

惑星地球科学2 (第5回目)

地球温暖化

東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

2018/10/28

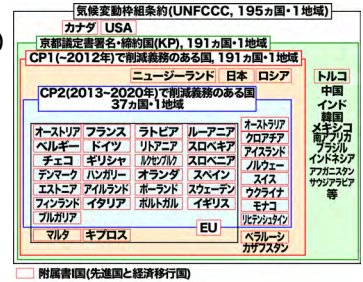
komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

http://www43.tok2.com/home/isua/

地球温暖化問題

京都議定書(1997年12月11日)

発効: 2005年2月16日

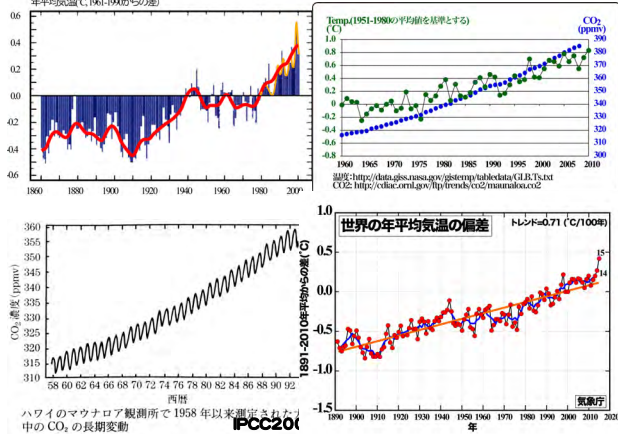


パリ協定 (2015年12月12日)

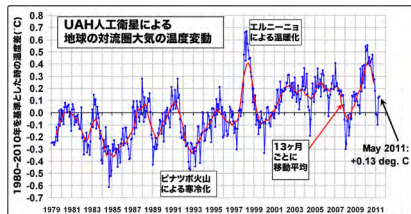
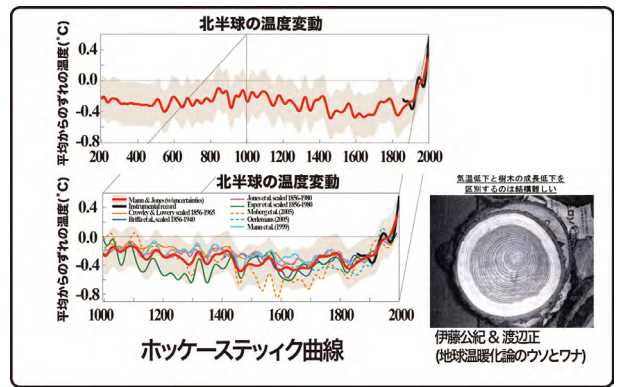
発効: 2016年11月4日

- (1) CO₂ 排出量の削減の目標と評価(発展途上国も)
- (2) 平均気温上昇を2℃未満(1.5℃を目指す)
- (3) 途上国支援

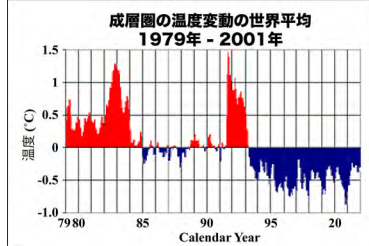
地球は温暖化しているのか?



気温の変動(ホッケースティック曲線)



人工衛星から測定した
“対流圏大気”の温度
弱い右上がりトレンド



人工衛星から測定した
“成層圏大気”の温度
最近の温度の低下: CO₂による温室効果?

氷河の後退

Sperry Glacier, Glacier National Park, MT



Grinnell Glacier, Glacier National Park, MT

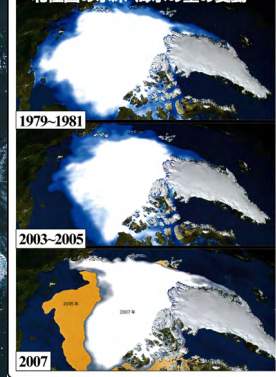


北極と南極の氷

ラーセンB棚氷 (南極)

