

ロバストデザイン教育教材の開発検討(3) —ロバストデザイン両側 T 法の適用—

山口信次

高知工科大学 マネジメント学部
〒 782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

E-mail: yamaguchi.shinji@kochi-tech.ac.jp

要約：高知工科大学のセミナー 1 において、学生に品質工学を理解してもらい、普及させるために教材の検討などを実施してきた。今回は品質工学の MT システムの中の両側 T 法を用いて、検討した内容について紹介する。具体的には竹とんぼ、ブーメラン、こま、店舗売り上げ予測、紙ヘリコプタの 5 事例である。今後も、マネジメントの学生にも使えるように、新しいロバストテーマについて教育教材の開発検討を行っていく。

1. はじめに

2003 年からセミナーなどで、ロバストデザイン(品質工学)の教育を行っている。この教育では判りやすい教材を開発する必要があり、教材検討を進めてきた。

前報告^{1,5)}に引き続きロバストデザインの中で、予測や認識のために田口玄一先生によって開発された MT 法の一つである T 法を用いて、解析を行い有用性を確認した。これらにより学生に品質工学を理解させ、普及させることにより、就職後企業において、新しい製品開発やビジネスモデル開発にこの手法を利用してもらいたいと考えている。

今回は、竹とんぼ、ブーメラン、こま、店舗売り上げ予測、紙ヘリコプタの事例について紹介する。

2. ロバストデザイン T 法とは

ロバストデザインは自動車殿堂入りされた田口玄一先生が開発された手法であり、タグチメソッドとも呼ばれている汎用技術である。ロバストデザインでは静特性、動特性、機能窓、標準 SN 比を用いる方法、MT(マハラノビス・タグチ)システムなどがあり、現在も進化している。

前回紹介した 2 段階設計法に加えて、パターン認識の考え方を利用したマハラノビス田口法(MT 法)を用いて、病気の診断、地価の予測、薬の成分による産地の特定、企業業績の予測、人事考課の予測な

どの研究開発が行われている。

MT 法の中の T 法では均質な単位空間を設定し、そこからどれだけ離れているかを距離により推定するものである。

信号空間での SN 比と感度は以下の式により計算する。ここで項目 X、信号の出力 M。

$$S_T = X_{1i}^2 + X_{2i}^2 + \dots + X_{2i}^2 \quad \text{全変動}$$

$$L = M_1 X_{1i} + M_2 X_{2i} + \dots + M_i X_{ii} \quad \text{線形式}$$

$$r = M_1^2 + M_2^2 + \dots + M_i^2 \quad \text{有効除数}$$

$$S\beta = L^2/r \quad \text{比例項の変動}$$

$$S_e = S_T - S\beta \quad \text{誤差変動}$$

$$V_e = S_e/(l-1) \quad \text{誤差分散}$$

$$\eta = 0 \quad (S\beta \leq V_e \text{ のとき}) \text{ SN 比}$$

$$\eta = (S\beta - V_e)/V_e/r \quad \text{SN 比}$$

$$\beta = L/r \quad \text{感度}$$

ここで、効く因子の項目の選択には、項目診断をして、採用不採用を決め、採用した因子を用いて、総合推定予測式は以下の式で表される。

$$M = (X_{1i} \times \eta_{i1} / \beta_1 + \dots + X_{ki} \times \eta_{ik} / \beta_k) / (\eta_{i1} + \dots + \eta_{ik})$$

これらの式を用いて、身近なデータを解析してゆき、学生向けの教育教材としてゆきたいと考えている。

2.1 単位空間と信号について

単位空間と信号の考えを図 2.1 に示す。

単位空間は異常でないデータであり、通常、平均値に近いものを単位空間として解釈して進めてゆく。

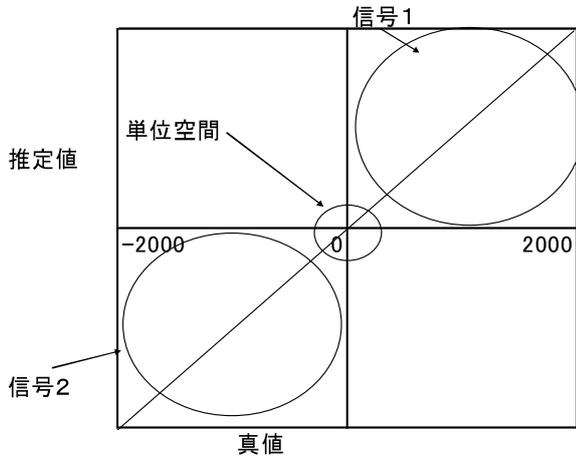


図 2.1 単位空間と信号の考え方

3. 事例 1: 竹とんぼの滞空時間の最大化検討

3.1 背景と目的

竹とんぼのデータは L9 直交表実験で取得したものをこのとき、誤差因子は 2 回トライしたので、そのデータをそのまま使用する。回転力は具体的には測っていないので、1、2、3 と大きくなると考える。中央削りは幅 17mm から、約 10mm へ削った寸法を 0、25、35 と入れる。

