

海洋波浪から放射される大気音波のCIP-CUP法を用いた数値モデリング Numerical modeling of acoustic radiation from oceanic swell using CIP-CUP scheme

松村 充^{1*}; 金尾 政紀¹
MATSUMURA, Mitsuru^{1*}; KANAO, Masaki¹

¹ 国立極地研究所

¹National Institute of Polar Research

数秒周期の海面重力波（波浪）は、その半分の周期の大気音波（マイクロバロム）を放射する。マイクロバロムは、海岸付近の地上微気圧観測により常時観測される。マイクロバロムの振幅と伝播速度はそれぞれ波浪の振幅と大気温度や風速に依存することから、観測データをもとに波浪の振幅や大気温度・風速の平均的な値を推定できる可能性がある。このような推定をおこなうために、われわれは大気・海洋の結合モデルを開発した。一般的な大気・海洋結合モデルでは、大気と海洋のモデルは独立しており、複雑な境界条件で結合されている。一方われわれは、複雑な境界条件を回避するために、CIP-CUP（Constrained Interpolation Profile - Combined and Unified Procedure）法を用いて、大気と海洋を同じ枠組み内で統一的にモデリングした。この方法の利点は、移流計算の精度が良いこと、密度差が3桁もある境界でも安定して計算が行えることである。本講演では、波浪から放射されるマイクロバロムについて、モデル計算の結果と解析解を比較し、モデルの妥当性を議論する。

キーワード: マイクロバロム, インfrasound, 大気音波, 波浪, 海面重力波, CIP-CUP 法

Keywords: microbarom, infrasound, atmospheric acoustic wave, swell, oceanic surface gravity wave, CIP-CUP method

パラオにおける高精度気圧アレーおよび広帯域地震同時観測：気圧変動に伴う傾動成分の評価 High resolution barometer array and broadband seismic observation in Palau

石原 靖^{1*}; 志藤 あずさ²; 城岡 竜一¹; 深尾 良夫¹
ISHIHARA, Yasushi^{1*}; SHITO, Azusa²; SHIROOKA, Ryuichi¹; FUKAO, Yoshio¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 京都大学地球熱学研究施設

¹JAMSTEC, ²Kyoto Univ.

昨年の JpGU においてパラオでの高精度気圧アレー観測の概要と大気重力波の検出とアレー解析による伝播方向および速度の抽出によるアレーの能力について報告をした。日々の変動が安定しておりイベント的な信号を検出しやすい環境であることや、同じ地点や周辺にて地震計、気象レーダー観測、潮位観測、気象の観測が同時されており、パラオでの統合観測は様々な変動の理解に向けた好条件が整ったフィールドとなっている。その後も高精度気圧計の計測は順調に継続され、且つ懸案であった2地点で計測をしていた広帯域地震観測のうち重要な観測要素である STS-1 地震計の上下動成分の故障箇所をこの期間中に修復し、当初の計画した観測の構成での計測を実現した。

周期 100 秒を超える帯域では大気重力波の伝播が容易に検出され、その変動の追跡が容易にされる。この種の信号はほぼ毎日のように認められる現象である。短周期帯域になると重力波の振幅は急激に下がるとされているが、計測された記録の中には周期数十秒の帯域まで及ぶ非常に顕著な信号が認められる。アレー解析の結果から昨年に報告したのとほぼ同じ 20 から 30m/s 程度の見かけ速度の波群であり、且つ長周期成分の信号も伴っていることから大気重力波と推定される。

同時刻の広帯域地震計の記録を見ると、気密が保たれた上下動成分には顕著な信号は認められないが水平動 2 成分には大きなドリフトを伴う変動が認められる。脈動成分を除去すると気圧計で計測された周期数十秒の成分の信号までも連動しているが判明した。広帯域地震計は 2 か所で計測しているが両地点とも気圧の変動に大変良く連動している。この特徴から気圧変動が地面の傾動を引き起こしていると考えられる。傾動の原因として降雨も考えられるが、地震観測点近傍の NOAA の気象観測データでは降雨は記録されておらず、また他の地点での JAMSTEC の気象観測施設のデータはわずかな降雨は認められている程度である。

短周期のイベント的な気圧変動はフィルター処理をおこなうと、すべての観測点で追跡可能な信号が時々観測される。その多くは地震計記録に傾動としても記録されている。地震計の特に水平動成分のノイズが気圧変動に伴う傾動成分であると推定される。気圧変動と傾動などの地動成分の変換係数や同時観測によるノイズ除去の可能性について評価する。

