

品質工学研究会会員のための

品質工学情報誌

～会員同士が自由に意見を交換し知識を得る場～



2024 年春号

<参加研究会>

北海道タグチメソッド研究会
滋賀県品質工学研究会

長野県品質工学研究会
関西品質工学研究会

中部品質工学研究会
広島品質工学研究

【ご利用にあたって】

1. タイトルをクリックするとその記事が表示 2. 各頁右側上段の目次へをクリックすると目次を表示

目次

1. 「品質工学研究会会員のための品質工学情報誌春号」巻頭言 **P.3**
滋賀県品質工学研究会 会長 越山 卓 ((有)キューイーエム)
2. MT システム活用におけるデータの形式 **P.4～6**
北海道タグチメソッド研究会 代表 手島 昌一 (アングルトライ(株))
3. ロバストパラメータ設計の真意(1) **P.7～11**
The truth of Robust Parameter Design (1)
—SN 比は評価者が想定したノイズでの安定性の評価—
関西品質工学研究会 太田 勝之
4. ほんまもんの技術者とは(3) **P.12～13**
6) 試作レス、試験レスの技術者であれ
7) コストに強い技術者であれ
関西品質工学研究会 顧問 原 和彦
5. 品質工学研究会 昔話(3) **P.14～15**
喧嘩ではありません ～真剣に議論することが研究会の醍醐味～
関西品質工学研究会 顧問 芝野 広志 (TM 実践塾)
6. 長野県品質工学研究会 活動記録 **P.16～17**
長野県品質工学研究会 事務局 児野 武郎 (長野県工業技術総合センター)
7. 品質工学研究会だより
- ◆関西品質工学研究会からのお知らせ◆ **P.18**
1. 2024 年度の活動をスタートしました
2. 関西品質工学研究会 会員募集のご案内
- ◆講演希望企業募集のご案内◆ **P.19**
なぜ今、品質工学か ～最適化の成功から技術開発・事業化の成功へ～
- ◆記事への質問、アドバイス、私はこう考える◆ **P.20**
～自由に討論・意見を交換する広場～
① 長野県品質工学研究会事例へのアドバイス
- ◆品質工学情報誌編集担当からのお知らせ◆ **P.21**

「品質工学研究会会員のための品質工学情報誌春号」巻頭言

滋賀県品質工学研究会 会長 越山 卓 ((有)キューイーエム)

まず、名ばかりの会長であることをお断りする。

現在の仕事は、ISO9001 / ISO14001 の審査と、これに関連するセミナー出講及びコンサル業であり、東京を起点として活動している。しかしながら、考え方の基軸は品質工学であり、仕事を通じて、“QE 的なものの見方”を推奨している。

“QE 的なものの見方”には、二つの視点があり、一つ目は基本機能である。

貨物運送事業者の EMS 審査で、環境目標を確認したところ、車両の“燃費改善”を指標として取り上げていた。この指標が有効かどうかは、“QE 的なものの見方”をすればすぐに分かる。燃費は荷物を積まないで走った方が良くなる指標であり、貨物運送事業者の機能を表す指標ではない。

貨物運送事業者には従来から、“稼働率”、“実車率”、“積載率”という指標があり、これを貨物三率といい、これが貨物運送事業者の基本機能である。

最も有害な環境側面は、無駄な燃料を使うことである。貨物三率を向上させ、そこで得た利益で温室効果ガスを低減できるインフラ投資をするのが、正しい環境経営である。

二つ目は誤差因子であり、これは QMS におけるヒューマンエラーへの対応に強く関連する。1 月 2 日に羽田空港で起こった JAL と海保機の衝突事故は記憶に新しいが、読売新聞の記事で気になる言葉を見た。

航空管制は、管制官から指示した内容は、機長がその通り実施するという「認識の原則」に基づいているという内容である。

人の認識は外乱と内乱の影響を受けてばらつくものであり、海保機の機長は、能登半島の災害（外乱）に対して、一刻も早くに支援に向かいたいという焦り（内乱）が発生し、認識を間違ったのではないか。

この問題を海保機の機長だけの責任にしてはならない。

現在の管制システムが、人の認識のバラツキという誤差因子に対して、脆弱なシステムであることが、本件の真の原因である。人の認識を誤差因子と考えていれば、着陸機の滑走路上に他の機体が存在しないことを監視するシステムは、常時モニターしていたかもしれないし、アラーム音を付帯していたかもしれない。

このように“QE 的なものの見方”によって、問題の真相が見えてくることを、今後も仕事の中で広めていきたい。

以上

MT システム活用におけるデータの形式

北海道タグチメソッド研究会 代表 手島 昌一 (アングルトライ株)

品質工学会誌でマハラノビス距離に関する田口博士の論説が掲載され始めたのは、1994 年のことである⁽¹⁾。そして、MTS と命名されパターン認識の方法を提示されたのが 1995 年のことであり⁽²⁾、その後 T 法(1)など MT システムとして様々な計算方法が提示された。94 年と 95 年の論説の大きな相違は、95 年からは特徴抽出の方法を含めており、文字や波形などの認識にも適用範囲を広げたことである。

本稿ではデータが手元にあるので、すぐに使う方法を知りたいという方の参考となるよう記載した。ただし、特徴抽出についてはほとんど触れず、計測されたデータが直接解析できる場合を説明する。また、計算用ソフトはすでに手元にあるものとする。特徴抽出の方法やデータ準備などは機会があれば品質工学情報誌に投稿したい。

1. データと形式(1)

皆さんの多くは手元のデータを使い解析できる段階にあるだろう。データの準備はこれでよいのか、また適切な解析手段は何かを考えているはずだ。図は健康診断のために集めた 200 名の健康な人々のデータである。健康診断のために、年齢から尿酸値までの合計 17 項目が計測されている。このようなデータを採った目的は受診者の健康度と、不健康な場合の原因（病名）を知ることである。

