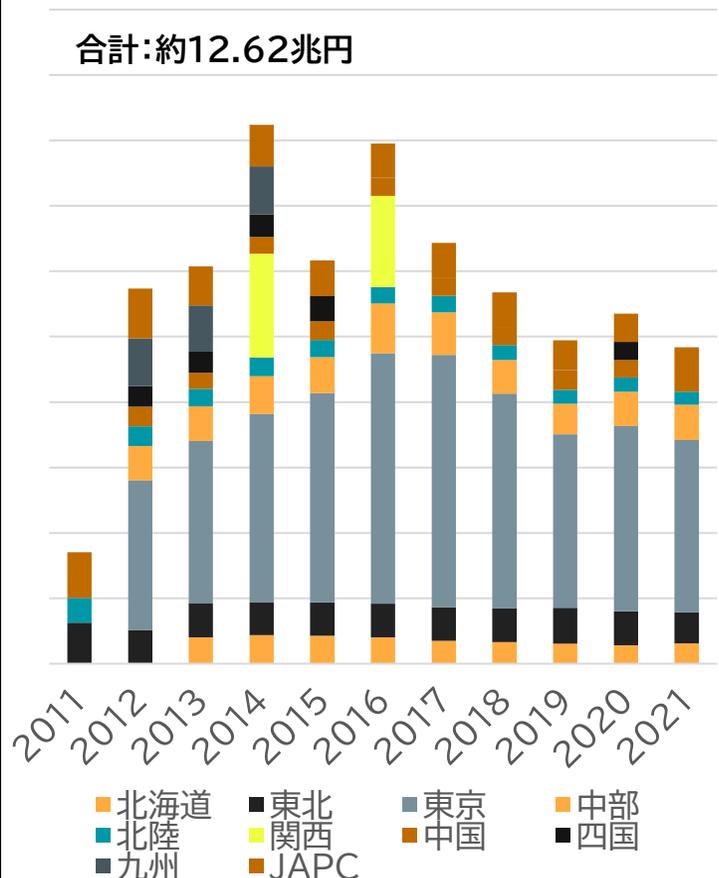
原子力事業者の原子力関連営業費用

合計:約18.6兆円(2011-2021)
約4,226億kWh(同上)
kWhあたり44.1円



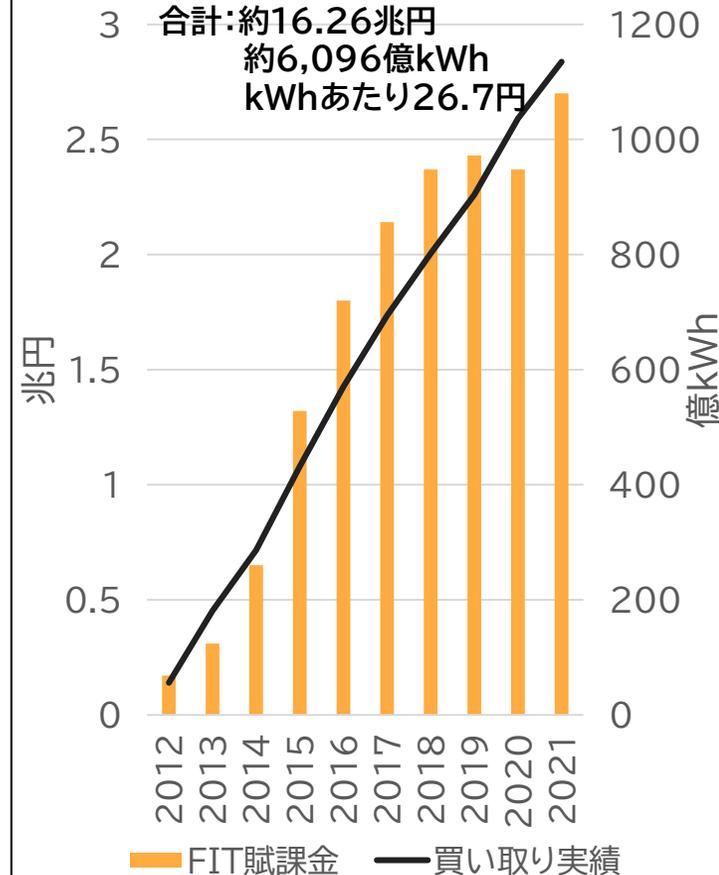
内、原発で1kWhも発電しなかった原子力事業者分

合計:約12.62兆円



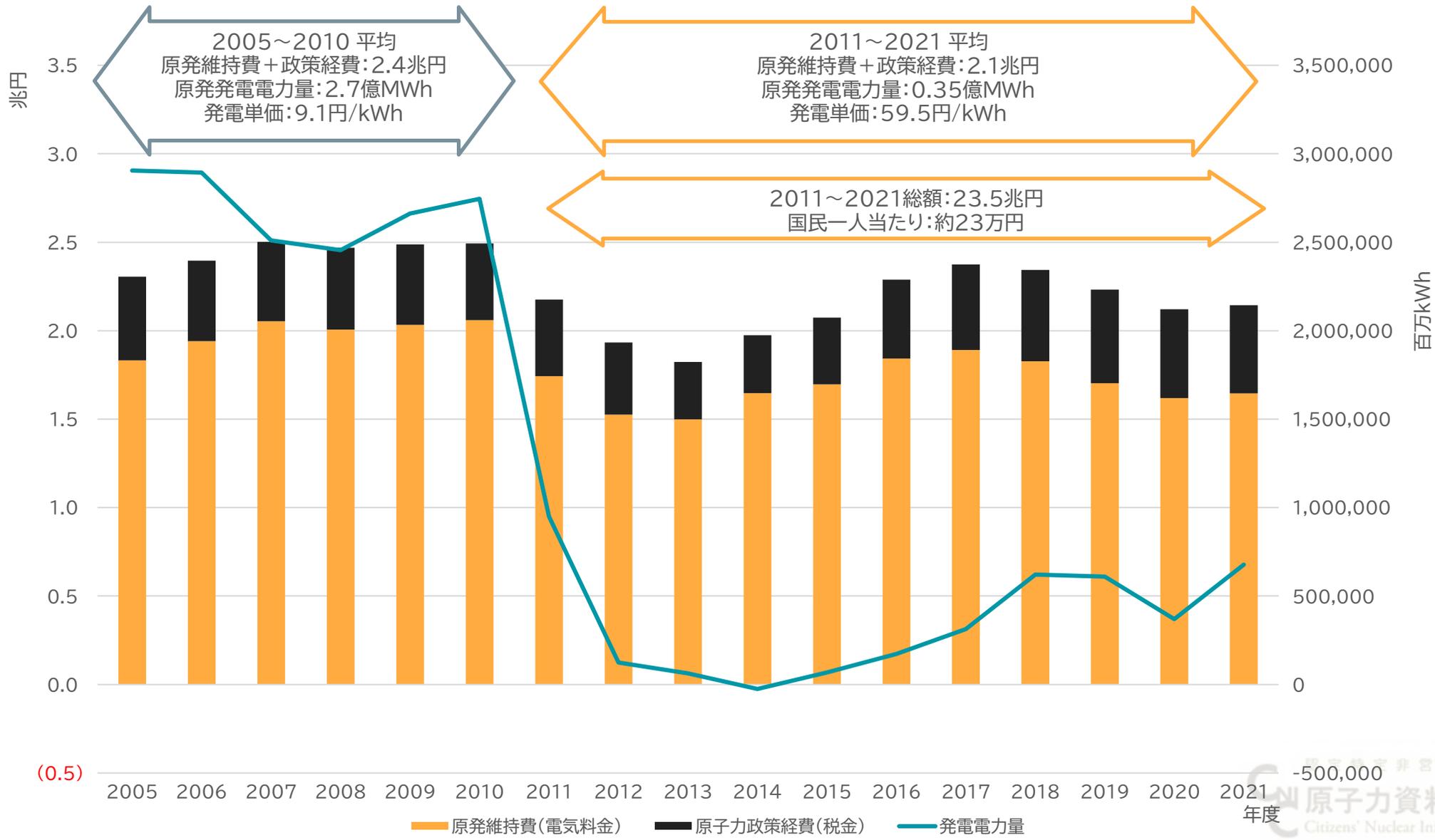
FIT賦課金と買取電力

合計:約16.26兆円
約6,096億kWh
kWhあたり26.7円



FIT賦課金(2022年度単価3.45円/kWh)は賦課金という形で明示化されているが、原発の維持費は発電原価の内数となっているため消費者にはいくら負担しているのか見えない。

原発維持費(2005~2021年度)と原発発電電力量