またアレー間を伝播する気圧変動のその特性について報告の予定である。

キーワード: 大気重力波, 広帯域地震記録, 傾動

Keywords: atmospheric gravity wave, broad band seismic record, ground tilting

砕氷艦しらせ船上でのマイクロバロムス検出 Detection of microbaroms on icebreaker SHIRASE

柿並 義宏^{1*}; 村山 貴彦²; 中元 真美⁴; 宮町 宏樹⁵; 岡田 和見⁵; 山本 真行¹; 金尾 政紀⁶
KAKINAMI, Yoshihiro^{1*}; MURAYAMA, Takahiko²; NAKAMOTO, Manami⁴; MIYAMACHI, Hiroki⁵;
OKADA, Kazumi⁵; YAMAMOTO, Masa-yuki¹; KANAO, Masaki⁶

¹ 高知工科大学, ² 日本気象協会, ³ 九州大学, ⁴ 鹿児島大学, ⁵ 北海道大学, ⁶ 極地研究所

¹Kochi University of Technology, ²Japan Weather Association, ³Kyushu University, ⁴Kagoshima University, ⁵Hokkaido University, ⁶National Institute of Polar Research

Microbaroms with about 0.2 Hz caused by oceanic wave are often observed as infrasound wave. We installed infrasound sensor and have observed small pressure variation since 2008 at the Showa station in Antarctica. The results show continues wave with about 0.2 Hz arrives from ocean area. Therefore, the wave is concluded with microbaroms excited at the Antarctic Ocean. However, the excitation mechanism of microbaroms has been still unknown enough because of lack of observation. To understand it, the infrasound sensor was installed on icebreaker SHIRASE and infrasound was observed from Fremantle, Australia during JARE-54 (54th Japan Antarctic Research Expedition) in 2012 and JARE-55 in 2013, and Harumi, Japan during JARE-56 in 2015 to offshore of the Syowa station. Although waves with similar frequency band of microbaroms was observed on the ship, pitch angle variation of the ship also had similar frequency. The pitch angle motion of the ship results vertical motion of the sensor, namely, pressure change. Rough estimation of vertical motion indicates that more than 50% of pressure change in microbaroms-band arises from vertical motion of the ship. In order to eliminate pressure change coming from microbaroms, accurate estimation of vertical motion of the ship is key issue. In this paper, we show attempt to detect microbaroms on the ship and preliminary results.

キーワード: インフラサウンド, マイクロバロムス, 波浪, 南氷洋

Keywords: infrasound, microbaroms, ocean wave, the Antarctic Ocean

インフラサウンド観測とセンサ開発の最近の展開 Recent progress of infrasound studies and sensor developing activities

山本 真行^{1*}; 横田 昭寛²
YAMAMOTO, Masa-yuki^{1*}; YOKOTA, Akihiro²

¹ 高知工科大学, ² 株式会社レソナアレス
¹Kochi University of Technology, ²SESONA ALES

Infrasound is one of the most important open fields to study the missing link from troposphere to upper atmosphere. In this decade, observation of the infrasound has been gradually improved with the progress of constructing the sensor network in all over the world for watching the nuclear explosions. On the other hand, many kinds of remote-sensing observing methods have been developed by many scientists for ionospheric plasma observation like the GPS-TEC mapping method to clarify the wide field disturbances like TID (Traveling Ionospheric Disturbance), indicating the importance of vertically propagating large wavelength waves to be projected and seen on the mapping results. Seismic, volcanic, atmospheric and oceanic observation regions are also deeply concerning with the infrasound studies.

Hence, not only the electromagnetic coupling processes but also neutral atmospheric pressure waves like the audible sound and infrasound should be studied. However, the observation of infrasound is currently less sufficient rather than the seismic and GPS sensor networks. As for the event studies, it has been reported that huge earthquakes like Sumatra (2004) or Tohoku-oki (2011) as well as their induced tsunami waves became clear wave sources of these kinds of pressure waves, suggesting the infrasound whose propagating velocity is faster than that of tsunami waves on the sea is important for the disaster prevention. Even the relatively small scale geophysical phenomena like volcanic eruptions, meteorite entries, land or snow slides, or thunders also creates clear N type infrasound signal at a time of arrival of the shock waves generated at the source region, possibly depending on its size and moving distance.

In order to measure such pressure waves in a few to several 100 km scale, arrayed sensors network is required, thus the cost of each pressure sensor is important to build. We recently developed a new infrasound sensor that include some weather monitoring sensors and seismometers, enables us to integrate several parameters information to create an independent emergency alert system by one sensor complex for any geophysical events just after the arrival of the sonic waves. In this paper, we will show the most recent progress of the infrasound studies as well as the development of infrasound sensors. Collaboration of science and engineering researches, manufacturing companies with their engineers and infrastructure management officers in regional governments are very important to open the new era of the infrasound applications useful into the society.

キーワード: インフラサウンド, 多地点観測, センサ開発, 防災, 極域観測, 理工学連携

Keywords: Infrasound, Multisites observation, Sensor development, Hazard prevention, Polar region observation, Collaboration of science and engineering