



工程能力を評価する際の重要な考慮  
事項10項目



ある工程がお客様の要件と期待に一貫して応えられるようにするには、工程機能が不可欠です。望ましい結果を生み出す工程能力を定量化することで、企業は高品質の製品を効果的に維持し、欠陥を最小限に抑えることができます。製造業からサービス業に至るまで、能力分析の威力を理解して活用することは、継続的な改善を推進し、顧客満足度を高め、最終的には今日のダイナミックなビジネス環境で持続可能な成功を達成するために不可欠です。

それでは、なぜこれらの指標を正しく使用または解釈していない利用者が多いのでしょうか。CpkまたはPpk値を報告したり解釈したりする際に、見落とされがちな重要な考慮事項をいくつか掘り下げてみましょう。

## 考慮事項1: 工程は安定していますか。

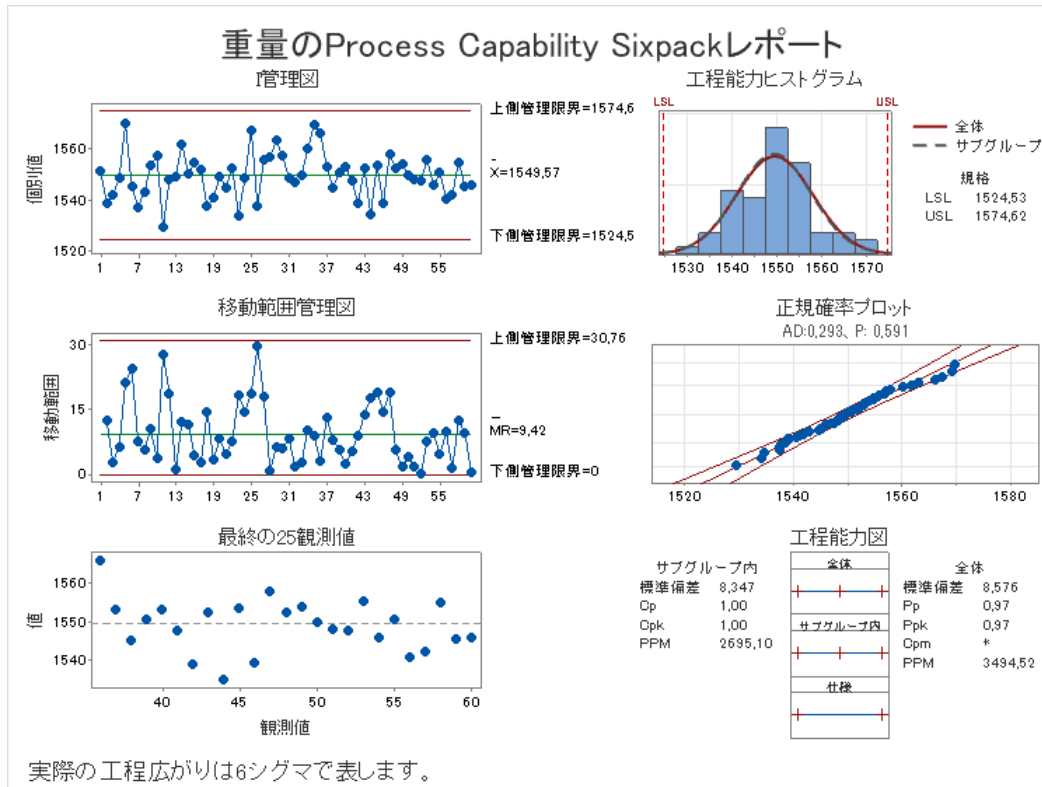
市場に製品を送り出す必要がある一方で、成功しているほとんどの企業は立ち止まって工程を監視し、まず工程が安定していることを確認します。工程が安定していることを確認することは、次の二つの理由から工程能力にとって重要です。

1. 工程の安定性に重点を置くと、本質的に工程の変動が減少し、結果として工程能力が向上します。
2. 工程が安定しないと、工程に必要な能力があるか判断するのが困難になります。つまり、次のような問題が発生します。どのような場合に可能なのでしょうか。工程が変化している場合、特定の顧客が製品を受け取ったときに、必要とされる製品が製造されたかどうかは全くわかりません。

