

非自動はかりの型式承認試験における不確かさの推定

長野 智博*, 堀田 正美**, 薊 裕彦†

(平成17年7月12日受理)

The uncertainty estimation in type approval testing for non-automatic weighing instruments

Tomohiro NAGANO, Masami HORITA, Nobuhiko AZAMI

Abstract

Testing for non-automatic weighing instruments type approval carried out in the NMIJ/AIST consists of a conformity tests to the technical requirements based on the law for measurement in Japan. The present report is described that the uncertainties of testing items were estimated in the type approval for the non-automatic weighing instruments

1. はじめに

独立行政法人産業技術総合研究所計量標準総合センター（以降「NMIJ」とする。）は、OIML（国際法定計量機構）の国際勧告R76「非自動はかり」のOIML証明書発行機関であり、計量法の技術基準を国際整合し二国間における試験データ受け入れの相互承認を実現している。また、世界規模の相互承認を目的とした法定計量機関の活動にも積極的に参加している。

NMIJは、この活動の中で非自動はかりの計量法の技術基準に基づく「型式承認試験」とOIML R76に基づく「OIML証明書発行の適合試験」の二つの試験を実施している。なお、非自動はかり（電気式はかり）の技術基準においては、OIML R76と整合が取れている。これらの試験は、計量器の「校正」とは違い、いずれも計量器の性能基準に対する適合性を評価するための基準適合性試験である。

法定計量における基準適合性試験データの相互承認には、ISO/IEC 17025による試験所への要求事項を満たす活動が求められる。NMIJもこの要求事項に対応した品質システムを構築し、試験機関としてそれを運用している。

ISO/IEC 17025では、試験結果の品質の保証のため試験に不確かさを示すことを要求している。このため、本報告ではNMIJで実施している非自動はかり（デジタル表示の電気式）の試験の不確かさについて、定められた試験環境及び試験条件で実施する点及び技術基準に対して合格、不合格の判定を行う基準適合性試験に要求される不確かさの観点から、さらにOIML R76における不確かさの要求も考慮し、推定した結果について報告する。

2. 試験方法

非自動はかりの試験は、計量法またはOIML R76の技術基準に基づく非自動はかりの使用状態を想定した性能試験を実施する。その性能試験は、電気的な妨害による影響、温度または湿度の変化による影響、はかりが傾斜している場合の影響、偏置荷重の影響等を受けた状態で行われ、それぞれに許容範囲（値）が規定され、試験荷重を負荷した状態や無負荷の状態における計量値または器差（偏差）を求めて、その許容値内にあるか判定を行う。図1に基本的な器差及び計量値の算出方法、表1に試験項目と許容範囲をそれぞれ示す。表中のmpeは、計量法における検定公差及びOIML R76における最大許容誤差である。その公差体系は試験荷重に対して、はかりの目量の0.5倍、1.0倍、1.5倍の3段階となる。図1に示す計量値の求め方は、デジタル表示の丸めの誤差による不確かさを減少させるために使用している。

