

S-310-41号観測ロケットを用いた中層・高層大気における音波伝搬特性の直接計測 In-situ measurement of acoustic wave propagation characteristics in middle and upper atmosphere by PDI on-board S-310-41

木原 大城^{1*}, 山本 真行¹, 森永 隆稔², 古本 淳一³

Daiki Kihara^{1*}, Masa-yuki Yamamoto¹, Takatoshi Morinaga², Jun-ichi Furumoto³

¹ 高知工科大学, ² 北海道大学, ³ 京都大学

¹Kochi University of Technology, ²Hokkaido University, ³Kyoto University

高層大気中における音波伝搬路は基本的に温度場と風速場に依存しており、主な大気モデル(MSIS)により導出可能であるが、詳細な音波伝搬の解明には至っていない(Sutherland et al., 2004)。この領域での実測は比較的難しく過去の実験例も極めて限られている。1960年代には、観測ロケットに搭載した火薬を爆発させ地上の複数地点での音波伝搬特性から温度と風速の計測を行ったグレナード法(Stroud et al., 1960)が実施され、1990年代には低周波音発生装置により地上から100 Hz帯の低周波音を高層大気に向けて送り大気疎密を発生させMUレーダ(Middle and Upper Atmosphere Rader; 中層・高層大気観測レーダ)で観測を行うRASS(Radio Acoustic Sounding System)による結果が報告されている(Tsuda et al., 1994)が、飛翔体を用いた直接的な高層大気音波計測は実施されていない。

S-310-41号観測ロケットは、2012年8月7日にJAXA内之浦宇宙空間観測所より打ち上げられた。中層・高層大気における音波伝搬特性の直接計測を目的とした音波伝搬特性計測装置PDI(Propagation Diagnostics in upper atmosphere by Infrasonic/Acoustic waves)がサブペイロードの1つとして搭載され音波データの取得に成功したので詳細を報告する。PDIは、音波源となるスピーカー、検出器である3台のマイク、音波制御など行うエレキ部、および圧力計により構成される。スピーカーから出力電力1W、周波数10 Hzから1 kHzまでの7固定周波数の正弦波および無音を0.2秒刻みの1.6秒周期で繰り返し送出し、スピーカーと各マイク間のわずかな空間を経て伝搬する音をマイクにより計測した。搭載マイクは、ロケット燃焼時の燃焼音、ノーズコーン開頭およびメインペイロード分離時の封入火薬爆発音も軌道上で計測した。さらに、低周波音発生装置を用いて地上より50 Hz、100 Hzの音波を一定間隔で送出し、ロケット搭載マイクでの観測を試みた。

打上げから約34秒(高度約35 km)まで激しいロケット燃焼音が計測されてから、静穏となった後、搭載スピーカー出力音の計測が予定通り開始され、最高高度150 km到達までスピーカー出力音による伝搬強度プロファイルを確認することができた。計測音の解析から、気圧の低下(高度の上昇)に伴って信号強度が減衰することを確認できSutherland et al. (2004)による理論値と同等の傾向を示す結果が得られた。飛翔中に実施された火薬点火時の爆発音の計測にも成功し、音速、大気温度の算出を行ったが、サブペイロード用のテレメトリ容量の関係からサンプリングが十分でなく理論値との間に差異が生じた。また、地上から送出した音波は、搭載マイクでは確認できなかった。本発表では、打上げ前に真空チャンバを用いて実施した模擬実験結果および、大気モデルMSISとの比較研究結果について議論する。

キーワード: 観測ロケット, S-310-41, 音波伝搬, 中層・高層大気

Keywords: Sounding rocket, S-310-41, Acoustic wave propagation, Middle and Upper atmosphere