SNW対話イン岐阜工業高等専門学校2026

基調講演
「日本のエネルギー安定供給と原子力発電」

日本原子力学会シニアネットワーク（SNW）連絡会

大西祥作

注意：本資料は二次配布厳禁

お願い（アドバイス）

誰しも意図をもって資料を作成しています。
公開されている資料をもとに事実のみを資料化する姿勢で臨みましたが、
この資料も例外ではありません。
「事実とウソや間違い」との違い（時期・時代が異なることによる違いを含む）、
「事実と真実」の違いを見極める情報リテラシー（情報を探し、見極め、
活用する能力）を身に着ける努力をしてください。

目次

第1部 日本をとりまくエネルギー状況

- 人類とエネルギーのかかわり
- 3Eトリレンマと世界人口
- 世界の人口とエネルギー供給量
- エネルギーの種類
- 天然資源の確認埋蔵量比較
- 日本の一次エネルギー供給構成
- エネルギー自給率の推移
- 資源確保の状況
- 各種燃料価格の推移
- 燃料輸入価格変動による電気料金の推移
- 温室効果ガスによる地球温暖化のしくみ
- 平均気温の変化
- 温室効果ガスの地球温暖化への寄与度
- 温室効果ガス濃度
- 電源別CO^2排出量
- 世界のCO^2排出量
- 各国の温室効果ガス削減目標

第2部 日本のエネルギー政策

- エネルギー政策の基本方針
- 第７次エネルギー基本計画
- 第７次エネルギー基本計画の方向性
- 日本のエネルギーバランスフロー
- 脱炭素化の方向性
- 各電源の特徴
- 日本のエネルギー問題に対する課題

第3部 原子力発電の概要

- 火力発電と原子力発電の違い
- BWRとPWRの違い
- 発電用原子炉のタイプ
- 火力発電と原子力発電のエネルギーの違い
- 原子力発電用ウラン
- 軽水炉の固有安全性
- 原子力発電所の新規制基準
- 稼働状況
- 原子力に対する世論調査結果
- 原子燃料サイクル
- 使用済燃料の貯蔵量
- 放射性廃棄物の種類と処分の概要

第4部 次世代原子炉

- 次世代炉の必要性
- 次世代革新炉の種類
- 次世代革新炉の特徴と課題
- 次世代革新炉のロードマップ
- 次世代革新炉の特徴

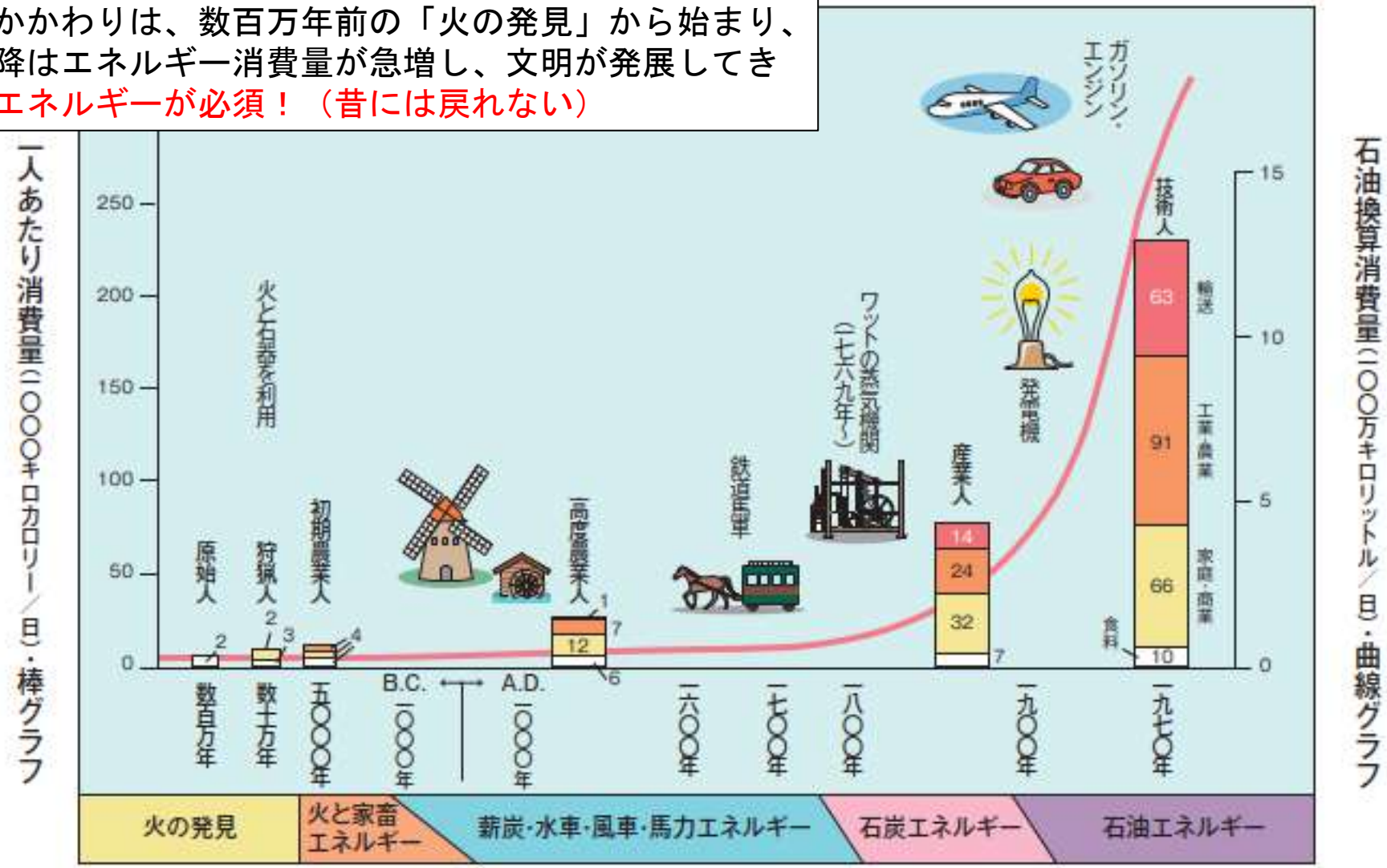
（自習のための）参考資料

放射線の基礎

第1部　日本をとりまくエネルギー状況

人類とエネルギーのかかわり

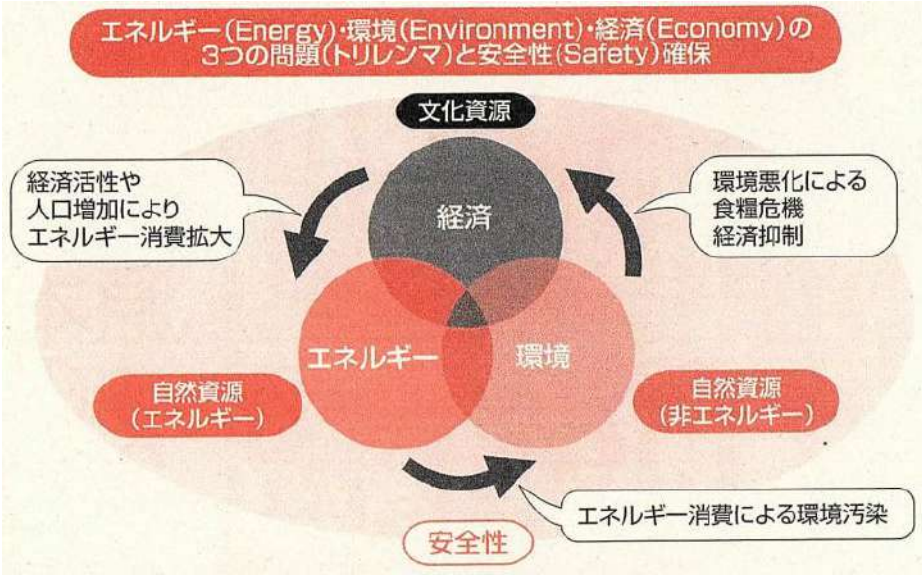
人類とエネルギーのかかわりは、数百万年前の「火の発見」から始まり、18世紀の動力革命以降はエネルギー消費量が急増し、文明が発展してきた。⇒　現代人にはエネルギーが必須！（昔には戻れない）

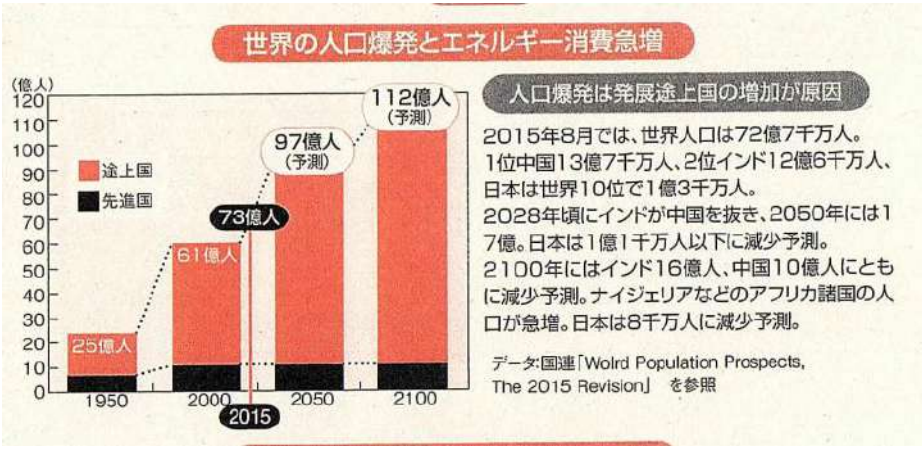


原始人　百万年前の東アフリカ、食料のみ。
狩猟人　十万年前のヨーロッパ、暖房と料理に薪を燃やした。
初期農業人　B.C.5000年の肥沃三角州地帯、穀物を栽培し家畜のエネルギーを使った。
高度農業人　1400年の北西ヨーロッパ、暖房用石炭・水力・風力を使い、家畜を輸送に利用した。
産業人　1875年のイギリス、蒸気機関を使用していた。
技術人　1970年のアメリカ、電力を使用、食料は家畜用を含む。

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

3Eトリレンマと世界人口





出典：とことんやさしいエネルギーの本（第二版）、山嵜耕造、日刊工業新聞社

20220713 毎日朝刊

出典：.2022年7月3日毎日新聞

世界人口 11月に80億人

国連は11日、世界の人口が今年11月中旬に80億人を突破し、来年にはインドの人口が中国を追い抜いて世界最多になるとの推計を発表した。新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、世界の平均寿命は2019年の72・8歳から昨年は71・0歳に下がったことも明らかにした。

11日の世界人口デーに合わせて報告書を発表した。それによると、22年時点のインドの人口は既に14億1200万人で、中国の14億2600万人に迫る。インドは50年の時点で16億6800万人まで増加し、減少に転じる中国の13億1700万人を大きく上回るとの見通しを示した。

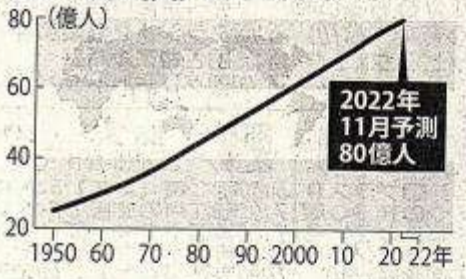
インドは、乳幼児死亡率が顕著に下がっている。一方の中国は15年に「一人っ子政策」の廃止を決定。21年には3人目の出産も認めたが、教育費の高さなどを背景に少子化が減速する見通しは立っていない。

一方、世界の人口は現在79億4200万人。人口の増加ペースは落ちており、20年には人口の増加率が1950年以来初めて年1%を下回った。報告書は、30年に85億人、50年に97億人、80年代に104億人でピークに達し、100年までその水準が続くと予想している。

【ニューヨーク隅俊之】

国連推計 インド、中国抜き最多へ

世界人口の推移 ※国連による



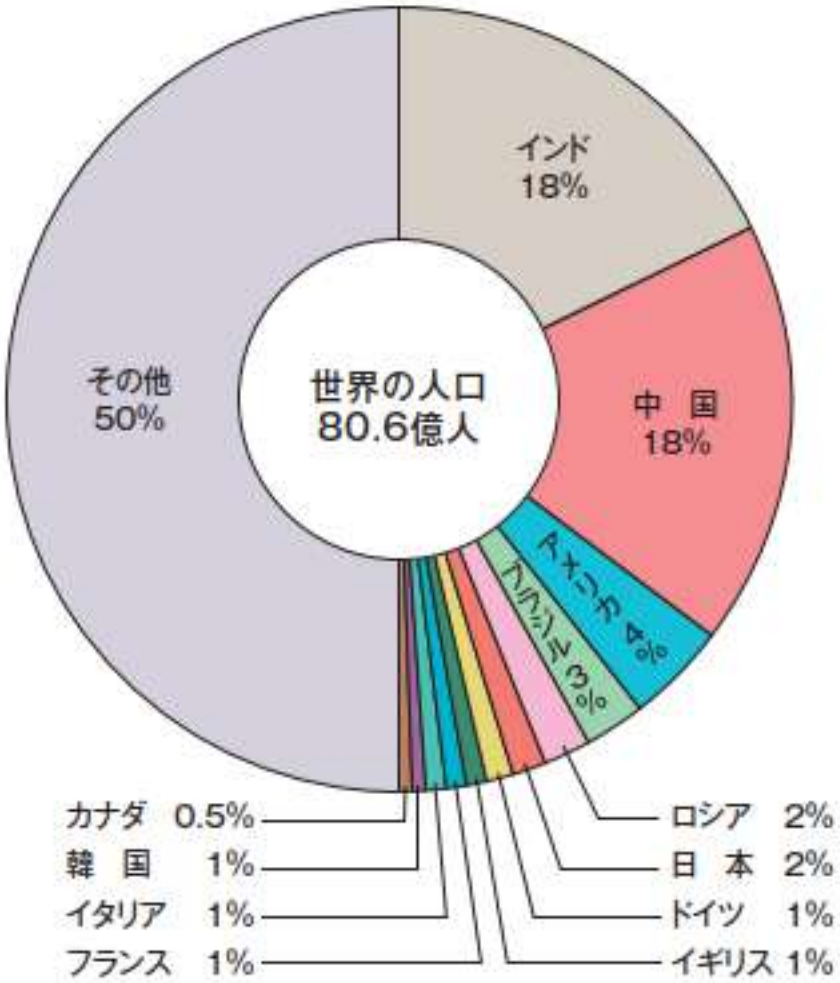
81.2億人
@2024年4月

82.8億人
@2026年3月

出典：
https://worldpopulationclock.net/?utm_source=copilot.com

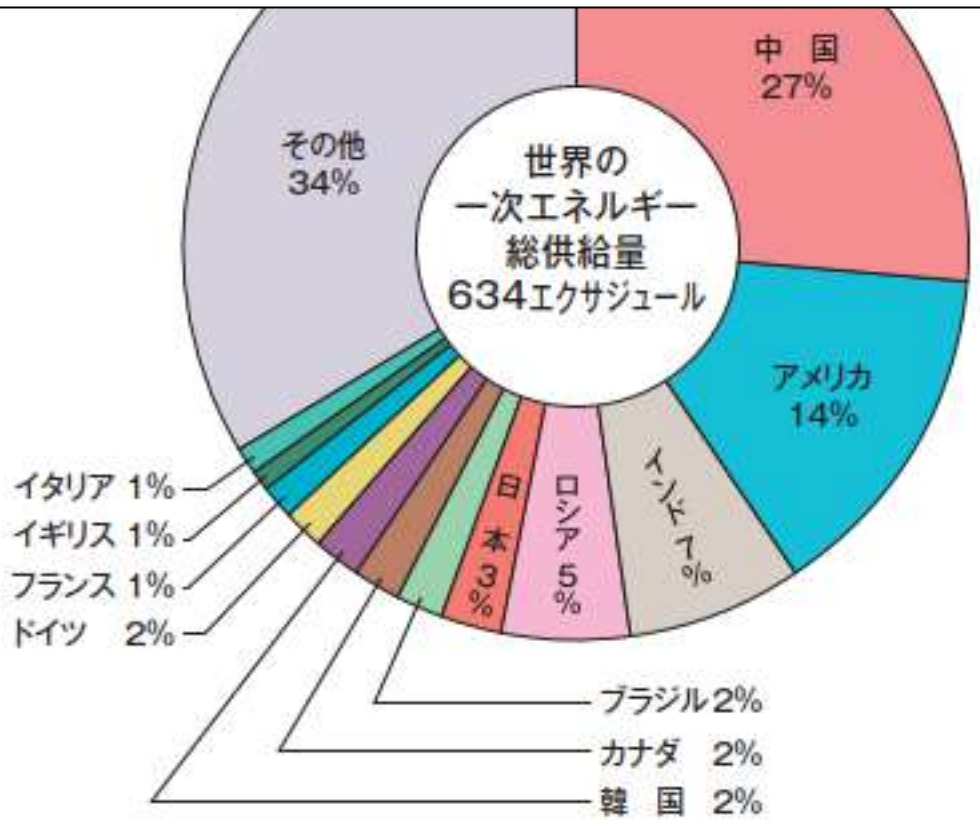
世界の人口とエネルギー供給量

世界の人口（2023年）



世界の一次エネルギー総供給量（2023年）

日本は、世界の約3%、約18エクサジュールの1次エネルギーを消費している。



1エクサジュール
＝10^{18}ジュール

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

エネルギーの種類（1/2）

私たちの身の回りのエネルギーである電気、都市ガス、ガソリン、灯油などは「二次エネルギー」と言われ、「一次エネルギー」から生産されるものです。

■エネルギーの分類

●一次エネルギー（天然資源による分類）

- 化石燃料（世界は85%～90%依存）
  - 石炭、原油・石油、天然ガスなど
- 再生可能エネルギー（再エネ）
  - 水力、地熱、バイオ、太陽光、風力など
- 原子力エネルギー
  - 核分裂、核融合

●二次エネルギー（一次エネルギーから生産）

・電気、都市ガス、水素、ガソリン、灯油など

エネルギーとは、「仕事をする力」(モノを動かす能力)であるのに対して、石油や石炭などの資源は、エネルギーのもととなるもの＝原料や材料のことです。

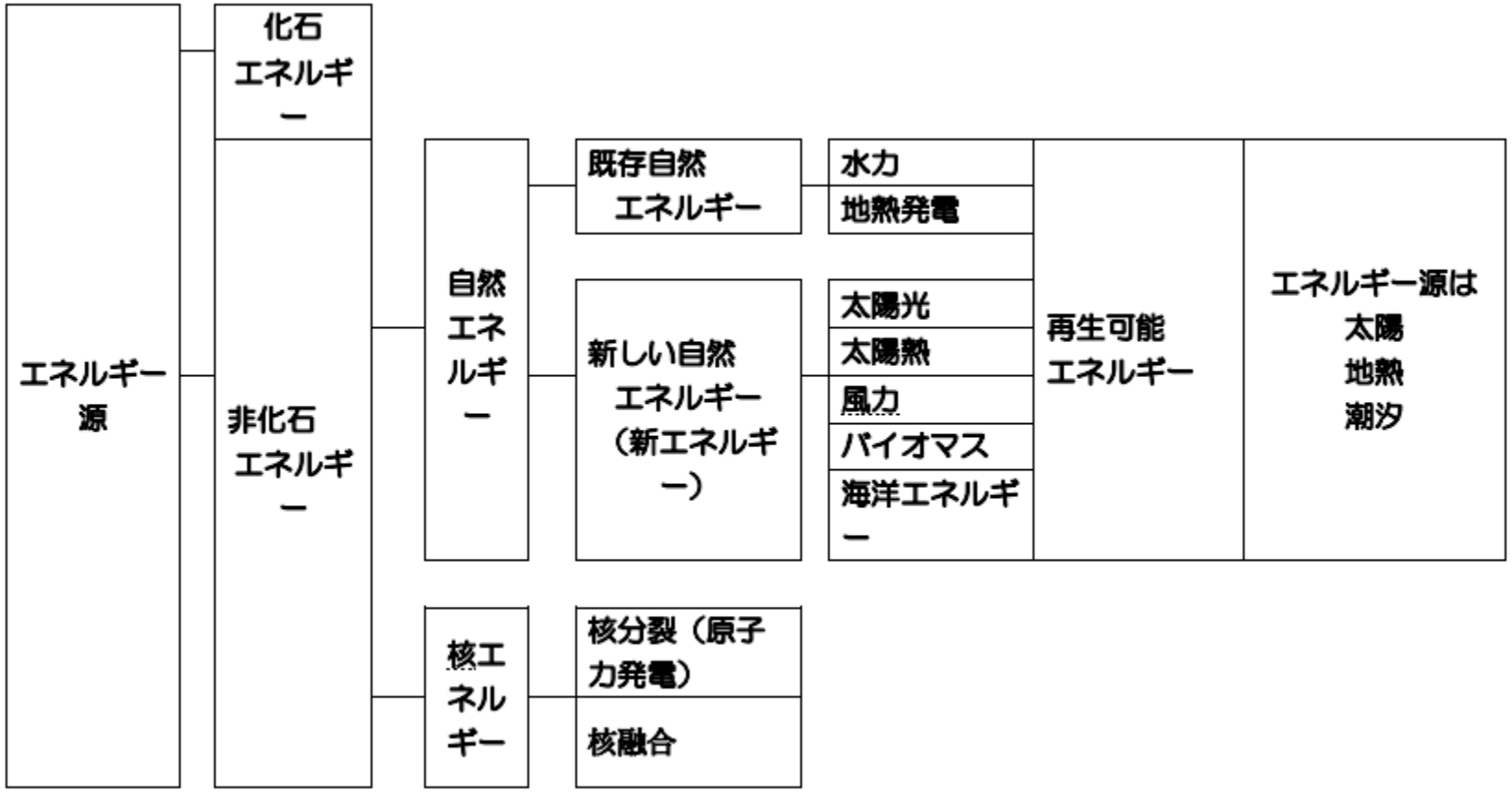
電気やガスなどは、石油や石炭、天然ガスなどの資源を使いやすいようにつくり変えたもの(変換)であり、自然界からとれた石油や石炭などの資源を「一次エネルギー」、変換・加工された電気や都市ガス、ガソリンなどを「二次エネルギー」とよんでいます。

またエネルギーの分け方には、いろんな方法がありますが、代表的な分け方が「化石エネルギーとその他のエネルギー(非化石エネルギー)」とよばれるものです。

出典：四国電力HP

出典：宇部高専SNW対話2022基調講演―1「エネルギーを身近なところから考える」、金氏顕

エネルギーの種類(2/2)


エネルギー源
化石エネルギー
非化石エネルギー
自然エネルギー
核エネルギー
既存自然エネルギー
新しい自然エネルギー（新エネルギー）
核分裂（原子力発電）
核融合
水力
地熱発電
太陽光
太陽熱
風力
バイオマス
海洋エネルギー
再生可能エネルギー
エネルギー源は
太陽
地熱
潮汐

天然資源の確認埋蔵量比較

■石油は50年前もあと50年と言われたが今でもあと50年と言われるのは、価格が高騰し需要があれば掘削に投資できるから。
■頁岩（シェール）に含まれる石油や天然ガスを採掘する技術開発により米国で大量に生産され、米国は資源輸出国に。
■石炭は地球上に広く存在する資源で埋蔵量はまだ数百年ある。
■化石燃料は有限であり、いずれは枯渇する運命。

