

43. 地球温暖化総合モニタリングシステム基盤強化

課題代表者：国立環境研究所 地球環境研究センター 井上 元(inouegen@nies.co.jp)

1 研究の目的

これまでわが国においては、関係省庁や大学、民間などが地球温暖化に関する観測・監視を独自に実施しているが、その観測計画や方法論、得られたデータの品質の保証、提供等に関して、一貫した体制がとられていないのが現状である。このため、総合科学技術会議の地球温暖化研究イニシャティブにおいては、炭素循環や気候変動に関連した観測・監視の強化と、観測データの品質保証システム及び相互利用・提供ネットワークの構築が大きな目標のひとつとなっている。このようなネットワークを構築することにより、平成 15 年 6 月の G8 エビアンサミットの行動計画「持続可能な開発のための科学技術」において合意された地球観測に関する国際協力の強化に貢献することも可能となる。

本事業は、地球温暖化研究イニシャティブの一環として、これまで組織的な観測が行われていない下層大気及び海洋表層において、温室効果ガス関連物質及びエアロゾルの発生 / 吸収量の評価・予測に資する精緻な観測データの取得を行うための観測システム等の開発・運用を行う。

2 研究の方法

2.1 従来、組織的なデータ取得が行われていなかった下層大気及び海洋域での二酸化炭素等温室効果ガスについて、航空機やブイ等を利用した高度モニタリングシステムを新たに開発することにより、我が国の陸域及び海洋における温室効果ガスの分布の把握、収支の推計に資する基礎データを取得する。

2.2. 地上・航空機・海域の温室効果ガス観測のための高精度標準ガスシステムを整備し、国内的また国際的に相互比較可能な品質保証システム (QA/QC) を構築するとともに、データの相互利用・提供システムを構築する。

2.3. 上記により、地球温暖化に係る研究推進、アジア太平洋諸国のキャパシティビルディング、国際交渉の支援、国民の理解の向上等に資する。

3 研究の成果

3.1 温室効果ガス観測システムの開発。

小型航空機に搭載する CO₂ 観測システムについては、その測定精度やパフォーマンスが把握された。また、大型旅客機に搭載する CO₂ 観測システムについては、小型航空機搭載観測システムを基盤とし、開発を行っている。

さらに、海洋の表層の二酸化炭素濃度測定用の漂流・係留ブイ等についても開発を行う。

(1) 小型航空機搭載観測システム

小型航空機による CO₂ 濃度の空間分布観測は、既に幾つかの機関で実施されている。小型航空機



は観測を実施する場所の近傍でチャーターすることが実際的であるが、機器搭載が航空機の改造

図 1 小型航空機用 CO₂ 計測システム。右が標準ガス。左上が二酸化炭素計、左下部が電源・大気サンプリグ系

とされる場合は、そのための経費や日数が必要とされ、容易ではない。そこで搭乗者の手荷物と認定される小型の自立的なシステムの開発を行うこととした。

市販の小型の NDIRCO₂ 計を改造し、航空機観測に伴う外気圧の変化に対し、試料空気の流量や測定部の気圧を一定に保つメカニズムを付加した。重量や消費電力を抑制するため小型の流量制御バルブ、センサーを使い、独自に制御回路を開発した。消費電力は 23W に抑制できた。高精度の観測を行うため 2 種の標準ガスを装備し、飛行条件に応じて搭乗者が校正を行う信号を出すのみで自動校正を行えるシステムとした。データロガーは、航空機の運行に RF 雑音により障害を与えないものを選択し、CO₂ データの他に気象データやシステム診断データを取得した。電源は軽量化と安全性のため Li イオンバッテリーを用い、外部から再充電が可能とした。小型航空機の最大飛行時間にあわせ 9 時間連続運転を可能なもの

とした。全体をケースに収納し、そのサイズを60x80x25cm、全体の重量を18kgとすることができた。(図1)

