



そうね～気象学かしら

今日は理科の授業？



お天気の勉強？



# 地球温暖化

参照：気象庁 [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki\\_ondanka/p01.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p01.html)



現象面を捉えると確かに  
気温が上がっているわね

熱帯夜って、お日様が隠れてい  
るときでも温度が下がらない夜  
のことだよね～

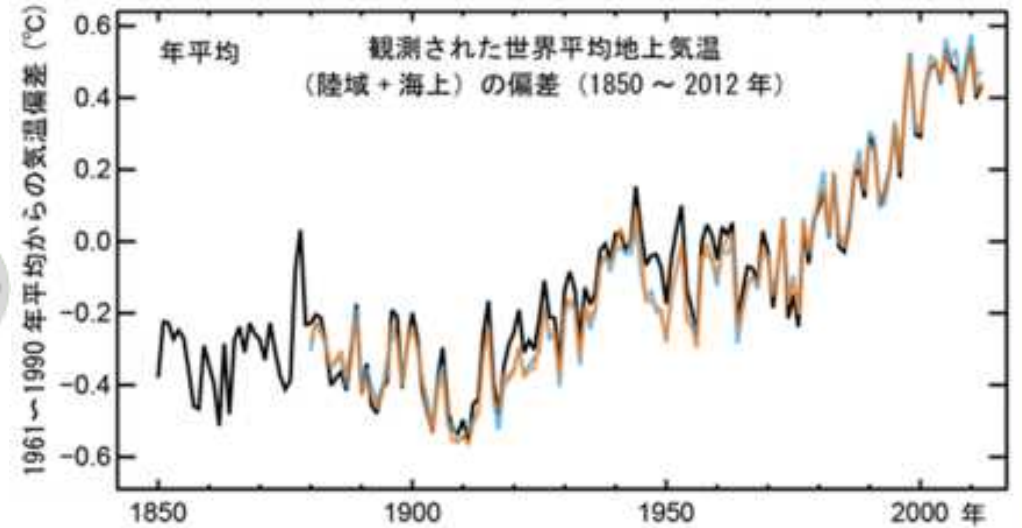


そう、25℃以上の夜ね。  
ちなみに猛暑日は35℃以上の日よ

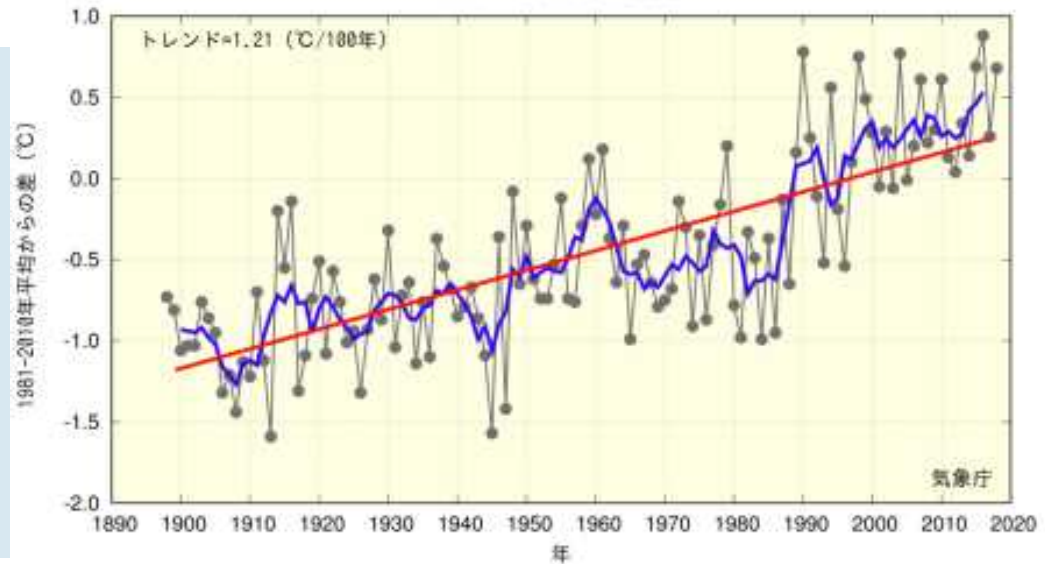


現在の地球は、過去1400年で最も暖くなっているらしい。  
また、海面水位は上がっているらしい。グラフはIPCC第5  
次評価報告書から気象庁が抜粋し、162年間の平均からの  
差を示している。色はデータセットの違いを表す

