

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～



## 原 和彦氏追悼号 (2024 年冬号)

### <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  
香川品質工学研究会

中部品質工学研究会  
広島品質工学研究会

## 【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. 各頁右側上下段の**目次**をクリックすると目次を表示

## 目次

1. 品質工学情報誌冬号巻頭言 P.3  
     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)）
2. リール用ギヤ開発ストーリー ～究極の巻き心地を求めて～ Vol II P.4～8  
     ～歯車のかみ合いをロバストにする特殊な線の発見～  
     関西品質工学研究会 副会長 井上 徹夫（(株)シマノ）
3. ロバストパラメータ設計(RPD)の真意（4）－確認実験の真意－ P.9～12  
     The truth of Robust Parameter Design (RPD)  
     －確認実験の真意－  
     関西品質工学研究会 顧問 太田 勝之
4. ニューラルネットワーク／深層学習の性質 －MT法との対比として－ P.13～16  
     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)）
5. 一石三鳥（QCDの同時達成）の品質工学 P.17  
     関西品質工学研究会顧問 原 和彦
6. 品質工学研究会 昔話（6） P.18  
     「積極的な意見交換が研究会の身上 ～田口先生はそう言いましたが～」  
     関西品質工学研究会顧問 芝野 広志（TM 実践塾）
7. 長野県品質工学研究会 活動記録 P.19～20  
     長野県品質工学研究会事務局 児野 武郎（長野県工業試験場）
8. 品質工学研究会だより
- ◆原 和彦氏 訃報，追悼の言葉◆ P.21～24
- ◆関西品質工学研究会からのお知らせ◆ P.25  
         1. 品質工学シンポジウム2023（リモート Teams+会場併催）を開催しました。  
         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.26  
         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～
- ◆品質工学情報誌編集担当からのお知らせ◆ P.27

## 「品質工学研究会会員のための品質工学情報誌冬号」巻頭言

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))

1988年12月24日のことである。千葉県柏市のとある本屋さんで、「品質工学講座」全5巻の真新しい背表紙が目にとまった。何気なくその第1巻を手に取り、まえがきを読み始めた。そうすると、私の気持ちはどんよりとした曇り空から一気に快晴となった。そこには私が悩んでいたことへの明確な回答が書かれていたからである。

当時、私はNEC我孫子事業場に勤めており、プリンタのメカ開発の仕事をしていて、ある悩みがあった。ボールベアリングと嵌合する軸の公差(指定値に対する許容範囲)をどうしたらよいのか、という問題である。圧入するわけではないので、一般に0.015~0.035mmだけ細かい公差を軸側に指定する。しかし、穴側であるベアリングにも0~0.005mm大きい側への公差があるので、その最大値どうしを足すと0.04mmのガタを持つことになる。さらにベアリングはプリンタの本体側の穴に嵌合するので、合わせるとその倍ほどのガタになる。それでは心配なので厳しい公差にすると、「高くつく」と工場側からクレームがくる。

品質工学講座のまえがきを読んだのは、そうした鬱々とした気分だったときであり、それがこのまえがきで吹き飛んだのである。厳しすぎても、緩すぎても損失が発生するが、それはやむを得ないことであり、損失が最小となるよう設計値を決めればよい、という現実解が明記されていた。いったん本屋さんを離れ、翌日全5巻分のお金を持っていった。自らへのクリスマスプレゼントである。以上が私の品質工学との出会いである。

その後、私はNECを退職して生まれ故郷北海道のソフト会社に就職した。当時の上司からは「メカ屋がソフト会社でやっていけるのか」と諭された。もっともなことであるが、その後いくつかの幸運が巡ってきた。当時ブームだったニューラルネットワーク(ANN)に、直交表を用いてパラメータの最適化が可能だと分かったこと、また、矢野宏先生が日本規格協会札幌支部主催の講演会に来道されたことである。矢野先生は、私がNECでタグチメソッドを利用していたことを喜んで下さり、その後ANNの内容を大会で発表するよう奨めてくださった。さらに、「矢野催促」により北海道研究会が立ち上がった。

1995年から田口玄一博士のMTシステム論説が学会誌で始まり、私はすぐにMTのソフト作成にとりかかった。所属していたソフト会社では、MTを利用した新たな技術開発に補助金が付くこととなるなど、今となればよくこれだけの幸運が重なったと思っている。その後企業交流会や大会、あるいは関西品質工学研究会で原和彦先生はじめ、多くの知己を得た。また、ASIシンポジウム等海外での交流機会も持つことができた。

田口先生の発想はとてもユニークであるが、知るとシンプルである。まるでマジックのタネを見せられるような思いになる。あれこれ迷わずに、最も重要な一つの情報に注目しなさいと常に言っておられたように思う。基本機能しかり、SN比しかり、マハラノビス距離しかりである。

2024年8月の原和彦先生の訃報に接しました。いつまでもお元気と思っていたのですが、大変寂しい思いです。ゴルフの腕前もお持ちで、あるとき「ゴルフなんて簡単だよ。左足を軸に右足をヒュッと」と言いながら、ご自分の足で示してくださいました。今ごろは田口先生、矢野先生らと「わたしのやることはやったな。言うことも言ったな。あとは後進たちの心がけ次第だ」と語らっておられるでしょう。

先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

以上

## リール用ギヤ開発ストーリー ～究極の巻き心地を求めて～Vol II ～歯車のかみ合いをロバストにする特殊な線の発見～

関西品質工学研究会 副会長 井上 徹夫 ((株)シマノ)

株式会社シマノ 釣具事業部 釣具開発設計部 リールデジタル技術開発課  
プロフェッショナル ギヤ担当 博士 (工学) 井上 徹夫



### 3. SR-3D ギヤの開発 (2001 年～)

SHIP (Smooth & HI Power system) の発売から 7 年が経過し、市場では SHIP のフィーリングは既に一般化していた。リールの回転性能 (ギヤフィーリング) は釣果を左右する重要なファクターであり、市場は更なるギヤフィーリングの向上を要求していた。2001 年には競合メーカーもフェースギヤをデジタル化した“デジギヤ”を発表し、そのギヤフィーリングは大きく差を詰めてきている事を感じさせた。また市場の要求レベルの向上に伴い、組立工程では良好なギヤフィーリングになるまで何度も調整を繰り返す“再組立”が常態化していた。会社はこの非常事態に対し、1995 年に SHIP を開発した私を釣具の開発部門に移籍させ、フェースギヤ開発に専念させた。

フェースギヤの開発に専念できる環境にはなったものの、何から手を付けてよいのか分からない状況ではあったが、まずは組立ラインでの聞き取りから、「ギヤには生まれの良いギヤと悪いギヤがある」との情報を得た。これは、諸元によって組立時のワッシャ調整 (図 3-1) が容易なギヤと難しいギヤがあるということである。ギヤフィーリングは、0.01mm のワッシャ 1 枚の有り無しで大きく変化するほど敏感で、良好なギヤフィーリングのリールを組み立てるのには、熟練の技能が要求されていた。生まれの良いギヤはこのワッシャ調整に対して鈍感で、良好なギヤフィーリングのリールを容易に組立できるのである。

