

SQ

標準化と品質管理

Standardization and Quality Control

品質管理・品質設計のための データ分析 【実践編】

島根大学医学部・医療情報部

河村 敏彦 著



標準化で、世界をつなげる。
一般財団法人

日本規格協会

SINCE 1945

JMPによる

第1回 品質管理・品質設計 —問題発見・解決のアプローチ—

河村 敏彦 *Toshihiko Kawamura*
島根大学医学部・医療情報部

河村「本講座では伊奈製陶（現在の LIXIL）のタイルの製造実験を例にして、**統計的方法による問題発見・解決のアプローチ**について解説します。」

河村「1953 年、伊奈製陶は、図 1 のように貨車に焼成前のタイルを積み、窯内で焼いていました。ここで行われたタイル実験は、第 12 回（基礎編）で解説した**ロバスト設計**のルーツといえます。」

受講者「1953 年ということは半世紀以上も前の事例ですね！」

河村「このときは、まだ品質工学とかタグチメソッドと呼ばれていませんが、そのルーツを知る上でも大切です、**タイル実験は実験計画法のエクセレント事例**として知っておくとよいでしょう。SN 比などという用語がでてくるだいたい前のお話です。」

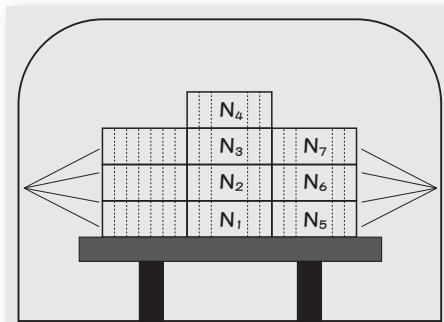


図1 貨車でのタイルの位置

〔出典：田口玄一(1999)，p.158〕

河村「試運転段階で作成されたタイルは反りが強く、その多くが反り不良でした。これは熱源からの遠近で温度分布差が大きく発生するため、焼成後のタイルの寸法のばらつきが発生したのです。不良品の原因が熱源とタイルの距離による炉内の温度分布差であることは明確でした。」

受講者「図1のような窯で、タイルが積み重なっていると確かに温度が一定にならず、タイル寸法はばらつきそうです。となると第9回（基礎編）の統計的品質管理で学んだように、問題を発見したら原因究明してそれを撲滅せよ、という指針ですね！」

河村「はい、そうです。統計的品質管理では、原因である温度分布差が小さくなるように

- 加熱源を多くする
- 熱風循環器を設置して炉内の熱循環を促進する
- タイルの間隔を空けてタイル間の熱交換を促進するなどを行います。これらは1950年代から1980年代に製造現場で実施されていた**品質管理活動における問題解決のためのQCストーリー**に準じており、問題発見後にいかに迅速に原因を追究し対策を実施するかを目的にしています。」

受講者「この問題は、温度分布差を小さくすればよい、という問題発見は簡単であるが、これらの対策は困難であると…」

河村「この問題は窯内の温度を均一にすることができれば、“問題解決”です。」

受講者「なるほど、原因は一つであっても、それに対する対策は複数のルートがあるわけで、その中から様々な制約の中で実行可能性のあるものを選択する必要があるわけですね。」

河村「図2をみてください。この図は焼成温度と焼成収縮率の関係を示しています。炉内の温度が1000℃から1100℃では石灰1%と5%の傾きが異なります。」

河村「つまり、石灰1%では寸法に大きく影響してしましますが、5%では温度差(±200℃)による寸法へのばらつき具合はかなり低減していることがわかります。」

受講者「これは、**変動要因解析**で講義された交互作用(石灰×温度)の利用ですね。石灰5%にすることで傾きが小さくなり、タイル寸法が温度の影響を受けにくくなっています。」

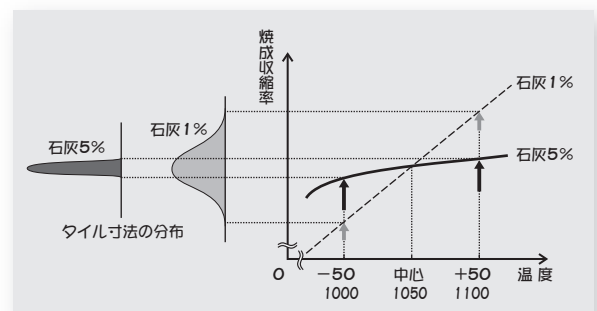


図2 焼成温度と寸法の関係

河村「**変動要因解析からロバスト設計へ**，その繋がりが
見えてきたかと思います。体系的に学習することで、
離れ小島になっている状態をいかに繋いでいくか、そ
こが大切だと思います。」

