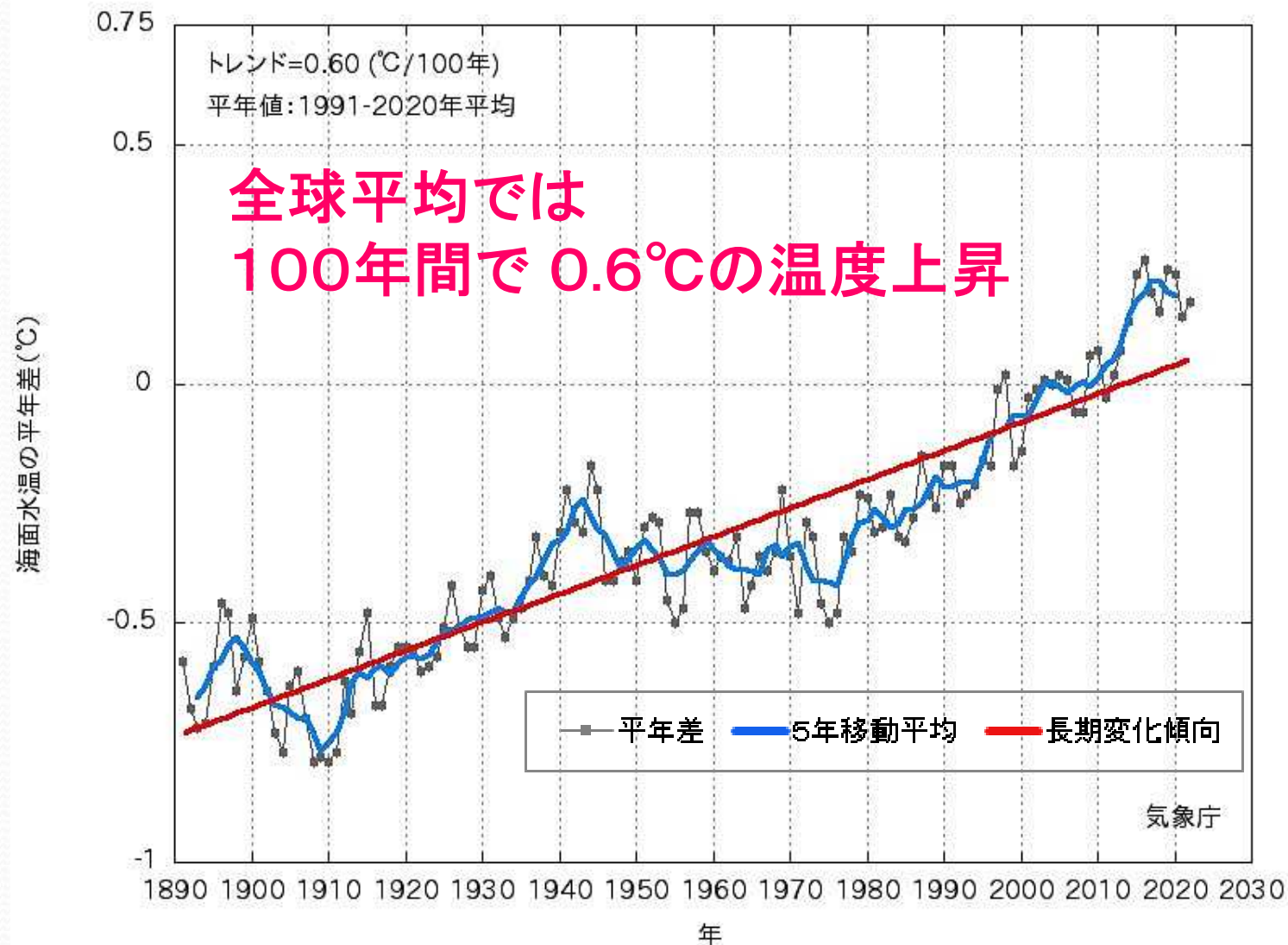




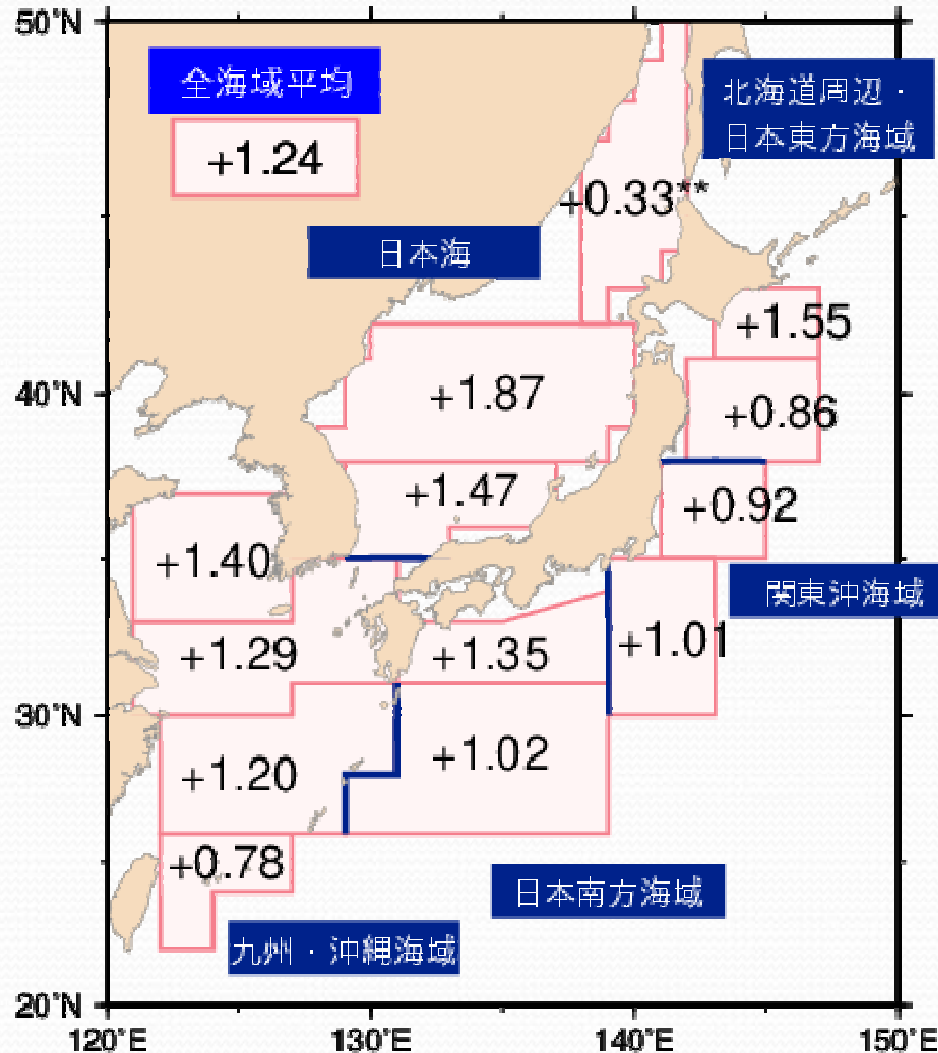
海水温・海面の上昇 海洋の酸性化

海洋の温暖化①



引用 気象庁 各種データ・資料 海面水温の長期変化傾向(全球平均)

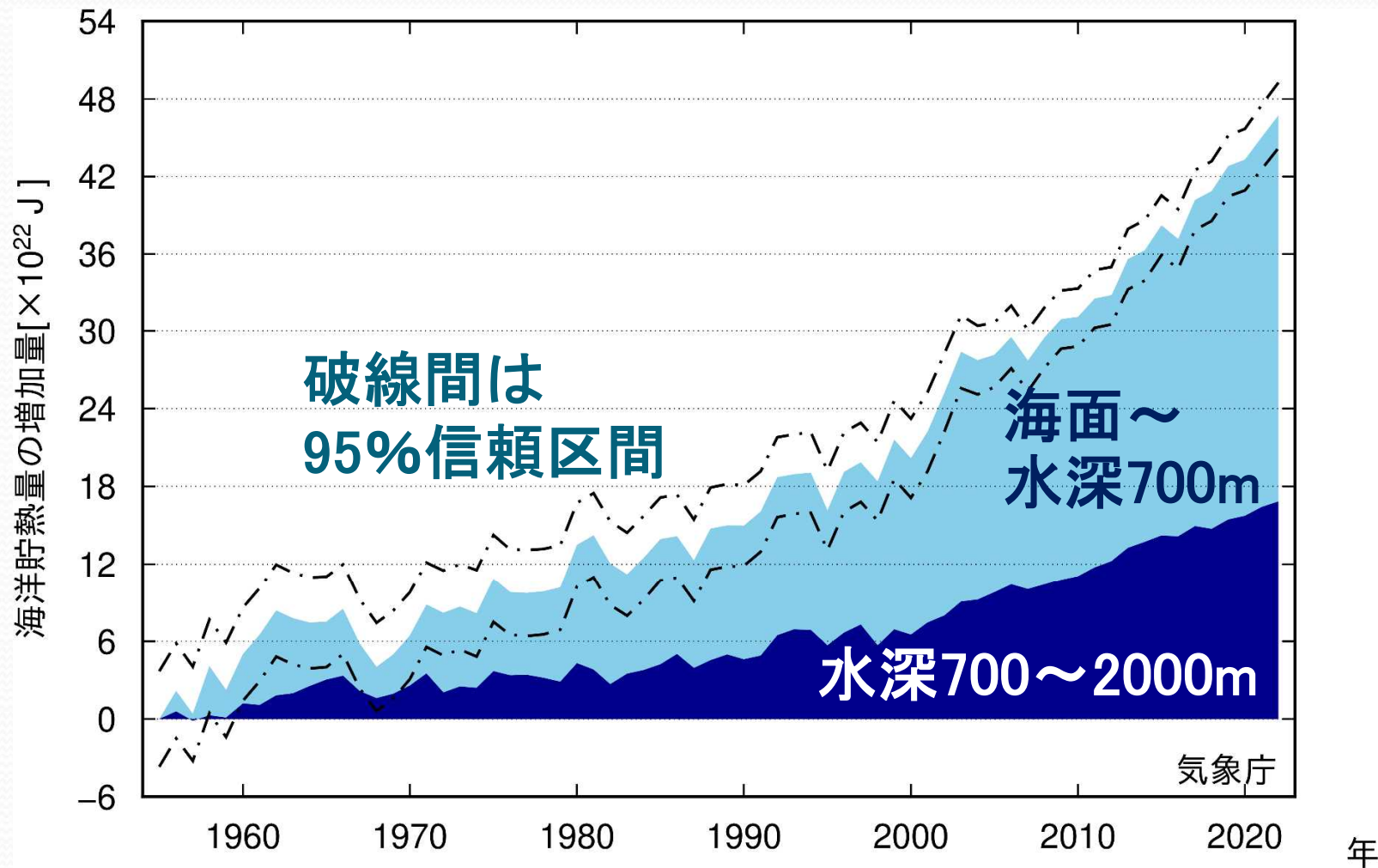
海洋の温暖化②



日本近海は、全球平均の0.6°Cより、上昇の割合が高い海域が多い。

日本近海以外では、オーストラリア東岸、南米東岸、アフリカ南岸なども平均より高い。

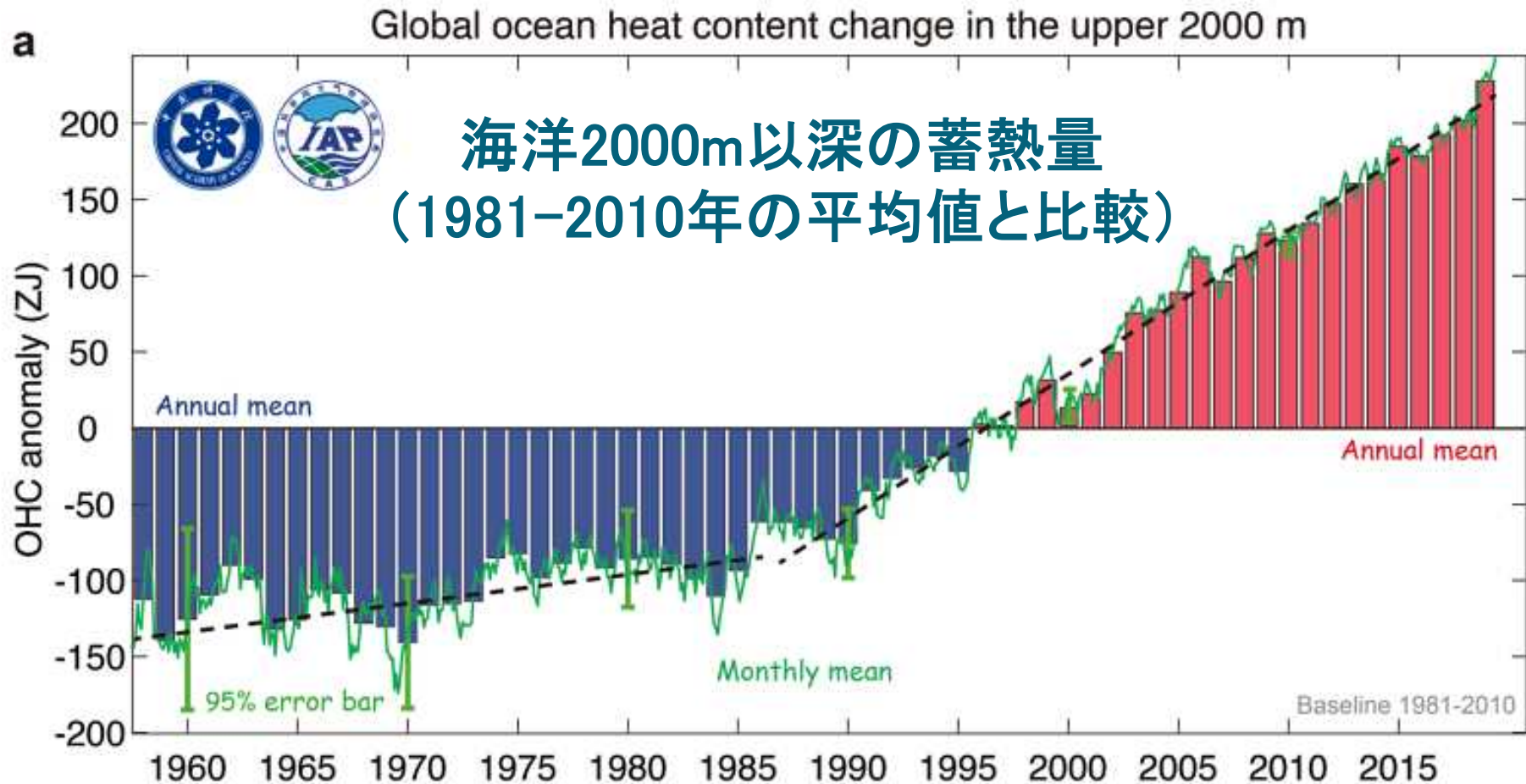
海洋に蓄えられる熱①



海洋プラと同様、海が熱の捨て場となっている。

引用 気象庁 各種データ・資料海洋貯熱量の長期変化傾向(全球)

海洋に蓄えられる熱②



1800年代後半より、蓄熱量の増加が進んでいる。

引用 HATCH 過去最高を記録し続ける海水温度、海洋が伝える警告のメッセージとは

海洋温暖化の影響①

北極海の海水域面積の推移 (1979~2021年)