■ウランは使用済み燃料を再処理し得られたプルトニウムを高速増殖炉により更にプルトニウムが増殖され約3000年分の燃料に出来る。

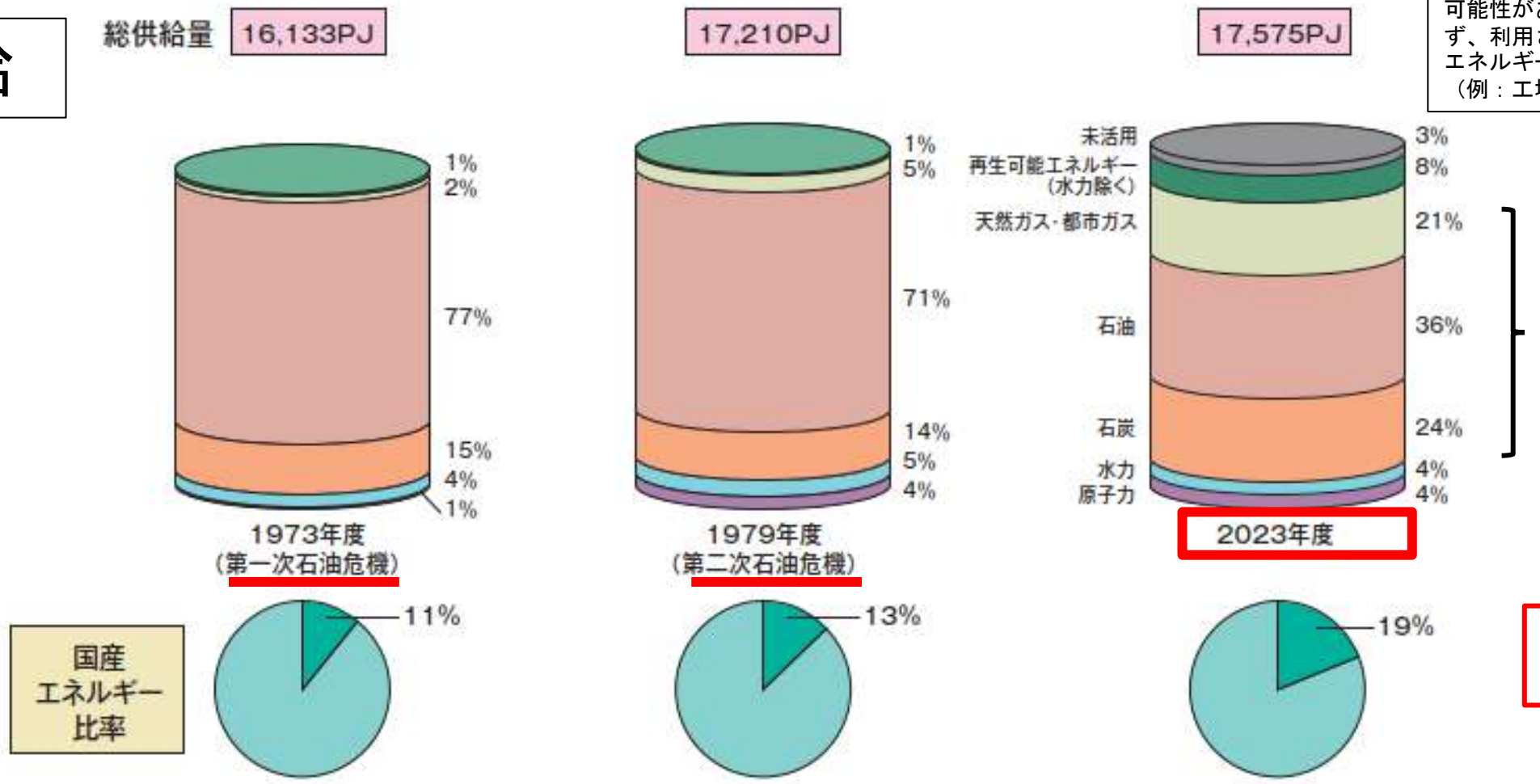
出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

出典：宇部高専SNW対話2022基調講演ー1「エネルギーを身近なところから考える」、金氏顕

日本の一次エネルギー供給構成の推移

安定供給

未活用：有効に利用できる可能性があるにもかかわらず、利用されてこなかったエネルギー
（例：工場の排熱）



化石燃料依存度
81%

自給率
19%

（注）四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
1PJ（=10^{15}J）は原油約25,800kℓの熱量に相当（PJ:ペタジュール）
原子力はその特性上準国産エネルギーとして扱われる
「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている

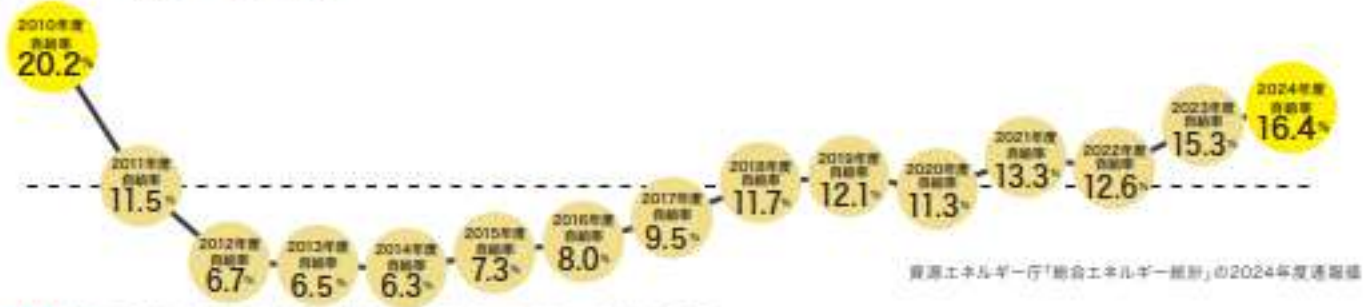
出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

エネルギー自給率の推移

Q 日本は、国内の資源でどのくらいエネルギーを自給できていますか？

A 2024年度の日本の自給率は16.4%で、他のOECD諸国と比べても低い水準です。

我が国のエネルギー自給率

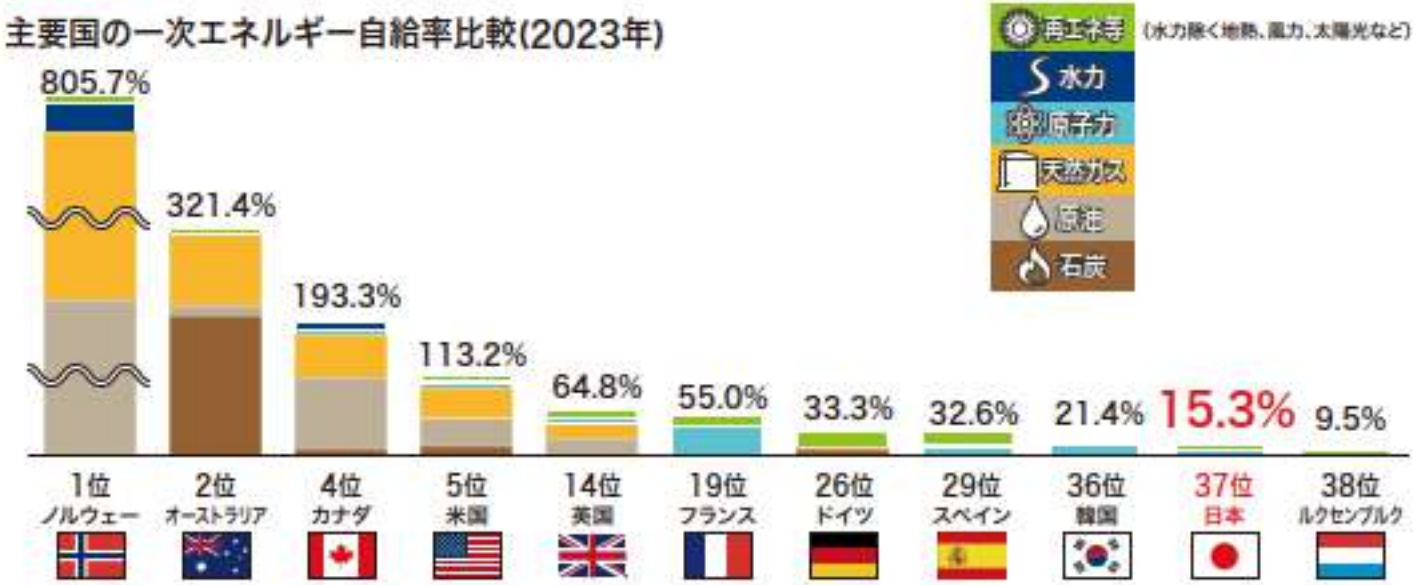


資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の2024年度速報値

一次エネルギー：石油、天然ガス、石炭、原子力、太陽光、風力などのエネルギーのもともとの形態

エネルギー自給率：国民生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で産出・確保できる比率

主要国の一次エネルギー自給率比較(2023年)



出典：IEA「World Energy Balances 2025」の2023年推計値、日本のみ資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の2023年度確報値。※表内の順位はOECD38カ国中の順位

2024年度の自給率
16.4%（速報値）

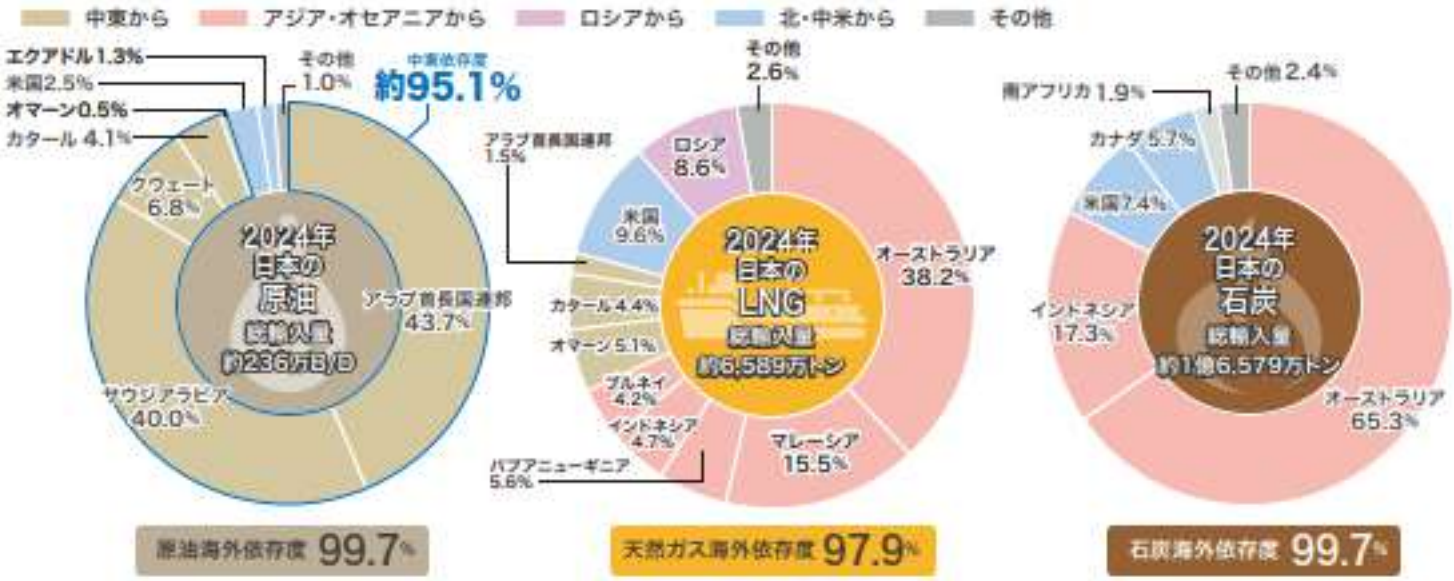
出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

資源確保の状況

Q 日本はどのような国から化石燃料を輸入していますか？

A 原油は中東地域に90%以上依存しています。
LNGや石炭は、中東地域依存度は低いものの、アジアなど、海外からの輸入に頼っています。

日本の化石燃料輸入先(2024年)



出典：財務省貿易統計（海外依存度は総合エネルギー統計より、年度ベース）

化石燃料資源の安定確保に向けた取組：原油では、原油調達先である中東諸国との関係強化を進める。LNGでは、調達先の多角化、更なる権益獲得に向けた取組、メタンハイドレート等の国内資源開発の促進のほか、LNG長期契約の確保を促進するための措置の検討を行う。また、経済安全保障推進法に基づき天然ガスを特定重要物資に指定し、戦略的な余剰LNGの確保・運用を行うとともに、有事の際には、LNGの事業者間融通の枠組みにより対応。

出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

化石燃料の海外依存度
（2024年度）

- 原油：99.7%
  中東95.1%
- LNG：97.9%
- 石炭：99.7%

各種燃料価格の推移

安定供給

経済効率性
（コスト）

燃料価格が、電気料金やエネルギーコストに影響します。

過去の燃料価格の推移と現在の状況

出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

LNG輸入価格
（右軸）

石炭輸入価格
（左軸）

原油輸入価格
（左軸）

燃料輸入価格の変動による電気料金の推移注）

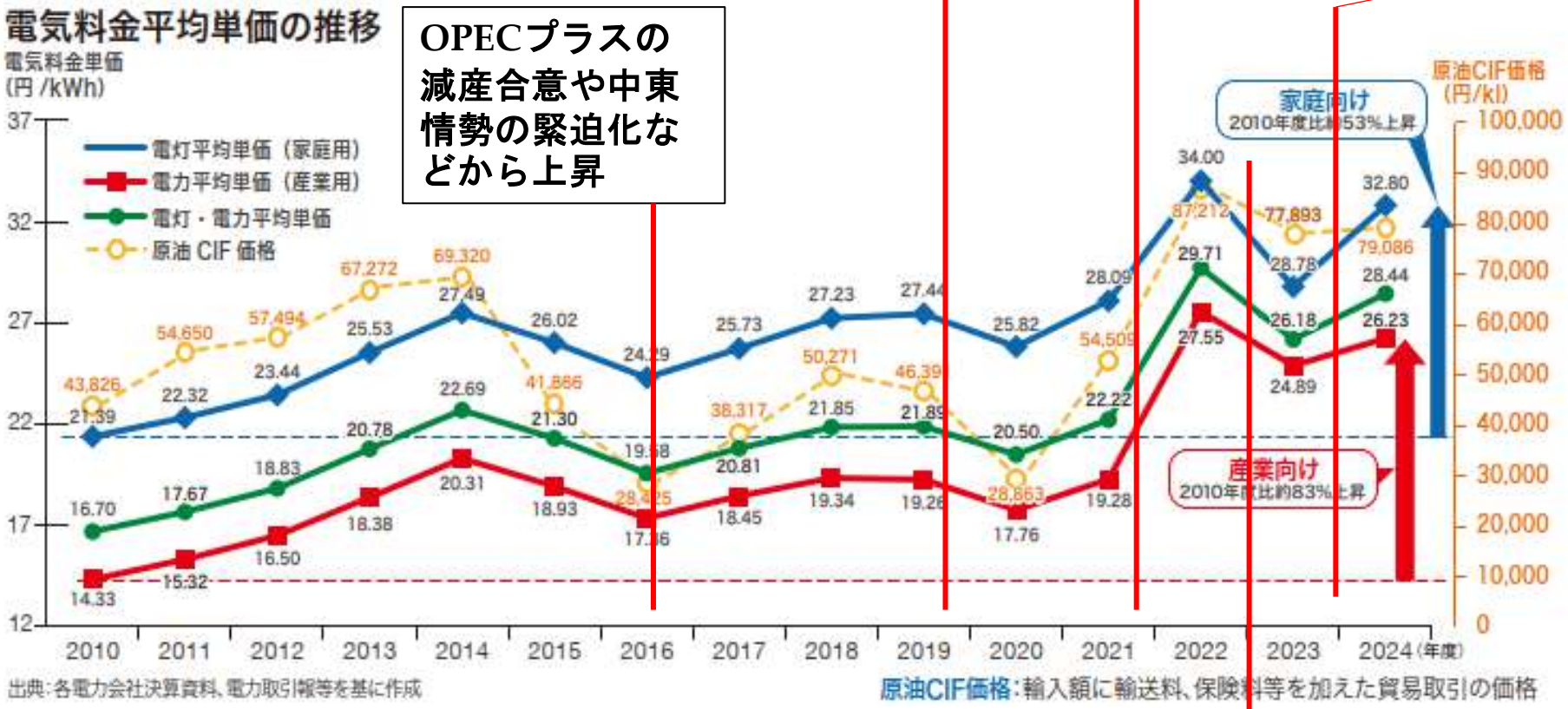
注）再エネコストの負担も要因としてある

新型コロナウイルスの汚染拡大やOPECプラスの協議決裂などから下落

ウクライナ情勢をまぐる地政学的緊張の高まりなどを上げ上昇

円安進行や補助金縮小による実質コストの上昇

OPECプラスの減産合意や中東情勢の緊迫化などから上昇

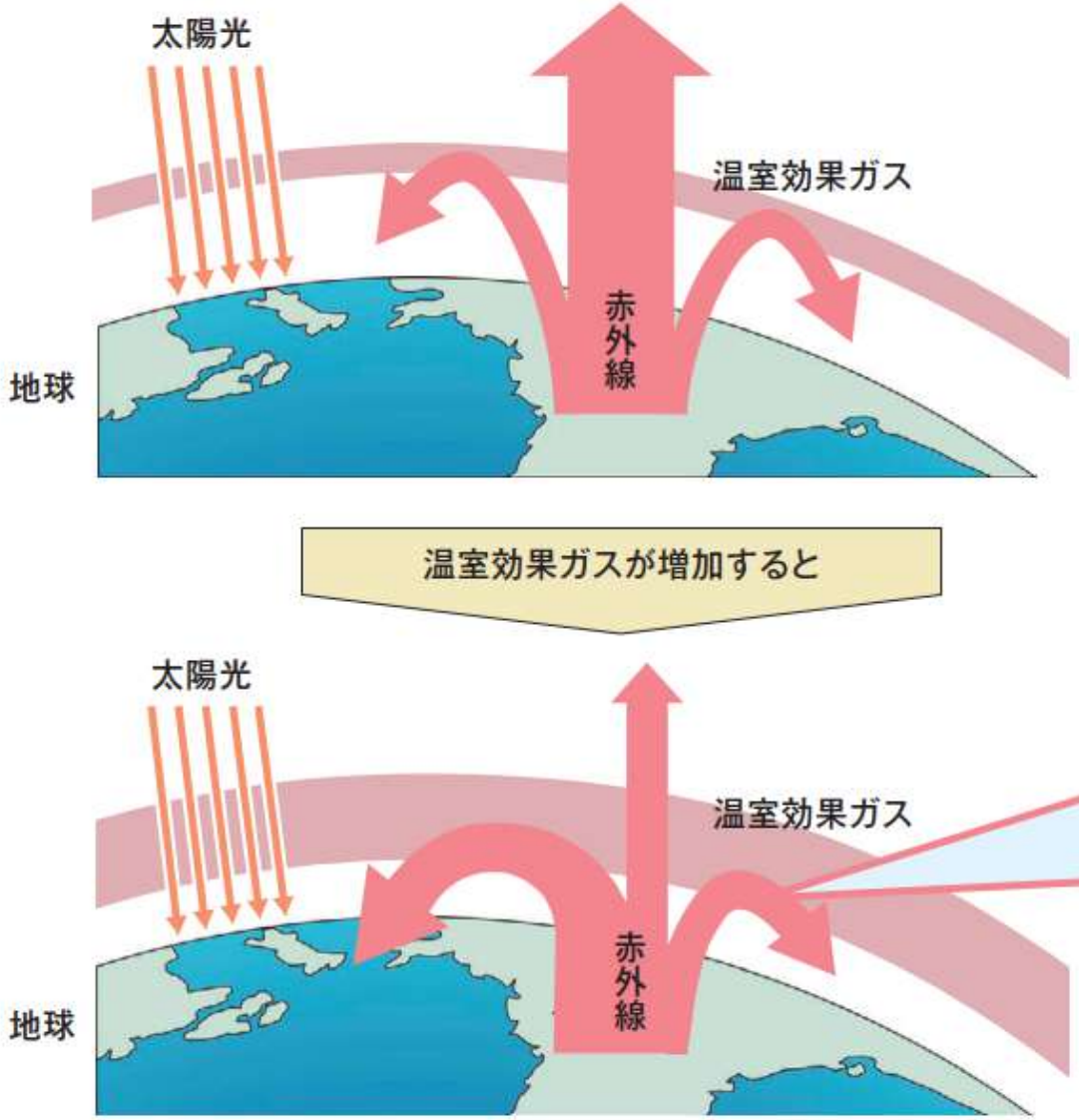


出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

世界的な景気減速懸念や中国経済の伸び悩みなど、需要側の弱さが価格を押し下げた影響

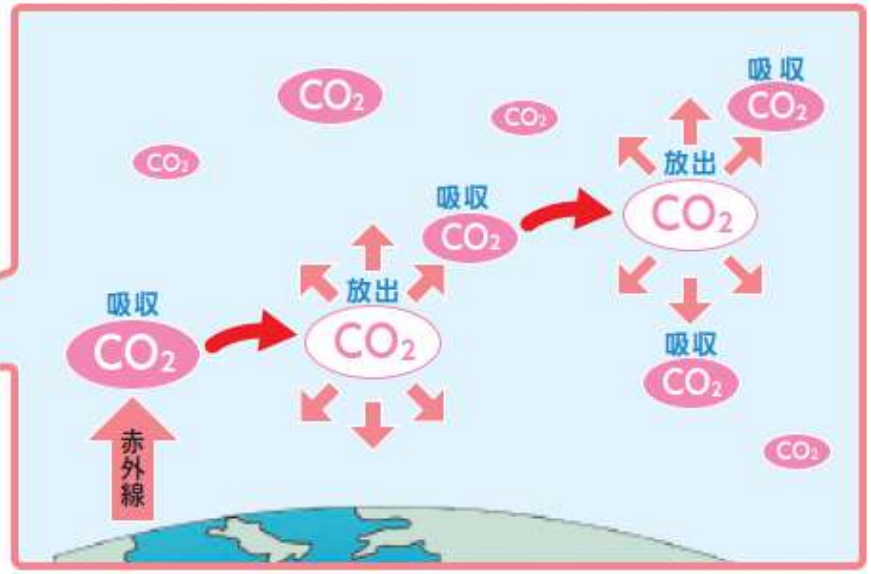
温室効果ガスによる
地球温暖化のしくみ

温室効果のしくみ



地球の大気にわずかに含まれる二酸化炭素などの温室効果ガスは、赤外線を吸収し、再び放出する性質があります。
この性質により、太陽からの光で暖められた地球の表面から外に向かう赤外線は、温室効果ガスに吸収・放出される場合があり、地表に向かう一部の赤外線の熱作用により再び地球の表面を暖めます。大気中の温室効果ガスが増えると、この吸収・放出のプロセスが増え、結果として温室効果が強まり地球の表面の気温が高くなります。

例：二酸化炭素（CO_2）の赤外線吸収・放出の過程



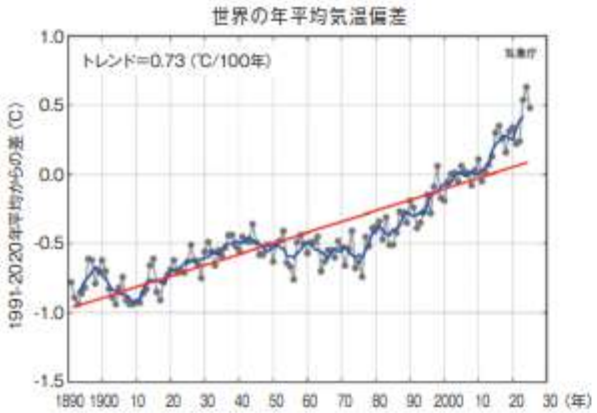
二酸化炭素（CO_2）が増えることにより地表に向かう赤外線が増える。

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

平均気温の変化

平均気温の変化

世界の年平均気温の偏差（1891～2025年）



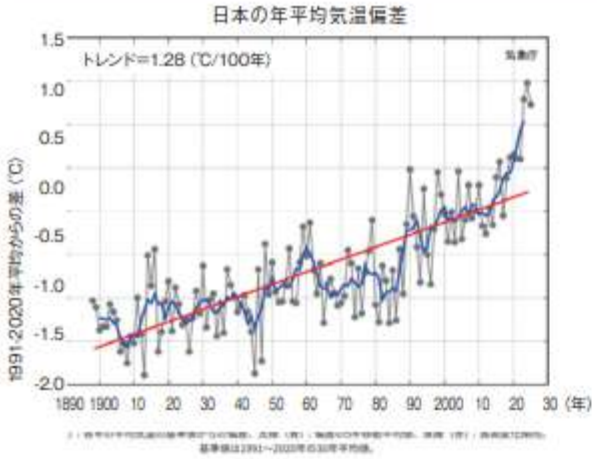
細線（黒）：世界約2,300～2,600地点での平均気温の基準値（1991～2020年の30年平均値）からの偏差
（2025年は偏差+0.48℃）

太線（青）：偏差の5年移動平均値

直線（赤）：長期変化傾向
（100年あたり0.79℃の割合で上昇）

約0.79℃/100年の割合で上昇

日本の年平均気温の偏差（1898～2025年）



細線（黒）：国内15観測地点※での平均気温の基準値（1991～2020年の30年平均値）からの偏差
（2025年は平均差+1.23℃）

太線（青）：偏差の5年移動平均値

直線（赤）：長期変化傾向
（100年あたり1.44℃の割合で上昇）

約1.44℃/100年の割合で上昇

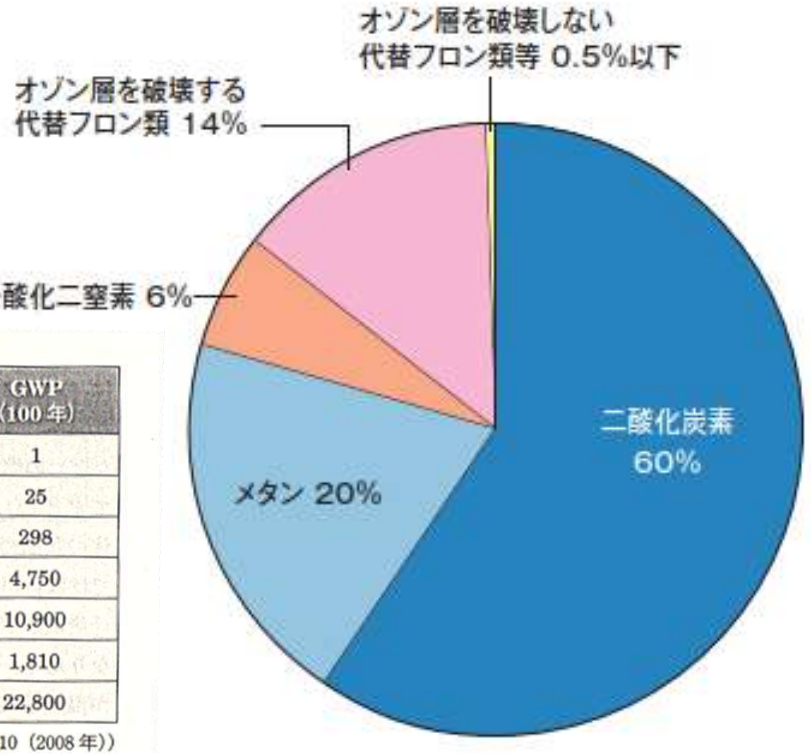
※15観測地点：網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木（高岡市）、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