		項目						
		1	2	3	4	...	16	17
サンプル	番号	年齢	性別	血清総タンパク	血清アルブミン	...	尿素窒素	尿酸
	1	35	1	8	5.5	...	12	4.3
	2	48	1	7.9	5.2	...	17	3.2
	3	45	1	8.1	5.5	...	13	2.9
	4	40	1	8.3	5.6	...	13	2.9

	198	46	10	8.3	5.7	...	18	4.5
	199	57	10	8.4	5.4	...	18	5.2
	200	34	10	8.2	5.6	...	13	6.3

データ解析のためには、このように列方向に項目、行方向に個体（個人）ごとの番号が並ぶ。解析ツールが MT システムであっても他のツールであってもこうしたデータ形式は同じである。製品検査や機器監視もまったく同様であり、項目名が温度、圧力などの計測値になるだけである。

		1	2	3	4	...	16	17
番号	温度	圧力	流速	組成A	...	寸法A	重量A	

皆さんの手元にある計測データはこのように整理されているだろうか。整理されているなら、すぐに解析作業ができる。

2. データと形式(2)

ここで、いったん上に述べたことを半分ほど忘れていただきたい。

健康診断の例では受診者が健康かどうかの判定が目的だったが、少し異なる見方の解析がある。それは、明日の降水量予測のように予測したい目的値（目的特性）がある場合である。統計における重回帰分析のデータの形式を持つ。すなわち、その場合のデータ形式は項目の列の横に「目的特性」の列を持つ。下の例では温度や密度などの項目をいろいろと変化させた場合に形成される膜厚データが示されている。この場合は膜厚が目的特性であり、この実績データを基に他の条件で製造した場合の膜厚を推定する。

	1	2	3	4	...	24	25		目的特性
番号	温度1	温度2	温度3	温度4	...	密度	速度		膜厚
1	124	30.0	25	22	...	17	9.2		4.7
2	120	30.0	20	20	...	15	6.8		5.5
3	125	27.5	18	17	...	3	7.2		4.5
4	109	25.5	63	49	...	3	16.4		4.3
...
10	110	29.0	77	59	...	3	2.2		2.6
11	112	32.0	75	58	...	3	1.4		2
12	121	28.0	8	11	...	3	6.8		6.9

3. 目的は何か：分類か予測か

解析を始める前に、その目的は分類なのか予測（推定）なのかを決める必要がある。製品検査は OK/NG の見極めなので、目的は分類である。文字認識も分類である。機器や製造ラインの故障予測や予知保全も「正常状態が続いているのか、あるいは正常状態から離れつつあるのか」という問題なので、分類問題である。それに対して、1 時間後あるいは 1 週間後など将来の状況がどうなるかを知りたい場合は予測である。また、いくつか異なる条件で作られた実績データがあり、次に別の条件で作る場合の特性を推定する問題も予測である。

4. MT システムの計算機能

MT システムには複数の手段が提供されており、目的は以下の通りである。

MT 法、RT 法、誤圧法 … 分類

T 法(1)、MSR … 予測（推定）

RT 法と誤圧法は分類のための簡便な方法ではあるが、最もよい結果を得ることができるのは MT 法である。予測の手段である MSR は、後年前田により提案された T 法(1)の改良版である⁽³⁾。



分類の手段：本章のテーマ



予測・推定の手段

5. OK品とNG品の仕分け (MT法)

MT法を用いる場合、健康診断の例では健康人の集合を学習する。つまり正常状態のみを学習するが、その選別には押さえるべき点がある。健康と判定された人の中にも濃淡があるはずである。学習データには、健康と不健康の境界に近い人は含めないことが望ましい。製品であれば、OKと判定されたものの中から、より自信をもってOKと言えるものを選ぶ。これは、波形や画像など特徴化を要するデータの場合も同様である。検査員がOKと判定したという理由だけで学習データとしてしまうと、判定精度が劣化することが多い。



(余談)

MTシステムでは見慣れない用語がよく出てくる。ここまで、正常なデータを「学習データ」と呼んできた。深層学習などの分野では教師データと呼ぶこともある。しかし、MTシステムでは正常状態の集合を「単位空間」と呼ぶ。MTシステムが提案された当初は基準空間、正常空間と呼ばれることもあったが、最終的には単位空間となった。対象データが正常な状態に近いかどうかを判断する尺度（ものさし）を作るとの考えから、「単位」という言葉が使われるようになった。英語では Unit Space であるが、米国では Normal Space と呼ぶことも多い。このほかに、解析過程に SN 比など品質工学で使われる用語も現れる。

【参考文献】

- (1) 田口玄一(1994) : 「診断と SN 比」, 『品質工学』, vol. 2, No. 4, pp2-7, 品質工学会
- (2) 田口玄一(1995) : 「パターン認識のための品質工学(1)」, 『品質工学』, vol. 3, No. 2, pp2-5, 品質工学会
- (3) 前田 誠 (2017) : T 法(1)の考え方を利用した新しい回帰手法の提案, 『品質』, vol. 47, No. 2, pp. 71-80, 日本品質管理学会

ロバストパラメータ設計の真意(1)

The truth of Robust Parameter Design (1) —SN比は評価者が想定したノイズでの安定性の評価—

関西品質工学研究会 顧問 太田 勝之

1.1 ノイズ因子(誤差因子)

ロバストパラメータ設計(以下 RPD)の特徴の一つが、ノイズ因子という概念を創出し、それを評価に用いることである。下流での再現性のために、繰り返しを増やすことで信頼性を上げる実験は効率が悪いため、下流で発生しうるノイズを積極的に実験に取り入れることで、下流での再現性を上げ、しかも実験数を激減することができる。

