

令和5年6月16日（金）

脱炭素社会に向けた視点 ～メタネーションのある未来に向けて～

兵庫県立大学 政策科学研究所
特任教授 中村 稔

<自己紹介> 中村 稔（なかむら みのる）

昭和37年6月30日生まれ 広島県広島市出身

昭和56年 灘高等学校卒業 昭和61年 東京大学法学部卒業

昭和61年 通商産業省（現経済産業省）入省

平成5年 在ポーランド日本国大使館一等書記官（経済班長）

平成8年 通商産業省機械情報産業局航空機武器課長補佐（総括班長）

平成10年 科学技術庁原子力安全局原子力安全課長補佐（法令総括）

平成11年 通商産業省環境立地局総務課長補佐（法令審査委員）

平成12年 // 近畿通商産業局総務企画部総務課長

平成14年 石油公団総務部総務課長

平成16年 経済産業省通商政策局中東アフリカ室長（兼内閣官房イラク復興支援推進室参事官）

平成18年 兵庫県産業労働部産業振興局長

平成20年 兵庫県産業労働部長（兼観光ツーリズム推進本部事務総長）

平成21年 経済産業省大臣官房参事官（中小企業雇用政策担当）

平成21年 // 資源エネルギー庁資源・燃料部石油流通課長

平成23年 // 近畿経済産業局総務企画部長

平成25年 独立行政法人情報処理推進機構 参事・戦略企画部長

平成28年 原子力発電環境整備機構 専務理事

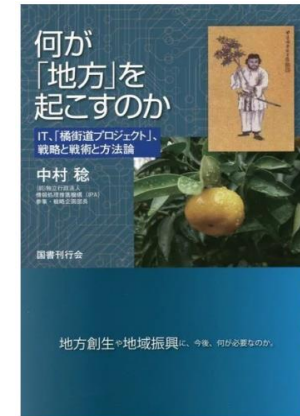
令和2年 大臣官房付・退官 株式会社パソナグループ顧問

令和4年 兵庫県立大学特任教授、大阪大学大学院招聘研究員

令和5年 奈良先端科学技術大学院大学客員教授 NPO法人新共創産業技術支援機構理事長

（その他の役職）神戸真珠輸出促進協議会顧問 等

（主な著書）「何が地方を起こすのか」（国書刊行会）、「情報は誰のものか」（海文堂）など



1. 脱炭素社会の構築に向けて

(1) 何のための脱炭素か ～地球温暖化への対応

①科学的知見の不断の見直し

→そもそも論（ホッケースティック論争）、最新のデータと知見

②国際社会との協調

→EUのタクソノミー、グリーン分野とトランジション分野
CBAM（Carbon Border Adjustment Mechanism）

(2) 脱炭素社会の構築に求められる対応と効果

①内容

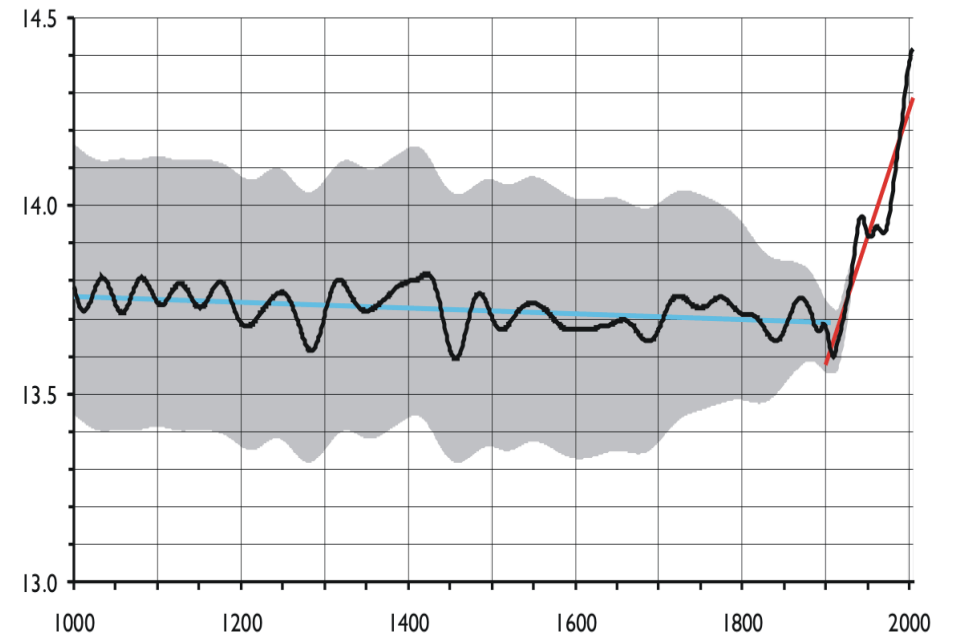
②時間軸

③効果の測定とフィードバック

(3) 方法論の検証

①対応策のメリット・デメリット（経済面・社会面）

②最適解を目指した選択



年縞からわかること

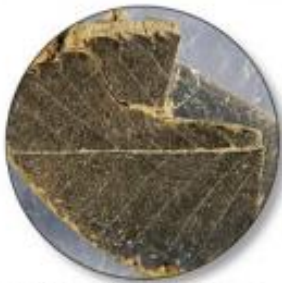
1年単位で年代を特定できる年縞には、木の葉や花粉、火山灰や黄砂などが含まれています。それらを分析することによって、過去の気温や水温、気候などの変化を年単位で復元することが可能です。

7万年にわたり堆積した水月湖の年縞は、過去の自然環境を知る貴重な情報源であるといえます。

年縞からわかる過去の気候変動

年縞に含まれる落葉や花粉からは…

年縞に含まれる葉や花粉の化石からは、湖周辺に生育していた植物の種類や、その当時の気候、環境がわかります。植物の種類の移り変わりを調べることで、気候や環境の変動を知ることができ、年縞によって当時の様子を年単位でくわしく知ることができます。



水月湖の年縞に含まれていた葉の化石(写真提供: 水月湖プロジェクト)

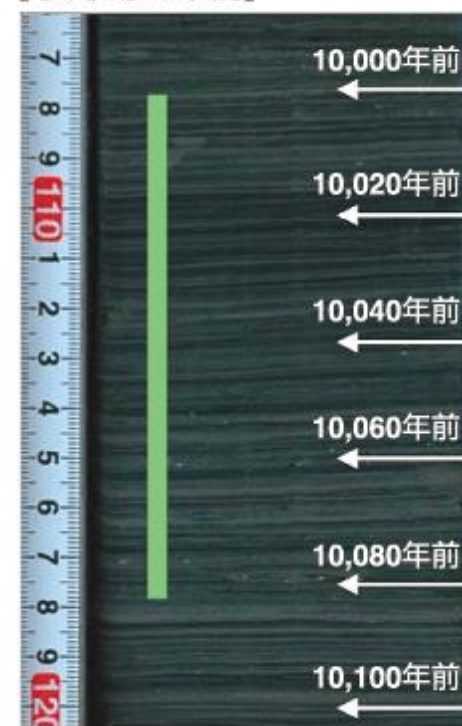


年縞に含まれる火山灰・黄砂からは…

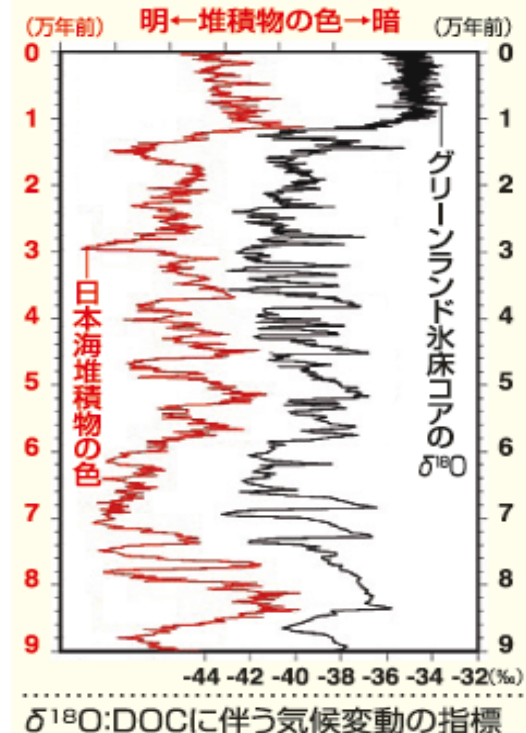
年縞には、火山灰や大陸から偏西風に乗って飛んできた黄砂も含まれています。火山灰からは火山が噴火した年代、黄砂からは偏西風の風向きの変化などを知ることができます。

