

【2A-1102】「いぶき」観測データ解析により得られた温室効果ガス濃度の高精度化に関する研究
 (H23～H25；累計予算額 191,492千円)
 森野 勇 ((独)国立環境研究所)

1. 研究実施体制

- (1) 長期間検証データの評価、「いぶき」データ検証とアルゴリズム改良に関する研究 ((独)国立環境研究所)
- (2) 重点サイトにおける巻雲・エアロゾル光学特性観測に関する研究 (国土交通省気象庁気象研究所)
- (3) 重点サイトにおける高精度温室効果ガス観測に関する研究 ((独)宇宙航空研究開発機構)

「いぶき」観測データ解析により得られた温室効果ガス濃度の高精度化に関する研究

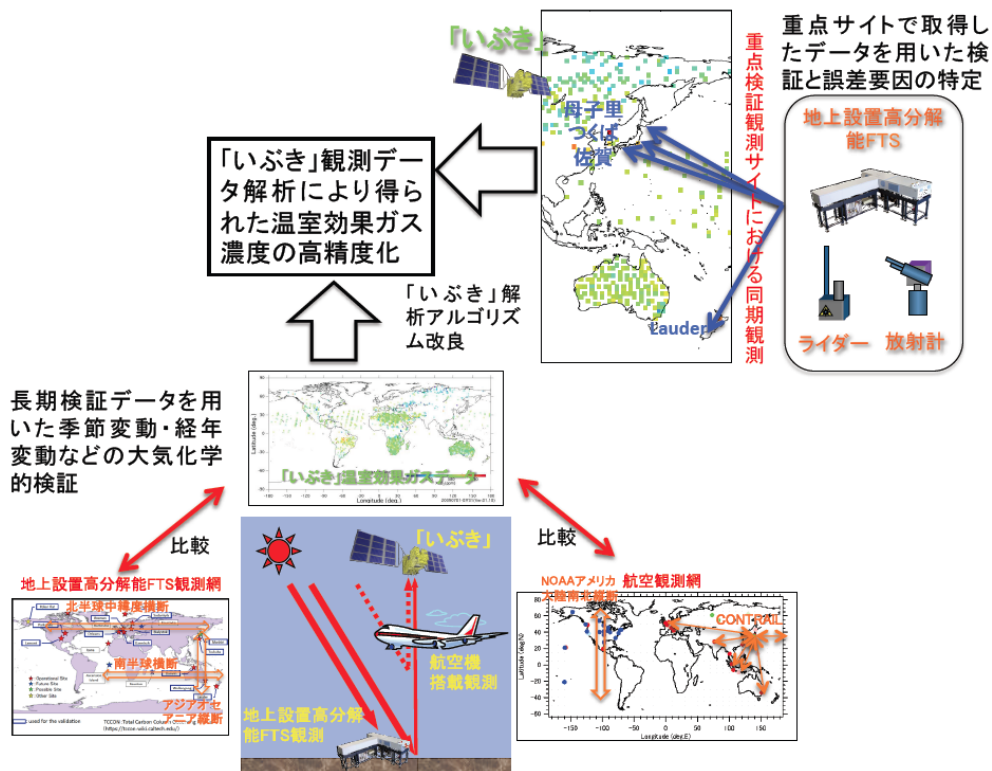


図 研究のイメージ

2. 研究開発目的

「いぶき」は、対流圏までの温室効果ガスを専用に観測する世界初かつ世界唯一の衛星であり、定常運用が終了後の現在も観測を継続している。その解析結果には従来の大気組成成分観測衛星に求められている精度(数%程度)をはるかに超える1%以下の精度が要求されている。「いぶき」に搭載された TANSO-FTS の校正、解析処理アルゴリズムの改良と初期値の改訂、検証作業を繰り返すことにより、2010年秋までに CO₂ の場合、9 ppm 程度の負のバイアスと 4 ppm 程度のばらつき(不確かさで 10 ppm 程度)に抑えることに成功している。

一方、観測データのインバースモデル解析による温室効果ガス収支の研究利用については、温室効果ガス濃度の更なる高精度化が要求されている。濃度データ解析における誤差要因は、観測

装置(特性)の校正、解析アルゴリズムの不完全性、初期値誤差等であるが、これまで研究的要素が低い業務は既に実施した。

本研究ではより高度な検証と解析アルゴリズムの改良を行って、「いぶき」観測データの解析から得られた温室効果ガス濃度の高精度化を目的とする。目標として、CO₂の場合 2 ppm 程度のバイアス、ばらつき 2 ppm(不確かさで 3 ppm)と、現在の不確かさ(推定誤差)の半減を目指す。

3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

(1) 科学的意義

1)「いぶき」観測データの解析より得られた温室効果ガスのデータ質を評価するために必要な長期検証データの確保とそのデータ質の確認を行った。長期間検証データを用いた季節変動・経年変動などの大気科学的検証を行い、バイアスの特徴を明らかにすることができた。航空機観測データを用いて改善された「いぶき」データの検証を行い、TCCONデータによる検証と同様の結果、つまり殆どバイアスがないことを確認できたが、バイアスは完全にゼロではなかった。このため TCCONデータを用いたバイアスの経験的補正手法を開発し、経験的補正を行い、独立した検証データである航空機観測データを用いて、補正後の「いぶき」データ質の改善を確認した。

