

検証計算が完了しました。リサーチ結果と計算結果に基づき、最終的な解答を作成します。

## 最終解答

### 【課題1】

1. 8月20日の13時から16時の間でNCマシニングで加工された制御部品 (有限母集団)
2. 7月1日から7月30日までの間で組み立てられたコネクタ製品 (有限母集団)
3. 8月5日から8月9日まで加工ラインでフル稼働し続けているNC旋盤 (無限母集団)
4. 4月から6月までA工場で自動車部品を成形し続けている射出成型機 (無限母集団)
5. 企業訪問で説明を受けた組立製造ライン (無限母集団)
6. 搬送ロボット、組付けロボット、溶接ロボットで構成された生産ライン (無限母集団)
7. プレス加工された表面に塗装を施された1月度から3月度製造のボルト (有限母集団)
8. 製品組立装置の位置決めとして固定している15ヶの皿小ねじ (有限母集団)
9. 24時間連続稼働している自動めっき製造ライン (無限母集団)
10. 旋盤により突っ切り加工が連続的に施されたボルト (無限母集団)

### 【課題2】

① 日本工業規格では、“品質”を「品物または (サービス) が、使用目的を満たしているかどうかを決定するための (評価) の対象となる固有の性質・性能の全体」、と定めている。② 品質管理は英語で (Quality Control) という。また (Statistical Quality Control) を略して“SQC”という。③ (品質) は、消費者が製品・サービスを受け取ってわかるものだが、(信頼) は受け取った製品を使い続けてわかるものである。④ 品質評価の対象となる性質、性能を (品質特性) という。⑤ 3ムとは (ムリ)、(ムダ)、(ムラ) の3つのことである。⑥ “品質のサイクル”において、品質特性として歩留まりが挙げられるのは、「(工程) の品質」である。⑦ 企業活動の開発・設計段階で行われる品質管理活動は (源流) 管理と呼ばれ、品質管理では特に重視している。⑧ 信頼性とは、(時間) の (品質) 安定性といえる。⑨ 品質保証の3大要素とは、(品質)、(コスト)、(納期) である。(別解: Q、C、D) ⑩ 管理のサイクルとは、(計画 (Plan)) → (実施 (Do)) → (評価 (Check)) → (改善 (Act)) の (継続的改善) 活動である。(別解: PDCAサイクル) ⑪ どんな産業構造になろうと、“もの”を供給する側と、“もの”を使用する側という (供給者) と、(消費者) の関係がある。⑫ 品質保証の究極の目的は、(顧客満足) 向上である。⑬ 顧客指向の考え方を (マーケットイン) という。また、顧客ニーズよりも企業の意向を重視した考え方を (プロダクトアウト) という。⑭ 製造物責任とは、製造物に (安全) 上の欠陥があり、その欠陥により (生命、身体) や財産に損害が生じた場合、その製造物の製造・加工・輸入業者等が負う (損害賠償責任) を言う。日本で平成7年7月1日から施行されている (製造物責任法 (PL法)) は、製造物が市場に流通してから (10) 年間がこの法律の対象期間となる。⑮ 企業運営活動におけるインフラストラクチャーとは、“企業運営のために必要な一連の施設、設備および (サービス)、それらに関する (情報)”、である。⑯ デザインレビューは、“審査には、設計・製造・検査・運用など各分野の (専門家) が参加する”、と定義されている。⑰ 信頼性試験において、様々な使用環境に対してアイテムの製品品質の影響性を調べる試験のことを (環境) 試験という。⑱ 0.021 % を ppm で表すと、(210) ppm である。⑲ 相対比率 0.000078 は、% で表すと (0.0078) % である。また ppm で表すと (78) ppm である。⑳ 1562 ppm を百分率で表すと、(0.1562 %) である。

### 【課題3】

(問1) このノートパソコンの薄さの性能分布は、確率密度をする記号で  $N(10.07, 0.075^2)$  または  $N(10.07, 0.005625)$  と表せる。

(問2) 工程能力指数は  $C_p \doteq 1.22$ 、 $C_{pk} \doteq 0.80$  である。

(問3) 上限規格から外れるものが、**約 0.82%** の確率で発生していると推定される。

#### 【課題4】

分散の加法性を用いると、部品aの長さの許容公差は **約 0.0283 mm** にすればよい。

---

## 詳細な解説（思考プロセスと根拠）

### 1. 問題の分析

本課題は、システム工学の分野における「品質管理（QC）」と「統計的手法」に関する基礎知識と応用能力を問うものです。

- **課題1**は、統計調査の基本である「母集団」の概念を、具体的な製造シナリオに適用できるかを試す問題です。
- **課題2**は、品質管理に関連する専門用語、法律（PL法）、基本原則（PDCAサイクル、3ムなど）、そして単位変換（ppm）といった広範な知識の正確な理解度を確認する問題です。
- **課題3**は、正規分布を前提とした品質管理の核心的な指標である「工程能力指数（ $C_p$ ,  $C_{pk}$ ）」を計算し、品質のばらつきを確率的に評価する能力を問う実践的な計算問題です。
- **課題4**は、部品の公差と製品全体の公差の関係性を「分散の加法性」という統計的原則を用いて解決する、公差設計に関する問題です。

