

要旨 IPCC で用いられている地球規模の気温データセットを見ると、年最低気温の上昇率が年最高気温の上昇率を上回っている。これは都市化の特徴であり地球温暖化の特徴ではないことから、データセットには都市化の影響が混入しているとみられる。つまり過去の地球温暖化は過大評価されているのではないか。

内容

1 地球規模のデータセット	1
2 近藤純正氏の分析	2
3 クリスティ氏の分析	8
4 結論	11
5 ひだまり効果についての追記	11
6 文献	13

1 地球規模のデータセット

IPCC 第 6 次評価には地球規模の気温データセットを示した図 1 がある。これを見ると、年最低気温の上昇率が年最高気温の上昇率を上回っている。

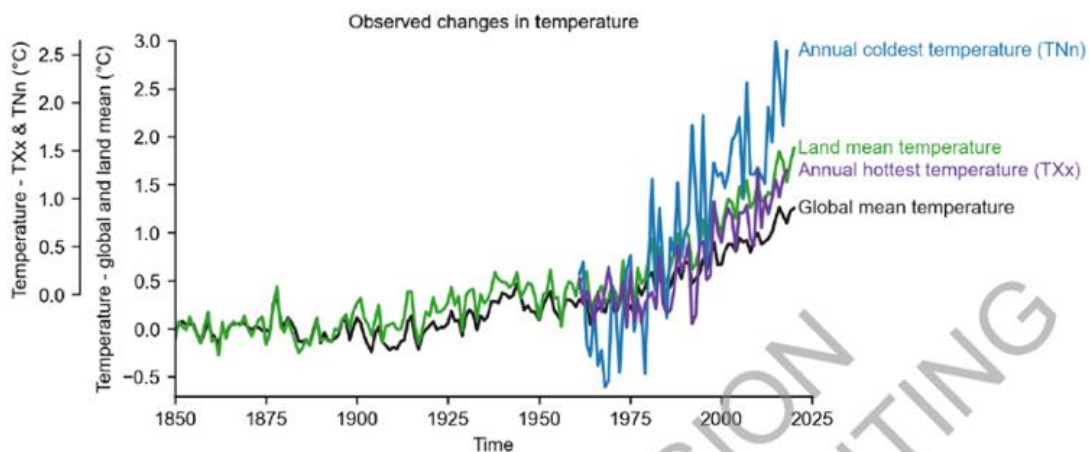


Figure 11.2: Time series of observed temperature anomalies for global average annual mean temperature (black), land average annual mean temperature (green), land average annual hottest daily maximum temperature (TXx, purple), and land average annual coldest daily minimum temperature (TNn, blue). Global and land mean temperature anomalies are relative to their 1850-1900 means based on the multi-product mean annual time series assessed in Section 2.3.1.1.3 (see text for references). TXx and TNn anomalies are relative to their respective 1961-1990 means and are based on the HadEX3 dataset (Dunn et al., 2020) using values for grid boxes with at least 90% temporal completeness over 1961-2018. Further details on data sources and processing are available in the chapter data table (Table 11.SM.9).

図 1

2 近藤純正氏の分析

図 1 のように、「年最低気温の上昇率が年最高気温の上昇率を上回る」という事象は、都市化の特徴であることが近藤純正ホームページの K211 で説明されている。

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke211.html>

まず図 2 を見ると 15 都市について、都市化による気温上昇は、年最低気温の上昇率が年最高気温の上昇率を上回っていることが分かる。なお図中バックグラウンドというのは地球温暖化などによる日本全体の気温上昇のことである。

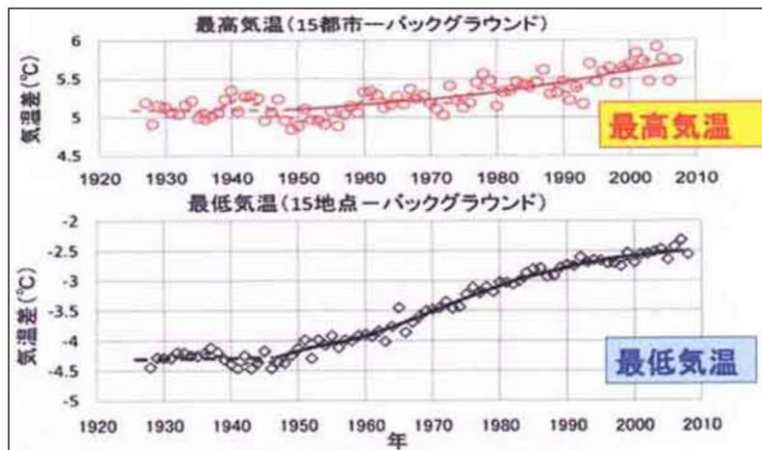


図211.2 日本の15都市（札幌、帯広、仙台、宇都宮、東京、横浜、甲府、名古屋、岐阜、金沢、京都、大阪、福岡、熊本、大分）における日最高気温と日最低気温の経年変化、縦軸は自然昇温量（地球温暖化量：バックグラウンド）との差である（「M73.地球温暖化・都市昇温の実態と観測環境（記念講演）」の図11に同じ）。