※数値は各年の最小値を表記 ※ウェザーニューズ グローバルアイスセンター調べ

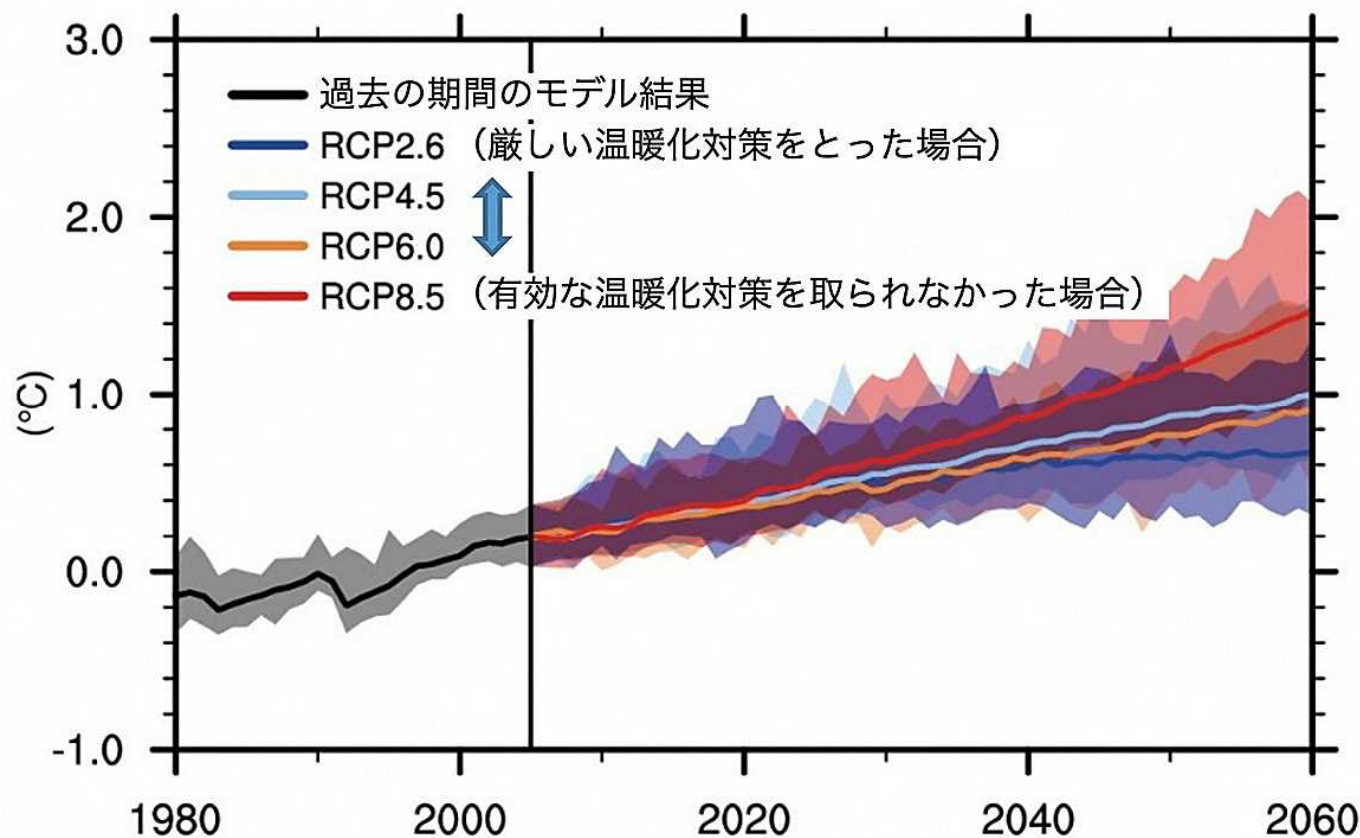
30年ほどで
日本の面積
の7倍以上
が減少

海洋温暖化の影響②

- 海水の膨張による海面水位の上昇
- 一部の陸氷の融解
- 海水の密度の変化による熱塩循環と海洋循環の停滞
- 海洋生物の生態系の変化
- 漁獲量と水揚げ魚種の変化
- 特定の海深域での溶存酸素の減少
- サンゴの白化現象
など

