

合 同 分 科 会 選 出

2009 年度 合同分科会 より

基調講演

地球温暖化予測の科学的基礎

海洋研究開発機構

野田 彰

地球温暖化予測の科学的基礎

野田 彰

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・地球温暖化予測研究プログラム

[アブストラクト]

2007年刊行の「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」第4次評価報告書では、観測事実として地球温暖化は疑う余地がないと結論づけている。現在、第5次評価報告書に向けて、地球の生態系の応答を考慮した、より包括的な地球システムモデルを用いた地球温暖化予測が進行中である。しかし、一方では、地球温暖化に懐疑的な議論がマスコミを賑わせていることを踏まえ、本講演では、地球温暖化の特徴的な予測結果について、その科学的根拠に重点をおいて解説する。

[キーワード]

地球温暖化、IPCC、地球システムモデル、地球温暖化懐疑論、地球温暖化のメカニズム

[講演要旨]

1. 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は地球環境問題の一環として地球温暖化が問題と顕在してきた1988年に国際連合環境計画(UNEP)と国際連合の専門機関である世界気象機関(WMO)によって共同で設立された。IPCCは地球温暖化に関連した分野を専攻する専門家から構成され、「政策立案・決定には関連を持つが、政策判断や選択に踏み込まない(Policy relevant but not policy prescriptive)」の基本方針を堅持して、学術的な立場から評価報告書を作成し、政策決定者に対して重要な判断材料を提供してきた。こうした活動に対して、IPCCは2007年度のノーベル平和賞をゴア元米国副大統領と共に受賞した。また、次期の第5次報告書(2013年～2014年にかけて刊行予定)に向けて、新たな取り組みが開始されている。

2. 温室効果のメカニズムと観測事実

地球の気候システムは、太陽放射エネルギーを得て、それに相当する赤外放射エネルギーを宇宙空間に放出することによって、(動的)平衡状態を維持している。地球の大気には、赤外放射を吸収する微量気体が存在するために温室効果が働き、地表面は、宇宙に放射される赤外放射エネルギーに対応する黒体放射温度よりも高い温度で平衡が保たれる。二酸化炭素などの温室効果気体が増加したとき、対流圏では地表面が暖まり、対流によるかき混ぜ効果によって対流圏全体の温度が上昇するが、成層圏ではかき混ぜ効果が弱いので、赤外放射による冷却効果が強まり温度が下がり、その結果、太陽放射加熱とバランスする温度分布になる。

温室効果気体の増加は紛れもない観測事実であり、それがどの程度の放射強制力を持つかは物理法則に則って計算できる。また、産業革命以来現在までの気温上昇、海面水位の上昇、雪氷面積の減少は、温室効果増大による地球温暖化と整合している。

3. 気候モデルによる地球温暖化予測

地球温暖化予測では、温室効果気体排出シナリオの違いを考慮した多数例の数百年規模の数値積分が必要である。そのため、現在の計算資源の下では、気候モデルの解像度(格子間隔)として大気

100km 程度が限界である。しかし、気候システムには積雲対流のように格子で分解できない現象が卓越しているため、気候モデルではこれらを格子間隔で定義される物理量で表現する手法(パラメタリゼーション)が重要な役割を担っている。

人為的に排出された二酸化炭素などの温室効果気体は全球ほぼ一様に増加するが、その影響は、対流圏と成層圏で異なったように、地理的にも特徴的な分布を持っている。ここでは、南北半球の違い(北半球高緯度の方が大きな昇温)と大陸と海洋の違い(大陸の方が大きな昇温)、降水分布の緯度帯による違い(砂漠が分布する緯度帯では降水が減少する)について、そのメカニズムを考察する。

4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦

2002 年当時、世界最速のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」の出現と、文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」(2002-2006 年度)の支援によって、日本から世界の地球温暖化予測研究に大きな貢献がなされた。気候モデルの解像度の向上により、日本スケールの影響評価や黒潮スケールの変動の評価が可能となった。また、それまで地域気候モデルでしか実現できなかった 20km の解像度で全球大気モデルを用いることにより、地球温暖化に伴う熱帯低気圧の気候値的な変化傾向についても評価が可能となった。さらに、陸域や海洋の生態系の効果や、大気成分の光化学輸送過程を結合させた包括的な地球システムモデルの開発が進展した。次期の IPCC 第 5 次報告書に向けて、地球シミュレータの更新、文部科学省の「21 世紀気候変動予測革新プログラム」(「革新プロ」; 2007-2011 年度)によって、温暖化予測モデルの高度化および予測、不確実性の定量化・低減、自然災害に関する影響評価の研究が進展中である。

5. 最近の地球温暖化傾向について

地球温暖化に懐疑的な人達から、「ここ 10 年で地球温暖化の傾向は止まり、これからは地球寒冷化に向かう」との主張がなされている。前節の「革新プロ」では、二、三十年先の近未来気候変動予測にも取り組んでいるので、そこでの最新の成果の中から、「今世紀に入ってから温暖化は止まったとは考えられない」との結果について紹介したい。近未来予測では、十年スケールの自然変動の位相の情報を初期条件として設定する必要があり、本質的に、日々の天気予報と同じ初期値問題である。従来の温室効果気体の増加による放射強制力の時間変化にたいする強制・応答問題とは異なる技術開発が必要とされている。

参考文献

- IPCC 報告書に関連する資料 (及び一部の日本語訳) は Web からダウンロード出来る :

IPCC ; <http://www.ipcc.ch/>

気象庁 ; <http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/index.html>

環境省 ; http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th_rep.html

通産省 ; http://www.meti.go.jp/policy/global_environment/Ipcc.html

- その他最近の温暖化予測研究の動向については下記文献参照 :

江守正多, 2008 : 地球温暖化の予測は「正しい」か? DOJIN 選書 020, 化学同人

近藤洋輝, 2009 : 地球温暖化予測の最前線—科学的知見とその背景・意義. 成山堂書店

- 最近の「地球温暖化懐疑論」とそれへの反論 :

エネルギー・資源学会, 2009 : 新春 e-mail 討論「地球温暖化 : その科学的真実を問う」

<http://www.jsr.gr.jp/activity/e-mail/boutou1.pdf>

明日香壽川他, 2009: 地球温暖化懐疑論批判. IR3S/TIGS 叢書 No.1, サステナビリティ学連携研究機構; <http://www.ir3s.u-tokyo.ac.jp/pages/236/all.pdf>

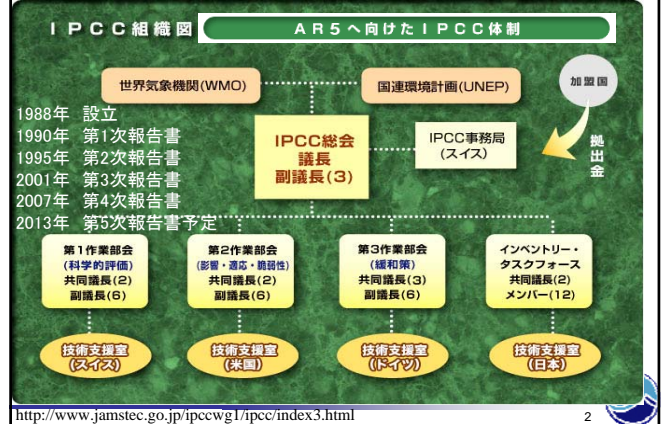
地球温暖化予測の科学的基礎

独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 野田 彰

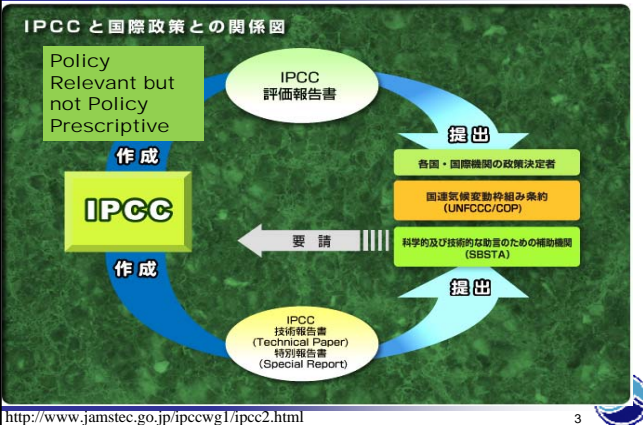
1. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
2. 温室効果のメカニズムと観測事実
3. 気候モデルによる地球温暖化予測
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦
5. 最近の地球温暖化傾向について



1. 気候変動に関する政府間パネル



IPCCの基本方針: 政策立案・決定には関連を持つが、政策判断や選択に踏み込まない。



IPCC AR4 (2007)作成作業の様子: LA会合

Final Draft Chapter 10 IPCC WG1 Fourth Assessment Report

Chapter 10: Global Climate Projections

Coordinating Lead Authors: Gerald A. Meehl (USA), Thomas F. Stocker (Switzerland)

Lead Authors: William Collins (USA), Pierre Friedlingstein (France), Amadou Gaye (Senegal), Jonathan Gregory (UK), Akio Kitoh (Japan), Reto Knutti (Switzerland), James Murphy (UK), Akira Noda (Japan), Sarah Raper (UK), Ian Watterson (Australia), Andrew Weaver (Canada), Zong-Ci Zhao (China)

Contributing Authors: R. Alley (USA), J. Arnan (Japan, UK), J. Arblaster (USA, Australia), C. Bitz (USA), A. le Brocq (UK), P. Brokmann (France), V. Brooking (Germany, Russia), J. Bus (UK), B. Bonville (France), G. Clarke (Canada), M. Collier (Australia), K. Dixon (USA), J. Eby (Canada), N. Edwards (UK), S. Emori (Japan), P. Forster (USA), G. Gleckler (USA), J. Hansen (USA), G. Harris (UK, New Zealand), A. Hu (USA, China), P. Huybrechts (Belgium), C. Jones (UK), J. Kettleborough (UK), M. Kimoto (Japan), T. Lawrence (USA), M.-F. Loutre (Belgium), J. Lowe (UK), S. Manabe (Japan), S. Müller (Switzerland), S. Nawrath (Germany), Oppenheimer (USA), J. Orr (France), J. Overpeck (USA), Plattner (Switzerland), J. Räisänen (Finland), A. Rinke (USA), D. Salas y Melia (France), B. Santer (USA), G. Schmitt (USA), B. Schneider (Germany), A. Shepherd (UK), A. Stott (UK), R. Stouffer (USA), K. Taylor (USA), C. Tebaldi (France), D. Vaughan (UK), E. M. Volodin (Russia), B. Wang (Switzerland), R. van de Wal (The Netherlands), J. Yoshida (Japan)

Review Editors: Myles Allen (UK), Govind Ballabh Panigrahy (India)

Date of Draft: 27 October 2006

地球温暖化予測の科学的基礎

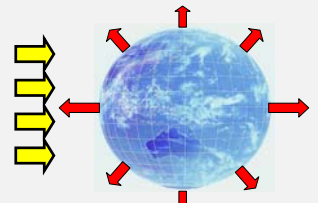
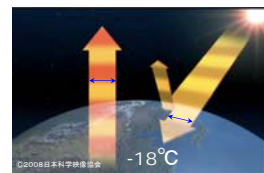
独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 野田 彰

1. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
2. 温室効果のメカニズムと観測事実
3. 気候モデルによる地球温暖化予測
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦
5. 最近の地球温暖化傾向について



2. 温室効果のメカニズムと観測事実

太陽放射と赤外放射のバランス



$$\pi r^2 S_0 (1-a) = 4 \pi r^2 \epsilon \sigma T^4$$

$$T = 4 \sqrt{\frac{(1-0.3) \times 1.37 \times 10^3}{4 \times 5.67 \times 10^{-8}}}$$

$$= 255K = -18^\circ C$$

大気中の温室効果気体

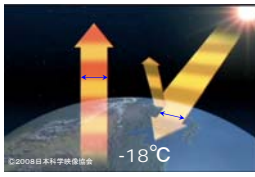
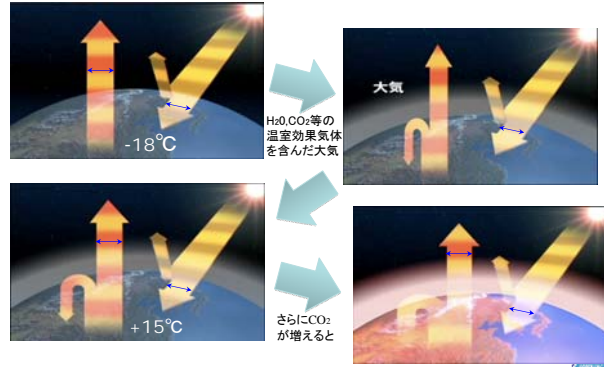


