

血栓症予測事例に用いたマハラノビス距離基準空間選定方法の確認シミュレーション

— ORリテラシーの普及事例（第3報） —

01102345 オーアールとく塾 権藤 元 GONDO Hajime

1. はじめに

多変量データ解析においてマハラノビスの距離⁽¹⁾⁽²⁾を予測に使用することは、正常の集団を基準空間として評価対象のマハラノビスの距離を求め、その値がある閾値を越えるときに異常発生を予知する方式で、計算処理はエクセルのシート上で手軽にでき、さらに、基準空間・閾値の設定などは課題を持っている者が自分の知見を活かし易く、この方法は実用上かなり有効な方法でORリテラシーの一つとして取上げたい。この立場である程度の見通しを得た事例として手術後の血栓症発症の予測があり、そのときに使用した基準空間の選定方法をシミュレーションにより確めたので紹介する。

2. 手術後の血栓症発症予測問題の経緯

ある病院の手術室看護婦さんの研究サークルが取上げたテーマで、研究対象はある手術後の717名でその中に深部血栓症と診断された者はいなかったが、前駆症状が見られた75名を異常とし扱った。ここで、基準空間を異常以外の全員としたときには異常者のマハラノビスの距離は正常者と差異がなく異常を区分することは出来なかった。しかし、正常の集団を看護婦さんの知見により絞り込むことにより基準空間を選定した結果、異常者のマハラノビスの距離は適当な閾値を用いることにより正常者と区別がつき、血栓症発症の予測可能となった。この検討に際して、いろいろな基準空間についてマハラノビスの距離計算は看護婦さん自身がエクセルで満足な結果が得られるまで繰り返し行われたものである。知見に基づき基準空間を絞り込むにあたって、相当に大胆な絞り込みが行われ目的を達した。このような大胆な絞り込みを評価するために、基準空間に不純な者が含まれると事例と同様な現象が起こることを今回シミュレーションにより確かめたのである。なお、エクセルによるマハラノビスの距離の計算方式を図表1に示す。

3. 母要因と測定可能要因のモデル

シミュレーションにあたって測定されデータの構造を次のように設定した。真の要因を母要因としてA、B、C3つ用意し、測定している要因はこの3つの母要因から2つの要因を選びそれと乱数要因の線形結合とし得られるものとする。3つから2つを選ぶ組み合わせと結合のウエイトを変えて9種類の測定要因を決め、そのデータを生成する。シミュレーションのケースは、1. 基準空間として異常を混入していないもの（これを純正基準空間とする） 2. 基準空間として異常と正常の境界レベルのデータを25パーセント追加する（交じり基準空間とする） 3. 測定データで要因ごとに外れに近いものを削除する（カット基準空間とする）

4. シミュレーション結果

母要因で正常・異常のデータのマハラノビスの距離が、3ケースの基準空間で如何に異なるかを図表2に示す。図表2(1)は正常なもののマハラノビス距離が交じり基準空間では大きくなることを示し、図表2(2)は異常なもののマハラノビス距離が交じり基準空間では小さくなることとカット基準空間では大きくなることを示す。ともに血栓症予測の事例において現れた現象と一致する。

5. おわりに

マハラノビスの距離を用いた予測において知見を取り入れた基準空間の絞り込みにより得られた現象をシミュレーションにより確認出来たことを示した。このように知見を容易に取り入れさらに計算処理はエクセルで容易に可能であることは、ORリテラシー普及のためには極めて有効であると考えろ。

ここに紹介したシートはEメールにより送付可能でありご希望の方はご連絡ください。ご意見もお待ちしている。 Eメール：hajime.gondo@nifty.com

参考文献

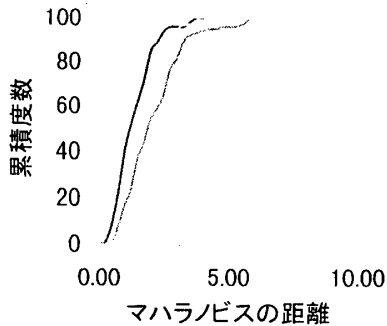
- (1)奥野ほか、多変量解析法、日科技連、1971. 10、P279
(2)田口、品質工学の数理、1999. 6、P136

図表1 マハラノビスの距離の算定方式

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
4	エクセルによるマハラノビスの距離算出法													
5	基準空間				正規化			ワーク			マハラノビス			
6	No.	X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3	D ²			
7	1	0.0	0.0	6.0	-0.94	-1.13	0.095	-0.59	-1.51	1.1	0.787			
8	2	5.0	5.0	6.0	1.594	0.392	0.095	1.72	-0.18	-0.22	0.883			
9	3	1.0	11.0	8.0	-0.43	2.213	2.385	-1.61	1.904	1.693	2.982			
10	4	0.0	0.0	5.0	-0.94	-1.13	-1.05	-0.57	-0.56	-0.59	0.594			
11	5	4.5	5.0	6.9	1.341	0.392	1.126	1.396	-0.92	1.31	0.995			
12	6	1.2	0.0	5.9	-0.33	-1.13	-0.02	0.139	-1.7	0.917	0.618			
13	7	3.0	6.0	4.5	0.582	0.696	-1.62	0.402	2.236	-2.99	2.214			
14	8	2.5	5.0	5.7	0.329	0.392	-0.25	0.213	0.705	-0.7	0.173			
15	9	0.0	1.5	5.5	-0.94	-0.67	-0.48	-0.79	-0.28	-0.13	0.329			
16	10	0.0	0.0	5.3	-0.94	-1.13	-0.71	-0.57	-0.84	-0.09	0.516			
17	11	5.0	5.0	6.5	1.594	0.392	0.668	1.708	-0.66	0.627	0.961			
18	12	0.0	6.0	5.7	-0.94	0.696	-0.25	-1.44	1.809	-0.93	0.947			
19														
20	平均	1.85	3.71	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			
21														
22	シグマ	1.98	3.29	0.87	1.00	1.00	1.00	1.09	1.29	1.22	0.77			
23														
24	相関				相関行列			逆行列						
25		X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3				
26	X1	1			1	0.405	0.243	1.197	-0.47	-0.02				
27	X2	0.405	1		0.405	1	0.569	-0.47	1.667	-0.83				
28	X3	0.243	0.569	1	0.243	0.569	1	-0.02	-0.83	1.48				
29														
30	評価対象品				正規化			ワーク			マハラノビス			
31	No.	X1	X2	X3	X1	X2	X3	X1	X2	X3	D ²			
32	1	10	20	7	4.124	4.945	1.24	2.57	5.256	-2.38	11.21			
33	2	10	10	5.5	4.124	1.91	-0.48	4.043	1.629	-2.39	6.974			
34	3	5	25	6	1.594	6.463	0.095	-1.15	9.937	-5.28	20.63			
35	4	7	15.6	9.6	2.606	3.61	4.217	1.321	1.267	3.175	7.134			
36	5	0	22.6	7.4	-0.94	5.735	1.698	-3.87	8.584	-2.25	16.34			
37	6	13.5	23.5	8.3	5.895	6.008	2.728	4.155	4.948	-1.1	17.08			
38	7	7	10	7.6	2.606	1.91	1.927	2.175	0.343	1.204	2.88			

図表2 シミュレーション結果

(1)正常



(2)異常