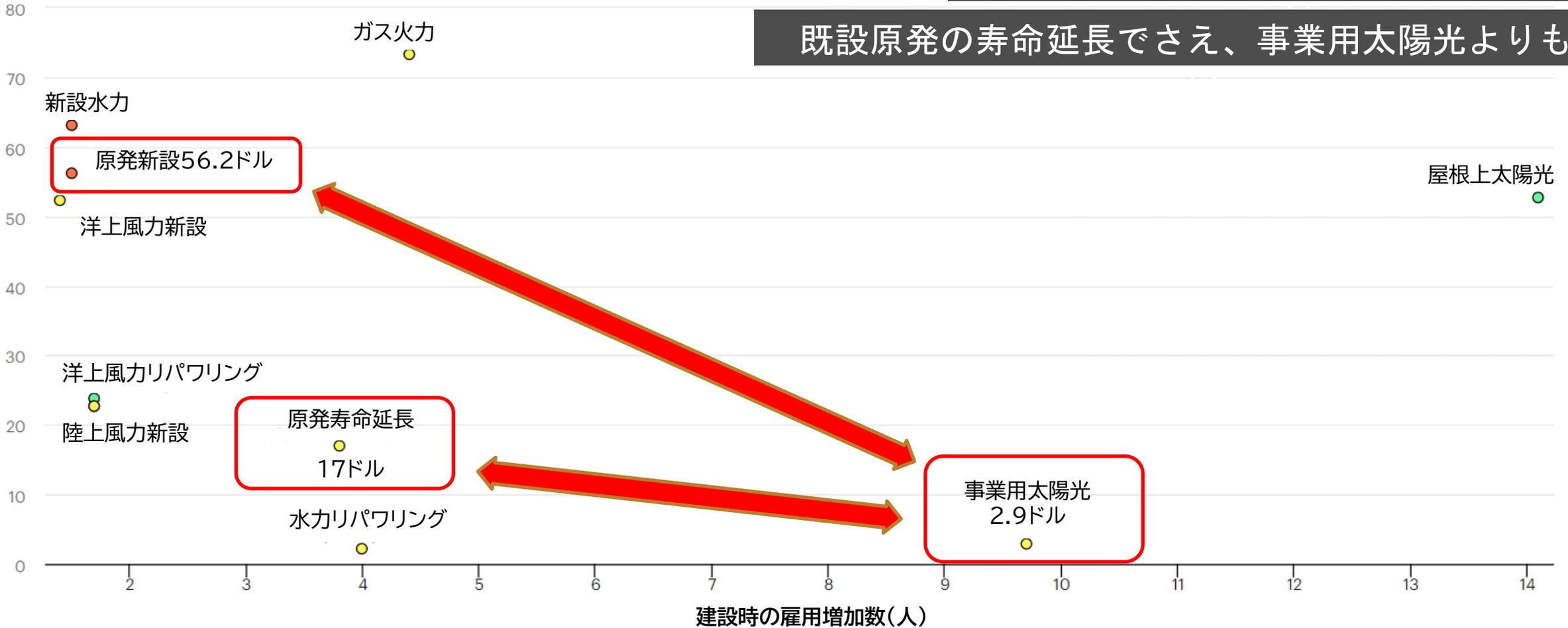
※注
 福島第一原発事故処理費用
 21.5兆円以上
 (試算によっては35~80兆円)
 新規制基準対応費用
 6.1兆円
 はほとんど含まない



(0.5)

高い原発

CO2排出量削減コスト
(ドル/tCO2)



原発新設コストは大半の電源よりも高
既設原発の寿命延長でさえ、事業用太陽光よりも高

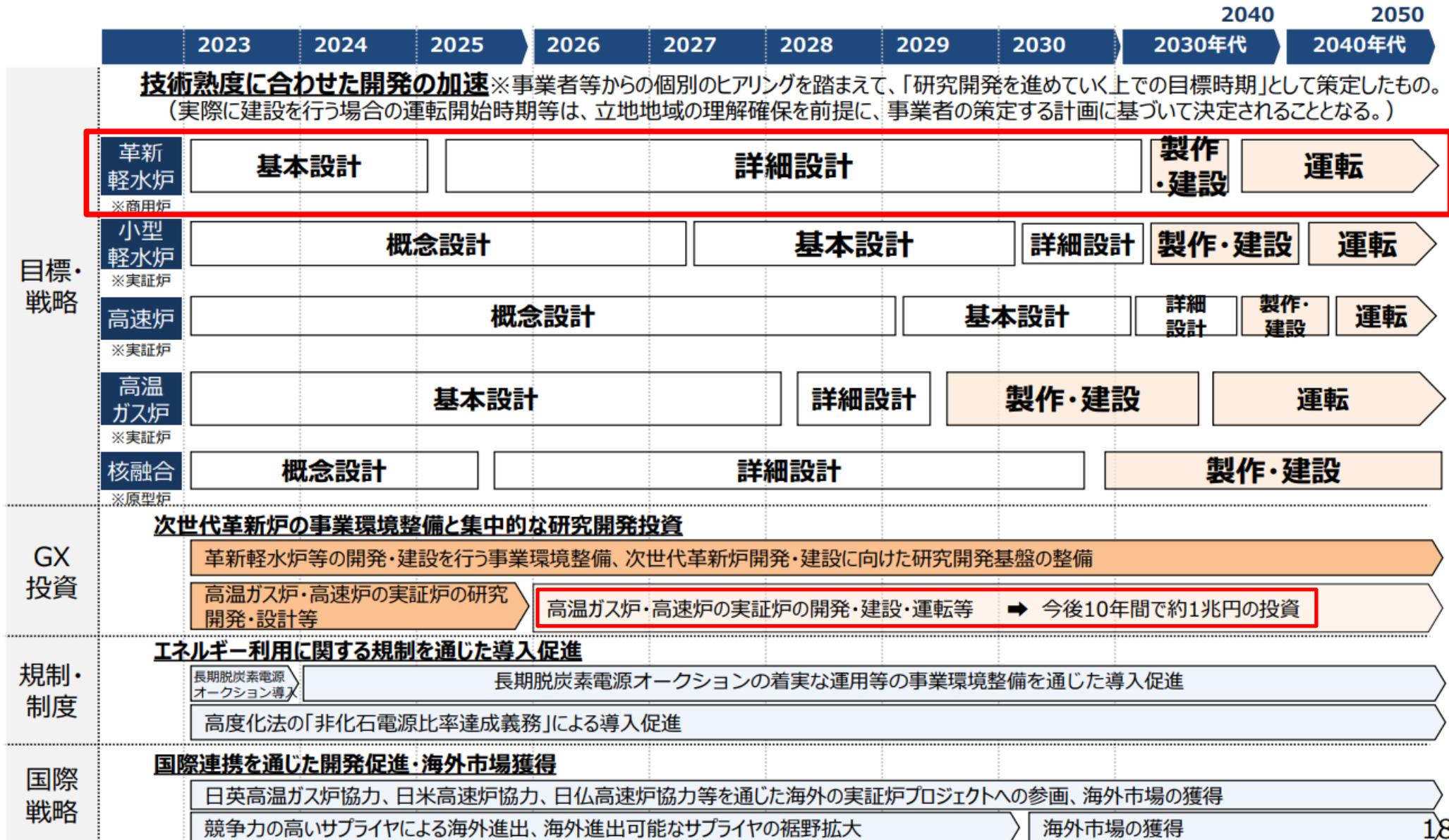
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/job-creation-per-million-dollars-of-capital-investment-in-power-generation-technologies-and-average-co2-abatement-costs>