日本の平均気温は、1898年(明治31年)以降100年あたり約  
1.2℃の割合で上昇している。グラフは都市化の気温への  
影響が比較的少ない15地点のデータをもとに1981年から  
2010年までの平均値からの差の変化を求め、5年の移動平  
均処理(ある年を中心とする連続する5年の平均値をその  
年の値とする)を行った



日本の年平均気温偏差





地球の大気にはCO<sub>2</sub>がだいたい400ppm(0.04%)含まれているのよ

CO<sub>2</sub>とか温室効果ガスが無かったらマイナス19℃って・・・凍っちゃう



地球の大気には二酸化炭素等の温室効果ガスと呼ばれる気体がわずかに含まれる。これらの気体は赤外線を吸収し、再び放出する性質があり、太陽からの光で暖められた地球の表面から宇宙に向かう赤外線の多くが、熱として大気に蓄積され、再び地球の表面に戻ってくる。この赤外線が、地球の表面付近の大気を暖め、このメカニズムを温室効果という

温室効果が無い場合の地球の表面の温度は氷点下19℃と推測されるが、現在の世界の平均気温は約14℃

温室効果ガスには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、フロンガスがある

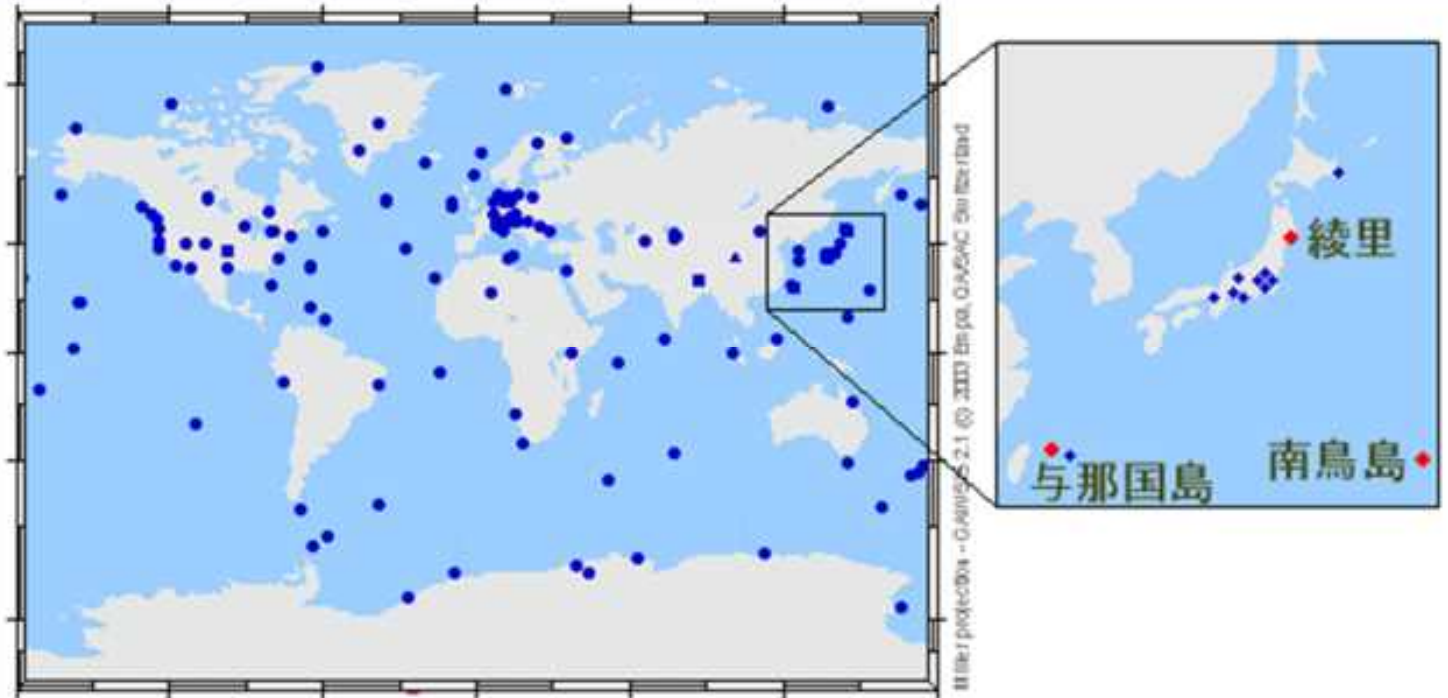


## 世界気象機関全球大気監視計画観測所情報システムHP掲載図を編集

大気中の二酸化炭素の観測は、1957年に南極で、1958年にハワイのマウナロアで、それぞれ始まった。マウナロアでの観測の結果は大気中の二酸化炭素の増加を明確に示し、今日の地球温暖化問題の議論のきっかけのひとつとなった

日本では、気象庁が1987年に岩手県の三陸海岸の綾里で大気中の二酸化炭素の観測を始めた。現在では、研究目的の観測も含め、国内の複数の観測所で二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの観測が行われている

気象庁では、綾里のほか、東京都の南鳥島、沖縄県の与那国島で長期間の観測を続けている。また、観測船によって、海上の大気と海水中の二酸化炭素の観測を、1984年から定期的に行っている