ここで取り入れるノイズは、温度や湿度などの環境に依存する因子や、泥、腐食など劣化を考慮した因子などであり、ノイズにより特性値を変化させてしまう。

ノイズが制御因子(実験で取り上げなかった制御因子も含む)の水準を変化させるためである。温度などの環境変化が、制御因子である設計寸法や材料物性に变化を与える。劣化も材料物性や摩擦などによる寸法変化や摩擦係数の変化を与えることで特性値を変化させる。この変化が少ない設計ほど、ノイズに強いロバストな設計であると考えられる。

1.2 シミュレーションでのノイズ因子の設定

シミュレーションによる RPD では、制御因子の水準を前後に評価者が任意の中で変化させることでノイズとすることが推奨されている。

その水準中の与え方は実験者に任されているが、以下の2通りがよく用いられる。

① 水準値に対する一定比率で与える。±1%、±0.5%などで設定する。

② 水準値に一定の数値変化で与える。±1 mm、±10℃などで設定する。

この与え方は RPD 内で揃っている必要はなく、振り巾も評価者に任される。

実際の実験でのノイズ因子は環境などであり、それが制御因子の各水準に変化をもたらすが、その影響度でさえ不明なので、各水準に一定比率で加わるのか、一定巾で加わるのかは不明で実験を行っている。

1.3 ノイズ因子の設定による違いの検証

ノイズ因子の設定の違い①②を確認のため、 L_{18} でのシミュレーション計算結果を示す。

L_{18} に8因子(A-H)を割り付け、仮に交互作用が無い主効果のみの加法モデルを設定。

設定したモデルは水準が利得を示すとし、特性値Yは各因子の効果の合計である。

特性値 $Y = \text{因子 A の効果(EA)} + \text{因子 B の効果(EB)} + \dots + \text{因子 H の効果(EH)}$

SN比はエネルギー比型 $\eta = 10 \log (S_m/S_e)$ を用いたが、従来型 SN比でも結論は変わらない。ここに、ノイズを①②の設定で割り付けて違いを見る。

① 制御因子				
	Factor name	1	2	3
1	A	1	2	
2	B	1	2	3
3	C	1	2	3
4	D	1	2	3
5	E	1	2	3
6	F	1	2	3
7	G	1	2	3
8	H	1	2	3

<Fig. 1.1>制御因子と水準

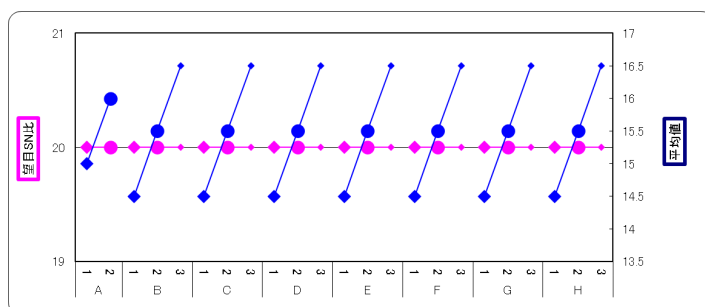
	A	B	C	D	E	F	G	H		Y
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	14
3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	20
4	1	2	1	1	2	2	3	3	4	15
5	1	2	2	2	3	3	1	1	5	15
6	1	2	3	3	1	1	2	2	6	15
7	1	3	1	2	1	3	2	3	7	16
8	1	3	2	3	2	1	3	1	8	16
9	1	3	3	1	3	2	1	2	9	16
10	2	1	1	3	3	2	2	1	10	15
11	2	1	2	1	1	3	3	2	11	15
12	2	1	3	2	2	1	1	3	12	15
13	2	2	1	2	3	1	3	2	13	16
14	2	2	2	3	1	2	1	3	14	16
15	2	2	3	1	2	3	2	1	15	16
16	2	3	1	3	2	3	1	2	16	17
17	2	3	2	1	3	1	2	3	17	17
18	2	3	3	2	1	2	3	1	18	17

<Fig. 1.2>L₁₈直交表と特性値 Y

検証1：設定①の比率ノイズ

	A	B	C	D	E	F	G	H		NI	N2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.2	8.8
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	12.6	15.4
3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	18	22
4	1	2	1	1	2	2	3	3	4	13.5	16.5
5	1	2	2	2	3	3	1	1	5	13.5	16.5
6	1	2	3	3	1	1	2	2	6	13.5	16.5
7	1	3	1	2	1	3	2	3	7	14.4	17.6
8	1	3	2	3	2	1	3	1	8	14.4	17.6
9	1	3	3	1	3	2	1	2	9	14.4	17.6
10	2	1	1	3	3	2	2	1	10	13.5	16.5
11	2	1	2	1	1	3	3	2	11	13.5	16.5
12	2	1	3	2	2	1	1	3	12	13.5	16.5
13	2	2	1	2	3	1	3	2	13	14.4	17.6
14	2	2	2	3	1	2	1	3	14	14.4	17.6
15	2	2	3	1	2	3	2	1	15	14.4	17.6
16	2	3	1	3	2	3	1	2	16	15.3	18.7
17	2	3	2	1	3	1	2	3	17	15.3	18.7
18	2	3	3	2	2	2	3	1	18	15.3	18.7

Fig. 1.3>①各因子に水準の±10%のノイズを加えた結果



<Fig. 1.4>① (各因子に水準の±10%のノイズ) での要因効果図

SN比は改善できないという結果になった。

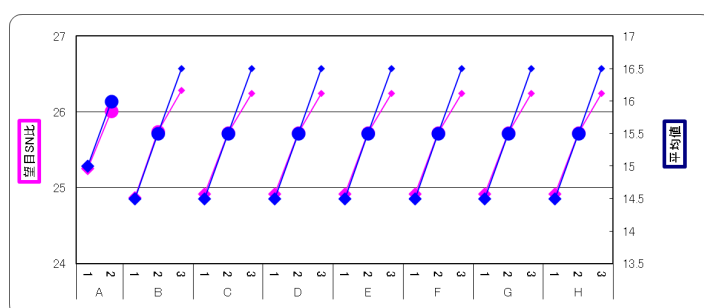
これは主効果や交互作用などの非線形効果が無いモデルのためで、この「非線形効果」については別の章で取り上げる。