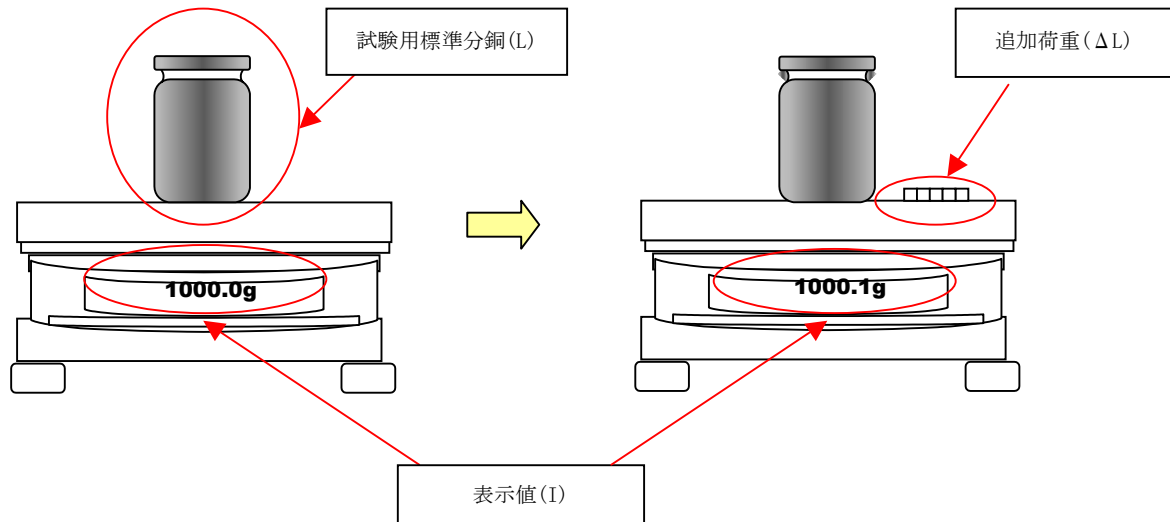
また、表記が計量法またはOIML R76の規定に適合するかは目視で確認する。

* 計測標準研究部門 力学計測科

** 計測標準研究部門 計量標準技術科

† 計量標準管理センター

本論文は当所における校正証明書等の不確かさ算出における一般的な考え方を記述したものであり、個別の校正証明書等に記載される不確かさ評価とは必ずしも一致しているわけではありません。



$P = I + 0.5e - \Delta L$: 計量値
 $E = P - L$: 器差 (偏差)
 I : 試験用標準分銅を负荷したときの試験器物の表示値
 E : 試験器物の目量
 ΔL : Iの状態から (1/10) eの質量を順次负荷して表示値を1目量変化させた時の合計質量値 (以下「追加荷重」と記述する.)
 L : 試験用標準分銅の質量

図1 基本的な器差及び計量値の算出方法

表1 試験項目と許容範囲

試験項目	許容範囲
初期器差試験, 静的温度試験 偏置誤差試験, 高温高湿度試験 電源電圧・周波数変動試験	試験荷重の器差 : mpe
零点指示の安定性試験	零点の変化 : 1 e/5 °C (1 °C)
感じ試験	1.4eの荷重 : 1 eの変位
同一質量による繰り返し試験	計量値の差 : mpe
零点復帰試験	ひょう量荷重前後の変化 : 1/2 e
クリープ試験	計量値の変化 : 0.5 e (0~30 分), 0.2 e (15~30 分), mpe (1~4 h)
平衡安定性試験	印字値と印字後5秒間の表示の差 : 1 e
零設定機構及び風袋引き機構の 零精度試験	各機構作動後の零点の器差 : ±0.25 e または ±0.5 d
傾斜誤差試験	水平と傾斜時の計量値の差 : 2 e (無負荷), mpe (荷重負荷時)
風袋試験	正味量の器差 : mpe
ウォームアップ試験	電源投入~30分経過までの器差 : mpe
静電気放電試験, 電磁波障害試験, 電源電圧降下試験, バーストノイズ試験	電気的影響を受ける前後の 表示値の差 : 1 e (有意な誤差)
スパン安定性試験	ひょう量の器差の差 (8回以上) : mpe /2 または 1/2 e
耐久性試験	耐久試験前後の器差の差 : mpe

3. 試験の不確かさ

3.1 基準適合試験と校正との不確かさの相違点

基準適合性試験の品質システムも校正業務と同じISO/IEC 17025であり、不確かさの算出もISOのGUM（計測における不確かさの表現のガイド）によるため、その算出の考え方は基本的に異なる。しかし、以下のよう
に基準適合試験では不確かさの算出に勧告(規格)の要求を反映する必要があり、不確かさをその要因の一部について示せばよい機種（試験装置の不確かさのみで計量器の不確かさを含まないでもよいケース）や要求される要因の不確かさのみを示せばよい機種も多くある。また、逆に不確かさの影響の省略が可能な試験方法を強制される場合もある。

基準適合性試験では、不確かさを求める条件ではないが、適合性の判定を試験結果である測定値の差によって行う試験項目も多くある。

質量測定用計量器の試験における不確かさについて、「非自動はかり」（OIML R76）や質量検出器の1つである「ロードセル」（OIML R60）に記載されている不確かさ算出の条件等の内容を以下に示す。「非自動はかり」（OIML R76）においては、この全てが勧告に含まれていないが、いくつかを含んでいる。