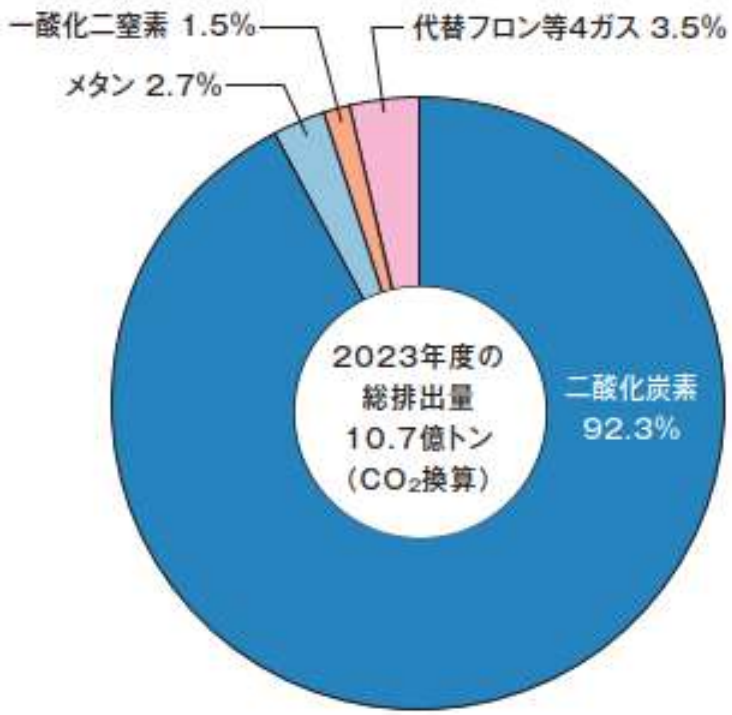
温室効果ガスの地球温暖化への寄与度

温室効果ガスの地球温暖化への寄与度

産業革命以降人為的に排出された温室効果ガスによる
地球温暖化への寄与度（2008年度）



日本が排出する温室効果ガスの
地球温暖化への直接的寄与度（2023年度）



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

GWP
同じ重さでCO2と比較した温暖化の効き方
（100年間平均）

表３・１　温室効果ガスと地球温暖化係数（GWP）

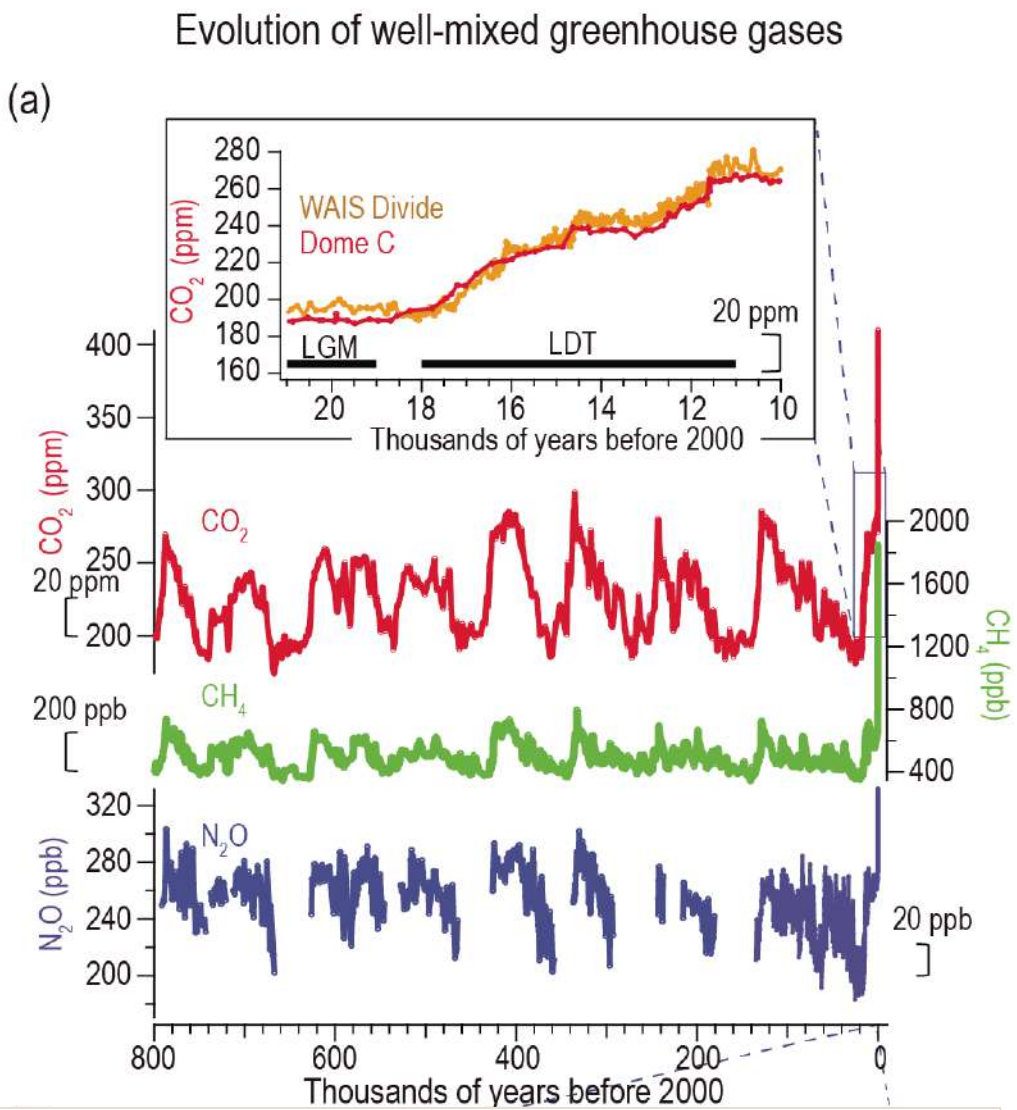
化学式	大気濃度（2005年/ppb）	大気寿命（年）	GWP（100年）
CO_2	379,000	—	1
CH_4	1,774	12	25
N_2O	319	114	298
CCl_3F ※	0.251	45	4,750
CCl_2F_2 ※	0.538	100	10,900
$CHCl_2F$ ※	0.169	12	1,810
SF_6	0.006	3,200	22,800

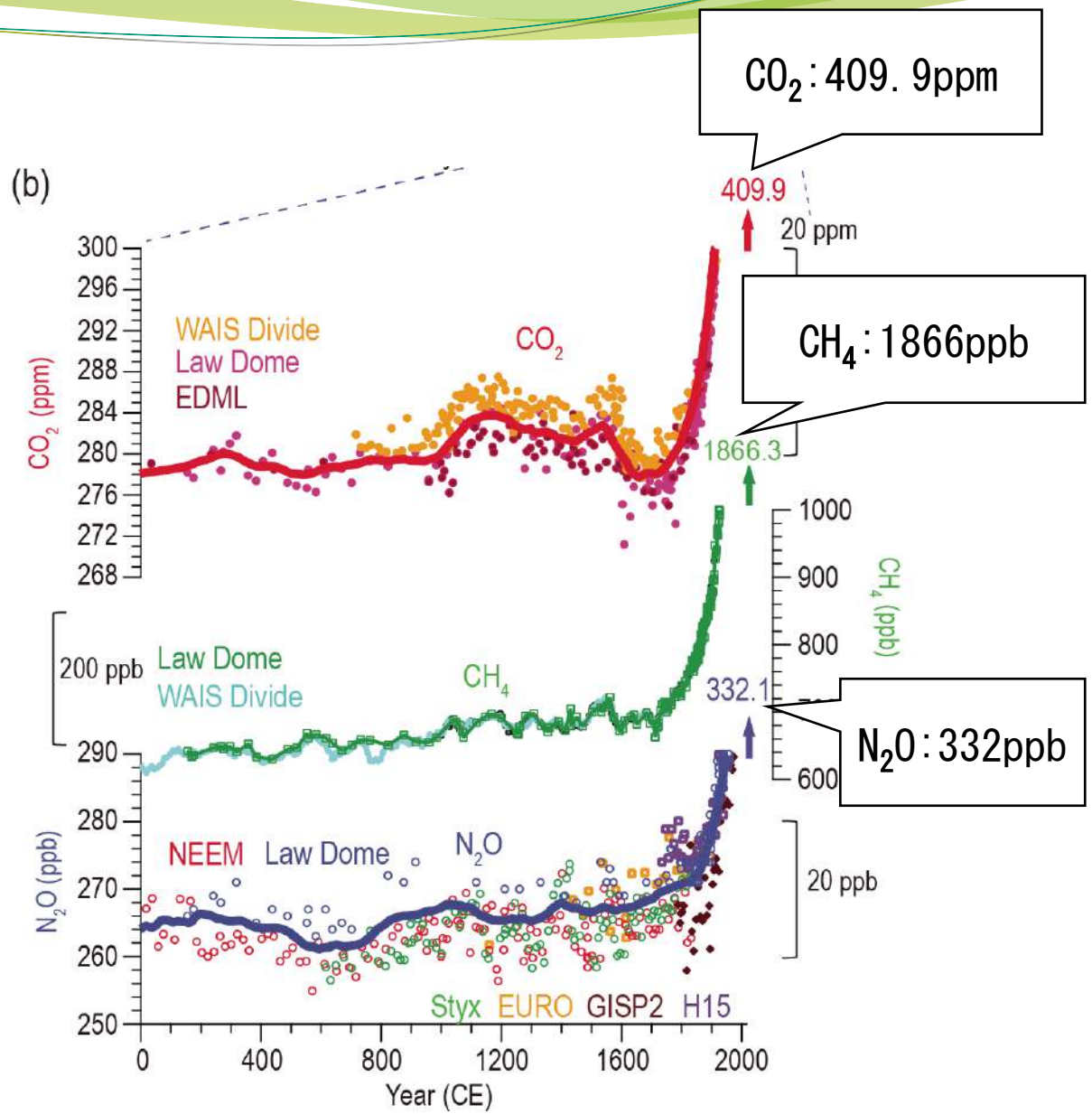
（出典：地球環境センターニュース、Vol.18、No.10（2008年））

※　:フロン

出典：よくわかる環境科学、鈴木孝弘、オーム社

温室効果ガス濃度

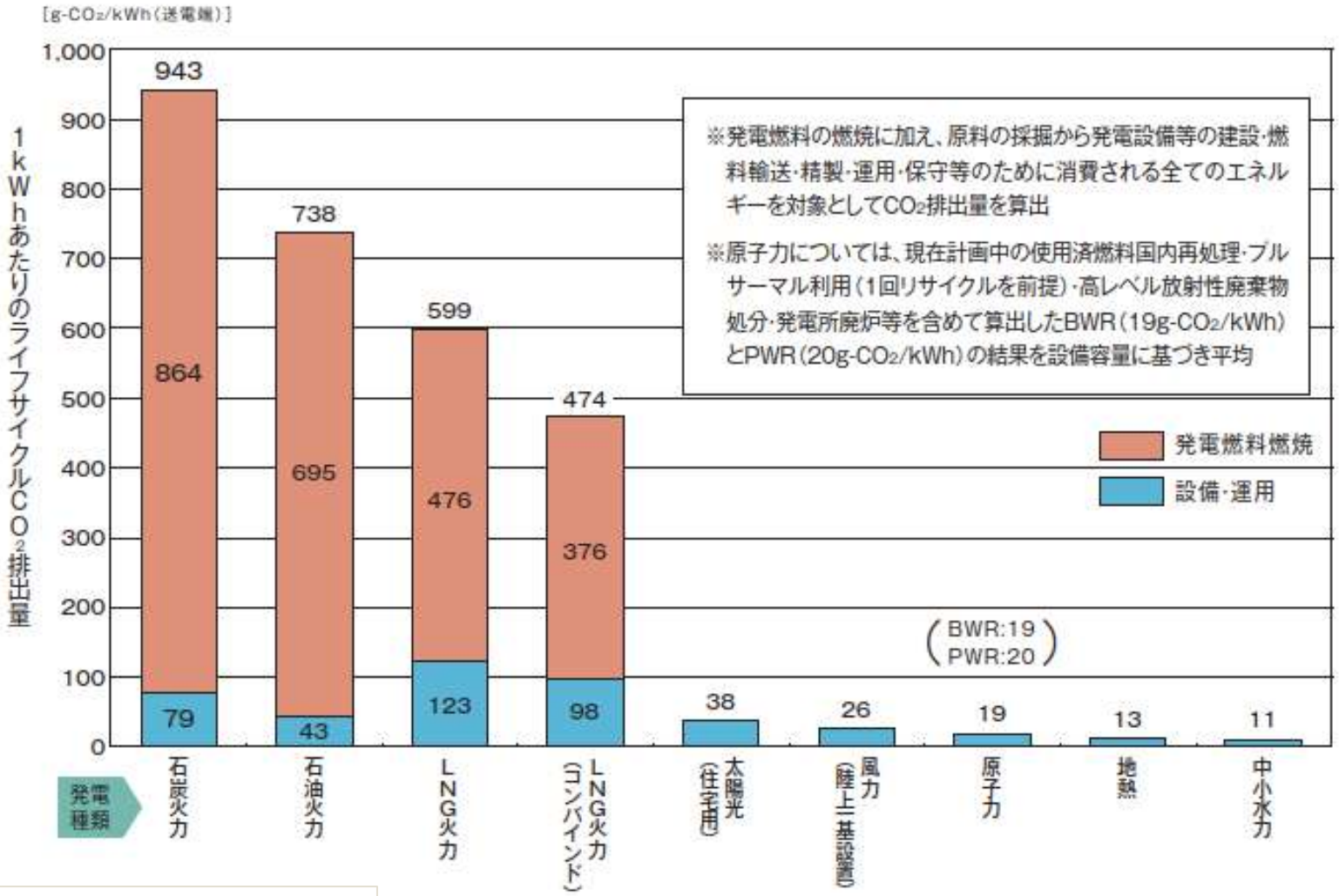




出典：IPCC第六次評価報告書　WG1　2章　図2.4　IPCC_AR6_WGI_Figure_2_4.png (1066 × 2287)

電源別CO_2排出量

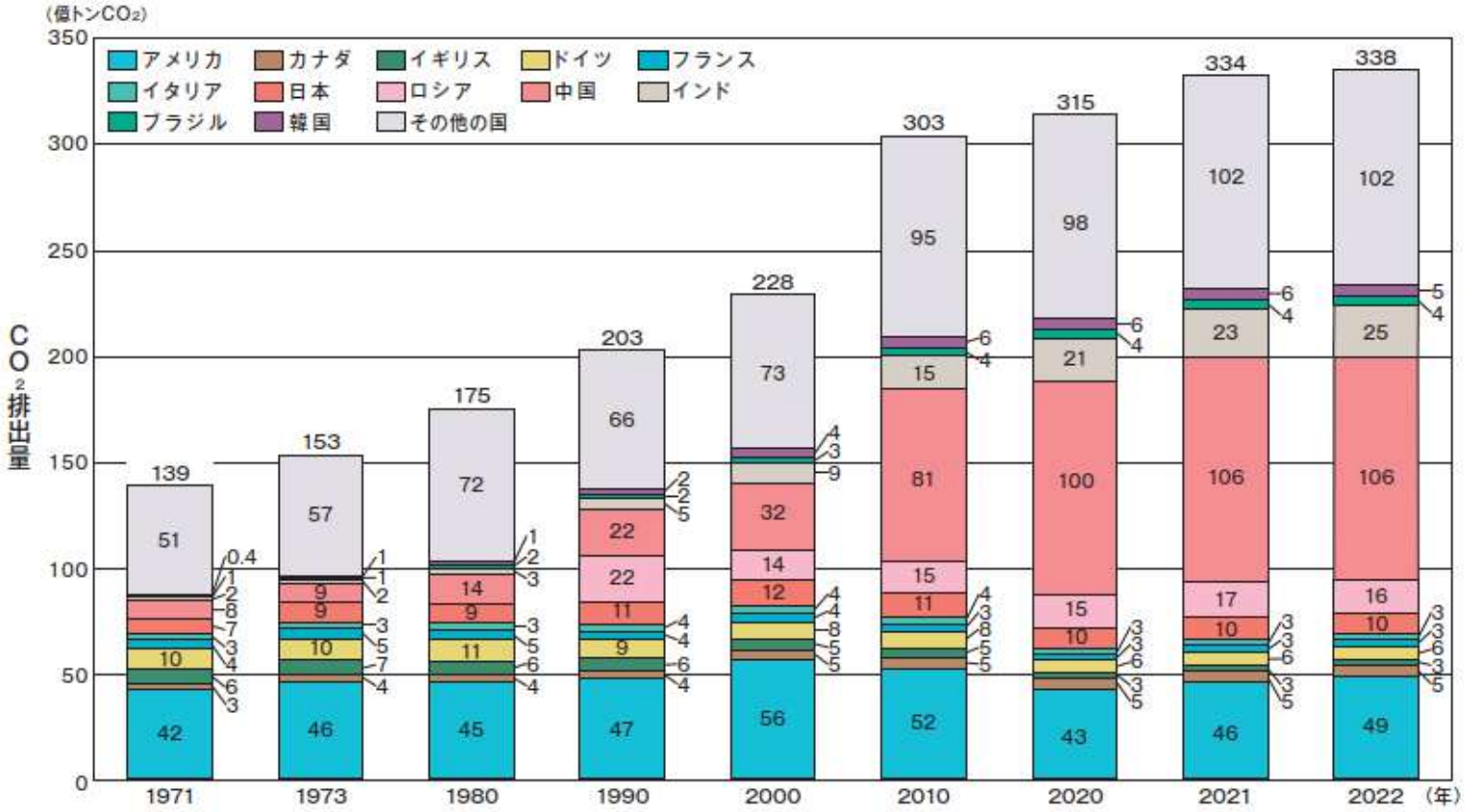
各種電源別のライフサイクルCO_2排出量



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

世界のCO_2排出量

世界のCO2排出量の推移



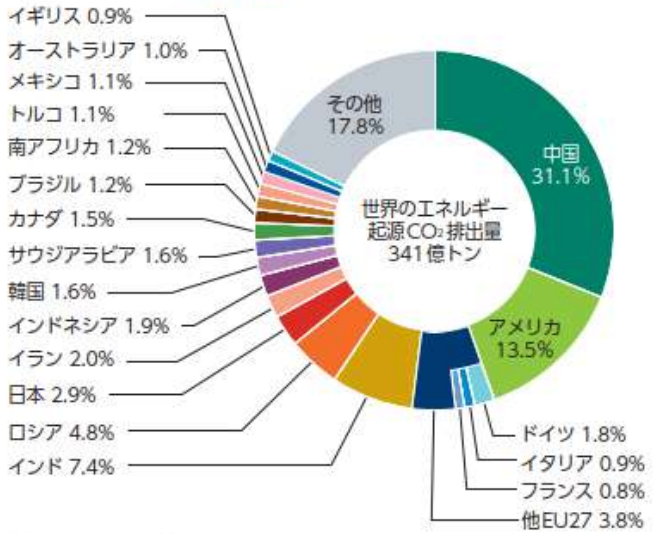
(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
ロシアについては1990年以降の排出量を記載。1990年以前については、その他の国として集計

2-1-4

出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧2025」より作成

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

図1-1-6 世界のエネルギー起源CO_2の国別排出量（2022年）



資料：国際エネルギー機関（IEA）「Greenhouse Gas Emissions from Energy Highlights」2024 EDITIONを基に環境省作成

出典：令和7年版　環境白書第2部1章、環境省

各国の温室効果ガス削減目標

日本・EU・英国・米国・中国・インドのカーボンニュートラル表明状況

	日本	EU	英国	中国	インド	米国
2020						2025年1月に「パリ協定」から離脱する大統領令に署名
2030	2013年度比で46%減、さらに2035年度、2040年度において、それぞれ60%、73%削減	1990年度比で少なくとも55%減(NDC)	1990年度比で少なくとも68%減(NDC)	2030年までにCO_2排出を減少に転換(国連演説)	2005年度比で33～35%削減(NDC)	
2040						
2050	カーボンニュートラル(法定化)	カーボンニュートラル(長期戦略)	カーボンニュートラル(法定化)			
2060				カーボンニュートラル(国連演説)		
2070					カーボンニュートラル(COP26で宣言)	

出典:経済産業省資料より作成

出典：原子力総合パンフレット2026年版，2025年12月発行（日本原子力文化財団）

第2部　日本のエネルギー政策

エネルギー政策の基本方針

S+3E（エス プラス スリーイー）

基本方針

Q エネルギー政策の基本方針はどうなっていますか？

A 安全性(Safety)の確保を大前提に、エネルギー安定供給(Energy Security)を第一として、経済効率性の向上(Economic Efficiency)と環境への適合(Environment)を図るべく、取組を進めています(S+3E)。
日本は、すぐに使える資源に乏しく、国土を山と深い海に囲まれているといった地理的制約を抱えています。エネルギー安定供給と脱炭素を両立する観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入するとともに、特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた電源構成を目指していきます。

S+3Eの大原則

安全性 Safety
安全性の確保が大前提

＋

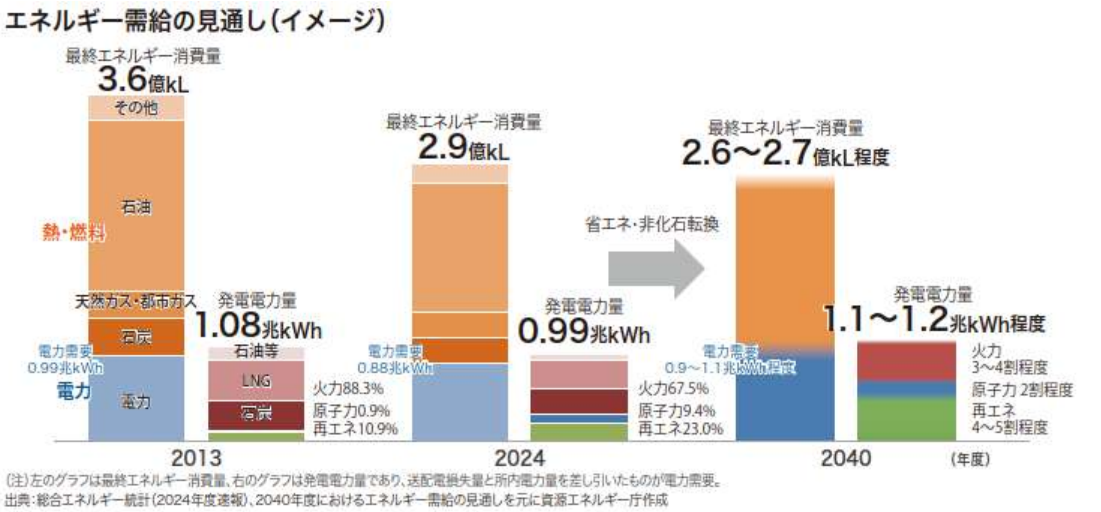
安定供給 Energy Security
2040年度にエネルギー自給率3～4割程度を見込む（2024年度16.4%）

経済効率性 Economic Efficiency
国際的に遜色ない価格

環境適合 Environment
世界全体での1.5℃目標と整合的で、野心的な削減目標（2013年度比）である2035年度▲60%、2040年度▲73%を目指す

出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

第7次エネルギー基本計画@2025.2



デジタル化の進展等による電力需要

人口減少や節電・省エネ等により家庭部門の電力需要は減少傾向でしたが、足下では増加に転じ、今後もデータセンターや半導体工場の新増設等による産業部門の電力需要の増加により、省エネ等の進展を考慮してもなお、全体として電力需要は増加に転じると見込まれています。

