

ISO/IEC 17043 (JIS Q 17043) に基づく技能試験結果の解説(改訂版)

技能試験実行委員会

平成 23 年 11 月 10 日修正

1. 報告値の統計解析手法

個々の報告値の評価は ISO/IEC 17043 (JIS Q 17043) 附属書 B に記載されている手法のうち「 z スコア」で行うこととし、その計算は、APLAC T 001 及び JNLA の JNPT10-03 で採用している四分位数法で行った。その手順を次に示す。

1.1 報告値の z スコアの計算

- (1) 報告値を最小値から最大値へと昇順に並べる。
- (2) 四分位数(Q_1, Q_2, Q_3)を求める。
- (3) z スコアの計算式

$$z = \frac{x - X}{s} \quad (1)$$

に

$x = x_i$ (i 番目の参加試験所の報告値)

X (付与値) = Q_2

s (ばらつきの規準値) = $(Q_3 - Q_1) \times 0.7413$ *

を代入して i 番目の参加試験所の z スコア(z_i)を次式によって求める。

$$z_i = \frac{x_i - X}{(Q_3 - Q_1) \times 0.7413} \quad (2)$$

< * : 参考文献 >

試験所認定制度における技能試験(1)、(2)、(3) 藤井賢三
環境と測定技術 vol.27、No.2、No.3、No.5、2000

1.2 試験所間 z スコア(z_B)及び試験所内 z スコア(z_w)の計算

試料 1 と試料 2 の報告値を対にして、試験所間 z スコア(z_B)及び試験所内 z スコア(z_w)を求める。その手順を次に示す。

1.2.1 試験所間 z スコア(z_B)

i 番目の参加試験所の試料 1 の報告値を A_i

i 番目の参加試験所の試料 2 の報告値を B_i

とし、

その和を $\sqrt{2}$ で割った $S_i = (A_i + B_i)/\sqrt{2}$ について 1.1 の(1)、(2)、(3)の手順により z スコア (z_B) を求める。

1.2.2 試験所内 z スコア (z_w)

A_i と B_i の差を $\sqrt{2}$ で割った $D_i = (A_i - B_i)/\sqrt{2}$ (試料 1 の $Q_2 \geq$ 試料 2 の Q_2 の場合) 又は $D_i = (B_i - A_i)/\sqrt{2}$ (試料 1 の $Q_2 <$ 試料 2 の Q_2 の場合) について 1.1 の(1)、(2)、(3)の手順により z スコア (z_w) を求める。

2. 試験結果の評価

2.1 z スコアによる評価基準

z スコアによる評価は次の基準によって行う。

$ z \leq 2$	満足
$2 < z < 3$	疑わしい
$3 \leq z $	不満足

2.2 試料 1 の z スコア、試料 2 の z スコア、試験所間 z スコア (z_B) 及び試験所内 z スコア (z_w) についての単純評価

結果表に記載されている各試験所の z スコアを 2.1 の評価基準に照合して当該項目についての技術レベルを評価することができる。

ここで試料 1、試料 2 及び試験所間 z スコア (z_B) に関しては、 $z \geq 3$ の場合は大きい方にかたよっていることを、 $z \leq -3$ の場合は小さい方にかたよっていることを示している。また、試験所内 z スコア (z_w) が $|z| \geq 3$ の場合はばらつきが大きいことを示している。

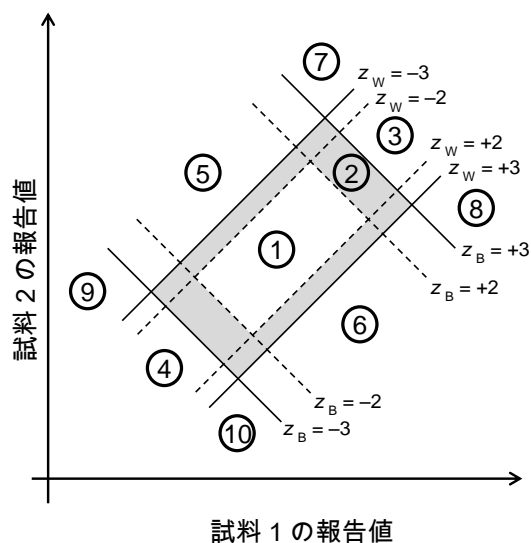
2.3 試験所間 z スコア (z_B) と試験所内 z スコア (z_w) による複合評価

