

MT法による冬型気圧配置判別のための一方法

関 隆則 (千葉支部)

1. はじめに

MT法は同じようなパターンを集めて単位空間を定義し、個別パターンとの距離を統計的に求めるパターン計測手法である。気圧配置について、冬型とそれ以外を数値的に判別する目的にMT法を適用する。冬型の気圧配置の日のデータで単位空間を定義し、日毎の気圧データのマハラノビス距離を求め、判別の可能性を検討する。

2. 西高東低の冬型気圧配置

典型的な冬型の気圧配置は大陸方面に高気圧が発達し、太平洋には低気圧が発達する気圧配置で、日本付近には等圧線が縦に何本も並ぶ。図1は冬型の気圧配置の例です。今回の地上気圧を解析する地点を示す。

3. 多次元空間とマハラノビス距離

インドの数学者だったマハラノビス (1892~1972)は、いくつかの特性間で相関関係を持つ多次元空間中の距離を測定する方法を考案した。距離を測定するためには原点と単位距離を決める必要がある。そのために単位空間を定義する。一般に単位空間は正常状態の特性値で構成する。図2は特性間に相関を持った単位空間とマハラノビス距離の概念を示す。ここでは、冬型が観測された時の気象データで単位空間を構成する。MT法は田口玄一によって開発された多次元データ (パターン) 計測手法で、対象パターンを類似パターンによる単位空間からのマハラノビス距離 (以下、距離Dと表記する) を計測し、対象パターンを数値化する。MT法では項目の評価、選択を含んでいる。

天気図: 気象庁HP「日々の天気図」2008年1月1日の例より

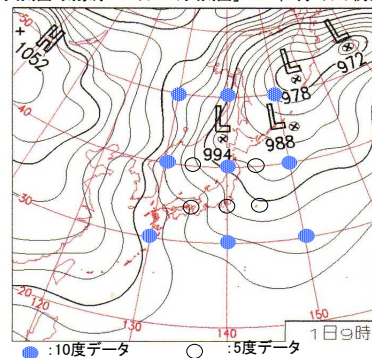


図1 気圧データの位置

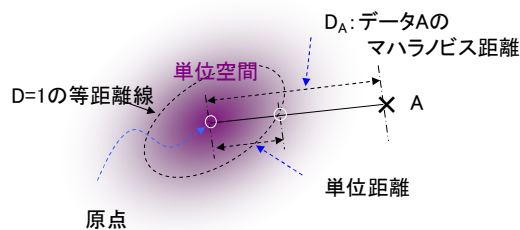


図2 マハラノビス距離を測定する概念図(2次元の例)

マハラノビス距離D²の計算

$$D^2 = \frac{1}{k} UR^{-1}U^T$$

k: 項目数
 U: 対象のデータセット(U₁ U₂ U₃...U_k)
 R⁻¹: 単位空間に関する項目間の相関行列の逆行列
 U^T: Uの転置ベクトル

5. 単位空間とその項目の決定

単位空間の決定(表1)

2007年12月~2008年2月の冬期間の地上天気図を概観し、大陸に高気圧、東海上に低気圧があり、日本近海を顕著な低気圧、移動性高気圧などが無い日の9時のデータを採用した。対象日は表1の28日間である。

項目の決定

図1は冬型気圧配置の天気図例と気圧データの緯度、経度を示す。単位空間の項目数は気圧を14項目、上層の寒気の流入に関係するデータとして、500hPaの等圧面高度差として館野-輪島、八丈島-館野の2項目を用いた。

原点、単位距離の算出

単位空間のデータから、基準化のための項目ごとの平均値、標準偏差と、相関行列を算出。

6. マハラノビス距離の算出

図3は2007年11月1日~2008年3月25日について、単位空間とした日、単位空間にできなかった冬型の日、冬型でないその他の日について、距離Dの計算結果を示す。また、図5は冬型の日とその他の日の距離Dの分布を示す。図4と図6は暖冬であった2006年12月~2007年2月について距離Dを示す。

