2P004

H_2O_2分子のSMILES観測遷移における圧力幅測定

（東工大院総理工[1]，東工大院理工[2]）○佐藤知紘[1]，溝口麻雄[2]，金森英人[1,2]

【序】近年、温暖化やオゾン層破壊などの人為起源による地球環境変動が社会的問題となっている。これらの現状を把握するには大気中の温暖化物質やオゾン層破壊物質の３次元構造の時間変化をグローバルに高精度で観測することが要求される。国際宇宙ステーション日本実験棟曝露部搭載JEM/SMILES (Superconducting Submillimeter-wave Limb-emission Sounder)測器は、超高感度な冷却超伝導受信機により、宇宙から地球大気中における微量成分を従来の同様の測器と比較して20倍程度の感度で観測する[1]。

本研究ではJEM/SMILESで観測するH_2O_2分子サブミリ波625GHz帯遷移の圧力幅係数を測定した。H_2O_2はオゾン破壊 HO_Xサイクルにおいて重要な分子であり、この分子の大気中存在量高度分布を詳細に観測することは、オゾン層全体の動向を予測する上で必要不可欠である。圧力幅係数は観測したスペクトルから物質の存在量高度分布を導出する際に鍵となる係数であり、本計測の精度はSMILES観測精度を決定する大きな要因の一つである。H_2O_2に関しては3%以内の測定精度が要求されている。H_2O_2のサブミリ波領域における圧力幅測定は世界で初めてのものである。

【実験】図１に実験装置の全体図を示す。H_2O_2の圧力幅はサブミリ波光源BWOを用いた吸収スペクトルによって測定した。

2m長光路セル内にH_2O_2を30-40mTorr、バッファーガスとしてN_2、またはO_2を0-1.5Torr流入した。バラトロン圧力計を用いてセルの両端で圧力勾配が1-2%以内となるように排気速度を調節した。そのセルに２段階の周波数ループで安定化したサブミリ波を通して、H_2O_2の吸収を4K冷却のInSb検出器で検出した。検出感度を上げるために光源に周波数変調（51kHz）をかけた。測定は室温で行われた。繰り返し測定することで精度の信頼性を確認した。

