

# パラメータ設計の教育機材を 活用した品質教育の提案

(株) 富士ゼロックス総合教育研究所

渡部 義晴

# 1. パラメータ設計を教育する背景

## (1) 従来の設計方法の問題点

図1でやっと出てきた新商品は、すべてが検査に合格したものである。しかし、市場でトラブルが発生し、最悪ではリコール問題にも発展する。企業で要求される課題は以下。

商品品質の向上（トラブルやクレームを減らしたい）

開発期間の短縮（競合に先立ちたい、R&Dコストを下げたい）

商品コストの低減（より安いコストにしたい）

## (2) パラメータ設計の必要性

経営者及び管理者の思い

- ・トラブルをなくしたい
- ・市場のクレームをなくしたい
- ・コストを低くしたい
- ・開発効率を上げたい
- ・商品をタイムリーに市場に出したい

品質工学を使うと開発期間の短縮、早期技術確立、トラブルの大幅な減少などが期待できる。

品質工学を推進したいと考えるMGRや推進者

- ・座学だけでは理解させられないし、できるだけ簡単に、早く、安く技術者に、品質工学を理解させられないものか。
- ・技術者の知的好奇心をくすぐるような仕掛けができないか。

しかし、パラメータ設計を学ぼうとすると、SN比/直交表/ノイズ/制御因子などの言葉や意味そして概念が難しいと感じる技術者は多い。

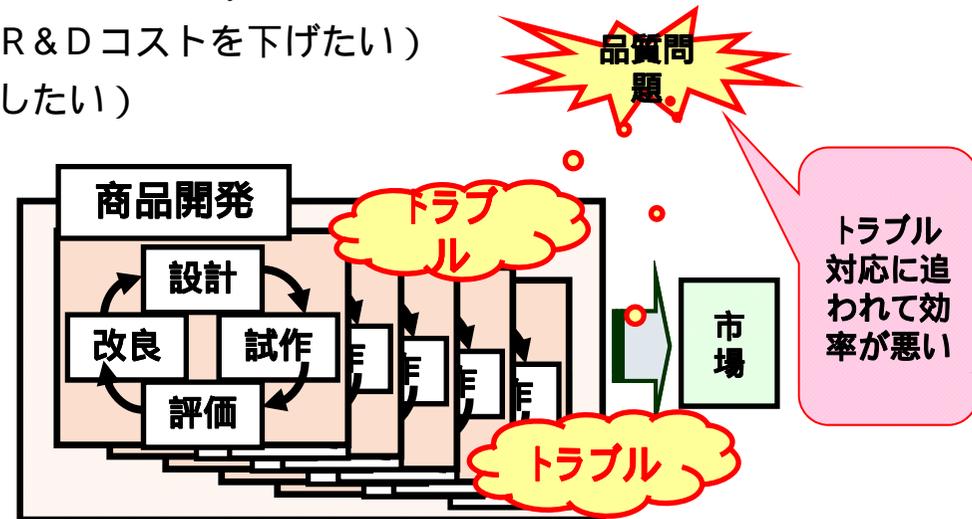


図1. 試作とテストの繰返し 開発長期化

### (3) 教育後の実践役立ち度が低い要因

- 講義内容が実践的でなく手法のレクチャーに留まっている
- 研修での気づきが少ない
- 研修後の実践へのヘルプ体制が整っていない

図2は2012年第3回科学技術教育フォーラムで講演した富士ゼロックス鈴木洋司の資料から抜粋(テーマは問題解決教育の普及)

