

惑星地球科学2 (第5回目)

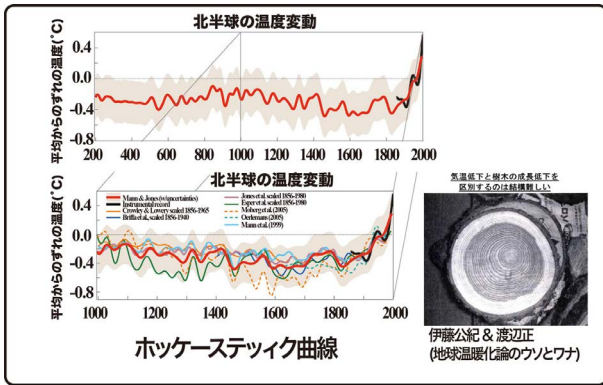
地球温暖化

東京大学総合文化研究科：

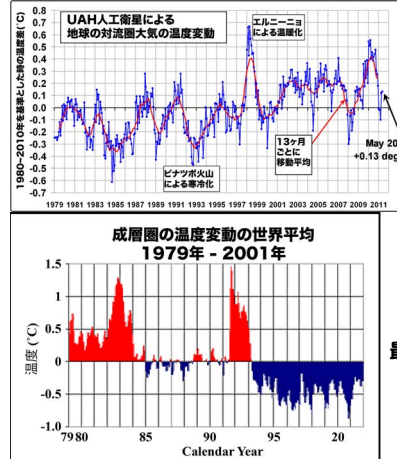
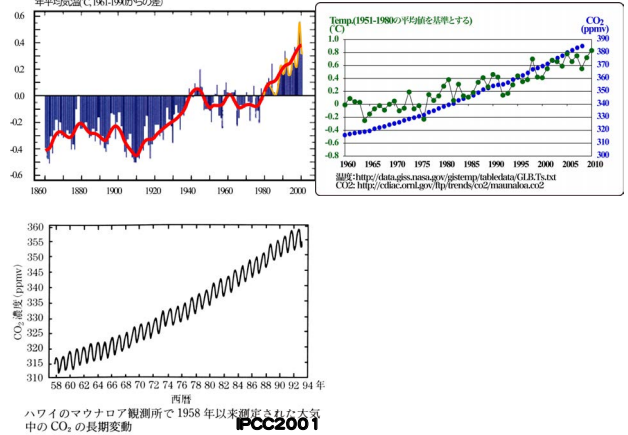
小宮 剛 准教授

2015/10/23

気温の変動ホッケースティック曲線



地球は温暖化しているのか?



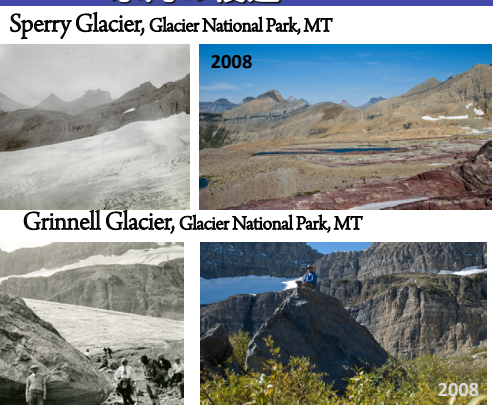
人工衛星から測定した“対流圏大気”の温度

弱い右上がりトレンド

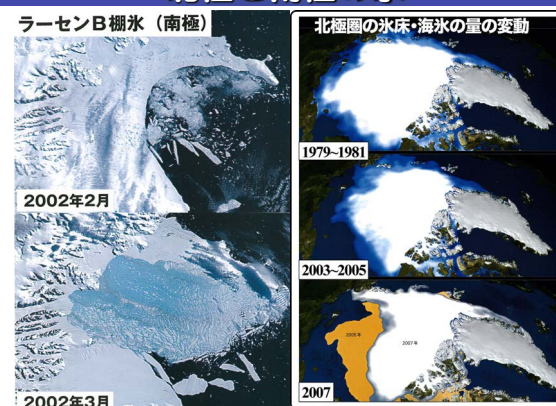
人工衛星から測定した“成層圏大気”の温度

最近の温度の低下: CO₂による温室効果?