海水温の将来予測

世界の年平均海面水温の将来変化

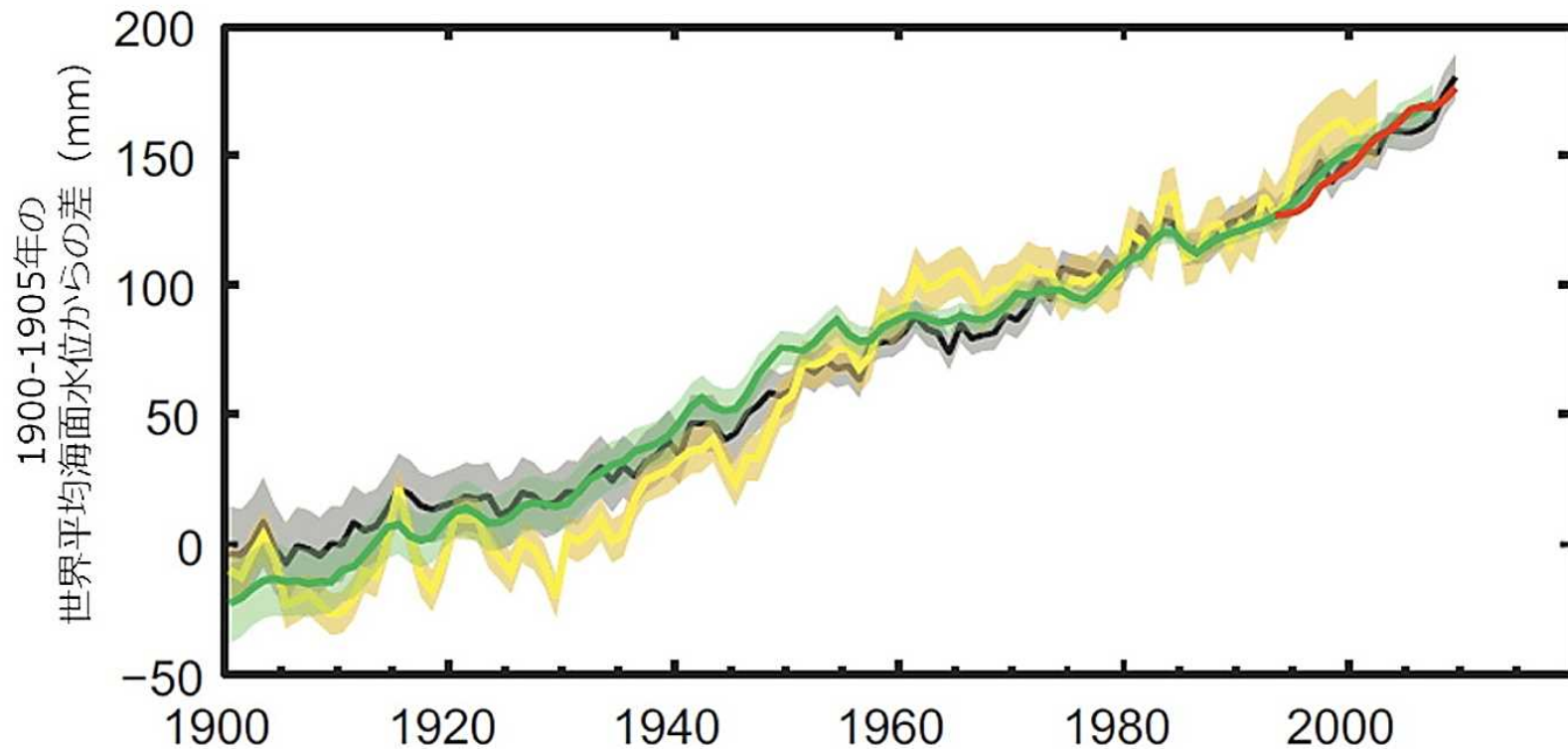


※出典 IPCC AR5 WG1 FIGURE 11.19から作成

1990年から
2050年(60年)
・RCP2.6で
約0.6°C
・RCP8.5で
約1.2°C
の上昇予測

海面水位の上昇

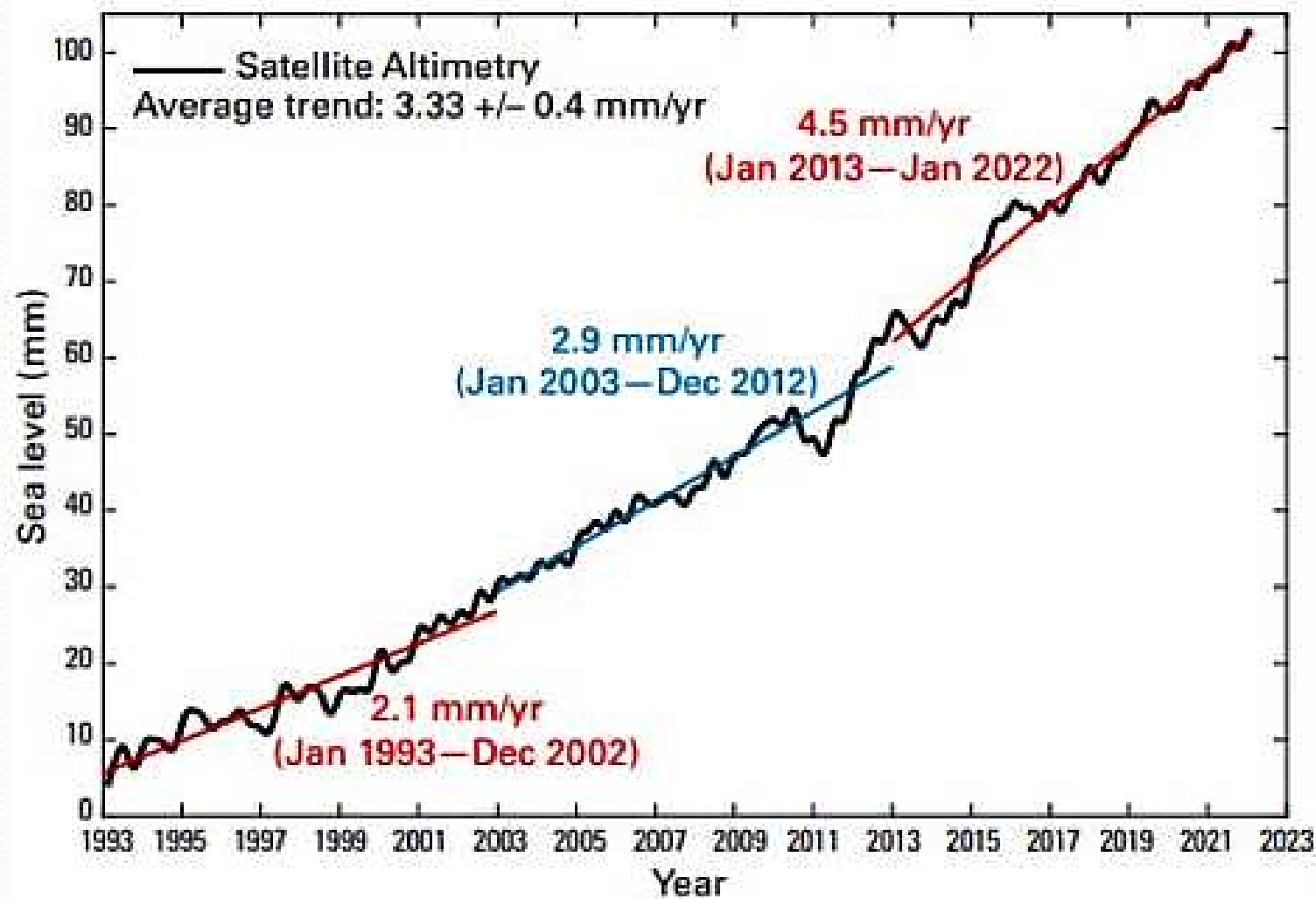
世界平均海面水位の変化



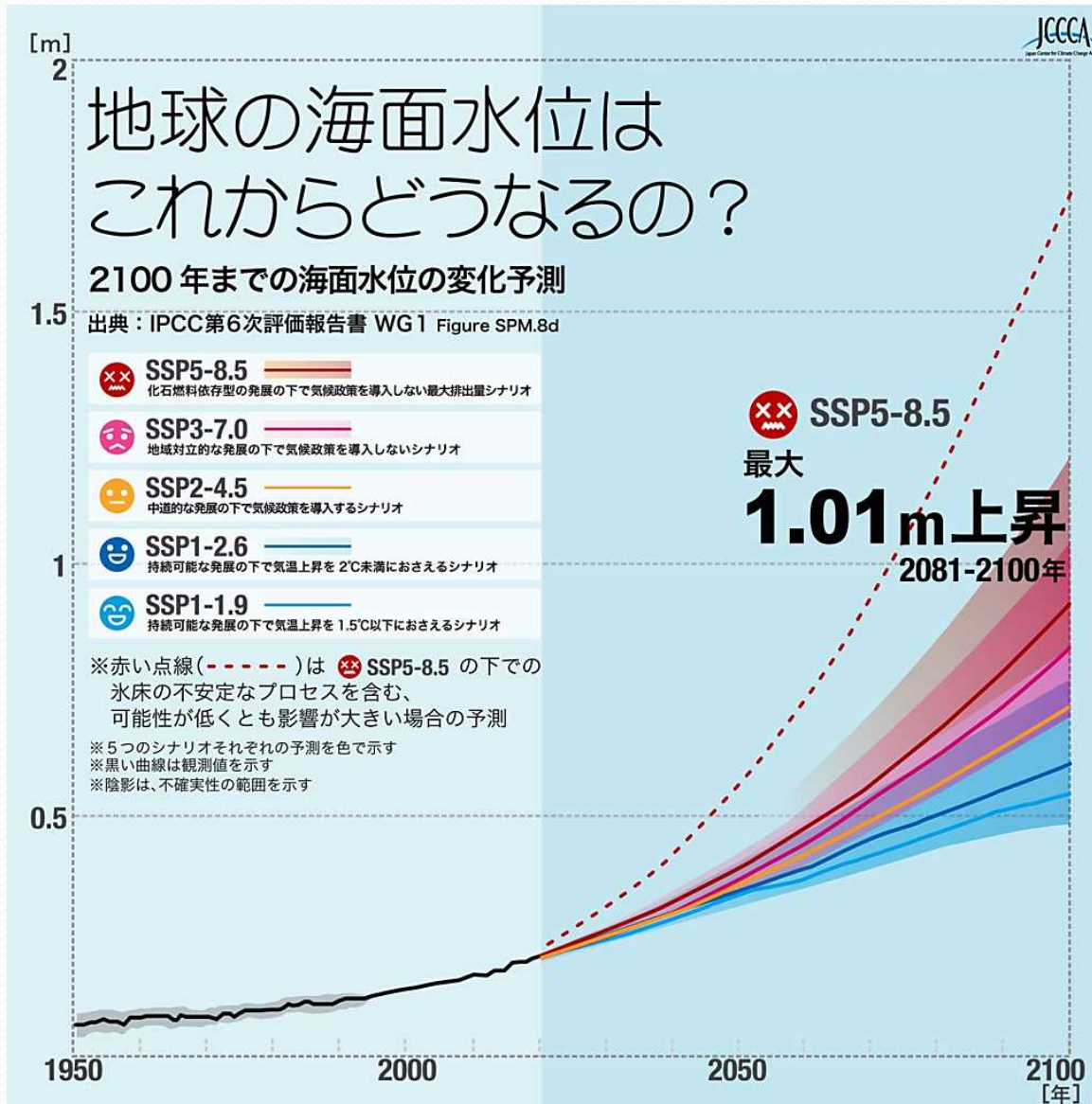
※出典 IPCC AR5 WGI FIGURE SPM.3から作成

1901年から2010年までで19cm上昇

加速する海面水位の上昇



海面水位の上昇予測



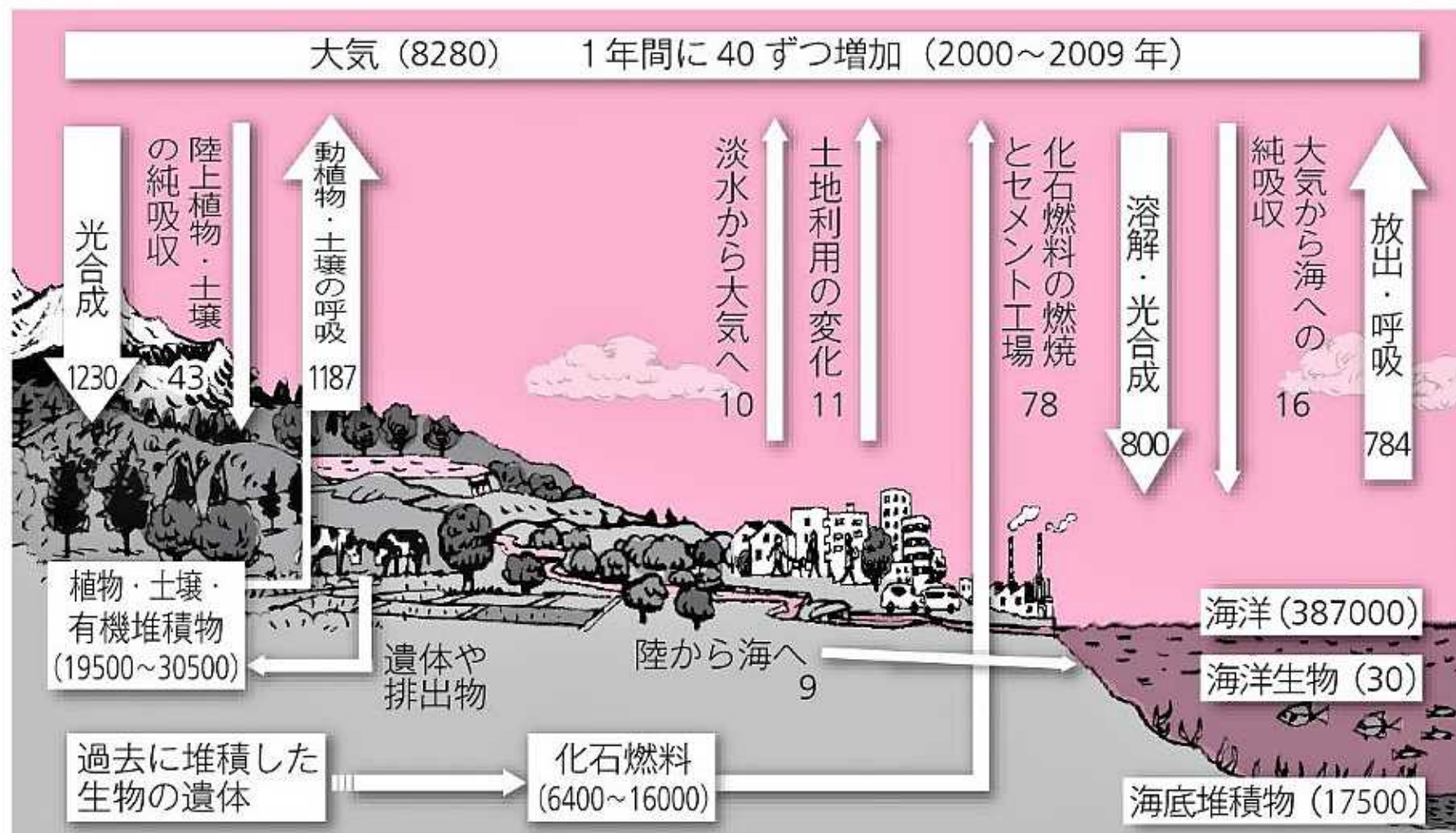
1995～2014年の
平均海面水位を
基準にした2081
～2100年の予想

・SSP1-2.6で
0.32～0.62m

・SSP5-8.5で
0.63～1.01m

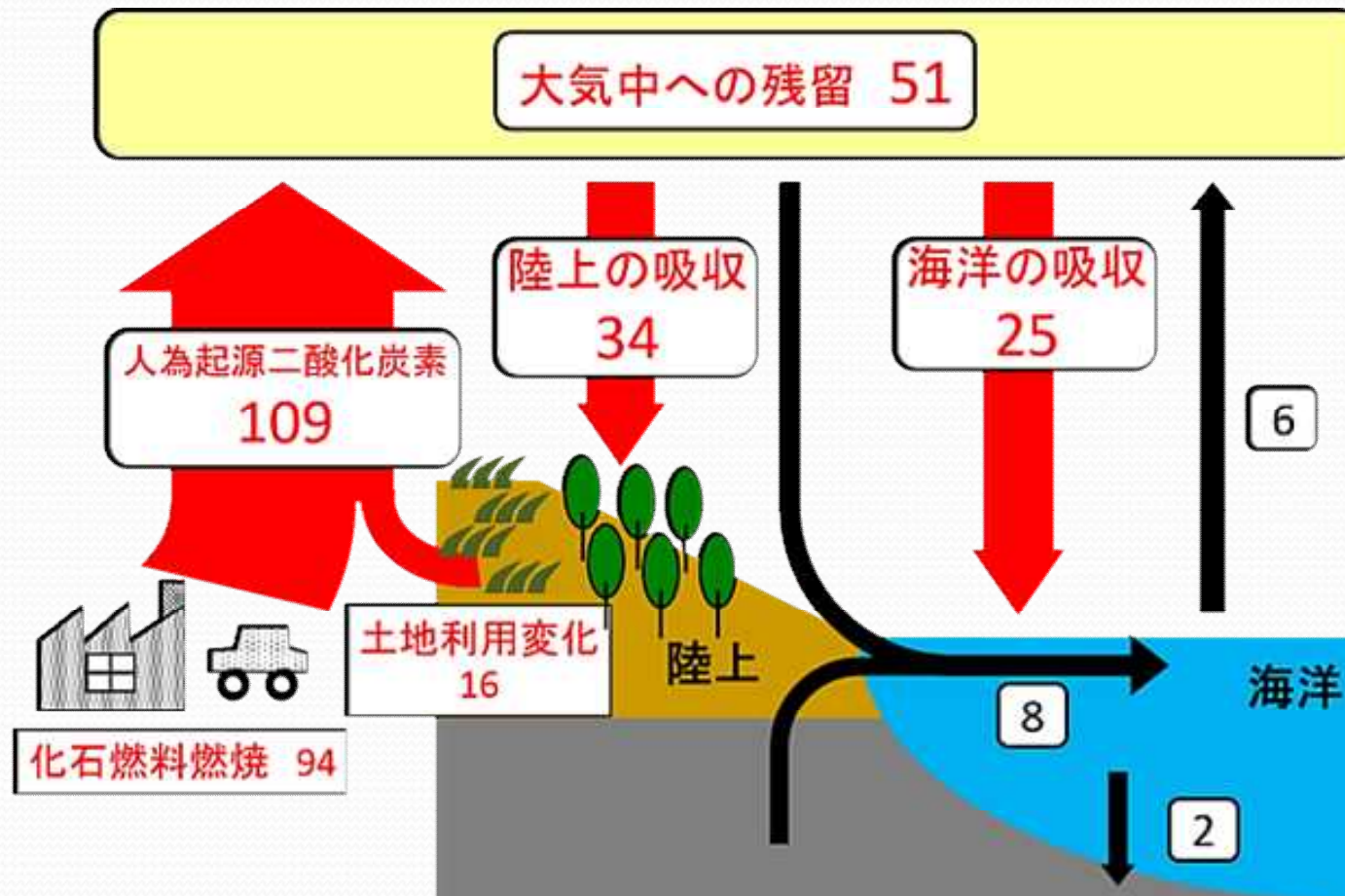
引用
全国地球温暖化防止活動
推進センター
お役立ちツール
使える素材集

地球上の炭素の循環



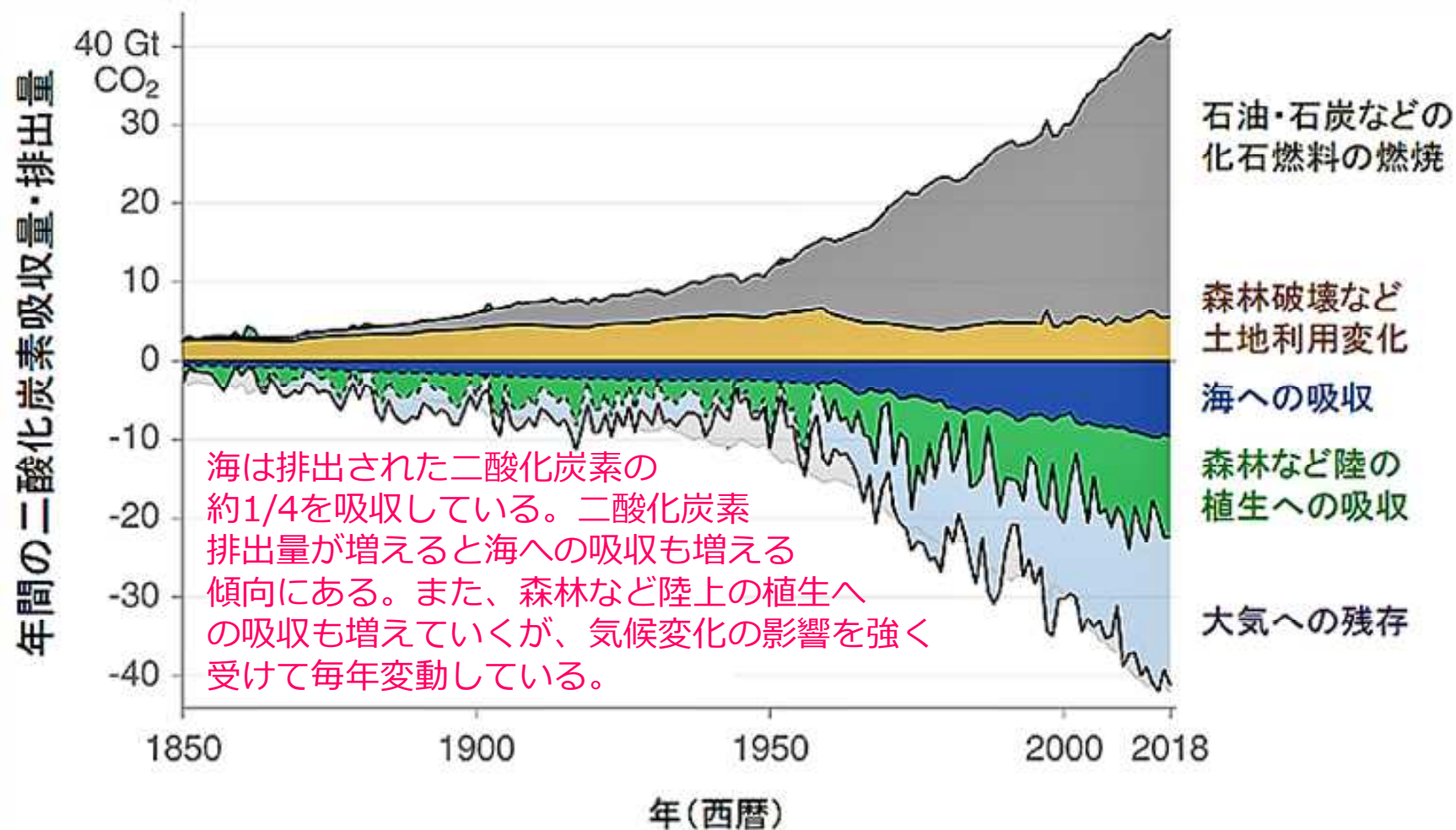
()内の数値は、蓄積されている量を表している。(単位：億t)

人為起源による CO₂ の収支



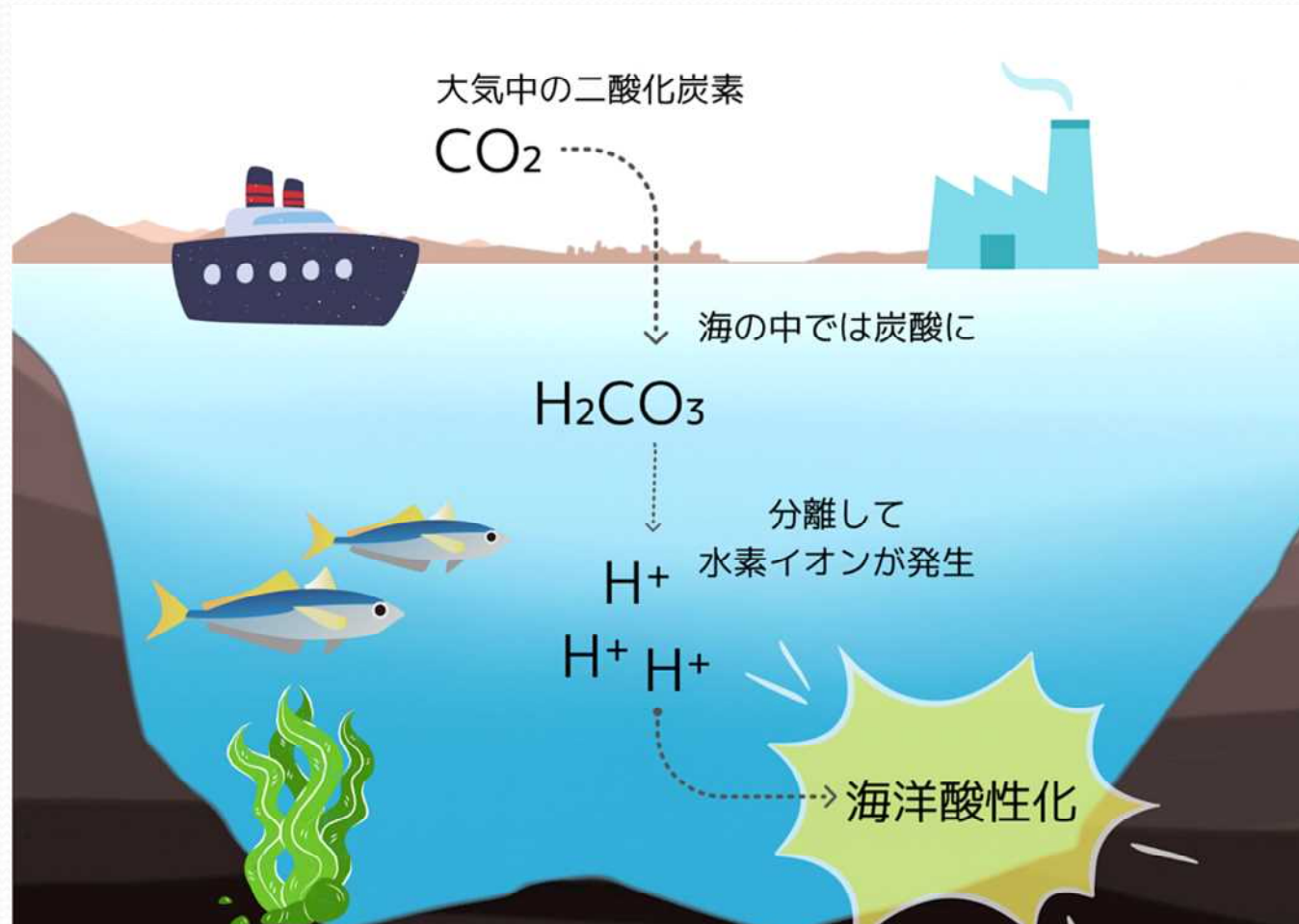
IPCC(2021)をもとに作成。各数値は炭素重量に換算したもので、黒の矢印及び数値は産業革命前の状態を、赤の矢印及び数値は産業活動に伴い変化した量を表している。2010～2019年の平均値(億トン炭素)を1年あたりの値で表している。