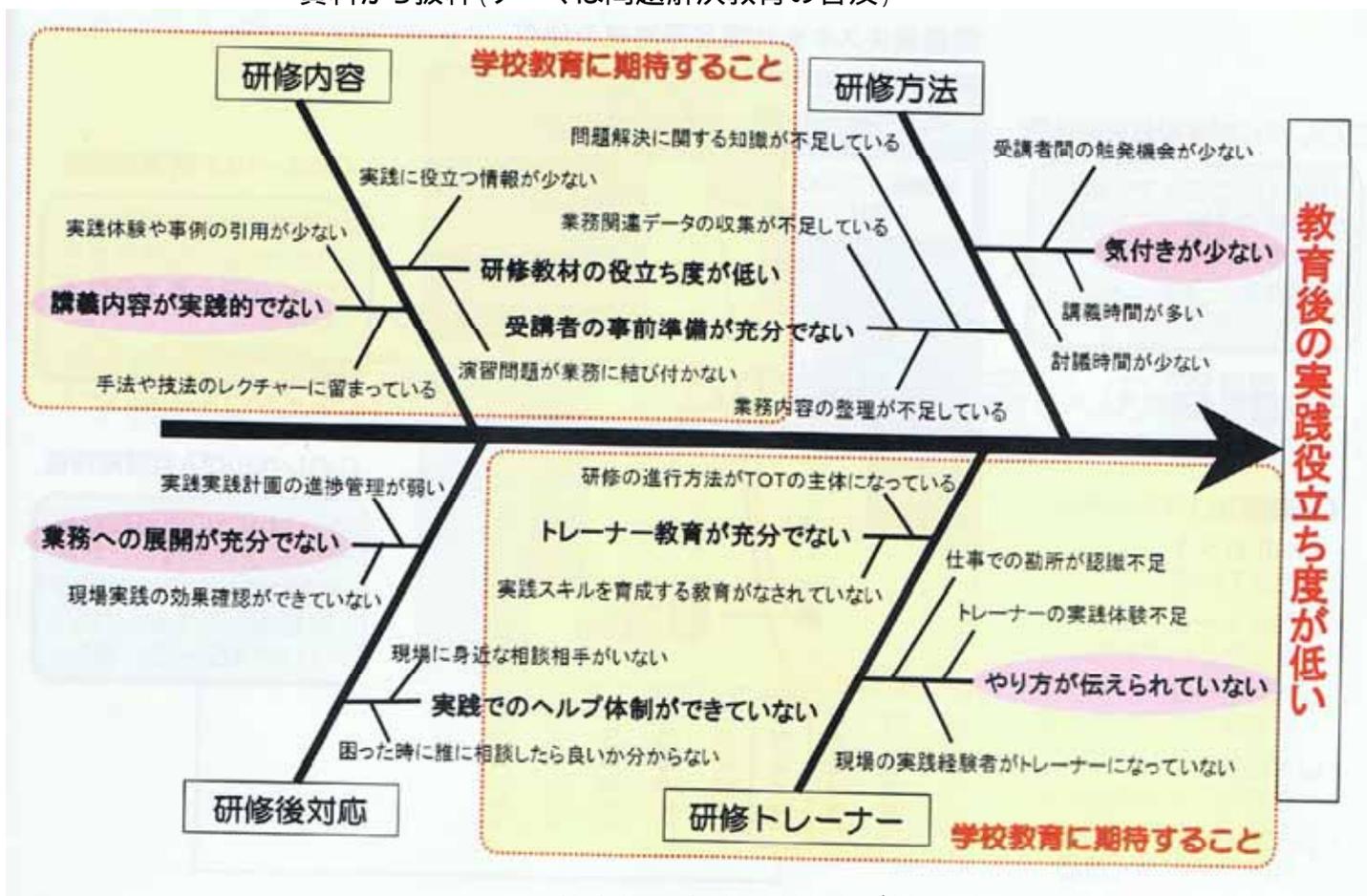


図2.教育後の実践役立ち度が低い要因

#### (4) 学習の円錐(Learning Pyramid)

講義だけでの理解度は5%程度である。読んだことは10%、見たり聞いたりしたことは20%~30%、グループ討論は50%、自ら体験したことは75%で、人に教えることは90%理解できるというのが、学習の円錐と言われる図2である。受講生の理解度を上げるための工夫や仕掛けが必要である。

(1956年にエドガー・戴尔が発表したのは「Dale's Cone of Experience」)11段階の経験の円錐であったが、現在は7段階で学習の円錐と呼ばれるようになった)



図3.学習の円錐

## 2. 教材開発に至った経緯

### (1) 良い学習のサイクルを考える

新しい概念を学習するとき、1つのケースとしては図4のようなループがまわることが理想である。このループがうまくまわるように、各ステップでうまくサポートし工夫することが重要である。私たちは、「実習の中で成功体験を身につけ、学ぶ喜びを味わう」セミナー開発を目指した。

