

3 原子力発電の状況

化石燃料資源の獲得をめぐる国際競争の緩和や地球温暖化防止対策等のため、特に、アジア地域で原子力発電の利用が拡大しており、今後も増加が見込まれています。

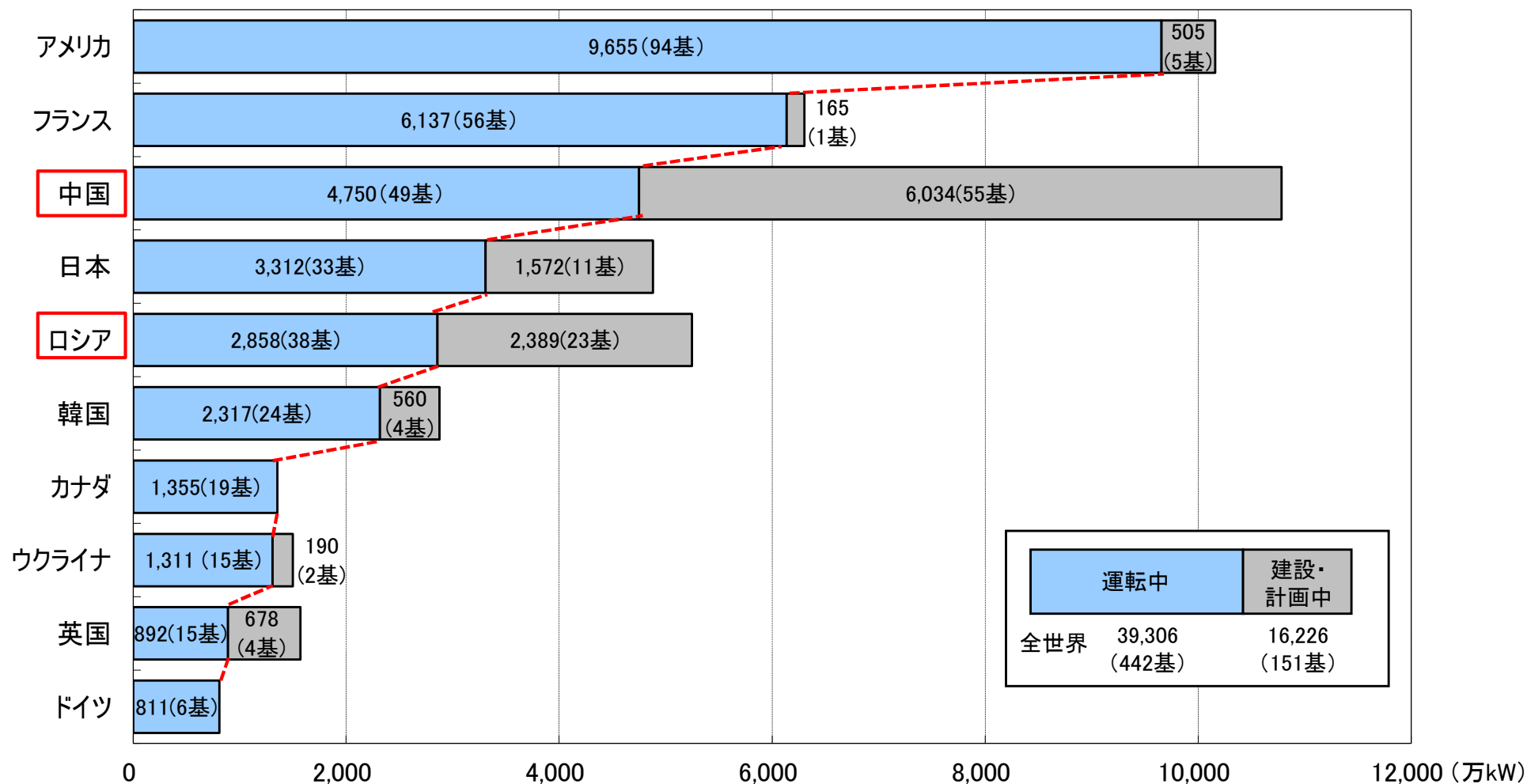
日本では、福島第一原子力発電所の事故の教訓や最新の技術的知見等を踏まえ、国により新たな規制基準が策定され、現在、各事業者において原子力発電施設の安全性向上の取り組みが行われています。

また、高レベル放射性廃棄物については、諸外国において地層処分に向けた取り組みが行われており、日本においても、国が前面に立って、処分施設や建設地の選定などの検討が行われています。