図2 出典は近藤純正 HPK211

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke211.html>

このような非対称が現れる理由は複数ありうるが、もっとも重要なものは、「混合作用」である¹。これは都市化による気象の攪乱である。都市化以前の状態であれば、最低気温が現れるときは、たいてい、地表付近に冷却された空気が溜まった層が出来て、そこで低い気温が計測されている。都市化がおきると建物によって地表面が「デコボコ」になって、弱い風であっても、地表付近の空気が攪乱されて、上空の暖かい空気と混ざるので気温が上がる。（この説明は(Christy 2021)による）

都市化の影響の少ない田舎では日最高気温と日最低気温の昇温率はほぼ等しい（図3）。な

¹混合作用についての近藤純正氏の説明は以下の通り：「夜間に地表面上にできる気温の接地逆転層（上ほど気温が高くなっている）は安定で乱流強度は弱く、静かな流れとなっている。このような安定な層ができたとき、高度10mと10cmにおける気温の差は2～10℃程度となる。この大気層内で乱流ができると、上下に混合されて、安定層の一部が破壊され、気温の鉛直分布は等温に近くなる。その結果、高度の高い層の気温は下降するが、逆に地表面に近い最下層（高度数m以下）の気温は上昇する。」

以上の「混合作用」以外に、都市熱の原因としては①天空率の減少、②人工熱の排出、③熱的パラメータの変化がある。

詳しくは以下の近藤純正 HP を参照

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kisho/kisho08.html>

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kisho/hintkisho/hintkisho02.html>

上記の①から③が最高気温と最低気温の変化の非対称にどの程度影響があるかは分からない。

お図中の日較差とは日最高気温と日最低気温の差である。また図中に自然昇温率とあるのは地球温暖化などによるバックグラウンドの昇温率のこと。(なお後述する都市特有の季節変動が若干あるので都市化の影響が若干入り込んでいるかもしれない)。

