

# 南極インフラサウンド観測データ 収録公開システムの構築

ROIS DS JOINT 2018~2020

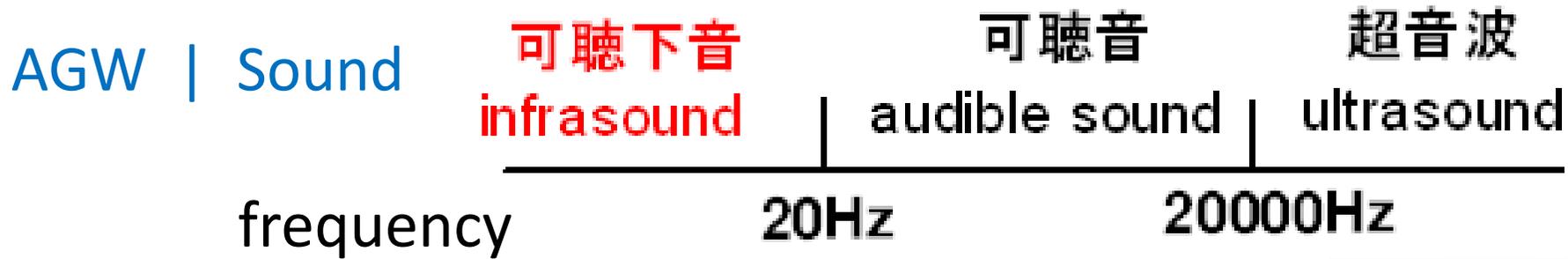
山本 真行 (高知工科大学)  
M.-Y. Yamamoto (Kochi Univ. of Tech.)



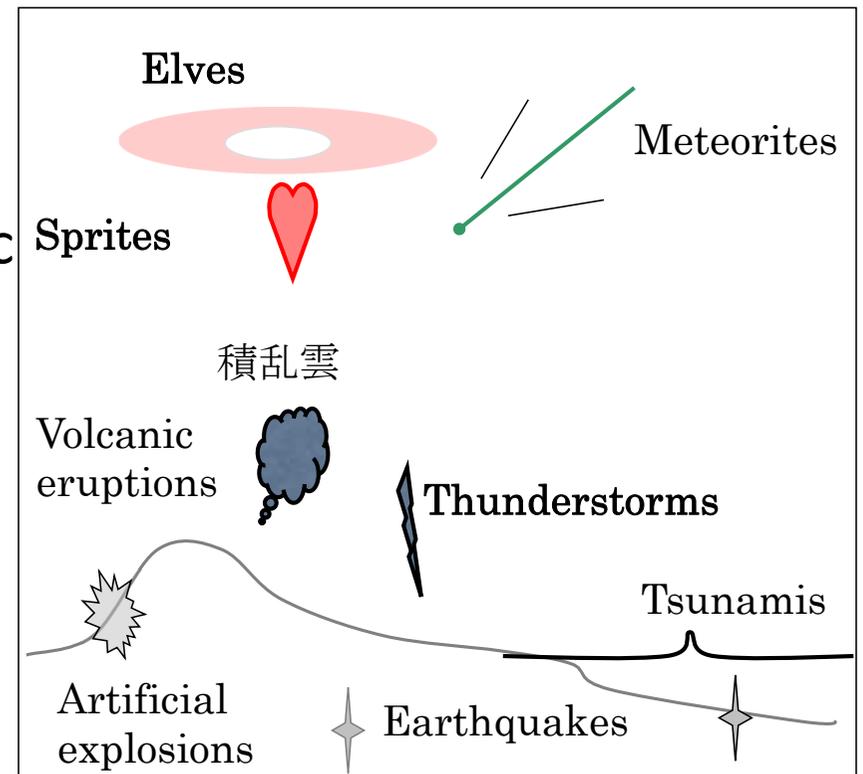
共同研究者 (DS 施設内研究者も記入する。)

	氏名	所属 (大学・学部等) ・職名		氏名	所属 (大学・学部等) ・職名
1	山本 真行	高知工科大学・教授	6	中元 真美	地震予知総合研究振興会・副主任 研究員
2	金尾 政紀	データサイエンス共同利用基盤 施設・准教授	7		
3	村山 貴彦	日本気象協会・主任技師	8		
4	石原 吉明	国立環境研究所・研究員	9		
5	松島 健	九州大学・准教授	10		

# Infrasound: long-distant propagating waves



1. Thunderstorms
2. TLEs (sprites, elves,..)
3. Meteorite falls, artificial reentries
4. Volcanic eruptions
5. Artificial explosions
6. Coupling process from seismic/oceanic waves
7. Earthquakes, Tsunamis