二酸化炭素の排出量と吸収量



産業革命の頃から最近まで毎年の二酸化炭素排出量（正の値）と二酸化炭素吸収量・大気への残存量（負の値）を表したグラフ。（Global Carbon Project “Carbon Budget 2019”より）

海洋酸性化のメカニズム



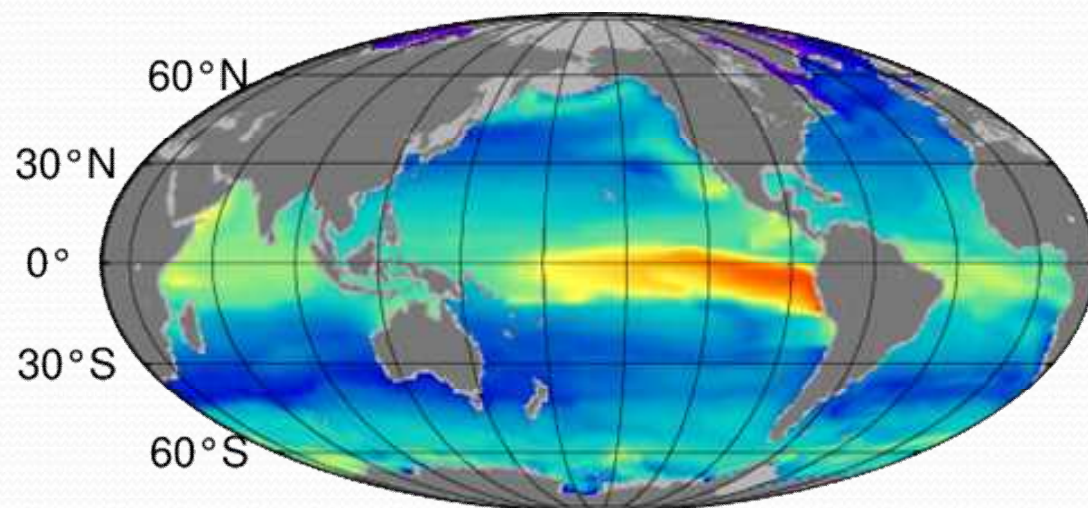
実際にはもう少し複雑なプロセスが存在する。

水素イオン濃度の指数

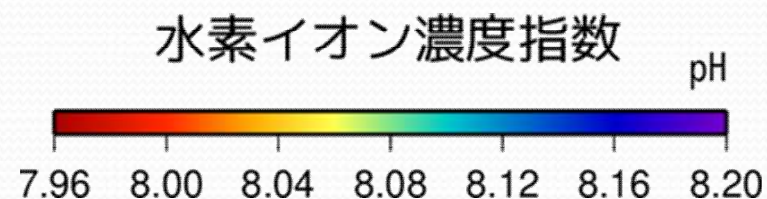


海洋の酸性化は、弱アルカリ性であったものが酸性側に傾き、より中性に近づいているということ。

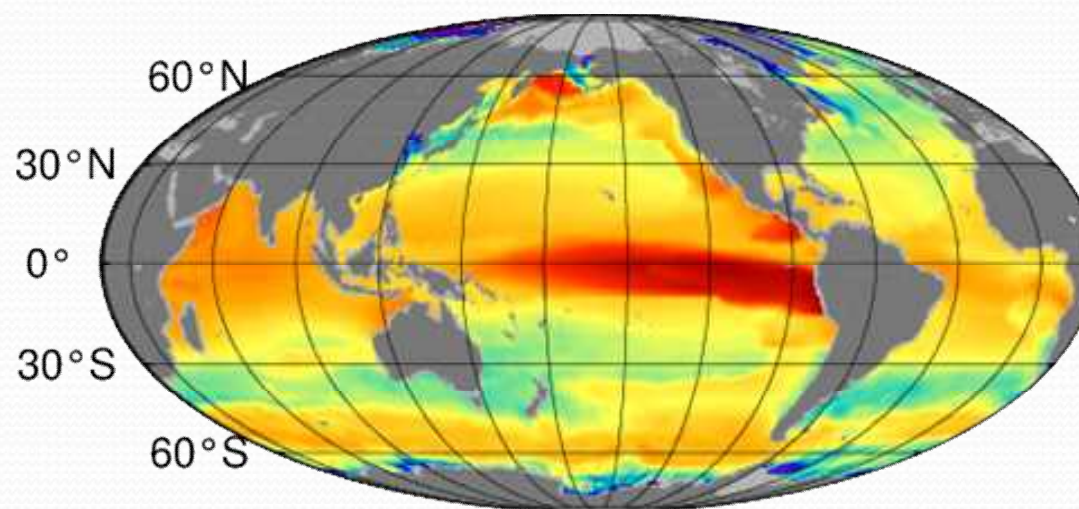
進む海洋の酸性化



上: 1990年 年平均pH



下: 2021年 年平均pH



海洋酸性化の影響

- 海洋の二酸化炭素吸収能力の低下
→ 地球温暖化の加速
- 炭酸カルシウムを必要とする動植物の成長阻害
→ プラクトンやサンゴ、貝類
- 海洋の生態系の変化
→ 食物連鎖の下位から上位へ
- 漁業資源、観光資源への影響



環境と エネルギーのいろいろ

ここでクイズ

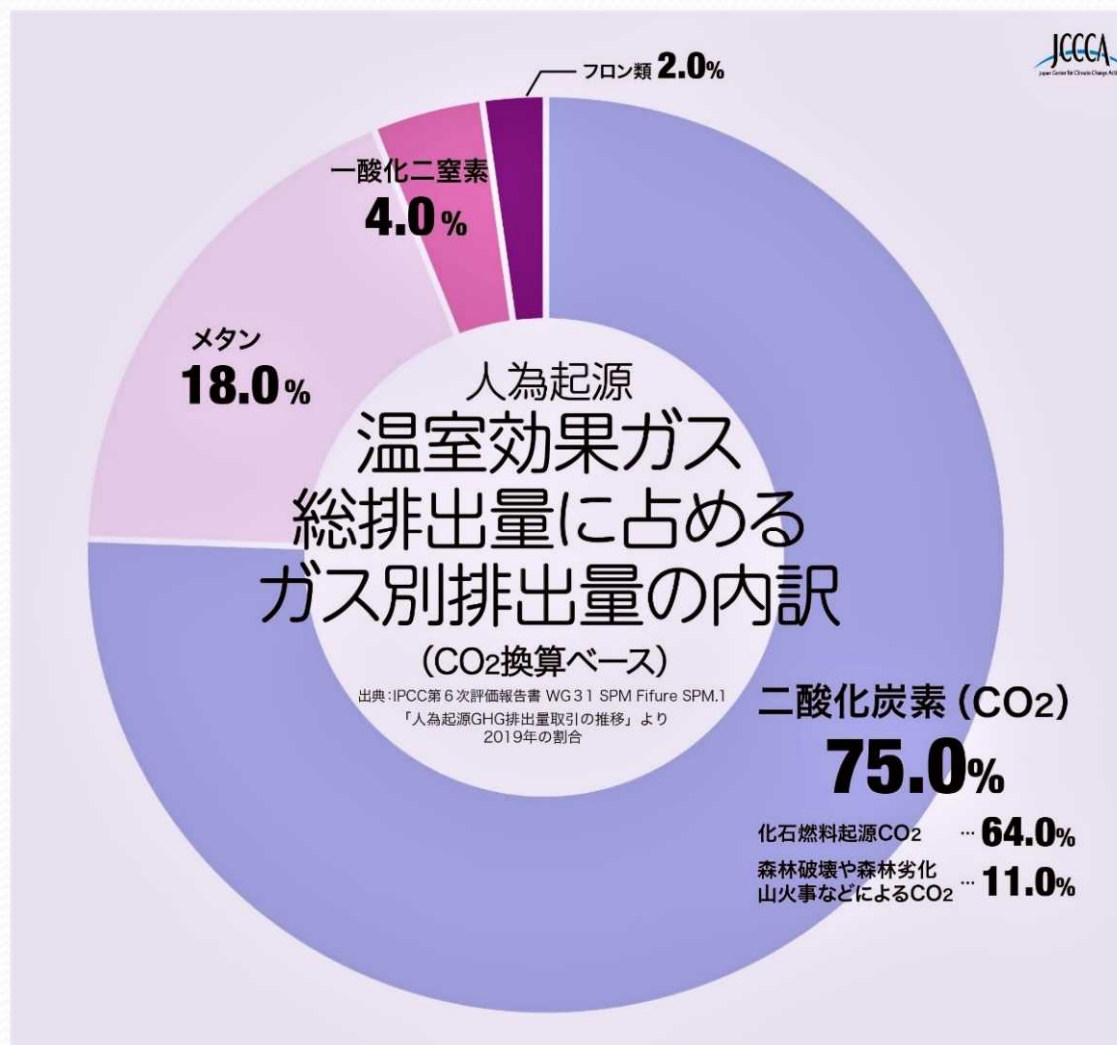
大気の成分と割合は？

- 1 窒素 約78%
- 2 酸素 約21%
- 3 アルゴン 約0.9%
- 4 二酸化炭素 約0.04%
= 400ppm

温室効果ガス7種類

温室効果ガス	地球温暖化係数 (GWP)	発生源・排出源
二酸化炭素 (CO ₂)	1	化石燃料の燃焼, セメント製造, 森林の農地や都市用地への転用
メタン (CH ₄)	25	家畜の腸内発酵・排泄物, 廃棄物の埋立地, 下水処理
一酸化二窒素 (N ₂ O)	265	窒素肥料, 畜産, 植物の燃焼, 工業プロセス
ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)	4~12,400	冷媒, 発泡剤, 洗剤
パーフルオロカーボン類 (PFCs)	6,630~11,100	半導体の製造プロセス
六フッ化硫黄 (SF ₆)	23,500	高圧遮断器などの電気備用絶縁ガス
三フッ化窒素 (NF ₃)	16,100	半導体の製造プロセス