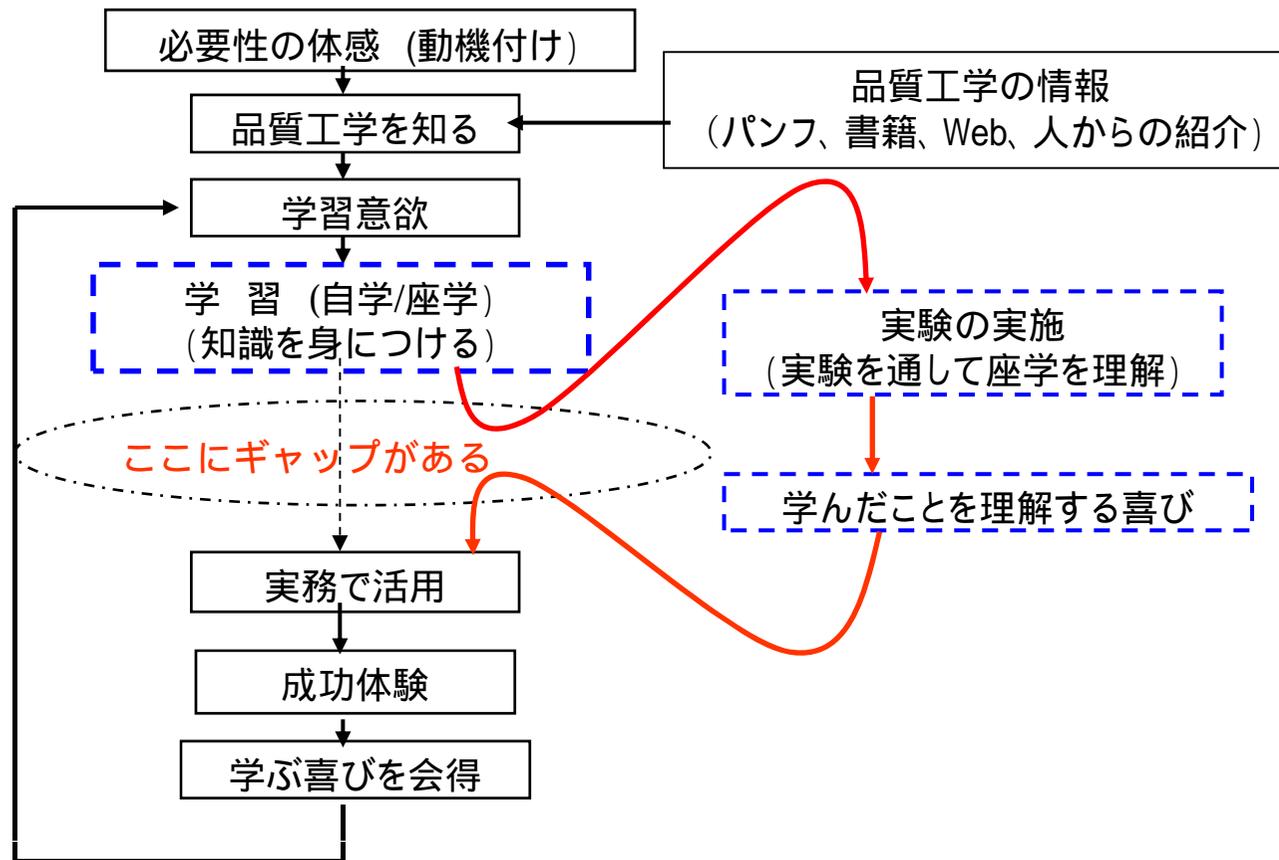


図4.良い学習のサイクル

## (2) コロボ君と学ぶパラメータ設計教育の特徴

実践的な体験をする

モノを作り、現物をさわりながら理解させる。

コロボ君は、外乱（顧客のノイズ）と内乱（部品のばらつき）を考慮しつつ、二段階設計の概念を学ぶことができる品質工学用の教材である。

チームワークで学ぶ

3～4人のチームを作り、チームを通してお互いが成長して協働で学んでいく。

他からの気づきが得られる。

チーム間で競いあわせる

実習は複数のチームで行い、納期までにロバストな開発をしなければならない競争形式で行う。

しかも、室内で可能なダイナミックな投擲装置であり、技術者の知的好奇心に火を付ける。

まさに企業間競争のシミュレーションが味わえる。

コロボ君教材の特徴

過去の座学だけのセミナーでは、受講者から以下の質問が出てきた。

✓どの列に割り付けるか？ ✓要因効果図をどうみてよいかわからない ✓調合とはどういうことか？

✓外側に割り付ける意味がわからない

コロボ君の実験では、このような自分の実務で活用しようとしたときの疑問を

あらかじめコンサルティングすることができ、実験を行っている段階で考えを整理することが

できる。特に実際に実務で直面するであろう製造ばらつきや経時変化などを意図的にシミュレートすることができるようにしている。

これらを通して、教育の成果を出していくのが特徴である。

### 3. コロボ君で体験する技術者育成セミナーの内容

#### (1) コロボ君の概要説明

コロボ君はピンポン玉を飛ばしてその到達距離を測定する装置システム

機能 : 2個のボールを狙い通りの場所(距離)に飛ばす

ノイズ : ボールの重さ(外乱)、寸法のばらつき(個体差)、バネの経時変化(内乱)