1

出典：日本のエネルギー2026年2月発行（資源エネルギー庁）

1P(ペタ)J＝10^{15}J＝0.0262X10^{6}原油換算kℓ

エネルギー自給率
一次エネルギーのうち、
自国内で産出・確保できる比率

		2023年度（速報値）	2040年度（見通し）
エネルギー自給率		15.2%	3～4割程度
発電電力量		9854億kWh	1.1～1.2兆kWh程度
電源構成	再エネ	22.9%	4～5割程度
	太陽光	9.8%	23～29%程度
	風力	1.1%	4～8%程度
	水力	7.6%	8～10%程度
	地熱	0.3%	1～2%程度
	バイオマス	4.1%	5～6%程度
	原子力	8.5%	2割程度
	火力	68.6%	3～4割程度
最終エネルギー消費量		3.0億kL	2.6～2.7億kL程度
温室効果ガス削減割合（2013年度比）		22.9% ※2022年度実績	73%

出典：エネルギー基本計画の概要　令和7年2月資源エネルギー庁

第7次エネ基では2050年の割合は参考値としても示されていない。

第７次エネルギー基本計画の方向性（エネルギーミックスと脱炭素電源の最大限の活用）

1.エネルギー政策の基本的視点(S+3E)

1)エネルギー政策の要諦である、S+3E(安全性、安定供給、経済効率性、環境適合性)の原則は維持。

2)安全性を大前提に、エネルギー安定供給を第一として、経済効率性の向上と環境への適合を図る。

2. 2040年に向けた政策の方向性

1)DXやGXの進展による電力需要増加が見込まれる中、それに見合った脱炭素電源を国際的に遜色ない価格で確保できるかが我が国の産業競争力に直結する状況。

2040年度に向けて、本計画と「GX2040ビジョン」を一体的に遂行。

GX(グリーントランスフォーメーション)

脱炭素技術や再エネ導入で産業構造を転換し、持続的成長を実現する取り組み。

DX(デジタルトランスフォーメーション)

デジタル技術で業務やビジネスモデルを革新し、生産性と価値創出を高める変革

2)すぐに使える資源に乏しく、国土を山と深い海に囲まれるなどの我が国の固有事情を踏まえれば、エネルギー安定供給と脱炭素を両立する観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入するとともに、特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた電源構成を目指していく。

3)エネルギー危機にも耐えうる強靭なエネルギー需給構造への転換を実現するべく、徹底した省エネルギー、製造業の燃料転換などを進めるとともに、再生可能エネルギー、原子力などエネルギー安全保障に寄与し、脱炭素効果の高い電源を最大限活用する

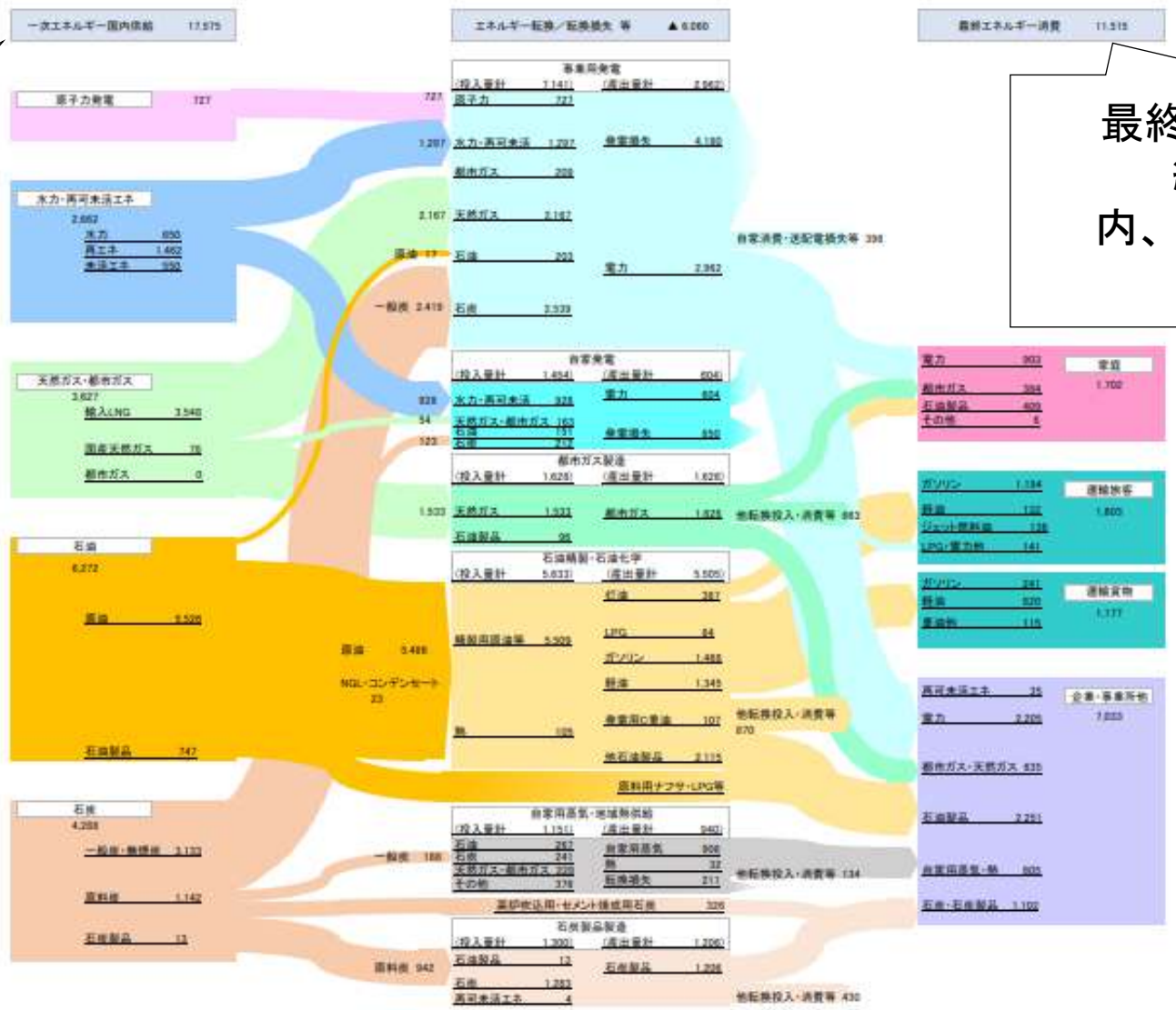
4) 2040年に向け、経済合理的な対策から優先的に講じていくといった視点が不可欠。S+3Eの原則に基づき、脱炭素化に伴うコスト上昇を最大限抑制するべく取り組んでいく。

出典：エネルギー基本計画の概要、令和７年２月　資源エネルギー庁　20250218001-2.pdf

日本のエネルギーバランス・フロー（2023年度）

【第11-1-3】日本のエネルギーバランス・フロー概要（2023年度）

単位：10^{15}J（ペタジュール）



一次エネルギー国内供給
約17.6×10^{18}J（エクサジュール）

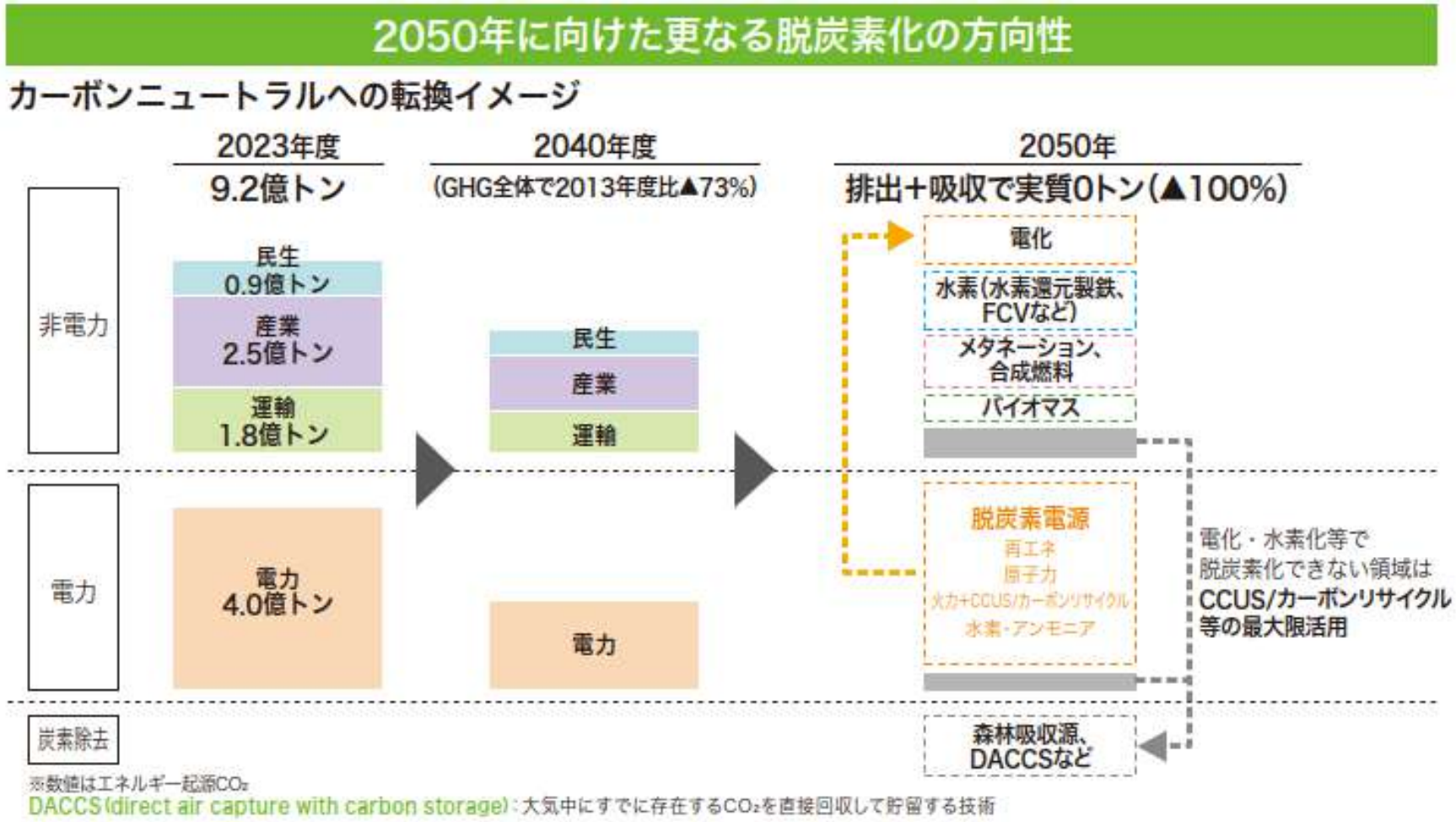
最終エネルギー消費
約11.5×10^{18}J
内、電力は3.1×10^{18}J
（8610億Kwh）

日本の一次エネルギー供給を100とすると最終エネルギー消費は約65で、約35が発電等の段階で損失している。

電力は最終エネルギー消費の約3割である。

出所：エネルギー動向（2025年6月）　経済産業省編

脱炭素化の方向性（電源の脱炭素化と電化・非化石転換）



出典：日本のエネルギー2026年2月発行 （資源エネルギー庁）

CCS
（Carbon dioxide Capture and Storage）
：発電所や化学工場などから排出されたCO2を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入する技術

CCUS
（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）
：分離・貯留したCO2を利用しようというもの

DACCS
（direct air capture with carbon storage）
：大気中にすでに存在するCO2 を直接回収して貯留する技術

BECCS
（bioenergy with carbon dioxide capture and storage）
：バイオマス燃料の使用時に排出されたCO2を回収して地中に貯留する技術

出典：経済産業省HPエネルギーの基礎用語～CO2を集めて埋めて役立てる「CCUS」｜スペシャルコンテンツ｜資源エネルギー庁(meti.go.jp)

各電源の特徴

●再生可能エネルギーの特徴

	地熱発電	風力発電	太陽光発電
安全性	蒸気の中には火山性ガス（硫化水素など）が含まれるので、周辺環境への影響を及ぼさないよう対策が必要	自然災害によって発電設備が壊れ、周辺地域へ被害を及ぼさないよう保守点検が必要	自然災害によって発電パネルが壊れ、周辺地域へ被害を及ぼさないよう保守点検が必要
安定供給	資源が枯渇することのない国産エネルギー		
	・火山の多い日本には豊富な熱資源がある ・昼夜を通して発電でき、天候にも左右されない	・風の向きや強さで発電出力が大きく変化するため、供給量が安定しない ・出力の変動に対応するため、蓄電池との併用が期待されている	・発電量が天候に左右されるため、供給量が安定しない ・出力の変動に対応するため、蓄電池や電気自動車との併用が期待されている
環境保全	発電時にCO_2を排出しない		
	高温の地熱を得られる場所が国立・国定公園内や温泉地の周辺などに多く、景観を損なわないよう配慮が必要	・騒音や低周波振動が発生する ・風車のブレードに鳥が巻きこまれてしまうことがある	・太陽光パネルの反射光が周辺環境に影響を与える場合がある ・土地造成によって、土地の安定性に影響を与える場合がある
経済性	建設計画から運転開始まで時間がかかる	・たくさん発電するためには多くの風車を建てる土地が必要 ・太陽光の適地と風力の適地が競合する	・たくさん発電するためには広大な面積が必要 ・太陽光の適地と風力の適地が競合する

●原子力発電の特徴

	原子力発電
安全性	・放射性物質を扱うため、徹底した安全確保、厳重な放射線管理が必要 ・放射性廃棄物の適切な処理・処分が必要
安定供給	・ウラン燃料は少量で大きなエネルギーを得ることができ、一定出力で安定的に長期間の発電が可能なため、頻繁に輸入する必要がない ・資源の量に限りがある ・資源の埋蔵地域が世界に広く分布している ・ウラン燃料は、一度輸入すると長期間使用することができ、再処理してリサイクルすることも可能なため、準国産エネルギーとして扱われる
環境保全	発電時にCO_2を排出しない
経済性	発電コストに占める燃料費の割合が火力発電より小さく、燃料価格の変動による影響を受けにくい

出典：原子力総合パンフレット2026年版，2025年12月発行（日本原子力文化財団）

日本のエネルギー問題に対する課題

1.再生可能エネルギー※1

1）課題

①主電源化に向けて発電コストの低減が必要

②長期に安定した電源となることも必要（事業の継続性の確保）

③再生可能エネルギーを電力系統に接続する際に発生する系統制約の解消

④発電量が季節や天候に左右されるため需要と供給のバランスが崩れる

2）課題への対応

①再エネの主電源化を図る施策の実施

（再エネの入札制度導入やFIP制度の導入、電力の系統整備や調整力の確保、北海道からの海底直流送電の整備、洋上風力の導入、次世代太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）の社会実装等）

FIP:あらかじめ設定された基準価格から参照価格（市場取引により期待される収入）を控除した額に再エネ電気供給量を乗じたプレミアムが事業者に交付される制度

2.原子力発電

1）課題

①既設原子力発電所の再稼働の遅れ

②新増設・リプレースの兆しがない

（2025年7月に関西電力が美浜発電所後継機向け自主的調査再開を発表のみ）

③高レベル放射性廃棄物の処理処分問題の解決及び核燃料サイクルの確立が見通せない

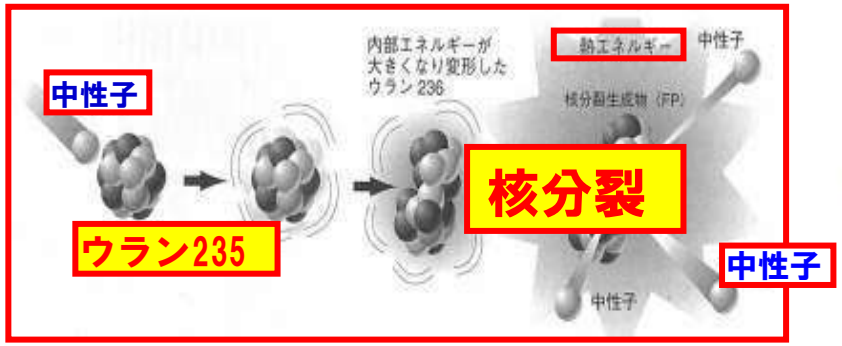
2）課題への対応

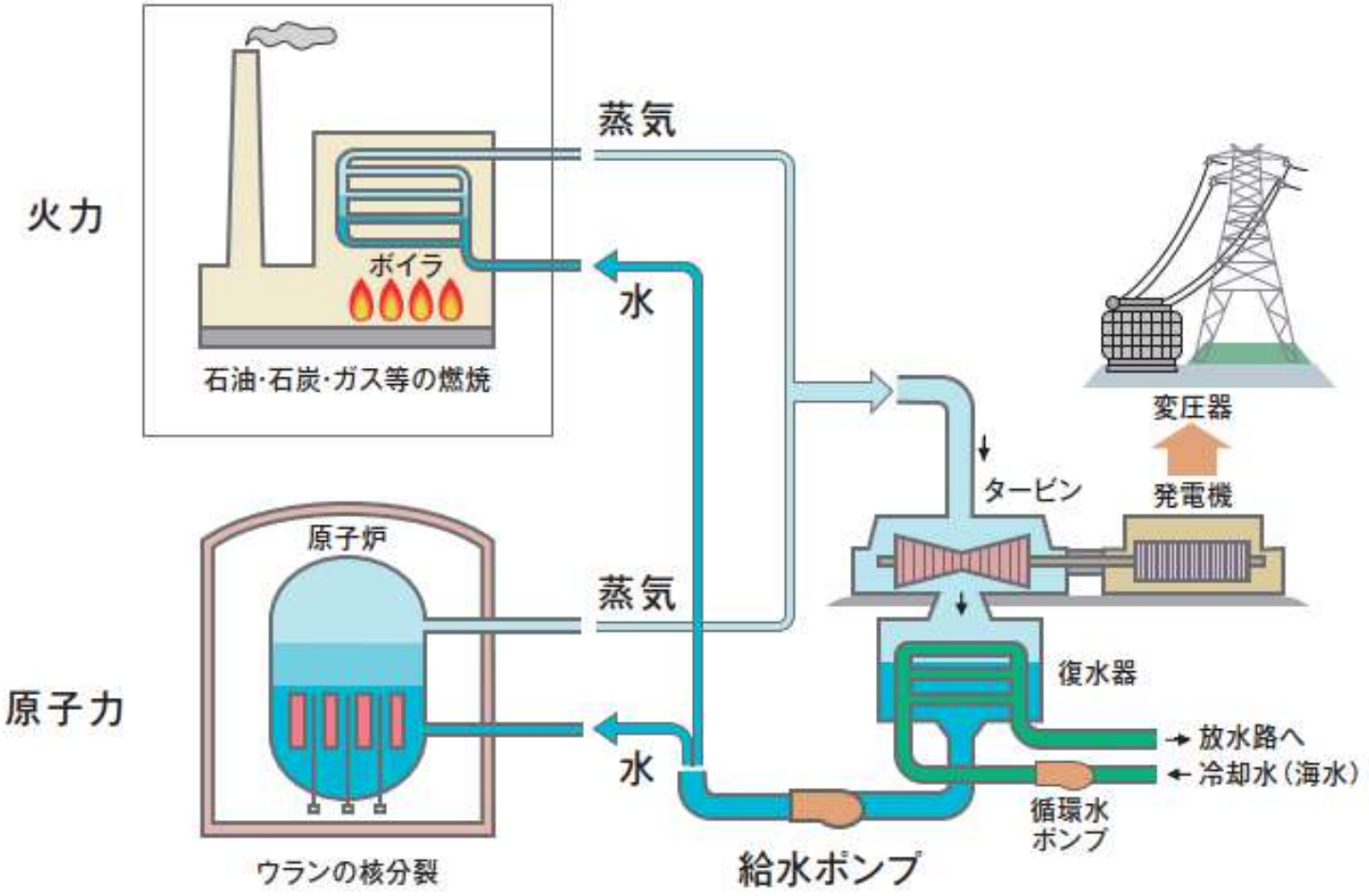
①まずは原子力に対する社会的受容性の改善図る

出典：※1資源エネルギー庁HP「再生エネルギーとは（総論：現状と課題）」（2022.12）、GX実現に向けた基本方針（概要及び参考資料）（2023.2）

第3部　原子力発電の概要

火力発電と原子力発電の違い

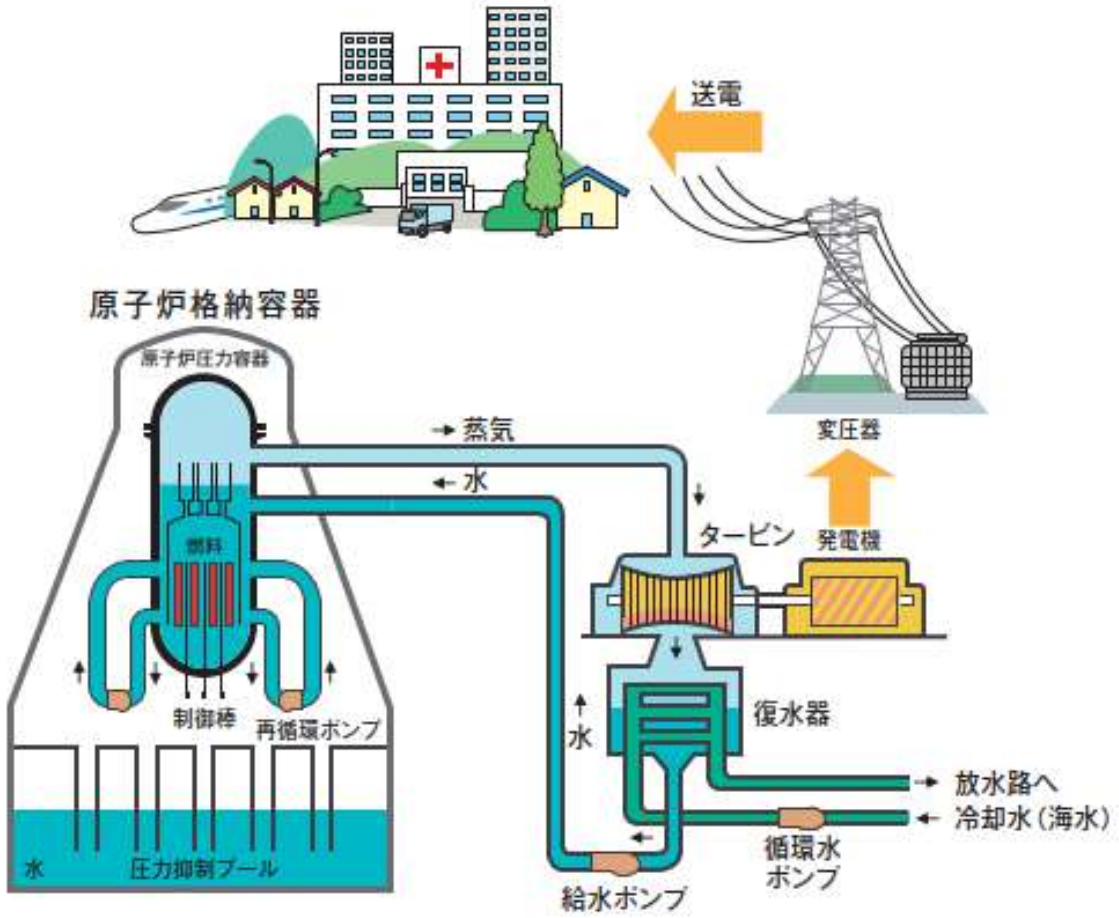




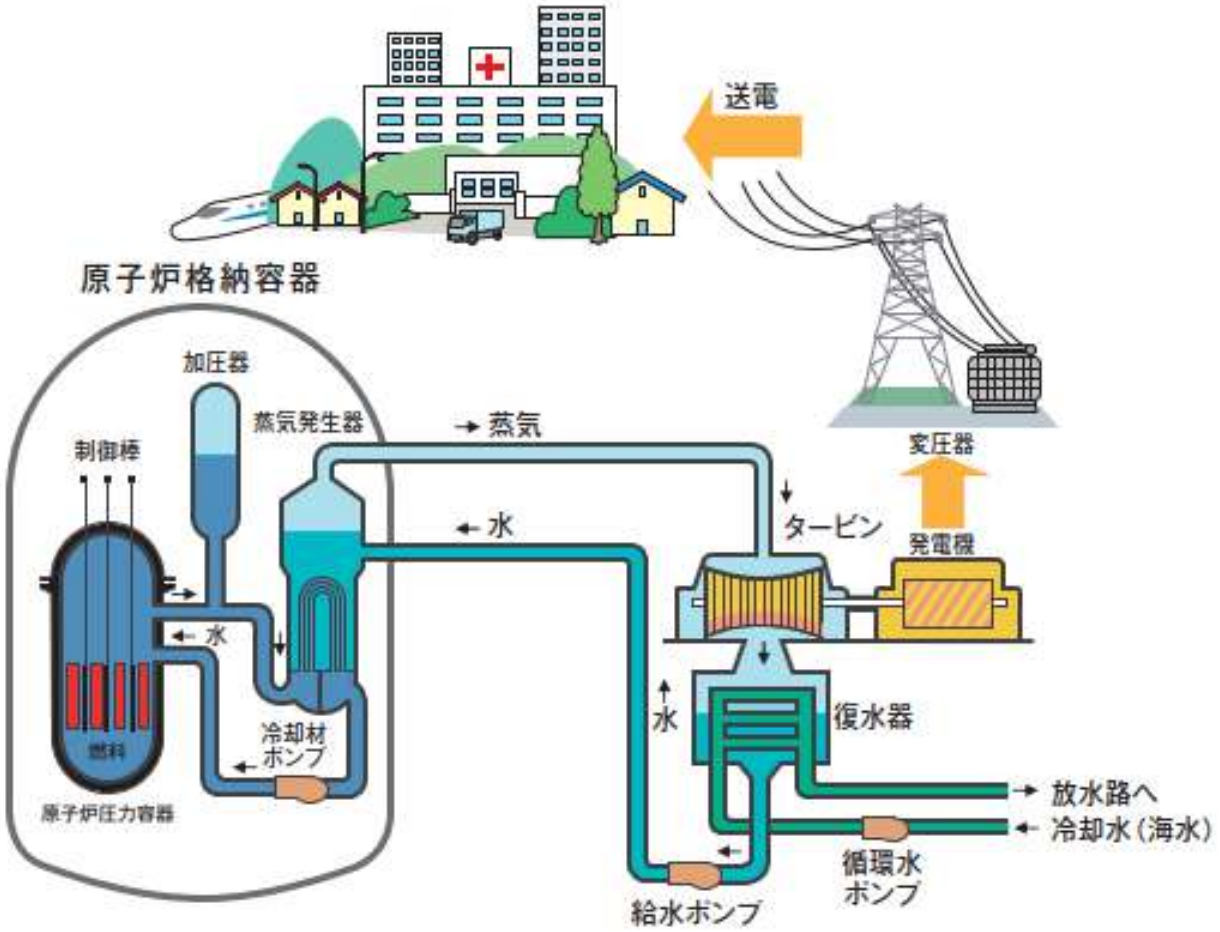
出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

