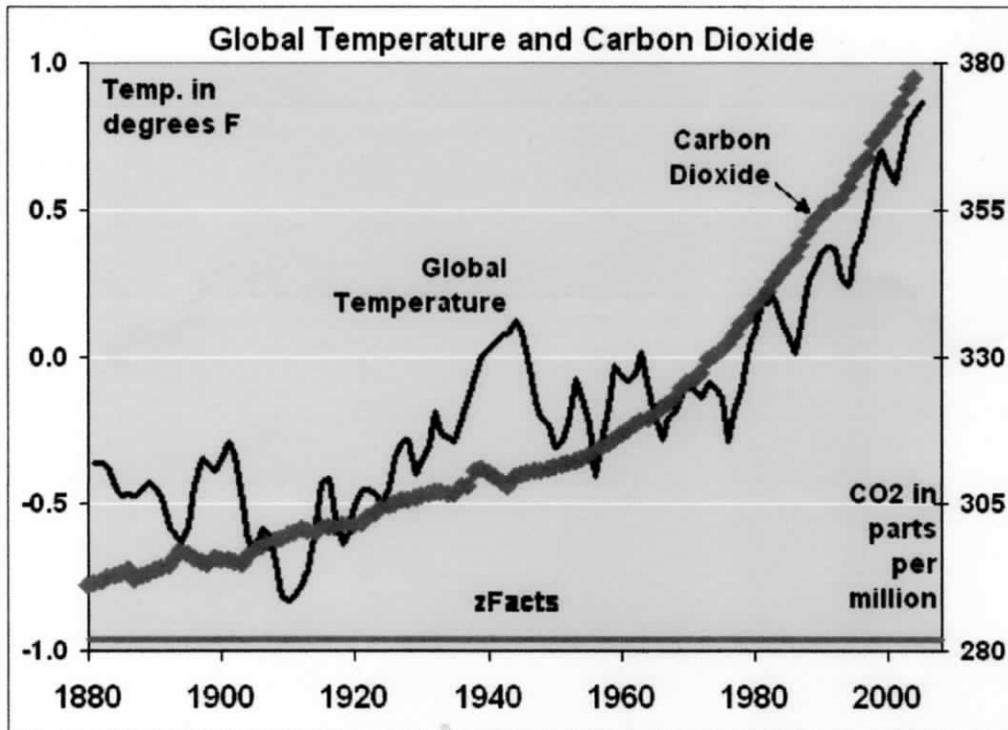


研究論文: 気温上昇がCO2の上昇の原因であり、その逆ではない

2010年6月9日 Anthony Watts 寄稿

Lon Hocker 特別寄稿



CO2を原因としてCO2と温度の因果関係を示す一般的によく見られるグラフ
(グラフは Zfacts.com より)

要旨

過去30年間にわたるCO2測定値を微分すると、衛星で測定した気温偏差と、かなり詳細なレベルまで合致するグラフができる。この相関関係にはエルニーニョ現象の年も含まれており、気温上昇がCO2レベルの上昇の原因であり、その逆ではないことを示している。また、衛星のデータとハワイ・マウナロア観測所のデータを結びつけるシンプルな方程式も示され、物理的にわかりやすく説明されている。

はじめに

この二、三十年間、大気中のCO2の上昇が温度上昇の原因であるかどうかという話題で熱い議論が交わされてきた。人為的CO2が観測されてきた気温上昇の原因であるという考え方を立証するかのごとく、多くの複雑なモデルが作られてきた。以来長年この論議は科学と政治の境界を

越え、たくさんの疑問の残る研究が生みされた。

“一致した見解”