表1 単位空間(対象日と現象)

n	対象日	日照時間	最大風速	風向
1	2007/12/4	6.5	4.9	北北西
2	2007/12/5	9.1	3.9	西北西
3	2007/12/9	8	6.1	北北西
4	2007/12/14	6.8	7.5	北西
5	2007/12/15	7.8	5.2	北西
6	2008/1/1	6.9	4.8	北西
7	2008/1/2	9.1	6.6	北西
8	2008/1/3	9.1	3.6	北北西
9	2008/1/4	9	5	北西
10	2008/1/13	4.1	8.9	北北西
11	2008/1/14	--	6.5	北北西
12	2008/1/17	7.6	7.1	北西
13	2008/1/19	7.7	6.3	北北西
14	2008/1/25	9.5	8.5	北西
15	2008/1/26	5.1	5.9	北西
16	2008/1/27	9.6	6.4	北北西
17	2008/2/1	9.5	6.9	北西
18	2008/2/4	9.5	4.7	北西
19	2008/2/5	7.1	4.4	北西
20	2008/2/7	7.8	6.7	北西
21	2008/2/8	8	5.3	北北西
22	2008/2/13	10.3	10	北北西
23	2008/2/14	9.6	5.6	北西
24	2008/2/15	10.3	6.7	北北西
25	2008/2/16	8.4	8.5	北西
26	2008/2/17	6.9	6.8	北北西
27	2008/2/27	9.2	10.3	北北西
28	2008/2/28	10.7	8.8	北西

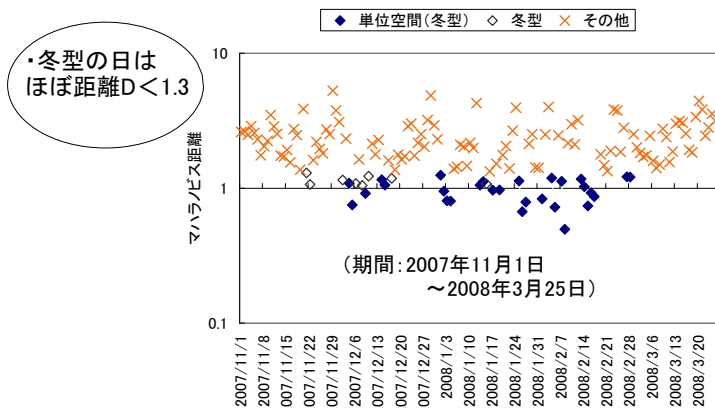


図3 マハラノビス距離Dの推移のグラフ

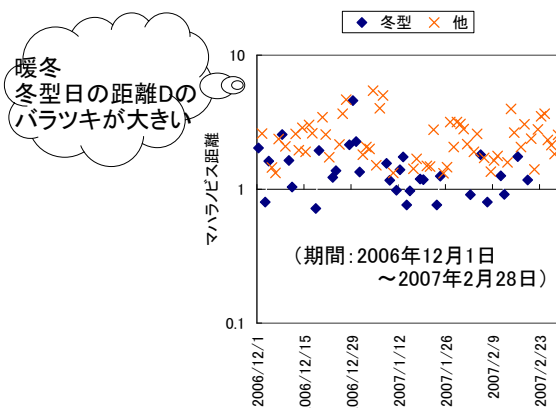


図4 マハラノビス距離Dの推移のグラフ

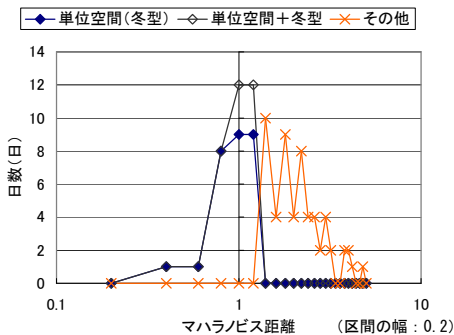


図5 マハラノビス距離Dの分布のグラフ

(期間: 2007年12月~2008年2月)

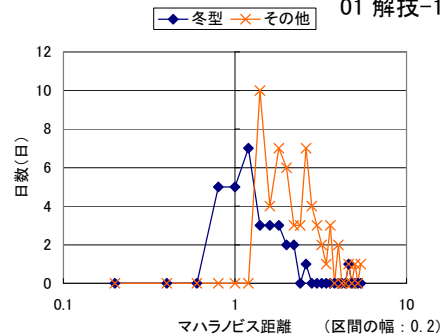


図6 マハラノビス距離Dの分布のグラフ

(期間: 2006年12月~2007年2月)

