

平成22年5月17日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19740265

研究課題名（和文） 極域におけるインフラサウンドの計測

研究課題名（英文） Infrasound Observation at Antarctica

研究代表者

石原 吉明 (ISHIHARA YOSHIKI)

国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・研究員

研究者番号：80400232

研究成果の概要（和文）：南極昭和基地にインフラサウンドセンサー（微差圧計）およびセンサーハウジング、機械式ローパスフィルター、ロガーからなるインフラサウンド計測システムを設置し、南極という極限環境下、特に冬期の極低温・ブリザード環境下での計測システムの耐候性能を確認した。また、昭和基地近傍におけるインフラサウンド帯域での微気圧変動の定常的なモニタリングを行っている。これまでに、氷震・氷床滑り・海洋振動等によると思われるインフラサウンドの検出に成功した。さらに、これまで知られていなかった非常に長期間にわたって連続的に励起されるトーン構造をもったインフラサウンドを検出した。

研究成果の概要（英文）：We deploy an infrasound observation system at Syowa station, Antarctica. The system consists of an infrasound sensor (Chaparral Physics Model-2: a condenser microphone type differential pressure sensor), a sensor housing, a mechanical low path filter (tube array), and a data logger. We validated the system under extreme condition at Antarctica, especially; very low temperature and strong blizzard wind at Antarctic winter.

From Mar. 2008, we started pilot continuous observation. We monitor differential pressure variation around Syowa station at the infrasound band. Until now, we found out infrasound generated by icequakes, ice sheet movements, oceanic oscillations. Moreover, We found out the new type of infrasound has very long durations (a few to dozens of days) and harmonic overtone structure at some Hz to lower most human audible band.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,600,000	0	2,600,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	300,000	3,900,000

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：インフラサウンド・微気圧変動・氷震・氷床振動

## 1. 研究開始当初の背景

インフラサウンド帯域の微気圧変動は、固体地球の振動現象や、海洋の振動、さらには低層大気や超高層大気運動によって励起される。これらは、インフラサウンド帯において互いにカップリングしており、例えば大地震時に地表で励起されたインフラサウンドが上空に伝播し、電離層を揺さぶることにより、GPS電波のシンチレーションとして観測されることなどがわかってきている。

研究開始当初、インフラサウンド観測網は、核実験探知を目的としたCTBTOの国際協定観測網や、その他の軍事活動のモニタリングを目的とした軍事・安全保障の観点から展開されたごく少数の観測網が存在するのみであり、ごく一部の研究者がデータを利用しているという状態であった。そこで、広く地球惑星物理現象に関連して励起されるインフラサウンドをターゲットとした理学目的の観測網を整備することで、領域横断的な研究の枠組みが生まれることが期待された。

## 2. 研究の目的

理学目的の観測網を展開するにあたり、一度に広域のネットワークを展開することは現実的には不可能である。したがって、すでにインフラサウンド計測装置以外の多数の観測装置が展開されており、最小限のインフラサウンド観測装置を展開することによって、領域横断的な研究を展開しやすい昭和基地において、新たに微気圧変動観測装置を展開し、これまで計測されたことの無い、インフラサウンド帯域の微気圧変動を計測することが費用対効果の面でも望ましいため、昭和基地において微気圧変動計測を開始する事が目的の一つである。

また、昭和基地に設置された地震連続波形記録など、インフラサウンド以外のデータ等も組み合わせることで解析することにより、記録されたインフラサウンドの励起源の推定をおこなうこと、また、将来の恒久的な観測を行うための、観測装置の設置方法や、耐久性の評価を行うことも目的の一部である。

## 3. 研究の方法

南極昭和基地に微気圧変動観測装置を展開し、インフラサウンドの連続観測をおこない、得られたデータの解析を行う。また、観測装置の耐候性能や、昭和基地でのノイズ環境についても、得られたデータから評価を行う。

