

## 大気汚染と地球温暖化に関わる各種ガスの 高分解分析

丹下 祥之

### ユーザーベネフィット

- ◆ IRXrossは、最大0.25 cm<sup>-1</sup>の高分解測定によって、低分子ガスの振動回転スペクトルを正確に測定できます。
- ◆ 短光路のガスセルを用いることで、標準のDLATGS検出器でガスの赤外スペクトルを取得可能です。

### ■はじめに

この度当社より発売したIRXrossは、クラス最高の感度と分解能を有し、最大20スペクトル/秒の高速スキャンにも対応可能なFTIRです。また、分析をナビゲートする島津オリジナルソフトウェアIR Pilot™を標準装備し、優れた操作性も兼ね備えております。

ここでは、上記特長のうち、分解能に焦点を当てたガス分析のアプリケーションをご紹介します。

### ■地球環境に有害なガスとFTIRによる分析

FTIRを使用して、地球環境に有害とされる各種ガスを分析しました。使用したガスはNO、N<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>の4種です。NOやSO<sub>2</sub>は、大気中に放出されると化学反応によって酸性微粒子となり、酸性雨の原因となることが知られています。また、N<sub>2</sub>OやCH<sub>4</sub>はCO<sub>2</sub>に代表される温室効果ガスの一種であり、地球温暖化をくい止めるため、排出を抑制する取り組みがすでに始まっています（排出ゼロを目標に掲げるとは、カーボンニュートラルを目指すことと言えます）。

ガスの赤外スペクトルは振動と回転の影響を受け、振動回転スペクトルと呼ばれる幅の狭い赤外吸収を示します。この振動回転スペクトルを正確に取得するためには、FTIRの分解能を高くすることが必要となります。今回は最高分解0.25 cm<sup>-1</sup>で測定可能なIRXross（図1参照）を使用しました。



図1 IRXrossの外観

### ■測定

ガスの測定では、濃度に応じて適切な光路長のガスセルを選択する必要があります。今回は、短光路ガスセル（10 cm、5 cm）を使用しました。光が入り口から出口まで一直線に透過するため単光路（single path）のガスセルとも言われます。単光路のガスセルでは赤外光の大幅な減衰がないので、FTIRの標準検出器であるDLATGSで測定可能です。IRXrossの試料室に5 cmガスセルを搭載した様子を図2に示します。

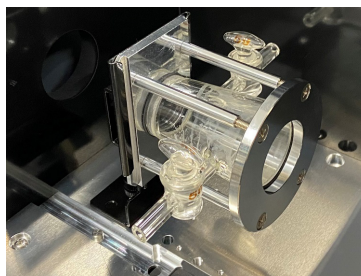


図2 5 cmガスセルの外観

測定条件を表1に示します。分解の違いが測定した赤外スペクトルに与える影響を確認するため、分解0.25 cm<sup>-1</sup>、0.5 cm<sup>-1</sup>、1.0 cm<sup>-1</sup>で測定したN<sub>2</sub>Oガスの赤外スペクトルを図3に示します。分解1.0 cm<sup>-1</sup>では、大きなふた山に見える2230 cm<sup>-1</sup>付近のピークが、高分解で測定することにより明確に分離され、それぞれの山で多くの幅の狭いスペクトルによって形成されていることが確認できました。

表1 測定条件

装置	: フーリエ変換赤外分光光度計 IRXross (KBr窓板) 10 cmガスセル (KBr窓板) [N <sub>2</sub> O] 5 cmガスセル (KBr窓板) [NO、SO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> ]
分解	: 0.25/ 0.5/ 1.0 cm <sup>-1</sup>
積算回数	: 30
アポダイズ関数	: SqrTriangle
検出器	: DLATGS

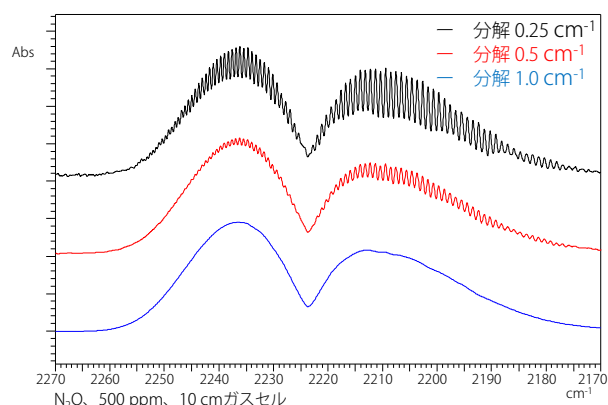


図3 異なる分解で測定したN<sub>2</sub>Oガスの赤外スペクトルの比較

## ■ 各種ガスの赤外スペクトル

各種ガス ( $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ ) の赤外スペクトルを分解  $0.25 \text{ cm}^{-1}$  で測定しました。それぞれのスペクトルにおいて、特徴的な赤外吸収が確認される領域を図4～7に示します。低分子ガス特有の楕形のスペクトルが確認されました。

## ■ まとめ

IRXrossを用いて、地球環境に有害とされる各種ガスの高分解測定を行いました。低分子ガス特有の、分子の振動・回転に由来する楕形のスペクトルを正確に測定することができました。なお、低濃度のガスを測定される場合には、長光路ガスセルとMCT検出器を用いてより高感度に測定することも可能です。目的のガス測定の濃度に応じて使い分けることをお勧めします。