- (1) 拡張不確かさの許容値の規定
- (2) 不確かさ要因の許容値の規定
- (3) 無視できる不確かさ要因（不確かさの許容値も含む）と無視するための方法の規定
- (4) 考慮すべき不確かさ要因の規定
- (5) 不確かさ要因が無視できるような試験方法の要求の規定

3.2 非自動はかりの試験の不確かさ算出の考え方

非自動はかりの試験における不確かさ算出の考え方について、以下に述べる。

基本的な考え方として、この報告では、「試験結果の不確かさ」と「試験の不確かさ」を区別する。試験の不確かさとは、試験所の能力を示すための不確かさと考え、試験試料を原因とする不確かさ要因を除いた試験所の試験装置等が原因のものとして求める。

- (1) 基準適合性試験では、使用実態から温度または湿度等の使用環境の影響、電磁気的な影響及び耐久性等の性能が、規格や勧告に明確な形で設定されている。不確かさの値は、その設定された各性能に適合しているか明確に判定する必要上、許容値の $1/K$ （ K は2以上の整数）以下と具体的に規定される場合がある。それ以

外の場合でも不確かさは、基準となる許容値に依存するため、許容値/ K 以下と設定せざるを得ない。

現在のOIML R76では、上記の不確かさを拡張不確かさとして規定しておらず、試験に使用する分銅の質量値の偏差(表示値(呼称値)－標準の校正値；「誤差」と記述。)が、はかりの mpe の $1/3$ 以下であることを求めている。

- (2) OIML R76においては表示の丸め誤差の影響除去を規定し、目量の $1/5$ 以下については丸めの誤差が影響しないとしている。また、この条件を満たす試験対象のはかりの目量より小さい補助表示機構の目量の使用やデジタル表示の切り変わり点を目量の $1/10$ の分銅を使用して求める方法を求めている。
- (3) 同一質量の繰り返し試験、クリーブ試験、零点復帰試験、傾斜誤差試験等において試験結果は、偏差間の差で要求される。この場合、経時変化や周囲環境の影響を受けない同一の標準を使用すれば、標準に含まれる不確かさ要因の偏り成分は相殺され、かつ保証される。
- (4) 計量器が原因とする不確かさにおける温度係数や湿度係数の影響は、OIML R76が要求する温度、湿度の変化に関する試験結果の許容値と温度、湿度の環境設定の不確かさ（個別の試験中における温度変化は、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下、かつ、はかりの使用温度範囲の $1/5$ 以下。温度変化率は $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下。温度試験における絶対湿度は $20\text{g}/\text{m}^3$ 以下。）より考慮して、省略できる値であるから試験の不確かさには含めない。
- (5) 計量器の繰り返し性の影響は、繰り返し性の試験データより求められるが、試験試料とする計量器によるものであり、試験所の能力を示すものではない。そのため、算出法は定めるが、試験の不確かさには含めない。
- (6) 分銅を載せ台（皿）に負荷する場合の四隅の誤差の影響は、試験担当者の熟練な負荷の実施により無視できるため、教育訓練の問題として試験の不確かさには含めない。
- (7) 試験器物の特性で時間に依存する影響の不確かさは、それを無視できる試験方法を採用することにより試験結果の不確かさには含めない。

3.3 不確かさの要因

非自動はかりの基準適合性試験における不確かさの要因を以下に示し、試験環境等によりその影響の大きさを考察する。

3.3.1 試験用分銅の質量値の不確かさ

OIML R76では、非自動はかりのmpeの1/3以下になる分銅を選択し、使用することを要求している。この場合、試験用分銅の質量値の標準不確かさは $((mpe/3)/\sqrt{3})$ 以下である。しかし、質量値の偏差が非自動はかりのmpeの1/3を超える試験用分銅を使用する場合もあり、そのときは分銅の誤差(器差)を補正する。このため、試験用分銅の校正に影響する不確かさ要因を以下に示す。