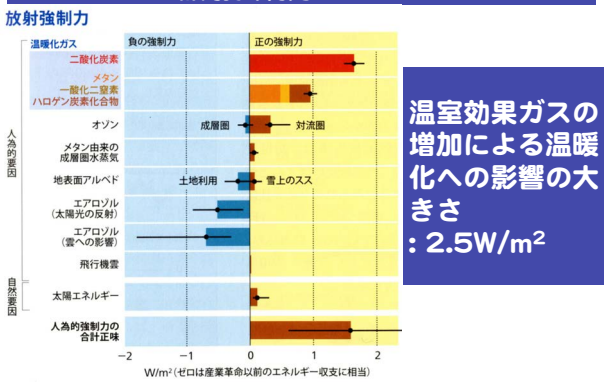
氷河の後退



北極と南極の氷



-どれだけ温暖化を及ぼすかの目安。放射強制力について-



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

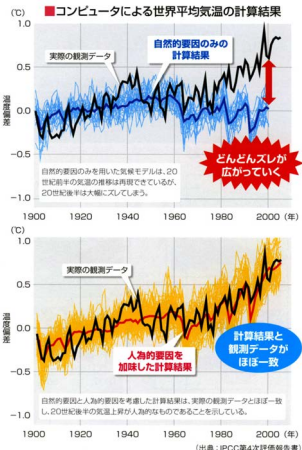
②CO₂の効果をいれないと現在は寒冷化のはず

↓

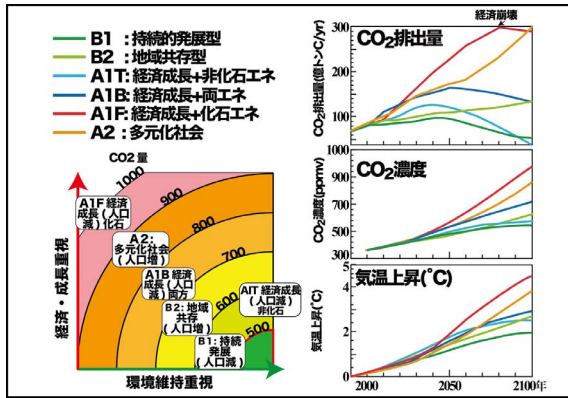
コンピュータシミュレーションは予言可能!

↓

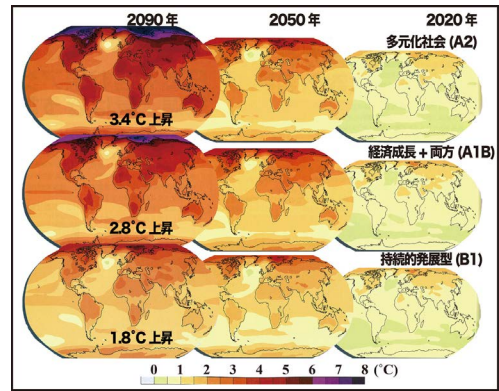
CO₂量を変えて、100年後の地球を予言!



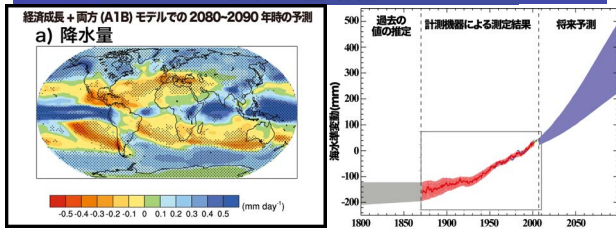
コンピュータが未来の環境を予測??