人為的CO₂が地球温暖化の原因であると多くの人が主張している。衛星温度データ <http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/t21t/uahmcdc.ltto> 及びマウナロアにおけるCO₂測定値 ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg.CO2.trends.CO2_mm_mlo.txt は、広く受け入れられ、かつ全ての研究者に自由に入手できるようになっている。図1は、衛星のデータによる海洋温度偏差のプロットであり、一般的に上昇傾向が示されている。温度データと共に示されているのが、CO₂濃度の一次関数として温度上昇が示されているシンプルな線形モデルである。ここで示されている線形モデルは：

$$\text{温度偏差} = (\text{CO}_2 - 350) / 180$$

このモデルを最適化する試みはなされていない。このモデルでは、一般的な温度データの傾向を表してはいるが、温度偏差曲線の詳細については、全く表していない。いかなる平均化やモデルの係数の修正も、温度偏差の詳細を表す助けにはならないだろう。

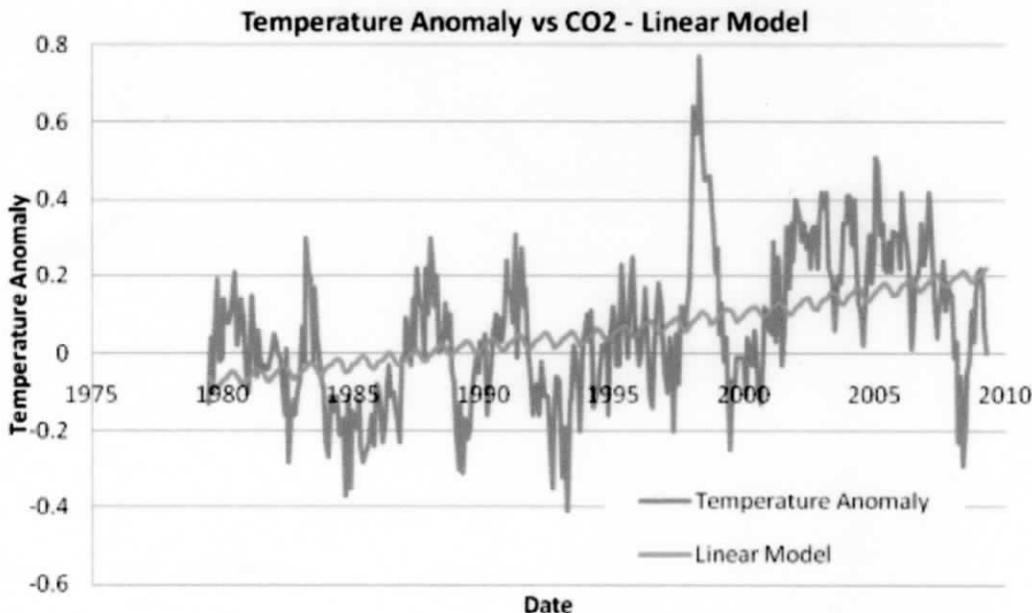


図 1: 海洋温度偏差と線形CO₂モデル

微分アプローチ

これに代わる詳細を示すアプローチとして、CO₂上昇率と温度偏差を相関させるやり方がある。私はこのことを独自に見出し、この発見は Michael Beenstock と Yaniv Reingewertz によるものとほぼ同じ時期だった。

http://economics.huji.ac.il/faculty/beenstkk/Nature_Paper091209.Pdf.

このモデルをマウナロアのデータに適用すると、全体的な傾向を示すだけでなく、衛星データが入手可能な期間に起きた多くのエルニーニョ現象とも合致していた。図2は、観測された海洋温度偏差と共に微分モデルが示されている。このモデルはシンプルに以下で示される。

$$\text{温度偏差} = (\text{CO}_2(n+6) - \text{CO}_2(n-6)) / (12 * 0.22) - 0.58$$

ここで 'n' は月を表す。n+6とn-6の値(6ヶ月前と6ヵ月後のCO₂のレベル)を使うことで、マウナロアのデータに見られるような年毎のCO₂レベルの変動を取り除き、データに有限な平均値を与えている。(訳者注:原文のn=6はn-6の間違いだと思ったので、そのように訳しました)