**Lower cutoff:**

$$f = \frac{1}{2\pi} \frac{\gamma g}{2c}$$

# Great East Japan Earthquake and Tsunami on March 11, 2011



# Infrasonic waves vibrate ionosphere

**Tsugawa et al., 2011**

T. TSUGAWA *et al.*: IONOSPHERIC DISTURBANCES AFTER THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE

877

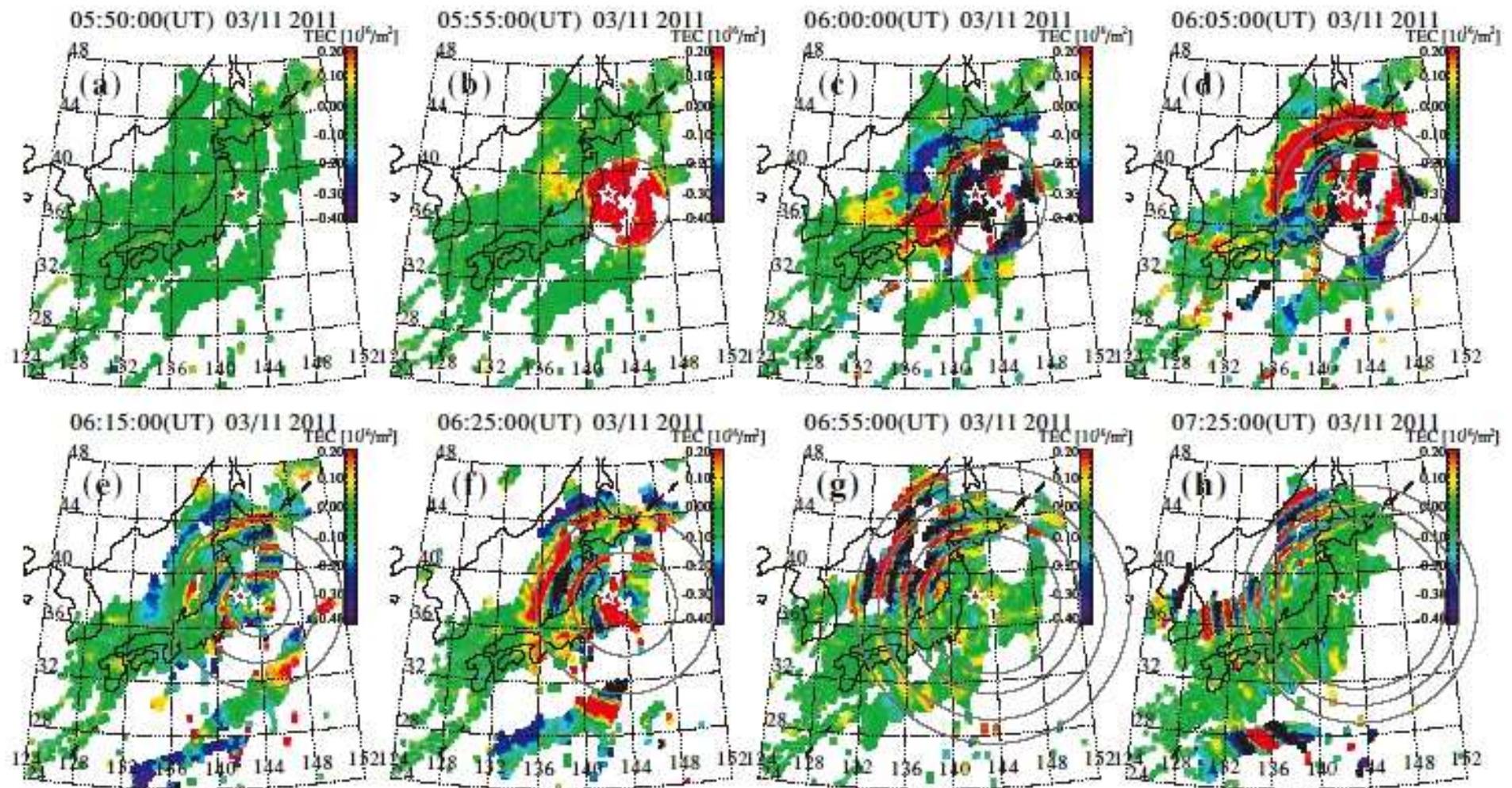


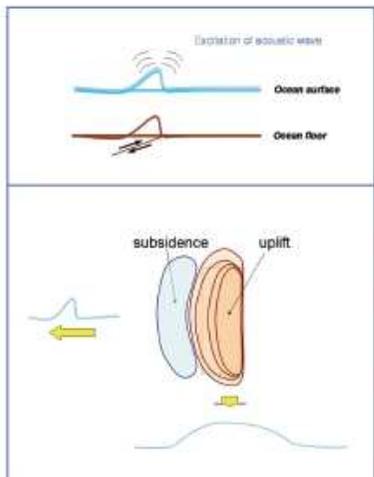
Fig. 2. Two-dimensional maps of the detrended TEC from 05:50 UT to 07:25 UT on March 11, 2011. The interval of figures (a–d), (d–f), and (f–h) is 5, 10, 30 minutes, respectively. The star and cross marks represent the epicenter and the ionospheric epicenter, respectively. Gray circles represent concentric circles with the ionospheric epicenter. A movie of the detrended TEC maps with 30-second resolution is available at the NICT website (<http://www.seg.nict.go.jp/2011TohokuEarthquake/>).

JS - P7

### Infrasound signals excited by up during the tsunami gene

Nobuo ARAI (arai@jwa.or.jp), Takahiko I (Japan W

Acknowledgement : We are grateful to Dr. Yuichi Univ. Tokyo) and Mr. Takuma OI (Toho Mercanti

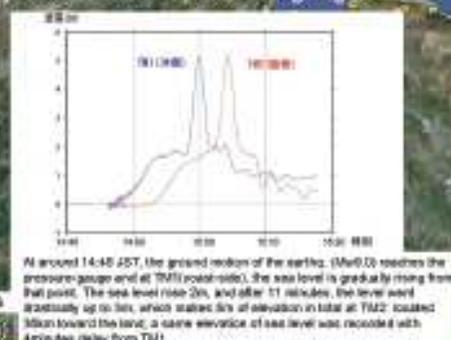
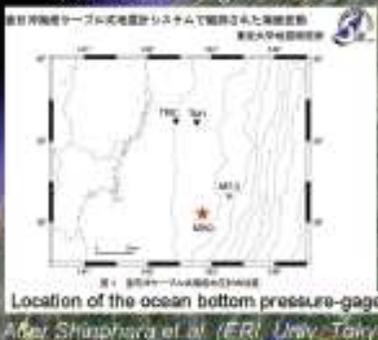


Observed ir verification re earthquake o  
 Long period a ocean surface at I30JP, I44F  
 -The on-set ti distance betw measured cel have travelle  
 -The shape o source estim along the faul fault length. the signals at relation betw  
 - The shape c observed by r source region at I45RU was during tsunan

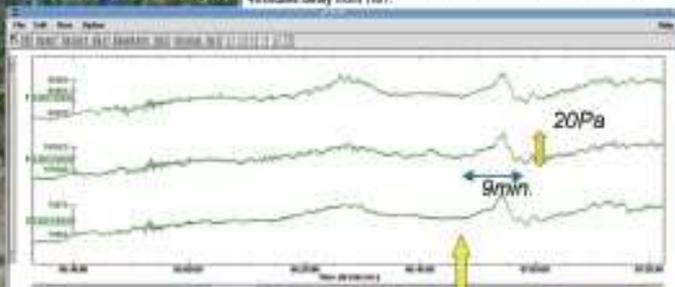
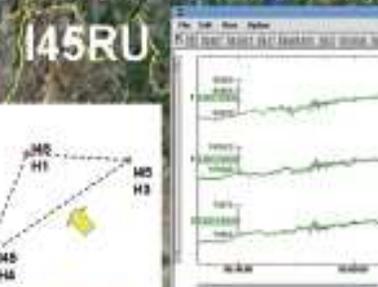
-The maximum amplitude of all observed acoustic waves were al uplift or subsidence of the sea surface ( $P$ ) can be approximately c surface,  $c$  is sound velocity near the sea surface and  $w$  is the cor amplitude at the source region can be roughly calculated as  $20P$ : tsunami wave height at ocean bottom pressure-gauges in the ts vertical deformation estimated by the inversion based on seismic comparable to the theoretical estimate.

When Tsunami early warning are provided to the public, the po only the hypocenter location and the magnitude and not the info source region, therefore, tsunami warnings may not have enough if an infrasound observation network was deployed along the coa through the network would improve the tsunami warning informat

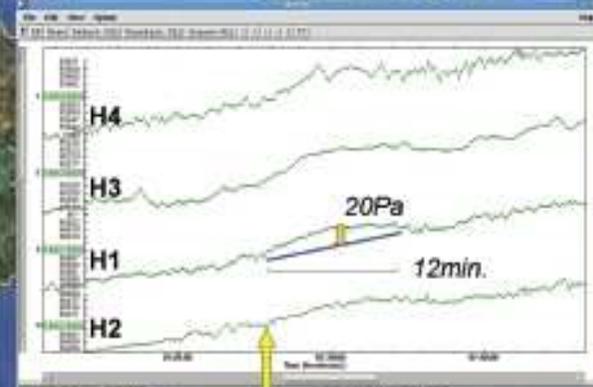
### Sea level changes observed by ocean bottom pressure-gauges



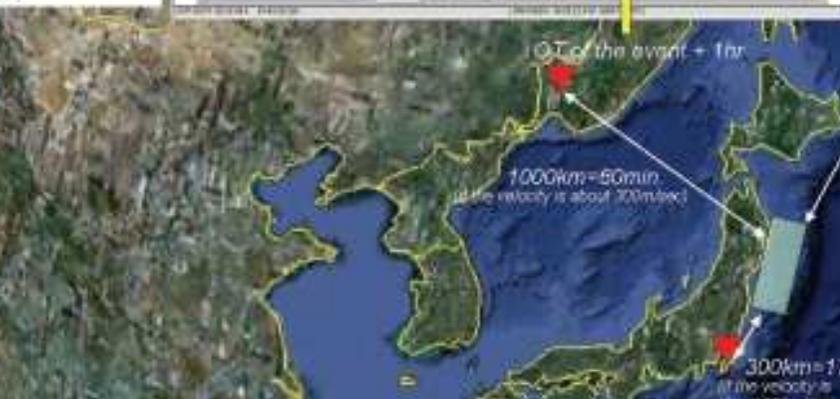
At around 14:45 JST, the ground motion of the earth. (M6.0) reaches the pressure-gauge and at TMI (east side), the sea level is gradually rising from that point. The sea level rise 2m, and after 11 minutes, the level rose 1m gradually up to 3m, which is about 3m of elevation in total at TMI. Located 3km toward the land, a same elevation of sea level was recorded with 4 minutes delay from TMI.



