

# 「工業標準化法 J N L A 制度における測定の不確かさの 推定及び技能試験用試料開発に係る調査」

## 研究成果報告書

【 J I S S 2 1 0 3 「燃焼状態（無風状態）の理論乾燥燃焼ガス中の C O 濃度」】

平成 1 7 年 3 月

財団法人 日本ガス機器検査協会



## 目次

### はじめに

- 1．調査実施計画
  - 1.1 調査の目的
  - 1.2 調査対象 J I S 規格
  - 1.3 実施計画
    - 1.3.1 試料の選定
  - 1.4 全体計画
    - 1.4.1 J I S の試験方法
    - 1.4.2 不確かさの推定の検討
    - 1.4.3 技能試験試料（検体）の提案
- 2．調査体制
- 3．調査概要
  - 3.1 調査期間
  - 3.2 調査実施場所
- 4．調査結果
  - 4.1 試験の概要
  - 4.2 測定に使用する機器
  - 4.3 試験体（実験対象品）
  - 4.4 不確かさの特性要因図
  - 4.5 要因表
  - 4.6 数式モデルと不確かさの誘導
  - 4.7 不確かさの推定のための実験概要
  - 4.8 直交配列実験の解析（Aタイプの不確かさ）
  - 4.9 Bタイプの不確かさの解析
  - 4.10 拡張不確かさ
- 5 まとめ

### 不確かさバジェットシート

## はじめに

ISO/IEC17025「General requirements for the competence of testing and calibration laboratories」はJIS Q 17025「試験所及び校正機関の能力に関する一般的要求事項」として2000年6月20日付けで制定され、工業標準化法に基づく試験事業者認定制度(JNLA)においても認定試験事業者に要求する事項となった。JIS Q 17025に基づく試験所の能力の審査に当たり、「試験における測定の不確かさ評価」の要求が懸案事項になっている。測定の不確かさは誤差に代わる新しい概念で、それが実体として捉えにくいこと、その評価には数学的、統計的知識が必要であること、いくつかの評価方法が組み合わされることによって計量学的な厳密性が決定しにくいこと、試験方法や品目によって適切な評価方法が異なることなどの理由で、評価された値の妥当性が検証しにくいという問題がある。また、新しい概念であるから、測定の不確かさが表記された試験報告書の扱いにおいて、試験所、依頼者及び試験報告書のユーザー間で共通の認識に至っていないことも不確かさの普及が進まない原因の一つである。

JIS等に公に認められた試験方法は測定の不確かさの評価結果が反映された試験方法であることが一般に期待されているが現状では全てのJISに（不確かさの表記を求めないという結論も含めて）測定の不確かさが適切に考慮されているとは言い難い。今後、JISの改訂時に測定の不確かさを評価し、その結果と評価の根拠を明示することが期待される、一方で不確かさ評価の具体例等の情報が不十分であるので、JIS作成者がJISの中に測定の不確かさを取り入れるのは困難であるという事情もある。従って、不確かさの評価がJISで考慮されるためには、評価例や何らかの指針が必要である。

財団法人日本ガス機器検査協会は30年以上に渡りガス機器の試験・検査を行っており、機器を製造する製造事業者、使用する消費者の信用を築いてきている。当協会の業務の信頼性をさらに高めるために、平成10年にISO/IEC Guide65に基づく製品認証機関としての認定をうけている。

家庭用ガスこんろにおいては、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」によりエネルギー消費効率の表示が義務づけられ、トップランナー方式による基準値の達成が求められている。そのため、ガス機器の製造事業者は、各社競って、エネルギー消費効率をアップさせようとするいろいろな工夫をされている。エネルギー消費効率（いわゆる熱効率）の向上はいいことづくめのようにだが、その一方で不完全燃焼が増えるという実験結果もある。不完全燃焼が増えるということは、ガスの燃焼によって一酸化炭素の発生が増え、十分な換気が得られない場合は一酸化炭素中毒を引き起こす可能性も考えられる。

したがって、安全基準の評価の向上として、本試験が最適であると考え、採用した。

## 1. 調査実施計画

### 1.1 調査の目的

工業標準化法に基づく試験事業者認定制度（JNL A制度）における各分野の代表的な試験について試験結果に影響を及ぼす要因等を調査し、直交配列実験等を行い、得られた実験データを用いて統計的手法により測定の不確かさ（Aタイプの不確かさ）を算出するとともに、過去のデータ等からの不確かさ（Bタイプの不確かさ）を算出し、試験についての不確かさの推定を目的とする。

### 1.2 調査対象JIS規格

本調査では、工業標準化法に基づく試験事業者認定制度（JNL A制度）における「給水・燃焼機器分野」に区分される「JIS S 2103『家庭用ガス調理機器』3.性能 表4の燃焼状態（無風状態）の理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度」（以下、「CO%」とする。）について、「JIS S 2093『家庭用ガス燃焼機器の試験方法』8.無風燃焼状態試験（8）理論乾燥燃焼ガス中の濃度」の試験方法に基づいて、同試験に係る不確かさの要因を検討し、検証実験から得られたデータをもとに測定の不確かさを推定する。

### 1.3 実施計画

#### 1.3.1 試料の選定

本調査で使用した試料は、市販されている家庭用ガスこんろ（2口こんろ）の中から2型式3台ずつ合計6台を選定した。

1.4 全体計画

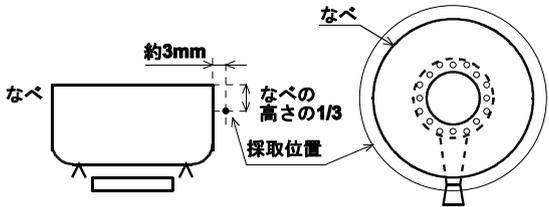
具体的な実施内容は以下の通りである。

1.4.1 JISの試験方法

JIS S2103 「家庭用ガス調理機器」

3.性能 機器は、JIS S2093及び5.によって試験したとき、表4の性能を満足しなければならない。なお、複合形及び二つ以上の機能を兼用するものは、それぞれの機能の性能を満足しなければならない。