表 7.1 地表付近における大気組成^{1,2)}

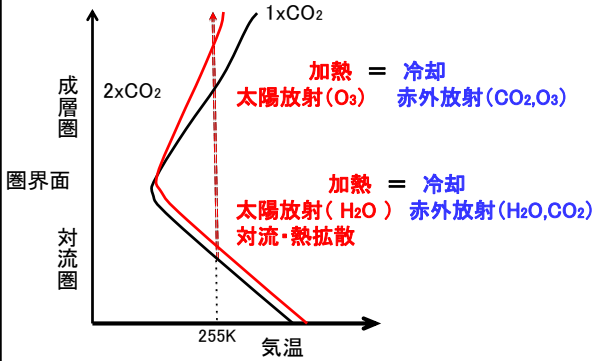
成分分子(化学式)	体積比
窒素	N ₂ 0.780 8
酸素	O ₂ 0.209 5
アルゴン	Ar 0.93×10 ⁻²
水	H ₂ O (0.1~2.8)×10 ⁻²
二酸化炭素	CO ₂ 0.35×10 ⁻³
ネオン	Ne 0.18×10 ⁻⁴
ヘリウム	He 0.52×10 ⁻⁵
メタン	CH ₄ 0.17×10 ⁻⁵
クリプトン	Kr 0.11×10 ⁻⁵
水素	H ₂ 0.52×10 ⁻⁵
一酸化二窒素	N ₂ O 0.31×10 ⁻⁵
一酸化炭素	CO (0.5~1.5)×10 ⁻⁷
酸化カルボニル	COS 0.5×10 ⁻⁸
フロン 12	CCl ₂ F ₂ 0.45×10 ⁻⁸ (1989)
フロン 11	CCl ₃ F 0.27×10 ⁻⁸ (1989)
ジメチルサルファイド	(CH ₃) ₂ S 0.1×10 ⁻⁸
二酸化硫黄	SO ₂ (0.1~1.0)×10 ⁻¹⁰
アンモニア	NH ₃ (0.1~1.0)×10 ⁻¹⁰
一酸化窒素	NO (0.1~2.0)×10 ⁻¹⁰
二酸化窒素	NO ₂ (0.1~2.0)×10 ⁻¹⁰

注：水を除いて体積比の総和が1となる。

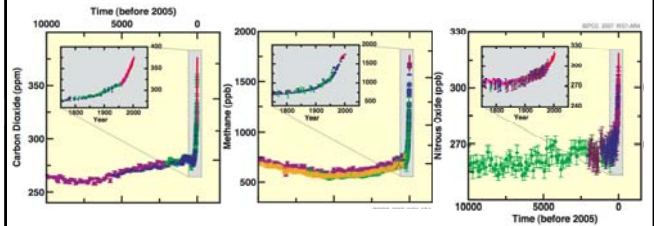
二酸化炭素が増加すると何故地上気温は増加するのか



大気の鉛直構造と二酸化炭素増加に伴う温度変化

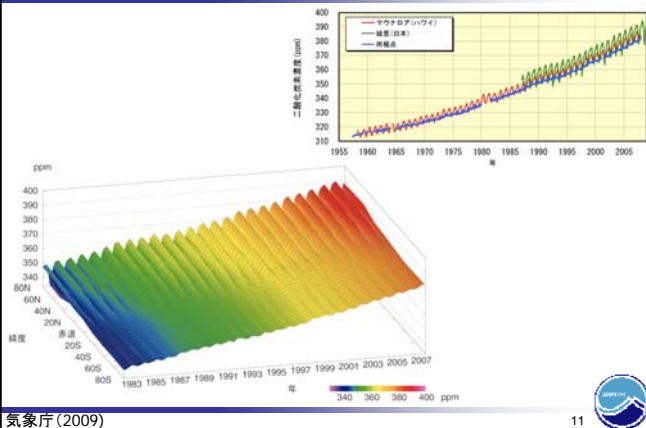


観測事実: 主要な温室効果気体の変化

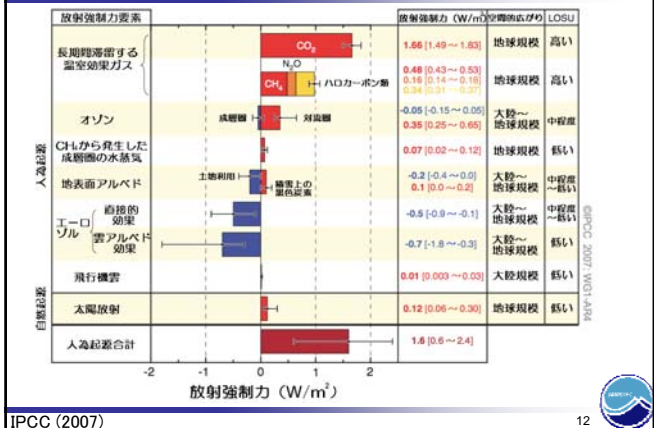


二酸化炭素 メタン 一酸化二窒素

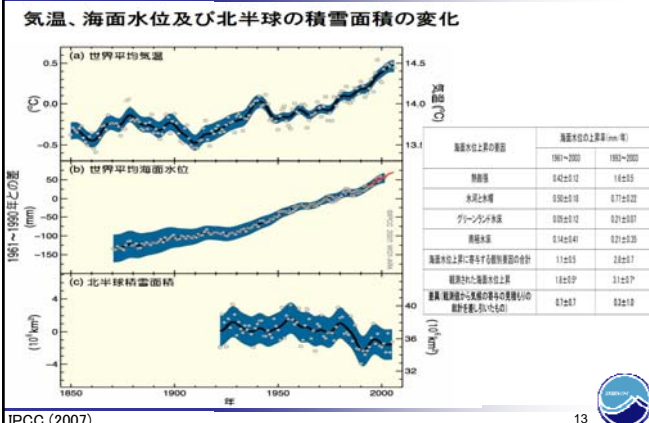
観測事実: CO₂濃度変化



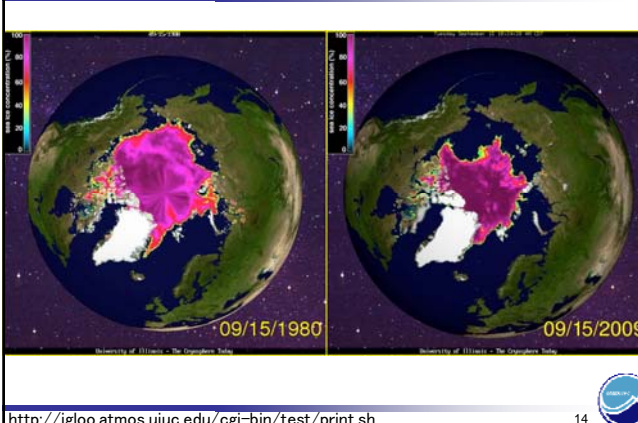
観測事実: 放射強制力(対流圏上端の正味のエネルギーフラックスの変化)



観測事実: 気温、海面水位及び北半球の積雪面積の変化



観測事実: 北極海の海水面積の減少 1980年9月と2009年9月の比較



2009年11月26日9:10-10:40クラウンプラザ神戸
サイエンス・システム研究会2009年度合同分科会「エコロジー」

地球温暖化予測の科学的基礎

独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC) 野田 彰

1. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
2. 温室効果のメカニズムと観測事実
3. 気候モデルによる地球温暖化予測
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦
5. 最近の地球温暖化傾向について

IPCC (2007) 15

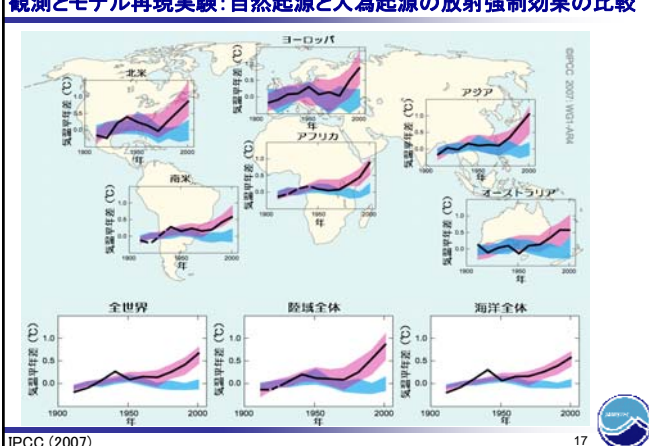
3. 気候モデルによる地球温暖化予測

運動方程式
熱力学方程式
質量保存則
放射伝達方程式
+ 経験則(パラメタリゼーション)

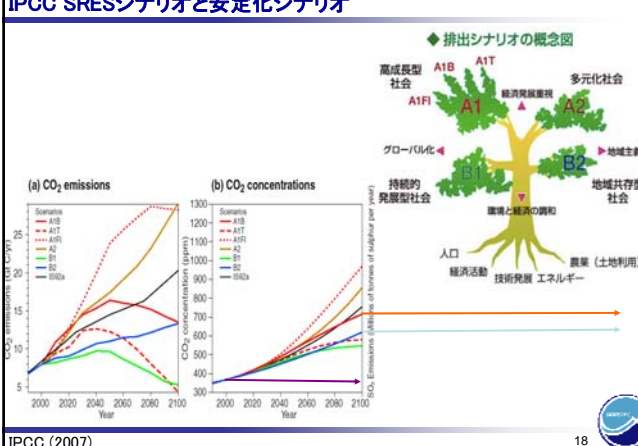
各格子点に物理量を定義し、離散化した方程式を時間積分する

IPCC (2007) 16

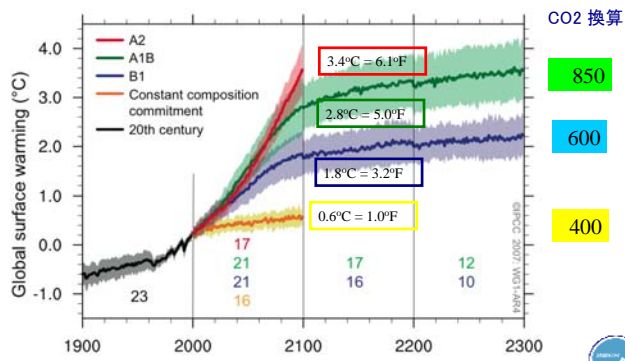
観測とモデル再現実験: 自然起源と人為起源の放射強制効果の比較



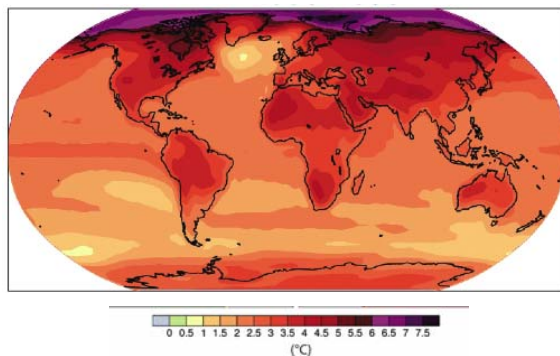
IPCC SRESシナリオと安定化シナリオ



IPCC SRESシナリオに基づく全球年平均地上気温の変化予測

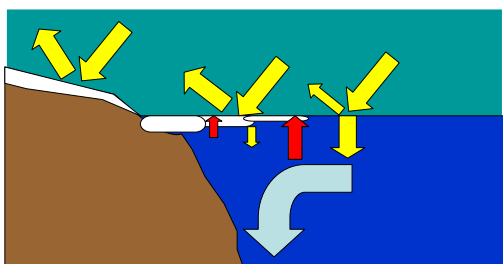


IPCC SRES A1Bシナリオに基づく年平均地上気温の変化予測:
 全球: ~2.8°C, 北極域 ~7°C

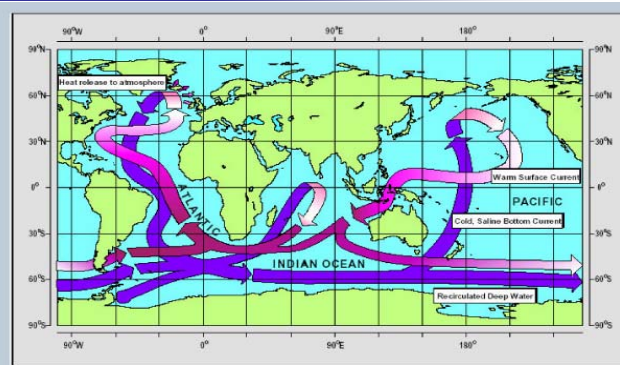


極域での気温変化を決めるメカニズム

雪/海水/アルベド フィードバック効果と海洋深層循環



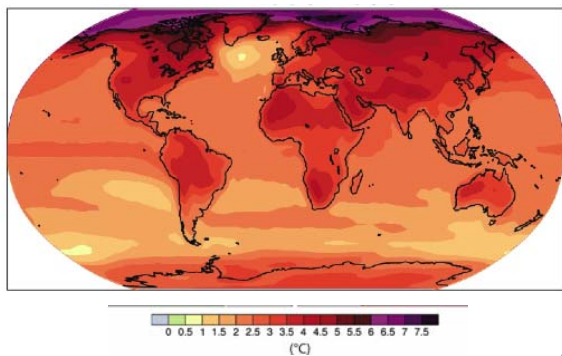
深層海流 (熱塩循環: コンベアベルト) の構造



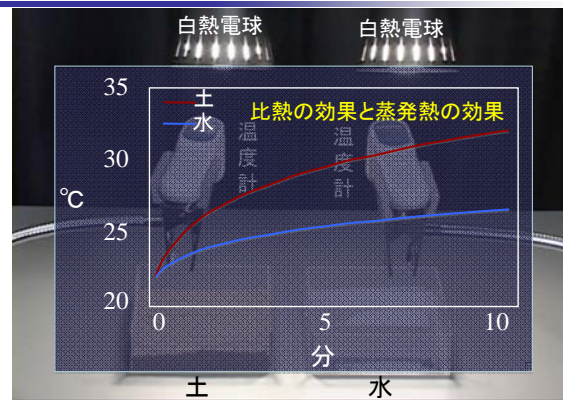
Schematic diagram of the global ocean circulation pathways, the 'conveyor' belt (after W. Broecker, modified by E. Maier-Reimer).