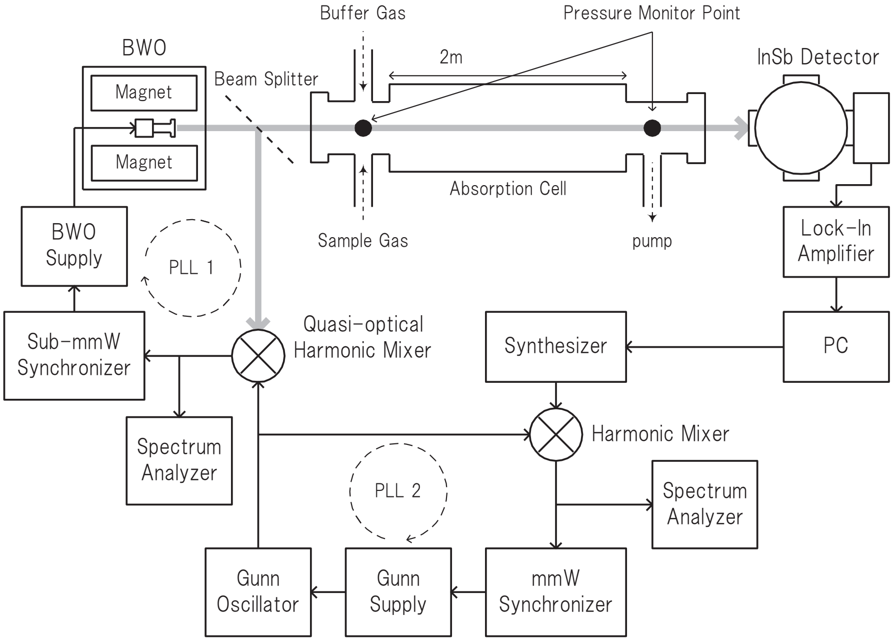

図１：実験装置の全体図

【結果と考察】 観測した H_2O_2 ($J_{Ka,Kc} = 20_{1,19} - 19_{2,17}$) のスペクトルを図２に示す。スペクトルから圧力幅を求めるためにPickettによって提案されたローレンツ関数のコンボリューションによる方法を用いた[2]。この方法の利点は1)吸収スペクトル強度の絶対補正を行わずにすむこと、2)装置や H_2O_2 自身の自己広がりの影響が全て参照スペクトルに集約してバッファーガスによる圧力幅だけを求められることである。解析は羽原氏の作成したプログラムを使って行った[3]。

N_2 と O_2 の各圧力に対して得た圧力幅をプロットしたものを図３に示す。圧力幅係数(W/p)は最小二乗法によって、W/p (N_2) = 4.03±0.06 [MHz/Torr] (1.4%)、W/p (O_2) = 2.49±0.04 [MHz/Torr] (1.7%) と決定した。約 2%の誤差の原因としては、バラトロン圧力計の表示精度が 2%程度変動することにより生じるもので、より精度を上げるにはバラトロンの絶対圧補正をする必要がある。

本研究の結果は、SMILES 観測によって得られる存在量高度分布の決定に対して要求される圧力幅の誤差範囲を十分に満たすものである。

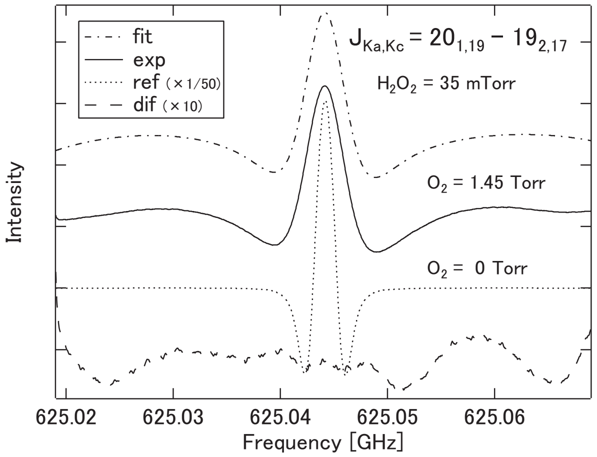

図２：H_2O_2 スペクトルの圧力幅解析

ref は H_2O_2 のみの参照スペクトル（強度×1/50）。exp は O_2 を 1.45Torr 付加した時の実験データ。fit はローレンツ関数 L(W=3.70MHz)をコンボリューションした解析結果。dif は exp と fit の残差（強度×10）。

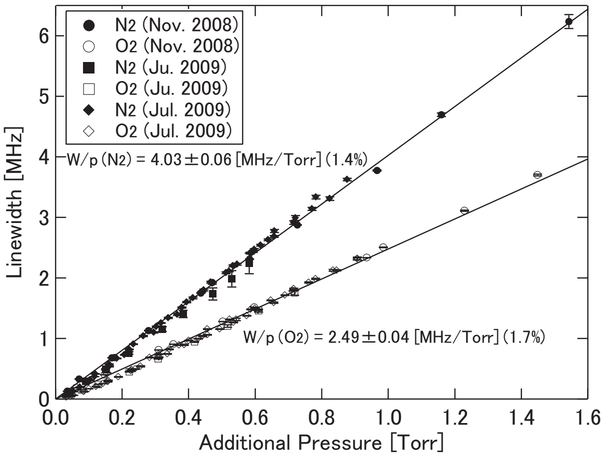

図３：バッファーガスに対する圧力幅依存性

マーカーの違いは各測定時期。エラーバーは圧力幅解析の 3σ。

[1] JEM/SMILES mission plan. Version 2.1, November 15, 2002.

[2] H. M. Pickett, *Appl. Opt.* **19**, 2745 (1980).

[3] M. M. Yamada, M. Kobayashi, M. Habara, T. Amano, and B. J. Drouin, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **82**, 391–399 (2003).