表4 (該当箇所抜粋)

項目		性能	試験方法	
			JIS S2093	この規格で定める試験方法
燃焼状態	無風状態	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度(体積%)(以下、CO%という。)が0.14%以下	表7	<p>(2) 燃焼ガス採取方法</p> <p>(a) こんろ部は、次の図の採取位置の全周にわたって一様に採取する。</p> <p><b>こんろ部の燃焼ガスの採取位置</b></p> 

## 5. 試験方法

5.1 機器の設置状態 機器の設置状態は、JIS S2093及びこの規格の各項に特に規定がない場合は、製造業者の指定する状態（取扱説明書などに示す状態）とする。ただし、試験の項目によって試験結果に影響を及ぼさない場合はこれによらなくてもよい。

5.2 機器の使用状態 機器の使用状態は、JIS S2093及びこの規格の各項に特に規定がない場合は、次による。ただし、次の状態にできないものにあつては、製造業者の指定する状態（取扱説明書などに示す状態）とする。

(1) 空気量を調節して使用するバーナについては、良好な燃焼状態に調節して使用する。

(2) こんろは、表5に示す大きさの試験用なべを用いなべの深さ1/2以上の水を入れて、こんろ上に載せた状態とし、試験中になべの水が無くならないように注水する。

(3)～(8)省略

表5 試験用なべの大きさ

ガス消費量 kW	なべの大きさの呼び cm	口径 mm	深さ mm	なべ底の丸み (曲率半径) mm	質量 g	熱効率測定時の水の質量 kg
1.26以下	14	140	64	20	130	0.65
1.26を超え1.60以下	16	160	73	23	155	1.0
1.60を超え2.02以下	18	180	82	26	190	1.4
2.02を超え2.44以下	20	200	91	29	250	2.0
2.44を超え2.93以下	22	220	100	32	300	2.7
2.93を超え3.49以下	24	240	109	35	380	3.5
3.49を超え4.19以下	26	260	118	38	470	4.4
4.19を超え5.23以下	28	280	128	41	585	5.6
5.23を超えるもの	30	300	137	44	720	6.9

備考1. ガス消費量は、個々のバーナのガス消費量で、製造業者が取扱説明書などに表示する値とする。

2. なべは、JIS S2010によるずん胴なべを使用する。

3. なべの各部の寸法は、JIS S2010の規定によるものとし、寸法許容差は、口径については $\pm 3\%$ 、深さについては $^{+10}_{-3}\%$ 、なべ底の丸み（曲率半径）については $\pm 10\%$ とする。

4. 質量は、熱効率試験用のなべにだけ適用し、許容差は、取っ手、つまみなどを取り除いた状態で規定の $\pm 5\%$ とする。

J I S S 2 0 9 3 「家庭用ガス燃焼機器の試験方法」

5 . 無風燃焼状態試験 無風燃焼状態試験は、表7によらなければならない。

表7 無風燃焼状態試験（該当箇所抜粋）

項 目	機器の状態，試験の条件及び試験方法
1 . 機器の状態	表8による。
2 . 機器の条件	表8による。なお，器具栓は全開とする。
3 . 試験方法 ( 8 ) 理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度( 体積% ) ( 以下，CO%という。)	<p>バーナに点火し，15分以後に機器の燃焼ガス排出部全面にわたってできるだけ平均に燃焼ガスを採取し，乾燥燃焼ガス中のCO濃度及びO<sub>2</sub>又はCO<sub>2</sub>の濃度を測定し，次の式によって算出する。</p> $CO = CO_a \times \frac{O_{2t}}{O_{2t} - O_{2a}}$ <p>ただし，試験ガスの成分が確認されている場合は，乾燥燃焼ガス中のCO濃度及びCO<sub>2</sub>濃度を測定し，次の式によって算出してもよい。</p> $CO = CO_a \times \frac{CO_{2max}}{CO_{2a} - CO_{2t}}$ <p>ここに，CO : 理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）  CO<sub>a</sub> : 乾燥燃焼ガス中のCO濃度測定値（体積%）  O<sub>2t</sub> : 給気口雰囲気中（乾燥状態）のO<sub>2</sub>濃度測定値（体積%）（新鮮空気の場合はO<sub>2t</sub> = 21%）  O<sub>2a</sub> : 乾燥燃焼ガス中のO<sub>2</sub>濃度（体積%）  CO<sub>2max</sub> : 理論乾燥燃焼ガス中のCO<sub>2</sub>濃度（体積%）  CO<sub>2a</sub> : 乾燥燃焼ガス中のCO<sub>2</sub>濃度測定値（体積%）  CO<sub>2t</sub> : 給気口雰囲気中（乾燥状態）のCO<sub>2</sub>濃度測定値（体積%）</p>

表 8 燃焼状態試験の条件（該当箇所抜粋）

	機器の状態		試験の条件		
	ガス量の調節状態		電圧の条件 %	試験ガスの条件	
	ガス量調節式	ガス量切換式		液化石油ガス	都市ガス
(8) CO%	大	大	90及び 110	B - 1	1 - 1

注 電圧の条件は、家庭用電源を使用するものの定格電圧に対するパーセントを示す。

備考1．ガス量調節式とは、ガス量調節つまみなど（以下、レバーその他を含む。）を操作することによってバーナへのガス量を変化させるもので、ガスを通すバーナの数の変更を行わないものをいう。

この場合、“大”とは、ガス量が最大となる状態をいう。“小”とは、機器本体に表示又は取扱説明書に記載のガス量最小の使用状態になるようにガス量調節つまみなどを操作した状態をいう。

