

気体の質量を精確にはかる

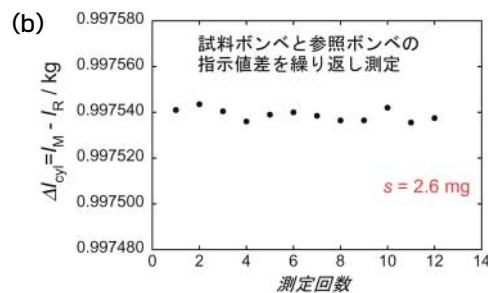
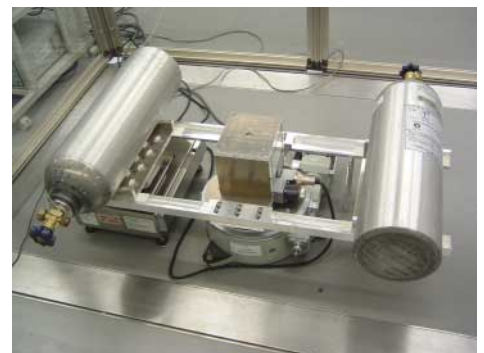
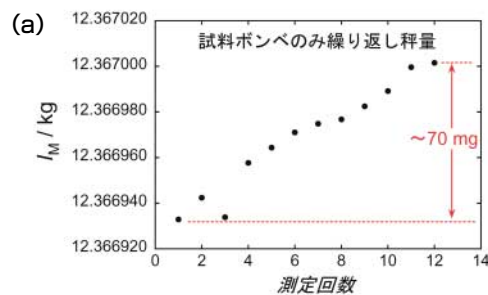
高精度標準混合ガス調製装置の開発

大気中の地球温暖化ガス・環境汚染ガスの精確な計測には、予め、何らかの方法で絶対的な濃度が求められている標準混合ガスでガス分析計を校正しておく必要がある。混合ガス中の成分が不活性な場合、高精度な標準ガス調製法としては質量比混合法がある。この方法では、高圧ガスボンベ（一般的に、重量約10kg、高さ約70cm、直径約17cm）に充填する種々の高純度ガスの質量を測定し、それらの質量を混合ガス濃度に換算する。濃度の有効桁数が4～5桁である混合ガスを調製するためには、充填するガスの質量が10g～1kgであるのに対して、数mgの精度で測定する必要がある。しかしながら、ボンベに作用する浮力はアルキメデスの原理により、ボンベと置換されている空気の密度に依存しており、その密度は気圧・温湿度により絶えず変動していることから、浮力変動に起因する天秤指示値の変動（図a）をできるだけ抑える何らかの対策が必要である。その対策の一つとしては、ガスを充填する試料ボンベと類似のボンベ（参照ボンベ）を用いる置換秤量法がある。この方法ではガス充填操作の前後にこれら二本のボンベの天秤指示値差を測定し、さらに、これらの指示値差の“差”を求める。浮力の時間的変化があっても、二本のボンベに作用する浮力の大きさはほぼ同じなので浮力の影

響を打ち消すことができる。風防内で二本の重量・容量の大きいボンベを交互に秤量皿に乗せ、かつ、適切なポジショニングが可能なメカニズムを有する特殊な装置を用いることで、測定を自動化し、精度を高めることが可能になる。

当研究部門有機標準研究室では、従来の装置よりも、交換機構の構造および取扱いが簡便で、かつ、低コストの装置を独自に開発した（写真）。本装置では、図（b）の様に数mgの標準偏差でボンベ間の天秤指示値差の測定が可能である。振動を受けにくく、ある程度除震構造を有する実験室であれば、今までは特定のメーカーでのみ調製が可能であった高精度の標準混合ガスを調製することが可能である。

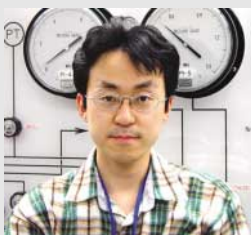
現在、国際度量衡委員会の諮問機関である物質質量諮問委員会（CCQM）の国際比較に参加して、本装置で調製した標準ガスの評価を行っている。例えば、CCQM-P41では当研究室で調製された地球温暖化関連の標準混合ガス（メタン1～2ppm、二酸化炭素約360ppm、アルゴン約0.9%、酸素約21%、窒素バランス）および海外標準研究所の標準混合ガスの相互比較が実施されている。今後、この装置を用いて、種々の標準混合ガスを開発していく予定である。



図a（左上）試料ボンベの精密電子天秤指示値の経時変化（経過時間は約5時間）

図b（左下）試料ボンベ・参照ボンベ間の指示値差の経時変化

写真 標準混合ガス調製用充填ガス質量測定装置



まつもとのぶひろ
松本信洋

nobu-matsumoto@aist.go.jp
計測標準研究部門

関連情報

- 1) 松本信洋, 渡邊卓朗, 堀本能之, 加藤健次: 第63回分析化学討論会講演予稿集, p 145.