IPCC SRES A1Bシナリオに基づく年平均地上気温の変化予測:

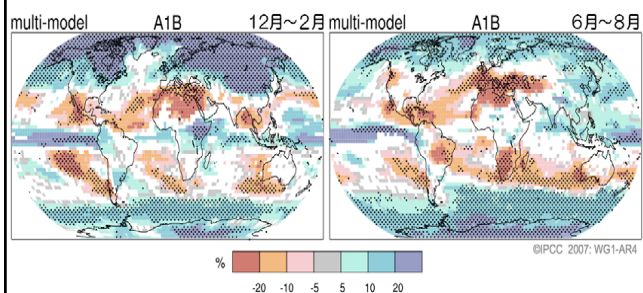
全球: ~2.8°C, 海上: ~2.5°C, 陸上: ~3.5°C



何故、海洋よりも大陸の方が温暖化が大きいのか？

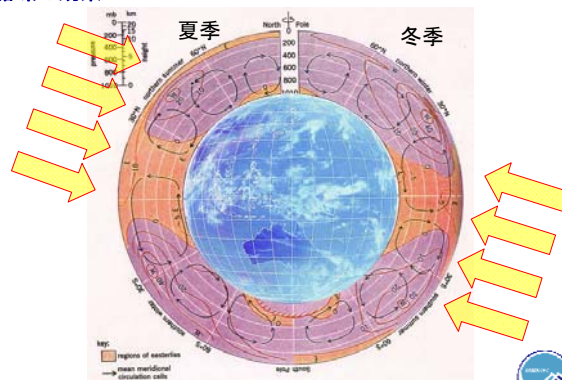


IPCC SRES A1Bシナリオに基づく降水分布の変化予測



何故、温暖化で中緯度の降水が減少するのか？

子午面循環の効果



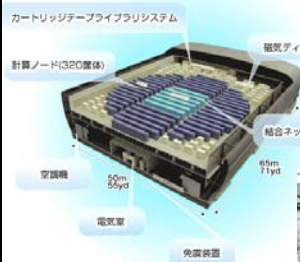
2009年11月26日9:10-10:40クラウンプラザ神戸
サイエティフィック・システム研究会2009年度合同分科会「エコロジー」

地球温暖化予測の科学的基礎

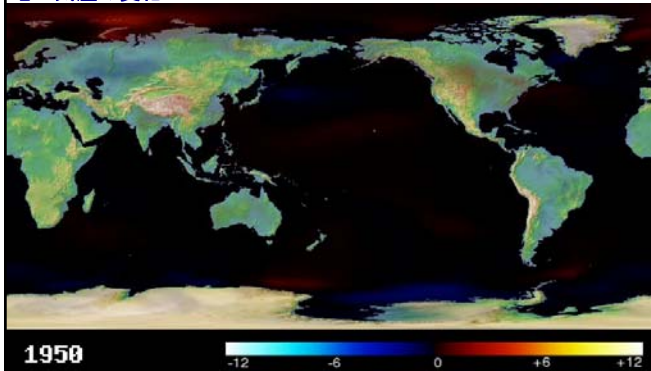
独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 野田 彰

1. 気候変動に関する政府間パネル (IPCC)
2. 温室効果のメカニズムと観測事実
3. 気候モデルによる地球温暖化予測
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦
5. 最近の地球温暖化傾向について

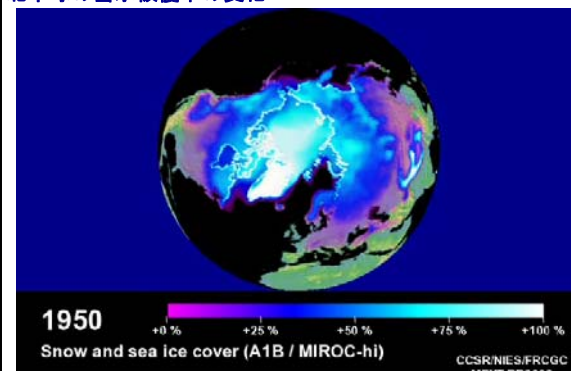
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦



CCSR/NIES/FRCGC結合モデルによる地球温暖化予測:
地上気温の変化

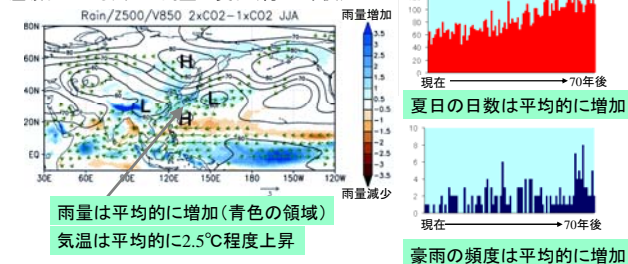


CCSR/NIES/FRCGC結合モデルによる地球温暖化予測:
北半球の雪氷被覆率の変化



温暖化により日本の夏はどうなるか

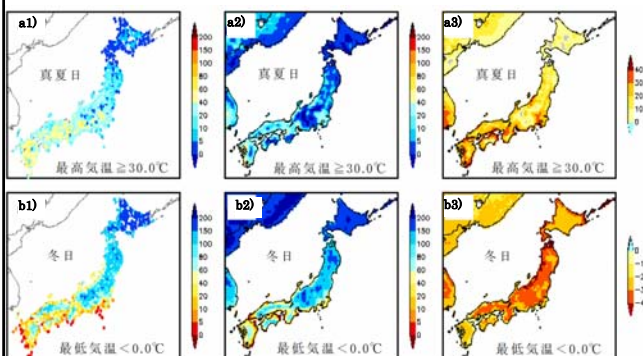
温暖化による気圧と雨量の変化(約70年後)



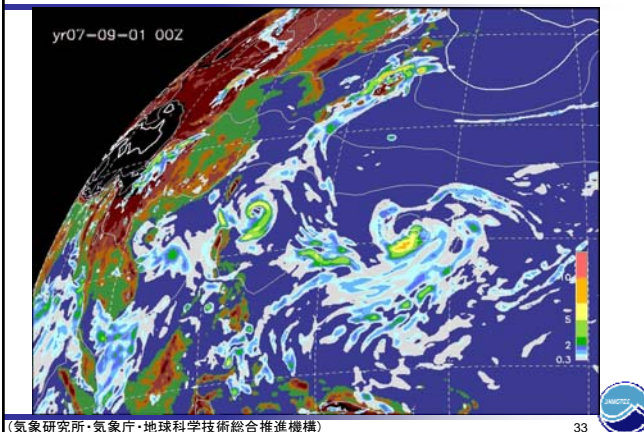
※ただし、年々の気候変動は自然のゆらぎが大きいため、特定の年(例えば昨年)の異常気象を温暖化と関連付けるのは難しい

21世紀末の真夏日と冬日の変化

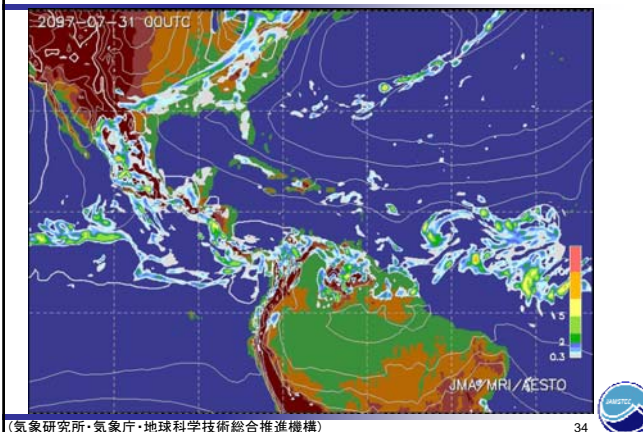
観測(アメダス) モデル(現在気候) 温暖化による変化



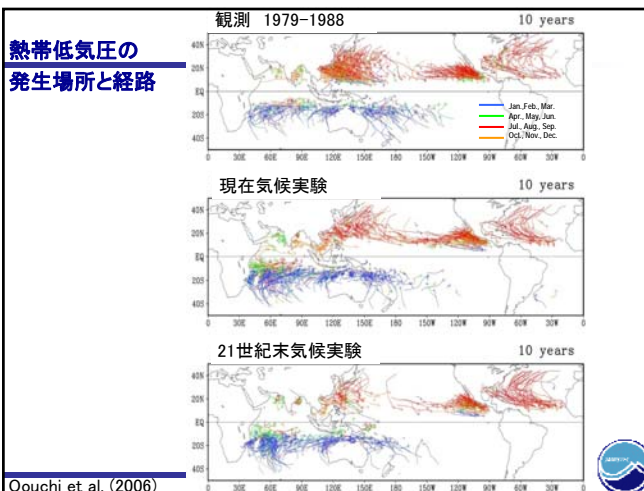
解像度20km大気モデル: 現在気候10年積分に現れた台風



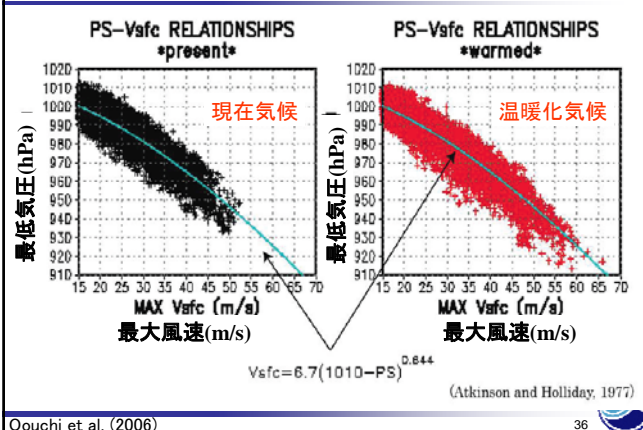
解像度20km大気モデル: 21世紀末気候10年積分に現れたハリケーン



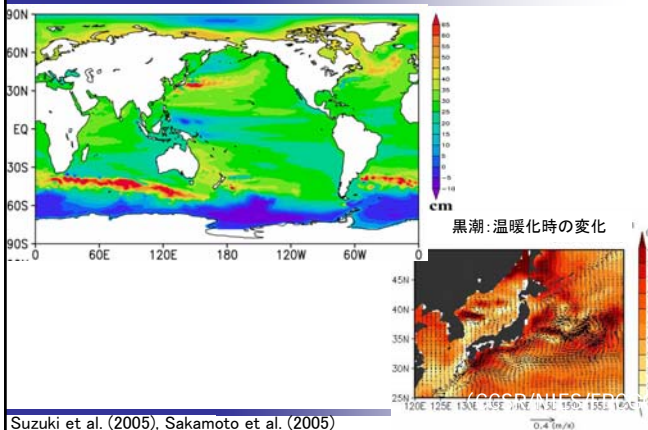
熱帯低気圧の発生場所と経路



熱帯低気圧の最大風速と最低地上気圧の関係



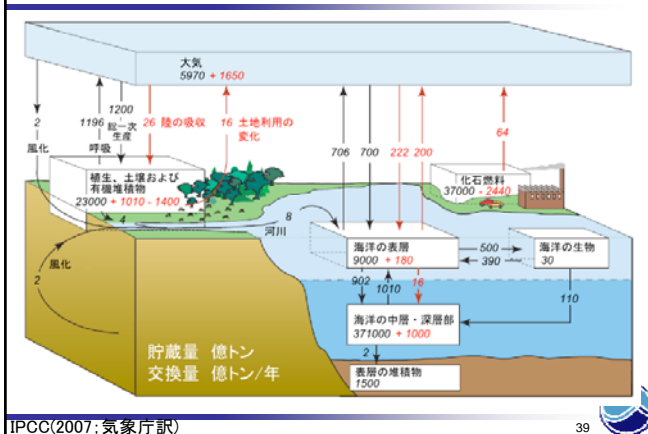
21世紀末における海面水位の変化



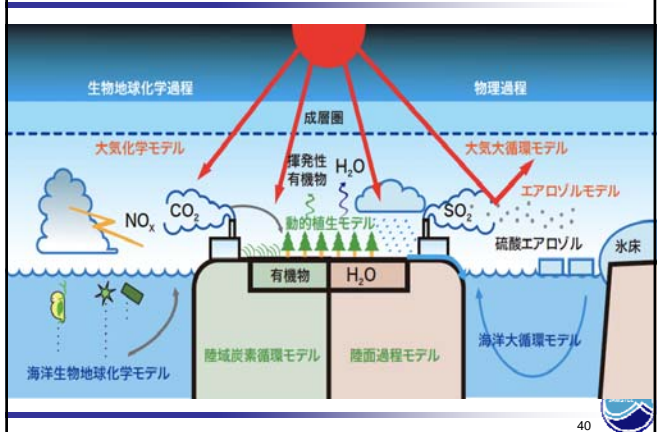
温暖化予測研究への新たなる挑戦

- 地球システム統合モデルによる長期(200~300年後までの)気候変化予測
 - 炭素循環の精密化による気候安定化シナリオの提供
- 高解像度気候モデルによる短期(30年後)気候変化予測
- 高精度高解像度大気モデルによる極端現象の変化予測
 - 温暖化対策への基盤情報の提供
- 全球雲解像モデルによる数値実験
 - 雲に関わる気候過程の不確か性の低減