ここに何かヒントがあると想着て、まずは生まれの良いギヤと悪いギヤを 3D-CAD でモデリングし、ワッシャ調整量を加味してかみ合い状態を 1 コマ 1 コマ厳密に調査してみることにした。この結果、ピニオンとフェースギヤのギヤ対が設計通りのかみ合い位置でかみ合っている場合は、接触状態が線接触となることが分かってきた。また、ワッシャ調整によりかみ合う位置が設計値から少しでもずれると、ピニオンはフェースギヤの歯面エッジ上でかみ合う点接触となることも分かった。この接触状態を、理想的な回転からのずれを回転角度の誤差として 3D-CAD で計測し、タイミングチャートとしてグラフ化してみた (図 3-2)。その結果、生まれの悪いギヤは生まれの良いギヤよりもグラフの変動、すなわち回転角度誤差が大きくなっていることが判明した。つまり、生まれの悪いギヤは、歯から歯への乗り移りが悪く、断続的な乗り移りになっていることを示していた。

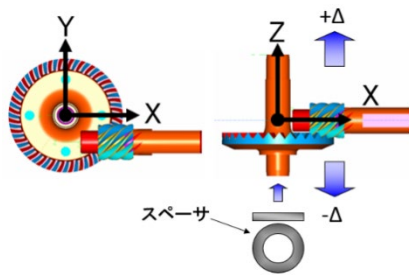


Fig.3.1 ワッシャ調整

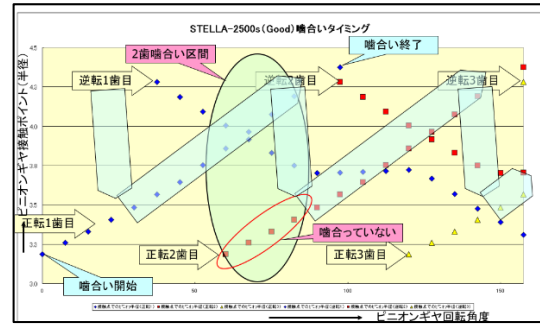
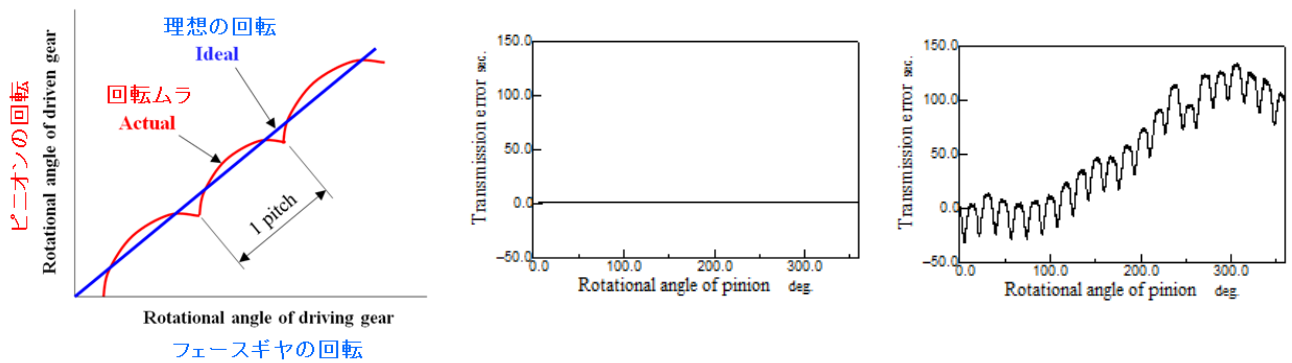


Fig.3.2 かみ合いタイミングチャート

今思えば、このタイミングチャートがかみ合い伝達誤差 (TE : Transmission Error) (図 3-3) と呼ばれる歯車の基本機能そのものであり、そしてワッシャ調整量がノイズ (誤差因子) そのものであった。当時は全く分かっていなかったが、偶然にも歯車の基本機能とノイズという考え (図 3-4) に達していたのは自分でも驚きである。ハイポイドギヤの権威の方の歯車セミナーを受講した時に、「ギヤのかみ合いでは、歯面上で膨らんだ最大箇所を通過してかみ合いが進行し、それをかみ合い伝達誤差として表すことができます」という歯車理論を教えてもらった。これはまさにフェースギヤのかみ合いで発見したタイミングチャートそのものだったのである。自分の技術ではなく、既に理論として確立されていたのは少しショックではあったが、この高度な歯車の理論に自分だけでたどり着けたことは大きな自信となった。



(a) 歯車の入出力関係

(b) 理想状態の TE 波形

(c) 実際の TE 波形

Fig. 3.3 かみ合い伝達誤差 (TE : Transmission Error)

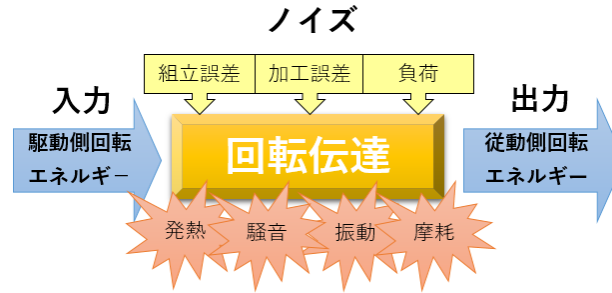


Fig. 3.4 Pダイアグラム

このかみ合いの調査では、ワッシャ調整を再現するため、ワッシャ寸法を変更して何パターンものかみ合いシミュレーションを行った。全てのグラフのTE波形と歯面の接触位置を見比べていたときに、このグラフは歯面形状に大きく依存していることを見出した。TE波形が大きく変化する箇所（角度）と、フェースギヤ歯面上のかみ合い接触点の位置（角度）は一致しているのである。この考えが正しいとすれば、歯面形状を変化させればこのTE波形も変化するはずである。そこで、TEが全くないグラフとなるような歯面形状の調査が始まった。

その結果、歯面上に、ある特殊な線を設定する事で、ワッシャを調整してかみ合い高さが変化してもTEが発生しないことを発見した(図3-5)。この線こそ「かみ合い進行方向線(TE controlled curve)」と呼ばれるもので、この線上でかみ合う限りTEは発生しない。インボリュート曲線を有する歯形同士のかみ合いでは、ギヤ対の中心間距離が変化してもTEが全く発生しないことは周知の事実である。このフェースギヤ歯面上に導出したかみ合い進行方向線は、実はフェースギヤにおける3次元インボリュート曲線だったのである。そして、このかみ合い進行方向線は、現在は特許2010-236667号として登録されている。