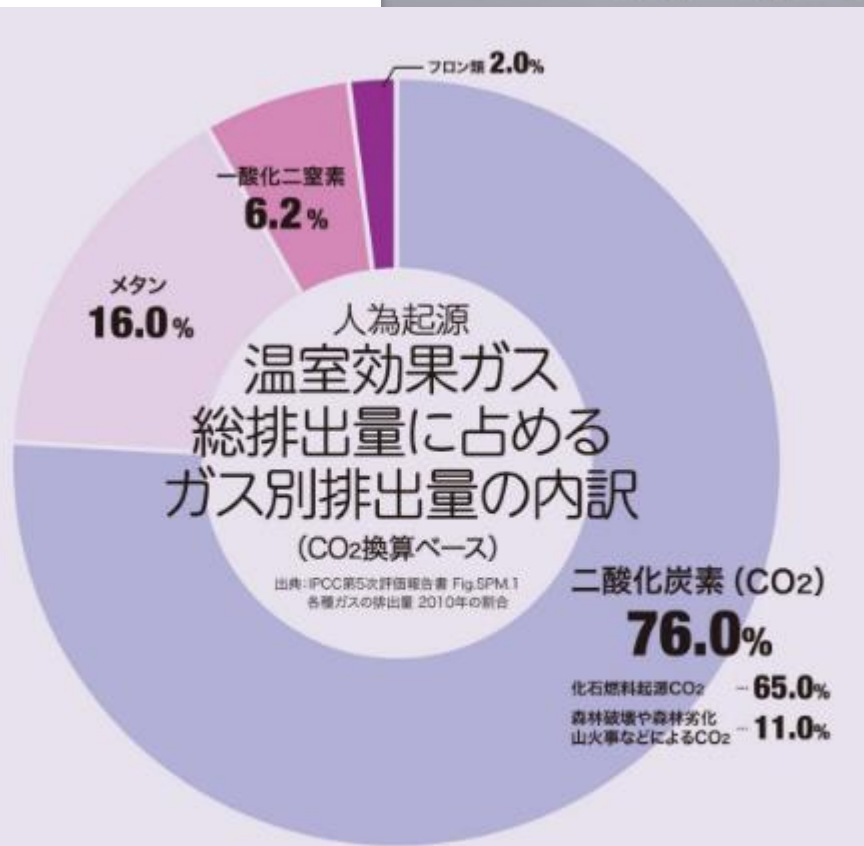
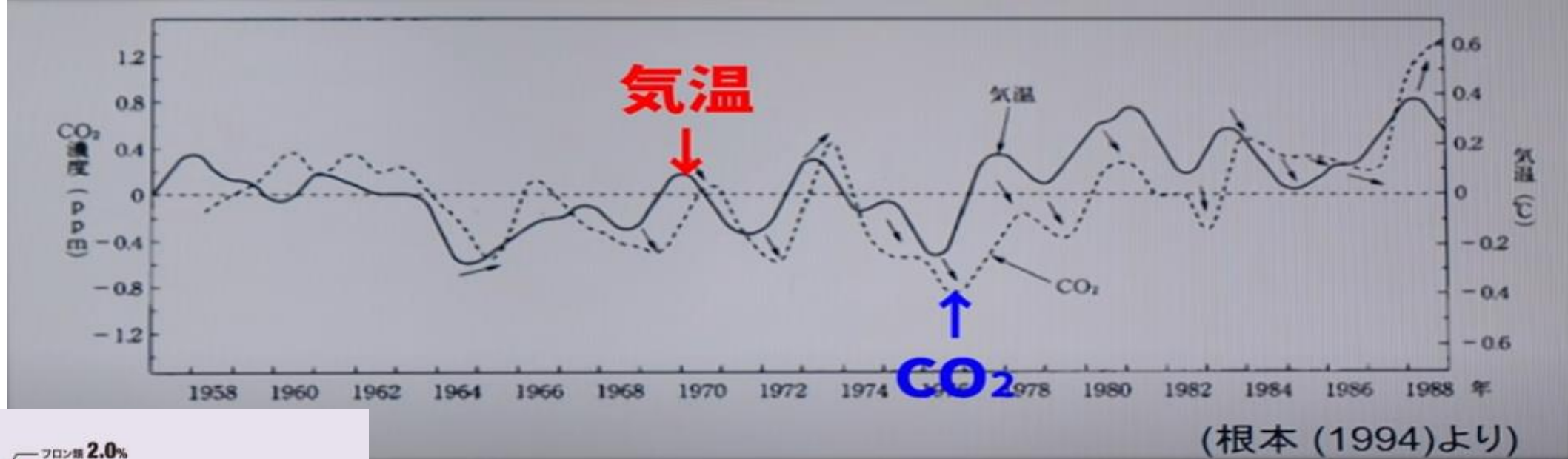
1980～90年代にウィリ・ダンスガードとハンス・オシュガーによって発見されたダンスガード＝オシュガー・サイクル(DOC)は、グリーンランドの氷床コア(氷床を掘削して採取した氷の柱)の解析から分かったもので、最終氷期(7万年前～2万年前)に、数百年～数千年の間隔で繰り返した急激な気候変動のこと。その回数は約20回、変動の温度差は 10°C 以上あり、わずかな期間でこうした変化が起こった。