3 原子力発電の状況

3-1 世界の原子力発電所の設置、建設・計画状況

- 世界では、3億9,306万kW、442基の原子力発電所が設置されています
- 今後は、特に、中国やロシアなどの新興国での建設・計画が予定されています



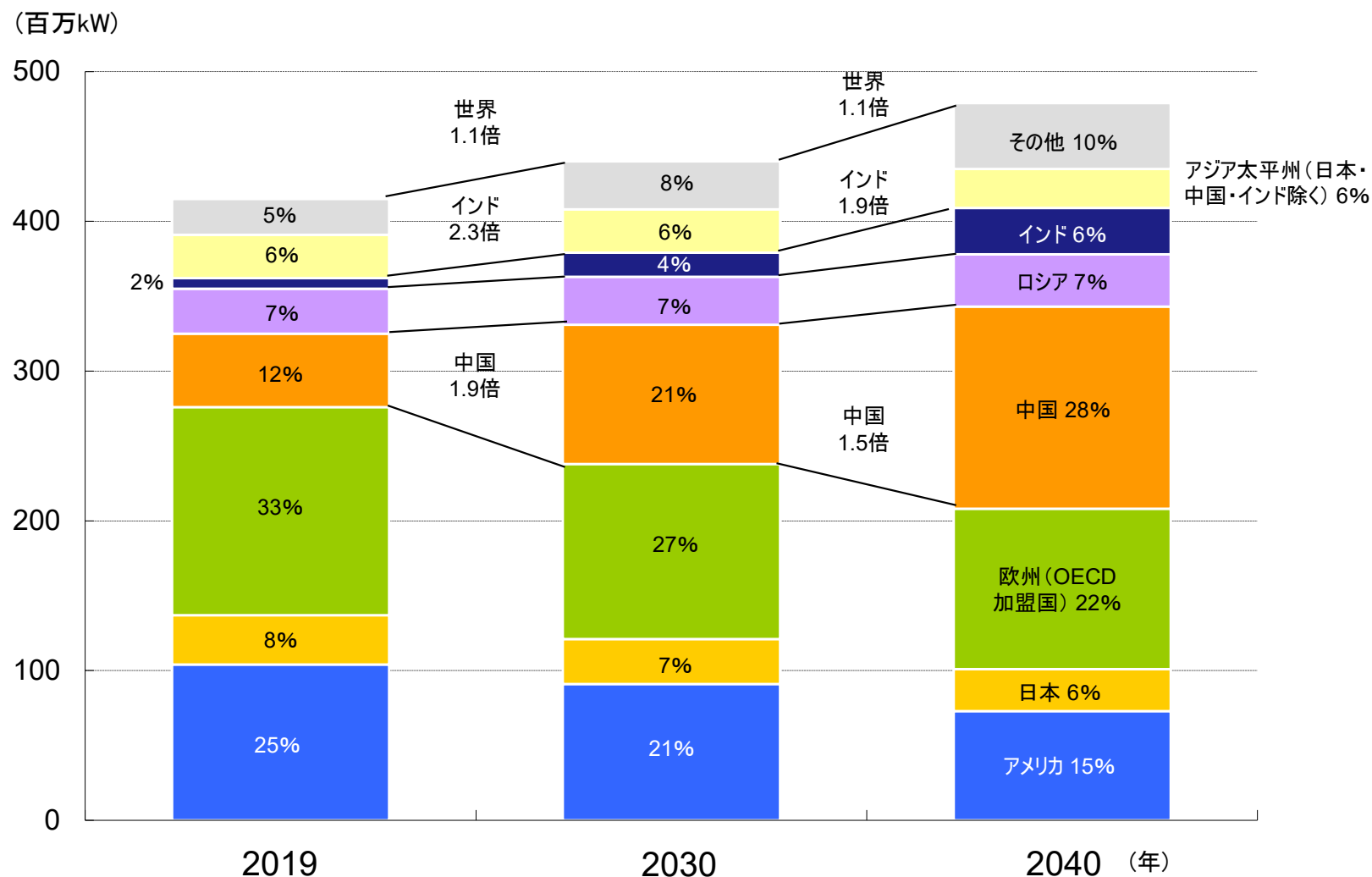
(注):世界は2021年1月、日本のみ2021年7月時点

出典:WNA(世界原子力協会)「World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements」
日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向(2021年度)」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-2 世界の原子力発電の見通し（2040年）

- 経済成長の著しい中国などアジアを中心に、化石燃料価格の高騰や地球温暖化問題への対応等を背景に、化石燃料を補完する有力なエネルギー源として、原子力発電の利用拡大が見込まれています

