

## 大気のクライオジェニックサンプリングと再使用観測ロケットの可能性

## Cryogenic air sampler and a possibility of launching it aboard reusable sounding rocket

# 菅原 敏 [1]; 成層圏大気クライオサンプリング実験 グループ [2]

# Satoshi Sugawara[1]; Group Cryogenic Air Sampling[2]

[1] 宮城教育大; [2] -

[1] Miyagi Univ. Ed.; [2] -

成層圏大気中の様々な気体成分の組成を精密な計測によって明らかにするためには、飛翔体に大気採取装置を搭載し現場の大気を直接サンプリングする手法が有効である。その利点は、(1) 実験室の先端的な精密機器でしか為し得ない各種成分濃度や同位体の高精度計測が可能である、(2) 実験室に保有される長期間安定な標準試料を基準とした相対測定法により、ごくわずかな大気の長期変動を捉えることが可能である、(3) サンプリングした大気の一部を長期保存することにより、将来新たな技術によって過去の大気を計測する可能性を確保できる、などが挙げられる。冷媒を用いた(クライオジェニック、以下クライオと略す)成層圏大気採取は、低い気圧でも大量の大気試料を採取することが可能である。国内では宇宙科学研究所(現・JAXA/宇宙科学研究本部)が中心となって気球搭載型クライオサンプラーを開発し(Honda,1990)、1985年以来観測を継続している。このサンプリング・システムでは、液体ヘリウムを使用して採取容器を冷却し、大気を導入するバルブをモーターで開閉することによって成層圏大気を採取容器内に固化する。フライトの最高高度だけでなく、上昇下降時にも大気採取を行い、いろいろな高度においてそれぞれ20-25 L(STP)程度の気体を採取する。サンプラーを回収した後に、採取された大気試料の約70%を各種気体成分の分析に使い、残りはアーカイブ試料として分割・保管される。大気試料は国内の研究機関に分配され、CO<sub>2</sub>濃度とその安定同位体および放射性同位体、CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの濃度とそれぞれの構成元素の安定同位体、さらにSF<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、ハロカーボン類のそれぞれの濃度、O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比、大気主成分(O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>)の同位体など、20以上の長寿命種のガスの分析が行われている。特に、成層圏の光化学過程において主要な役割を担うCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oについては、濃度に加えてその同位体組成を明らかにすることで、複数の反応消滅過程のそれぞれの寄与を分離することが可能となる(Sugawara et al., 1997; Toyoda et al., 2004)。一方、成層圏内において化学反応の影響をほとんど受けない成分(CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>)では、それらの濃度が対流圏において単調に変化していることを利用して、成層圏での空気の平均年代を推定することができる(Nakazawa et al., 2002; Aoki et al., 2003)。これにより、成層圏大気輸送過程の長期変化を検出できるものと期待されている。さらに、大気主成分の高精度同位体測定の結果から、高度100 km以上で現れると考えられてきた気体分子量の違いによる重力分離効果が、成層圏大気に存在することが最近示唆された(Ishidoya et al., 2006)。このように、これまでの気球を用いたクライオサンプリング実験による成果は多岐にわたる。飛翔体として再使用ロケットを用いた場合、特に期待できる点は、現在の気球実験での観測高度よりも高い高度、すなわち成層圏上部から中間圏において、直接大気を採取できる可能性があることである。これによって、より上層の大気の年代、重力分離、光化学過程などの解明が進むと考えられる。この実現のためには多くの問題が予想される。特に、高度と共に急激に低下する大気採取速度と、採取時間や高度分解能を総合的に考慮して、分析に有効な大気試料が得られるか、また、ロケット自身によるコンタミネーションを回避できるか、という点が重要と思われる。また、ペイロードの小型軽量化の点では、液体ヘリウムを冷媒に使わず、圧縮ネオンガスの噴射によるジュール・トムソン効果を利用した寒冷発生が有効と思われる。