ふたつの係数(0.22と0.58)は、上記の式を最適化するために選択された。ただし、定数0.58(摂氏温度)は、気温が相対的に一定であったとされる1800年代中頃の気温として一般的に受け入れられている値に気温偏差を合わせるため必要なオフセット値に相当するとした。ふたつ目の係数も物理的な根拠に基づくもので、後述で説明する。

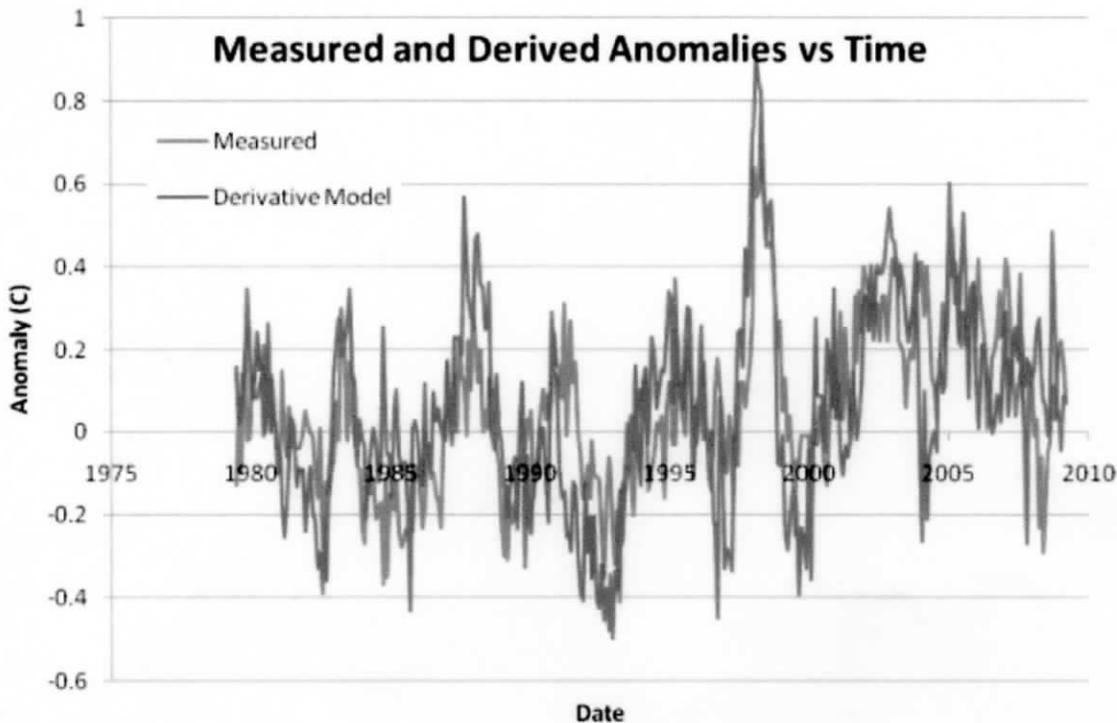


図2: 海洋温度偏差と微分CO2モデル

測定された偏差と微分モデルの間には強い相関関係がある。1997-1998年にはエルニーニョを非常に明確に示し、また衛星データがそうであるように、プロットした期間におけるその他のエルニーニョ現象も示している。

考察

エルニーニョ現象は少なくとも1902年以来認識されているので、CO2の増加によって引き起こされたと考えることは不適切と考えられる。気温偏差とCO2増加率との間に強い相関があること、CO2の増加がエルニーニョの原因であるという理論は正しいと言えないことを考慮すると、因果関係はIPCCが提示しているものとは逆であると言わざるを得ないようだ。つまり、気温の上昇がCO2の増加の原因となっているのである。

このシンプルなモデルが、マウナロアのCO2の生データのみをインプットとして使用していることを強調するのは重要である。このモデルのアウトプットは衛星データと直接比較されている。これらのデータセット両方ともインターネットですぐに入手できるものであり、計算はスプレッドシートを使えばすぐにできる。