検証2：設定②等間隔ノイズ

各因子に水準の ± 0.1 のノイズを加える。

	A	B	C	D	E	F	G	H		NI	N2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.2	8.8
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	13.2	14.8
3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	19.2	20.8
4	1	2	1	1	2	2	3	3	4	14.2	15.8
5	1	2	2	2	3	3	1	1	5	14.2	15.8
6	1	2	3	3	1	1	2	2	6	14.2	15.8
7	1	3	1	2	1	3	2	3	7	15.2	16.8
8	1	3	2	3	2	1	3	1	8	15.2	16.8
9	1	3	3	1	3	2	1	2	9	15.2	16.8
10	2	1	1	3	3	2	2	1	10	14.2	15.8
11	2	1	2	1	1	3	3	2	11	14.2	15.8
12	2	1	3	2	2	1	1	3	12	14.2	15.8
13	2	2	1	2	3	1	3	2	13	15.2	16.8
14	2	2	2	3	1	2	1	3	14	15.2	16.8
15	2	2	3	1	2	3	2	1	15	15.2	16.8
16	2	3	1	3	2	3	1	2	16	16.2	17.8
17	2	3	2	1	3	1	2	3	17	16.2	17.8
18	2	3	3	2	1	2	3	1	18	16.2	17.8

<Fig. 1.5>②各因子の水準に ± 0.1 の大きさのノイズを加えた結果



<Fig. 1.6>②（各因子に水準に ± 0.1 のノイズ）での要因効果図

全因子で、平均値が高いとSN比も高いという結果となり、①での結果と大きく異なる。

望目SN比は、平均値とバラツキの比なので、バラツキが改善できないなら平均値が高いと高くなる。②のモデルは、平均値に関わらず同じバラツキが発生するため、チューニングによってもバラツキの改善は期待できない。

ノイズの与え方は評価者に任されており、そのノイズ設定①②の選択で要因効果図は変わってしまう、ということである。各因子の主効果も不明だから実験をするのだが、さらに市場でのノイズはその大きさもノイズ設定の①か②かも不明であり、ノイズ設定をどちらかに統一することは意味がない。SN比の要因効果図は、評価者のノイズ設定によって変わるため、評価者が想定したノイズでの優劣を示しているに過ぎない。

実際のノイズで①や②の両パターンが混在したとしても、①では差がなく、②では平均値が高い方が良いのだから、望目特性においては、平均値が高くなる方を選ぶ方がバラツキの改善ができる可能性が高くなる。設定①と②が混在した場合の検証例も示す。

検証 3 : 設定①と②の混在の例

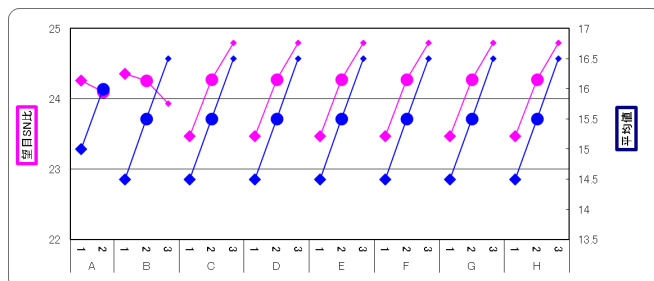
因子 A, B は設定①、因子 C-H は設定②でのノイズを加える。

N1 の条件: $Y=EA*0.9+EB*0.9+EC-0.1+ED-0.1+\dots+EH-0.1$

N2 の条件: $Y=EA*1.1+EB*1.1+EC+0.1+ED+0.1+\dots+EH+0.1$

	A	B	C	D	E	F	G	H		N1	N2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.2	8.8
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	13.2	14.8
3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	19.2	20.8
4	1	2	1	1	2	2	3	3	4	14.1	15.9
5	1	2	2	2	3	3	1	1	5	14.1	15.9
6	1	2	3	3	1	1	2	2	6	14.1	15.9
7	1	3	1	2	1	3	2	3	7	15	17
8	1	3	2	3	2	1	3	1	8	15	17
9	1	3	3	1	3	2	1	2	9	15	17
10	2	1	1	3	3	2	2	1	10	14.1	15.9
11	2	1	2	1	1	3	3	2	11	14.1	15.9
12	2	1	3	2	2	1	1	3	12	14.1	15.9
13	2	2	1	2	3	1	3	2	13	15	17
14	2	2	2	3	1	2	1	3	14	15	17
15	2	2	3	1	2	3	2	1	15	15	17
16	2	3	1	3	2	3	1	2	16	15.9	18.1
17	2	3	2	1	3	1	2	3	17	15.9	18.1
18	2	3	3	2	1	2	3	1	18	15.9	18.1

<Fig. 1.7>③複合ノイズを加えた結果



<Fig. 1.8>③複合ノイズでの要因効果図

設定①と②が混在するとこのように、このように SN 比の要因効果図は最適水準の逆転まで起きてしまう。この例だけでなく、混在パターンの変更やノイズの大きさの変更でも容易に発生してしまう。

繰り返すが、実際の実験ではなおのこと、与えたノイズが及ぼす影響が各制御因子の水準に比例するのか、比率または差のどちら、またはそれらの複合された影響をもつのかは不明である。したがって、どちらのノイズの与え方が正しいのかの議論は意味がない。

今回のモデルは特殊なケースではなく、一般的な交互作用の無いモデルで示されており、複雑な交互作用のあるモデルでも同様の変化は起こる。当然、「変化しない」場合もありえるが、「容易に変化する」という認識をしてほしい。

検証 4 : サーミスタ回路の事例 (設定①と②の混在)