日本では気象庁が二酸化炭素の観測を1984年からしているわね

じゃあ、日本でCO2がどう変化したか追跡しているんだね



そうよ



1760年代から・・・？

産業革命！

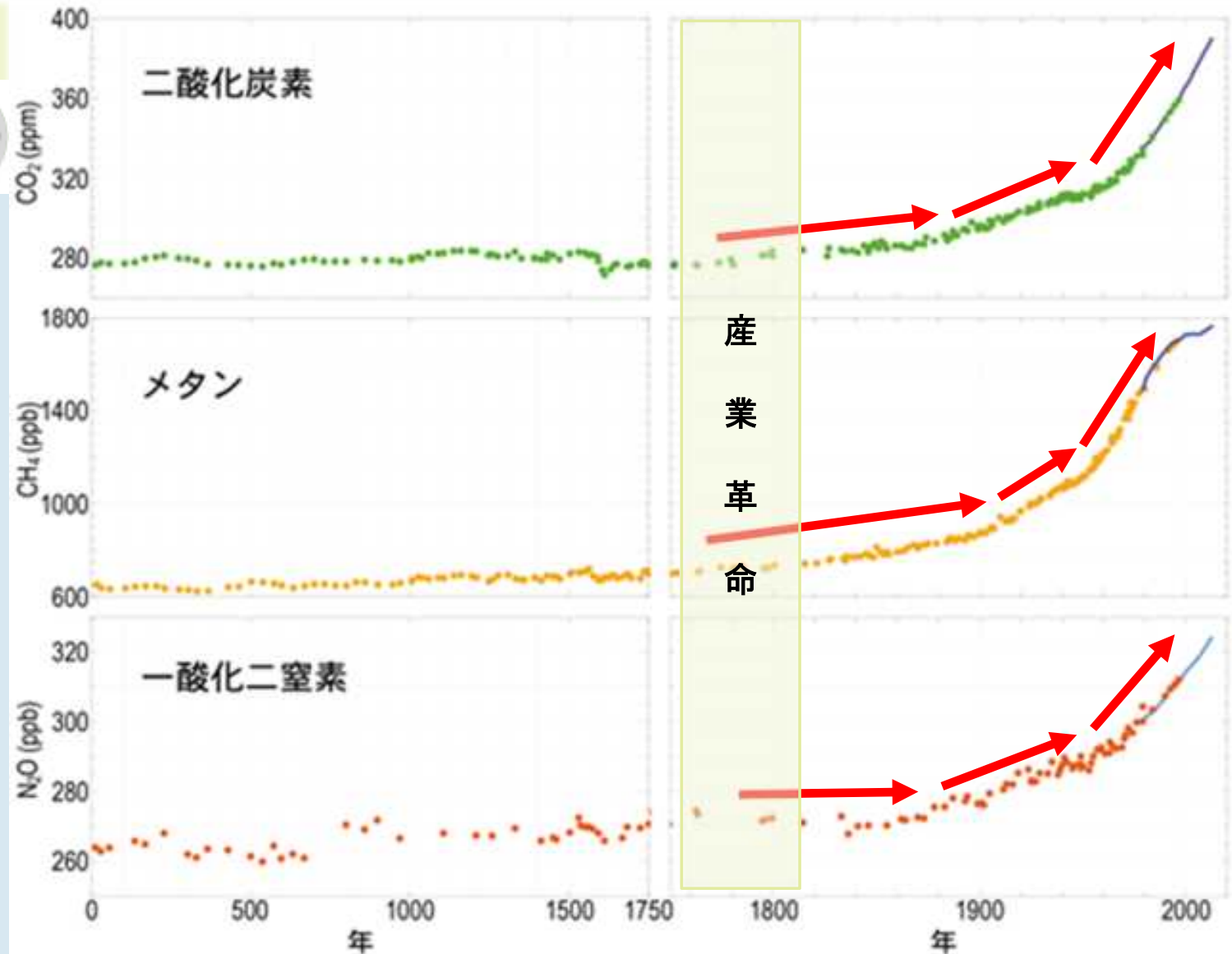


### 温室効果ガスの濃度の変化

二酸化炭素の大気中の濃度は過去数百年にわたり280ppm(100万分の1)程度だったが、18世紀半ばから上昇を始め、特にここ数十年で急激に増加

仮説として、動力等の燃料として石炭や石油が大量に使われるようになったため

二酸化炭素以外の温室効果ガス(メタン、一酸化二窒素など)も、同様に18世紀半ばから急激に増加。これは、増加した人口を支えるための農業や畜産業などの活発化にともなう、耕地の拡大、肥料の使用の増加、家畜の増加などによるものと考えられている





温室効果ガスは、二酸化炭素換算でざっくり何ppmかしら

$$0.04\% \div (0.652 + 0.108) = 0.053\% \text{ (CO2換算) かな?}$$



大気の残り99.947%は何?