時間



- 安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む。

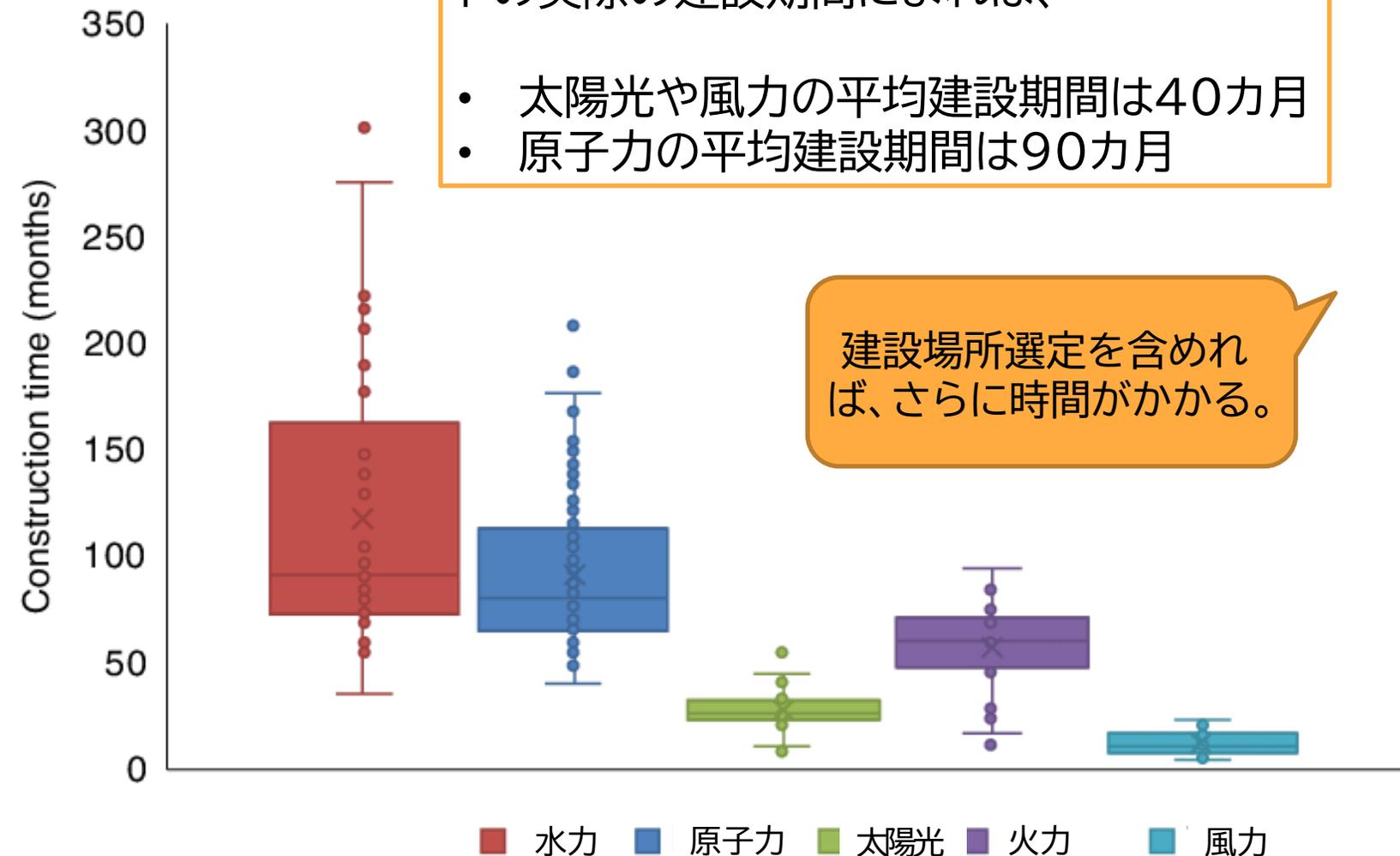


電源別平均建設期間

50年間に行われた273の電力プロジェクトの実際の建設期間によれば、

- 太陽光や風力の平均建設期間は40カ月
- 原子力の平均建設期間は90カ月

建設場所選定を含めれば、さらに時間がかかる。



日本政府の2011年時点の見積もり

電源	計画から稼働までの期間
原子力	約20年
石炭火力	約10年
LNG火力	約10年
一般水力	約5年
小水力	2～3年程度
地熱	9～13年程度
陸上風力	4～5年程度
太陽光(メガソーラー)	1年程度
燃料電池	約2週間

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/pdf/20111125/siry6-1.pdf>



「革新軽水炉」で頻発するコスト超過・工期遅延

国	炉型	発電所名	状況	合計出力[MWe, ネット]	計画時の初期投資額 [10億米ドル]	実際の費用 [10億米ドル]	計画建設期間 (年)	実際の建設期間 (年)		
中国	AP1000	Sanmen-1	稼働	2314	5.84	7.3	4.3	9.4		
中国	AP1000	Sanmen-2	稼働				4.5	8.9		
中国	AP1000	Haiyang-1	稼働				2340	データなし	4.6	9.1
中国	AP1000	Haiyang-2	稼働						4.7	8.6
米国	AP1000	Vogtle-3	建設中	2234	14.3	30.3	3.3			
米国	AP1000	Vogtle-4	建設中				3.6			
米国	AP1000	Summer-2	建設中断	2234	9.8	25	4.3	計画中止		
米国	AP1000	Summer-3	建設中断				4.7	計画中止		
韓国	APR1400	Shin-Kori-3	稼働	2832	4.89	6.46	5	8.1		
韓国	APR1400	Shin-Kori-4	稼働				5	10		
韓国	APR1400	Shin-Kori-5	建設中	2680	7.58	8.8	4.9			
韓国	APR1400	Shin-Kori-6	建設中				4.4			
韓国	APR1400	Shin-Hanul-1	稼働	2680	6.26	7.6	4.7	10.4		
韓国	APR1400	Shin-Hanul-2	建設中				4.6			
UAE	APR1400	Barakah-1	稼働	5380	24.4	24.4	6	8.6		
UAE	APR1400	Barakah-2	稼働				6.2	8.6		
UAE	APR1400	Barakah-3	建設中				4.8			
UAE	APR1400	Barakah-4	建設中				4.9			
フィンランド	EPR	Olkiluoto-3	稼働(試運転)	1600	3.55	9.4	3.9	16.5		
フランス	EPR	Flamanville-3	建設中	1650	3.6	13.6	5.6			
中国	EPR	Taishan-1	稼働	3320	7.5	9.1	3.6	9.1		
中国	EPR	Taishan-2	稼働				5.2	9.4		
英国	EPR	Hinkley Point C-1	建設中	3260	20	29	7			
英国	EPR	Hinkley Point C-2	建設中				6.6			