竹とんぼの仕様を表 3.1 に示す。また、竹とんぼの実験データを表 3.2 に示す。

表 3.1 竹とんぼの仕様

	制御因子	第 1 水準	第 2 水準	第 3 水準
A	羽厚さ (mm)	1.5	2	2.5
B	振り角	16	30	40
C	軸中央の削り	無し	10w-25	10w-35
D	羽長さ (cm)	14	12	10

	M1	M2	M3
回転力	1	2	3

	A	B	C	D	重量 (g)
	羽厚さ (mm)	振り角	軸中央の削り	羽長さ (cm)	
1	1.5	16	無し	14	5
2	1.5	30	10w-25	12	4
3	1.5	40	10w-35	10	4
4	2	16	10w-25	10	4.2
5	2	30	10w-35	14	4.5
6	2	40	無し	12	5
7	2.5	16	10w-35	12	5
8	2.5	30	無し	10	4.5
9	2.5	40	10w-25	14	5.5

表 3.2 竹とんぼの滞空時間秒数データ

	M1		M2		M3	
	1		2		3	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2
	1	2	1	2	1	2
1	2.22	2.41	2.18	2.41	3.84	3.15
2	2	2.03	2.06	2.03	2.25	2.82
3	1.85	1.71	1.91	1.54	2.37	2.29
4	2.32	2.75	2.56	2.12	2.94	3.13
5	2.68	3.19	2.41	2.65	4.41	4.03
6	2.28	2.31	3.48	2.53	3.53	3.97
7	2.5	2.36	3.2	2.46	3.37	3.5
8	2.28	2.46	2.5	2.88	2.78	2.91
9	2.75	2.66	2.38	2.56	3.37	3.56

3.2 竹とんぼの滞空時間に両側 T 法で評価 (単位空間は中央値 6 個)

単位空間の基準化を行う。x と M から各々平均値を引き、再設定する。

特性値の利得での SN 比の要因効果図と SN 比の利得の数値は図 3.1、表 3.3 のようになる。

要因効果図

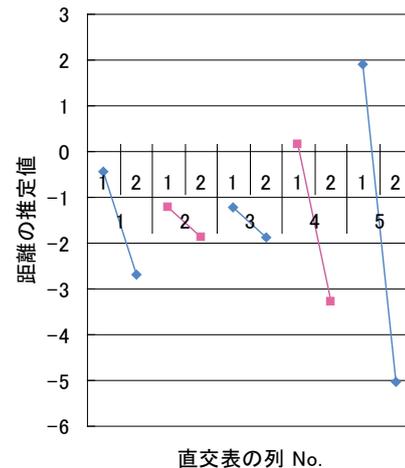


図 3.1 竹とんぼの滞空時間要因効果図

表 3.3 滞空時間からの SN 比利得順位

利得順位	ソート結果	利得	内容
1	5	6.930017	回転力
2	4	3.425869	羽長さ
3	1	2.246256	羽厚み
4	2	0.668697	振り角
5	3	0.668697	中央削り

ここで、利得のプラスになる要因は、回転力、羽長さ、羽厚み、ねじり角、中央削りの順である。

そこで、このプラスの 5 項目を選んで、真値の推定を行ってみる。(図 3.2 参照)

竹とんぼの滞空時間の真値と推定値

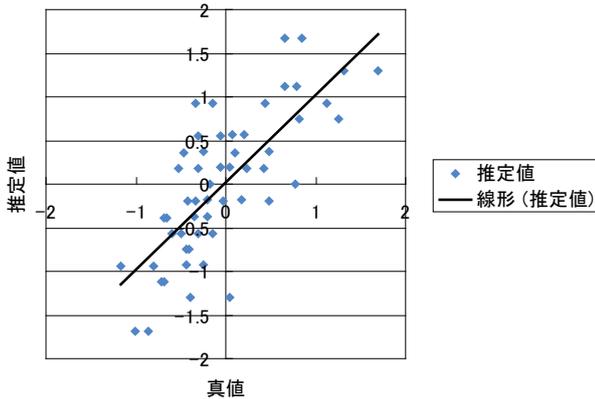


図 3.2 滞空時間の真値と推定値の比較

ここで SN 比 5.41、感度-0.608 である。

バラツキはあるが、真値の近似式は 45 度の直線に近くなっているようである。

なお直交表計算では、異常に大きい数値が範囲外に 1 列出てきている。

この結果から、推定式を出してみる。

$$M = 2.71 + 0.756 \times (\text{羽厚さ} - 2.25) + 0.278 \times (\text{羽長さ} - 12.67) + 0.743 \times (\text{回転力} - 1.5)$$