河村「この温度差は、焼成温度と寸法との関係を乱す原
因になっており**誤差因子**（ノイズ）と呼ばれていま
す。一方、石灰は、技術者が自由に選択できる**制御因
子**（設計パラメータ）です。この事例は、**制御因子×
誤差因子の交互作用**を利用し、寸法のばらつきを低減
した例ということですね。」

河村「一般に、ばらつき低減のための対策は、

- ① 原因そのものを除去
 - ② 原因の影響を減衰
- の二つのうちどちらかです。」

河村「対策①は、**タイル寸法のばらつきの原因を見つ
け、その原因をコントロールすることで特性のばらつ
きを低減**することです。伝統的な統計的品質管理にお
いては、主にこの方法が用いられてきました。」

河村「1920年代、Shewhart (1891-1967) は、偶然に
見える変動要因からコントロールできる可避原因を発
見し、その原因を低減させ偶然原因のみにすること
で、統計的な品質改善をはかるツールとして、管理図
などの統計的品質管理手法を提案しました。」

受講者「ただ、**タイル実験の例だと、温度を一定にする
ためにはトンネル窯自体の設計を変えなければならない
ため、大幅なコストアップを招いてしまい、ばらつ
きの原因が特定できたとしても、実際には対策が実行
できないということですね。**」

河村「**問題解決型 QC ストーリー**における対策選定の
ステージでは、**統計的手法**を特に明示していません。
原因の除去の対策は固有技術的に発案され、その効果
が確認されたらストーリーは終了となります。」

受講者「**原因がわかれば対策は自然と決まる、という立
場ですね！**」

河村「はい、そうです。」

河村「次に、対策②の原因の影響の減衰について考えて
みます。トンネル窯内の温度が一定でなくてもタイル
の寸法が一定となるようにするには、どうすればよい
でしょうか。」

河村「図3をみて、考察してください。」

受講者「**タイルの位置と石灰に交互作用が確認できま
す。さらに石灰が5%のときにタイルの位置（温度）
にかかわらず、寸法は一定となっています。**」

河村「制御因子Aの効果は、誤差因子Nの効果を変え
ていくことがわかります。タイルの配合条件である石
灰Aの水準を変えることによって、誤差因子Nの効
果は、A₁:0%では大きく、A₃:5%では、ほとんど
影響しないことが確認できますね。」

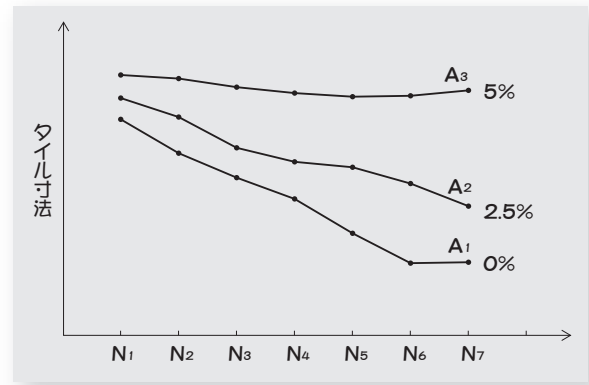


図3 有効な交互作用

受講者「**なぜ、A₃:5%にすることによって、誤差因子
の効果がなくなるのでしょうか？**」

河村「そのメカニズムはわかりません。ここでは、統計
的手法により、有効な交互作用を見つけたにすぎませ
ん。すなわち、**分散分析**を用いて有意性（効果）を実
験的研究によって確認しているだけです。」

河村「本事例では、石灰を5%加えることで、トンネ
ル窯内において位置による影響（温度のばらつきによ
る影響）がなくなっていることがわかります。ただ
し、石灰を加えることでどの程度コストアップしてし
まうのか、シナリオを立て、実験の計画段階でしっか
りと検討しておかなければなりません。」

受講者「**寸法のばらつき低減という目的に対して、統計
的品質管理によるアプローチが良いのかロバスト設計
によるそれが良いのかケースバイケースであるという
ことですね。**」

河村「ロバスト設計でも、誤差因子を探索するた
めには、特性要因図やパレート図も有用ですし、特に解析
方法は従来の実験計画法との違いはほとんどありませ
ん。」

河村「1953年の伊奈製陶における田口流実験は、制
御因子を直交表L₂₇に割り付け、その外側に誤差因子の
原型となる標示因子を**直積配置**することにより、窯内
の温度の影響を受けにくいタイル設計を実現させたの
です。」

河村「さて、これまで紹介したタイル実験における品質
特性は寸法でした。これは目標値が正の有限値である
望目特性と呼ばれる特性です。」

河村「1990年代以降、望目特性から**信号因子を取り上
げた動特性アプローチ**へと移行していきます。動特性
アプローチとは、**システムの機能性を入出力関係で記
述し、その関係が理想機能に近づくような条件を求め
る方法論**です。」

河村「図4をみてください。これは、大きさの異なる3
枚のタイルをテストピースとし、その1枚について