たとえば、飲料メーカーは瓶詰め工程における充填重量を監視しています。充填重量は1500～1600グラムの範囲内である必要があります。Minitab Statistical SoftwareのCapability Sixpackを使用すれば、工程能力と安定性の概要を確認できます。(統計 > 品質ツール > Capability Sixpack > 正規を選択します。)

プロのヒント: データはサブグループに収集されていないため、ダイアログボックスに入力するときはサブグループサイズ1を使用してください。

結果として得られる以下のグラフ表示では、赤の管理限界を超える値がなく、Iチャートまたは移動範囲チャートに特殊な原因の変動に対する追加のアラートが表示されないため、この工程は安定していると結論付けることができます。



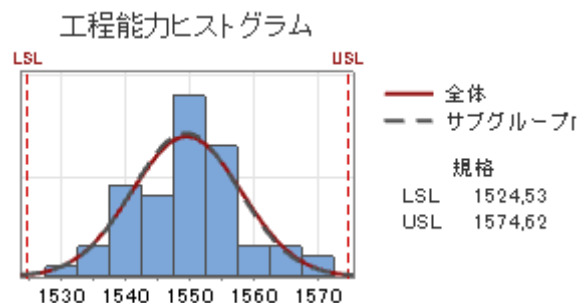
一方、Iチャートまたは移動範囲チャートのアラートが、工程の平均または変動が変化していることを示している場合は、立ち止まり、これらの変化パターンの根本原因を特定することが最善策です。

幸いなことに、問題ではない場合は、次の検討に進むことができます。

## 考慮事項2: 工程は正常ですか。

もちろん「工程は正常です」と、あなたは言うかもしれません。いつも通りに稼働しています。しかし、私たちが通常の工程について議論するとき、実際には工程から得られる測定値に言及します。

ボトルは機械によって自動的に充填され、一貫した動作を示す傾向があるため、充填重量などの測定値は、多くの場合、通常のパターンまたはベル曲線の分布に従います。結果として得られる充填重量は、特定の値である平均を中心として、平均の低い側と高い側の両方で同じように漸減します。前のCapability Sixpackから、充填重量が適度にベル曲線の分布に近づくことがヒストグラムからわかります。



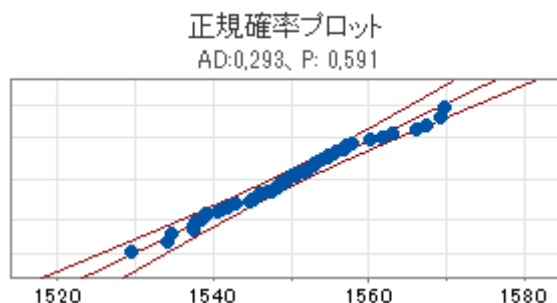
ここまでは問題ありません。しかし、分析の専門知識を向上させるにつれて、多くの場合、視覚化から得られる結論と仮説検定を組み合わせることが得策であることがわかります。それが、3番目の考慮事項につながります。

### 考慮事項3: 正規性を否定する証拠は存在しますか。

正規性の視覚的なチェックから、より洗練された統計的アプローチに移行するには、アンダーソン・ダーリング検定を使用できます。アンダーソン・ダーリング検定では、手元のデータサンプルを正規分布などの既知の分布と比較します。アンダーソン・ダーリング検定の仮説は次のとおりです。

- H0: データは正規分布の母集団から得られたものである
- H1: データは正規分布の母集団から得られたものではない

アンダーソン・ダーリング検定を理解するには、Capability Sixpackの次のグラフ、つまり以下に示す確率プロットに進むことができます。グラフの背景となるグリッド線が縦方向に等間隔ではありません。代わりに、正規分布がどのように提示されるか反映するため、これらのグリッド線が調整され、中心にはより多くの観測を行う余地があり、高尾と低尾には観測の余地が少なくなります。グラフ上の青い点は分布を想定していませんが、グリッドに反映された分布が適切であれば、このように点は比較的直線に収まります。さらに、 $P = 0.591$ のp値は、帰無仮説を棄却するための標準ベンチマークである $\alpha = 0.05$ よりも大きくなります。したがって、正規分布の母集団から得られたデータを否定する兆候はありません。



