

地球温暖化を考える講演会

IPCCに対する懷疑論への反論

2017年4月2日

新宿区立 環境学習情報センター

杉山 顕一

目次

1. はじめにーIPCCに対する懷疑論とは

- (1)どのような懷疑論があるのか
- (2)過去5億年から現代までの気候変動

2. 温暖化の原因に対する懷疑論と反論

- (1)宇宙線・太陽風 原因説(スベンスマルク効果)

3. 気温上昇に対する懷疑論と反論

- (1)世界平均気温は1998年以降停滞している
- (2)太陽活動の低下により今後地球は寒冷化する

4. 炭素循環に対する懷疑論と反論

- (1) CO₂濃度変化は温度変化の結果とする説
 - ①近年の気温と大気中のCO₂濃度

※「反論」は青字で表示しています

1. はじめに—IPCCに対する懷疑論とは

地球温暖化とは、温室効果ガスによって地球表面の大気や海洋の平均温度が長期的に上昇する現象である。IPCCによるその主要な視点は、

- 地球の平均気温は1880年(工業化初期)から2012年(現代)までの間に0.85°C上昇しており、長期的に上昇傾向にある事は「疑う余地が無い」。
- 20世紀後半の温暖化に関しては、人間の産業活動等に伴って排出された人為的な温室効果ガスの増加が主因である確率は95%である。
- 増加に最も関与している温室効果ガスは二酸化炭素であるが、メタンガス、代替フロン、一酸化二窒素の影響も重要であること。
- 大気中の二酸化炭素濃度の増加の主要な原因は化石燃料の燃焼であるが、森林火災、森林破壊等他の原因もあること。
- 温暖化は人間を始め地球の多くの生物種・生態系に取って深刻な問題であり、それに対する対策、緩和策を十分に取らなければ、そう遠くない将来において、破局的状況が生じるであろうこと。
- これらの主要5点のいずれかを否定する主張が否定論、懷疑論である。

(1)どのような懷疑論があるのか

1. 気温上昇に対する懷疑論

- (1) 中世温暖期、17世紀小氷期の評価の論議
(ホッケイスティック曲線)
- (2) 1998年以降の気温低下、寒冷化

2. 温暖化の原因に関する懷疑論

- (1) 人為説全般に対する論議
- (2) 水蒸気
- (3) 太陽活動
- (4) 宇宙線・紫外線・太陽風
(スベンスマルク効果)
- (5) 小氷期からの回復過程
- (6) 地球寒冷化説
- (7) 二酸化炭素の温室効果についての議論
- (8) 人為的放熱

3. 炭素循環に関する懷疑論

- (1) ミッシング・シンク
- (2) 海洋による吸収・排出
- (3) 二酸化炭素濃度変化は温度変化の結果とする説

4. 予測内容への批判

- (1) 予測精度(モデルと現実の整合性や妥当性を問う批判)に関するもの

5. 温暖化の影響に関する懷疑論

- (1) 氷河融解と海面上昇
- (2) 温暖化は動植物の生態系にたいしてプラス

6. IPCCに対する批判

- (1) コンセンサス主義に対する批判
- (2) 気候研究ユニット・メール流出事件
(クライメートゲート)