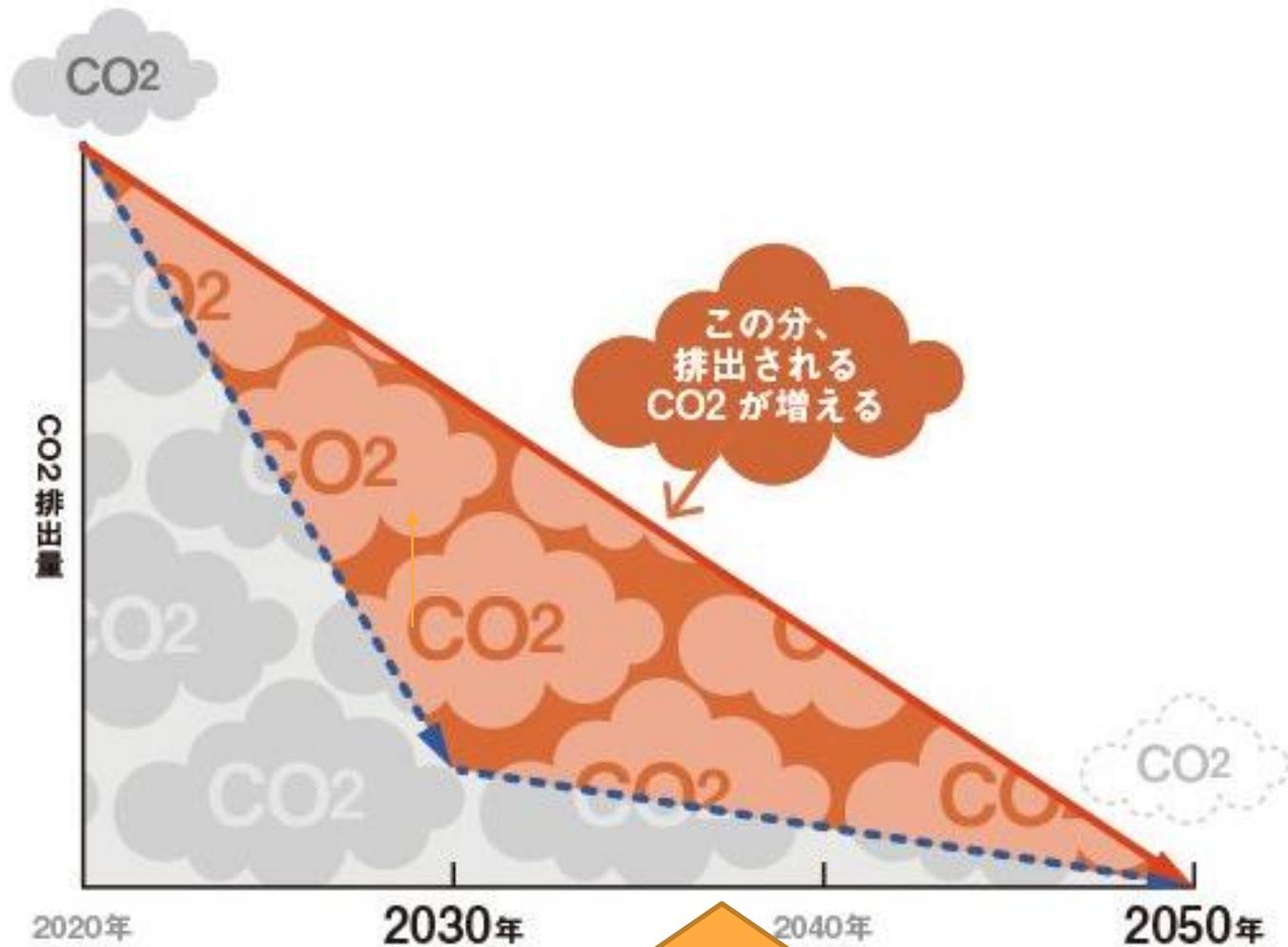
Oettingen, M., Costs and timeframes of construction of nuclear power plants carried out by potential nuclear technology suppliers for Poland. https://pulaski.pl/wp-content/uploads/2021/06/Pulaski_Policy_Paper_No_6_2021_EN-1.pdf をもとに、一部は最新の数字に修正

計画通りのコスト・工期で建設されたものは皆無
中には初期計画の3倍近いコスト超過、工期遅延も発生



炭素予算

- 1.5°C目標を達成するためには温室効果ガスの累積排出量を抑えることが重要
- 直線で減らした場合、その分累積排出量は増えてしまう
- Tipping Point(転換点)を迎えつつある今、温室効果ガス削減の即効性のある対応が求められている
- **運転開始まで長時間を要する原発に賭けている余裕はない**