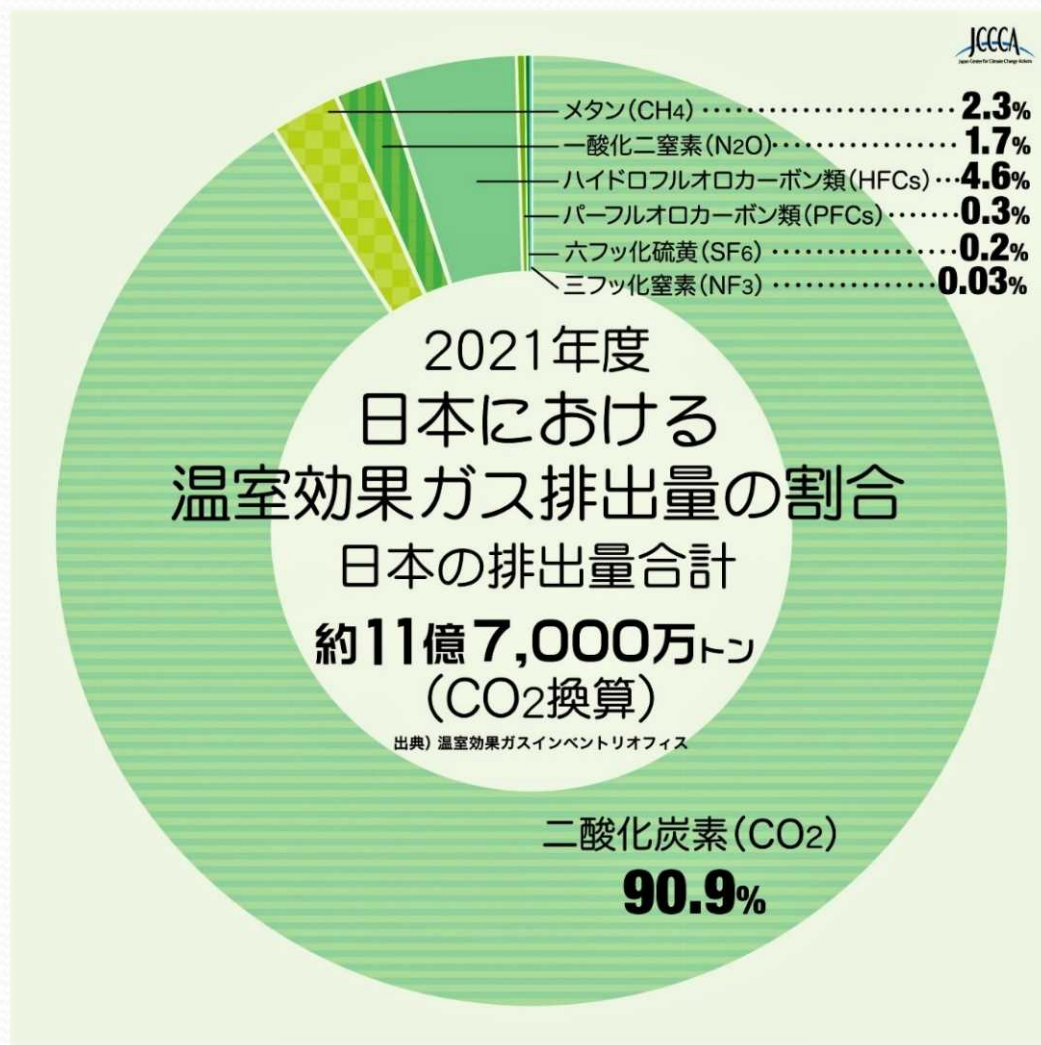
温室効果ガスの排出割合（世界）



二酸化炭素が全体の3/4を占めているが、メタンも意外に多い。

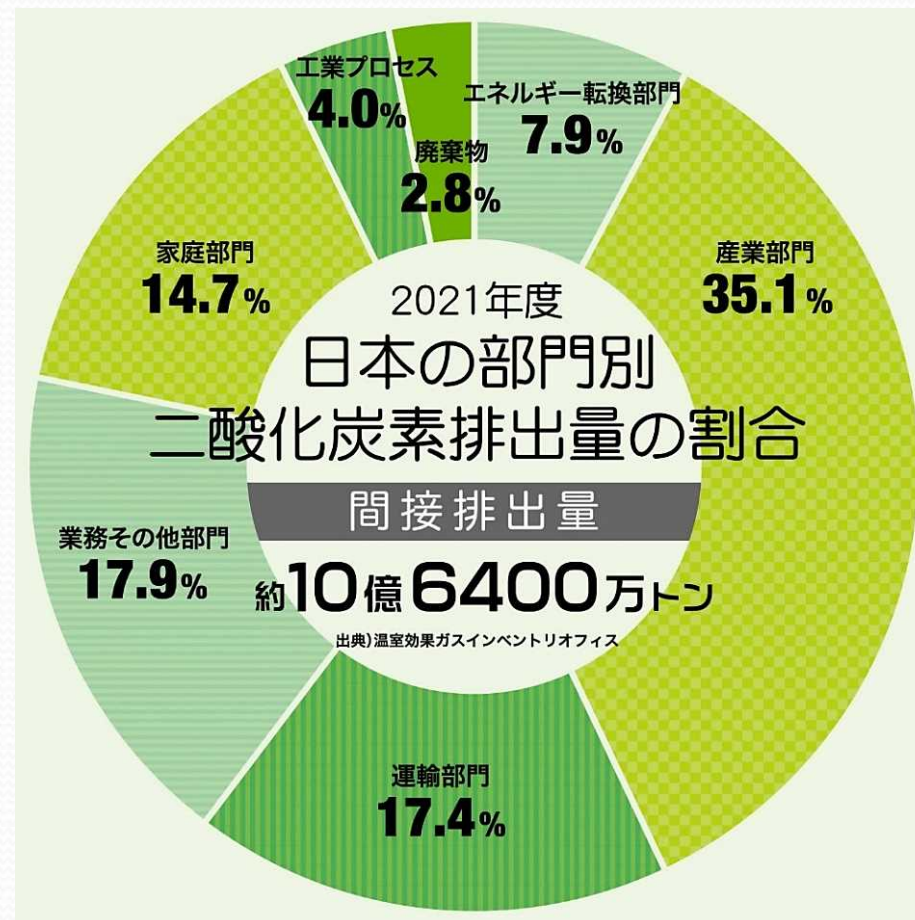
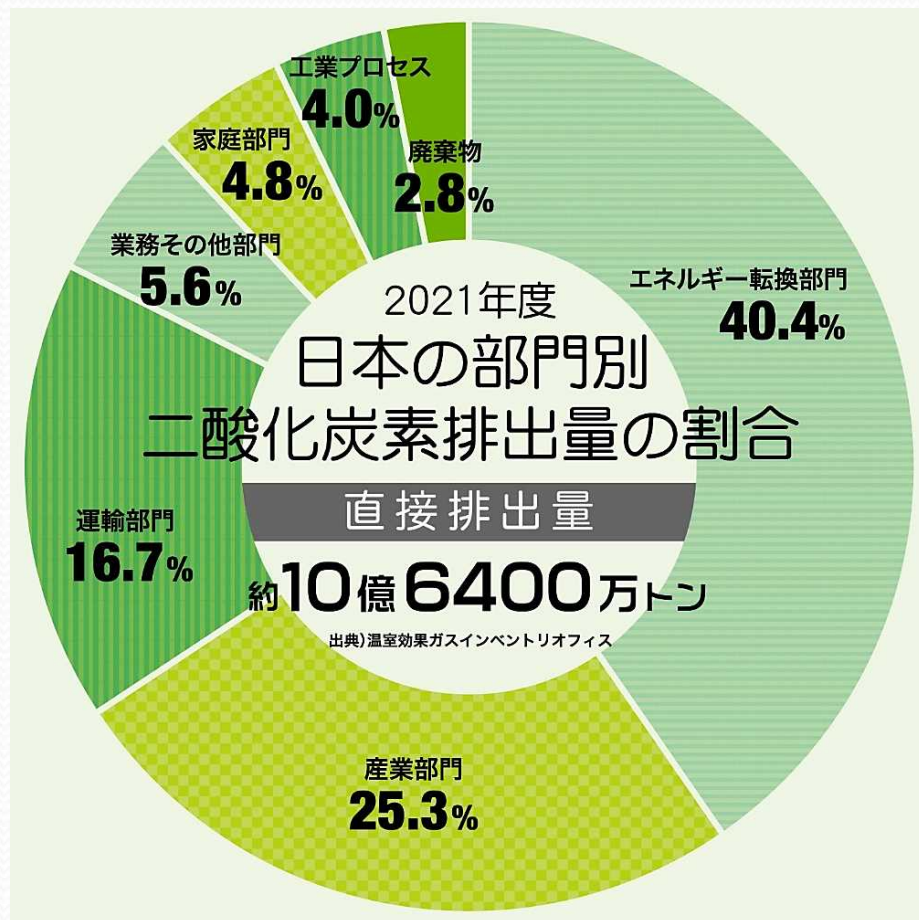
牛のげっぷにはメタンが含まれ、温室効果ガスの4%を占めている。

温室効果ガスの排出割合（日本）



日本では、
二酸化炭素が
全体の9割を
占めている。
国民1人当たり
年間約10トンが
排出されている。

どこから出てくる二酸化炭素



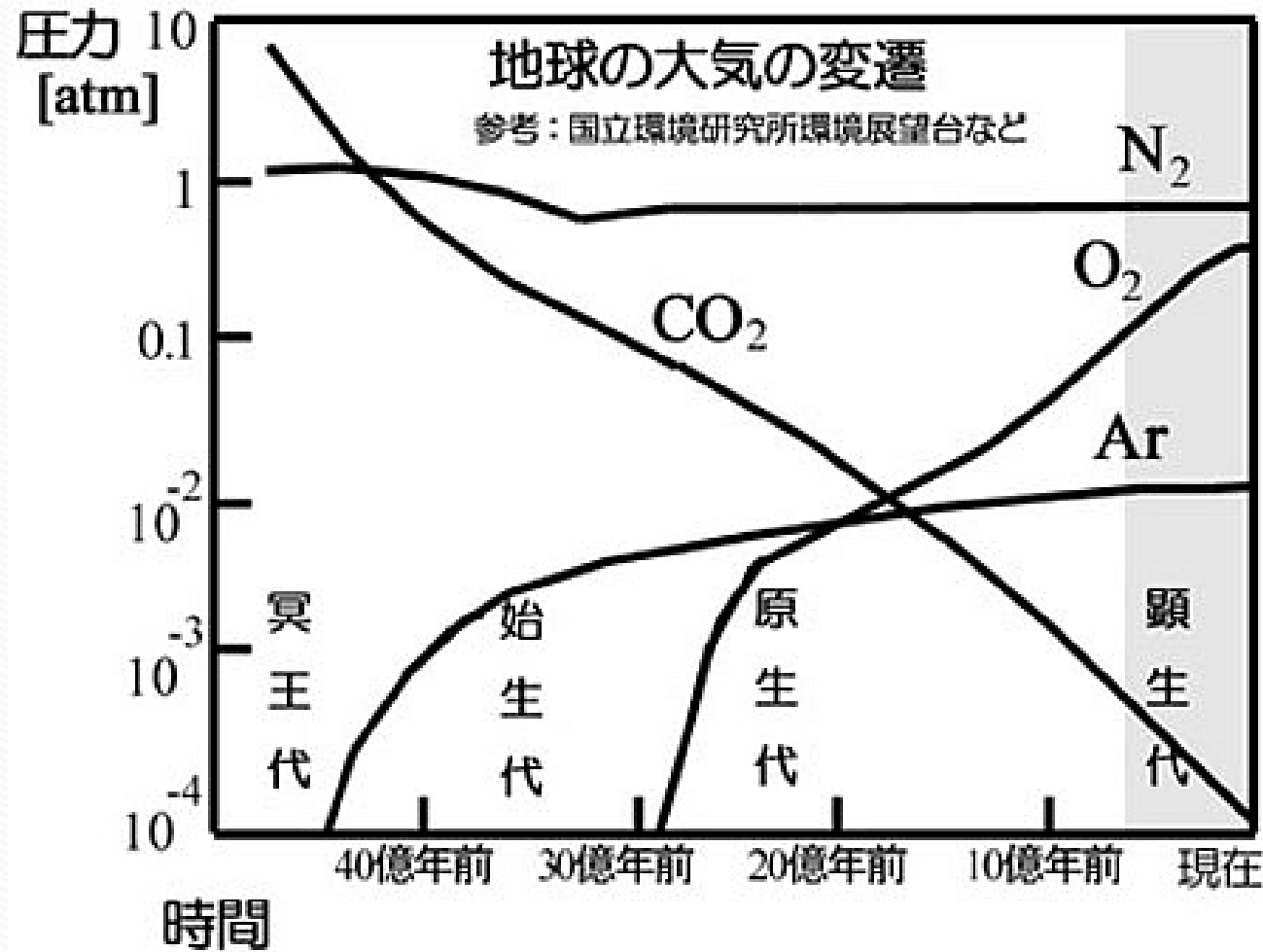
セメント製造は、工業プロセスと産業部門を合わせて全体の約4%を占めていて意外に多いが、今後低減が見込まれる。

二酸化炭素大口排出元

日本10大CO₂排出源 ランキング (2017年)

順位	事業所名	企業名	CO ₂ 排出量
1	碧南火力発電所	中部電力(現:JERA)	2545万トン
2	西日本製鉄所福山地区	JFEスチール	2158万トン
3	西日本製鉄所倉敷地区	JFEスチール	1829万トン
4	君津製鉄所	新日鐵住金(現:日本製鉄)	1581万トン
5	大分製鉄所	新日鐵住金(現:日本製鉄)	1507万トン
6	名古屋製鉄所	新日鐵住金(現:日本製鉄)	1421万トン
7	加古川製鉄所	神戸製鋼	1379万トン
8	鹿島製鉄所	新日鐵住金(現:日本製鉄)	1251万トン
9	原町火力発電所	東北電力	1244万トン
10	常陸那珂火力発電所	東京電力フュエル&パワー	1229万トン
	(現:JERA)		