7. 気圧配置の推移とマハラノビス距離

冬型への移行、解消に対応して距離Dが変化している。

(天気図: 気象庁HP「日々の天気図」より)

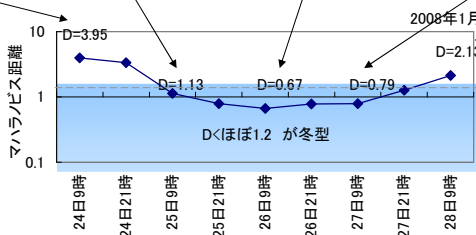
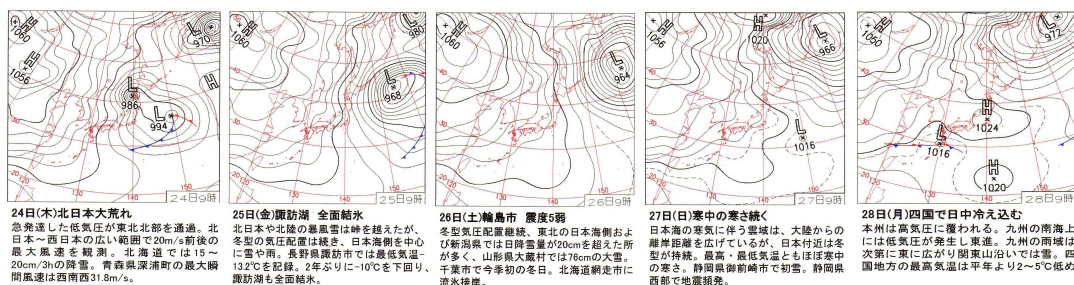


図7 気圧配置の推移と距離Dの変化

8. 直行表による項目の評価

「その他」の日の距離Dを増加させることへの各項目の寄与を直交表を用いて評価する。

表2 直交表(L12)による項目の評価

L12	地上気圧 (hPa)										
	N50			N40			N30			500hPa傾度(m)	
	E130	E140	E150	E130	E140	E150	E130	E140	E150	項目10	項目11
実験1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
実験3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
実験4	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2
実験5	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1
実験6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1
実験7	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1
実験8	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
実験9	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
実験10	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
実験11	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
実験12	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

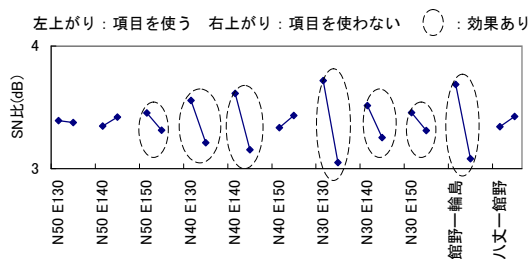


図8 要因効果図

9. 考察と今後の課題

MT法による冬型気圧配置の数値化、及び判定の可能性を確認できた。今後、年毎の冬型の比較や冬型の細分化など、判別の精度改善などに取り組みたい。

- ①冬型の気圧配置を、ほぼ閾値を1.3で判別できそうである。
- ②N30・E130の気圧データの判別に対する寄与が最も大きい。
- ③2006年~2007年の暖冬における冬型の日の距離Dはバラツキが大きく、2007年~2008年とは気圧配置の違いが確認できた。

参考文献

- 1) 田口玄一(1999): 「品質工学の数理」, 日本規格協会
- 2) 渡部義晴(2006): 「実践タグチメソッド」, 日科技連
- 3) 長谷川良子(2004): 「マハラノビス・タグチ (MT) システムのはなし」, 日科技連
- 4) 気象庁のHP: 日々の天気図 No. 70, No. 71, No. 72, No. 73, No. 74

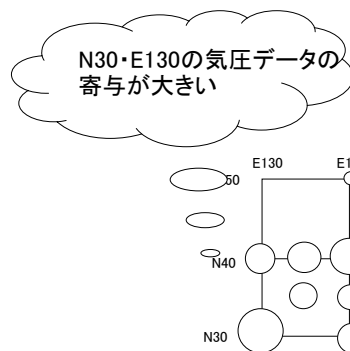


図9 気圧データの寄与度合い