

品質工学の教育と普及に関する 取り組み事例について

四国職業能力開発大学校 岩永 禎之

1. はじめに

試作では問題なかったのに量産に入ると問題がおきる、出荷検査で合格したにもかかわらず市場でクレームが発生するといったことは良くおきる。そのような問題が発生したあとに解決することを「モグラたたき」と呼び、このために技術者が時間をとられ、本来の開発や生産に集中できないことが少なくない。問題が発生したときの技術者の言い訳は「想定外」である。想定外という言い訳が通用しないものづくりの世界では、未然防止がますます要求されている。未然防止のために、「問題の発生しにくさ」言い換えれば「機能の安定性」を設計するのが品質工学（タグチメソッド）である。品質工学は、田口玄一が創出した考え方で、研究開発、製品設計、工程設計や工程管理を効率的に実現する手法である。汎用性の高い手法であり、ほとんどの技術課題に適用が可能である。機械、電気、化学、薬学、医学、食品、生活、計測やソフトウェアなど、様々な技術分野での成功事例がある。

近年、品質工学の手法が多く企業の採用で用いられるようになった。また、重要性、即効性から、今まで品質工学に取り組んでいなかった香川県内の企業が導入を試みようとしている。このような中で四国職業能力開発大学校（以下「四国能開大」と記す）および四国能開大が事務局を務める香川品質工学研究会が地域企業の技術力向上のために実施している、品質工学の教育と普及に関する様々な取り組みを報告する。

2. 香川品質工学研究会

業界、業種を超えて会員が相互研鑽できる場を作り、地域企業の技術力向上と、若手技術者の育成を目指して、平成24年度に「香川品質工学研究会」を四国能開大に設置した。平成25年度より企業に所属する会員も参加している。月1回複数の企業からの技術者、技術コンサルタントと四国能開大の教員が参加して、多彩な分野の事例をメンバー全員で検討し、会員相互のレベルアップと品質工学の普及活動を行っている。品質工学を学び始めたばかりの初学者から、企業で実践している方まで、多様なメンバーがアットホームな雰囲気で行っている。

品質工学は、幅広い分野での応用が可能であり、経営者、管理者、技術者が一丸となって取り組むことができる技術開発の方法で、日本のみならず世界の国々において注目されている手法である。この品質工学を実際の技術課題に適用するためには、事例研究を通してその考え方を正しく理解することが重要である。香川県内の産学の技術者有志で運営している当研究会の取り組みを広げて行きたいと考えている。

3. 能力開発セミナー

四国能開大では、平成21年頃から品質工学のパラメータ設計に関する能力開発セミナーを実施してきた。平成25年4月に香川県産業技術センターおよび香川県内企業T社（建設機械製造業）より、「一般

的な品質工学セミナーを多数受講し、学習した内容を実務展開へと試みたが、実務への応用が進まないため、県内企業に対してより実践的に教育して欲しい。また、実際に実務に活用する際に様々な困難が予想されるので、そのフォローも実施して欲しい。」との依頼を受けた。さらに、平成26年9月に、「MTシステムのセミナーを実施して欲しい。将来的には実務テーマ指導の中でも指導して欲しい」との依頼を受けた。

このため、品質工学の能力開発セミナー展開を検討し、図1に示す4コースを開発した。開発にあたり、品質工学の能力開発セミナー展開をどのようにしたら効果的かを検討した上でセミナーを実施した。この際、次に述べる新しい概念を学習する過程を考え、それがうまく回ることが理想であると考えた。その過程は、(1) 最初に必要性を感じるときに品質工学と出会い、(2) 何らかの手段で品質工学を学習し、(3) 実務で活用し成功体験を得る、(4) この成功体験がさらに学習意欲を刺激しさらに高いステップへの挑戦につながる、である^[1]。

そこで、「(2) 何らかの手段で品質工学を学習する」のステップでは、パラメータ設計コース①<基礎～実践セミナー>を実施することとした。これは理論の学習と演習によりパラメータ設計を習得するコースである。しかし、香川県産業技術センターの依頼にもあるように講習で知識を身に付けただけでは新しい概念を実際に実務で活用するのは難しい。これは知識を身につける講習と実務で活用すること

