技術報告 6

ガス濃度測定器の性能評価試験

発　表　者：東　　純治（化学標準部門）

1. はじめに

日常生活で使用する装置、材料、製品等の性能は、生活の質に直結する。例えば、室内環境を正しくモニタリングできる装置があれば、その装置の指示値を頼りに環境を改善できる。反対に不正確な装置による誤った測定結果では、正しい対処行動をとることが難しい。そのため、どのような製品も性能が評価された上で使用することが望ましい。

近年、ガス濃度測定器の需要が高まっており、様々な市販品が流通している。そこで本報告では、化学標準部がこれまでの業務で培った技術力を活用して提供する、ガス濃度測定器の性能評価試験について報告する。

2. 性能評価試験に活用できる化学標準部の技術

日本における計量標準の供給制度の一つに、計量法トレーサビリティ制度(Japan Calibration Service System：JCSS)がある。JCSS の計量標準供給制度においては、ユーザーは国家標準である特定標準物質にトレーサブルな標準物質を使用できる。本機構は経済産業大臣から濃度（標準ガス・標準液）分野で唯一の指定校正機関として指定され、特定標準物質（国家標準）となる標準ガス・標準液の製造・維持管理等を実施している。

国家標準となる標準ガス製造においては、質量比混合法と呼ばれる成分ガスと希釈ガスをはかり込み、混合して調製する方法を採用している。一般の標準ガス製造では圧力比混合法等、他の方法が用いられる場合もあるが、質量比混合法は国際規格 ISO 6142-1:2015 （ガス分析−校正用混合ガスの調製）に則った信頼性の高い方法であり、より精確さを求める標準物質の製造には最も適した方法である。また標準ガスの取扱いには、吸着防止や外気混入防止をはじめ様々なノウハウがある。このような国家標準レベルの標準ガス製造技術、取扱いのノウハウ、知識・知見等がガス濃度測定器の性能評価試験に活用可能である。

3. ガス濃度測定器性能評価試験の必要性

3.1 ガス濃度測定器の需要の高まり

近年、特に需要が高まっている例として、室内用二酸化炭素(CO_2)濃度測定器がある。これは CO_2 濃度が適切な換気の目安として使用でき、感染症対策の一つとなるためである。厚生労働省からも「必要換気量を満たしているかを確認する方法として、二酸化炭素濃度測定器を使用し、室内の二酸化炭素濃度が 1000 ppm を超えていないかを確認す

ることも有効」と発表されている[1]。また、労働安全衛生の観点からは、事務所作業環境測定の需要も見込まれる。これは事務所衛生基準規則の改正省令[2]が 2021 年 12 月 1 日に施行され、CO_2 濃度の測定方法として、従来は検知管方式又は検知管方式と同等以上とされていたところ、非分散型赤外線吸収法（NDIR）等の濃度測定器が使用可能であることが明記されたためである。

また、今後需要の高まりが予想される例として、呼気用のアルコール検知器がある。これは 2021 年 6 月の千葉県八街市で発生した飲酒運転事故を教訓として、道路交通法施行規則が改正[3]されたためである。この改正により、2022 年 10 月 1 日以降は安全運転管理者選任事業所（「白ナンバー」の営業車 5 台以上又は定員 11 人以上の車両 1 台以上保有）においては、運転者に対して運転開始時及び終了時にアルコール検知器を用いたチェックが義務化される。また、アルコール検知器を常時有効に保持することも必要になる。このように、各種ガス濃度測定器はこれから高い需要が続いていくと見込まれる。

3.2 性能評価の必要性

ガス濃度測定器の需要の高まりに伴い、利用については指示値の精確さに注意する必要もある。例えば室内用 CO_2 濃度測定器の場合、指示値が実際の CO_2 濃度からずれた市販品も存在することが知られており、図 1 に調査結果の一例を示す。図 1 では市販の CO_2 濃度測定器 3 台を同一の環境下に、それぞれの付属の取扱説明書に従い設置した。指示値は 3 台とも異なる値を示しており、結果として指示値がずれた製品が存在していることが確かめられた。もしずれに気付かず使用すれば、CO_2 濃度が精確に把握できず、適切な換気に支障をきたす。

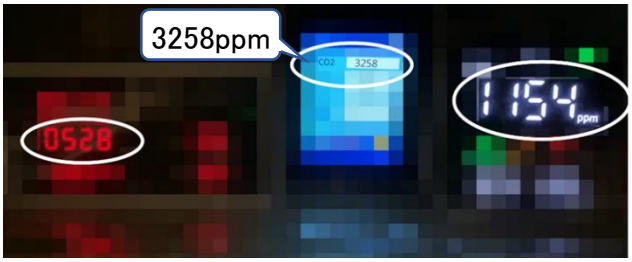


図 1 市販品調査の例（室内用 CO_2 濃度測定器）

CO_2 測定器の動作確認方法としては、経済産業省等が策定したガイドライン[4]において、屋外の CO_2 濃度を測定したとき、測定値が外気の CO_2 濃度（415 ppm～450 ppm）に近いことを確認する方法や、呼気を吹きかけて指示値の上昇を確認する方法などが紹介されている。ただし、ガイドラインは「必要最低限要求される仕様等の規準として定められたもの」であり、また、測定値のずれを修正する機能が測定器に付帯していることを推奨する旨の記述もある。よって CO_2 測定器の使用の際には、ガイドラインの必要最低限の確認に加え、換気の目安となる濃度（1000 ppm）付近における指示値のずれの確認、すなわち性能評価がなされた製品を選択することが望ましい。CO_2 以外の他のガス種の測定器についても同様である。