【水月湖の年縞】

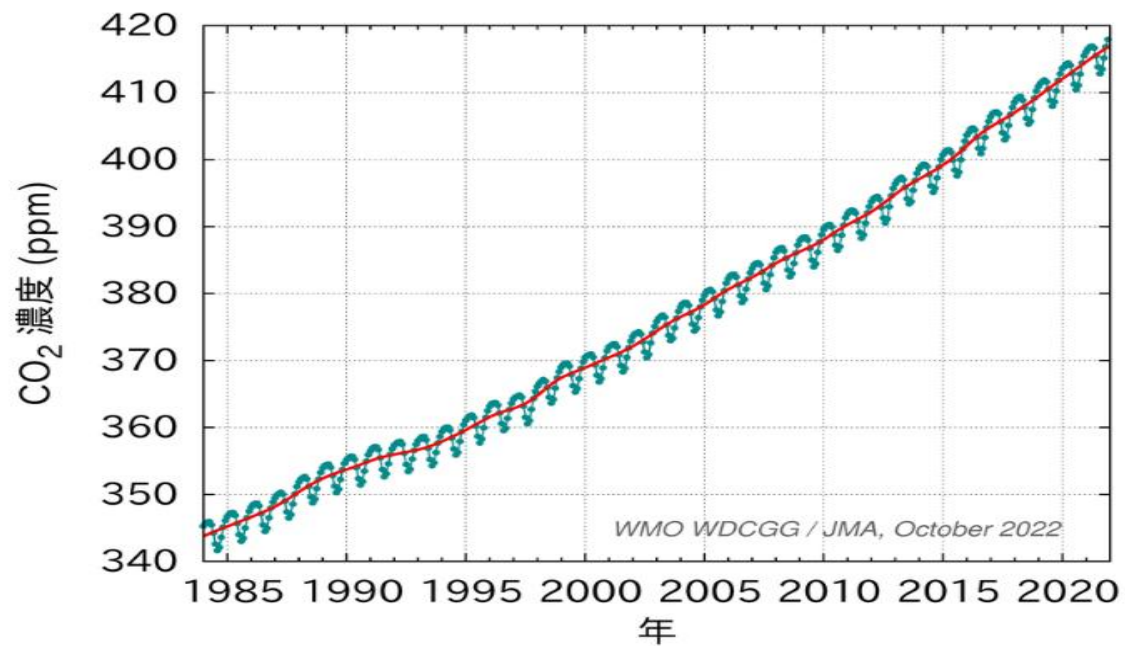


【日本海堆積物とグリーンランド氷床コアに刻まれた気候変動の対比】

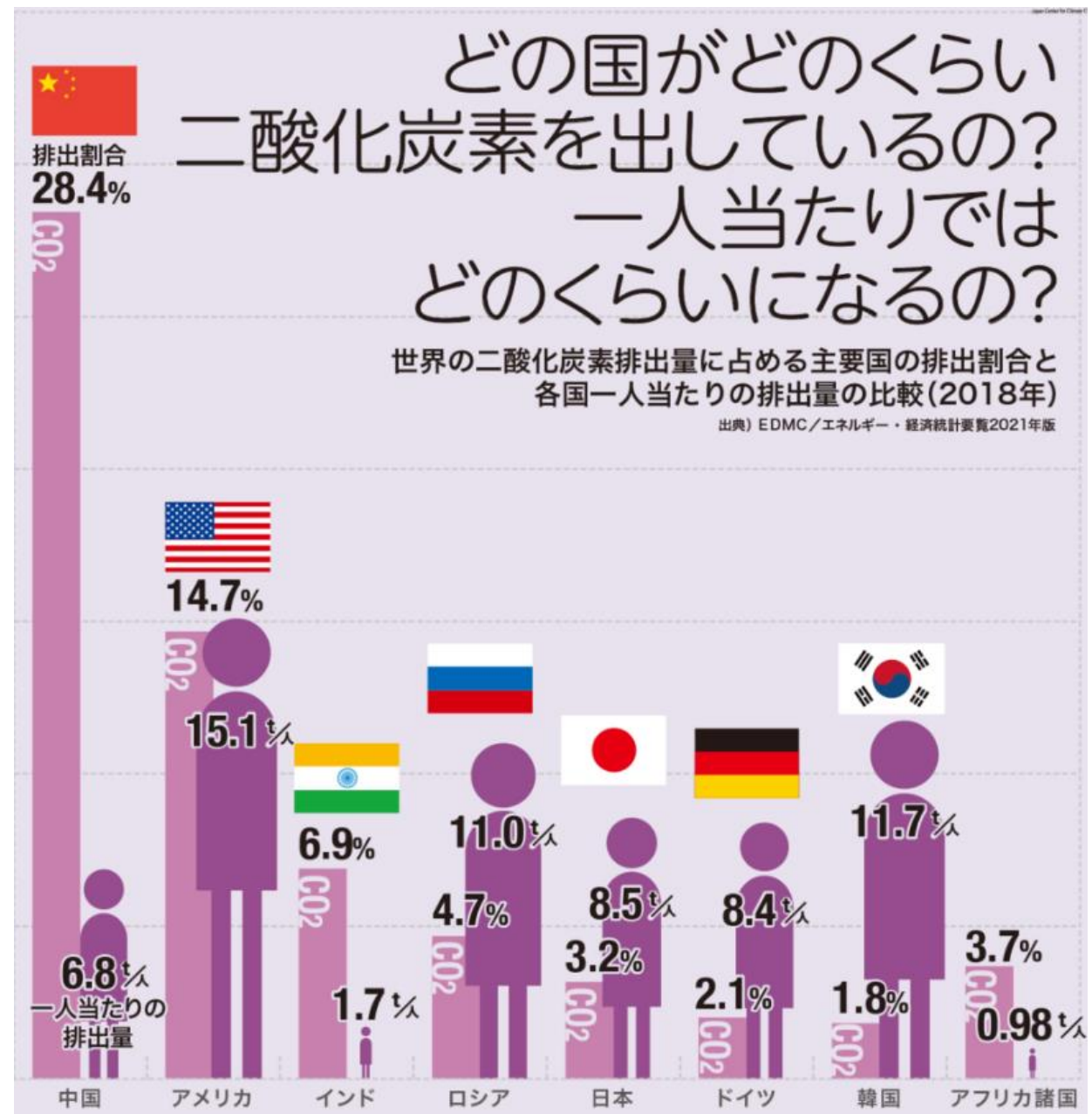
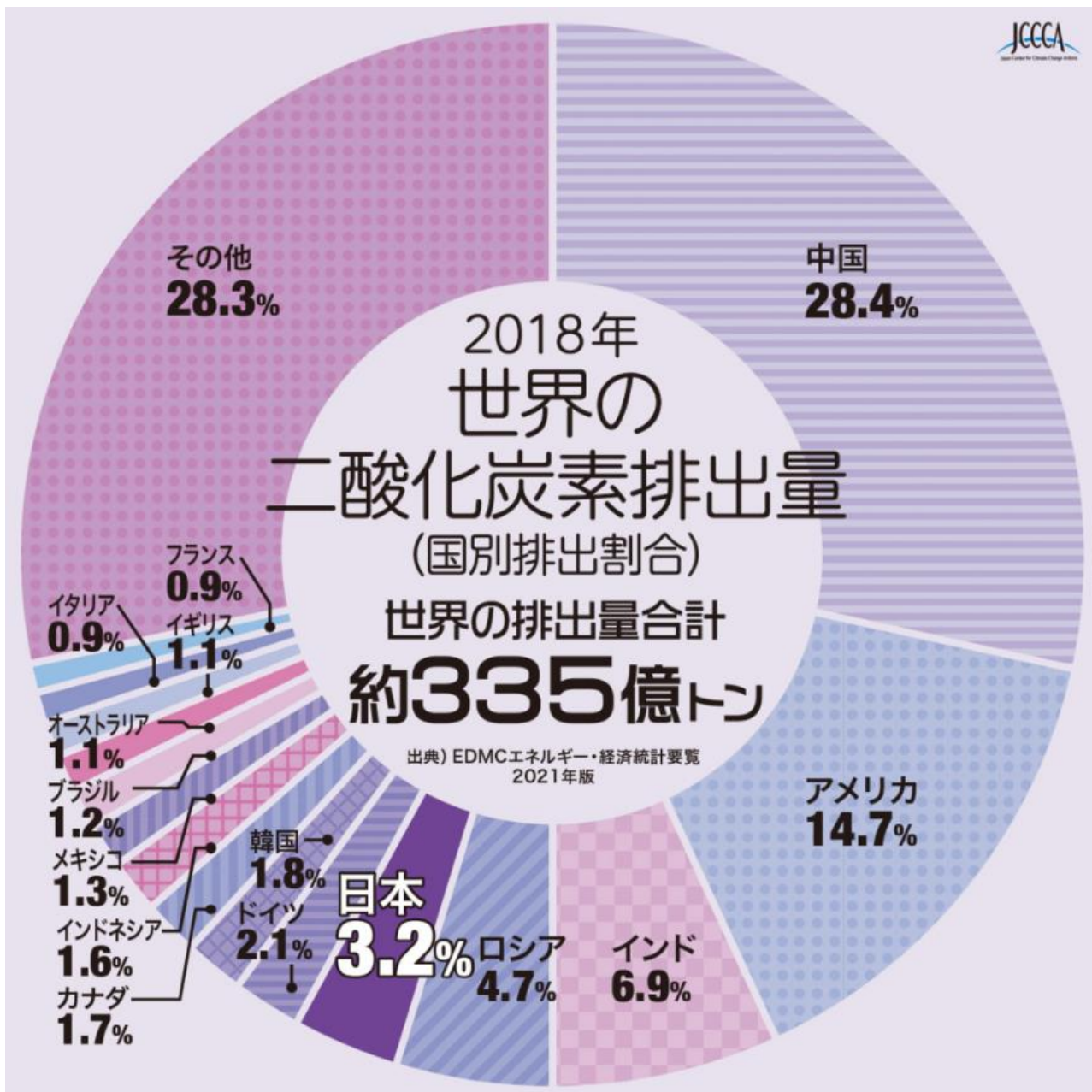




