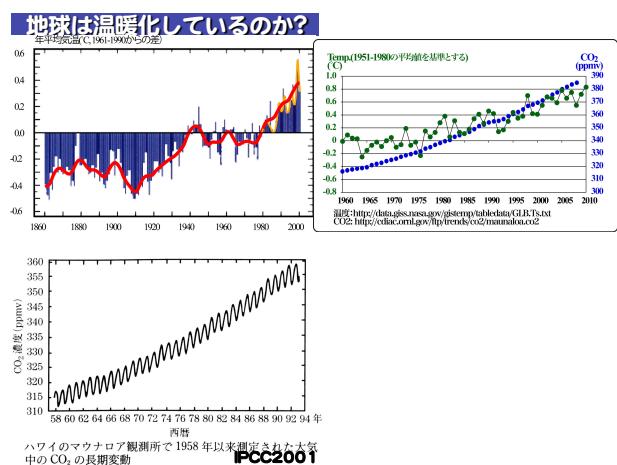


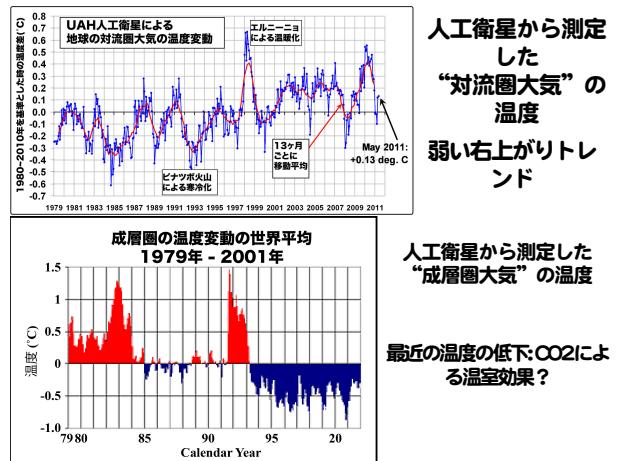
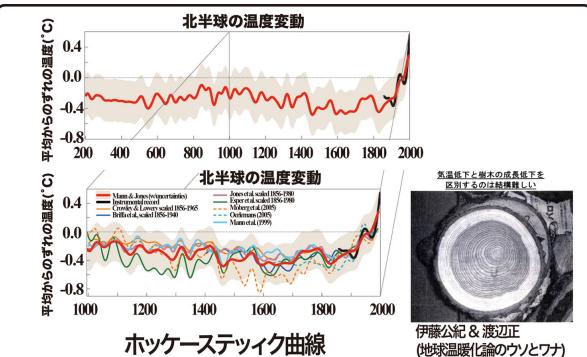
惑星地球科学2 (第6回目)

地球温暖化

東京大学総合文化研究科：
小宮 剛 准教授
2014/11/18

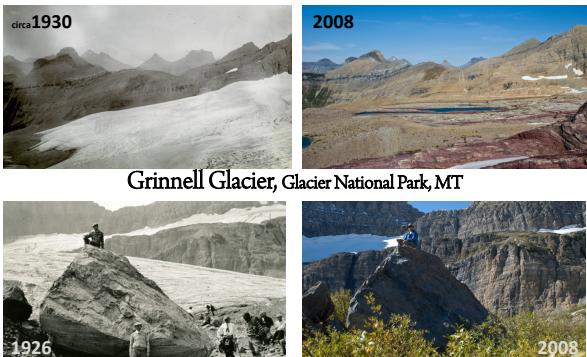


気温の変動(ホッケースティック曲線)