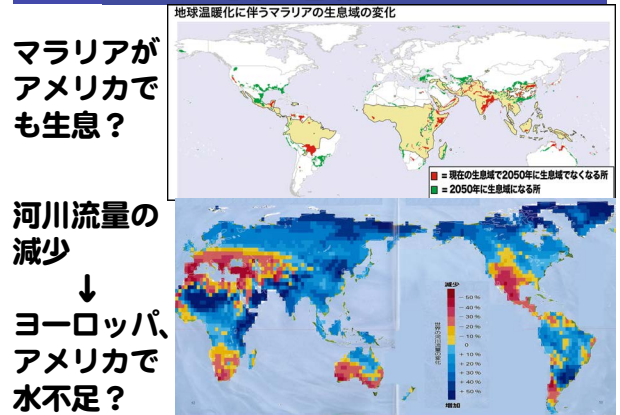
100年後地球の気温は??



このまま地球が温暖化したら??



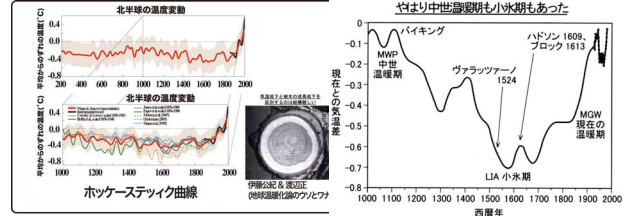
このまま地球が温暖化したら??



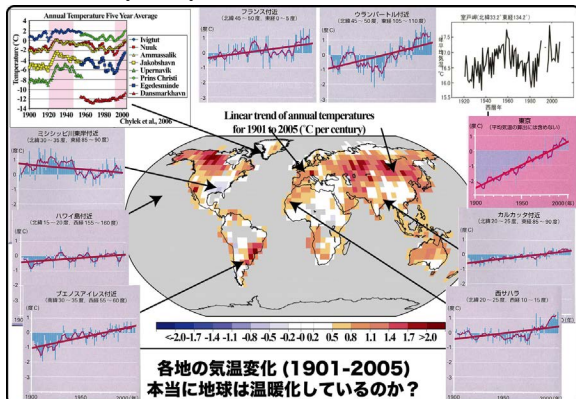
地球温暖化(問題)とは?

- 地球は温暖化しているのか?
- 地球が温暖化しているとしたら、人為的or自然の周期制?
- 温暖化の原因はCO₂なのか?
- 温暖化は食い止めるべきなのか?

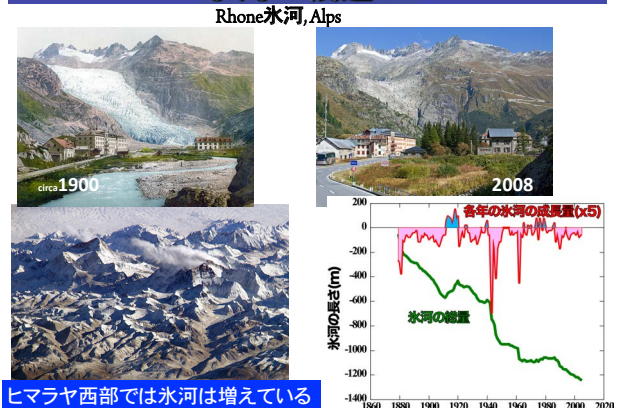
気温の変動(ホッケースティック曲線)



地球(全体)は温暖化しているのか?

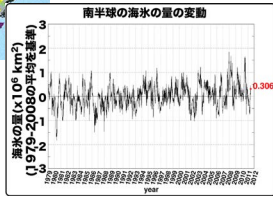
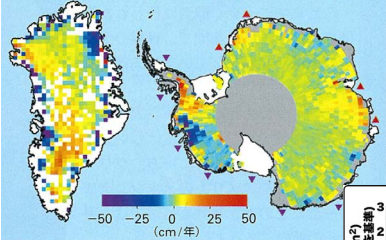


氷河の後退??



