

## 第6章

# パラメータ設計の 実施手順



- ① 技術開発の重要性
- ② パラメータ設計とは
- ③ パラメータ設計の手順

## (章のねらい)

品質工学は田口玄一氏によって開発されたもので、欧米では「タグチメソッド」と呼ばれています。そして、品質工学は、①オフライン品質工学、②オンライン品質工学、③ MTS 法の3つの分野に大別されます。オフライン品質工学は、技術開発段階、つまり新製品の設計プロセスに入る前のオフラインでの品質工学(パラメータ設計)を指します。オンライン品質工学は、生産準備段階、つまり製造工程のオンラインで適用される品質工学を指します。MTS 法は、新しい多次元情報データによる予測、診断、分析法を指します。

この章では、主に開発設計段階の品質工学であるパラメータ設計について、その目的、機能および手順について解説します。

## 1. 技術開発の重要性

新製品の開発は、プロジェクトにより、開発日程に沿って進められます。しかし、パラメータ設計は、新製品の設計に入る前の段階、技術開発段階で実施されていなければなりません。

技術開発がしっかりとなされていないと、商品開発段階でさまざまなノイズの影響を受けて不具合発生による手戻りが生じ、開発期間や費用面で多くのロスが発生することになります。

技術開発とは、自社の独自技術を打ち立てることであり、そのためには、次の3つのことが重要とされています。

- ①製品企画に先立つ研究(先行性)
- ②広い範囲の製品に使える技術(汎用性)
- ③研究室で得られた結果がその後の製品開発の段階、大量生産の段階、市場での実使用の段階でも通用する(再現性)

## 2. パラメータ設計とは

パラメータ設計とは、システムが市場のノイズ(使用環境条件や劣化)に影響されずに機能を果たすよう、出力の変動(ばらつき)を抑え込む設計手法です。将来起こりうる不具合の発生確率の予測は困難な作業ですが、不具合を出力特性の安定性として捉えれば、出力を制御して安定させることは容易に実現できるというのがパラメータ設計の考え方です。

システムの機能を悪化させるものを品質工学ではノイズと呼びます。品質工学では、ノイズを外乱、内乱、品物間ばらつきの3つに分類しています(図6-1)。

たとえば、プリンタの用紙送り装置の場合、温度・湿度などの環境(外乱)、紙送りローラの寸法ばらつき(品物間ばらつき)、可動部品の摩耗や劣化(内乱)が、用紙送り機能を悪化させます。

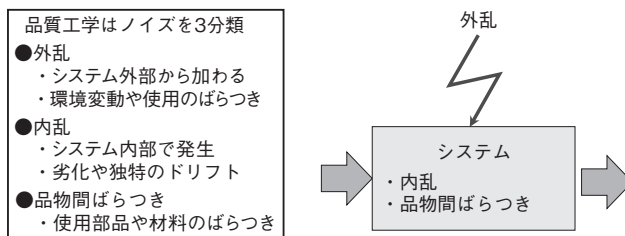


図6-1 ノイズの分類

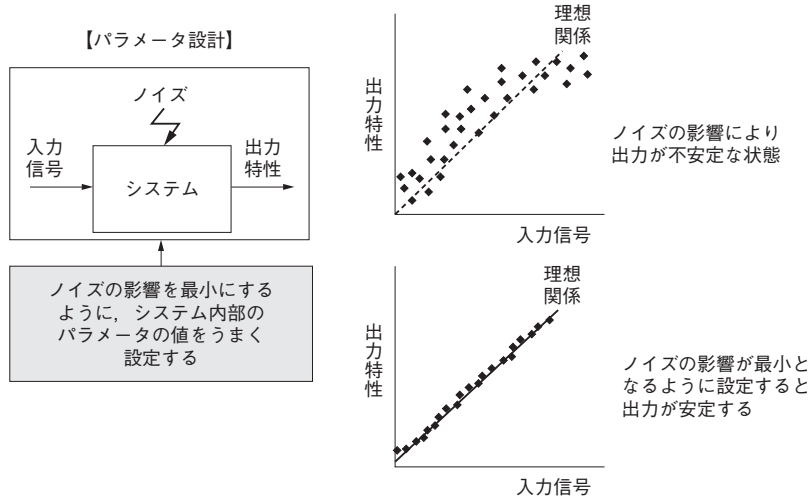


図6-2 パラメータ設計とは

しかし品質工学では、このノイズを取り除く、または抑え込むという従来の設計手法は用いせん。これらをすべて抑え込もうとしても、それは不可能であり、設計工数の増大、部品のコスト高の要因にもなります。

品質工学では、ノイズを取り除くのではなく、ノイズの存在を認め、その影響を受けない設計(ロバスト設計)を、コストをかけずに行うところに特徴があります(図6-2)。

FMEAでは、品質工学のノイズの摩耗や劣化、品物間のばらつきを故障モードとして捉え、その故障モードがシステムに及ぼす影響(故障や事故)を洗い出すことを目的としています。