氷河の後退

Sperry Glacier, Glacier National Park, MT

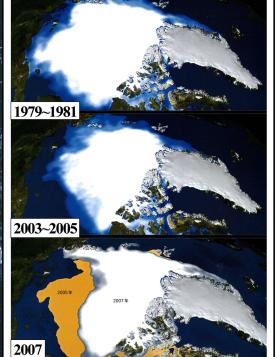


北極と南極の氷

ラーセンB棚氷（南極）

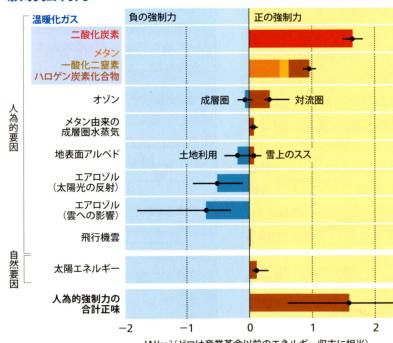


北極圏の氷床・海氷の量の変動



-どれだけ温暖化を及ぼすかの目安。 —放射強制力について—

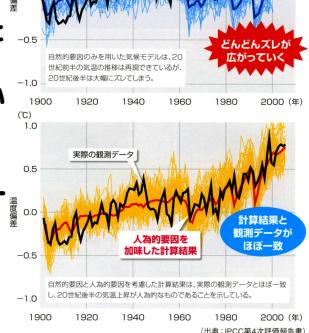
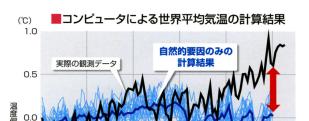
放射強制力



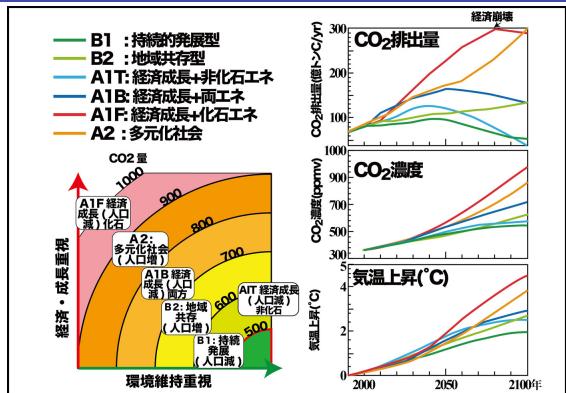
温室効果ガスの
増加による温暖
化への影響の大
きさ
: 2.5 W/m²

コンピュータによる 平均気温の計算

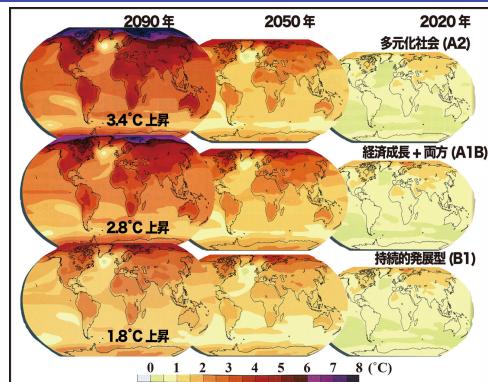
- ①CO₂の効果をいれるとよく合う
- ②CO₂の効果をいれない
と現在は寒冷化のはず
↓
コンピュータシミュレー
ションは予言可能!
- ↓
CO₂量を変えて、100
年後の地球を予言!



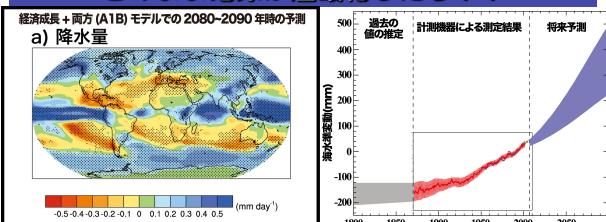
コンピュータが未来の環境を予測??



100年後地球の気温は??