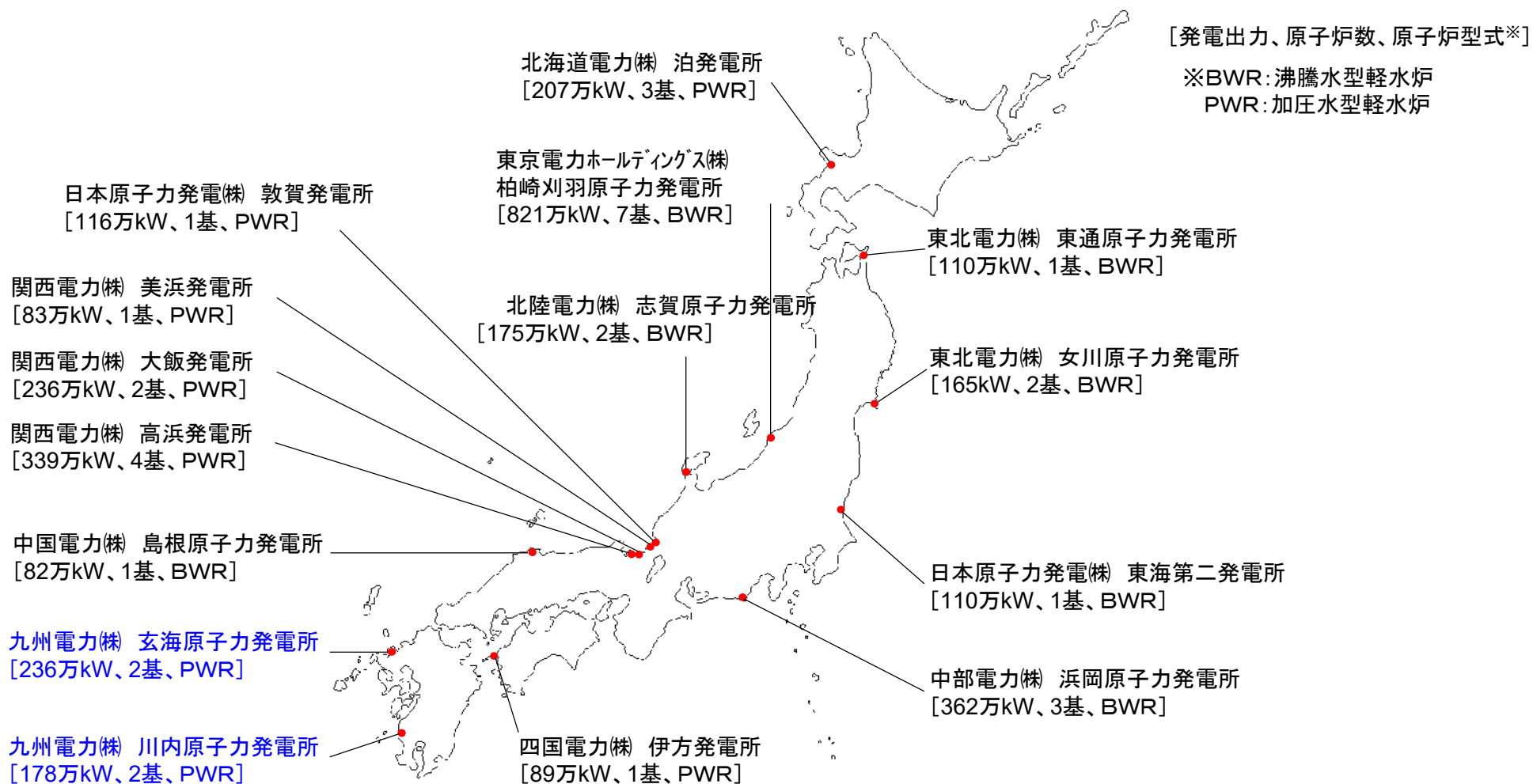


出典：日本原子力産業協会「世界エネルギー見通し2020年度版 概要紹介(2020年12月)公表政策シナリオ」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-3 日本の原子力発電所の設置状況（2021年7月時点）

- 日本では、3,312万kW、33基の原子力発電所が設置されています

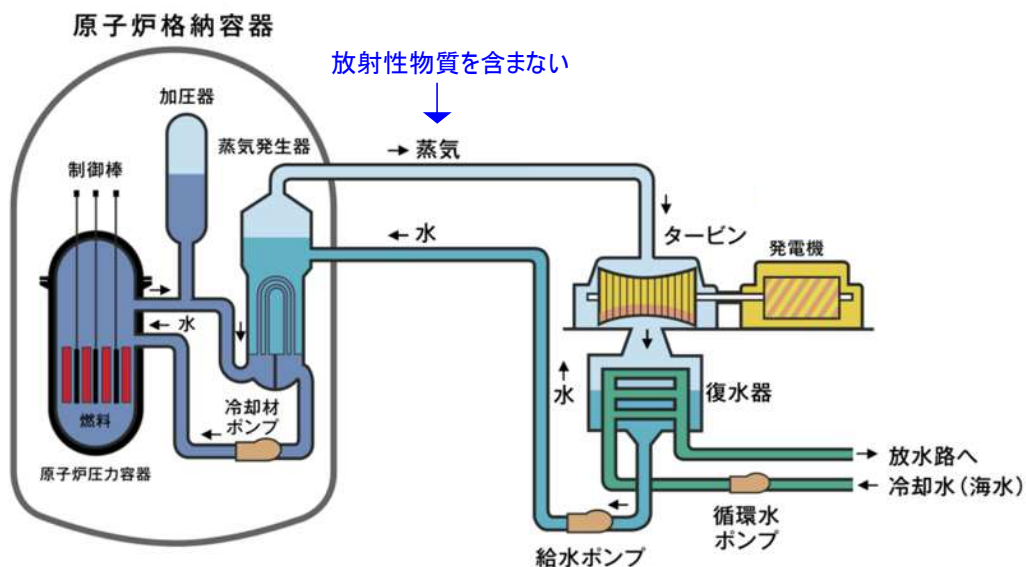


3 原子力発電の状況

3-4 原子炉型式（PWR・BWR）による発電の仕組みの違い

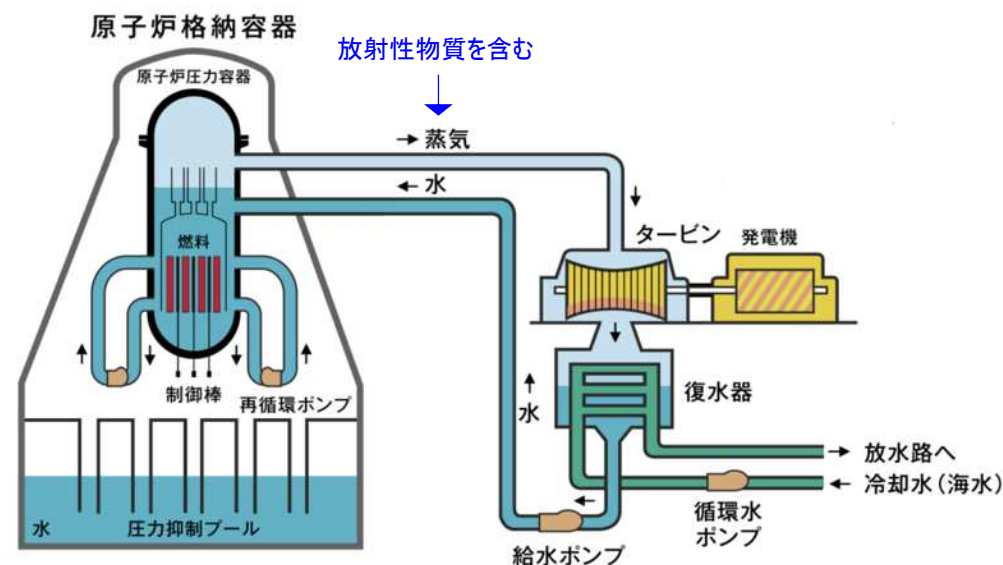
- 加圧水型軽水炉(PWR)は、原子炉圧力容器で作った高温高圧の水により、蒸気発生器内で蒸気(放射性物質を含まない)を発生させ、タービンを回して発電。構造はBWRと比べ複雑ですが、タービンや復水器の放射線管理が不要です
- 沸騰水型軽水炉(BWR)は、原子炉圧力容器で発生させた蒸気でタービンを回して発電。構造はPWRと比べてシンプルですが、蒸気は放射性物質を含んでいるため、タービンや復水器についても放射線管理が必要となります

【PWRの仕組み】



[九州電力、北海道電力、関西電力、四国電力が採用]

【BWRの仕組み】



[東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、中国電力が採用]

