

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～



2023 年秋号（創刊号）

### <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」創刊にあたって P. 3  
 関西品質工学研究会会長 鐵見 太郎（三菱電機（株））
2. ほんまもんの技術者とは（1） P. 3, 4  
 1) 胆識を持った技術者であれ  
 2) あるべき姿、ありたい姿を考える技術者であれ  
 3) システムの創造ができる技術者であれ  
 関西品質工学研究会顧問 原 和彦
3. 品質工学研究会 昔話（1） P. 5  
 「木を見て森を見ず」 養豚の基本機能  
 関西品質工学研究会顧問 芝野 広志（TM 実践塾）
4. MT システムと深層学習 P. 6～11  
 1. 機械学習・人工知能の定義  
 2. ものづくりにおける MT 法と深層学習の特性  
 3. 構造や特性の違い  
   3.1 MT 法の構造  
   3.2 深層学習の構造  
   3.3 ホワイトボックスとブラックボックス  
   3.4 特性の違い  
     (1) 学習データ（教師データ）  
     (2) 異常に対する感度  
     (3) 異常原因の診断  
 4. 微分特性、積分特性という特徴量の提案  
 5. 事例  
   5.1 アルミダイキャスト製品の外観検査  
   5.2 電力デマンドの推定  
 6. おわりに  
 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. 長野県品質工学研究会 研究会活動記録 P. 12～14  
 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）
6. 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. 15, 16  
 1. 合宿研究会開催のご報告  
 2. 品質工学シンポジウム2023開催のご案内  
 3. 関西品質工学研究会 会員募集のご案内
- ◆長野県品質工学研究会からのお知らせ◆ P. 17～20  
 1. 長野県品質工学研究会の概要
- ◆公開セミナー情報（有限会社アイテックインターナショナル）◆ P. 21  
 1. 実践！FMEA／FTAオンサイトセミナー（名古屋開催）  
 2. 品質工学の4大手法実践基礎オンラインセミナー
- ◆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」創刊にあたって

関西品質工学研究会会長 鐵見 太郎（三菱電機（株））

「品質工学研究会」の存在目的は何でしょうか。様々な立場の方がおられるので押し付けるつもりはありませんが、会員や会員企業への有益な情報を提供することにより良い社会の実現に貢献する事と私は考えています。

では、思うような貢献ができているのでしょうか。これも私個人の見解ですが、不十分で、田口玄一博士の活動停止後、弱体化し続けているように思えてなりません。

では、世の中が変化してしまい、もう品質工学は用済みなののでしょうか。そんなことはありません。ただ、品質工学の世界でよく使われているツールと手順だけで解ける問題は少ないように思います。

私の職場の場合、業務プロセス改善を伴わないと余分な手間が増えるだけです。当たり前のことですが、品質工学の世界からのプロセス改善に重点を置いた情報発信をほとんど見た覚えがありません。社会への貢献度を上げるには、このようなことを加味した情報発信が必要だと思ふ次第です。個人的な思いで恐縮ですが、この手の、企業や社会が今欲している情報を発信できればと思います。

本来、このような情報発信は品質工学会誌の役どころかもしれません。ただ、学会誌は品質工学会員のところには届きません。地方研究会には非学会員も少なくありません。より多くの方が気軽に手にすることができる媒体としてこの情報誌を皆さんと一緒に育てていきたいと考えています。

2023年9月吉日

## ほんまもんの技術者とは（1）

関西品質工学研究会顧問 原 和彦

NHKの朝ドラで「ほんまもん」という料理の達人のドラマがありましたが、私は大変好きな言葉です。また、「技術者の在り方を巡って」というテーマで、私と滋賀品質工学研究会の数人のメンバーが討論したことがありました。ここでも、相当深く突っ込んで技術者の在り方を議論しています。

最近では企業の不祥事が相次いで起こっていますが、経営者をはじめ責任者の方の多くがサラリーマン化して、企業人の目的を喪失した責任逃れの姿は呆れるばかりです。“問題とは理想と現実の差である”と昔から言われていますが、従来は問題の大きさを評価する適当な方法がなかったため、問題が起こる度に「もぐら叩き」を繰り返してきたのです。先日も企業の技術指導に行きましたが、目先の問題をいかにして潰すかで頭を悩ませているのです。それでも品質工学を少し勉強されていて、望小特性を用いた古典的実験計画法でL16直交表を使い、問題を解決しようとしていたのです。管理技術（SQC、VE、実験計画法、多変量解析、信頼性工学など）やシミュレーションなど沢山の解析手法を勉強していますが、本来の目的が分からずに使っていますから、本質的な問題解決にならないのです。この点に関して言えば、品質工学でも手法だけは真似して、品質工学の考え方を理解せずに間違っただけで使われていることが多いのです。手法を使うのが目的ではなく、問題を解決するのが目的です。

そこで、私なりに考えている「ほんまもんの技術者」とは何かを、何回かに分けてお話してみたいと思います。

## 1) 胆識を持った技術者であれ

技術者が品質工学や固有技術の「知識」を学んでいても仕事で活用できないのは、活用できる「見識」にまで高まっていないためですが、いくらスキルが高くても上司の圧力に負けて従来型の仕事のやり方に戻ってしまう技術者が多いのです。上司も説得できて、周りの技術者も積極的に取り込んで品質工学を推進できるものは「胆識」のある技術者だと考えています。先日、サッカー協会の会長になられた川淵さんが心境を語られていましたが、それは“斃たおれてのち已やむ”（五経の一つ礼記からの言葉）でした。たとえ味方は少なくとも、己の道を信じて自らやりぬく情熱を持ちつづけることが、「ほんまもの技術者」の条件だと思います。

私は“道楽と極道の人生（道を楽しみ、道を極める）”を座右の銘にしています。人それぞれ生きる道は異なりますが、「何のため」とか「誰のため」を考えた生き方が大切だと思います。私の考える“道”とは、“顧客満足と地球環境保護の上にたった企業の利益追求”を第一に考える「品質工学への道」のことです。最初から企業の立場や目先の利潤追求に走ってはならないのです。この道の達人に成ったら何時死んでもよいと考えるだけの覚悟が必要です。そのためには、上司や周りの技術者を巻き込んで自己実現することが大切です。これこそが、「ほんまもの技術者」になる基本的な態度だと考えています。

## 2) あるべき姿、ありたい姿を考える技術者であれ

最近の経営者や政治家の中には、企業や国家の理想の姿を考えずに目先の問題ばかり取り上げて議論している姿が目立ちますが、技術者でも問題解決型で研究開発を行っているものが実に多いのです。