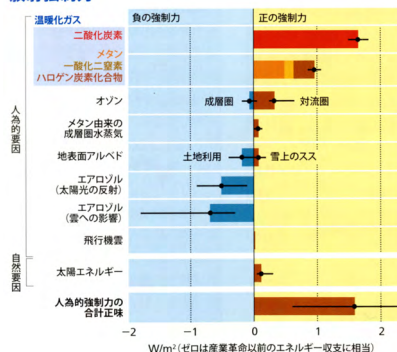


北極圏の氷床・海氷の量の変動



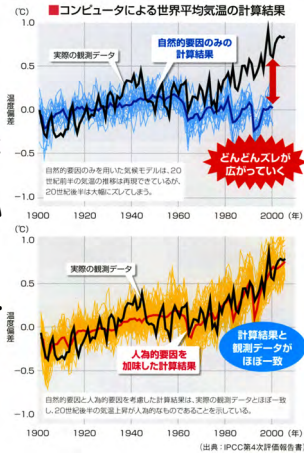
-どれだけ温暖化を及ぼすかの目安。一放射強制力について-

放射強制力

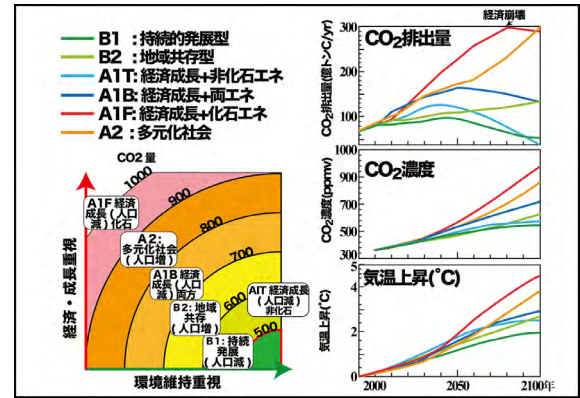


コンピュータによる平均気温の計算

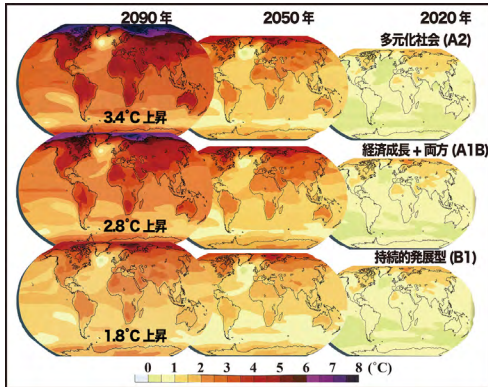
- ①CO₂の効果をいれるとよく合う
 - ②CO₂の効果をいれないと現在は寒冷化のはず
- ↓
- コンピュータシミュレーションは予言可能!
- ↓
- CO₂量を変えて、100年後の地球を予言!



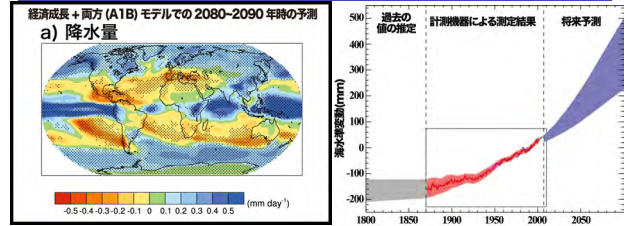
コンピュータが未来の環境を予測??



100年後地球の気温は??



このまま地球が温暖化したら??



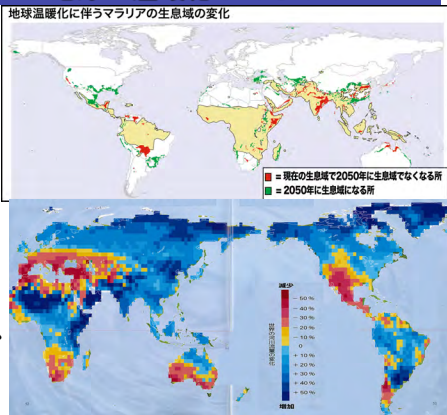
このまま地球が温暖化したら??

マラリアがアメリカでも生息?