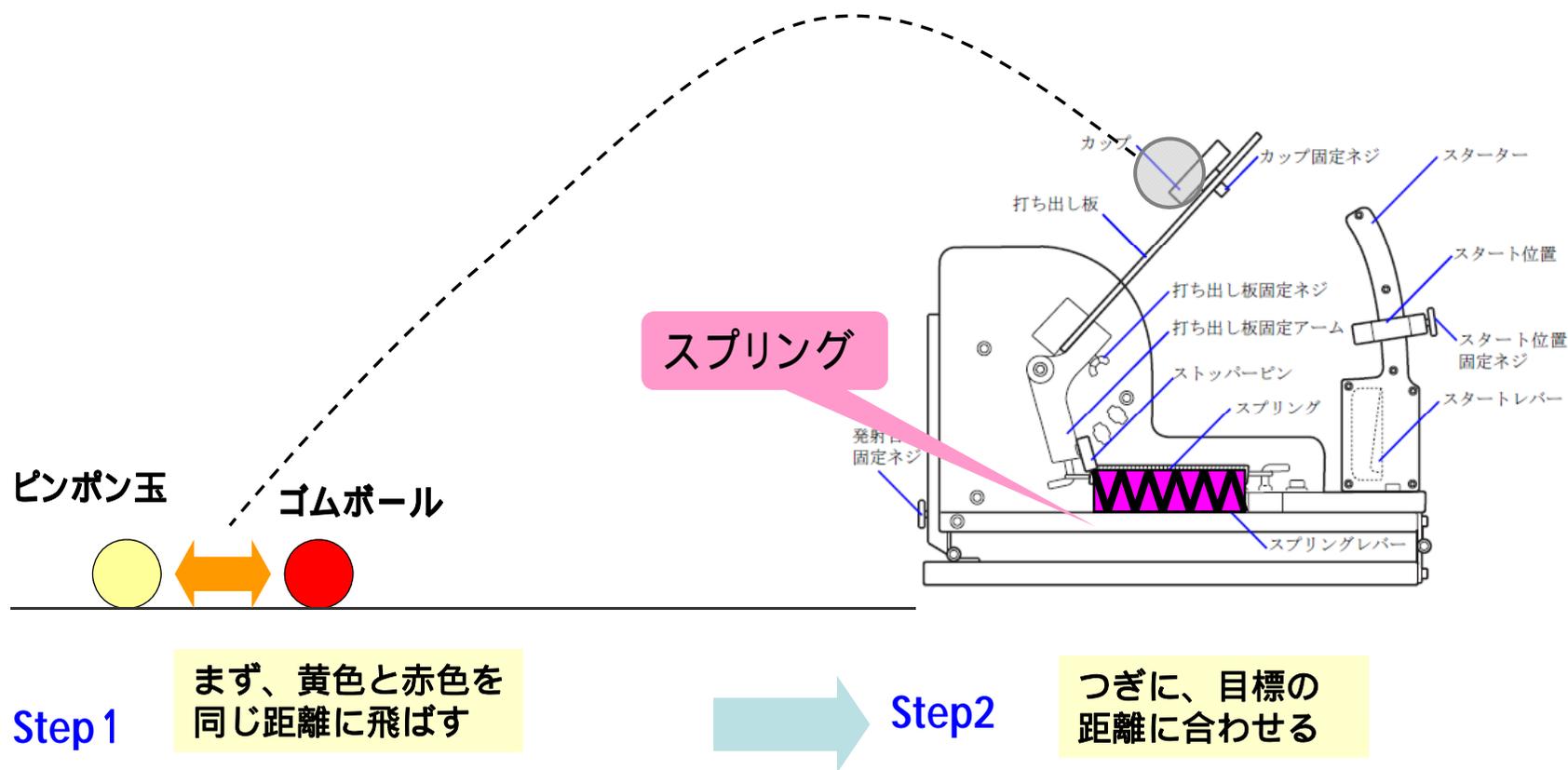


図5.コロボ君

## (2) セミナー概要

対 象	品質工学の実践的知識を必要としている技術者。 研究、開発、設計担当者、生産技術部門の技術者
時 間	2日間
教 材	1日目：テキストによる学習とPCによる演習問題実施 2日目：研修ツール「コロボ君」による体験学習
特長と概要	▶初心者理解できる内容に絞り、パラメータ設計を一人でやれる自信を持つことをセミナーの目標としている。 ▶座学だけでは理解しにくい内容を、演習問題と研修ツール「コロボ君」による体験学習により、実践的に品質工学を学ぶコースである。 ▶このセミナーの満足度は98%、理解度は85%と受講者の評価は高く、企業からのリピートが高い。

