

Application News

No. A471

光吸収分析
Spectrophotometric Analysis

一酸化炭素 (CO) ガスの高分解分析

High Resolution Analysis of Carbon Monoxide (CO) Gas

はじめに

Introduction

FTIR を用いたガス分析は、ガスメーカーでの製造管理や半導体製造および化学品製造ラインにおけるガスモニターなど、様々な分野で使用されています。

FTIR を用いてガス分析を行う場合、対象とするガス成分のピーク形状や濃度に応じて、分解やガスセルの光路長の選択が要求されます。ここでは IRTracer-100 を用いて高分解で取得した低分子ガスである一酸化炭素 (CO) ガスの測定例をご紹介します。

A. Hashimoto

高分解の優位性

Advantage of High Resolution

分解の違いを比較するために、分解 0.25 cm^{-1} 、 0.5 cm^{-1} 、 1 cm^{-1} で水蒸気の赤外スペクトルを測定しました。分析条件を Table 1 に示します。Fig. 1 は 1620 cm^{-1} 付近の赤外スペクトルを拡大したものです。

Fig. 1 より、分解 0.5 cm^{-1} 、 1 cm^{-1} では分離できなかったピークが分解 0.25 cm^{-1} による測定で分離できていることがわかります。

高分解で測定することによって、スペクトルのピーク強度は見かけ上大きくなり、また 2 本のピークが近接している場合はそれらを見分ける能力が向上します。このことは形状の類似したピークが重なり合う混合ガスのスペクトルにおいて、各成分のピークを識別するのに非常に有効です。

また、低分子ガスほど、回転・振動スペクトルが顕著に現れるため、低分子ガスの測定では高分解の測定が有効となります。

Table 1 装置および分析条件
Instrument and Analytical Conditions

Instrument	: IRTracer-100
Resolution	: $0.25, 0.5, 1.0\text{ cm}^{-1}$
Accumulation	: 30
Apodization	: Happ-Genzel
Detector	: DLATGS
Accessories	: Gas Cell (10 cm) / NaCl Window

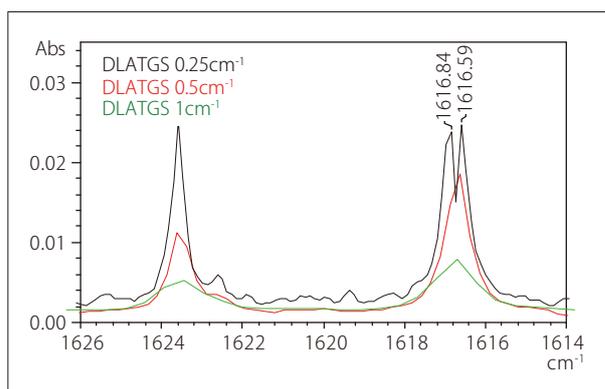


Fig. 1 分解の異なる水蒸気スペクトルの重ね書き
Spectra of Water Vapor Measured with Different Resolution

一酸化炭素 (CO) ガスの定量

Quantitation of Carbon Monoxide (CO) Gas

低分子ガスの一例として濃度が異なる CO 標準ガス (95ppm, 191 ppm, 1207 ppm, 2415 ppm) のスペクトルを測定し、検量線を作成しました。分解は 0.25 cm^{-1} で、それ以外の分析条件は Table 1 のとおりです。検量線作成には 2170 cm^{-1} 付近のピーク高さを採用し、多点検量線法にて一次式で算出しました。

Fig. 2 に各濃度の CO ガスのスペクトルの重ね書きを、Fig. 3 に検量線を示します。得られた検量線は相関係数 $r = 0.999$ で、良い直線性を示しています。

10 cm のガスセルを用いた一酸化炭素ガスの定量においては、分解 0.25 cm^{-1} 、DLATGS 検出器の使用で、数十～数千 ppm の範囲で定量が可能です。分解を 0.5 cm^{-1} にした場合は見かけ上のピーク強度が小さくなるためノイズレベルが同じであれば定量下限値が高くなります。実際には最適な定量下限値が得られるようスペクトルの状態を見ながら分解、積算回数を決める必要があります。

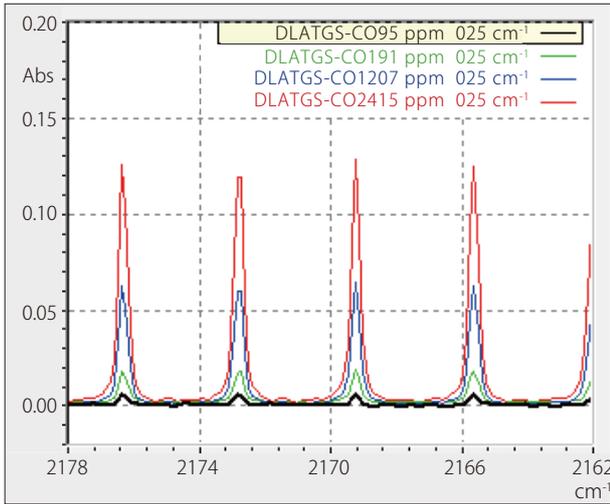


Fig. 2 濃度の異なる CO ガスのスペクトルの重ね書き
Spectra of CO for Four Concentrations (95, 191, 1207, 2415 ppm)

