

平成27年度成層圏大気クライオサンプリング実験（結果速報）

菅原敏¹, 青木周司², 森本真司², 中澤高清², 石戸谷重之³, 豊田栄⁴,
本田秀之⁵, 池田忠作⁵, 井筒直樹⁵, 吉田哲也⁵

¹宮城教育大学, ²東北大学大学院理学研究科, ³産業技術総合研究所,

⁴東京工業大学大学院総合理工学研究科, ⁵宇宙科学研究所

1. はじめに

成層圏大気のカリオサンプリング実験では、地球規模の気候変動に直接関係する温室効果気体や、様々な化学的プロセスによって大気質の変化に影響を及ぼす気体、これまでに知られていない大気中の力学的プロセスの解明に寄与する気体などを対象にして、それらのグローバルな時間・空間変動を明らかにし、大気の物理・化学過程に関する未解明の問題の解決に資する基本的知見を得ることを目的としている。これまで、本プロジェクトでは、1985年から日本上空において継続している観測に加えて、1998年以降に4回の南極昭和基地での実験、また1997年2-3月にスウェーデンのキルナで同様な観測を実施し、いずれも成功裏に終えている。さらに、新たに開発し南極での観測において実績を積んだ小型サンプラーを用いた海外観測に展開し、2012年2月には東太平洋赤道域にて観測船白鳳丸から気球を放球し、これも無事成功させることができた。本年2月には、宇宙研の小規模プロジェクトとして採択されたインドネシアでの成層圏大気観測の一環として、小型サンプラーを用いた成層圏大気採取を実施し、4回の放球を成功させ、新たに西太平洋赤道域のデータを取得することができた。平成27年度の国内気球実験 B15-03 は、直前に行われたインドネシア実験の比較対象として不可欠なものであり、赤道と中緯度の双方の観測から得られた結果を併せ用いることにより、関連する諸気体の輸送過程および発生・消滅過程を全球規模で理解することが期待できる。B15-03 成層圏大気サンプリング実験の成功に伴い、それによって得られた

大気試料の詳細な解析が現在も継続中であるが、ここでは現時点で得られている成果を速報として報告する。

2. 実験概要

B15-03 成層圏大気サンプリング実験は2015年8月6日に実施された。気球の高度の時間変化を図1に示す。放球後、高度13 km付近において気球の上昇を一旦止めて、しばらく東に向かって水平飛行

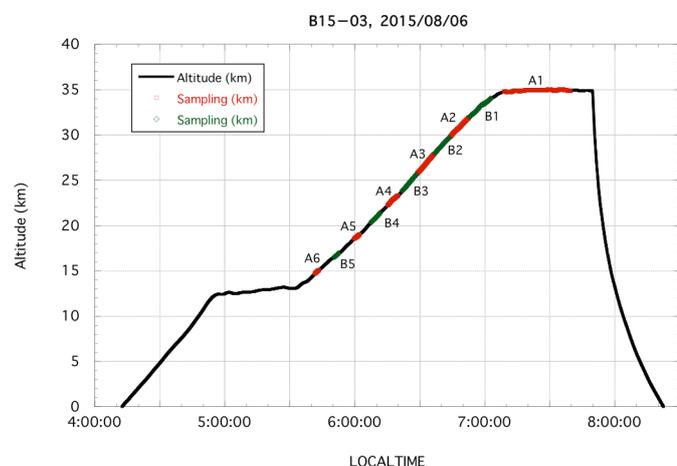


図1. B15-03 (成層圏大気クライオサンプリング) 気球実験における気球の高度の時間変化と大気サンプリングが実施された高度。

させた。その後、高度35 km までの上昇中におおむね等間隔の10点の高度でサンプリングを実施した。高度35 km での水平飛行中に最後のサンプリングを実施し、その直後に気球をカットして海上にパラシュート降下した。これにより、予定どおり合計11点の高度において大気を採取できた。回収した試料容器を研究室に持ち帰り、大気試料の圧力を測定した結果、それぞれの高度において10～27 L(STP)の大気採取に成功していることが確認された(図2)。この大気試料の一部は将来のためのアーカイブ空気として別途用意した金属容器に分取された。その残りの試料を、東北大学、東京工業大学、産業技術総合研究所、極地研究所、名古屋大学のそれぞれの研究機関に配分し、現在も種々の気体の分析が進められている。