このデータについては、正規分布の母集団から得られたデータのように処理を進めることができます。ここで、次の検討事項に移ります。

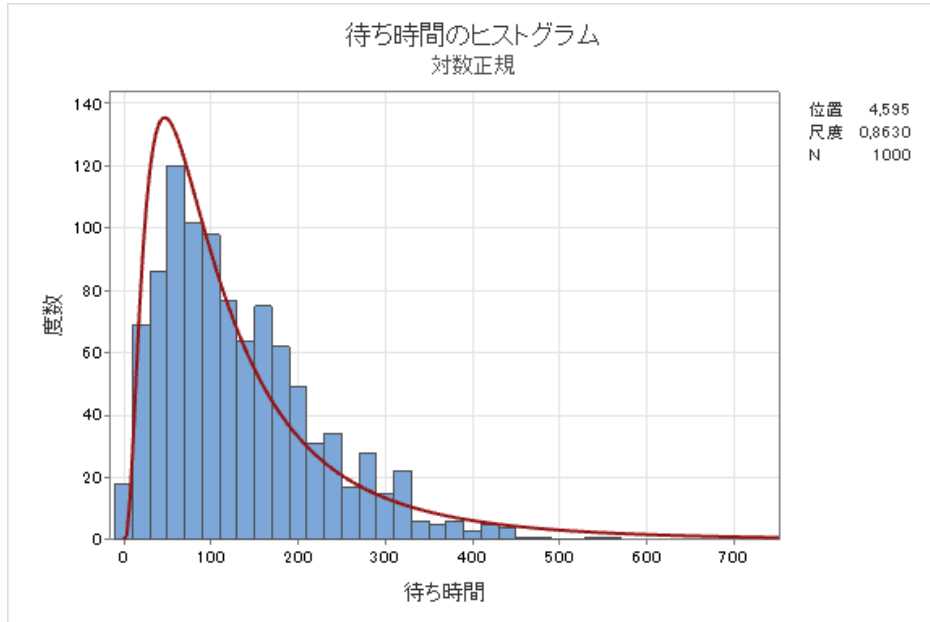
### 考慮事項4: データに正規性があることは証明されましたか。

仮説検定とp値は、手元にあるデータの正規分布として除外する際に非常に役立ちますが、何の証明にもなりません。「有罪と証明されるまでは無罪」という原則を覚えていますか。そうなのです。アンダーソン・ダーリング検定の場合、検定対象のデータが正規分布に従うという仮説を立て、その仮説を否定する証拠を探します。したがって、アンダーソン・ダーリング検定の結果が0.05を超えるp値になった場合でも、何も証明していないことになります。サンプルが由来する母集団を表す分布について、仮説を否定する証拠が見つからないのです。

アンダーソン・ダーリング検定は、正規分布に加えていくつかの分布で利用できます。この検定の帰無仮説は常に、標本データがその特定の分布に従う母集団から得られたものであるため、多くの場合、いくつかの異なる分布が適切であると想定できます。言い換えると、アンダーソン・ダーリング検定のp値を使用して分布を除外することはできますが、このp値を使用して分布が正しいことを証明することはできません。この難問は次の考慮事項につながります。

## 考慮事項5: データに正規性がない場合はどうなりますか。

アンダーソン・ダーリング正規性検定の結果が0.05未満のp値になる理由は複数あります。最も論理的な(そして一般的な)理由は、データがベル曲線の分布に従っていない母集団から取得されているということです。たとえば、待ち時間データには非常に長い時間がいくつか含まれていることが多く、以下のヒストグラムに見られるようなパターンに従う可能性があります。

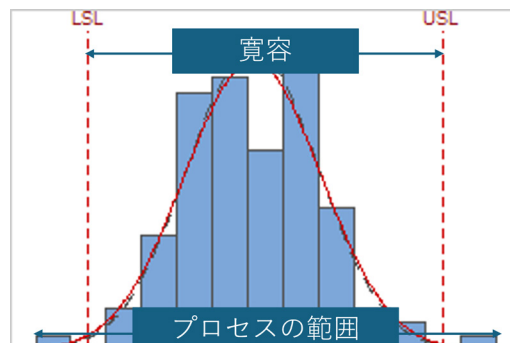


データの非正規性は問題になりません。Minitab Statistical Softwareには、上記の対数正規分布など、工程能力の推定に使用できる他の分布がいくつかあります。そこで次の考慮事項に移ります。