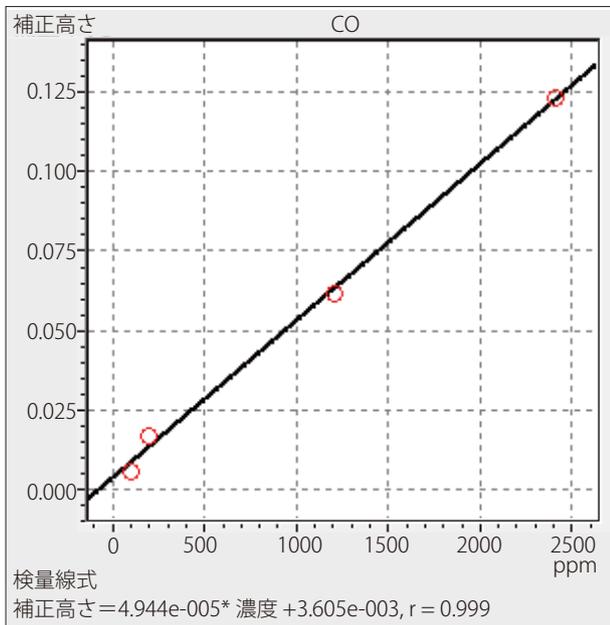


Fig. 3 濃度の異なる CO ガスの検量線
Calculation Curve of CO for Four Concentrations

■ MCT 検出器の優位性

Advantage of Optional MCT-Detector

IRTracer-100 の標準検出器は DLATGS 検出器で、広い波数範囲を安定的に検出します。さらに感度よく検出したい場合は、オプションの液体窒素冷却型 MCT 検出器を利用することが出来ます。

高分解での測定では、干渉計へ入射する光束の平行度を高めるために、光源と干渉計の間に設置されたアパーチャの口径を小さくする必要があります。そのため検出器に到達する光量が減少します。また、低濃度ガスの分析には、光路長が長いセルが必要な場合がありますが、光路長が長くなるとセ

ル内で光量が減少します。そのため高分解での測定や長光路ガスセルの使用時には、高感度に検出できる MCT 検出器の方がノイズの少ないスペクトルを得ることができます。

Fig. 4 に、MCT 検出器および DLATGS 検出器を用いて測定した CO ガスのスペクトルの重ね書きを示します。2415 ppm の CO ガスを、分解 0.25 cm⁻¹、光路長 10 cm のガスセルを用いて測定しました。赤線が DLATGS 検出器、黒線が MCT 検出器で測定した結果です。

MCT 検出器は高感度であるため、本測定では光量を制限して測定しましたが、同条件での DLATGS 検出器と比較すると、MCT 検出器の方がノイズの少ないスペクトルが得られることがわかります。

また、MCT 検出器は最適な応答周波数が高くなるため DLATGS 検出器に比べてミラー速度を速くして、測定時間を短縮できるという利点もあります。

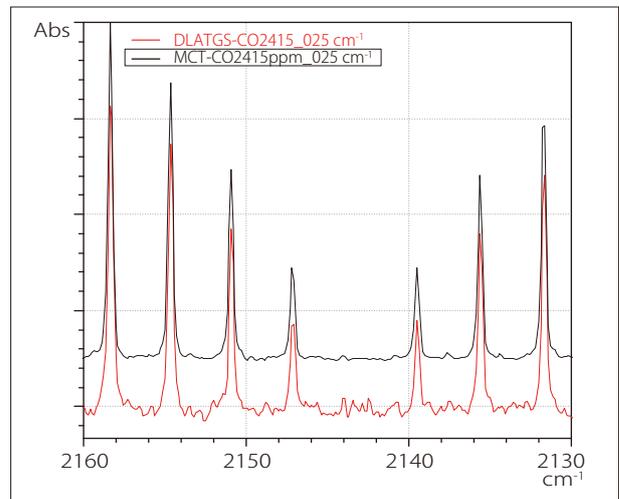


Fig. 4 DLATGS および MCT 検出器を使用して測定した CO ガスのスペクトル
Spectra of CO Measured with DLATGS and MCT Detector

■ まとめ

Conclusions

今回は CO ガス分析を行うにあたり、IRTracer-100 を用いた 0.25cm⁻¹ の高分解による良好な定量性と、オプションである MCT 検出器の優位性についてご紹介しました。

IRTracer-100 および LabSolutions IR ソフトウェアを用いることで、安定した測定と簡便な定量操作を実現します。

なお、FTIR を用いてガス分析を行う場合は、検出限界、腐食性、共存物質など様々な条件を考慮する必要があります。セルの選択などについては弊社営業担当にお問合せください。