2)本推進費の研究開始時における前バージョンのアルゴリズムを用いた「いぶき」のXCO₂は、バイアス-9 ppm程度(-2 %程度)、バラツキ4 ppm程度(1 %程度)であるが、下記のつくばにおけるケーススタディと連携しつつ解析アルゴリズム改良と参照値の改良を行った。この結果、バイアス-1.48 ppm(-0.3 %程度)、ばらつき2.1 ppm(0.5 %程度)まで改善し、目標を達成することが出来た。

更なる改善を目指して、FTS SWIR L2 Ver. 02.11プロダクトの実態把握、および、雲の影響が比較的小さい事例に対する検討を実施した。雲の影響が「いぶき」推定結果にどのように影響するかについては、雲の割合が1 %よりも小さい場合は、影響が無視できることを明らかにした。また、巻雲の存在する場合の同時推定を試みた結果、バイアス・ばらつきは改善された「いぶき」データと概ね一致した。

3)重点サイトにおける高精度温室効果ガスと巻雲・エアロゾル光学特性の観測の観測を行い、地上FTS、ライダー、スカイラジオメーター、「いぶき」のデータを比較することにより、a) 巻雲スクリーニング・解析方法を改善することによりXCO₂データ数を増加させることが可能であること、b) 下層エアロゾル過小評価によりXCO₂データ誤差が生じる可能性の例示、c) 成層圏エアロゾルの影響は無視できないこと、を明らかにした。

また放射計観測からは、d) スカイラジオメーターの検定定数が経年変化をしており、1年に1回程度は正確な検定を行う必要があること、e) 940 nmチャンネルから可降水量を推定することにより、1,627 nmや2,200 nmで水蒸気の影響を考慮した光学的厚さの推定が可能になったこと、f) 温室効果ガスの量を推定するために使われる近赤外の波長域でのエアロゾルの特性が直接分かるようになり、より正確にエアロゾルの誤差への影響を評価できるようになったこと、を明らかにした。

4)重点サイトの1つであるつくばにおける高精度温室効果ガスと巻雲・エアロゾル光学特性の観測結果を用いたケーススタディを行った。エアロゾルの高度分布として SPRINTARS のシミュレーション値を先験値として、また Toon の太陽スペクトルを用いて、バンド 1、バンド 2 に加えてバンド 3 の観測スペクトルに対してエアロゾルと巻雲も同時推定した結果、二酸化炭素カラム平均濃度は TCCON データに対してバイアス 0.17 ppm(0.04 %)と改善することを確認できた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

1) GOSAT中間総括会議における本推進費の成果の活用（2012年1月～3月）

GOSAT後継機への反映事項を提言することを目的にGOSAT中間総括会議が3回開催され、本研究の成果である解析アルゴリズム改良と参照値の改良による「いぶき」データ改善の見通しを示し、GOSAT後継機を推進する環境省、JAXA及びNIESに重要な知見を与えることができた。

2) 「いぶき」データ Ver. 02.xxデータの一般公開（2012年6月）

本研究の成果である解析アルゴリズムと参照値の改良結果を反映した「いぶき」データの再処理が行われ、そのデータ質の大幅な改善が確認された。この結果を基に新バージョンプロダクトが公開された。

3) 第4回、第5回研究公募課題代表者会合での国際アピール（2012年6月、2013年6月）

GOSATプロジェクトから得られる成果をさらに豊かに有効なものとするため、一般からの研究公募を実施している。第4回は米国カリフォルニア工科大学で、第5回は横浜シンポジウムで、環境省、NIES、JAXAの主催で研究公募課題代表者会合が行われ、本研究の成果である解析アルゴリズムと参照値の改良結果を用いて再処理された「いぶき」データの改善結果を報告した。

4) GOSATサイエンスチーム会合における研究成果の発表（2013年10月）

環境省、NIES、JAXAによって設置され定期的に開催されているGOSATサイエンスチーム会合で、本推進費の研究成果である航空機観測データを用いた検証解析について、情報を提供し、議論を行った。

5) 温室効果ガス観測技術衛星定常運用終了審査会における本推進費の成果の活用（平成26年2月14日）

温室効果ガス観測技術衛星定常運用終了審査会が行われ、環境省、NIES、JAXAの作成した資料を用いて発表が行われた。本研究の研究成果である解析アルゴリズムと参照値の改良結果を用いて再処理された「いぶき」データを用いた成果が報告された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

1) 第6回研究公募課題代表者会合での国際アピール（2014年6月）

本会合はつくば市つくば国際会議場で、環境省、NIES、JAXAの主催で行われ、本研究の成果である解析アルゴリズムと参照値の改良結果を用いて再処理された「いぶき」データの研究成果が活用される予定である。

4. 委員の指摘及び提言概要

検証と解析アルゴリズムの改良を行うことにより、「いぶき」が観測したCO₂とCH₄の濃度データの飛躍的な高精度化に成功しており、「いぶき」データの信頼性を向上させた。サブテーマ

(3)の成果は限定的であるが、全体として科学面では大きな成果を上げた。政策立案者の理解の向上、国民との科学・技術対話の重要性への配慮は今後の課題である。

5. 評点

総合評点：A