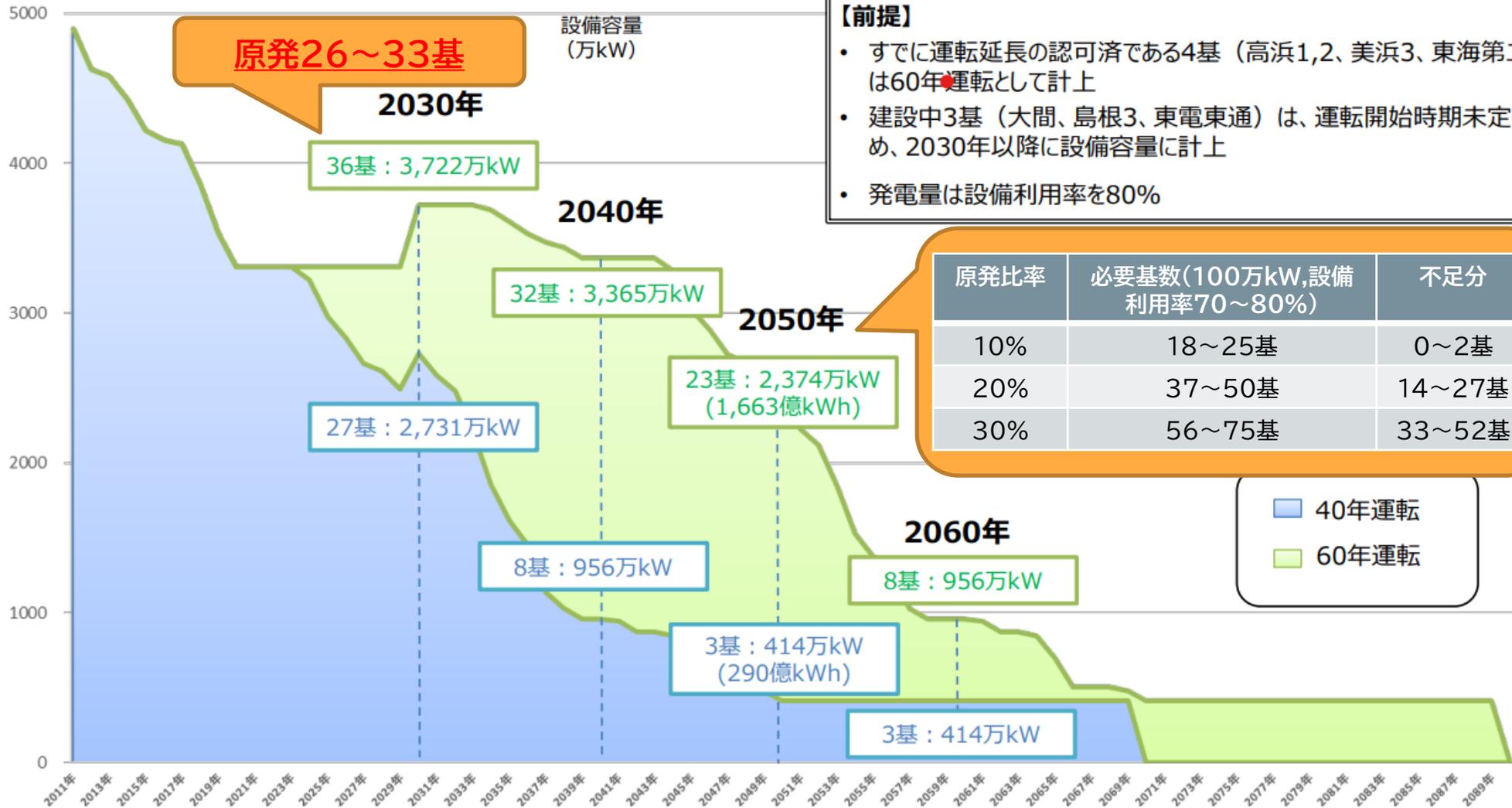
Greenpeaceウェブサイトより
(<https://www.greenpeace.org/japan/nature/story/2022/05/27/57279/>)

2030年代半ばに原発が1基建っても遅すぎる

【参考】国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

第24回原子力小委員会
(2022/2/24)資料3

- 廃炉決定済のものを除く、**全36基の原子力発電所（建設中を含む）が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。**



【前提】

- すでに運転延長の認可済である4基（高浜1,2、美浜3、東海第二）は60年運転として計上
- 建設中3基（大間、島根3、東電東通）は、運転開始時期未定のため、2030年以降に設備容量に計上
- 発電量は設備利用率を80%

1. 2030年代後半に革新炉が1基建つ計画
 2. 2050年に原発比率20%維持の場合、100万kW原発で37~50基が必要
 3. 建設期間90か月とすると、仮に初号機が2037年に運開したとして、その後の廃炉も勘案すると、年に2基程度運開しなければ間に合わない
- ↓
1. 実現可能な計画か？
 2. 電源は長期計画で設置される。実現できなかった時のリカバリーはどのようにするか

※年途中で期限を迎えるプラントは按分してkWを算出。按分しない場合、40年シナリオの2030年kWは2,787万kW、60年シナリオの2050年kWは2,430万kW

核廢絕問題



六ヶ所核燃料サイクル施設

- 六ヶ所再処理工場

総事業費16.3兆円、1993年建設開始。トラブル続きで26回の竣工延期を重ねて未だ未完成。使用済み燃料からプルトニウムなどを分離する工場。計画では年800トンの使用済み燃料を処理して7-8トンのプルトニウムが分離される。