となる。計算結果は図 3.2 と一致している。ここでは、ねじり角、中央削りは $S\beta < V_e$ であり、 η (SN 比) が 0 となり効いてこない形となっている。

すなわち、滞空時間はこの実験データでは回転力、羽長さ、羽厚さで決まってきたことになる。

3.3 仕様因子と滞空時間の推定のまとめと問題点

これにより、滞空時間と仕様因子に T 法を適用することに関して、下記の知見が得られた。

- (1) 直交表計算の段階で異常に大きい数値列が範囲外に出てきており、これは正しい結果であろうかと疑問が残る。これは、因子の数が少なすぎるのであろうか？今後の課題である。
- (2) 動特性の SN 比、感度(図 3.3、3.4)と比較してみると、羽の長さが長いほうが良く、羽厚さも厚いほうが良く T 法の予測式にほぼあっていることがわかる。

SN 比

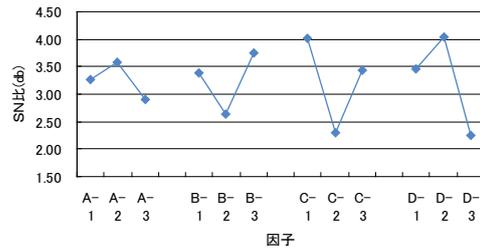


図 3.3 竹とんぼの SN 比

感度

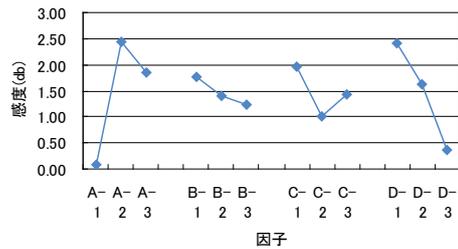


図 3.4 竹とんぼの感度

4. 事例 2：ブーメランの滞空時間の最大化検討

4.1 背景と目的

ブーメランのデータは L9 実験で取得したものをを使う。このとき、誤差因子は 2 回トライしたので、そのデータをそのまま使用する。回転力は具体的には測っていないので、1、2、3 と大きくなるを考える。

ブーメランの仕様を表 4.1 に示す。また、ブーメランの実験データを表 4.2 に示す。

表 4.1 ブーメランの仕様

制御因子	第 1 水準	第 2 水準	第 3 水準
羽の長さ (cm)	9	12	15
羽の幅 (cm)	2	3	4
羽の曲げ寸法 (cm)	0.5 × 3	1 × 4	1.5 × 5
錘	なし	クリップ小	クリップ大

	M1	M2	M3
回転力	1	2	3

	A	B	C	D
	羽の長さ (cm)	羽の幅 (cm)	羽の曲げ寸法 (cm)	錘
1	9	2	0.5 × 3	なし
2	9	3	1 × 4	クリップ小
3	9	4	1.5 × 5	クリップ大
4	12	2	1 × 4	クリップ大
5	12	3	1.5 × 5	なし
6	12	4	0.5 × 3	クリップ小
7	15	2	1.5 × 5	クリップ小
8	15	3	0.5 × 3	クリップ大
9	15	4	1 × 4	なし

表 4.2 ブーメランの滞空時間秒数データ

	M1		M2		M3	
	1		2		3	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2
	1	2	1	2	1	2
1	1.43	1.38	1.78	1.25	1.97	2.25
2	1.5	1.53	1.94	1.97	1.69	1.91
3	1.19	1.28	1.62	1.29	1.69	1.56
4	1.69	1.88	2	2.09	2.54	2.4
5	1.57	1.65	1.75	1.81	2.53	2.06
6	1.78	1.65	2.5	2.43	2.88	2.87
7	1.69	1.5	2.18	2.37	2.56	2.72
8	2.57	2.91	2.5	3.19	3	4.59
9	2.09	2.13	3.13	2.53	3.94	3.72

4.2 ブーメランの滞空時間に両側 T 法で評価 (単位空間は中央値 6 個)

