

別紙 4

報 告 番 ー	※ 乙 第 号
------------	------------------------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Development of a balloon-borne instrument for CO₂
vertical profile observations in the troposphere
(対流圏 CO₂高度分布の観測用の気球搭載計測器の開発)

氏 名 大内 麻衣

論 文 内 容 の 要 旨

産業革命以降、人類による化石燃料や天然ガスの消費により、大気中の二酸化炭素 (CO₂) の濃度は急激に増大している。地球温暖化問題の主要な原因は、この大気中の CO₂ の濃度の増大であると考えられている。従って、大気中の CO₂ 濃度の増大を抑制し、削減していく対策を取るためには、さまざまな場所での CO₂ 濃度を計測することが必要である。しかしながら、現状では CO₂ 濃度の計測サイトは充分でなく、とくに高度方向の情報が少ないので、CO₂ の排出や消失過程に関する不確かさが大きい。CO₂ 濃度の計測データは、インバースモデルを用いた CO₂ の吸収・排出の見積もりを算出する際に、より正確な値を出すために必要なデータである。

そこで、大気中 CO₂ 混合比を高度約 10 km まで計測できる気球搭載型 CO₂ 計測装置(CO₂ゾンデ)を開発した。CO₂ゾンデは、持ち運びができ低電力で CO₂ 高度分布の計測を行うことができ、同時に気象条件(気温, 湿度, 高度, 場所)を観測することができる。低コストでの観測を実現させるため、非分散型赤外分光法(NDIR)を用いたセンサーを独自開発し、また、測定の確度を保つため、2 種類の既知濃度の標準ガスをアルミバッグに入れて併載し、外気と交互に測定することにより、飛揚中に校正を行うシステムを作成した。

CO₂ゾンデの精度を確かめるため、室内実験を行った結果、圧力の変化が、精度に大きな影響を与えることが判明した。地上(1010 hPa)での精度は 0.6 ppm, 高度 10 km(250 hPa)では 1.2 ppm であった。

2種類の航空機観測で得られたCO₂高度分布データを用いて、CO₂ゾンデで得られたCO₂高度分布との比較を行った。1つは、民間航空機を使用して空港上空での離着陸時にCO₂高度分布を計測しているCONTRAIL(Comprehensive Observation Network for Trace gases by AirLiner)プロジェクトで、もう1つは、チャーター機を使用して行われたNIES(National Institute for Environmental Studies)JAXA(Japan Aerospace eXploration Agency)による共同観測である。NIES/JAXA 航空機観測では、GOSAT のオーバーパスに合わせ、2011 年 1 月 31 日と、2011 年 2 月 3 日の観測を行った結果を使用した。2011 年 1 月 31 日と 2 月 3 日につくば市に近い守谷市で放球した2つの気球計測の結果と航空機観測の比較から、開発したCO₂ゾンデの測定精度が、地上から高度 7km までの範囲でバイアスが+0.6 ppm、精度が 1.2 ppm であることがわかった。

CO₂ゾンデを用いた森林地帯及び市街地での観測を、2009 年 8 月 26 日に北海道母子里と 2011 年 2 月 3 日に茨城県守谷で行った結果、CO₂の高度分布を得ることができた。森林地帯の母子里では、CO₂の高度分布に、昼間の光合成によるCO₂の減少している様子が地表から高度 3 km の大気境界層内で明瞭に現れた。首都圏の守谷では地表の交通などの化石燃料燃焼の放出による増大の様子が、地表から高度 2 km の大気境界層内で明瞭に現れた。

開発した気球CO₂ゾンデは、様々な場所で測定できる、高度分布が測定できる、雲が存在しても測定できる。という特徴があり、時間や場所を選ばずに高い高度分解能で測定ができる。という利点がある。今回開発したコストの低い気球搭載CO₂ゾンデで高度分布が各地で観測できるようになり、地球温暖化の最も重要な原因物質である二酸化炭素についても綿密な観測が可能になると、将来の気候変化の予測の精度を飛躍的に高めることが期待される。