

Zスコアによる共同実験結果の検討

[はじめに]

前号において、「試験所認定制度における技能試験」と、その試験結果のまとめ方を解説いたしましたが、何分にも「四分位数法でZスコアを求めて、その値で個々の測定結果を評価する」という手法は、全く新しい手法なので、解説によるだけでは理解しにくいものと思われます。そこで今回は、実際の数値（共同実験での測定結果の一部を変更したものを）を用いて、前回の解説をトレースすることにしました。

1. 共同実験の内容及びその測定結果の設定

1.1 内容の設定

参加事業所の数 13

試料 ある物質の標準原液(1mg/L)を水で希釈したもの：0.01mg/L(サンプル1)
0.015mg/L(サンプル2)の2種類

1.2 測定結果の設定

従来用いられてきた統計的手法と、「四分位数法を用いたZスコア」の相違が判り易いように、実際に行った共同実験の測定値の一部を変更したもの(表1参照)を用いて説明することにします。

2. 通常の統計的手法による検討

図1,2に、それぞれサンプル1,2のヒストグラムを、又、表1の下段に、従来の手法による統計量の計算結果を示しました。

これらの結果からみて、標準偏差がかなり大きいことが判りますが、ヒストグラムの上では、問題はないように見受けられます。

3. Zスコアの算出

3.1 サンプル1又はサンプル2の個々のZスコア

サンプル1の測定結果又はサンプル2の測定結果について、四分位数法でZスコアを計算し、その結果を表2並びに図3,4に示しました。その計算手順は、

測定値について、小さい方から昇順に順番をつけた(表2の昇順順位の欄参照)後、

四分位数(Q_1, Q_2, Q_3 : 前号「試験所認定制度における技能試験の3.3参照)を求めます。

この際一般に、参加事業所の数がNの場合は、

Q_1 : $\{(N-1)/4\}+1$ 番目の測定値

Q_2 : $\{2(N-1)/4\}+1$ 番目の測定値

Q_3 : $\{3(N-1)/4\}+1$ 番目の測定値

とします。

今回の共同実験は、 $N=13$ ですから、 $Q_1=4$ 番目、 $Q_2=7$ 番目、 $Q_3=10$ 番目の測定値ということになります

表1 共同実験の測定結果と通常の統計量の計算結果

事業所 区分	測定結果	
	サンプル1	サンプル2
A	10.6	13.4
B	14.2	22.2
C	8.9	16.4
D	9.0	15.5
E	16.2	14.8
F	1.5	1.5
G	7.9	11.7
H	12.8	19.4
I	7.1	12.8
J	10.2	14.2
K	15.0	18.0
L	20.0	28.5
M	6.9	24.0
平均値(x)	10.79	16.34
最大値	20.0	28.5
最小値	1.5	1.5
標準偏差(s)	4.81	6.61
変動係数 ($s/x \times 100\%$)	44.5	40.5

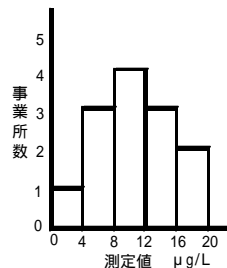


図1 サンプル1のヒストグラム

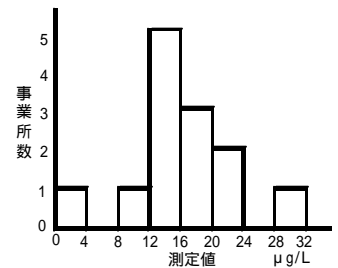


図2 サンプル2のヒストグラム

(もし、順番の計算値に小数部分が出る場合は、データ間をその割合で補間して求めます)

ついで

$IQR = Q_3 - Q_1$ を求め、

$s = IQR \times 0.7413$ を計算し、

このsを使って、次式から Z_i を求めます。

$Z_i = (x_i - Q_2)/s$ (x_i, Z_i はi番目の事業所の測定値とZスコア、 Q_2 は付与された値)

3.2 試験所間Zスコア(ZB: 偏り)、試験所内Zスコア(ZW: ばらつき)の計算

今回の共同実験は、同一物質に微差のある二つの試料(サンプル1, 2)を用いているので、その一対の測定値(A_i, B_i)を組み合わせると、試験所間Zスコア又は試験所内Zスコアを計算することができます。

表2 四分位数法によるサンプル1,2のZスコア,試験所間Zスコア(ZB)及び試験所内Zスコア(ZW)