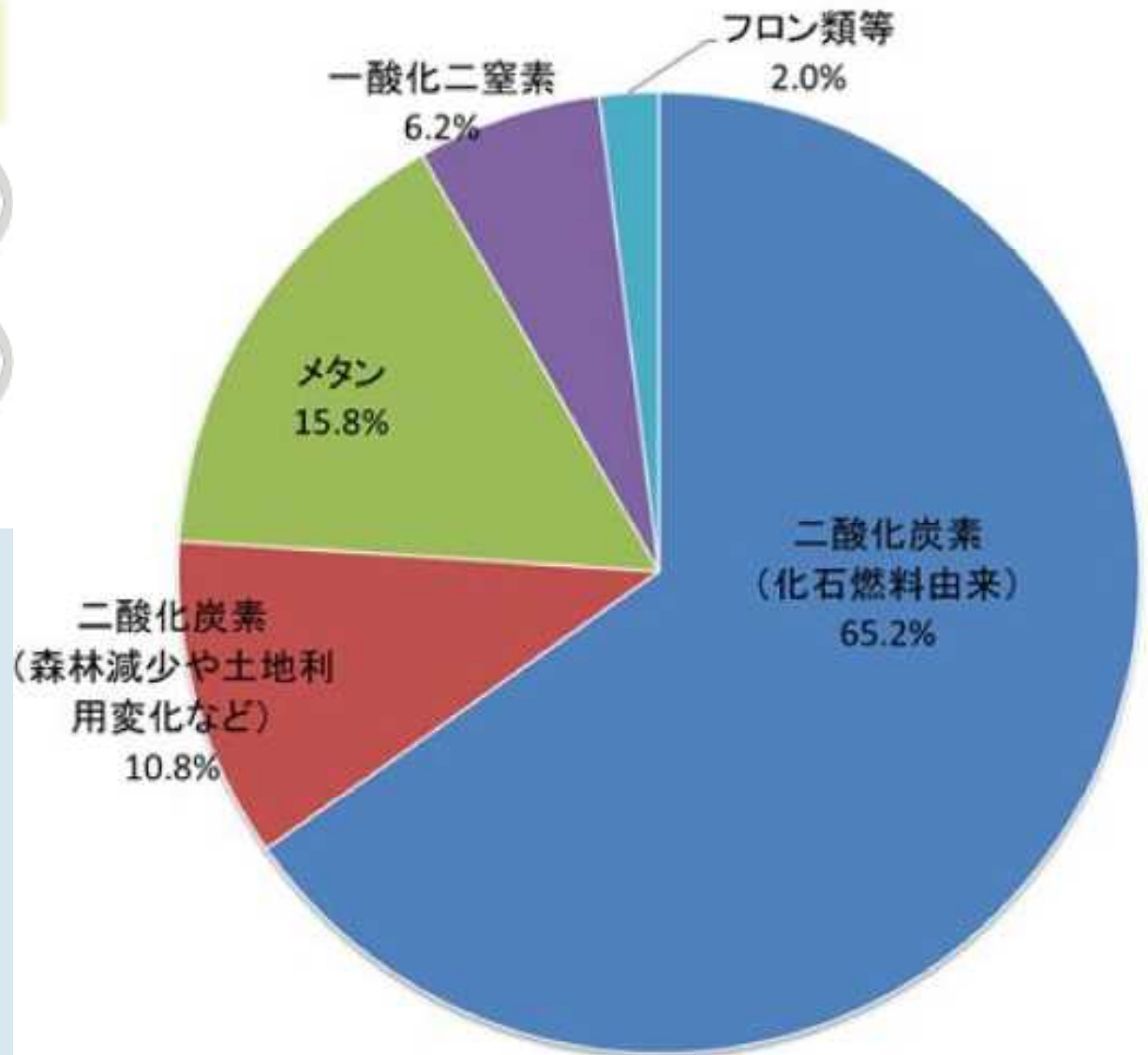



21%の酸素と78%の窒素よ

人為起源の温室効果ガスの総排出量に占めるガスの種類別の割合：2010年の二酸化炭素換算量での数値(IPCC第5次評価報告書より作図)

石炭や石油の消費、セメントの生産等により大量の二酸化炭素が大気中に放出される。また、大気中の二酸化炭素の吸収源である森林が減少している


メタンは、湿地や池、水田で枯れた植物が分解する際に発生する。家畜のげっぷにもメタンが含まれる。このほか、天然ガスを採掘する時にもメタンが発生する





ガー君、ひとまず大気中の二酸化炭素濃度が僅か0.04%ということは横に置いて、アルキメデスの原理は学校で習ったかしら？

うん！液体や気体中の物質は、その物質が押しつけている液体や気体の重さと同じ大きさで上向きの浮力を受けるってやつだよ。お風呂のお湯がこぼれた量と自分の身体の体積が同じと気付いて王冠が純金かどうか判別できるって。



じゃあ、北極の氷が、地球温暖化で溶けちゃったら海面上昇してツバルは海に沈むと思う？

沈まないよ～



なんで、そう思うの？

だって、北極は大陸じゃないから海に浮いてるじゃん。紀元前200年以上前からわかってることだよ。



ふ～ん



じゃあ、南極の氷が地球温暖化で溶けちゃったら海面上昇してー

ひっかけ問題？

海面上昇の原因は、ほとんどが海水の熱膨張とか  
グリーンランド氷床や山岳氷河の減少によるものだよ

まあ、大陸の氷が溶けたら海面はちょっと上昇するかな

じゃあ熱膨張を教えてよ



知ってるでしょう。物体の体積が温度の上昇につれて増加する現象よ。  
海洋の熱膨張は、水温上昇によって海洋体積が増大（および濃度減少）  
し、海面が上昇するのよ