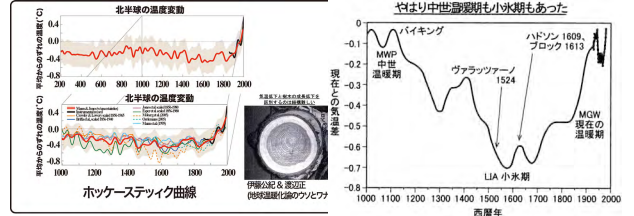
河川流量の減少

↓

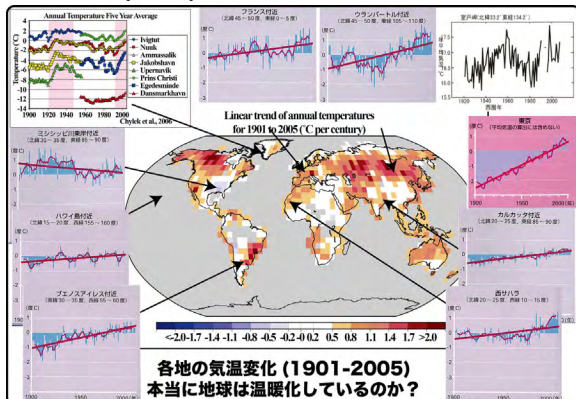
ヨーロッパ、アメリカで水不足?



気温の変動(ホッケースティック曲線)

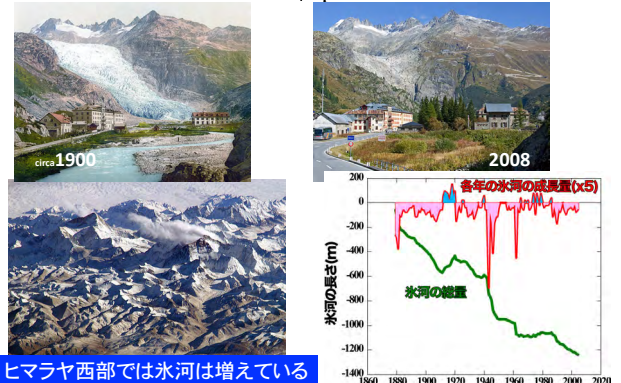


地球(全体)は温暖化しているのか?



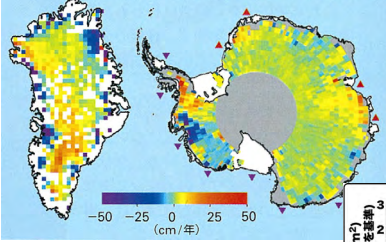
氷河の後退??

Rhone氷河, Alps

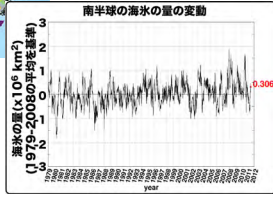


北極と南極の氷は本当に減ってる？

グリーンランド(左)と南極大陸(右)における氷床の高さの変化

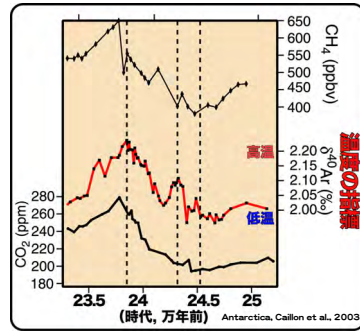


南半球の海水の量の変動

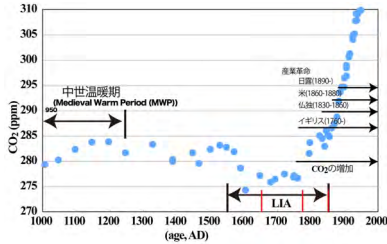


温室効果ガス原因説と矛盾する証拠

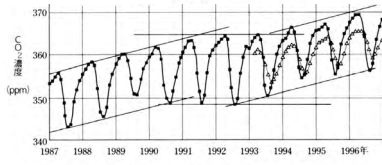
(1)古気候から読む。温暖化とCO₂量の増加の関係。



温度の方が先に変化している。

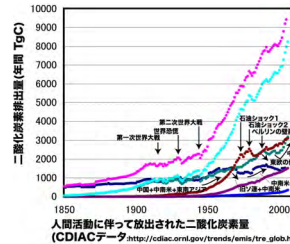


CO₂濃度の変化：西暦1000年以降

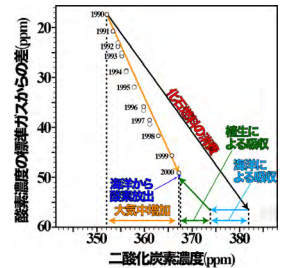


CO₂濃度とピナツボ火山 (化石燃料の消費ペースは変化していないはずなのに、CO₂量が増加していない)

