

# デジカメを用いた機能性評価体験実習

Practical Training of Functional Evaluation using Digital Camera

有限会社 増田技術事務所 代表取締役 増田 雪也

## 1. はじめに

品質工学の教育は難しいといわれている。品質工学を社内に普及する場合、教育は避けて通れない問題であり、品質工学会においても関心が高まっている。筆者は、品質工学を教育・普及するためのカリキュラムを、以前から検討してきたが、通常の品質工学教育カリキュラムでは、機能性評価の「メリット」や「楽しさ」を実感させることは困難であると感じていた。その理由は、通常のカリキュラムでは、「机上での演習」や「機能性評価の事例の紹介」のみで終わってしまうからである。そこで、機能性評価の「メリット」や「楽しさ」を、実際の実験を通して体験することが大切であると考え、デジタルカメラ（以下「デジカメ」と呼ぶ）を用いて簡単に機能性評価を体験できる実習を考案した。今回はこの実習について報告する。

## 2. 初心者教育における体験実習の重要性

### 2.1 品質工学を普及するために

筆者が実施している教育カリキュラムにおいて、最初に実施するのは【初心者セミナー】である。この初心者セミナーの目的は、「品質工学の基礎的知識を習得してもらう」ことである。

次に【パラメータ設計体験実習セミナー】を実施する。このセミナーの目的<sup>1)</sup>は、「L18 直交表実験を簡単に体験し、最適条件を得る喜びを味わってもらう」ことである。

次に【定期指導会】を実施する。この指導会の目的<sup>2)</sup>は、「初心者が安心して自分のテーマにチャレンジしてもらうためのサポートをする」ことである。

以上のように、知識の習得から各自のテーマの実践までをトータルにサポートすることにより、エンジニアのやる気を引き出している。このやる気を引き出すことが、教育・普及において一番重要なことだと筆者は考えている。

### 2.2 カリキュラムの問題点

筆者のカリキュラム（【初心者セミナー】→【パラメータ設計体験実習セミナー】→【定期指導会】）において、ひとつの問題点がある。それは、機能を「入力、出力、ノイズ」で評価するメリットや楽しさを実感できないという問題点である。品質工学による開発を進める上で重要となるのは、この「入力、出力、ノイズ」を設定することである。上記カリキュラムにおいては、【初心者セミナー】にて「入力、出力、ノイズ」を考える演習を行っている。しかし、机上だけの演習になってしまうため、「入力、出力、ノイズ」で評価するメリットや楽しさを実感することは困難であった。そこで、このメリットや楽しさを実感してもらうために、機能性評価を簡単に体験することができる実習を今回考案した。

### 2.3 機能性評価を体験する実習

機能性評価を体験する実習の位置づけについて、図1に示す。

まず【初心者セミナー】では、種々の事例（タイヤ、ブレーキ、コイルバネなど）で「入力、出力、ノイズ」を考える演習を行う。これは机上で考える演習である。

次に、今回考案した【機能性評価体験実習セミナー】では、デジカメを教材として用いて「入力、出力、ノイズ」を考え、さらに実際に実験を行う。これは、「机上で考える」+「手を動かして実験する」という

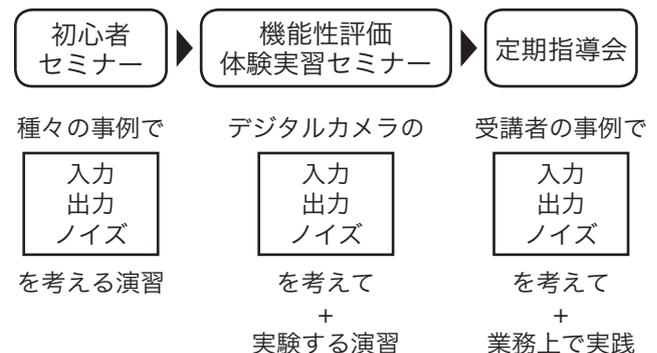


図1 機能性評価を体験する実習の位置づけ



図2 デジカメの入力と出力



図4 デジカメの入力と出力（色の転写性）



図3 デジカメの入力と出力（寸法の転写性）



図5 色の転写性

セミナーである。

最後に【定期指導会】では、カリキュラムを受講したエンジニア各自の事例で「入力、出力、ノイズ」を考え、さらに業務上で実践をする。これは、「机上で考える」+「実験する」+「役立てる」ということであり、実習セミナーではなく、業務での活用である。