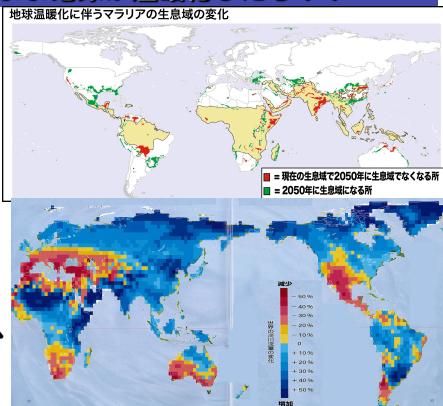
このまま地球が温暖化したら??



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?

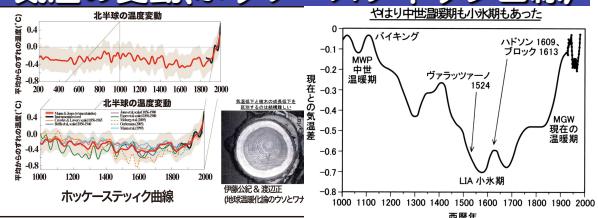
河川流量の
減少
↓
ヨーロッパ、
アメリカで
水不足?



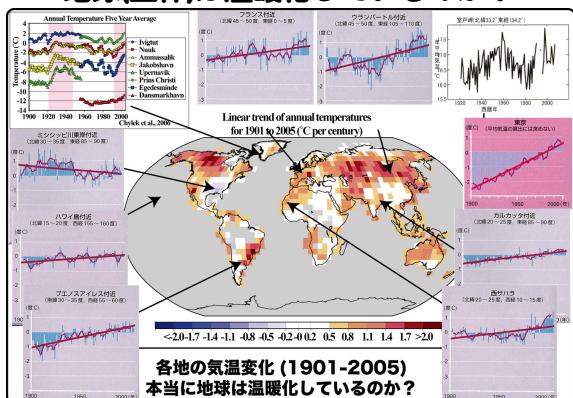
地球温暖化(問題)とは?

- (1) 地球は温暖化しているのか?
 - (2) 地球が温暖化しているとしたら、人為的or自然の周期制?
 - (3) 温暖化の原因はCO₂なのか?
 - (4) 温暖化は(高い代償を払ってでも)食い止める(努力)をすべきなのか?
- ①温暖化の原因はCO₂にあり、②CO₂濃度が上昇するにつれ、さらに温暖化が続く。
→科学的に、これを証明するのは極めて困難!
⇒否定するのも、これも困難!
- ↓
証明できないんだから、CO₂が原因だとすべきではない
証明できないが、されるの(100年後)を待つ訳にはいかないか??

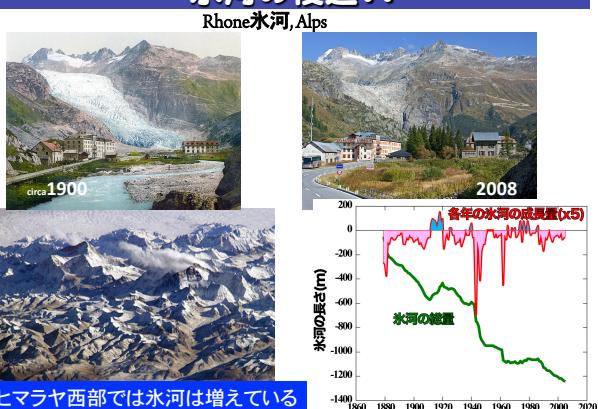
気温の変動(ホッケースティック曲線)



地球(全体)は温暖化しているのか?

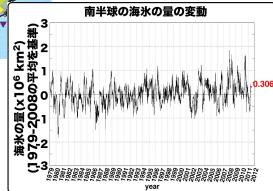
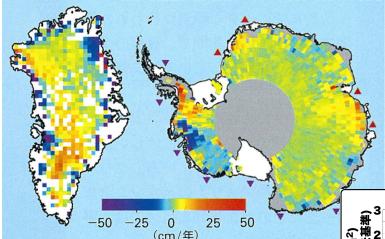


氷河の後退??



