校正方式

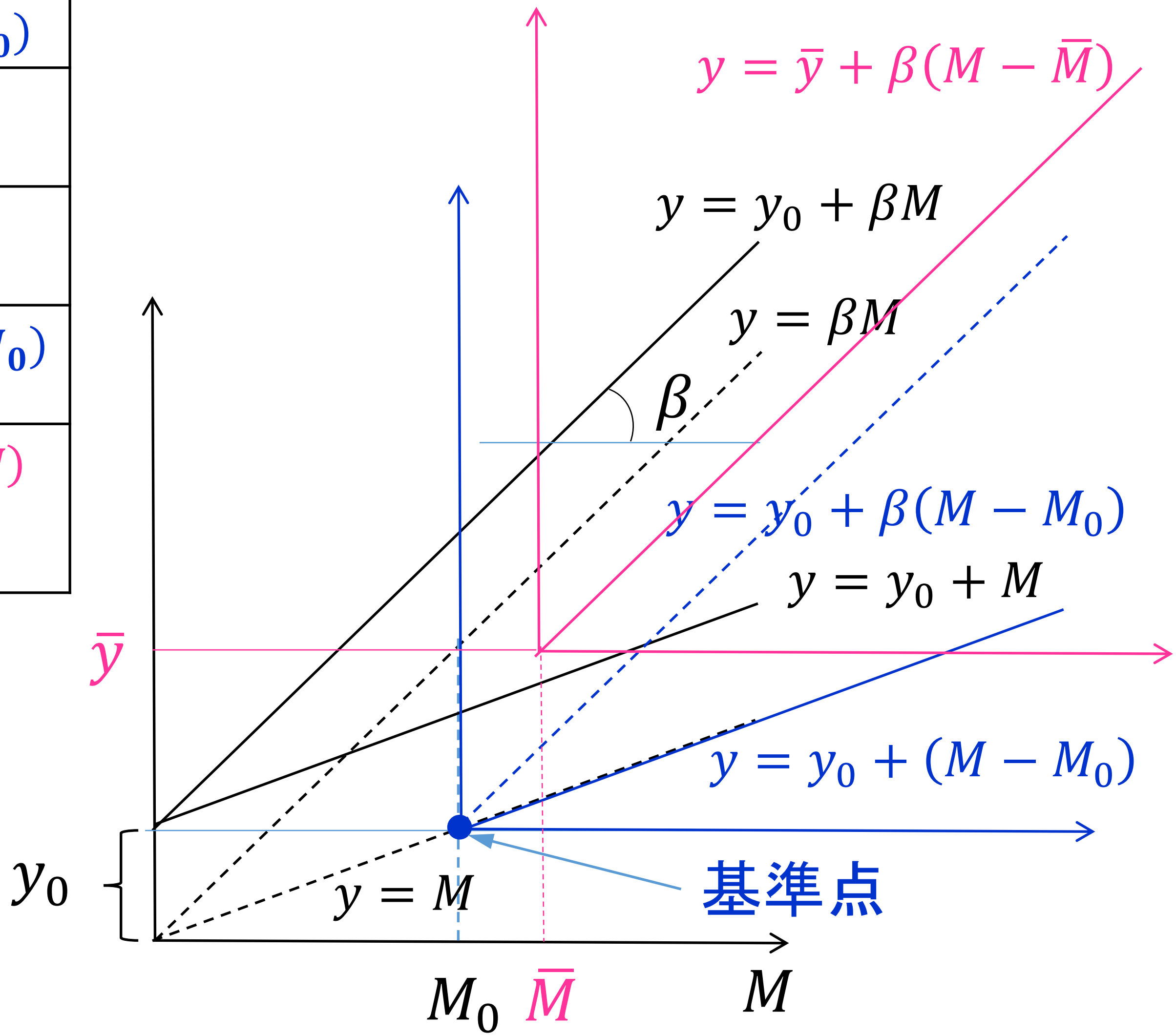
出典:「校正方式マニュアル」(編集委員長:田口玄一　発行所:日本規格協会)

	点検及び修正を行う		点検だけ行う		修正だけを行う	無校正
点検	実施		実施		未実施	未実施
結果	○	×	○	×	↓	↓
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
修正	↓	実施	↓	↓	実施	未実施
使用	使用	使用	使用	廃棄	使用	期限まで使用
備考	一般的		修正コスト高い場合			

	決められるべき内容
①	校正内容:校正の種類、標準、水準
②	校正手順:校正の間隔、手順、作業後の処理
③	測定手順:校正間隔内の使用条件による誤差、測定手順

校正の種類

	校正の種類	関係式
a	点検だけの校正:読みをそのまま測定値	$y = M$
b	零点校正:　零点の読みy_0で定点校正	$y = y_0 + M$
c	基準点校正:　基準点M_0の読みで定点校正	$y = y_0 + (M - M_0)$
d	目盛間隔校正:　任意の点を零点にして傾斜を校正	$y = y_0 + \beta M$
e	零点比例式校正:　零点の読みをゼロと仮定して傾斜を校正	$y = \beta M$
f	基準点比例式校正:　基準点M_0の読みy_0で定点校正後、傾斜の校正	$y = y_0 + \beta(M - M_0)$
g	一次式校正:　読みyの平均値$\bar{y}$及び標準の値Mの平均値$\bar{M}$を用いて定点の校正及び傾斜の同時校正	$y = \bar{y} + \beta(M - \bar{M})$