地球全体の二酸化炭素の経年変化



青色は月平均濃度。赤色は季節変動を除去した濃度。



2. 脱炭素社会構築に向けた視点

(1) エネルギー問題のポイント

- ①S + 3 E : Safety(安全性) + Energy Security(安定供給)、
Economic Efficiency(経済効率性)、Environment(環境適合)
→ 石油ショック～エネルギーミックス

②地政学的視点

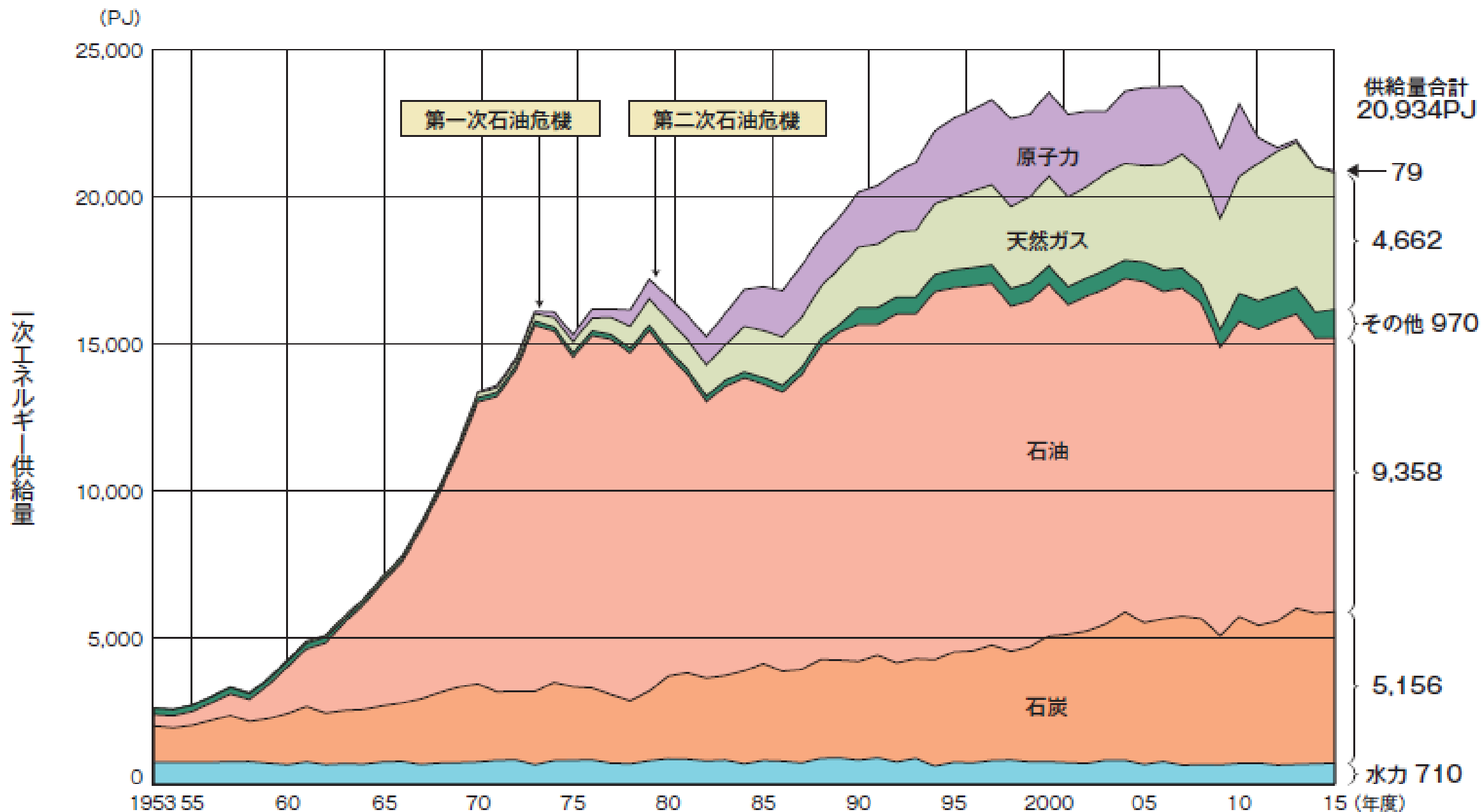
例：石油輸入を取り巻く現実（シーレーン、真珠の首飾り、中国の赤い舌）

③国際政治情勢と国内経済社会へのインパクト

例：ロシアのウクライナ侵攻とエネルギー・物価への影響、米中の衝突

(2) メタネーションの意義

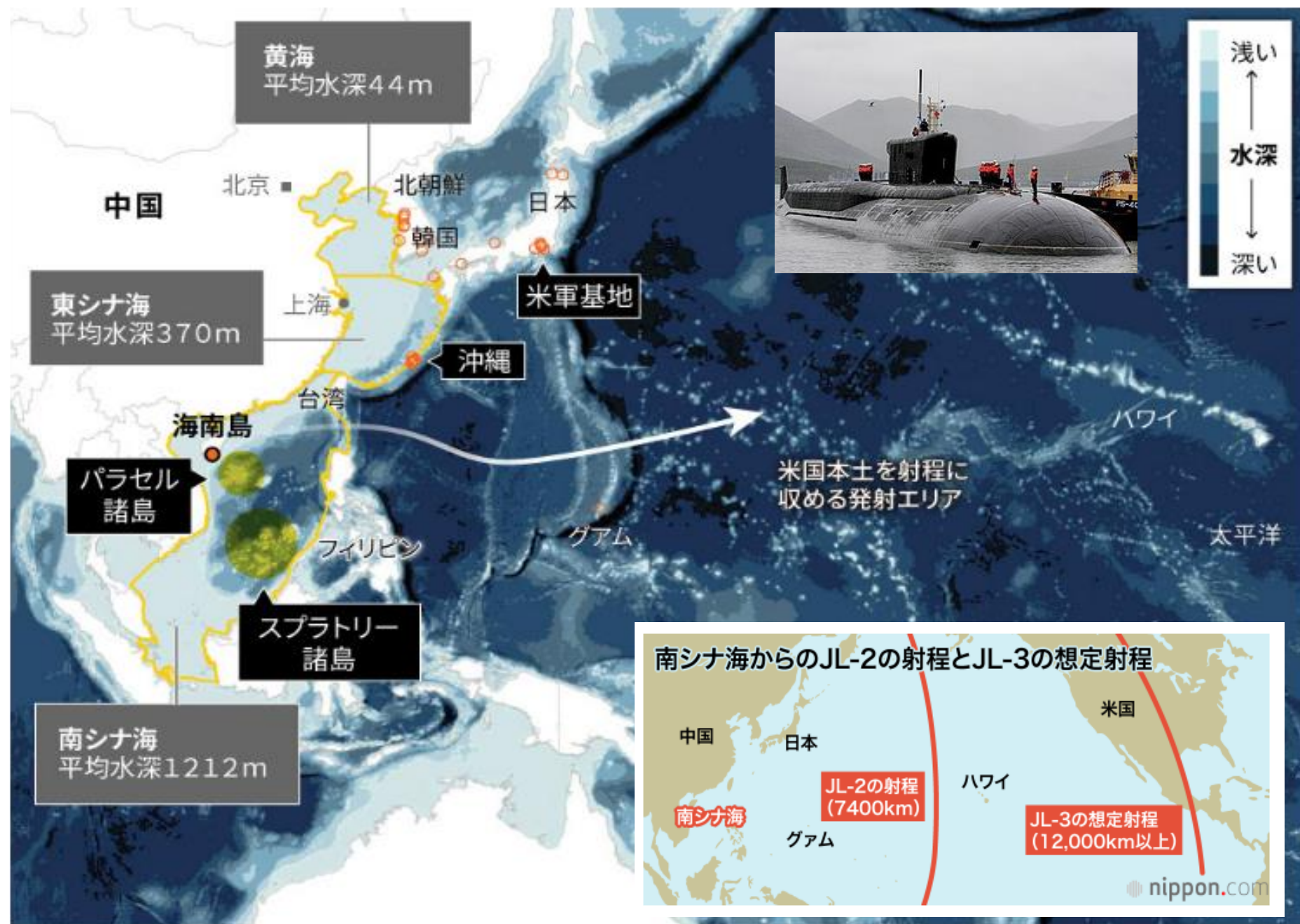
- CO2循環、エンジニアリング技術輸出、産業構造の維持発展（内燃機関の利用）、
エネルギー安全保障（地政学リスクの緩和）