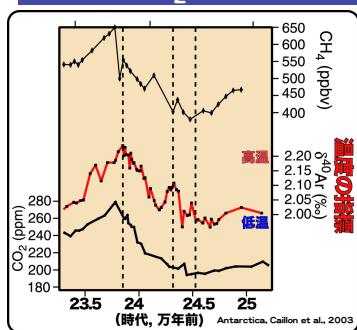
北極と南極の氷は本当に減ってる？

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

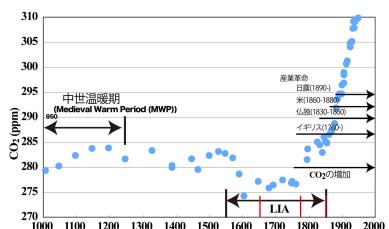


温室効果ガス原因説と矛盾する証拠

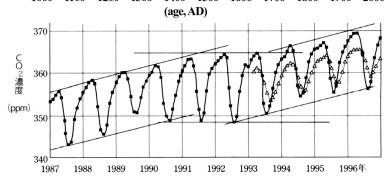
(1) 古気候から読む。 温暖化とCO₂量の増加の関係。



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

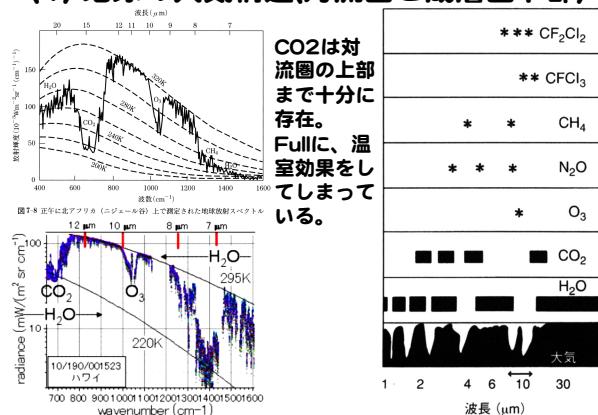


CO₂濃度とピナツボ
火山
(化石燃料の消費ペー
スは変化していない
はずなのに、CO₂量
が増加していない)

図表2-4 CO₂濃度とピナツボ火山の噴火（佐田 敦「新石油文明論」P.41）

1987年から97年までの日本の縄手（岩手県）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ないことが分かる。

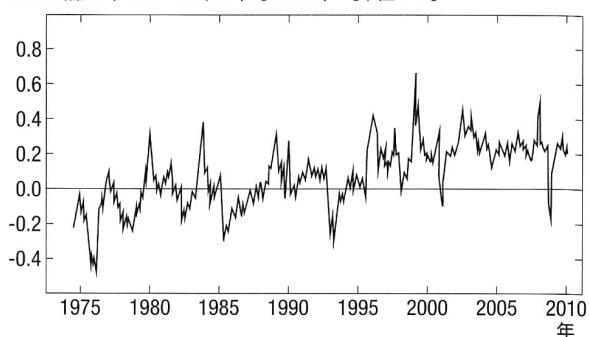
(1) 地球の大気構造(対流圏と成層圏下部)



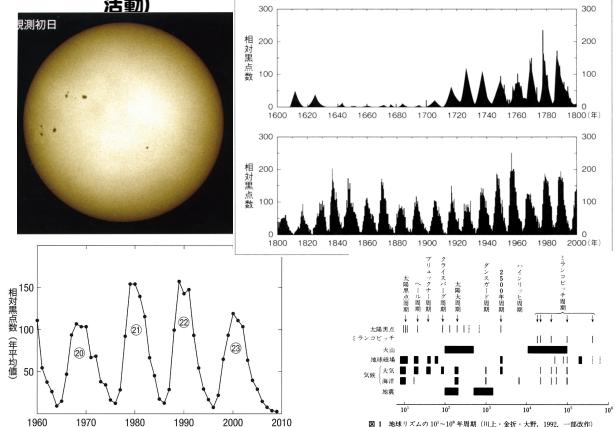
CO₂は対
流圏の上部
まで十分に
存在。
Fullに、温
室効果をし
てしまっ
て
いる。