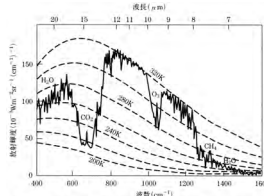
図表2-4 CO₂濃度とピナツボ火山の噴火(植田 敏「新石油文明論」P.41)
1987年から97年までの日本の観測(若手島)と南鳥島(東京都)におけるCO₂濃度の測定値である。91年から93年まで濃度は増えていることが分かる。



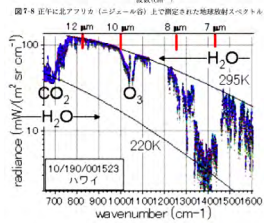
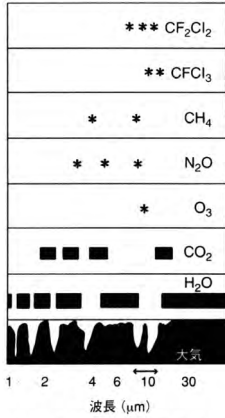
人間活動に伴って放出された二酸化炭素量 (CDIACデータ http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.htm)



(1) 地球の大気構造(対流圏と成層圏下部)

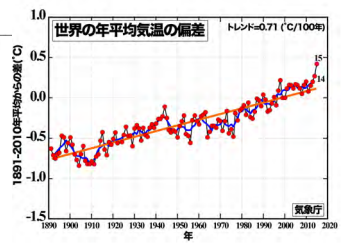
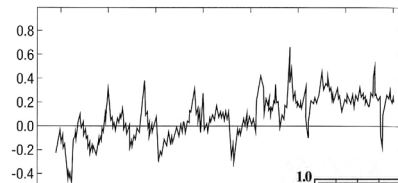


CO₂は対流圏の上部まで十分に存在。Fullに、温室効果をしてしまっている。



最近の気温変動：高止まり傾向？

気温の偏差 (1961~90年の平均からの) [単位: °C]



環境(気候)の周期(太陽活動)

過去400年間の太陽活動の変化 (Kirkby, 2002)

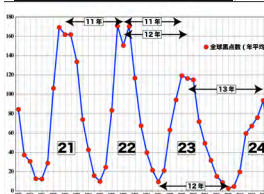
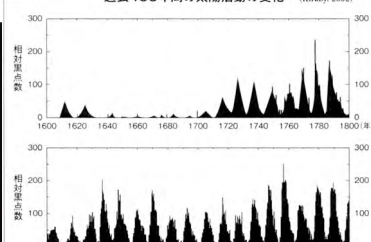
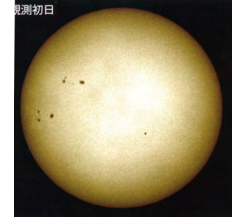
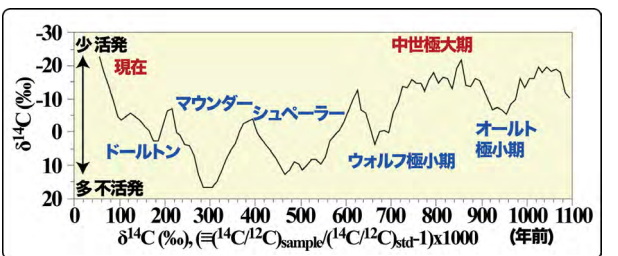
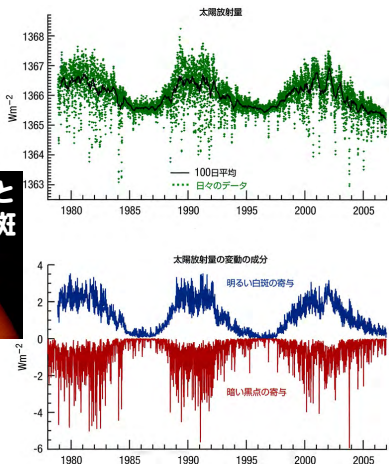
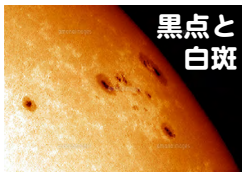