交互作用を含んだ実事例でも変化が起こりうることを確認する。

富島明氏の給湯器の温度調節器 (サーミスタ回路) の事例 (1978 年、QCRG) での回路シミュレーションを用いて検証を行う。

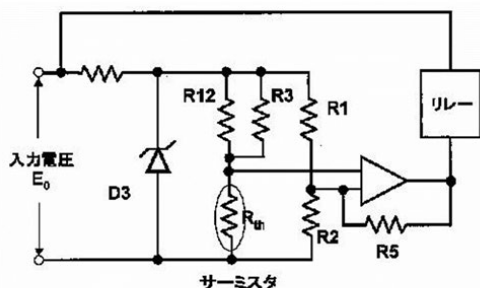


図 4.1 オンオフ回路

$$y = \frac{\frac{R12 \cdot R3}{R12 + R3} R2(Ez \cdot R5 + E0 \cdot R1)}{Ez(R1 \cdot R2 + R1 \cdot R5 + R2 \cdot R5) - R2(Ez \cdot R5 + E0 \cdot R1)}$$

<Fig. 1.9>サーミスタ回路と理論式

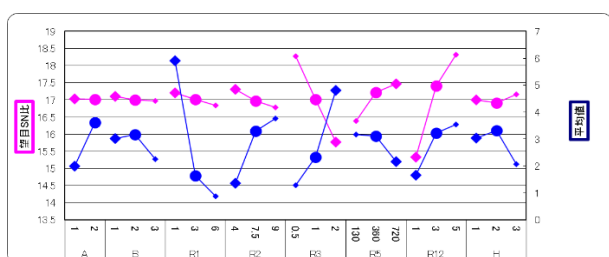
制御因子は 5 つの抵抗値である。ノイズは 5 つの抵抗値を比率での変化と制御因子外の 2 つの電源電圧 E0, Ez を特性値の大小で調合している。

	Factor name	1	2	3
A	e	1	2	3
B	e	1	2	3
C	R1	1	3	6
D	R2	4	7.5	9
E	R3	0.5	1	2
F	R5	130	360	720
G	R12	1	3	5
H	e	1	2	3

〈Fig. 1.10〉サーミスタ回路の制御因子と水準

調査誤差	R1	R2	R3	R5	R12	E0	Ez
N1 少ない方へ振れる	+10%	-10%	-10%	+10%	-10%	9.6	5.6
N0 標準的条件	指定値	指定値	指定値	指定値	指定値	10.1	5.3
N2 大きい方へ振れる	-10%	+10%	+10%	-10%	+10%	10.6	5

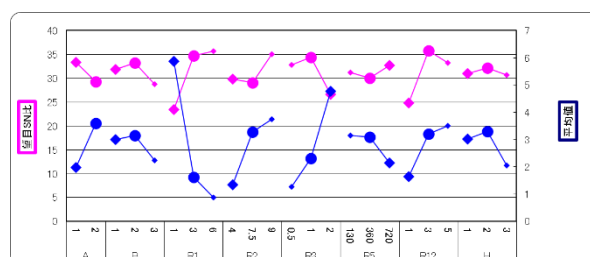
〈Fig. 1.11〉誤差の調査
(R1, R2 は比率でノイズを与える)



〈Fig. 1.13〉 R1, R2 は比率ノイズでの要因効果図

調査誤差	R1	R2	R3	R5	R12	E0	Ez
N1 少ない方へ振れる	+0.1	-0.1	-10%	+10%	-10%	9.6	5.6
N0 標準的条件	指定値	指定値	指定値	指定値	指定値	10.1	5.3
N2 大きい方へ振れる	-0.1	+0.1	+10%	-10%	+10%	10.6	5

〈Fig. 1.12〉誤差の調査
(R1, R2 は差でノイズを与える)



〈Fig. 1.14〉 R1, R2 は差ノイズでの要因効果図

この例では、変えた R1, R2 以外にも大きく SN 比の要因効果に変化する結果となった。つまり、「SN 比は評価者が想定したノイズでの安定性の評価」であり、想定が変われば要因効果図は変化するため技術情報として用いるには注意が必要である。

SN 比評価でのノイズの条件は、起こりえる最悪の条件を考慮して設定するのが良い。この SN 比の性質を知ったうえで、どのように想定外のノイズに対しロバストな設計を達成するかという「RPD の真意」を理解してもらうのがこの連載の目的である。

ほんまもんの技術者とは (3)

関西品質工学研究会 顧問 原 和彦

前回に引き続き、私なりに考える「ほんまもんの技術者」についてお話しします。
今回は下記の 2 点を挙げました。

6) 試作レス、試験レスの技術者であれ

技術開発型の開発をする場合でも、機能性設計で試作品を作っていたのでは開発期間の短縮は到底望めません。どんなテーマでもまずコンピュータシミュレーションが出来ないかを考えることです。最近では、商品開発だけでなく製造技術領域まで拡大してシミュレーションによるロバスト設計が盛んに行われています。シミュレーションの場合でも 2 段階設計が考えられますが、機能性設計においては機能の安定が目的ですから、全ての制御因子を考える必要もなく精度の追求もそれほど問題ではないのです。しかし、機能設計では目標値にチューニングすることが要求されますので、実際の商品に近いことが必要になり精度も高めることが要求されます。そのためには、最適化設計の条件で試作品を作って標準条件で合わせ込みをする方が簡単な場合が多いのです。(21 世紀型品質工学) 従来の信頼性試験や寿命試験における評価では、規格に対する合否の判断を行うもので、良品の品質レベルは分からないのです。

「良品の品質レベル」は理想機能からのずれである機能性を SN 比で評価することが大切なのです。「試験 (Testing)」は過去の結果を調べることであり、「評価 (Estimation)」は未来を予測することです。私も 1 億回の寿命試験をして出荷したところ、市場では 200 回足らずで故障してしまった経験がありますが、ノイズを上手く考えれば、24 時間以内の機能性の評価で済んだことなのです。また、大学の入学試験の成績も大学生の能力を正しく評価したものではないのです。ただ、収容定員の脚きりのための合否の判定に使うだけです。真の評価は多面的な情報で MTS 法を用いて未来の能力や可能性を評価することが大切なのです。