- 六ヶ所ウラン濃縮工場

1992年操業開始。天然ウラン鉱石のウラン235含有率は0.7%程度。これを核燃料にするために、3~5%にまで濃縮する施設

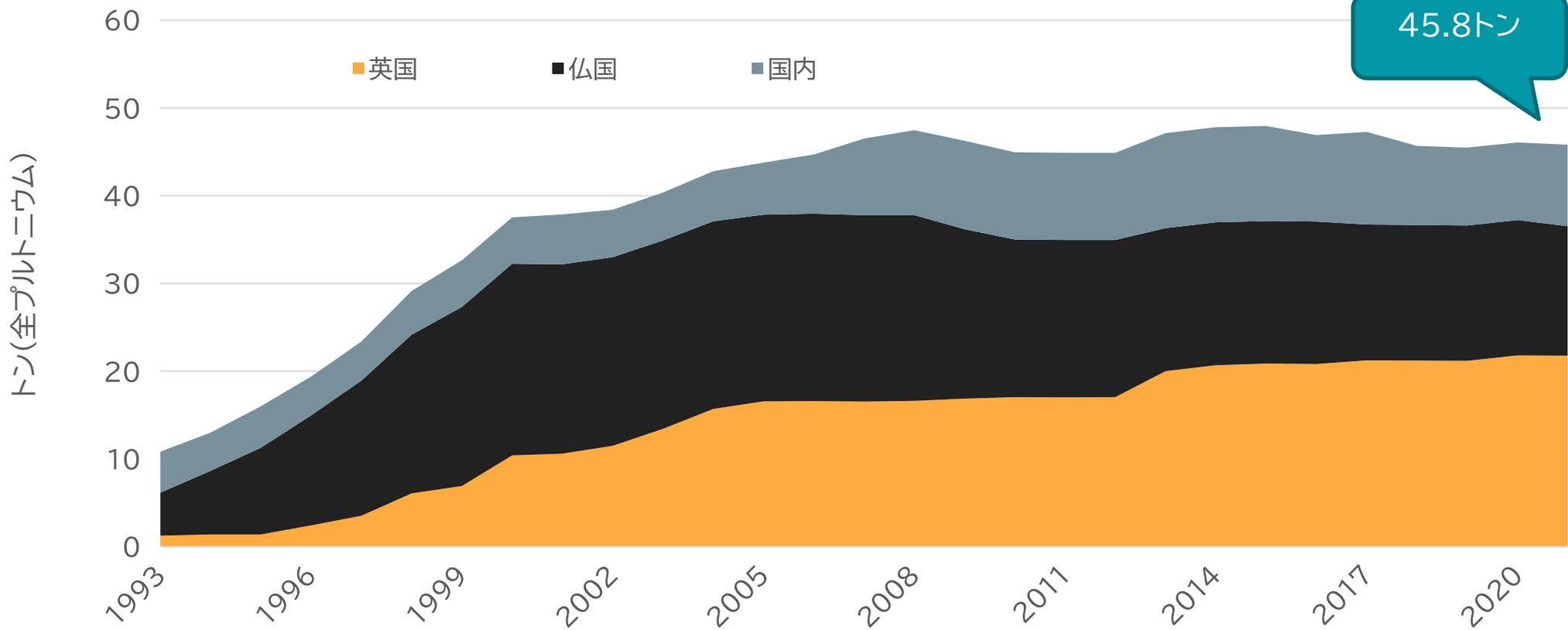


プルトニウムを減らす国際公約

「我が国は(中略)プルトニウム保有量を減少させる。プルトニウム保有量は(中略)現在の水準を超えることはない。」

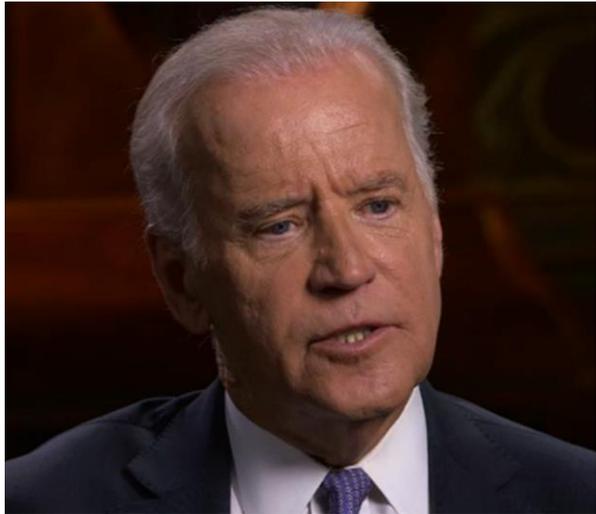
2018年7月31日 原子力委員会決定

日本のプルトニウム保有量推移



45.8トン =
核爆発装置約5800発分

米国の懸念



バイデン副大統領（当時）

And what happens, what happens if we don't work out something together on North Korea? What happens if Japan, who could tomorrow, could go nuclear tomorrow? They have the capacity to do it virtually overnight.（日本が明日にも核武装したらどうなるか、日本は実質的に一夜で核武装する能力をもっている）

PBS CHARLIE ROSE 2016/6/20



日本側識者発言

- 佐藤行雄元国連大使

「結論的に言えば、日本の核武装の可能性についての外国の懸念は払拭し切れるものではない。また、米国については若干の懸念が残っていることも悪いことではないとすら、個人的には考えている。米国が日本に核の傘を提供する大きな動機が日本の核武装を防ぐことにあ
ると考えるからだ」

『差し掛けられた傘』(2017,時事通信社)

- 田中伸男元国際エネルギー機関事務局長

「原子力に生き残る道はあるのか。Yes. 大型軽水炉をベースロードとして使うのとは違う道がある。原子力は 安全保障, 国防上の理由からも必要である。広島長崎を経験した日本は核兵器を持つつもりは毛頭ないが北朝鮮の核ミサイルが頭上を飛ぶ時代に核能力を放棄することは彼の国からなめられることになる。」

原子力学会誌2018年5号





華春瑩, 中国外務省報道官

“日本の機微な核物質の長期貯蔵は、日本の必要性を超えており、国際社会の深刻な懸念を引き起こしている...我々は、日本が国際社会の懸念に応え、早期に実際の行動を起こし、機微な核物質の需要と供給の不均衡に対処することを期待する。”

2014年6月9日, 定例記者会見

In Il Ri, 軍縮担当者、朝鮮民主主義人民共和国(北朝鮮)

“日本は40トン以上の核兵器級のプルトニウムと1.2トン的高级ウランを備蓄しており、これらを使って6,000発以上の核兵器を製造し、日本がその気になればいつでも核兵器技術を製造することができる。日本は北からの核・ミサイルの脅威を引き合いに出して、軍事大国を目指している”