## 4. 研究成果

JARE49において、微気圧変動観測装置を昭和基地の地震計室近傍に設置し、2007年度末から連続観測が開始された。本来、3要素のアーレー観測を行う予定であったが、極地研究

所からの要請により、1センサーのみの設置となっている。

連続観測開始後、観測装置は大きなトラブルが発生することも無く、ほぼメンテナンスフリーの状態稼働している。厳冬のブリザードや、初春の雪解け水によるセンサーハウジングや機械式ローパスフィルターへの影響もみられず、現在のコンフィグレーションにおいて観測装置の耐候性能に問題ないことが確認された。

本研究では、これまでのインフラサウンド計測と異なり、サンプリング周波数を20Hzではなく100Hzでのデータ収録をおこなっており、CTBTOの観測点では観測されたことの無い音波帯最低周波部のデータまで得られている。これにより、海洋-大気カップリングによる7秒周期程度に卓越周期を持つ連続的な微気圧変動や、氷震にともなうと思われる微気圧変動以外に、いままで他の極域の観測点でも報告例のない新たな種類の微気圧変動を検出することに成功している。以下に昭和基地で記録されたインフラサウンドの特徴を記述する。

昭和基地において最も顕著に記録されるインフラサウンドは、CTBTOの観測点でも観測される、海洋-大気のカップリングにより励起される7秒程度の周期を持つマイクロバロムスである。卓越周期の時間変動や、励起強度の季節変動が見られる。これは、昭和基地近傍の海面が、海水で覆われる面積が季節変動するため、カップリングの程度が変化している為だと思われる。極域に特有なインフラサウンドとしては、氷床の底面すべりによって励起されていると思われる数Hzから十数Hzの帯域で顕著な倍音構造を持つ数時間から一日程度の長さで励起されるインフラサウンドが記録されている。また、同様な倍音構造をもつシグナルが、十数ヘルツから40Hz程度の帯域でも記録されているが、こちらは数日以上にわたって励起されている事が多い。これは、今回世界で初めて記録されたインフラサウンド-可聴域の音波であり、今後更なる研究が必要であるが、強風時により強く励起される傾向がある事から、風による海水の動きにより、タイドクラック等で氷がこすれ合うことによって励起される物と考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① 山本真行・石原吉明・金尾政紀・戸田茂・西村裕一・松島健・宮町宏樹・渋谷拓郎・坪井誠司・田中聡・平松良浩・山田朗・小林励司, 昭和基地におけるインフラ

サウンド連続観測, 第 3 回南極研究観測シンポジウム集録(CD-ROM), 2009. (査読なし)

- ② 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 南極昭和基地におけるインフラサウンド計測, 第 29 回極域地学シンポジウムプログラム・講演要旨, 91-92, 2009. (査読なし)
- ③ 山本真行・石原吉明・金尾政紀・戸田茂・鈴木敏史・松島健, 国内および昭和基地におけるインフラサウンド観測の現状, 第 2 回南極研究観測シンポジウム集録(CD-ROM), 2008. (査読なし)
- ④ 石原吉明・山本真行・戸田茂・青山雄一・金尾政紀・松島健・鈴木敏史・臼井祐介, インフラサウンド観測プロジェクト 2. 南極昭和基地でのパイロット観測, 第 2 回南極研究観測シンポジウム集録(CD-ROM), 2008. (査読なし)
- ⑤ 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 南極におけるインフラサウンド観測計画, 南極研究観測シンポジウム集録(CD-ROM), 2007. (査読なし)

[学会発表] (計 17 件)