この逆の因果関係を考えると、気温偏差からCO2レベルを予測するためには微分モデルを使用

するのが適切である。下図は、同じモデルを使用して計算されたCO2レベルを示している。月毎のCO2レベルを加算することによって求められるCO2レベルは、温度偏差によって変化する。

$$\text{月}(n)\text{CO}_2 = \text{月}(n-1)\text{CO}_2 + 0.22 * (\text{月}(n)\text{偏差} + 0.58)$$

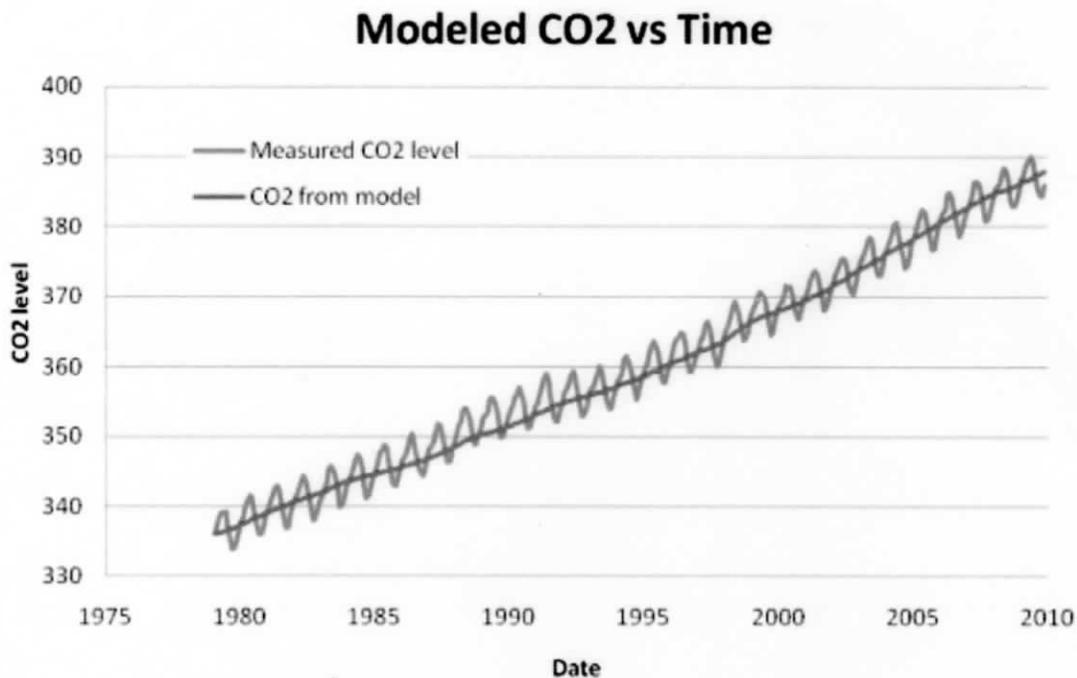


図3:CO2モデルとCO2観測値の経年変化

年毎の変動を示さないとはいえ、CO2のモデルが実際のCO2レベルをよく追隨していることは驚くには当たらない。また、海洋温度偏差は、すべての海洋で平均化され、マウナロアの観測は一箇所で行われているので、年毎の変動を追隨しないことは、特に驚くことではないのである。プロットを注意深く見れば、CO2測定値の小さな変曲をモデルが追隨しているのがわかる。

マウナロアのデータは1958年までさかのぼることができるため、衛星データが入手可能になる以前の気温偏差を計算するにはモデルを使うことができる。下図は1960年にさかのぼって気温偏差を計算したものを示し、1960年から1978年の間の気温観測データセットで最も正確なものかもしれない。