2017年10月4日 国連第一委員会



日本は「唯一の戦争被爆国」で 核兵器廃絶をリードしているという自画像



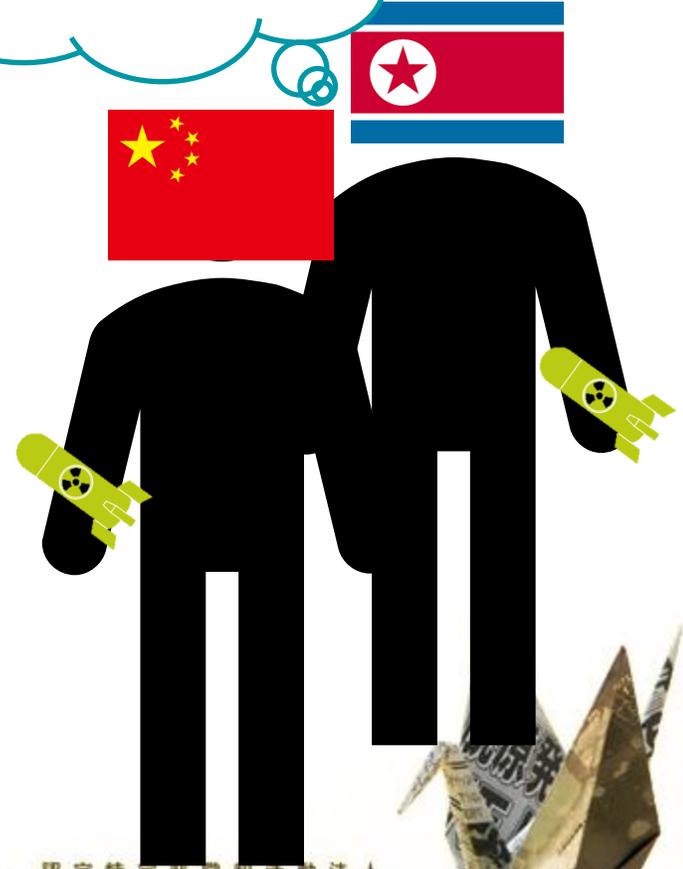
核の傘



核の傘でまもるから核武装しないでね

核兵器開発能力があったほうが交渉上、有利

核兵器開発能力もってるし。



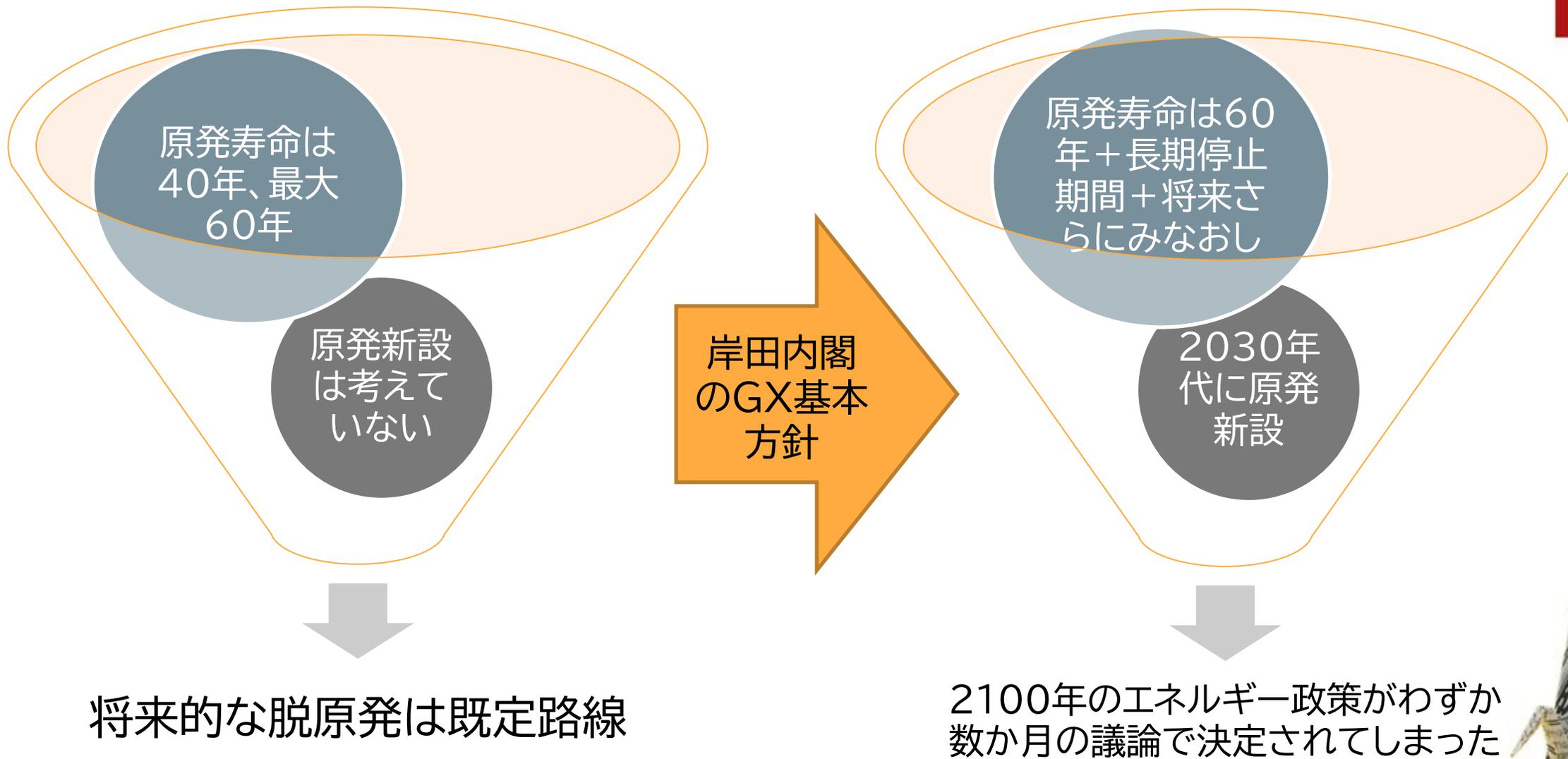
まとめ

- 正常性バイアス
- リスクが大きすぎる
- コストが高すぎる
- 気候危機対策としても電源供給対策としても遅すぎる
- 核兵器廃絶の阻害要因



これまでの原子力、これからの原子力



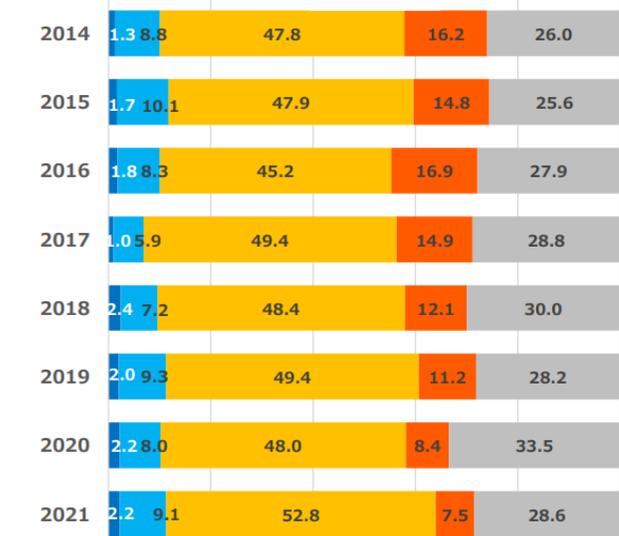


原子力に関する世論調査の経年変化と年代別傾向（日本原子力文化財団）

- 近年、「即時廃止」は減少。「増加」や「維持」は大きな変化はない。
- 若年層ほど「増加」や「維持」が多く、高齢層ほど「徐々に廃止」や「即時廃止」が多い。

- 今後日本は、原子力発電をどのように利用していけばよいと思いますか。

経年変化



年代別（2021年度調査）



※日本原子力文化財団「2021年度 原子力に関する世論調査」をもとに作成

- 原子力発電を増やしていくべきだ（増加）
- 東日本大震災以前の原子力発電の状況を維持していくべきだ（維持）
- 原子力発電をしばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ（徐々に廃止）
- 原子力発電は即時、廃止すべきだ（即時廃止）
- その他、わからない、あてはまるものはない

原子力文化財団の世論調査について
 ・対象者は全国の15~79歳男女個人
 ・1,200人・住宅地図データベースから世帯を抽出し個人を割当
 ・200地点を地域・市都規模別の各層に比例配分
 ・オムニバス調査・訪問留置調査
 ・2006年度から継続的に調査。2021年の調査で15回目

35

国民世論は

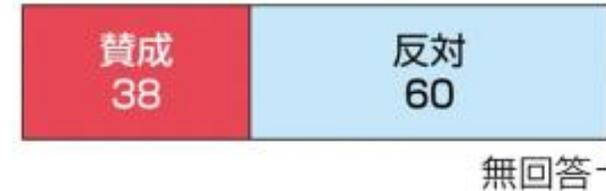
- 「徐々に廃止」+「即時廃止」が60%前後
- 「増加」+「維持」は10%前後

2023年3月 世論調査結果
 （共同通信配信、期間2023/1/18~2/27）

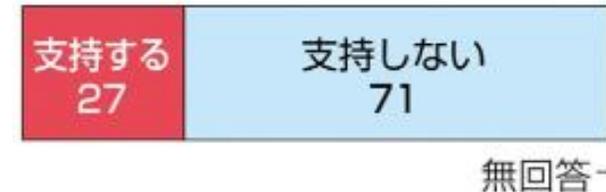
「原発の最大限活用」の方針



廃炉が決まった原発の 建て替えなどの開発・建設推進



60年を超える運転期間の延長



国民世論は

- 原発活用方針を評価していない
- 新增設・運転期間延長に反対している

「GX脱炭素電源法」の骨格

「GX脱炭素電源法」とは、下記5つの法改正を束ねたもの

原子力基本法

- 原子力利用の基本原則(安全性、脱炭素、エネルギー安全保障などの追加)

