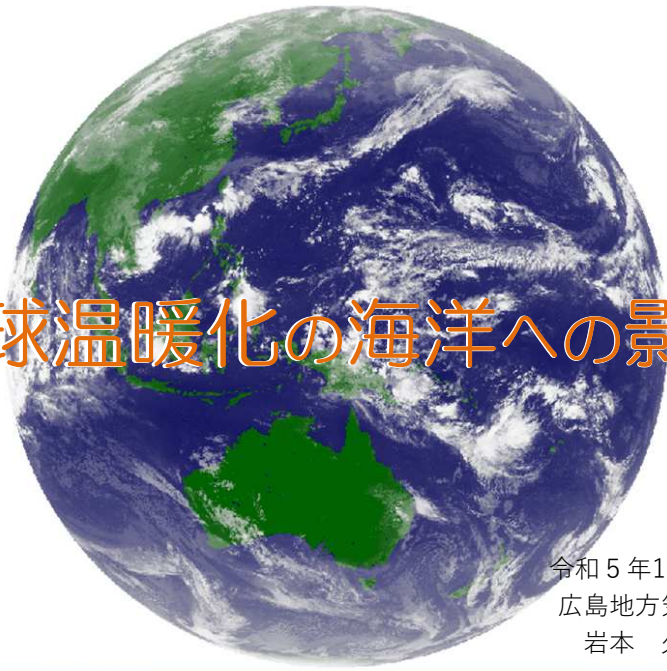


地球温暖化の海洋への影響



令和5年12月1日
広島地方気象台
岩本 久雄

11:00 JST 16 OCT 2008

MTSAT JMA

現在の地球は、過去1400年で最も暖かくなっています。「地球温暖化」とは、まさに地球規模で、気温や海水温が上昇し、氷河や氷床が縮小する現象を指します。これは、平均的な気温の上昇のみならず、異常高温（熱波）や大雨・干ばつの増加などのさまざまな気候の変化をとともいます。その影響は、早い春の訪れなどによる生物活動の変化、水資源や農作物への影響など、自然生態系や人間社会にすでに現れています。将来、地球の気温は、さらに上昇すると予想され、水、生態系、食糧、沿岸域、健康などでより深刻な影響が生じると考えられています。

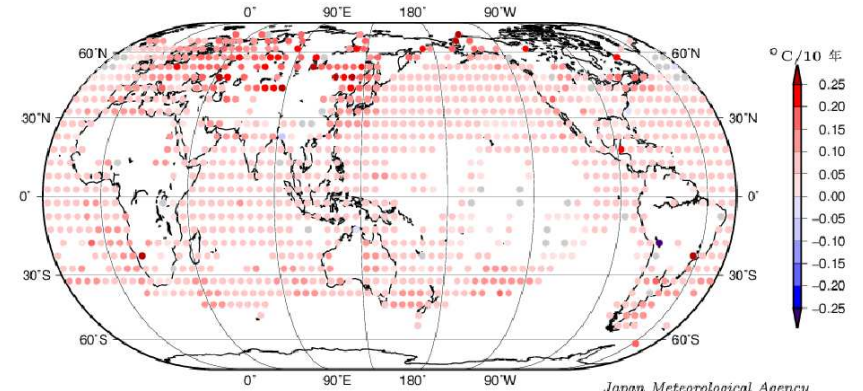
はじめに 2

地球温暖化の海洋への影響

- はじめに
- 地球温暖化の実際
- 大気中の温室効果ガス
- 海水温の変動
- 海面水位の変動
- 海洋中の二酸化炭素と酸性化
- 温暖化以外の変動

はじめに 3

年平均気温長期変化傾向 1891-2022年



図中の丸印は、 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 格子で平均した 1891-2022 年の長期変化傾向（10 年あたり）を示す。灰色は、信頼度 90 % で統計的に有意でない格子を示す。