図1 地球リズムの10~10^7年周期 (村上・大野, 1992, 一橋大学)

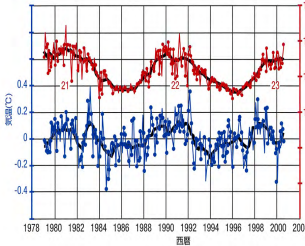
太陽の活動度



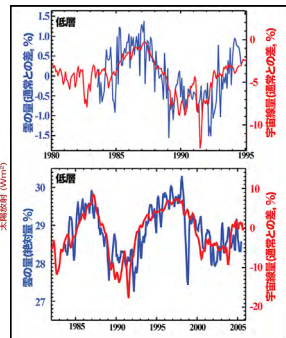
黒点周期と太陽の活動



太陽放射量と気温(火山等の影響, 全体的な温度上昇を除く)

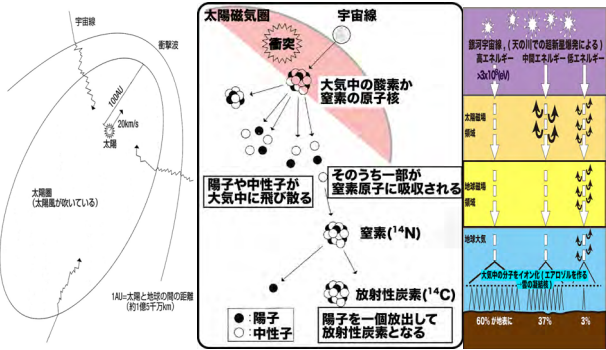


(1) 黒点周期(太陽放射量と良い相関) ただし、絶対量があわない。
0.1%→0.06℃の変動。(実際は0.12℃変動)

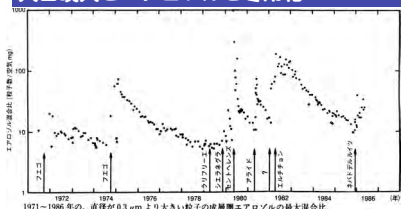


地球の温度を支配する要因：太陽

太陽が活発→太陽圏(太陽風が吹いている領域)が強くなり宇宙線が侵入しにくくなる→¹⁴Cが減少



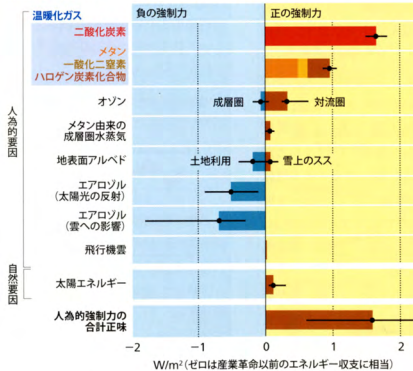
火山噴火とエアロゾルと寒冷化



(1) エアロゾルが増えると入射光を散乱させるためアルベドが増える。
 $\Delta F = -0.9 W/m^2$
(2) エアロゾルが増えると雲が増える→アルベドを上げる。

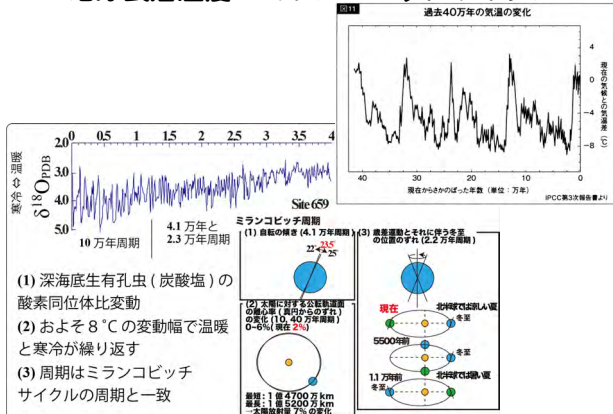
温室効果ガス原因説と矛盾する証拠

放射強制力—— 網引き勝負は一方向的



- ①宇宙線量の変動による、雲の影響は含まれていない
- ②大規模火山などによるエアロゾル：負(一時的、含まれていない)
- ③太陽はそんなに小さいのか？

地球表面温度とミランコビッチサイクル



⑤-2 地球の気温の変化

地球は決して一定ではなく、いくつもの階層で変動し続けている