電気事業法

- 原子炉の運転期間規制の新設、送電網整備の拡充

原子炉等規制法

- 原子炉の運転期間規制の撤廃、設備劣化に関する技術的評価の法定化

再処理法

- 使用済燃料再処理機構に、原発廃炉の調整機能、研究開発、廃炉資金管理業務を追加

再エネ特措法

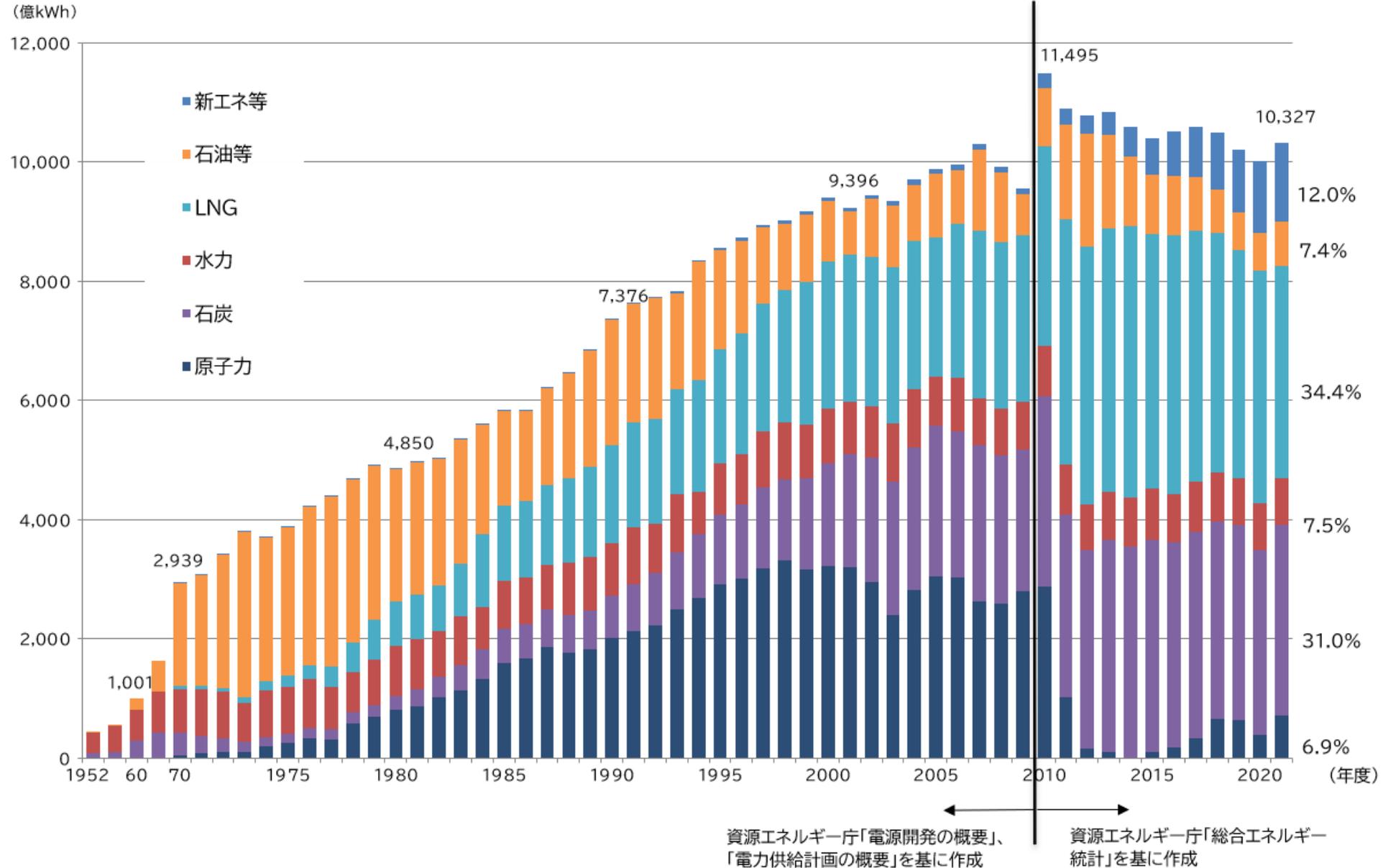
- 再エネ事業の規律強化、既存再エネへの追加投資促進など



参考 原子力の現状



日本の発電電力量の推移



原子力発電所の現状

2023年2月24日時点

再稼働
10基

稼働中 7基、停止中 3基 (起動日)

設置変更許可
7基

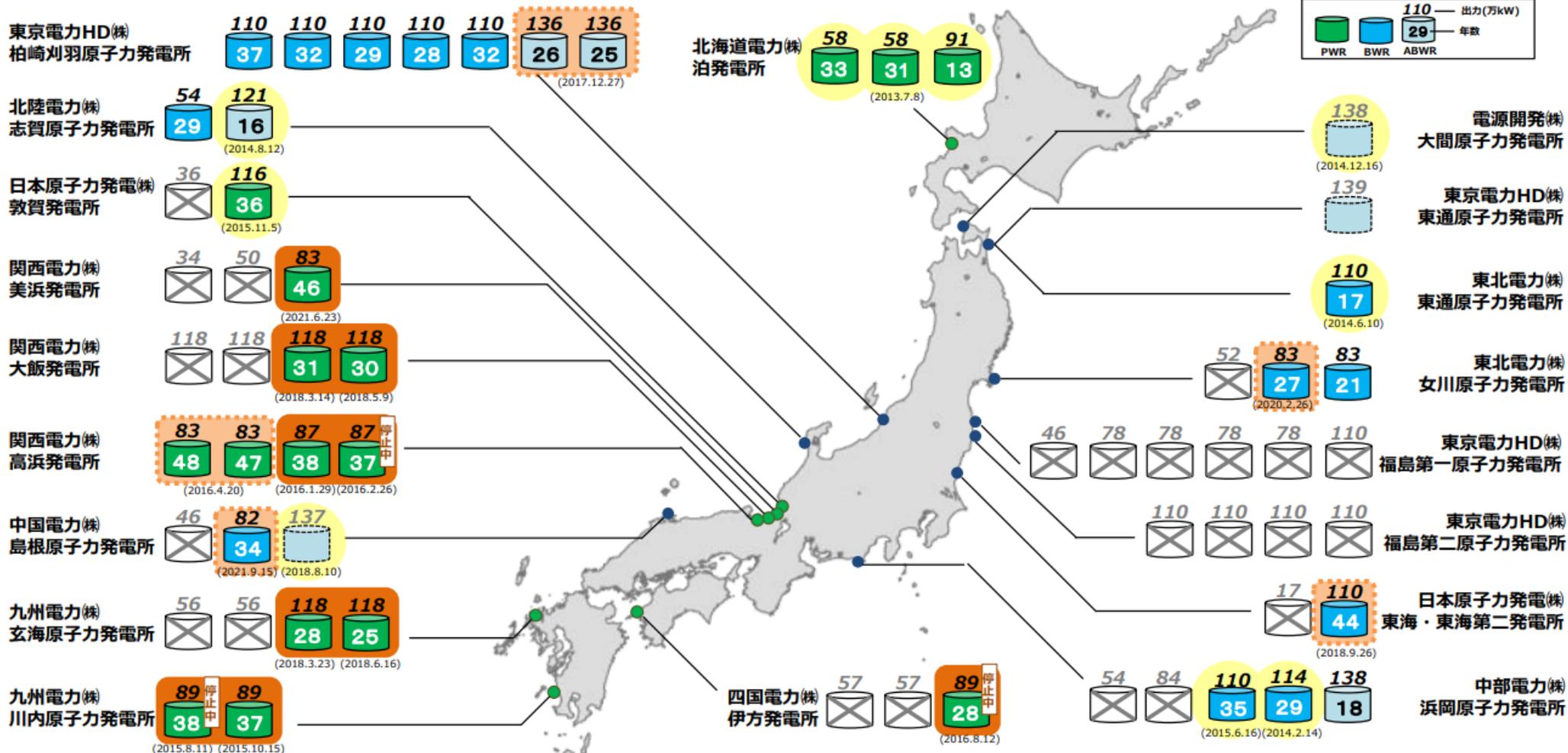
(許可日)

新規制基準
審査中
10基

(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基



使用済み燃料貯蔵量(tU)

		管理容量	使用済み燃料貯蔵量	割合
北海道	泊	1020	400	39%
東北	女川	860	480	56%
	東通	440	100	23%
東京	福島第一	2260	2130	94%
	福島第二	1880	1650	88%
	柏崎刈羽	2910	2370	81%
中部	浜岡	1300	1130	87%
北陸	志賀	690	150	22%
関西	美浜	620	480	77%
	高浜	1730	1380	80%
	大飯	2100	1790	85%
中国	島根	680	460	68%
四国	伊方	930	720	77%
九州	玄海	1290	1110	86%
	川内	1290	1070	83%
原電	敦賀	910	630	69%
	東海第二	440	370	84%
合計		21350	16340	77%