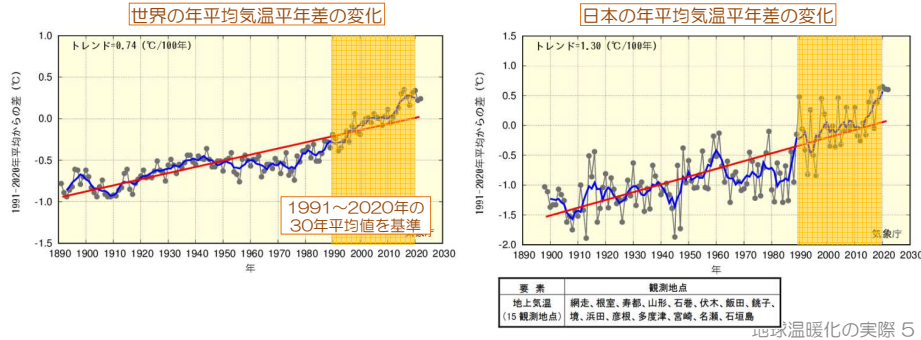
緯度経度5度の格子ごとの気温の変化傾向を見ると、長期的な統計ではほとんどの地域で上昇特に北半球高緯度域で明瞭
これらの年平均気温の経年変化には
・二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化の影響
・数年～数十年程度の自然変動
の影響が考えられる

地球温暖化の実際 4

気温の変動

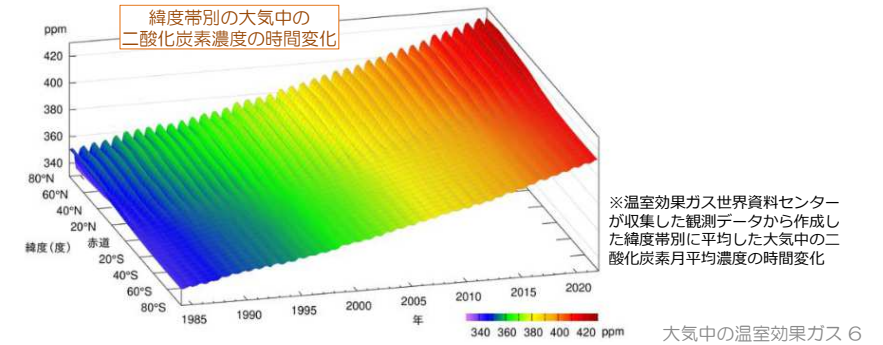
- ・2022年の世界の年平均気温偏差は+0.24℃で、統計開始(1891)以降、6番目に高い値
世界の年平均気温の上昇率は、+0.74℃/100年
- ・2022年の日本の年平均気温偏差は+0.60℃で、統計開始(1898)以降、4番目に高い値
日本の年平均気温の上昇率は、+1.30℃/100年
- ・日本では、全国的に猛暑日や熱帯夜は増加、冬日は減少

※各年の値を黒い実線、5年移動平均値を青い実線、変化傾向を赤い実線
※年平均値は1991～2020年の平均
※日本では、都市化の影響が比較的小さく、長期間の観測が行われ、地域的に偏りなく分布するように15観測地点を選出



大気中温室効果ガス濃度の変動

- 【大気中の代表的温室効果ガスの世界的変化】
- ・二酸化炭素 (CO₂) の濃度は、長期的に増加
- ・メタン (CH₄) の濃度は、長期的に増加傾向 (1999～2006年はほぼ横ばい)
- ・一酸化二窒素 (N₂O) の濃度は、長期的に増加
- 【二酸化炭素濃度の変化】
- ・季節変動を伴いながら経年増加
- ・化石燃料の消費、森林破壊等の人間活動による増加
- ・一部は陸上生物圏や海洋に吸収され、残りが大気中に蓄積
- ・放出源が北半球に多いため、相対的に北半球の中・高緯度帯で濃度が高い



