連載　SQC手法の活用ポイント

吉富　公彦　著

第８回　タグチメソッド

　問題解決に役立つSQC手法（統計的品質管理の手法）の解説の第８回目で、最終回となります。
　今回は、特性値（長さ、重さ、など）のばらつきを減らし、更に特性値を所望の値に近づけられるようにするための実験計画法の１つであるタグチメソッド（パラメータ設計）について解説します。

１．タグチメソッド

　タグチメソッドを広く捉えれば、故田口玄一氏が開発された、パラメータ設計、MTシステム、オンライン品質工学などを含む「品質問題を解決する体系」といえますが、ここでは世界的に注目されたパラメータ設計に絞って概要を解説します。開発当初は日本ではあまり注目されず、1980年代になって故田口氏が米国に渡り、当時最先端と言われたベル研究所において不良問題を驚異的に改善したことで、世界的に注目を浴びました。日本では、1990年くらいから注目されるようになってきましたので、ある意味逆輸入的に広まった手法ともいえます。

２．パラメータ設計

　パラメータ設計は、品質のばらつきを小さくできるようにするための手法で、ばらつきが小さくなることに関して頑健であるため、ロバスト設計ともいわれます。
　パラメータ設計ではばらつき評価を客観的に行うために、特性とばらつきの比であるSN比を評価指標として用います。ばらつきが特性値より相対的に小さければ小さいほど、SN比は大きくなります。なおSN比についてですが、パラメータ設計では解決しようとするパターンによってSN比の求め方が異なります。ここではパラメータ設計の基本ともいえる動特性のゼロ点比例式を例に取り上げ、その効能にできるだけスポットを当てて解説します。
　パラメータ設計での最大の特徴は、製品に対して（あるいは改善しようとしている生産工程に対して）、極端な意地悪実験を行うことでしょう。

　現実の話とは異なりますが、例えとして出力固定の定電圧器の開発に取り組むものとします。出力は、5V、12V、25Vの3種類としておきます。従来型の開発ですと、5V、12V、25Vの製品をそれぞれ開発し、基本設計ができたところでそれぞれの製品のばらつき低減を行っていくでしょう。
　パラメータ設計では、製品（あるいは生産工程）の設計段階で、顧客の使用条件（生

（次ページへつづく）

産工程ならば部材、設備、作業など）のばらつきを考慮します。ここでは分かりやすいように定電圧器が影響を受けやすいものとして、顧客の使用環境温度と供給電圧を考えます。意地悪条件として、日差しによって周囲温度が80℃まで上がり、予備実験で定電圧器の出力が下がることを確認できたとします。逆に冬場では−20℃まで室温が下がり、予備実験で定電圧器の出力が上がることを確認できたとします。更に供給電圧が不安定で90Vまで下がる場合は定電圧期の出力も下がり、供給電圧が不安定で110V まで上がる場合は定電圧期の出力も上がることを予備実験で確認できたものとします。環境温度や供給電圧のような使用環境の変化はあってほしくないですが、製品や生産工程が品質問題を起こすときは、このような外乱によることが少なくありません。よってパラメータ設計では、敢えて強制的に外乱を発生させてばらつき評価を行います。

パラメータ設計ではこのような外乱のことを「ノイズ」といっています。また、ノイズの内、実験で取り上げることのできるものを「誤差因子」といいます。ばらつきを小さくするためには、存在しうる外乱を誤差因子としていかに多く取り上げられるかにかかっています。なお、第3回で紹介した分散分析における誤差とは全く異なるものです。

ばらつき評価の実験回数を減らすため、各誤差因子の水準を表8.1のようにまとめます。定電圧器の出力電圧が下がる条件同士をひとまとめにし、N１水準とします。逆に、出力電圧が上がる条件同士もひとまとめにし、N２水準とします。誤差因子の数が増えてもこのように特性値が下がる組と上がる組に分けてしまえば、ばらつき評価の実験回数を減らせます。パラメータ設計ではこのように誤差因子の水準をまとめることを「誤差因子の調合」と呼んでいます。