以上のような段階的な教育カリキュラムにより、機能性評価のメリットや楽しさを実感してもらうのである。

## 2.4 デジカメを用いて実習するメリット

【機能性評価体験実習セミナー】で用いる教材としては、いろいろなものが考えられる。既に乾電池<sup>3)</sup>やボールペン<sup>4)</sup>を用いた機能性評価の事例が、品質工学会誌でも報告されている。今回の実習では、デジカメを教材として用いることにした。教材としてデジカメを用いるメリットは、以下の通りである。

- ・手軽に実験できる
- ・短時間で実験できる
- ・誰でも持っているので準備が楽である
- ・身近なもので優劣が判定できるので、楽しく体験できる
- ・実験においてノイズの設定が楽にできる

デジカメは、携帯電話に内蔵されているものも含めれば、ほとんどのエンジニアが所有している。手軽に用意できる教材としては、非常に適したものである。

## 3. デジカメの機能性評価

### 3.1 入出力

デジカメの入力と出力を転写性で考えると、図2

のように、入力は「被写体」、出力は「撮影画像」となる。

転写性といっても、モノクロコピー機のように、文字や図形などをモノクロコピーする場合であれば、寸法の転写性として評価すればよい。この場合、図3のように、入力は「原稿の寸法」、出力は「コピーされた寸法」で評価することになる。

しかし、デジカメやカラーコピー機（写真原稿をモノトーンコピーする場合も含む）などの場合は、色の濃淡も重要なファクターになる。つまり、色の転写性である。この場合、図4のように、入力は「原稿の色」、出力は「撮影（コピー）された色」である。

今回のデジカメの機能性評価では、色の転写性を取り上げて、評価を行うことにした。図5に示すように、入力は「基準色（原稿の色）」、出力はデジカメで撮影した「画像の色」である。

今回の入力と出力に異論を唱える方もいると思うが、「教育用のわかりやすい入出力」や「教育用の実習しやすい入出力」という観点で、筆者はこの入出力を採用した。

### 3.2 ノイズ

今回の実習では、ユーザーがデジカメを使う立場で機能性評価を行う。ノイズとしては、以下のようなものと考えられる。

- ・光源の影響（蛍光灯、日向、日陰、白熱電球等）
- ・撮影する距離
- ・被写体に対する角度（正面、斜め45度）
- ・画面内の位置（中心部、周辺部）

これらのノイズは、実験する上で手軽に設定できるノイズであり、デジカメを教材として用いる利点でもある。

表1 グレースケール 20 階調の RGB 値

gray scaleの値	A	1	2	3	4	5	6	M	8	9	10	11	12	13	14	15	B	17	18	19
R値	242	218	196	177	159	143	129	116	105	94	85	77	69	62	56	50	45	41	37	33
G値	242	218	196	177	159	143	129	116	105	94	85	77	69	62	56	50	45	41	37	33
B値	242	218	196	177	159	143	129	116	105	94	85	77	69	62	56	50	45	41	37	33

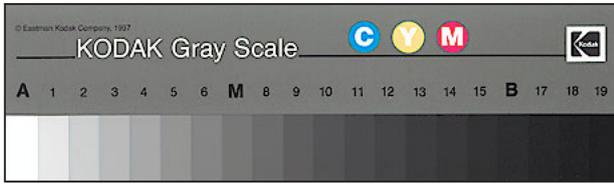


図6 GrayScaleカード (KODAK 社製 Q13)