BWRとPWRの違い

沸騰水型炉（BWR）原子力発電のしくみ



加圧水型炉（PWR）原子力発電のしくみ



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

発電用原子炉のタイプ

番号	分類	炉型	燃料	減速材	冷却材	特徴
1	軽水炉	加圧水型	濃縮ウラン、プルトニウム	軽水	軽水	世界の主流
2		沸騰水型				
3	重水炉	CANUD炉	天然ウラン	重水	重水	カナダ
4		軽水冷却型	濃縮ウラン、プルトニウム	重水	軽水	新型転換炉の実証炉「ふげん」は廃炉
5	軽水冷却黒鉛減速炉	LWGR(RBMK)	濃縮ウラン	黒鉛	軽水	旧ソ連
6	ガス炉	GCR (マグノックス炉)	天然ウラン	黒鉛	炭酸ガス	イギリス、日本発の商業炉(東海発電所)
7		HTTR	濃縮ウラン	黒鉛	ヘリウム	日本、炉心出口最高温度 950℃
8	高速(増殖)炉	FBR	プルトニウム・ウラン混合酸化物燃料	—	液体金属	もんじゅは冷却材としてナトリウムを使用
9	核融合炉	トカマク型 慣性閉じ込め式等	重水素 三重水素(トリチウム)	—	軽水 ヘリウム 液体金属	連鎖反応が起こらず万一の場合は、」反応がストップ 放射性廃棄物が非常に少ない

火力発電と原子力発電のエネルギーの違い

【火力発電＝化学反応エネルギー】
石油や石炭は炭素や水素が酸素と化学反応し燃焼。
石油1グラムで42キロジュール、石炭1グラムで27キロジュールの熱量発生。

【原子力発電＝核分裂反応エネルギー】
ウラン235に中性子が吸収し、核分裂し熱エネルギーを発生。
アインシュタインの特殊相対性理論「質量がエネルギーに変換」

$$E = MC^2$$

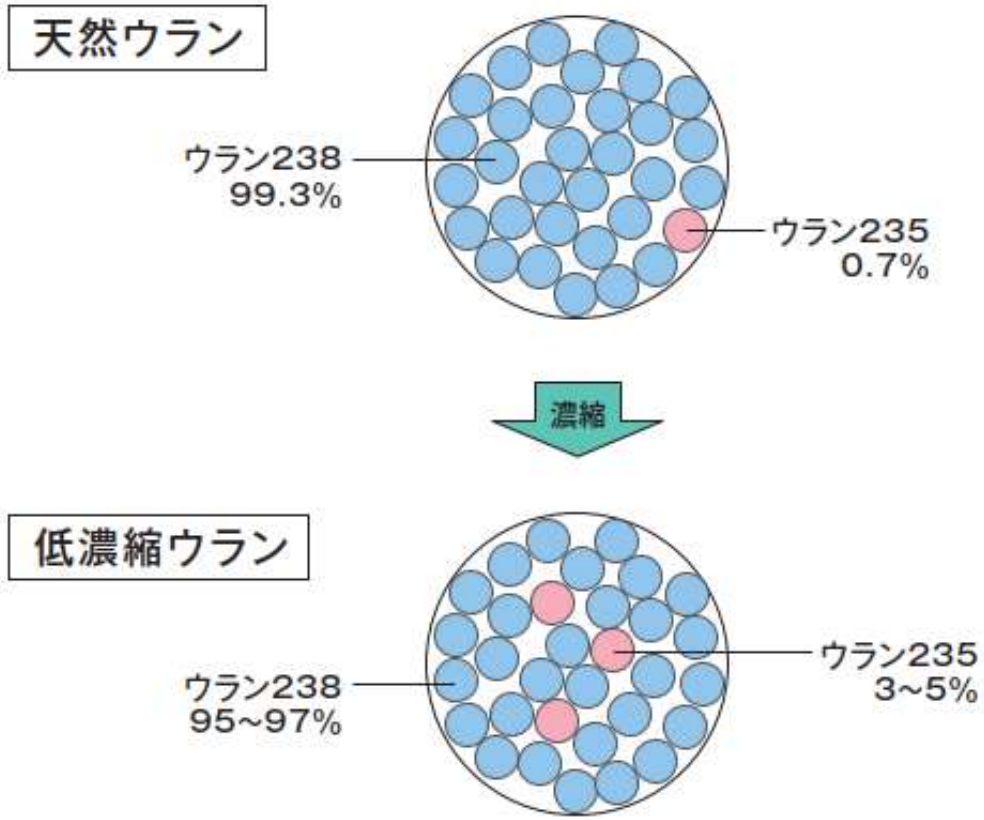
1個のウラン235の核分裂で約200ＭｅＶのエネルギーが発生（200ＭｅＶ＝3.2×10^{-11}Ｊ）
E：熱エネルギー（1cal=4.18J、J=kgm^2/s^2）、Ｍ：消失質量（Kg）、
Ｃ：光の速度=3×10^8m/ｓ
ウラン235の1グラムで86.4×10^6キロジュールの熱量発生。
（約1メガワット・日）

ウラン235の核分裂エネルギーは石油の約200万倍、石炭の約300万倍という膨大なエネルギーを発生する。

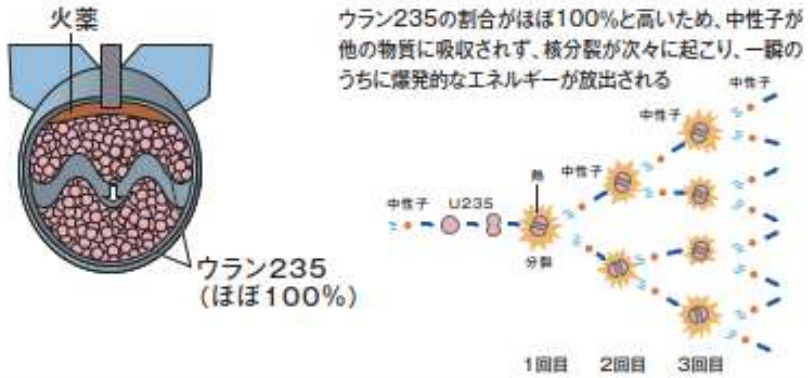
出典：宇部高専SNW対話2022基調講演ー1「エネルギーを身近なところから考える」、金氏顕、一部改訂

原子力発電用ウラン

天然ウランと濃縮ウラン

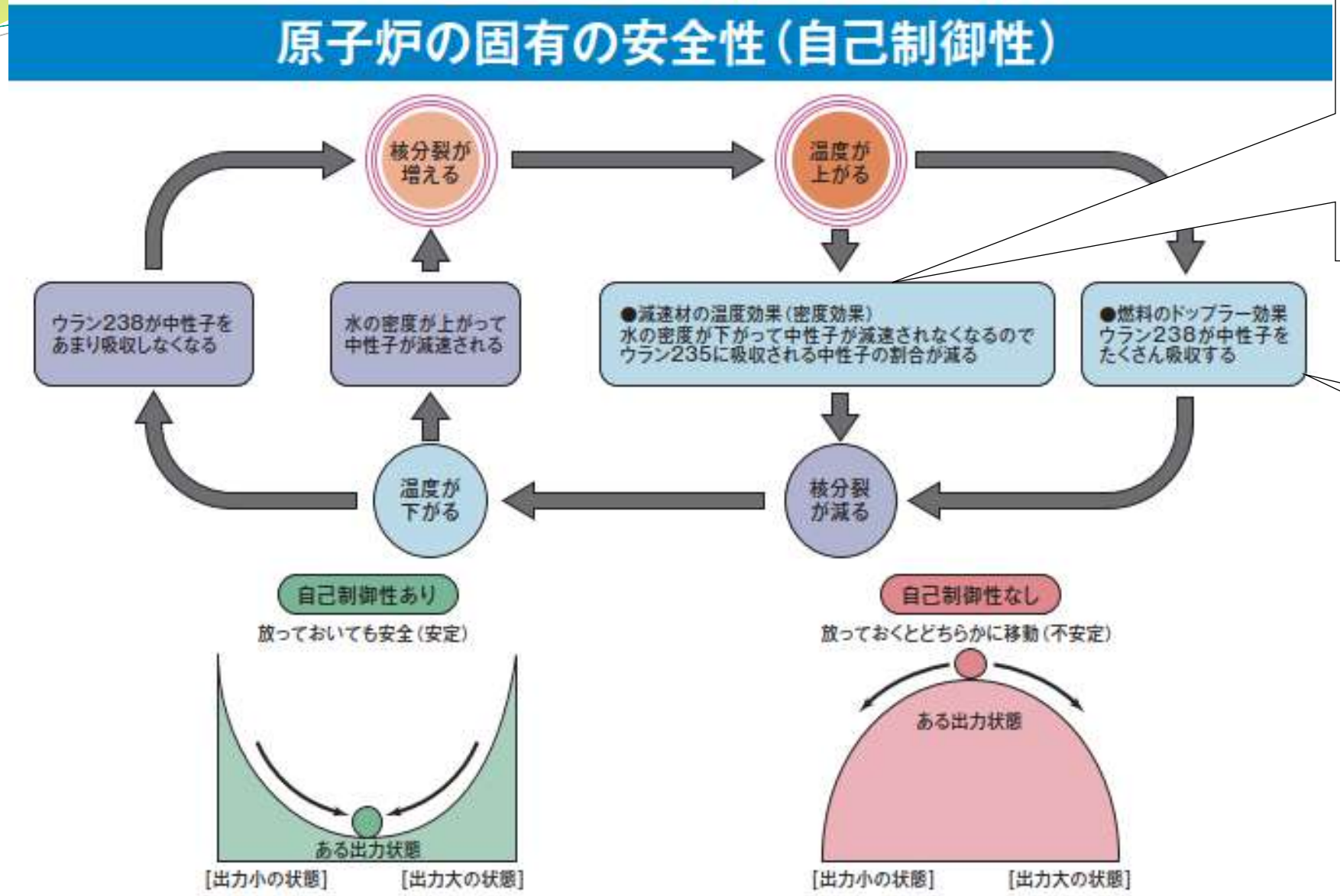


原子力発電と原子爆弾の違い

	ウラン235とウラン238の割合と核分裂連鎖反応	核分裂数の制御の方法
原子力発電の場合	ウラン235の割合が低く、中性子がウラン238に吸収される等の理由により核分裂が一定の規模で継続する 	制御棒が多数設置されており、また自己制御性があるため急激に核分裂数が増加することはない
原子爆弾の場合	ウラン235の割合がほぼ100%と高いため、中性子が他の物質に吸収されず、核分裂が次々に起こり、一瞬のうちに爆発的なエネルギーが放出される  	制御棒が設置されておらず、自己制御性がないため、急激に増加する核分裂を止めることはできない

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

軽水炉の固有安全性



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

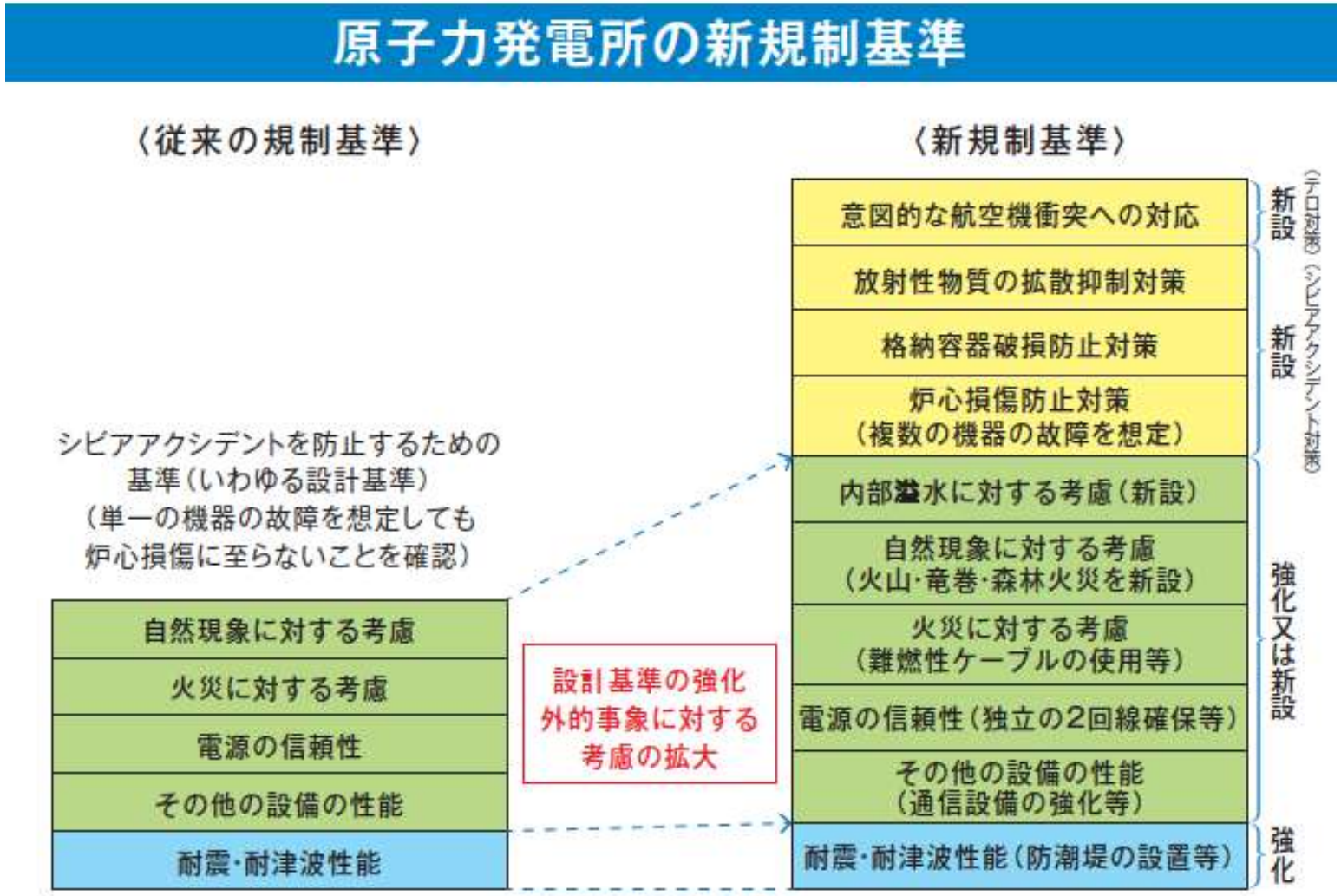
密度効果（ボイド効果）

原子炉の出力が上がると、燃料の回りの水温が上がり水が膨張して密度が小さくなり、核分裂で発生した中性子と水が衝突しにくくなって中性子のスピードも落ちにくくなる。⇒核分裂しやすいウラン235が中性子を吸収しにくくなって原子炉の出力が自然に下がる。

ドップラー効果

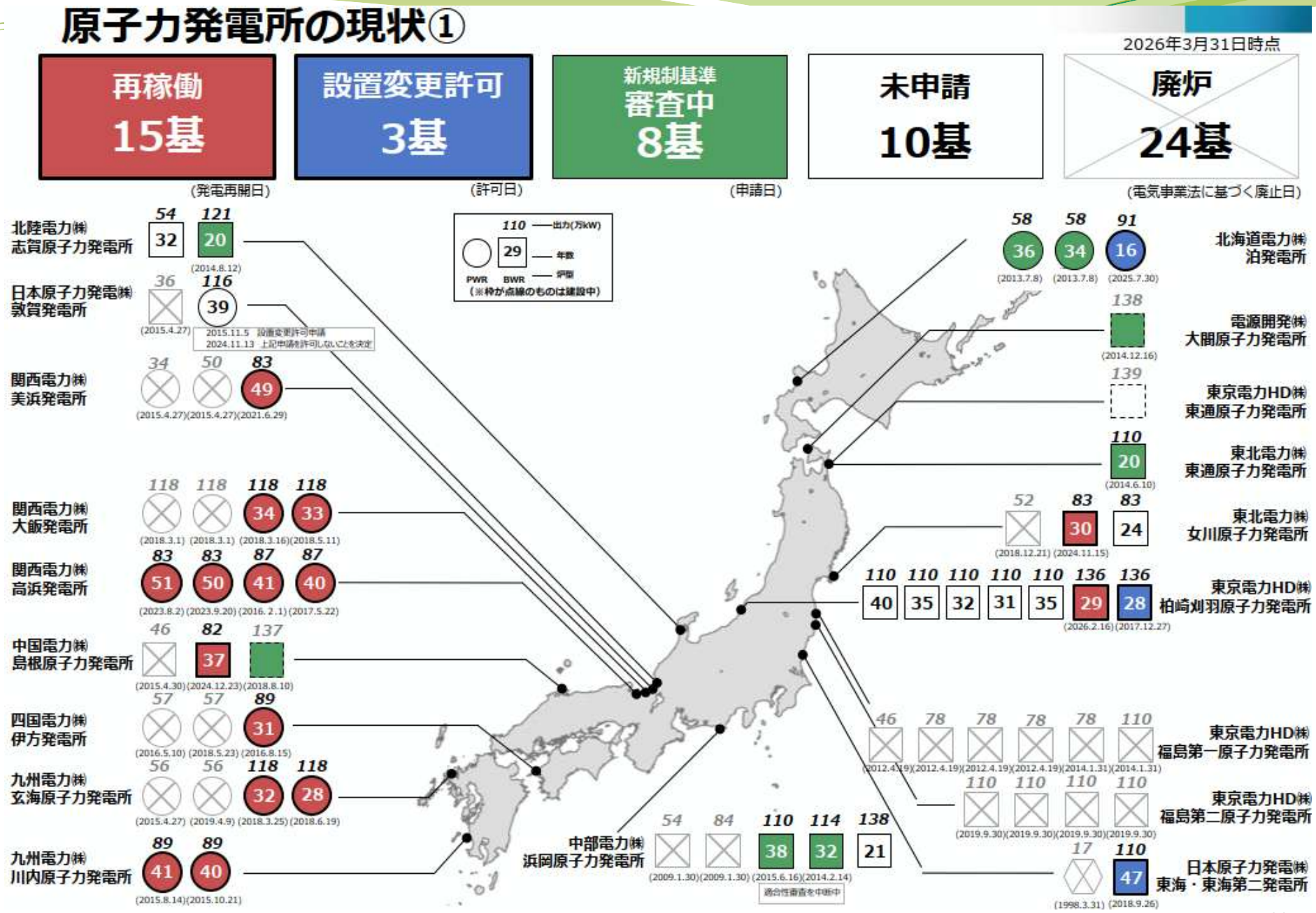
原子炉の中の燃料の温度が上昇すると燃料の中の核分裂しにくいウラン238が、より多くの中性子を吸収します。そうすると、核分裂しやすいウラン235は、中性子を吸収する割合が減り、核分裂の反応が減っていく。⇒原子炉の出力が自然に下がっていく。

原子力発電所の新規制基準



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

稼働状況



出典：原子力政策に関する最近の動向について　第48回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会資料1（資源エネルギー庁）

原子力に関する世論調査結果（2024年度）

問8-1　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。（○は1つだけ）

原子力発電は、現状においては利用すべき発電方法と認識されている

わからないの意見が明らかに増加している

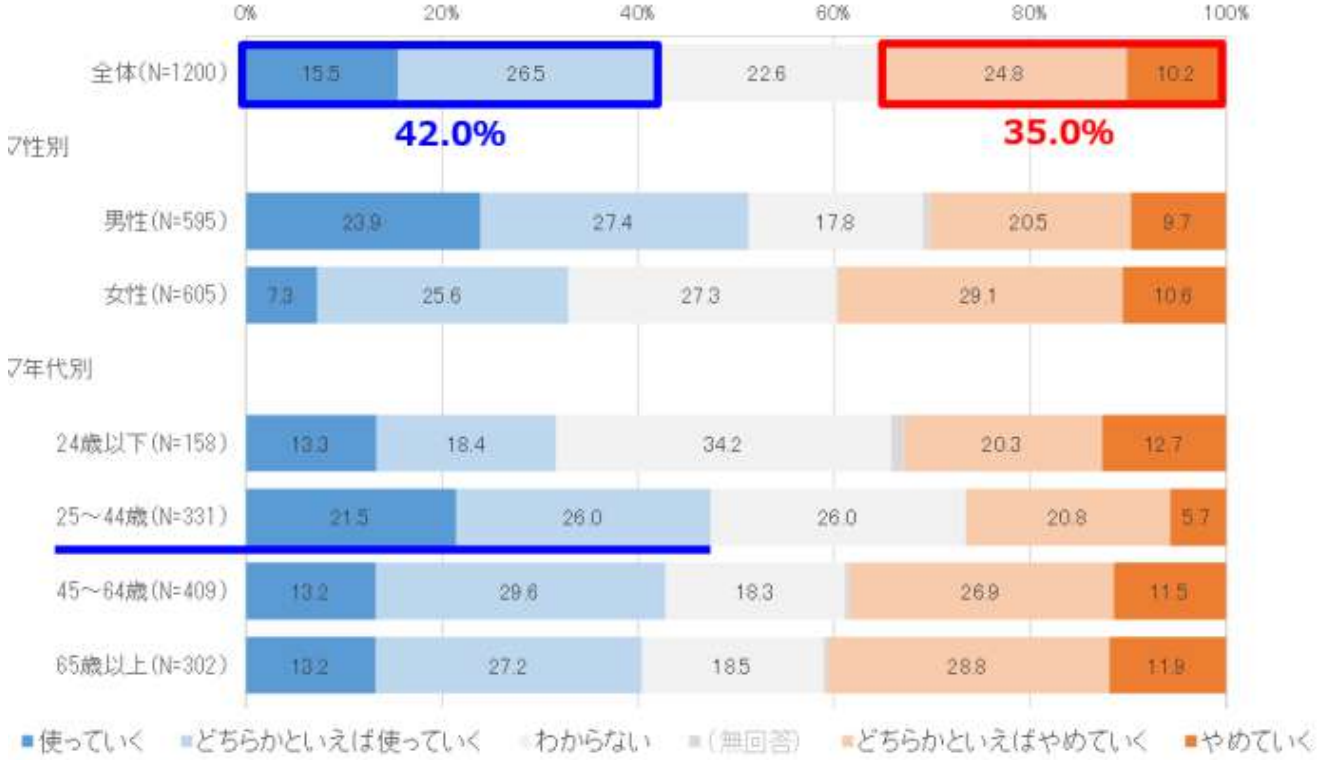
- 当面の原子力利用について容認する考えは過半数超の58.1%
（「増加＋維持」は18.3%＋「しばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ」の39.8%）、「即時廃止」が4.9%、「わからない」が33.1%
- 当面の原子力利用について容認する考えが過半数超であることから

  原子力発電は、現状においては利用すべき発電方法と認識されていることが確認できる
- 「わからない」は、増加傾向で過去最大値の33.1%、2014年からは+12.5%
- 2016→2023年度で「即時、廃止」の割合が減少し、2021→2023年度で「増加＋維持」の割合が増加しており、2024年度は2023年度の傾向を維持している

