

## 近赤外領域(1.6 $\mu\text{m}$ 帯)における二酸化炭素の 吸収線プロファイルの精密測定

(産総研) ○疋田 利秀, 山田 耕一

【序】 1.6  $\mu\text{m}$  付近の近赤外領域は、温暖化ガスとして重要な  $\text{CO}_2$  や  $\text{CH}_4$  の結合音が  $\text{H}_2\text{O}$  の吸収線とほとんど重ならず存在する領域である。この領域の半導体レーザーの低価格化・コンパクト化とあわせて温暖化ガス計測の有用領域として最近非常に注目されている。しかしながら、この領域においてこれまでに HITRAN データベースなどで報告されている吸収線パラメータの値は中赤外領域のそれと比べると、大きな誤差を含んでいる。そこで我々はよりよい精度( $\sim 1\%$ )でこれら温室効果ガスの吸収線パラメータを決定することを目的として、近赤外半導体レーザーを用いた高分解能分光器を製作した。

【実験】 Fig. 1 に製作した分光器の概略図を示す。光源には 1.55~1.63  $\mu\text{m}$  の近赤外領域で発振する New Focus 社の model 6330 半導体レーザーを用いた。発振波数はレーザー共振器に取り付けられた圧電素子の電圧を変化させて共振器長を変えることで掃引した。発振したレーザー光は 3 つのビームスプリッターを用いて 4 つに分割し、一つは発振波長確認のためにアンリツ製の波長計へと導いた。主光束はサンプルガスを封入した長さ 30 cm の吸収セルを透過した後検出器で検出した。ダイオードレーザーのモードカーブによるベースラインの歪みを補正するために、ビームスプリッターで分割した光束の 1 つを比較用信号として吸収セルを通過した光と同時に測定して除算し、透過率のスペクトルを得た。ビームスプリッターで分割したもう 1 つの光は波数補間のための  $\text{FSR}=0.009828 \text{ cm}^{-1}$  の Fabry-Perot 型エタロンを透過した後、検出器で検出される。圧電素子のヒステリシス特性を考慮して、掃引電圧を波数に多項式で変換した。この方法で波数(横軸)精度は  $0.0001 \text{ cm}^{-1}$  という高精度を達成している。

今回の実験では、まず吸収セルに  $\text{CO}_2$  のみを封入し、 $\nu_1+4\nu_2+\nu_3$  バンド( $\nu_0=6227 \text{ cm}^{-1}$ )のいくつかの振動回転線のスペクトルを測定した。測定は、サンプル圧 130 Pa~13.3 kPa の範囲の約 10 点で行った。続いて、 $\text{CO}_2$  ガスに干渉ガスとして  $\text{O}_2$  ガスを加えてスペクトルの測定を行った。測定は、 $\text{CO}_2$  のみの場合に測定した吸収線を対象とし、混合サンプルガスの全圧 2 kPa~40 kPa の範囲で行った。Fig. 2 に  $\text{O}_2$  ガスを加えた場合のスペクトルの例を示す。

【結果】  $\text{CO}_2$  のみの測定では P-枝 6 本、R-枝 5 本の合計 11 本の振動回転線について測定を行い、吸収スペクトルを得た。得られた吸収線のプロファイル関数に Voigt profile を仮定し、非線形最小二乗法により積分吸収強度、圧力幅、ドップラー幅を決定した。この最小二乗解析の標準偏差は $\sim 10^{-5}$  オーダーの小さな値であった。これら決定したパラメータの圧力変化から、積分吸収係数、自己広がり係数を各振動回転線について高精度に決定した。

また干渉ガスとして、 $\text{O}_2$  を混合した場合も同様に吸収線プロファイルを最小自乗解析し、混合状態での積分吸収強度、ローレンツ幅、ガウス幅を決定した。積分吸収強度から混合ガスにおける  $\text{CO}_2$  の分圧を算出し、その分圧と圧力幅および  $\text{CO}_2$  のみの実験から決定した自己

広がり係数を用いて、CO<sub>2</sub>の吸収線のO<sub>2</sub>ガス広がり係数を精密に決定した。

N<sub>2</sub>ガスを干渉ガスとして混合した場合についても実験・解析ともに同様に行い、精密な吸収線のN<sub>2</sub>広がりパラメータを決定する。当日はN<sub>2</sub>およびO<sub>2</sub>による線幅の広がり係数から算出したCO<sub>2</sub>の空気広がり係数も合わせて報告する。