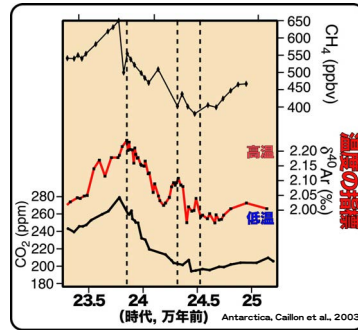
北極と南極の氷は本当に減ってる？

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

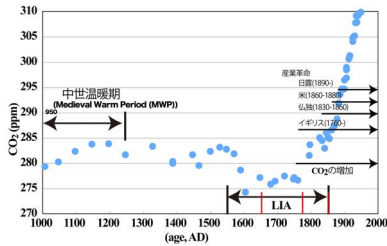


温室効果ガス原因説と矛盾する証拠

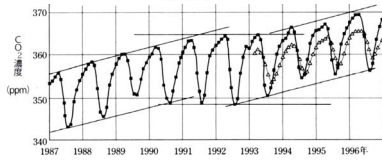
(1)古気候から読む。
温暖化とCO₂量の増加の関係。



温度の方が先に
変化している。

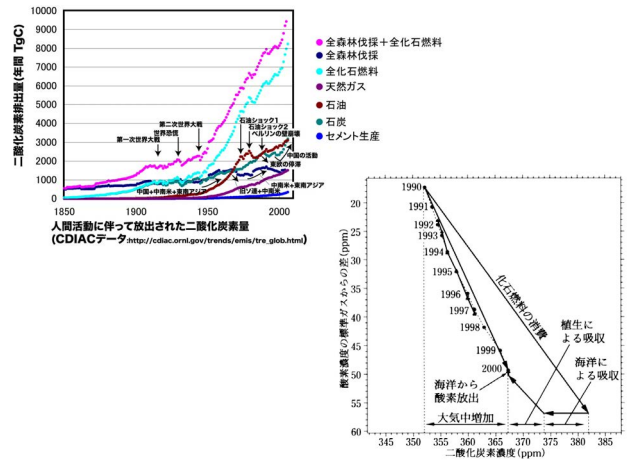


CO₂濃度の変化：西暦
1000年以降

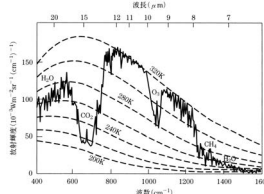


CO₂濃度とピナツボ
火山
(化石燃料の消費ペースは変化していない
はずなのに、CO₂量
が増加していない)

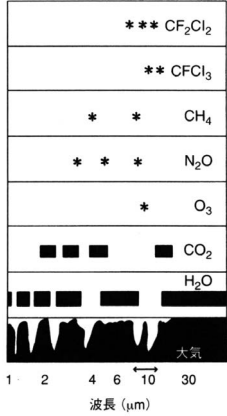
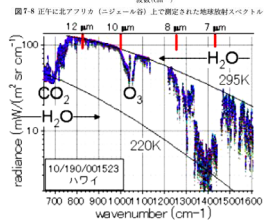
図表 2-4 CO₂濃度とピナツボ火山の噴火(碓田 敏「新石油文明論」P.41)
1987年から97年までの日本の観測(若手県)と南鳥島(東京都)におけるCO₂濃度の測定値である。91年から93年まで濃度は増えていることが分かる。



(1) 地球の大気構造(対流圏と成層圏下部)

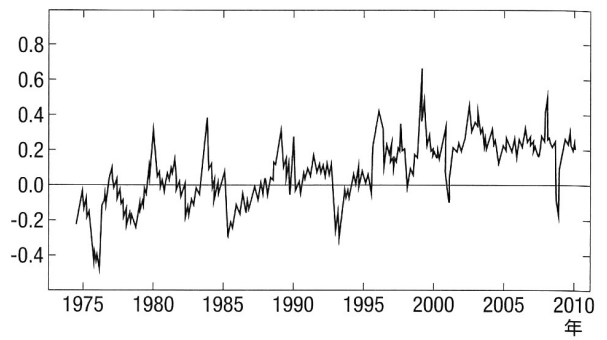


CO₂は対
流圏の上部
まで十分に
存在。
Fullに、温
室効果をし
てしまっ
ている。



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：℃]