出典：原子力文化財団　原子力世論調査(2024年度）　2025年3月

原子力に関する世論調査結果（2024年度）

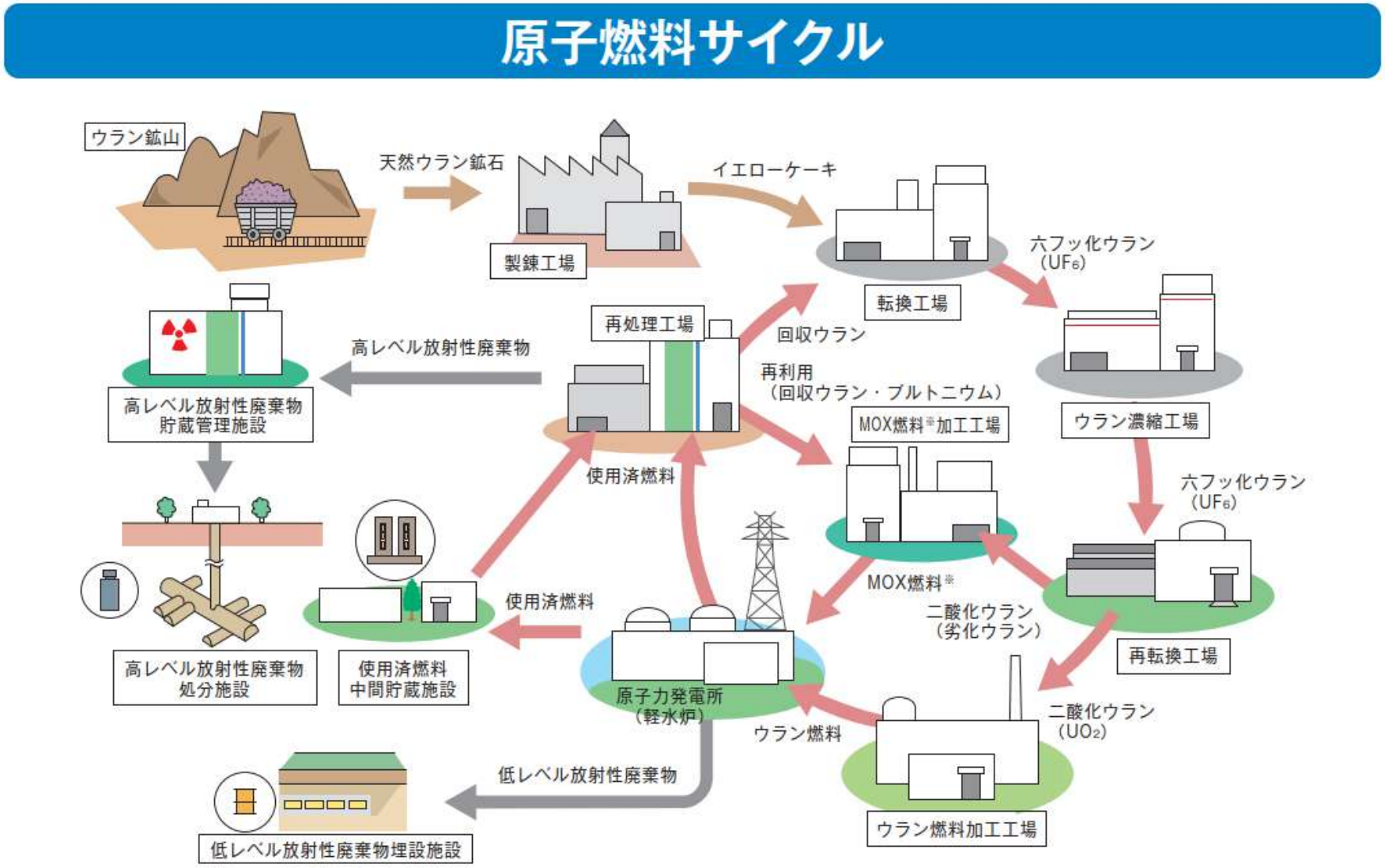
問8　今後日本は、原子力発電をどのように利用していけばよいと思いますか。（○は1つだけ）



- 今後の原子力発電の利用に関して、肯定的意見42.0%、否定的意見35.0%、「わからない」22.6%。肯定的意見やや優勢。
- 男性は肯定的意見が多く、逆に女性は否定的意見が多い。25～44歳に肯定的な意見が多い。

出典：原子力文化財団　原子力世論調査(2025年度）　2026年3月

原子燃料サイクル



※MOX（Mixed Oxide）燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

使用済燃料の貯蔵量

各原子力発電所の使用済燃料の貯蔵量

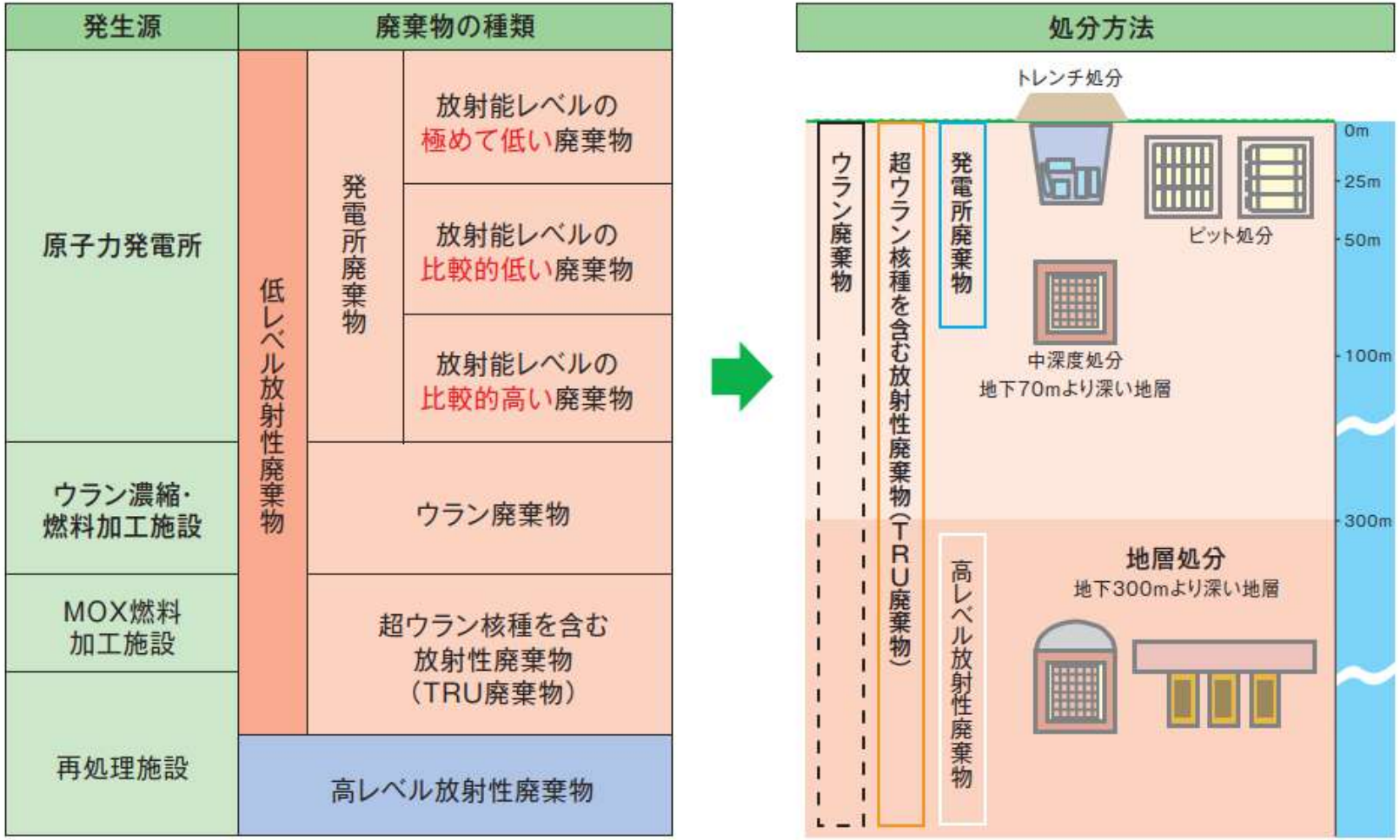
電力会社	発電所名	1炉心(tU)	1取替分(tU)	2025年9月	
				使用済燃料貯蔵量(tU)	法的要求容量(tU)
北海道電力	泊	170	50	400	1,070
東北電力	女川	200	40	490	860
	東通	130	30	100	440
東京電力	福島第一	580	140	2,130	2,260
	福島第二	0	0	1,650	1,880
	柏崎刈羽	960	230	2,370	2,910
中部電力	浜岡	410	100	1,130	1,300
北陸電力	志賀	210	50	150	740
関西電力	美浜	70	20	510	620
	高浜	290	100	1,540	1,730
	大飯	180	60	1,910	2,100
中国電力	島根	100	20	480	700
四国電力	伊方	70	20	770	980
九州電力	玄海	180	60	1,280	1,540
	川内	150	50	1,140	1,340
日本原子力発電	敦賀	90	30	630	910
	東海第二	130	30	370	440
合　計		3,920	1,030	17,060	21,820

(注1)法令要求上は、貯蔵容量から1炉心分を差し引いた容量が必要。なお運転を終了したプラントについては、貯蔵容量と同じとしている。
(注2)浜岡1,2号炉、伊方1号炉は廃止措置中であり、燃料搬出が完了しているため、法的要求容量から除外している。
(注3)福島第一については、廃炉作業中であり、第1回推進協議会時点(2015年9月末値)を参考値とし、その後の廃炉作業に伴う乾式キャスク仮保管設備拡張等は除外している。
(注4)四捨五入の関係で合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある。

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射性廃棄物の種類と処分の概要

放射能レベルに応じた深度や障壁（バリア）を選び、トレンチ･ピット処分、中深度処分、地層処分に分けて処分が行われる。



出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

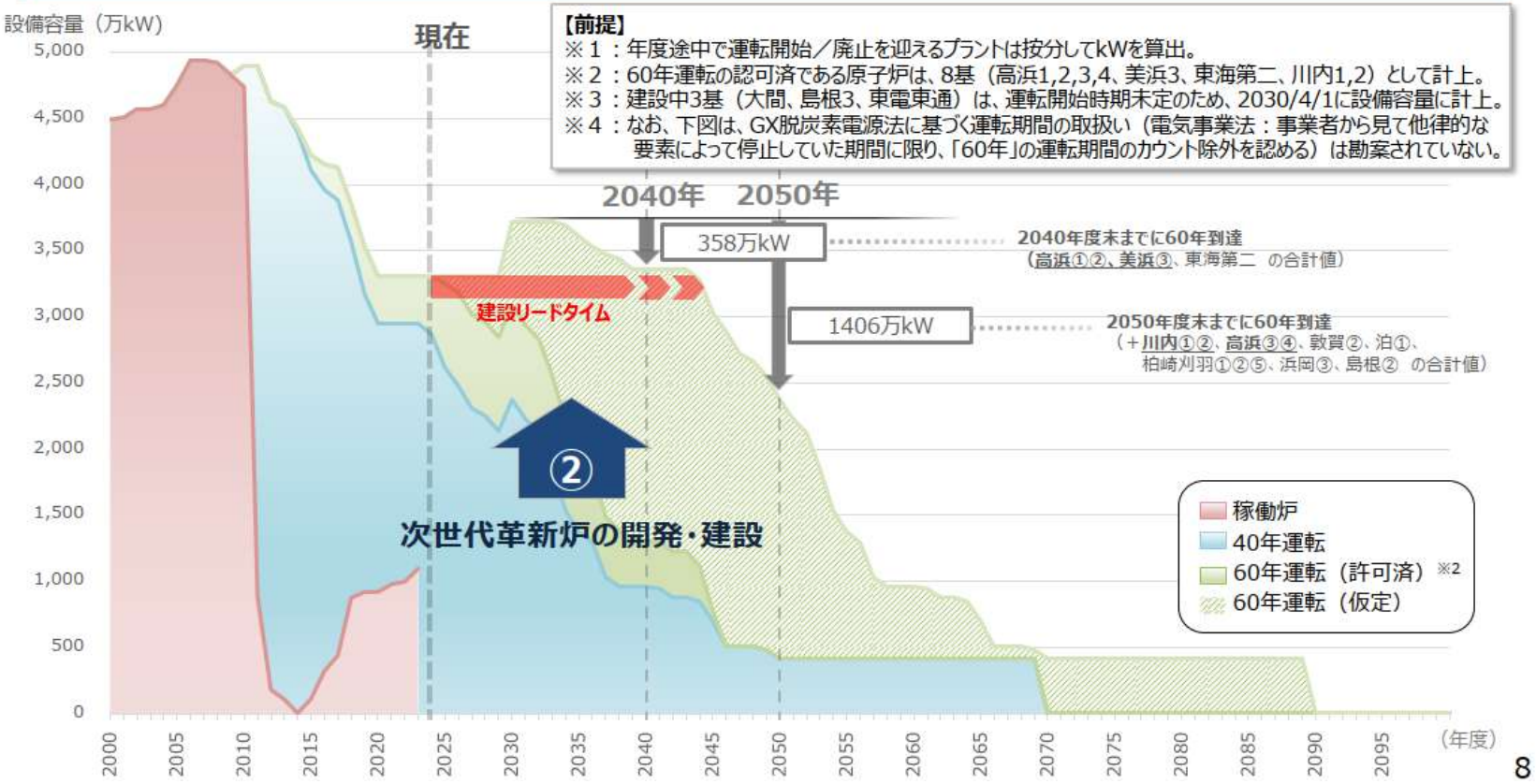
第4部　次世代原子炉

次世代炉の必要性

②次世代革新炉の開発・建設

2024.6.25 第39回
原子力小委員会 資料１

- GX推進戦略（昨年7月閣議決定）では、「**原子力の安全性向上を目指し、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**」、「**地域の理解確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替え**」を対象として、具体化を進めていくとされている。



8

出典：第8回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ

次世代革新炉の種類

出典：第8回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ

【参考】次世代革新炉の種類（各事業者による開発コンセプト）

2024.6.25 第39回
原子力小委員会 資料１

革新軽水炉

現行炉のメカニズム・出力規模をベースに安全性を高めた炉

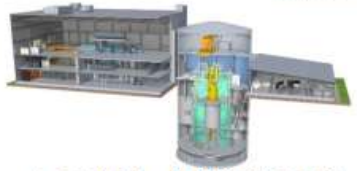
◆ 三菱重工業（SRZ-1200）

○特長
- ✓ 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- ✓ 受動安全システムや外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- ✓ シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による発電所外の影響低減

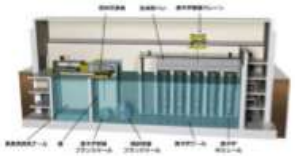
○課題
- ✓ 初期投資の負担
- ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

現行炉と比べて小型の軽水炉



◆ GE日立（BWRX-300）



◆ NuScale（VOYGR）

○特長
- ✓ 炉心が小さく自然循環冷却
- ✓ 事故も小規模になる可能性
- ✓ 工期短縮・初期投資の抑制

○課題
- ✓ 小規模なため効率が低い（規模の経済性が小さい）
- ✓ 安全規制等の整備が必要

高速炉

冷却材にナトリウムを使用し、高速中性子を用いる炉

◆ 三菱重工業（実証炉）

○特長
- ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減
- ✓ 資源の有効利用

○課題
- ✓ ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ✓ 免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

冷却材にヘリウムガスを使用し、高温の熱を得る炉

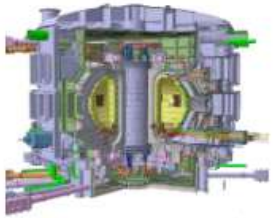
◆ 三菱重工業（実証炉）

○特長
- ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- ✓ 高温耐性で炉心溶融なし
- ✓ 950℃の熱利用が可能（水素製造等に活用）

○課題
- ✓ エネルギー密度・経済性の向上
- ✓ 安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

核分裂反応ではなく、核融合反応から熱を得る炉



◆ ITER（実験炉）

○特長
- ✓ 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- ✓ 放射性廃棄物が非常に少ない

○課題
- ✓ プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間が必要）
- ✓ エネルギー密度・経済性の向上

次世代革新炉の特徴と課題

日本の次世代原子炉について

	主な冷却材	主な燃料	サイズ	特徴	課題	関連する開発計画および研究炉
革新軽水炉	軽水（普通の水）	ウラン 235	大型	・技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり ・受動安全システムや外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上が図れる ・シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による発電所外の影響低減	・初期投資の負担 ・建設長期化の場合のファイナンスリスク	● SRZ-1200 三菱重工業株式会社 ● HI-ABWR 日立 GE ベルノバニュークリアエナジー株式会社 ● iBR 東芝エネルギーシステムズ株式会社
小型モジュール炉	軽水（普通の水）	ウラン 235	小型	・炉心が小さく自然循環で冷却が可能 ・事故も小規模に抑えられる ・工期短縮・初期投資の抑制	・小規模なため、経済効果が働きにくい ・安全規制等の整備が必要	● BWRX-300 日立 GE ベルノバニュークリアエナジー株式会社
高温ガス炉	ヘリウムガス	ウラン 235	小型～大型	・高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし） ・高温耐性で炉心溶融なし ・950℃の熱利用が可能（水素製造等に活用）	・エネルギー密度・経済性の向上 ・安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題	◆高温工学試験研究炉（HTTR） 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
高速炉	ナトリウム	ウラン 235 プルトニウム 239		・金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め ・放射性廃棄物の減容・有害度低減 ・資源の有効利用が期待できる	・ナトリウムの安定制御等の技術的課題 ・免震技術・燃料製造技術等の技術的課題	◆高速実験炉「常陽」 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核融合炉	軽水（普通の水） ヘリウムガス 液体金属	重水素 三重水素 （トリチウム）		・連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ ・放射性廃棄物が非常に少ない	・プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間が必要） ・トリチウムの安全閉じ込め等の技術的課題と社会的合意形成 ・エネルギー密度・経済性の向上	◆ ITER（国際熱核融合実験炉）（フランス） イーター国際核融合エネルギー機構 ◆核融合実験装置「JT-60SA」 量子科学技術研究開発機構

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

●開発計画炉　◆研究炉

次世代革新炉のロードマップ

次世代革新炉の開発の道筋の具体化に向けた検討

- 次世代革新炉については、我が国の炉型開発に係る技術的な道筋を示すため、事業者等からの個別のヒアリングを踏まえて、研究開発を進めていく上での目標時期として、技術ロードマップが策定されている。
- 他方、**高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業の開始、海外での小型軽水炉の開発の進展、第７次エネルギー基本計画の策定など、様々な進展**があったことを踏まえた形で、**次世代革新炉の開発の道筋を具体化**していくことが求められる。今後、**革新炉ワーキンググループにおいて、技術や開発の進展、実装に向けた課題なども考慮し、次世代革新炉の開発の道筋の具体化に向けた検討を行うこととしてはどうか。**

出典：2025.6.24 第45回原子力小委員会

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

次世代革新炉の特徴

①革新軽水炉

革新軽水炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

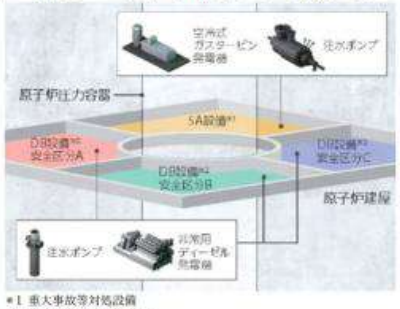
＜定義＞ 既設の原子炉（PWR及びBWR）の設計をベースに、１F事故の教訓を踏まえ強化した安全対策を設計段階から組み込み、より高い安全性を追求した軽水炉

＜特徴の一例＞

- ○非常時の冷却ポンプや電源等の**安全設備の多重化と同時損傷リスクの回避**
- ○可搬型の非常用設備を、設計段階から原子炉に組み込むことで、**非常時の注水・電源の信頼性を向上**
- ○非常時に電源なし・人的操作なしで**自動的に炉心冷却する機能の強化**
- ○さらに、万が一炉心損傷等の**重大事故が発生した場合の影響を抑制するシステムも強化**（フィルタベント、コアキャッチャー）

安全設備の多重化と同時損傷リスクの回避（例：iBR・HI-ABWR）

- ✓ 緊急時に炉心を冷やすための注水ポンプや電源などの安全設備を3系列から4系列に増強。
- ✓ さらに、それらが火災等により同時損傷しないよう、系統ごとに区画を分けて配置。



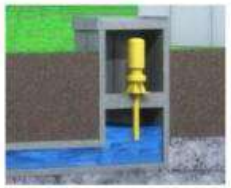
*1 重大事故等対処設備
*2 設計基準事故対処設備

出典：次世代軽水炉の技術要件と実現のための取り組み「次期軽水炉の技術要件検討」ワーキンググループ（BWRブランチ）報告書（2026.01.23）より引用

非常時の注水・電源の信頼性向上（例：SRZ-1200）

- ✓ 原子炉への接続などの作業が必要な、送水車や電源車等の可搬型設備に代えて、設計段階から原子炉建屋の中に非常用注水ポンプや電源を組み込むことで、緊急時の注水・電源の作動の信頼性などを向上。

常設代替非常用電源（ガスタービン発電機）

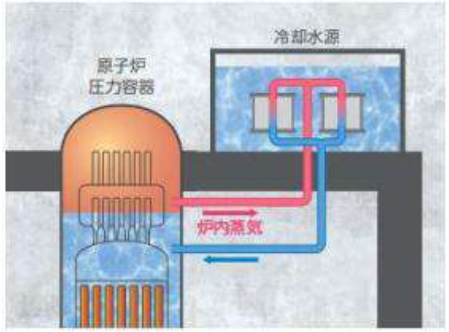


別置き海水ポンプ（常用海水ポンプとは別の場所に設置）

出典：2025.10.3 第9回革新炉ワーキンググループ 資料より引用

非常時に自動的に炉心冷却する機能強化（例：iBR・HI-ABWR）

- ✓ 緊急時にも、高さ位置の差などの自然原理を利用し、電源なし・人的作業なしで、自動的に、より長い時間、炉心を冷却。



出典：日立ウェブサイト（HI-ABWRパンフレット）より引用

次世代革新炉の特徴

②小型軽水炉（SMR）
小型軽水炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

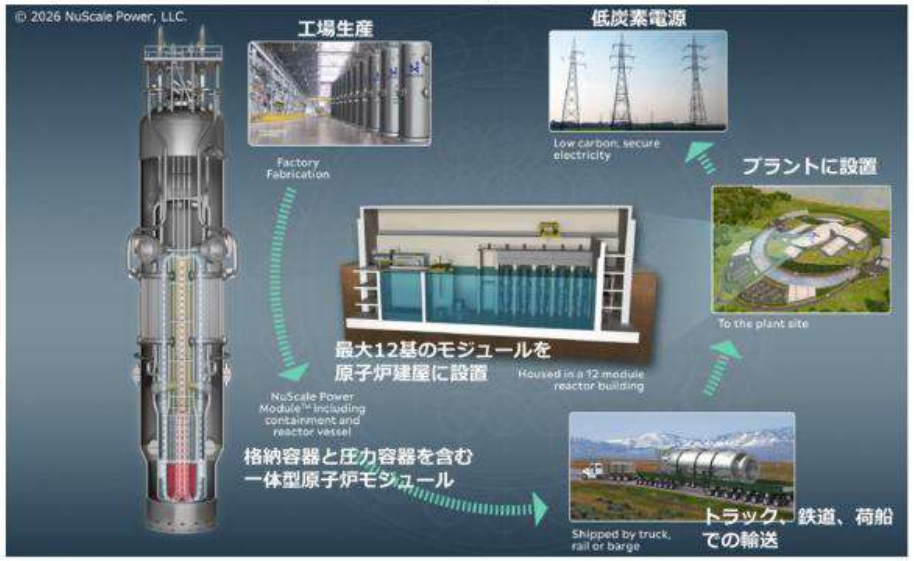
＜定義＞電気出力が概ね30万kW以下の軽水炉。モジュール工法が採用される設計も存在。

＜特徴の一例＞

- ○炉心や出力が小さいため、**自然循環による冷却システム等、安全性の高い設計が実現可能**
- ○システム全体を**小型化・簡素化・モジュール化**することで、**建設期間、初期投資を抑制可能**
- ○大型軽水炉と比較し、**発電コストが相対的に高くなる可能性**
- ○海外でプロジェクトが進んでいる一方、**日本国内では安全規制が未整備**

安全システムの例（NuScale SMR）

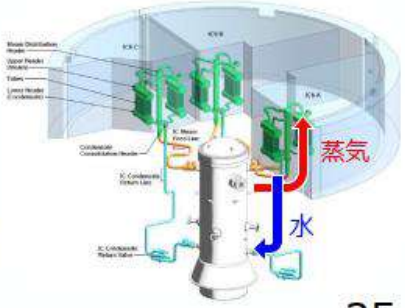
- **自然循環による原子炉冷却**（動的機器の排除）
- **原子炉プールによる事故時長期冷却**（外部注水、人的操作不要）



安全システムの例（BWRX-300）

- **隔離弁一体型原子炉**
  - ✓ 原子炉圧力容器に隔離弁を直付けすることで、大規模な冷却材流出事故の要因となる配管を削除、冷却材喪失事故の発生確率と影響を大幅に低減