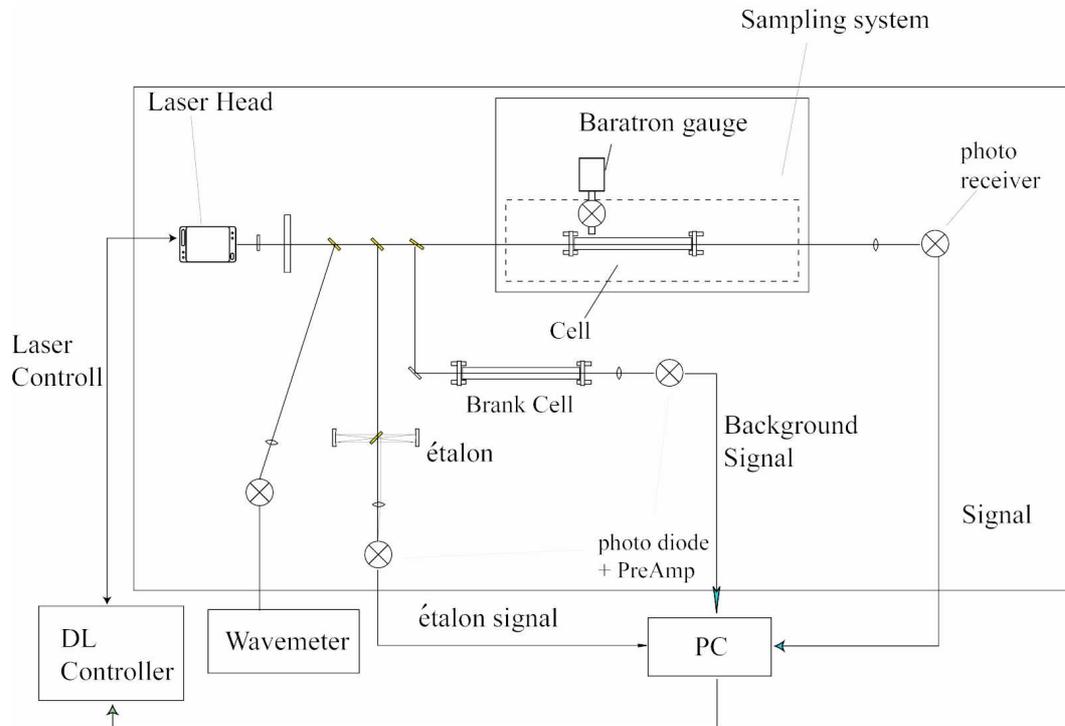


Fig.1. 装置概略図

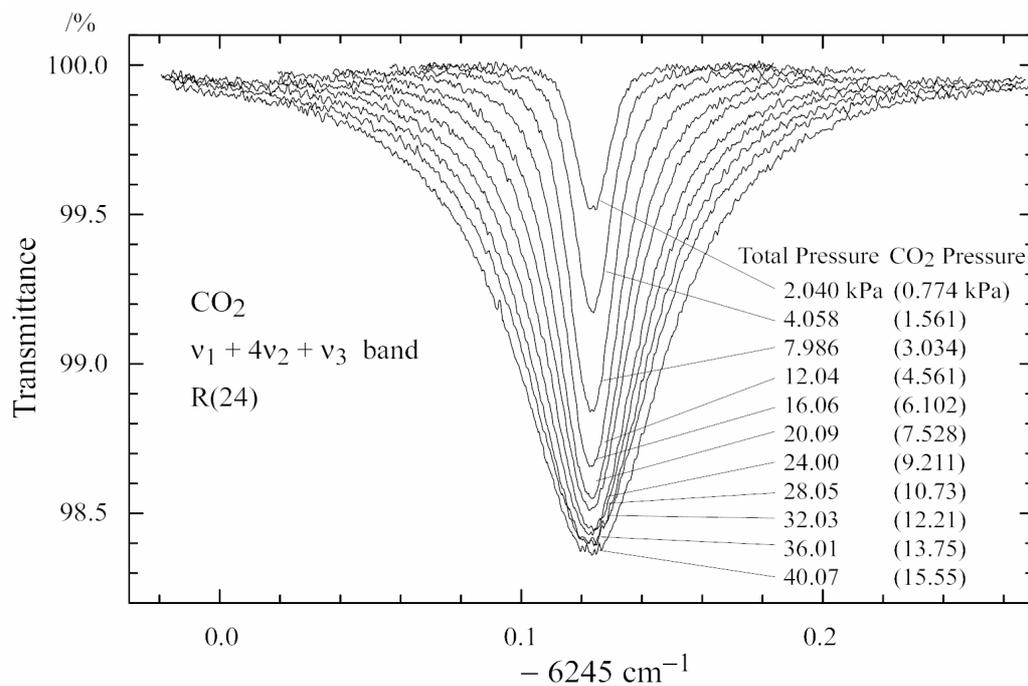


Fig.2. CO<sub>2</sub> v<sub>1</sub>+4v<sub>2</sub>+v<sub>3</sub> バンドの R(24)の O<sub>2</sub> 広がりスペクトル