

# QC20 ボールバーのエラー推算と不確かさの計算

## はじめに

本書では、レニショー QC20 ボールバーとボールバーキャリブレーションに関する測定の不確かさの計算について解説する。レニショーでは、これらの計算を基に、仕様を算出し、公開している。

- QC20 ボールバーは、半径のばらつきが  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  の範囲において  $\pm[0.7+0.3\%*L]\mu\text{m}$  で測定するよう仕様が定められている。ここでの L は、半径のばらつき (範囲) の絶対値である。
- ボールバーキャリブレーションは、長さの不確かさが  $\pm 1\mu\text{m}$  であるよう仕様が定められている。

## 精密測定における一般的な情報

エラー推算の導出は、ISO 9001:2015 に準拠したレニショーグループの品質マネジメントシステムによって管理している、当社の新製品開発プロセスにおける標準的な工程である。ISO 9001:2015 は品質管理システムに関連した国際規格であり、レニショーでは BSI 管理システム (UKAS 認証済み) によって規格への適合を確認している。

エラー推算は、EA-4/02「Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration (校正における測定の不確かさの表現)」および NIST テクニカルノート 1297 に示された指針に従って算出される。エラー推算を決定する各要素は、コンポーネントの仕様の検証、性能に関する実験的証拠、および理論計算の組合せから導き出される。そしてこれらの個々の要素を組み合わせることで、システムレベルの仕様が決定される。すべての仕様は、95% ( $k = 2$ ) の信頼水準で公表されている。またエラー推算は、有資格者によって評価され、承認される。以下のセクションで、QC20 ボールバーおよびボールバーキャリブレーションのエラー推算の個々の要素を示す。

## QC20 ボールバーを使った半径のばらつきの測定における不確かさ

不確かさの原因	不確かさの値 ( $\mu\text{m}$ )	確率分布	不確かさ ( $k = 1, \pm \mu\text{m}$ )
ボールバーのキャリブレーションの不確かさ	$\pm 0.40$	正規 ( $k = 2$ )	0.20
ボールバー受入れ試験の限界	$\pm 0.40$	正規 ( $k = 2$ )	0.20
1年経過によるボールバーのドリフト	$\pm 0.30\%L^*$	正規 ( $k = 2$ )	$0.15\%L^*$
球の真球度	0.13	一様	0.11
ヒステリシス	$\pm 0.06$	正規 ( $k = 3$ )	0.02
ボールバーの熱膨張	$\pm 0.10$	正規 ( $k = 1$ )	0.10
センターピボットの偏位	$\pm 0.15$	正規 ( $k = 1$ )	0.15
<b>合成不確かさ (<math>k = 1</math>)</b>			<b><math>0.35\mu\text{m} + 0.15\%L</math></b>
<b>拡張不確かさ (<math>k = 2</math>)</b>			<b><math>0.70\mu\text{m} + 0.30\%L</math></b>
<b>公表不確かさ (<math>k = 2</math>)</b>			<b><math>0.70\mu\text{m} + 0.30\%L</math></b>

\* L は半径のばらつきの絶対値である。

## 異なる半径方向ばらつきに対する仕様の適用

機械の半径方向のばらつき 10μm を測定する場合のボールバー仕様

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 10] \mu\text{m} = \pm 0.73 \mu\text{m}$

機械の半径方向のばらつき 100μm を測定する場合のボールバー仕様

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 100] \mu\text{m} = \pm 1.00 \mu\text{m}$

## ボールバーキャリブレーションの長さにおける不確かさ

QC20 ボールバーで円の半径を測定する場合、キャリブレーションの長さにおける不確かさを加味する必要がある。

不確かさの原因	不確かさの値 (μm)	確率分布	不確かさ (k = 1, ±μm)
マスターボールバーの不確かさ	±0.40	正規 (k = 2)	0.20
マスターボールバーの非線形性	±0.40	正規 (k = 2)	0.20
キャリブレーションの再現性	±0.03	正規 (k = 1)	0.03
マスターキャリブレーションの不確かさ	±0.30	正規 (k = 2)	0.15
マスターキャリブレーションのドリフト	±0.50	正規 (k = 2)	0.25
ボールバーのスケール係数誤差と長さの不一致	0.0004	正規 (k = 2)	0.02
ボールバーの球の真球度	0.13	一様	0.11
温度 (ボールバー)	±1.2°C	一様および正規	0.01
温度 (キャリブレーション)	±1.2°C	一様および正規	0.03
<b>合成不確かさ (k = 1)</b>			<b>0.42</b>
<b>拡張不確かさ (k = 2)</b>			<b>0.85</b>
<b>公表不確かさ (k = 2)</b>			<b>1.00</b>

## 両表に関する全般的な注

- 列 1 は、不確かさの原因を示している。
- 列 2 は、不確かさの原因となる要素について、その不確かさの値を対応する単位で示している。
- 列 3 は、誤差の原因に対する確率分布関数と使用された包含係数を示している。この包含係数を使用して、不確かさの値を k = 1 に変換する。乗算係数を追加で適用し、サンプルデータの大きさを補正する。
- 列 4 は、該当する不確かさの原因ごとの不確かさを示している。
- 個々の値は、「二乗和平方根」計算によって統合され、合成不確かさの総計が算出される。

[www.renishaw.com/qc20](http://www.renishaw.com/qc20)



#renishaw

☎ 03-5366-5315

✉ [japan@renishaw.com](mailto:japan@renishaw.com)

© 2022 Renishaw plc. 無断転用禁止。RENISHAW® およびプローブシンボルは、Renishaw plc の登録商標です。レニショー製品の名称および呼称ならびに「apply innovation」マークは、Renishaw plc およびその子会社の商標です。その他のブランド名、製品名または会社名は、各々の所有者の商標です。Renishaw plc. イングランドおよびウェールズにおいて登録。会社登録番号: 1106260。  
登録事務所: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK.  
本書作成にあたり細心の注意を払っておりますが、レニショーは、法律により認められる範囲で、いかなる保証、条件提示、表明、損害賠償も行いません。

パーツ No.: H-8014-9015-04-A