- **自然循環による崩壊熱除去システム**
  - ✓ 炉心から発生した蒸気は自然に上昇、原子炉より高所に設置した冷却水プール中の熱交換器に流れ込み凝縮、液化され、原子炉に戻る一連の流れが外部動力なしに成立する（自然循環）
  - ✓ 革新的な隔離弁一体型原子炉との組み合わせにより、高い安全性を維持しつつ、システムを大幅に簡素化



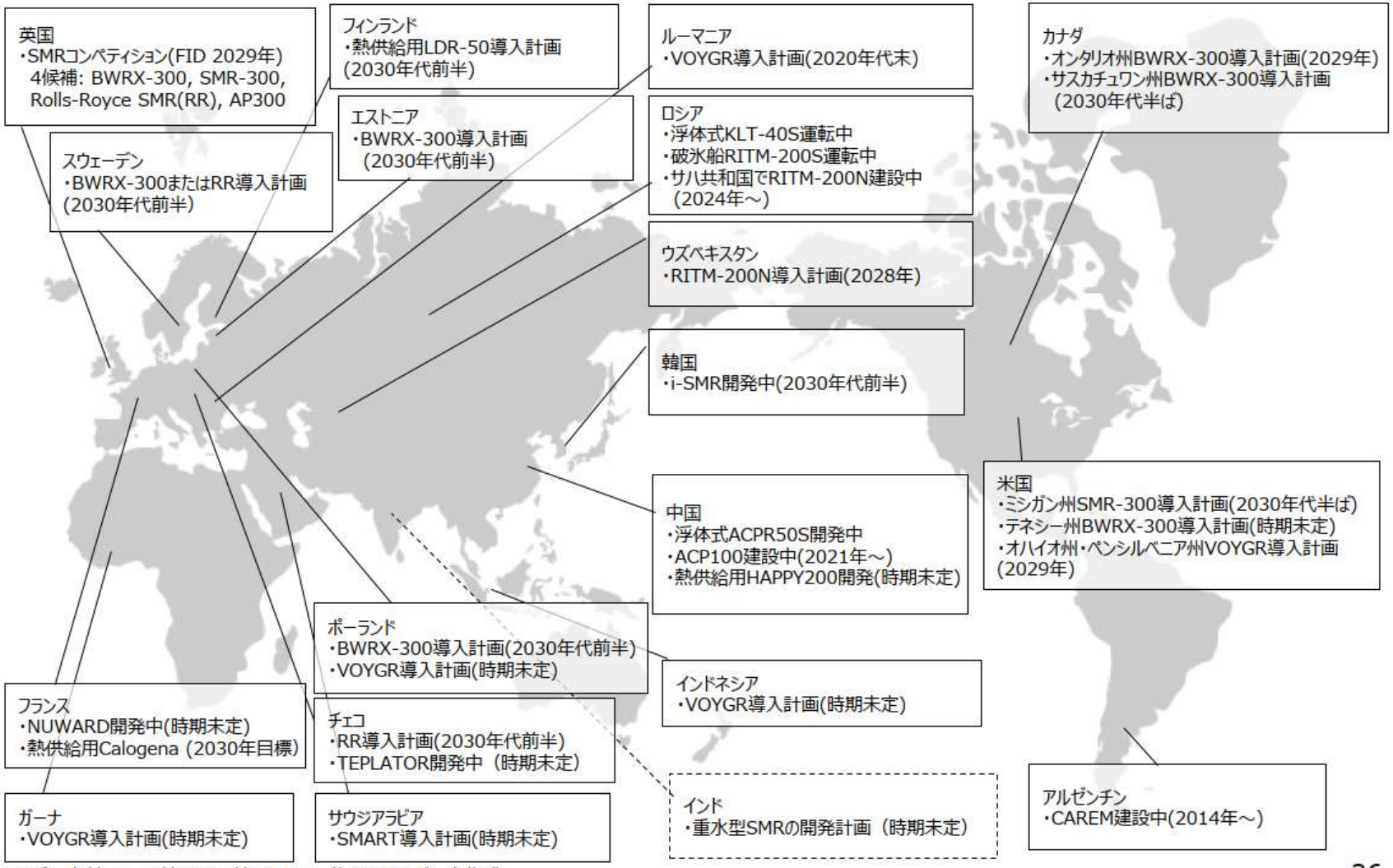
出典：2025.10.3 第9回革新炉ワーキンググループ 資料より引用

次世代革新炉の特徴

出典：第8回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ

【参考】海外の軽水型※SMRの導入計画について

※点線内は重水型SMRの開発計画



（出所）海外ニュース等の公開情報を基に、資源エネルギー庁作成

26

次世代革新炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

②小型軽水炉（SMR）
（参考）小型軽水炉の例：BWRX-300の概要②

HITACHI
GE VERNOVA

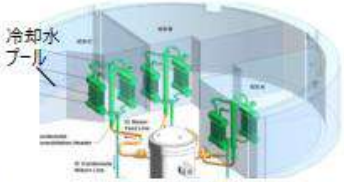
優れた安全性・経済性・建設性・柔軟性

革新的安全システム

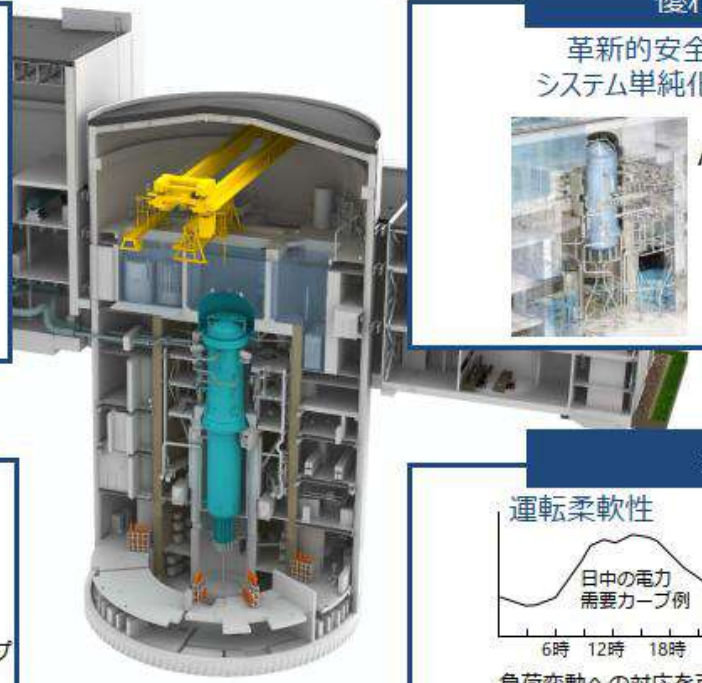
冷却材喪失事故（LOCA）を抑制

一体型原子炉隔離弁

交流電源・人的操作なしで7日間冷却可能



自然循環力による崩壊熱除去システム

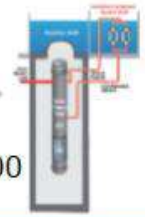


優れた経済性

革新的安全システム導入による
システム単純化 → 物量大幅低減

ABWR

BWRX-300



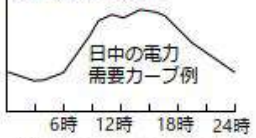
短く確実な建設

国内で実績あるモジュール工法の採用

ABWRの高圧ドレンポンプ配管・弁室モジュール

柔軟性

運転柔軟性



負荷変動への対応を可能とする出力制御

立地柔軟性

事故影響低減によるEPZ縮小*
➡ 社会的受容性向上

*北米の例，EPZ: Emergency Planning Zone

© Hitachi GE Vernova Nuclear Energy, Ltd. 2025. All rights reserved

出典：2025.10.3 第9回革新炉ワーキンググループ

次世代革新炉の特徴

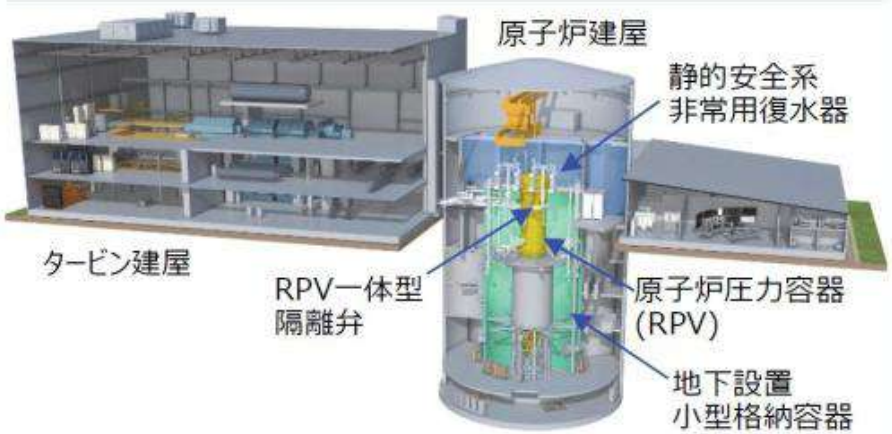
出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

日米政府の戦略的投資に関する共同発表（SMR部分）

- **2026年3月19日、日米政府の戦略的投資イニシアティブの下、第二陣プロジェクトとして、テネシー州・アラバマ州における小型モジュール炉（SMR）の建設プロジェクト（推定額：最大400億ドル）**に関して、2025年9月4日付けの了解覚書に沿って、その詳細について、連携しつつ、誠実かつ迅速に、更なる作業を行う意図を有すると発表。
- **日本企業にとっては、関連設備・機器を供給することによるビジネスの拡大も見込まれ**、今後、第二陣プロジェクトについて、更なる作業を経て、投資の実施に至った場合には、テネシー州・アラバマ州におけるSMRの建設プロジェクトにおいては、**日立GEベルノバニュークリアエナジー、IHI、日本製鋼所**といった企業や**多摩川精機、テイエルブイ**といった中小企業が、関連機器等を納入することが期待される。

BWRX-300概要

- **米GEベルノバ日立ニュークリア・エナジー社**が開発する小型モジュール炉（SMR）。
- 2030年、**加オンタリオ州・ダーリントン発電所**において、初号機が運転開始予定（合計4基）。
- 2032年、**米テネシー州・クリンチリバー発電所**において、運転開始予定（1基）。
- そのほか、ポーランド（合計24基）、エストニア（合計2基）等においても、導入計画を検討中。



出典：2026.03.31 第48回原子力小委員会

次世代革新炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

②小型軽水炉（SMR）

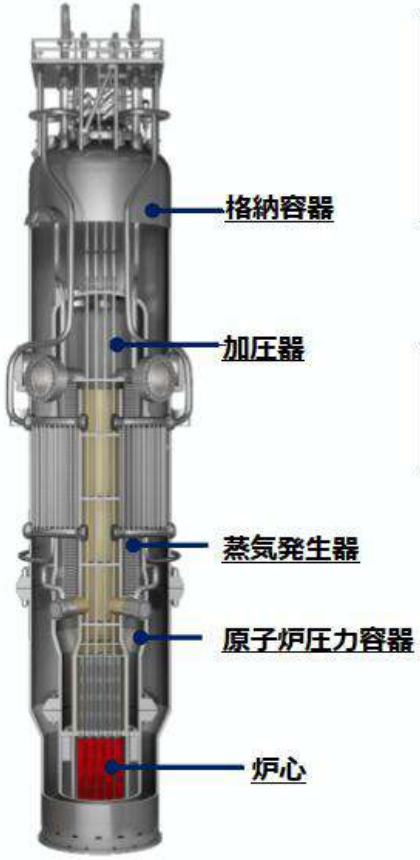
（参考）小型軽水炉の例：NuScale SMRの概要②

IHI JGC JNUCE

原子炉モジュール一体設計
大口径原子炉冷却材配管ループを不要に。大破断冷却材喪失事故シナリオを排除

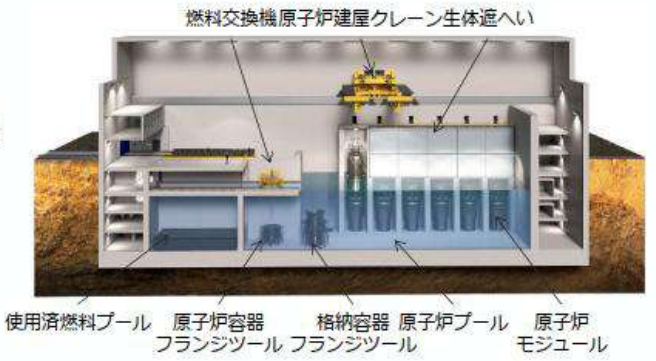
受動的安全システム
事故状態での外部電源の必要性を排除

自然循環冷却炉心
1次冷却材ポンプなし
小さな炉心
溶融炉心の保持強化、事故時の低い影響範囲



高設計圧力の格納容器；格納容器の健全性維持、放射性物質の放出可能性を最小化
真空格納容器；非凝縮性ガスの発生、運転中の酸素量を最小化

原子炉プール；原子炉プール内に原子炉モジュールを設置。長期間・受動的な冷却を継続



Various images included in this slide are copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

出典：2025.10.3 第9回革新炉ワーキンググループ

次世代革新炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

③高速炉

高速炉の特徴

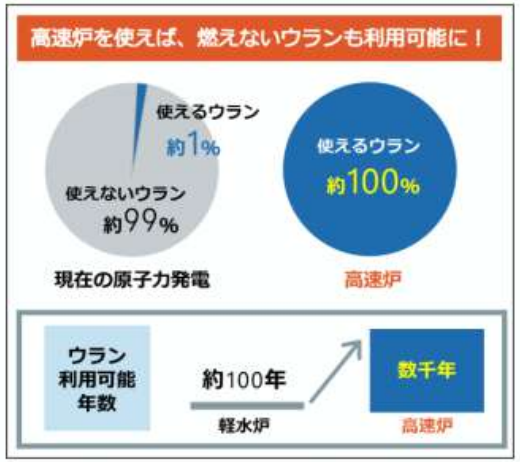
<定義> **高速中性子**により、核分裂連鎖反応が維持される原子炉

<特徴の一例>

- ○燃料を増殖させる設計と核燃料サイクルを実現することで**ウラン利用率とエネルギー自給率の向上**
- ○**放射性廃棄物の減容化と潜在的有害度の低減**
- ○次世代炉に求められる**高い安全性の実現**（例：自然循環による受動的冷却機能等の設計が可能）
- ○成熟した**軽水炉技術と異なる技術体系**（化学的に活性な金属ナトリウム利用等）

ウラン利用率向上

燃えないウランを燃える燃料（Pu)に変換することで数千年の利用が可能

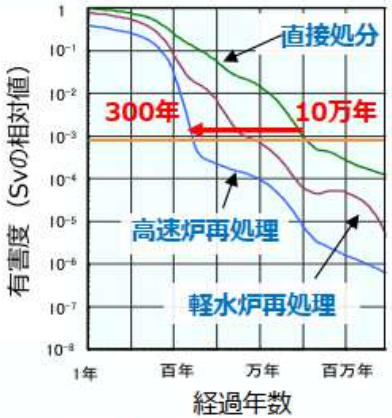


※現在開発を進めているMA利用を含む高速炉サイクルが理論的に実現した場合に期待される効果を示す。

出典：日本原子力研究開発機構ウェブサイトより引用
https://www.jaea.go.jp/jaea-houkoku19/panel/pdf/p1-2.pdf

放射性廃棄物の減容化

廃棄物中のマイナーアクチニドを分離し、高速炉で燃焼させることで、減容化、潜在的有害度を低減（10万年⇒300年）

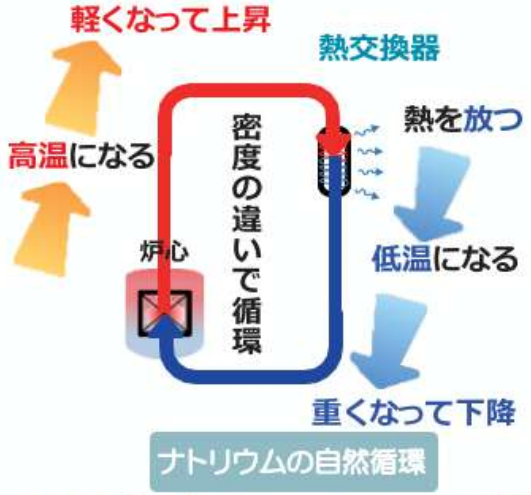


1年間の軽水炉運転に必要な天然ウランの有害度に相当

出典：2022.7.1 第3回革新炉ワーキンググループ

高い安全性の実現

炉心の熱（崩壊熱）を、自然循環力を利用して、電源がなくとも受動的に冷却できる設計が可能



出典：日本原子力研究開発機構ウェブサイトより引用
https://www.jaea.go.jp/04/o-arai/research/research_04.html

次世代革新炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

④高温ガス炉

高温ガス炉の特徴

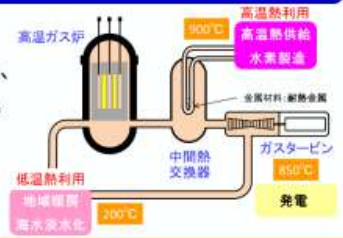
＜定義＞**減速材に黒鉛、冷却材にヘリウムガス**を用いて、**900℃近くの熱を利用**できる原子炉

＜特徴の一例＞

- ○**固有の安全性**（炉心溶融、多量の放射性物質の放出なし）
- ○**高温で安定なヘリウム冷却材**を利用（水素爆発しない）
- ○**高温の熱を利用し多目的の利用が可能**（水素製造、発電、高温蒸気等）

多様な熱利用

- 950℃の高温熱を供給可能で、水素製造、発電、海水淡水化等の幅広い熱利用が可能。



軽水炉との違い

項目	高温ガス炉	軽水炉
電気出力（熱出力）	～30万kW（中小型）～600MW	100万kW以上（大型が主流）3000MW以上
原子炉出口温度	850℃～950℃	約300℃
原子炉冷却材	ヘリウムガス	軽水
減速材	黒鉛	軽水
燃料型式	セラミック製被覆燃料粒子	金属製被覆管（ジルカロイ）
用途	熱利用（水素製造、高温蒸気、海水淡水化、地域暖房）、発電	発電

出典：2020.4.14　令和2年第11回原子力委員会 資料一部改変

優れた安全性

- 頑丈で耐熱性に優れた被覆燃料、大熱容量・高熱伝導度の黒鉛で構成される構造材といった特長により、配管破損や電源喪失等により炉心の冷却が失われる事故が起きた場合でも、炉心溶融や多量の放射性物質放出が起きない設計が可能

次世代革新炉の特徴

出典：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ、2026年4月8日

⑤フュージョンエネルギー

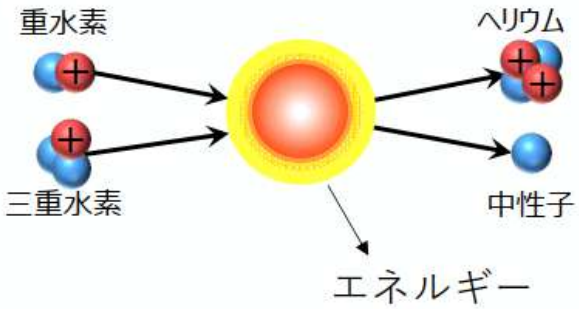
フュージョンエネルギーの特徴

<定義> **軽い原子核同士が融合**して別の原子核に変わる際に放出されるエネルギー
太陽や星を輝かせるエネルギーと同じ原理

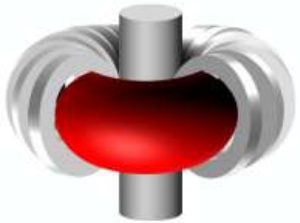
<特徴の一例>

- ○**カーボンニュートラル**：発電の過程において二酸化炭素を発生しない
- ○**豊富な燃料**：燃料は海水中に豊富に存在し、ほぼ無尽蔵に生成可能な上に、少量の燃料から膨大なエネルギーを発生させることが可能
- ○**安全性**：燃料の供給や電源を停止することにより反応が停止
- ○**環境保全性**：発生する放射性廃棄物は低レベルのみ

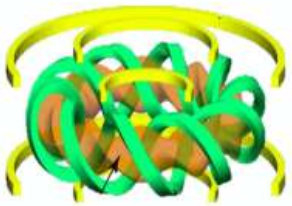
フュージョンの原理



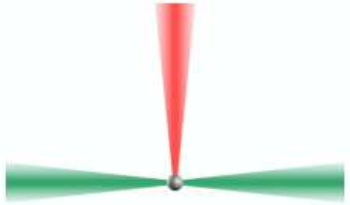
主な炉型



トカマク型
複数のコイルによる磁場やプラズマ自体に電流を流すことでプラズマを閉じ込める



ヘリカル型
ねじれたコイルによる磁場を用いてプラズマを閉じ込める



レーザー型
レーザーによる爆縮で瞬間的にプラズマを閉じ込める

（自習のための）参考資料

放射線の基礎

放射線の種類と透過力

放射線の種類

アルファ(α)壊変(崩壊)	アルファ線($^{4}_{2}$He原子核)	(例) $^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}Rn$
ベータ(β)壊変(崩壊)	ベータ線(電子)	(例) $^{24}_{11}Na \xrightarrow{\beta} {}^{24}_{12}Mg$
ガンマ(γ)線の放出	ガンマ線(電磁波)	

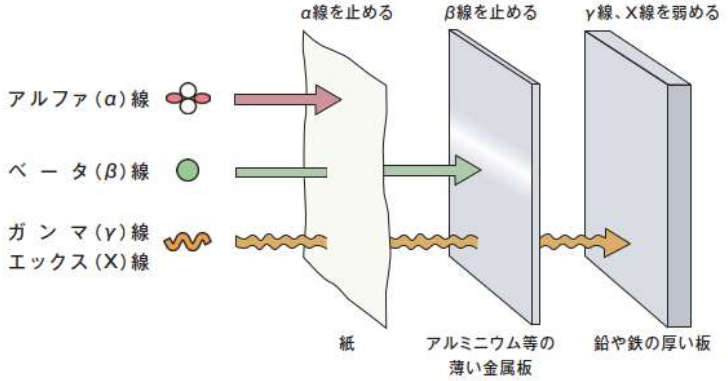
● 陽子　● 中性子

- 放射線
  - 電磁波
    - エックス(X)線…原子核の外で発生する
    - ガンマ(γ)線…原子核から出る
  - 電荷をもった粒子
    - ベータ(β)線…原子核から飛び出る電子
    - アルファ(α)線…原子核から飛び出るヘリウム$^{4}_{2}$Heの原子核
    - その他
  - 電荷をもたない粒子
    - 中性子…原子炉、加速器、ラジオアイソトープ(放射性核種)などの利用で発生する

6-1-5

原子力・エネルギー図面集

放射線の種類と透過力



6-1-6

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成29年度版）」より作成

原子力・エネルギー図面集

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射線に関する単位

線量H＝Q・D
　Q:放射線荷重係数
　（放射線の種類やエネルギーによる影響度合）
等価線量Sv
（生体組織Tに対する特定の放射線によるH）
　$H_T = Q_X \cdot D_T$
　　Qxの例
　　X線：1
　　アルファー線：20
実効線量Sv※
（身体のすべての生体組織にわたり重み付け）
　$H_E = \Sigma_T W_T \cdot H_T$
　W_T：組織荷重係数
　　例：肺　0.12
※：詳細は第3章参照