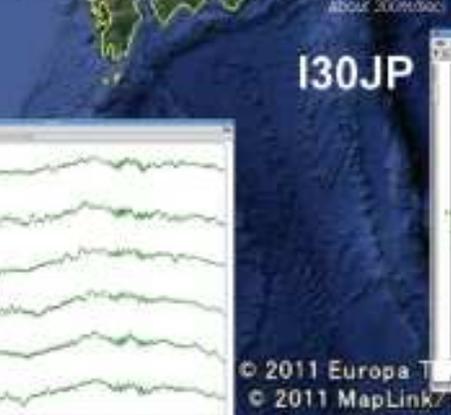
### I44RU



OT of the event + 1hr40min  
 1860km = 1hr40min (if the velocity is about 300m/sec)

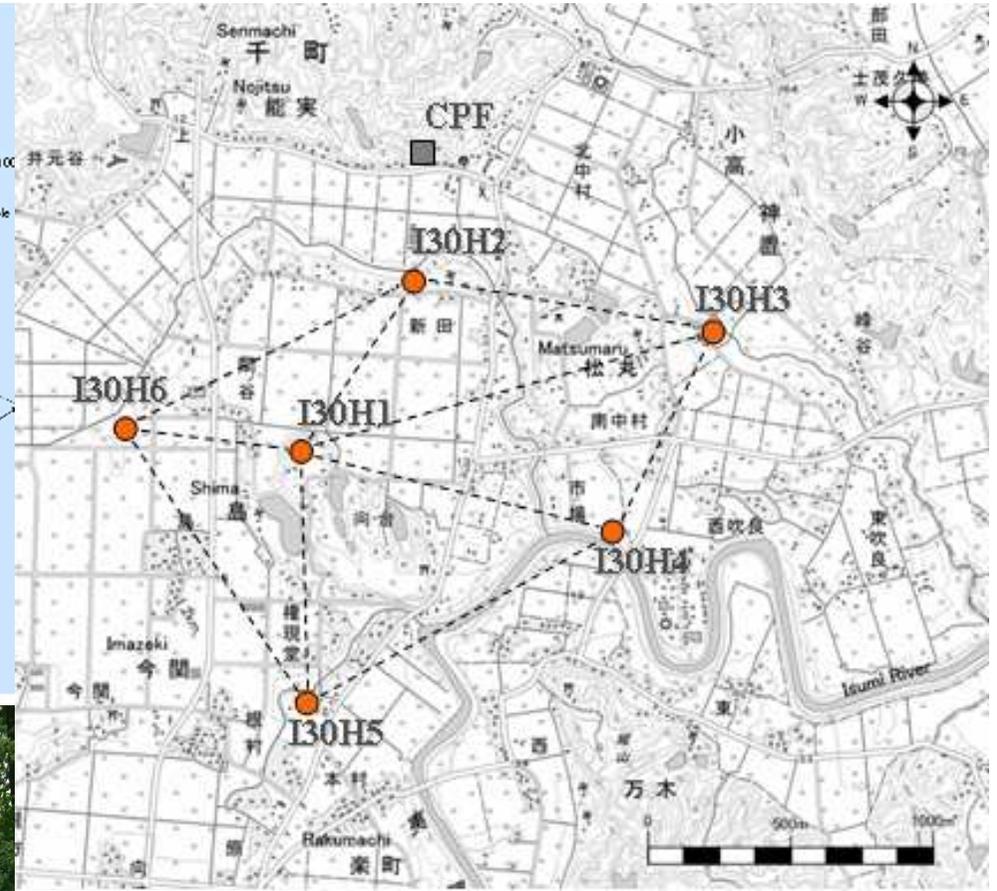
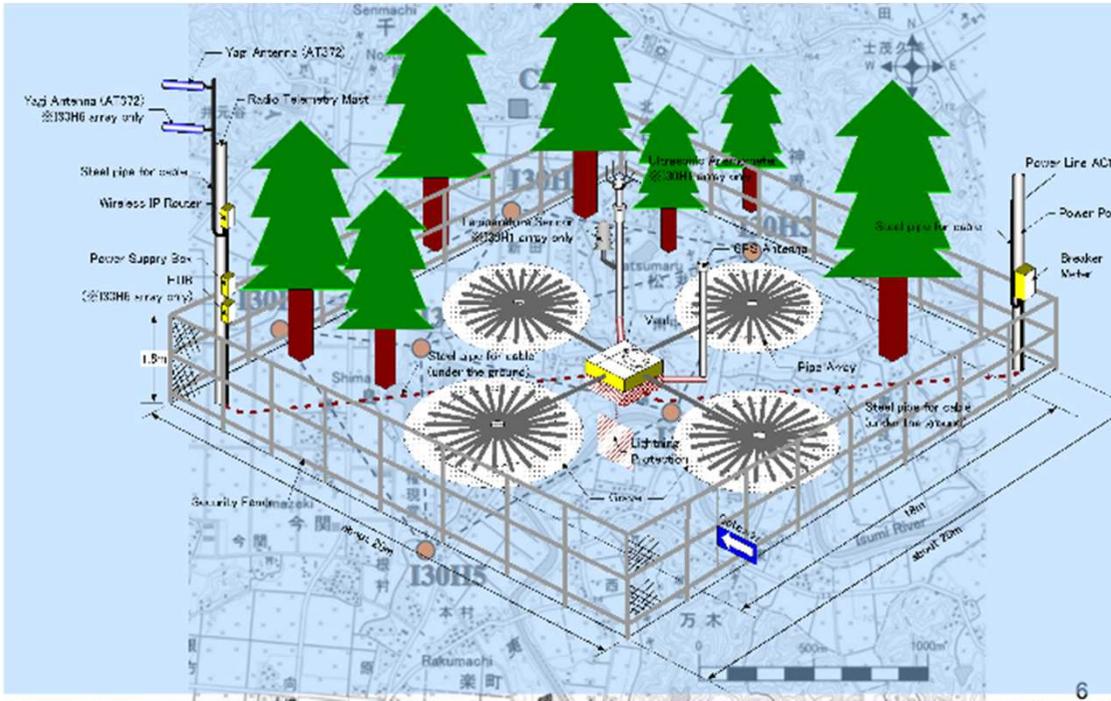


OT of the event + 1hr  
 1000km = 60min (if the velocity is about 300m/sec)  
 300km = 17min (if the velocity is about 300m/sec)



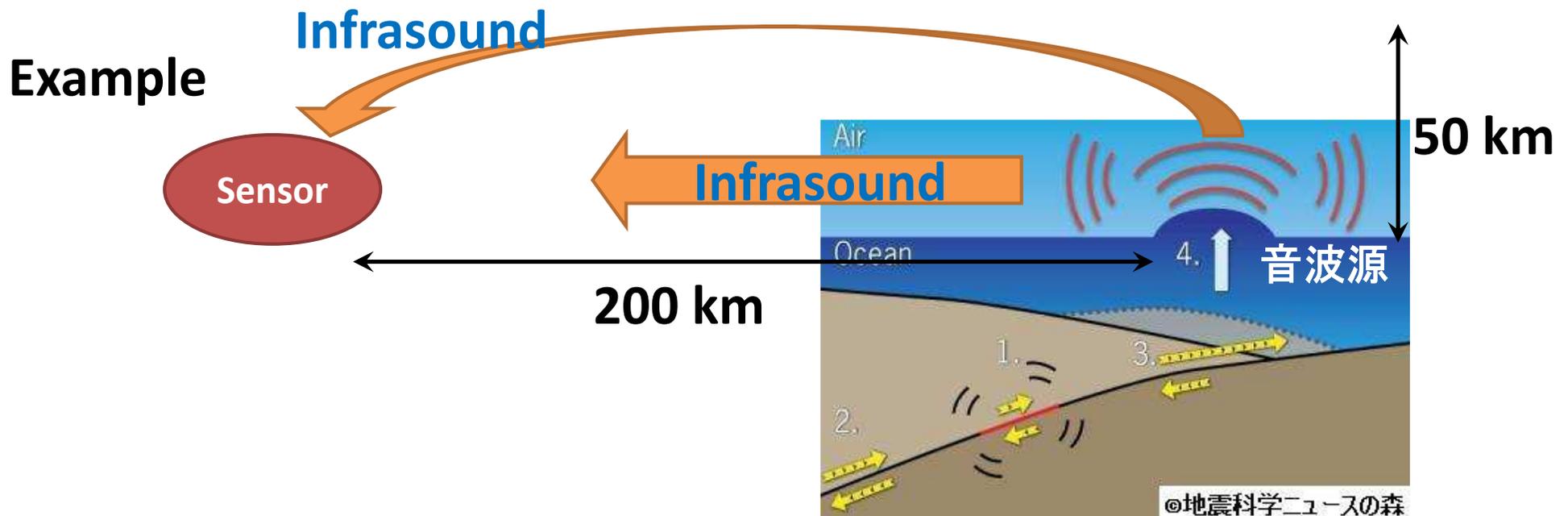
I30JP  
 12min = 220km coincide with the source length?  
 OT of the event + 17min