- (1) 標準分銅の不確かさ
校正証明書に記載されている拡張不確かさを用いる。
- (2) 質量測定における不確かさ
校正された標準分銅との比較測定から、測定値のばらつきによる標準不確かさを算出する。

(3) 空気浮力補正による不確かさ

各分銅の密度及び試験用分銅の質量測定的环境から空気密度を導き、標準不確かさを算出する。なお、試験用分銅と標準分銅は同じ材質であり、質量測定における浮力の補正は行わない。

(4) 丸め誤差による不確かさ

質量測定において、使用する各質量比較器の感度及び丸めの誤差から標準不確かさを算出する。

以上の不確かさの要因から各標準不確かさ及び拡張不確かさを表2に示す。

各質量ごとに求められた拡張不確かさは、表2に示すように、特級基準分銅の公差(OIML R111のF1級相当)の1/3以下である。

表2 試験用分銅の質量値の不確かさ

単位:mg

質量	標準分銅の標準不確かさ	測定の標準不確かさ ※1	浮力による標準不確かさ	丸めの標準不確かさ ※2	合成標準不確かさ	拡張不確かさ(k=2)	公差の1/3 ※3
	u_s	u_w	u_b	u_f	u_c	U	mpe
20kg	5.0	3.83	1.21	0.041	6.41	13	33
10kg	2.50	0.19	0.605	0.0041	2.58	5.2	16.7
5kg	1.25	0.13	0.302	0.0041	1.29	2.6	8.3
2kg	0.50	0.09	0.121	0.0041	0.52	1.0	3.3
1kg	0.250	0.134	0.060	0.00041	0.290	0.58	1.67
500g	0.125	0.020	0.030	0.00041	0.130	0.26	0.83
200g	0.050	0.013	0.012	0.00041	0.053	0.11	0.33
100g	0.025	0.027	0.00605	0.00004	0.038	0.08	0.17
50g	0.015	0.005	0.00302	0.00004	0.016	0.03	0.10
20g	0.0125	0.0012	0.00121	0.00004	0.013	0.03	0.083
10g	0.0100	0.0007	0.00060	0.00004	0.010	0.02	0.067
5g	0.0075	0.0004	0.00030	0.00004	0.008	0.02	0.050
2g	0.0060	0.0005	0.00012	0.00004	0.006	0.01	0.040
1g	0.0050	0.0006	0.00006	0.00004	0.005	0.01	0.033
500mg	0.0040	0.0007	0.000030	0.000004	0.0041	0.008	0.027
200mg	0.0030	0.0001	0.000012	0.000004	0.0030	0.006	0.020
100mg	0.0025	0.0001	0.000006	0.000004	0.0025	0.005	0.017
50mg	0.0020	0.0002	0.000003	0.000004	0.0020	0.004	0.013
20mg	0.0015	0.0001	0.000001	0.000004	0.0015	0.003	0.010
10mg	0.0010	0.0003	0.000001	0.000004	0.0010	0.002	0.008
5mg	0.0010	0.0001	0.0000003	0.000004	0.0010	0.002	0.007
2mg	0.0010	0.0002	0.0000001	0.000004	0.0010	0.002	0.007
1mg	0.0010	0.0002	0.0000001	0.000004	0.0010	0.002	0.007

※1: 測定の標準不確かさは、測定値の反復のばらつきによるものを示す。

※2: 丸めの誤差の標準不確かさは、校正に使用した各質量比較器のものを示す。

※3: 公差は、特級基準分銅(OIML R111のF1級に相当)の公差を示す。

3.3.2 器物の傾斜による不確かさ

OIML R76において、器物の傾きによる影響は「傾斜誤差試験」として実施され、試験器物の水平状態と規定の傾きに試験器物を傾斜させた状態との試験結果の差から基準適合性を判定する。

また、一般的に計量器の性能は水平状態で保証されるため、取り扱い説明書の中でも水平状態での使用が要求されている。非自動はかりの基準適合性試験においても、器物の水平状態を前提にして実施される。その水平状態は、はかりが所有する水平器と水平調整脚によって比較的容易に実現できる。