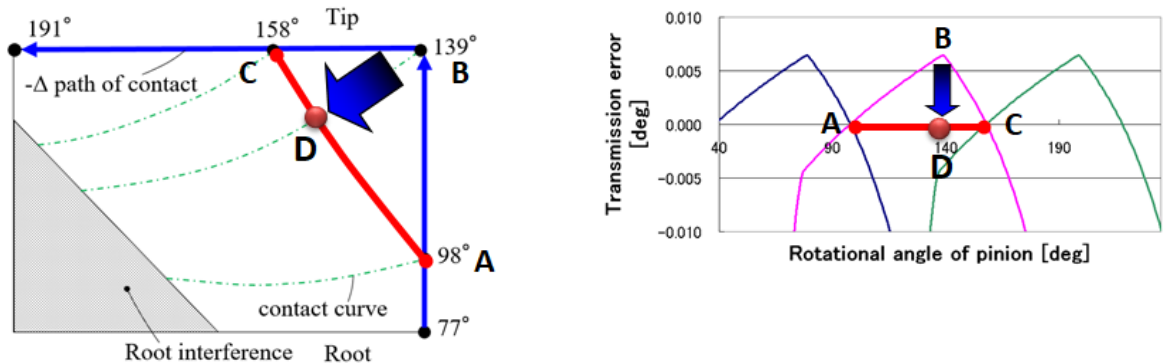


Fig. 3.5 TEが発生しないかみ合い進行方向線の導出

この線は、現在シマノでは完全に数式として定義されている<sup>(1)</sup>。数式が示すものはピニオンとフェースギヤが等速でかみ合う線という意味であり、この数式からもかみ合い進行方向線はギヤフィーリングを向上させる、つまりかみ合い振動がゼロになる線であることが確認できている。

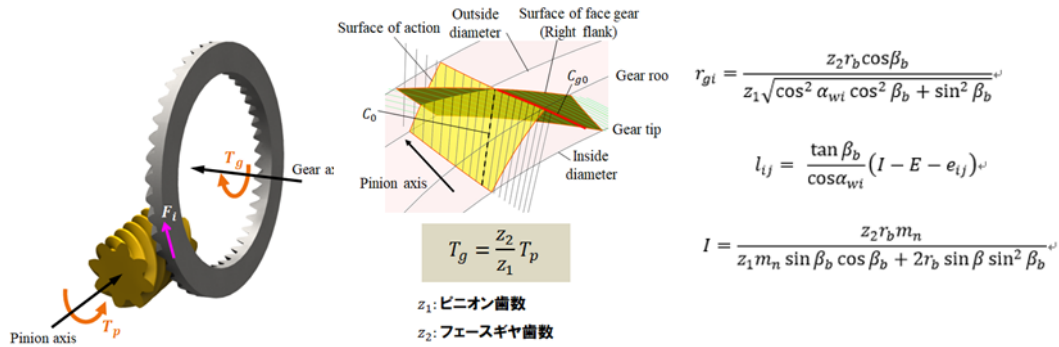


Fig. 3.6 フェースギヤ歯面方程式

この特殊なかみ合い進行方向線を搭載したフェースギヤは、SR-3D (Shimano Reliance 3D gear) ギヤ (図 3-7) として 2004 年発売のスピニングリール最上位機種 STELLA に搭載され、競合メーカーの追い上げを再度引き離すことに貢献している。特に、組立ラインでのワッシャ調整による再組立てが激減し、出荷時のギヤフィーリングも安定した。3R-3D ギヤは、フェースギヤの理論歯面上にこの線を設定し、この線以外ではかみ合わないよう歯面修整を施した 3D クラウニングギヤ (図 3-8) と言える。

3次元解析を進化させ、ギアとギアの噛み合わせに理想形を追求。

■SR-3Dギア



回転運動の要点であり、スピニングリールの心臓部ともいえるマスターギア。交差するピニオンギアへの力の伝達をいかにスムーズに行えるかで、リールの回転性能やギアの耐久性が運命づけられます。シマノは以前より、マスターギアの大口径化を進めるとともに、刻一刻変化する噛み合わせの1コマ1コマを3次元解析し、理想の歯形状を追求してきました。「SR-3Dギア」は、その蓄積されたノウハウをもとに、噛み合う歯面のスイートゾーンを飛躍的に拡大。たとえ磨耗した

場合でも、理想の噛み合いが持続するよう進化させました。数値や理論上の解析結果に留まらず、人間が感性でとらえる「しっとり感」もシマノリールにとっては不可欠な要素です。「SR-3Dギア」は、高度なパワー伝達効率を誇るSuper SHIPをさらに磨き上げ、ステラに究極の滑らかさを実現しました。

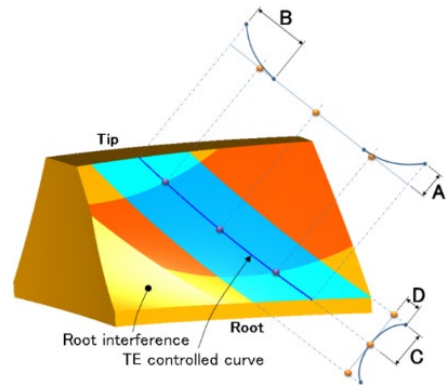


Fig. 3-7 SR-3D ギヤ

Fig. 3-8 3D クラウニングギヤ

この歯面の開発には大きく3つのポイントがある。一つ目は、かみ合い状態を3D-CADでシミュレーションしたことである。実物ではなく3D-CADでサブミクロンの単位まで詳細に検証することで、接触状態とTE波形の関係性を知ることができたのが大きい。二つ目は、ノイズである。ワッシャ調整量をノイズとしたことで、組立にロバストなギヤを開発できている。ここで不思議なのが、ワッシャ調整にロバストなギヤを開発したにもかかわらず、この開発したギヤは、リール筐体の寸法精度などあらゆる組立誤差の影響に対してロバストになっていることである。すべてに当てはまる訳ではないが、これは、ノイズを考慮した設計の有効性を実感することができる事例の一つとと思っている。インボリュート曲線を有する歯形は、かみ合い位置の変化(中心間距離の変化)や軸の傾きにロバストとなる。このかみ合い進行方向線は3次元インボリュート曲線であり、これがあらゆる組立誤差の影響を受けなかった理由と推測されている。三つ目は、開発環境である。競合の追い上げという状況により、私はギヤ開発に専念できる環境で黙々と愚直にデータを蓄積することができている。この時、社長から「いいギヤを創ってくれ!」という単純で明確なミッションを与えられ、これを実現するために当時の私の上司は、周りからの圧力に対して大きな壁となり私

を守ってくれ、そしてあらゆる環境を用意してくれている。今こんな環境では仕事ができないので、当時の上司には感謝しかない。

そして、2004年のHAGANEギヤの開発へと続いていく。

#### 4. 参考文献

- (1) Ikebukuro, S. and Inoue, T., Derivation of theoretical surface of action and tooth flank of face gear from force equilibrium conditions, The JSME Mechanical Engineering Congress, Japan (2019), S11203.