7) コストに強い技術者であれ

田口先生が「大学の技術者教育ではコストのことが出てこない」とよく言われますが、企業においても、コストのことを考えて開発設計する技術者はめずらしいのです。システム設計では、機能を満足する沢山のシステムを考案しますが、大体のコストのことは考えて最適なシステムを選択します。パラメータ設計では安い部品を使って 2nd look VE が不要な設計を行います。矛盾するような話ですが、機能性を改善するためには最低限の複雑なシステムが必要なことはいまでもありません。許容差設計においては、品質改善の成果をコストに還元するために品質とコストとのバランス設計で無駄を省けばよいのです。部品などの直接コストも重要ですが、間接コストである開発納期などによる損失は企業にとって大きな問題ですが殆ど考えていないと思います。ましてや、市場でお客様の損失コストなど全く考えていないのが現状です。企業の利益を最大にするためには、社会的な損失を最小にすることであることを肝に命ずる技術者であって欲しいのです。

品質工学では、そのために、損失関数を用いて社会的な品質損失を評価することを提案しています。社会的損失の中には地球環境を保護する問題も含めます。また、災害など起こったときに被害を最小にする「安全設計」も重要な課題ですが、損失関数を利用してシステム設計の段階で考えられる技術者であって欲しいのです。

私が考える「ほんまもんの技術者」について、7つの視点から述べてみました。
読者の皆さんはどのように感じられましたか。ご意見をいただくと有り難いです。

以上

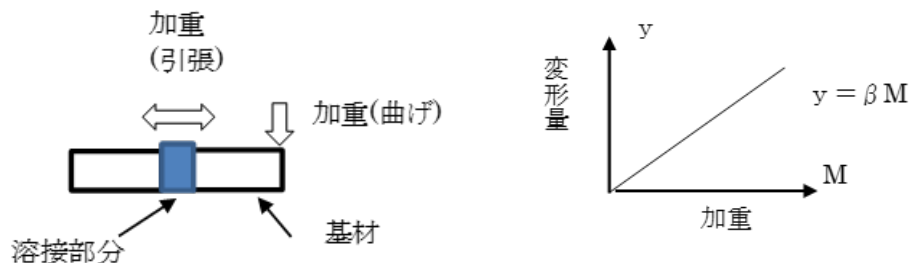
品質工学研究会 昔話 (3)

喧嘩ではありません ～真剣に議論することが研究会の醍醐味～

関西品質工学研究会 顧問 芝野 広志

現在、関西品質工学研究会の会場は日刊工業新聞社の会議室を借用していますが、以前は日本規格協会関西支部の会議室を無償で利用させていただいておりました。今更ではありませんが、多大なご支援を頂きましたことに心より感謝します。今回の昔話はその頃のエピソードで、会議室から聞こえてくる研究会での議論を初めて耳にした日本規格協会の職員さんが、会議室で喧嘩しているかも、と心配されたお話です。そこでどんな議論をしていたのか、皆さんに紹介したいと思いますが、20年以上前の話とは言え、研究会での議論内容はクローズが原則ですので、対象商品や技術の詳細については割愛し、議論の要点を品質工学的な部分に絞って紹介しますので、その点をご理解ください。

さて、そのときに議論していた事例は溶接に関するものです。二つの金属部品を溶接技術で接合して一つの製品に仕上げるのですが、溶接条件の最適化を目指していた担当者（事例の紹介者）は、溶接の出来映えをどのように評価するべきかで悩んでいました。品質工学では、溶接などの接合技術の評価は、接合強度のような破壊試験ではなく、下図のような加重に対する変形量、もしくは変形量に対する応力、いわゆる保形機能を調べるのが良いとされています。



<保形機能の評価方法>

しかし、基材の金属が完全に溶けきる理想的な溶接条件では、溶接部分（溶けた部分）が基材より強くなり、変形が基材の部分で起こってしまいます。これでは基材の特性を評価していることになり、肝心の溶接の出来映え評価にはなっていない、と担当者は考えました。

つまり、基材が十分に溶けない不完全な溶接なら評価可能ですが、基材が完全に溶けてしまうと、効率よく溶けた条件からギリギリの条件まで、全て同じ結果（≒基材の特性）になってしまうのです。そうすると、パラメータ設計における再現性が低下するだけでなく、選定された最適条件は投入エネルギー過多の状態になる可能性が高くなります。

そこで、溶接後の製品から溶接部分を切り出して評価（加重と変形量の関係）する方法を考えました。これなら基材の影響はなくなり、純粹に溶接の出来映えが評価できます。しかし、この提案に対して賛否が分かれたのです。反対する会員は、溶接の目的は基材と同じ特性にすることだから、そんな面倒なことをする必要はないという考えです。両者のやりとり（議論）は白熱し、日本規格協会の職員さんが喧嘩と間違っただのはこの時だったようです。大阪の言葉は他府県の人にはきつく受け取られるようですから、それが白熱した議論になると、よほどのことだったのでしょ。

大阪人の私も含めて当人らはそれほど意識していないのですけど。

しかし、その職員さんからは、「研究会の皆さんはそれだけ真剣なのですね」と言われました。

他人の事例でも真剣に、自分事のように議論すること、それが研究会の醍醐味です。皆さんは真剣に議論していますか？

さて、私の記憶ではこのテーマの結論は出ていません。皆さんは、この問題についてどのように考えますか。賛成派、あるいは反対派？ちなみに後日、とある自動車会社から基材の特性値を理想とした接合技術に関する事例が研究発表大会で公表されました。この時には標準 SN 比の計算方法が田口玄一先生から公表されていたので、当該研究もその手順で取り組まれています。この事例も合わせて研究会で検討されてはいかがでしょうか。白熱した研究会になると思いますよ。