試料 1 と試料 2 の散布図 (ユーデンプロット: Youden Plot と呼ばれる) 上に $|z_B| = 3$ 、 $|z_B| = 2$ 、 $|z_w| = 3$ 及び $|z_w| = 2$ の線を描いた複合評価図は、図 1 及び表 1 に基づいて評価することができる。

この散布図は、試験所間 z スコアが $|z| = 3$ と $|z| = 2$ の線各 2 本、及び試験所内 z スコアが $|z| = 3$ と $|z| = 2$ の線各 2 本の合計 8 本の線によって図 1 の 10 区画(①~⑩)に分割される。

図 1 の各区画についての評価は表 1 のようになる。

試料1の付与値 > 試料2の付与値の場合



試料1の付与値 < 試料2の付与値の場合

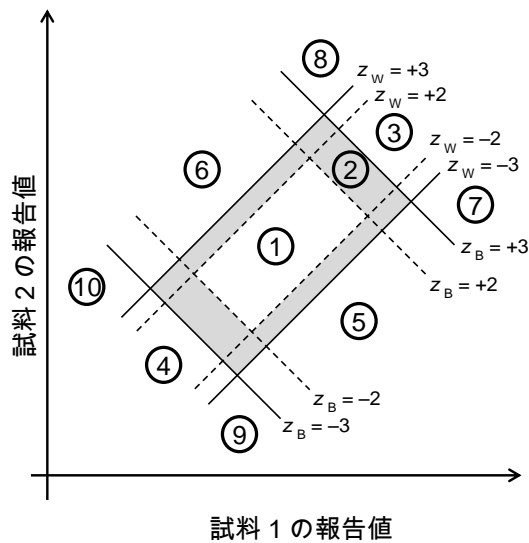


図1 複合評価図の模式図

表1 複合評価図の10区画の評価

区画	試験所間 zスコア	試験所内 zスコア	評価
①	$ z_B \leq 2$	$ z_W \leq 2$	かたよりもなく、ばらつきもない。
②	$2 < z_B < 3$ 又は/及び $2 < z_W < 3$ (図1中の網掛け部分)		かたよりか、ばらつきのいずれか、 又は両方に疑わしい点がある。
③	$z_B \geq 3$	$-3 < z_W < 3$	大きい方にかたよりがあるが、ばらつきは小さい。
④	$z_B \leq -3$	$-3 < z_W < 3$	小さい方にかたよりがあるが、ばらつきは小さい。
⑤	$-3 < z_B < 3$	$z_W \leq -3$	かたよりはないがばらつきが大きい (A、Bのいずれかが大きく離れている場合もある。)
⑥	$-3 < z_B < 3$	$z_W \geq 3$	
⑦	$z_B \geq 3$	$z_W \leq -3$	大きい方にかたよりがあり、ばらつきも大きい(A、Bのいずれかが大きく離れている場合もある)。
⑧	$z_B \geq 3$	$z_W \geq 3$	
⑨	$z_B \leq -3$	$z_W \leq -3$	小さい方にかたよりがあり、ばらつきも大きい(A、Bのいずれかが大きく離れている場合もある)。
⑩	$z_B \leq -3$	$z_W \geq 3$	

通常の技能試験において z スコアが $3 \leq |z|$ であった試験所は、上記のどの区画に属しているかをチェックし、次のコメントを参考にして、その原因を把握することが望ましい。

