

大気中のCO₂濃度増は自然現象であった I. その原因は気温高である

近藤邦明*・榎田敦**

要旨

C. D. Keeling は、1989年、気温が大気中CO₂濃度（長期的傾向を除く）にほぼ1年先行して変化するという事実を報告した。これにより、人為的CO₂による気温の上昇という通説とは逆であるという議論が日本で巻き起こった。

これに対してこのCO₂濃度では長期的傾向が除かれていることを根拠に、通説を擁護する議論が日本気象学会においてなされた。しかし、近藤邦明は気温の年増分が大気中CO₂濃度の年増分に1年先行して変化するという事実を報告した。この分析ではCO₂濃度の長期的傾向は除かれていないので、長期的にも気温が原因で、CO₂濃度は結果であり、通説は否定されることになった。

ところで、Keelingの報告にせよ、近藤の報告にせよ、気温とCO₂濃度の関係でなぜ1年の差が生ずるのかという点に疑問が残る。今回の報告では、この1年差の問題を解決し、気温が大気中CO₂濃度の変化率と直接関係することを示す。また、1971年以降30年平均気温は大気中CO₂濃度の増減のない気温に比べて0.6℃程度高温であることを示すことができた。

これにより、現実の大気中CO₂濃度増は主に気温高による自然現象であると結論できる。

【1. はじめに】

C. D. Keeling は、1958年から南極とハワイで、CO₂濃度の精密測定を続けた。第1図は、世界平均気温偏差と南極でのCO₂濃度の観測値の13カ月移動平均の経年変化を示したものである。ここで、世界平均気温偏差とは、1971年から2000年までの30年間の世界平均気温を気温の基準とし、その基準気温からのずれをいう。また、本稿の分析対象期間はこの範囲を含む1969年から2004年までの35年間である。

* ホームページ「[環境問題]を考える」管理者

** 高千穂大学 熱物理学・エントロピー経済学

第1図 世界平均気温偏差と大気中CO₂濃度

世界平均気温偏差 http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/list/mon_wld.html
大気中CO₂濃度 <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/sposio.co2>

この第1図より、1969年から2004年にかけて、気温は約0.4℃上昇し、CO₂濃度は約50ppm上昇したことが分かる。多くの人為的CO₂温暖化論者は、人間の排出したCO₂が大気中に溜まり、それが原因で気温が上昇したことを示すと考えたが、この図でもってそのように即断することはできない。CO₂温暖化説とは逆に、気温が上昇した結果、大気中CO₂濃度が増えたとすることを否定できないからである。

この図では気温はほぼ4年周期で激しく変動している。これに対して、CO₂濃度は滑らかに変化しているように見える。そこで、Keeling は、CO₂濃度について長期的傾向を取り除くことにより、気温変化とCO₂濃度変化を対応させる第2図を作成した(Keeling 1989)。

第2図 気温変化とCO₂濃度変化の関係

根本順吉著『超異常気象』(1994)中公新書p213より

その結果は、気温の変化とCO₂濃度の変化がきわめてよく対応し、気温はCO₂濃度にはほぼ1年先行して変化することが示された。Keeling は、そのようになる理由について、気温変化が原因で陸地生態系が変わることによる効果であると推定した。陸地の効果か海洋の効果かはともかく、気温の変化が原因でCO₂濃度が増えていることを Keeling が示したのであった。

この第2図についてCO₂濃度の変化はエルニーニョが原因ではないかと考えられるようになった。Sarmiento は1993年にこの問題を論じ(Sarmiento 1993)、根本は1994年に Sarmiento の図面にそれまでのエルニーニョを追加して、その著『超異常気象』(1994)に第3図を発表した(根本 1994)。

第3図 エルニーニョと大気中CO₂濃度

根本順吉『超異常気象』p215より。Sarmientoによる原図(Nature365(1993)697)に根本により矢印が追加されたもの。CO₂の値とは、ハワイのマウナ・ロアにおける観測値であって、季節

変化と長期傾向が取り除いてある。

この Sarmiento・根本の図によれば、エルニーニョは確かにCO₂濃度の上昇と関係している。しかし、エルニーニョが何故起こるのかについては、はっきりしたことは分からない。新田・吉村は1993年に、エルニーニョと気温との関係を論じている(Nitta 1993)。しかし、エルニーニョとCO₂濃度との関係を論じていない。

そして、気温またはエルニーニョとCO₂の関係について、気象学者はCO₂が原因で気温は結果であると断じているが、その逆の気温が原因でCO₂濃度は結果であるのかどうかについては検討されていない。