今回は、長光路ガスセルを用いたガスの定量分析の事例を紹介します。

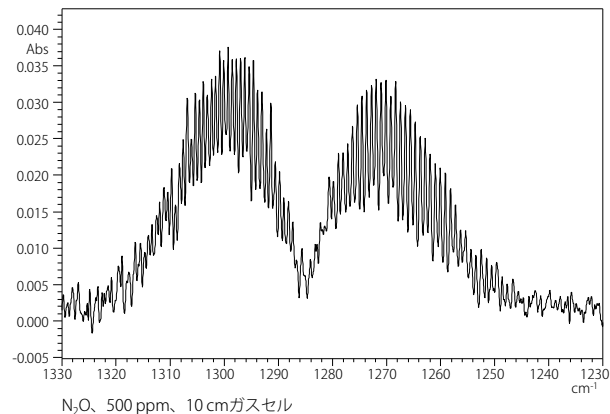
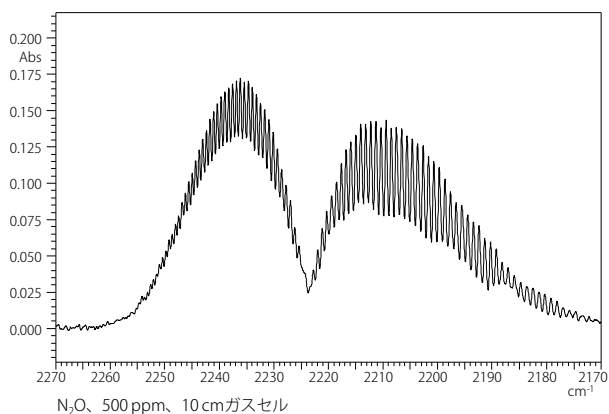


図4  $\text{N}_2\text{O}$ ガスの赤外スペクトル (左:  $2230 \text{ cm}^{-1}$ 付近、右:  $1290 \text{ cm}^{-1}$ 付近)

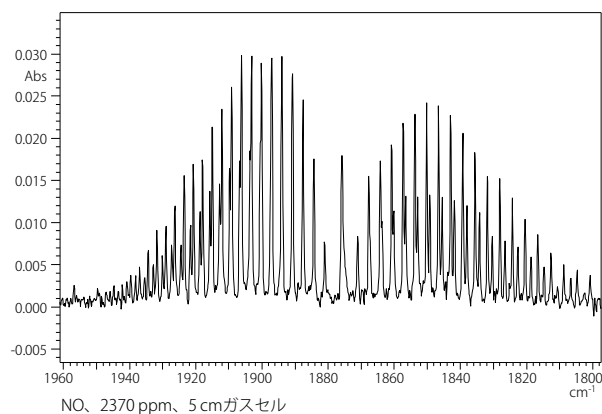


図5  $\text{NO}$ ガスの赤外スペクトル

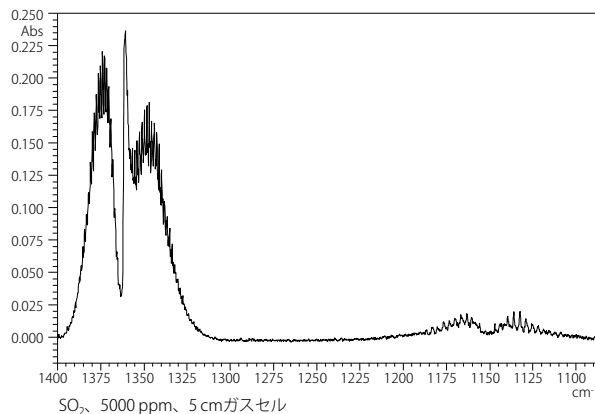


図6  $\text{SO}_2$ ガスの赤外スペクトル

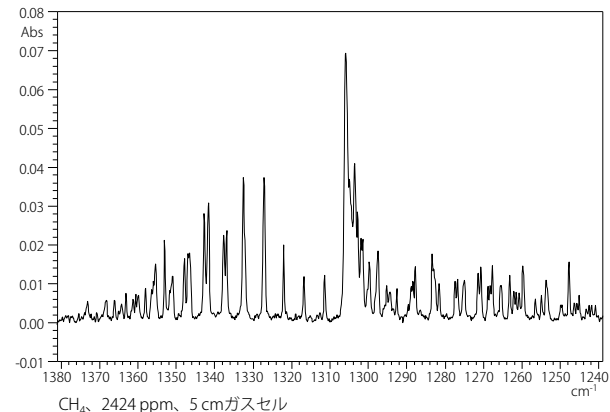
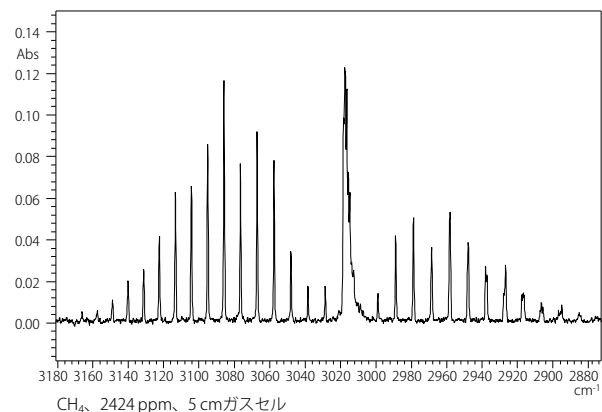


図7  $\text{CH}_4$ ガスの赤外スペクトル (左:  $3000 \text{ cm}^{-1}$ 付近、右:  $1300 \text{ cm}^{-1}$ 付近)

IRXrossは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

**株式会社 島津製作所** 分析計測事業部  
グローバルアプリケーション開発センター

01-00306-JP 初版発行：2022年3月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

最新版は、島津製作所>分析計測機器の以下のサイトより閲覧できます。  
<https://www.an.shimadzu.co.jp/apl/index.htm>

会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録いただけますと、毎月の最新情報をメールでご案内します。新規登録は、<https://solutions.shimadzu.co.jp/> よりお願いします。

© Shimadzu Corporation, 2022