出典：(一財)日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-5 九州電力の原子力発電所の概要

| | | 玄海原子力発電所 | | | | 川内原子力発電所 | |
|-------------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | 1号機 | 2号機 | 3号機 | 4号機 | 1号機 | 2号機 |
| 運転開始 | | 1975.10.15 | 1981.3.30 | 1994.3.18 | 1997.7.25 | 1984.7.4 | 1985.11.28 |
| 運転終了 | | 2015.4.27 | 2019.4.9 | — | | — | |
| 発電出力 | | 55万9千kW | 55万9千kW | 118万kW | 118万kW | 89万kW | 89万kW |
| 原子炉型式 | | 加圧水型軽水炉(PWR) | | | | 加圧水型軽水炉(PWR) | |
| ※ 運転開始以降 累計 | 発電電力量 (2021.9末) | 1,327.2億kWh | 1,196.7億kWh | 1,815.6億kWh | 1,583.6億kWh | 2,125.2億kWh | 2,066.6億kWh |
| | 設備利用率 (2021.9末) | 68.5% | 64.2% | 63.7% | 63.3% | 73.1% | 73.9% |
| | | 64.7% | | | | 73.5% | |

※ 玄海原子力発電所1号機の発電電力量及び設備利用率は、2015年4月27日までの実績

玄海原子力発電所2号機の発電電力量及び設備利用率は、2019年4月9日までの実績

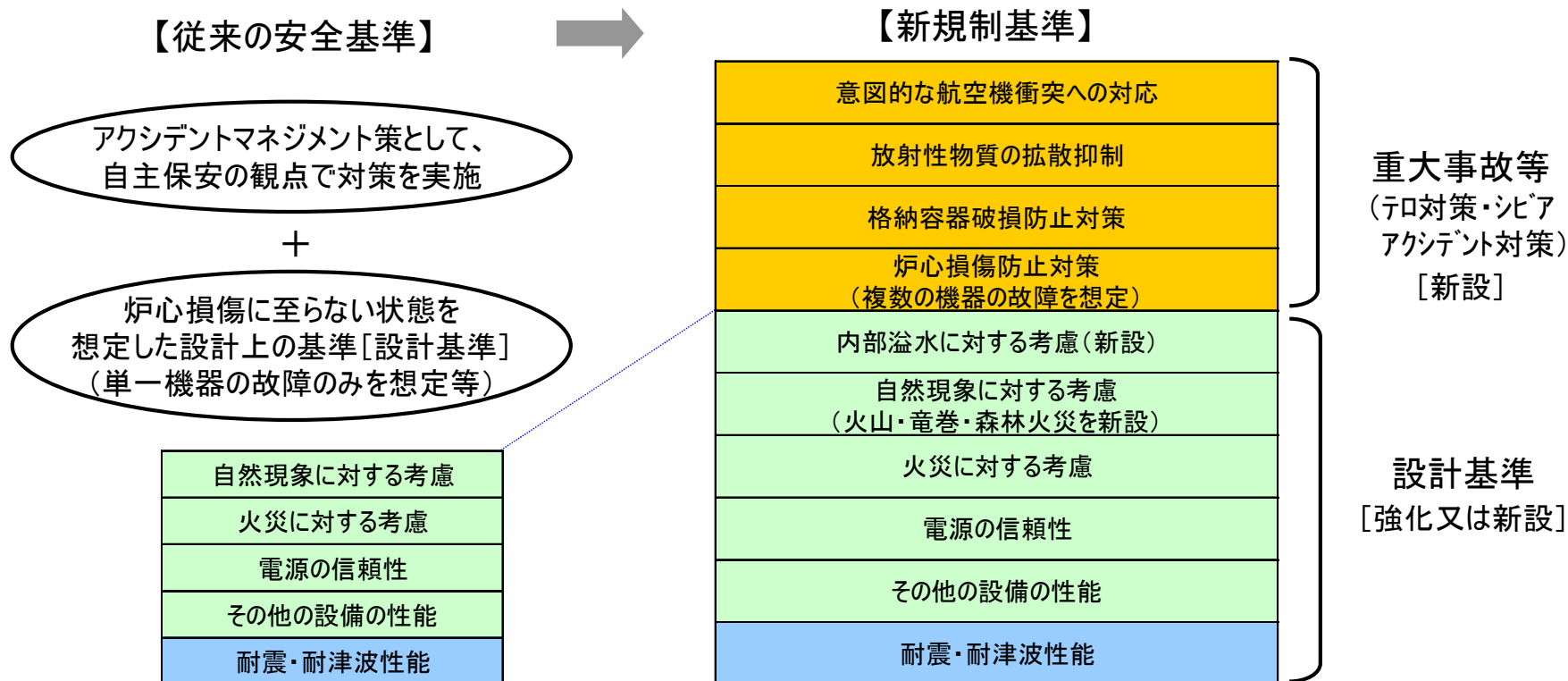
3 原子力発電の状況

3-6 原子力発電所の安全性向上への取組み

〔安全対策の詳細な内容につきましては、九州電力のホームページをご覧ください〕

- 福島第一原子力発電所の事故の教訓や最新の技術的知見、海外の規制動向等を踏まえ、原子力発電施設に係る国の新たな規制の基準(新規制基準)が策定されました(2013年7月施行)
- 新規制基準では、地震や津波など共通の要因によって、原子力発電所の安全機能が一斉に失われることを防止するために、耐震・耐津波性能や電源の信頼性、冷却設備の性能などの設計基準が強化されました
- また、設計の想定を超える事態にも対応できるよう、重大事故対策などが求められました