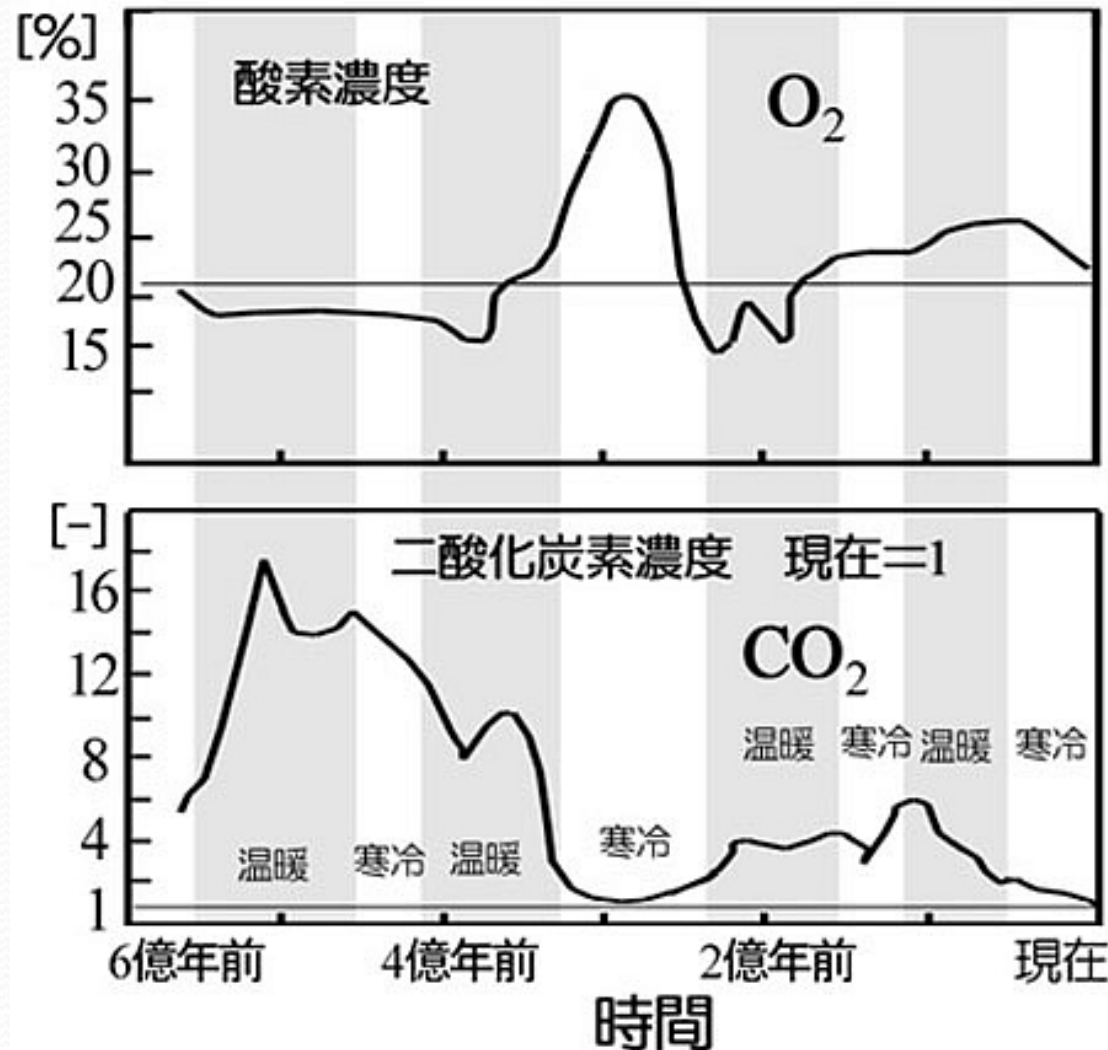
二酸化炭素濃度の変遷①



地球誕生時は
9割がCO₂、
1割が窒素。

気圧も今の10
倍ほど。

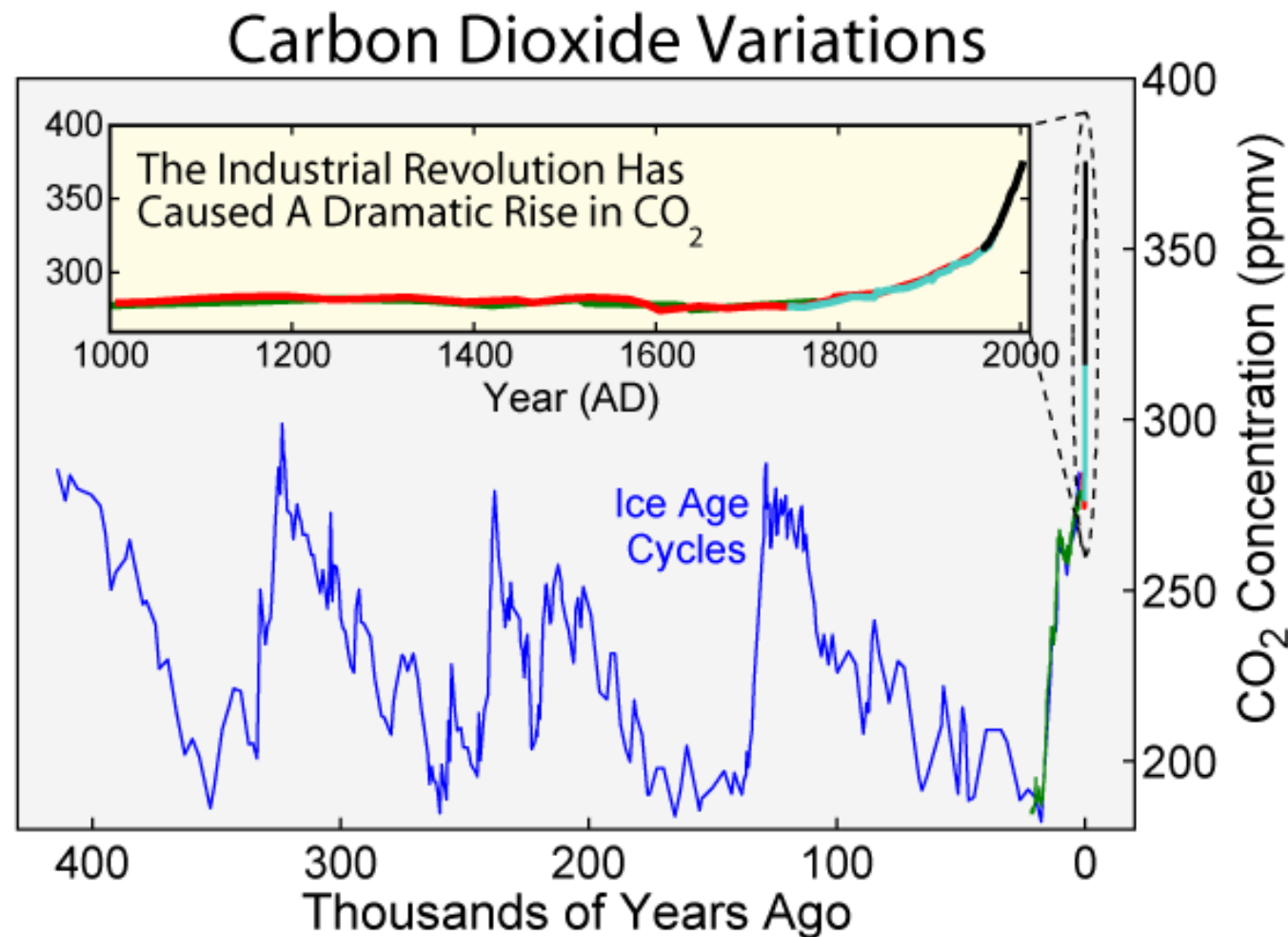
二酸化炭素濃度の変遷②



恐竜時代は
CO₂が現在の
4~10倍。

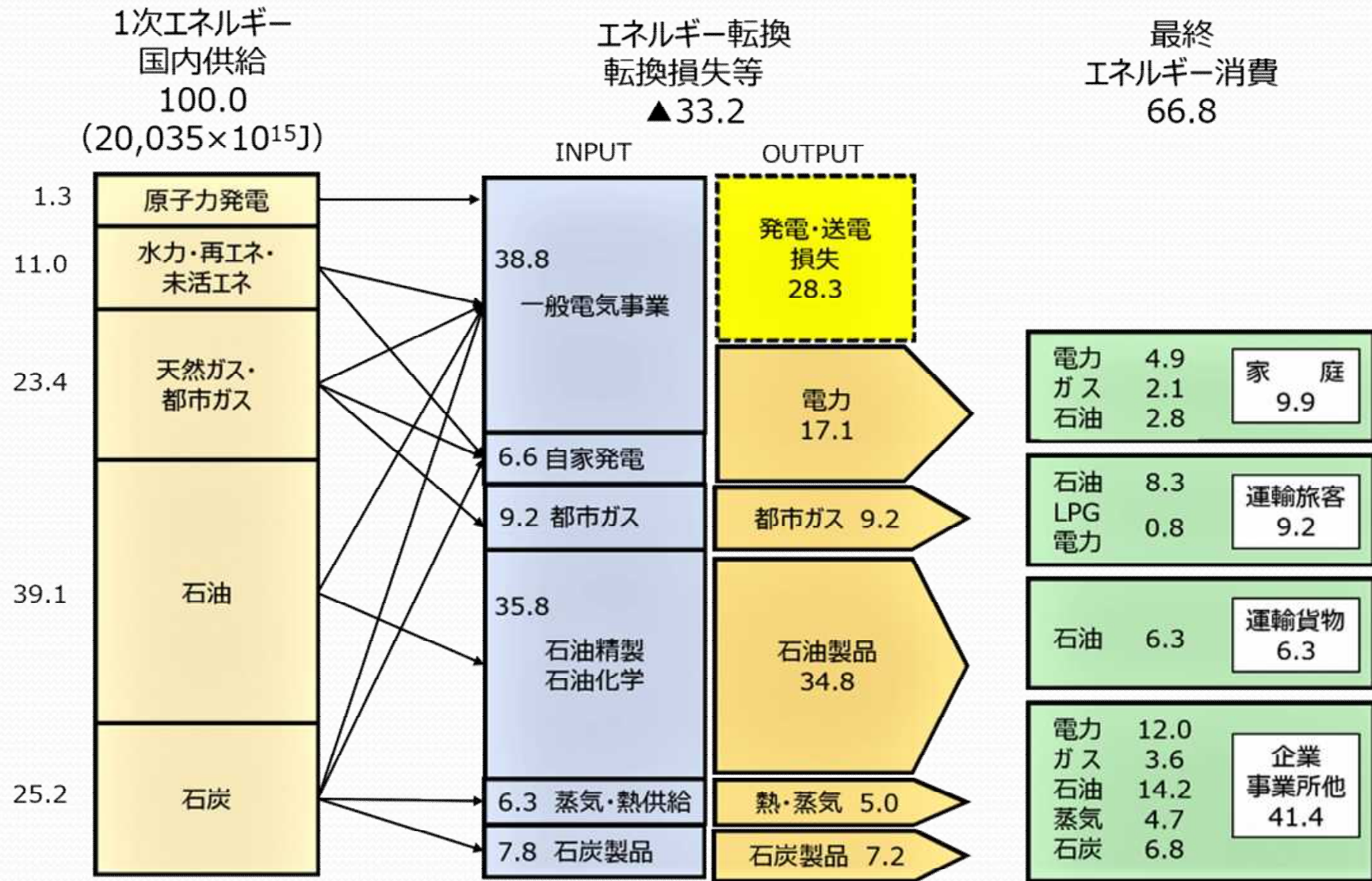
約5億年前は
オゾン層が形成
され、生物が陸
上に進出はじめ
た年代。

二酸化炭素濃度の変遷③



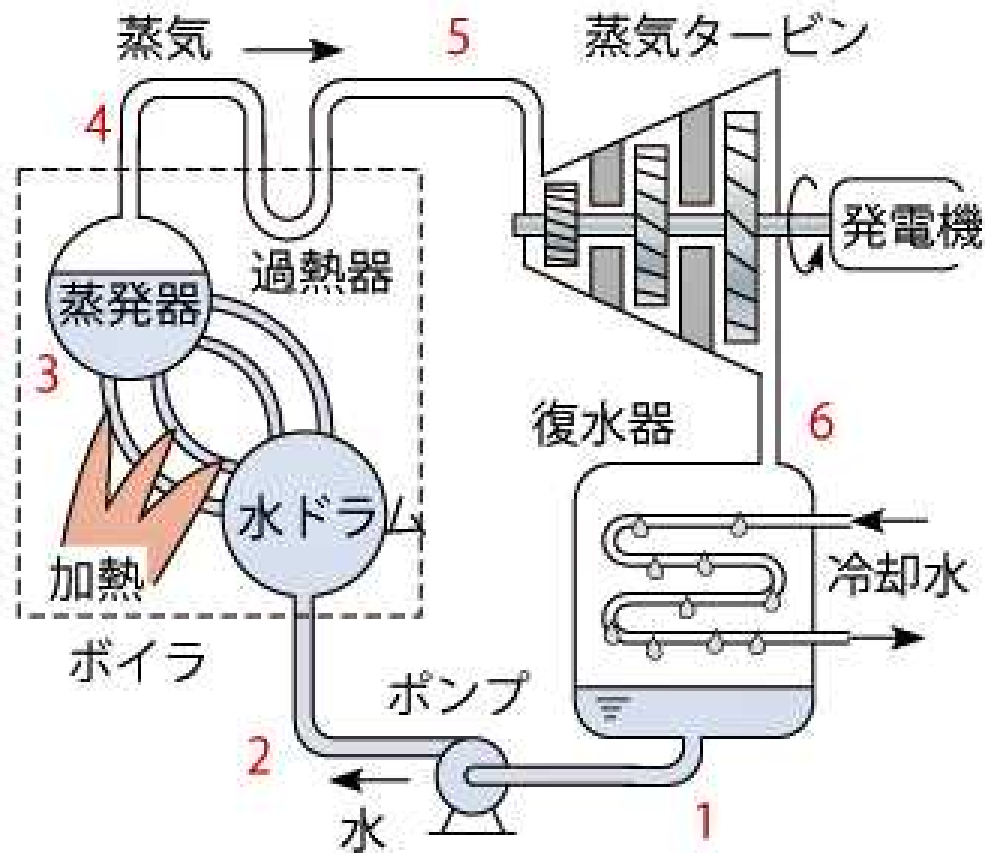
10万年周期のミランコビッチサイクルで氷期と間氷期が交互に

日本のエネルギーフロー(2017)