# IS30 CTBTO infrasound station in Japan

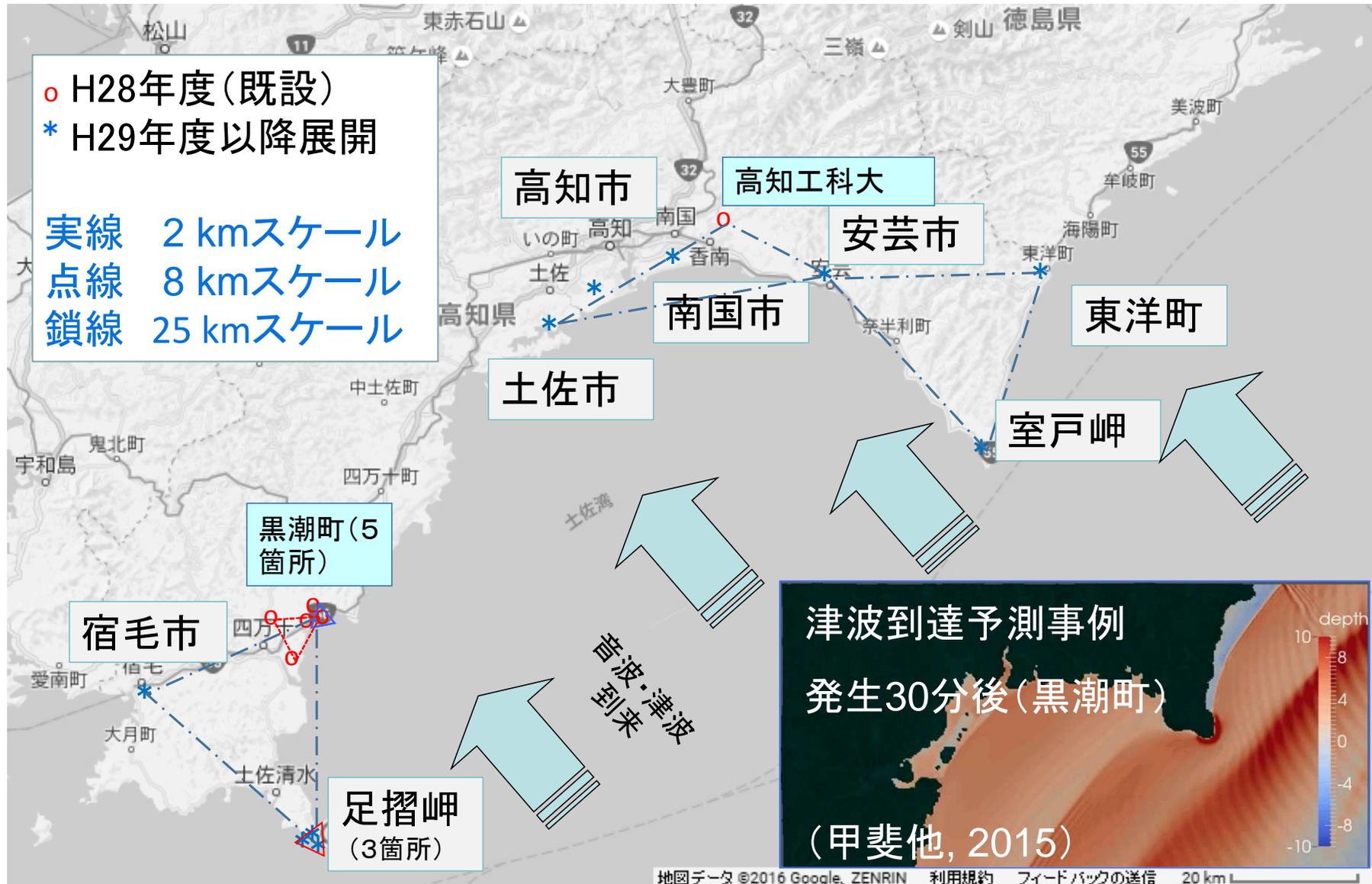


# Expectation of an alert system for Tsunami disaster

- Infrasound waves can reach to the land stations earlier than the real Tsunami waves.
- It can be applied not only for the Tsunami alert system but also for any other geophysical event monitor.



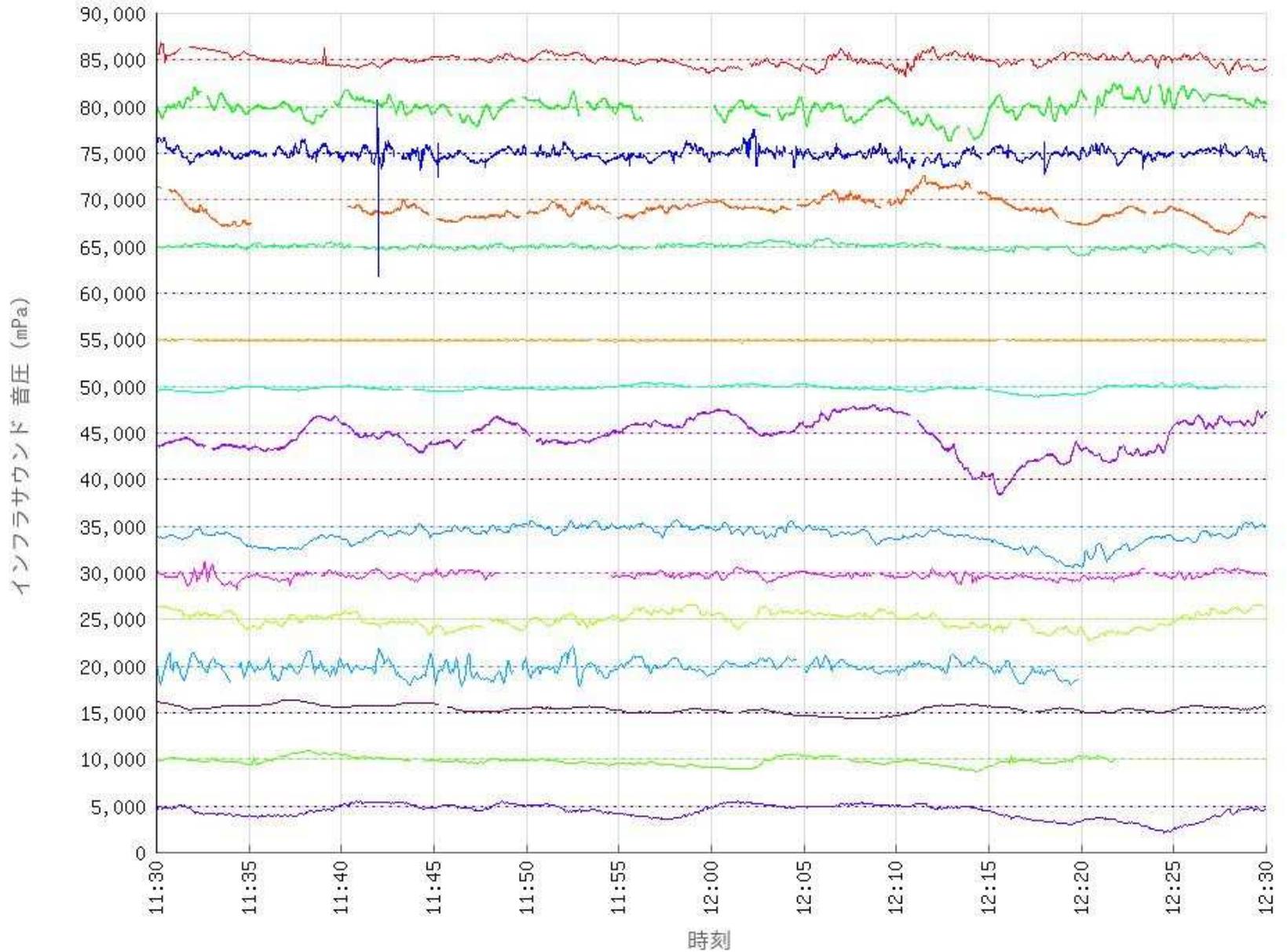
# 高知県内への面的配置計画(高知工科大学)