- ① 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 昭和基地におけるインフラサウンド計測, 「青い地球と白い大陸の地震学」-南極域の固体地球振動特性と不均質構造・ダイナミクスの解明-, 2010/03/20, 国立極地研究所.
- ② Ishihara, Y., M.-Y. Yamamoto, and M. Kanao, Current Status of Infrasonic Pilot Observation at Japanese Islands and SYOWA Antarctica, and Development of New Infrasonic Sensor using Optical Sensing Method, AGU 2009 Fall Meeting, 2009/12/14, San Francisco, USA.
- ③ 山本真行・石原吉明・金尾政紀・戸田茂・西村裕一・松島健・宮町宏樹・渋谷拓郎・坪井誠司・田中聡・平松良浩・山田朗・小林励司, 昭和基地におけるインフラサウンド連続観測, 第 3 回南極研究観測シンポジウム, 2009/12/10, 国立極地研究所.
- ④ 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 日本国内および南極昭和基地におけるインフラサウンドパイロット観測と光学ピックアップ式微気圧変動センサーの開発

の現状, 日本地震学会 2009 年秋季大会, 2009/10/23, 京都大学.

- ⑤ 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 南極昭和基地におけるインフラサウンド計測, 第 29 回極域地学シンポジウム, 2009/10/8, 国立極地研究所.
- ⑥ 山本真行・鈴木敏史・山田龍樹・石原吉明・金尾政紀・戸田茂・松島健・阿部琢美, インフラサウンド観測:ロケット打上げによる波動の解析と光学式センサーの開発, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 2009/5/18, 千葉.
- ⑦ Ishihara, Y., M.-Y. Yamamoto, S. Toda, Y. Aoyama, M. Kanao, and T. Matsushima, Current Status of Infrasonic Observation Project, 7<sup>th</sup> General Assembly of Asian Seismological Commission and Seismological Society of Japan 2008 Fall Meeting, 2008/11/25, Tsukuba.
- ⑧ 山本真行・石原吉明・金尾政紀・鈴木敏史・戸田茂, インフラサウンド観測の現状と将来計画, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2008 年秋学会, 2008/10/11, 仙台.
- ⑨ 山本真行・石原吉明・金尾政紀・戸田茂, SYOWAにおけるインフラサウンド観測の展望, 第 28 回極域地学シンポジウム, 2008/10/16, 国立極地研究所.
- ⑩ 石原吉明・山本真行・戸田茂・青山雄一・金尾政紀・松島健, 南極昭和基地におけるインフラサウンド観測, 第 28 回極域地学シンポジウム, 2008/10/16, 国立極地研究所.
- ⑪ 石原吉明, 南極昭和基地におけるインフラサウンド観測による諸振動現象の検出 1. 個体地球・海洋振動起源の微気圧変動, 国際極年～新船導入後の南極域における固体地球の振動特性研究に関する検討会, 2008/9/8, 国立極地研究所.
- ⑫ 山本真行・石原吉明・金尾政紀・戸田茂・鈴木敏史・松島健, 国内および昭和基地におけるインフラサウンド観測の現状, 第 2 回南極研究観測シンポジウム, 2008/6/26, 国立極地研究所.
- ⑬ 石原吉明・山本真行・戸田茂・青山雄一・金尾政紀・松島健・鈴木敏史・臼井祐介, インフラサウンド観測プロジェクト 2.

南極昭和基地でのパイロット観測, 第 2 回 南 極 研 究 観 測 シ ン ポ ジ ウ ム, 2008/6/26, 国立極地研究所.

- ⑭ 石原吉明・山本真行・戸田茂・青山雄一・金尾政紀・松島健・鈴木敏史・臼井祐介, インフラサウンド観測プロジェクト 2. 南極昭和基地でのパイロット観測, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 2008/5/29, 千葉.
- ⑮ 石原吉明・山本真行・金尾政紀, 南極におけるインフラサウンド観測計画, 南極研究観測シンポジウム, 2007/10/18, 国立極地研究所.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: インフラサウンド測定装置

発明者: 山本真行・石原吉明

権利者: 高知工科大学

種類: 特許

番号: 2009-119504

出願年月日: 2009 年 5 月 18 日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

該当なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石原吉明 (ISHIHARA YOSHIAKI)

国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・研究員

研究者番号: 80400232

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし