

以下の問題に解答しなさい。

$\log 2 = 0.301$, $\log 3 = 0.477$, $\log 5 = 0.699$, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.23$ を利用してよい。

- (1) 1.00 [mol/L] の Cd 標準溶液を 2 班のグループが滴定したところ、A 班は 5 回の測定で(0.99, 1.03, 0.97, 0.95, 1.01 [mol/L])、B 班は 6 回の測定で(1.00, 0.98, 0.94, 1.03, 0.97, 0.96 [mol/L])の結果を得た。各々の平均値、標本標準偏差を計算し、A 班と B 班のどちらが真度、精度が高いか理由と共に指摘せよ。必要ならば以下の式を利用してよい（式の意味は考えること）。

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N-1)}$$

【A 班】

平均値：0.99

標本数(N)：5

各値の平均との差、および差の二乗：右表

標本標準偏差：

$$s = \sqrt{\frac{(0+4+16+4+16) \times 10^{-4}}{5-1}} = \sqrt{\frac{40}{4}} \times 10^{-2} \\ = \sqrt{5 \times 2} \times 10^{-2} = 3.14 \times 10^{-2}$$

値	平均との差	差の二乗
0.99	0.00	0.0×10^{-4}
1.03	0.02	4.0×10^{-4}
0.97	0.04	1.6×10^{-3}
0.95	-0.02	4.0×10^{-4}
1.01	-0.04	1.6×10^{-3}

【B 班】

平均値：0.98

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：

$$s = \sqrt{\frac{(4+0+25+1+4+16) \times 10^{-4}}{6-1}} = \sqrt{\frac{50}{5}} \times 10^{-2} \\ = \sqrt{5 \times 2} \times 10^{-2} = 3.14 \times 10^{-2}$$

値	平均との差	差の二乗
1.00	0.02	4.0×10^{-4}
0.98	0.00	0.0×10^{-4}
1.03	0.05	2.5×10^{-3}
0.97	-0.01	1.0×10^{-4}
0.96	-0.02	4.0×10^{-4}
0.94	-0.04	1.6×10^{-3}

よって、真度は平均値が標準溶液の値に近い A 班の方が高く、精度は標準偏差の値が同じたため、A 班、B 班共に同じである。

- (2) 積算平均化は、なぜシグナルが強調され、ノイズが相対的に減少するのか、シグナル、ノイズの分散の仕方を考慮して説明せよ。

積算平均化は、データとして何度も同じ測定を繰り返した結果を足し合わせて測定回数で割ることにより得られる値を採用する。シグナルは直接知ることのできない真値の近傍の値を取るのに対して、ノイズはある値の周辺でそれより大きい値や小さい値をランダムに取ることから、多数のデータを測定して積算平均化すると、シグナルは真の値に近づいていくと考えられるが、ノイズはランダムな増分、減少分が各々同程度の頻度で出現するため、足し算の段階で打ち消しあい取り除かれることになる。