以上のことから、この影響は他の不確かさに対して小さいことが推定できる。よって、器物の傾斜による不確かさは、試験結果の不確かさの算出では省略する。

3.3.3 試験器物を設置する台の安定性

試験器物は精密石定盤に設置されて、試験が実施される。この精密石定盤は、十分堅牢な構造で作られ、剛性及び耐摩耗性があり、かつ経年変化にも優れている。よって、試験器物を設置する台での荷重の安定性は十分に確保されている。

また、非自動はかりのひょう量（最大能力）が100 kg以上の大荷重を負荷する場合は、床に試験器物を設置して行う。NMIJの試験実施は最大で300 kgであり、床に設置した場合でも耐荷重等に問題もなく、荷重の安定性は確保できる。

床に直置きするために振動が問題視されるところであるが、大容量の試験器物の分解能や目量を考慮すると十分に無視できる状態にあると考える。また、精密石定盤を2台使用して、設置台とする方法を利用すれば、その影響も軽減できる。

よって、試験器物を設置する台の安定性は確保できるため、この不確かさへの影響は省略できる。

3.3.4 時間依存性（クリープ）

試験結果におけるクリープの影響は、クリープ試験より知ることができる。しかし、試験環境の変動等による影響を避けるため、短時間での試験を考慮して実施している。このため、荷重の継続した負荷時間は長くても数分である。よって、クリープの不確かさの影響は、省略することができる。

3.3.5 繰り返し性、分銅の荷重位置による不確かさ

繰り返し性の影響は「同一質量の繰り返し試験」として実施され、その性能が求められる。試験結果に対する

繰り返し性の標準不確かさ(u)は、試験データより(1)式で求める標準偏差(s)を使用して、(2)式から算出する。

なお、nは繰り返し性の試験の測定回数（今回の非自動はかりの場合は10回）、 X_i は繰り返し性の試験のi番目の測定結果、 \bar{X} はn回の測定結果の平均、Nは各試験における偏差（誤差）の測定回数を表す。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$u = \frac{s}{\sqrt{N}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

また、分銅の荷重位置における不確かさの影響は、繰り返し性試験は当然ながらその他の試験においても考慮すべき要因である。しかし、3.2(6)の四隅の誤差の影響でも述べたように、試験担当者の正確な載せ台（皿）の中央への荷重負荷を実現または再現する熟練した技量により、この影響を排除している。

3.3.6 試験時の電氣的障害

電源電圧及び周波数変動、電圧降下、バーストノイズ、電磁波障害、静電気放電の電氣的な障害の影響に対する試験が実施される。これらの試験においては、個々の影響因子に対して表示値の変動等から影響性の確認を行うため、その試験結果より電氣的障害における不確かさ要因の影響は把握できる。

また、試験における電氣的障害発生の抑制として、静電気が生じないような環境（湿度等の設定）の確保、電氣的障害を発生する電気機器を周辺で使用しない、電源的なノイズを除去するフィルターの使用等の方法がある。電氣的な影響因子に対する試験の実施及び上記のような試験環境による電氣的障害発生の抑制を行い、この不確かさの要因を排除している。

3.3.7 表示の丸めの誤差

非自動はかりの基準適合試験におけるデジタル表示の誤差は、OIML R76で排除することが求められているため、目量(e)の1/10倍の分銅を順次追加荷重することにより、表示の変化点を求めることから算出している。（詳細は3.3.8を参照。）

この算出に影響を及ぼす表示の丸めの誤差の拡張不確かさは、試験前の零設定及び試験荷重の表示値による2回の読み取りの丸め誤差を考慮して、(3)式により推定される。

$$u_1 = 2 \times (1/6^{1/2} \times (e/10)) = 0.08 e \quad \dots\dots\dots (3)$$

3.3.8 表示の変化点測定用分銅の質量の不確かさ

追加荷重用分銅は、表示の変化点を求めるために負荷される荷重であり、その分銅の固有の誤差と試験器物の目量の1/10倍を考慮して、誤差の補正が必要ない分銅を選択する。表示を変化させた追加荷重用分銅の合計の誤差が、試験箇所の誤差判定に影響する場合は、3.3.1のF1級相当の最大許容誤差以内に校正された分銅を使用する。よって、いずれも試験に影響しない分銅が使用されることが前提であり、変化点測定用分銅の不確かさの影響は、省略することができる。