### Closer to Nature, Closer to People



**SHIMANO**

以上



## ロバストパラメータ設計の真意（４）－確認実験の真意－

### The truth of Robust Parameter Design (RPD)

関西品質工学研究会 顧問 太田 勝之

RPD の真意(1) (2) (3)にて、以下の真意を説明してきた。

- RPD の真意(1)にて、SN 比は評価者が「想定したノイズでの安定性の指標」でしかないこと。
- RPD の真意(2)にて、「想定外のノイズに対する安定性には交互作用が必要」であり、どの因子の水準を変化させても特性値が変化しなければ、想定外のノイズに対しても安定な条件であること。
- RPD の真意(3)にて、RPD の真意(2)で説明した条件を選ぶには、直交表が大きな役割を果たしていること。

今回、通常の RPD の手順の中で、直交実験の後に実施する「確認実験」について考察する。ここまでに SN 比の特徴、直交表の役割を数式や事例で示した内容から自ずと導かれる結論であり、確認実験の持つ意味を再確認していく。

#### 4 確認実験の真意

##### 4.1 SN 比と感度の要因効果図

通常の RPD では、ノイズを与えた直交表による実験後に、SN 比と感度（平均値や傾き）の要因効果図を得て、最適条件を選択に用いる。（SN 比や感度の数式については、別の機会に検証する）

これまで述べてきたように、各実験での SN 比は想定したノイズでの評価であるが、直交表から得られた要因効果図は制御因子の水準を変化バラツキに対する安定性も評価されているため、RPD の真意(3)で述べたように、直交表実験で得られた要因効果図で利得が高くなる水準は「想定外のノイズ」に対しても高い利得が得られる可能性が高いことを意味している。

##### SN 比の要因効果図：

RPD の真意(1)の「ノイズ因子の設定による違いの検証」で示したように、「想定外のノイズ」と「想定したノイズ」を考慮したものであるが、「想定したノイズ」に重きを置いた指標となっている。ゼロ望目以外の SN 比の数式には「感度」も考慮されている。つまり「想定したノイズで調整した感度」と考えるのが良い。望目特性では、バラツキが同じであれば感度が高い方が良い。

田口も「大きな直交表ではノイズは不要」と言うっており、SN 比は直交表で取り上げる因子数（自由度）の不足を補う役割である。

SN 比は「想定したノイズ」を強く重視している指標であるため、ノイズ設定の正しさが技術者に求められる。ノイズは大きく取った方が良くと考え、有り得ない水準でノイズを取ることは問題である。技術者には正しいノイズがわからないから市場で問題が起きるのであり、SN 比の要因効果図を過信してはならない。

### 感度（平均値や傾き）の要因効果図：

RPD の真意(3) で示したように、直交表の効果により制御因子の水準を変化させた結果であり、「想定外のノイズ」に対する安定性の指標である。（感度は対数を取らず真数で評価すべきで、これは別の機会に検証する）

「想定したノイズ」も制御因子の変化であり、の影響は直積実験での平均値として、他の制御因子の水準の変化と対等に含まれる。つまり「想定外のノイズ」と「想定したノイズ」に強く、しかも「感度」が高くなる水準を意味する。望小特性では、「感度」が低くなる水準を選べばよく、平均値が小さくなればバラツキは小さくなる。望大特性では、「感度」は想定外のノイズに対して強く、しかも高い方が良いので平均値が高い水準を選べばよい。

### 4.2 最適水準の選択と効果の推定

要因効果図から SN 比が最も高くなる、若しくは感度が高くなる水準を選択する。同時に、要因効果図で示される主効果の大きさから、複数の因子の選択した水準での利得を合計することによって得られる推定値を算出する。

RPD の目的が直近の課題解決であれば、示された課題に対応するノイズ「技術者が想定したノイズ」に強くすることが優先なので、SN 比の要因効果図を優先して選ぶことになる。

RPD の目的が技術開発など、「想定外のノイズ」に対する安定性の研究である場合、感度の要因効果図を優先して選ぶのが良い。当然、「想定外のノイズ」に安定した条件であれば、「技術者が想定したノイズ」に対しても安定しているはずである。感度と SN 比の要因効果図は傾向が似通ったものになりやすい。

「想定外のノイズ」に対する安定性を、「想定したノイズ」でチェックすることが、確認実験での SN 比の役割である。例えば、感度優先で水準を選択した時、SN 比の推定値が最適条件より比較条件の方が良くなった場合は再考する必要がある。この場合、SN 比と感度の要因効果図の傾向が異なることが多く、それは「想定したノイズ」を重視するかどうかの違いが現れている。直近の課題解決が主目的なのか、技術開発が主目的なのかで検討することになる。

仮に選んだ最適条件で SN 比の主効果による推定値が現行条件を下回った場合は、水準選択を見直すべきである。

連続値で 3 水準以上の因子の要因効果図では、その水準を昇順または降順に並べた場合に、右上がりや右下がりのようにならず、「山谷」と呼ばれる上下の振幅を示すことがある。田口は「連続値の水準の場合、最適条件は常に端」と言っていたが、最良となる領域は技術的な限界点であり、それ以上は制御因子の水準を変えても改善できない、つまり安定した領域であることが多いという意味で、パラメータ設計ではそのような条件を探すことが目的だからである。

「山谷」があるのは RPD の真意(2)にて示したように、安定性の改善のために交互作用を含むシステムを選んでいるのだから当然であり、感度、SN 比とも最大となる水準を慎重に選択する。

### 4.3 感度の調整 (チューニング)

望み特性のように目標値がある場合、予め想定する調整因子を信号因子として解析を行うのが良い。調整因子を決めず制御因子で調整する場合は、1 因子を用いて調整を行う。2 因子以上を変えることは、交互作用を含んだ要因効果図なので、推定値は不正確であり、交互作用を利用した改善なので安定性も損なわれる可能性が高くなる。

技術課題の多くは望大特性または望小特性であり、望大特性の場合は要因効果図の水準毎の工程平均が高ければ、「想定外のノイズ」に安定して高い特性値が得られることを示している。望大特性はダメだという方がいるが、SN 比自体は望大特性である。(望大特性 SN 比の再現性が低い理由は、その数式に問題がある)

### 4.4 確認実験

選択した最適水準と現行水準にて、確認実験を実施する。

選択した最適水準条件の組み合わせは、直交実験にたまたま含まれていることはまれで、実験を行っていないのだから実施してみるのは当たり前である。直交実験とは時期も場も変わっていることが多く、比較のため現行条件も同時に行う。場が変わるという不特定な外乱があったとしても最適条件が現行条件より優れていることが重要である。これが確認実験の目的である。