なお、表示及び取扱説明書のいずれにも“小”の状態を示すものがない場合には“大”の状態の1/3のガス量になる状態を“小”の状態とする。

2．ガス量切換式とは、ガス量調節つまみなどを操作することによってガスを通すバーナの数を変更するものをいう。

この場合の“大”とは、すべてのバーナにガスを通す状態をいう。“小”とは、最小の数のバーナの数にガスを通す状態をいう。“全”とは、切り換えて使用できるバーナの数の各段階のそれぞれにガスを通す状態をいう。

3．(省略)

4．燃焼状態試験は、原則として個々のバーナごとに行うものとする。

#### 1.4.2 不確かさの推定の検討

測定結果に影響を与えると考えられる要因を特性要因図で明確にし、その中で、標準化しても影響を無視できない要因について、直交配列実験（ $L_{18}$ ）に割り付け実験を行い、統計的解析によって、Aタイプの不確かさを算出する。

また、燃焼排ガス分析計の成績書や過去の実験データから得られる不確かさをBタイプの不確かさとする。

これらより算出した各標準不確かさを合成し、包含係数 $k=2$ として測定の不確かさ（拡張不確かさ）を算出する。

#### 1.4.3 技能試験試料（検体）の提案

技能試験の実施においては、安定した試験結果が得られるような試験試料（検体）を配布することが大切なことである。しかし、製造事業者が製造した製品について試験することから、試験機関で試験試料を開発・製造することはできない。従って、本調査を通じて、技能試験について提案したいと思う。

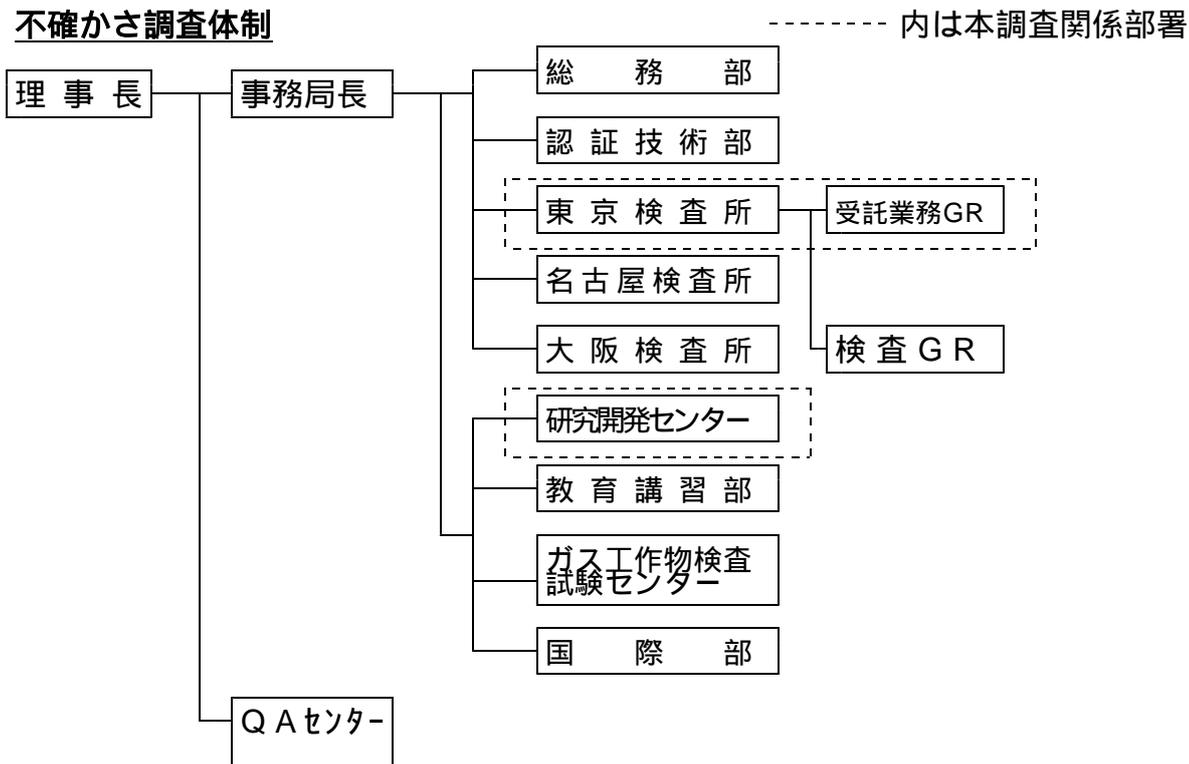
## 2. 調査体制

本調査を進めるための体制として、独立行政法人産業技術総合研究所の小池昌義氏を委員長とした独立行政法人製品評価技術基盤機構が設置する「工業標準化法」J N L A制度における測定の不確かさ推定及び技能試験試料の開発調査」委員会のもと、当協会内に調査Grを設置し、検証実験の実施及びその解析、不確かさの算出を行う。調査Grのメンバーは、当協会内で測定の不確かさの算出に携わっている職員を選定した。

### 調査Grメンバー

首藤 祐二	(財団法人日本ガス機器検査協会 理事・認証技術部部長)	(委員会委員)
高橋 勇	(財団法人日本ガス機器検査協会 東京検査所 受託業務Grマネージャー)	
奥 玄治	(財団法人日本ガス機器検査協会 東京検査所 受託業務Gr)	
高橋 三春	(財団法人日本ガス機器検査協会 研究開発センター計測管理Gr)	
古松 清人	(財団法人日本ガス機器検査協会 東京検査所 検査Gr)	

### 不確かさ調査体制



### 不確かさ管理体制



### 3. 調査概要

#### 3.1 調査期間

平成16年8月6日～平成17年3月25日

#### 実施スケジュール

項 目	平成16年					平成17年		
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
実験計画								
要因の洗い出し								
実験								
データ検討								
報告書作成								