このほか、千葉・三重・愛知県内にも面的設置を実施中  
⇒ 東西の両地域の地震などのイベントの記録を確実にしたい

インフラサウンド AC 2021/01/15 11:30 - 2021/01/15 12:30 (JST)

国内  
インフラ  
サウンド  
観測データ  
公開中



- |                 |            |             |             |            |
|-----------------|------------|-------------|-------------|------------|
| — 東洋町生見         | — 室戸市室戸岬町1 | — 室戸市室戸岬町2  | — 安芸市西浜     | — 香南市夜須町手結 |
| ... 香美市土佐山田町宮ノ口 | — 南国市物部    | — 高知市春野町芳原  | — 土佐市宇佐町宇佐  | ... 黒潮町蜷川  |
| — 黒潮町出口         | — 黒潮町馬荷    | — 土佐清水市足摺岬2 | — 土佐清水市足摺岬3 | — 宿毛市小筑紫町  |
| — 別府市野口原        | — 中津市大悟法   |             |             |            |

# 全国インフラサウンド観測コンソーシアム(2019年発足)

## 海底からロケットまで：インフラサウンドを求めて

では、どうやってインフラサウンドを観測すればいいのでしょうか。まずわたしたちは、企業と共同でインフラサウンドを計測できるセンサーを開発しました。どんなに小さな音でも捉えられる優れたものです。ただ、高性能だから、すぐ防災に役立つというわけではありません。自然は常にインフラサウンドを生み出しているからです。たとえば風が発生させた音を感知すれば、誤報に繋がってしまいます。

津波のような大きな自然現象を観測するためには、多くの場所で「面的」に計測を行い、津波とノイズを区別する必要があります。そこでわたしたちは右図のように将来起こるとされている地震に備え、全国にセンサーを設置できるよう、研究を進めています。

さらに、ベンチャー企業と協力して、観測ロケットにセンサーを搭載する試みも行っています。花火で疑似的に発生させたインフラサウンドを、空中から検出できないか実験を行うことで、自然に大きく依存していた実験を自在に行えるように新しい方法を模索し続けています。



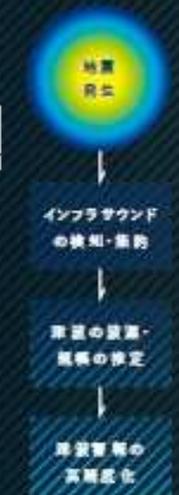
観測ロケットを用いた高層大気中における音波伝播の計測

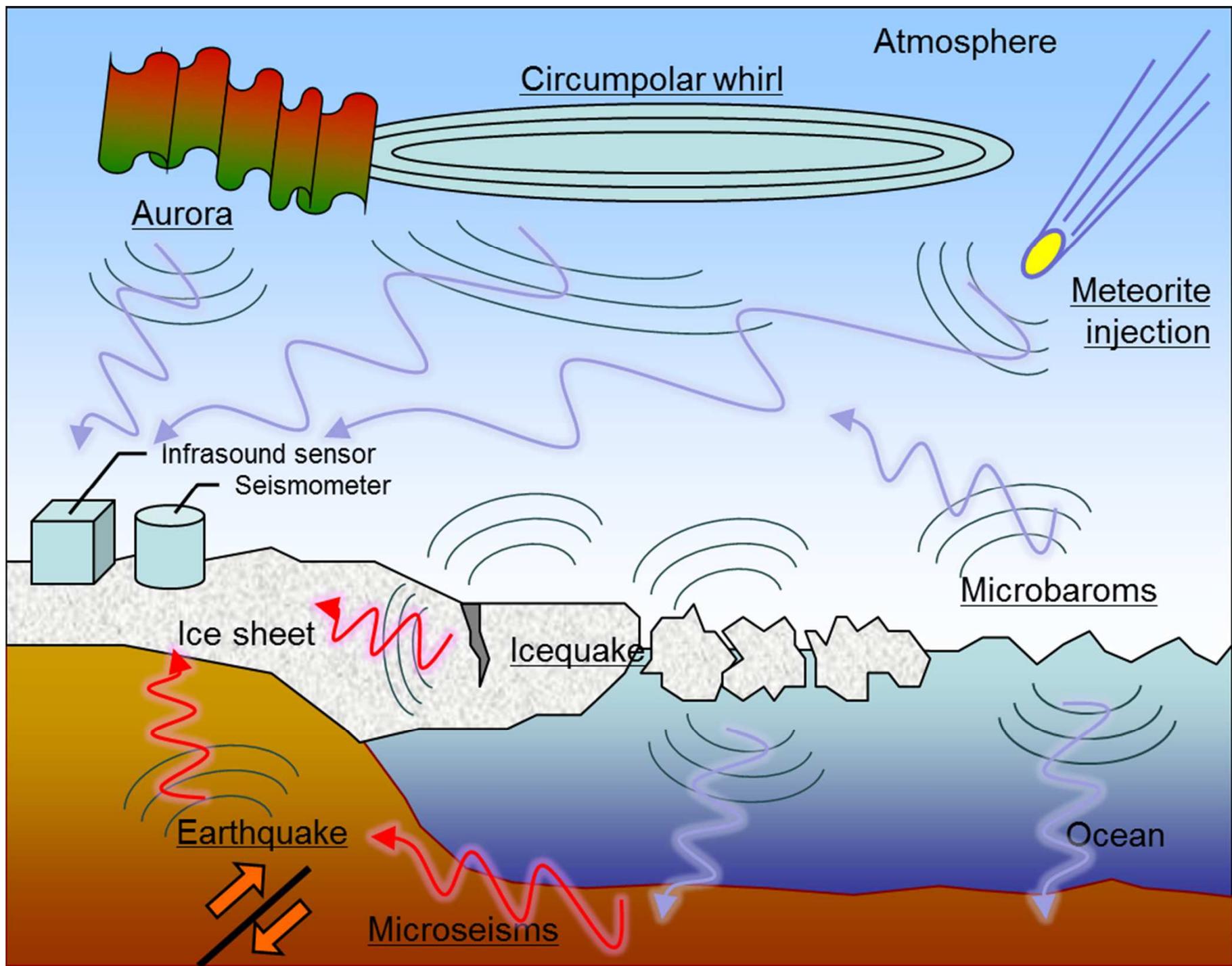
### インフラサウンド観測網による津波検知のイメージ

様々な目的で観測網を実施している研究グループと協力し観測地点をまとめています。

- 九州大
- ▲京都大
- 高知工科大
- ▲国立天文台
- 産総研
- ▲静岡国立大
- NICT(情報通信研究機構)
- ▲東京大・地震研
- 観研研
- ▲JWA(日本気象協会)
- 防災研研
- ▲北海道大
- 北海道情報大