以上

長野県品質工学研究会 研究会活動記録

長野県品質工学研究会 事務局 児野 武郎（長野県工業技術総合センター）投稿

2023年11月10日（金）に2023年度の第7回研究会を長野県工業技術総合センター精密・電子・航空技術部門（長野県岡谷市）およびオンライン（Webex）にて同時開催した。（参加者：9名）

以下の1つの事例発表および共通テーマについてディスカッションした。

【事例発表】

1. 「品質特性による最適化」（顧問 岩下 幸廣）

パラメータ設計では機能を評価するが、適用の際に機能の検討で躓いてしまうことが多い。そこで、品質特性を使って評価する方法を検討した。品質特性は複数の特性を評価するので、「①各品質特性を T 法、最小二乗法によって推定式を作成する②各特性から損失関数を計算し、合計が最小になるパラメータを求める」ことによって、最適パラメータを算出することが出来る。その際に特性は望目特性とすることが重要である。

【共通テーマ】

「ネジ締めにおける機能の評価方法」

まずは予備実験でデータを取り、そのデータを見ながら議論をすることになった。

2023年12月2日（土）に第20回4県品質工学合同研究会（埼玉・北陸・山梨・長野）をテクノプラザ岡谷（長野県岡谷市）およびオンライン（Webex）にて同時開催した。21名（埼玉1名、北陸3名、山梨4名、長野13名）の参加者が集まった。合同研究会の内容は、以下の通りである。

【各県研究会の近況報告】

参加各県の研究会の活動が報告された。

【各県の事例発表】

- ・パラメータ設計での推定式の活用（長野県品質工学研究会 岩下 氏）
- ・わかりやすい品質工学の考え方（北陸品質工学研究会 林 氏）
- ・旋削加工の技術開発（品質工学フォーラム埼玉 鷺谷 氏）
- ・パラメータ設計の社内実習（山梨県品質工学研究会 古江 氏）

【討論：ツールとしての品質工学】

何をやれば、品質工学をツールとして使える様になるのか？単純に、社内教育し、実践し、その成果を発表しても、思うように普及しない。では次の手は何なのか？についてディスカッションした

2024年1月12日（金）に2023年度の第9回研究会を長野県工業技術総合センター精密・電子・航空技術部門（長野県岡谷市）およびオンライン（Webex）にて同時開催した。（参加者：12名）

以下の3つの事例発表についてディスカッションした。

【事例発表】

1. 「品質工学の〇〇という考え方は正しいのか？（それ鵜呑みにしてませんか？）」

（(有) 増田技術事務所 増田雪也）

品質工学のある基本的な考え方「制御因子間の交互作用が大きい場合、そのシステム（技術）は不安定だから使えない」について検討した。この考え方は、「タグチ氏がそう言っている」という説明がされるのみで、根拠が明確に示されていないという大きな問題点があり、品質工学を普及する上での弊害となっている。この考え方の根拠を考えてみたが、根拠を導くことは出来なかった。制御因子とノイズの区別がついていないことが原因で、間違った考え方になってしまっているという結論に至った。

2. 「交互作用考慮の方法」（顧問 岩下幸廣）

回帰分析、T法の推定式での交互作用を考慮した計算方法を検討した。2項での交互作用の場合、説明変数 x_i 、 x_j の積 $x_i \cdot x_j$ を交互作用の説明変数としてもある程度の推定ができるが、それぞれの説明変数を標準化 $(x - \bar{x}) / \sigma$ として、その差の絶対値を説明変数にした方がより優れていることが分かった。

3. 「 η を計算しないT法の方法」（顧問 岩下幸廣）

T法では、それぞれの説明変数について、 β と η を計算し、 $1/\beta \cdot \eta_i \Sigma \eta$ を係数として足し合わせて推定式としている。今回は、 β を計算し、データと推定式ができるだけ一致するように最小二乗法で重みづけをする方法を検討した。この方法は、データと相関の高い推定式が得られるだけでなく計算が簡単であり、より実用的な方法である。

（(有) 増田技術事務所 増田雪也 記）

～品質工学研究会だより～

◆関西品質工学研究会からのお知らせ◆

1. 2024年度の活動をスタート

1月13日（土）に会員総会を行い、23年度の活動報告並びに24年度活動案が幹事より提案され承認された。今年度も毎月の定例会開催及び合同研究会、品質工学シンポジウムを開催する。総会後には恒例の新春講演および新年会を開催し、新しい年の活動をスタートした。また、2月2日（金）の研究会では、畠山氏（YKK）にご登壇いただき、品質工学への熱い思いと、これまでの豊富な活動経験から得られた貴重かつ楽しいお話をお聞かせいただいた。様々な問題にぶつかりながらも、品質工学を次の時代に伝えていく、という強い信念のもと、これまで走り続けてこられた姿勢は素晴らしく、今後のご活躍にも期待したい。

2. 関西品質工学会 会員募集のご案内

会員区分と年会費および会員特典・補助などサービスの一覧表

会員区分	年会費	参加資格・特典・補助など
正会員	¥30,000	・本人のみの参加 ・各種イベントへの参加費補助、図書配布などのサービス有り
法人会員	¥50,000	・登録法人内で名義人又は、名義人の代理人+同行者1名の2名まで参加が可能 ・各種イベントへの参加費補助、図書配布などのサービス有り
シニア会員	¥2,000	・60歳以上の方で本人のみの参加 ・各種イベントへの参加費補助、図書配布などのサービス有り
学生会員	¥1,000	・大学など教育機関に在籍する学生(但し、研修生は除く)で本人のみの参加 ・各種イベントへの参加費補助、図書配布などの会員サービス無し

