StatWorks/V5 品質工学編 MT法 デモンストレーション

(株)日本科学技術研修所 数理事業部 冨田 真理子

※本内容は予告なく変更することがあります.

2012.8.8

StatWorks/V5 品質工学編 新製品発表説明会(東京) ⓒ 2012, The Institute of JUSE



MT法の分析手順 StatWorks/V5で完全対応

No.	分析手順	SW5対応
1	パターンを表現する項目(変数)と、分析の目的に よって単位空間を決定し、データを収集します。	単位 空間
2	単位空間データのマハラノビスの距離を計算する.	//
3	(単位空間に属さない)評価データのマハラノビスの 距離を計算し,正しく単位空間と識別できているかを 確認する.	評価
4	直交表を用いて,判定に用いる項目(変数)を選択す る.	項目 選択
5	正常/異常が未知のデータのマハラノビスの距離を計 算し,正常/異常を判定する.	判定
6	さらに必要であれば,異常と判定されたデータに対して,異常の原因となった項目を分析する.	原因 分析

StatWorks/V5のMT法の画面一覧

グループ	タブ
	単位データ
	変数情報
	モニタリング
単位空間	相関係数行列
	マハラノビス距離
	グラフ
	度数分布表
	信号データ
	正常データ
	基本統計量
≣₩∕₩	モニタリング
百十 1 Ш	マハラノビス距離
	グラフ
	度数分布表
	判別表



StatWorks/V5 品質工学編 新製品発表説明会(東京)

© 2012, The Institute of JUSE

例題 用紙走行性に影響を与える用紙特性の検討

- J社で、プリンターの用紙の走行性についてテストしたところ、いくつかの用紙でトラブルが発生しました.
- そこでMT法を使って、プリンターの用紙の特性と走行性のトラブルとの関係を解析することにしました。
 さらに、今後、中国で新しく発売される3銘柄について、適合性を予測します。



本事例は、『【実践】タグチメソッド』、日科技連出版社、渡部義晴編著、 桜井良著、2007、第7章を参考に、データを加工して作成しています。





①単位空間データの収集と入力

- 用紙の特性を表す項目(変数)は「機械的特性」,「電気的特性」,「化学的特性」,「環境依存特性」などの11特性とします.
- まず、標準的な使用環境のもとで、設計意図どおりに走行した137銘柄をもとに単位空間を作ります。

用紙銘柄			<u> </u>			電気的特性		化学的特性		環境 依存 特性	他
	y1	y2	уЗ	y4	y5	y6	у7	y8	y9	y10	y11
base-paper1	118.6	87.8	19.14	0.95	3.52	2.22	11.00	1.27	8792	6.35	3.78
base-paper2	99.3	124.6	23.92	1.24	0.83	-10.24	10.91	1.43	5392	7.34	5.95
base- paper135	166.7	150.1	25.48	1.70	3.45	-2.65	11.19	1.23	8335	10.23	4.44

①StatWorks/V5 品質工学編の起動

デスクトップ上にあるアイコンをダブルクリックして StatWorks/V5 品質工学編を起動します.



①(データ入力と)手法「MT法」の起動

- [手法選択]-[品質工学]-[MTシステム] -[MT法]を起 動します.
- データは事前にStatWorksに入力していても、しないなくても分析可能です。



①単位空間データの読み込み ■ 予めワークシート上に入力しておいた,走行トラブルが起きなかった137サンプルを読み込みます.