#### 3.2 調査実施場所

財団法人日本ガス機器検査協会

東京検査所 東京都板橋区小豆沢4丁目1番10号

## 4. 調査結果

### 4.1 試験の概要

CO%の試験方法は1.4.1 JISの試験方法に述べたとおりだが、JISに規定されていない条件については以下によることとする。

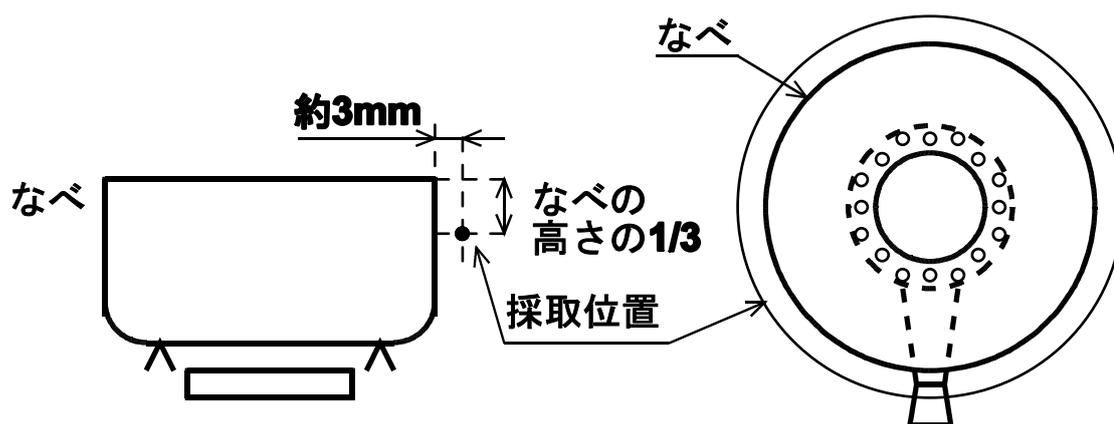
機器を、製造業者の指定する状態（取扱説明書等に示す状態）で設置する。

- 1) 室温はJISの試験条件内 ( $20 \pm 10$ ) に設定する。
- 2) 湿度はJISの試験条件内 ( $65 \pm 20\%RH$ ) に設定する。
- 3) ガス圧力（1次圧）は最高圧力（13Aの場合、 $2.5kPa$ ）とする。
- 4) ガスは、規定のガス（1ガス）で試験を行う。
- 5) 燃焼中の炎に影響を及ぼす空調は停止する。

銘板に表示されたガス消費量により指定された大きさの試験用なべを用い、指定された量の水を入れた状態でこんろに載せる。

バーナーに点火し最大火力にする。

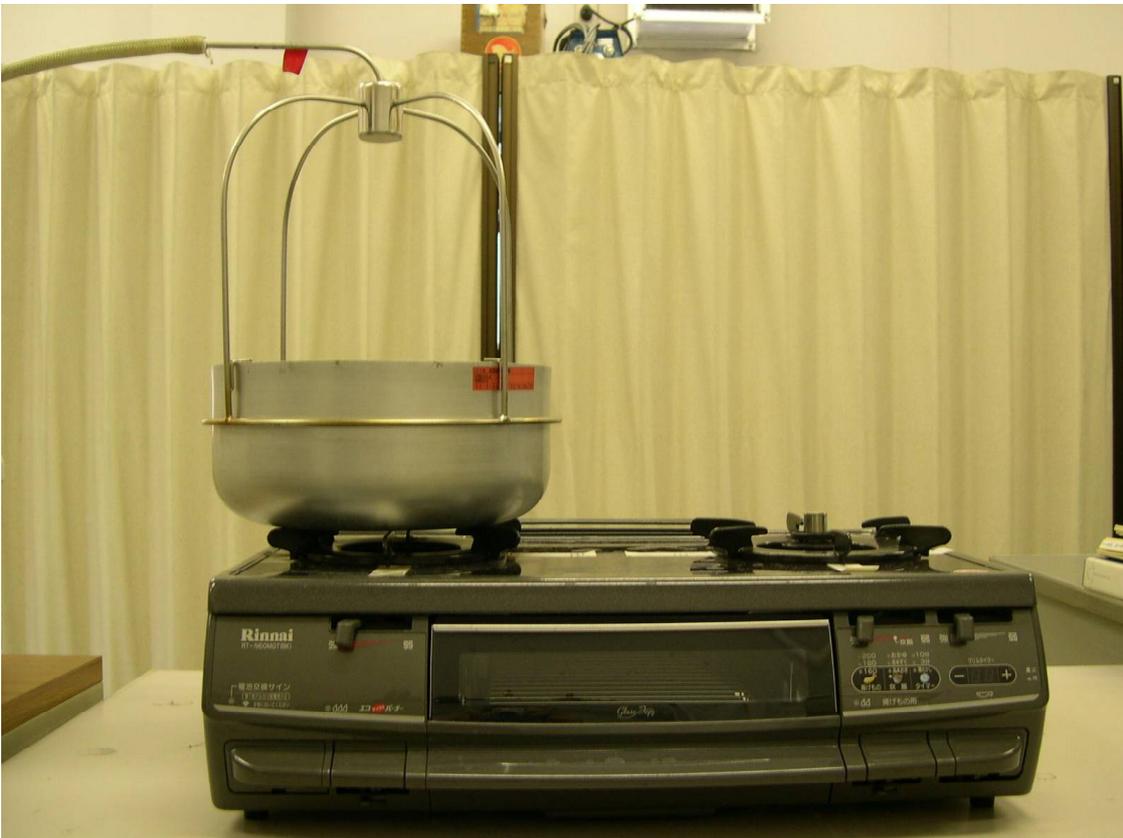
点火15分にサンプラーで機器の燃焼ガス排出部全面にわたってできるだけ平均に燃焼ガスを採取し分析計で乾燥燃焼ガス中のCO濃度およびO<sub>2</sub>濃度を測定する。