観測事実: 炭素循環 1990年代

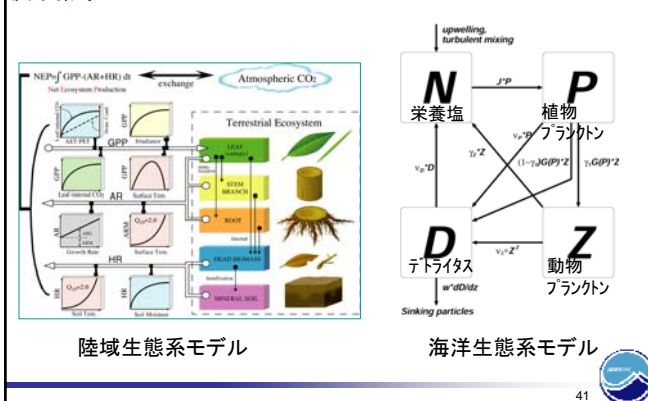


地球システム統合モデルの構成要素



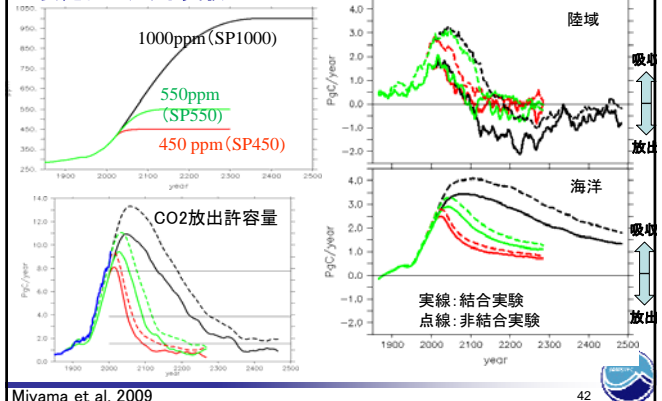
地球システム統合モデルの構成要素

炭素循環モデル



地球システムモデル: 人為的CO2排出量の算出

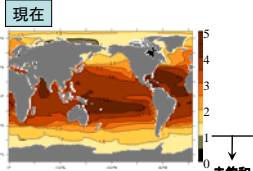
— 安定化シナリオ実験 —



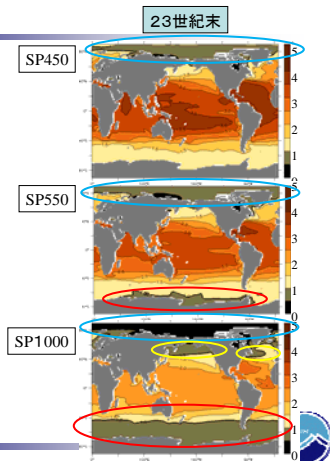
地球システムモデル: 海洋酸性化

アラゴナイト(炭石CaCO₃)飽和度

結合実験で計算された、現在の再現値と23世紀末の予測。

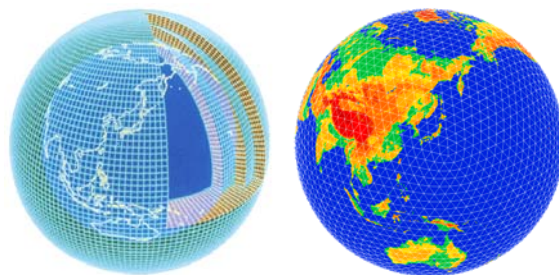


どのシナリオでも、北極海で広くアラゴナイトの未飽和の海域が見られる。
 南極海では、SP550で一部海域で見え始め、SP1000で大きく広がる。
 SP1000では、北太平洋や北大西洋にも未飽和の海域が見られる。



Ishida et al. (2009)

次世代大気循環モデル: NICAM

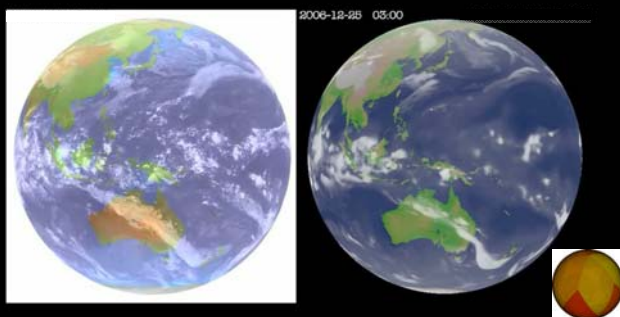


従来の気候モデル
 水平緯度経度格子
 解像度 ~100km

全球雲解像モデル: NICAM
 水平20面体等間隔格子
 解像度 ~3.5km

44

NICAM: マッデン・ジュリアン振動(MJO)の再現



マッデン・ジュリアン振動に伴う組織化した雲の大規模な集合体を再現

- 東西スケール数千キロにわたる積乱雲の活動域
- その中に、水平スケール数百キロの組織化した雲が複数存在

Miura et al. (2007, Science)

45

2009年11月26日9:10-10:40クラウンプラザ神戸
 サイエンス・システム研究会2009年度合同分科会「エコロジー」

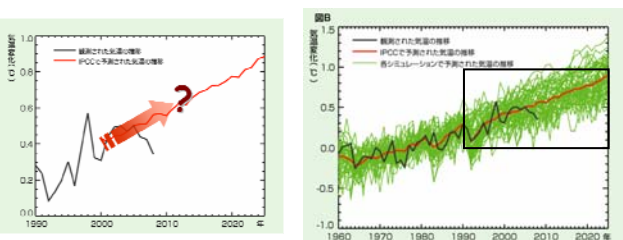
地球温暖化予測の科学的基礎

独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC) 野田 彰

1. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
2. 温室効果のメカニズムと観測事実
3. 気候モデルによる地球温暖化予測
4. 「地球シミュレータ」の貢献と新たな挑戦
5. 最近の地球温暖化傾向について

46

5. 最近の地球温暖化傾向について

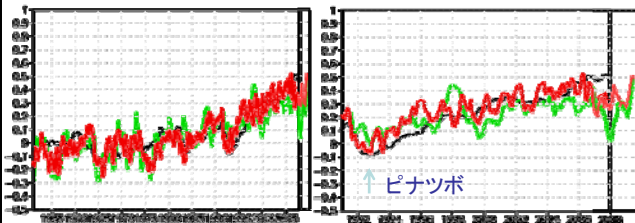


江守(2009) 日経エコロジー(web)

47

観測の不確実性: ENSO・信頼度・ドリフターの影響をすべて考慮すると

全球平均水温 観測 観測(ENSO・観測バイアス除去) モデル



近年の温暖化の停滞がほぼ無くなり、ピナツボからの復帰後、徐々に昇温

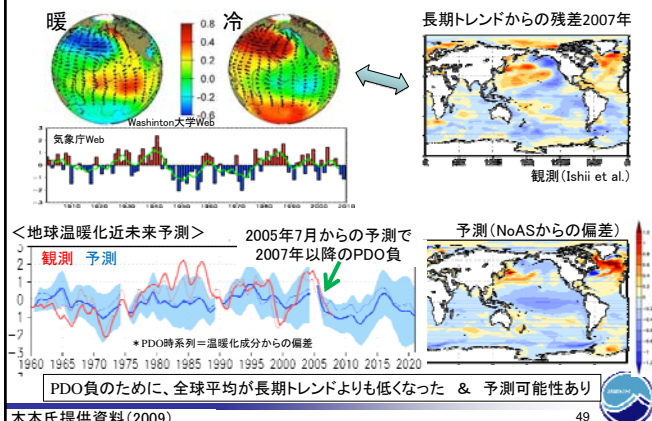
それでも、2007年はやや低温に! その後、昇温に転じている

2007年の低温は、ENSO以外の内部変動か?

木本氏提供資料(2009)

48

海面水温太平洋十年規模振動(PDO)と近未来予測可能性



まとめ

- 温室効果気体は人類が経験したことのないレベルまで増加を続けており、気候システムに大きな変化を起こすと予想される。
- IPCC AR4 (2007)では「温暖化は疑う余地がない。過去50年の温暖化傾向のほとんどは温室効果気体の増加による可能性が非常に高い(有意性90%)」と報告されている。
- 温室効果気体は全球ほぼ一様に増加するが、気候システムに固有のメカニズムが働き、温暖化は地域的に異なる。
- 地球シミュレータの出現により、台風や梅雨、集中豪雨などの現象が温暖化によって受ける効果が明らかになってきた。
- 温暖化予測に対して、地球シミュレータを用いた新たな挑戦が始まっている。
- 今世紀に入ってから温暖化は止まったとは考えられない。自然変動の動向を考慮した近未来(十年規模)気候予測が始まっている。

合 同 分 科 会 選 出

2009 年度 合同分科会 より

文化講演

地球温暖化の太陽起源説

神戸大学

松田 卓也

地球温暖化の太陽起源説

松田 卓也
神戸大学

[アブストラクト]

地球温暖化問題は鳩山首相が二酸化炭素の大幅削減を国際社会に約束するなど、大きな政治的問題になっている。地球温暖化の原因は、政治的、マスメディア的には、人類の放出する二酸化炭素であるとする説は既定の事実となっている。この説を正統派とか人為説、内因説とよぶことにする。

しかし、科学的に見て、その説は確立したのであろうか。一部の天文学者、気候学者はそれに対して、懐疑的な立場を表明している。その立場を懐疑派、自然説、外因説とよぶことにする。

自然説の有力なものとして、太陽活動に地球温暖化の原因を求めるものがある。太陽活動が盛んになると、地球が温暖化するというのである。歴史的には、太陽活動が静かであった 17 世紀あたりに、小氷期とよばれる寒冷な時期があった。20 世紀は現代極大期とよばれるほど、太陽活動の盛んな時期であった。このように地球の気候と太陽活動が密接に関連しているとする傍証はたくさんある。

ところで最近の太陽活動は異常に静かなのである。太陽周期 23 が終わり 24 が始まろうとしているのに、太陽活動の象徴である黒点が一向に現れないのである。そこで一部の天文学者は、これからは地球温暖化どころか、寒冷化の危機すらあると主張している。

本講演では、地球温暖化の太陽起源説の現状に関して報告する。

[キーワード]

地球温暖化、二酸化炭素、懐疑派、太陽起源説、地球寒冷化

地球温暖化の太陽起源説

神戸大学名誉教授 松田卓也

皆さん、こんにちは。松田です。

これから、地球温暖化の太陽起源説という話をするんですが、一番最初の講演がああいう話をされるとは思っていなくて、それにチャレンジするようになって、ちょっと具合悪いなということで、できるだけマイルドにしたいと思うんですが、私は本来非常に攻撃的な人間でして、はい(笑)。

太陽活動と黒点数の変化

最近の太陽は非常に静かであるということをお話しします。太陽活動の予報は非常に困難であるということ。これから始まる太陽周期 24 は静かな周期になるだろう。黒点数と気候には密接な関係がある「らしい」。17 世紀にマウンダー極小期というのがあって、それと小氷期(Little Ice Age)が関係している「らしい」。19 世紀初頭にダルトン極小期と言うのがあって、これからの周期 24 はダルトン極小期に似ているのでは「ないか」という、そういう話がある。そうすると、これからの 10 年間は気温上昇はしないで、むしろ寒冷化するのでは「ないか」という話もある。太陽活動は常に変化する。原因は分かりません。