## (3) 学習教材としての特徴 屋内、会議室で実施できる

この教材は以下の条件が考慮されている

✓安全設計がされている ✓ボールの飛距離が容易に計測ができる ✓すぐに実験ができる。

(モノを作る時間が不要) ✓開発競争が体験できる

この教材の大きな特徴

✓ノイズを人工的に追加したため、実際のロバスト性設計を理解できる

✓ノイズの3条件を用意した(顧客の条件、内部劣化・摩耗など、モノのばらつき)

解析ソフトは、日科技研のSTATWORKS V5品質工学編を使う。

従来は、エクセルベースの解析ソフトを使っていたが、エクセルの扱いに受講生のムラがあることと、PCのバージョンにソフトの変更が対応できないため。

## 4. 教育方法概要

### コースで学ぶこと/コロボ君のコンセプト

#### (1) 座学で学ぶこと

基本機能、特性値(静特性、動特性)、SN比の算出方法、二段階設計法、直交表の使い方、割付方法(制御因子と信号/誤差因子)などの言葉や手法の説明

実務で使われた事例紹介

演習問題の解析(Statworksの使い方を学び、現場で使えるようになる)

解析にはStatworksを使用する。Statworksは瞬時に要因効果図(図参照)を記述でき、最適条件と比較条件を選定したあとの工程平均の推定などが簡単に求めることができる。Statworksの導入により、受講生のバラつきがなくなり、講義の生産性が向上した。

パラメータ設計を考えるグループ討議  
による演習問題

#### (2) 実験を通して学ぶこと

座学で学んだパラメータ設計の方法を、  
実践し自分もモノにする

データの解析方法、要因効果図の見方、  
最適条件の選び方を理解する

再現確認すなわち確認実験の方法とチューニング方法を理解する

品質と納期の競争を実体験する

メンバーとの協働により、様々な気づきを得る

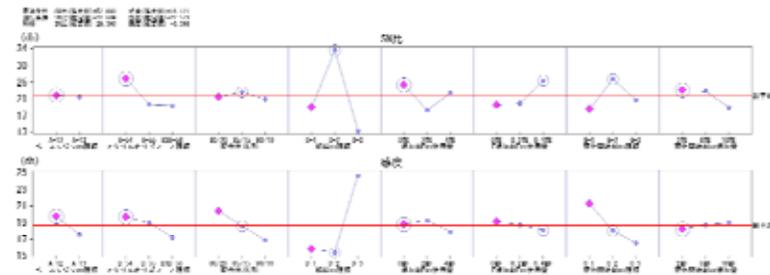


図6. 要因効果図の例

### (3) コロボ君を使った競技会の説明

#### 競技会の実施

- ・開発チームは3人から4人で1チームとする。
- ・技術開発目標は、1 mから4mまで飛ぶ商品開発に対応できることと納期が与えられる。
- ・納期はコロボ君の利用説明終了後から始まり、約3時間が与えられる。L18の実験終了後の解析と最適条件決定、比較条件による確認実験終了まで実施する。
- ・他のチームはすべて競合会社である。同じテーマでコストも納期も同じで、品質だけの勝負となる。
- ・社長目標が発表されたのち、30分後に全チーム対抗の競技会を実施する。実験条件と評価基準は、その時に説明する。競技会は、他のチームによって操作される。
- ・与えられた目標に対してばらつきが少ないこと
- ・平均値でのばらつきが小さいチームが優勝となる。