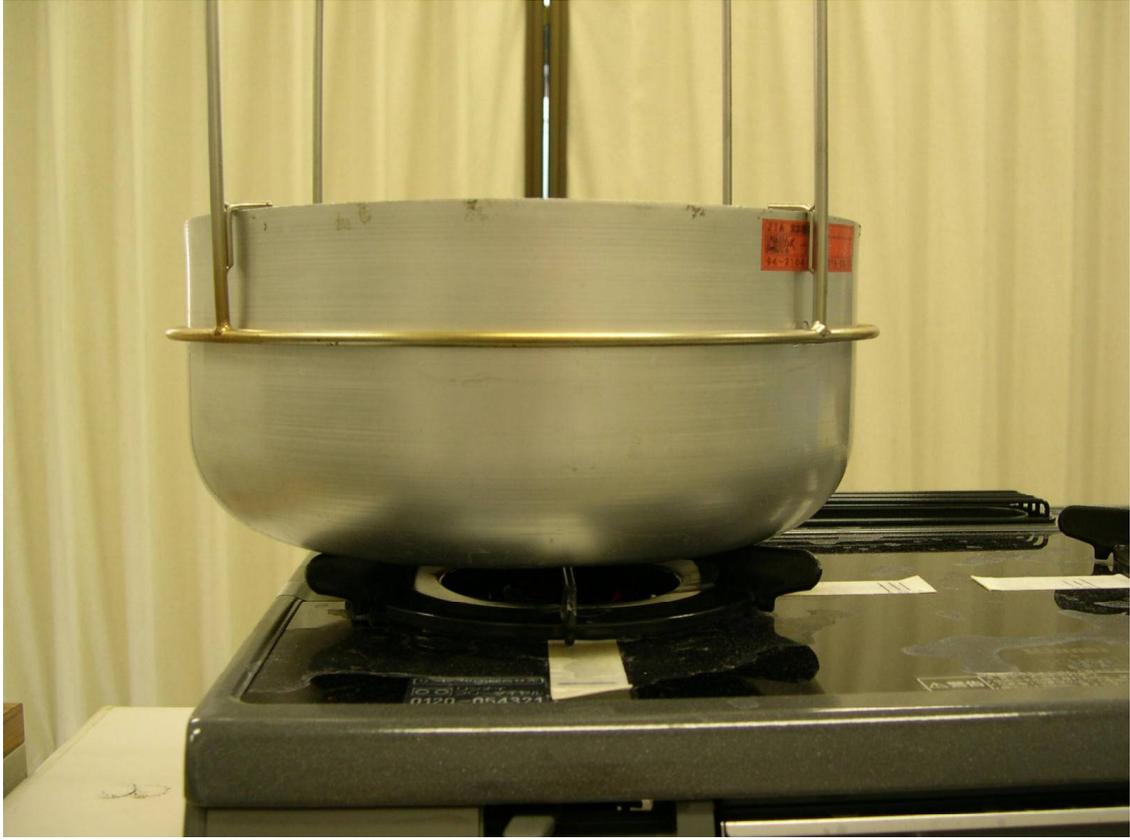
燃焼ガスの採取位置



サンプラーの採取口 拡大写真



試験状態



なべ拡大

#### 4.2 測定に使用する機器

CO%の試験結果に影響を及ぼす計測器としては濃度計（燃焼排ガス分析計）がある。

濃度計：燃焼排ガス分析装置（COPA-3000）

分析範囲：CO:0～500ppm

O<sub>2</sub>:0～25vol%

この計測器は、JCS Sを取得した基準ガスを使って、使用前にゼロ校正およびスパン校正を行ってから使用する。

#### 4.3 試験体（実験対象品）

本調査の測定の不確かさを推定するための試験体は、一般に市販されているJIS S 2103「家庭用ガス調理機器」を満足する製品である。通常、本試験では、依頼者が試験体として搬入してきた試験体について試験を実施するので、試験機関において、サンプリングおよび試験体の調整を行うことはない。

#### 4.4 不確かさの特性要因図

無風燃焼状態試験の理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度における測定の不確かさに寄与する要因には、図1に示すように濃度計、測定者、ガスなどが考えられ、またそれぞれの成分についても図示する要因が考えられる。