単位空間の基準化を行う。x と M から各々平均値を引き、再設定する。

特性値の利得での SN 比の要因効果図と SN 比の利得の数值は図 4.1、表 4.3 のようになる。

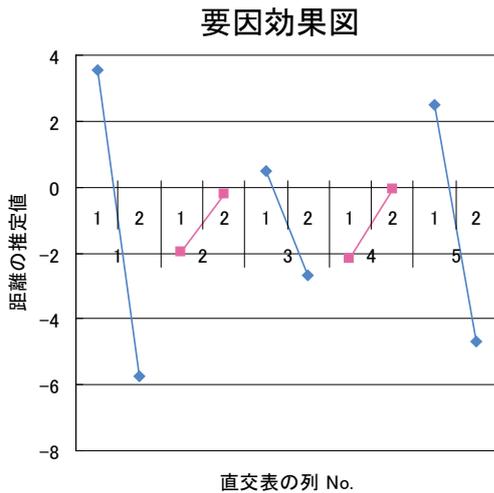


図 4.1 ブーメランの滞空時間要因効果図

表 4.3 滞空時間からの SN 比利得順位

利得順位	ソート結果	利 得	内容
1	1	9.262665	羽長さ
2	5	7.182395	回転力
3	3	3.173996	羽の曲げ
4	2	-1.73443	羽幅
5	4	-2.12461	錘

ここで、利得のプラスになる要因は、羽長さ、回転力、羽の曲げの順である。

そこで、このプラスの 3 項目を選んで、真値の推定を行ってみる。(図 4.2 参照)

ブーメラン滞空時間の真値と推定値

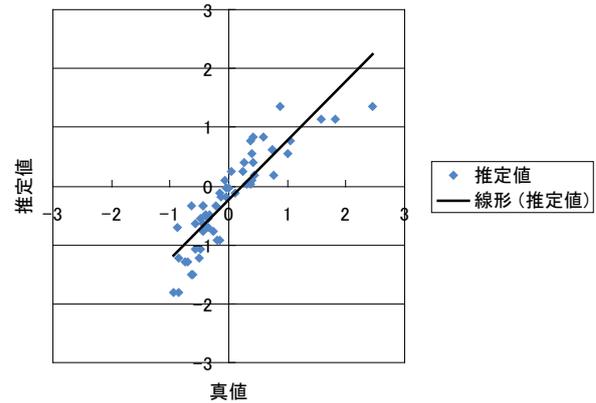


図 4.2 滞空時間の真値と推定値の比較

ここで SN 比 6.48、感度-0.0370 である。バラツキはあるが、真値の近似式は 45 度の直線に近くなっているようである。

この結果から、推定式を出してみる。

$$M = 2.13 + 0.246 \times (\text{羽長さ}-13) - 0.088 \times (\text{羽の曲げ}-4.75) + 0.585 \times (\text{回転力}-2.13)$$

となる。計算結果は図 4.2 と一致している。ここでは、錘、羽幅は不採用であり、 $S \beta < V_e$ であり、 η (SN 比) が 0 となり効いてこない形となっている。

すなわち、滞空時間はこの実験データでは羽長さ、回転力、羽曲がりによって決まってくることになる。

4.3 仕様因子と滞空時間の推定のまとめと問題点

これにより、滞空時間と仕様因子に T 法を適用することに関して、下記の知見が得られた。

- (1) 動特性の SN 比、感度(図 4.3、4.4)と比較してみると、羽の長さが長いほうが良く、羽曲げは小さいほうが良く T 法の予測式にほぼあっていることがわかる。

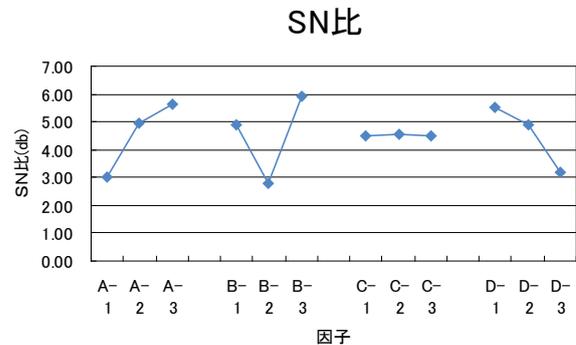


図 4.3 ブーメランの SN 比

感度

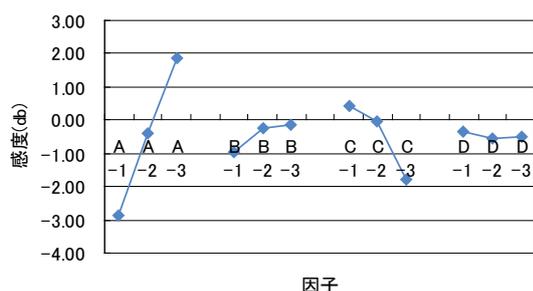


図 4.4 プーメランの感度

5. 事例 3：こまの回転時間の最大化検討

5.1 背景と目的

こまのデータは L9 実験で取得したのものを使う。このとき、誤差因子は 2 回トライしたので、そのデータをそのまま使用する。回転力は具体的には測っていないので、1、2、3 と大きくなると考える。