これまでの検証で安定性の改善は交互作用の利用であるため、確認実験の目的は、主効果を上回るような大きすぎる交互作用で、不安定なピークを選んでいないかを確認のためである。

現行条件は制御因子間の交互作用が大きい状態で、最適条件はその交互作用が小さくなっている状態 (になっていることを期待) なので、この 2 条件間の交互作用は有っても構わないし、それを調べても意味がない。最終的に最適条件は固定するはずだから。

### 4.5 再現性

確認実験の結果、場が変わったとしても最適条件が SN 比、感度共に現行条件より改善していれば、実験は成功したといえる。シミュレーション実験では場が変わる影響は無いが、実実験では環境や装置などの場の変化の影響がありえる。これらも制御因子 (実験で取り上げてないものも含む) の変化によるもので意図的に場を変えることは、安定性のより厳しい確認となる。したがって最適条件は場が変わっても変化が小さいはずであるし、現行条件は場が変われば変化が大きくなっているはずである。

最適条件と現行条件の利得差が主効果からの推定値と一致するかどうかを再現性と呼び、実験の成功を判断している。

シミュレーションでは、直交実験と確認実験では場は変わることはないので、より再現しやすいため、利得差だけでなく絶対値も合う必要がある。

#### 再現性の確認事項：

1. 最適条件の方は場が変わっても変化が小さいはずで、絶対値の一致が望ましい。現行条件は不安定なので絶対値は再現しない。利得差も現行条件の不安定さがあるため一致するとは限らないが、実験のまずさの検出の点で一致は望ましい。(一致は要因効果図の信頼性ではない)
2. 技術者が想定したノイズに対してすら改善できなければ、想定外のノイズに対しても改善できていないなので、少しでも現行より良いことが重要である。  
田口が言った「推定と確認の利得差の誤差の目安は $\pm 3\text{db}$ 以内」は、交互作用や実験誤差を見越しての目安だが、推定で $+1\text{db}$  となり、確認実験で $-2\text{db}$  の利得でも $\pm 3\text{db}$  以内になってしまう。目安は比率にした方が良い。
3. 実験誤差の影響が予見される場合は、確認実験においても繰り返しの追加は有効である。場を変えた追加の方がより望ましい。また、実験誤差は予め見積もっておく方が良い。

#### 4.6 実験誤差に対する注意

シミュレーション実験ではあまり実験誤差は問題にならないが、直交実験では複数回の実験結果から各主効果を求めているが、確認実験は基本的に繰り返し 1 回の実験なので、実験誤差には注意を払う必要がある。実験誤差により、たまたま再現したり、再現しなかったりすることもあり、再現性の判定には注意が必要である。実験誤差には「不作為なノイズによる変動」(制御因子の水準設定の不正確さや意図しないノイズによる変化)と「計測誤差による変動」(繰り返しや計測機器による計測値の変化)があり、前者は直交実験では消極的ながら想定外のランダムなノイズとして扱うことができるが確認実験では好ましくない。後者の計測誤差は小さい方が確認実験、直交実験ともに結果精度や効率化には良く、事前にその大きさの把握や改善は行うべきである。これら実験誤差は、感度よりも SN 比に影響を多く与える。

#### 4.7 許容差設計の必要性

RPD の真意(2)にて、パラメータ設計で最適化すると要因効果図が変わることを示した。つまり、パラメータ設計で得られた要因効果図は、最適条件での正しい要因効果図ではない。

技術情報として、最適化後の正しい要因効果図を得るためには「許容差設計」の手順を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 田口玄一・横山巽子：ベーシックオンライン品質工学（日本規格協会,2007）
- 2) 田口玄一：第3版 実験計画法（丸善,1995）

# ニューラルネットワーク／深層学習の性質 –MT法との対比として–

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))

## 0. 概要

深層学習は、人工知能 (AI) 技術の一つであり、3層構造のニューラルネットワーク (ANN) をさらに多層化して高度なパターン認識能力を持たせることができる。筆者は過去に紙幣識別の研究を通じて ANN の特性を調べ、ANN がデジタル技術でありながら、人間のアナログ的な性質も備える点に注目した。すなわち、融通が利かない、あるいは慌て者やじっくり型の ANN が生成されることがある。MT 法では一通りの性質しか持たないことと対照的である。

また深層学習では、パターン認識の際に自動的に特徴を抽出するが、MT 法では手作業で特徴を決める必要がある。ひと手間が必要な代わりに、異常時には原因を分析しやすいという利点がある。このため、特に技術的な課題においては MT 法が適していることが多い。現在は Python などの開発ツールを用いて両方の手法を活用することが容易であるため、両者の特性を理解し、状況に応じて適切に使い分けることが重要である。

## 1. はじめに

「深層学習 (ディープラーニング)」は、人工知能 (AI) を実現するための技術の一つで、3層構造のニューラルネットワーク (ANN) をさらに多層化したものである。この多層構造により、深層学習は ANN の基本的な性質を引き継いでいる。筆者は 1993 年に品質工学フォーラム発表大会で「ニューラルネットワークを用いた紙幣識別に関する研究」を発表し、その過程で ANN がデジタル技術でありながら、人間に似たアナログ的な性質を持つことに気づいた。

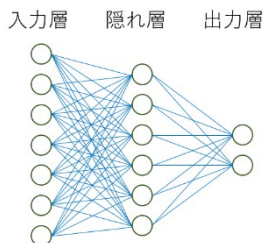
なお、この発表の際にステージから一番近くの席に居られた田口玄一博士から「パターンをやるなら、ぜひマハラノビス距離を使ってください」と言われ、直後から調べ始めた。そして、同じ課題に適用した場合の判定特性の相違を感じた。

## 2. 三層ニューラルネットワークと深層学習の構造

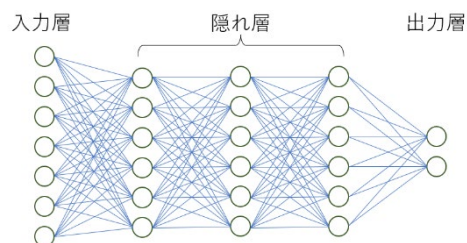
まず、3層構造の ANN と 4層以上の深層学習の構造相違について触れたい。

両者は図のような構造であり、3層構造の ANN は 1980 年代に大きなブームとなった。入力層と出力層に既知データ (教師データ) を与えると、各層間にある疑似脳細胞間の結合強度が変化し、パターンを学習する。結合強度の変化、すなわち学習はバックプロパゲーション (逆伝播) と呼ばれる数理による繰り返し計算により遂行される。

隠れ層の数を増やすことで、さらに多くの情報を学習できることが期待されたが、2010年頃まで適切な計算方法が見つからなかった。しかし、ついにその計算方法が見つかり、隠れ層の数はいくらかでも拡張することができるようになったのである。