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)

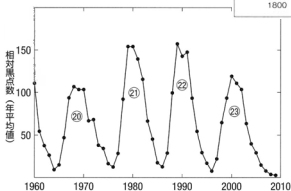
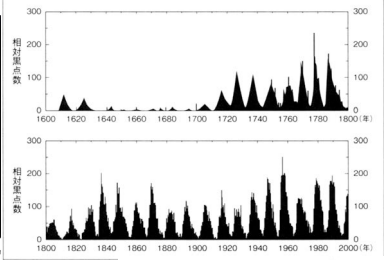
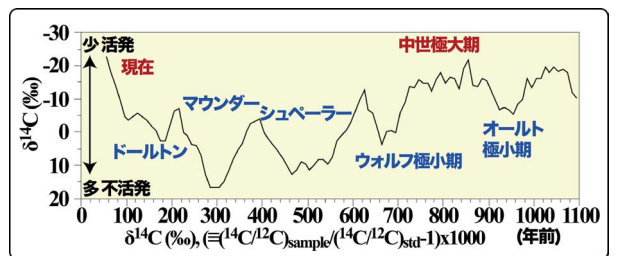
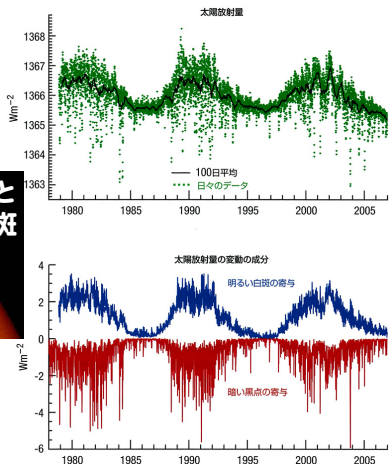
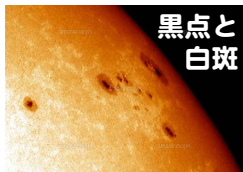


図 1 地球リズムの10~10^10年周期 (村上・金野・大野, 1992, 一橋大学)

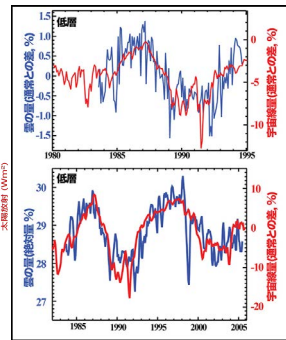
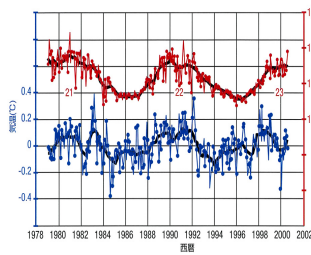
太陽の活動度



黒点周期と太陽の活動



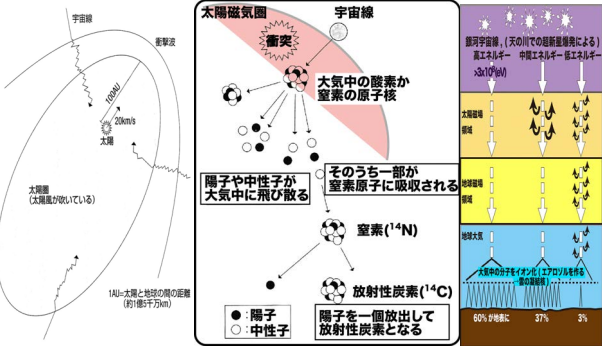
太陽放射量と気温(火山等の影響, 全体的な温度上昇を除く)