「問題とは理想と現実の差」ですから、品質工学では理想機能や目標レベルを定義して、現実との距離を縮めるための開発活動（問題の最小化）を行うわけです。その時に技術者が最も考えなければならないことは、「何のため」とか「誰のため」とかを考えることが大切だと考えています。

1. お客様が何を欲しいのか。（どんな機能や性能を期待しているのか）
2. お客様が欲しくないものは何か。（お客様の使用条件を満足しているか）
3. 地球環境保護を考えているか。（公害や廃棄物などで自然を破壊しないか）
4. その上で企業の利益の確保に努めているか

研究のための研究や設計のための設計、試験のための試験ではなく、お客様のための研究や設計、試験であって欲しいのです。技術者がもっと現場に出てお客様の声を聞きお客様の不満を聞くことが大切なのです。「顧客が満足する」ことであって、「顧客を満足させる」ことではない。

## 3) システムの創造ができる技術者であれ

事業戦略によるテーマを満足するシステムを創造することが技術者の第一の仕事ですが、最近企業を訪れて管理者の方に話を聞きますと、システムの創造ができない技術者が多いということです。今までの教育が、 $1 + 2 = 3$ という決められた一つの答えを出せば合格するという受験体制を経てきた技術者には、物まねでシステムを造り、決められた規格に合格していれば良品と考えるのも無理がないことです。彼らにとっては、たくさんのシステムの中から、機能を満足する最適なシステムを考案することは難しい作業なのです。企業では、 $\square + \circ = 3$ になるような $\square$ や $\circ$ の答えを早く出すことが要求されています。しかし、理論で説明できる範囲は限られていますから、その中に答えがないと諦めてしまう技術者が多いのです。品質工学ではシステムを創造することは出来ませんが、考案されたシステムの評価は品質工学の役割ですから、パラメータ設計で沢山のシステムを評価して最適な答えを出すことが必要なのです。次世代光磁気ディスク（LIMDOW）は、科学的に証明が出来ない領域まで広げてパラメータ設計を行い画期的なシステムを創造しました。しかし、この場合でも、科学的な見地に立って「機能」について現象解明ができることが前提です。システムを創造するのは個人技能（Artificial）や固有技術（Technology）であって、システムを評価する機能性の評価によるロバスト設計で「技術の確実性（Engineering）」を証明しなければ開発は成功しないのです。自分の専門分野はもとより、関連する技術については幅広い知識や見識があつて、目的機能を満足するシステムの選択が豊富で沢山のアイデアを創出することが必要条件の一つです。このためには「経験とセンス」を磨くことが大切です。「専門技術」と「品質工学」による評価技術は車の両輪であつて、どちらが欠けても開発は成功しないのです。

以上

## 品質工学研究会 昔話（1）

### 「木を見て森を見ず」 養豚の基本機能

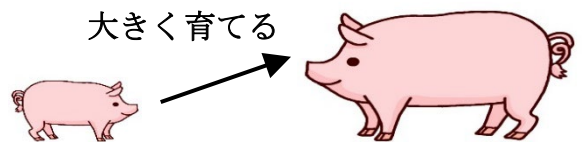
関西品質工学研究会顧問 芝野 広志 (TM 実践塾)

私と品質工学との出会いは社内研修でしたが、その時は品質工学に興味を持たず、本当に面白いと思ったのはそれから数年後、中部品質工学研究会に参加したときでした。あれから約30年、多くの研究会に参加して品質工学の面白さや有効性を学びました。その中から選りすぐりのエピソードを紹介しますので、昔話のような物語として楽しんでいただければ幸いです。

さて、皆さんは「木を見て森を見ず」という言葉をご存知だと思います。目先のことや表面の現象にとらわれて、本質的な事に気づかず、全体像を見あやまることを戒めている言葉です。若い頃の私は職場の上司や先輩から、何度もこの言葉で諭されましたが、私はその言葉の意味を理解できず、むしろ反発することが多くありました。目の前にある問題をまず解決しなければ次に進めないではないか、それが私の思いだったのです。さぞ自信過剰で生意気な社員だったことでしょう。お恥ずかしい。

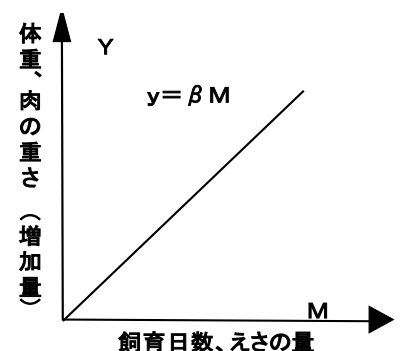
そんな私が自分の間違いに気づき、考え方を一新する事件がありました。それは養豚に関するもので、田口玄一博士が台湾で指導された事例として中部品質工学研究会でお話しされました。いまでも十分に通用する事例なので、昔話の一つとして、皆さんに紹介したいと思います。

その当時、台湾の養豚業界は豚の排泄物処理に苦慮していました。排泄物は丁寧に処理しないと異臭が発生し、近隣の住民から苦情が出ます。しかし、丁寧な処理はコストがかかり、業者の負担が増加します。この難しい問題に対して田口博士は、排泄物の処理方法を考えるのではなく、豚を短期間で大きく育てる事を第一に考えるべきと指摘されました。一見すると、見間違いで悠長な指導のようですから、問題を提起した担当者はさぞ驚いたことでしょう。しかし、これは基本機能を改善することの重要性を指導されているのです。養豚の基本機能は考えていますか？排泄物を処理することが、養豚の基本機能ではありませんよねと。



養豚全体を森とすれば、排泄物問題は一本の木です。豚を短期間で大きく育てることは養豚業の本質であり、森全体を豊かにし、排泄物問題を含めた多くの木（コストダウン、納期短縮、生産量増加など）が育ちます。しかし、その逆はない。一本の木だけを育てようとする、むしろ森全体には悪影響を及ぼすことが多いのです。排泄物問題を解決しても豚の生産量は変わらず、納期も短縮できませんし、コストはアップする可能性が大きい。ある問題の解決策が新たな問題を引き起こす、いわゆるモグラたたきです。これを回避するために、品質工学では基本機能の改善を優先することを推奨しているのです。我々は日常の業務で様々な問題に遭遇し、早急な対処を迫られますが、目の前の木にとらわれず、森全体を見ることを心がければ、これまでとは一味違った本質的な解決策が見えてくると思います。