このように、観測によれば、地球温暖化などによる日本全体の気温上昇の場合は、日最高気温と日最低気温の昇温率はほぼ等しくなることがわかる。

両者の昇温率がほぼ等しくなることは、気候モデル計算によっても同様な結果が示されている (Christy 2021)。

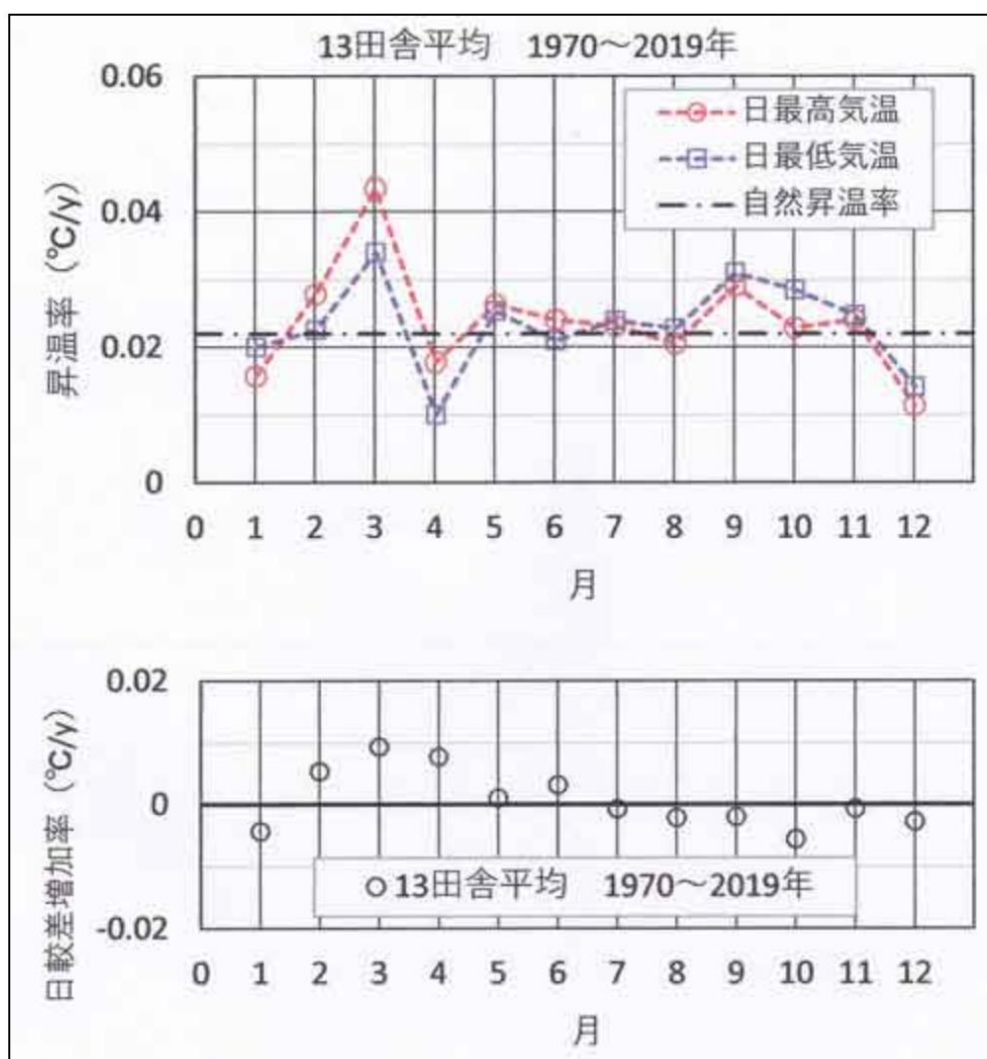


図211.6 田舎13観測所（稚内、小樽、寿都、浦河、むつ、宮古、奥日光、御前崎、室戸岬、福江、名瀬、南大東島、与那国島）平均の日最高気温の昇温率と日最低気温の昇温率の季節変化（上図）と日較差増加率の季節変化（下図）。

図 3 出典は近藤純正 HPK211

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke211.html>

次に、観測データで、都市での日較差の経年変化を見ると、夏はほぼ横ばいで推移しているが、冬では大きく開いている（図 4）。つまり最低気温の上昇が最高気温の上昇を上回っていることが分かる。