				JUSE Packag	ge Software -	-[単位空間:単	[位データ]			_ = X
ワークシート	手法選択	解析	装飾							_ 🗆 X
 ●保存 ●印刷 ● コピー・ 		→ Z↓ Z↓ A↓ No.	解析アドハ・イス 変数再指定	データ貼付 変数	2 3 数指定 初期化	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	→ ¹ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	□ 示け、 ○ 示す、 <p< th=""><th> ② ヘルプ・ ③ 製品・ ③ トビック </th><th></th></p<>	 ② ヘルプ・ ③ 製品・ ③ トビック 	
出力	表示	ソート	解析支援		颩	附操作		ウィンドウ	ヘルプ	
単位空間	評価 項目選	択 判定	原因分析							📙 用紙走行性に影響を与える/ 🔺
é位データ 変 伝示列数:12 -	数情報 モニタリンク [。] (サンフ°ル名:1 使用	[。] 相関係数 用:11 不使	行列 マハラノビス 用:0 マスク:(距離 グラフ) 表示行数	度数分布表 : 137 (解析対象	à:137 マスク:	0)			日、日本では、日本である。 日本でのMT法 日本での単位空間
	1	2	3	4	5	6 7	8	9		
lo	サンブル名	y1	у2	у3	у4	у5 у	3 у7	у8		● モニタリング
	base-paper1	118.	6 87.8	19.14	0.95	3.52	2.22	11.00	1.27	- ● 111111米鉄(179)
	base-paper2	99.	3 124.6	23.92	1.24	0.83	-10.24	10.91	1.43	「「「「「」」の「「」」
	base-paper3	72.	3 71.6	17.00	0.69	2.62	-3.87	11.69	1.24	
	base-paper4	50.	D 77.5	20.30	0.64	1.03	-10.91	10.33	1.60	□
	base-paper5	131.	3 137.6	21.97	1.37	2.27	-5.64	10.92	1.50	信号データ
	base-paper6	98.	6 123.9	24.53	1.40	1.26	-10.30	10.74	1.56	• 正常データ
	base-paper7	98.	3 86.3	20.65	1.06	3.02	-4.07	11.09	1.39	● 基本統計量
	base-paper8	139.	D 154.0	26.66	1.56	2.18	-6.45	11.39	1.41	
	base-paper9	60.	9 97.1	18.67	0.85	1.40	-13.17	10.28	1.34	マハラバ 人記書
0	base-paper1	98.	4 90.3	19.90	1.01	2.73	-6.44	10.85	1.27	度数分布表
1	lbase-paper1	131.	B 137.8	21.13	1.39	2.00	-9.19	10.94	1.39	● 別別表
										□ 🔤 項目選択
本画面では、 データは、 のワークシー →本画面の ②Excel上の →Excel上	単位空間を構成 以下の8つの方法で ート上のデータを のメニューボタン リデータの貼り付け でデータをコピー	するデータの で入力すること 読み込む 「変数指定」 ける - してから,2	入力を行います. _ができます; をクリック ⊾画面のメニュ ー	ボタン「データルト	t」をクリック					● 直交表 ● 要因効果図 項日選択
°1										

StatWorks/V5のワークシート上にデータは準備せず, Excel上のデータを貼り付けることも可能です.

①単位空間データの確認

- ■「変数情報」や「モニタリング」タブでは,外れ値の有 無や正規性の確認を行います.また,必要に応じて 変数変換を行うことができます.
- 本例題では、ひずみやとがりの絶対値は1.5以下であり、正規性に問題はないため、変数変換は行いません。また、外れ値もなさそうなため、マスク(解析から除外)はしません。

- 20	No	変数名	状態	変数変換	サンプル数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	ひずみ	とがり
	1	サンブル名	使用		-	-	-	-	-	-	-
- パレット レイブント 日島 (2017)/2011 フォント ウイオク ヘ 第1221日 (中国: お目前日 中国: 第1254 第1274 (1994) 日本(2018 グラン (1994))	2	y1	使用	なし	137	14.9	179.8	96.02	34.865	0.351	-0.300
2 21 23 42 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19	3	у2	使用	なし	137	39.5	175.3	104.02	27.201	0.225	-0.045
	4	у3	使用	なし	137	13.87	31.24	21.681	3.2704	0.250	0.101
	5	у4	使用	なし	137	0.37	1.83	1.096	0.3042	0.314	-0.221
6.9 7.96 8.97 9.19 m121 m121 m121 m121 m2.3 m2.4 m2.4 m2.14	6	у5	使用	なし	137	0.13	4.84	2.266	0.9510	0.319	-0.268
	7	у6	使用	なし	137	-14.96	2.25	-6.740	3.4005	0.351	0.048
	8	у7	使用	なし	137	9.54	11.69	10.857	0.3580	-0.350	0.969
18 r# 11 y0 12 rH1 rH21 rH21 rH2	9	у8	使用	なし	137	1.05	1.90	1.430	0.1488	0.178	-0.201
	10	у9	使用	なし	137	2590	10306	6736.8	1220.83	-0.252	0.586
	11	y10	使用	なし	137	2.14	10.23	5.940	1.7856	0.237	-0.323
	12	y11	使用	なし	137	3.18	7.13	5.303	0.8007	-0.184	-0.272

