

(1) 理科大 5 号館の水質検査をしたところ、ジクロロメタンが水質基準値 (0.02 mg/L = 20 ppb) を超えて計測され、化学系の各研究室に対してジクロロメタン使用に関する注意が喚起された (計測値はこの試験用ですが、内容は実話です。学生実験を含め、試薬の取り扱いには注意してください)。各測定値は (252, 248, 250, 254, 245, 251 ppb) であった。導出過程と有効数字を明示しながら、必要に応じて以下の式および対数/根号の値を利用し、解答しなさい (式の意味は考えること)。

(a) 分析値の平均値、標本標準偏差を求めよ。

(b) この結果の中に統計上の異常値はあるか。Q 検定により判定せよ。なお、測定回数 6 回の場合、95%信頼限界での Q 検定における棄却係数は 0.76 とする。

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N - 1)}, \quad Q = \frac{|\text{異常値} - \text{最近接値}|}{\text{最大値} - \text{最小値}}$$

$$\log 2 = 0.30103, \log 3 = 0.47712, \log 5 = 0.69897, \sqrt{2} = 1.4142, \sqrt{3} = 1.7320, \sqrt{5} = 2.2361$$

平均値 : 250

標本数(N) : 6

各値の平均との差、および差の二乗 : 右表

標本標準偏差 :

$$s = \sqrt{\frac{4+4+0+16+25+1}{6-1}} = \sqrt{10} = 3.16$$

また、異常値 = 245 で、最近接値 = 248, 最大値=254, 最小値 = 245 を当てはめると、

$$Q = \frac{|245 - 248|}{254 - 245} = 0.333$$

となり、棄却係数より小さいため、統計上の異常値はない。

値	平均との差	差の二乗
252	2	4
248	-2	4
250	0	0
254	4	16
245	-5	25
251	1	1

(2) デジタルカメラの写真撮影では、暗いところではノイズ信号による画質の劣化が起きることがある。その対策法を2種類以上挙げ、各々統計的観点からなぜノイズの低下に役立つか説明せよ。

2種類書いてあればそれで結構です。

- ・光をよく通すレンズを使用：測定器（CCDやCMOS等）に届くシグナル（光量）の量を増やす
- ・撮像素子の感度を上げる：シグナル量が小さくても、ノイズと分離ができる（ここでは、光検出素子の感度性能を上げる意味で紹介したのですが、カメラに詳しい人の中に、「感度を下げる」という解答が多々あり、確かにISO感度を下げるとノイズをシグナルとしてカウントしにくくなりますので、理由が合っていれば正解としています。どちらかという、その方がこの問題の解答としてはふさわしいかと思います。誤解を招いてすみません）
- ・連射してデジタル合成：測定回数を増やし時間的に積分することで、各点の標準偏差を小さくしてノイズを減らす
- ・周辺の情報でデジタル的に補完：移動平均と同様に、ある点の隣の点は、いきなり大きく色（シグナルの値）が変わらないという推定の元、空間的に平均操作をする

色々な解答

- ・カメラのフラッシュをたく：シグナル量が向上するのでOK
- ・シャッタースピードを遅くする：手ぶれの問題は生じるが、シグナル量が向上するのでOK
- ・モード設定を夜モードにする：「夜モード」がどのような処理をしているか書いてあればOK
- ・カメラの精度を上げる：「カメラの精度」が何か分からないのでNG
- ・カメラの画素数を上げる：撮像素子の大きさを変えずに画素数だけを上げるとシグナル量が減るのでNG
- ・レンズの感度を上げる：「レンズの感度」が何か分からないのでNG
- ・レンズの分解能を上げる：「レンズの分解能」の定義から、明るいレンズを使うのと同義なのでOK

面白かった解答

- ・たくさん撮ってうまくいった1枚を取り出す：たくさん撮ればうまくいくのも中にはあるでしょうけれど、積算の概念が欲しいです
- ・プロに任せる：確かに統計的に考えて素人より画質の劣化が抑えられそうですが……
- ・撮影後、画像修正する：統計上画像加工しようとする人の加工技術は平均より高いかもしれませんが、ノイズをきれいに見えるように除去できるでしょうが……