しかし、日本ではこの第2図が根本の著作に取り上げられて、気温が原因でCO₂濃度は結果であるとする話題が広がっていった(たとえば槌田 2002)。

この問題について、日本気象学会天気編集委員会に「気温の変化が二酸化炭素の変化に先行するのはなぜ」との質問があった。これについて河宮は「地球温暖化の原因となるのは長期的上昇傾向です。それが取り除かれたこの図で表されているのは自然起源の変動であり、人間活動に端を発する地球温暖化とは比較的関連の少ないものと言えます」と答えた(河宮 2005)。要するに、長期的傾向の中に隠れているというのである。隠れているのでは証拠にならないから、人為的CO₂温暖化説が正しいことを証明したことにもならない。

【2. 気温変化率と大気中CO₂濃度変化率の因果関係】

たしかに、大気中CO₂濃度の長期的傾向を除いた Keeling の第2図では長期的傾向を議論できない。そこで、近藤は長期的傾向を除くことなくこの問題を検討する方法を考えた(近藤 2006、近藤 2008)。それは、気温偏差とCO₂濃度を直接比較するのではなく、気温偏差の年変化率(°C/年)とCO₂濃度の年変化率(ppm/年)を比較すればよいのである。(注1)

第4図は気象庁による世界平均気温偏差の年変化率と Keeling による南極での大気中CO₂濃度年変化率の経年変化を示している。

第4図 世界平均気温偏差の変化率と大気中CO₂濃度の変化率(13カ月平均)

世界平均気温偏差 http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/list/mon_wld.html

大気中CO₂濃度 <http://cdiac.ornl.gov/ftp>

この第4図により、世界平均気温偏差の変化率の変動に対して、大気中CO₂濃度変化率は1年程度遅れで変動していることが示された。この図における気温とCO₂濃度の前後関係だけから気温が原因でCO₂濃度は結果であることが分かる。

この第4図では、気温についてもCO₂濃度についても、年変化率をそのまま比較しているから、大気中のCO₂濃度の長期的傾向を取り除くという恣意的操作は入っていない。この Keeling が取り除いたCO₂濃度の長期的傾向は、第4図においては1.5ppm/年の周辺で変化していることに対応する。詳述すれば、この曲線の積分、すなわちこの図における曲線と基軸との間の面積は、CO₂濃度の長期的傾向を示している。

植田は、この近藤が得た第4図を用いて、『天気』に掲載された河宮の解説に反論する「反論・CO₂濃度と気温の因果関係」を『天気』に投稿した(植田 2006)。その中で、植田は気温高により海水からCO₂が放出されたたと述べた。そしてエルニーニョ現象で海水中のCO₂濃度が減少している事実(Feely 1999)を示し、高温放出の結果としての「出がらし」とも説明した。

しかし、『天気』編集委員会は、この反論を採用しなかった。植田は「会員の広場」においてこれに抗議し、反論の採用を求めている(植田 2008)。

この近藤による第4図は、日本物理学会でも論争の対象になった。植田はこの図を用いて「CO₂を削減すれば温暖化は防げるのか」を日本物理学会誌に投稿し、1年半遅れで採用された(植田 2007)。

また、植田は、第4図で「気温偏差が0.1℃上がった1年後に大気中のCO₂濃度は2ppm程度増えるのだが、気温偏差が0.1℃下がった1年後にもCO₂は1ppm程度増える。また、気温偏差が変わらなくても、1年後に1.5ppm程度増える。この現象は、気温偏差の変化と1年後のCO₂濃度変化がほぼ一次式で表されることを示す。1年後のCO₂濃度の増減のないのは気温偏差がマイナス0.3℃程度のときである。このことから、1971年以降30年間の平均気温は陸海とCO₂の出入りのない基準温度よりも0.3℃程度高温の状態にあり、陸海からCO₂が放出され続けていると推論できると日本物理学会誌「会員の声」に投稿した(植田 2007a)。

このような指摘はこれまでに存在せず、新しい発見である。その後、この物理学会誌への投稿は、字数を大幅に増やして「話題」欄に掲載されることになった。

【3. 気温と大気中CO₂濃度変化率の因果関係】

さて、この気温の変化によりCO₂濃度の変化が1年程度遅れて現れることから、気温が原因でCO₂濃度は結果であると結論することには問題もある。気温が変化すれば陸海の温度が変化し、たちどころにCO₂濃度も変化するのではないだろうか。なぜ1年も遅れるのだろうか。

そこで、第4図を詳しく検討することにした。その結果、次のような事実気付くことになった。第4図において、気温の変化率がゼロのとき、CO₂濃度の変化率は極値を取っている。気温の変化率がゼロということは、気温が極値であることを示すから、気温の極値とCO₂濃度の変化率の極値が直接対応すると思われた。