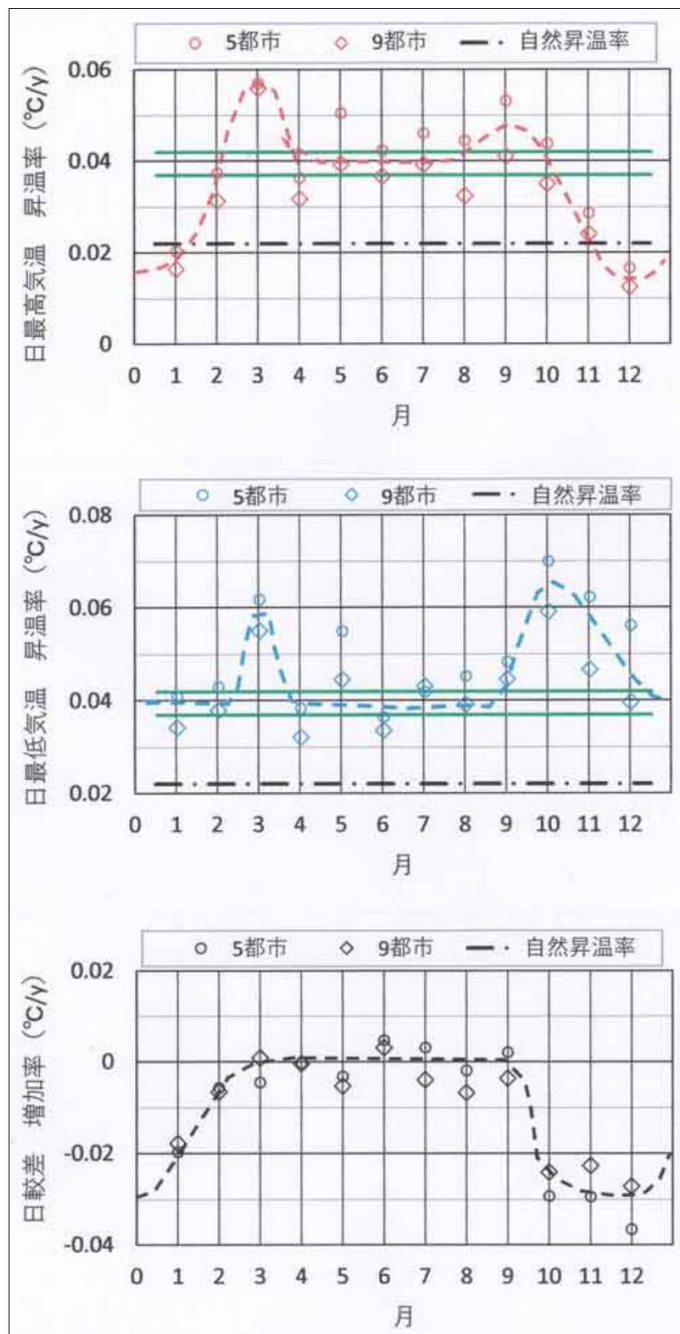


図211.8 14都市平均の日最高気温、日最低気温、日較差の増加率の季節変化（1970～2019年）。5都市（宇都宮・熊谷・名古屋・高松・熊本）平均と、9都市（札幌・仙台・水戸・つくば・東京・横浜・岐阜・彦根・福岡）平均を記号分けしてある。上図と中図に描かれた水平緑実線は「自然昇温率+複数都市平均の都市化昇温率」（9都市平均の0.037℃/yと、5都市平均の0.042℃/y）、水平一点鎖線は自然昇温率（0.022℃/y）である。上・中・下図に描いた赤・青・黒破線は、季節変化の傾向を分かりやすくするために、プロットを滑らかに結んだ曲線である。

図4 出典は近藤純正 HP <https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke211.html>

なお日最高気温・日最低気温とも複雑な季節変動をするが、この理由はよく分からない。

都市ごとに田舎と比較すると、旭川では最低気温が大幅上昇しているにも関わらず、その近くの江丹別ではそのような上昇は見られないこと（図 5）、東京では最低気温が大幅上昇しているにも関わらず、その近くの石廊崎ではそのような上昇はみられないことが分かる（図 6）。

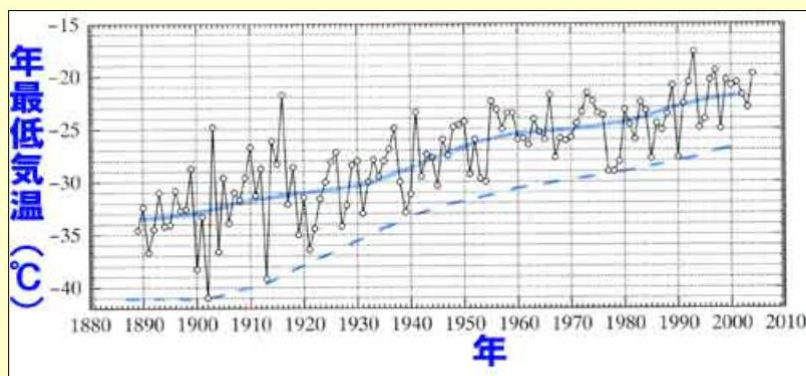


図8.1 旭川における年最低気温の経年変化。青の実線は長期的傾向、青の破線は数十年に1回の頻度で発生する極低温の出現傾向を示す。

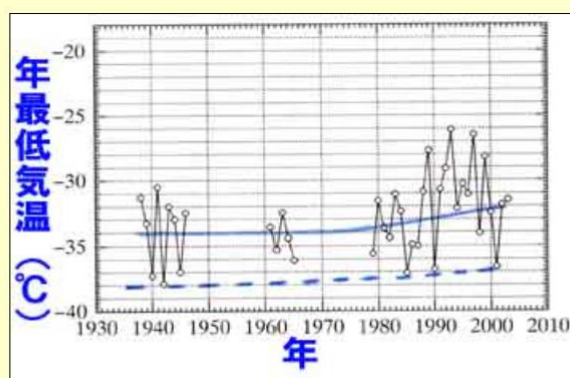


図8.2 江丹別における年最低気温の経年変化。青の実線は長期的傾向、青の破線は数十年に1回の頻度で発生する極低温の出現傾向を示す。

図 5 出典は近藤純正 HP <https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kisho/kisho08.html>