### 3.3 基準色の設定 (入力)

入力である「基準色」を設定する方法について述べる。基準色の設定には、図6に示す市販のGrayScaleカード (KODAK社製 [Color Separation Guide & Gray Scale Q13])を用いる。このGrayScaleカードには、グレースケール20階調が印刷されている。このグレースケール20階調をデジカメで撮影した時、全く同じ色が撮影画像として得られれば、色の転写性は良好ということになる。表1に画像のRGB値 (0~255)を示す。例えば、図7に示すような場合は、以下のようなRGB値になる。

- ・グレースケール階調「0(A)」→RGB値「242」
- ・グレースケール階調「7(M)」→RGB値「116」
- ・グレースケール階調「19」→RGB値「33」

RGB値とは、R(Red)とG(Green)とB(Blue)の光の三原色の輝度のことである。このR値とG値とB値が同じ値になった時、色は真グレーになる。R値がG値やB値よりも大きな値となる場合は、赤っぽいグレーになる。

### 3.4 画像の色の測定 (出力)

出力である「画像の色」を測定する方法について述べる。パソコン上で画像の色を測定するには、いくつかの方法がある。今回は、専用ソフト「GetRGB

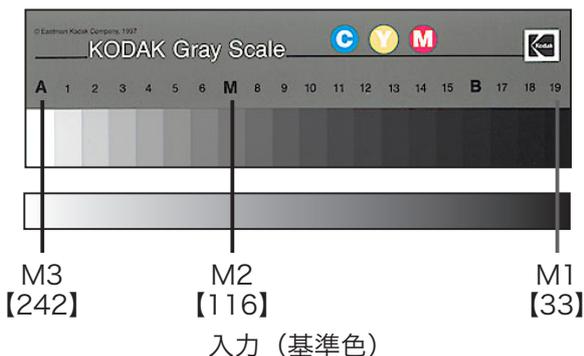
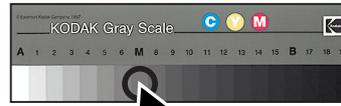


図7 グレースケールの階調



専用ソフト [GetRGB]



図8 画像の色を測定する方法

(OS氏作のフリーソフト、<http://www.vector.co.jp/soft/win95/art/se230196.html>)を用いて、画像の色 (R値、G値、B値)の測定を行うことにした。使い方を図8に示す。色の測定をしたい位置にカーソルを当てるだけで、画像の色 (R値、G値、B値)を測定することができる。この画像の色 (R値、G値、B値)が、グレースケールの真値と同じになれば、色が再現 (転写)されたことになる。

### 3.5 実験結果

デジカメ2機種を機能性評価した結果を図9に示す。

ノイズとしては「光源の影響 (蛍光灯、太陽光下)」および「RGB」を採用した。光源が蛍光灯であっても太陽光下であっても、真グレー色として撮影ができるかを評価していることになる。

デジカメA : S/N比 = -22.10db, 感度 = -0.02db  
 デジカメB : S/N比 = -27.62db, 感度 = -0.24db  
 このようにデジカメAおよびBを機能性評価した結果、デジカメAの方がS/N比が高くなり、光源の影響を受けにくく、かつ、真グレーに写ることがわかった。また、感度に注目すると、デジカメAでは、ほぼ基準色と同じ明るさになり、デジカメBでは明るめに写ることがわかった。

## 4. 実習の内容

### 4.1 実習の構成

デジカメを用いた実習は、【初心者セミナー】の後に実施される。実習の内容は、以下の通りである。

- 第1章 初心者セミナーの復習 (30min)
- 第2章 機能性評価の事例紹介 (20min)
- 第3章 デジカメの基本機能をグループで討議 (30min)