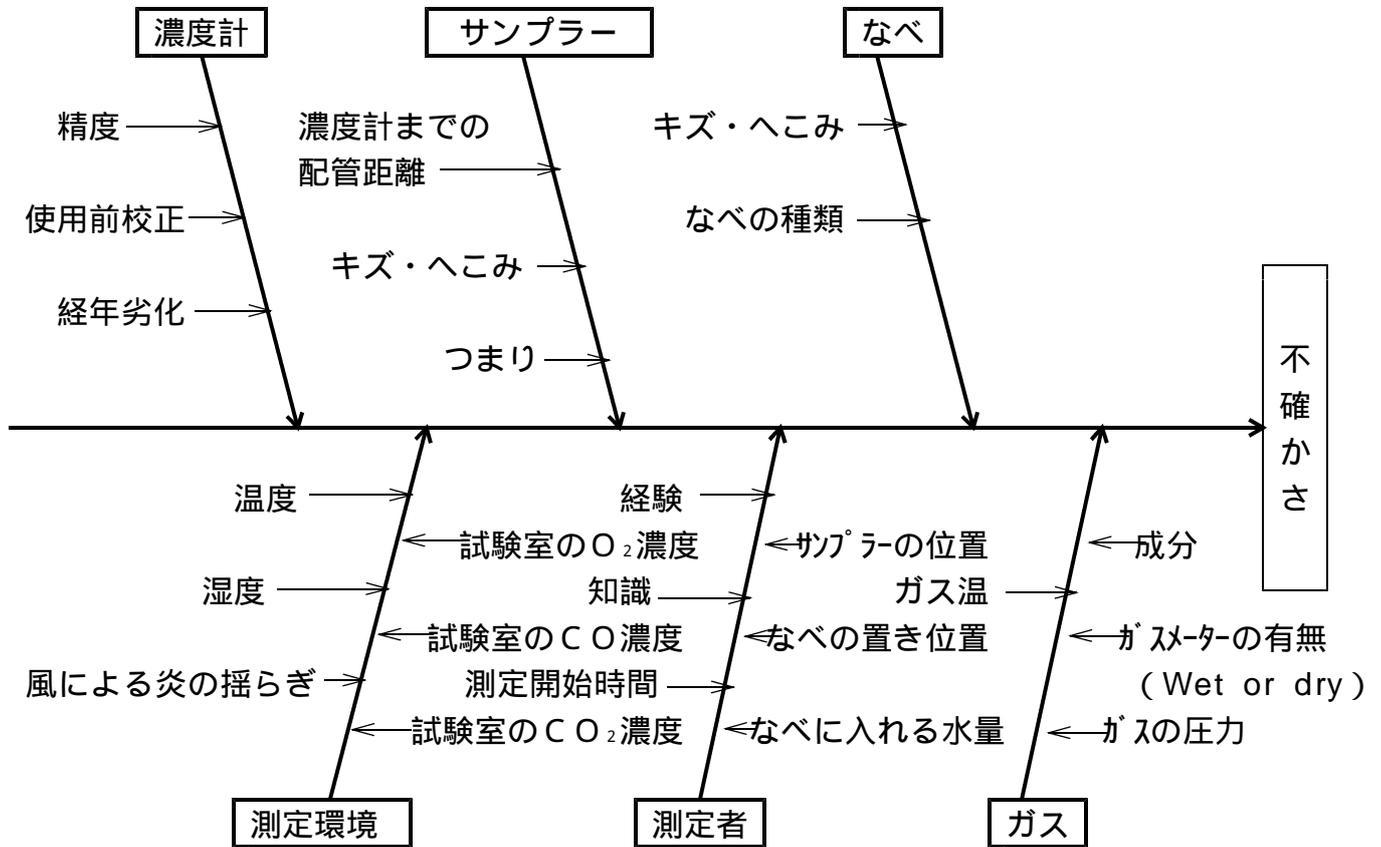


図1 無風燃焼状態試験 理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度における測定の不確かさ要因

#### 4.5 要因表

6.4 特性要因図から求められる要因について、表にしたものを以下に示し、この要因において、作業の標準化しても影響を無視できない要因については、実験を行い、統計的手法により解析してAタイプの不確かさとし、測定器の成績書や過去の実験データから得られる不確かさをBタイプの不確かさとして分類した。

要因表

対象	要因	分類	理由
濃度計	精度	B	校正証明書，検査証明書
	使用前校正	-	取説及び手順書により標準化
	経年変化	-	データがないため，0とみなす
サンプラー	濃度計までの配管距離	-	実験室既設のため，配管長さは変わらないので影響はないと見なす。
	キズ・へこみ	-	キズ・へこみの無いもので試験することで標準化
	つまり	-	使用前点検で異常がないことを確認することで標準化
なべ	キズ・へこみ	-	キズ・へこみの無いもので試験することで標準化
	種類	-	同一サイズのなべがあれば，その数だけ因子として確認（無しとする）
測定環境	温度	-	J I Sの試験条件で行う
	湿度	-	J I Sの試験条件で行う
	風による炎の揺らぎ	-	揺らぎがないように標準化（試験中は炎の動きに影響のある空調，給排気設備を停止する）
	試験室のO <sub>2</sub> 濃度	-	J I Sの試験条件で行う。（毎試験後，充分な給排気を行う）
	試験室のCO濃度	-	J I Sの試験条件で行う。（毎試験後，充分な給排気を行う）
	試験室のCO <sub>2</sub> 濃度	-	J I Sの試験条件で行う。（毎試験後，充分な給排気を行う）
測定者	経験	A	検査員3人の3因子で確認
	知識	-	試験に関する教育・訓練を行い標準化
	測定開始時間	-	15分で確認
	サンプラーの位置	-	なべの形状に合っているので違いはない。
	なべの置き位置	A	中央・2.5mmずらし，5mmずらしの3因子
	なべに入れる水量	-	指定された水量で行う。
ガス	試験ガスの成分	-	J I Sの試験条件で行う。
	ガスメータの有無（Wet or Dry）	-	燃焼状態試験ではガスメータを通さないことにする
	ガスの圧力	-	J I Sの試験条件で行う。
	ガス温	-	J I Sの試験条件で行う。

#### 4.6 数式モデルと不確かさの誘導

CO濃度の数式モデルは次式で定義される

$$CO = CO_a \times \frac{O_{2t}}{O_{2t} - O_{2a}} = CO_a \times \frac{21}{21 - O_{2a}}$$

- CO : 理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度 (体積%)  
CO<sub>a</sub> : 乾燥燃焼ガス中のCO濃度測定値 (体積%)  
O<sub>2t</sub> : 給気口雰囲気中 (乾燥状態) のO<sub>2</sub>濃度測定値 (体積%)  
O<sub>2a</sub> : 乾燥燃焼ガス中のO<sub>2</sub>濃度測定値 (体積%)

また、感度係数は以下で与えられる。

$$\frac{CO}{CO_a} = \frac{21}{(21 - O_{2a})} = \frac{CO}{CO_a}$$

$$\frac{CO}{O_{2a}} = CO_a \times \frac{21}{(21 - O_{2a})^2} = \frac{CO}{21 - O_{2a}}$$