Temperature Anomaly from Mauna Loa Data

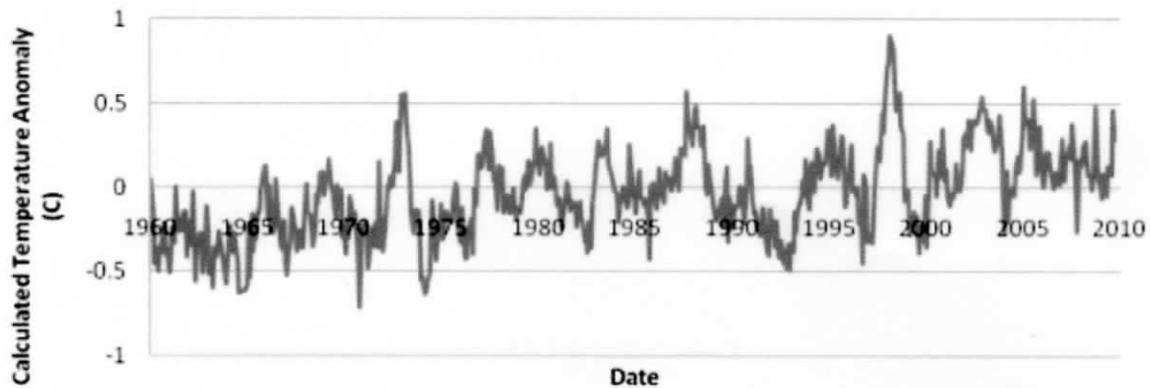


図4: マウナロアのCO2データからの計算された気温偏差

衛星データが入手される以前の期間では正確な気温観測データは入手不可能である。ただし、エルニーニョのデータは、

(http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)で入手することができ、計算された気温とエルニーニョの強度の間の相関関係を示すことができている。カバーされている期間全体において、気温偏差とエルニーニョとの間の相関関係は強いということに着目して欲しい。

Calculated Temperature from CO2 and ENSO data

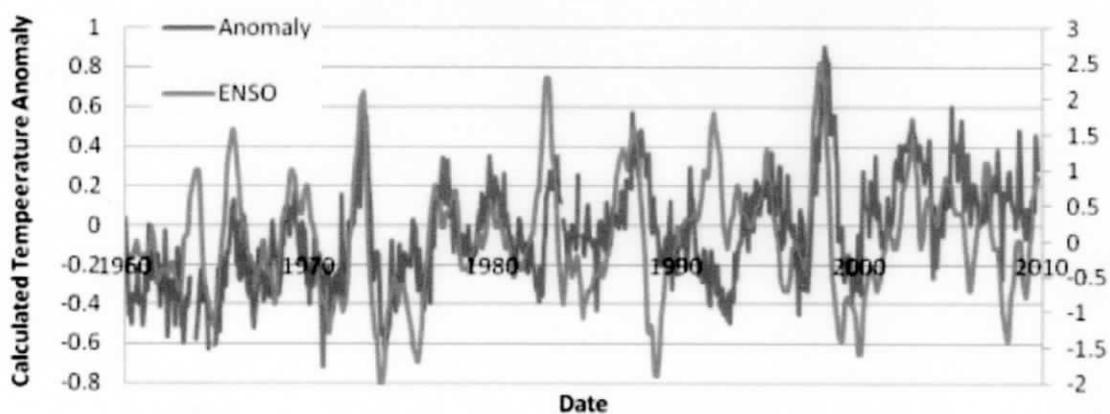


図5: CO2から計算された気温偏差とENSO(エルニーニョ・南方振動)データ

(訳者注:原文でのタイトルに間違いあり。縦軸の表記がCalculated Temperature(Temperatureのスペルミス) Anomalyとあるので、以下のように解釈し、訳語もそれに合わせました/Temp CO2 from CO2→Temperature Anomaly from CO2。)

このモデルの説明

CO₂濃度と気温偏差を合わせるために使用した二番目の自由パラメータは、月毎に気温偏差摂氏1度毎で0.22ppmであり、これは明白な物理的根拠に基づいている。より暖かい海はCO₂の保持する量が少なく、温度が上昇すると海洋から大気へCO₂が放出される。