こまの仕様を表 5.1 に示す。また、こまの実験データを表 5.2 に示す。

表 5.1 こまの仕様

	制御因子	第 1 水準	第 2 水準	第 3 水準
A	コマ外径	小	中	大
B	上部重り	無し	1円×2	10c×2
C	芯の長さ(mm)	5	11	15
D	下部中央重り	無し	紙	コイン

	M1	M2	M3
回転力	4	6	8

	A	B	C	D
	コマ外径	上部重り	芯の長さ(mm)	下部中央重り
1	小	無し	5	無し
2	小	1円×2	11	紙
3	小	10c×2	15	コイン
4	中	無し	11	コイン
5	中	1円×2	15	無し
6	中	10c×2	5	紙
7	大	無し	15	紙
8	大	1円×2	5	コイン
9	大	10c×2	11	無し

表 5.2 こまの回転時間秒数データ

	N1	N2	N1	N2	N1	N2
	茶ダンボール	白ダンボール	茶ダンボール	白ダンボール	茶ダンボール	白ダンボール
1	39	41	46	44	65	60
2	19.8	26.7	32	39.9	39.6	42
3	2.4	1.9	21.2	27.4	36.9	31.7
4	42.2	23.8	52	45.1	57	69.9
5	17.4	16.9	38.6	43.4	45.3	50.3
6	23	41.5	49.3	43.1	57.7	55.3
7	23.1	22.2	42.4	54.9	55.2	61
8	20.9	20.4	40.7	29	54.9	39
9	25.2	23.2	40	32.7	51.3	52.2

上部錘は 2.1g、5.2g である。下部錘は 0.9g、3.1g である。こまの外径は 6、7、8cm である。

5.2 こまの回転時間に両側 T 法で評価 (単位空間は中央値 6 個)

単位空間の基準化を行う。x と M から各々平均値を引き、再設定する。

特性値の利得での SN 比の要因効果図と SN 比の利得の数値は図 5.1、表 5.3 のようになる。

要因効果図

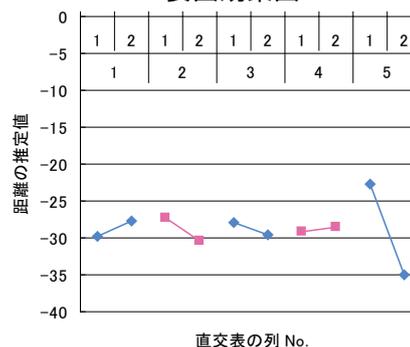


図 5.1 こまの回転時間要因効果図

表 5.3 回転時間からの SN 比利得順位

利得順位	ソート結果	利 得	内容
1	5	12.22396	回転力
2	2	3.050393	上部周辺錘
3	3	1.669451	芯の長さ
4	4	-0.60831	下部中央錘
5	1	-2.05079	こま外径

ここで、利得のプラスになる要因は、回転力、上部周辺錘、芯の長さの順である。

そこで、このプラスの 3 項目を選んで、真値の推定を行ってみる。(図 5.2 参照)

こま回転時間の真値と推定値

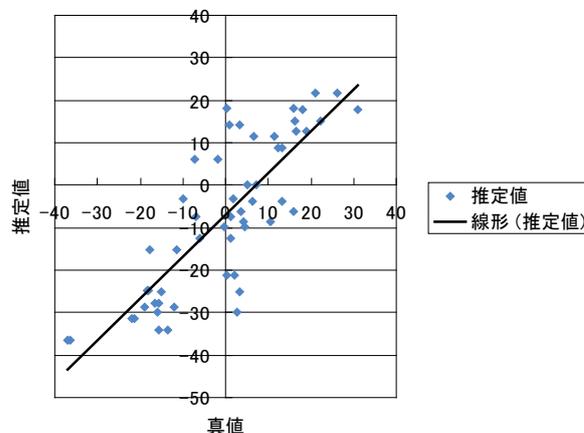


図 5.2 回転時間の真値と推定値の比較

ここで SN 比-21.9、感度-0.0544 である。

バラツキはあるが、真値の近似式は 45 度の直線に近くなっているようである。

この結果から、推定式を出してみる。

$M = 38.8 - 1.70 \times (\text{上部錘} - 2.27) - 0.856 \times (\text{芯の長さ} - 10.33) + 21.4 \times (\text{回転力} - 2.33)$ となる。