- (i) ③、④の区画に該当する試験所は次の点に注意する必要がある。
 - ・標準溶液の濃度の変化
 - ・使用する水、試薬などの汚染
 - ・試料の準備操作
 - ・計算式の誤り
- (ii) ⑤、⑥の区画に該当する試験所は次の点に注意をする必要がある（場合によっては A、B いずれかの値が大きすぎていたために、このような結果になった可能性もある）。
 - ・個々の容器などの汚染
 - ・環境からの汚染
 - ・前処理及び準備操作
 - ・測定装置の安定性（維持管理の不足）
- (iii) ⑦、⑧、⑨、⑩の区画に該当する試験所は、かたよりもばらつきも大きいので、その原因を十分に究明する必要がある（場合によっては A、B いずれかの値が大きすぎていたために、このような結果になった可能性もある）。
- (iv) ②の区画に該当する試験所は、かたより又は／及びばらつきに疑わしい点があるので、(i)、(ii)について留意すること。
- (v) ①の区画に該当する試験所は、かたよりもばらつきも小さく、技術的に満足しているといえる。

2.4 信頼域楕円の併記

試料 1 と試料 2 の測定値が正規分布に従う場合、ユードンプロットにおける各点の 2 次元的な散らばりは、楕円状に広がることが理論的に判明している。そこで、上記の z スコアに基づく外れの評価法とは別個に信頼域楕円による評価も参考のため記載されることが多い。本技能試験の報告書においては、2.2 に示す 4 種の z スコアが $|z| < 3$ となるデータを使って相関係数を計算して描いた 95% 信頼域楕円を複合評価図と別図で記載してきたが、両図の関係をより明確にするため、今後は一つの散布図に重ね書きするように変更する。

以下、散布図の見方について参考までに説明を加える。

- ① 試料 1 と試料 2 の散布図上に $A - B = 0$ の線（S 軸）、及び $A + B = 0$ の線（D 軸）を描く。この場合、S 軸上の変位は「かたよりの度合の変位」を示し、D

軸上の変位は「ばらつきの度合の変位」を示している。

- ② 試験所 i の報告値のプロット位置 $L_i(A_i, B_i)$ から S 軸及び D 軸に垂線を下ろし、それぞれの軸との交点を S_i 及び D_i とする。

