

抜取検査法に基づく評価方法の詳細について

平成23年7月4日

環境省水・大気環境局大気環境課

本試験では、抜取検査法に基いて以下の通り自動測定機の等価性の評価を実施した。

抜取検査法では、「合格となる機種を正しく『合格』と判断する確率(P_A)」及び「不合格となる機種を正しく『不合格』と判断する確率(P_R)」を設定して評価を行う。本試験では、 P_A を0.99とし、 P_R には自動測定機の機種ごとに、その有効測定データ数に応じて求められる最大値を用いた(1参照)。

P_R に最大値を用いる方法を採用した理由は、 P_R が大きい方がより統計的に正確な結果を与えるためであるが、 P_R に最大値を用いる方法では、 P_R の大きさが自動測定機の機種ごとに異なる。 P_R の大きさの違いが評価の厳しさに影響を与えることはないが、本試験では、共通の基準の下で評価を行うために、 P_R に一定の値(0.95)を用いた評価も行った(2参照)。

本試験では、以下に示す1もしくは2の<評価基準>を満たした自動測定機について、本文中の3-1の条件Iに関して「合格」と判定した。

ただし、 P_R を最大化する方法で合格と評価された機種が、 P_R を固定する方法では不合格と評価された場合には、留意事項の②に記した点について留意する必要がある。

1 P_R を最大化する方法による評価

自動測定機による有効測定データ数の数に応じて、それぞれの P_R の最大値及びその時の α 及び r を求め、抜取検査法に基づく評価を実施した。具体的には以下の通り。

- ① 有効な測定データ数(n)に対して P_R の最大値を与える α 及び r (式(1)及び(2)で与えられる「管理限界線」の外にはずれるデータの、許容される最大数(許容限界数))の組合せを求める。

$$Y = X \pm Du \quad \dots (1)$$

$$Du = K_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{C_A^2 X^2 + \left(1 - \frac{C_A^2}{m}\right) \sigma_X^2}{m}} \quad \dots (2)$$

(式(1)の変数は以下の通りであり、任意の X に対して Du は一意に与えられる)

$K_{1-\alpha/2}$: 標準正規分布の累積分布関数の $1-\alpha/2$ 点

X :標準測定法の濃度
 C_A :認められる誤差。本試験では以下の通り規定する。

$X < 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ のとき : $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (一定)

$2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq X < 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ のとき : 式(3)

$35 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq X$ のとき : 10% (一定)

$$C_A = \frac{0.6 \times (1 - 0.9635^{X-2})}{X} + 0.3 \times 0.9635^{X-2} \dots (3)$$

X :標準測定法の濃度

m :データの組数(本試験では、2台の測定機による結果を平均することで測定値を求めているので $m=2$)

σ_X^2 :標準測定法の誤差分散の推定値に相対誤差(変動係数10%)も加味する
 $(\sigma_X^2 \Rightarrow \max(\sigma_X^2, 0.1X))$

- ② 標準測定法の測定結果をx軸、自動測定機の測定結果をy軸とするxy平面上に管理限界線を描く(図1参照)。

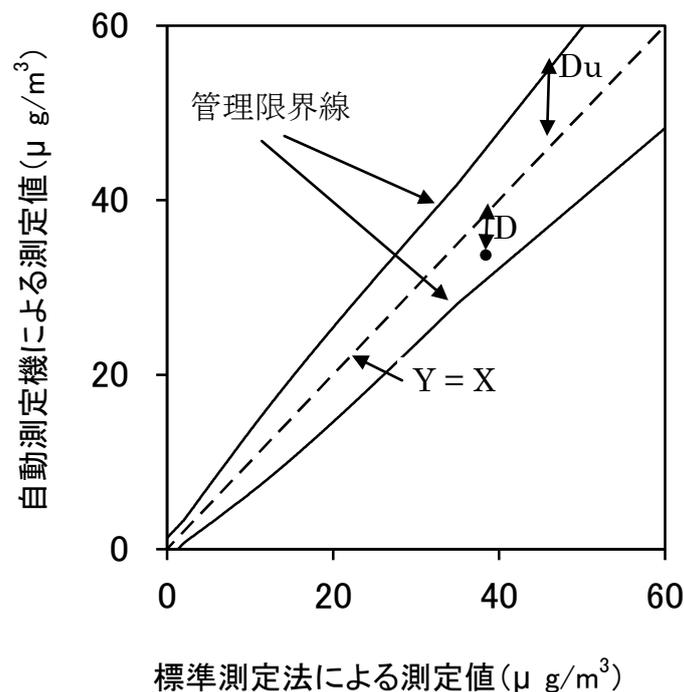


図1 管理限界線

- ③ 有効な測定データをxy平面上にプロットし、管理限界線の外にはずれるデータの数を求め、以下の<評価基準>を満たしているかどうかについて評価する。

<評価基準>

管理限界線の外にはずれるデータの数がr以下であること

2 P_Rを固定する方法による評価

1の評価方法では自動測定機の機種ごとにP_Rが変わる。共通の基準の下で評価を行うために、P_Rを0.95としたうえで季節ごと及び地域ごとに1と同様の評価を行った。

2-1 グループ1（季節ごと）の評価

グループ1のデータについて、以下の通りの評価を行った。

- ① 「夏季」及び「冬季」のグループについては、以下の式(4)が成り立つ。

$$1 - (1 - P_R(\text{summer}))(1 - P_R(\text{winter})) = P_R(\text{total}) \geq 0.95 \quad \dots (4)$$

一方、P_Rを0.95にした際のそれぞれのP_R'に対しては以下の式(5)が成り立つ。

$$1 - (1 - P_R'(\text{summer}))(1 - P_R'(\text{winter})) = P_R'(\text{total}) = 0.95 \quad \dots (5)$$

- ② 式(4)及び(5)から、式(6)が得られるので、式(7)の通り1-P_R'を定める。

$$\begin{aligned} & (1 - P_R'(\text{summer}))(1 - P_R'(\text{winter})) \\ &= \frac{1 - P_R'(\text{total})}{1 - P_R(\text{total})} (1 - P_R(\text{summer}))(1 - P_R(\text{winter})) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} (1 - P_R'(\text{summer})) = \sqrt{\frac{1 - P_R'(\text{total})}{1 - P_R(\text{total})}} (1 - P_R(\text{summer})) \\ (1 - P_R'(\text{winter})) = \sqrt{\frac{1 - P_R'(\text{total})}{1 - P_R(\text{total})}} (1 - P_R(\text{winter})) \end{cases} \quad \dots (7)$$

- ③ 式(7)を満たすP_R'及びその時のα'及びr'を求め(α'には、P_Rの最大値を与える値(α₀)よりも小さい値(α'₁)と大きい値(α'₂)の2つの解がある。α'₁及びα'₂に対応するr'をそれぞれr'₁及びr'₂とする)、管理限界線を描く。

- ④ それぞれのフィールドについて、有効な測定データをxy平面上にプロットし、管理限界線の外にはずれるデータの個数を求める。

2-2 グループ2（地域ごと）の評価

グループ2のデータについても2-1と同様の評価を行った。

2-3 合否の判定

2-1及び2-2の結果を基に、以下の評価基準が満たされているかどうかについて判定する。

<評価基準>

2-1及び2-2において、全ての α 'に対して、管理限界線の外にはずれるデータの個数が、対応する r '以下になること