地球大気圏の炭酸ガス総量（CO_2カラム密度）を測定する分光装置

京都府中小企業特別技術指導員の川崎昌博氏（京都大学工学研究科教授）に上記のテーマで寄稿いただきました。

CO_2カラム密度計測の必要性

「大気中のCO_2濃度は380ppm」という報道に接することが多くなりました。これは百万個の空気分子のうちCO_2分子数はたった380個でしかないことを意味してます。これはほとんど存在しない量だといえます。しかし、ご存知のようにCO_2は温室効果ガスとして非常に強力に働いています。その理由は、CO_2は高度数十kmにも及ぶ大気層にあまねく存在しているからです。地球を取り巻く大気中のCO_2の総量を正確に計測することは、地球温暖化への今後の影響を予測するのに不可欠な情報ですが、ジェット機でも高度10km程度までしか飛行しませんから、大気上層までのCO_2濃度を積算したCO_2カラム密度を計測することは容易ではありません。そこで、地上に設置した分光装置でCO_2分子数を正確に計測できることが必要になります。

CO_2カラム密度の測定原理

太陽からの連続した波長の光が地表に届くまでには、CO_2を含む大気層を通過してきます。その際に、CO_2は波長1.6ミクロンの光を吸収します。大気中の酸素、窒素などはこの波長の光を吸収しないので、1.6ミクロン光はCO_2固有の光吸収波長です。そこで、太陽光スペクトル中の1.6ミクロンの光強度を地上で測定すれば、対流圏から成層圏までの地球大気にあるCO_2分子の数が分かることになります。具体的にはファブリ･ペロー･エタロン光学素子を使って太陽光を分光します。このエタロン光学素子は、温度を変えると透過する光の波長がシフトしますので、その性質を利用して図1のように太陽光中の波長1.6ミクロンの光強度を地上で計測することでCO_2カラム密度が測定出来ます。

図1. 地上設置エタロン計の原理

CO_2カラム密度測定例

図2は京都大学桂キャンパスにある建屋の屋上に設置したCO_2カラム密度計測装置です。太陽自動追尾装置に搭載した小型望遠鏡で太陽光を集光して光ファイバーに導きます。この光ファイバーを通った太陽光スペクトルを建屋室内に設置したエタロン光学部により分光し、1.6ミクロンの太陽光強度変化から大気中CO_2カラム密度を求めます。最近測定した大気中CO_2カラム密度を図３に示します。2008年5月21日正午から午後２時半までの測定結果です。赤点がCO_2カラム密度を示し、青線は太陽高度を示しています。CO_2カラム密度はほぼ一定で、1cm^{2}の底面を持つ地表から宇宙空間までの気柱の中には6.5×10^{21}個のCO_2分子があることがこのデータから分かります。この密度のCO_2分子総数が、もし仮に地表面（1気圧）にあるとしたら、地球は2.4mのCO_2ガス層ですっぽりと覆われていることになります。もし今後、CO_2が増え続けCO_2ガス層の厚さが3mや4mに増大したら、地球環境がどうなるかは誰もが想像できることです。

図2. 太陽光集光系

私たちは、世界各地で測定を続け、大気中CO_2カラム密度の季節･年変化や気象との関係を調べる予定です。また、来年には地球全体の温室効果ガスであるCO_2とCH_4のカラム密度を測定する環境省人工衛星（GOSAT）が打ち上げられる予定であり、その測定結果と比較検討することも展望しています。このように分光装置の開発により、地球環境の改善に取り組むことは京都議定書の地元である京都府民の使命であると考えています。

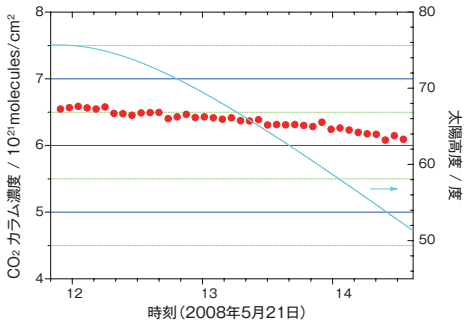

図3. CO_2カラム密度

このプロジェクトは京都府の資金援助により実施され、装置は地元の企業によって製作されています。エタロン分光部は城陽市にあるプラムテックが、小型望遠鏡は京都市鳥羽にある西村製作所が担当しました。

川崎 昌博 氏　プロフィール

所属
京都大学工学研究科･教授、
京都大学環境保全センター長、
工学研究科附属環境安全衛生センター長

略歴
1971年京都大学工学研究科燃料化学専攻修士課程修了、1971年三菱石油（株）研究所研究員、1974年米国コロンビア大学博士研究員、1976年以降大学教員を歴任され、1997年より現職（内4年間は地球環境学堂教授併任）

研究内容
分光手法をもちいた高感度分析器機器の開発〈地球環境（大気化学）が専門〉

【お問い合せ先】
京都府中小企業技術センター
企画連携課 情報･デザイン担当
TEL：075-315-9506 FAX：075-315-9497
E-mail：design@mtc.pref.kyoto.lg.jp