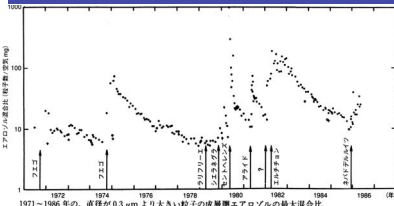
(1) 黒点周期(太陽放射量と良い相関)ただし、絶対量があわない。0.1%→0.06°Cの変動。(実際は0.12°C変動)

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

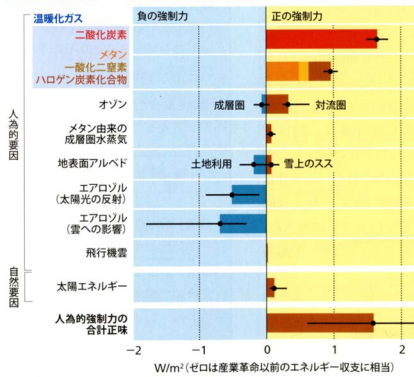


1971-1986年の、直径が0.3μmより大きい粒子の成層圏エアロゾルの最大混合比データに基づいて気候モデルを構築し、それによって得られた成層圏エアロゾル濃度を変化させたと考えられる大きな火山噴火の日付も表示 (Hofmann, et al. 1987 Geophysical Research Letters, 14, 614-617)

- (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。ΔF=-0.9W/m²
- (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?

環境(気候)の周期(地球磁場の変動)

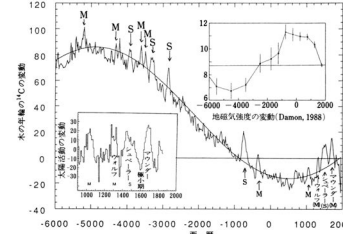
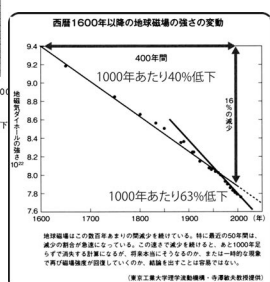
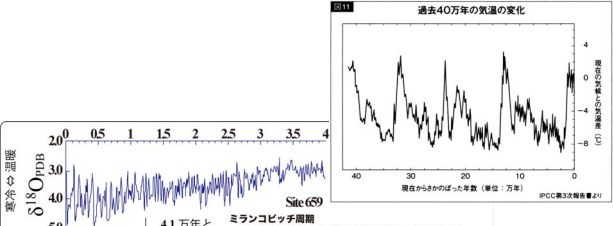


図 14.2 木の年輪の¹⁴C変化と太陽活動の変動 (Stuiver and Braatunas, 1988)
太陽活動の変動期にはマウンダー・タイプ (M) とシュペーラー・タイプ (S) がある。右) 太陽活動の変動曲線は木の年輪の¹⁴Cを基に補正を施し求められている。



西暦1600年以降の地球磁場の強さの変動
400年間 1000年あたり40%低下
1000年あたり63%低下

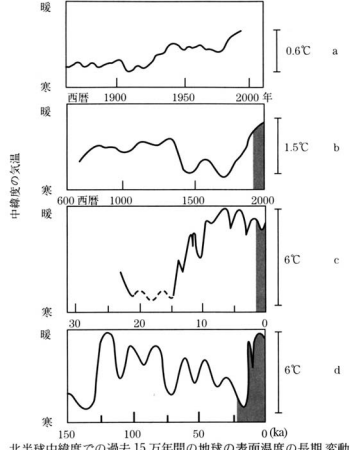
地球表面温度とミランコビッチサイクル



- (1) 深海底生有孔虫(炭酸塩)の酸素同位体比変動
- (2) およそ8°Cの変動幅で温暖と寒冷が繰り返す
- (3) 周期はミランコビッチサイクルの周期と一致

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



北半球中緯度での過去15万年間の地球の表面温度の長期変動