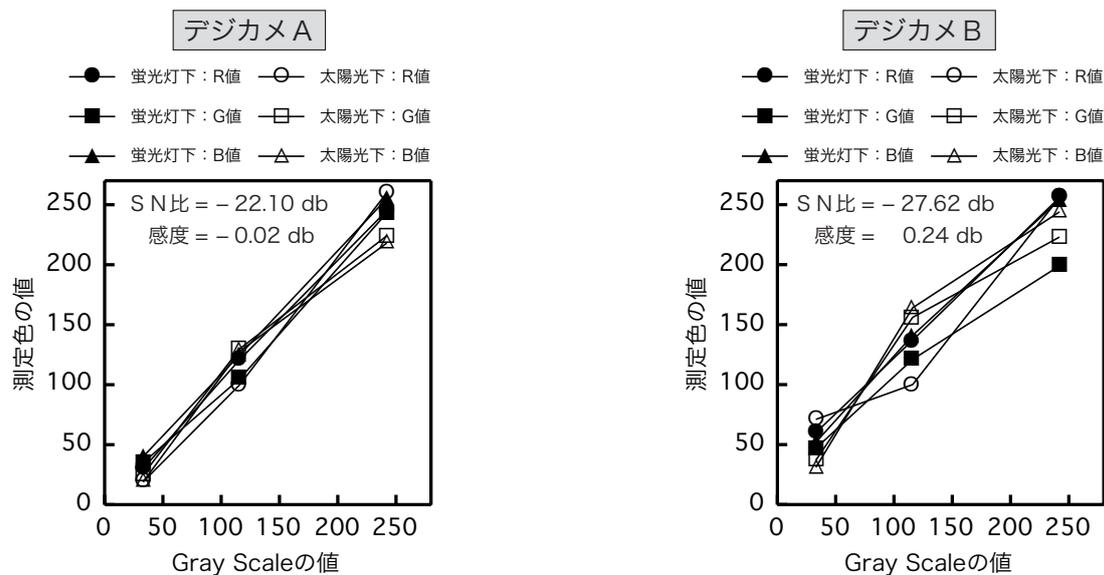


図9 デジタルカメラ2機種種の機能性評価結果

- 第4章 グループ討議の結果を発表 (15min)
- 第5章 機能性評価のグループ実習 (80min)
- 第6章 グループ実習の結果を発表 (15min)
- 第7章 まとめ (20min)

-----

第1章は、【初心者セミナー】の復習である。初心者セミナーから1ヶ月も経過すると、多くの受講者は内容を忘れていて、そこで、復習を行うことにより、忘れた記憶を呼び戻す必要がある。

第2章は、機能性評価の事例を紹介する。世の中でどのように機能性評価が活用されているのかを知ることができるため、自分の事例で活用できる場面をイメージできるようになる。

#### 4.2 グループ討議

第3章は、2～3名のグループを作り、デジカメの「入力、出力、ノイズ」について、グループでディスカッションを行う。実習では、先ほど紹介したような「寸法の転写性」や「色の転写性」については、事前に解説をしない。よって、受講者は自由な発想で「入力、出力、ノイズ」について検討を行うことになる。身近なものであるデジカメの機能とは何だろうか？と悩む受講者も多い。

第4章は、グループで討議した結果を、受講者全体の前で発表する。発表のポイントは、以下の2点である。

「なぜ、その入力・出力にしたのか？」

「なぜ、そのノイズにしたのか？」

ここで受講者たちは、他のグループの発表した「入力、出力、ノイズ」を聞き、いろいろな考え方があ

とを知る。そして、「どのような視点でデジカメの機能を考えたのか」について意見交換を行う。

グループ討議では様々な「入力、出力」が発表される。本来ならば各グループの発案した「入力、出力」で評価を行えば良いが、実習教材の準備や実習時間の制約があるため、「色の転写性」を「入力、出力」として実験を行うことにする。つまり、入力「基準色」、出力「画像の色」である。ただし、ノイズは各グループの自由としている。