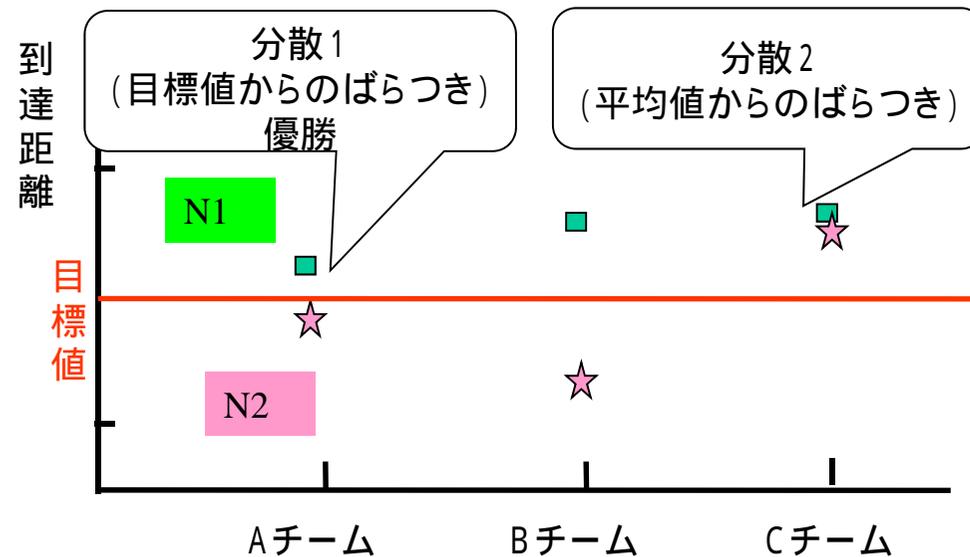
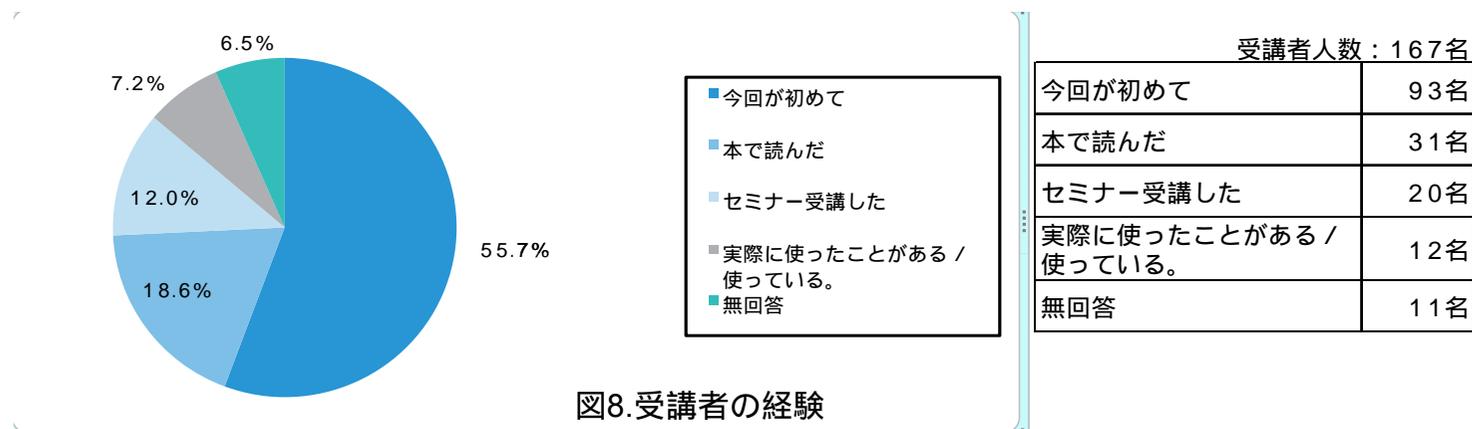


図7. 評価方法

## 6.教育結果

(1) 受講者の特性 (調査は2011年10月から2012年6月 n = 167)

- ・品質工学が初めて、あるいは本で読んだ程度の初心者が74.3%を占める(図8)。
- ・受講者の仕事内容は設計/開発部門が44.9%で、研究部門19.2%、生産技術部門17.4%、品質保証部門12%、製造部門4.2%となっている。