三層ニューラルネットワーク



多層ニューラルネットワーク:深層学習

### 3. ニューラルネットワークの人間的な性質

あなたが家族から『お風呂を沸かしているので、ちょっと見てきてください』と言われた場合、どのように行動するだろうか。おそらく、湯船のお湯の量や温度を確認し、十分だと判断したら蛇口を閉め、加熱を止めるはずである。しかし、世の中には『お風呂を見ただけ』『お湯がどうなっているかは確認しない』で終わってしまう人も居るようである。

実は、このような『柔軟性のない』人工知能 (AI) が生まれることもある。過学習と呼ばれる『学習のしすぎ』によって、こうしたAIが作られることが多い。

勉強ばかりして、学校の成績は良いが社会に出たときに困るということは、昔も今もあるだろう。私たちは、勉強や仕事ばかりせず適切に遊びにも時間を割くべきということを、ANNは教えてくれているかもしれない。

現在のANN (深層学習) は、過学習が発生しない工夫が凝らされているはずだが、そのための条件自体は人間が決めているので、柔軟性のないAIができる心配がゼロではないはずである。

このほか、筆者がANNを操作して感じた人間くささとして、以下がある。

- ・そそっかしい性質もじっくり型の性質も生成される
- ・物覚えの速い (学習速度が速い) ものほど、そそっかしい結果を出す

### 4. 汎用性と汎化性

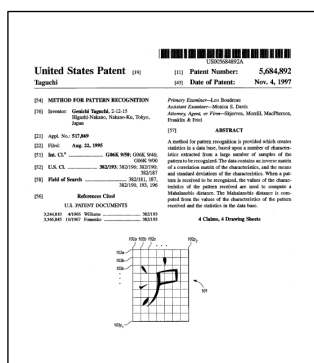
品質工学では『汎用性』という言葉が、先行性、再現性と併せてよく使われる。AIにおいて、汎用性に似た概念として『汎化性』がある。汎化性とは、頭の柔らかさのような特性で、たとえば学習したパターンと本質が似ていればそのパターンだと判定する能力である。逆に頭が固く、少しでも異なれば「違う！」と主張するAIは汎化性が低いと言う。そして、汎化性の無いAIは多くは過学習すなわち「勉強し過ぎ」で生成される。

品質工学における汎用性とは、得た結果を広く他の製品にも使えるなどの拡張性である。ただ、単に拡張性だけを意味する訳ではなく、他の製品に適用しても機能が安定発揮されるとか、耐久性があるなども満たされるなどの意味も含まれる。

汎用性はさまざまな用途に利用可能な広さを持つ意味であり、汎化性は学習した結果に関する柔軟性を意味する。

## 5. 特徴抽出は誰が行うか

MT システムでは生データのままでなく、特徴化を必要とすることが多い。例えば文字や波形であれば、微分・積分特性（変化量・存在量）という特徴量を抽出する。図は田口博士が1995年に提案した特徴化に関する図である。この図は米国で特許出願をした際に用いた。特許については、田口がいたずら心で出願したもので、日本よりはるかに早いと言われる審査期間を試したかったそうで、実際に1年少しで権利化されたようである。因みにここで例として用いられた「沪」という文字は「上海」を意味するそうである。特許を作成したのが台湾出身の呉玉印氏だったからである。



田口博士の米国特許

微分・積分特性は汎用性がある。パターン認識では、さまざまな特徴化技術が考案されている。文字認識の場合であれば、たとえば横線・縦線（ほぼ横線・横線を含む）の長さや、他と繋がっていない独立した部位の数（「沪」であれば、5）のような、苦し紛れの特徴化もある。それに対して、微分・積分特性はどのような文字パターンについても適用が可能で、実際に高い効果がある。

さて深層学習では特徴抽出はどうかと言えば、自動的に実行される。猫の画像を何万枚も学習すると、ネットワークの最終層に「猫とはこのような特徴を持つ」という情報が析出することはかつて話題となった。猫以外に人間の特徴画像なども公開された。



深層学習が捉えた猫の特徴

このような深層学習の機能は素晴らしいが、果たして技術問題においてはどうか。筆者は、文字認識を対象に MT 法と深層学習の比較を試みたことがある。その結果、微分・積分特性と MT 法を用いる方が、メリハリのある認識結果を得られた。さらに、結果の原因診断をすると、MT 法では理解可能な結果となり、深層学習では理解困難な結果となった。

結果のみを得たい課題については深層学習も強力だが、判定理由を確認したい場合には MT 法の方が技術者には使いやすいと言える。その理由は、深層学習は人工物であり情報処理が人間の脳とは全く異なるからである。飛行機と鳥の飛行原理の違いとも言えよう。技術課題では、原因が温度なのか圧力なのか、あるいは温度と圧力のバランスなのかを知る必要があり、MT 法ではそれが分かるが、深層学習の処理過程がブラックボックスなのでほとんど不明である。

## 6. まとめ

本稿では深層学習の特性を中心に記載したが、どうしても MT の利点を強調した結果となった。現在は Python など、誰にも容易にプログラム作成できる環境が揃っている。Python は特に深層学習を始めとする機械学習に向いており、もちろん MT 法も作成できる<sup>(\*)</sup>。読者には、可能であれば深層学習と MT 法の性質比較を試みてほしい。技術者にとって、いずれの方法も開発に役立つべき日が必ず訪れるし、AI の適材適所を判断する上で有益であろう。

(\*)MT 法のソフトを作成する場合には、標準偏差は母集団全体を対象とする式 (Excel では STDEV) を使用する。これは、単位データのマハラノビス距離 (MD) の平均を 1 とするためである。



## 一石三鳥（QCDの同時達成）の品質工学

関西品質工学研究会顧問 原 和彦

品質工学は田口玄一博士によって創始され、技術に求められる要件を効率的に実現していくための技術的な方法論として研究開発されてきた。品質工学はアメリカでは「タグチメソッド」と呼ばれ世界的に評価されている。まず、開発設計段階で管理者や技術者に求められる要件は、「開発期間の短縮」と「市場クレームの撲滅」と「商品の低コスト化」の三つの課題を同時に克服することである。

### ① 市場クレームを撲滅するには(Quality)

市場におけるクレームを撲滅するためには、設計段階においてお客様の使用環境条件や商品の劣化ノイズに対して頑健であることが大切である。このように、頑健性の高い設計のことを英語では「ロバスト設計 (Robust Design)」という。

### ② コストを低減するには (Cost)

商品のコストを削減するためには、CAE を活用して試作レス・試験レスで「ばらつきを削減して」品質改善の成果をコスト改善に還元すると同時に、開発期間の短縮で開発コストを削減することが大切である。

### ③ 開発期間を短縮するには (Delivery)

要素技術や製造技術の「機能性の評価とパラメータ設計」で汎用性と再現性の高い技術開発を先行して、商品設計では、それらの技術を活用して「技術の編集設計」を効率的に行うことが大切である。