大気中温室効果ガス濃度の変動

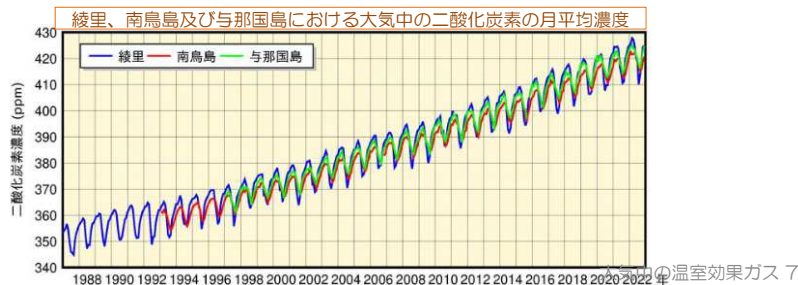
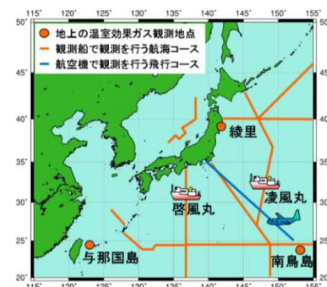
【日本の観測網】

- ・気象庁では温室効果ガス濃度を国内3地点で地上付近を、航空機により北西太平洋上空の大気を観測し、海洋気象観測船で洋上大気及び海水中のCO₂等の観測を行う

【温室効果ガス濃度の変動】

- ・植物や土壌微生物の活動の影響による季節変動を繰り返しながら増加
- ・CO₂濃度は陸上生物圏の活動に左右
 - ・高緯度の綾里では、季節変動が大きい
 - ・同緯度帯の与那国島と南鳥島では与那国島が変動幅が小さい

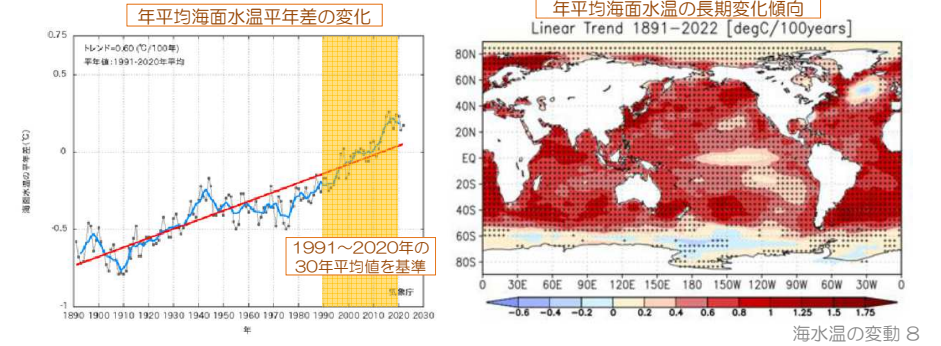
気象庁における温室効果ガスの観測網



海水温の変動

- ・2022年の年平均海面水温の年平均値比は+0.17℃で、1891年以降では6番目に高い値
直近10年間の値がすべて歴代上位10位
- ・年平均海面水温は長期的に上昇しており、上昇率は100年あたり+0.60℃
- ・世界の海洋の貯熱量は、長期的に増加
- ・1990年代半ば以降の増加速度は、それ以前と比べて上昇
- ・日本近海域の平均海面水温は、2022年までのおよそ100年間で+1.24℃上昇
- ・長期的な上昇には地球温暖化以外の影響も