ちなみに、そのときの中部品質工学研究会では、養豚の基本機能を右記のように定義しました。皆さんならどのように定義されますか？研究会でも検討してみてください。



以上



## MT システムと深層学習

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））

「世の中のパターン認識技術は、MT かそれ以外かの時代になる」とは、MT システムの存在感が定着してきた 2000 年頃に田口玄一博士が述べたことである。それから二十数年が経過した今日、3 層構造のニューラルネットワークから発展した深層学習が膨大かつ複雑なデータを扱う能力を持つようになり、ChatGPT などの応用技術も生まれている。しかし、ものづくりの現場では軽快で異常時の原因診断が可能な MT システムの適用例も多い。

本稿では、MT システムと深層学習の共通点や違いについて実際の解析例も示しながら筆者の見解を述べ、最近の応用事例を紹介する。

### 1. 機械学習・人工知能の定義

機械学習の定義はそれほど明確ではない。1950 年代に造語として登場したが、回帰分析なども機械学習とされており、計算機に依存する計算は全て機械学習であった。人工知能（AI）は最近の発展や話題性が大きいですが、用語自体はやはり 1950 年代に提示された。人間の知的判断を代行する技術が AI であり、人工頭脳と呼ばれたこともある。

生物の神経回路を模したニューラルネットワーク（ANN）が 1980 年代にブームとなり、いよいよ本格的 AI が現実のものになると期待された。あたかも子供が字を覚えてゆくように、繰り返しでパターンを学習したのである。しかし、わずか 3 層構造だったため能力に限界があり、ブームは沈静化した。

田口博士が MT システムを提示したのが 1995 年である<sup>1)</sup>。統計数理を利用したパターン認識手段であり、当然機械学習の仲間である。その応用領域は ANN と重なるので、MT システムもまた AI の一つと言える。なお 1987 年には兼高達貳博士がマハラノビス距離を健康診断に応用した事例を発表し<sup>2)</sup>、これが MT システムの最初の事例とも言われている。

深層学習は 2006 年以降に登場したが、以前の ANN が 3 層構造であったのが数十層やそれ以上の規模に拡張できるようになった。膨大で複雑なデータを扱えるようになり利用のリスクさえ危惧されるようになったため、2023 年 5 月の G7 広島サミットでもルール作りの必要性が議題となったことは記憶に新しい。

機械学習、人工知能、統計解析の関係を表すと図 1 のようになる。人工知能にはサポートベクターマシン（SVM）や決定木、統計解析理論としてクラスター分析などもある。

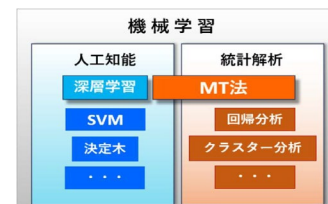


図 1. 機械学習における MT システムと深層学習の位置づけ

### 2. ものづくりにおける MT 法と深層学習の特性

機械学習を製造プロセスの監視(予知保全)や製品検査などで利用する場合、以下の事項が重要である。

- ・処理速度：監視・検査のリアルタイム性、および短時間での学習  
(MT 法の計算量は機械学習の数百分の 1)
- ・認識精度：異常やその兆しを敏感に捉える能力
- ・原因診断：異常原因となった項目の特定
- ・分り易さ：技術者にとり結果が理解しやすいこと
- ・更新性：季節など環境変化の対応が容易であること

MT 法はものづくりや監視で重要となる、これら事項について優れた特性を持っている。

複雑性については、先に述べたように深層学習が圧倒的に高い能力を持つ。両者の応用領域を描くと図 2 のようになる。横軸はパターンの規模、縦軸は計算コスト（必要とするメモリや揃えるべきデータ量）である。

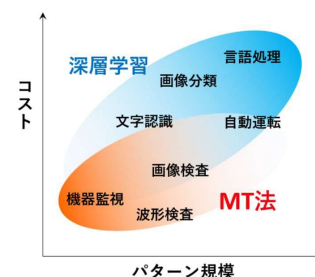


図 2. MT 法と深層学習の応用領域

### 3. 構造や特性の違い

#### 3.1 MT法の構造

MT法は図3(1)のようなネットワーク構造を持つ。○が項目（この場合14）、線は項目間の相関を示す。私たちはこれを“相関の毬”と呼んでいる。MT法では、正常データのみを毬に学習させる。そこから対象までのマハラノビス距離（MD）を計算し、もし距離が遠ければ（4以上）その対象は正常なパターンとは違う、すなわち非正常（≒異常）であることを意味する。正常として学習していないパターンは異常とするので、MT法は従来経験したことがない「未知の異常」も検出することができる。

#### 3.2 深層学習の構造

深層学習は図3(2)に示すように入力層、隠れ層、出力層からなる構造を持っており、○は人間の脳細胞、線は細胞間の結合強度を示す。入力層の○の数が項目数である。入力層と出力層に“教師データ”と呼ばれる既知のデータを与え、数千回から数万回の繰り返し計算により、結合強度が定まる。教師データを学習しながら賢くなるという過程は、子供が文字を覚えることと似ている。隠れ層の層数や細胞の数は、利用者が任意に設定する。つまり、隠れ層の数を10層にも100層にもすることができ、細胞の数も任意である。MT法の構造が一意に決まることに対する、大きな相違点でもある。

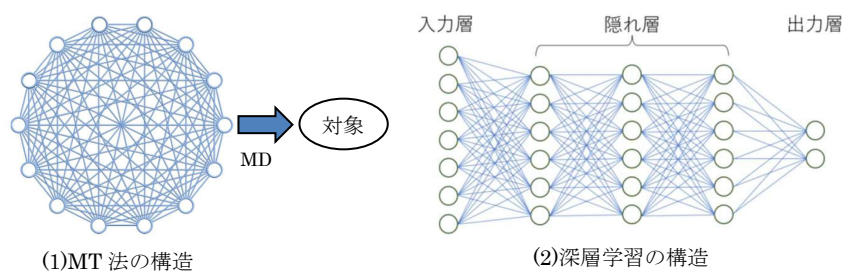


図3. MT法と深層学習の構造

#### 3.3 ホワイトボックスとブラックボックス

MT法では異常が発生した場合に原因診断を行うことができる。どの項目が正常と異なっていたのか、あるいはバランス（相関）を崩していたかを明らかにできる。そのため、ホワイトボックス型AIと呼ばれている。これに対して深層学習では、技術者が解釈しやすい診断結果を提示することが不得意である。ブラックボックスと言われる理由の一つであり、賢いが、コミュニケーション能力に難があるといえる。その概念を図4に示す。ホワイトボックスであれば、異常発生時にすぐに対処法がわかるのである。