7. 温暖化対策に関する懷疑論

- (1) 京都議定書は不平等条約
- (2) 京都議定書を守っても対策の意味はない
- (3) 排出量取引に関する批判

8. 政治的压力・陰謀説

- (1) 一般的陰謀説
- (2) 原発産業に関する陰謀説
- (3) 石油業界に関する陰謀説

(2) 過去5億年から現代までの気候変動

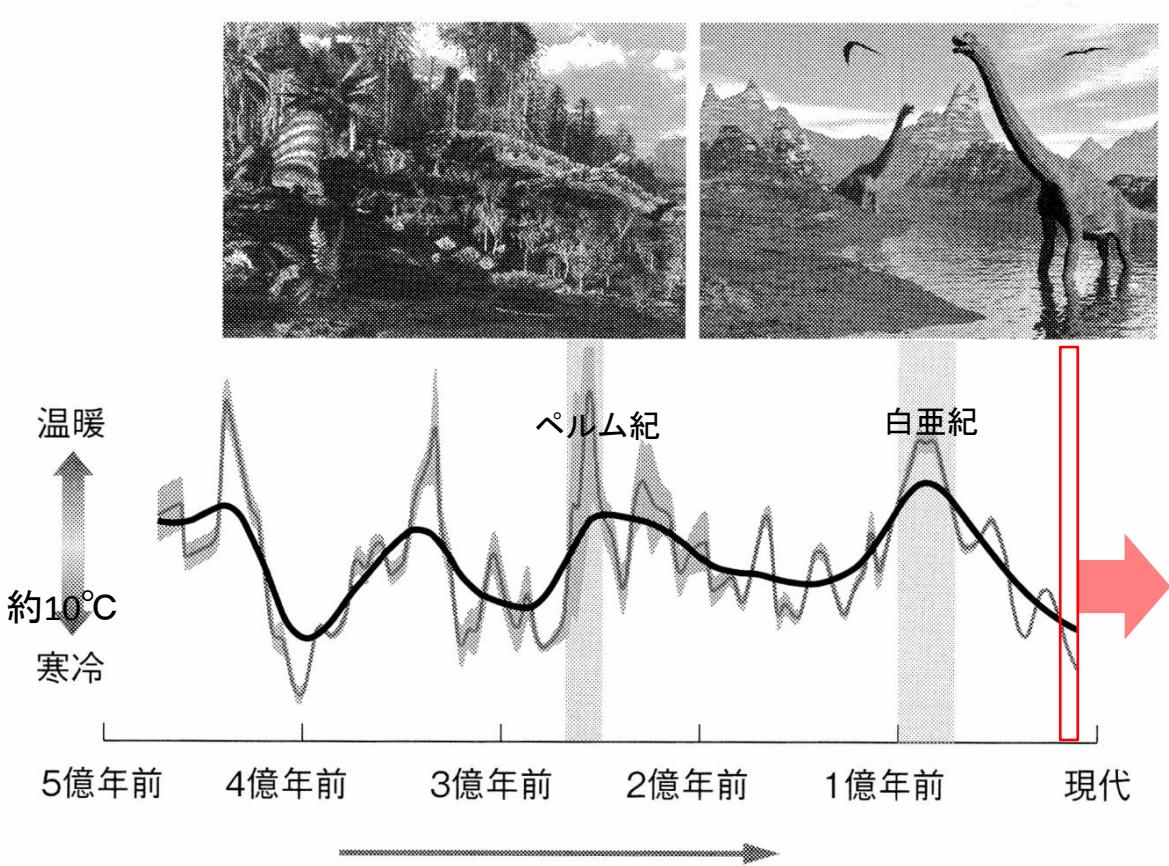


図1.4 世界各地の岩石に含まれる酸素の同位体比から復元した、過去5億年の気候変動 ※1

極めて温暖な時代がある一方、氷河期もあった

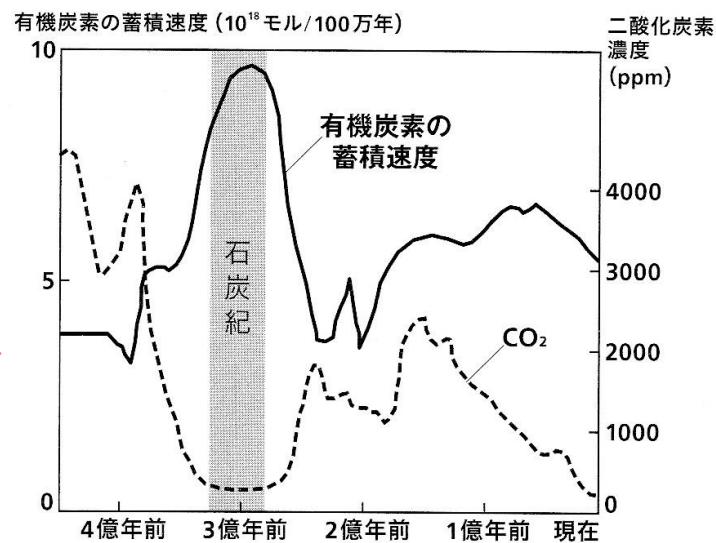
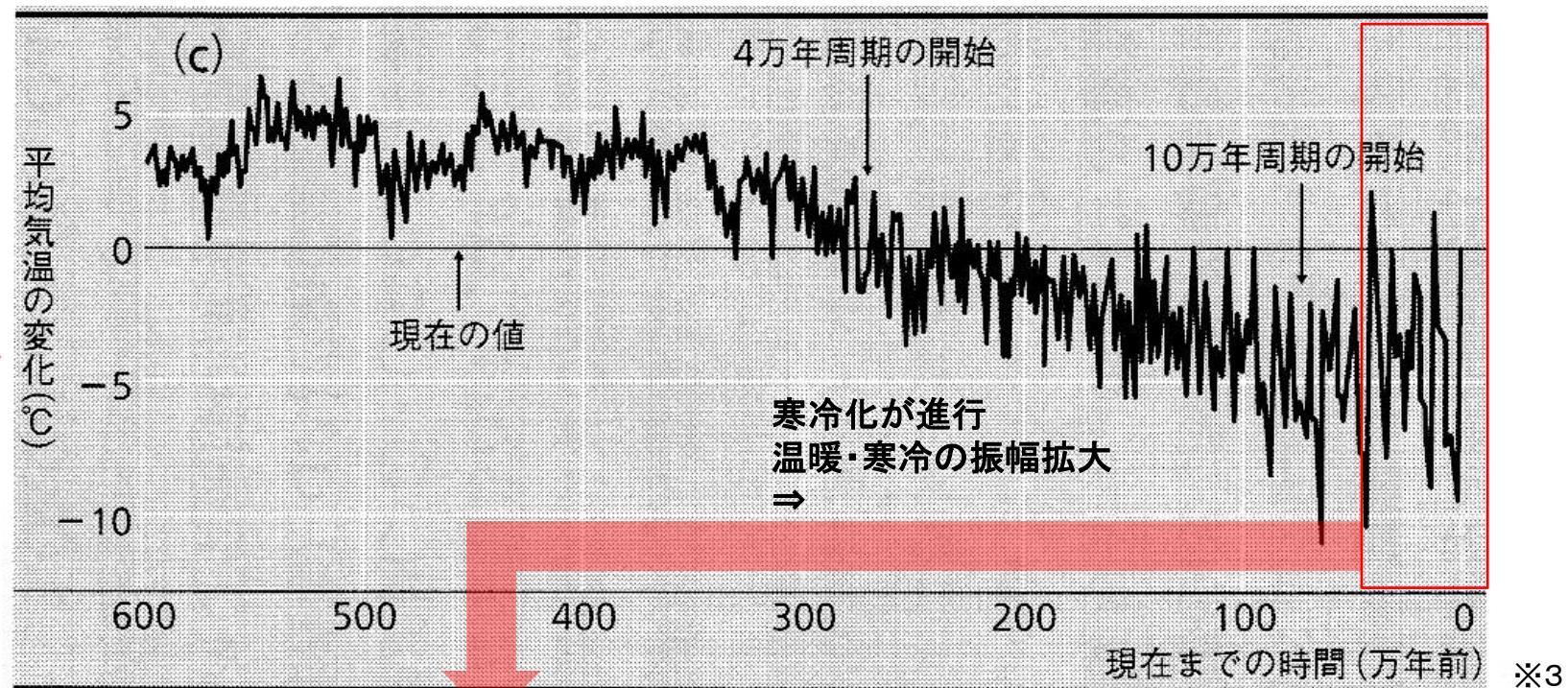
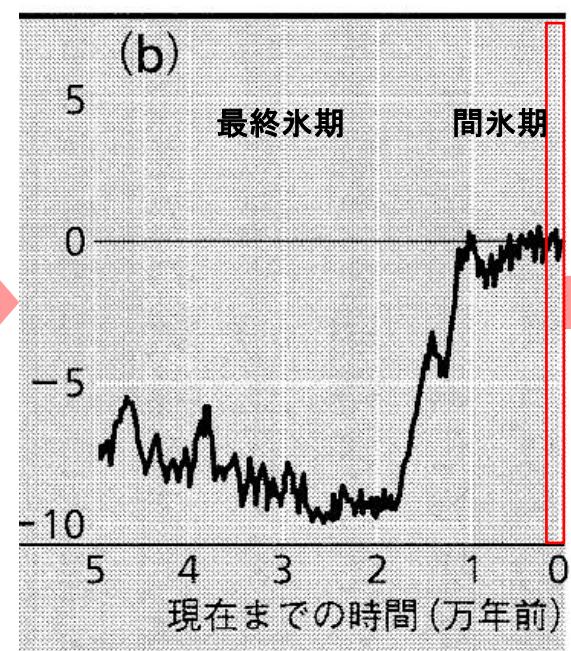
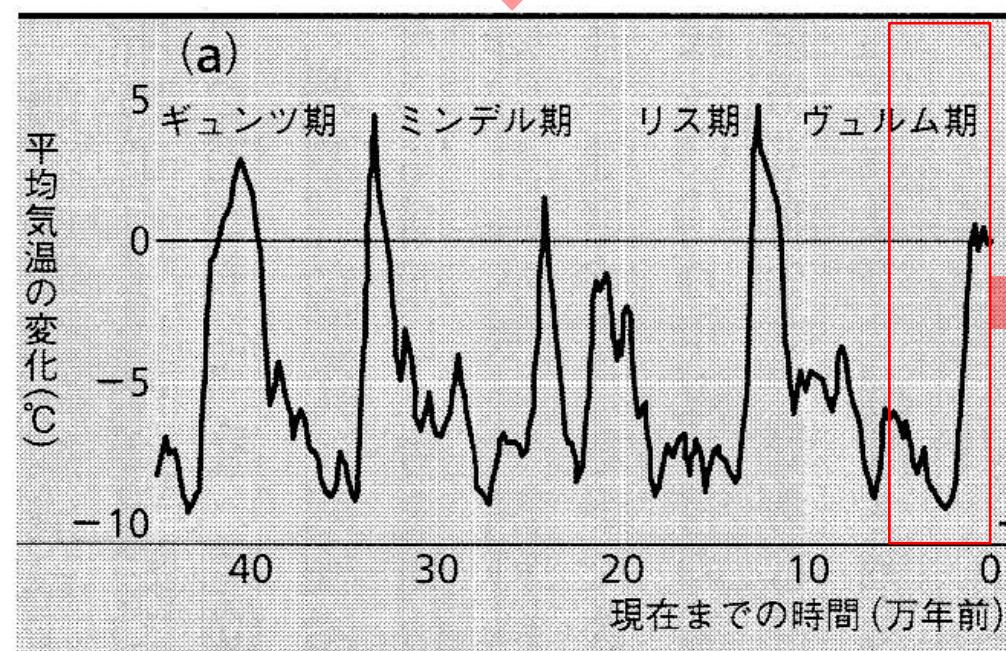
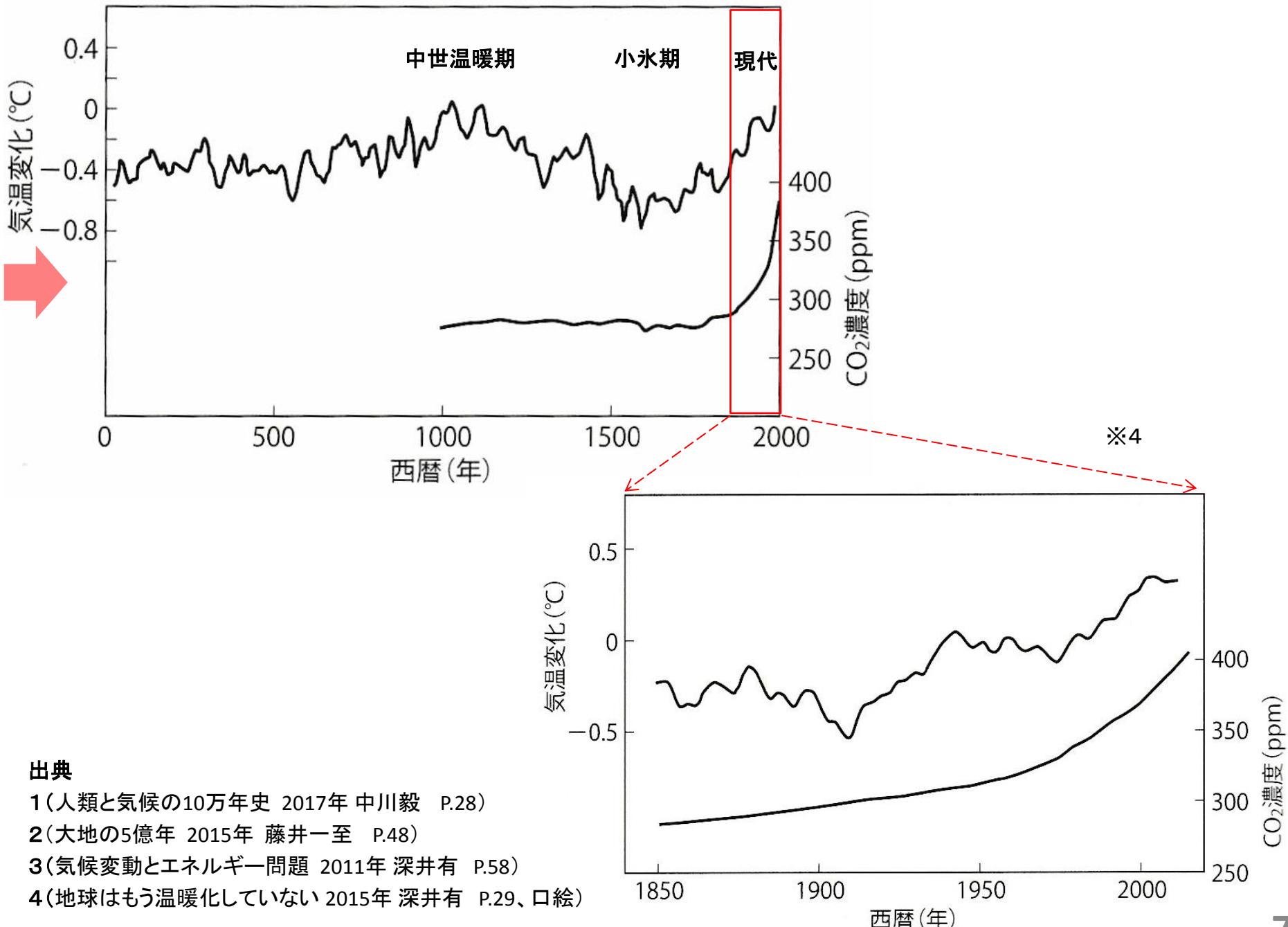


図1-7 陸域の炭素蓄積と大気中の二酸化炭素濃度の変化
(Robinson,1990をもとに作図) ※2



※3





2. 温暖化の原因に関する懐疑論

(1) 宇宙線・太陽風原因説(スベンスマルク効果)

宇宙線が雲の生成に影響し気候変動に関与する

- 地球には銀河宇宙線(天の川銀河の超新星爆発による高エネルギーの荷電粒子)が降り注いでいる。
- 銀河宇宙線は、太陽磁場、地球の磁場の遮蔽効果を受けており、太陽活動が低下する(黒点数が減少)と太陽風の低下によって太陽磁場が弱くなり、地球に侵入する宇宙線量が増加する。
- 大気圏に侵入した宇宙線は日傘効果の大きい低層雲(太陽光の反射率=アルベドが高い)をつくる。地球全体の雲量が1%増加すると気温は0.6~1°C低下。

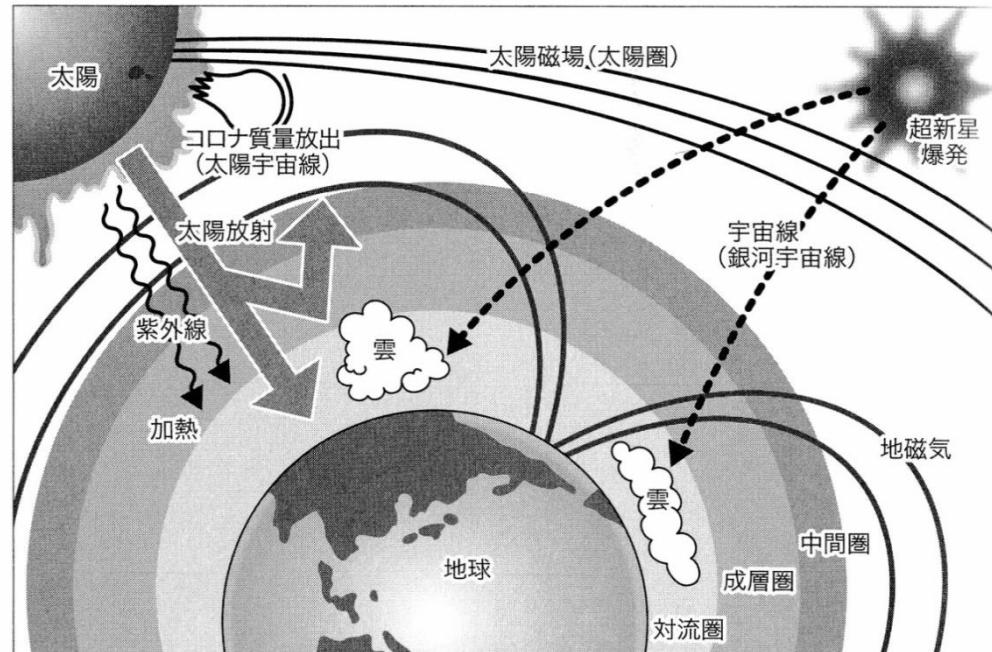


図 4-1 太陽活動が気候変動に影響する経路

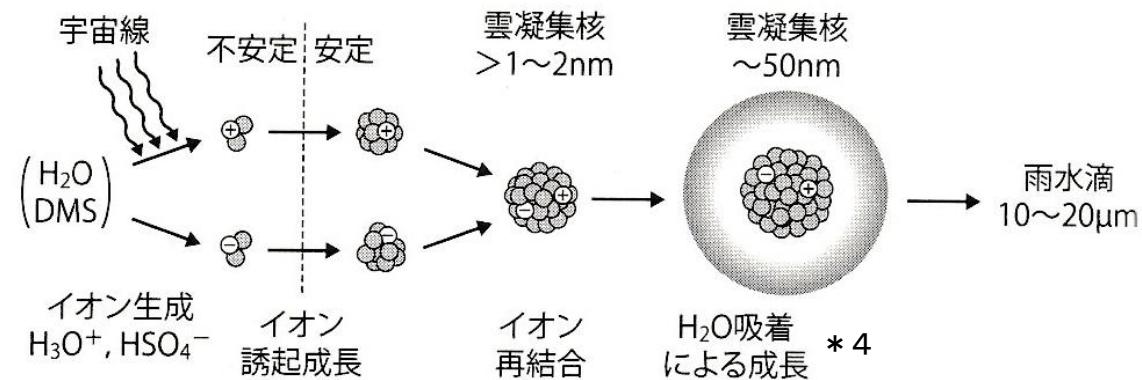
※2

太陽活動の弱化 ⇒ 宇宙線量の増加 ⇒ 低層雲の増加 ⇒ 気候の寒冷化
太陽活動の強化 ⇒ 宇宙線量の減少 ⇒ 低層雲の減少 ⇒ 気候の温暖化

宇宙線の雲生成の仕組み

* 3

- 銀河宇宙線は大気の分子と衝突して電離して電子を放出し、その電子がエアロゾル分子の凝集を触媒として促進させ、微細粒子同士が凝集し、水蒸気を吸着させて水滴化する雲凝縮核を形成し、雲を生成する。



宇宙線と気候の観測における因果関係

宇宙線のフォーブッシュ減少（宇宙線が急減する現象）から数日遅れて①エアロゾル量、②雲の含水量、③低層雲量が顕著な減少を示す。

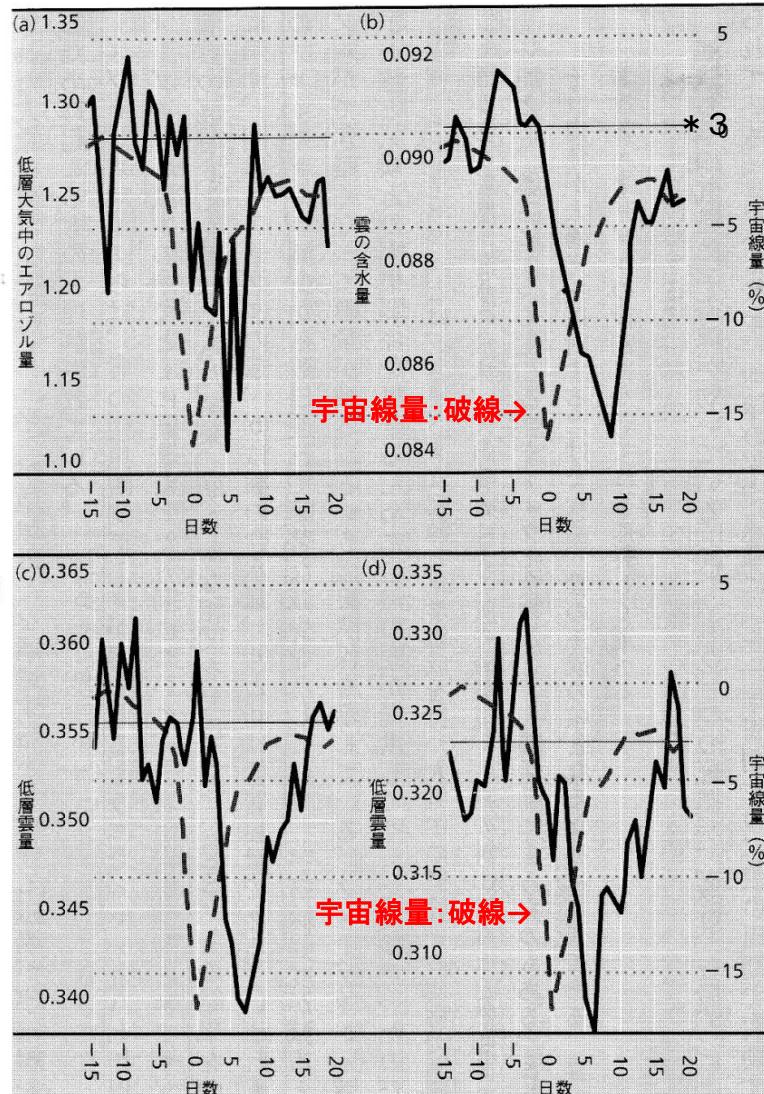


図1-12 宇宙線のフォーブッシュ減少（破線）に伴うエアロゾル（a：世界AERONET観測網）、雲の含水量（b：SSM/I衛星）、低層雲量（c：MODIS衛星、d：ISCCP衛星）の経時変化（スヴェンスマーカら 2009）