にギャップがあるからである。このギャップを埋めるために、実際にパラメータ設計の実習を行うことで、実習を通して理論を理解するとともに成功体験を身につけ、学ぶ喜びを味わうセミナーが必要である。現在、図2に概要を示した実習教材を富士ゼロックス総合教育研究所より借用して実施している。実習教材は、スプリングの力でボールを飛ばすシステムである。ボールは使用する人が選ぶもので設計者は決めることができないという前提で、ボールの重さが違ったとしてもボールを狙い通りの距離に飛ばすことを目的に、8種類の設計パラメータの最適条件をパラメータ設計により求めることができるようになっている。この実習教材を使用してパラメータ設計コース②<体験実習セミナー>として実施している。2種類の質量の違うボールをばらつきなく、指示された目標に飛ばすために、設計パラメータをどう決めて行くか、3人を1チームとして実習した。

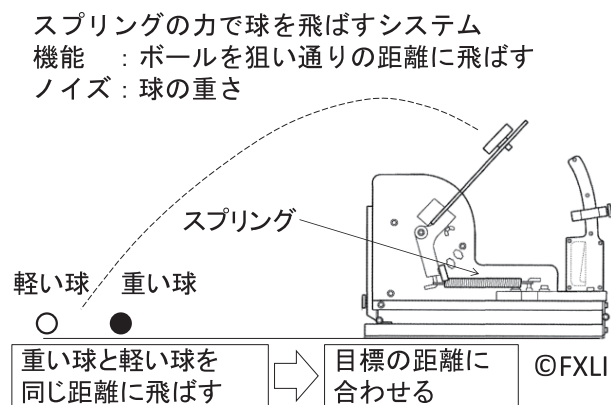


図2 実習教材の概要

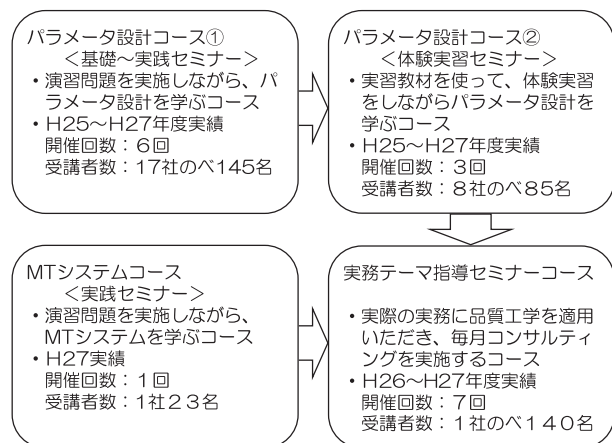


図1 品質工学の能力開発セミナー



図3 実験の様子

まず、実験の計画を立てたのち、動特性によるL18直交表を用いた直交実験を行った。その実験の様子を図3に示す。実験結果を解析し、最適条件を決定した。最適条件での投擲を図4に示す。2種類のボールは3倍程度質量が異なるが、ほぼ同じ飛距離となっている。受講生から驚きの声があがる瞬間である。次に、2つの目標値に対してチューニングを行った。最後に競技会を行い、優勝チームと準優勝チームにはT社より賞状と副賞を贈呈していただいた。受講者からは、実際に実習をすることで座学だけでは学べない知識が身についたと好評であった。

「(3) 実務で活用し成功体験を得る」のステップでは、実務テーマ指導セミナーコースとして、月1回T社とのセミナーを開催している。このコースでは、実務で困っている課題を取り上げ、実際に受講者にパラメータ設計を実践していただき、月1回のテーマ指導で解決していく。単に結果を出すことだけが目的ではなく、自立してパラメータ設計を使いこなすことができるようになることも目的として取り組んでいる。平成26年8月からセミナーを開始し、平成28年6月で23回目となり、これまで約12件の実務テーマを指導した。図5に実務テーマ指導セミナーの様子を示す。毎年3月には社内成果発表会を実施している。

