

宇宙用真空装置を用いたインフラサウンドセンサーの較正実験
Calibration experiment for infrasound sensors by a space chamber

*山本 真行¹

*Masa-yuki Yamamoto¹

1.高知工科大学 システム工学群

1.School of Systems Engineering, Kochi University of Technology

Infrasound monitoring is important for atmospheric study and disaster prevention for destructive geophysical events such as volcanic eruptions, thunderstorms, landslides, tsunamis, etc. We have been developed a kind of infrasound sensor in our laboratory since 2007, then most recently, a combined type infrasound sensor was successfully developed, collaborating with a company of *RESONA ALES* in 2015. At a time of infrasound sensor construction, precise calibration with simulated infrasonic waves is significant for evaluation. Here we introduce a method of calibrating infrasonic waves with precise pressure amplitude and frequency with using a space chamber in laboratory. The space chamber is usually used at a scene of testing rocket-borne instruments and satellites in extremely severe rarefied environment before the launch with using multiple vacuum pumps to create space environment in laboratory. However, we use the chamber as an extremely rigid volume without having any surrounded surface change during the calibrating experiments. The infrasound is understood as pressure waves in the atmosphere, thus the same kind of waves can be simulated if we inject a fixed small volume into the fixed amount of atmospheric volume enveloped by the rigid chamber. The simulated pressure level can easily be calculated by using a ration between the injected small volumes per the large amount of enveloped space. A small space chamber in Kochi University of technology (KUT) with 240 litter volume was used for this kind of calibration with a small syringe with giving $1/10^8$ of the 240 litter per a fixed time constant. The syringe can be accurately controlled by a motor-driven push-pull motion mechanics with a long time period up to 1000 s. Therefore, sinusoidal pressure waves with a pressure level of 0.001 Pa as well as extremely slow frequency of 0.001 Hz was realized for calibration. By using such facilities in KUT, precise calibration with the developed infrasound sensor as well as any other infrasound sensors, microphones, and barometers can be realized. In this paper, calibrating datasets for various types of sensors will be shown.

キーワード：インフラサウンド、較正、宇宙用真空装置

Keywords: Infrasound, Calibration, Space chamber

インフラサウンドN型波形イベント自動検出ソフトウェアの開発

Development of automatic detection software for N-type waveform events of infrasound

*反町 玲聖¹、山本 真行¹、柿並 義宏¹

*ryosei sorimachi¹, Masa-yuki Yamamoto¹, Yoshihiro Kakinami¹

1.高知工科大学

1.Kochi University of Technology

1. 背景

周波数20 Hz以下の低周波音波であるインフラサウンドは、大気中を伝搬する際の減衰を受けづらく長距離伝搬する特徴があり、また火山の噴火や津波などのリモートセンシング技術として注目されている。高知工科大学山本研究室では、2005年からインフラサウンドについての研究が行われており到来方向探知を視野に入れた観測やシステム開発が行われ、小松(2012)により音波源位置推定が行われた。インフラサウンドの計測を防災に役だてるためには、火山噴火などの爆発的自然現象の際発せられるN型波形イベントの自動検出が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究ではインフラサウンドのN型波形イベントを高精度に自動検出するソフトウェアの開発を行うとともに、同ソフトウェアのN型波形イベント検出精度の検証を目的とする。

3. 開発したソフトウェアについて

本研究で作製したソフトウェアは、N型波形イベントを検出する際のトリガ値など5つのパラメータを入力することで長時間の観測波形データの中から複数のN型波形イベントを自動検出しそれらの時刻とイベント検出数を表示する。また、今後インフラサウンドについての統計的研究を行ううえで有用な、波形の描画やスペクトログラムの表示を行う機能を持つ。火山の噴火や落雷などのように瞬時的かつ爆発的なイベントの際発せられたN型波形イベントは、波形に周期性がほとんどなく幅広い周波数成分が含まれている。そのため長時間の波形データを短い時間ブロックに分割し順次FFT (Fast Fourier Transform)を行い、周波数方向に積分したスペクトル強度の平均値が大きくなる点(時刻)を探しN型波形イベントを検出する。

4. ソフトウェアの検証方法

作製したN型波形イベント検出ソフトウェアの検出精度を、小松(2012)により計測された打ち上げ花火によって発せられたインフラサウンド観測データを用いて行った。2分間のデータには目視にて11例のN型波形が明瞭に確認でき、検証にはこの波形に疑似的に生成したノイズを加算したデータを作り、同データに対する自動処理にて検出数がちょうど11例となるようにトリガ値を微調整しながら加えるノイズの大きさを増やしていき、ノイズを加算する前の検出時刻と加算後の検出時刻との変化を比較した。

5. 検証結果からの考察

検証の結果からS/N比が1を下回ってもN型波形イベントを全体の半分程度は検出できていることがわかる。また目視による確認が困難なイベントも一部検出できることがわかった。

6. 結論

今回作製したイベント検出ソフトウェアは波形や条件によってはS/N比が1を下回っていても全体の半分程度のN型イベントが検出できており目視による確認が困難なほどのS/N比であっても正しく検出することの出来たイベントもあることから目的は達成できたと結論づける。

参考文献:

小松孝康、インフラサウンド多地点アレイ観測システムの構築と音波源位置の推定、平成23年度 高知工科大学大学院特別研究報告、2012.

キーワード：インフラサウンド、N型波形、イベント検出

Keywords: infrasound, N-type waveform event, automatic detection

津波早期検知に向けた精密気圧観測網の整備状況

The current status of the infrasound observation network for improving the tsunami warning system

村山 貴彦¹、新井 伸夫²、*岩國 真紀子¹、今西 祐一³、綿田 辰吾³

Takahiko Murayama¹, Nobuo Arai², *Makiko Iwakuni¹, Yuichi Imanishi³, Shingo Watada³

1.日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東京大学地震研究所

1.Japan Weather Association, 2.Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3.Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Sensitive microbarographs in and around Japan recorded unequivocal signals associated with the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku, Japan earthquake (Mw = 9.0).

We identify them as atmospheric boundary waves excited by the uplift and subsidence of the ocean surface (tsunami generation), on the basis of the waveform characteristics as well as similarity with the data from ocean-bottom pressure gauges.

It is noted that the atmospheric boundary waves, once excited, travel in the atmosphere significantly faster than the tsunami waves in the ocean. In addition, they retain the original shape of the tsunami, because they are little dispersive. Establishment of a network of infrasound observation along the coast line facing the subduction zone would improve the tsunami warning system, because it would provide information on the tsunami source.

In order to achieve this conception, we have developed a prototype system of the infrasound observation network and started to observe the atmospheric pressure changes associated with tsunami generation by deploying of three infrasound observation sites in Ofunato city of Tohoku region on July 2013. In addition we caused expansion of this network by newly deploying of infrasound observation sites in Mie prefecture of Tokai region on Jun 2015.

Now, based on the findings of the observation, we are discussing what the observation network should be, where and how a prototype system would be deployed.

In this presentation, we would introduce our discussing.

[References]

[1] Arai, N., M. Iwakuni, S. Watada, Y. Imanishi, T. Murayama, M. Nogami (2011), Atmospheric boundary waves excited by the tsunami generation related to the 2011 great Tohoku-Oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L00G18, doi:10.1029/2011GL049146.

キーワード：大気境界波、津波波源、インフラサウンド、微気圧計

Keywords: Atmospheric boundary wave, Tsunami source, Infrasound, Microbarograph