

## 地球惑星科学(地球物理学) 特別講義 1 気象データ解析概論 終了レポート解説

## Q1.

第1表は、ある2地点の30日間の日最高気温データである(単位: °C).  
両地点の30日間の日最高気温の平均値に、危険率5%で有意な差があるかどうかを検定せよ.

## ・解説

2地点の気温差を  $x$ , その平均値(母集団の平均値, すなわち真の平均値)を  $\mu$  とする.  
 $x$  が正規分布に従うと仮定すると,  $x$  の標本平均  $\bar{x}$ , 標本分散  $s^2$  に関し,  
 $t = (\bar{x} - \mu) / (s / \sqrt{n})$  は自由度  $(n-1)$  の  $t$  分布に従う(式(4-20)).  $\mu=0$  (2地点の気温差がない)を仮定すれば,  $t = \bar{x} / (s / \sqrt{n})$  は自由度  $(n-1)$  の  $t$  分布に従う.

今の場合,  $\bar{x} = -0.2733$ ,  $s = 0.1017$ ,  $n = 30$  であり,  $t = -2.6876$ .

$t$  分布表によると, 自由度 29 のときには,  $|t| \geq 2.0452$  である確率が 5% である.

すなわち,  $|t| \geq 2.6876$  の値が現れる確率は 5% よりも小さい. 言い替えると,  $\mu=0$  の仮定が真である確率は 5% 未満である.

従って, 2地点の気温差は危険率 5% で有意と結論される.

## [補足]

地点ごとに平均値と標準偏差を求めてから「2つの平均値の差の検定」(式(4-21)以下)をやると, うまくいかない. 2地点の気温変動が独立なら, この方法でも上記の方法でも結果は同じになるはずだが, 現実には2地点の気温は連動している(=正の相関がある)からである(地点Aと地点Bの気温, およびその差の分散をそれぞれ  $\sigma_A^2$ ,  $\sigma_B^2$ ,  $\sigma_{\text{dif}}^2$  としたとき, 2地点の気温変動が独立なら  $\sigma_{\text{dif}}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2$  となるが, 実際には  $\sigma_{\text{dif}}^2 < \sigma_A^2 + \sigma_B^2$  である). この状況で「2つの平均値の差の検定」をやると, 差が有意でないという誤った結果になる.

## Q2.

日本本土への年間の台風上陸数は 1981 ~ 2010 年の平均で 2.7 個であるが, 2004 年には 10 個の台風が上陸した.

年間の台風上陸数が Poisson 分布に従うと仮定してみる. 第2表は Poisson 分布 ( $\lambda = 2.7$ ) に従う変数  $x$  に対する確率値  $f(x; \lambda) = \lambda^x e^{-\lambda} / x!$  を示す. このとき,

- (a) 2004 年の 10 個上陸は何年に 1 回ぐらいの事象と見積もられるか?  
(b) この見積もり結果をどう解釈するか?

## ・解説

(a) 第2表によると  $x \geq 10$  となる確率は 0.000501 である. すなわち, 年間 10 個以上の台風上陸は約 2000 年に 1 回の確率になる.

(付記: このような場合は,  $x = 10$  だけでなく  $x \geq 10$  の確率を考える)

(b) 2000年に1回のこと起きたという解釈も可能である。しかし、台風上陸数がPoisson分布に従うという仮定が現実には成立しないという可能性も考えられる。具体的には、台風の上陸数はランダムな変数ではなく、その確率が循環場の変動によって年ごとに異なると考えることができる。

Q3.

第1図は7, 8月の昼間気温(12~15時の平均)に主成分分析(非回転)を適用して求めた第1成分の分布を示す(授業で示したもの)。第1成分は全域同符号であり、その寄与率は68%である。

同じ解析を全年について行っても似た結果が出るが、第1成分(やはり全域同符号)の寄与率は95%になる。全年を対象にした解析において、第1成分の寄与率がこれほど高くなる理由をどう説明するか?

・解説

主成分分析は変動を捉えるものである。全年を対象にすると、気温の季節変化が大きな変動要因になる。季節変化は全域ほぼ同時に起きるので、全域同符号の変動を表す第1成分が大きな寄与率を持つことになる。

[補足]

もし全年のデータを対象にして「気温の日々変動の空間構造」を知りたいければ、季節変化の影響を除くため、平年値からの気温差、あるいは長周期成分(数十日以上成分とか)をfilter outした値を使うべきである。