3.3.9 気流

試験室の環境条件の中で、非自動はかりの試験に影響を及ぼす要因の1つとして気流がある。試験室の温度及び湿度の管理は、主にエアコンによるが、試験器物が気流の影響を受けると表示は安定しないため、①非自動はかりへの直接の送風を避ける、②分解能や目量によってはエアコンを作動しない（ただし、試験環境条件は規定内を確保）、③さらに、風防によって気流を遮る等の工夫をしている。このような方法を用いて、気流に影響のない試験環境の確保を行い、その不確かさの影響を排除している。

3.3.10 重力加速度の変化

試験中の移動は同じ建物内に限られ、かつ、重力加速度の変化の影響を及ぼす試験箇所における誤差での判定を行う場合は、常に同じ部屋で試験が実施される。よって、重力加速度の変化による不確かさは、試験結果に影響しない。

3.3.11 空気浮力の影響

非自動はかりの試験に使用される分銅は、空気浮力の影響を受ける。この影響は校正時の不確かさに含まれるため、校正時の環境と試験での環境に違いがあれば、本来は空気浮力の影響を補正する必要がある。

OIML D28「協定質量の定義」により、浮力補正は下

記の式で算出され、実際分銅に対する空気浮力の補正值は、 c に分銅の表示量（公称値）を掛けた値になる。

$$c = (\rho_a - \rho_0) \left[\frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r} \right]$$

ここで、 ρ_a は試験時の空気密度、 ρ_0 は協定質量における空気密度（1.2 kg/m³）、 ρ_t は試験分銅の密度、 ρ_r は分銅校正時の参照分銅の密度を表す。

具体的に、過去試験を実施した各精度等級における非自動はかりの分解能が最も高い試験器物である1級（ひょう量：6.2 kg 目量：100 mg）及び3級（ひょう量：30 kg 目量：5 g）を選択して、はかりのひょう量における空気浮力の補正值を算出すると表3の結果が得られた。この結果から、空気密度の補正は、はかりの荷重に対して -0.16×10^{-6} 及び $+0.35 \times 10^{-6}$ 程度であり、ひょう量荷重のmpeから考えてもこの影響は省略することができる。なお、試験時の空気密度は、1.2 kg/m³との差が最も大きい環境を選択して算出した。また、参照分銅の密度を校正証明書から8000 kg/m³、試験用分銅の密度はステンレス製の分銅であり、7800 kg/m³と見積った。

4. エラーバジェット

非自動はかりの適合性試験の不確かさに影響する要因をこれまでに検討した。その結果、試験分銅の質量、繰り返し性、デジタル表示の丸めの誤差の3つの要因が、試験の不確かさに影響を及ぼすものであることが把握できた。試験の不確かさに影響する不確かさ要因とそれらによる合成標準不確かさ及び拡張不確かさを表4に示す。なお、偏差の差で適合性の判断を行う試験の不確かさは、同一の分銅を使用する限りにおいて、分銅の質量に含まれる不確かさが保証され、試験の不確かさと表示の丸めの影響による不確かさが影響するのみである。

このため、偏差の合成不確かさ（表4の u_c ）より試験分銅の質量による標準不確かさ（ u_q ）を除いた値を $\sqrt{2}$ 倍した値が偏差の差の合成不確かさになる。

表3 空気浮力の補正

はかりの精度等級	試験時の空気密度 (kg/m ³)	c (浮力補正)	空気密度の補正量 (ひょう量) (mg)	ひょう量荷重の mpe (mg)
1級 (目量：100 mg)	1.15	-0.16×10^{-6}	-1.0	100
3級 (目量：5 g)	1.31	$+0.35 \times 10^{-6}$	+11	7500

非自動はかりの型式承認試験における不確かさの推定

表4 非自動はかりの試験結果の不確かさ

要因	不確かさのタイプ	分布	標準不確かさ $u(x_i)$
分銅の質量	B	矩形	u_a
繰り返し性	A	正規	u_m
デジタル表示の丸めの誤差	B	三角	u_f
		合成標準不確かさ (u_c)	$\sqrt{u_a^2+u_m^2+u_f^2}$
		拡張不確かさ ($k=2$)	$2u_c$

