



第3回 分散分析

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3回目です。

今回は、実験計画の考え方と得られた実験データの解析法の基本となる分散分析について解説していきます。

1. 実験の計画

製品開発や工程改善を行う際にどのような要因によって目的の物理特性が変わるかを調べることは、日々行われていることと思います。その際に、図3.1に示すように、各条件（この場合は温度）での実験を、1回だけで済ませていないでしょうか。統計的な知識を持たないと、70℃のときが一番よい条件だと判断してしまいます（但し、値は大きいほどよいものとします）。

しかし、SQC的には、効果があるのかわからないといった判断になります。温度とは無関係に特性値が120~200までばらついているだけかもしれないからです。

では、SQC的にはどのような実験を考えるのでしょうか。基本的には、図3.2に示すように同一条件で複数回（この図の場合は2回）の実験を

行います。そうすることで、技術者が悩まされる実験間誤差を把握することができます。図3.2の場合、実験間誤差が範囲にして22くらいあり、温度の影響で70℃が最大になったのか、実験間誤差によるばらつきの結果でたまたま70℃が最大になったかまでは分かりません。これに対し、図3.3の場合は、実験間誤差は範囲にして6くらいであり、実験間誤差の変化量では説明できないくらいに特性値が変わってお

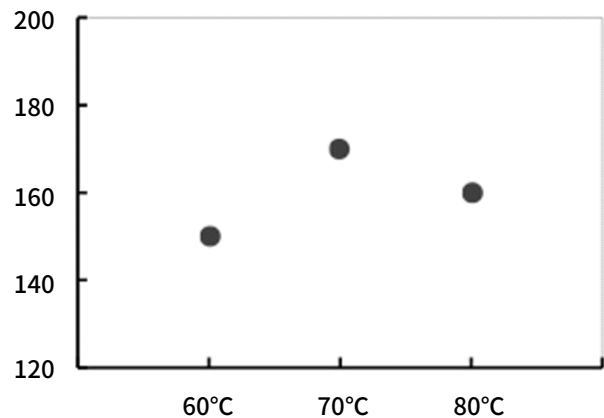


図3.1 1点のみの実験結果

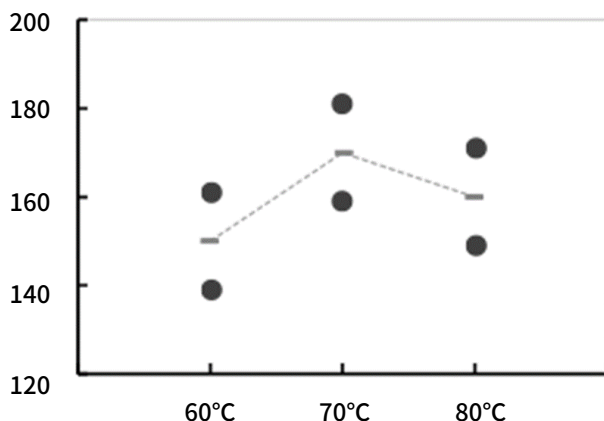


図3.2 繰返し2回の実験結果 - 1

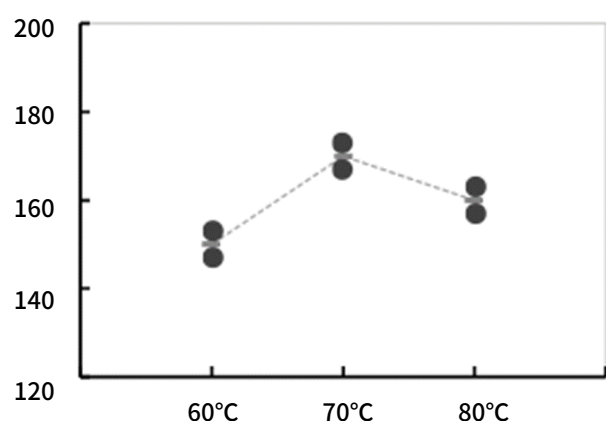


図3.3 繰返し2回の実験結果 - 2

り、温度によって特性値が変わっていると結論付けられそうです。このように実験計画では、実験の繰返しを取り入れることが重要です。

2. 分散分析

前項では、図3.2および図3.3において要因として取り上げた温度の影響があるかどうかを感覚的な話で済ませました。SQCではこれを統計的に判断します。手法名としては分散分析です。詳しい話は紙面の都合で割愛しますが、平均値の変化をデータから計算して偏差平方和という形で求めます。同様に、計算によって実験間誤差も偏差平方和という形で求めます。表3.1は、それらの値を元に作成した分散分析表です。