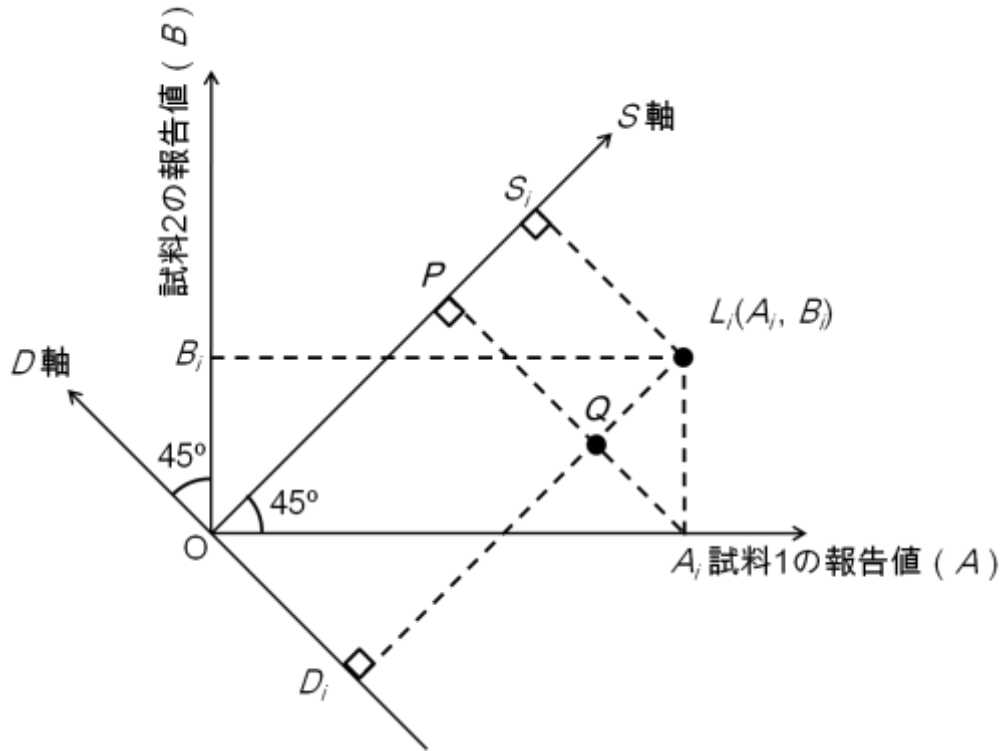


図2 かたより度とばらつき度への分解

この時、 S 軸上での S_i の値と D 軸上での D_i の値を、原点 O からの各軸上での距離 $|\overline{OS_i}|$ 及び $|\overline{OD_i}|$ を使って表すと、幾何学により次のように導ける。ただし、記号 A_i 、 B_i 、 S_i 、 D_i および O に関して、単独で使う場合は座標軸上の値を表す量とするが (D_i は負の値も取りうる)、距離の始点又は終点として表示する場合は量の意味はない。また、距離には負の値はないとする。

$$S_i = |\overline{OS_i}| = |\overline{OP}| + |\overline{PS_i}| = \frac{|OA_i|}{\sqrt{2}} + \frac{|OB_i|}{\sqrt{2}} = \frac{(A_i + B_i)}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

$$D_i = -|\overline{PQ}| = -(|\overline{PA_i}| - |\overline{QA_i}|) = -\left(\frac{|OA_i|}{\sqrt{2}} - \frac{|A_i L_i|}{\sqrt{2}}\right) = -\left(\frac{A_i}{\sqrt{2}} - \frac{B_i}{\sqrt{2}}\right) = \frac{(B_i - A_i)}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

図2の例では、式(4)の計算で得られる D_i 値は負となるが ($A_i > B_i$ であるため)、 L_i 点が S 軸の上側に位置する場合に同様な計算を行っても、 D_i の計算式は、同じ式(4)が使用できる (ただし $A_i < B_i$ であるため、 D_i 値は正となる)。

以上の幾何学的考察から、ユーデンプロットを利用する複合評価図により報告値 (A_i, B_i) は当該試験所のかたより度 (S_i) とばらつき度 (D_i) に分解された

ことになる。

上記の式(3)と(4)は、前記 1.2 で示した試験所間 z スコア (z_B) と試験所内 z スコア (z_W) の計算に使われる規格化された和と差のデータと全く同じ形となっており、 $\sqrt{2}$ で割って規格化することの意味が概ね理解できる。

- ③ 全報告値をかたより度 (S) とばらつき度 (D) に分解した後、 S 軸上の S 値の分布、及び、 D 軸上の D 値の分布を求める。これらの分布は概ね正規分布をしていると考えてよいので、当該試験に最も適した確率（信頼限界）で許容範囲を定め、その値と各試験所の値 (S_i 又は D_i) とを比較して評価を行うことができる。（技能試験の評価に適用した複合評価図においては、 S 値および D 値について四分位数法を適用して z スコアを求め、 $z = 3$ 及び 2 を基準にして、各事業所の技術評価を行ったことになる）。
- ④ 上記散布図上の各点を統計的に処理して、その広がりを示す信頼域楕円 (Confidence Ellipse) を描き、その中で当該試験目的に最も適した信頼限界の楕円の外にあるか内にあるかを調べて各試験所の技能を評価することができる。
- ⑤ 当技能試験では、ユードンプロットに z スコアの許容範囲を示す直線を書き加えた複合評価図により評価を行ったが、さらに信頼域楕円を加えるものを採用する。
- ⑥ 当技能試験における信頼域楕円は、試料 1 の z スコア、試料 2 の z スコア、試験所間 z スコア (z_B) 又は試験所内 z スコア (z_W) の 4 個の z スコアの少なくとも 1 個が $3 \leq |z|$ であった報告値を棄却した後、残りの報告値について信頼限界 95% で描いたものである。