※各年の値を黒い実線、5年移動平均値を青い実線、変化傾向を赤い実線
※年平均値は1991～2020年の平均値



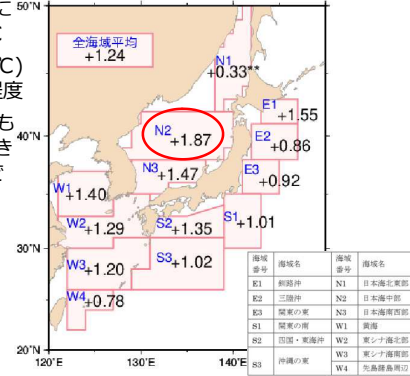
日本周辺の海水温の変動

- ・日本近海における、2022年までのおよそ100年間にわたる海域平均海面水温(年平均)の上昇率は+1.24℃
- ・北太平洋全体で平均した海面水温の上昇率(+0.62℃)よりも大きく、日本の気温の上昇率(+1.30℃)と同程度
- ・海域平均海面水温の上昇率は、日本海中部(N2)で最も高く、釧路沖(E1)とともに日本の気温の上昇率より大きい。黄海、東シナ海、日本海南西部、四国・東海沖では日本の気温の上昇率と同程度



観測船による海洋観測

日本近海の世界平均海面水温の変化傾向



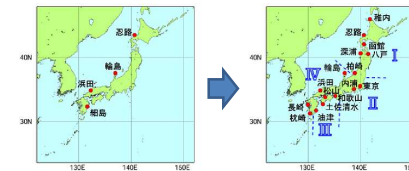
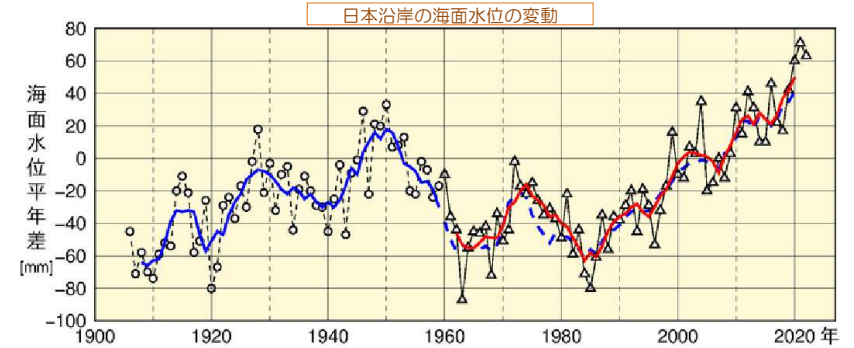
※日本近海における100年あたりの海域別海面水温の上昇率を見積もり
 ※海域は、海面水温の特性が類似している13の海域に分ける

- ・観測船による海洋観測を1930年代から開始
- ・海の中の温度や塩分を測定するセンサーと海水を採取する装置を組み合わせた観測機器が、現代の海洋観測の主力(写真)

海水温の変動 9

日本周辺の海面水位の変動

- ・日本沿岸の海面水位には、過去100年間に有意な上昇傾向は見られないものの、1980年以降では上昇傾向が見られる。



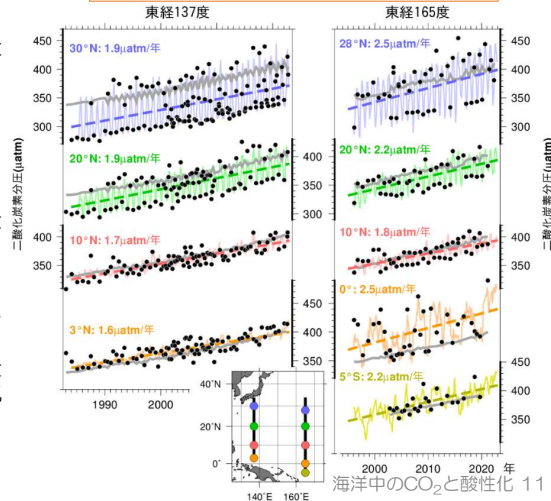
1906~1959年は左の4地点の検潮所の年平均海面水温から求めた(青実線)
 1960年以降については、I~IV海域内の検潮所の年平均海面水位年差をさらに平均した値(赤実線)
 4地点平均の年差の5年移動平均を参考に表示(青破線)

海面水位の変動 10

海洋中の二酸化炭素

- ・CO₂濃度は、洋上大気、表面海水ともに長期的に増加
- ・海洋は、人為起源のCO₂を吸収、蓄積し、これに伴いpHは低下傾向
- ・CO₂の吸収により水素イオン濃度指数が低下し“海洋酸性化”となる