## 考慮事項6: 非正規性はなぜ重要なのでしょうか。

統計における多くの状況では、正規性の仮定は実際にはそれほど重要ではないことがわかります。残念ながら、能力分析はそのような状況には当てはまりません。正規性は、t検定やANOVAなどの平均値の差を伴う手法では重要な仮説ではありません。非正規母集団から個々のデータポイントの平均値を収集すると、これらの平均値は最終的に正規分布に従うことになるからです。

一方、規格限界内に収まる工程能力を判定する場合は、平均値ではなく、分布の末端に位置する個々の観察結果に焦点を当てます。能力とは簡単に言うと、工程のばらつきに対する許容範囲の比率です。工程のばらつきを測定するには、データがサンプリングされた母集団の分布、または形状を確認する必要があります。



患者の待ち時間などの状況や、データが非正規であることが判明したその他の多くのケースで工程能力を推定する場合、正規分布からのデータに対して確立された従来の能力推定を超えて検討する必要があります。また、実際に非正規の母集団からデータが得られているか、それとも何か別の原因でアンダーソン・ダーリングのp値が低くなっているのかについても考える必要があります。このため、次の事項を考えることになります。

## 考慮事項7: 外れ値は分布にどのような影響を与えるか。

外れ値、つまり予想範囲外のデータポイントは、正規性があるかどうかにかかわらず、分布が適合する程度に大きな影響を与える可能性があります。極端な外れ値が存在する場合、試行するすべての分布のアンダーソン・ダーリングのp値が0.05のベンチマーク未満になる可能性があります。工程にとって適切な形状を示す分布がないことを示しています。この場合、まず考えるべきことは、外れ値が存在する原因は何かということです。

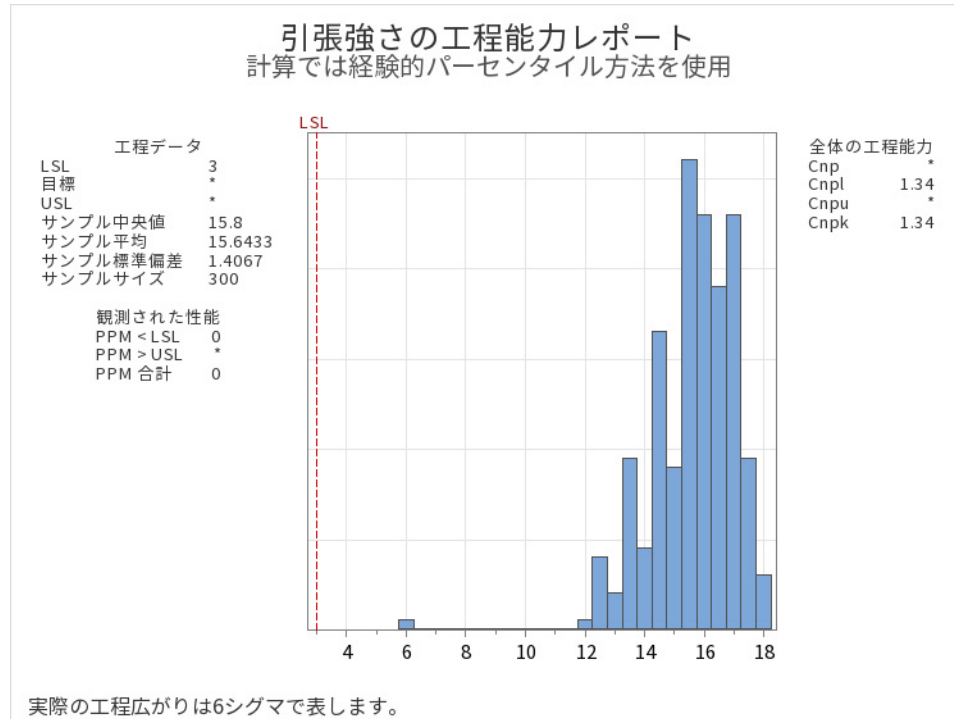
工程が安定していないのでしょうか。(考慮事項1をもう一度参照してください。) 外れ値は、測定誤差など、説明可能ではあるが、典型的ではない何かによって引き起こされたのでしょうか。(そのデータポイントを削除することを検討してください。) それとも、外れ値はデータの一部にすぎないのでしょうか。この場合、分布フリー(ノンパラメトリック)のアプローチが適切である可能性があります。これは次の考慮事項につながります。