計算結果は図 5.2 と一致している。ここでは、こま外径、下部中央錘は不採用であり、こま外径は $S\beta < Ve$ であり、 η (SN 比) が 0 となり効いてこない形ともなっている。

すなわち、回転時間はこの実験データでは上部周辺錘、芯の長さ、回転力、で決まってくるようになる。

5.3 仕様因子と回転時間の推定のまとめと問題点

これにより、回転時間と仕様因子に T 法を適用することに関して、下記の知見が得られた。

- (1) この結果はこまの重心が高いほど不利で安定性が下がること、また上部周辺錘の偏過重で歳差運動の大きさに影響を与える因子によって、回転時間が決まっているように解釈ができる。
- (2) 動特性とも一致する。

6. 事例 4：店舗売り上げ予測検討

6.1 背景及び目的

新規立地店舗の売り上げを予測するのに、重回帰分析が用いられている。この予測をロバストデザインの T 法を用いて予測を試みる。また、それと重回帰分析との比較を行ってみる。ここでは、書籍、林原著「売り上げ予測と立地判定」商業界の第 2 章に記載されている簡単な事例について検証を試みる。なお、この本は中川善典講師より、紹介いただいた。

6.2 単位空間と信号について

提示されているデータは 7 店舗の売り上げ、人口、視界性、TG(トラフィック・ジェネレーター)効果でこの 3 つの要素から、新しい店の売り上げを予測するものである。

店舗は 7 つで、平均売り上げに近い店舗は No.1 の A 店であり、平均値に近い 3 個のデータを取り、それを単位空間として解析した。

6.3 売り上げの平均値に近い 3 店舗のデータを単位空間として T 法を適用した結果

単位空間の基準化を行う。x と M から各々平均

値を引き、再設定する。

特性値の利得での SN 比の要因効果図と SN 比の利得の数値は図 6.1、表 6.1 のようになる。

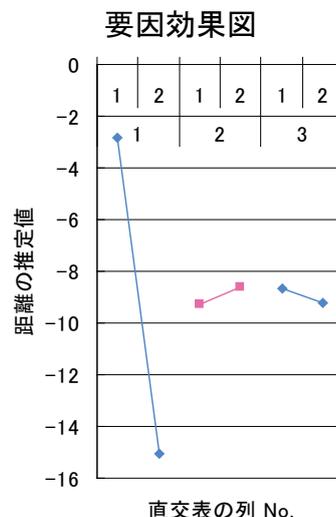


図 6.1 売り上げの平均値 3 店からの SN 比の利得の要因効果図

表 6.1 売上平均値からの SN 比利得順位

利得順位	ソート結果	利得	内容
1	1	12.24305	人口
2	3	0.534283	TG効果
3	2	-0.6451	視界性

ここで、利得のプラスになる要因は、人口と TG 効果であり、項目選択し、売り上げの真値と推定値の比較を行う。

そこで、このプラスの 2 項目(1, 3)を選んで、真値の推定を行ってみる。(図 6.2 参照)

売上高予測の真値と推定値

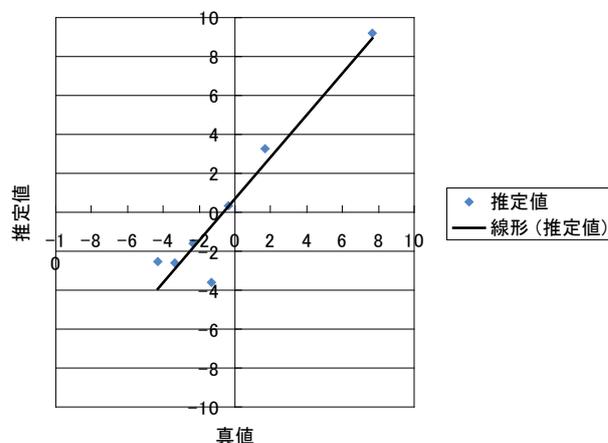


図 6.2 売り上げの真値と推定値の比較

ここでSN比-3.45、感度-0.101である。

真値の近似式は0点を通る45度の直線に近くなっているようである。

売り上げ推定値は13.1となり、書籍によると重回帰分析の計算は12.2であり、比率は1.072で、約7%の差があることがわかる。予測式を作ってみる。

$$M = (\eta_1 \times x_1 / \beta_1 + \eta_3 \times x_3 / \beta_3) / (\eta_1 + \eta_3) + M_0 = (0.227 (\text{人口}-24.3) + 0.0545 (\text{TG 効果}-6.67)) / (0.542+0.0254) + 12.3 = 13.1$$

なお、この計算においては、因子が3個と少ないことからか、循環参照と出てきているようである。直交表計算の1列で範囲外に一部の数値が異常に大きくなっており、問題があるのかもしれない。