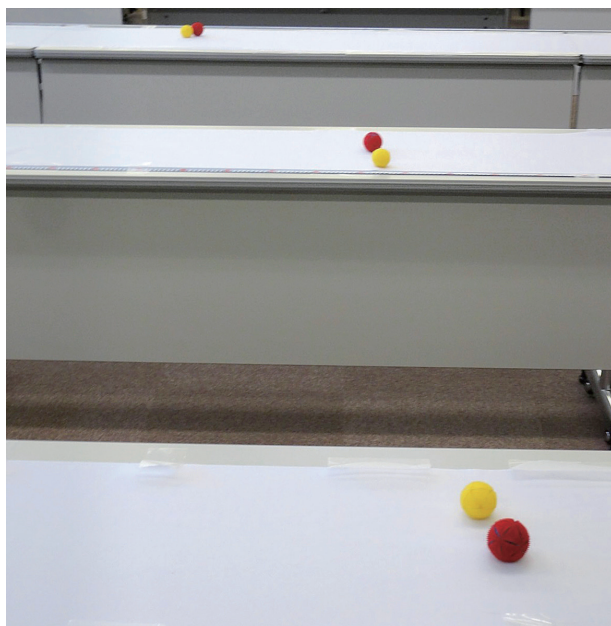


図4 最適条件での投擲

また、平成27年6月には、MTシステムコース<実践セミナー>を実施した。MT（マハラノビス・タグチ）システムとは品質工学の一分野で、田口玄一が考案した多次元情報からパターンを認識するための情報処理技術である。MTシステムは、保健・医療の分野から、産業分野、企業経営の評価、福祉の分野へと活用の世界が広がってきている。産業分野では、工場や設備の稼働異常の事前検知技術、製品の特性検査の自動化技術、外観検査の自動化技術、振動や音の異常検知技術や成分分析の自動化技術などに应用されている。T社からは大型建設機械の健康診断などにより故障の兆候を事前に予測するシステムの開発にMTシステムを使いたいとの要望があった。このため、セミナーではT社の大型建設機械における稼働状況の多次元情報を題材として、MTシステムの基本的な運用方法を習得できるようにした。

さらに、平成28年6月にはT社が協力工場を集めて、品質工学の概要、T社が四国能開大と品質工学に取り組みT社としての品質文化にしたいこと、協力工場にも品質工学に取り組み技術力を向上させて欲しいこと、などを伝える説明会を開催した。香川での品質工学の広がりやセミナー受講者の増加などが期待される。

平成25年度から平成27年度の3年間で、この4コースを17回開催し、17社のべ393名の方々に受講していただいた。セミナー後のアンケートで、240名中236名の98.3%の受講者に役に立ったとの回答をい



図5 実務テーマ指導セミナーの様子

ただいており、セミナーの満足度も非常に高い。また、一部コースは香川県システム技術研究会様の後援を受けて実施しており、会員企業の受講者には受講料の補助をいただいている。これからも、企業からの要望に応じてセミナー展開を充実させていきたい。

4. 共同研究

香川県内企業I社（プラントエンジニアリング業）のパラメータ設計を適用したある種のセンサー開発の共同研究に取り組んでいる。I社で試験機を製作して実験・設計を行い、四国能開大がパラメータ設計の解析方法や結果に対して助言をすることで共同研究を進めている。

5. 学生教育

四国能開大では、生産機械システム技術科2年生に品質工学を学ばせている。初めて品質工学を学ぶ場合、企業の技術者でも難解と覚えることが少なくない。そこで、最初に設計演習で設計の仕方により機能のばらつきが変わることを教え、その後に品質工学を教えている。ここでは図6に示す設計演習を行う。特に設計の方法については指示をせず、自由に設計させる。当然、学生によって力と仰角の組み合わせが異なる。そこで、力と仰角にばらつきがあった場合にどれだけ飛距離がばらつくか、設計パラメータの決め方で機能のバラツキが異なることを理解させる。そして、品質工学のパラメータ設計で最適解を求めた事例を説明し、学生の設計結果より飛距離のバラツキが少ないこと、経験や勘によらず最適解を求めることができることを理解させる。その上で、短期間でわかりやすい効果的な教育方法として、能力開発セミナーと同じ実習教材を使った実習を実施している。また、静特性での実習を行った後に、動特性の実習を行う反復学習により、少しでも理解が進むことを期待している。

また、技術の新しい考え方を学び、開発の仕方、実験の方法を習得することは意義のあることであ

る。さらに、品質工学を少しでも理解してくれば、本人だけでなく彼らが就職していく企業においても大いに役に立つと考える。

6. 研究活動

個々の学生に対する効果的な指導に活かすこと等を目的として、MTシステムを用いた学生の将来予測システムについて研究活動を行っている。

新規卒者の高い早期離職率が問題であるが、従来の離職予測モデルでは在学中に適用できない。このため、将来の離職者を在学中に予測する手法を開発することを目的とした研究に取り組んでいる^[2]。調査研究資料No.120^[3]で実施したヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの能力別質問シートの試行検証結果に加え、卒業後の就業状況、指導員による総合評価と全科目の成績などを追跡調査した。これをもとに品質工学が提唱するパターン認識のためのMTシステム（MT法）を用い、離職者の予測を行った。就職担当を含む複数の指導員による検証により、本手法の予測結果は概ね相対的な順位の妥当性が高いという結果を得た。在学中の離職者予測の可能性を示し、より効果的な指導に役立つと考えている。