(注) 1PJ(=10¹⁵J)は原油約25,800klの熱量に相当(PJ:ペタジュール)



“中国の赤い舌”



クアテロン礁



衛星画像：グーグル、デジタルグローブ

ヒューズ礁



3. 脱炭素社会構築を通じて求められるもの

(1) 本質を見極める姿勢と多面的な視野

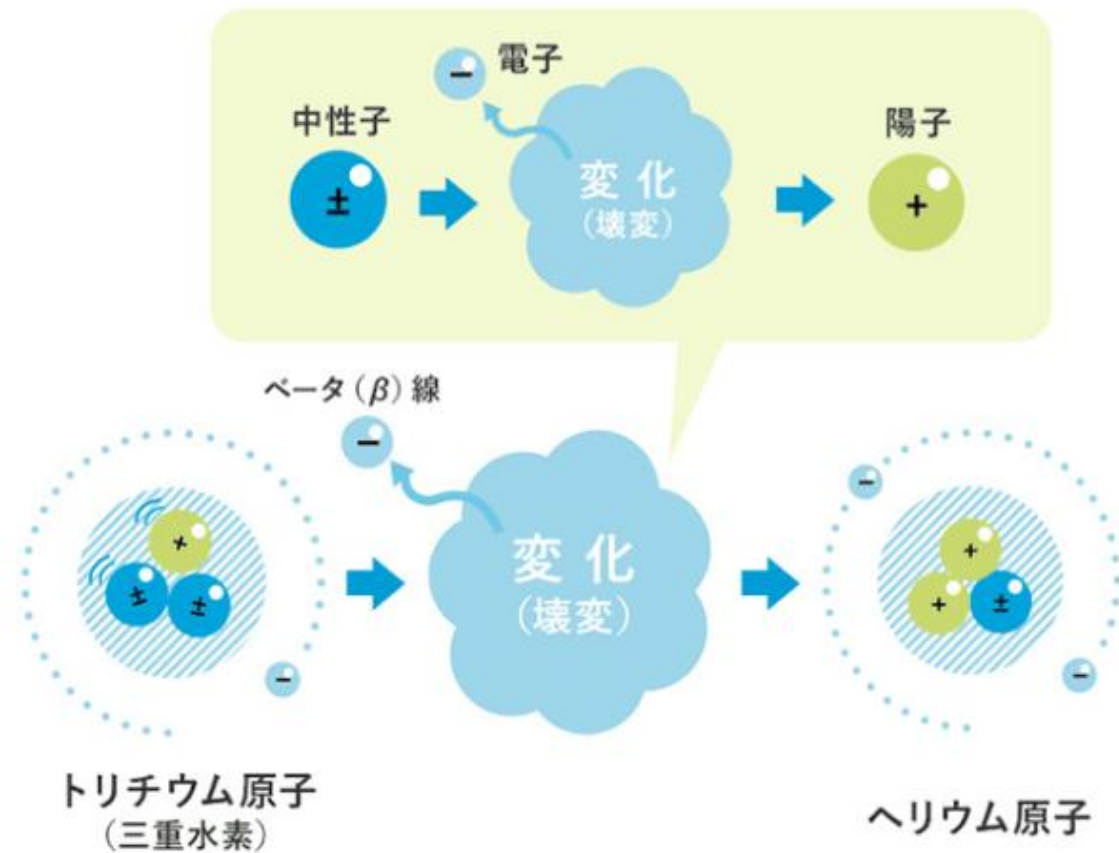
- ◎戦略（何故、何のために）と戦術（何を）と方法論（どうする）
- ◎分野横断的な視点や考え方（例：エネルギー問題と国際情勢）
- ◎時系列での捉え方（例：エネルギー源の変遷、グリーンとブルー）
- ◎民主社会における課題解決（例：NIMBY、風評被害）

(2) リテラシーの向上→ソリューションの提示

- ◎政策と科学（自然科学、社会科学）の連携強化
 - 専門領域間の融合、文理融合（文文融合、理理融合）
 - ミクロとマクロの融合（個別専門的視点と全体的視点）
- ◎リスクテイクとリスクマネジメント：リスクへの向き合い方
 - 技術開発と実用化（例：SMR）

トリチウムとは

トリチウムは、普通の水素より中性子が2つ多く、原子核が不安定なため、中性子のひとつが電子を放出し、陽子へと変化して、その結果ヘリウムになります。このとき放出される電子が、放射線的一种であるベータ線です。このベータ線は、空气中を5mmほどしか進むことができない弱いエネルギーの放射線です。



トリチウムは、身のまわりに広く存在しています。

宇宙から降り注ぐ宇宙線により日々あらたに生成され、雨水や河川、水道水の中にも1リットルあたり0.1～1ベクレル※1のトリチウム※2が含まれています。また、国内外の原子力施設でも放射線により生成されています。