## (2) 成果

セミナーの理解度は85%(図9)である。そのことにより、受講者の満足度は98%(図10)と高い評価を得ている。

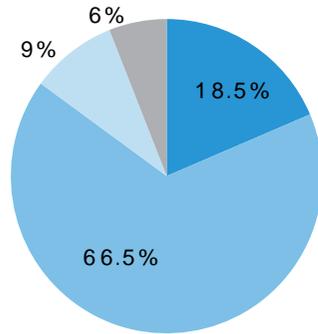


図9. セミナー理解度

受講者数：167名

よく理解できた	31名
理解できた	111名
どちらとも言えない	15名
やや理解しにくかった	10名
理解できなかった	0名
無回答	0名

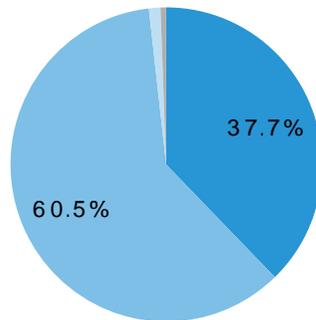


図10. セミナー満足度

受講者数：167名

大変満足	63名
満足	101名
どちらとも言えない	2名
やや不満	1名
不満	0名
無回答	0名

### (3) 品質工学は役に立つか (調査は2013年6月から11月 n = 98)

品質工学はあなたの仕事の役に立つかとの設問には、75.6%の受講者が役に立つと答えている(図11)。主な意見は下記のとおり。

- ✓ 衝撃的だった(この手法が)
- ✓ KDDでなく定量的に方向性を判断できる自信がついた。
- ✓ 未然防止への考え方をするにあたって、頭をシフトするきっかけになった。
- ✓ 部品バラツキでは悩まされており役に立てたい
- ✓ パラメータが多すぎる実験に対するアプローチの仕方がわかったのでぜひ使ってみてみたいです

どちらとも言えないは20.7%であったが、主な意見は下記のとおり

- ✓ ぜひ活用してみたいが、もう少し勉強しないと活用できないかと思った。
- ✓ 新しいスキルとしての理論はある程度理解できたが、自分の業務への応用がまだ見えてこない。