この相違は、ネットワーク構造に起因する。私たちは相関の毬を理解することができ、異常時の診断結果も理解しやすい。これに対して深層学習は脳の構造を模擬しており、学習時には誤差が収束するように計算が進む。収束した結果がどのような意味を持つかを解明・解釈することは、現時点では有効な手立てがない。アインシュタインの脳を研究しても、なぜ彼が天才だったかがわからないことと同じである。

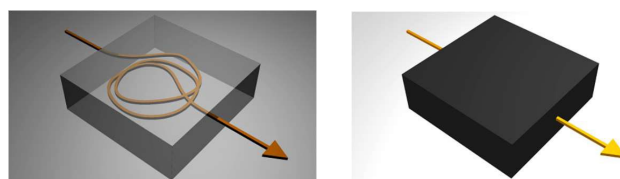


図4. ホワイトボックスとブラックボックス

### 3.4 特性の違い

#### (1) 学習データ（教師データ）

MT法は正常状態だけを学習し、深層学習は多くの場合で複数の状態を学習する。ものづくりの現場では、正常データは数多く存在するが、異常はめったにないことさえあり、未知の異常もある。つまり、異常を網羅することは不可能と言え、”正常以外”に反応するMT法の考え方は、ものづくりの場面では合理的である。学習に準備するデータも少なく済む。

深層学習は一般に、一つのネットワークが多くのパターンを学習する。そのため、画像・文字・言語あるいはゲームなどの問題で威力を発揮する。深層学習でも正常なデータだけを学習する構造（オートエンコーダ）がある。しかしネットワーク規模は大きく、計算負荷はMT法より相当に大きくなる。

#### (2) 異常に対する感度

ものづくりで最も重要なことは「異常を明瞭に検出すること」である。図5は文字パターンの認識結果<sup>3)</sup>で、横軸側1~16が学習データ、17~20が未知データである。さらに、未知データの中で、17~19は正常、20は異常パターンである。

MT法では、学習データのMD（異常の程度）はおしなべて小さく、異常パターンでは極端に大きくなっている。これに対して深層学習では、正常と異常は判別しているが、異常の場合の数値はそれほど小さくなく、判別にメリハリがあるとは言えない。

このように異常への感度という点では、MT法のほうが優れていることが多いようである。筆者が同一の問題をニューラルネットワークとMT法で解いた際にメリハリの相違を感じたが、その感触は現在も同じである。これは、MT法の構造が簡素で情報量が最小限に絞られているためと考えられる。

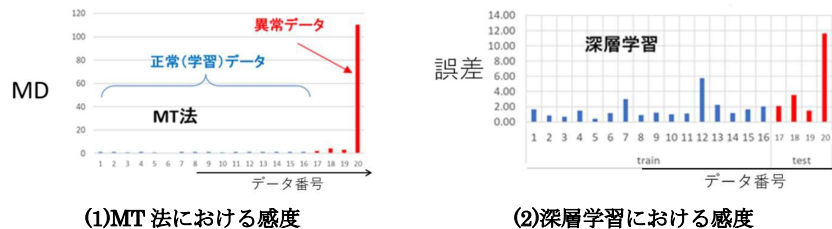


図5. 正常データと異常データに対する感度  
(1~16: 教師データ、17~20: 対象データで、20が異常)

#### (3) 異常原因の診断

図6の二つの棒グラフは、MT法および深層学習（オートエンコーダ）の異常診断の結果である。横軸がデータの項目番号で、どちらも同じ異常データについての結果である。MT法では項目4と10が大きな原因であることを示している。実際に、この二つは異常原因として理解できる項目であり、両者の相関関係が崩れていたことが分かる。深層学習では4つの項目が高くなっているが、人間には理解は容易ではない。深層学習は人間とは異なる“深層学習の脳”が学習しているためである。

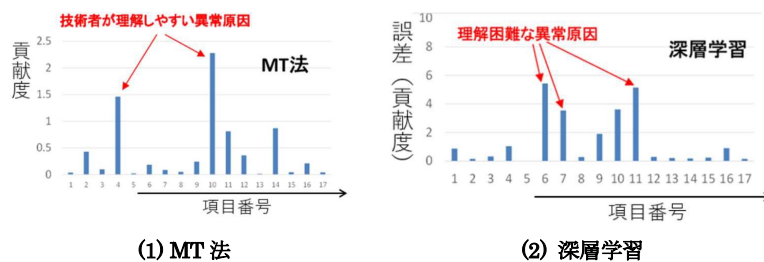


図6. 異常データの原因診断結果



## 4. 微分特性、積分特性という特徴量の提案

田口博士が提案した MT システムで忘れがちなこととして特徴抽出術がある。パターンから“微分・積分特性”を抽出するアイデアであり<sup>4)</sup>、特に波形パターンの特徴を抽出する方法として従来にない有効性を持っている。田口博士は 1995 年当時、マハラノビス距離と微積分特性を合わせた手法を MT システム (MTS) と呼んだ<sup>5)</sup>。特徴量の概要を図 7 に示すが、波形に複数の横線を設定し、各線が波形と交わる数が微分特性であり、波形が存在する長さの和が積分特性である。波形の周波数・振幅・形状などの特徴をシンプルに取り出すことができる。なお微積分特性という名称は少しわかりにくいため、変化量・存在量とも呼ばれている。

波形から微積分特性を取り出すアイデアは、田口博士の論説で図と共に解説されている。筆者ははじめ何が書いてあるか理解できなかつたが、数日考えているうちに納得がいき、その後は画像検査にも適用して品質工学会でも発表した<sup>6)</sup>。

深層学習では特徴化はネットワークの中で自動生成されると言われているが、実際に波形を扱う際には振動数や振幅、歪度などの特徴量を予め求めておくので、これらに加えて微積分特性を利用するのもよいのかもしれない。

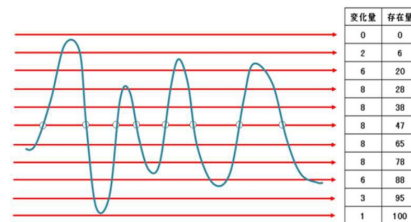


図 7. 微分・積分特性 (変化量・存在量)