〔新規制基準の概要〕



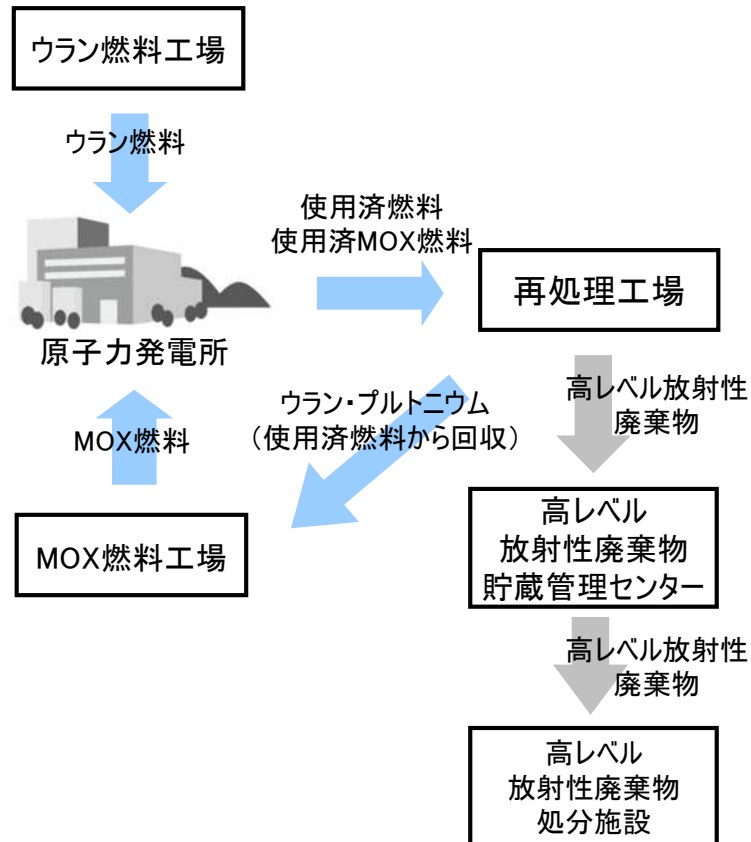
出典：原子力規制委員会資料をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-7 核燃料サイクル

- 原子力発電所で使い終わった燃料(使用済燃料)には、再利用できるウランやプルトニウムが含まれており、日本では、使用済燃料を再処理して燃料に加工(MOX燃料)し、発電に再利用(プルサーマル)する核燃料サイクルの確立を基本方針としています(資料3-8参照)
- 使用済燃料の再処理は、ウラン資源の有効利用はもとより、高レベル放射性廃棄物の体積の減少と有害度の低減につながります(資料3-9参照)

〔核燃料サイクル(軽水炉)のイメージ〕



〔核燃料サイクル関連施設の概要〕

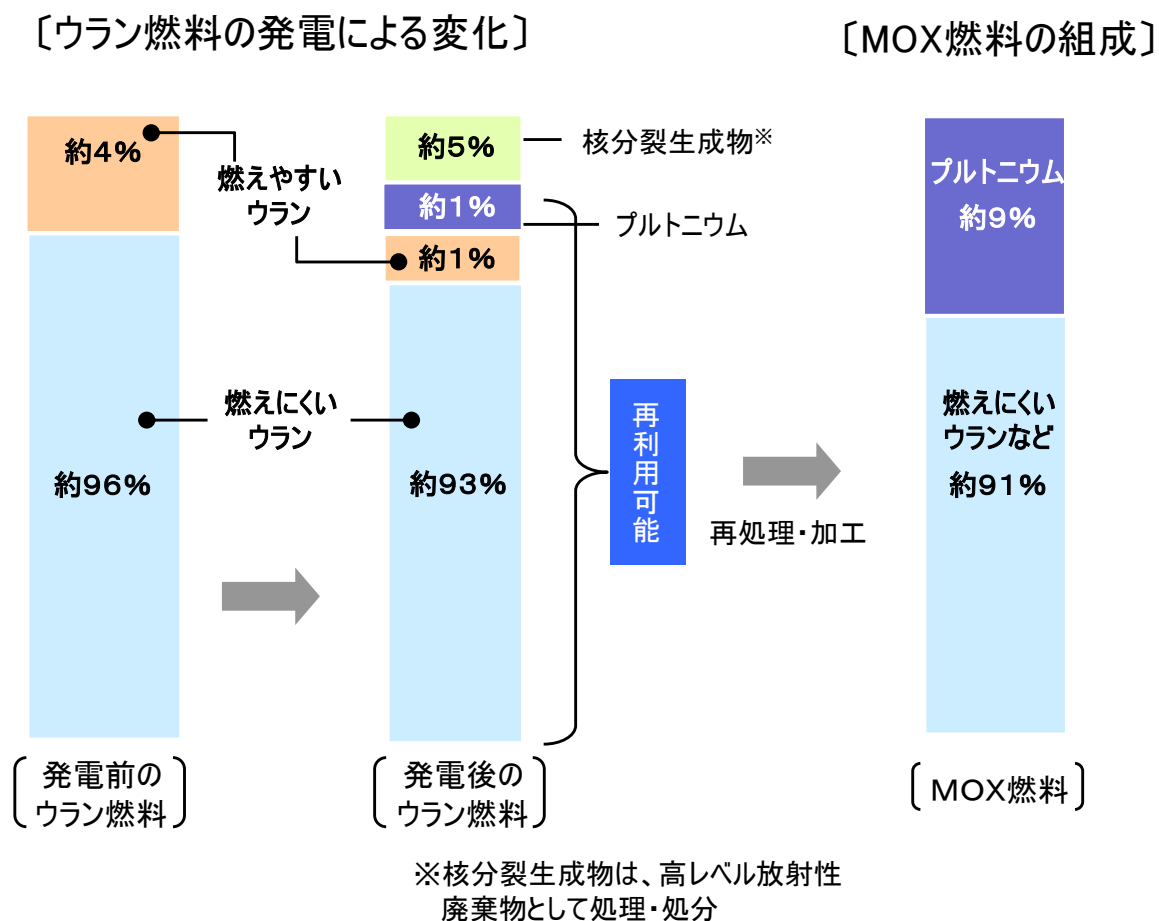
| | |
|----------------------------------|---|
| 再処理工場 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料からウランやプルトニウムを回収する施設 ・事業者: 日本原燃株式会社 工事開始1993年、竣工時期2022年度上期(予定) |
| MOX燃料工場 | <ul style="list-style-type: none"> ・再処理工場から受け入れたウラン・プルトニウムを、MOX燃料に加工する施設 ・事業者: 日本原燃株式会社 工事開始2010年、竣工時期2024年上期(予定) |
| 高レベル放射性 廃棄物貯蔵管理 センター | <ul style="list-style-type: none"> ・高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)を冷却するため、30~50年間安全に一時貯蔵する施設 ・事業者: 日本原燃株式会社 工事開始1992年、操業開始1995年 |
| 高レベル放射性 廃棄物処分施設 (資料3-10参照) | <ul style="list-style-type: none"> ・高レベル放射性廃棄物を地下深い地層に埋設し、人間の生活環境から安全に隔離する施設 |