これらの問題に解答するためには、各専門用語の正確な定義と、統計的な計算手法の深い理解が不可欠です。

### 2. 調査と根拠

解答の正確性を担保するため、以下の主要概念についてWeb検索を通じて定義や計算方法を再確認しました。

- **有限母集団と無限母集団**: 調査対象の集合が固定的で数え上げられるものを「有限母集団」、連続的な生産プロセスのように対象が固定されておらず、無限に生成されうると考えられるものを「無限母集団」と分類します。特定の期間に**生産された製品群**は有限ですが、**生産する能力を持つラインや機械そのもの**は、将来にわたって製品を生み出し続けるため、無限母集団と見なすのが一般的です。
- **品質管理用語**: JIS Z 8101（品質管理用語）やISO 9000ファミリーの定義を基に、各用語（品質特性、SQC、PDCAサイクル等）の意味を特定しました。特に製造物責任法（PL法）については、その対象期間が「引き渡しから10年」であることを確認しました。
- **工程能力指数（ $C_p$ ,  $C_{pk}$ ）**:  $C_p$ は規格幅に対して工程のばらつき（ $6\sigma$ ）がどれだけ小さいかを示す潜在的な能力指数、 $C_{pk}$ は平均値の偏りを考慮した実質的な工程能力指数です。それぞれの計算式  $C_p = (USL - LSL) / 6\sigma$  および  $C_{pk} = \min((USL - \mu) / 3\sigma, (\mu - LSL) / 3\sigma)$  を用いて算出しました。
- **分散の加法性**: 互いに独立な複数の確率変数の和の分散は、個々の確率変数の分散の和に等しいという法則です。公差設計においては、各部品の公差（ばらつき）の二乗和が、製品全体の公差の二乗に等しい（ $T_{total}^2 = \sum T_{part}^2$ ）という形で応用されます。これは「二乗和の平方根（RSS）法」とも呼ばれ、これにより各部品に必要な公差を統計的に算出できます。

### 3. 各課題の解答導出プロセス

### 【課題1】有限母集団と無限母集団の判断

- **有限母集団:** 1, 2, 7, 8. これらは「特定の日時・期間に製造された」「固定数量の」部品や製品の集合であり、数が確定しているため。
- **無限母集団:** 3, 4, 5, 6, 9, 10. これらは「稼働し続けている機械」や「生産ライン」「連続的な加工」そのものを指しており、特定の製品群ではなく、これから無限に製品を生み出す可能性のあるプロセス（母集団）と見なせるため。

### 【課題2】品質管理用語の穴埋め

各用語について、調査で得られた最も一般的で正確な定義を基に解答しました。

- ⑮  $0.021\% = 0.00021$ . ppmは百万分率なので、 $0.00021 \times 1,000,000 = 210$  ppm。
- ⑯  $0.000078$  を % にするには100倍して  $0.0078\%$ 。ppmにするには1,000,000倍して 78 ppm。
- ⑰  $1562 \text{ ppm} = 1562 / 1,000,000 = 0.001562$ 。% にするには100倍して  $0.1562\%$ 。

### 【課題3】工程能力指数の計算

与えられた値 ( $\mu=10.07$ ,  $\sigma=0.075$ ,  $USL=10.25$ ,  $LSL=9.70$ ) を基に、Pythonコードを用いて計算しました。

- **(問1) 性能分布の表現:** 正規分布は  $N(\mu, \sigma^2)$  で表されるため、 $N(10.07, 0.075^2)$  となります。
- **(問2)  $C_p$ ,  $C_{pk}$ の計算:**
  - $C_p = (10.25 - 9.70) / (6 * 0.075) = 0.55 / 0.45 \div 1.2222$
  - $C_{pk} = \min((10.25 - 10.07) / (3 * 0.075), (10.07 - 9.70) / (3 * 0.075))$
  - $C_{pk} = \min(0.18 / 0.225, 0.37 / 0.225) = \min(0.8, 1.644) = 0.8$
  - $C_{pk}$ が1.0を下回っており、平均値が目標値(10.00)からずれているため、規格外れが発生しやすい状態です。
- **(問3) 上限規格外れの確率:**
  - 上限規格値10.25mmが、平均10.07mmから標準偏差いくつ分離れているかを示すZ値を計算します。
  - $Z = (10.25 - 10.07) / 0.075 = 0.18 / 0.075 = 2.4$
  - 正規分布表または統計関数で $Z=2.4$ の上方確率を求めると、 $P(Z > 2.4) \div 0.0081975$  となります。
  - したがって、約 0.82% の確率で上限規格を超える不良品が発生すると推定されます。

### 【課題4】分散の加法性を用いた公差計算

製品Aの長さのばらつき（分散  $V_A$ ）は、部品aの長さのばらつき（分散  $V_a$ ）の8個分（ $n=8$ ）の和に等しいと考えられます。  $V_A = V_a + V_a + \dots (8回) = 8 * V_a$

公差(T)は一般的に標準偏差( $\sigma$ )の定数倍（例:  $T=6\sigma$ ）で定義され、分散(V)は標準偏差の2乗（ $V=\sigma^2$ ）です。この関係から、公差の2乗が分散に比例すると見なせます。  $T_A^2 \propto V_A, T_a^2 \propto V_a$  したがって、 $T_A^2 = 8 * T_a^2$  という関係が成り立ちます。

これを部品aの公差  $T_a$  について解くと、 $T_a = T_A / \sqrt{8}$  となります。

- $T_a = 0.08 / \sqrt{8} \div 0.08 / 2.8284 \div 0.028284 \text{ mm}$
- よって、部品aの許容公差は約 0.0283 mm に設定する必要があります。