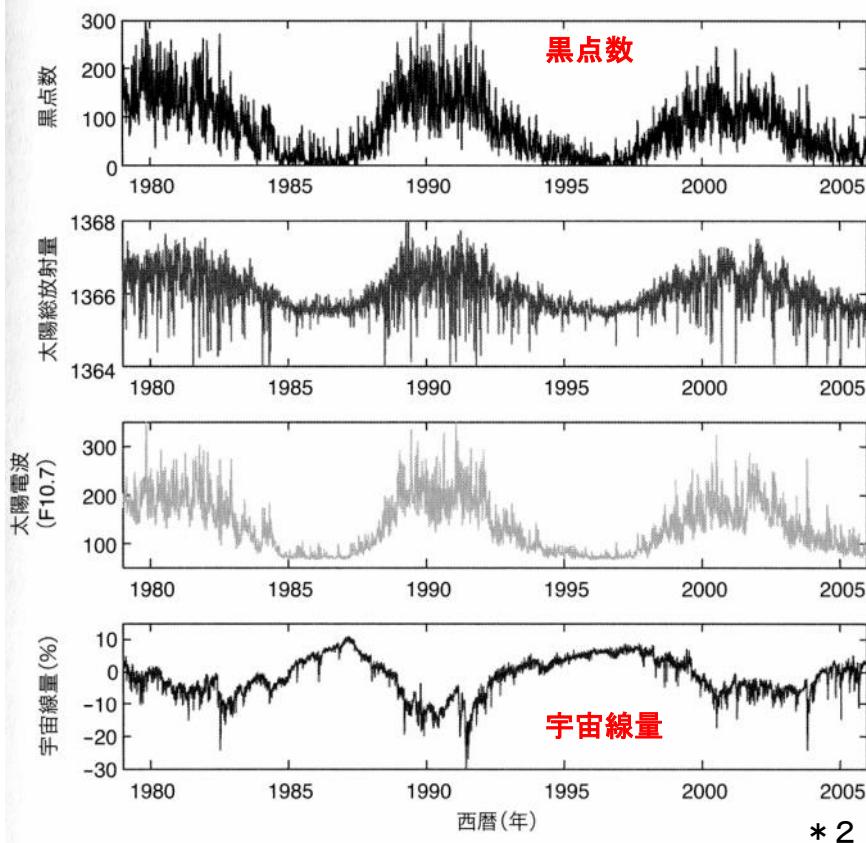


図 4-3 太陽活動にともなって変動する、黒点数、太陽放射、太陽電波（紫外線量の指標となる）、宇宙線量の変動 黒点数、太陽放射、太陽電波は NOAA、宇宙線量はオウル大学中性子モニター (<http://cr0.izmiran.rssi.ru/oulu/main.htm>) のデータをもとに作成。

- 太陽活動（黒点数）に伴って、太陽放射、太陽電波が変動する。銀河宇宙線は太陽磁場形成までの時間差分の数か月から1年遅れで逆変動する。
- 銀河宇宙線の変動と地球を覆う低層雲量変動は一致する。

宇宙線量変動と低層雲量変動

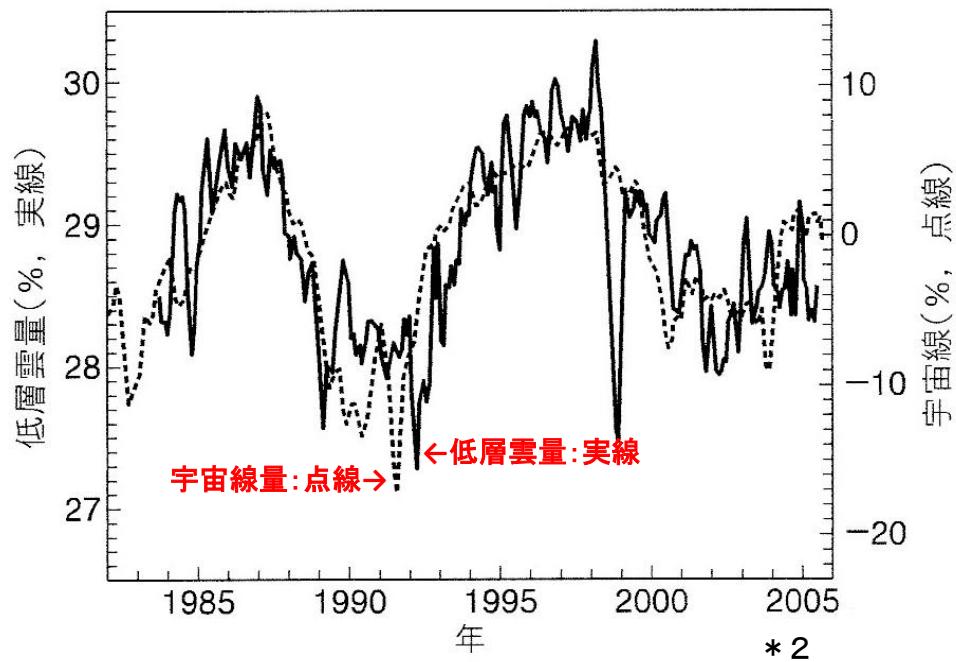
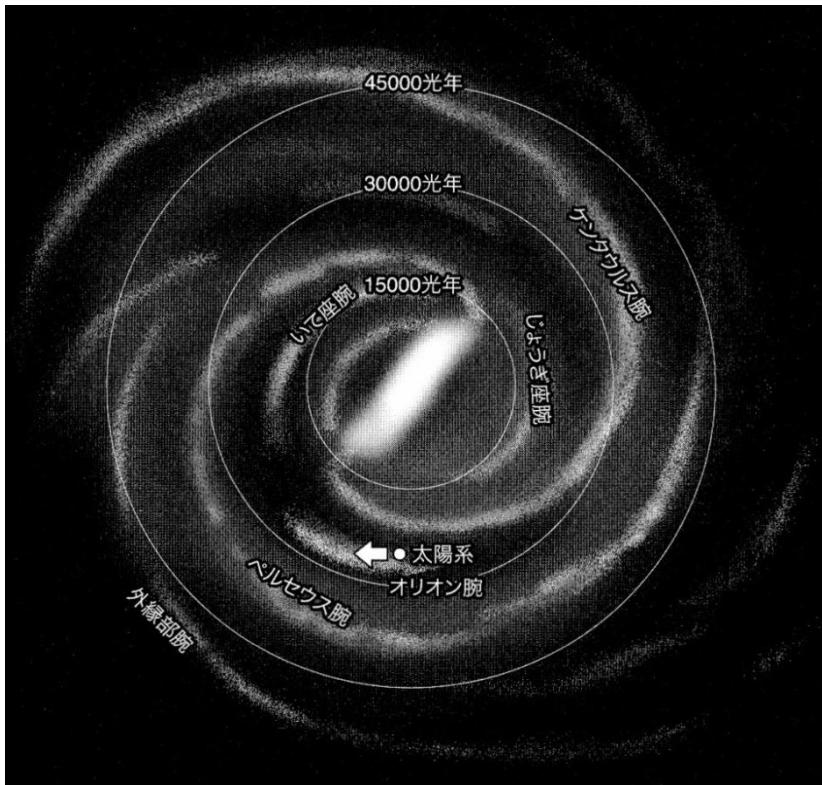


図 1 —衛星観測による低層雲の変動と、中性子モニターによる宇宙線量の変動。文献(4)より。(スベンスマルク 2007年)

- 地球への宇宙線の流入量は、太陽活動によって変化するだけでなく、太陽系が天の川銀河のどのようなところにいるかによって（超新星爆発の状態の影響を受け）変化する。億年単位の過去の大きな気候変動も太陽系の天の川銀河の位置に伴う宇宙線量の激増時期と一致している。



太陽系が所属する天の川銀河の模式図 *2

太陽系は矢印の方向に移動中で、約1.4億年ごとに銀河の腕を出入りする。現在オリオン腕の中にいるが、いづれペルセウス腕に移動する。腕と腕の間はチリやガスが漂っている領域。

過去5億年間の気温変化には4つの温暖期と4つの氷河期が存在するが、それらは鉄隕石中に観察された宇宙線の変動に一致し、太陽系が天の川銀河内を周回中に4本の腕と遭遇したことと一致する。

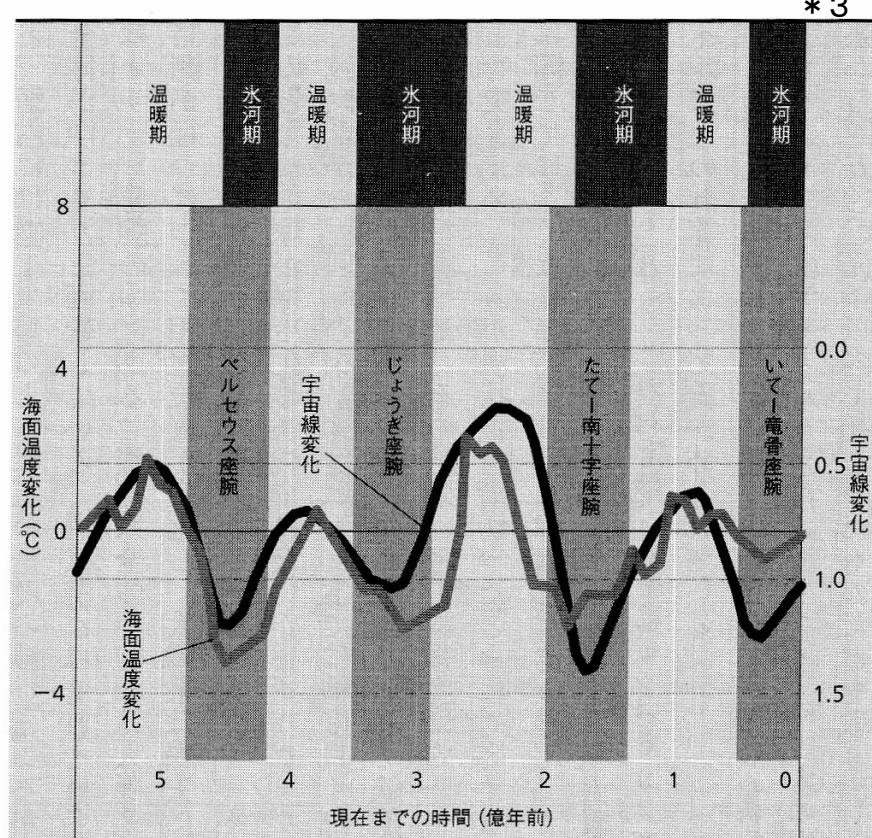
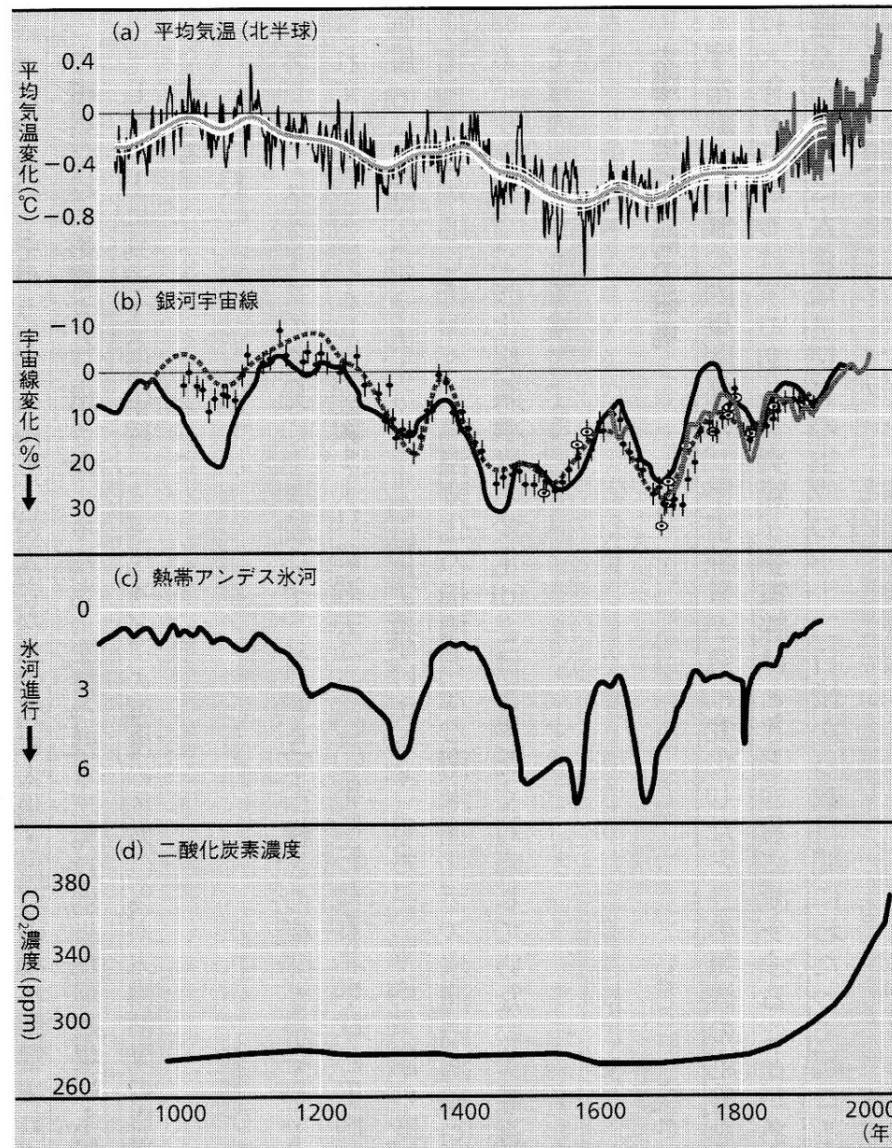