## 考慮事項8: 分布について仮説を立てる必要があるでしょうか。

統計分析では、分布が一般的であるという仮説を立てます。これにより、ギャップを埋め、データが限られた箇所、またはデータが存在しない箇所では何が起きているのか推測することができます。ただし、特に極端な外れ値が存在する場合には、分布フリーのアプローチが最良の選択肢となる場合があります。ただし、これには一つ注意点があります。分布フリーのアプローチでは、母集団の特性を適切に反映するのに十分なデータ(理想的には数百個のデータポイント)が必要になるため、より多くのデータが必要になります。

たとえば、医療機器会社は、酸素装置に使用されるチューブが特定の強度仕様を満たすことができるか確認する必要があります。しかし、このチューブのサンプルでテストを行ったところ、一つのサンプルが少しの力で予期せず破損してしまいました。ここでは、外れ値はまだ規格下限を上回っていますが、適切な分布を探すときに問題が生じます。

幸いなことに、Minitab Statistical Softwareはノンパラメトリックの工程能力分析を提供できるようになりました(**統計 > 品質ツール > 能力分析 > ノンパラメトリックを選択します**)。以下の結果では、ノンパラメトリック工程能力の統計指数であるCnpkは1.34で、一般的な工程能力ベンチマークの1.33を上回っています。分布を仮定する必要がなければ、外れ値があっても工程に能力があると結論付けることができます。



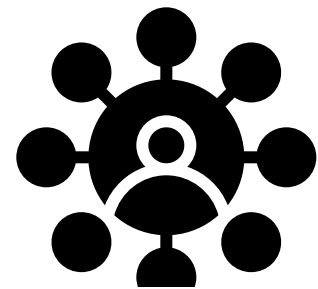
このように、分布フリーのアプローチを知恵袋に入れておくと、非常に便利です。しかし、さまざまな選択肢が用意されている現状で、その中からどのように選択すればよいのでしょうか。これは次の考察につながります。

## 考慮事項9:どのアプローチを選択すればよいでしょうか。

能力を推定する際に非正規データを処理するには、三つの一般的なアプローチが存在します。以下の処理を実行できます。

- 対数正規やWeibull分布などの非正規分布を使用する。
- 対数などの関数をデータに適用し、ヒストグラムの長い裾にあまり極端なデータを使用しないことで、データをよりベル曲線(正規分布)に近づけます。
- 仮定分布を必要としないアプローチを採用する。

Minitab Statistical Softwareは、適切な分布または変換を選択するのに役立つ分布識別ツールを含む、これらのアプローチすべてを提供します。(統計 > 品質ツール > 個別の分布の識別を選択します。) これらの実績のあるアプローチは、データの非正規性をどのように処理するか正確に把握している場合に最適です。ただし、どこから始めればよいかわからない場合、またはこれらの情報に少し戸惑う場合は、最後に考慮すべき点を一つ指摘させてください。



