

遠隔計測のための分光パラメータの精密取得及び評価

High-precision Acquisition and Critical Evaluation of Spectroscopic Data for Remote Sensing of Atmospheric Constituents

森野勇、杉本伸夫、中根英昭

Isamu Morino, Nobuo Sugimoto, Hideaki Nakane

国立環境研究所

National Institute for Environmental Studies

Abstract

We have started to construct a system for high precision acquisitions in laboratory measurement and atmospheric observation and mutual critical evaluation of spectroscopic parameters for remote sensing of atmospheric constituents interested in greenhouse effect and destruction of the ozone layer. This consists of the atmospheric observatory with a high-resolution Fourier transform spectrometer, the laboratory absorption line intensity and shape measurement apparatus with a high-resolution Fourier transform spectrometer which is same spectrometer for atmospheric observation and a tunable diode laser spectrometer.

はじめに

分光法を用いたリモートセンシングは、大気中の微量成分のように広範囲に低濃度に分布している物質の検出や定量に適しており、可視・赤外・電波領域で広く利用されている。この大気微量成分の分光パラメータは大気観測スペクトルから定量的な存在量を導出するために必須であるが、その要求に応えるデータは極めて少ない。最近の地球大気観測では、少なくとも 1%の大気微量成分の精度が要求されている。また測定法に及び解析法において信頼性に議論の余地が残っている。そこでこれらを解決するために、実験室高精度分光測定と大気観測を密接に連携しながら実施可能な体制の構築を開始した。

[1] フーリエ分光法による分光パラメータの全体的精度向上

これまでの温室効果ガスに対する強度や線幅の圧力効果係数(分光パラメータ)の精度は、概ね 3~5%の精度であるが、これらのデータは広い波長範囲を同時に素早く測定できるフーリエ分光法を用いた測定に基づいたものである。しかし、精度が 10~20%程度と分光リモートセンシングに利用できない精度のパラメータが存在している。これは分光装置の不安定性、測定条件の不確定性によることが多い。大気観測用高分解能フーリエ分光計において実験室分子分光ができるように装置を整備し、吸収強度・プロファイルの精密測定を行い、解析を行い、リモートセンシングに重要な波長領域の分光パラメータを取得する。全体的に 3~5%の精度に向上させることを目指している。

[2] 近赤外ダイオード分光法による分光パラメータ超高精度化

1%を切る精度の分光パラメータを取得するためには、高精度近赤外ダイオードレーザ分光計を整備することが必要である。近赤外ダイオードレーザ分光法は高精度な分光パラメータの取得が可能

であることが特徴であるが、フーリエ分光計等を用いた広帯域分光リモートセンシングに必要な範囲を全て測定することに莫大な時間がかかるので、事実上不可能である。このため、超高精度測定に必要な部分をフーリエ分光測定や理論計算の結果から選定し、その吸収線の分光パラメータを近赤外ダイオードレーザー分光計で取得する。結果として、全体的に 1%を切る精度で分光パラメータを求めようとする。しかし、広帯域分光リモートセンシングでは、数多くの吸収線を同時測定するので、1%の精度の分光パラメータが本当に必要であるかは、実際に大気観測を行い確認する必要がある。

一方、レーザーレーダーの場合は 1 本から数本の吸収線を用いる。この場合、限られた波長でのレーザー分光測定で良いことになり、本装置の特徴を完全に活かすことができる。

[3]温室効果関連大気微量成分の分光パラメータの相互評価

このようにして得た分光パラメータを実際の大気観測に利用して評価を行う。国立環境研究所では太陽直達光に吸収された大気を測定できる高分解能フーリエ分光計が設置されており、現在温室効果大気微量成分の観測に特化した装置開発を終えたところである。この観測スペクトルの例を Fig. 1 に示す。この観測装置を用いて大気微量成分を観測し、解析を行いカラム濃度や高度分布を導出する。この大気観測解析結果を踏まえ分光パラメータが 1%の精度で十分か、あるいはより高精度の分光パラメータが必要か評価する。この結果を更に、実験室の測定や理論計算にフィードバックをかけて行く。上記で得た分光パラメータを、文献値やデータベース等と比較を行い評価する。このようにして相互評価した温室効果微量成分の分光パラメータを、地上フーリエ分光装置、航空機搭載分光装置、衛星搭載センサ等による分光リモートセンシングの研究に役立てたいと考えている。

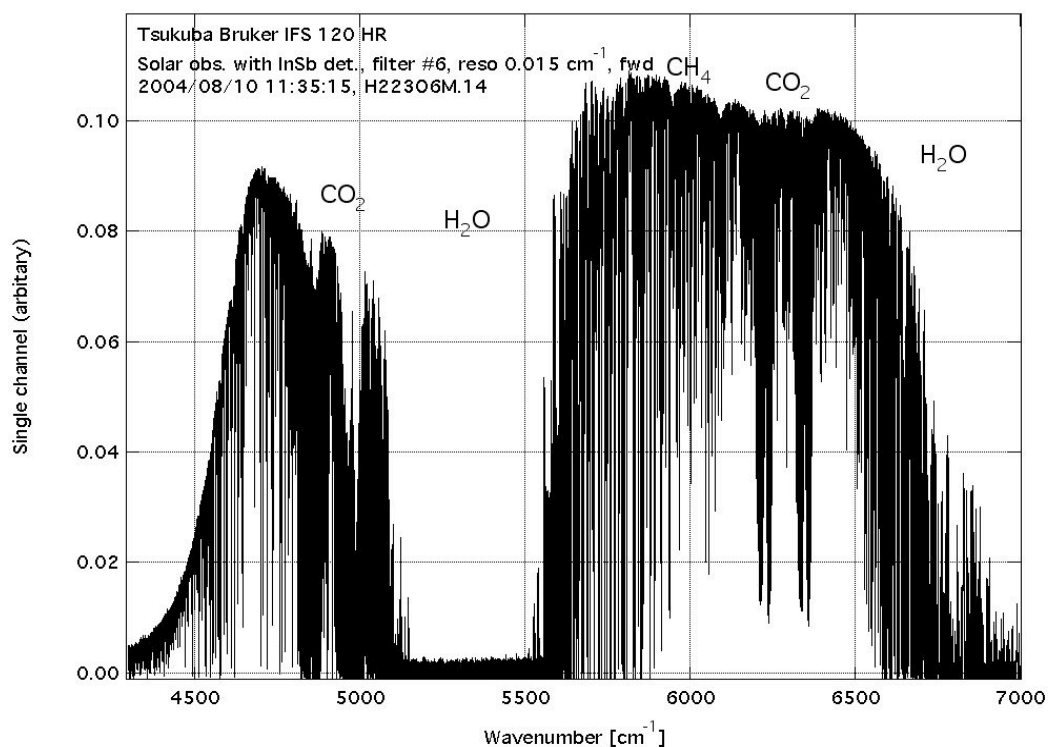


Fig. 1. The 4,300–7,000 cm⁻¹ (2.3–1.4 μm) region of high-resolution ground-based solar absorption spectra with a Fourier transform spectrometer (Bruker IFS 120 HR) at Tsukuba. The spectral features of significant atmospheric absorption species are indicated.