#### 4.7 不確かさの推定のための実験概要

特性要因図から得られた要因において、作業の標準化をしても影響を無視できない要因について、繰り返し実験を行い、統計的手法により解析する (Aタイプの不確かさ) とともに、測定器の成績書や過去の実験データから得られる (Bタイプの不確かさ) ものを合成して、不確かさを算出する。

特性要因図から得られた要因

- ・測定者の経験の違い
- ・なべの置き位置の違い

実際の試験の場合考慮しないが、本調査のために考慮した要因

- ・サンプル (検体) の違い
- ・バーナーインプット (火力) の違い
- ・試験日 (環境条件) の違い

#### 4.8 直交配列実験の解析

Aタイプの不確かさ

L<sub>18</sub>直交配列実験による解析

要因表より，以下の要因・水準で実験を行った。

要 因	水 準					
	1	2	3	4	5	6
サンプル	A	B	C	D	E	F
なべの置き位置	ごとの中央	中央から2.5mmずらす	中央から5.0mmずらす			
バーナーノット	大バーナー	中バーナー				
試験日	1日目	2日目	3日目			
測定者	A	B	C			

L<sub>18</sub>解析表(要因の割付と実験結果)

	サンプル (1,2)	置き位置 (3)	インプット (4)	試験日 (5)	人 (6)	実験結果
1	1	1	1	1	1	0.084
2	1	2	2	2	2	0.077
3	1	3	2	3	3	0.083
4	2	1	1	2	2	0.074
5	2	2	2	3	3	0.074
6	2	3	2	1	1	0.076
7	3	1	2	1	3	0.086
8	3	2	2	2	1	0.078
9	3	3	1	3	2	0.083
10	4	1	2	3	2	0.073
11	4	2	1	1	3	0.082
12	4	3	2	2	1	0.068
13	5	1	2	3	1	0.065
14	5	2	2	1	2	0.082
15	5	3	1	2	3	0.087
16	6	1	2	2	3	0.084
17	6	2	1	3	1	0.089
18	6	3	2	1	2	0.083

分散分析表

要因		平方和	自由度	平均平方	F <sub>0</sub>	期待値
置き位置	A	0.000025	2	0.000013	0.58	$e^2 + 6 A^2$
インプット	B	0.000132	1	0.000132	6.04	$e^2 + 6 B^2$
検体	C	0.000293	5	0.000059	2.67	$e^2 + 3 C^2$
試験日	D	0.000073	2	0.000036	1.65	$e^2 + 6 D^2$
人	E	0.000112	2	0.000056	2.56	$e^2 + 6 E^2$
残差	e	0.000109	5	0.000022		$e^2$
計		0.000744	17			

解析の結果，どの要因も有意にはならなかったので，一番F<sub>0</sub>が大きかった「インプット」の要因以外を残差にプーリングする。

要因		平方和	自由度	平均平方	F <sub>0</sub>	期待値
インプット	B	0.000132	1	0.000132	3.46	$e^2 + 9 B^2$
残差	e	0.000612	16	0.000038		$e^2$
計		0.000744	17			

解析の結果，どの要因も有意にはならなかったので，標準不確かさ（Aタイプの不確かさ）は  
 $(0.000038) = 0.0062$  となる。

#### 4.9 Bタイプの不確かさ

計測器の不確かさ

燃焼排ガス測定装置の検査成績書より引用

	最大偏差	フルスケール ( F S )	不確かさ
CO濃度計	0.3% F S	0.05	$0.003 \times 0.05 / 3$ $= 0.0000866$
O <sub>2</sub> 濃度計	0.3% F S	25	$0.003 \times 25 / 3 = 0.0433$

感度係数は、評価式  $CO = CO_a \times \frac{21}{21 - O_{2a}}$  より

$$\frac{CO}{CO_a} = \frac{21}{(21 - O_{2a})} = \frac{CO}{CO_a} \quad \frac{CO}{O_{2a}} = CO_a \times \frac{21}{(21 - O_{2a})^2} = \frac{CO}{21 - O_{2a}}$$

例えば、 $CO_a = 0.01682$ 、 $O_{2a} = 16.68$ 、 $CO = 0.083$  だった場合、  
Bタイプの不確かさは、

$$0.0000866^2 \times (0.083/0.01682)^2 + 0.0433^2 \times (0.083/(21-16.68))^2$$

$$= 8.74 \times 10^{-7}$$

よって、Bタイプの不確かさは

$$(8.74 \times 10^{-7}) = 0.000094$$

#### 4.10 拡張不確かさ

合成標準不確かさ

$$\begin{aligned}\text{合成標準不確かさ} &= \sqrt{(0.0062^2 + 0.0094^2)} \\ &= 0.0063\end{aligned}$$

拡張不確かさ

包含係数  $k = 2$  (正規分布の信頼水準95%相当) とすると

拡張不確かさ =  $0.0126$  となる。

従って、無風燃焼状態試験の理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度試験における測定値  $0.083\%$  に対する不確かさは  $\pm 0.0126\%$  ( $k = 2$ ) である。

## 5. まとめ

今回算出した不確かさの値は測定値に対し10%以上の値となった。これは不確かさとしては大きな値にもとれるが、こんろにおける本試験の判定基準は0.14%以下であることなので、十分小さいものといえる。

また、不確かさが大きくなった原因としては、バーナーインプットの違うバーナーをあわせて解析したからと考えられる。

今回はどのバーナーも比較的同じようなCO濃度になったため、同時解析ができたが、製品によっては大きく値が変わる場合があり得るので、その場合は、製品毎、バーナー毎の解析も必要であると考ええる。

技能試験用の試料については、検体の持ち回りを提言する。検体によって、CO濃度が異なる場合も考えられるので、検体は複数台用意し、各一台ずつ解析するのが望ましいと思われる。