図1-14 過去5.5億年間の熱帯海面温度 (^{18}O 指標) と宇宙線強度 (^{14}C 指標) の経時変化。両者はよく対応している。氷河期は氷河堆積物が見出されている時期、温暖期（間氷期）はそれ以外の時期を意味する。天の川銀河系の渦状腕を横切った時期は鉄隕石中のカリウム同位体 ^{41}K から見積もったもの（シャヴィヴ 2003）

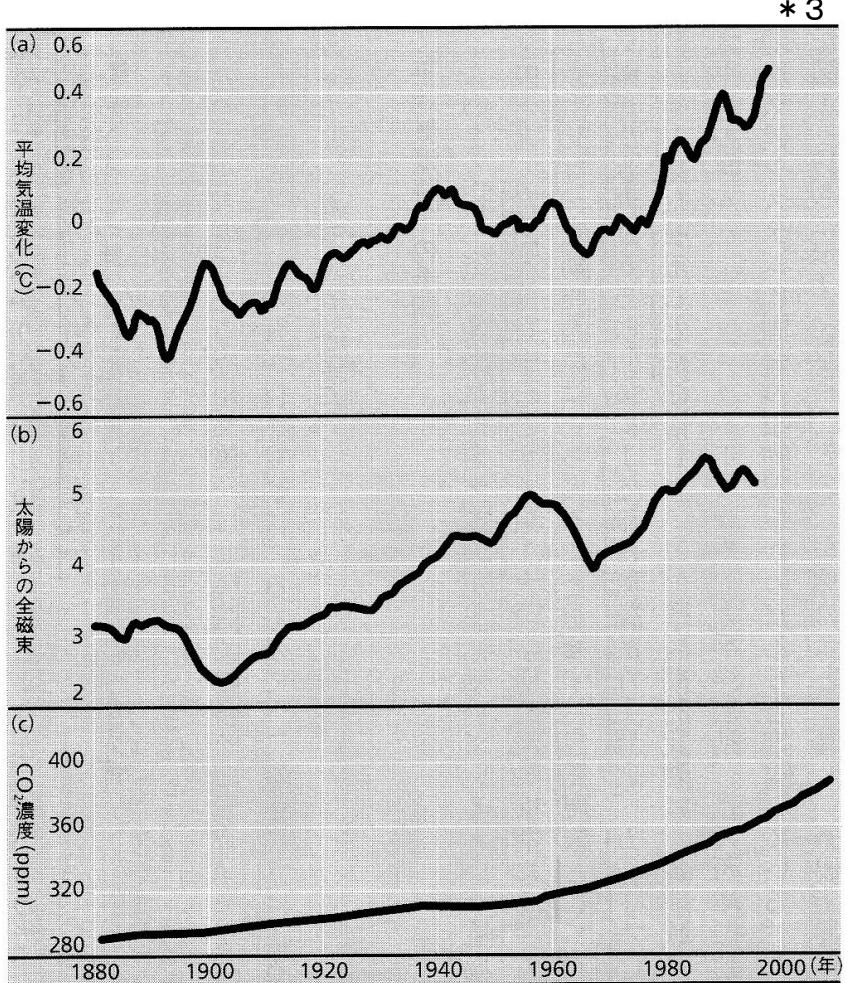
過去及び現在の気候変動を引き起こす主要因はCO₂ではなく銀河宇宙線の変動である

- 千年規模のリズミカルな気候変動は、銀河宇宙線量の変動と一致している。
- 太陽活動と気候変動の相関はこれまでも指摘されてきたが、日射エネルギーの変動では説明できなかった。
- 衛星測定が示す太陽活動の「11年周期」に関する変動幅は0.1%しかなく、それによる気温変動は0.2°Cに過ぎないと見積もられた(ウイルソン、ハドソン1991年)。
- 宇宙線の雲生成説によって太陽活動と気候変動の相関が説明できるようになった。



* 3

図 1-11 過去1200年間の北半球平均気温(a)、銀河宇宙線強度(b) と熱帯アンデス氷河の消長(c) の経時変化。これらの変動は細部に到るまでよく対応している。平均気温は図 1-1(b) と同じもの、宇宙線強度は炭素同位体¹⁴Cとベリリウム同位体¹⁰Beから得られた結果をまとめたもの(カーフィー2007)。比較のため、二酸化炭素濃度の変化(d) を示しておく



地球平均気温の変動に対して、CO₂濃度は全体的に上昇では相關しているが、太陽活動（全磁束）ほどは相關していない。

図1-18 西暦1880年から2000年までの(a)平均気温、(b)太陽からの磁束、(c)二酸化炭素濃度の経時変化。(a)平均気温はIPCCが採用した英国ハドレー気象研究センターの地上観測データ(5年移動平均)、(b)太陽から放出される全磁束は、ロックウッドら 1999のデータを5年平均したもの(伊藤公紀 1999)

- 過去120年間の温暖化率の変化も宇宙線強度の変化と一致している。

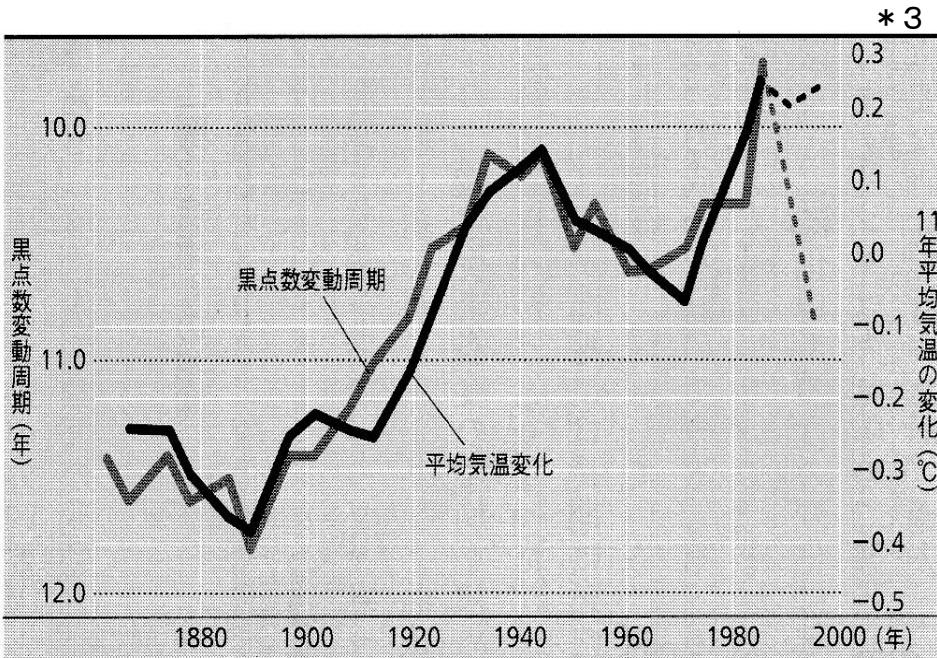


図1-5 太陽黒点数の変動周期と北半球平均気温の経時変化。1985年まではフリース・クリステンセン、ラッセン(1991)、1990年以後の2点は太陽黒点データセンターと気象衛星ノアのデータから読み取って付け加えたもの。

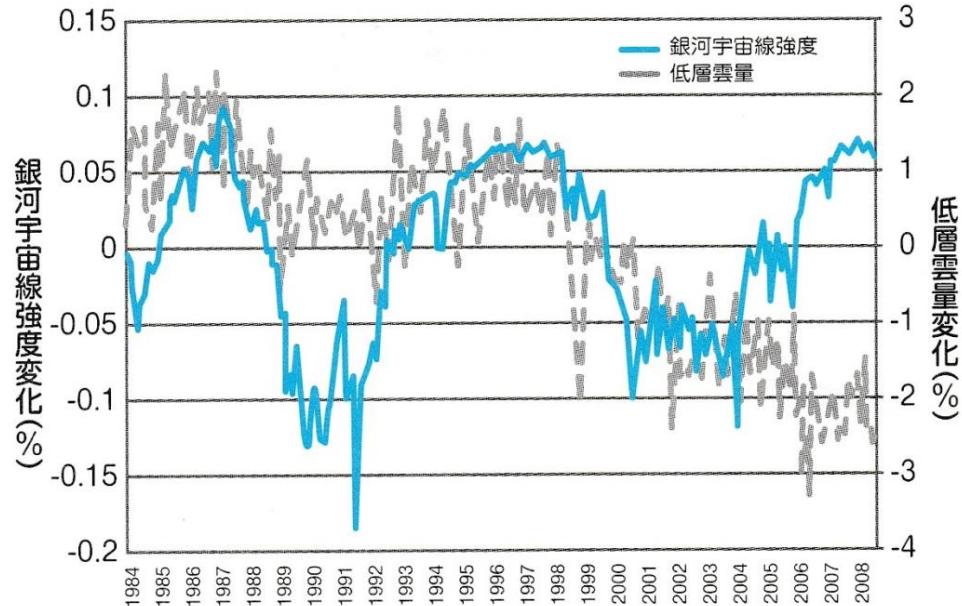
- 1(不機嫌な太陽-気候変動のもう一つのシナリオ 2010年 H.スベンスマルク/N.コルダー)
- 2(地球の変動はどこまで宇宙で解明できるか 2014年 宮原ひろこ)
- 3(気候変動とエネルギー問題 2011年 深井有)
- 4(地球はもう温暖化していない 2015年 深井有)

2-(1) 宇宙線・太陽風原因説(スベンスマルク効果) への反論

銀河宇宙線強度と低層雲の雲量 変化の因果関係は明確でない

- ・増減のタイミングが一致している時期もそうでない時期もあり因果関係のさらなる検証が必要。
- ・これらの観測データを再現するためには銀河宇宙線が雲核を作り、それが雲粒子をつくる過程の理論的にモデル化が必要だが、いまだ信頼の高いモデルがない。

図 5-12 銀河宇宙線強度の変化と人工衛星から観測された低層雲量変化の時系列



[Agee et al. (J. Climate, 2012) より]