パラメータ設計は、ノイズそのものの影響をなくするための設計手法と捉えることができます。

このように、各手法の関連性、それぞれの役割を体系的に捉えることはきわめて重要なことであり、製品開発において、何を解決しようとしてお

り、どのような手法の導入を必要としているのかを見極めることが優秀な技術者としての1つの条件と考えられます。

パラメータ設計のための実験に取り上げるノイズを、品質工学では誤差を生み出す因子という意味で、「誤差因子」と呼びます。

パラメータ設計の目的は、基本機能をベースに、的確な誤差因子、制御因子を選定し、誤差因子を故意に与えた上で、出力のばらつきへの影響を少なくする制御因子を見出すことと言えます。つまり、誤差因子を除去することなしに、目的とする安定した機能を実現しようとするものです(図6-3)。

品質工学では出力特性、入力信号、基本機能(内部パラメータ)、誤差因子という4要素を定義し、それぞれを区別して取り扱うところに特徴があります。

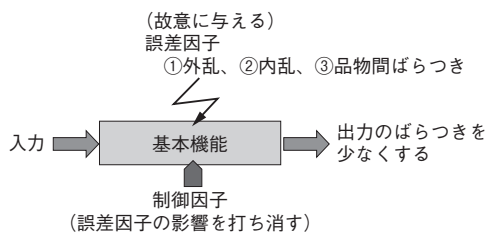


図6-3 パラメータ設計の目的

## 2.1 基本機能と入出力特性

技術開発を行う場合は、必ずある技術手段を使って機能を実現させます。その技術手段のことを「基本機能」と言います。基本機能とは、システムまたは製品に期待する機能を実現するために、技術者が利用する自然の原理、現象あるいは材料などの性質を示します。その基本機能に対して、入力を与え、基本機能の働きによって、期待する機能（出力）を得ることになります。この入力、基本機能、出力の関係を「システム」と呼びます。

設計対象をシステムとして考え、入出力関係を捉えるには、その技術の基本機能とは何かを考える必要があります。

たとえば、電気回路に使用される部品の1つである抵抗に着目すると、必要としている抵抗値とそのばらつきがいくつであるか、また抵抗値の温度変化がどれくらいあるかなど、カタログ上の特性に着目して選定を行います。

しかし、品質工学では、抵抗の基本機能であるオームの法則に着目します。すなわち抵抗 $R$ の両端に電圧 $V$ を印加すると、電流 $I$ が流れます。このとき、 $V$ と $I$ と $R$ との間には、次の関係が成り立ちます。

$$I = V/R \quad \dots\dots (1)$$

抵抗 $R$ を1つのシステムと考え、その入力を印加電圧 $V$ 、出力を流れる電流 $I$ とすると、(1)式が成り立つことが品質工学の「基本機能と入出力関係」そのものを指しています(図6-4)。

## 2.2 誤差因子と制御因子

ところが、カタログ通りの抵抗を選んだとして

も、設計者がコントロールできない要素によって、基本機能（オームの法則）を満足できないためにさまざまな不具合が生じることになります。このコントロールできない要素のことを誤差因子（ノイズ）と呼びます。

ノイズ対策には、理論的には次の3つの方法があります。

- ①ノイズの原因を見つけ、原因自体を除去する
- ②出力の変動をフィードバックなどで補正する
- ③ノイズの原因には手を付けず、その影響を減衰させる

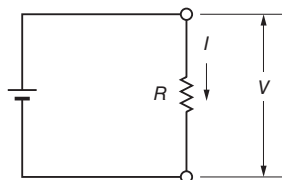
現実の世界では、オームの法則がきちんと成り立つ抵抗など存在しません。ある電圧を加えたとき、 $R$ という抵抗値を示しても、実際には周囲温度や抵抗自身の発生熱の影響によって抵抗値が変化し、流れる電流も変化します。

従来の設計手法では、①または②の方法を取ってきました。しかし、パラメータ設計では、③のノイズの原因には手を付けず、その影響を減衰させる方法を取ります。

パラメータ設計を行う際には、無数にある誤差因子（ノイズ）の中から、システムに最も影響を与える有効な誤差因子を設定できるかどうか、課題解決の最大のカギとなります。

一方、制御因子について考えてみると、誤差因子とは異なり、設計者が自ら決定できる要素となります。抵抗の素子設計例では、寸法・形状、使用する材料、リードの接続方法などの構造的な条件が制御因子となります。また製造工程設計面から見ると、抵抗体の蒸着時の温度上昇制御、抵抗粒体の形状・大きさなどが制御因子となります。

抵抗回路の例



オームの法則  $I = V/R$  (基本機能)

$I$  : 抵抗に流れる電流 (出力)  
 $V$  : 抵抗にかかる電圧 (入力)  
 $R$  : 抵抗 (システム)

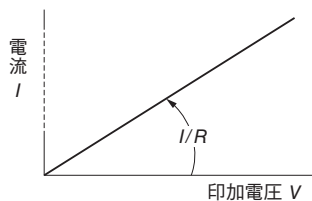


図6-4 基本機能と入出力特性