

火球に起因する微気圧振動波形 The Infrasound signals produced by a bolide on 20th January, 2013

岩國 真紀子^{1*}, 新井 伸夫¹, 平松 良浩², 石原 吉明³, 山本 真行⁴, 柿並 義宏⁴, 村山 貴彦¹, 野上麻美¹
Makiko Iwakuni^{1*}, Nobuo Arai¹, Yoshihiro Hiramatsu², Yoshiaki Ishihara³, Masa-yuki Yamamoto⁴, Yoshihiro Kakinami⁴,
Takahiko Murayama¹, Mami Nogami¹

¹ 日本気象協会, ² 金沢大学理工研究域自然システム学系, ³ 産業技術総合研究所情報技術研究部門ジオインフォマティクス研究グループ, ⁴ 高知工科大学 システム工学群

¹Japan Weather Association, ²School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, ³Geoinformatics Research Group, Information Technology Research Institute, AIST, ⁴Department of systems engineering, Kochi University of Technology

The infrasound observation system has been installed in Isumi, Chiba-prefecture (approximately 60 km SE of Tokyo) as a component of the International Monitoring System for the CTBT's verification regime. It is an array observation site and is comprised of six elements with an aperture of about 2km. It had been deployed on November 2004. Some interesting infrasound signals are observed, which was generated by the volcanic explosions, large earthquakes, artificial explosions and so on.

A bolide was flying over Kanto region around 02:42 on 20th of January 2013 (JST). Optical observation data gave the information that the explosion area of this bolide was over Mt. Tsukuba. Distance between Mt. Tsukuba and Isumi is about 100km, back azimuth of Mt. Tsukuba is 350 degrees. The infrasound sensors detected some pulsed waves around 02:48. A back azimuth of signals was estimated 356 degrees from north. It is consistent with the area of its explosion. From observed apparent velocity of signals, the elevation angle of these signals was estimated 20 degrees. According to both this elevation angle and the distance, the altitude which the bolide explosion happened is estimated approximately 30km and travel time of atmospheric wave is calculated about 5 minutes. Arrival time of signals at Isumi is around 02:48, it is also consistent with evaluation results.

In this presentation, some remarkable optical observation, seismic records and TEC are introduced and discussed.

キーワード: インフラサウンド, 火球, 爆発, 圧力波, 微気圧計

Keywords: infrasound, bolide, explosion, pressure wave, microbarometer

桜島における空振比較観測

Intercomparison Observation of the Infrasonic at Sakurajima Volcano

新堀 敏基^{1*}, 小久保 一哉¹, 高木 朗充¹, 鬼澤 真也¹, 山本 哲也¹, 福井 敬一², 安藤 忍³, 藤原 善明⁴, 坂井 孝行⁴, 山里 平⁴, 上田 義浩⁵, 加藤 幸司⁶, 中橋 正樹⁷, 松末 伸一⁷

Toshiki Shimbori^{1*}, Kazuya Kokubo¹, Akimichi Takagi¹, Shin'ya Onizawa¹, Tetsuya Yamamoto¹, Keiichi Fukui², Shinobu Ando³, Yoshiaki Fujiwara⁴, Takayuki Sakai⁴, Hitoshi Yamasato⁴, Yoshihiro Ueda⁵, Koji Kato⁶, Masaki Nakahashi⁷, Shinichi Matsusue⁷

¹ 気象研究所, ² 地磁気観測所, ³ 文部科学省, ⁴ 気象庁, ⁵ 大阪管区気象台, ⁶ 福岡管区気象台, ⁷ 鹿児島地方気象台

¹Meteorological Research Institute, ²Kakioka Magnetic Observatory, ³MEXT, ⁴Japan Meteorological Agency, ⁵Osaka DMO,

⁶Fukuoka DMO, ⁷Kagoshima LMO

気象庁は、火山噴火を捉える目的で、噴火に伴う空気振動を記録する空振計を火山近傍に設置して監視観測を行っている。気象研究所では、2009年度から5年計画の重点研究「気象観測技術等を活用した火山監視・解析手法の高度化に関する研究」の一部として、各種のインフラサウンドセンサーの特性を調査する目的で、桜島噴火に伴う空振の比較観測を鹿児島地方気象台の協力の下、南岳山頂火口から東南東約4.7 km 地点に位置する黒神町瀬戸において行っている。火山観測現業に使用している空振計（圧電型の超低周波マイクロホン）とコンデンサ型の超低周波マイクロホンによる同時観測の結果、位相特性の相違によって波形に差異があることがわかった。しかしながら、観測期間中に桜島で発生した規模の噴火に対して見られる空振波形の差異はピークピーク値あるいは実効値で比較すれば、異なる位相特性に起因する見かけ上の差に過ぎないことがわかった。さらに水晶振動型の圧力計を使用した空振観測なども含め、これまでの比較観測で明らかになった振幅特性や位相特性、風によるノイズレベルなどをまとめて報告する。