低層大気での雲核の形成の妥当性は高くない

- ・低層大気中にはエアロゾル及び海塩エアロゾルが1ccあたり100個程度存在し、これが水蒸気を奪ってしまう。このため、それよりずっと小さい荷電粒子で生成されたイオン核が水蒸気を獲得できる可能性は低く、大体は雲粒子に成長する前につぶれてしまう可能性が高い。最近は高緯度域も大気汚染が激しく、銀河宇宙線による影響があったとしても小さい。

- ・清澄な上層大気では、イオン核が十分機能する条件があるが、衛星観測では高層雲と銀河宇宙線の相関は低い。仮に宇宙線で上層雲がより多く作られたとしても、上層雲は日傘効果と同時に温室効果を引き起こす為、気候への影響は小さい（正しく理解する気候の科学:2012年 中島映至+田近英一）

太陽活動が間接的に気温を変化させる仮説は信憑性が低い

- ・太陽活動に関する3種の指標(宇宙線量・太陽磁気活動指標、太陽放射量)と全球平均地上気温との比較観測データからは、1950年以降、平均気温上昇に対する太陽活動指標の相関は見られず、1994年以降はさらに相関は悪くなっている。

太陽活動→宇宙線→雲の変化による温暖化説は観測データと矛盾する。

(地球温暖化懐疑論批判2009年 東京大学)

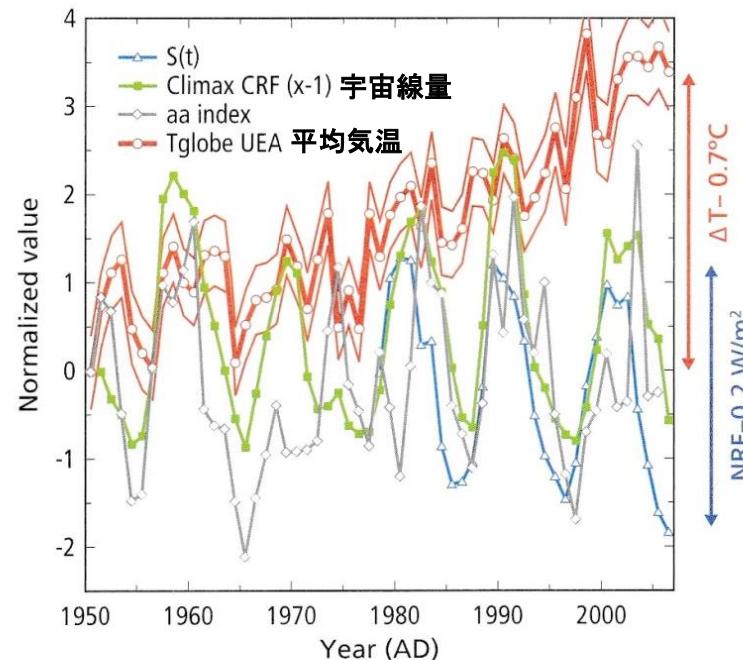


図4-2 太陽活動に関する3種類の指標と
全球平均地上気温との比較
(出所 : Bard and Delaygu (2008))

注) 青色は太陽放射量、緑色は宇宙線照射量（他の指標との比較を容易にするため符号が反転されている）、灰色は太陽磁気活動の指標（aaインデックス）、赤色は全球平均地上気温（細い赤線は95%の信頼区間）。

太陽活動では20世紀後半の温暖化を説明できない

・過去160年間の黒点の最大値の変化と地球の平均気温の変化の比較データ(図)では、19世紀後半から20世紀前半までは、両者の相関が高いようだが、20世紀半ば以降は、太陽黒点数の長期的な変化はほぼ横ばいかむしろ減少傾向で、太陽活動は活発化していない。にも拘わらず20世紀半ば以降も気温は上昇している。

・CO₂など温室効果ガスの増加を考えなければ、20世紀半ば以降に観測された温暖化を定性的にも定量的にも説明できない。

(国立環境研究所 地球環境研究センターHP2014.7ここが知りたい温暖化Q12:野沢徹)

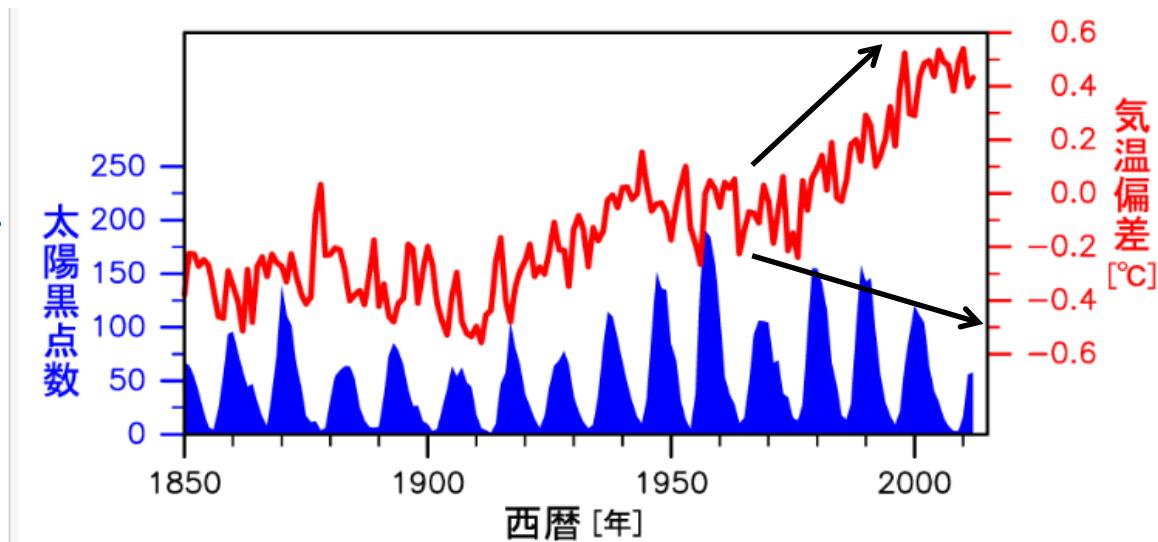


図1 太陽黒点数（青色の陰影部）と地球の平均気温（赤実線）の経年変化（Solar Influences Data Analysis Center (<http://sidc.oma.be/>) の太陽黒点数のデータおよび、U.K. Met. Office (<http://www.metoffice.gov.uk/>) の地球の平均気温のデータを元に作成）。地球の平均気温は1961～1990年の30年平均値からの偏差を示している

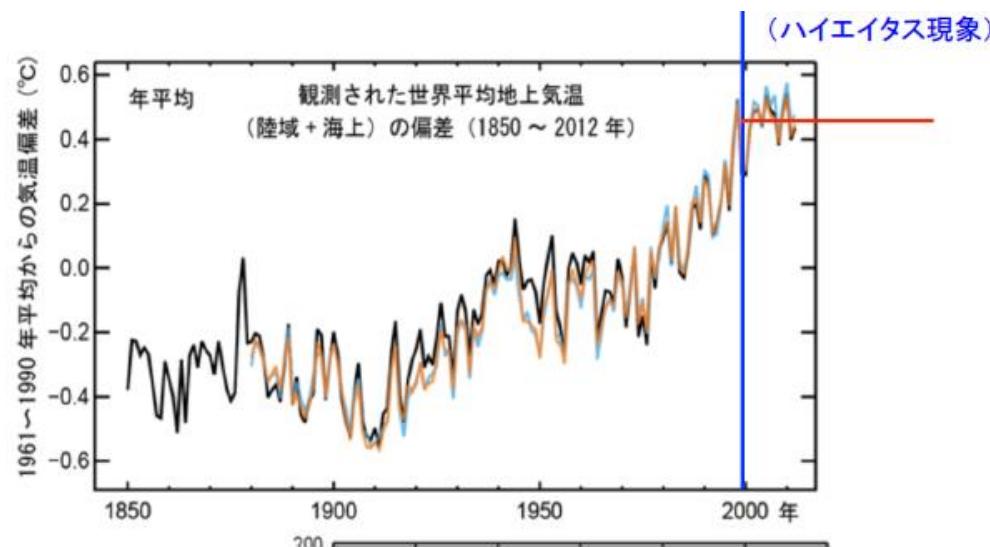
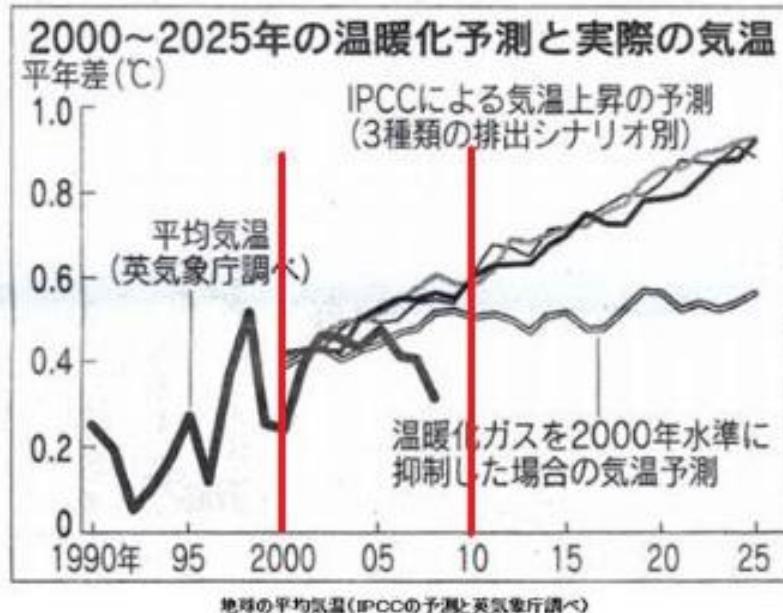
・Pierce and Adams (2009) の雲微物理の数値モデルによる研究によれば、宇宙線の量を20世紀にあった程度に変化させた結果生じる雲凝結核の数の違いは、0.1%程度にすぎなかつた。(地球温暖化懐疑論批判2009年 東京大学)

3. 気温上昇に対する懷疑論

(1) 世界平均気温は1998年以降停滞している

世界の平均気温の上昇は1998年以降15年停止し、下降傾向さえ見せている。

イギリスの気象庁は2009年2月に、2008年の平均気温は21世紀になって最低である。同時に当面は寒冷化を示していると発表した。地球温暖化は停止しており、2009年で気候予測モデル発表から9年が経過しているが、IPCCの予測は完全に外れている。（今そこに迫る「地球寒冷化」人類の危機 2009年 丸山茂徳）

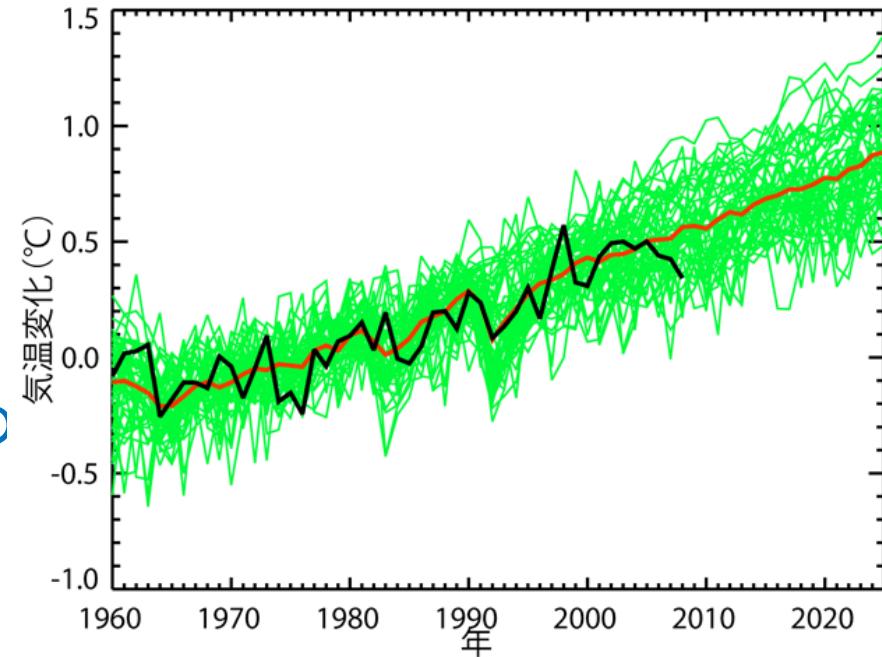


グラフは気象庁ホームページより(2014年6月) オリジナルは、IPCC第5次報告書
http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/portal/chishiki_ondanka/p07.html

3-(1)世界平均気温は1998年以降停滞している への反論

1998年以降1997年も含め、観測史上10番目以内に入る高い気温の年が続いており、依然として記録的に高い世界平均気温が続いていることを認識することが必要。

「政府間パネル(IPCC)が予測する気温の上昇カーブとの隔たりが拡大。IPCCは気温が2000–25年に10年あたり約0.2度のペースで上昇するとしているが、実際は最近10年で約0.2度下がった。」との指摘があるが、観測された変動は気温上昇のシミュレーションの幅の中に入っており、いわば「想定の範囲内」であるので、今後長期的に気温が上昇していくという予測は変わらない。