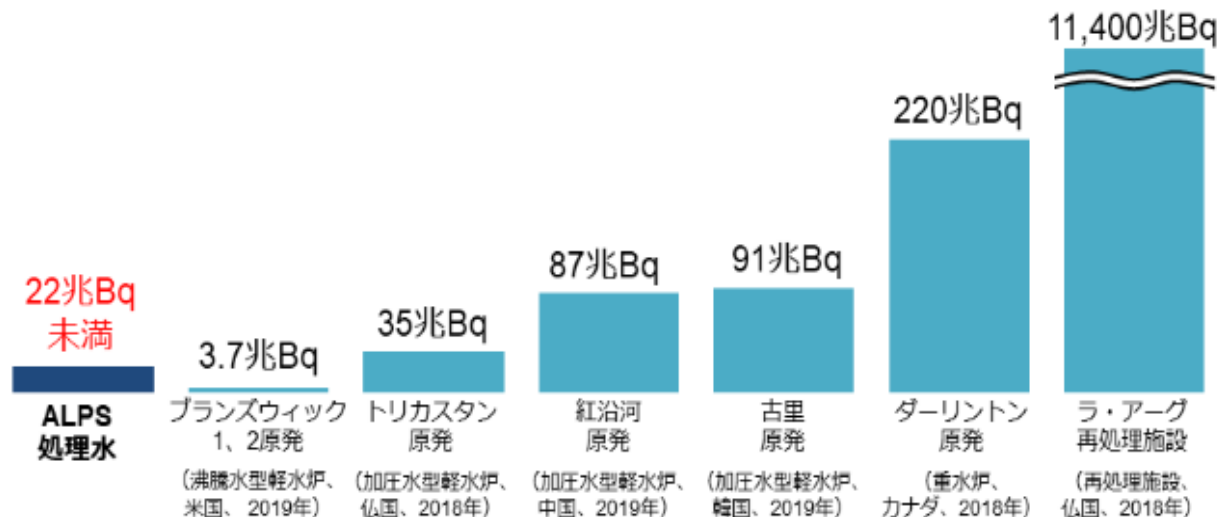


※1 放射性物質がどのくらい放射線を出す能力があるかを表す単位。

※2 WHO(世界保健機関)の飲料水ガイドラインでは、1リットルあたり1万ベクレルとされています。

トリチウムの年間処分量 ～海外との比較～

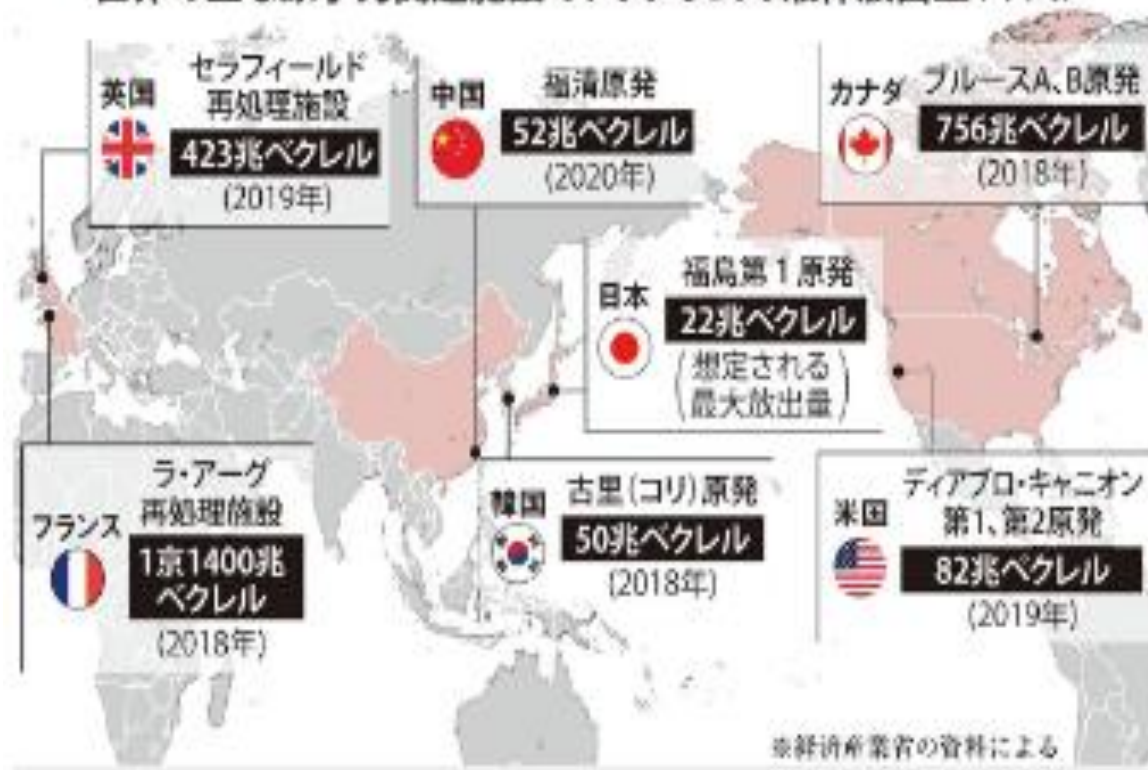
- 「ALPS処理水」の処分時のトリチウムの総量の水準は、年間22兆ベクレルを下回るレベル（事故前の管理目標）。
- トリチウムは、国内外の原子力発電所・再処理施設においても、各国の法令を遵守した上で、液体廃棄物として海洋や河川等へ、また、換気等によらない大気中へ排出されている。



ALPS処理水と世界の原子力施設におけるトリチウム（液体）の年間処分量

（出典）経済産業省HP「ALPS処理水の処分」 (https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps.html) に基づき作成