#### 4.3 グループ実習

第5章は、機能性評価のグループ実習を行う。その内容は、「ノイズの検討」→「実験（撮影と画像の解析）」→「評価」→「まとめ」である。

##### 4.3.1 グループ実習の配布教材

グループ実習で配布される教材を、図10に示す。以下の4つの教材を配布する。

- ・グレースケール（基準色の設定用）
- ・色測定用ソフト（GetRGB）
- ・実習専用の解析用表計算シート
- ・PCカードリーダー（撮影した画像をパソコンに取り込む）

なお、デジカメは受講者各自に用意をしてもらう。

##### 4.3.2 グループ実習の内容

グループ実習の詳細な内容について、図11に示す。まずはノイズを何にするのかを討議し、決定をする。ノイズが決まったら、ノイズを与えて撮影を行う。ノイズを与えるとは、蛍光灯下や太陽光下で撮影したり、角度を変えて測定したりすることである。撮

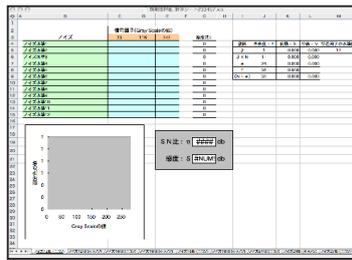
《グレースケール》



《専用ソフト [GetRGB]》



《実習専用の解析用 Excel シート》



《PCカードリーダー》



図 10 グループ実習の配布教材

影した画像は、PC カードリーダーを用いて、パソコンにデータを取り込む。パソコンに取り込んだ画像は、色測定用ソフトにて測定を行う。測定したデータは、配布してある実習専用の解析用表計算シートで解析 (SN比・感度の計算) を行う。

### 4.3.3 グループ実習の結果発表

第 6 章は、グループ実習の結果を受講者全体の前で発表する。発表の要点は、以下の 2 点である。

「なぜ、そのノイズを選んだのか？」

「機能性評価の結果はどうなったか？」

セミナー受講者は、発表を通して、各グループがそれぞれ異なったノイズを設定し、評価を行っていることを知る。ノイズが異なると、優劣の結果も異なることがわかり、ノイズ選択の重要性を実感することができる。

ある受講者グループ A の設定したノイズを図 12 に示す。グループ A では、ノイズとして「フラッシュ (有、無)」、「距離 (300mm、600mm)」、「角度 (0deg、45deg)」を採用した。その結果、デジカメ 3 機種 (A、B、C) の機能性評価の結果は、表 2 のようになった。このグループは、RGB 値の内、R 値のみのデータを用いて解析を行った。G 値と B 値についての評価は行っていない。

受講者グループ B の設定したノイズを図 13 に示す。グループ B では、ノイズとして「被写体の明る

さ (明、暗)」、「RGB 値 (R 値、G 値、B 値)」を採用した。その結果、デジカメ 3 機種 (D、E、F) の機能性評価の結果は、表 3 のようになった。このグループは、RGB をノイズとして設定しており、3 色を考慮に入れた評価を行っている。

第 7 章は、実習全体のまとめを行う。「入力、出力、ノイズ」の設定の重要性や、機能性で評価を行うことのメリットなどについて、全体でディスカッションを行う。

## 5. 受講者の反応

### 5.1 アンケートに書かれた感想

実習を終えた受講者に対して、アンケート調査を行った。アンケートに記入された感想の一部を紹介する。

・「感度や SN 比で比較することにより、どちらのどこがいいかなどがわかりやすく、評価がすんなりとでき、便利だと感じた。入出力については、寸法の転写性についても実験してみたい」