低温化の原因は「太平洋10年規模振動PDO」

- PDOは、熱帯太平洋の海面水温が上がったり下がったりする現象で、熱帯太平洋が高温のときには北部北太平洋は低温(PDO指数プラス)、熱帯太平洋が低温のときには北部北太平洋は高温(PDO指数マイナス)という現象。 PDOは不規則ではあるものの数十年の周期で変動する。
- データでは、ここ数年は PDO指数がマイナスである。つまり、熱帯太平洋の広い面積で海面水温が平年より低いため、これが地球平均気温を下げるよう^に働いている。(日経エコロミー連載コラム第3回・4回 国立環境研究所 江守正多)

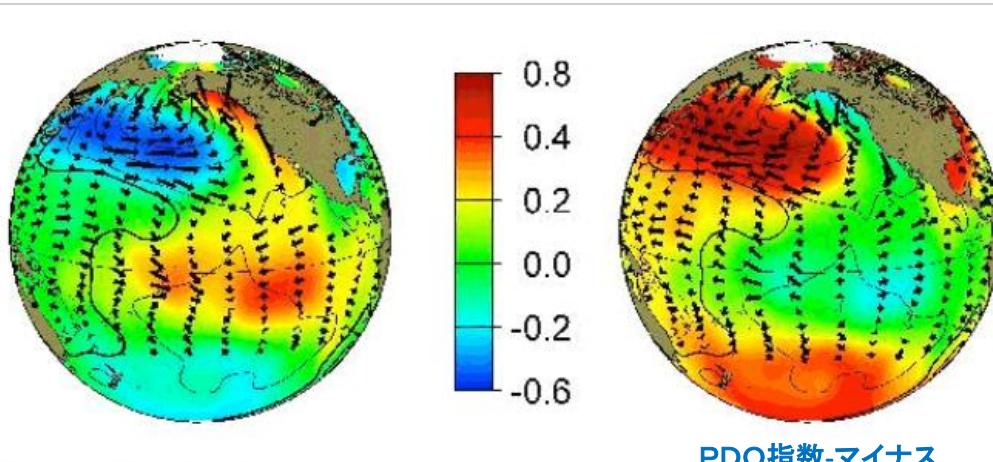
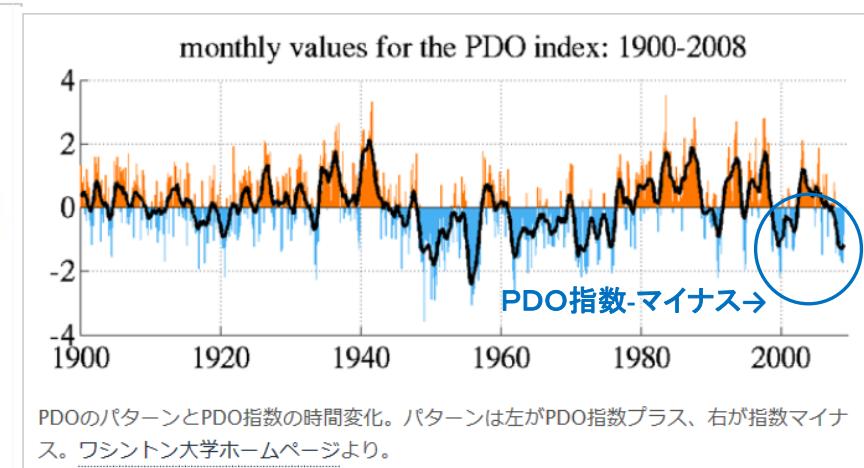


図 太平洋10年規模振動のパターン

左は熱帯太平洋が高温のときに北部北太平洋は低温（PDO指標プラス）になっているが、右は熱帯太平洋が低温のときに北部北太平洋は高温（PDO指標マイナス）になっているのがわかる



- 地球温暖化の停滞期(ハイエイタス:中断の意味)は海洋における自然変動(自然のゆらぎ)PDOの影響で、太平洋の表層が冷たく、西側の太平洋内部に暖かい海水が閉じ込められ、地球表面の平均気温は上がっていないように見える現象。
- 人間活動の影響で温室効果は現在でも強まっており、海洋の内部の貯熱量も上昇し続けているため、地球温暖化が本当に止まつたわけではなく、いずれ元の上昇スピードに戻る。(地球環境研究センターHP【この異常気象は地球温暖化が原因?】釜江陽一)

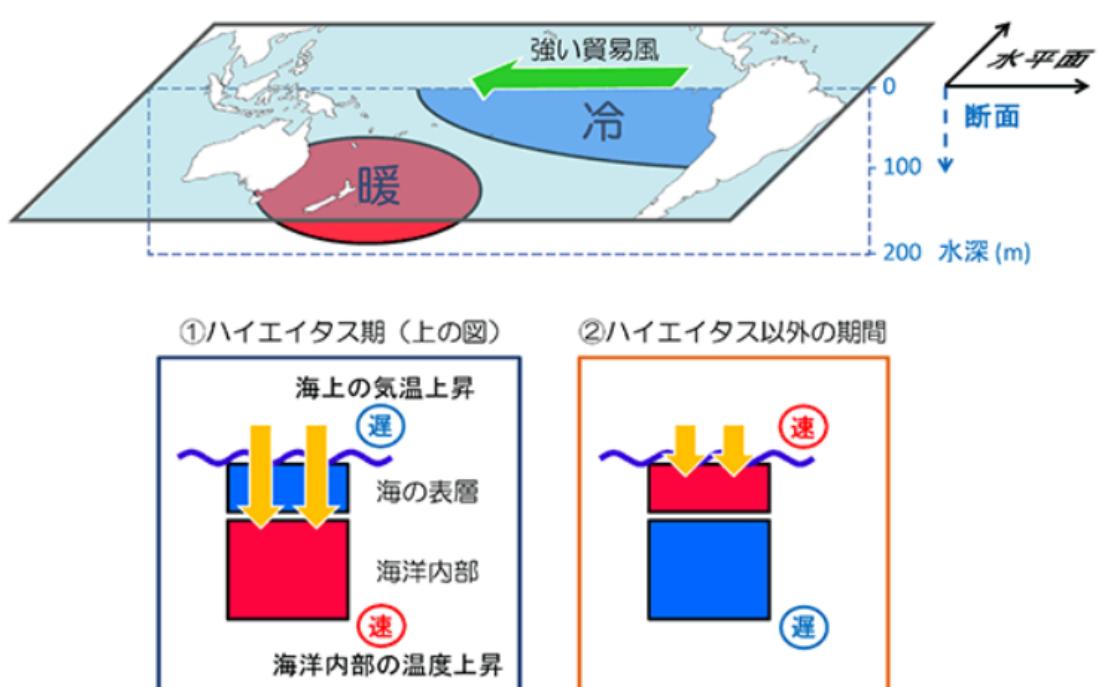


図1 近年の太平洋上と海洋内部の特徴。貿易風が強い年が多く、東部では海洋内部の冷たい海水が上昇して海面を覆い、西部では暖かい海水が海洋内部に押し込められている。海の表層が冷たいと、海洋内部の温度上昇のスピードが速いかわりに、海の表層や海上の空気の温度上昇は鈍くなる。England et al., 2014の図3をもとに作成

3-(2) 太陽活動の低下により寒冷化する可能性がある

- ・過去の気候と太陽活動には関連性があり、太陽周期（太陽活動度の指標となる黒点数の増減する周期、通常約11年）が短期間の時が続くと温暖期、長期間の時が続くと寒冷期となっている。
- ・1645～1715年の「小氷期」に対応するマウンダー極小期では、太陽周期が14年周期で増減し、黒点がほとんど表れなかった。
- ・10～12世紀の「中世の温暖期」では9年の短周期で増減し、太陽活動が活発化していた。

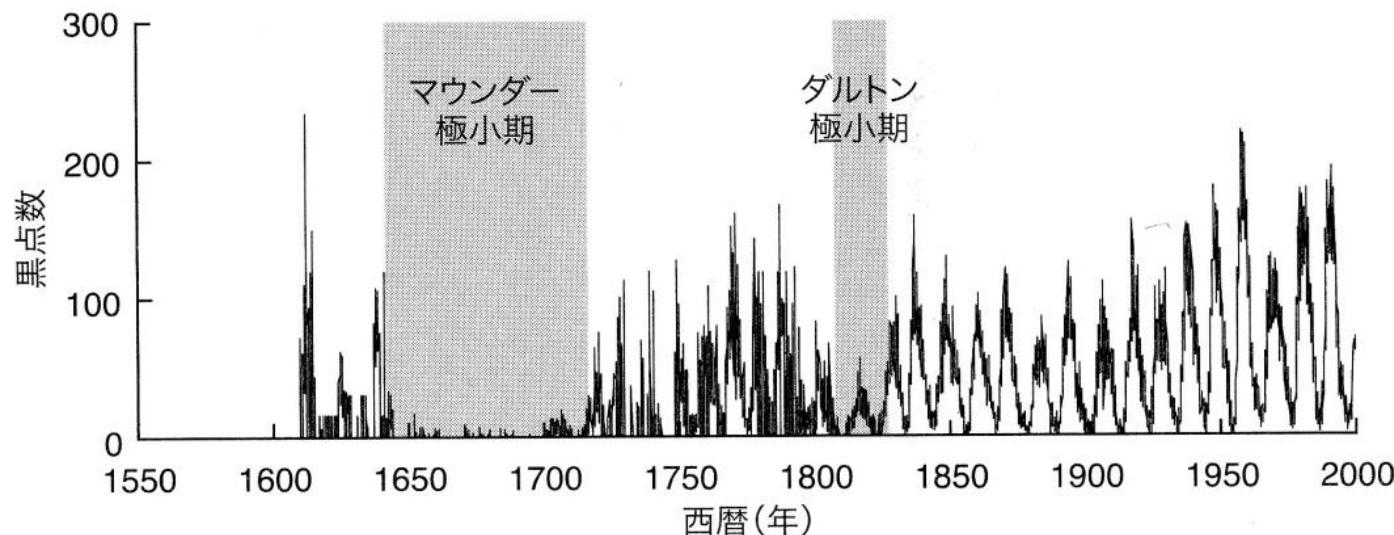


図 1-10 黒点数の記録から発見されたマウンダー極小期と呼ばれる黒点消失期
Hoyt & Schatten, 1998 のデータをもとに作成。

●1996年5月から始まった太陽周期「サイクル23」は12.7年に伸び、前のサイクルの極小期に比べ日射量が大きく落ち込み、2010年には太陽風も観測史上最低レベルになり、宇宙線強度がこれまでの記録を6%塗り替えるほど増加した。

2009年1月に始まった次の太陽周期「サイクル24」も2013年のピーク時に黒点数が通常より大幅に減少している。サイクル24の太陽周期の長さがサイクル23より大きくなると、太陽活動はますます低下していくことが予想される。万ーマウンダー極小期と同じように太陽周期の長さが14年に近い状態になつたとすると、その後数十年にわたって太陽活動が低调になつてしまい、寒冷化は否定できない。(地球の変動はどこまで宇宙で解明できるか2014年宮原ひろ子)