表8.1　誤差因子の調合例

	N1	N2
（※補足説明）	（出力下がる方向）	（出力上がる方向）
使用環境温度	80°C	−20°C
供給電圧	90V	110V

パラメータ設計における実験計画についてですが、敢えて交互作用を見れない混合系直交表を用います。ここでは、パラメータ設計で代表的な $L_{18}(2\times3^{11})$ 直交表（以下「L_{18} 直交表」とする）を表8.2に示しておきます。

L_{18} 直交表は、第１列のみが２水準で、第２列から第８列が３水準です。なぜ３水準系がよいかといえば、制御因子と外乱である誤差因子との交互作用がどのように出るかが未知のためです。

表8.2　$L_{18}(2\times3^{11})$ 直交表

No.	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

（次ページへつづく）

実験を行う際には、制御因子がＡ～Ｈの８つあれば、第１列から第８列のすべての列に割り付けます。

なお、定電圧器の5V、12V、25Vのように変化させて対応しなければならない開発仕様（あるいは工程設計仕様）を「信号因子」といいます。

L_{18} 直交表におけるNo.１～No.18の各No.においては、信号因子と誤差因子を調合した水準で実験を行います。

例えば実験No.５での制御因子の割り付けとその水準番号は、表8.3のようになります。

この条件において、表8.4のように信号因子と誤差因子を組合わせた実験を行い（この場合は６回）、ばらつき評価をします。この実験結果を図にすると、図8.1となります。

表8.3　実験No.５の実験条件

No.	A	B	C	D	E	F	G	H
5	1	2	2	2	3	3	1	1

表8.4　実験No.５の条件におけるばらつき評価実験

設定電圧（M）		M1=5V	M2=10V	M3=15V
誤差因子	N1	4.6V	11.0V	23.0V
	N2	5.3V	12.8V	26.2V

計算手順は割愛しますが、得られたデータ（この例では６つ）より、ばらつきの小ささを示すSN比と図8.1の直線の傾きに相当する感度Sを、各実験No.ごとに求めます。

ここまで読まれてくると、実験回数が多過ぎると感じられた方が多いかと思います。しかし、製品を市場に出してから（生産工程ならば、量産に移行してから）トラブルとなり、クレーム対応やその後の対策検討のための実験を繰り返さなければならないことを考えると、むしろ少な過ぎるくらいといえるでしょう。

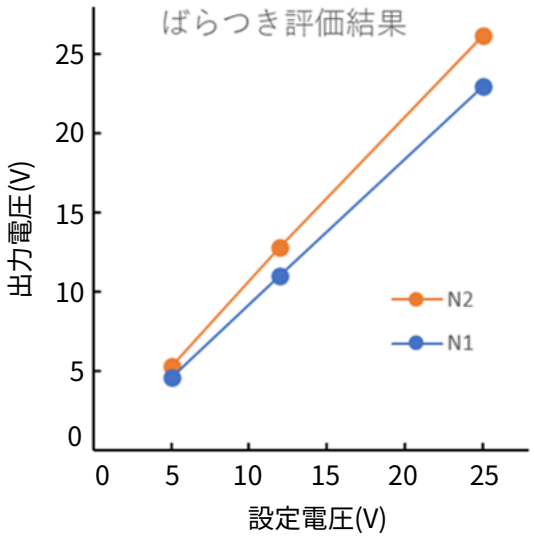


図8.1　ばらつき評価結果イメージ図

以上の実験結果からSN比と感度Ｓの要因効果図を描きます。このイメージ図が図8.2になります。

SN比の要因効果図から、ばらつきが最も小さくなる最適水準組合せを決定します。言い換えるとSN比が最大となる水準を選択していきます。よって、A1水準、Ｂ1水準、C1水準、D1水準、E1水準、F3水準、H2水準を選択します。