最近の気温変動：高止まり傾向？

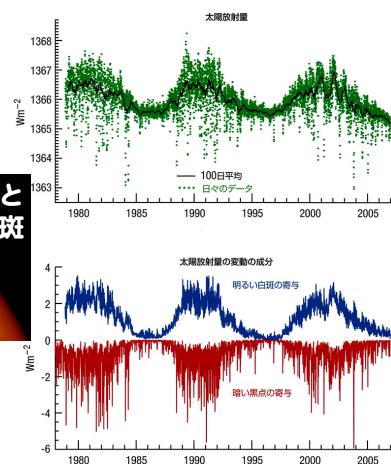
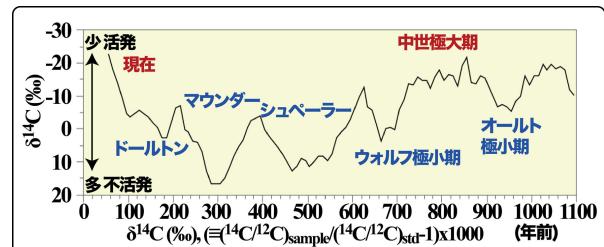
気温の偏差（1961～90年の平均からの） [単位：℃]



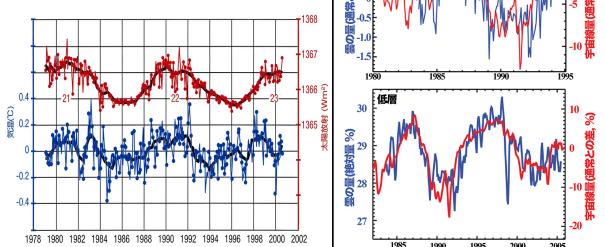
環境(気候)の周期(太陽 活動)



黒点周期と 太陽の活動

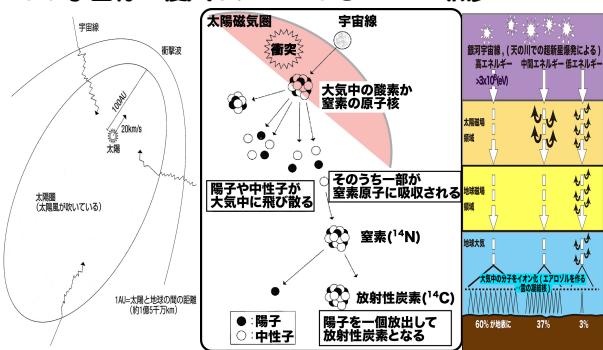


太陽放射量と気温(火山等の影響、全体的な温度上昇を除く)

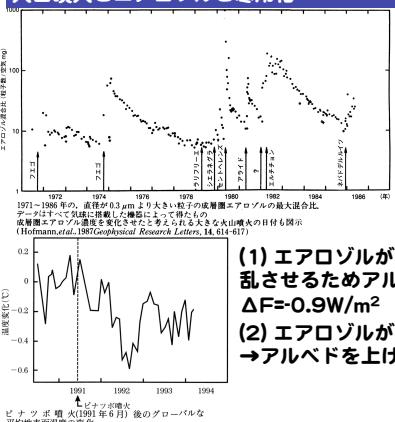


(1) 黒点周期(太陽放射量と良い相関)ただし、絶対量があわない。
0.1%→0.06°Cの変動。(実際は0.12°C変動)