表5 1級はかりの試験結果の不確かさ

単位：mg

要因	標準不確かさ		
	試験箇所 1 g (Min)	試験箇所 3.1 kg (1/2Max)	試験箇所 6.2kg (Max)
分銅の質量 (u_a)	0.01	0.85	1.63
繰り返し性 (u_m)	4.21	4.21	6.67
デジタル表示の丸めの誤差 (u_f)	8	8	8
合成標準不確かさ (u_c)	9.04	9.08	10.54
拡張不確かさ ($k=2$)	18.08	18.16	21.09
mpe	50	50	100

表6 3級はかりの試験結果の不確かさ

単位：mg

要因	標準不確かさ		
	試験箇所 100 g (Min)	試験箇所 15 kg (1/2Max)	試験箇所 30 kg (Max)
分銅の質量 (u_a)	0.038	3.87	8.99
繰り返し性 (u_m)	350	350	937
デジタル表示の丸めの誤差 (u_f)	400	400	400
合成標準不確かさ (u_c)	532	532	1019
拡張不確かさ ($k=2$)	1063	1063	2038
mpe	2500	7500	7500

5. 実例

非自動はかりの試験の不確かさバジェットを表4に示したが、実例として試験を実施した精度等級1級（ひょう量:6.2 kg 目量:100 mg）及び3級（ひょう量:30 kg 目量:5 g）の場合の試験に影響する不確かさを算出し、その結果を表5及び表6に示す。

なお、各精度等級における最小測定量（Min）の試験箇所における繰り返し性の不確かさは、繰り返し性の試験の試験箇所ではないため、ひょう量の1/2（1/2Max）での繰り返し性の不確かさの値を使用した。

6. おわりに

非自動はかりの基準適合試験における不確かさについてその算出方法を示した。ただし、事例として、精度等級、ひょう量、目量を考慮した全ての算出結果を示すことはできなかったが、1級及び3級はかりの実例による不確かさに影響する要因と算出方法及び結果を示した。これは、不確かさの小さい実例と相対不確かさの小さい実例である。その実例における不確かさの算出結果から、個々の要因等を下記のように考察する。

- (1) 分銅の質量の不確かさは、各試験箇所のmpeと比較しても影響しないといえる。
- (2) 繰り返し性の不確かさは、精度等級3級のはかりの結果では他の要因に比べて大きい、mpeから考えると小さいといえる。この繰り返し性の影響は、各試験器物の性能であり、NMIJの試験能力によって影響する不確かさの要因ではない。

(3) デジタル表示の丸めの誤差の不確かさは、精度等級1級のはかりでは最も大きい量であるが、mpeと比較すると影響しない量といえる。また、この不確かさはもはや固有のものであり、NMIJの試験能力における不確かさではない。

(4) OIML R76に適合している非自動はかりでも最小測定量付近では、拡張不確かさがmpeの1/2程度あることが判明した。これは、mpeが最も厳しい範囲であり、繰り返し性の影響も他の試験箇所の不確かさを用いて算出したことが原因として挙げられる。

以上の考察より、繰り返し性及びデジタル表示の丸めの誤差は、はかり固有の「試験結果の不確かさ」であり、分銅の不確かさは、NMIJにおける試験能力の決定に影響する要因の「試験の不確かさ」といえる。よって、「試験における不確かさ」より考察すると、OIML R76によりNMIJが実施している非自動はかりの適合性試験は、全精度等級（ひょう量300 kgまで）において可能であるといえる。

参考文献

- 1) OIML勧告R76「非自動はかり」(1992)
- 2) OIML勧告R111「分銅」(1994)
- 3) OIML国際文書D28「協定質量の定義」(1979)
- 4) Uncertainty of measurement calculations for the “Weighing Performance Test” under OIML R76, Richard Sanders and Christine Munteanu OIML BULLETIN, Vol. XLV, No.1,12p~19p January 2004.
- 5) ISO国際文書 計測における不確かさの表現ガイド 飯塚幸三監修, 日本規格協会 (1996).