出典: 日本原燃株式会社ホームページをもとに作成

3 原子力発電の状況

3-8 使用済燃料の再利用（プルサーマル）

- 使用済燃料には、再利用可能なウランやプルトニウムが約95%含まれています
- 日本では、2009年12月に初めて、当社玄海原子力発電所3号機においてプルサーマルによる営業運転を行いました



3 原子力発電の状況

3-9 高レベル放射性廃棄物処分における核燃料サイクルの意義

- 高レベル放射性廃棄物の体積を1/4～1/7に低減可能です
- 高速炉が実用化すれば、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射エネルギーを少なくし、発生エネルギーあたりの環境負荷を大幅に低減できる可能性も生まれます

| | 直接処分 | 再処理 | |
|----------|-------------------------------------|--|---------|
| | | 軽水炉 | 高速炉 |
| 処分時の廃棄物 | 使用済燃料を再処理せず、ウラン・プルトニウム等を全て含んだままの廃棄物 | 使用済燃料を再処理し、ウランやプルトニウムを取り出し、残った廃液をガラスと混ぜたもの(ガラス固化体) | |
| 発生体積比※1 | 1 | 1/4 | 1/4～1/7 |
| 潜在的有害度※2 | 約10万年 | 約8千年 | 約300年 |

※1 直接処分为1としたときの相対値

※2 天然ウラン並になるまでの期間

出典：資源エネルギー庁HP『「もんじゅ」廃炉計画と「核燃料サイクル」のこれから』をもとに作成

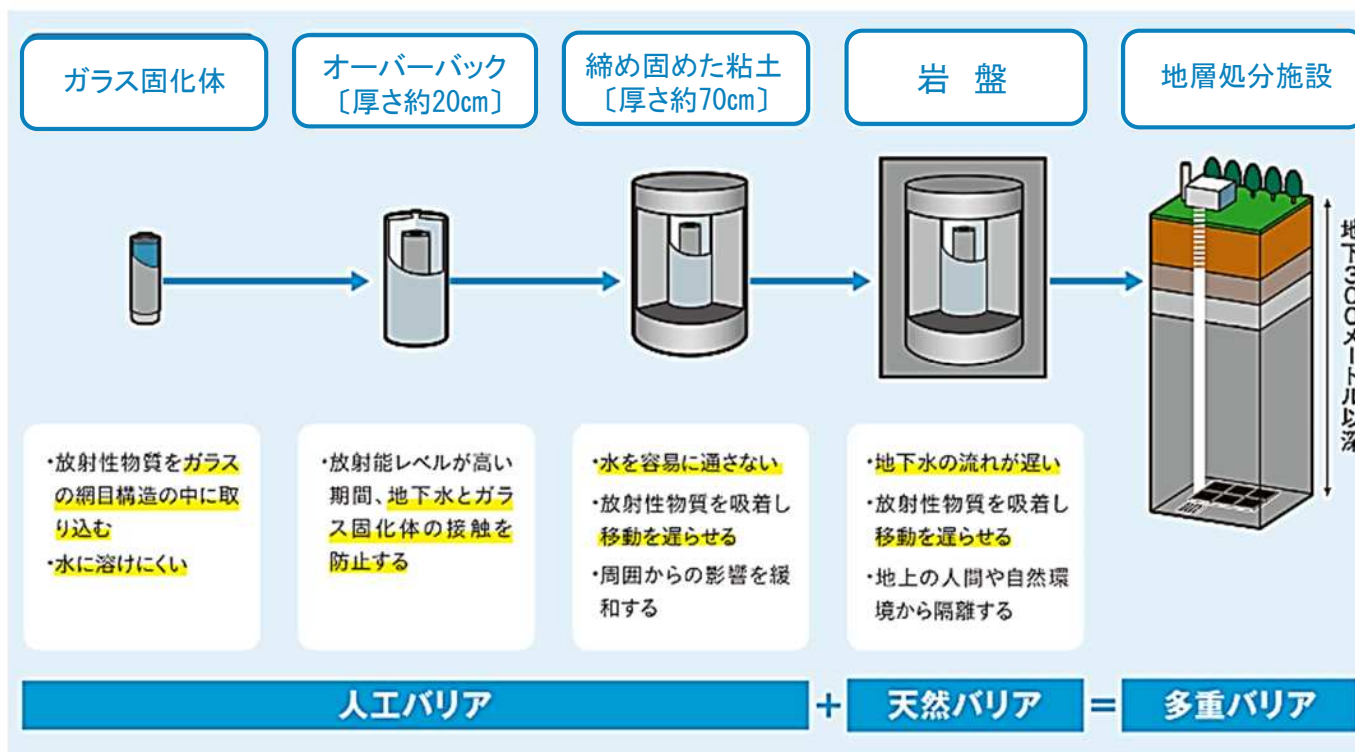
3 原子力発電の状況

3-10 高レベル放射性廃棄物の地層処分

- 日本では、高レベル放射性廃棄物を安定した形態に固め(ガラス固化)、地下300m以上の深い地層に安全に処分することを基本方針としています
- 国の研究により、地層処分が技術的に可能で、処分施設を安全に建設できることなどが確認されており、現在、国が前面に立って、処分施設や建設地の選定について検討しています(平成29年7月には、科学的特性マップ[※]が公表されました)
- 地層処分は、国際的にも、技術的に最も有望な方法とされており、諸外国でも取組みが進められています