- あいうえお網
- 正式名称は下部にあり

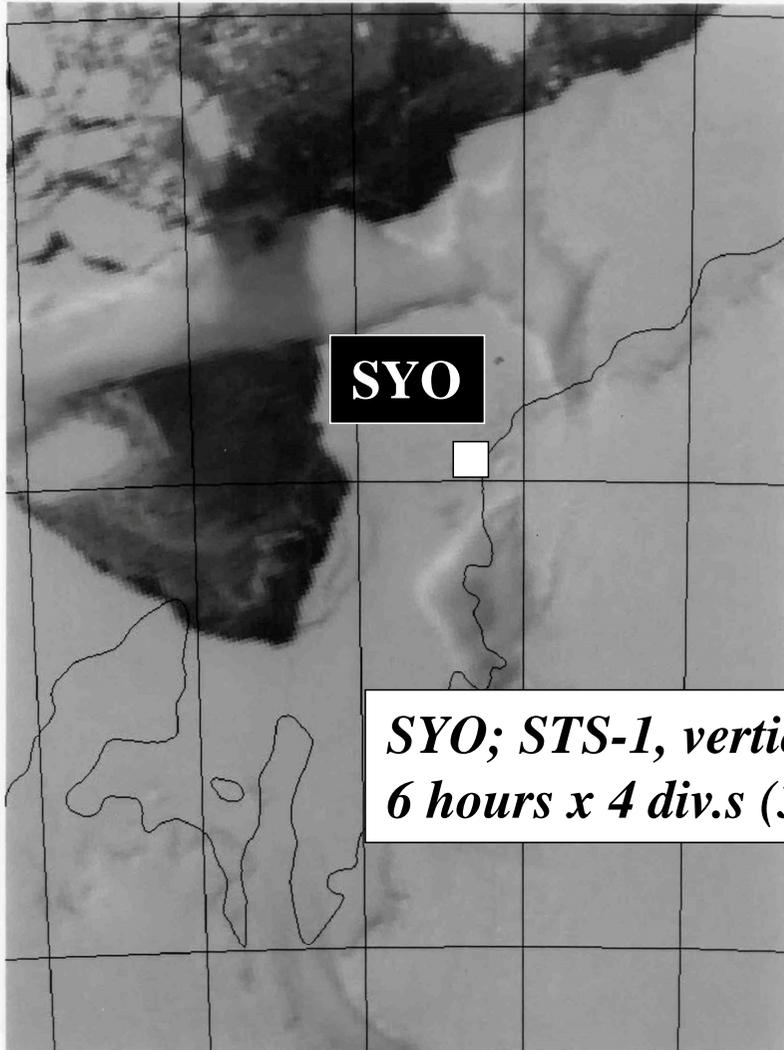




***Multi-sphere interaction  
among Atmosphere, Oceanosphere, Cryosphere, and Lithosphere***

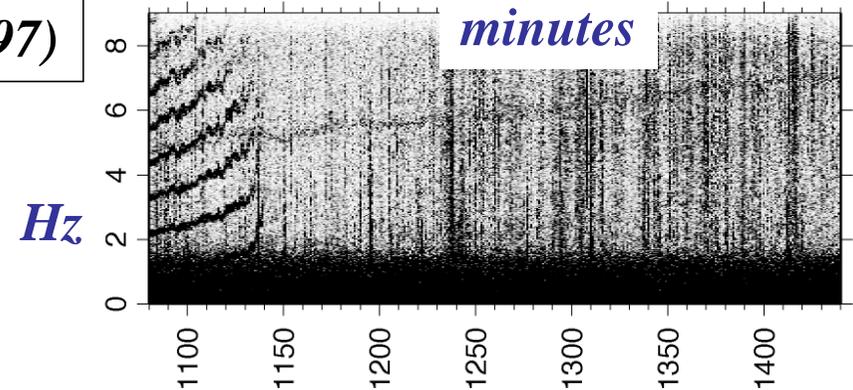
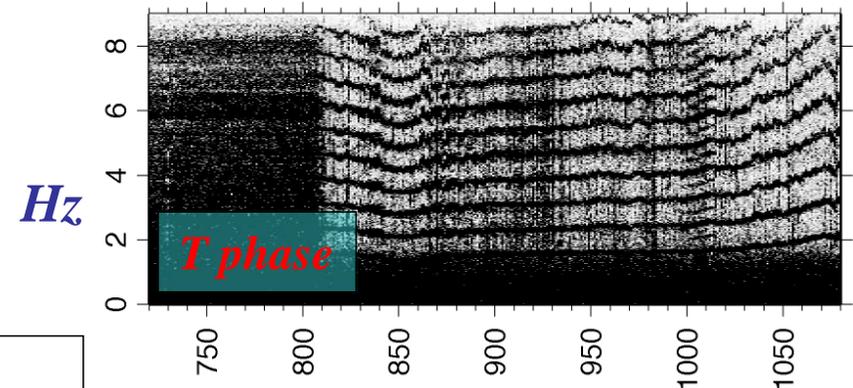
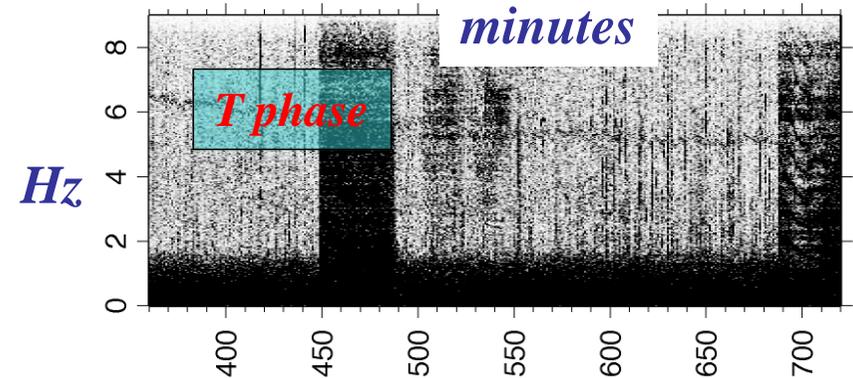
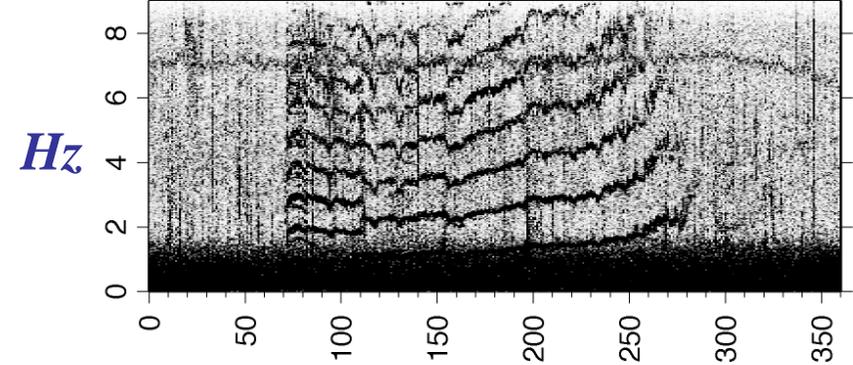
# Large Sea-ice movement in Lutzow-Holm Bay