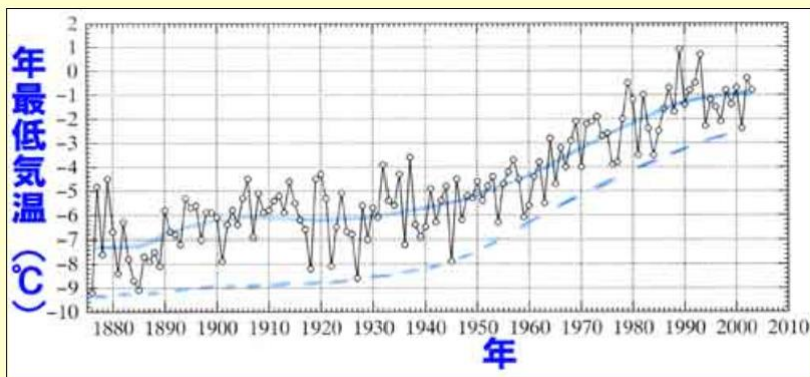


図8.8 東京における年最低気温の経年変化。青の実線は長期的傾向、青の破線は数十年に1回の頻度で発生する極低温の出現傾向を示す。

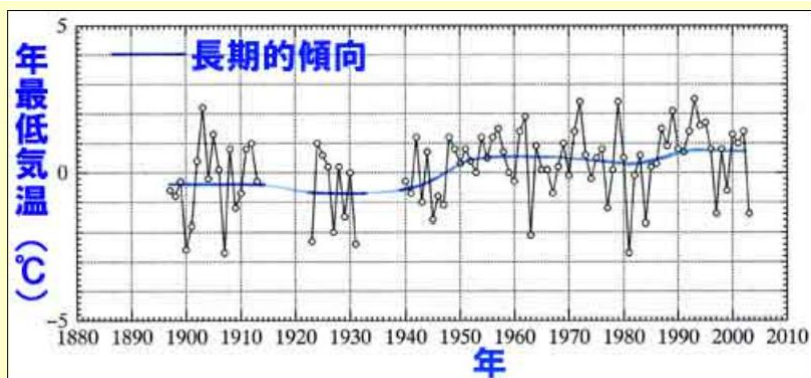


図8.9 石廊崎における年最低気温の経年変化

図 6 出典は近藤純正 HP <https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kisho/kisho08.html>

3 クリスティ氏の分析

クリスティ(Christy 2021)は米国カリフォルニア州フレズノという都市（彼のホームタウンで、10 歳からアマチュア気象観測を続けていた）のケーススタディをしている。フレズノの毎月の最高気温と最低気温は図 7, 図 8 のようになっている。2000 年ごろまで、日最高気温はほぼ横ばいなのに対して、日最低気温は大幅に上昇している。