事業所区分	サンプル1のZスコア			サンプル2のZスコア			試験所間Zスコア(ZB)			試験所内Zスコア(ZW)		
	Ai	昇順順位	Zスコア	Bi	昇順順位	Zスコア	Ai+Bi	昇順順位	Zスコア	Bi-Ai	昇順順位	Zスコア
A	10.6	8	0.09	13.4	4	-0.47	24.0	4	-0.21	2.8	3	-0.87
B	14.2	10	0.86	22.2	11	1.51	36.4	12	1.83	8.0	11	0.69
C	8.9	5	-0.28	16.4	8	0.20	25.3	7	0	7.5	10	0.54
D	9.0	6	-0.26	15.5	7	0	24.5	6	-0.13	6.5	8	0.24
E	16.2	12	1.28	14.8	6	-0.16	31.0	9	0.93	-1.4	1	-2.13
F	1.5	1	-1.86	1.5	1	-3.13	3.0	1	-3.67	0	2	-1.71
G	7.9	4	-1.49	11.7	2	-0.85	19.6	2	-0.94	3.8	6	-0.57
H	12.8	9	0.56	19.4	10	0.88	32.2	10	1.13	6.6	9	0.27
I	7.1	3	-0.67	12.8	3	-0.61	19.9	3	-0.89	5.7	7	0
J	10.2	7	0	14.2	5	-0.29	24.4	5	-0.15	4.0	5	-0.51
K	15.0	11	1.03	18.0	9	0.56	33.0	11	1.27	3.0	4	-0.81
L	20.0	13	2.10	28.5	13	2.92	48.5	13	3.82	8.5	12	0.84
M	6.9	2	-0.71	24.0	12	1.91	30.9	8	0.92	17.1	13	3.41

図3 サンプル1のZスコア

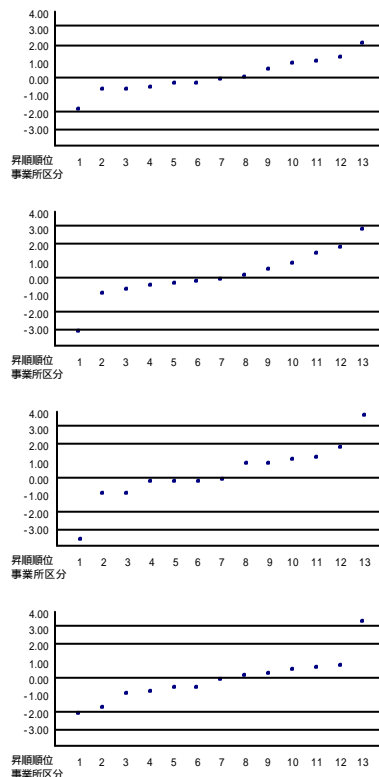


表3 四分位数法による統計解析結果の概要

統計解析結果	サンプル1 (Ai)	サンプル2 (Bi)	Ai+Bi	Bi - Ai
Q ₁	7.9	13.4	24.0	3.0
Q ₂ (中央値)	10.2	15.5	25.3	5.7
Q ₃	14.2	19.4	32.2	7.5
IQR= Q ₃ -Q ₁	6.3	6.0	8.2	4.5
IQR × 0.7413	4.67	4.45	6.08	3.34
ロバストな変動係数(%) (IQR × 0.7413 / Q ₂) × 100	45.8	28.7	24.0	58.6

3.2.1 試験所間Zスコア(ZB : 偏り)の計算

コード番号が1番目の事業所のサンプル1の測定値をAi, サンプル2の測定値をBiとしてその和を求め, この(Ai + Bi) * について, 3.1の ~ の手順に従って試験所間Zスコア(ZB)を計算します。このZBは, 当該事業所の測定値が, 他の事業所に比較して, プラス・マイナスの何れの側にどの位偏っているかを示しています。

3.2.2 試験所内Zスコア(ZW : ばらつき)の計算

次に, 同一の事業所の測定値の差(今回の共同実験においては 設定目標濃度が, サンプル1 < サンプル2なので, (Bi - Ai) * で計算します。 : これは, 逆にするといたずらに負の記号ばかり増えて煩雑になってしまうからと思われ)を求め, これについて同様に, 3.1の ~ の手順で試験所内Zスコア(ZW)を計算します。このZWは, 当該事業所内の測定値のばらつきが, 他の事業所に比較して大きい小さいかを示しています。

以上によって得られたZB及びZWの値を 表2の右側並びに図5, 6に示しました。

* APLAC 及び JNLA の報告書では, (Ai + Bi) / 2, 又は (Bi - Ai) / 2 を用いているが, 2 で割ることは, 少なくともZスコアの計算には無関係(計算中に約分されてしまう)なので, ここでは省略することとした。

3.3 Zスコアによる評価の基準

- 以上により算出したZスコアに基づいて,
- |Z| ≥ 2 : 満足(satisfactory)
- 2 < |Z| < 3 : 疑わしい(questionable)
- |Z| ≥ 3 : 不満足(unsatisfactory)

を基準にして, それぞれの事業所の技術レベルを評価することになります。(評価の実際例を次号に示します)