しかし、一応このやり方で計算はできるようである。因子を3個から多くすれば、循環参照と計算の異常数値のこの問題は解決がつくのかもしれない。

売り上げに寄与するのはこの事例では、人口が大きく効いて、TG効果は少しあるが、視界性は効かないという、テキストのサンプル事例であった。

6.4 売り上げの推定のまとめと問題点

これにより、売り上げと因子にT法を適用することに関して、下記の知見が得られた。

- (1) 因子が3個で少ないからか、不明であるが、循環参照が起こる。また、直交表計算において1列に異常に大きな数値が範囲外に出る。
- (2) この事例では人口が効き、TG効果が少し効く。視界性は効かなくなった。
- (3) 売り上げの差は重回帰分析とT法で7%生じた。
- (4) 一応、T法でも、データが多ければ、解析が可能と思われる。

6.5 参考：店舗と売り上げの元データ

参考までに、テキストに出ている重回帰分析データの解析に使用されている売上データは表6.2のようになっている。

表 6.2 店番号と売り上げのデータ

NO	人口	視界性	TG効果	売り上げ	* 単位空間
3	18	2	7	8	
6	18	2	6	9	
2	20	1	9	10	
5	15	3	10	11	*
1	25	3	8	12	*
4	33	2	2	14	*
7	46	3	13	20	
8	26	2	8		
				12	平均

7. 事例5：紙ヘリコプタの滞空時間の最大化検討

7.1 背景及び目的

紙ヘリコプタのデータはL9実験で取得したものをを使う。このとき、誤差因子は考えていないので、これはのぞいて考えてみる。

紙ヘリコプタの仕様を表7.1に示す。また、紙ヘリコプタの実験データを表7.2に示す。

表 7.1 紙ヘリコプタの仕様

	A	B	C	D
	羽幅	羽長さ	同幅	胴長さ
1	10	35	10	30
2	10	45	15	35
3	10	55	20	40
4	15	35	15	40
5	15	45	20	30
6	15	55	10	35
7	20	35	20	35
8	20	45	10	40
9	20	55	15	30

表 7.2 紙ヘリコプタの落下秒数データ

	N1	N1	N1	備考
NO	0.26	0.4	1.1	重り
1	0.72	0.55	0.37	秒数
2	0.87	0.65	0.34	秒数
3	0.75	0.81	0.36	秒数
4	0.75	0.58	0.42	秒数
5	0.95	0.81	0.52	秒数
6	0.91	0.91	0.77	秒数
7	0.56	0.50	0.38	秒数
8	0.77	0.77	0.56	秒数
9	0.67	0.63	0.67	秒数

7.2 紙ヘリコプタの落下秒数に両側T法で評価（単位空間は6個）

単位空間の基準化を行う。xとMから各々平均値を引き、再設定する。

特性値の利得でのSN比の要因効果図とSN比の利得の数値は図7.1、表7.3のようになる。

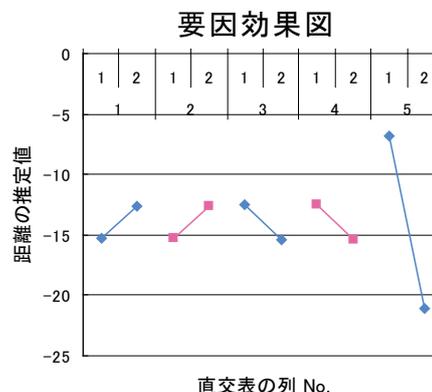


図 7.1 紙ヘリコプタの落下秒数要因効果図

表 7.3 落下秒数からの SN 比利得順位(平均秒数を単位空間)

利得順位	ソート結果	利得	内容
1	5	5.595964	重さ
2	3	1.278115	胴幅
3	4	1.278115	胴長さ
4	2	0.311106	羽長さ
5	1	-0.4835	羽幅

ここで、利得のプラスになる要因は、重さ、胴幅、胴長さ、羽長さ、の順である。

そこで、このプラスの4項目を選んで、真値の推定を行ってみる。(図 7.2 参照)