不確かさバジェットシート

不確かさの要因	評価方法		感度係数	標準不確かさ
	根拠	タイプ		
なべの置き位置	置き位置の違いによる影響を実験的に評価	A	1	0.00000
バーナー 入力	バーナーのインプットの大小による影響を実験的に評価	A	1	0.00000
検体	検体の違いによる影響を実験的に評価	A	1	0.00000
試験日	測定をした日の試験環境等による影響を実験的に評価	A	1	0.00000
測定者	測定者の経験による影響を実験的に評価	A	1	0.00000
繰り返し	試験自体のばらつきの影響を実験的に評価	A	1	0.00062
計測器の精度	分析計の精度を検査成績書から評価	B	CO CO/COa = 49.35	0.0000866 × (CO/COa) = 0.00427
			O <sub>2</sub> CO/(21-O <sub>2a</sub> ) = 0.019 ( )	0.00082 × (CO/(21-O <sub>2a</sub> )) = 0.000016
合成標準不確かさ				0.00063
拡張不確かさ (k = 2)				0.0126

(注) CO = 0.083, O<sub>2a</sub> = 16.68 で計算

## 調査結果

本調査では、工業標準化法に基づく試験事業者認定制度（JNL A制度）における「給水・燃焼機器分野」に区分される「JIS S 2103『家庭用ガス調理機器』3．性能 表4の燃焼状態（無風状態）の理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度」（以下、「CO%」とする。）について、「JIS S 2093『家庭用ガス燃焼機器の試験方法』8．無風燃焼状態試験（8）理論乾燥燃焼ガス中の濃度」の試験方法に基づいて、同試験に係る不確かさの要因を検討し、検証実験から得られたデータをもとに測定の不確かさを推定した。

特性要因図から得られた要因において、作業の標準化をしても影響を無視できない要因について、繰り返し実験を行い、統計的手法により解析する（Aタイプの不確かさ）とともに、測定器の成績書や過去の実験データから得られる（Bタイプの不確かさ）ものを合成して、不確かさを算出する。

特性要因図から得られた要因

- ・測定者の経験の違い
- ・なべの置き位置の違い

実際の実験の場合考慮しないが、本調査のために考慮した要因

- ・サンプル（検体）の違い
- ・バーナーインプット（火力）の違い
- ・試験日（環境条件）の違い

L<sub>18</sub>直交配列実験を行い、解析した結果、

$$\begin{aligned}\text{合成標準不確かさ} &= \sqrt{(0.0062^2 + 0.00094^2)} \\ &= 0.0063\end{aligned}$$

包含係数  $k = 2$ （正規分布の信頼水準95%相当）とすると

拡張不確かさ =  $0.0126$  となる。

従って、無風燃焼状態試験の理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度試験における測定値  $0.083\%$  に対する不確かさは  $\pm 0.0126\%$ （ $k = 2$ ）である。

L18解析表

分散分析表

	置き位置 (A)	インプ ト(B)	検体(C)	試験日 (D)	人(E)	データ	要因	平方和	自由度	平均平方	F0	期待値			
1	1	1	1	1	1	0.084	置き位置 A	2.53E-05	2	1.267E-05	0.58	$e^2 + 6 A^2$	A	#NUM!	0
2	2	2	1	2	2	0.077	インプ ット B	0.000132	1	0.0001322	6.04	$e^2 + 9 B^2$	B	0.003502	0
3	3	2	1	3	3	0.083	検体 C	0.000293	5	5.853E-05	2.67	$e^2 + 3 C^2$	C	0.003495	0
4	1	1	2	2	2	0.074	試験日 D	7.23E-05	2	3.617E-05	1.65	$e^2 + 6 D^2$	D	0.001543	0
5	2	2	2	3	3	0.074	人 E	0.000112	2	5.6E-05	2.56	$e^2 + 6 E^2$	E	0.002385	0
6	3	2	2	1	1	0.076	残差 e	0.000109	5	2.188E-05		$e^2$	e	0.004678	0.004678
7	1	2	3	1	3	0.086	計	0.000744	17			不確かさ		0.004678	
8	2	2	3	2	1	0.078						拡張不確かさ		0.009356	
9	3	1	3	3	2	0.083		F(2,5;0.05)	5.79						
10	1	2	4	3	2	0.073		F(1,5;0.05)	6.61						
11	2	1	4	1	3	0.082		F(5,5;0.05)	5.05						
12	3	2	4	2	1	0.068		F(2,5;0.01)	13.3						
13	1	2	5	3	1	0.065		F(1,5;0.01)	16.3						
14	2	2	5	1	2	0.082		F(5,5;0.01)	11						
15	3	1	5	2	3	0.087									
16	1	2	6	2	3	0.084		min	0.065						
17	2	1	6	3	1	0.089		max	0.089						
18	3	2	6	1	2	0.083	プー リング 後(A, C, D, E)								
							要因	平方和	自由度	平均平方	F0	期待値			
							インプ ット B	0.000132	1	0.000132	3.46	$e^2 + 9 B^2$	B	0.003232	0
							残差 e	0.000612	16	0.000038		$e^2$	e	0.006183	0.006183
							計	0.000744	17			不確かさ		0.006183	
												拡張不確かさ		0.012367	
								F(1,16;0.05)	4.49						
								F(1,16;0.01)	8.53						

T(A1) 0.466	T(B: 0.5	T(C 0.24	T(D: 0.49	T(E 0.46	ST 0.001
T(A2) 0.482	T(B: 0.93	T(C 0.22	T(D: 0.47	T(E: 0.47	
T(A3) 0.48		T(C 0.25	T(D: 0.47	T(E: 0.5	
T 1.428	T 1.43	T(C 0.22	T 1.43	T 1.43	
SA 3E-05	SB 0	T(C 0.23	SD 0	SE 0	
		T(C 0.26			
		T 1.43			
		SC 0			