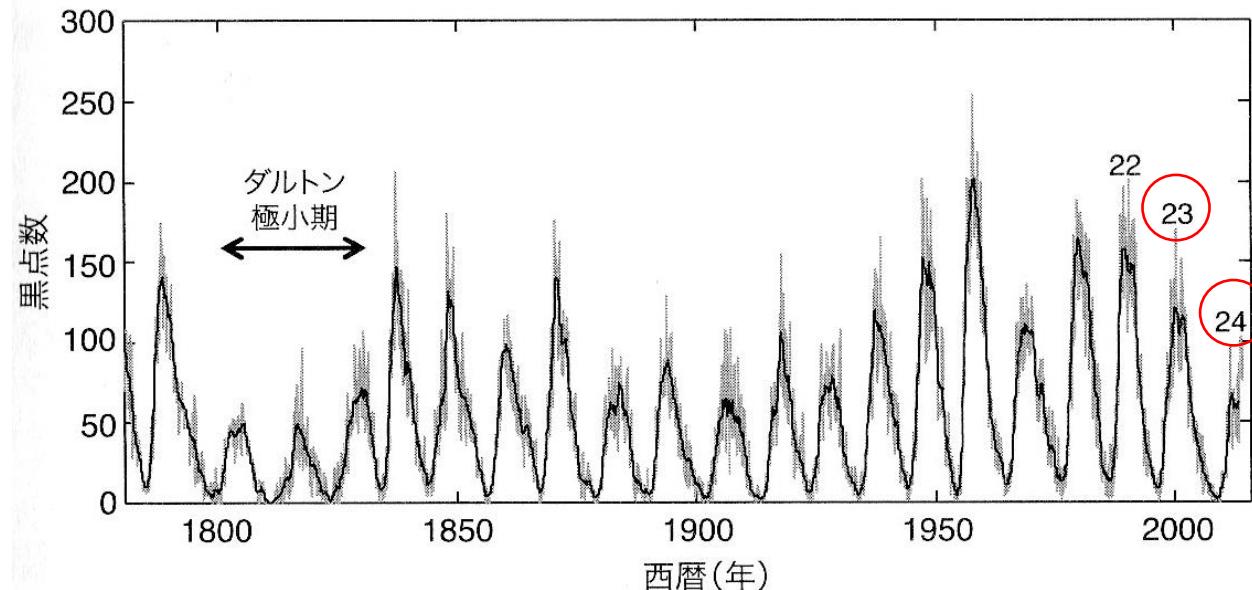


図 6-1 黒点数の月平均変動（灰色線）と年平均変動（黒線） 第23太陽周期は太陽周期が12.7年に伸びた。WDC-SILSOのデータをもとに作成

3-(2) 太陽活動の低下で寒冷化する可能性がある への反論

太陽活動による寒冷化は起こらない

- ・近年の太陽活動の弱まりと地球の気温変化の関係についての観測データ(右図)から以下が言える。
- ・太陽活動の弱まりは1985年ごろから始まって現在まで続いている。この間、地球に降り注ぐ日射エネルギーは減少している(図中段)。
- ・太陽風の弱まりに対応して、地球に降り注ぐ宇宙線は87~97年の期間で増えている(図上段)。
- ・スベンスマーカ説が正しければ、この宇宙線の増加は雲量を増やし、地球の気温を下げる効果を持つはずである。それにもかかわらず、この期間に地球の気温は長期傾向として上昇し続けており(図下段)、もしも太陽活動の弱まりのせいで気温が下がるとしたら、その傾向は85年ごろから現れなければならぬ。

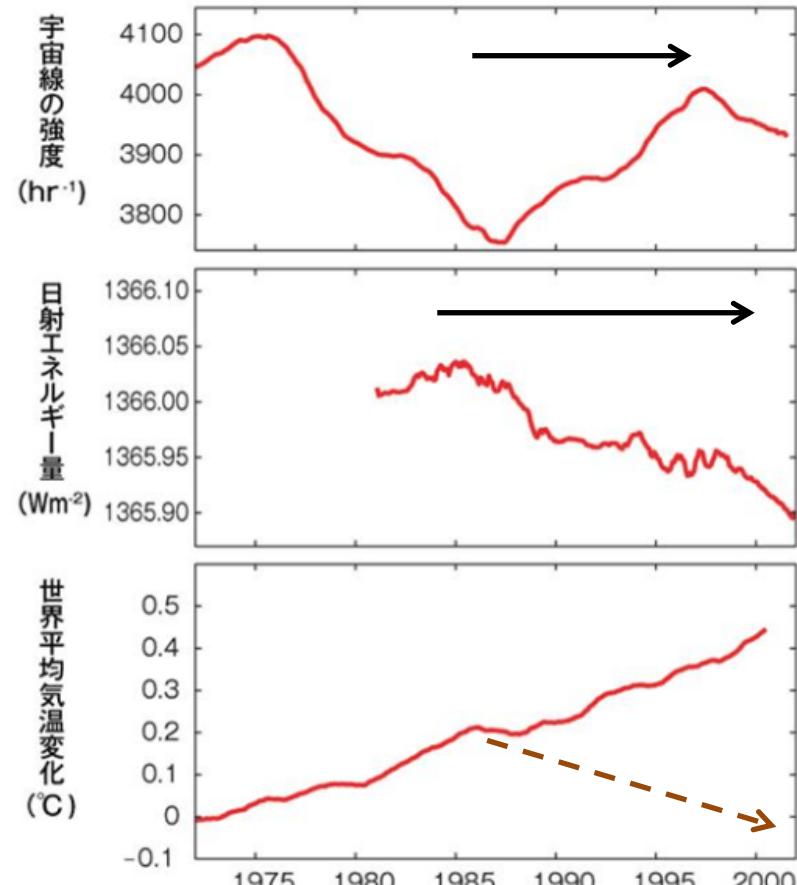


図 太陽周期で移動平均した近年30年の宇宙線強度（上）、日射エネルギー量（中）および世界平均気温変化（下）。Lockwood and Frohlich (2007)の図をもとに作成。

この観測事実から2つのことがいえる。

- 1つは近年の地球温暖化の主要な原因が太陽活動の変動によるものではないこと。もう1つは、最近の太陽活動の弱まりが地球温暖化を打ち消すほどの大きさの効果をもたらしそうにはないこと
- 太陽活動の変動の効果が、スベンスマーク説のような間接的な効果によって増幅されずに、単に日射エネルギーの変動分の効果しか持たないとすれば、この事実とつじつまが合う。
- 太陽活動の変動がこれまでのような大きさであれば、地球温暖化にもたらす効果は小さく、寒冷化はしない。

(参考)

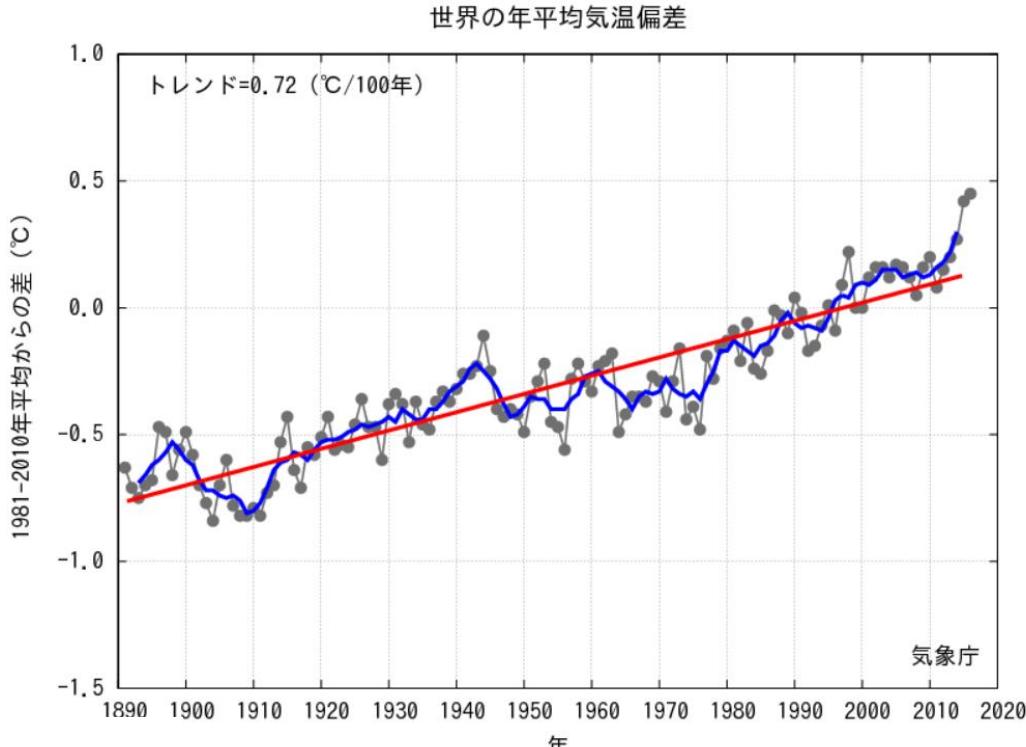
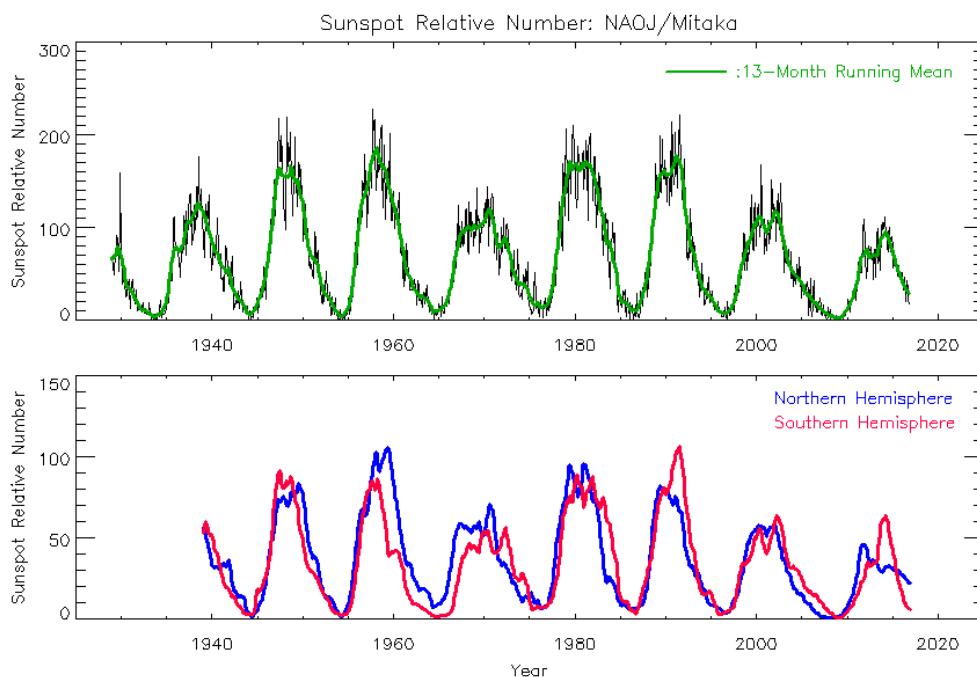
17世紀のマウンダー極小期(北半球の平均気温が20世紀に比して1°C程寒かった)と現代との比較で、太陽活動による日射エネルギーは地表1m²当たり0.06~0.3W程度増加したと考えられている。同じ比較で、二酸化炭素の増加が地球大気に対してもたらしたエネルギーの増加は、地表1m²当たり1.7Wほど。

日射エネルギーの長期変動がもたらす影響は、二酸化炭素に比べてかなり小さい。

(日経エコロミー連載コラム第3回・4回 国立環境研究所 江守正多)

2016年までの世界平均気温と太陽周期

太陽周期表 2016年 国立天文台HP
→太陽活動は低下傾向だが周期は？



世界平均気温 2016年 国立天文台HP
⇒ハイエイタスは止まり、気温は再上昇

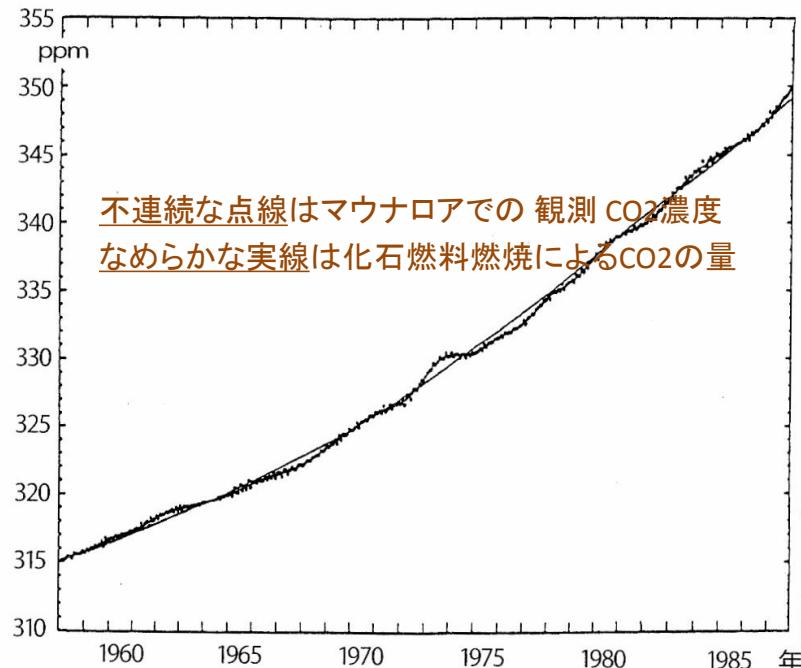
4. 炭素循環に関する懐疑論

(1) CO₂濃度変化は温度変化の結果とする説

「CO₂濃度の増加が原因で地球の平均気温の上昇が起きたのではなく、他の何らかの原因で地球の平均気温上昇した結果CO₂濃度が上昇したとする説。」

①近年の気温と大気中のCO₂濃度

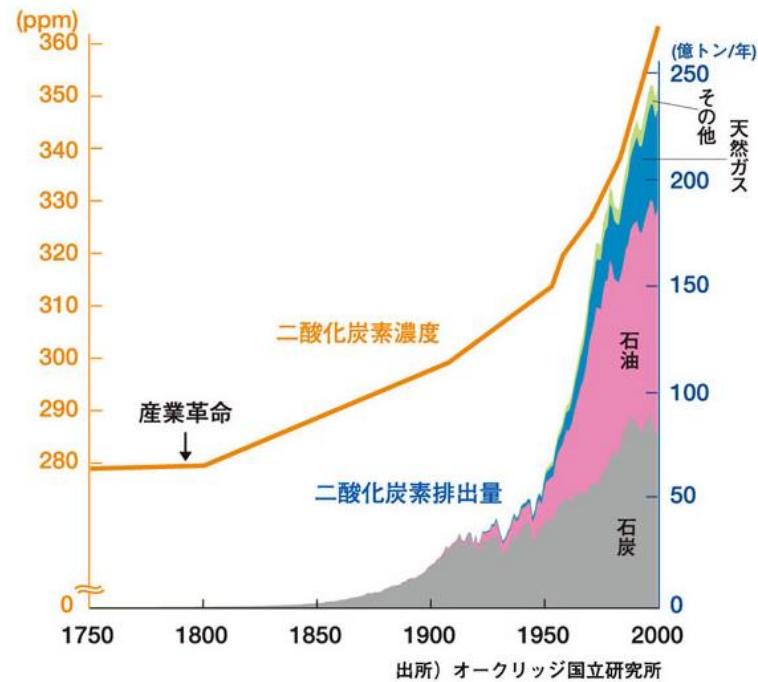
キーリングは、大気中のCO₂濃度は化石燃料の使用量の合計と対応すると発表した。測定開始から1988年までの傾向として、化石燃料の燃焼とセメント産業から大気中に放出されたCO₂の58%が大気中に毎年溜まると仮定して得られるCO₂濃度曲線は、マウナロア山で観測されたCO₂濃度と驚くほどよく重なり、CO₂の濃度上昇は化石燃料の燃焼の結果との根拠となつた