この考えに基づき、近藤は世界平均気温偏差(°C)と大気中CO₂濃度の変化率(ppm/年)を比べる第5図を作成した(近藤 2008)。

第5図 世界平均気温偏差(°C)と大気中CO₂濃度の変化率(ppm/年)

世界平均気温偏差 http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/list/mon_wld.html
大気中CO₂濃度 <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/sposio.co2>

このふたつの曲線はいくつかのずれがあるもの見事に対応している。そこで、この図に存在するずれについては検討課題として残し、第一次近似として気温に対してCO₂濃度の変化率が対応していると結論できる。

具体的には、気温偏差が0°CのときCO₂濃度変化率は1.5ppm/年であって、気温偏差がマイナスのときCO₂変化率は1.5ppm/年よりも減少し、気温偏差がプラスのときCO₂変化率は増加している。この関係を散布図で示すと第6図になる。ここで実曲線はその対応関係がしっかりしている部分であり、点線は1975-1978、1989-1993などずれている部分である。

第6図 散布図および回帰直線

この第6図において、第一次近似として実曲線の部分だけを用いて回帰直線を作る(注2)と大気中CO₂濃度変化率がゼロppm/年となるのは気温偏差がマイナ

ス0.6℃程度のときである。このことから、1971年から30年間の世界平均気温は大気と陸海の間でCO₂の移動が実質的にない温度よりも0.6℃程度高温であり、この図の範囲での結論として大気中CO₂濃度が毎年上昇していることが示される。

これにより、現実の大気中CO₂濃度増は主に気温高による自然現象であると結論できる。

気温とCO₂濃度増が十分には連動しない問題や因果関係、また赤道海域など湧昇海域の問題、そして人為的CO₂温暖化説の欠陥などの考察については、この論文(I)に続く論文(II)で論ずることにする。

(2008年4月投稿、9月改定、11月再改定)

(注1) 年変化率と年増分について

世界平均気温偏差とCO₂濃度観測値は月毎の離散的データである。これらのデータをつないだ曲線を時間変数tにより関数F(t)とする。この関数F(t)の着目する年月t_nにおける年変化率F'(t_n)を次式で近似する(近藤 2008a)。

$$F'(t_n) \approx \{F(t_{n+h}) - F(t_{n-h})\}/h$$

(h:1年)

これまで、近藤は年増分ということばを用いてきた(近藤 2006)が、この年増分とは着目する年月t_nの観測値F(t_n)からから1年前の観測値F(t_{n-12})を引いたものである。

$$\text{年増分} = \{F(t_n) - F(t_{n-12})\}/h$$

(h:1年)

つまり、年変化率と年増分には6カ月の位相のずれが存在する。

(注2) 回帰直線の算定で除いたデータ一覧

1975年1月～78年12月

1981年1月～12月

1989年1月～93年12月

1996年7月～97年6月

2000年1月～01年3月

引用および参考文献

Feely, R. A. et al. 1999 ; Nature 398(1999)597

Keeling, C. D. et al., 1989 ; in D. H. Peterson(ed.):

Geophysical Monograph. 55(1989)p. 210, Fig. 63

Keeling, C. D. et al., 1995, Nature 375(1995)666-670

Nitta, T. et al. 1993 ; J. Meteor. Soc. Japan 71(1993)

367-375

- Sarmiento, J. L., 1993 ; Nature365(1993)697
- 河宮未知生, 2005 ; 日本気象学会誌『天気』2005年6月号
p507-9
- 近藤邦明, 2006 ; 「大気中二酸化炭素濃度と海面水温・
気温の関係」2006年2月、http://env01.cool.ne.jp/global_warming/report/kondoh01.htm
- 近藤邦明, 2008 ; 「新版 Keeling のグラフ解釈に対する
考察」2008年3月、http://env01.cool.ne.jp/global_warming/report/buturigakkai/kondoh07.pdf
- 近藤邦明, 2008a ; 「離散的データによる自然現象の把握
について」, http://env01.cool.ne.jp/global_warming/report/buturigakkai/kondoh08.pdf
- 槌田敦, 2002 ; 『新石油文明論』(2002)農文協p40
- 槌田敦, 2006 ; 『天気』誌への投稿原稿「反論・CO₂濃度
と気温の因果関係」2006年9月3日, http://env01.cool.ne.jp/global_warming/report/tutida.htm
- 槌田敦, 2007 ; 「CO₂を削減すれば温暖化は防げるの
か」日本物理学会誌2007年2月号p115-117
- 槌田敦, 2007a ; 日本物理学会誌への投稿原稿「阿部氏
の反論に答える」2007年9月30日, http://env01.cool.ne.jp/global_warming/report/buturigakkai/buturigakkai02.pdf
- 槌田敦, 2008 ; 『天気』2008年3月号p199
- 根本順吉, 1994 ; 『超異常気象』中公新書p213