表3.1 図3.3の一元配置実験データの分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	分散	分散比 (F比)	検定結果
温度	400	2	200	11.1	5%有意
誤差	54	3	18		
計	454	5			

計算で求めた各要因の偏差平方和を自由度で割って、各要因の平均的なばらつきである分散を求めます。更に、要因である温度の分散と、誤差の分散の比（F比）を求めます。F比が統計的に大きいと言えれば（言い換えると95%の確率で大きいことが正しいと言えるならば）、「有意水準5%で温度の効果はある」と結論付けます。前回の第2回で紹介した「検定と推定」同様に、ビジネスリスクを減らせるわけです。

因みに図3.2のばらつきの大きいデータを分散分析すると、分散比は0.83となり、温度の効果は殆どないという結論になります。

3. 二元配置実験

前項では、図3.2および図3.3は、取り上げた因子が1つ（前項では温度）だけなので、専門的には一元配置実験と言います。取り上げる因子が2つの場合を、二元配置実験と言います。読者の方は、適切に二元配置実験を取り入れておられるでしょうか。統計的な知識を持たないと、二元配置実験を計画すべきものまで、一元配置実験で済ませているケースを多く見受けます。

では、二元配置実験を行わなかった場合にどのような問題があるのでしょうか。それは交互作用を見逃してしまうことです。グラフにしたほうが分かりやすいので、図3.4に交互作用が存在する場合のグラフを示します。

特性値に影響を与えるものとして、例えば温度と圧力の2つがあるとします。圧力が0.2MPaのときは70℃でピークを示していたにも拘らず、0.1MPaのときには単調増加となっています。このように、別の因子の影響によって傾向が変わってしまう現象を専門的には“交互作用がある”と言います。特性値が因子の2次式で表される場合に交互作用は起こり得るのですが、実務における実験でも交互作用は少なからず確認されます。

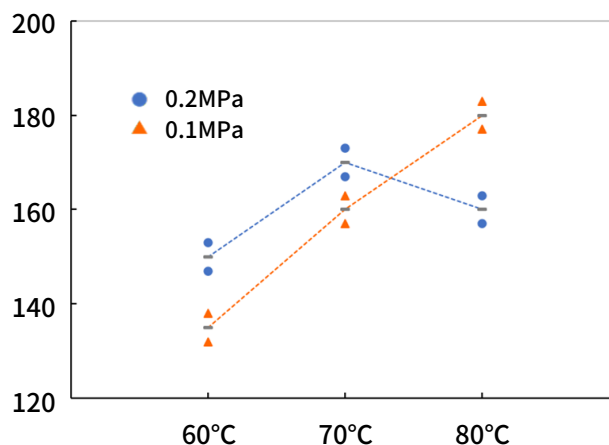


図3.4 交互作用がある場合

従って、交互作用の有無は一元配置実験では確認しようがありません。また、二元配置実験であっても、実験の繰返しを行わなければ交互作用を検出することができません。

しかし、二元配置実験を繰返し行えば、グラフ上で交互作用を確認するだけでなく、前項で紹介した分散分析によって統計的に交互作用を検出することができます。

参考までに、図3.4のデータでの分散分析の結果を表3.2に示しておきます。交互作用の存在が定量的に示されています。

表3.2 図3.4の二元配置実験データの分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	分散	分散比 (F比)	検定結果
温度	1716.7	2	858.3	47.7	1%有意
圧力	8.3	1	8.3	0.5	
交互作用	716.7	2	358.3	19.9	1%有意
誤差	108.0	6	18.0		
計	2549.7	11			

以上は、実験計画の基本的な考え方と、その解析手法である分散分析についての概要説明ですが、繰返し無しの実験計画のリスクおよび一元配置実験のみのリスクをご理解いただけたかと思います。

なお、分散分析を行うとどの要因に効果があるかを統計的に判断できるだけではなく、各条件の組合せにおける母平均の推定（真の平均値の見積り）もできますし、データの予測（個々のデータの最大値および最小値の見積り）もできます。後者を言い換えると、不良品の発生率を事前に見積もることも可能だということです。

分散分析を積極的に業務に取り入れていただき、ビジネスリスクを少しでも軽減していただければと思います。

（以下余白）

著者紹介

吉富 公彦（よしとみ きみひこ）

1986年新日本無線(株)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。