実際、次世代光磁気ディスクの開発では、多層（6層）の磁性膜の製造工程のロバスト設計で、データの書き込み度が従来の MO の約 1/2 と速くなり、さらに低コストの部品でロバスト設計を行い、約 1/2 のコスト低減に成功した。また、開発期間の短縮（従来 6 年以上の開発期間が必要であったものが 3 年で開発を完了）や無駄な試験の削減で間接コストの大幅な削減を実現することに成功したとの報告がなされている。また、自動車産業でも、燃料噴射機構や技術進歩の早いエレクトロニクス系の制御機構にタグチメソッドを導入して、新車の開発期間短縮に成功している。

モノづくりでは、開発から販売に至る開発スピードが求められているが、Quality(品質)と Cost (コスト) と Delivery (期間) が矛盾しないように、同時に解決できるのが品質工学 (タグチメソッド) である。

以上

## 品質工学研究会 昔話（6）

### 「積極的な意見交換が研究会の身上 ～田口先生はそう言いましたが～」

関西品質工学研究会顧問 芝野 広志（TM 実践塾）

昔話（3）にも紹介したように、関西品質工学研究会では喧嘩と間違ふほど、議論が白熱することがあります。ここで紹介する昔話は、それを代表するエピソードで、ついに田口玄一先生も巻き込んだというお話です。

関西品質工学研究会は、設立当初から一年に4回のペースで田口先生に来阪いただき、ご講演とともに、会員が抱える課題や研究事例に対する指導を受けていました。研究会は月に一度のペースで開催していましたが、田口先生の指導会は3か月に一度にし、その時に集中的にテーマ指導してもらえば効率が良いし費用も少なくて済むという、いかにも大阪らしい節約志向のように見えますが、実際には当時は会員も少なかったため、予算が組めなかったのが実情でした。本当は毎月先生の講義と指導を受けたかったのです。ただその結果として、田口先生が来阪されない時の研究会は、会員同士の活発で忌憚のない意見交換ができたことも事実です。

そんな中、事件は起きました。田口先生を招聘した研究会で、いつものように会員からのテーマ説明があり、それに対する田口先生のコメントや指導を受けていたのですが、一通りの指導が終わって質疑応答の時間になった時、ある会員（Aさんとします）から、「田口先生はそう言うけれど、私はこっちのやり方がいいと思う。」という衝撃的な発言とともに、つかつかと前に出てきて、黒板に持論を展開したのです。その時に進行役をしていた私は、少しの驚きとともに、さすがやなあ、と感心したことを覚えています。

それまで田口先生の指導に対する反論を聞いたことがありません。さすがはAさん、そして関西品質工学研究会。

Aさんは持論を展開後、席に戻られたので田口先生に感想をお願いすると、「まあ、それでもいいんじゃないですか。」のひとことが、笑顔とともに帰ってきたのでした。

私は、先生が機嫌を損ねて怒りが爆発したらどうしようかと心配していたので、心底ほっとしました。

田口先生に対して堂々と持論を述べるAさんは立派ですし、それを聞いても微動だにせず、受け流してくれる田口先生も凄い。ただ、先生からはその一言以外は何のコメントも説明もなかったため、実際は少し機嫌が悪かったのではないかと考えていますが。（笑）

研究会では遠慮せず、また怖がらずにそれぞれの意見を述べて、何でも議論しましょう。そして、そのような雰囲気を作ることが大切だと思います。

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

2024年9月13日（金）に2024年度の第5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：11名）

以下の3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. 「研究開発の経済性」（顧問 岩下 幸廣）

技術開発推進に当たっては、経済性を考慮した開発シナリオの検討が必要であるが、その際のテーマの成功確率を含んだ定量的計算方法と具体的例を紹介した。それにより、研究段階で成功確率の低い革新的なテーマも研究段階で取り上げられ、革新的な製品、サービスの実用化に結び付けられる。

#### 2. 「MT法でチェックしたい2つの確認事項（なぜチェックする必要があるのか?!）」

（(有)増田技術事務所 増田 雪也）

MT法で原因診断をする際、2水準系の直交表を用いるが、項目間の交互作用についてはチェックしていない。そこで、再現性(信頼性)の確認として、どのような解析をしたらいのかを検討した。その結果、解析データを使って、簡単に再現性をチェックできることが分かった。

#### 3. 「タイトルおよび内容は会社都合により非公開」（会社都合により発表者名は非公開）

2024年10月11日（金）に2024年度の第5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2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. 「「研究」と「研究開発」は違う」（(有)増田技術事務所 増田 雪也）

「研究」と「研究開発」の違いについて紹介した。「研究」は「真理の探究」が目的であり、「研究開発」は「ものづくり」が目的である。目的が異なるから、両者の道具(手法)も異なる。適切な道具(手法)を使うことが重要である。

#### 2. 「技術の評価は品質工学（タグチメソッド）で」（日精樹脂工業（株） 新井啓太）

社内研修会で実施した内容(1)品質工学が目指す姿と目的、(2)実践に向けて、について発表した。

今後研修会をやる場合の内容として、品質工学を使ってうまくいった事例と、使わずにうまくいかなかった事例を紹介すると良いといったアドバイスをいただいた。

2024年11月18日(金)に2024年度の第7回研究会をシナノケンシ(株)(長野県上田市)にて同時開催した。(参加者:講師2名、研究会8名(事務局2名含む)、シナノケンシ26名、オンライン5名)

特別講演、パネルディスカッション、事例発表および工場見学を実施した。

#### 【特別講演】

「品質工学を実践で活かすコマツ流の挑戦」児玉 治(コマツ 開発本部業務部 主幹)、細井 光夫(コマツ コマツウェイ総合研修センター教育企画部(兼) 開発本部開発人事部主幹)「コマツ流の品質工学」の必要性とその中核をなす「技術開発の8ステップ」と「商品設計の8ステップ」を紹介いただいた。

#### 【パネルディスカッション】

以下のテーマにてパネルディスカッションを行った。

「品質工学に何を期待するのか？」

「どのように品質工学を使うと儲かるのか？」

「品質工学の普及が難しいのはなぜか？」

パネラー: 児玉 治(コマツ)、細井 光夫(コマツ)、金子 行宏(シナノケンシ(株) 代表取締役社長)、金井 孝(シナノケンシ(株) 取締役)

ファシリテーター: 臼井 弘明(シナノケンシ(株) 開発本部長)

#### 【事例発表】

「ASPINA 事例紹介」

ASPINA(シナノケンシ)での事例紹介、その中でASPINA流の品質工学の10ステップの定義紹介をした。更に、参加者それぞれの自社流の品質工学について考えて意見交換をした。

((有) 増田技術事務所 増田 雪也 記)