## 5. 事例

MT システムを適用した最近の応用事例を 2 件紹介する。

### 5.1 アルミダイキャスト製品の外観検査

自動車用エンジンの本体などはアルミダイキャスト製品であり、高温溶融した素材が高い圧力で成形され、以下のような不具合が発生することがある。

- ・バリ : 型圧接部で発生する素材のはみだし (タイ焼きでもバリと呼ぶようです)
- ・湯じわ : 融けた素材の流れが澱むことで生じる皺
- ・ピン折れ : 型側に固定されたピンが折れて製品側に残存
- ・欠け、割れ : 製品の稜線部に多く発生
- ・その他

こうした欠陥有無の検査では、製品形状が複雑なため、図 8 のように 6 軸ロボットの先端に取り付けられたカメラが、360° 方向からくまなく所要箇所を撮影し、それぞれの箇所の欠陥有無が判定される。図 9 は湯じわ検査画像の例であり、左が正常で右が湯じわありの画像とマハラノビス距離 (MD) のグラフである。MT 法では正常画像数枚から抽出した微分・積分特性等の特徴のみを学習させておく。対象画像について同様に特徴抽出した後にマハラノビス距離を求め、予め設定した条件を超えた場合には湯じわありと判定する。



図 8. ロボットによるエンジン部品の画像撮影

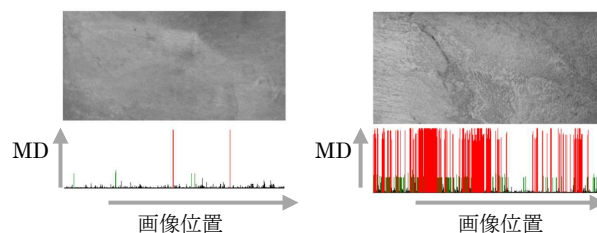


図 9. 正常表面(左)と湯じわ(右)の検査結果

## 5.2 電力デマンドの推定

工場や大規模店舗などの施設の使用電力は、一般家庭と異なり 30 分単位での累積消費電力が契約値を超えないよう管理がなされている。契約値を超えても電力供給が遮断されることはないが、翌期の契約料金が大きく上がることになる。

電力値の監視は、図 10 に示すように 30 分の区切り時点での電力、すなわち電力デマンドが契約量を超えないかどうかを推定しながら行われる。従来は単純な推定方法を用いていたため、25 分経過時あたりで「このままでは超える」との予測値が出て、あわてて何かの装置を止めるという状況も発生していた。大規模店舗の場合、電力消費量は外気温や来店者数などにより変動するため、それらを変数とした精度のよい推定が必要である。

複数の変数から推定値を求める方法として重回帰分析があるが、既知データへの当てはまりは良いが、これから起こる未知データの推定精度はあまり良くない。さらに、求められた回帰係数に疑問符の付くことも多い。

田口博士が重回帰分析の欠点を解決すべく提案したのが T 法(1)である。すなわち、これから起こる未知の現象を精度よく推定するために提案された。また後年、前田誠氏により T 法(1)を改良した MSR(Multiple Single Regression)が提案されている。

そして、T 法(1)や MSR を適用することで、電力デマンドの推定が大きく改善されたのである。なお深層学習も適用したが、重回帰分析とほとんど同一の結果であり、T 法(1)と MSR の方がより妥当な結果となった。

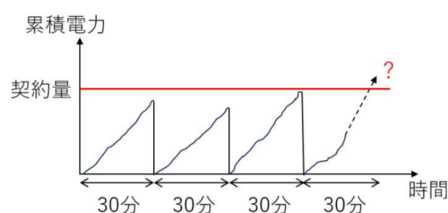


図 10. 電力デマンドの監視波形

## 6. おわりに

筆者は MT 法に出会うまではニューラルネットワークを利用していた。しかし同じ課題を MT 法に解かせると、「メリハリのある」結果が得られることを感じたのである。メリハリとは、正常と異常の判別解像度とでも言えるもので、ものづくり現場では欠かせない特質である。そして微分・積分特性（変化量・存在量）という特徴化技術が応用領域を格段に広げた。事例でも紹介したように画像検査にも利用でき、深層学習では困難だった欠陥判別を可能とすることができた。

深層学習の発展により生成 AI という技術が生まれ、人間の知的作業すら奪われるとの危惧もある。しかし本稿で述べたように、MT システムを含めた統計数理に基づくパターン認識技術は、正常・異常の解像度という面も含めてさまざまな利点がある。また MT システムは技術者の関与をより多く必要とする。そもそもどのようなセンサーをどこに取り付けるか、何秒おきにサンプリングするかなどの決定は現場技術者にしかできない。AI は畏れる対象ではなく、積極的に使い分ける対象だろう。筆者は、生成 AI が MT システムをより使いやすくするツールとしても活用できるのではないかと考えている。

本原稿を作成している最中にイプシロンロケット燃焼実験中の爆発事故というニュースが飛び込んできた（2023 年 7 月 14 日）。2013 年の初号機では MT システムをロケット自律診断のコア技術と位置づけ、それより以前にはロバスト設計を取り入れて打ち上げ信頼性を高めていったはずである。ロケットに限らず製造メーカーの製品信頼性がゆらぐ事案も多発している。MT システムを含めて品質工学は結果として近道を辿ることができ、技術者を育てる力を持っている。ものづくりに携わる技術者は、原点に立ち返りタグチメソッドを地道な技術開発ツールの一つとしてほしいと願っている。

**【参考文献】**

- 1) 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
- 2) 兼高達貳(1987) : 「マハラノビス距離の応用例 (特殊健康診断の事例)」, 『標準化と品質管理 Vol.40, No.10, pp.57-64, 日本規格協会
- 3) 立林和夫,手島昌一,長谷川良子 (2008) : 『入門 MT システム』 ,pp.109-118,日科技連出版社
- 4) 田口玄一(1995) : 「音声のパターン認識」, 『品質工学』, vol.3,No.5,pp3-7, 品質工学会
- 5) 田口玄一(1995) : 「パターン認識のための品質工学(3)」, 『品質工学』, vol.3,No.4,pp2-5, 品質工学会
- 6) 手島昌一ほか(1997) : 「マハラノビス・タグチ・システム法を適用した外観検査技術の研究」, 『品質工学』, Vol.5, No.5, pp.38-45, 品質工学会
- 7) 前田誠(2017) : T 法 (1) の考え方を利用した新しい回帰法の提案, 品質, 47, [2],p.71-80, 日本品質管理学会

なお、品質工学誌に掲載された田口博士の論説（1993～）は 30 年が経過した今なお非常に有益で、私たち技術者の思考の幅を広げてくれるということを付記する。

## 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4月14日（金）に2023年度の臨時の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4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. 「SN比が高くなると、ノイズ（誤差因子）に対してどうなる？」（(有) 増田技術事務所 増田雪也）

