

- (1) 以下の(a), (b)の間に答えよ。必要であれば平均標準偏差 s_m 、精度の異なる測定における平均値 μ 、分散 σ_μ^2 について与えられた式、および対数、根号の値を利用してよい。式の意味は考えること。

$$s_m = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N(N-1))} \quad \mu = \frac{\sum_i x_i / s_{mi}^2}{\sum_i 1 / s_{mi}^2} \quad \sigma_\mu^2 = \frac{1}{\sum_i 1 / s_{mi}^2}$$

$$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48, \log_{10} 5 = 0.70, \sqrt{2} = 1.4, \sqrt{3} = 1.7, \sqrt{5} = 2.2$$

- (a) 測定機器 A を用いて一定の速度で走っている車の速度を測定したところ、以下のような結果が得られた。

測定機器 A : 4 回測定を行って、83, 78, 82, 83 km/hour

この測定器による車の速度の平均値および平均標準偏差を求め、 $\bar{x} \pm s_m$ の形式で表せ。

- (b) 同時に測定機器 B を使用して同じ車の速度を測定したところ、3 回の測定に対して 80.8 ± 0.5 km/hour という結果が得られた。測定機器 A, B 両方の結果を用いて、精度の異なる測定から得られる平均値と、それに付随する標準偏差を求め、問(a)と同様の形式で表せ。

- (a) 平均値 $81.5 \rightarrow 82$

平均標準偏差 $s_m = \sqrt{17/(4 \times 3)} = \sqrt{1.4} \sim 1.2 \rightarrow 1$ km/hour

$\therefore 81 \pm 1$ km/hour

$$(b) \quad \mu = \frac{\left(\frac{81}{1^2}\right) \times 4 + \left(\frac{80.8}{0.5^2}\right) \times 3}{\left(\frac{1}{1^2}\right) \times 4 + \left(\frac{1}{0.5^2}\right) \times 3} = \frac{324 + 969.6}{4 + 12} = \frac{1293.6}{16} = 80.85$$

$$\sigma_\mu^2 = \frac{1}{\left(\frac{1}{1^2}\right) \times 4 + \left(\frac{1}{0.5^2}\right) \times 3} = \frac{1}{4 + 12} = \frac{1}{16} \quad \therefore \sigma_\mu = \frac{1}{4} = 0.25$$

$\therefore 80.8 \pm 0.2$ km/hour (JIS ISO 式四捨五入を適用)

速度	平均との差	差の二乗
83	1.5	2.25
78	-3.5	12.25
82	0.5	0.25
83	1.5	2.25
計		17

- (2) 健康診断などで検査を行った際に、病気ではないにもかかわらず「病気である」と判定されることを偽陽性という。偽陽性が現れる理由を、必要な仮定を補いつつ例示して説明せよ。

病気であることを検査しようとする場合、通常は何らかの数値がある値以上（以下の場合もある）なら病気である、そうでないなら病気ではないという判断を行う（判断を数値で行うか、医師の経験で行うかはこの問題の本質ではなく、何らかの基準で選択されていけば良い）。一方で、そのような数値は分布を持つため、判断に使用した数値以上で、病気ではないにもかかわらず病気であると判断されてしまう可能性が常に残る。図に示すと、（陽性を病気の検出と捉えて、病気であることがサンプル信号であるとする）、本当はブランク（陰性）の信号をサンプルだと思う

第一種の過誤に該当する。現実の測定では、サンプル由来の信号とブランク由来の信号が重なっていることが普通であり、判定限界（それ以上なら陽性、それより小さければ陰性）を測定値の適当な所に設定すると、検出限界以上なのに、ブランク由来の信号が紛れ込む（図中の α の部分）。