最近の太陽は異常に静か

さて、この図は太陽です。2009 年 11 月 15 日の太陽です。実は昨日も出してみたんですが、特徴は「黒点がない」。ま、僅かにあるんですが、昨日見たら無くなっていたんです。こんな太陽って言うのはね、非常に異常なんですよ。

<http://solarcycle24.com/>

黒点のない日/月の 12 年前との比較

これは、黒点が無い日、月の 12 年前との比較なんです。太陽の活動周期っていうのは、11 年周期と言われているんです。ここにありますように、赤が周期 23 の極小期。青いのは、その前の周期 22 の極小期、つまり 1996 年から 1998 年。要するに、ポイントは何かというと赤が圧倒的に多い、つまり、現在の極小期は黒点がほとんど無い。それに比べて周期 22 の極小期は、後半になると黒点が無い日は殆ど無くなっている。ですから、最近は異常に静かである。

NOAA 太陽周期 24 予測委員会の予想

アメリカに NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)という組織があり、その中に太陽周期 24 予測委員会っていうのがありましてね、そこで次の周期 24 を予想したんです。委員は 12 人なんですが、1 人欠席で 11 人の委員の意見の一致を見ず、と。多数決をとったら、6 対 5 に分かれたんです。つまり、次の周期は非常に強くなるという立場と、弱くなるという立場。

この太陽活動がどういう影響を及ぼすかということ、人類活動に非常に重要な影響を及ぼすんです。例えば、宇宙船、スペースシャトルとかですね。その宇宙飛行士は地球の外へ出て行きますんで、太陽が爆発すると放射線を浴びる訳です。更に、例えば人工衛星が障害を受ける。更には温度が上がると大気が膨れますので、人工衛星に対する空気抵抗が増えて落ちてくる。こういうのがあって、NASA にしろ、あるいはアマチュア無線の人にしろ、この太陽活動を予測するというのは極めて重要であるということです。こういうのを宇宙天気予報と言うんですが、そういう研究が最近盛んになっている訳です。

つまり、次の周期がどうなるかというのは、科学上も実用上も非常に関心事な訳です。

<http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/index.html>

NCAR の理論モデル(2006)

それに関して、NCAR(National Center of Atmosphere Research)の理論モデル。写真の Dikpati さん、Gilman さん、Toma さんが太陽活動のモデルを作った。要するに太陽の中の、対流ではなくて、子午面還流(meridional circulation)の計

算をした。これは、電磁流体力学の計算で、いわゆる第一原理に基づいた流体力学の計算なんです。つまり、気候の数値シミュレーションより遥かに簡単かつ厳密。モデルに入るパラメータが少ない訳ですね。

その計算で出した予報が下のグラフなんです。上は観測値です。過去の 1880 年から、この周期 23 に至るまでの黒点の数を表わしている。見て分かるように、20 世紀というのは、非常に黒点の数が多いいんですよ。彼女達に言わせれば、観測値とモデル計算の一致は 97% であると。それほど、良い一致を示している訳です。それで、次の周期 24 を予想したら異常に強くなる、という予想が出た訳です。このモデル計算を出したのが 2006 年です、今から 3 年前。

<http://www.ucar.edu/news/releases/2006/sunspot.shtml>

黒点数の予想 2007/4

これは同じように、2007 年 4 月時点の黒点数の予想です。これは、周期 24 が強くなるという予想と、弱くなるという予想で、共にピークが 2012 年に来るだろう、ということはこの段階では予想した訳です。強くなるというのは、Dikpati さんの予想に基づいている訳ですよ。しかし、反対派もいるので、こういう風に弱くなるという予想もある。

<http://wattsupwiththat.com/2008/02/13/where-have-all-the-sunspots-gone/>

黒点数の予想 2009/5

ところがですね、2009 年 5 月、予想を変えてしまったんですよ。つまり、弱くなるということがほぼ確実になったと。ピークが 2012 年じゃなくて 2013 年になったと。

ここで、何を言いたいのか、と言うとですね、Dikpati さんのモデルっていうのは、第一原理に基づいていて、気候モデルよりも遥かに簡単。過去の結果は、ほとんど再現している。にも関わらず、3 年先の予想が出来なかった、ということ。Dikpati さんには、悪いんだけど、それを強調したい。つまり、数値シミュレーションで予想するということは、地球気候より遥かに簡単な太陽内部の子午面還流でも、それほど難しいことであるということを強調したい。

http://science.nasa.gov/headlines/y2009/29may_noaaprediction.htm

過去 400 年の黒点数の変化と気候

さて、これが太陽黒点の 1600 年以来的変化です。太陽黒点を発見したのは、ガリレオと言われている。まあ、それ以前にも知られていたんですが、ガリレオが望遠鏡を作って太陽黒点の観測を始めた、と。1750 年辺りから系統的な観測がなされて、周期 1、2 から、23 というのは、この辺りから始まっている訳なんです。

ここで重要なことはですね、1650 年から 1700 年辺りの時期に黒点が殆ど無い。これは観測のエラーでもなんでもなくて、本当に無いんです。これをマウンダー極小期(Maunder Minimum)と言うんですが、この時期にですね、小氷期(Little Ice Age)といわれる寒冷な時期があったんですが、それと一致しているというのが示唆的な訳なんです。もう一つここに、ダルトン極小期(Dalton Minimum)というのがあります。ダルトン極小期も寒かった。ちなみに 1812 年にナポレオンがロシアに侵攻して、死者が 60 万、生きて帰ったのが 2 万 2 千と言われている訳ですが、それは寒冷な気候が影響したのではないかという説もあります。

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sunspot>

http://en.wikipedia.org/wiki/Maunder_Minimum

http://en.wikipedia.org/wiki/Little_Ice_Age

http://en.wikipedia.org/wiki/Dalton_Minimum

過去 2 千年の気温変化

さて、これが良く出てくる、0 年から 2000 年に至る地球の温度です。いろんな線があるのは、いろんな論文で、赤いほど最近のものだと言うことらしいです。つまり、いま温度が高くなってきていると。だけど、ここに、小氷期(Little Ice Age)がある。ここに、中世温暖期(Medieval Warm Period)という時期がある。中世温暖期と言うのは、日本史で言えば、「いい国作ろう鎌倉幕府」ですから、このあたりが鎌倉時代の始まりですね。ということは、中世温暖期の頃は平安時代。日本の中世は暑かった訳です。だから、徒然草に書いてあるように、「家の作りようは、夏をむねとすべし」と。平清盛が熱病で死んだと言われているけど、あれはマラリアであるという説があるんですよ。それ程日本の昔は暑かった。

つまり言いたいことは、気候、気温というものは、自然の変化。これは人間のせいではないですよ、清盛が暑くしたんで
もなんでもないんです。要するに、暑いときも、寒いときもある、ということです。

http://en.wikipedia.org/wiki/File:2000_Year_Temperature_Comparison.png

http://en.wikipedia.org/wiki/Medieval_Warm_Period

小氷期

左側は小氷期(Little Ice Age)の時のアルプスの氷河の絵です。右側は同じ場所を現在写真に撮ったもの。すると、矢
印の地点が今は氷河の遥か上の地点にある。と、言うことはですね、氷河が非常に後退している、ということです。これ
は温暖化の正統派の中には小氷期の存在を否定する人もいますが、小氷期は寒かったと言うことです。

<http://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/icons/little-ice-age-two.jpg>

ダルトン極小期の再来か?

実はダルトン極小期は、周期 3、4、5、6 にあって、周期 22、23 がそれと非常に似ていて、太陽周期 24 はダルトン極小
期の再来か、という人もいる訳なんです。次の周期 24 は、ダルトン極小期と同じように太陽活動が弱いのではないかと。
ですから、小氷期とまでは至らないにしても寒くなるのではないかと、あるいは、暑くならないのではないかと。こう言う予
想が、一部の天文学者にあると言うことです。

<http://www.davidarchibald.info/papers/Archibald2009E&E.pdf>

<http://www.springerlink.com/content/18422076t1064717/>

<http://wattsupwiththat.com/2009/07/28/nasa-now-saying-that-a-dalton-minimum-repeat-is-possible/>

過去 1100 年の太陽活動

これは過去 1100 年間の太陽活動です。左端が現在です。要するに、太陽活動というのは、この様に非常に変動してい
る、と言うことです。

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon-14_with_activity_labels.png

太陽活動と気候の関係

さて、太陽活動が盛んになると、気温が上昇するの「ではないか」という、憶測がある訳ですが、私が言ったのでは信用
されないかも知れないので、次の映像を見て下さい。

(YouTube の映像)

<http://www.youtube.com/watch?v=N8fQpAhCUw0&feature=related>

1 万年間の黒点数の変化

これが過去 1 万年間の黒点数の変化です。右端が現在で、Modern Maximum と言われています。

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspots_11000_years.svg

過去 1 万年の太陽活動と温度

これは過去 1 万年の黒点数と平均気温の変化です。1 万年前というのは、氷河期が終わって、間氷期が始まった時なん
ですよ。それで、温度が急上昇している訳なんです。太陽黒点数と気温は良く相関しています。この温度上昇によっ
て、人類が文明を発展させた。農業が出来始めたのがこの頃なんですよ。都市文明が出来てきたのが 6000 年前。図
からも分かるように、過去はとても温度が高い。完新世の気候最温暖期と呼ばれています。20 世紀と比較して 0.5-2 度
高い。人間にとって、あるいは生命にとって、温暖化は「善」、寒冷化は「悪」なんです。最近小氷期があって、また気温
が上がりつつあると言う訳です。

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspot-temperature-10000yr.svg>

http://en.wikipedia.org/wiki/Holocene_climatic_optimum

地球温暖化の原因

地球温暖化の原因として、二つの立場、つまり人為説、内因説と、自然説、外因説、宇宙起源説とに分けます。人為説、内因説、これは人為的に増加した二酸化炭素などの温暖化ガスが原因であるというもので、これを私は「正統派」と呼びます。世界的に見て、政治的にマスメディア的に正統派が正しいんです。

だけれども、自然説、外因説、宇宙起源説には、実はいろんな説があるんです。今回は太陽起源説の話をしませんが、地球軌道の変化、ミランコビッチサイクルと言うんですが、他には、地球磁場の変化、さらには、銀河の腕と太陽系の関係、太陽系が銀河の腕の中に突っ込むと寒冷化するとか、あるいは、伴銀河と銀河の衝突、マゼラン雲が降ってくると寒冷化するとか。まあ、いろんなことを言う人がいるわけです。こういうのは、外因、宇宙起源説。こういうのをひとまとめに「懐疑派」と呼ぶことにします。

地球温暖化問題に対する懐疑派

地球温暖化問題に関する懐疑派には、地球温暖化の二酸化炭素原因説に疑問を唱える科学者やメディアがいると。こういうのを地球温暖化論争(Global warming controversy)と言って、Wikipedia をみると長大な解説がある。しかし Wikipedia にしろ何にしろ、こういう問題はどっちかの立場に立つ訳で、Wiki の記述は当然、正統派の立場で書かれている訳です。

http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming

http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_controversy

ここで、地球温暖化防止運動を一番強力に推進しているのはヨーロッパなんですね、その中でもイギリスです。ところが、そのイギリスで反乱が起きた。「The great global warming swindle」、swindle というのは詐欺という意味ですから、「地球温暖化詐欺」というテレビ番組が英国 4 チャンネルで放映されて、これが一大スキャンダルになった訳です。当然、正統派は大反論、大反撃する訳です。アメリカでもこれが放映されて、すごいディベートになった訳です。この番組をちょっと流します。つまりこれは、私が言うんじゃない、イギリス人が言うんだと。(笑)

(YouTube の映像)

<http://www.youtube.com/watch?v=P—pmZpwYFY&feature=related>

と、人々は言うております。(笑)

欧米では現在も激しい論争が続いている

これは、気温は過去 10 年程度変化していないという図なんですけど、1998 年が非常に温度が高くて、その後少し下がって、あとは殆ど温度が一定であると。

<http://wattsupwiththat.com/2008/04/12/march-2008-hadcrut-global-temperature-anomaly/>

<http://digitaldiatribes.wordpress.com/2008/09/28/september-2008-update-on-global-temperature-hadcrut/>