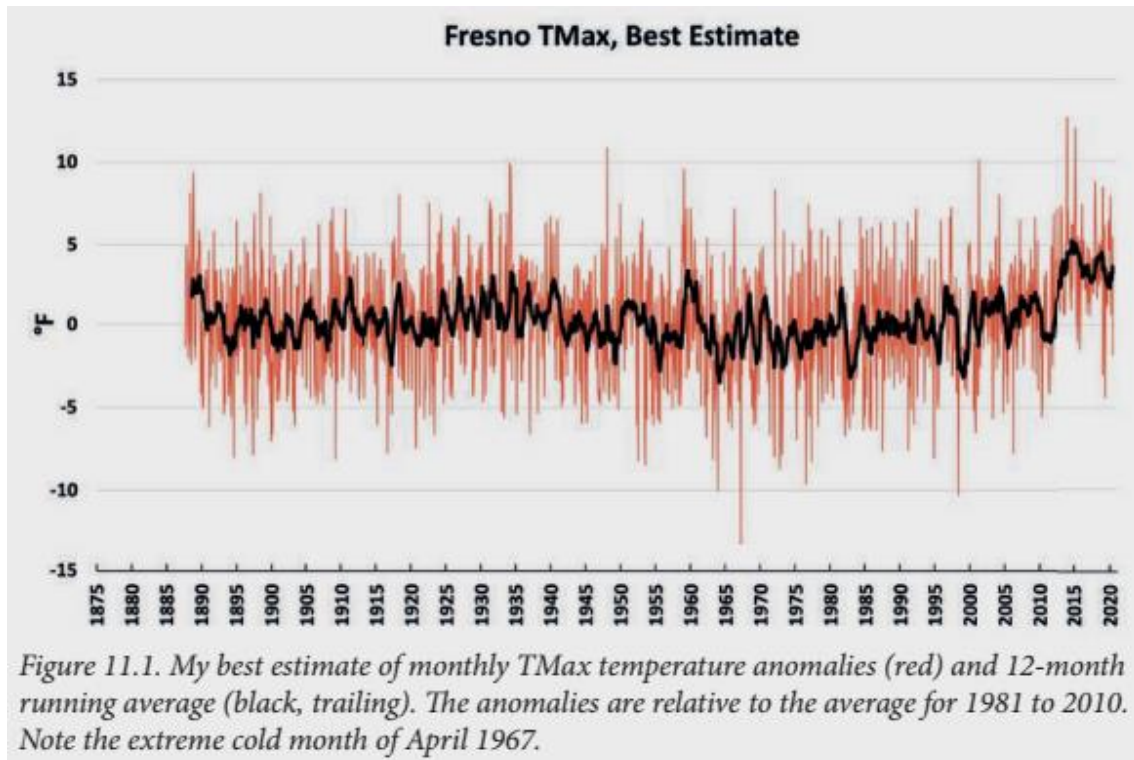


図 7

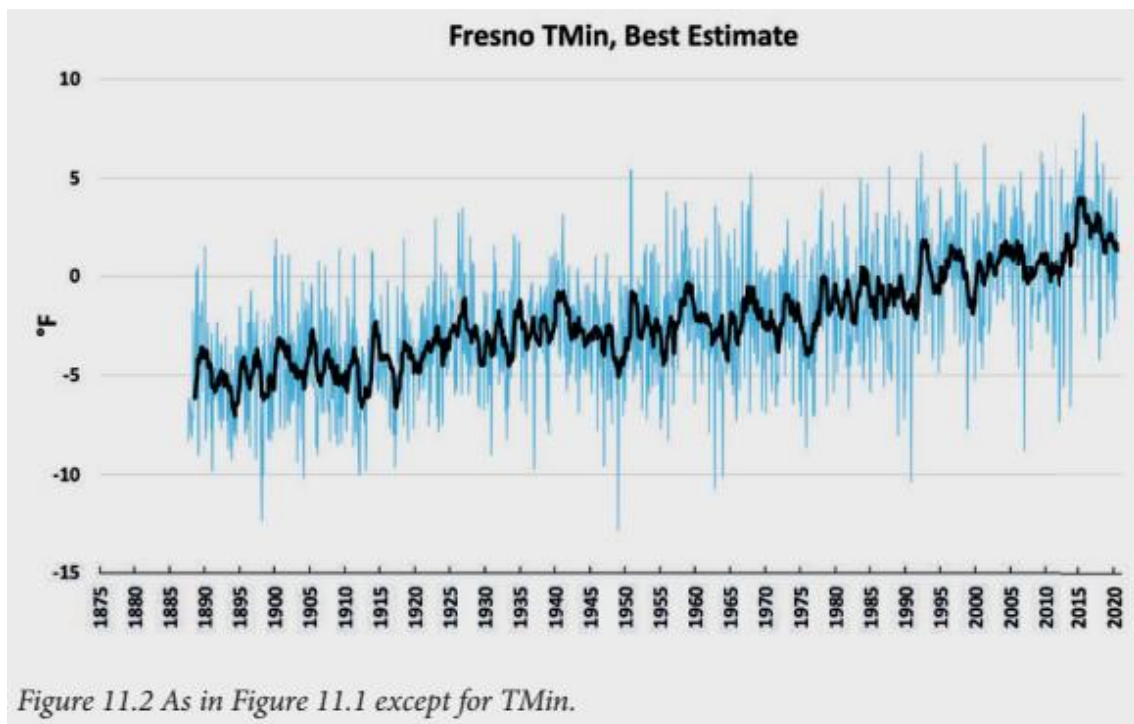


図 8

クリスティは、日最低気温は都市化の影響を強く受ける局所的な気温であるのに対して、日

最高気温は垂直・水平方向共に比較的広範囲の気温を代表するものなので、地球温暖化の観測に近いのは最高気温の方である、と述べている。

従って、図 7 を見ると、2000 年ごろまで、地球温暖化による気温上昇はフレスノでは観測されなかった、ということになる。

さて図 7 はよくみると 2000 年以降は日最高気温が上昇しているように見える。

この原因を調べるためにフレスノとその周辺で都市化の影響の少ない地点を比較すると図 9 になった。図 9 を見ると、特に 1990 年以降にフレスノの気温は他の場所よりも最高気温が高くなったことが示唆される。

これについてクリスティは、最高気温については、少ないとはいっても、やはり都市化の影響は受けるので、それが図 5 の 2000 年以降の気温上昇の主な理由であると推定している。
(図 9)