本装置を地上での減圧や振動の試験を経てセスナ機に搭載し試験飛行を行った。その結果、手荷物として搭載することに必要な要件は満足している、航空機の振動に対しては問題なく正常に作動した。しかし、航空機の急激な上昇に対し、流量調整と気圧調整の間で相互作用が始まり振動するケースがあること、暖気運転と異なった方向に設置した場合、ドリフトが大きくなることが問題点として判明した。そのため流量調整の時定数を気圧調整に比べ遅くする、発熱の大きいバルブを低発熱のものとの交換するという改良を行い、

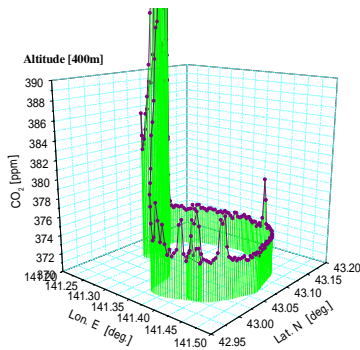


図2 試験飛行の例。札幌市上空を円形飛行した時の二酸化炭素の濃度分布。

の問題点を解決した。測定精度は0.4ppmである。

図2に改良されたシステムにより、北海道札幌市の周辺において高度800mで二酸化炭素の濃度を測定した例を示す。発生源と大気の輸送を反映した分布が容易に取得できることが明らかになった。

(2)大型旅客機搭載観測システム

民間大型旅客機を利用して二酸化炭素を長期に連続観測するために、長期的(2ヶ月)にメンテナンスフリーで自動運転可能な連続測定装置の試作のため、標準ガス使用の最適化とその検証を行った。

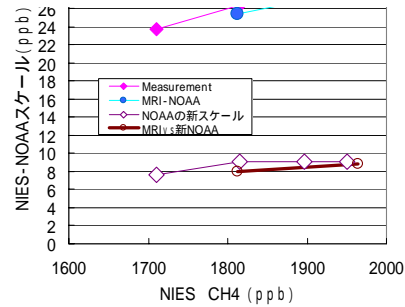
航空機の安全な運行を妨げないよう、装置から発生する電磁波が許容量以上の電磁波の発生を発生しないよう措置をとる必要がある。観測システム配線の数箇所にコアを取り付け2M~300MHzにおいて無線周波放射妨害試験を実施した結果、ノイズレベルを規制値より低く抑えられることが確認できた。

3.2 温室効果ガスの標準システム

QA/QC(Quality Assurance : 品質保証/Quality Control : 品質管理)システムの構築のために、既

存各種温室効果ガス関連物質の国際相互比較を行った。特に、WMOの主催の二酸化炭素、メタン等のラウンドロビンテストやECで行われているフラスコベースの共同分析実験に参加した。これにより、二酸化炭素に関しては、0.2ppm以内の一致が見

図3 メタンスケールのNOAAとの比較



られたが、濃度依存性が検出されており、さらなる実験を行っている。メタンに関しては、日本の機関でスケールは、明らかにNOAAのスケールとは25ppb程度(NOAA旧スケール)または9ppb(新スケール)程度のずれが見られた(図3)。EC諸国NOAAスケールを採用しているため日本のスケールとは異なっていることがわかった。これまで未整備だった物質(同位体比、オゾン、ハロカーボン類)の標準の開発に着手し、同位体比参照物質(図4)やオゾン濃度基準作り、ハロカーボンの低濃度標準作成など行っている。



図4 同位体比参照物質(NARCIS)

3.3 データ相互利用・提供システムの基盤整備

温室効果ガス等のデータの利用の促進を図るため、気象解析ツールや3次元グラフ表示機能等データの簡便な利用が可能となるツールを含んだ、航空機観測等による4次元のデータを取り扱えるデータ提供システムの整備を進めている。

4 成果文献

Mukai H., 2003: NIES pure CO₂ sample for inter-laboratory comparison of C and O isotope ratio analysis especially for atmospheric CO₂, Report of the 11th WMO/IAEA Meeting of Experts on Carbon Dioxide Concentration and Related Tracer Measurement Techniques, No.148, p31