表面海水中と大気中の二酸化炭素分圧の長期変化



気象庁の海洋気象観測船により北西太平洋の137Eおよび165Eで観測

- : 表面海水中のCO₂分圧観測値
- 細線: 解析による推定値
- 破線: 長期変化傾向
- 灰実線: 大気中のCO₂分圧観測値

- ・全海域において、表面海水中及び大気中のCO₂分圧は増加
- ・亜熱帯域において、表面海水中のCO₂分圧は、季節変動(夏季が高い)があり、変動幅は緯度が高いほど大きい。大気中のCO₂分圧の季節変動は小さく、夏季以外では表面海水が大気中のCO₂を吸収
- ・165Eの赤道域では、エルニーニョやラニーニャ現象の影響を受ける

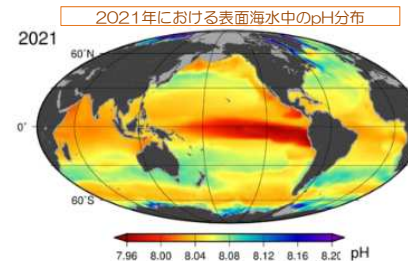
海洋中のCO₂と酸性化 11

海洋の酸性化

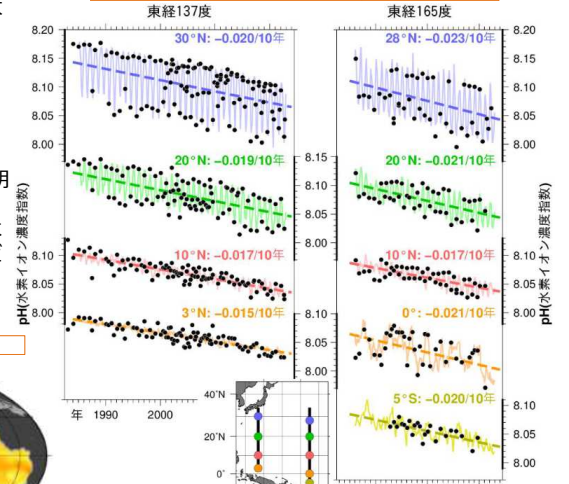
気象庁の海洋気象観測船により北西太平洋の137Eおよび165Eで観測

- : 表面海水中のpHの観測値
- 細線: 解析値
- 破線: 長期変化傾向
- 右肩: 10年あたりの変化率

- ・表面海水中のpHは、全ての緯度で明らかに低下
- ・亜熱帯域では、北部のほうが南部よりも低下率が大きい傾向で、北部ほどCO₂蓄積量が多いことと整合



表面海水中の水素イオン濃度指数(pH)の長期変化



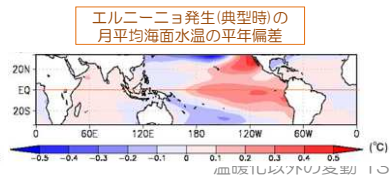
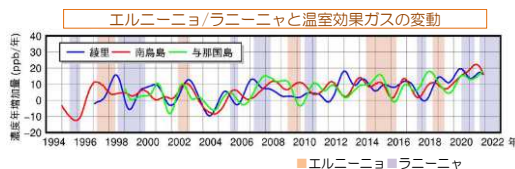
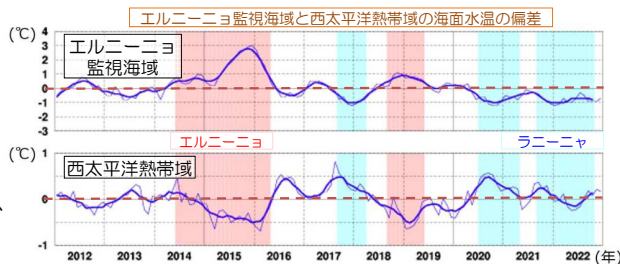
赤道付近や高緯度域など、CO₂を多く含む下層の海水の影響を受ける海域では、表面海水中のCO₂濃度が高く、pHの値は低い