パラメータ設計をやる前と後で、ノイズに対してどうなるのかを紹介した。パラメータ設計後は、ノイズに対して強くなるので、ロバストな状態を実現できる。

#### 2. 「MT法 生産ライン適用への検討」（太陽工業（株） 葉玉知子）

センサーデータを監視し、金型破損や摩耗などの異常検知にMT法の適用を検討している。特徴量選択の手段に遺伝的アルゴリズムを用いた際の判別能力を考察した。

特徴量に標本線を用いる場合の判断方法などアドバイスをいただいた。生産ラインでの実証検証には至っていないが作業による判断が困難な場合の選択肢の一つとして適用できるよう実用化に向け改良していきたい。

#### 3. 「Bブレーク条件出し」（KOA（株） 守谷敏）

角形抵抗器の個片分割では、分割ベルトの選定や大まかな条件についてはL18実験で条件選定を行っている。今回はさらに細かな条件選定をL9実験で行った。制御因子を分割機の設定条件、ノイズは分割ベルトの新旧、特性値は分割した時の不良の発生率とした。

大まかな条件設定はできていたので、不良の発生はL9のうち1つ～2つの組合せしかなかった。そのような結果から作った要因効果図なのでV字となる因子もあったが、不良の種類別に効果図を作り、そこから最適として選んだ条件での再現実験ではよい結果が得られた。

#### 4. 「定期保全の式の検討」（顧問 岩下幸廣）

品質工学講座2などに記載されている定期保全の式は、ストレス $d$ が $d^2 = a * t$ の変化を仮定して、最適保全時間を算出している。他の $d$ の変化パターンに対応するため、 $d = a * t^b$ とした場合の最適保全間隔を算出した。 $d$ の変化を計測し、冪関数で近似して $b$ を求めると、 $d$ の変化パターンに応じた最適保全間隔を求めることができる。

2023年5月12日（金）に2023年度の総会および第1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：15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。

### 【総会】

令和4年度の事業報告および令和5年度の事業計画が承認された。本年度の会員数：16（正会員：11、特別会員：6、顧問：1）である。開催日程は全11回を予定している。活動内容は、「事例発表（会員の持ち回り）」、「合同研究会」および「講演会」である。



## 【事例発表】

## 1. 「品質の評価」 （日精樹脂工業（株） 常田聡）

品質工学における品質の定義と損失関数の導出、および損失関数を用いた許容差の決め方について説明した。

出荷前の損失と出荷後の損失をバランスさせるために、経済的に許容差を決めることが必要である。

## 2. 「MT 法における、多重共線性の影響および一般化逆行列の効果の再考」 （日置電機（株） 永岡正敬）

MT 法には多重共線性の問題があると言われるが、回帰分析で偏回帰係数を推定する計算と比べると、マハラノビス距離での逆行列によるベクトル線形変換の計算は性質が異なることから、MT 法には多重共線性の問題はないと結論づけた。またランク落ちしたデータに対して、一般化逆行列を使ってマハラノビス距離の計算を試すケースがあるが、この場合の単位空間は、相関の絶対値が 1 の列をそれぞれ 1 つずつ残して、通常の逆行列で計算したものと同じになることを示した。

そしてこの状態で信号データの判別を行うと、次元が減らされた方向のマハラノビス距離はゼロになってしまうことを示した。

## 3. 「交互作用の事前見当方法の可能性について

～直交表の 2 因子間の組み合わせが全て現れるのを利用して～」（シナノケンシ（株） 辻希望）

直交表には 2 因子間の組み合わせが全て現れるのを利用して、利得の再現性を確認する前に、2 因子間に交互作用があるかどうか、事前に見当出来るのかやってみた。

しかし、2 因子間は総当たりだが、他因子は、未固定であるため、この影響がどれくらいあるのか？判断できない。従って、交互作用の見当がつくと言えるのか？判断できない。

以上より、交互作用が小さい事例の時に、シミュレーションなどで、どのようなグラフになるのか見てみるのはどうかと、アドバイスを頂いた。

2023 年 6 月 2 日（金）に 2023 年度の第 2 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：18 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. 「要因効果図を使って「バラツキ」と「平均値」をコントロールする（要因効果図の 4 つのパターン）」  
（（有）増田技術事務所 増田雪也）

SN 比と感度（平均値）の要因効果図を 4 つのパターンに分けて、制御因子の水準を変更すると、バラツキと平均値がどのように変化するかをアニメーションで説明した。

## 2. 「1 因子実験でも交互作用の大小のチェックが可能か？

（確認実験すれば交互作用をチェック出来る！でも…）」 （（有）増田技術事務所 増田雪也）

1 因子実験においても、確認実験をすることで制御因子間の交互作用をチェックすることが可能である。交互作用が小さい場合は、1 因子実験と直交表実験の差は無い。しかし、交互作用が大きい場合は、直交表実験の方が（2 因子間の交互作用を含んだ）「最適条件」または「それに近い条件」が求まるというメリットがある。

### 3. 「品質の評価 (2) -SN 比の歴史」 (常田聡)

SN 比が最初に登場した 1952 年から、現代の SN 比のベースとなった 1970 年代までどのように進化してきたかを報告した。いわゆるオメガ変換を用いた電話の明瞭度からはじまって、通信の SN 比を応用して求める方法や品質の比較方法、直交多項式展開を用いた測定法における一次校正の SN 比などについて紹介した。いずれも対数を取る前の値が『分散比』であることがわかり、SN 比の本質を理解するのに役立ったと感じた。次は 1980 年代以降、現代に至るまでの SN 比について調べてまとめたい。

2023 年 7 月 14 日 (金) に 2023 年度の第 3 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)

以下の事例発表および特別講演を行った。

#### 【事例発表】

##### 1. 「パラメータ設計での推定式の活用」 (顧問 岩下幸廣)

パラメータ設計において、T 法で推定式を作成し、損失関数を使って最適化を行うことを検討した。その結果、目的に対応した最適条件が得られるだけでなく、T 法の特徴も生かせることが分かった。また、複数の品質特性データからモグラたたきではない最適条件を決定できることも分かった。

#### 【特別講演】

##### 「Signal Catcher の紹介と使い方」 ((株) タナカエンジニアリング 石澤剛士)

MT システム (MT 法・T 法) のソフト「Signal Catcher」の紹介と使い方の説明を紹介していただいた。研究会会員の事例を実際に MT 法にて解析し、判別可能であることが示された。波形解析について、標本線および重心法による特徴化と解析のやり方について、詳細なレクチャーを受けた。