3. 結果速報

現時点では大気主成分の質量分析(O_2 、 N_2 、 Ar の同位体比、 O_2/N_2 比、 Ar/N_2 比)、および温室効果気体の濃度の分析が終了しており、引き続き同位体等の分析が継続されている。得られた結果の一例として、主要な温室効果気体である CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 SF_6 のそれぞれの濃度の鉛直分布を図3に示した。分析の結果、全てのサンプルについて汚染が小さい良質な大気試料が得られており、過去の観測結果に照らして妥当な鉛直プロファイルであることがわかった。ただし、 CO_2 濃度では、一部のサンプルについて異常な低濃度を示しており、その補正の可能性を含めて対応を検討中であるため、それらのデータはここでは除いている。これらの温室効果気体は、対流圏において増加していることがよく知られているが、成層圏での長期トレンドは研究例が少ない。本研究の結果を、これまでの過去の国内気球実験の結果と併せることで、数十年間の長期変化を明らかにすることができると期待される。特に、成層圏における化学過程の影響を無視、あるいは補正できる成分である CO_2 や SF_6 の濃度については、本研究の結果から成層圏における明瞭な増加傾向が見られており、高度20 km以上の大気では、対流圏の増加傾向に追随しながら、5年程度の遅れを伴って増加していることがわかった。今後、これらの結果を、重力分離のデータとあわせて解析し、成層圏における経年変動や、空気の平均年代と重力分離の長期変動についての解析を進めていく。また、 CH_4 と N_2O の濃度のコンパクトな相関を利用したトレンド解析、 CH_4 の同位体比と濃度の関係から得られる化学反応過程の解明とその長期変化などの課題を進めていく。

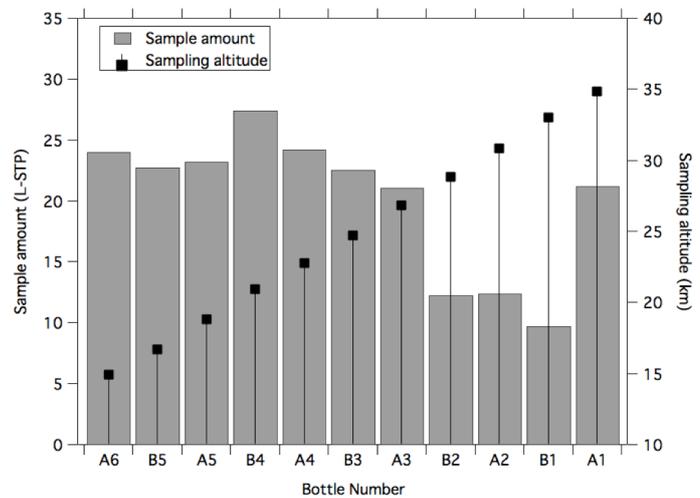


図2. B15-03 (成層圏大気クライオサンプリング) 気球実験によって採取された容器ごとの大気試料の量と採取中心高度。

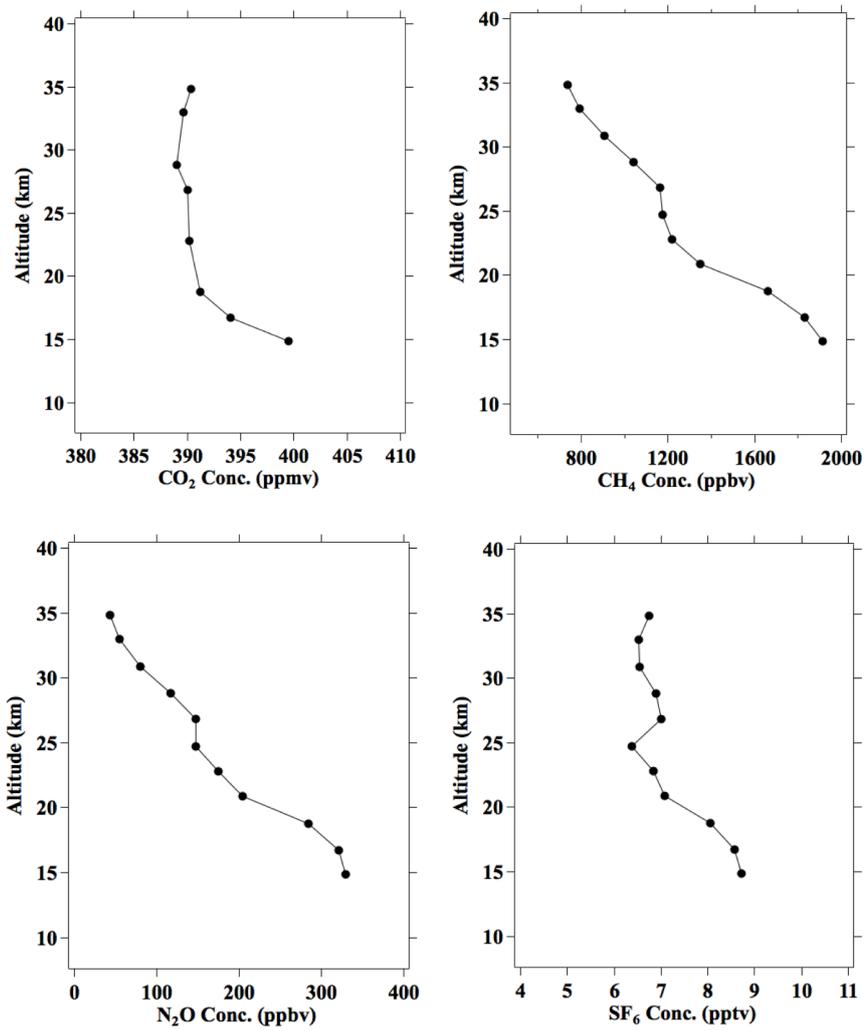


図3. B15-03 成層圏大気クライオサンプリング気球実験によって得られた成層圏大気中の CO₂、CH₄、N₂O、SF₆ の各濃度の鉛直分布。