あまり役に立たないは、ソフトウェア技術者と、企画者の2名だった。

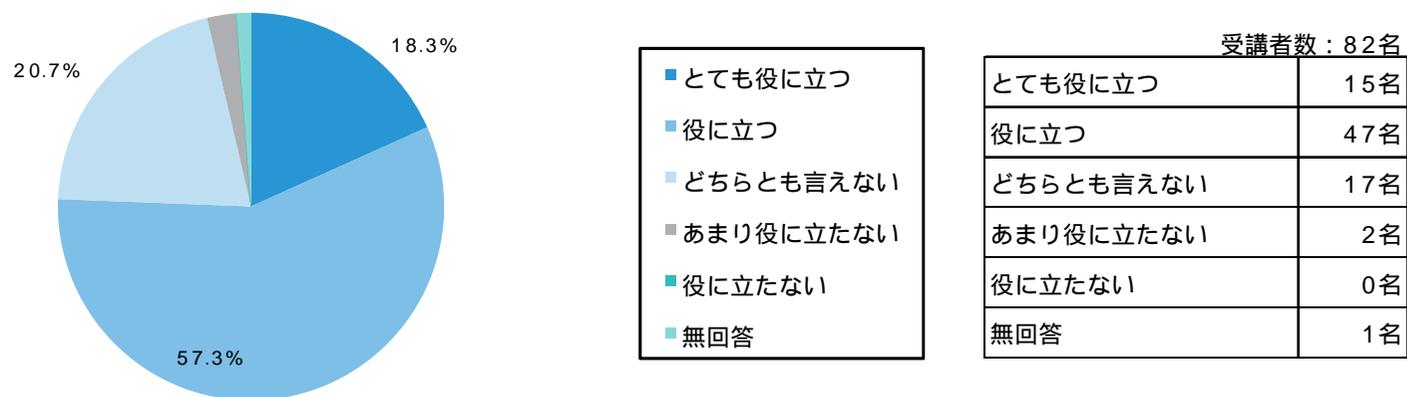


図11.品質工学は役に立つか

#### (4) 教材について (調査は2011年10月から2012年6月 n = 167)

教材については、コロボ君の評価が、98.2%が有益と答えた(図12)。受講生の知的好奇心をくすぐりながら、具体的に実践することで理解が深まっていると考えられる。

テキストについては、88%が使いやすいと答えたが(図13)、どちらとも言えない、あまり思わないが12%であった。

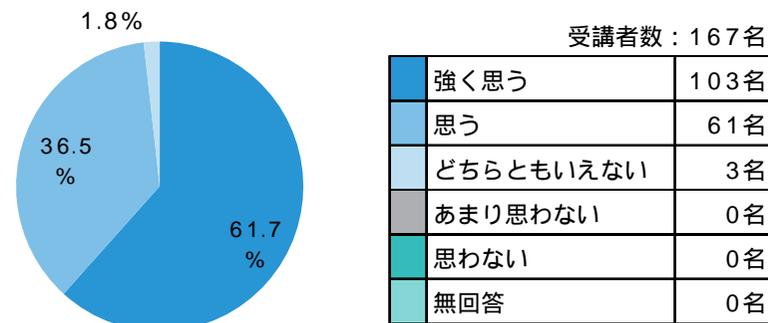


図12.コロボ君実験は有意義でしたか？

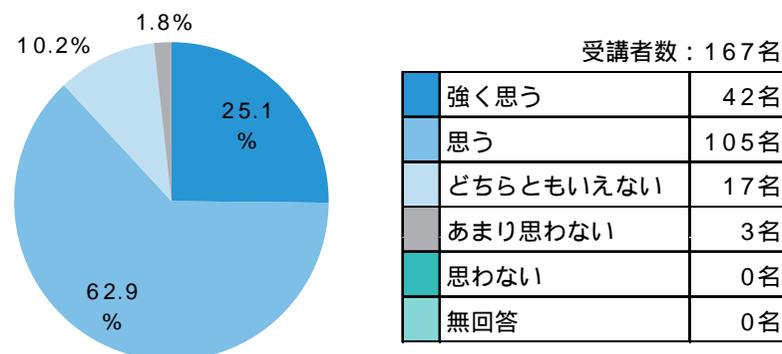


図13.テキストは使いやすかったですか？

## (5) 職場で実践するうえでの課題 (調査は(4)に同じ n=98)

学んだ内容を職場で実践していく上での課題は何ですか?との設問には、34名から回答があった。集約すると3つに分類される。主な意見は✓で示す。

上司の理解を得ること

✓品質工学や、実験計画法についての上司の理解が得られづらい環境にあります。成功例を積んで説得したいです。

✓上司に品質工学の考え方が理解されないと承諾されない

✓結果の信憑性を評価する上司・同僚・組織の仕組みが、まだ不十分でしょうか  
自分たちのレベルを上げること

✓理解度を上げる事が重要 勉強会等の場が無い事が課題。

✓他のメンバーにも理解させること。

✓誤差因子、制御因子、水準の選定、実験で水準を十分に(正確に)コントロールできるかどうか。

✓もう少し深く勉強して、理解を深める必要があると感じた

✓まず自分が今回のセミナーに読み返して、メンバーに伝達して考え方を教える  
実績を上げること

✓身近なテーマから実践してみることにチャレンジしてみようと考えました

✓実際に使用してみて、多くの問題を解決していかないと使いこなせないと思う

✓お客様のノイズをよく考慮して、品質カンリ→開発設計へフォードバックさせて  
いこうと思う

## 7.まとめ

✓現実に目の前の装置をみながらまた、実験結果をみながらコンサルティングができるということを実証し、学習効果が得られることがわかった。

✓受講者のアンケート結果をみると、職場に戻り実践したい、との回答が数多くでている。鉄は熱いうちに打て！といわれる。本来、直接の業務でコンサルティングができることが理想である。企業内にて実践できているところもあるが、教育だけで終わってしまっている企業が多い傾向にある。

✓コロボ君を通して、技術者の知的好奇心をくすぐるような機材を使うことで、より学習の理解度が高まることが証明された。今後もより簡単に実験ができる装置の開発をして、技術者の理解を促進する教育機材の検討を続けていく。

## 参考文献

- 1 . R & D活動への品質工学の導入方法の研究（その1）  
富士ゼロックス(株) 斎藤 潔 他
- 2 . 品質工学用教材 コロボ君  
富士ゼロックスエンジニアリング(株) 渡部 義晴 他
- 3 . Learning Pyramid National Training Laboration
- 4 . 学校教育への問題解決教育の普及  
富士ゼロックス(株) 鈴木 洋司

本著作物は原著作者の許可を得て、株式会社日本科学技術研修所（以下弊社）が掲載しています。本著作物の著作権については、制作した原著作者に帰属します。

原著作者および弊社の許可なく営利・非営利・イントラネットを問わず、本著作物の複製・転用・販売等を禁止します。

所属および役職等は、公開当時のものです。

■公開資料ページ

弊社ウェブページで各種資料をご覧いただけます <http://www.i-juse.co.jp/statistics/jirei/>

■お問い合わせ先

(株)日科技研 数理事業部 パッケージサポート係 <http://www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html>