## ～品質工学研究会だより～

### ◆訃報◆

関西品質工学研究会創設の発起人である原 和彦氏が 2024 年 8 月 31 日に逝去されました。謹んでお悔やみ申し上げます。

### ◆追悼の言葉◆

同氏を偲び頂戴した追悼文のご紹介をいたします。

### 原 和彦 先生を悼む

長谷川技術士事務所代表（元日本大学理工学部航空宇宙工学科講師）長谷川 良子

「品質工学研究会 会員のための品質工学情報誌」のトップページを毎回、飾るのが原 和彦先生のスケッチで、実に味がある水彩画で、情報誌に花を添えていた。私も下手の横好きで絵を描くことを趣味にしているが、原先生の水彩画は構図も彩色もプロ級と感服していた。本田 宗一郎氏は絵画の腕前も知られていたが、原先生も一流の技術者であり芸術家であったといえよう。

大分前のことになるが、第 1 回横幹連合コンファレンスが 2005 年 11 月 25, 26 日に JA 長野県ビルで開催された。品質工学会から派遣されたのは原 和彦先生、芝野 広志氏と私だった。大会場で原先生は手を挙げ、「品質工学会では MT システムを使って地震を予測するという斬新的な研究を行っている」と熱っぽく発言された。どんなところでも信念をもって品質工学のすばらしさを伝えようとされていたのだと思う。

コロナ前までは年 1 回の品質工学会 研究発表大会で顔を合わせるくらいでしたが、その軽妙な語り口の中に、深い人間愛を感じていた。

心から原 和彦先生のご冥福をお祈り申し上げます。

### 原さんとの出会い、付き合い、そして別れ

関西品質工学研究会顧問 芝野 広志

#### 1. 原さんとの出会い

原さんとの出会いは 1992 年 8 月の中部品質工学研究会である。当時は中部品質管理協会の会議室で毎月第一土曜日、田口玄一先生を招聘して開催されていた。原さんは毎回田口先生に一番近い席に陣取り、活発に発言されていたが、よくしゃべる人やなあ、というのが私の最初の印象であり、その印象は最後まで変わらなかった。

#### 2. 関西品質工学研究会の立ち上げ

原さんが会社を定年退職するのをきっかけに、関西品質工学研究会を設立する動きが始まり、私も設立準備会の一員として、研究会立ち上げの活動に参加。品質工学フォーラムの設立と時期を同じくして、関西品質工学研究会も大阪を拠点に活動を開始。原さんは初代会長を 8 年間つとめられた。

それ以後、会長は 8 年間務めるといふ悪い流れが続いている。

### 3. 原さんの武勇伝

原さんの武勇伝として最高のエピソードは、ロケットの打ち上げ失敗を繰り返していた当時の JAXA 幹部に意見具申し、品質工学の有効性を理解させたことである。事実それ以後、打ち上げの失敗は激減している。原さんも JAXA も偉い。その会合であるが、同席した研究会のメンバーによると、極めて冷静に意見交換していたとのこと。それを聞いて安心したことを記憶している。

### 4. 原さんの特技

原さんの特技と言えば、ゴルフと水彩画である。特に水彩画の腕前は素晴らしく、百貨店で個展を開くほど、私も見に行った。奥様のお話では、旅行先で気に入った場所を見つけると、必ず絵をかいていたとのこと。そう言えば、企業交流会で訪れた先々でもスケッチしていたなあ。原さんの HP には多くの作品が保存されている。どれも見事な出来栄である。ゴルフは上手い、と自分で言っていたが、誰も一緒にプレーしたことが無く、実際のところは？である。心残りができてしまった。

### 5. 原さんとの別れ

5月の合同研究会にはリモート参加されていたので、まさか9月に別れが来るとは思わなかった。研究会の会則に則り、弔慰金をご自宅に郵送。奥様から届いたお礼状が、原さんの人柄をしのばせる内容であったので、抜粋して紹介する。なお、奥様の承諾は得ている。

定年間近から田口先生、矢野先生に巡り逢えて品質工学を知り、足が弱ってからは関西の研究会への出席も困難になってしまいましたが、生涯、品質工学一筋、“極道と道楽”の日々は何よりの幸せでございました。只今は、ほんまもんの仏様になるべく修行している事と存じます。品が悪く、皆様には本当にご迷惑ばかりおかけした事と存じます。本当に世話になり有難うございました。皆様のさらなるご活躍をお祈り申し上げます。

原さんの品質工学への思いはご家族に浸透し、さらにお寺のお坊さんやケアマネジャーにまで品質工学の話がされていたとのこと。さすがですが、ご家族の皆さんは大変だったことでしょう。でも、原さんの棺には、たくさんの花と共に品質工学会誌の最新号が入っていました。今頃は、ほんまもんの仏様になって、極楽で品質工学の講義をしていることでしょう。

合掌

# 原さんとの思い出



中部品質工学研究会の合宿で（前列左から 2 人目）



機械学会より表彰



関西研究会の合宿で田口伸さんと



関西研究会合宿で（前列右から 3 人目）



QE シンポ in 京都で ITEQ 井上さんと一緒に



手島さんと一緒に



関西品質工学研究会 25 周年（前列左から 4 人目）



松浦機械での企業交流会後に東尋坊でスケッチする原さん



## ◆関西品質工学研究会からのお知らせ◆

### 1. 品質工学シンポジウム2024を開催しました。

2024年10月4日(金)にて品質工学シンポジウム2024を日刊工業新聞社西本支社10階会議室+Teamsの併催し、延べ110名もの方々にご参加いただいた。

今年のテーマは「品質工学の本質を探る」と称し、品質工学会副会長である浜田和孝氏による基調講演ならびに日産自動車(株)小林義弘氏&マツダ(株)佐伯千春氏による招待発表+中部・関西・広島各研究会よりそれぞれ発表いただき、熱い議論が交わされました。



### 2. 関西品質工学研究会 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 ・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	¥5,000	・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	¥2,000	・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

#### ■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  
または半期毎(1月~6月及び7月~12月)分割払いのどちらかを選択可

#### ■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います。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、この機会に開催のご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 PDSA 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

## ◆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下記品質工学情報誌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、下記担当宛てお問合せ下さい。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](mailto:tm-shibano@tmjissen.com)

江平 敏治 : [toshiharu.ehira@iteq.co.jp](mailto:toshiharu.ehira@iteq.co.jp)

### 【品質工学情報誌 2024 年春号差し替えのご連絡】

2024 年 3 月 8 日に送付の品質工学情報誌 2024 春号にてご投稿者様の再検証により一部貼付グラフに誤りがあり、原稿を修正いたしました。

修正後の資料は関西品質工学研究会のホームページにアップしておりますので、必要な方は下記にアクセスのうえ、ダウンロードいただくようお願いいたします。

アクセス先：[品質工学情報誌 - 関西品質工学研究会 \(jimdofree.com\)](http://jimdofree.com)

※ダウンロードされた資料は各々ご自由にご活用ください。

以上