※ 地層処分に関する地域の科学的特性を、既存の全国データに基づき一定の要件・基準に従って客観的に整理し、全国地図の形で示すもの

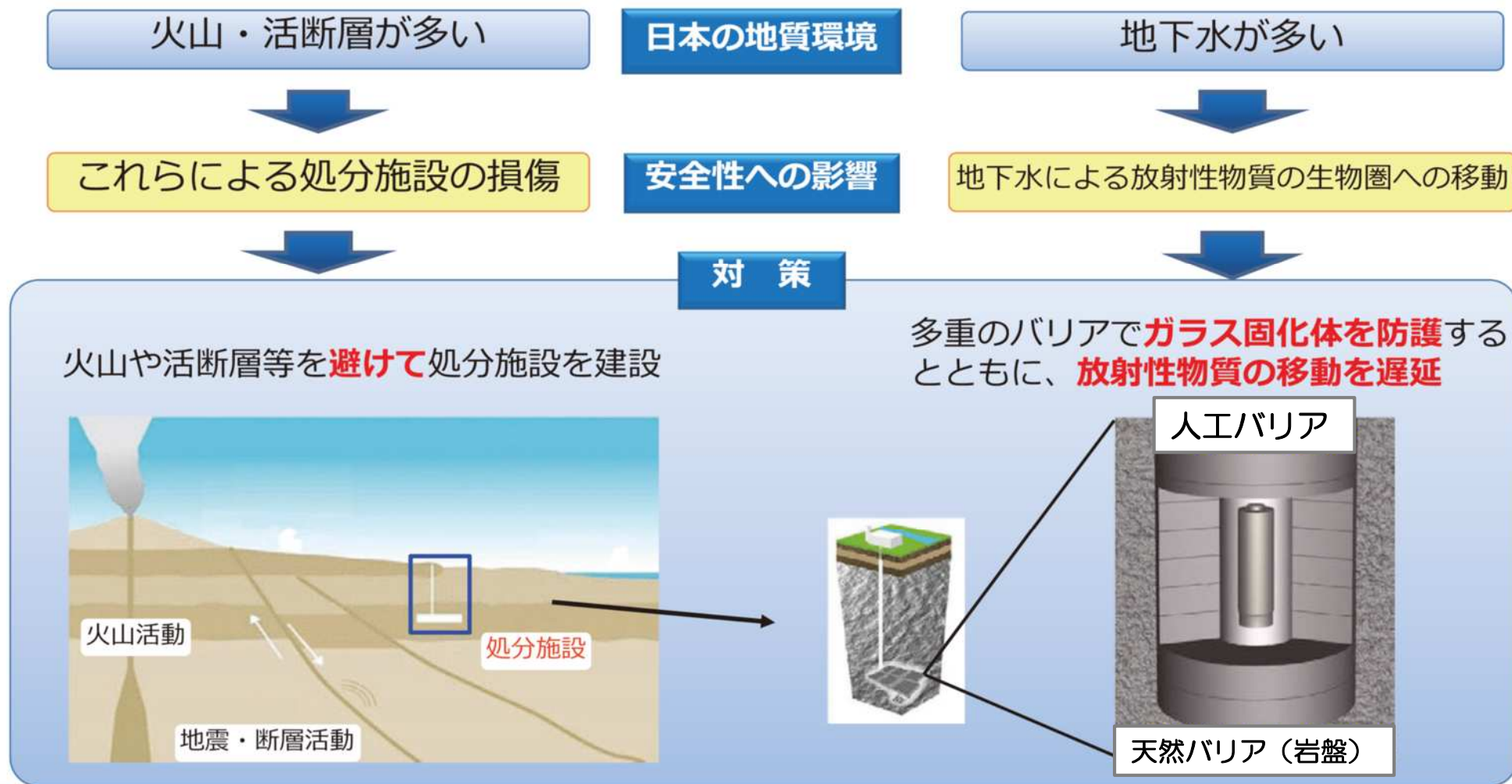
<高レベル放射性廃棄物を閉じ込める仕組み>



出典:資源エネルギー庁「放射性廃棄物の適切な処分の実現に向けて」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-11 地層処分における日本の地質環境を考慮した対策



出典：原子力発電環境整備機構「高レベル放射性廃棄物って何のこと？（2012年11月9日）」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-12 諸外国の地層処分の進捗状況

| 国名 | 対象廃棄物 | 処分場の候補サイト | 処分深度 | 操業予定 |
|--|-----------------|-------------------------|----------------|----------|
|  フランス | ガラス固化体 | ビュール地下研究所の近傍 | 約500m | 2035年頃 |
|  日本 | ガラス固化体 | 未定 | 300m以上 | 未定 |
|  ベルギー | ガラス固化体 使用済燃料 | 未定 | 未定 | 2080年 |
|  スイス | ガラス固化体 使用済燃料 | 3か所の候補地を 連邦政府が承認 | 約400m～ 900m | 2060年頃 |
|  アメリカ | ガラス固化体 使用済燃料 | ユッカマウンテン(法律上) | 200m～ 500m | 2048年 |
|  ドイツ | ガラス固化体 使用済燃料 | 未定 | 300m以上 | 2050年代以降 |
|  フィンランド | 使用済燃料 | オルキルオト | 約400m～ 450m | 2020年代 |
|  スウェーデン | 使用済燃料 | フォルスマルク (建設許可申請書を提出) | 約500m | 2031年頃 |