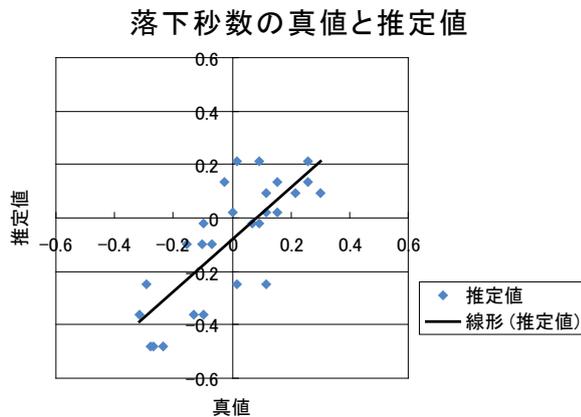


図 7.2 落下秒数の真値と推定値の比較

ここで SN 比 15.5、感度-0.145 である。

真値の近似式はずれているが、45度の直線に近くなっているようである。

直交表計算で、異常に大きい数値が計算される列が範囲外に3列出てきている。このときの計算は正しいものとして考えてよいのであろうか検討が必要である。

これによると、重さ、胴幅、胴長さ、羽長さ、の順で落下秒数に大きく効いてくるということになる。

重さ、これは、回転力を生み出すから、速度は大きくなると考えるのは妥当かもしれないが、逆に早く落下させる効果も持っている。胴幅、胴長さ、は落下秒数には、回転にブレーキをかけるので、逆に効くのではないかと考えられ、疑問が残る。羽長さは回転力を生むので、落下秒数が長くなりそうである。

回転のエネルギーと落下のエネルギーがバランスしたところで、紙ヘリコプタは一定速度になるはずであるので、要因効果をどのように見るべきかが難しいと考えられる。

この結果から、推定式を出してみる。

$$M = 0.652 + (0.308 \times (\text{羽長さ} - 46.7) - 14.5 \times (\text{重さ} - 0.47)) / 26.5$$

となる。計算結果は図 7.2 と一致している。ここでは、胴幅、胴長さが $S \beta < V_e$ であり、 η (SN 比) が 0 となり効いてこない形となっている。また、項目選択で羽幅は効かないとなっており、除外されている。

すなわち、落下時間はこの実験データでは羽長さと重さで決まってくることになる。

7.3 仕様因子と落下特性の推定のまとめと問題点

これにより、落下特性の落下秒数と仕様因子に T 法を適用することに関して、下記の知見が得られた。

- (1) 直交表計算の異常に大きい数値列が範囲外に出てきており、これは正しい結果であろうかと疑問が残る。
- (2) 直交表の数値で因子が少ないことや、同じ数値が出てくるので、異常値が出やすいという問題があるのであろうか検討が必要である。

8. あとがき

以上5つの事例について紹介したが、実験による直交表データを使用することで、T法によっても解析することが可能であることがわかった。また、売り上げ予測のように、通常の観測データをもちいることも可能である。T法の総合推定予測式により、どの因子が有効に効いてきているかを明確にでき、その数値を調整することにより、予測が可能となる。T法では厳密に基本機能を考えなくても、解析ができる点が良いところである。また、重回帰分析よりも簡単に使用できる点が良いところである。

今回直交表 L9 のデータなどでは、因子の数が少なく、異常数値の列が出てくる点の問題が残っているが、ある程度の予測が可能であることがわかった。因子の数は多いほうが良いと推測される。

この方法により、マネジメント分野や計量経済学の課題へのアプローチが可能と考えられる。また、この方法を学生にマネジメントとしてのデータ解析の方法を教える道具として、活用できればと考えている。

現在の方法の展開を今後も考えて、教育教材と教育方法の工夫を計り品質工学の普及に尽くしたい。なお、T法を理解するために多くの方のご指導を頂いた。ここに謝意を表する。

文献

- 1) 山口信次、“ロバストデザイン教育教材の開発検討—知能機械セミナー1 教育事例—、2007年3月 高知工科大学紀要 第4巻第1号、p49-59。
- 2) 山口信次、“新規経営5カ年計画立案へのロバストデザインの適用”品質工学会、2007年4月、No.2、Vol.15、p80-87。
- 3) 山口信次、“紙ヘリコプターの基本機能について”品質工学会、2008年4月、No.2、Vol.16、p58-66。
- 4) 山口信次、“新規経営5カ年計画立案へのロバストデザインの適用(2)”品質工学会論文投稿中。
- 5) 山口信次、“ロバストデザイン教育教材の開発検討(2)、2008年12月 高知工科大学紀要 第5巻第1号、p135-145。
- 6) オークン；多次元情報システムデータ。

Development of Educational Examples in Quality Engineering (3) — applying T method —

Shinji Yamaguchi

Faculty of Management, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami-city, Kochi 782-8502 JAPAN

E-mail: yamaguchi.shinji@kochi-tech.ac.jp

Abstract: In Kochi University of Technology, Robust Design (Taguchi Method) was applied for freshmen to understand the quality engineering(QE). The T method robust design applications such as flight of bamboo fly, flight of boomerang, top rotation, stores' sales forecast, paper helicopter are introduced. I am developing new themes of QE T method.