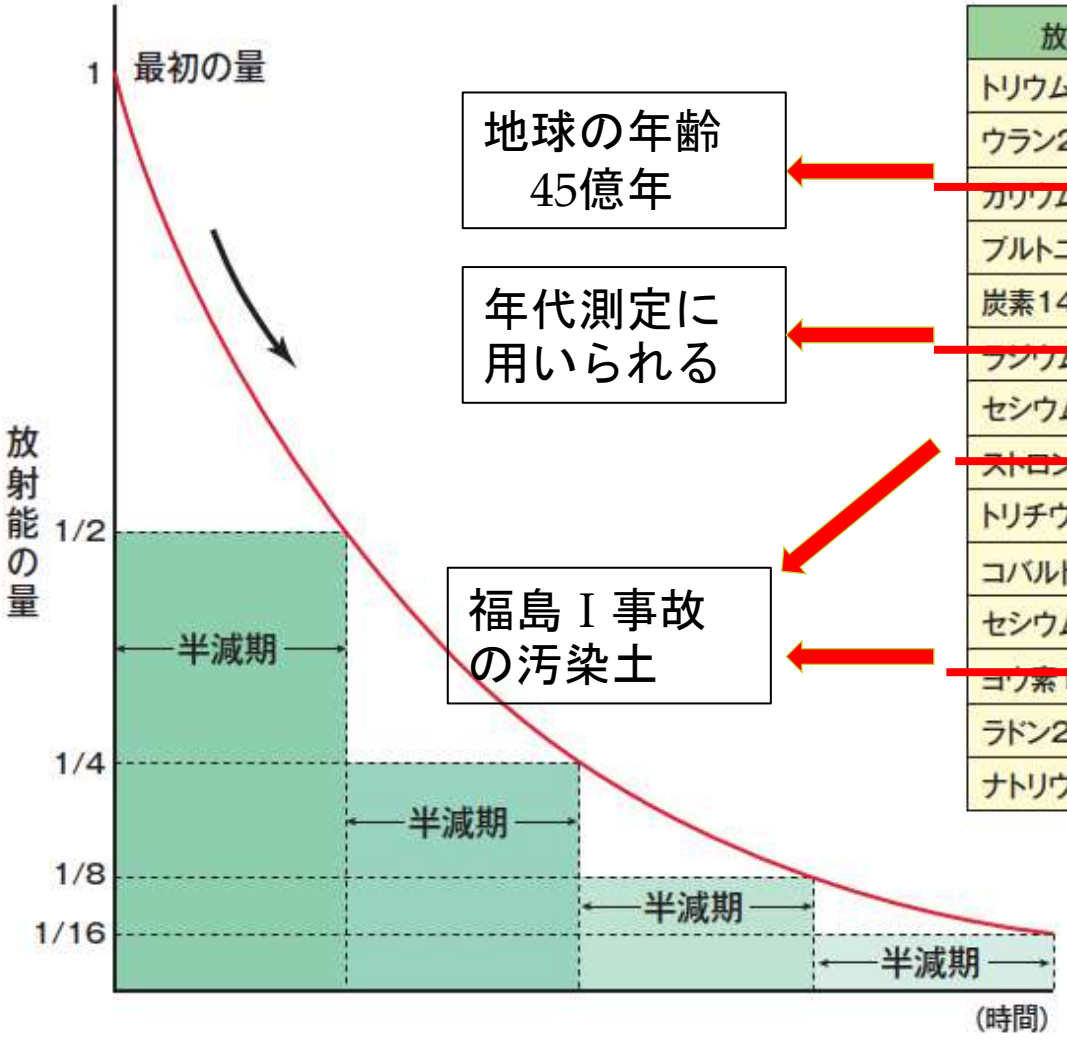
名　称	単位名（記号）	定　義
放射能の単位　国際単位系（SI）		
放射能	ベクレル（Bq）	1秒間に原子核が壊変する数を表す単位
放射線量の単位　国際単位系（SI）		
吸収線量（D）	グレイ（Gy）	放射線が物や人に当たったときに、どれくらいのエネルギーを与えたのかを表す単位 1グレイは1キログラムあたり1ジュールのエネルギー吸収があったときの線量
線　量（H＝Q・D）	シーベルト（Sv）	放射線が人に対して、がんや遺伝性影響のリスクをどれぐらい与えるのかを評価するための単位 （1シーベルト＝1000ミリシーベルト）
エネルギーの単位　国際単位系（SI）		
エネルギー	ジュール（J）	放射線等のエネルギーを表す単位 （$1J=6.2\times10^{18}eV$）

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

原子力・エネルギー図面集

放射能の減り方

$N = N_o \exp(-\lambda t)$
（$dN/dt = -\lambda N$）
$T = \ln 2/\lambda$
$N = N_o (1/2)^{t/T}$
ここで
N:初めの原子数
N_o：t時間後の原子数
λ：壊変定数
T:半減期
$N = 1/2\, N_o$になる時間



地球の年齢
45億年

年代測定に
用いられる

福島Ｉ事故
の汚染土

放射性物質	放出される放射線※	半減期
トリウム232	α·β·γ	141億年
ウラン238	α·β·γ	45億年
カリウム40	β·γ	13億年
プルトニウム239	α·γ	2.4万年
炭素14	β	5,700年
ラジウム226	α·γ	1,600年
セシウム137	β·γ	30年
ストロンチウム90	β	28.8年
トリチウム	β	12.3年
コバルト60	β·γ	5.3年
セシウム134	β·γ	2.1年
ヨウ素131	β·γ	8日
ラドン222	α·γ	3.8日
ナトリウム24	β·γ	15時間

※壊変生成物（原子核が放射線を出して別の原子核になったもの）からの放射線も含む

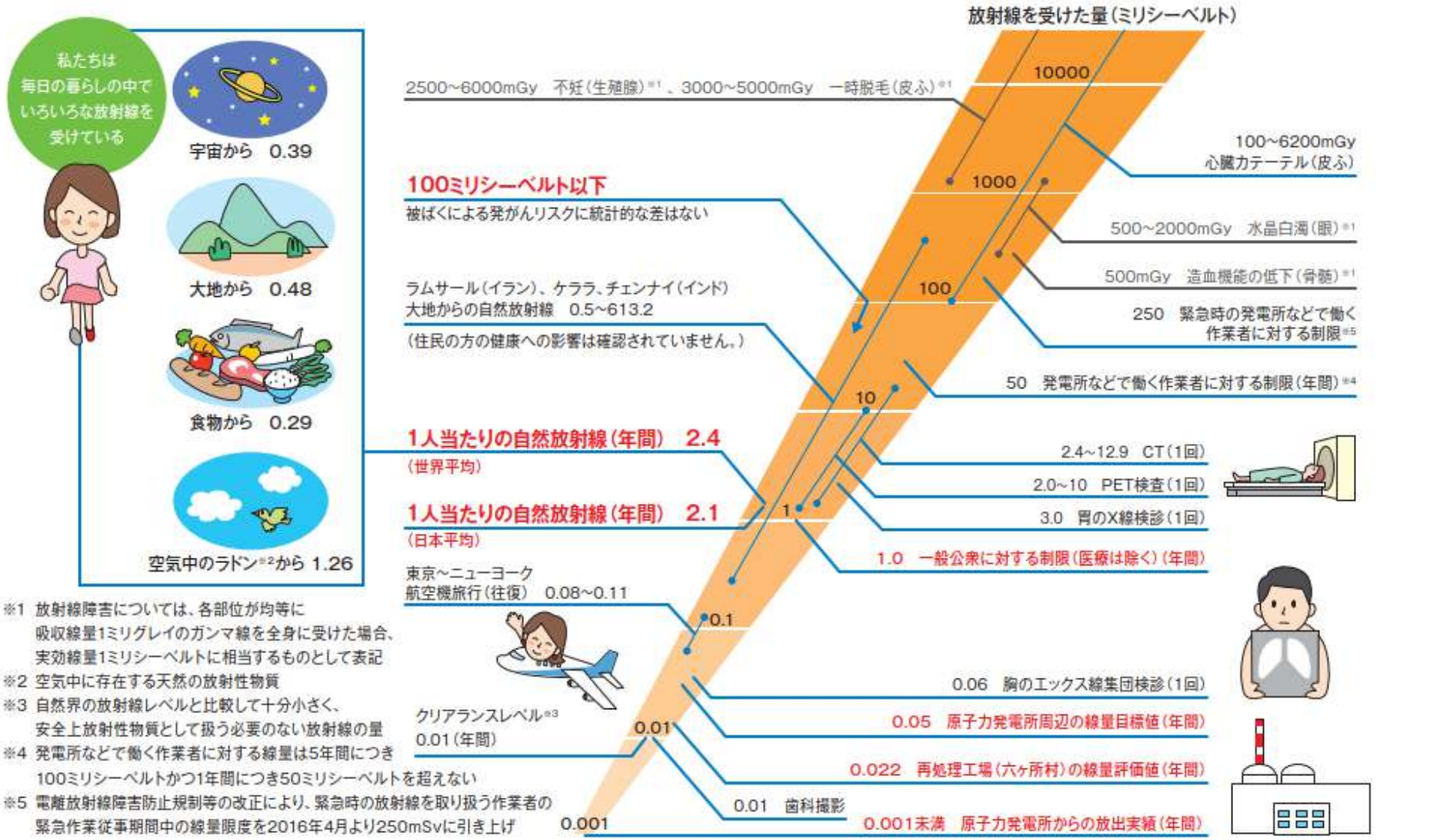
6-1-7

出典：（公社）日本アイソトープ協会「アイソトープ手帳（2012年）」より作成

原子力・エネルギー図面集

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

日常生活と放射線

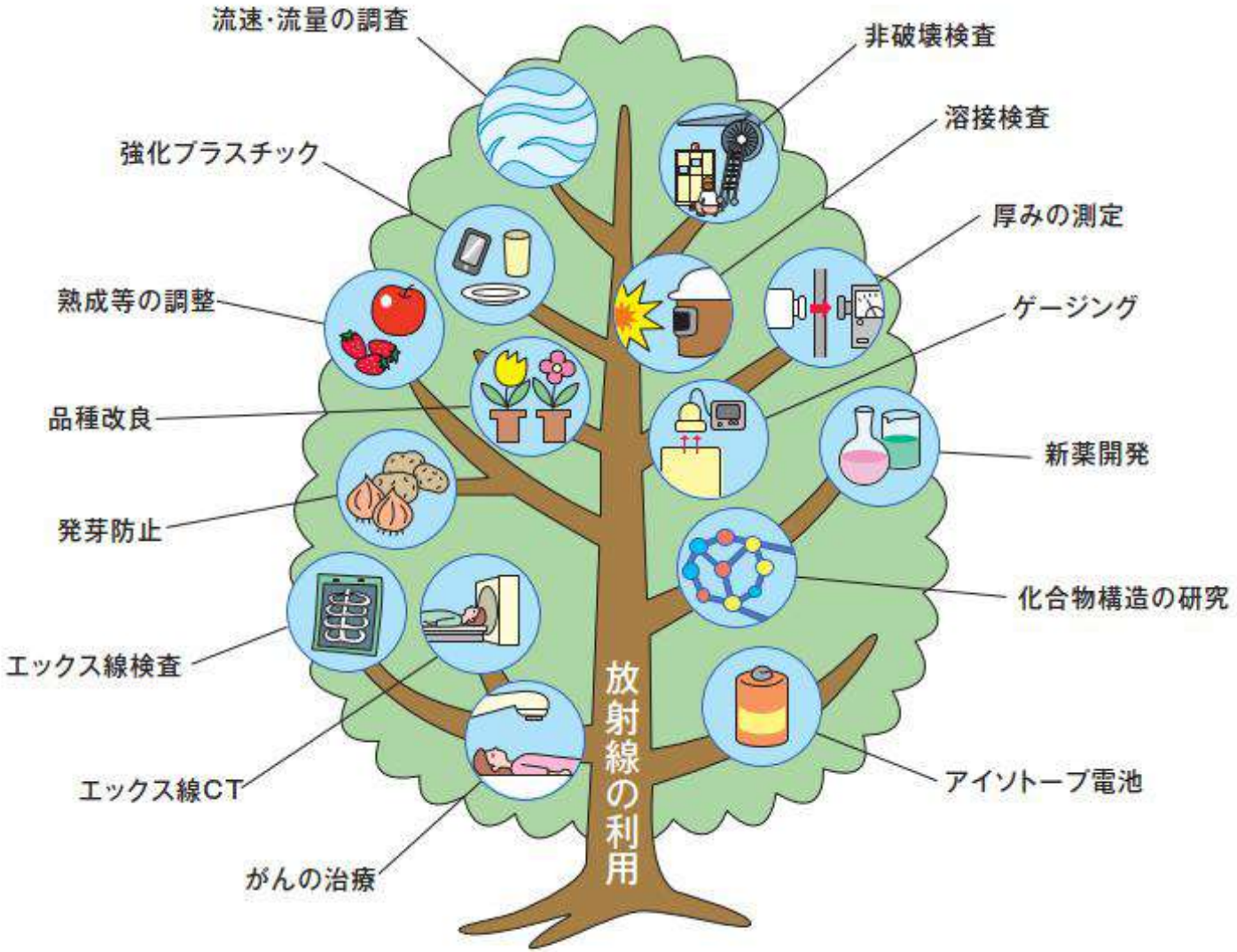


6-2-1

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書、（公財）原子力安全研究協会「新版生活環境放射線（平成23年）」、ICRP「Publication103」他より作成

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射線のいろいろな利用



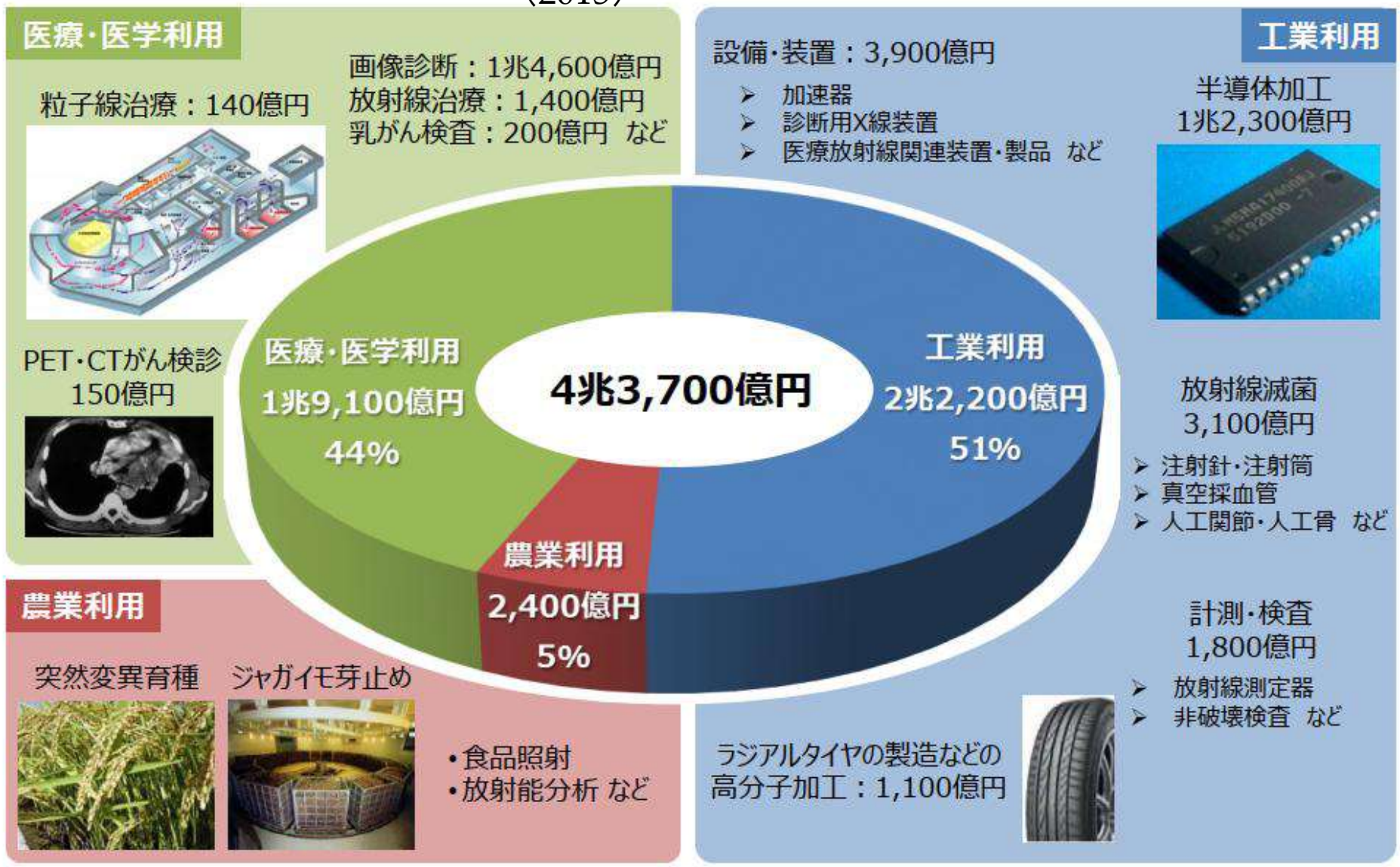
6-2-5

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射線利用の色々

４．調査結果（２）：平成２７年度の放射線利用の経済規模

（2015）



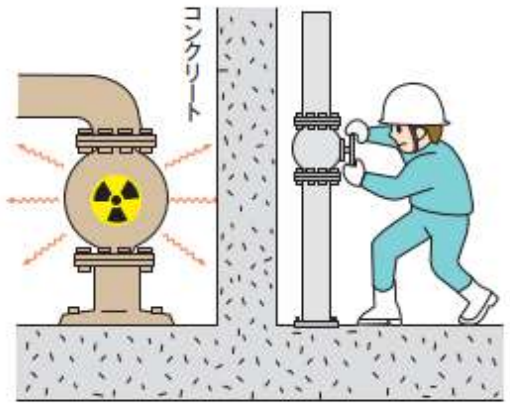
注：R3年度原子力白書でもH27年度のデータが引用されている。

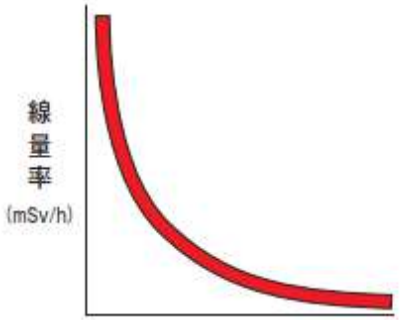
出典：第29回原子力委員会資料第1－1号（H29.8）

放射線防護の基本

1.遮へいによる防護

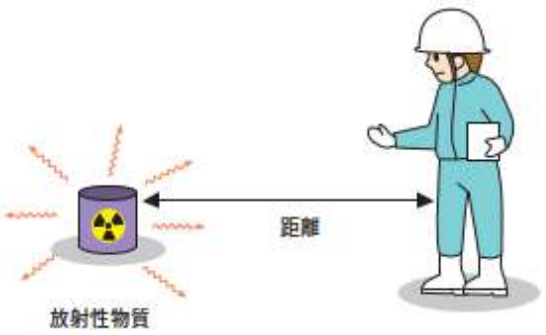
（線量率）＝遮へい体が厚い程低下

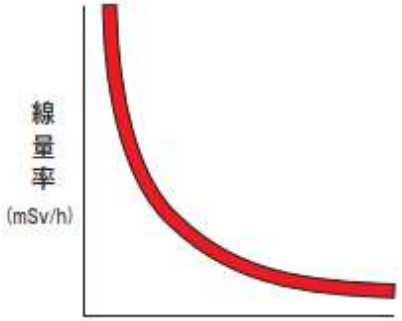




2.距離による防護

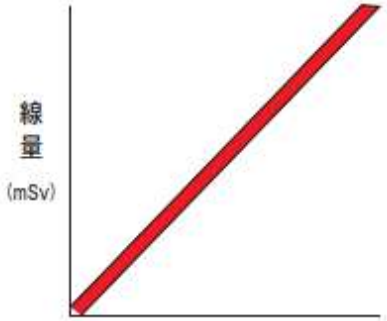
（線量率）＝距離の二乗に反比例





3.時間による防護

（線量）＝（作業場所の線量率）×（作業時間）



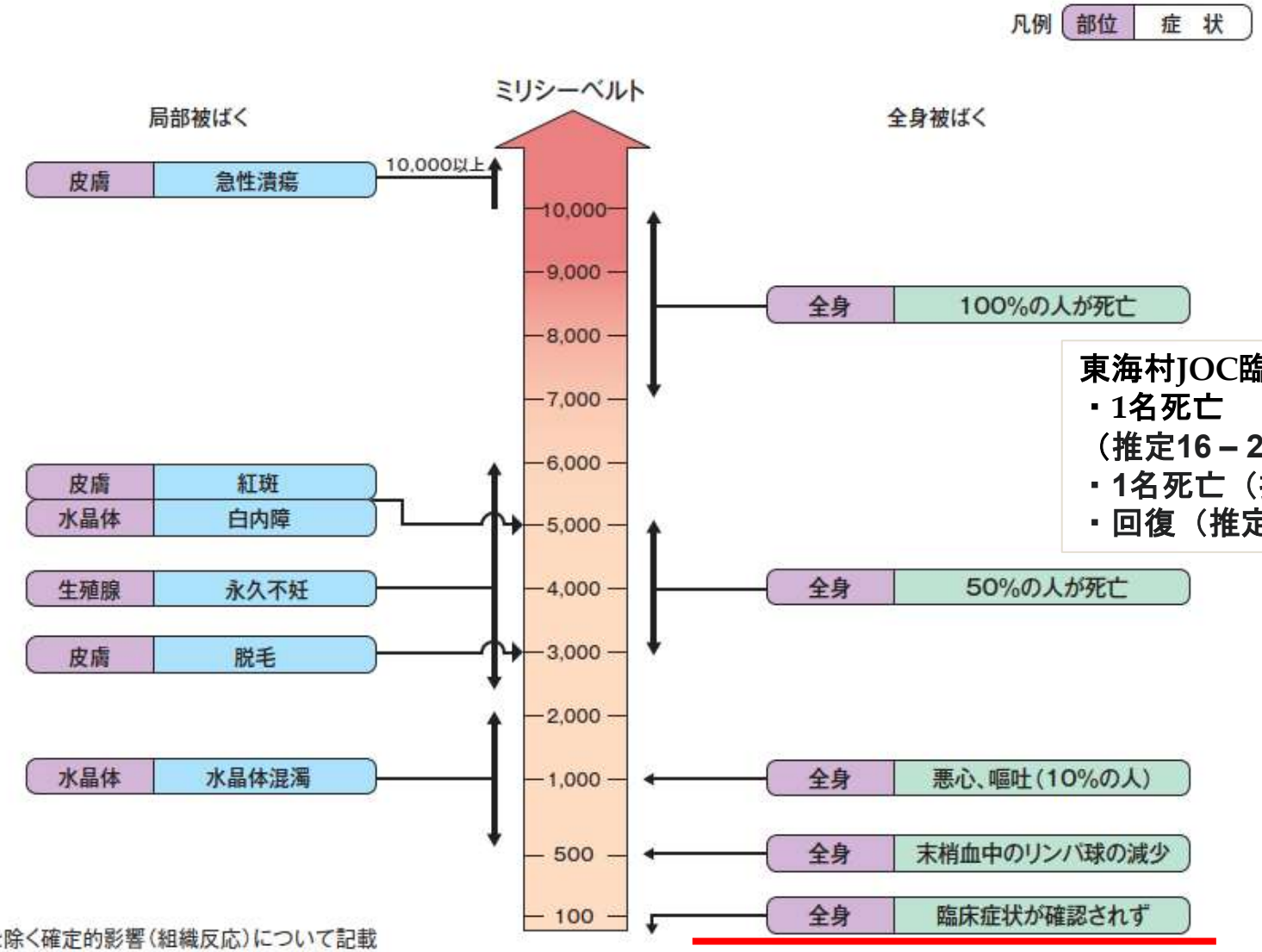
6-3-1

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射線を一度に受けたときの症状

被ばくは全身に放射線を被ばくする（全身被ばく）か、特定の組織や臓器などに被ばくする（局所被ばく）か、また同じ被ばく線量であっても、瞬時もしくは短時間で被ばくする（急性被ばく）か、長期間にわたって繰り返し被ばくする（慢性被ばく）かによっても影響に違いがある。

生物（人間）の特徴としてDNA損傷の修復機能がある。



東海村JOC臨界事故(1999年9月30日発生)
- 1名死亡
（推定16 – 20シーベルト以上被ばく）
- 1名死亡（推定6 - 10シーベルト被ばく）
- 回復（推定1 - 4.5シーベルト被ばく）

(注1)がんや遺伝性影響を除く確定的影響(組織反応)について記載
(注2)一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

6-3-3

出典：(公財)放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」より作成

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

線量限度について

区分		実効線量限度（全身）	等価線量限度（組織・臓器）
放射線業務従事者	平常時	100mSv/5年※1 50mSv/年※2 女子　5mSv/3月間※3 妊娠中の女子　1mSv （出産までの間の内部被ばく）	眼の水晶体　100mSv/5年※1 及び50mSv/年※2 皮膚　500mSv/年※2 妊娠中の女子　2mSv （出産までの間の腹部表面）
	緊急時※4	①100mSv ②250mSv	眼の水晶体　300mSv 皮膚　1Sv※5
一般公衆	平常時	1mSv/年※2	眼の水晶体　15mSv/年※2 皮膚　50mSv/年※2

（注）上記表の数値は、外部被ばくと内部被ばくの合計線量（自然放射線による被ばくと医療行為による被ばくは含まない）
※1　平成13年4月1日以後5年ごとに区分
※2　4月1日を始期とする1年間
※3　4月1日、7月1日、10月1日、1月1日を始期とする各3月間
※4　・原子力災害対策特別措置法の対象施設等における緊急作業への従事は、被ばくに関する情報提供を予め受けた上で、参加の意思を表明し、必要な訓練を受けた放射線業務従事者に限る
・被ばく線量限度は、①従来の実効線量100mSvに加え、②放射性物質の敷地外等への放出の蓋然性が高い場合の実効線量250mSv、の2段階
※5　1Sv（シーベルト）＝1,000 mSv（ミリシーベルト）＝1,000,000 μSv（マイクロシーベルト）

6-4-4

出典：核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示より作成

原子力・エネルギー図面集

出典：日本原子力文化財団原子力・エネルギー図面集

放射線モニタリング情報共有・公表システム (nsr.go.jp)

0.51mSv/年
（365×24×0.0581μSV）

出典：原子力規制委員会HP

おわり