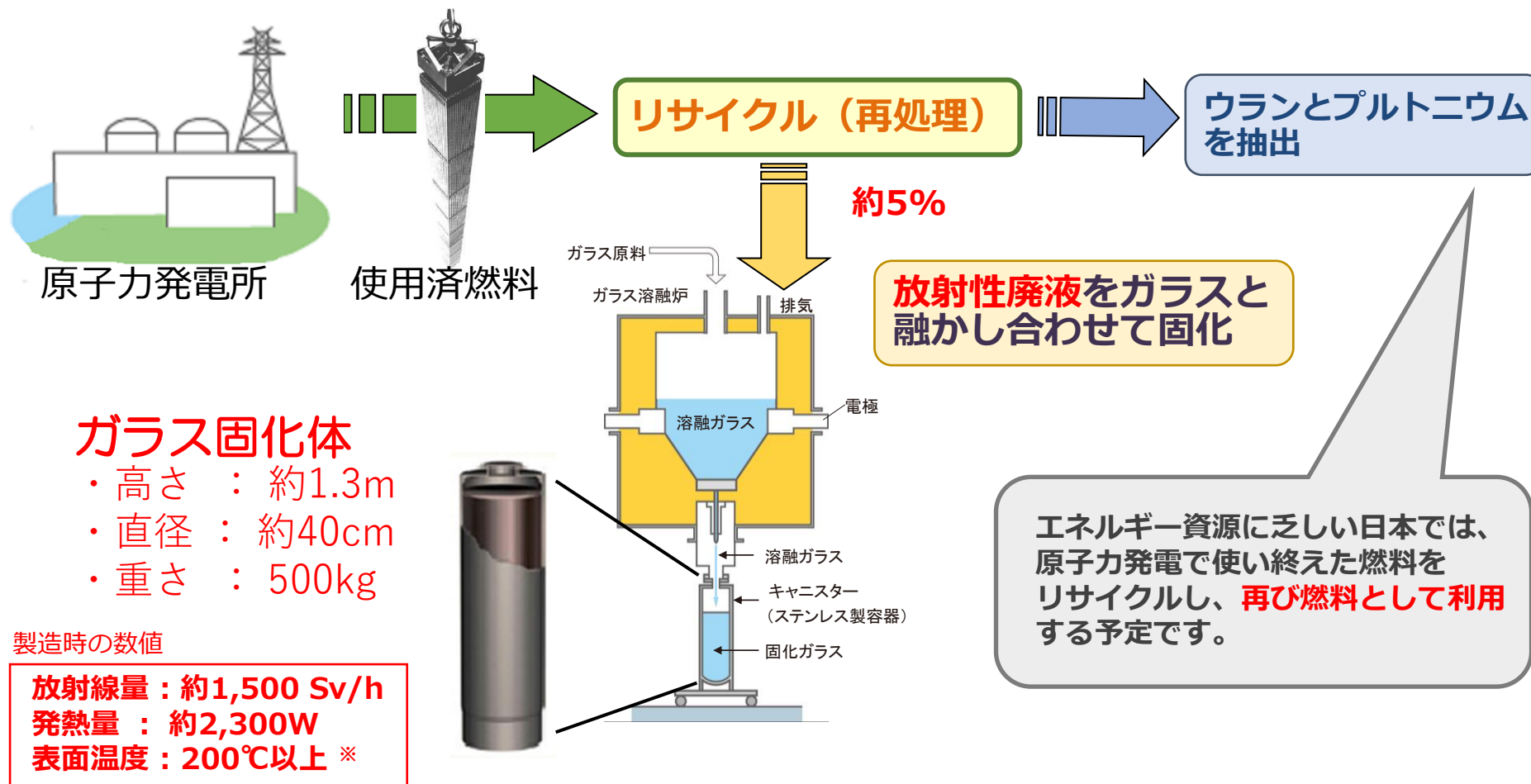
世界の主な原子力関連施設のトリチウムの液体放出量（年間）



高レベル放射性廃棄物の最終処分

○ 原子力発電所で使い終わった燃料（使用済燃料）をリサイクル（再処理）する際に残る廃液を、ガラスと融かし合わせて固めたもの（ガラス固化体）を処分。

■ 高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）とは



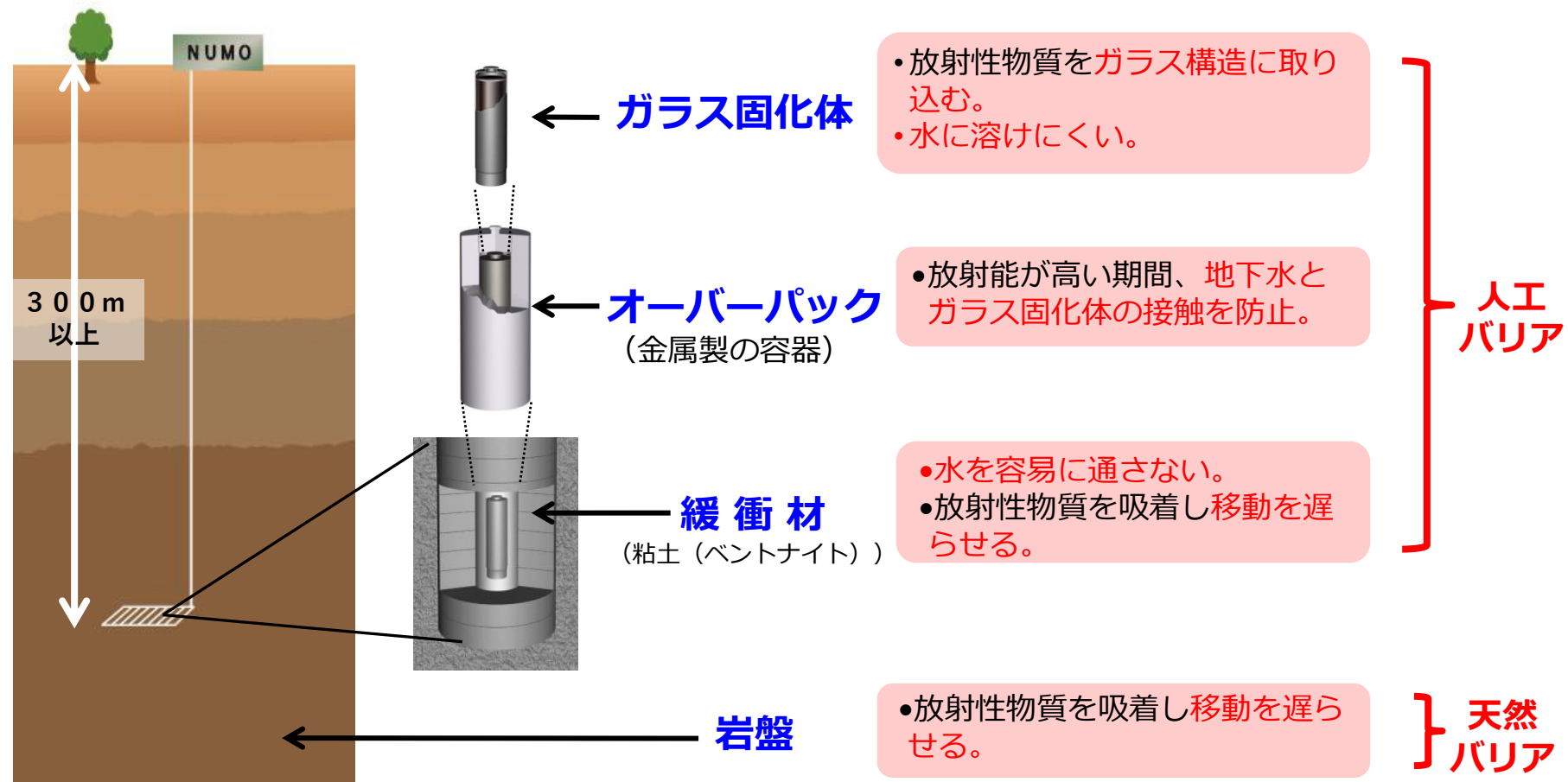
※周囲の環境条件により異なる

エネルギー資源に乏しい日本では、原子力発電で使い終えた燃料をリサイクルし、**再び燃料として利用**する予定です。

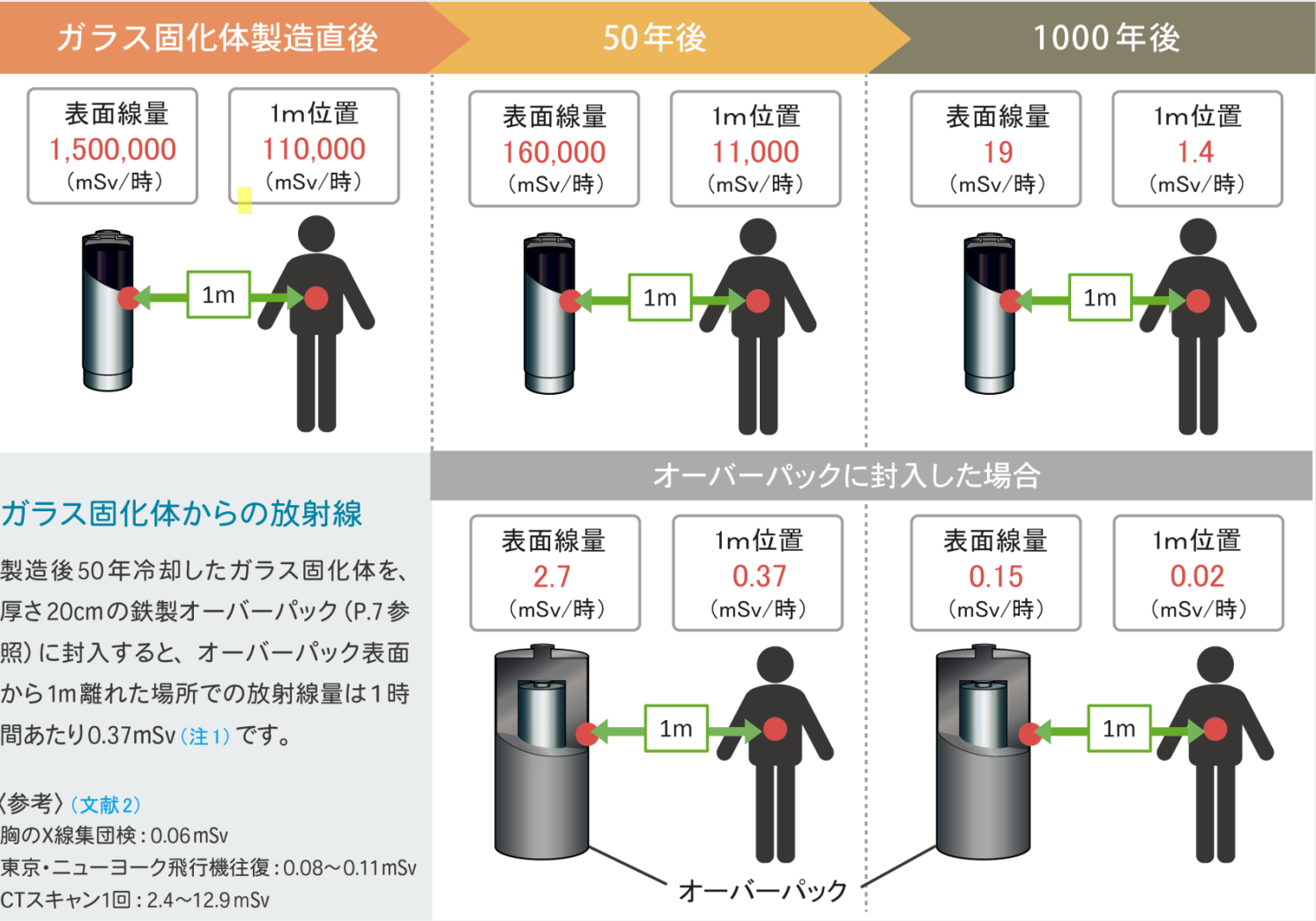
高レベル放射性廃棄物の最終処分

○「人工バリア」と「天然バリア」を組み合わせた多重バリアシステムで、長期にわたり放射性物質の動きを押さえて閉じ込め。

■ 地層処分の方法



高レベル放射性廃棄物の最終処分



ガラス固化体からの放射線

製造後50年冷却したガラス固化体を、厚さ20cmの鉄製オーバーパック (P.7参照) に封入すると、オーバーパック表面から1m離れた場所での放射線量は1時間あたり0.37mSv (注1) です。

〈参考〉(文献2)

