

地球温暖化観測点の構造変化と寄与率について

崇城大学工学部 学生員○ 須藤 徹 学生員 藤田 幸利
崇城大学工学部 正 員 田代 敬大

1. はじめに

わが国における地球温暖化の観測資料として、気象庁 HP は、‘都市化の影響は受けているものの比較的影響が少ない’ 17 観測点の気温変動を挙げている。

本研究はこの 17 観測点の 1901～2010 年の 110 年間の日平均気温データを対象に、①17 観測点の平均気温の直線回帰式の気温勾配項の各 17 観測点寄与率への分解、②Chow test による「構造変化」の有無を検討する。

2. 対象観測点平均気温の 110 年間の寄与率分解

気象庁が挙げる観測点は、網走・根室・寿都（北海道）、山形、石巻（宮城）、伏木（富山）、長野・飯田（富山）、水戸（茨城）、銚子（千葉）、境（鳥取）、浜田（島根）、彦根（滋賀）、宮崎、多度津（香川）、名瀬（鹿児島）、石垣島（沖縄）の 17 地点である。

この 17 観測点の日平均気温（年次データ）の観測点平均の 110 年間の推移は、図 1 のように示される。17 観測点平均は実態的意味を持たないが、操作的概念として取り扱うことができよう。

図 1 には 110 年間の全期間を 1 本で当てはめた回帰直線を示しているが、この回帰直線は次式となる。

$$\begin{aligned} & \text{1901～2010 年 } r=0.693 \quad r^2=0.481 \quad DW=1.73 \\ & y_t = 12.791 + 0.0119 x_t \quad (1) \\ & (168.7) \quad (9.998) \end{aligned}$$

ここに、 y_t は 17 観測点平均気温、 x_t は計算開始年を 1 とした年次、 r は相関係数、 r^2 は決定係数、DW はダービン・ワット比、() 内数値は t 値である。式(1)の気温勾配項は有意水準 1% で有意である。

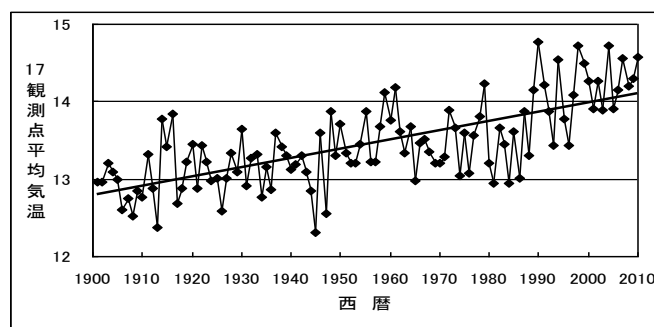


図 1 1891－2010 年の 17 観測地点平均気温

ここで、式(1)の気温勾配を各観測地点の寄与率に、次式のように分解する。

$$C_p = \beta_p / \beta_m \quad (2)$$

ここに、 C_p は観測点 p の寄与率、 β_p は p の回帰直線の気温勾配、 β_m は 17 観測点回帰直線の気温勾配。

観測点別の寄与率は、図 2 のようになる。17 観測点の気温勾配はいずれも正であり、有意水準 1% で有意である。図には全観測点が一様に気温上昇に寄与した場合の 5.9% の線も示している。この図では、寿都の寄与の低さが目立っており、山形、彦根、宮崎等の都市的な観測点の寄与がやや高いものの、全般的には地理的差異や都市的差異等の明白な傾向は認められないようである。

3. 構造変化の検出と寄与率分解

17 観測点平均の気温変動について、Chow test を用いて構造変化の有無を検討する。Chow test とは時系列データに対して、1 本の回帰直線を当てはめたがよい（構造変化なし）、2 本の回帰直線で当てはめたがよい（構造変化あり）の統計的検定手法である。

検定量である Chow の F 値の対象期間における推移は、図 3 のようになる。1903～1960 年頃までは低い値で推移しているが、1960 年代から上昇を示して高い水準を維持した後、2000 年頃から低下している。有意水準 5% の F 値が 3.082、1% の F 値が 4.811 なので、1960 年代後半から 2000 年頃にかけて構造変化が生じていたものとみなすことができる。