どのくらい上昇するの？



地球の平均海面水位は、SRESシナリオのすべての予測幅で、  
1990年～2100年に0.09-0.88m上昇するらしいわ



じゃあ、ツバルは沈んじゃうのかな～



島の地盤は、石灰質のサンゴ礁だから硬いから浸食には時間が掛かるけど、地表は、有孔虫の殻とかが堆積したものであるから海面上昇したら簡単に流されちゃうわね

地下水汲み上げて地盤沈下したとかは？

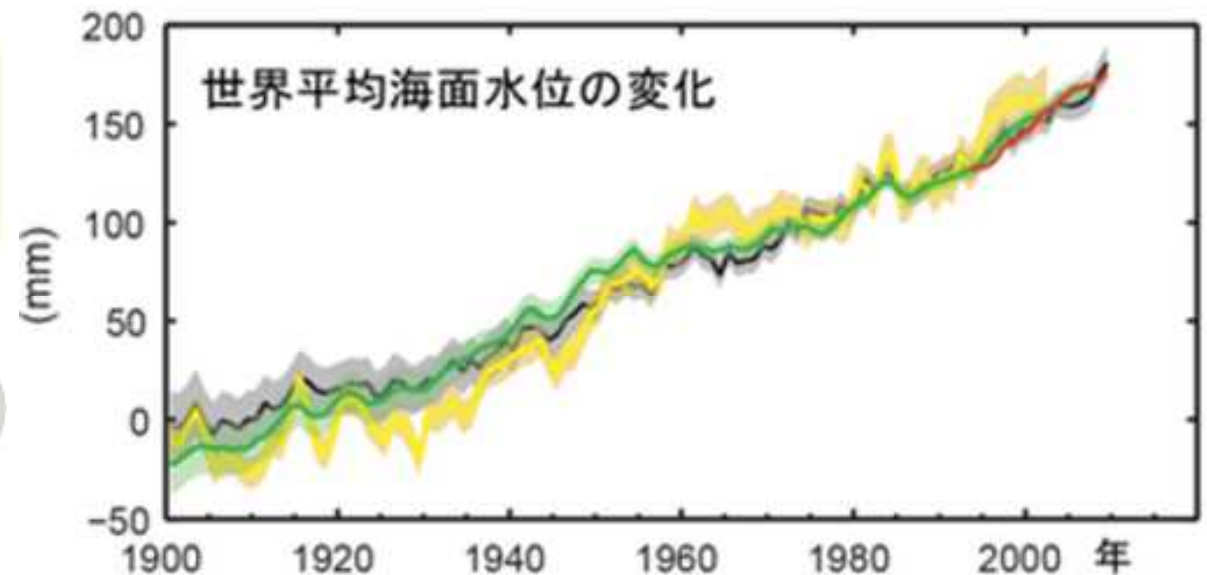


島民は雨水を利用しているからデマでしょう



いずれにしても海面が上昇しているのは事実だから、海水の熱膨張を抑えないとね

そうだね。大気中の水蒸気量が増えると降水量も増えるから、台風も大型化するよね～





地球温暖化は複合要因かもしれないけど、温暖化ガスが産業革命以降増加している現象は間違いないよね

大気中のCO<sub>2</sub>が280ppmから400ppmくらいまで増えているもんね



じゃあクイズね！2018年に地球温暖化の研究でノーベル経済学賞を受賞したのは誰でしょう？

イエール大学のウィリアム・ノードハウス教授



炭素税導入の提唱者でしょ



そうね。DICEモデル(Dynamic Integrated Climate-Economy model)を1993年に発表したわね

長くなるから一旦おしまい





わかったわ。参考文献も忘れずにね

は〜い



## 参考文献

- 地球温暖化, 国土交通省気象庁, [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki\\_ondanka/](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/)
- 江守正多, 組織的な温暖化懐疑論・否定論にご用心 国際環境経済研究所, 2020. 3. 10, <https://ieei.or.jp/2020/03/opinion200310/>
- 環境用語集, 一般財団法人環境イノベーション情報機構, <https://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201809/333002.html>
- 小倉知夫, 海面上昇とゼロメートル地帯, 2015, 国立環境研究所 地球環境研究センター, [https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/7/7-1/qa\\_7-1-j.html](https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/7/7-1/qa_7-1-j.html)
- 塩竈秀夫, 地球温暖化と「水」, Vol. 29 No. 6 通巻第333号 201809\_333002, 地球環境研究センターニュース, <https://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201809/333002.html>
- 室温効果ガス排出量 算定・報告・公表制度, 環境省, <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>
- William Nordhaus, Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy, *American Economic Review* 2015, 105(4), 1339-1370, <http://dx.doi.org/10.1257/aer.15000001>
- William Nordhaus, Projections and Unsurtainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies, *American Economic Journal, Economic Policy* 2018, 10(3), 333-360, <http://doi.org/10.1257/pol.20170046>