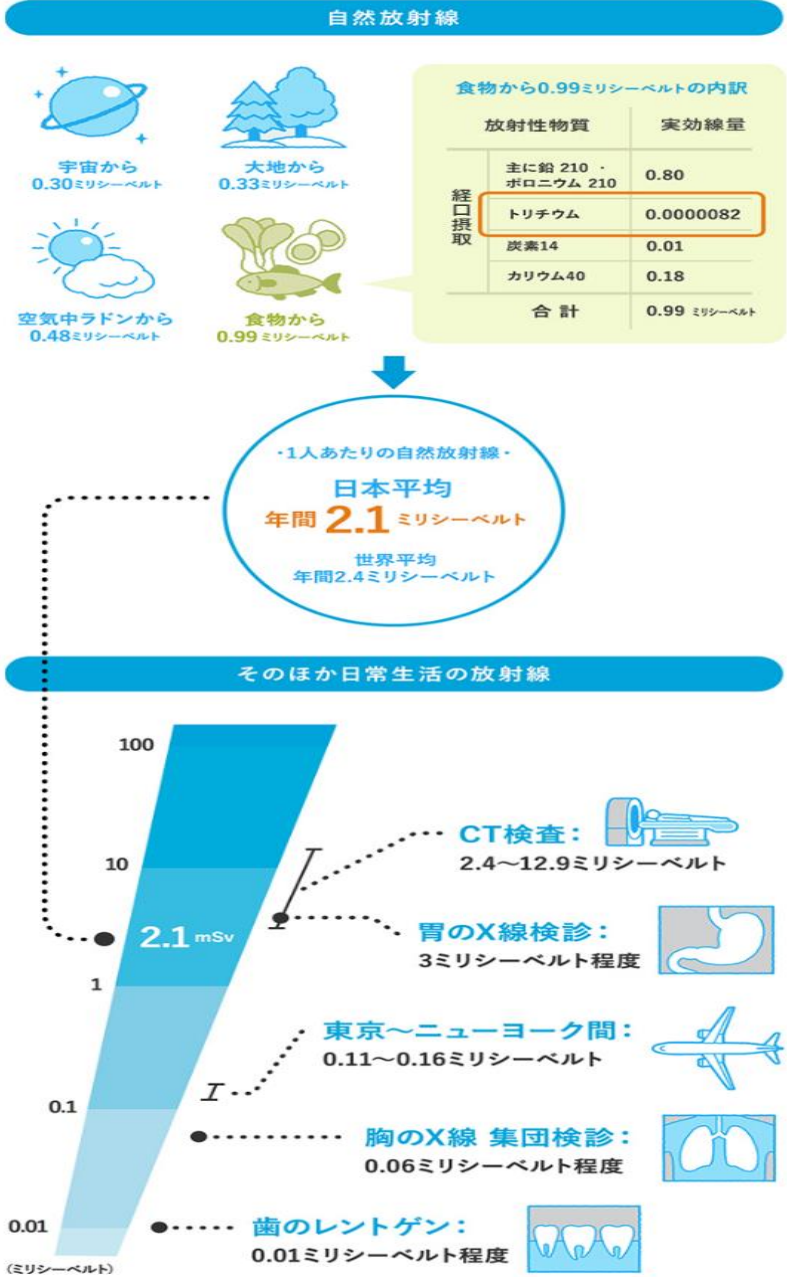
胸のX線集団検: 0.06 mSv

東京・ニューヨーク飛行機往復: 0.08~0.11 mSv

CTスキャン1回: 2.4~12.9 mSv

(注1) Sv (シーベルト) : 放射線の人間への影響を表す単位です。
(文献2) 日本原子力文化財団: 原子力・エネルギー図面集 (6-2-1) .

私たちは、日常生活の中で自然由来の放射線と人工由来の放射線を受けており、日本人1人あたりの自然放射線は年間 2.1ミリシーベルトです。



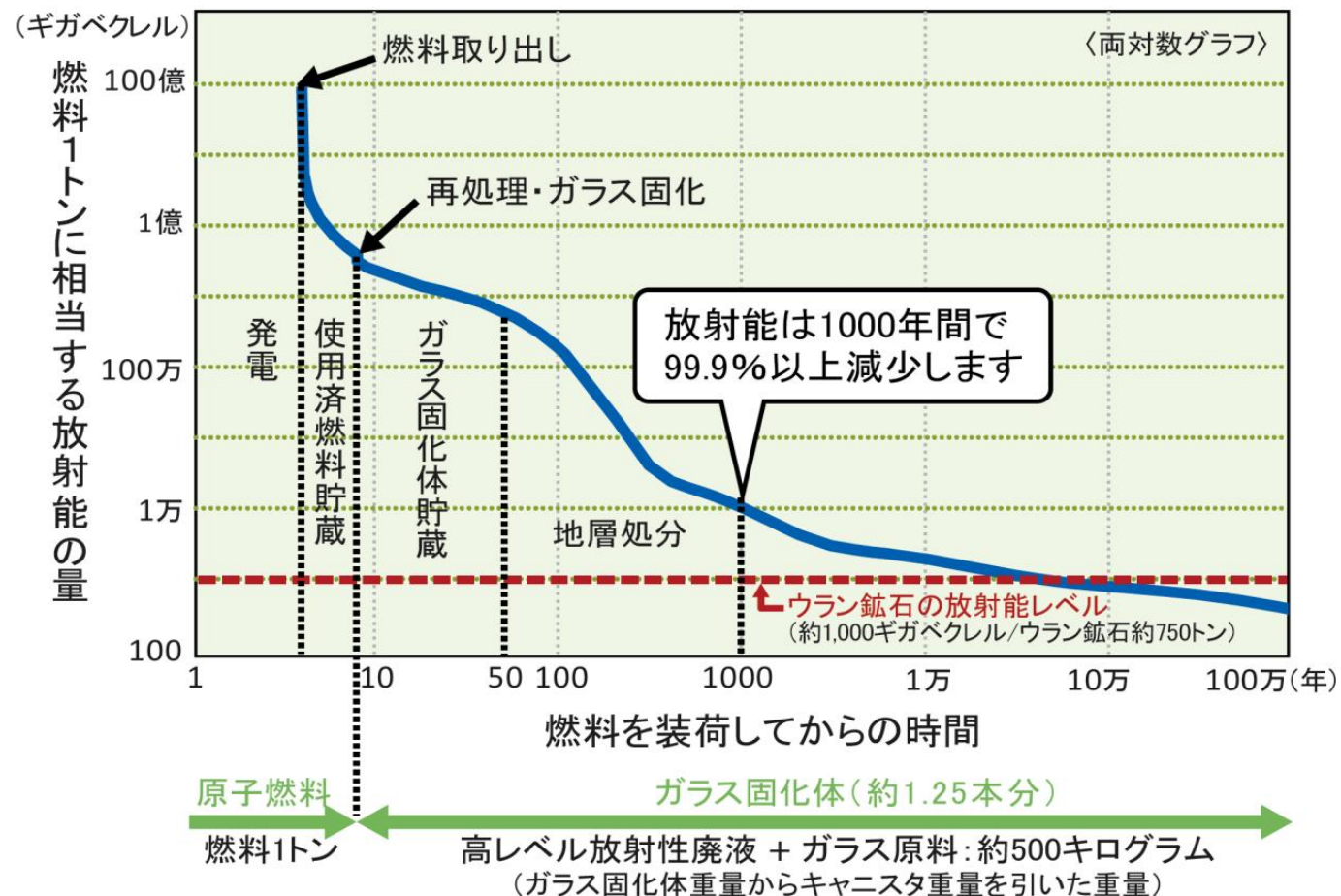
高レベル放射性廃棄物の最終処分

○ ガラス固化体は既に存在し、現在、冷却のための貯蔵管理中。



▲ 高レベル放射性廃棄物貯蔵施設の貯蔵ピット
(写真提供：日本原燃株式会社)

▼ ガラス固化体の放射能の経時変化 (文献1に基づき作成)



(文献1) 核燃料サイクル開発機構 (1999) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－総論レポート JNC TN1400 99-020.

ご清聴有難うございました。

<ご参考>

以下で検索してYouTube動画をご覧ください。

「CCJ エネルギー 中村」

「CCJ 石油 中村」

「CCJ 原子力 中村」