2 本の回帰直線を明示するため、機械的に最大の F 値を示す 1989 年でデータを分割すると（有意確率は

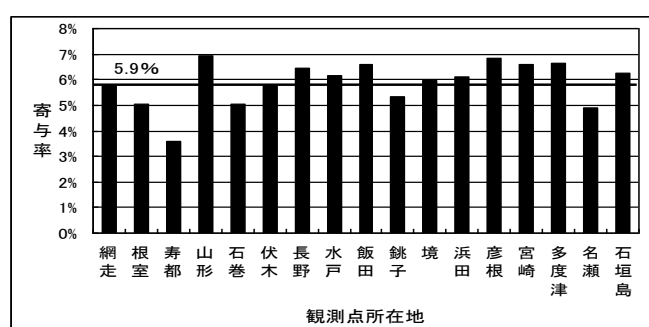


図 2 1891－2010 年気温上昇の観測点寄与率

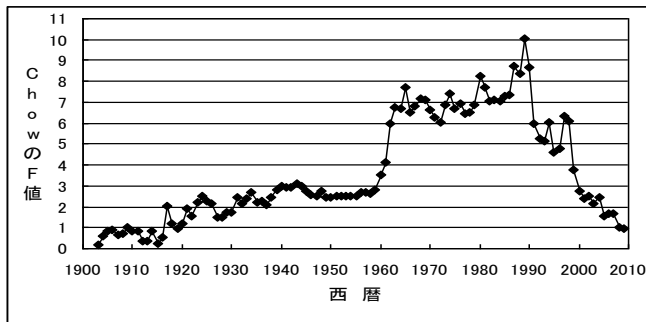


図3 ChowのF値の推移

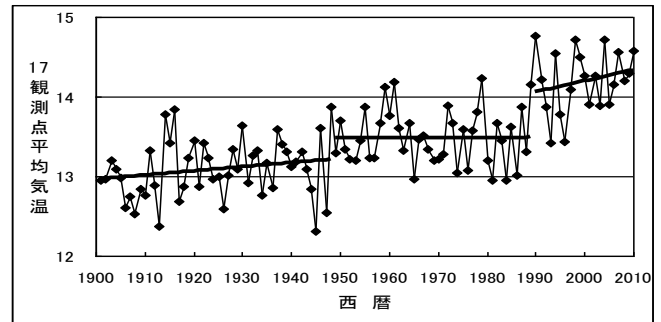


図6 Chow testによる3本の回帰直線

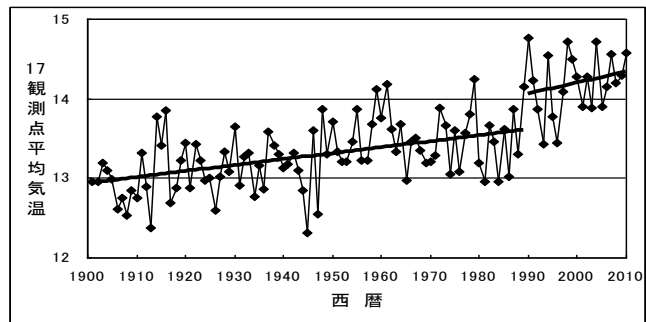
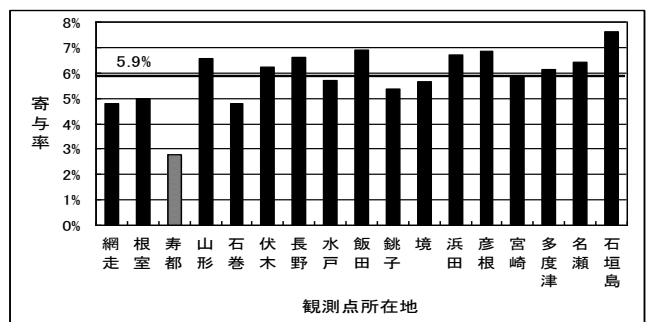


図4 Chow testによる期間分割と2本の回帰直線



注) 寿都の気温勾配は5%でも有意でないが、寄与率総和を100%とするため形式的に算入。

図5 Chow test 前半(1901-1989)の寄与率

0.0001)、図4の回帰直線で表現され、次式となる。

$$\underline{1901\sim1989年} \quad r=0.472 \quad r^2=0.223 \quad DW=2.00$$

$$y_t = 12.935 + 0.0075x_t \quad (3)$$

$$(166.4) \quad (5.000)$$

$$\underline{1990\sim2010年} \quad r=0.217 \quad r^2=0.047 \quad DW=1.93$$

$$y_t = 12.791 + 0.0119x_t \quad (4)$$

$$(168.7) \quad (9.998)$$

ここで注意されるのは、式(3)の分散分析のF値、気温勾配のt値ともに有意水準1%でも有意であるのに対し、式(4)ではともに有意水準5%でも有意とならないことである。すなわち、式(3)のように1901～1989年間では緩やかな気温上昇を続けた後、結果的に1989～1990年でジャンプし、1990年以降は気温勾配が0の水平な直線の可能性があることになる。

図5は分割データ前半部(1901～1989年)の各観

測点の寄与率である。これも地理的差異や都市的差異等の明白な傾向は認められないようである。

4. 2段階 Chow test

図1を観察すると、1989年以前も幾つかに区別されるようにも見える。そこで1901～1989年の期間を前述と同様の考え方で、2段階Chow testを実施すると、最大F値の1948年のF値は3.147と小さいが(有意確率は0.048)。直線回帰式は次式に分割される。

$$\underline{1901\sim1948年} \quad r=0.196 \quad r^2=0.038 \quad DW=2.17$$

$$y_t = 12.963 + 0.0052x_t \quad (5)$$

$$(120.8) \quad (1.357)$$

$$\underline{1949\sim1989年} \quad r=0.006 \quad r^2=0.00003 \quad DW=1.93$$

$$y_t = 13.484 + 0.0002x_t \quad (6)$$

$$(119.6) \quad (0.036)$$

ここでも、相関係数、t値から推察されるように、式(5)、式(6)のいずれも、分散分析のF値、気温勾配ともに有意水準5%で有意とならない。式(5)、式(6)、式(4)の回帰直線を図6に示すが、いずれも水平の可能性がある。すなわち、本データ期間と手法を前提にすれば、わが国の地球温暖化は継続的に上昇したのではなく、2段階のジャンプによるものとなる。

5. おわりに

わが国の地球温暖化を回帰直線で表現するとすれば、Chow testの見地からは、1本の回帰直線よりも2本以上で表現する方が妥当といえる。また、各観測地点の寄与率からは、地理的差異や都市的差異等の明白な傾向は認められないようであり、その意味でマクロの見地からは17観測点がわが国の地球温暖化傾向を表現するとみなすのも、一応、妥当かもしれない。ただし、本研究の前提となる各観測点のミクロなデータの吟味等は大きな課題である。