実はですね、私がこの問題に関心を持ったのは 3 年ほど前なんです。田中 宇(たなか さかい)という外交評論家の人がいて、海外の情報を基に世界政治の裏を探っています。そのブログがなかなか面白いんですが、その中で、「地球温暖化のエセ科学」というタイトルがあって、つまり、地球温暖化論争というのは、要するに疑似科学であると。地球温暖化問題は西欧先進国の政治的陰謀であると。さっきの英国人と同じ立場なんですけど、それを読んで、あれ？と思った訳です。と、言うのは、私は Japan Skeptics という会の会長をやっているのですが、これは疑似科学を批判する会で、物事を critical に考えよう、つまり世間の人々がこうだ、と言っていることは、「本当かな？」と、眉に唾つけて見よう、というもので、これが critical thinking だと、私は信じている訳です。地球温暖化問題も、原因は CO₂ だ、CO₂ だと、世間でみんな言う。政治の世界からゴアがノーベル賞を貰い、もうこれで決まっている訳です。でも、「本当かな？」って思うわけです。

<http://tanakanews.com/971216COP3.htm>

<http://tanakanews.com/f0827warming.htm>

<http://tanakanews.com/f0906multipolar.htm>

<http://tanakanews.com/070220warming.htm>

<http://tanakanews.com/091202warming.htm>

その時にですね、英国に“NewStatesman”と言う雑誌があるんですが、その Web にですね、地球の温度は最近変わっていないよ、という宇宙物理学者が書いた論文が掲載されたんですね。そして、その下に、コメント欄が開設されていたんですよ。そしたら、ものすごい量のコメントがたくさん書かれて、千何百通に至った。私も最初の 6 ヶ月間読んでいたんだけど、とてもフォローできなくなった。それで、その出版社も 6 ヶ月目に打ち切ったんです。ところがですね、その宇宙物理学者に賛成の意見が実は多かった。つまり、懐疑的な人が多かったんです。

<http://www.newstatesman.com/scitech/2007/12/global-warming-temperature>

ところが、反対の人、つまり、正統派の立場ですが、NewStatesman みたいな立派な雑誌が、なんでこんなクズみたいな論文を出すんだ、っていうようなことを書いた。それで NewStatesman は、慌てて反論の論文を頼んで書いた訳です。そしたら、それにも猛烈な数の discussion があって、それもまた半年後にクローズされた。つまり、何が言いたいかというと、日本はともかく、西欧世界のブログを見てみると、ものすごい discussion が行われているということです。みんなが 100%信じている訳ではないということです。

<http://www.newstatesman.com/environment/2008/01/global-warming-lynas-climate>

地球温暖化懐疑派の本

日本でもだんだん、そういうことが出て来て、例えば「地球温暖化論のウソとワナ 史上最悪の科学スキャンダル」などと言う、えらいこと言うんです。じゃあ、この人たちが擬似科学者かと言うと、横浜国大と東大の先生方ですね。「「温暖化」を食いものにする人々」、これはちょっと胡散臭い本ですが(笑)。「The Politically Incorrect Guide to GLOBAL WARMING and Environmentalism」、これはアメリカの本なんですが、これは、先ほどビデオでも言っていましたよね、つまり、地球温暖化が二酸化炭素のせいでは無いということは、politically に incorrect、言ってはならないことなんです、という意味の本です。これが丸山茂徳さんの「「地球温暖化」論に騙されるな！」で、これが赤祖父俊一先生の「正しく知る地球温暖化」、これが武田邦彦、丸山茂徳、田原総一郎の「「地球温暖化」論で日本人が殺される！」、えらいタイトルですな。

この丸山先生というのはですね、東京工業大学の地球物理学の大家で、紫綬褒章を貰った人です。その彼がですね、日本における、地球温暖化論の反対の急先鋒なのです。赤祖父先生という方は、オーロラの専門家で、アラスカ大学の名誉教授なんですね。要するに、一部の方々が、正統派は違うんだということを盛んに言っておられる。

私が 2 年程前に、そういうことを知らずにですよ、あるところに文章に書いたら、たまたま丸山さんの目にとまって、それで去年 5 月に地球惑星科学連合同大会というのが幕張であって、そこでシンポジウムがあるから講演してくれ、と言われた訳です。そのシンポジウムは「21 世紀は温暖化か寒冷化か」という、えらいタイトルなんです。それを開催したオーガナイザーは、丸山さんの他に、あとは宇宙物理学者が多い。その講演会で講演した人に、鳩山前法務大臣とか、前原現国交大臣とかがいる。鳩山さんが来たときは、後ろに鋭い目のボディガードがズラっとついて。まあ、彼らは別にこういう話があると思って来たんじゃないんですよ。黒岩氏などテレビのキャスターやアナウンサーもいろいろ呼ばれて正統派の立場で来た。そしたら、正統派の会ではないということを知って慌てたということ(笑)。

<http://blogs.yahoo.co.jp/kyomutekisonzairon/62719159.html>

地球温暖化に関する 3 つの論点

地球温暖化に関する 3 つの論点。過去数十年に実際に地球が温暖化しているの「か」。つまり現在は高温期「か」。温暖化しているとして、その原因は人間活動に起因する二酸化炭素「か」。温暖化は人類にとって不都合「か」、何が具合が悪いんねんと。

地球は温暖化しているか

地球は温暖化しているの「か」。ヒートアイランド効果ではないの「か」。観測所の位置は適切「か」。ロシア、東欧の観測所が閉鎖されて寒いところの温度計がなくなったので暑くなったのではない「か」。と、いろんなことを言う。ただね、懐疑派でもふつうの人は温暖化していると認めているわけですよ。人工衛星の観測では、それほど温暖化していないと主張する人もいるし、いや、それは機器の測定の誤りだ、と言うひともいる。過去 7 年間は温暖化していないとする人もいる。

現在は非常な高温期か？

現在は非常な高温期か？これも先程言っていましたかね、地質年代的にはノーなんですよ。

5億年前からの地球の気温変化

このグラフは、右端が現在、左端が5億4千年前。これを見ると、ぼこぼこ変化しているんですよ。気温が高いときは、北極まで植物が繁茂していた。植物が繁茂すると、どういことになるかということ、草食動物が繁栄する。ということは、肉食動物が繁栄する。1万年前に氷河期が終わって、現在は間氷期なんです。ここで農業が始まり、文明が発達した。

氷河期というのは、だいたい10万年続きます。この温度が高い時期を間氷期といって、ほぼ1万年続きます。現在は間氷期が1万年間続いている訳です。ですから、もう間氷期は終わりなんです。いつ氷河期になっても不思議じゃない。しかも、北極の氷がとけて、白熊が溺れ死ぬとか盛んに騒ぐんですが、昔の間氷期は、もっと温度が高かったんですよ。白熊君はどうしていたのでしょうかね。

基本的には、地球の温度は下がり続けている、ということ。そして、この気候変動というのは、一切人間のせいではない。これは自然のせいです。ですから、正統派が言うのは最近のところだけ、ここだけが人間のせいだと。昔の温度が高かったのは、ネアンデルタール人が悪かったんでもなんでもないんですよ(笑)。

http://en.wikipedia.org/wiki/Geologic_temperature_record

地質時代の気温変化

地球の気温は基本的には時間とともに低下している。現在が特に高温であるということはない。現在は広い意味での氷河期。広い意味の氷河期というのは、地球のどこかには氷河があるということ。いま南極にありますからね。気温は常に変動する、そしてそれは自然原因であると。高温の場合の方が生物は繁栄する。これは基本原則です。

氷河期とは

氷河期とは、地表の一部が氷に覆われている時期。その意味では、現在も氷河期である。南極とグリーンランドが氷に覆われているから。

ちなみに、グリーンランドというのは面白いんですが、中世温暖期にはバイキングが住んでいた。さらにバイキングはアメリカまで行っている。グリーンランドに教会があって、グリーンランドで最後に結婚式が行われたのは1408年なんだそうです。それから、小氷期に入って寒くなったから、バイキングは撤退してしまったんです。このように、グリーンランドは、もともと「グリーン」なランドだったんです、昔はね。

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Greenland

氷河期の中で特に寒い時期を氷河期といい、それ以外を間氷期という。そういう意味で、現在は大きな意味での氷河期であり、その中間氷期であると。地球の気候は変動するので、極端な時期には全球凍結、これは snow ball earth と言うんですが、例えば、このあたりに氷河が4000mも積もっていたんですよ。そんなに寒い時期があった。地球の気候って言うのは、常に変動するんです。暑いも寒いも。

地球温暖化の原因は人間期限の二酸化炭素か

よく出されるのが、この図なんですけど、これは南極の氷からとったデータで、青が温度、赤が二酸化炭素です。きれいに相関している訳です。ですから、ゴアさんの映画「不都合な真実」にも出てくる。

ただね、2つが相関しているというのは、二酸化炭素が増えるから温度が上がるのか、温度が上がるから二酸化炭素が増えるのか、あるいは別の原因でこういう結果になるのか、それは分からない訳ですよ。ある研究者に言わせると、詳しく研究した結果、まず温度が上がる、それから二酸化炭素が増える。そのタイムラグは800年から1000年だと言うのです。つまり温度が上がって、800年後、1000年後に二酸化炭素が増えだす。これは、先ほどの「The great global warming swindle」の中で研究者が言っていた事なんです。じゃあ正統派はどう答えるかということ、それはデータの間違いだ、とか言う訳ですね。

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vostok_ice_core_petit.png

気候変化の内因説 対 外因説

内因説が二酸化炭素原因説、外因説が太陽原因説。大体、世の中、地球のいろんなことを、宇宙が原因なのか、中が原因なのかと言う。例えば、恐竜が滅んだのは、昔は内因説だったんだけど、昨今は外因説。つまり、隕石がメキシコに落ちてきて、巨大な穴をあけて、それで恐竜が滅んだという外因説が今では有力になっている。ですから、分かん訳ですよ。

気候に対する太陽の影響

気候に対する太陽の影響として、太陽活動が盛んだと黒点が多い。黒点の周りは高温である。太陽放射が強い。不思議な話、黒点が多いほど、黒点が黒いほど太陽放射が強いんですよ。ただね、太陽放射が強いんですが、これ自体は大したことはないんです。明るくなったり、暗くなったりするんですが、そんなのは、ほんの僅かなんです。0.1%程度です。ですから、それで現在の温暖化が説明できるとは誰も言っていない。

だから IPCC は、太陽活動の影響は無いと言っている訳なんだけど、その他の影響がある。例えば、紫外線が強くなる。これは数パーセント強くなるんです。マウンダー極小期から現在までに3%強くなっています。紫外線が強くなると、何に影響を及ぼすかという、オゾン層に影響を及ぼす。それが、気候にどう影響を及ぼすか分かっていない。

デンマークの Svensmark の説では、太陽活動が盛んだと、太陽磁場が強くなる。その太陽磁場が太陽風で運ばれてきて、地球の周りの磁場が強くなる。すると、銀河宇宙線が磁場で跳ね飛ばされる。銀河宇宙線は、雲の核、つまりエアロゾルを作るという説がある。ですから、銀河宇宙線が跳ね飛ばされて弱くなると、雲が出来にくくなる。雲というのは太陽光を反射します。だから、雲が出来にくくなると太陽光の反射が少なくなって、気温が上昇する。つまり、雲が出来ると、太陽エネルギーが入って来なくなる、という立場ですね。二酸化炭素の説はそうじゃない、太陽エネルギーが入ってきて、出にくくなる、という立場。これが、大まかに言えば、差です。

http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_variation

太陽黒点

さて、太陽黒点というのは温度 4000 度。温度が周りより低いので暗い。

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sunspot>

太陽風

太陽風は、太陽から吹くプラズマの風で、太陽コロナから発生する。太陽コロナの温度は 100 万度。太陽風は、速度が 300km/s から 900km/s で吹いてくる。ちなみに、この太陽風の理論を作ったのは、ユージン・パーカーという人です。彼は最近京都賞をもらった大家ですが、スベンスマークを激励しています。

http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_wind

太陽風と地球磁場との相互作用

地球には磁気圏があって、そこに太陽風が吹いてくる。そうすると、磁気圏の外にバウショックというのがある、地球は宇宙線などから守られているんだけど、磁場が強くなると、さらに守られると言いましょか、宇宙からやってくる銀河宇宙線が跳ね飛ばされるという訳です。

スベンスマーク説

さて、Svensmarkさんは、先ほどちょっと言いましたが、太陽活動で磁場が発生する、太陽風で地球に運ばれる、磁場は銀河宇宙線を遮蔽する、銀河宇宙線は大気を電離して雲の凝結核をつくる、雲は太陽光を跳ね返すと。なんか、「風が吹けば桶屋が儲かる」の様な、非常にややこしい話ですね。実際のデータを見ると、太陽活動の強度が強いと、宇宙線が弱いことが分かる訳です。ただね、宇宙線までは、いいんですよ。論争は、宇宙線が雲をつくるかどうかという、そこが一番の論争点なんです。これは Lockwoodらの Nature の論文の、宇宙線が減ると温度が上がるというデータです。