4. 性能評価試験

4. 1 性能評価試験の概要

性能評価試験の概要を図 2 に示す。

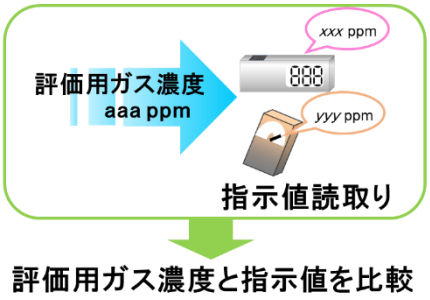


図 2 性能評価試験の概要

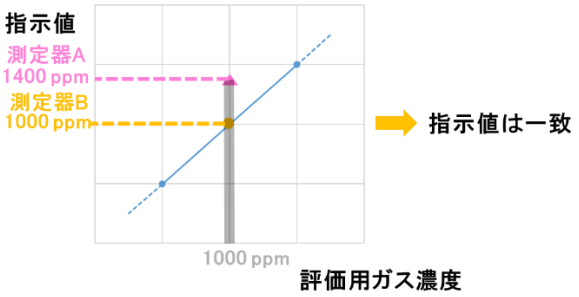


図 3 性能評価試験の一例

一定濃度の対象成分を含む評価用ガスを測定器に供給し、供給時の測定器の指示値を読み取る。評価用ガスの濃度と測定器が表示した指示値を比較することで測定器の性能を評価する。図 3 の例では評価用ガスの濃度 1000 ppm に対し、測定器 A は指示値が 1400 ppm となり、測定器 B では評価用ガスと一致する 1000 ppm となったと評価できる。

4. 2 評価用ガス中の対象成分濃度

信頼性の高い性能評価のためには、評価用ガス中の対象成分濃度の精確な把握が重要である。図 3 の例においても 1000 ppm という対象成分濃度が不確かなら、測定器 B の指示値とガス濃度が一致しているように見えた試験結果も不確かで信頼できないものになってしまう。そこで、評価用ガスの濃度を本機構の測定装置に導入して測定する。さらにこの測定装置は、先述の特定標準ガス製造の技術を活用して製造した高精度な標準ガスで校正される。これにより評価用ガス中の対象成分濃度の精確な把握が可能になり、本性能評価試験の信頼性を確保している（図 4）。

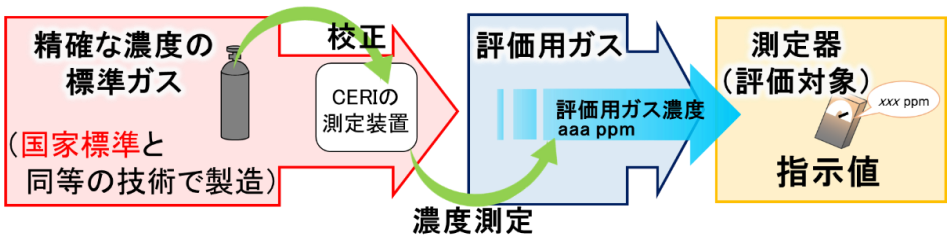


図 4 評価用ガスの濃度の精確な把握

4. 3 共存成分の影響の考慮

ガス測定器の種類によっては、測定対象となる成分以外の共存成分が指示値に影響を与える場合がある。そこで、評価用ガスを使用環境に即した組成に調製する。まず、室

素と酸素の比率は大気の組成に合わせた 8 対 2 となるように調製する。また、一般的に水分は指示値に影響しやすい。そこで、測定器の使用目的に合わせて水分を添加する。室内用の測定器では相対湿度 50%程度、呼気用の測定器においては人が吐く息と同等程度になるよう添加する。

さらに、干渉成分（それ自体が検出器に反応して指示値に影響する可能性のある成分）の確認を行うこともある。この際には評価用ガスに代えて、干渉成分を含んだガスを供給し、その際の指示値を読み取る。確認する干渉成分の種類は検出器の使用環境、検出原理等をふまえて選択する。例えばアセトンは代謝物として呼気中に含まれる可能性があり、かつ粗悪な半導体式検知器で反応する場合があることが知られており、呼気用のアルコール検知器においてはアセトン等の影響を考慮する必要がある。

5. まとめ

ガス濃度測定器の市販品の中には、指示値が実際の濃度と一致しない製品が存在する。このためずれの確認、すなわち性能評価試験が実施された測定器を使用することが望ましい。本機構では指定校正機関として培った技術を活かして評価用ガス中の成分濃度を精確に把握し、また共存成分の影響を考慮することで信頼性の高い性能評価試験を提供可能である。

6. おわりに

もし、ずれに気付かず濃度測定器を使用すれば、換気不足をはじめとした様々なリスクが発生する。本機構の性能評価試験によりこれらのリスクを回避でき、生活の質の向上を図ることができる。

参考文献

1）冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法（厚生労働省）
2）事務所衛生基準規則及び労働安全衛生規則の一部を改正する省令の施行等について（厚生労働省）
3）内閣府令第六十八号　道路交通法施行規則の一部を改正する内閣府令
4）二酸化炭素濃度測定器の選定等に関するガイドライン（経済産業省、産業用ガス検知警報器工業会）