謝 辞

比較観測では、京都大学の横尾亮彦氏の超低周波マイクロホンによる空振データも参考にさせていただいた。記して感謝の意を表します。

キーワード: 空振, 超低周波音, 超低周波マイクロホン, 気圧波, 圧力計, 火山観測

Keywords: air shock, infrasound, infrasound microphone, pressure wave, barometer, volcano monitoring

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

PSD 式インフラサウンドセンサ開発および小型化 Development and downsizing of a PSD type infrasound sensor

真鍋 雄大¹, 山本 真行^{1*}
Yudai Manabe¹, Masa-yuki Yamamoto^{1*}

¹ 高知工科大学

¹Kochi University of Technology

Infrasound is one of the open fields for remote-sensing methods of geophysical phenomena in the atmosphere. There have been developed and used many types of infrasound sensors, however, typically used infrasound sensors are almost manufactured by foreign countries, resulting high cost situation in Japan. If we can develop low cost infrasound sensors, multiple-site arrayed observation will be realized in near future. Recently, infrasound signal generated by tsunami was clearly detected by many CTBTO infrasound stations (Arai et al., 2011), suggesting a new era for establishing a dense infrasound sensor network in every part of Japan for preventing or reducing catastrophic disasters. Because the nature of pressure waves with large wavelength, amplitude of infrasound generated by tsunami might be proportional to the size of the disasters. Combination with sensor networks of seismometers on ground and ocean floor, GPS-buoy type wave recorders, and water manometers on ocean floor, establishing a dense network of infrasound sensors with arrayed configuration is desired.

Since 2006, we have been developing new sensing method of infrasound by using piezo film and PSD (Position Sensitive Detectors), achieving frequency range between 0.001 Hz and 10 Hz as well as minimum pressure level of 0.01 Pa (Yamamoto and Ishihara, 2009). Here, we tried downsizing the PSD type infrasound sensor developed in 2008 into a size of 0.15 m x 0.15 m x 0.25 m height with calibrating it by using space chamber (0.8 m length x 0.58 m diameter) as an accurate volume pressure reservoir. By pushing and pulling a small amount of air by a small syringe, calibrating pressure waves with extremely weak amplitude (10 Pa to 0.01 Pa) can be generated in the chamber, precise measurement of artificially generated infrasonic signals could be realized. The waves were measured not only by the developed PSD sensor, but also by Chaparral Model-2.5 infrasound sensor at the same time. Comparison with output signals by two types of sensors, the downsized PSD type infrasound sensor was carefully studied. In this poster, we will show the new design and obtained calibrating datasets.

キーワード: インフラサウンド, センサ開発, PSD, 小型化, 低コスト, 較正

Keywords: infrasound, sensor development, PSD, downsizing, low-cost, calibration

IUGONETにおけるインフラサウンド関連メタデータの整備 Preparation of the metadata for infra-sound in IUGONET project

小山 幸伸^{1*}, 家森 俊彦¹, 堀 智昭², 田中 良昌³, 阿部 修司⁴, 新堀 淳樹⁵, 梅村 宜生², 上野 悟⁶, 佐藤 由佳³, 谷田貝 亜紀代⁵, 八木 学⁷

Yukinobu Koyama^{1*}, Toshihiko Iyemori¹, Tomoaki Hori², Yoshimasa Tanaka³, Shuji Abe⁴, Atsuki Shinbori⁵, Norio UMEMURA², Satoru UeNo⁶, Yuka Sato³, Akiyo Yatagai⁵, Manabu Yagi⁷

¹ 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 国立極地研究所, ⁴ 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター, ⁵ 京都大学生存圏研究所, ⁶ 京都大学大学院理学研究科附属天文台, ⁷ 東北大学理学研究科 惑星プラズマ・大気研究センター

¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ³National Institute of Polar Research, ⁴International Center for Space Weather Science and Education, Japan, ⁵Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University, ⁶Kwasan & Hida Observatories, School of Science, Kyoto University, ⁷Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

京大地磁気センターにおいては、愛知教育大学の田平誠名誉教授によって観測された、1984-2004年に渡る刈谷インフラサウンドデータが整備・公開されている。また、IUGONETプロジェクトにおいては、超高層大気を主な対象としたメタデータ・データベースとデータ解析ソフトウェアを整備している。この一環として、上述の刈谷インフラサウンドデータに関するメタデータ、ならびにデータ解析ソフトウェアを整備しつつある。本発表では、上記に関する現状報告を行う。さらに、超高層大気分野以外の他分野との協力について提案する。

キーワード: 超高層大気, メタデータ, データベース, データ解析ソフトウェア, インフラサウンド

Keywords: upper atmosphere, metadata, database, data analysis software, infra-sound