このスベンスマークの話を知っていると、面白いんですが、彼の論文はあらゆる正統派の雑誌から reject されてきたんです。ところが、どういうわけか、3年ほど前に気象とかには関係ない英国のある雑誌に出たんですよ。つまり気象学会とか、そういうメジャーなところに出したら、reject されるんですが、どういう訳か出てしまって、結局それが注目を浴びた。私が、これを見たのは、英国の天文学会の雑誌 A&G、日本で言う「天文月報」に相当するものなんですが。それを見て、ほう、と思った訳なんです。あとで映像でスベンスマークさんのドキュメンタリーをちょっと出しますが、彼は異常な迫害を受けてきた、ということ語っている。つまり、論文を出しても出しても、reject される。その中で言っていたのは、彼が国際会議に出て、その質疑応答になったときに、パッと立ち上がった人がね、「あんたの理論は全くナンセンスだ。やめなさい。」と言われたと。また、そこまで失礼なことは言わないが、あとで偉い先生が寄って来て、「君ね、そんなことをやってもつまらんから、よしなさい」と。

これは、正統派に対する異説を唱えるといかに迫害されるかと、いう話です。

http://en.wikipedia.org/wiki/Henrik_Svensmark

実験的検証

ところがですね、最近、CERN、これはジュネーブにある原子核研究所で、CLOUD 実験というのが始まろうとしている。世界最大の陽子加速器で人工宇宙線を作って、エアロゾルの生成実験をやろうと。Proposal は 2000 年に行われて、9 カ国 18 研究機関から研究者が集まって、実験は来年から行われる。つまり、スベンスマークさんの説は、気象学者、気候学者の中では全くナンセンスなんだけど、素粒子学者とかそういう人たちは真剣に受け取っていると。CERN の加速器を使って実験しようとする、つまり、一部の科学者ではあるが、まじめに考え始めていることを強調したい訳です。

<http://public.web.cern.ch/public/en/Research/CLOUD-en.html>

地球温暖化の太陽原因説

温暖化の原因は太陽かもしれない。それが銀河宇宙線か、あるいは紫外線かもしれない。まだまだ科学的に解明する必要がある。当然、私はスベンスマーク説が正しいと主張するつもりはありません。私の主張は、「わからん」と(笑)。つまり世間で言うことは、「もう、科学的な解明は分かった。それは二酸化炭素だ。だからあとは、行動あるのみだ。」というのが正統派の主張なんです。だけど、そうなんか？、分かったんか？、と言うことです。ここでスベンスマークさんの映像を流します。

(YouTube 映像)

<http://www.youtube.com/watch?v=n1qGOUIRac0>

個人的推論

結論に行きますが、個人的推論。地球温暖化は多分あるだろう。しかしその原因が、人為原因の二酸化炭素かどうかはまだ分からない。IPCC の予測の根拠は数値シミュレーションであって、気候変動の数値シミュレーションは信用できるか、カオス現象が予言できるか、というところに一番力点を置いています。

つまり、地球温暖化の一番のポイントは、数値シミュレーションなんです。ところが、先ほどの太陽のモデルを見せましたように、あれの方が遥かに簡単な訳ですよ、第一原理に基づいている訳ですよ。ところが、予言に失敗している。どこに問題があるかと言うとですね、磁場の拡散なんです。これは何かと言うと、電気伝導度がものを言うんです。電気伝導度は何が決めるかと言うと、乱流が決める。だから、乱流が分からないから、電気伝導度が分からない。だから、流体力学だけでも、あれ程分からない。対して、気候モデルの中には、どれ程ややこしいものが入っているのか。つまり、流体力学とか乱流、熱力学は当然入っているでしょう。だけど、エアロゾルはどうなるだとか、更には人間の経済活動まで入っている訳です。パラメータが山のようにある訳です。だから、皮肉な人はこう言う訳。充分な数のパラメータさえ与えてくれれば、私は象でもシミュレートして見せるとか。要するに、天気予報をしたときに 3 日先の天気分からない。1 週間先は絶対当たらない。なぜなら、これはカオスだから。だけど、気候学者はね、1 週間先の天気は分からない、気象は分からないんだけど 100 年先の気候は分かる、と言っている訳ですよ。本当か？って。これが skeptics の主張なんです。ま、本当かも知れませんよ。だけど、それは、一応、眉に唾をつけておきたい。

学者へのアンケート

先ほど紹介した丸山さんがシンポジウムでアンケートを取ったんですよ。その結果、政治とメディアの世界で99%は正統派である、しかし、学者の世界では、必ずしもそうじゃないよと。地球惑星合同大会シンポジウムでアンケートをとった。すると、二酸化炭素が原因と信じる人は1割だったと。ま、これはバイアスがありますがね。2割は二酸化炭素が原因でないと信じる、残りはまだ分からない、と。実は私も分からない方に手を挙げたんですよ。これは100人位の学者へのアンケートで、もちろんこれはバイアスがありますよ。気象学会でやったら、また話は別でしょうね。だけど、主に天文学者と地球物理学者がいるところでアンケートを取ると、こういう結果だと。

このことから、全学者が、地球温暖化の原因が二酸化炭素であることに賛同している、というのは、Big Lie であると言うことです。

[終了]

**地球温暖化
太陽起源説**
 神戸大学名誉教授
 松田卓也

<http://solarcycle24.com/>

2009/11/15 06:55 1

太陽活動と黒点数の変化

- 最近の太陽は異常に静かである
- 太陽活動の予測は困難である
- 太陽周期24は静かな周期になるだろう
- 黒点数と気候には密接な関係がある(らしい)
- 17世紀のマウンダー極小期と小氷期の関係
- 19世紀初頭のダルトン極小期
- 周期24はダルトン極小期に似ている？
- これからの10年は気温上昇なし？寒冷化？
- 太陽活動は常に変化する(原因不明)

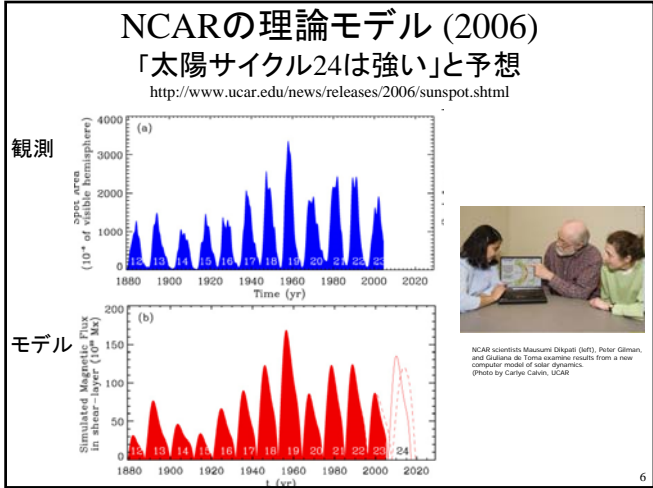
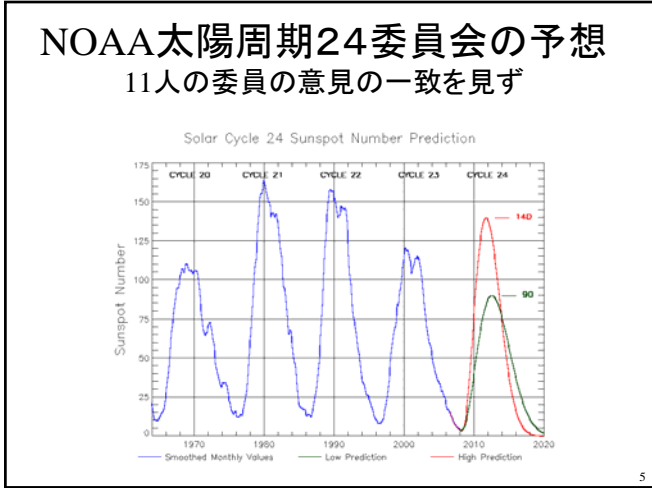
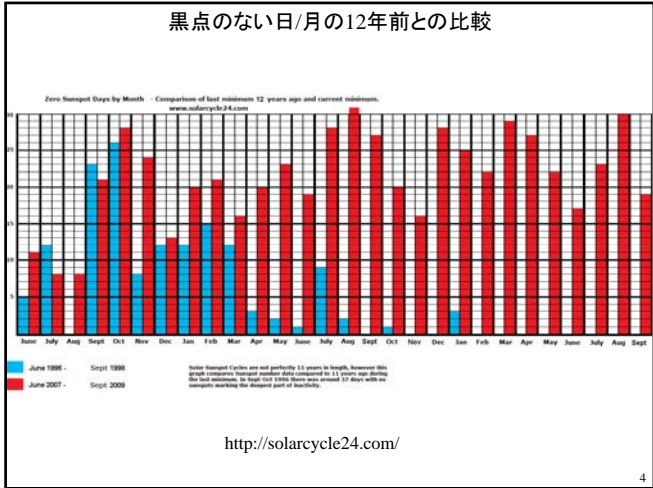
2

最近の太陽は異常に静か ほとんど黒点がない

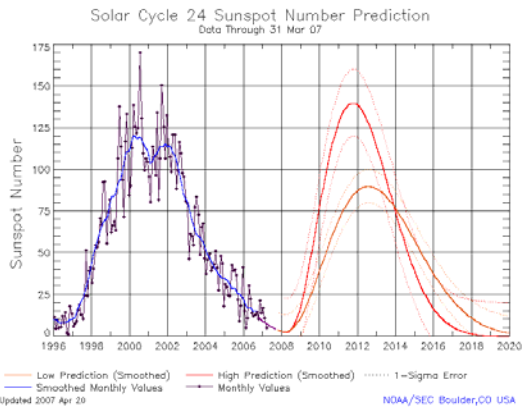
2009/11/15 06:55

<http://www.solarcycle24.com/>

3

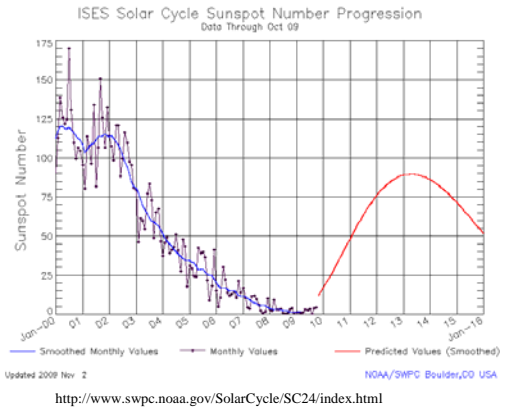


黒点数の予想 2007/4



7

黒点数の予想 2009/5

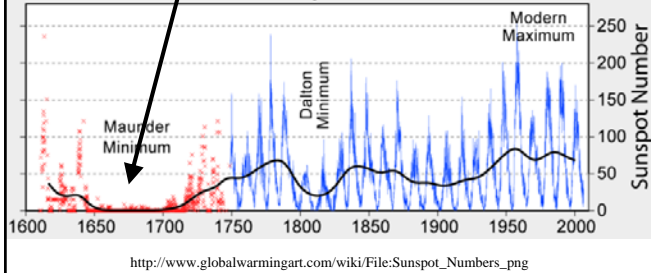


8

過去400年の黒点数の変化と気候

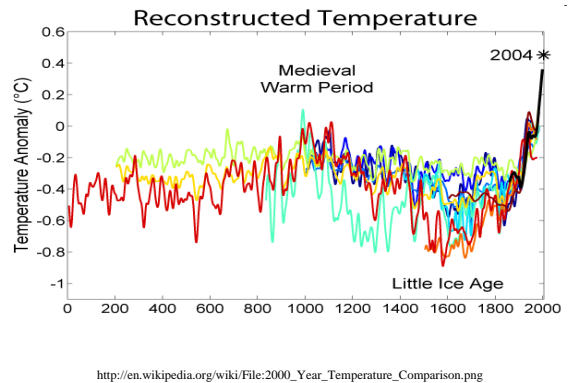
マウンダー極小期と小氷期は一致
太陽活動が気温を決める

400 Years of Sunspot Observations



9

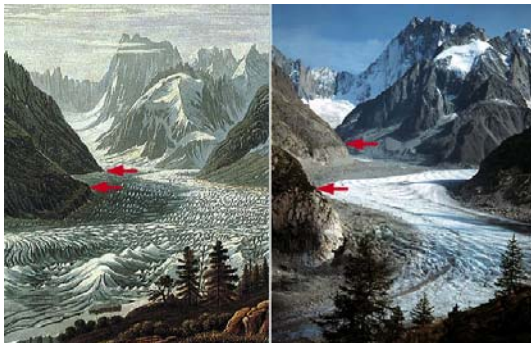
過去2千年の気温変化 小氷期と中世温暖期の存在



10

小氷期(Little Ice Age)

<http://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/little-ice-age-two-en.html>