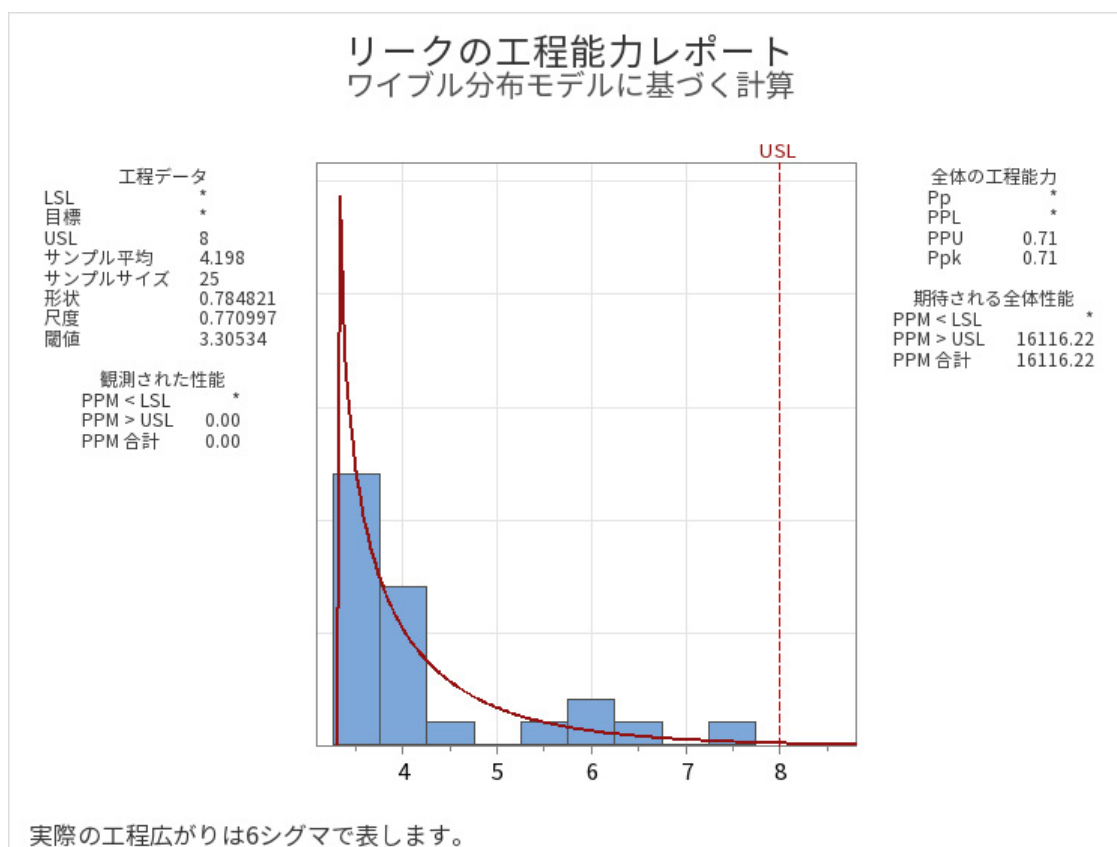
## 考慮事項10:コンテキスト特化型AI に判断させる

Minitab Statistical Softwareの新しい自動工程能力分析は、品質市場での長年の経験から収集した情報を使用して、お客様のデータに基づくルールベースの人工知能を通して、最も正確な工程能力統計を提供する自動化されたアプローチを実現します。

たとえば、製薬会社は、空気漏れを最小限に抑えて薬瓶を密封する工程の能力を見積もる必要があります。漏れ検査機を使用して、ボトルのサンプルからの漏れを測定します。自動工程能力分析を使用すると、Minitab Statistical Softwareは、ここで説明したすべての事項を考慮して、これらのデータの合理的な能力推定値を見つけます。(統計 > 品質ツール > 能力分析 > 自動を選択します。)

これで結果が出ます。ルーチンは正規分布から始まり、適合する場合はそれで完了です。(なぜ、必要がないのにわざわざトラブルを探すのですか。) 漏洩データのケースでは、ルーチンは一般的なものからそれほど一般的でないものまで、さまざまな分布を経て、適切な分布に到達しました。

下のグラフから、この工程には能力がないことがわかります。工程に能力があるとみなすには、Ppkが1.0を十分に上回る必要があります、通常は1.33または1.5です。Ppk 0.71は、予想される工程のばらつきが許容範囲よりかなり広いことを示しており、欠陥率は約1.61%であると予想できます。



Minitab Statistical Softwareの自動工程能力分析では、統計学者がこのデータを分析する際に使用する可能性の高い一連のルールに従いました。ただし、ドメインの専門知識から、変換などの別のアプローチの方が状況に適している可能性があるると判断された場合は、結果から直接[代替方法の選択]ボタンをクリックして、好みの方法を選択してください。



## 最後のまとめ

私たちが食べる食品から、私たちが使用する医療機器、そして私たちに提供される医療に至るまで。私たちは皆、これらの製品が私たちの要件を満たすかどうかについて、下される決定に感動しています。高品質の製品を提供するには、機能分析に対するよく考えられたアプローチが不可欠です。自分で運転席に座り続けたい場合でも、AI に選択を任せる場合でも、両方を組み合わせて使用したい場合でも、Minitab Statistical Softwareがあなたをサポートします。



データをお持ちですね。私たちにはSolutions Analytics™があります。

無料トライアルのダウンロード

[minitab.com](https://www.minitab.com)