大気は7200億トンのCO₂を含む。

(http://eesc.columbia.edu/courses/ees/slides/climate/carbon_res_flux.gif)

一方、海洋は36兆トンのCO₂を含む。海洋温度が一度上昇すると、CO₂の溶解度は約4%減少する。(http://www.engineeringtoolbox.com/gases-solubility-water-d_1148.html)

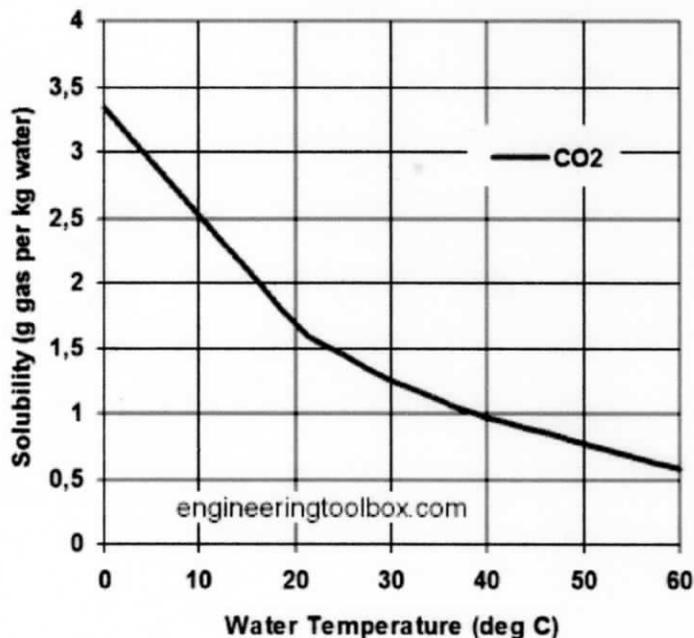


図6: 水中のCO₂溶解度(海水中のCO₂溶解度は、上の図6における純粋なH₂Oにおける溶解度とは若干異なるが、合理的に近似する値である。)

このことから、約1兆4400億トンのCO₂を大気中に放出することになる。この放出量は、大気中

のCO2濃度の約3倍に当たる。

過去一世紀半の間に大気中の温度は約0.8度上昇したことを観察してきたが、その3倍もの気温上昇という、その近い数値でさえまったく見られていない。これは海洋への熱伝達率と海洋の混合に掛かる時差が生じるためである。このことは NOAA(米国海洋大気庁)が詳細に研究を行ってきた。

http://www.oco.noaa.gov/index.jsp?show_page=page_roc.jsp&nav=universal

NOAA は、海洋が急速に混合された場合でも、大気の温度変化が海洋に63%の温度変化をもたらすためには、230年間掛かると見積もっている。(訳者注:ここに原文にはない「海洋に」を入れたほうがわかりやすいと思います)

このことから、方程式において二番目のパラメーターをたやすく計算することができる。この値は、単位温度上昇における大体のCO2放出量(760ppm/C)を混合時間(230年)で割ることで近似できる。これらの値を用いると、0.22ppm/C/月ではなく、0.275ppm/C/月となるが、海洋の混合を無視し、一つの時定数だけで大変複雑な熱伝導のモデルを作ろうとしていることを考えると、かけ離れた値ではない。

結論

ふたつのよく受け入れられているデータセットを使うと、CO2の上昇は気温偏差の結果であり、その逆ではないことが、簡単なモデルを使って示すことができる。これは、CO2の上昇が気温偏差の原因となっていると主張する IPCC のモデルと正反対である。

我々は地球の気温がなぜ現在変化しているか、またなぜ過去において変化したかについては説明をするつもりはないが、近年の気温上昇がCO2レベルの上昇によって起きたわけではないことは、非常に明白であると考えられる。