校正に用いる標準とは？

測定量の真の値を実現するもの

- ・予め値付けされた標準器（基準分銅、ブロックゲージなど）
- ・標準となる測定量の発生器（電圧発生器、
- ・上位の計測器

標準の区分

①点検のための測定に用いる標準

②修正のための測定に用いる標準

標準の水準

<table>
<tr><th></th><th>水準の数</th><th>水準の範囲</th></tr>
<tr><td>点検時</td><td>代表的な1つの水準</td><td>測定範囲の中心に近い値</td></tr>
<tr><td>定点の校正</td><td>１水準</td><td rowspan="2">測定範囲の上下限に近い値</td></tr>
<tr><td rowspan="2">傾斜の校正</td><td>２水準</td></tr>
<tr><td>3水準以上</td><td rowspan="2">測定範囲の上下限に近い値とその間の値</td></tr>
<tr><td>零点比例式</td><td>零点を標準に含める</td></tr>
</table>

点検の手順

手順1：標準の測定　k個の標準$M_i(i=1\cdots k)$をn回測定し、読み$y_{ij}(i=1\cdots k, j=1\cdots n)$を得る

手順2：測定値$\widehat{M}$と真値との誤差

手順3：修正限界Dと比較して修正作業の有無を判断する。

修正の手順

手順1：標準の設定　k個の標準$M_i(i=1\cdots k)$をn回測定し、読み$y_{ij}(i=1\cdots k, j=1\cdots n)$を得る

手順2：校正のための関係式の定数の計算　手順1で求めたデータを用いて、新たな校正式の定数（α、β）を求める。 最小二乗法により、誤差分散が最小になるように決める。

	校正の種類	関係式	測定値$\hat{M}_{ij}$の計算	校正式の求め方
a	点検だけの校正	$y = M$	$\hat{M}_{ij} = y_{ij}$	
b	零点校正	$y = y_0 + M$	$\hat{M}_{ij} = y_{ij} - y_0$	①零点or基準点M_0での読みの平均 $\bar{y}_0 = \frac{\sum_i y_{0j}}{n}$ ②校正式：$M = M_0 + (y - \bar{y}_0)$ 零点校正$M_0 = 0$
c	基準点校正	$y = y_0 + (M - M_0)$	$\hat{M}_{ij} = M_0 + \left(y_{ij} - \hat{y}_0\right)$	
d	目盛間隔校正	$y = y_0 + \beta M$	$\hat{M}_{ij} = \frac{y_{ij} - y_0}{\hat{\beta}}$	①始点での読みy_0 ②感度係数 $\hat{\beta} = \frac{\sum_i \sum_j (y_{ij} - y_0) M_i}{n \sum_i {M_i}^2}$ ③校正式：$M = \frac{y - y_0}{\hat{\beta}}$
e	零点比例式校正	$y = \beta M$	$\hat{M}_{ij} = \frac{y_{ij}}{\hat{\beta}}$	①感度係数 $\hat{\beta} = \frac{\sum_i \sum_j M_i y_{ij}}{n \sum_i {M_i}^2}$ ②校正式：$M = \frac{y}{\hat{\beta}}$
f	基準点比例式校正	$y = y_0 + \beta(M - M_0)$	$\hat{M}_{ij} = M_0 + \frac{y_{ij} - y_0}{\hat{\beta}}$	①基準点M_0での読みの平均 $\bar{y}_0 = \frac{\sum_i y_{0j}}{n}$ ②感度係数 $\hat{\beta} = \frac{\sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_0)(M_i - M_0)}{n \sum_i (M_i - M_0)^2}$ ③校正式：$M = M_0 + \frac{y - y_0}{\hat{\beta}}$
g	一次式校正	$y = \bar{y} + \beta(M - \bar{M})$	$\hat{M}_{ij} = \bar{M} + \frac{y_{ij} - \bar{y}}{\hat{\beta}}$	①$\bar{y} = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}}{nk}$ ②感度係数 $\hat{\beta} = \frac{\sum_i \sum_j (M_i - \bar{M}) y_{ij}}{n \sum_i (M_i - \bar{M})^2}$ ③校正式：$M = \bar{M} + \frac{y - \bar{y}}{\hat{\beta}}$

$$y = \alpha + \beta M$$

$$y_i = \alpha + \beta M_i$$

$$\boldsymbol{y} = \bar{\boldsymbol{y}} + \boldsymbol{\beta}(\boldsymbol{M} - \bar{\boldsymbol{M}})$$

$$S_e = \sum [y_i - \bar{y} - \beta(M_i - \bar{M})]^2$$

パラメータ$\bar{y}$、βをS_eが最小にする条件は、$\frac{\partial \mathrm{S}_e}{\partial m} = 0$、$\frac{\partial \mathrm{S}_e}{\partial \beta} = 0$である。

$$\frac{\partial \mathrm{S}_e}{\partial m} = (-1) \times 2 \times \sum [y_i - \bar{y} - \beta(M_i - \bar{M})] = -2 \sum (y_i - \bar{y}) = 0$$

$$\frac{\partial \mathrm{S}_e}{\partial \beta} = (-1) \times 2 \times \sum [\{y_i - \bar{y} - \beta(M_i - \bar{M})\} \times (M_i - \bar{M})]$$

$$= -2 \left[\sum (M_i - \bar{M}) y_i - \beta \sum (M_i - \bar{M})^2 \right] = 0$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

$$\beta == \frac{\sum_{\boldsymbol{i}} (\boldsymbol{M_i} - \bar{\boldsymbol{M}}) \boldsymbol{y_i}}{\sum_{\boldsymbol{i}} (\boldsymbol{M_i} - \bar{\boldsymbol{M}})^2}$$