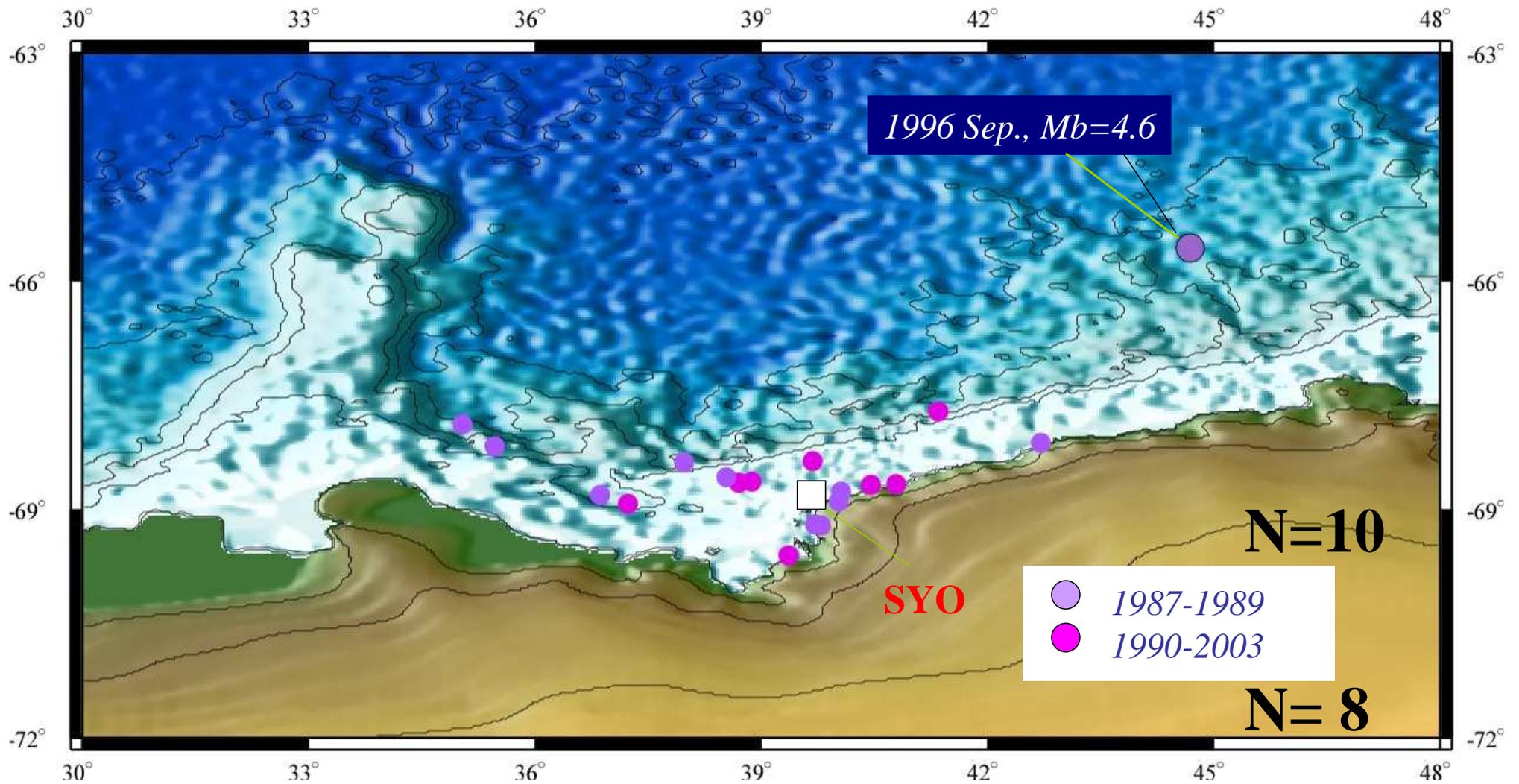
NOAA satellite image (09/11/1997)



*SYO; STS-1, vertical comp.  
6 hours x 4 div.s (30/07/1997)*

**Kanao et al., 2012**





# Local earthquake locations around LHB

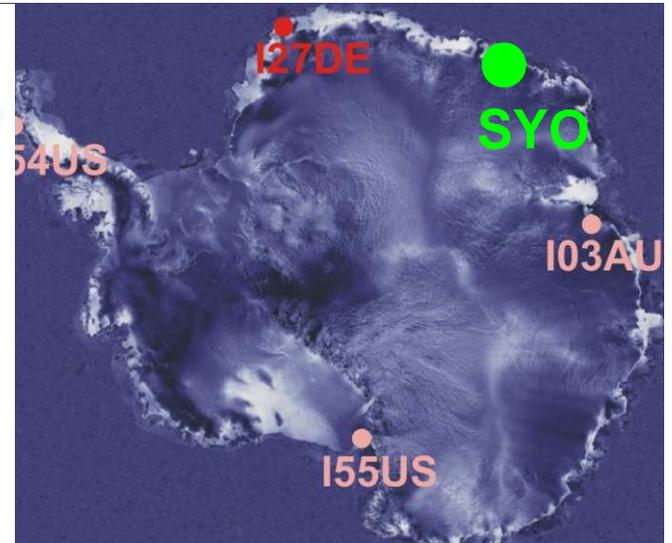
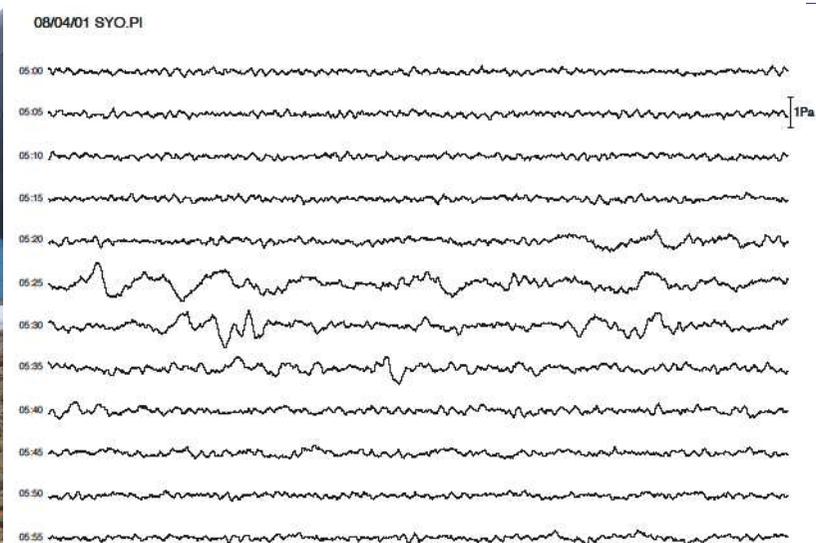
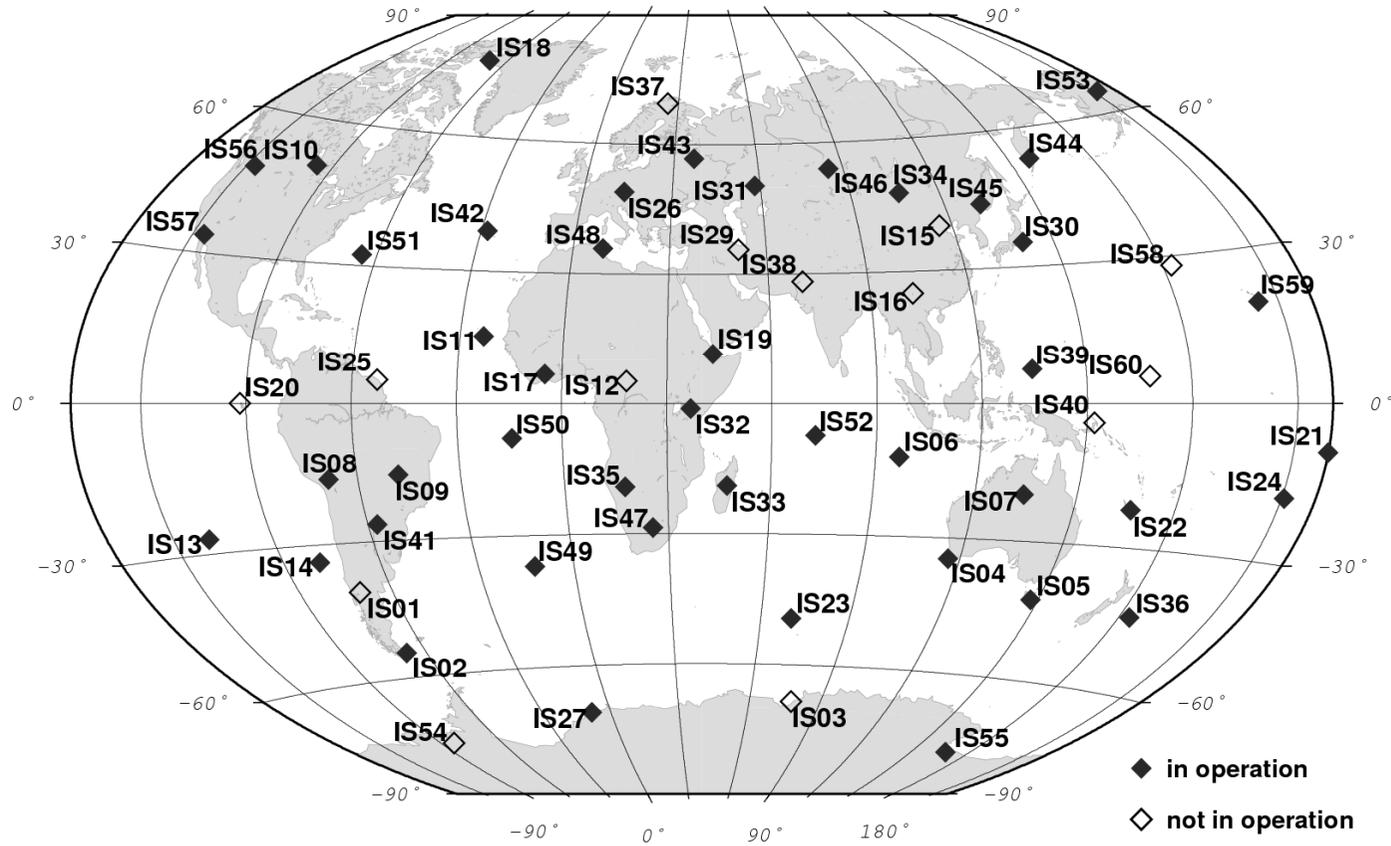
© 1987-2003