（次ページへつづく）

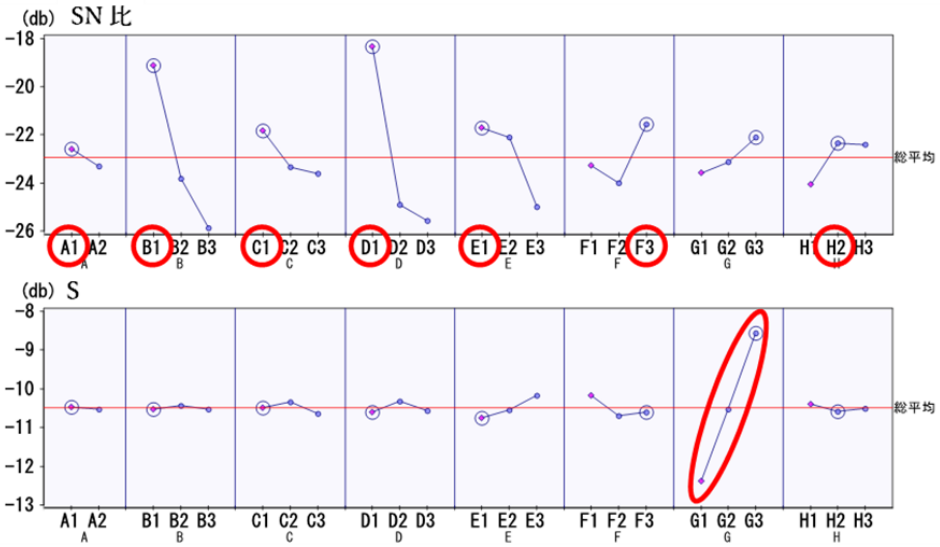


図8.2　SN比（上図）とSの要因効果図（下図）例

ばらつきを小さくすることが第１目的なので、この段階ではばらつきの最小条件を求めただけで、出力を所定の5V、12V、25Vにはまだ調整できていません。

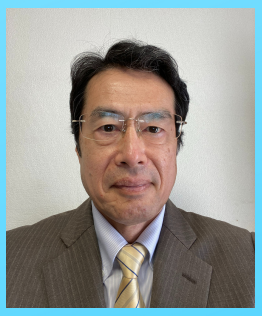
よって、次に製品出力を5V、12V、25Vに調整していきます。特性値の調整では、SN比があまり変わらず、感度Ｓが大きく変わる因子（この場合は因子Ｇ）を出力調整用の因子として選択し、水準を適宜調整して５V、12V、25Vに合わせ込みます。

このように、ばらつきを小さくしてから、即ちSN比の最大化を終えてから製品特性（あるいは工程特性）の合わせ込みを行うことを、パラメータ設計では２段階設計といっています。２段階設計によって個々の製品開発（この場合は、5V品、12V品、25V品。生産工程の場合も同様）の手間も省けたことをお分かりいただけるかと思います。

以上ざっくりとですが、パラメータ設計は、顧客が製品を使用するであろう環境（生産工程の場合は部材、設備、作業などのばらつき）を想定してばらつき評価を行い、SN比が最も高くなる（ばらつきが最も小さくなる）水準を選択することを述べました。

ばらつき評価では誤差因子を調合しており、極端な外乱の下での評価となっています。実際の使用環境ではそこまで過酷な状況になることはありませんから、少々の環境変化があったとしてもばらつきに強い製品（あるいは生産工程）を造れることがお分かりになられたかと思います。

ぜひ、パラメータ設計を上手く使いこなしていただき、クレーム発生に繋がらないような製品開発や工程設計を行っていただければと思います。



著者紹介

吉富　公彦（よしとみ　きみひこ）

1986年新日本無線㈱入社。赤外発光ダイオード、チューナーモジュールの生産技術業務に15年間従事。その後、社内SQC手法教育および品質マネジメントシステム業務に従事(ISO9001およびIATF16949の内部監査員)。元VDA6.3 Process Auditor。
現在、東京理科大学、東京情報大学非常勤講師。
(一財)日本科学技術連盟において企業向け講師派遣型研修SQCベーシックコース講師の他、品質管理セミナーベーシックコースおよび品質管理セミナー入門コースで講師をつとめる。(一財)日本規格協会　通信講座品質管理中級コース教材作成検討委員。