海洋中のCO₂と酸性化 12

エルニーニョ/ラニーニャ現象

・エルニーニョ現象は、太平洋赤道域の日付変更線付近から南米沿岸にかけて海面水温が平年より高くなり、その状態が1年程度続く現象
 (逆に、同じ海域で海面水温が平年より低い状態が続く現象はラニーニャ現象と呼ぶ)
 ・エルニーニョ/ラニーニャ現象が発生すると、大気の流れが地球規模で変化するため、世界中の天候に影響する

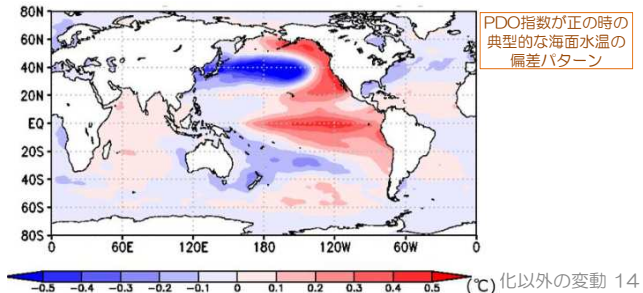
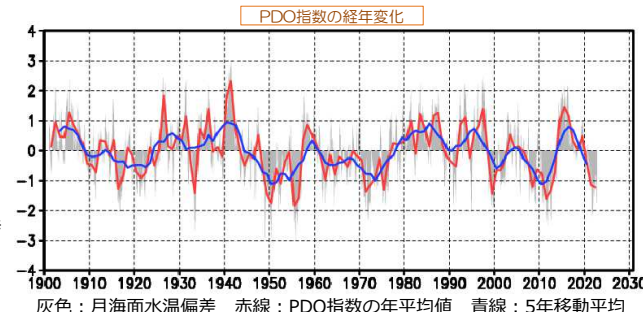
・温室効果ガスの年増加量が大きくなる時期は、エルニーニョ現象の発生時期におおむね対応しており、エルニーニョ現象がもたらす熱帯域を中心とした高温と少雨により植物の呼吸や土壌有機物分解作用の強化及び光合成活動の抑制が生じ、陸上生物圏から大気への二酸化炭素の正味放出が強まることが知られている。



太平洋十年規模振動

・海面水温は、十年から数十年規模に変動
 特に太平洋に見られる十年以上の周期を持つ大気と海洋が連動した変動は、太平洋十年規模振動 (PDO) と呼ばれる

・PDO指数が正(負)の時は、海面水温が北太平洋中央部で平年より低(高)くなり、北太平洋の北米沿岸で平年より高(低)くなる変動



終

ありがとうございました



「はれるん」
気象庁マスコットキャラクター

『日本の気候変動2020』より

将来予測まとめ



21世紀末の日本は、20世紀末と比べ...

※黄色は2°C上昇シナリオ (RCP2.6)、紫色は4°C上昇シナリオ (RCP8.5) による予測

年平均気温が約1.4°C/約4.5°C上昇

海面水温が約1.14°C/約3.58°C上昇



降雪・積雪が減少

沿岸の海面水位が約0.39 m/約0.71 m上昇

雪ではなく雨が降る。ただし大雪のリスクが低下するとは限らない。



3月のオホーツク海海水面積は約28%/約70%減少

日降水量の年最大値は約12% (約15 mm) / 約27% (約33 mm) 増加
50 mm/h以上の雨の頻度は約1.6倍/約2.3倍に増加

【参考】4°C上昇シナリオ (RCP8.5) では、21世紀半頃には夏季に北極海の海水がほとんど融解すると予測されている。



日本南方や沖縄周辺に比べても世界平均と同程度の速度で海洋酸性化が進行

※この資料において「将来予測」は、特報が読解できない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したものである。