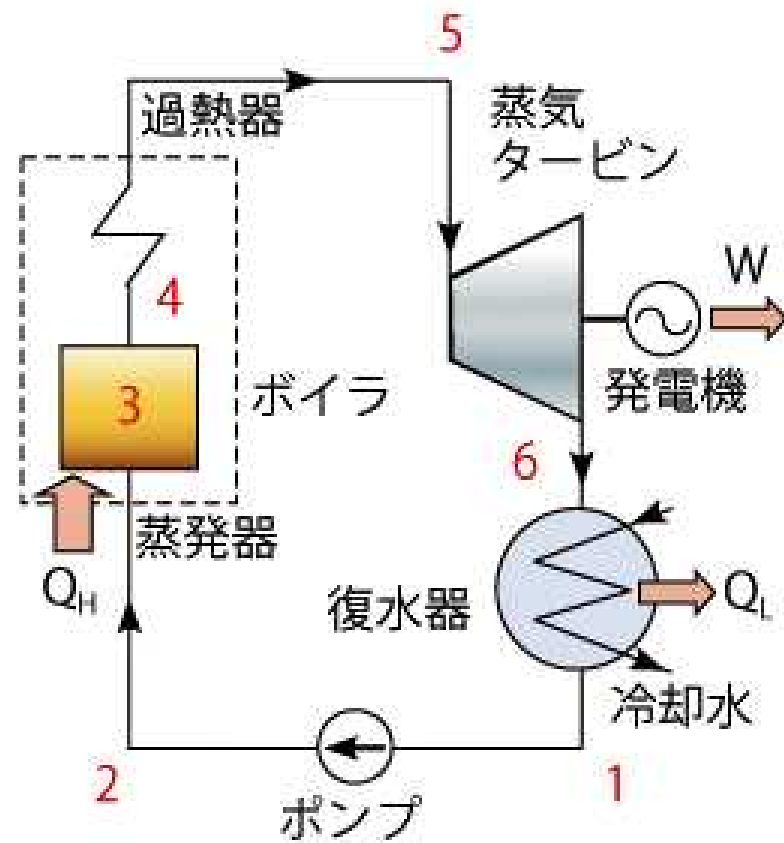
引用 TriEN+ 日本のエネルギーバランスフロー

火力(汽力)発電の原理



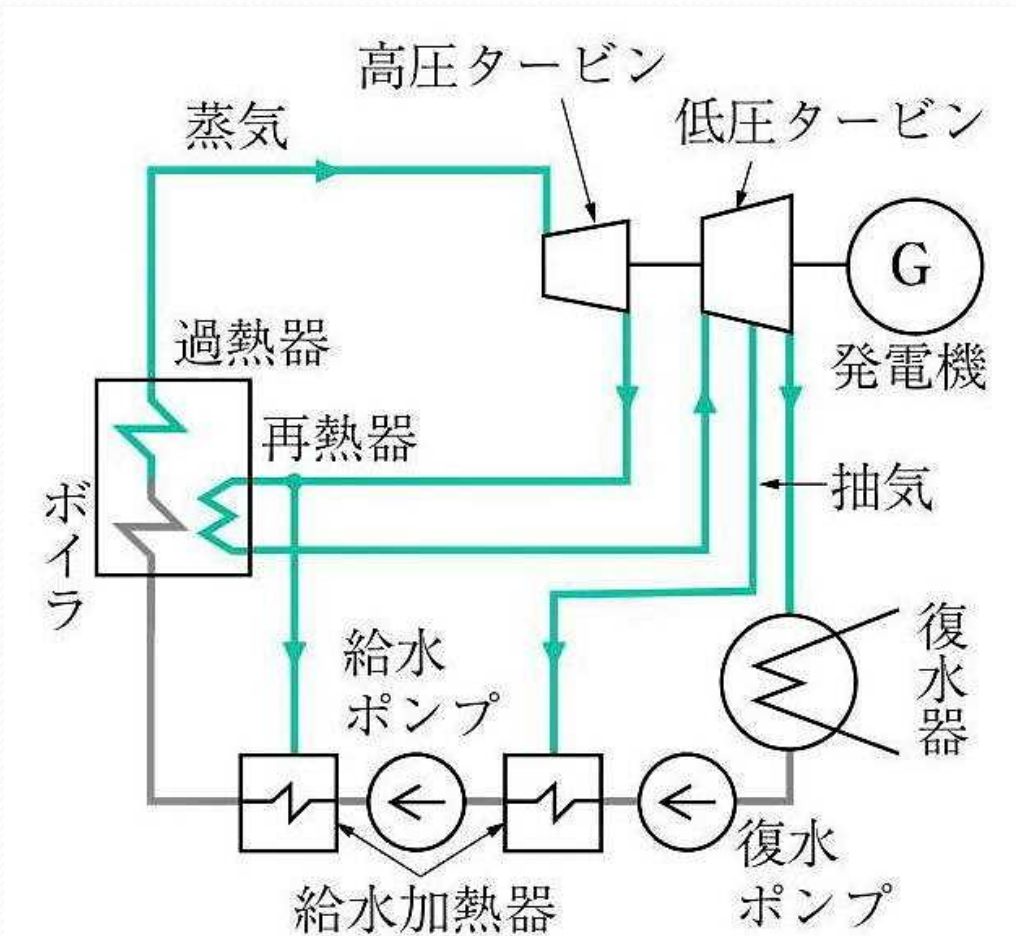
(a) 構成図

ランキンサイクル



(b) 配置図

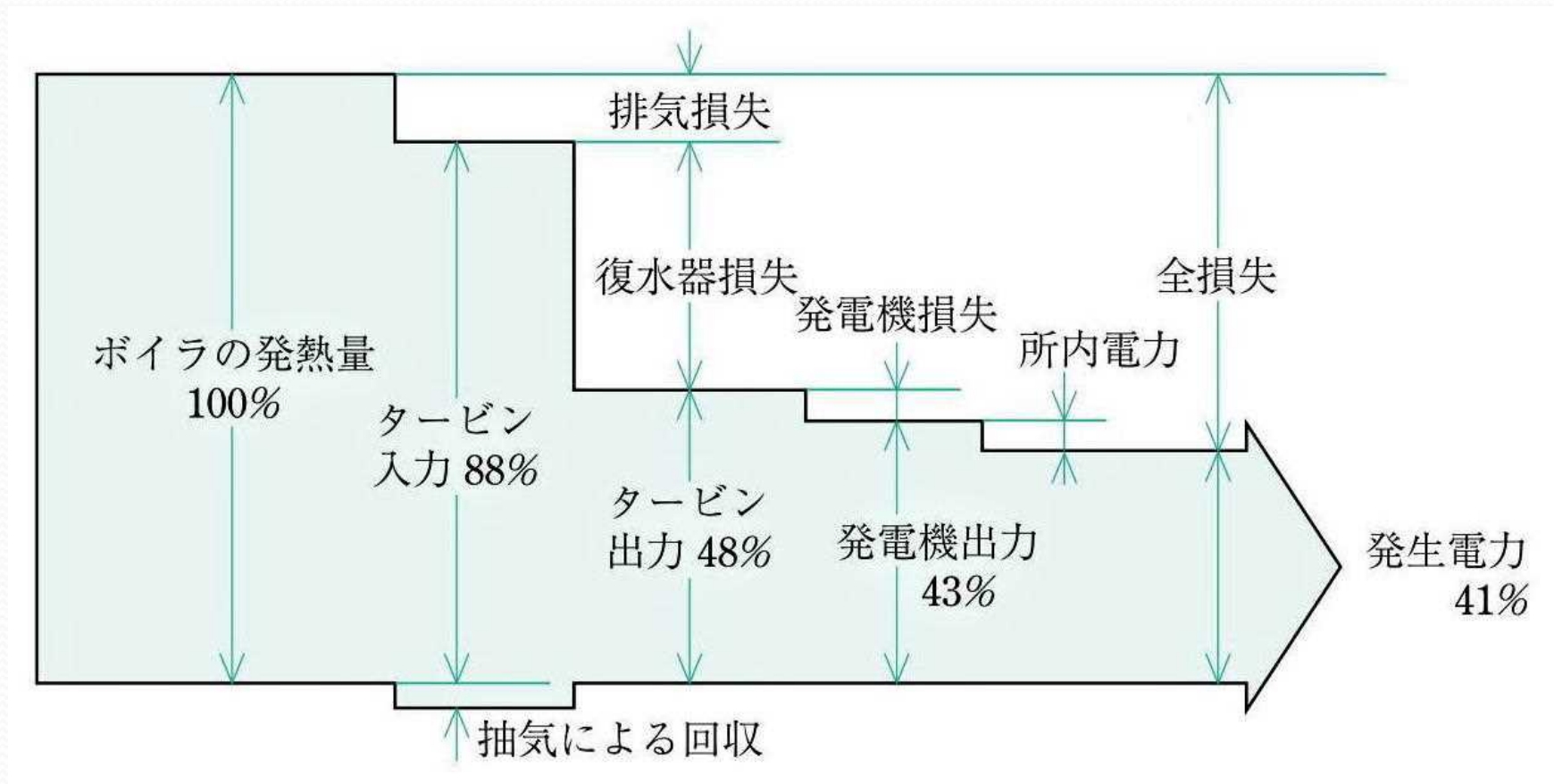
ランキンサイクルの改良



再熱再生サイクル

- ・蒸気温度 600°C
- ・蒸気圧力 24.5MPa
(超々臨界圧)
- ・発電端熱効率 43%

一般的な火力発電の熱勘定図



燃料のもつエネルギーの41%しか電気として供給できない

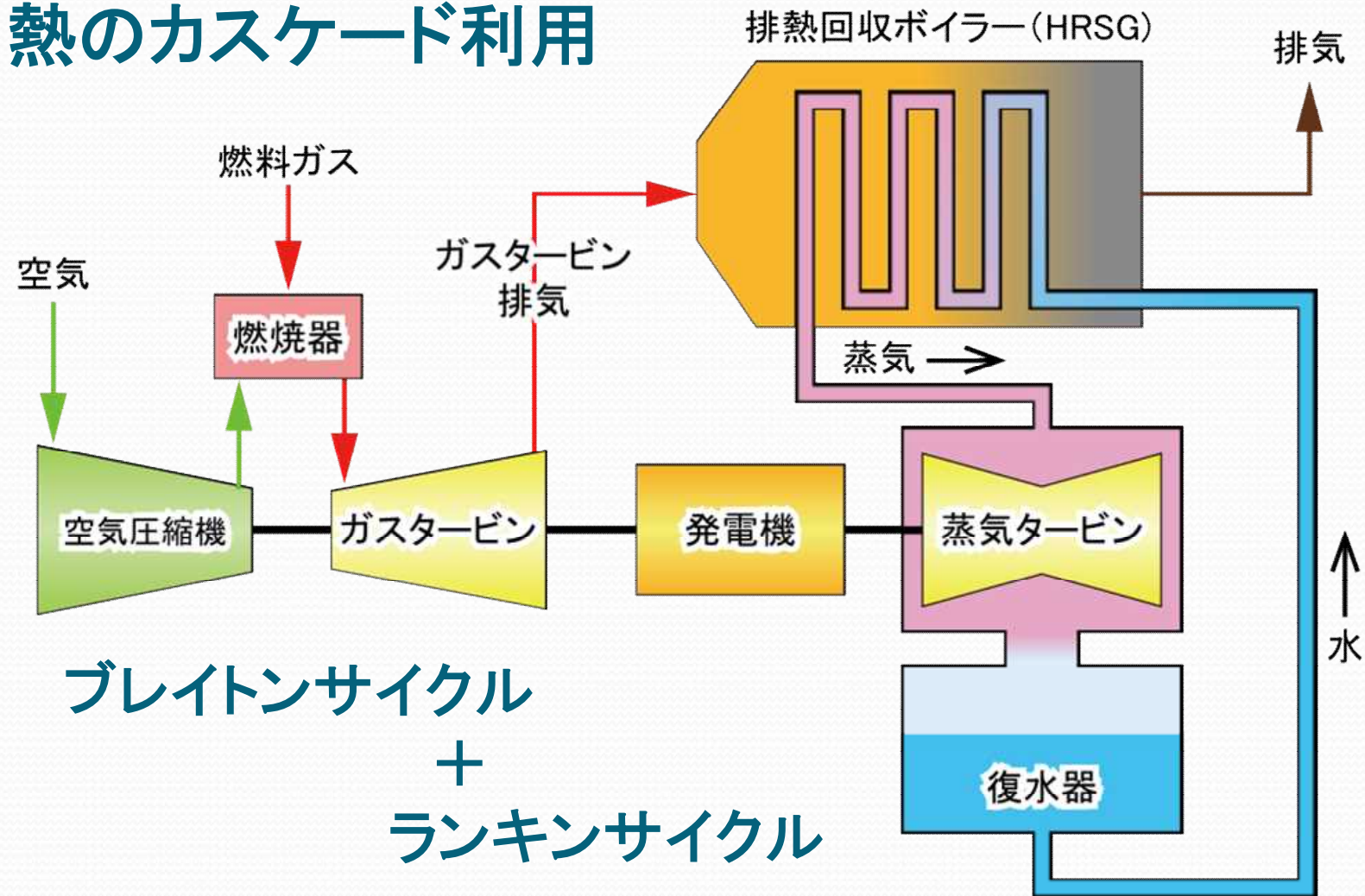
石炭火力発電所



引用 日本経済新聞 Jパワー 松島火力発電所

ガスコンバインドサイクル発電

熱のカスケード利用

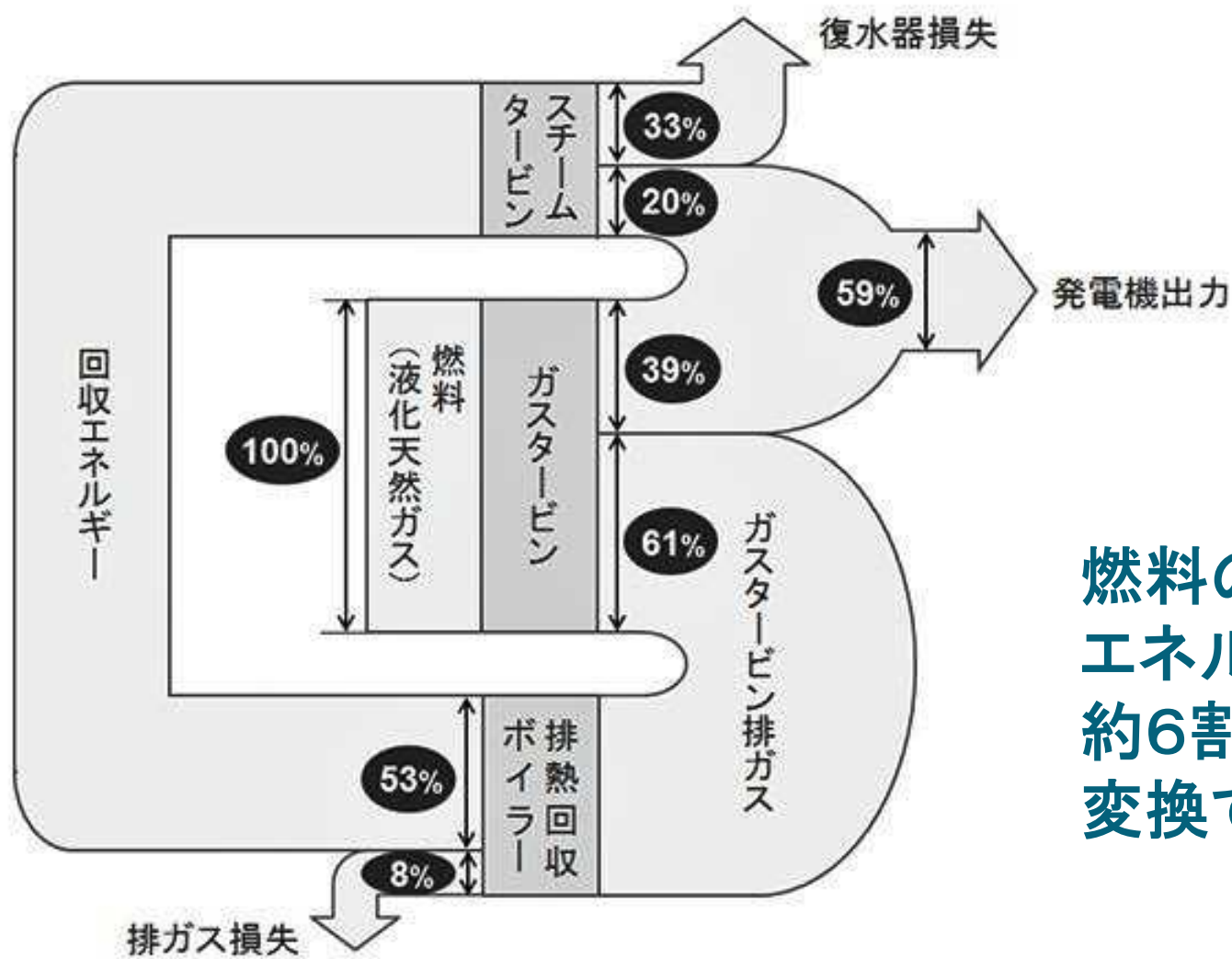


GCC火力発電所



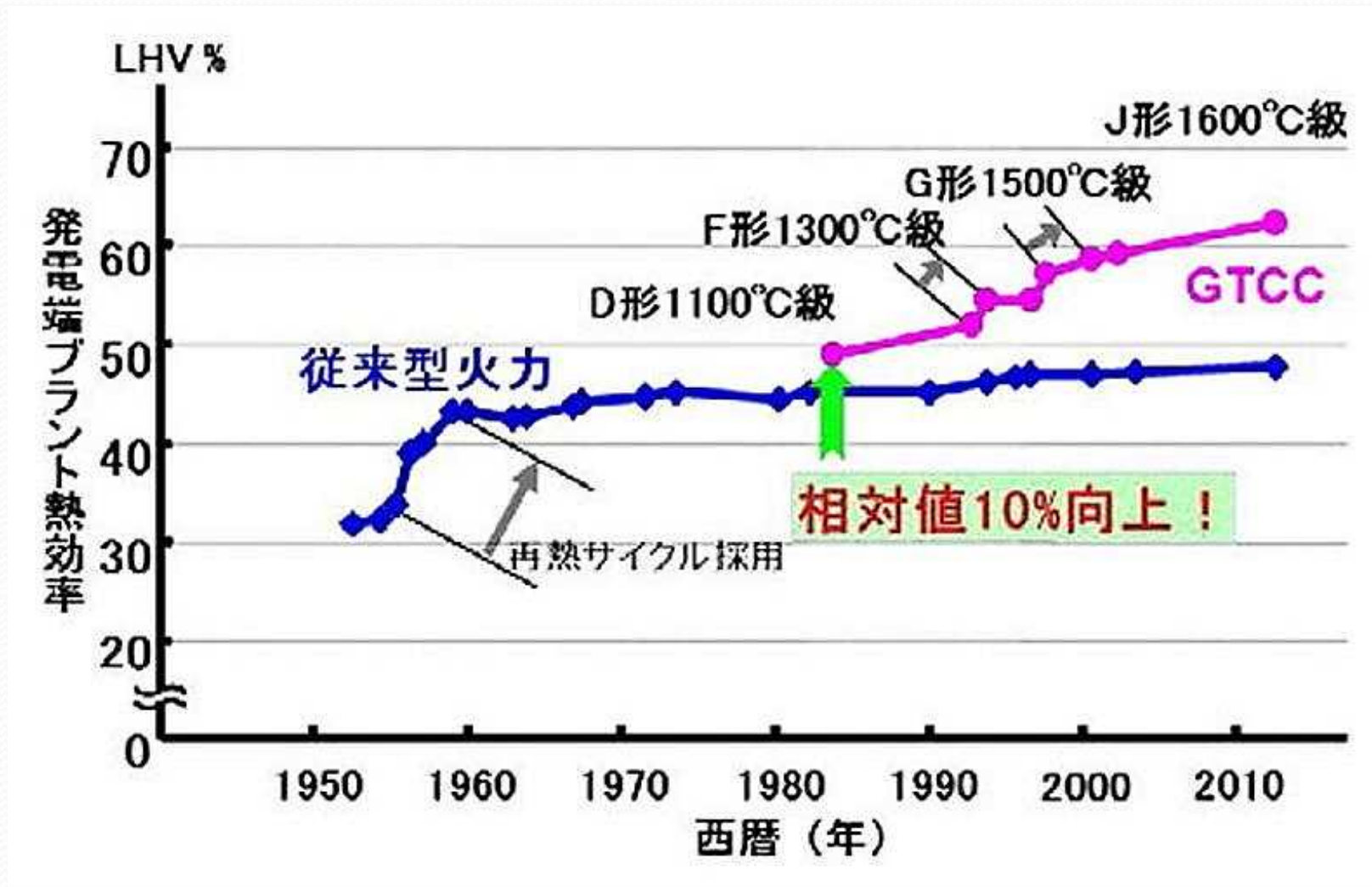
引用 livedoorBrog 感じたまま JERA川崎火力発電所

GCC発電の熱勘定図



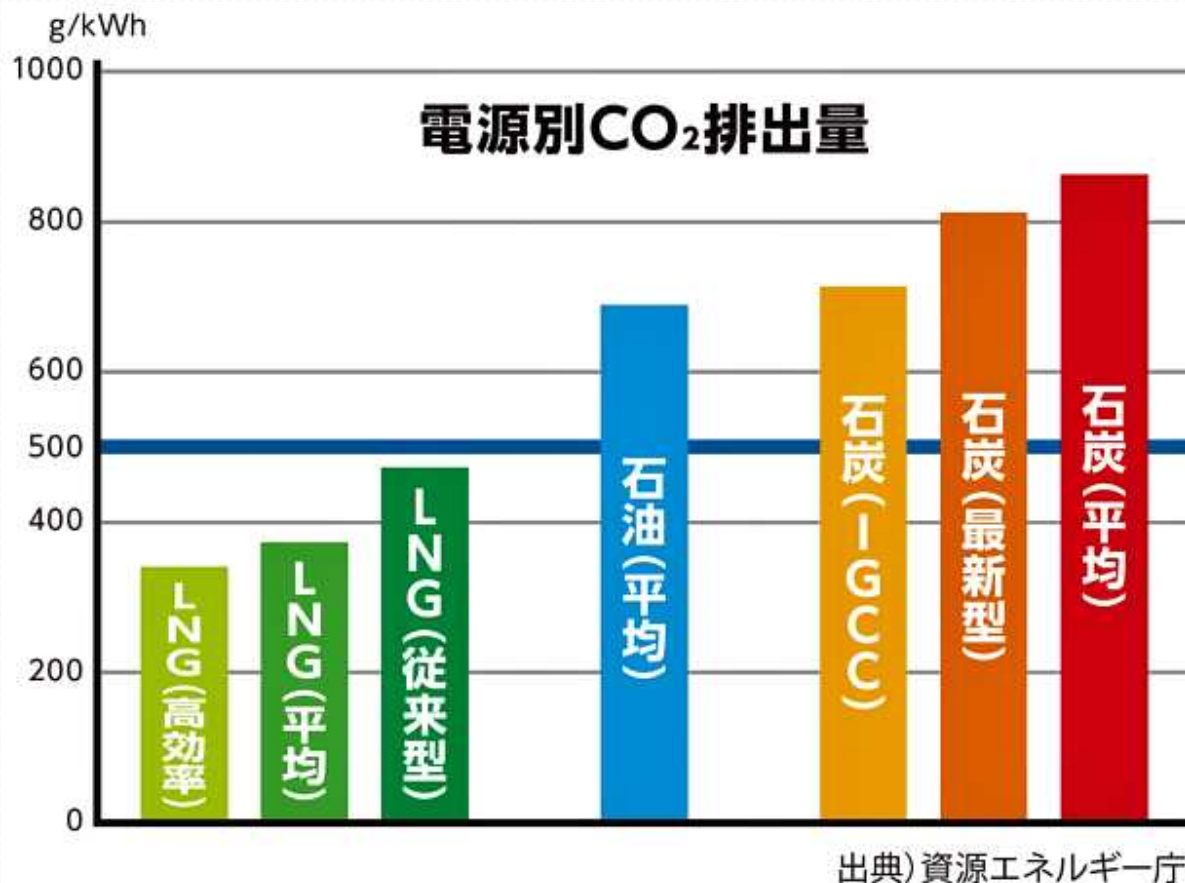
燃料のもつ
エネルギーの
約6割が電気に
変換できる。

火力発電の効率



引用 NEDO実用化ドキュメント 省エネルギー 三菱重工(株)

火力発電 電源別CO₂排出量

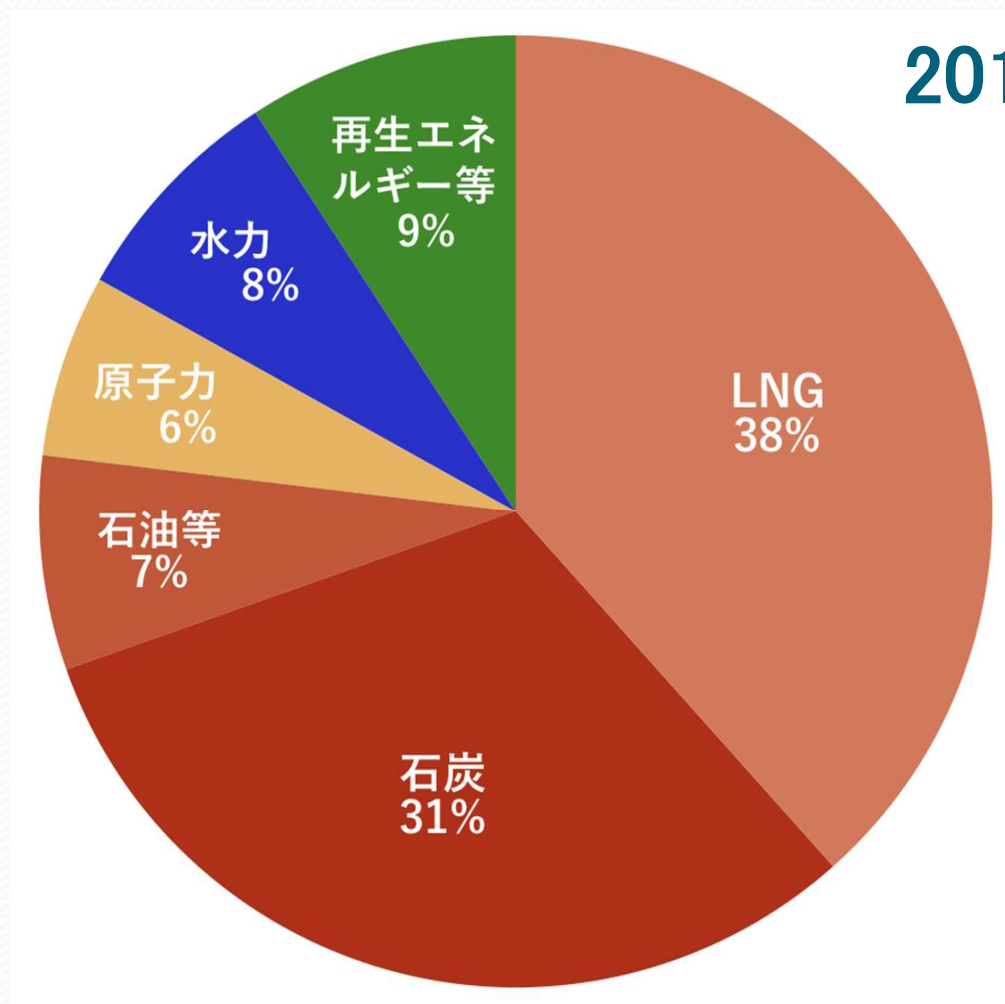