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→ ^{14}C が減少



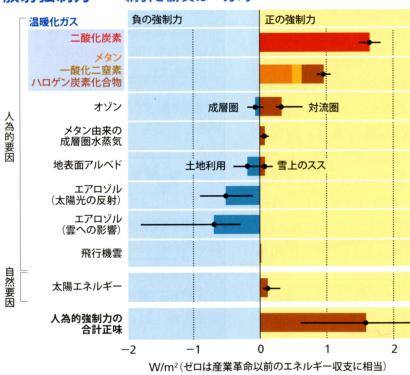
火山噴火とエアロゾルと寒冷化



- (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。
 $\Delta F = -0.9 \text{ W/m}^2$
- (2) エアロゾルが増えると雲が増え
→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——綱引き勝負は一方的



- 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)

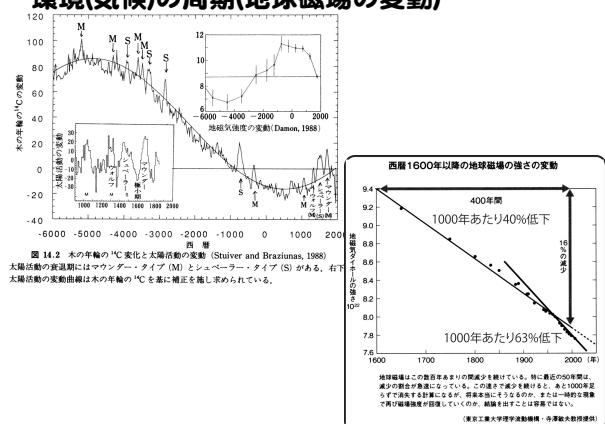
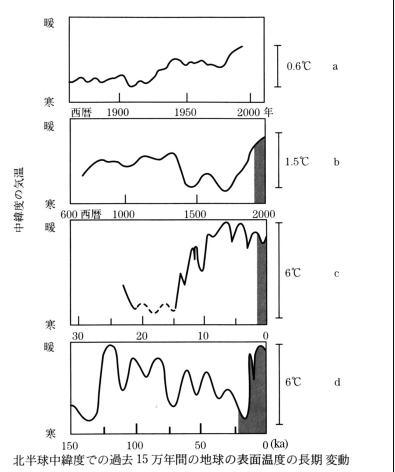


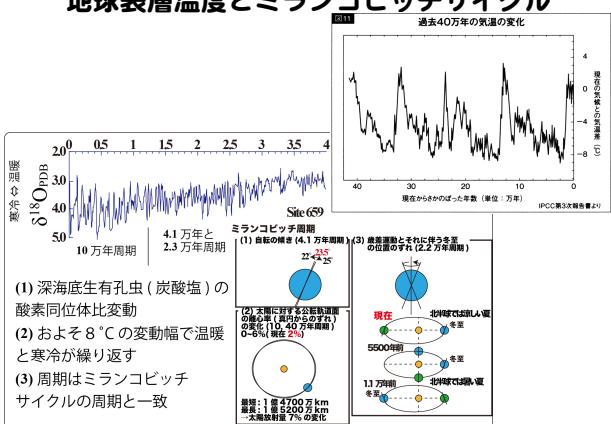
図14.2 木の年輪の ^{14}C 変化：本間新一・水谷伸一(Shibusawa and Mizutani, 1988)。太陽活動の変遷にはマングラー、タイプ(M)とシニアラー、タイプ(S)がある。右下は太陽活動の変動曲線は木の年輪の ^{14}C を基に精正し求められている。

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いている



地球表層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

過去40万年の気温の変化

現在からさかのぼった年数(単位：万年) (IPCC第3次評議会より)

Site 65

ミランコビッチ周期
(1) 軌道の大きさ(4.1万年周期)
(2) 地軸に平行な公転軌道の傾き(約2.3万年周期)
0.6% (傾き22°)

(3) 進退運動とそれに伴う季節の位置のずれ(2.2万年周期)

北半球では暖い季節
55000年前
南半球では暖い季節
11万年前
北半球では寒い季節
17万年前
南半球では寒い季節
22万年前

周期：1 周期 1700万km
南北緯度差：20°

最大熱帯移動率：7% の変化