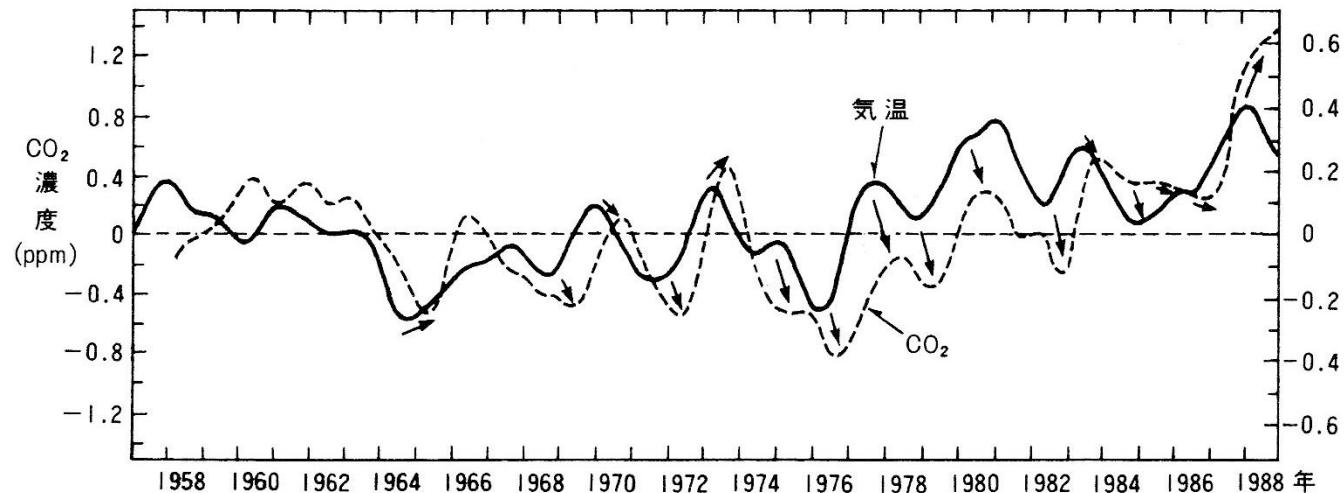
図表 1-3 化石燃料の消費とCO₂の相関
(北野康ほか『地球温暖化がわかる本』マクミラン・リサーチ研究所 p.34)

◆温室効果ガス(CO₂)の濃度と量の推移

- しかし、測定年を広げた図でもわかるように、CO₂の排出量変動とCO₂の濃度曲線は相関せず、大気中のCO₂濃度の増加は人間の排出するCO₂とは関係ないことが分かる。
- 1898年キーリングはCO₂と世界平均気温との関係について、気温およびCO₂濃度のどちらも長期的な視点で見れば上昇しているという点と、季節変化を外して短期(1年)的な変化について(下図)のようにまとめた。



出所) オークリッジ国立研究所



図表 2-3 気温変化とCO₂濃度変化の関係(キーリング 1989)
(根本順吉著『超異常気象』中公新書 p.213より)

矢印は根本順吉による
1982年以降その関係が乱れているのは、
メキシコのエルチヨチョン火山の大噴火
による気温低下の影響と思われる。

- ・ 近年のCO₂と世界平均気温の関係は長期的傾向はいずれも同じ上昇傾向であるので、その因果関係を見るには気温とCO₂濃度そのものの関係ではなく、気温の変化とCO₂濃度の変化の関係から求めることになる。まさに【前図】がその図である。
- ・ CO₂濃度の変化は、気温の変化を後追いして、半年から1年後に増減している。気温の変化が原因でCO₂濃度の変化が結果であることが分かる。
- ・ キーリングは、「気候変動が地球表層のCO₂放出源や吸収源に影響を与えた結果この微妙な不規則変動が現れた」と言っているが、それ以上の評論をしていない。
- ・ つまり気温変動が原因でCO₂濃度が変動することを認めているのである。
- ・ 海水温の上昇によって、海水よりCO₂放出され、大気中CO₂濃度が増加する。
(CO₂温暖化説は間違っている 2006年 梶田敦)

4-(1) CO₂濃度変化は温度変化の結果とする説

①近年の気温と大気中のCO₂濃度への反論

- このグラフは、キーリングがCO₂濃度の長期的な上昇傾向(人間活動の影響)を除いた場合の気温上昇とCO₂濃度上昇との関係を明らかにする目的で作成したグラフであり、ある特定の時間スケールにおける気温上昇と大気中の、CO₂上昇との相関関係を示したものある。従ってこの図をもってCO₂の変動が常に気温に追随するを考えるのは拡大解釈。
- グラフでは温度上昇がCO₂の濃度上昇に先行しているように見える理由としてキーリング自身が「エルニーニョによるCO₂濃度上昇を示していると考えられる」と明言している。キーリングは講演録(1993)で大気中CO₂濃度の長期的上昇が人間活動の影響であると述べている。
- エルニーニョなどの自然起源によるCO₂濃度変動振幅は0.5ppm程度、変動の特徴的なタイムスケールは数年程度である。図の振幅・タイムスケールは非常に小さなものであり、現在起きている温度上昇にはほとんど影響を与えないレベルである。このような場合、CO₂は受動的な大気成分として振る舞い、気温や降水といった環境条件の変動の影響を受けそれより位相の遅れた変動を示す。

- 一方、20世紀後半に起きている地球温暖化問題の場合は、大きな濃度変化が長期間にわたって続くため放射バランスの変化を通じ気温を能動的に変える要因として働く。

総括的反論

- 右図は、季節変動の除去以外には特別なデータ処理を行わず、年平均のCO₂濃度・海面水温(SST)の時間変化をもっとも単純な形で比較してみたものである。
- この図から、樋田の主張(2006)と異なり、海面水温の上昇・下降に関わらずCO₂濃度は一貫して増加していることが分かる。すなわち、この海面水温の変化に無関係なCO₂増加が、人為起源CO₂の排出によるものである。

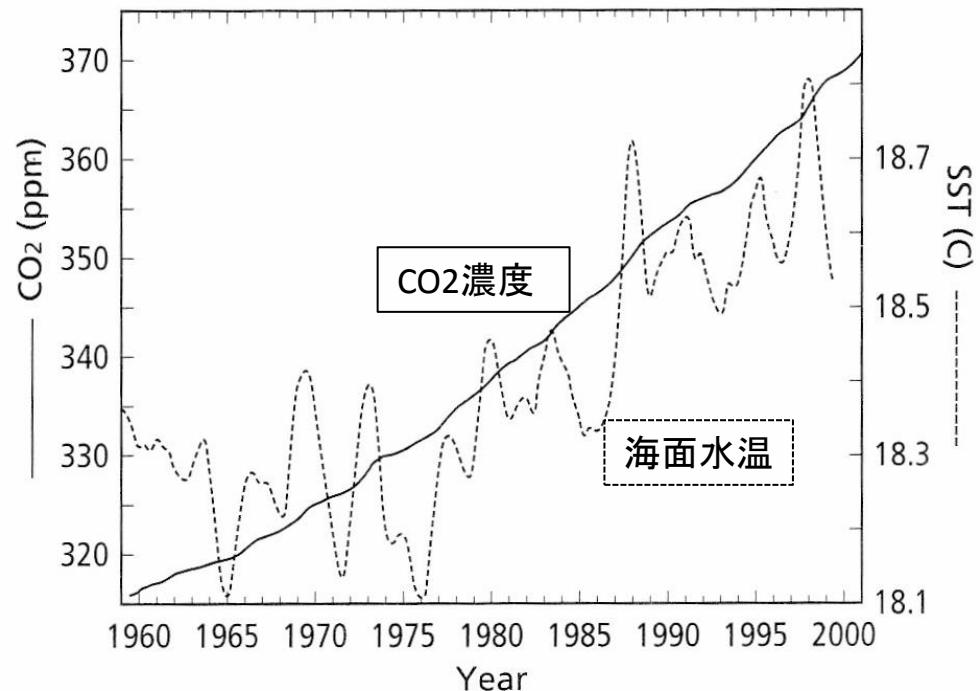


図8 マウナロアにおいて観測されたCO₂濃度（実線、Keeling and Whorf 2005）と全球平均海面水温（破線、Rayner et al. 2003）の時間変化

注）両者とも12ヶ月移動平均を用いて季節変動を取り除いてある

- 近年のCO₂増加が人為起源排出によるものであることをより端的に示すデータが右図である。
 - この図から、近年は過去40万年にはない勢いでCO₂濃度が上昇していることが分かる。
 - このCO₂濃度上昇を環境変動の結果として説明しようとすると、氷期-間氷期サイクルに匹敵する環境変化(約10度上昇)が産業革命以後に起こっていないければならない。もちろん近年の温暖化ではそれほどまでに大きな変化は観測されていない。
 - 産業革命以後のCO₂濃度上昇は、人間活動の結果と考えるのが妥当である。
- (地球温暖化懐疑論批判2009年 東京大学)

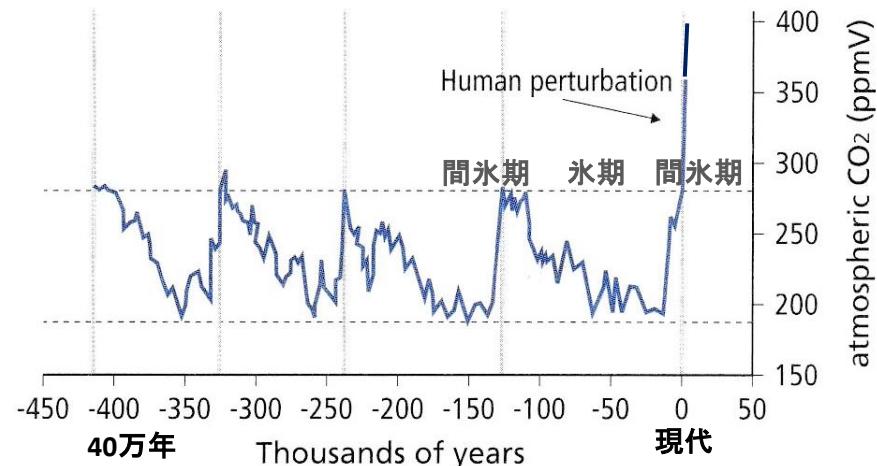


図9 ボストークのアイスコアから得られたCO₂濃度 (Petit *et al.* 1999) と、最近のCO₂濃度直接観測データ (Keeling and Whorf 2005) をつなげて示した時系列グラフ

(出所 : Steffen *et al.* (2003) による図を改変)

1. 宇宙線強度と低層雲生成による気候変動-懷疑論と反論
 2. 1998年以降の気温停滞・ハイエイタス-懷疑論と反論
 3. 太陽活動低下により今後寒冷化する-懷疑論と反論
 4. 気温変動の結果CO₂濃度が変動する-懷疑論と反論
- をご紹介いたしました。

ご静聴、ありがとうございました