・「ノイズ、水準の取り方で同じ物の評価でも、違った結果が出るのが面白く感じました。今回の実習で、SN 比や感度の持つ意味が実感できました」

・「ノイズの設定が異なると、機能性の評価が変わるということがわかった。ノイズは簡単に思いつくが、入出力の設定はやはり難しかった」



図 11 グループ実習の詳細な内容

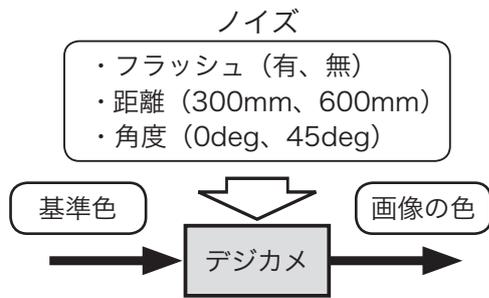


図 12 グループAの設定したノイズ

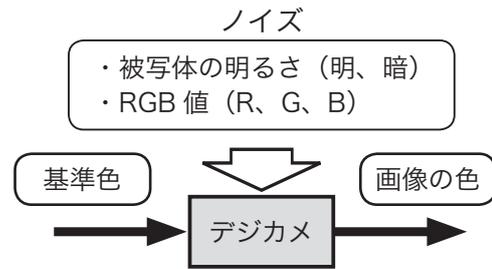


図 13 グループBの設定したノイズ

表 2 グループAの機能性評価結果

カメラ	SN比	感度	優劣
デジカメA	34db	-1.1db	2位
デジカメB	32db	-0.9db	3位
デジカメC	37db	0.6db	1位

表 3 グループBの機能性評価結果

カメラ	SN比	感度	優劣
デジカメD	30db	-0.2db	2位
デジカメE	26db	0.9db	3位
デジカメF	34db	0.1db	1位

## 5.2 アンケートの感想からわかったこと

アンケートに記入された感想を、以下の4点にまとめてみた。

『入力と出力の設定は難しい』→やはり初心者には、この入力と出力の設定がネックとなることがわかった。これは場数の問題であるので、これからいくつか事例を体験することにより、少しずつ慣れてもらうしかない。

『ノイズは比較的簡単に設定できる』→入出力に比べると、ノイズは比較的簡単に設定できることがわかった。ノイズを考える場合、「使う側の立場」や「技術者が指定できないこと」などをイメージすると、設定しやすいようである。

『ノイズ選びの重要性に気付いた』→受講者は、ノイズの選び方により、評価結果の優劣が異なることを体験した。このことにより、ノイズ選びの重要性に気付く人が多かった。

『機能性評価のメリット』→ノイズを与え、SN比と感度で評価する便利さを実感できた人が多かった。また、SN比と感度の意味について実感できたという意見もあった。

## 6. さいごに

今回、デジカメを用いた機能性評価の体験実習を考案・実施した結果、以下のような結論を得た。

- ・デジカメを用いることで、短時間に手軽に機能性評価を体験できる
- ・「入力、出力、ノイズ」の設定の重要性を体験できる
- ・身近なデジカメを機能性評価することにより、SN比と感度の意味と重要性を体験できる

今後は、この体験実習セミナーを活用し、品質工学ファンを増やしたいと考えている。みなさんもぜひ、身近な教材で機能性評価を体験してみたいかか。

## 謝辞

本研究は、長野県品質工学会での共通テーマによる活動を元に、体験実習セミナーに仕上げたものである。長野県品質工学会のメンバーに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 増田雪也：初心者向け体験実習教材を用いた品質工学の普及教育，第13回品質工学会研究発表大会論文集，(2005)，pp.270-273
- 2) 増田雪也：品質工学の導入教育と普及に関する検討，第12回品質工学会研究発表大会論文集，(2004)，pp.168-171
- 3) 山本桂一郎 他：アルカリ乾電池の機能性評価，第12回品質工学会研究発表大会論文集，(2004)，pp.34-37
- 4) 山本桂一郎 他：ボールペンの機能性評価，第11回品質工学会研究発表大会論文集，(2003)，pp.6-9