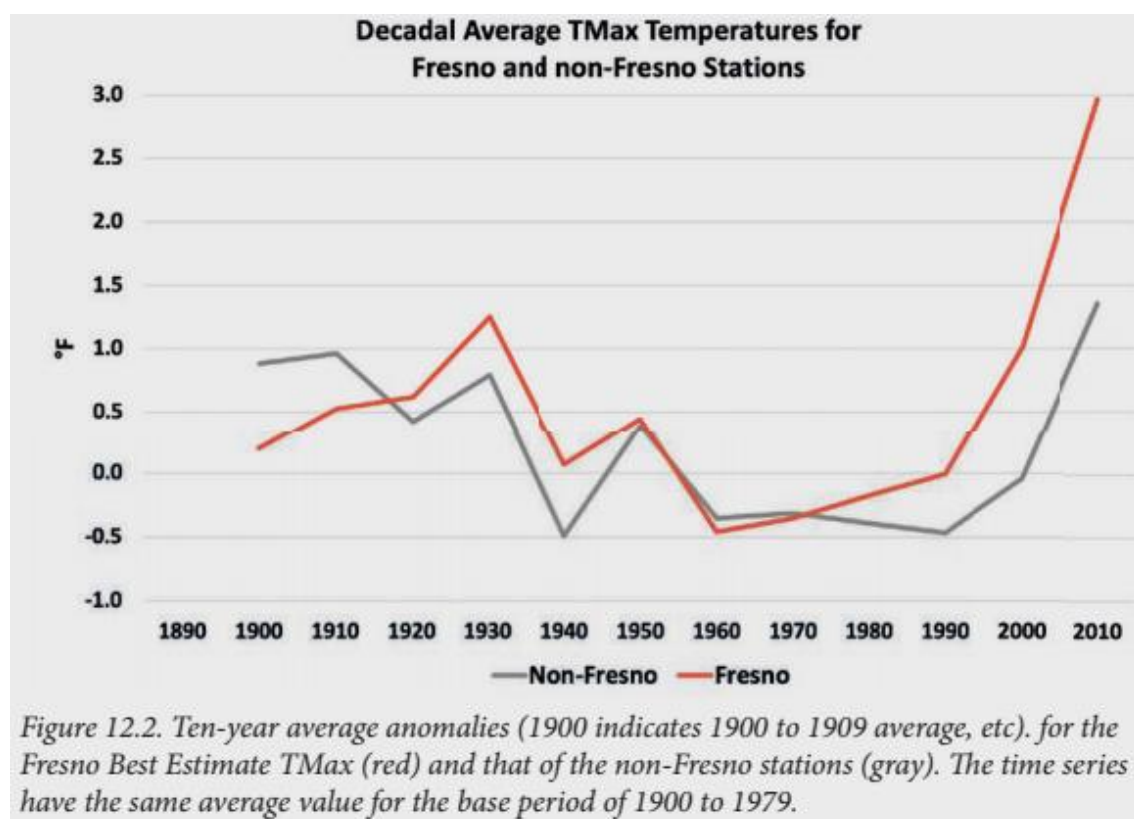


図 9

4 結論

最高気温と最低気温の時間的推移の差を見ることで、その気温データに都市化の影響があるかないかを判定できる。

すると、IPCC のデータ（図 1）は都市熱が混入しているとみられる。

今後の研究についてのアイデアであるが、ある地点の気温が都市化の影響を受けているかどうかを判定する指標として、最高気温と最低気温の時間的推移の差を見るという方法がある。

そして、更に一段進んで、都市化の影響を受けていない地点のデータを集めて、都市化の影響を受けていない地球温暖化量を推計するという方法がありうる。

なお本稿で「地球温暖化”等”の影響」としばしば書いたが、これは正確に言えば、都市化を除いた影響というべきである。気温に影響する要因としては、エルニーニョや太平洋十年規模振動などの大気・海洋の自然振動もある。日本ではとくに田舎の観測所は海沿いに立地しているものが多いので海流の長期変動などに伴う海面水温の変化の影響は大きいと思われる。

5 ひだまり効果についての追記

日本の測候所は敷地が狭いうえに、周囲に建築物や樹木が増えて「ひだまり効果」が起きている（海外でも同様の問題は指摘されている）。ひだまり効果では、最高気温は上昇し、最低気温は減少する傾向になる（図 10, 11）。