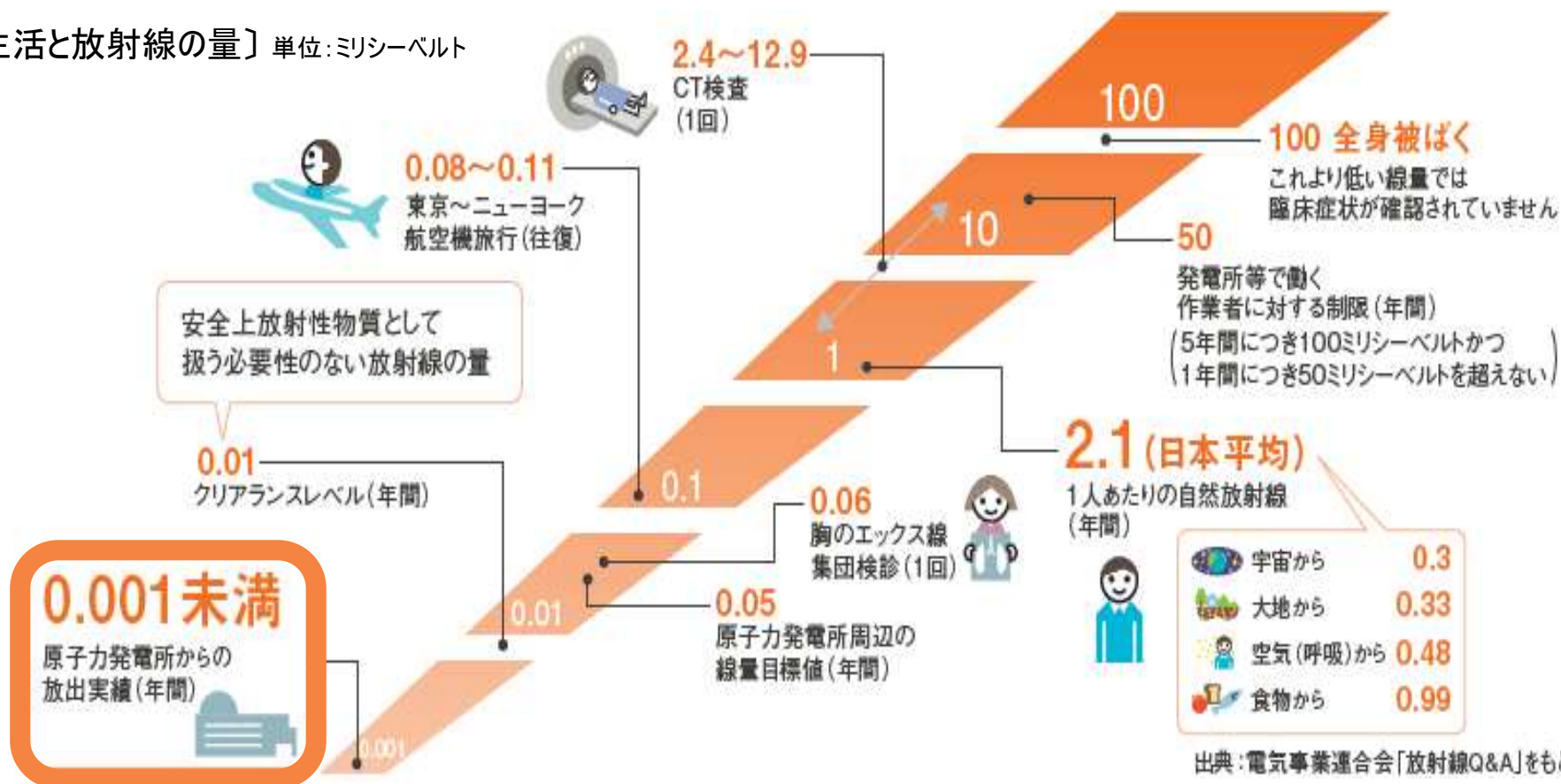
出典：資源エネルギー庁「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2021年)」、(一財)日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-13 日常生活や原子力発電所等における放射線の量

- 放射線は自然界にも存在し、レントゲンなどの医療分野でも活用されており、過度に大量に浴びない限り、身体への大きな影響はありません
- 原子力発電所では、放射性物質について厳正な管理を行っており、発電所周辺の人が受ける放射線の量は、年間で約0.001ミリシーベルト未満と、自然界から受ける放射線量の2,000分の1以下です

〔日常生活と放射線の量〕 単位:ミリシーベルト



出典:電気事業連合会「放射線Q&A」をもとに作成

3 原子力発電の状況

3-14 放射線の量と生活習慣によってがんになるリスクの比較

- 放射線の被ばく線量が100～200ミリシーベルト(短時間1回)になったあたりから、発がんリスクが1.08倍に増加しますが、これは、生活習慣における野菜不足によるがんの発生率の増加とほぼ同じです
- 100ミリシーベルト以下では、放射線による発がんリスクの明らかな増加の証明は難しいということが国際的な認識です

| 放射線の線量 (短時間1回)※1 | がんの相対 リスク(倍) | 生活習慣因子※2 | がんの相対 リスク(倍) |
|---------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 1,000～2,000ミリシーベルト | 1.8 | 喫煙 | 1.6 |
| 500～1,000ミリシーベルト | 1.4 | 飲酒(毎日3合以上) | 1.6 |
| | | 飲酒(毎日2合以上) | 1.4 |
| | | やせ過ぎ(BMI<19) | 1.29 |
| 200～500ミリシーベルト | 1.19 | 太り過ぎ(BMI≥30) | 1.22 |
| | | 運動不足 | 1.15～1.19 |
| | | 塩分のとり過ぎ | 1.11～1.15 |
| 100～200ミリシーベルト | 1.08 | 野菜不足 | 1.06 |
| 100ミリシーベルト以下 | 検出不可能 | | |

※1 広島・長崎の原爆被爆者約12万人規模の疫学調査

※2 成人を対象にアンケート調査を実施し、10年間の追跡調査を行い、がんの発生率を調べたもの

出典: 国立がん研究センター調べ、環境省ほか「放射線による健康影響等による統一的な基礎資料(令和2年度版)」をもとに作成