有料版のソフトであるが、研究会の会員はデモ機を無料で使うことが出来るため、今後の MT 法の発表事例が増えるのではと期待している。

((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. 合宿研究会開催のご報告

7月7日（金）～8日（土）4年ぶりに関西品質工学研究会恒例の合宿研究会が開催されました。会場はホテルロジック舞洲、参加者は21名で、研究会はリモート配信も同時に行いました。

通例のテーマ検討に加えてASI 田口伸先生講演、夜の部は懇親会、プロのマジシャン（研究会会員）によるマジックショーもあり、大いに盛り上がりました。



#### 2. 品質工学シンポジウム2023開催のご案内

テーマ：品質工学の本質を探る ～MBSE/MBD との融合による損失低減～

開催日時：2023年10月6日（金）10:00～17:00

開催方式：大阪会場：日刊工業新聞社西日本支社 10階会議室

リモート：Microsoft Teams の併催

参加費用：無料

懇親会：2023年10月6日（金）17:30～19:30 ※会場&懇親会費など詳細は決定次第ご案内

内容：10:00-10:10 開会挨拶 関西品質工学研究会会長 鐵見 太郎

10:10-12:00 基調講演 東京大学 大学院工学系研究科 人工物工学研究センター 青山 和浩  
「システム・デザインにおけるアーキテクチャとマネジメント」

12:00-13:00 休憩

13:00-13:40 招待発表 日本精工株式会社 萩原 信行

「田口の実験計画法によるスラスト軸受の熱処理条件最適化と新しい特性値の探求」

13:40-14:15 中部QE ローム株式会社 山中 貴光

「機械学習モデルを用いたグリッドサーチ機能性評価によるロバスト最適解探索」

14:15-14:50 関西QE TM実践塾 芝野 広志

「制御因子間の交互作用によるロバスト性の向上」

14:50-15:10 休憩

15:10-16:00 関西QE 株式会社リコー 江面 大河

「複数の創造技法連携活用によるMEMSプロセスの技術開発」

16:00-16:50 広島QE マツダ株式会社 武重 伸秀

「マツダ車両開発における社会損失低減～その2～」

16:50-17:00 閉会挨拶 関西品質工学研究会会長 鐵見 太郎

※テーマおよび発表順は変更となる可能性があります。

主催：関西品質工学研究会

共催：(公財)京都技術科学センター、中部品質工学研究会、滋賀県品質工学研究会、広島品質工学研究会

後援：(株)日刊工業新聞社西日本支社、(一財)日本規格協会、(一財)日本科学技術連盟、(一社)品質工学会、(株)日本科学技術研修所、(株)ジェダイト、(有)アイテックインターナショナル

### 3. 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し
<p>■サービスについて■</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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&amp;宿泊費など</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul> <p>■支払方法&amp;期間■</p> <p>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</p> <p>■申込方法■</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同研究会ホームページ：<a href="https://kqerg.jimdofree.com">https://kqerg.jimdofree.com</a> 内の、＜入会案内＞にて申込方法をご確認いただけます。</li> </ul>		