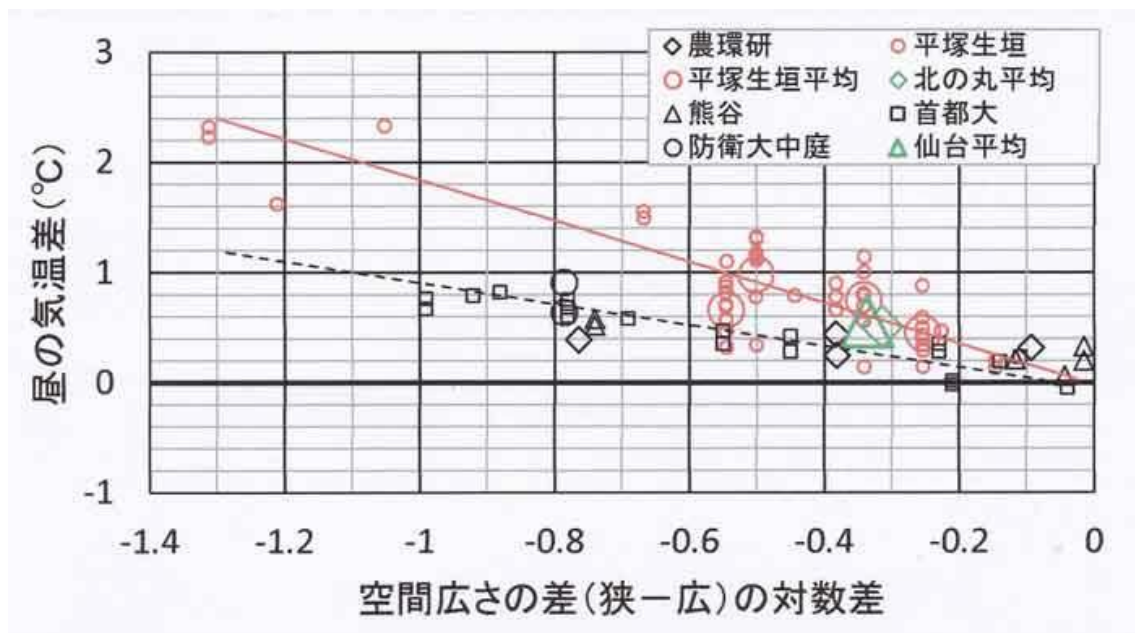


図 10 出典は近藤純正 HP K157

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke157.html>

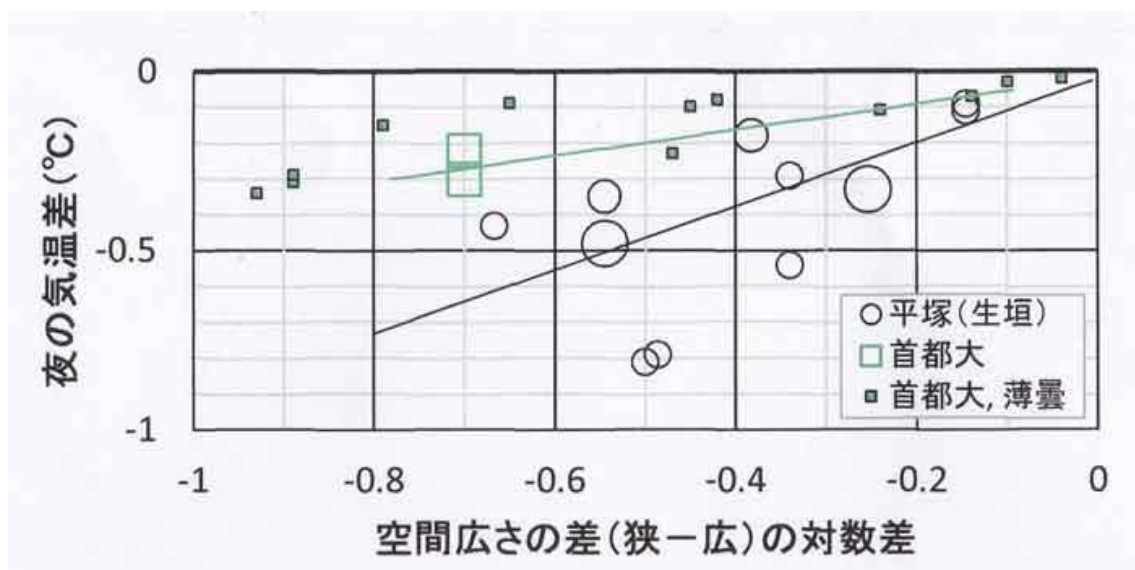


図 11 出典は近藤純正 HP K157

<https://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke157.html>

このひだまり効果も考慮すると 4 章の結論に以下が付言できる。

1 地球温暖化等による気温上昇だけが起こる場合には、平均気温、最高気温、最低気温は

ほぼ同じ長期的な時間変化傾向を示す

2 最低気温が急激に上がり、最高気温の上昇を大きく上回った場合には、その観測地点は都市化の影響を受けていると考えられる。

3 最高気温が上昇する一方で、最低気温が減少し、日較差が広がって行く場合には、ひだまり効果の影響を受けていると考えられる。

4 2 と 3 について、最高気温については相乗効果で高くなり、最低気温については効果が打ち消し合う場合が考えられる。

いずれにせよ観測点ごとに、平均気温だけではなく、最高気温と最低気温の変遷を確認すると、その観測点が地球温暖化等による気温上昇をどの程度反映しているか、判定する指標になる。

6 文献

文献 (Christy 2021) Is it getting hotter in Fresno ... or not?

<https://www.amazon.co.jp/gp/product/B091F3MNGF/>

以上