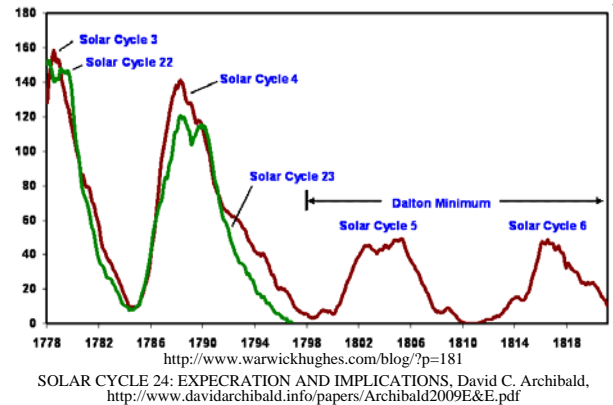


小氷期 絵

現在 写真

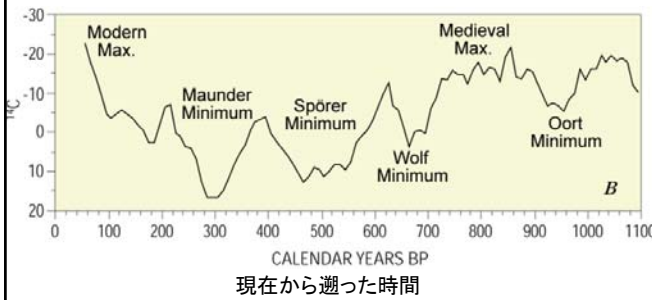
11

ダルトン極小期の再来か？



12

過去1100年の太陽活動



http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Sunspot_Numbers.png

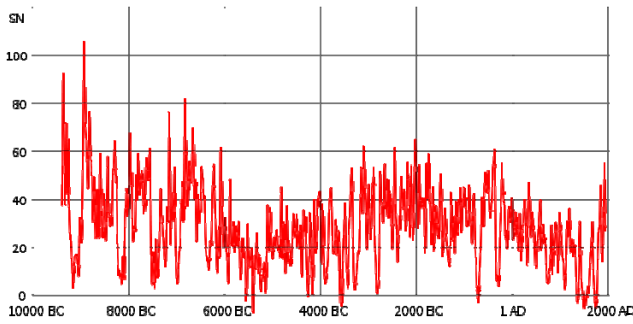
13

太陽活動と気候の関係

- 太陽活動が盛んになると気温が上昇？
- <http://www.youtube.com/watch?v=N8fQpAhCUw0&feature=related>

14

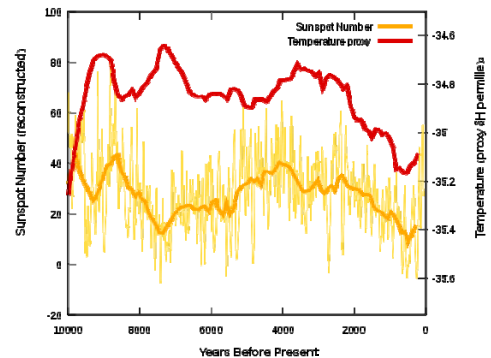
1万年間の黒点数の変化



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspot-temperature-10000yr.svg#Summary>

15

過去1万年の太陽活動と温度



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspot-temperature-10000yr.svg#Summary>

16

地球温暖化の原因

- 人為説、内因説
 - 二酸化炭素などの温暖化ガスによる人為的原因
 - 正統派
- 自然説、外因説、宇宙起源説
 - 太陽起源説
 - 地球軌道の変化、ミランコビッチサイクル
 - 地球磁場の変化
 - 銀河の腕と太陽系の関係
 - 伴銀河と銀河の衝突
 - 懐疑派

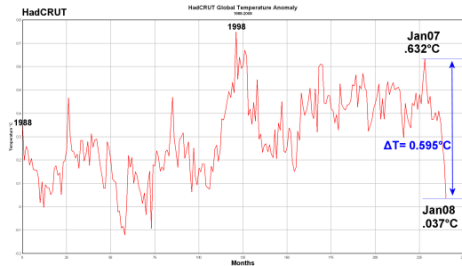
17

地球温暖化問題に対する懐疑派

- 地球温暖化の二酸化炭素原因説に疑問を唱える科学者、メディアが増えている
- 地球温暖化論争
 - Global warming controversy
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_controversy
- The great global warming swindle (地球温暖化詐欺)
 - 英国4チャンネルTV
 - <http://www.youtube.com/watch?v=P--pmZpwYEY&feature=related>

18

欧米では現在も激しい論争が続いている
 気温は過去10年程度変化していない



<http://wattsupwiththat.com/2008/02/19/january-2008-4-sources-say-globally-cooler-in-the-past-12-months/>

地球温暖化懐疑派の本



地球温暖化に関する3つの論点

- 過去数十年に地球は実際に温暖化しているか
 - 現在は高温期か
- 温暖化しているとして、その原因は人間活動に起因する二酸化炭素か
- 温暖化して、人類にとって不都合か

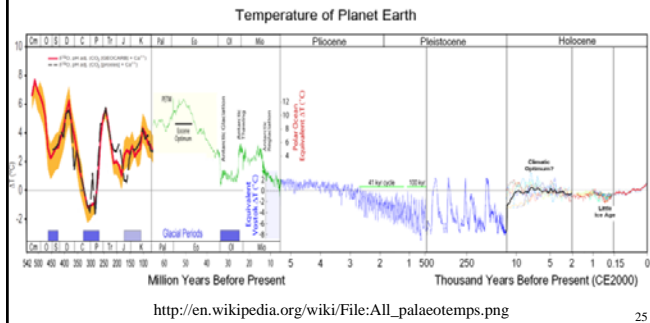
地球は温暖化しているか

- ヒートアイランド効果ではないのか
 - 観測所の位置は適切か
 - ロシア、東欧の観測所の閉鎖
- 人工衛星の観測ではそれほど温暖化していない！？
- 過去7年間は温暖化していない

現在は非常な高温期か？

地質年代的にはNo!
 現在は氷河期!

5億年前からの地球の気温変化
地球は基本的には寒冷化している



25

地質時代の気温変化

- 地球の気温は基本的には時間とともに低下している
 - 現在が特に高温であるということはない
 - 現在は広い意味では氷河期
- 気温は常に変化する
 - 自然原因
- 高温の場合の方が生物は繁栄する

26

氷河期とは

- 地表の一部が氷に覆われている時期
 - その意味では現在も氷河期
 - 南極とグリーンランドが氷に覆われている
- その氷河期の中で
 - 特に寒い時期を氷河期
 - それ以外を間氷期
 - 現在は大きな意味での氷河期で、そのなかの間氷期
- 全球凍結: 極端な氷河期
 - 赤道まで氷河に覆われた時代

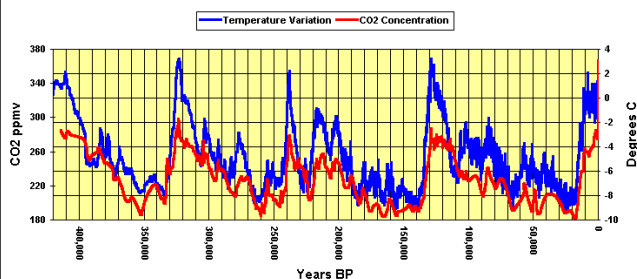
27

地球温暖化の原因は 人間起源の二酸化炭素か

28

しかし

Antarctic Ice Core Data 1



<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/thermo/icecore.html>
http://www.daviesand.com/Choices/Precautionary_Planning/New_Data/

氷河期から間氷期への遷移で二酸化炭素量の上昇は温度上昇の1000年後間氷期から氷河期では、明らかに遅れる。

29

気候変化の内因説対 外因説

- 内因説
 - 二酸化炭素原因説
- 外因説
 - 太陽原因説
- 恐竜の絶滅
 - 内因説 → 外因説

30

気候に対する太陽の影響

- 太陽活動が盛んだと
 - 黒点が多い
 - 黒点の周りは高温
 - 太陽放射が強い
 - 紫外線が強い
 - 磁場が強い
 - 銀河宇宙線が弱い
 - 雲ができにくい
 - 気温の上昇
 - Svensmarkの説

31

太陽黒点

- 温度 4000K
 - 温度が周りより低いので暗い
- 磁場のわき出し口
 - 磁場の圧力で支えるので、温度が低い
- フレア
 - 磁場のエネルギーの解放、爆発
 - コロナからの質量放出の原因



<http://www.gsfc.nasa.gov/gsfsc/spacesci/solarexp/sunspot.htm>

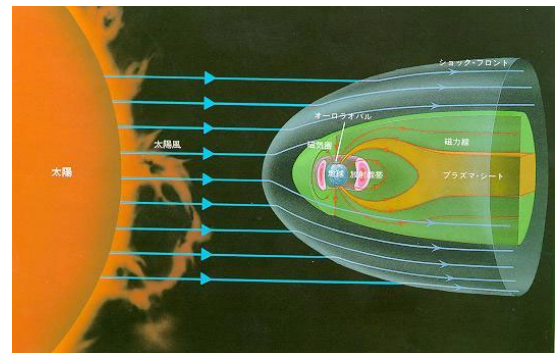
32

太陽風

- 太陽から吹くプラズマの風
- 太陽コロナから発生
 - 温度 100万度
- 速度 300-900km/s 平均450km/s

33

太陽風と地球磁場との相互作用



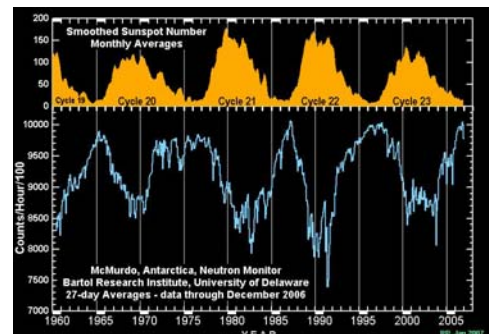
<http://polaris.nipr.ac.jp/~academy/jiten/aurora/07.html>

34

スベンスマーク説

- 太陽活動で磁場が発生
- 太陽風で地球に運ばれる
- 磁場は銀河宇宙線を遮蔽する
- 銀河宇宙線は大気を電離して雲の凝結核をつくる
- 雲は太陽光を跳ね返す

35

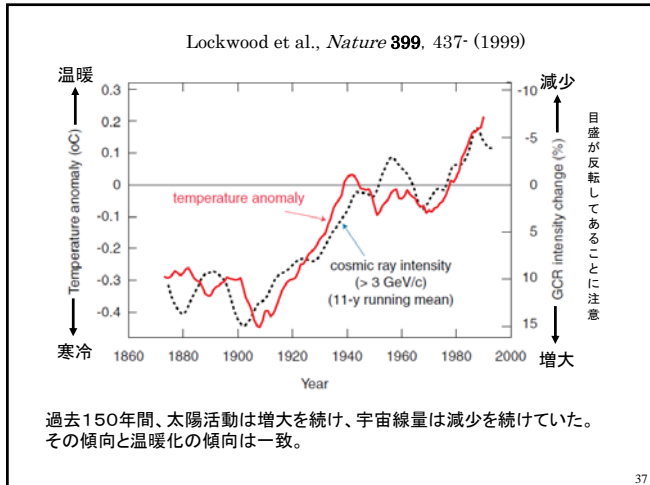


<http://cosray.shinshu-u.ac.jp/crest/contents/research/Norikura/figures.html#Figure1>

外から侵入した宇宙線粒子は太陽風によって運ばれる乱流によって散乱され外に押し流されている。

太陽活動が活発化すると乱流レベルが上昇し、宇宙線は内部に侵入し難くなる。

36



- ## 実験的検証
- スペンスマークのSKY実験
 - CERNのCLOUD実験
 - Cosmic Leaving Outdoor Droplets
 - 陽子加速器で人工宇宙線
 - エアロゾルの生成実験
 - Proposal 2000年
 - 9ヶ国18研究機関
 - 実験は来年から
- 38

- ## 地球温暖化の太陽原因説
- 温暖化の原因は太陽かも知れない
 - それが銀河宇宙線か？
 - CLOUD 実験
 - 紫外線か？
 - まだまだ科学的に解明する必要がある
 - <http://www.youtube.com/watch?v=n1qG0UIRac0>
- 39

- ## 個人的推論
- 地球温暖化は多分あるだろう
 - しかしその原因が人為原因の二酸化炭素かどうかは、まだ分からない
 - IPCCの予測の根拠は数値シミュレーション
 - 気候変動の数値シミュレーションは信頼できるか？
 - カオス現象が予言できるか？
 - 第一原理によるシミュレーションではない
- 40

- ## 学者へのアンケート
- 政治とメディアの99%は正統派
 - 学者の世界ではそうでもない
 - 地球惑星合同大会シンポジウムでのアンケート
 - 1割は二酸化炭素が原因と信じる
 - 2割り二酸化炭素が原因でないと信じる
 - 残りは、まだ分からないと思う
- 41