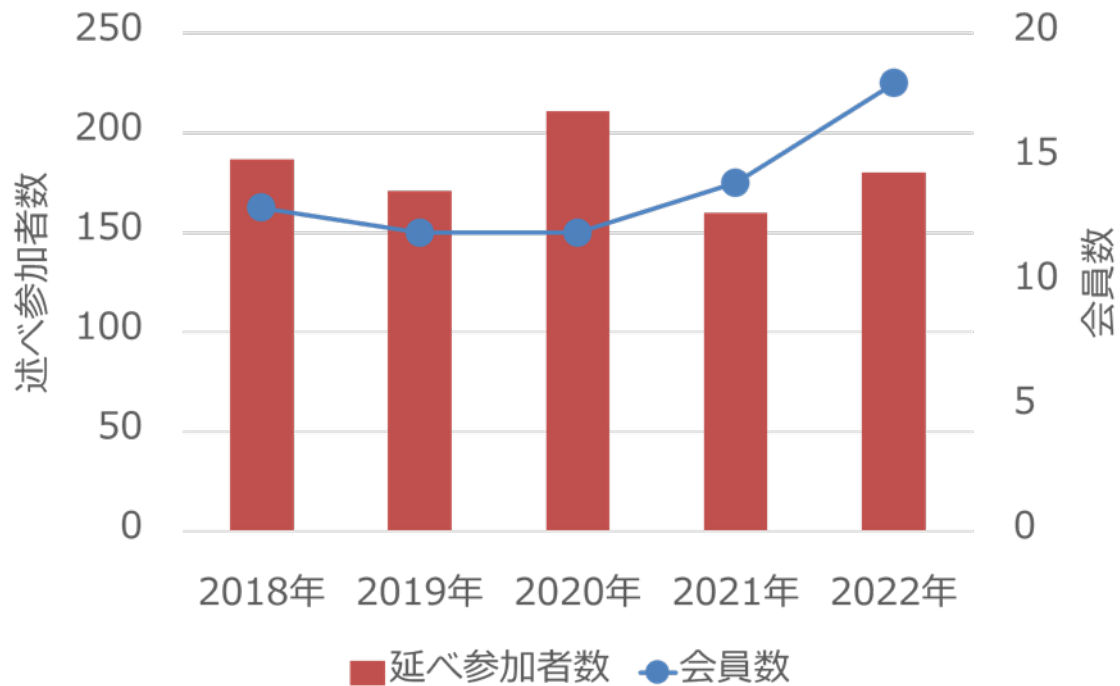
## ◆長野県品質工学研究会からのお知らせ◆

## 【長野県品質工学研究会の概要】

名 称	長野県品質工学研究会
設 立	・1996年5月29日
会 員	・17団体（2023年5月現在）
所 在 地 (活 動 場 所)	・〒394-0084 長野県岡谷市長地片間町 1-3-1 長野県工業技術総合センター精密・電子・航空技術部門内
H P	・ <a href="http://nqes.web5.jp/index.html">http://nqes.web5.jp/index.html</a>
連 絡 先	・事務局：長野県工業技術総合センター ・電 話：0266-23-4000 ・e-mail：nqes21_tgqdmqbmf@nqes.web5.jp
沿 革	・1996年 長野県の品質工学普及を目的として設立 ・1998年 田口玄一氏講演会 ・2004年 第1回3県（北陸、埼玉、長野）合同研究会を長野県にて開催 ・2005年 創立10周年記念講演会として田口玄一氏を招聘 ・2016年 創立20周年
会 の 主 旨	・本会は、会員の自主性に基づき、品質工学に関する知識と技術の向上をはかり、その普及と情報交換を推進し、産業の発展に寄与することを目的とする。（会則より）
主 な イ ベ ン ト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総会 5月</li> <li>・定例会 毎月1回／第2金曜日</li> <li>・品質工学合同研究会（北陸、埼玉、山梨、長野）</li> <li>・品質工学導入講習会 1日</li> <li>・パラメータ設計基礎セミナー 2日</li> <li>・MTシステムセミナー 1日</li> <li>・オンライン品質工学セミナー 1日</li> </ul> <p style="text-align: right;">} (公財) 長野県産業振興機構と共催</p>
活 動 概 要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定例会</li> <li>会員の近況紹介（一人一言）</li> <li>品質工学事例発表（1～2件）</li> <li>共通テーマ（品質工学に関する共同研究）</li> </ul>
入会に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・体験参加のご案内</li> <li>会員を随時募集しています。研究会の活動を知って頂くため、非会員の方を対象にした研究会への体験参加もご案内しています。ご希望の方は下記まで</li> </ul> <p><b>【事務局連絡先】</b></p> <p>〒394-0084 長野県岡谷市長地片間町 1-3-1 長野県工業技術総合センター精密・電子・航空技術部門 TEL0266-23-4000 FAX0266-23-9081</p>

## 【長野県品質工学研究会の概要】

## 会員数と延べ参加者数の推移



- 今年度は会員数17団体(企業11、公的機関4、顧問2)

## 【長野県品質工学研究会の概要】

## 活動の紹介



## 事例発表(1～2件)

- 各企業の取組み、困っていることなどを討論

## 一人一言

- 全参加者が1～2分程度、近況報告。話題は品質工学に限らない

## 共通テーマ

- 品質工学に関する共同研究

- 例会の様子

– ※現在はウェブ併用で開催しています。

## 【長野県品質工学研究会の概要】

## 活動の紹介



令和元年度合同研究会  
日置電機様にて開催(上田市)



- 品質工学合同研究会
  - 埼玉、北陸、山梨の各研究会と合同の研究会を開催しています。
  - 現在はウェブ会議で開催しています。

## 【長野県品質工学研究会の概要】

## 活動の紹介(長野県産業振興機構と連携したセミナー)



## 品質工学導入講習会

- 技術者・経営者対象の紹介セミナー

## 品質工学パラメータ設計基礎セミナー

- 紙飛行機製作を通じたパラメータ設計の実践

## MTシステムセミナー

- ExcelによるMTシステムの実習セミナー

## 品質工学実践交流大会

- 品質工学の講演と品質工学事例紹介



**【長野県品質工学研究会の概要】**

## 研究会入会のメリット

- アドバイスが得られる
  - 事例発表を通じて、的確なアドバイスを得られます。
- 品質工学を体験できる
  - 共通テーマを通じて、品質工学を体感できます。
- 会員向けインターネットサービス
  - メーリングリスト、メンバー専用ページを用意
  - ウェブ会議システムによるリモート開催
- 品質工学セミナーに無料で参加できる
  - 正会員は長野県産業振興機構が主催する品質工学セミナーに無料で参加できます。
- 工業技術総合センターが事務局を運営
  - 議論に集中していただけるような環境づくりを目指しています。



## ◆公開セミナー情報（有限会社アイテックインターナショナル）◆

## 1. 実践！FMEA／FTAオンサイトセミナー（名古屋開催）

開催日時：2023年10月31日(火) & 11月1日(水)の2日間 9:30～16:30

講師より： FMEA/FTA を活用しながらどのように市場不具合を減らしていくか、そのポイントが満載のセミナーです。開発の実務とコンサルティングを通して得られた経験を基に「やっぱりこういうやり方だね」と思える、納得のいく実践的なセミナー内容になります。

「実務で活かせるFMEA/FTA」について講義と演習を通して学びましょう。

開催会場：WA 東桜会議室 第三会議室（名古屋市東区東桜 1-2-8 地下鉄桜通線久屋大通駅徒歩 3 分）

受講料：一般=52,800 円(税込)／人 品質工学研究会員=42,240 円(税込)／人

受講対象：開発・設計・生産技術・品質保証部門の管理者、実務者

詳細情報：下記 URL にてご確認いただけます。

[http://www.iteq.co.jp/resource/seminar/koukai\\_seminar/2023/fmea2310j.pdf](http://www.iteq.co.jp/resource/seminar/koukai_seminar/2023/fmea2310j.pdf)

## 2. 品質工学の 4 大手法実践基礎オンラインセミナー

開催日程：2023年12月7日(木) & 8日(金) & 21日(木) & 22日(金)の4日間

※講義内容毎に受講希望コースを選択いただけます。

講義内容：12/7(木)：機能のばらつきを計る機能性評価

12/8(金)：パラメータ設計による機能改善

12/21(木)：生産工程、仕入先の技術力を計るオンライン品質工学

12/22(金)：ものづくり分野の AI、MT システム

開催時間：全日程 13:00～17:00 の 4 時間

講師より： 品質工学には数多くの有効な手法が存在していますが、その中でも機能性評価、パラメータ設計、オンライン品質工学、そして MT システムは特に重要で、品質工学の中核をなす 4 大手法といえます。本セミナーでは、その 4 つの手法を基礎から学び、演習を通じて実践力をつける画期的なカリキュラムとなっています。4 大手法をマスターすれば、もの作りの上流から下流における様々な場面に応じて各手法を使い分けることができ、開発効率の向上から生産性改善、さらに製品品質の確保に至るまで大いに役立つこととなります。

配信システム：Microsoft Teams

受講料：【 全日程参加時 】 一般=74,000 円(税込)／人 品質工学研究会員=59,200 円(税込)／人

【コース単発参加時】 一般=20,350 円(税込)／人 品質工学研究会員=16,280 円(税込)／人

※2 日間参加時は単発参加費用の 2 倍、3 日間参加時は単発参加費用の 3 倍となります。

受講対象：開発・設計・生産技術・品質保証部・製造門の技術者（品質工学初学者歓迎）

詳細情報：下記 URL にてご確認いただけます。

[http://www.iteq.co.jp/resource/seminar/koukai\\_seminar/2023/tm4\\_2312j.pdf](http://www.iteq.co.jp/resource/seminar/koukai_seminar/2023/tm4_2312j.pdf)

## ◆品質工学情報誌編集担当からのお知らせ◆

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。

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