①単位空間データの確認

- ■「相関係数行列」タブでは項目間の相関を確認します 相関の絶対値が大きいものは着色されます。
- 本事例では、相関係数の絶対値が0.8や0.9を超える 大きなものがあり、多重共線性に注意が必要です。
- 乱数を加えて相関を小さくするなどの,多重共線性の対処機能が搭載されています.



© 2012, The Institute of JUSE

13

2012.8.8



14

②単位空間データのマハラノビスの距離の確認

- 「マハラノビス距離」タブでは、単位空間データのマ ハラノビスの距離を確認できます、ここで、マハラノ ビスの距離が大きい(4.0以上などの)データがあれ ば、単位空間から外すことを検討します。
- 本事例では距離は0.111~2.537であり、特に単位 空間から外すデータ

はありません.



StatWorks/V5 品質工学編 新製品発表説明会(東京)

© 2012, The Institute of JUSE



③評価データの入力

■「信号データ」タブでは、単位空間に属さない評価デ ータを読み込みます.

■「基本統計量」、「モニタリング」タブでは、単位空間デ ータと評価データを並べて比較することができます。



③評価データのマハラノビスの距離の確認

- ■「マハラノビス距離」タブでは,評価データのマハラノ ビス距離を確認することができます.
- 評価データのマハラノビスの距離は2.099~14.835 であり、いずれも大きく、ほぼ単位空間と識別できていることが分かります。

		JUSE Package Soft	ware - [評価:マハラル*ス別	三南隹]		_ =)
ワークシート 手法選択	解析 装飾					_ 🗆)
○ 保存 ▼ 鳥印刷 ▼ □ コピー ▼		175日2 変数登録	✓ 強調表示 All 全変数 計 有効桁数 + → 機能説 1 有効桁数 -	結果 明画面 器 並び ~	 マールブ・ (1)製品・ マートビック 	
出力 表示	ソート 解析支援		解析操作	ウィンドウ	/	
単位空間 評価 項目選打 信号デーゥ 正常デーゥ 基本統語 [信号デーゥ マ	R 判定 原因分析 十量 モニタリング マハラルドス距 項目数(全変数:11 項	離 グラフ 度数分布表 目選択後:11) 若色基	- 判別表 準値: 1.5 以上 2.5 以上			 → 用紙走行用に影響をラスペン → 開用紙走行用に影響をラスペン → 配 MT法 → 単位空間 → 単位データ → 単位データ
No サンブル名 データ種語	類 マハラル・ス距離	基準化データ	0		<u> </u>	- ● 293011年版
138 ex-paper1 信号デ ² 139 ex-paper2 信号デ ² 140 ex-paper3 信号デ ² 141 ex-paper3 信号デ ² 142 ex-paper6 信号デ ² 143 ex-paper7 信号デ ² 144 ex-paper6 信号デ ² 145 ex-paper7 信号デ ³ 146 ex-paper3 信号デ ³ 147 ex-paper10 信号デ ³ 148 ex-paper10 信号デ ³ 148 ex-paper10 信号デ ³ 147 ex-paper10 信号デ ³ 148 ex-paper10 信号デ ³ 147 ex-paper10 信号デ ³ 148 ex-paper10 信号デ ³ 149 ex-paper10 信号デ ³	ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク ク	2.099 -1.211 7.978 1.709 8.138 3.289 14.835 -1.033 11.877 0.077 9.028 -0.307 3.059 -0.947 9.251 -1.446 6.704 1.525 11.906 -0.006 7.257 -0.818	-0.354 -0.808 3.249 0.908 5.183 1.801 -0.971 -1.165 0.172 -0.734 -0.306 -0.315 -0.552 -0.899 -1.137 -1.202 2.970 0.556 0.054 -0.915 -0.339 -0.529 -0.339 -0.529 -0.339 -0.529 -0.339 -0.528	-1.039 - 1.328 - 3.038 - -1.401 - 0.605 - -0.020 - -0.908 - -1.795 - 1.131 - 0.473 - -0.743 - 列は単位データから算出	1.258 0.406 0.564 0.154 0.238 0.238 0.701 0.680 0.511 0.301 0.585 ▶ ↓ したものを使	 ● 石間(株数行列) ● マョル:(2距離) ● グラフ ● 度数分布表 ● ご 評価 ● ご 信号データ ● 正常データ ● 正常データ ● 正常データ ● 正常データ ● ご 別の表 ● 「日 夏秋分 ● 「日 夏秋
<u>لــــــــــــــــــــــــــــــــــــ</u>					V	

③評価データのマハラノビスの距離の確認

- なお、「判別表」タブでは、評価データのマハラノビスの距離を使って正常/異常を判定します。
- 距離が基準値(4.0など)以内のサンプルを「正常」, それ以外を「異常」と判定します.
- 本事例では,評価データのうち,30個のサンプルが 異常,5個のサンプルが正常と判定されています.

判定基準値:	4.0(正常:マハラ	/ビス距離<4.0	異常:マハラノビスჽ	項目数(全変数	
	グループ	データ種類	正常	異常	合計
全変数	単位空間	単位データ	137	0	137
	評価	信号データ	5	30	35
項目選択後	単位空間	単位データ	137	0	137
	評価	信号データ	5	30	35



④正常/異常の判定に使う項目の選択

- ■「項目選択」タブでは、Paley(ペイリー)の2水準系の 直交表を使って、どのような項目がマハラノビスの距 離に影響を与えているのかを吟味します.
- 効果を持つ特性に絞ることによって、測定のコストを 減らすことができ、効率的なテストにつながります。
- 具体的には、利得(各項目を使用した場合のマハラノ ビスの距離一使用しない場合のマハラノビスの距離) を求め、それが正で小さいものが、判定に有効でない 項目となります、さらに、利得が負のものは判定精度 を落とすため、使用項目から外します。

④正常/異常の判定に使う項目の選択

本事例では、特に項目1と8の利得やF比が小さいことから、項目1と8は単位空間と単位空間以外を識別する能力が低いと考えます。

No	変数名	状態	マハラノビス距離			分散分析表		
			利得(1-2)	1:使用	2:不使用	F値	p値	検定
2	у1	使用	0.1591	5.9454	5.7864	0.350	0.5583	
3	у2	使用	1.5222	6.6270	5.1048	32.052	0.0000	**
4	уЗ	使用	-0.4863	5.6228	6.1091	3.272	0.0799	
5	y4	使用	0.4495	6.0907	5.6412	2.795	0.1043	
6	у5	使用	-0.3958	5.6680	6.0638	2.167	0.1507	
7	уб	使用	-0.4371	5.6474	6.0845	2.643	0.1138	
8	у7	使用	2.0327	6.8822	4.8496	57.154	0.0000	**
9	у8	使用	0.1763	5.9541	5.7778	0.430	0.5167	
10	у9	使用	0.4206	6.0762	5.6556	2.447	0.1276	
11	y10	使用	2.9837	7.3577	4.3741	123.144	0.0000	**
12	y11	使用	-0.3411	5.6954	6.0365	1.610	0.2137	

項目1の利得が小さい理由は、他の項目との相関が高いため、他の項目で項目1の分を含めてマハラノビスの距離の長短を説明していると考えられるからです、項目8も同様です。

No	変数名	状態	у1	у2	у3	у4	у5	у6	у7	у8	у9	y10	y11
2	y1	使用	1.000	0.824	0.619	0.877	0.624	0.528	0.500	-0.524	0.213	0.877	-0.536

以上より、項目1と8は判定に使う項目から外します。
 2012.8.8 StatWorks/V5品質工学編新製品発表説明会(東京) © 2012, The Institute of JUSE

④項目選択後の評価データの確認

項目選択後のマハラノビス距離を確認します.「評価」 グループに戻ると、全変数を使用した時と項目選択後のマハラノビスの距離が並べて表示されます.

項目選択後も評価データのマハラノビスの距離が大きく、単位空間ときちんと識別ができていることを確認しま



す



⑤未知データの正常/異常の判定

正常/異常が未知のデータ「china-paper1」「chinapaper2」「china-paper3」を読み込みます.

			JUSE Pac	kage Softwar	re - [判定: 判]	定データ]			_ = X
ワークシート 手法	選択 解析	装飾							_ 🗆 X
○ 保存 ▼ 鳥印刷 ▼ □ コビー ▼		解析アドバイス 変数再指定	了 [*] 一外貼付 変調	2 3	く オパション 変数		 □ □<th> ②ヘルブ・ ③製品・ ③トビック </th><th></th>	 ②ヘルブ・ ③製品・ ③トビック 	
出力表	〒 ノート	解析支援		ĥ	郓析操作		ウィンドウ	ヘルプ	
単位空間 評価 :	項目選択 判定	原因分析							·····● 相関係数行列 ▲
判定データ 判定結果 :	ブラフ 度数分布	表							- · グラフ
表示列数:12 (サ)プル名:	1 使用:11 不	使用:0 マスク:0)) 表示行数	:3 (解析対象:	:3 マスク:0)				□ □ 厚数分布表
1	2	3	4	5	6	7 8	9	10	- • 信号データ
No サンブル	V名 y1	у2	у3	у4	у5	уб у7	у8	γĘ	
173 china-p	aper 75	.7 104.0	25.00	1.14	1.41	-7.71	10.33	1.68	 ・ 空本へいれる工業 ・ モニタリング
1/4 china-p	aper 82	.7 87.1	19.44	0.93	4.16	-4.17	11.39	1.29	• マハラル 、Z距離
1/5 china-p	aper ba	bZ.4	14.12	0.44	1.35	-26.37	11.53	1.34	····· 9 グラフ
									● 度极为仲衣
									□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
									· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
									要因効果図
									□ □ 項目選択
									- 1)定結果
									· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
・ 本画面では、異常/正	常の判定を行いた	いデータの入力を行	ういます.						□ □ 度数分布表
- データは、以下の3つ0	方法で入力するこ	ことができます;							• 分析示 • 1
UUUークシート上のデ →本画面のメニュー	ーメを読み込む ボタン「変動指定	」をクリック							
②Excel上のデータの鼎	り付ける							_	
1 -2									

■「判定結果」タブに移ると、これらの未知データについて 正常/異常を判定した結果が表示されます.

⑤未知データの正常/異常の判定

- 本事例では、china-paper1は距離が1以内なので、走行トラブルは起こしにくいと考えられます。
- china-paper2は「正常」と判定されていますが、距離が 若干大きくなっているため、念のためテストを行います.
- china-paper3は距離が4.5以上でかなり大きく、市場で トラブルを起こしやすいと考えられます。

全サン	ブル	▼ 判定	基準値:4.0(]	E常:マハラノビス距	離<4.0 異常:	: マハラノビス距離≧	4.0)
No	サンブル名	判定結果	マハラノビス距離	基準化データ			
				у2	у3	y4	у5
173	china-paper1	正常	0.797	-0.001	1.015	0.144	
174	china-paper2	正常	1.318	-0.622	-0.685	-0.546	
175	china-paper3	異常	11.590	-1.530	-2.129	-2.157	



⑥異常データの原因分析

最後に、異常と判定された「china-paper3」と、マハラノ ビスの距離が大きかった「china-paper2」について、原 因分析を行います、「分析データ」タブで対象となる2サ ンプルを読み込みます。

JUSE Package Software - [原因分析:分析データ]	_ = X
ワークシート 手法選択 解析 装飾	_ 🗆 X
・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	
出力 表示 ソート 解析支援 解析操作 ウィバウ ヘルブ	
単位空間 評価 項目選択 判定 原因分析 分析データ 205/ビア2距離 直交表 要因効果図 効果一覧	 用紙走行性に影響を与えるJ▲ 用紙走行性に影響を与え □ <
キー入力 _ 表示列数:12 (ガ)プル名:1 使用:11 不使用:0 マスク:0) 表示行数:2 (解析対象:2 マスク:0)	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 No サンブル名 y1 y2 y3 y4 y5 y6 y7 y8 y9 174 china-paper2 82.7 87.1 19.44 0.93 4.16 -4.17 11.39 1.29 175 china-paper3 63.7 62.4 14.72 0.44 1.35 -26.37 11.53 1.34	 ― 単位デニタ ― 変数情報 ― 変数情報 ― モニタリンゲ ― 相関係数行列 ― マハラバン距離 ― グラフ
I	 ● 度数分布表 ● 度数分布表 ● 信号データ ● ご常データ ● 基本統計量 ● モニタリング ● マハラレグ2距離 ● マハラレグ2距離
 ・本画面では、異常となった原因の分析を行いたいデータの入力を行います。 ・データは、以下の4つの方法で入力することができます; ・ロワークシートとのデータであみ込む → 本画面のメニューボタン「変数指定」をクリック ②Excel上のデータの貼り付ける → Excel上でデータをコピーしてから、本画面のメニューボタン「デー燃け」をクリック ③キーボードから入力する ④判定データの中の「異常」と判定されたサンブルを読み込む → 画面左上のコンボボックスで「異常判定データ」を選択 	● 2500 ● 度数分布表 判別時表 ● 〒 項目選択 ▼
$b\bar{\tau}_{4}$.:i

⑥異常データの原因分析

- 「要因効果図」タブでは、china-paper2とchina-paper3 のマハラノビスの距離の各項目の利得を示します.<u>利</u> <u>得が正で大きな項目が、マハラノビスの距離を大きくし</u> <u>ている原因、</u>すなわち、異常の原因となっていそうな項 目です.
- 本事例では、china-paper2で項目5の利得が若干大き くなっています、china-paper3では項目6の利得が正の 方向でかなり大きく、影響を与えていそうなことが分か ります。



© 2012, The Institute of JUSE



まとめ(1)

単位空間の137サンプルは、外れ値がなく、正規性にも問題はありませんでした。さらにマハラノビス距離に大きいものはなく、単位空間として適切なデータが選ばれていたようです。



- 評価データの35サンプルはマハラノビス距離が大きく、 単位空間データとよく識別できていることが分かりました.
- マハラノビスの距離の利得により、項目1と項目8を正常/ 異常の判定に使う項目から外すことにしました。

まとめ(2)

 未知データのchina-paper1,2,3のうち, china-paper3が異常と判定されました. また, china-paper2は正常と判定され ましたが、マハラノビスの距離が 大きくなっていました.よって、これら2サンプルの 原因分析を行いました.



- china-paper2では項目5, china-paper3では項目6が影 響していることが分かりました、よって、これらの情報を 現場にフィードバックしました.
- 今後も新しい用紙について、同様に9項目を使ってトラブ ルの程度を予想することにしました.

本著作物は原著作者の許可を得て,株式会社日本科学技術研修所(以下 弊社)が掲載しています.本著作物の著作権については,制作した原著 作者に帰属します.

原著作者および弊社の許可なく営利・非営利・イントラネットを問わず, 本著作物の複製・転用・販売等を禁止します.

所属および役職等は、公開当時のものです.



■お問い合わせ先 (株)日科技研 数理事業部 パッケージサポート係 <u>http://www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html</u>