■サービスについて■

- ・同研究会イベント補助：新年会、関西地区品質工学シンポジウム、合宿研究会の参加費&宿泊費など
- ・参加費補助対象：品質工学会開催のイベント、研究会認定のセミナーやイベントへの参加費
- ・過去の補助対象：品質工学研究発表大会、技術戦略研究発表大会、企業交流会、品質工学フォーラム、品質工学入門セミナーへの参加費など
- ・無料配布図書：品質工学研究発表大会論文集、品質工学関連図書（新刊）の同研究会会員への配布など

■支払方法&期間■

支払方法：正会員・法人会員・シニア会員の会費は1年分（1月～12月）一括払い
若しくは半期毎（1月～6月及び7月～12月）分割払いのどちらかを選択可能

■申込方法■

- ・同研究会ホームページ (<https://kqerg.jimdofree.com>) 内の、<入会案内>にて申込方法をご確認いただけます。

◆講演希望企業募集のご案内◆

なぜ今、品質工学か

～ 最適化の成功から技術開発・事業化の成功へ ～

講演者自身の経験を骨格に、今の時代だからこそ品質工学が有効であり、今後も有効性が高まることをお伝えします。失敗例から成功例まで、他では聞くことのできない内容となっております。

技術者の皆様、マネジャーの皆様、そして品質工学に馴染みのない方々にも共感いただける講演内容となっております、是非、この機会に開催検討をされては如何でしょうか？



1) 講演者：QE COMPASS 代表 細川 哲夫氏（元株式会社リコー）

2) 講演内容：（質疑含め1時間30分）

1. 技術者としての原点

- ・新規技術による新規事業の立ち上げ
- ・配属直後に出荷停止を経験
- ・市場品質は技術開発段階で決まる
- ・当時の心境

2. 過去、日本のものづくり企業が経験した失敗

- ・現場で見た半導体事業の凋落
- ・目指す理想とあるべきマネジメントの方向性
- ・品質工学を推進した多くの企業で起きたこと
- ・品質工学は手段

3. 機能で考える、そして仕組みへ

- ・このやり方では事業化は絶対に無理
- ・ノイズ因子の概念に“これだ”と直感

4. 皆様への期待

- ・自己流の限界にぶつかる
- ・矢野先生からの質問に頭が真っ白に
- ・機能の考え方でシステムをトータルに把握できる
- ・そのシステムで市場に出せますか？
- ・システム考案の PDCA サイクルを構築
- ・量産立ち上げでの2つの危機を突破
- ・事業化の成功
- ・最新の品質工学
- ・機能の考え方は技術分野以外でも有効
- ・品質工学は鬼に金棒の金棒
- ・Q & A

3) 講演費用：

講演を希望される企業ご担当様は下記までご連絡ください。
講演費用について御見積書をご提示させていただきます。

4) お申込みおよびお問合せ：

有限会社アイテックインターナショナル 担当：江平 敏治
TEL：052-917-0711 E-Mail：toshiharu.ehira@iteq.co.jp

この情報誌を読者の皆様にとって、より有効なものとするために、投稿記事に対する質問や意見を掲載してはどうかと考えました。情報誌を読んだ感想、掲載された活動や事例に対する読者からの意見、質問、アドバイスは、研究会の活動を活性化させるとともに、研究者のレベルアップに繋がると思います。皆様からのご意見やご質問などをお寄せください。

◆記事への質問、アドバイス、私はこう考える◆

～自由に討論・意見を交換する広場～

「送風ファンの効率最適条件」の記事に対する意見とアドバイス

(2023年冬号 長野県品質工学研究会活動記録より)

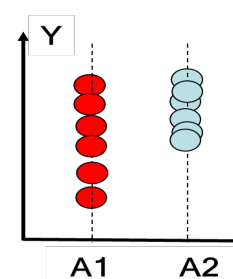
関西品質工学研究会顧問 芝野 広志

直交表の実験で結果が最もよかったものを最適条件とするのは、再現性が得られない時の対処としては妥当と思います。私もそうしていました。ただ、再現性の低さは後工程（量産や市場）で問題が発生する確率が高いので、直交表実験でよい結果が出たからと言っても注意が必要です。そこで、アドバイスですが、感度の要因効果図から感度の値が高い水準を調べてください。それが、選択した最適条件と大きく違わなければ問題ないと判断できます。

なぜそう言えるのかですが、L18直交表での実験なら感度の要因効果図は 9 実験か 6 実験の平均値でプロットされます。(右図)

それぞれの実験は各制御因子の水準を複雑に変化させ組み合わせたものですから、その平均値が高いということは、制御因子が大きく変化しても感度 \equiv 送風効率が高いということです。一般的に送風効率には限界（ \equiv 上限値）が存在すると思いますので、平均値が高い水準は送風効率が制御因子の変化に対して安定している可能性が高いのです。右図では A2 がよいと言えます。

この実験がどのような誤差因子で実験されたのか不明ですが、田口玄一博士がシミュレーションによるロバスト設計で述べられているように、誤差因子は制御因子の変化と考えてよい。つまり、直交表の実験は制御因子の変化を大きな意味で誤差因子と考えた実験ともいえるのです。ですので、この実験では感度の平均値が大きいところを選べば、必然的に誤差因子にも強い水準である可能性が高いといえるのです。ぜひ一度確認してみてください。



以上

◆品質工学情報誌編集担当からのお知らせ◆

- 1) 品質工学情報誌にご賛同いただいている研究会にて品質工学研究会だよりで告知したい事項があれば、編集担当までご連絡ください。
- 2) 品質工学情報誌への疑問やご質問がございましたら、編集担当までお問合せ下さい。
いただいたご質問等に対するご回答は次号の情報誌に掲載する予定で考えております。
なお、ご投稿者への誹謗・中傷は受付せず、ご質問の内容により編集担当の判断にてご回答および掲載を控えさせていただく場合もございますこと予めご了承願います。

【編集担当】

芝野 広志 : tm-shibano@tmjissen.com 江平 敏治 : toshiharu.ehira@iteq.co.jp