また、MTシステム（T法）を用いて、入学時点のデータにより卒業時の指導員による総合評価の予測を試み、どの程度の精度で予測可能かを明らかにすることを目的とした研究に取り組んでいる^[4]。2学年分の入学試験とSPIの成績を調査し、一つの学

■問題

質量0.2kgの砲弾を
目標150mに撃つ為には、
力Fと仰角αをどのような
値で設計すべきか
但し、力Fは0～15N、仰角αは0～45度の
範囲で変えられるものとする。

<理論式>

$$y = \frac{1}{g} \left(\frac{F}{m} \right)^2 \sin 2\alpha$$

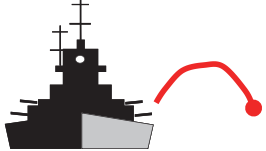


図6 設計演習の課題

年のデータで予測システムを作り、もう片方の学年の学生の卒業時の総合評を予測した結果、データ数が少ない割には、概ね推定できた。さらに、在校生の入学後1年経過時の総合評価と卒業時の総合評価を追跡調査し予測精度の評価を行った。予測値と実際の総合評価のゼロ点回帰式の寄与率が、3年時点では $R^2=0.55$ 程度であったものが卒業時には $R^2=0.78$ 程度に向上し、一定の予測精度があることが確認できた。

7. 能力開発事例発表会

平成27年12月には品質工学会の齋藤会長に来校いただき、100名近い企業からの参加者が集まる中で「富士ゼロックス(株)における品質工学の取り組み 日本企業の経営課題と品質工学－経営者が抱える課題とマクロ品質工学－」と題して講演をしていただいた。大変示唆に富んだ講演で、受講者からも実例が多く大変わかりやすかったと好評であった。また、これに併せて「能力開発事例発表会」を行い、四国能開大での様々な能力開発事例を5事例発表することができ、四国能開大の広報にも役立てることができた。また、この事例の一つとして品質工学の教育と普及に関する取り組み^[5]についても発表した。

8. おわりに

四国能開大における平成24年度からの4年あまりの品質工学の教育と普及に関する取り組みの概要をまとめた。平成28年8月より、2ヶ月に1回発行される品質工学会の学会誌に2ヶ月ごとの四国能開大における取り組みを掲載していただいている。また、同時期より品質工学会のホームページに香川品質工学会の基本情報と活動紹介を掲載していただいている。四国能開大の広報に役立てばと願っている。

四国能開大での活動もまだ緒についたばかりで、まだまだ満足ができるものではないが、香川県や企業との信頼関係の強化に役立っていると考えている。また、平成29年度には、品質工学に取り組む企業を増やすために、マネジメント層などを対象とし

た半日程度の導入セミナーを香川県の主催で実施できるよう香川県やT社と調整中である。この中にT社の成功事例を報告してもらうなどして有効性を伝えていければと考えている。今後とも受講者ニーズや最新の技術内容に適切に応えられるよう、自己の専門性を高めることで柔軟に対応できるようにしていきたい。

現在、四国能開大では品質工学を指導する教員には限りがあるため、指導できる教員の育成に取り組んでいる。今後とも継続して取り組んでいける体制を作っていきたい。

最後に、「初学者へのおすすめの一冊」として、矢野耕矢著「はじめての品質工学－初歩的な疑問を解決しよう」日本規格協会（2006）をあげて結びとしたい。あえて理論的な解説を省略して、品質工学とはどういうものかわかりやすく書かれた好著である。詳しい解析方法などは、品質工学会のホームページに掲載されている参考書籍などにあたられることをお勧めする。

<参考文献>

- [1] 渡部義晴, 近藤剛, 白木達夫:「品質工学用教材 コロボ君」第17回品質工学研究発表大会論文集, Vol17, pp.18-21 (2009).
- [2] 岩永禎之, 新井吾朗:「ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの習得状況による卒業後離職者の将来予測」職業能力開発研究誌, 30巻, 1号, pp.163-169 (2014).
- [3] 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター:「調査研究資料No.120 応用課程モデル教材の開発と訓練効果の研究－標準課題実習におけるヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル等の調査・分析－」, pp.33-88 (2007)
- [4] 岩永禎之:「品質工学を用いた入学時点での卒業時総合評価の予測」職業大フォーラム2015第23回職業能力開発研究発表講演会 講演論文集, pp.100-101 (2015).
- [5] 岩永禎之:「品質工学(タグチメソッド)の教育と普及に関する取り組み」平成27年能力開発事例発表会 能力開発事例, pp.3-4 (2015).