石炭火力は、燃料は安いですがCO₂排出量大、排ガス対策に費用がかかる。

LNG火力は、燃料と設備は高いが高効率、NOX対策が要。

- ※1 石炭発電の使用電力量あたりのCO₂排出量は、最新型でも約800g-CO₂/kWh。一方、天然ガス火力発電所は、最新コンバインドサイクルで約350g-CO₂/kWh。
- ※2 石炭ガス化複合発電(IGCC)の使用電力量あたりのCO₂排出量は、約700g-CO₂/kWh程度。

日本の電源構成比



再生エネルギーのうち、太陽光が6割強を占め、次がバイオマスである。

火力に占める石油の割合は約9%である。

原子力発電(沸騰水型:BWR)

沸騰水型炉(BWR)

原子炉格納容器

原子炉圧力容器

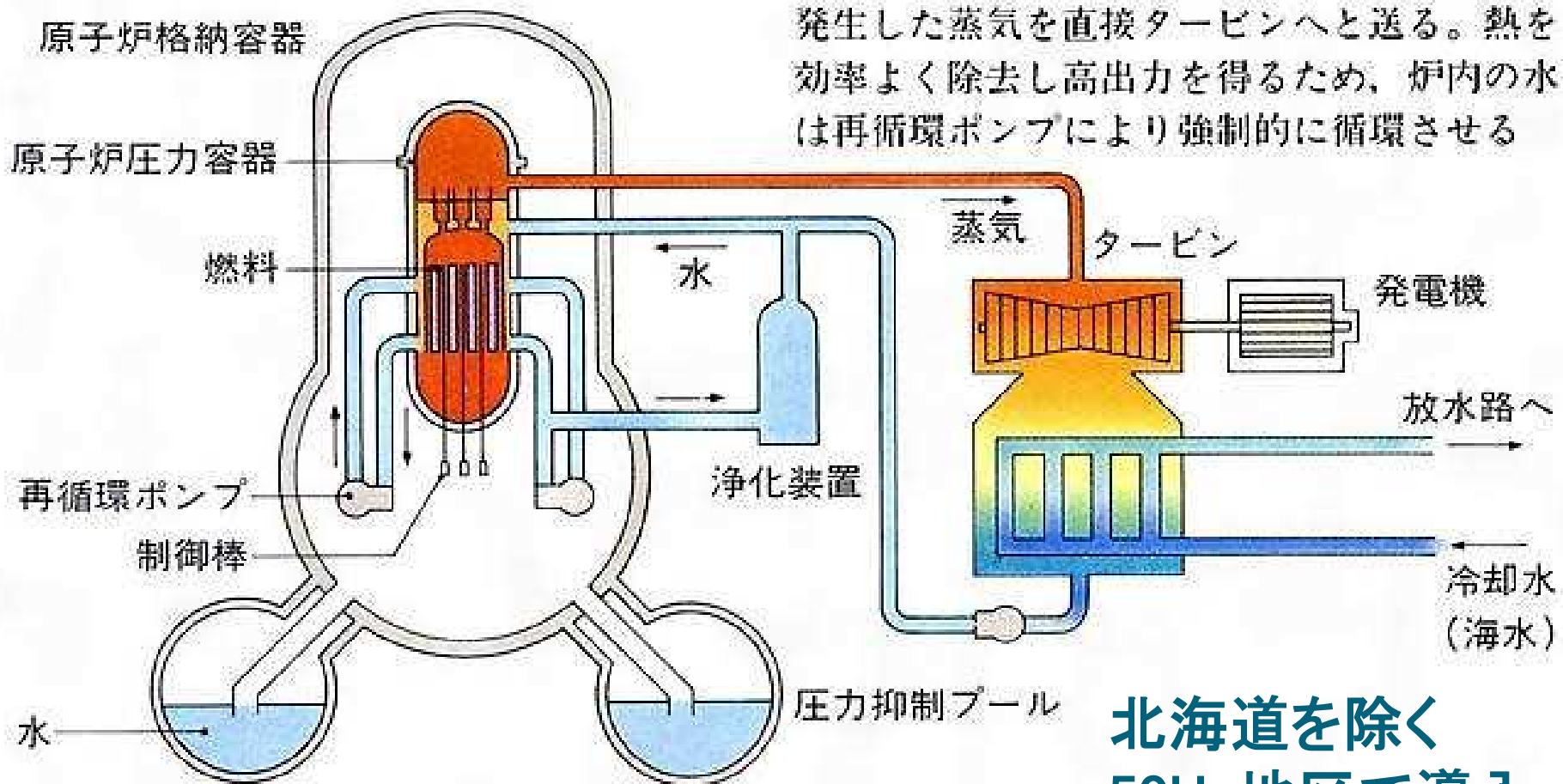
燃料

再循環ポンプ

制御棒

水

原子炉圧力容器内で冷却水を加熱沸騰させ、発生した蒸気を直接タービンへと送る。熱を効率よく除去し高出力を得るため、炉内の水は再循環ポンプにより強制的に循環させる



北海道を除く
50Hz地区で導入。

国内の原子力発電所(BWR)

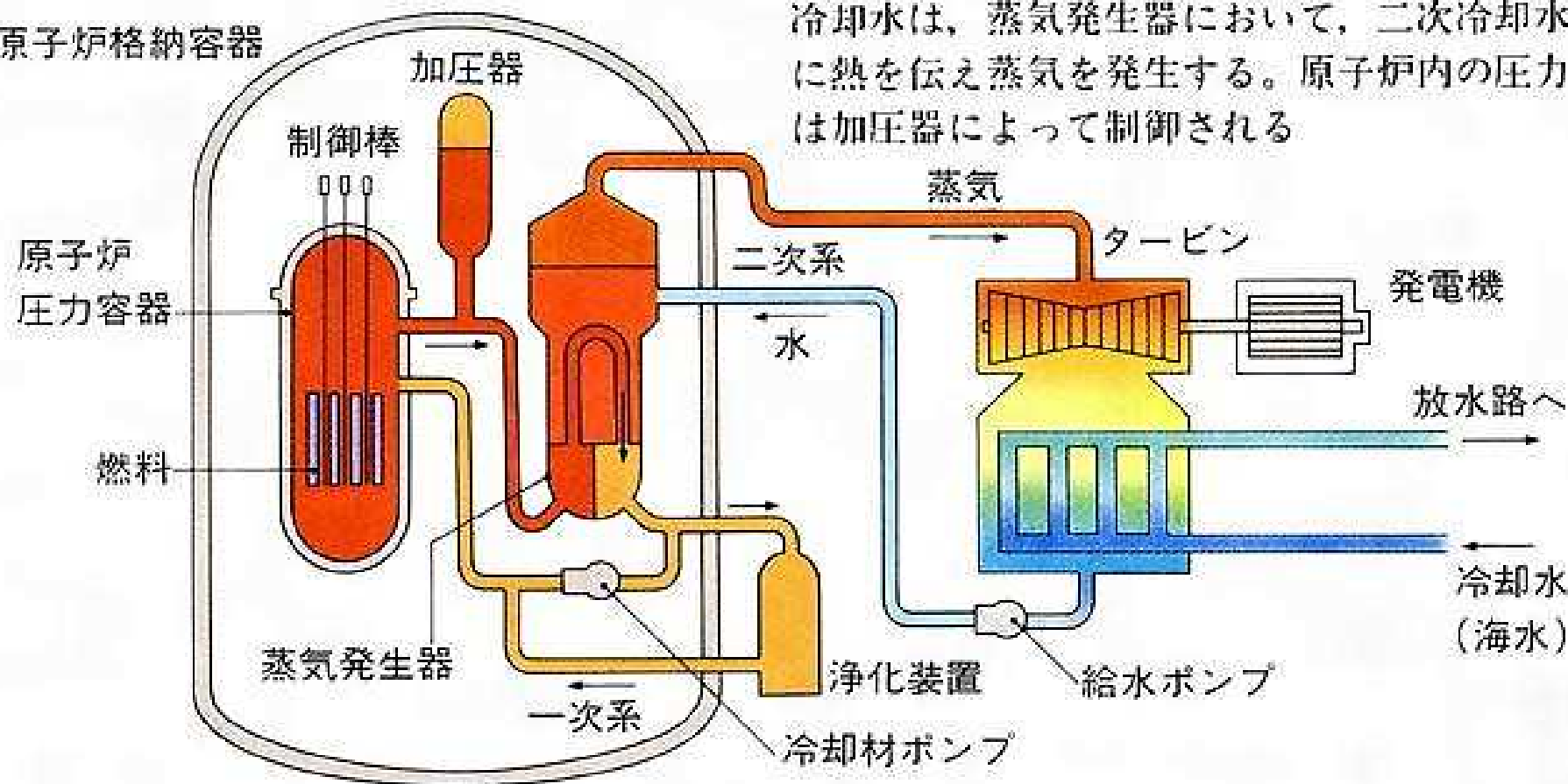


引用 日本経済新聞 東京電力 柏崎刈羽原子力発電所

原子力発電(加圧水型:PWR)

加圧水型炉(PWR)

原子炉格納容器



圧力容器内で加熱され高温高压となった一次冷却水は、蒸気発生器において、二次冷却水に熱を伝え蒸気を発生する。原子炉内の圧力は加圧器によって制御される

60Hz地区と北海道で導入。