# Glacier flow events are possibly detected around the infrasound station



Langhovde glacier

# Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)



# 昭和基地インフラサウンド観測 (3地点アレイ観測)

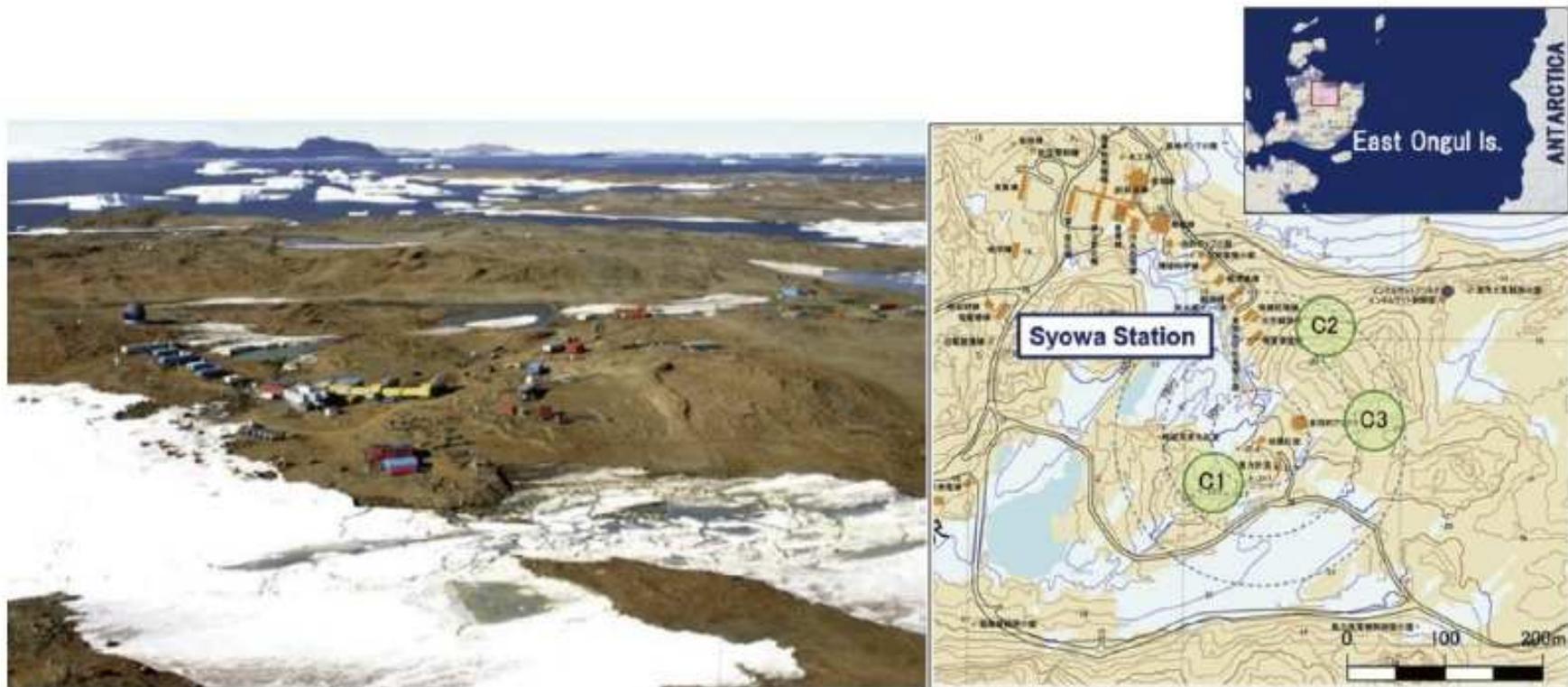


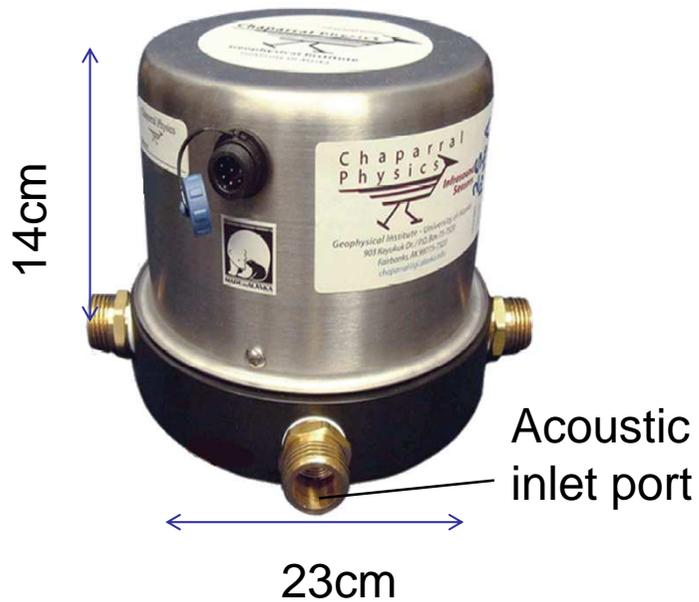
Figure 2: Overview of Syowa Station in East Ongul Island, LHB, and location of the infrasound array at Syowa Station. C1, C2, C3 indicate the location of each array component.

# Infrasound sensor with porous pipes (Langhovde station)

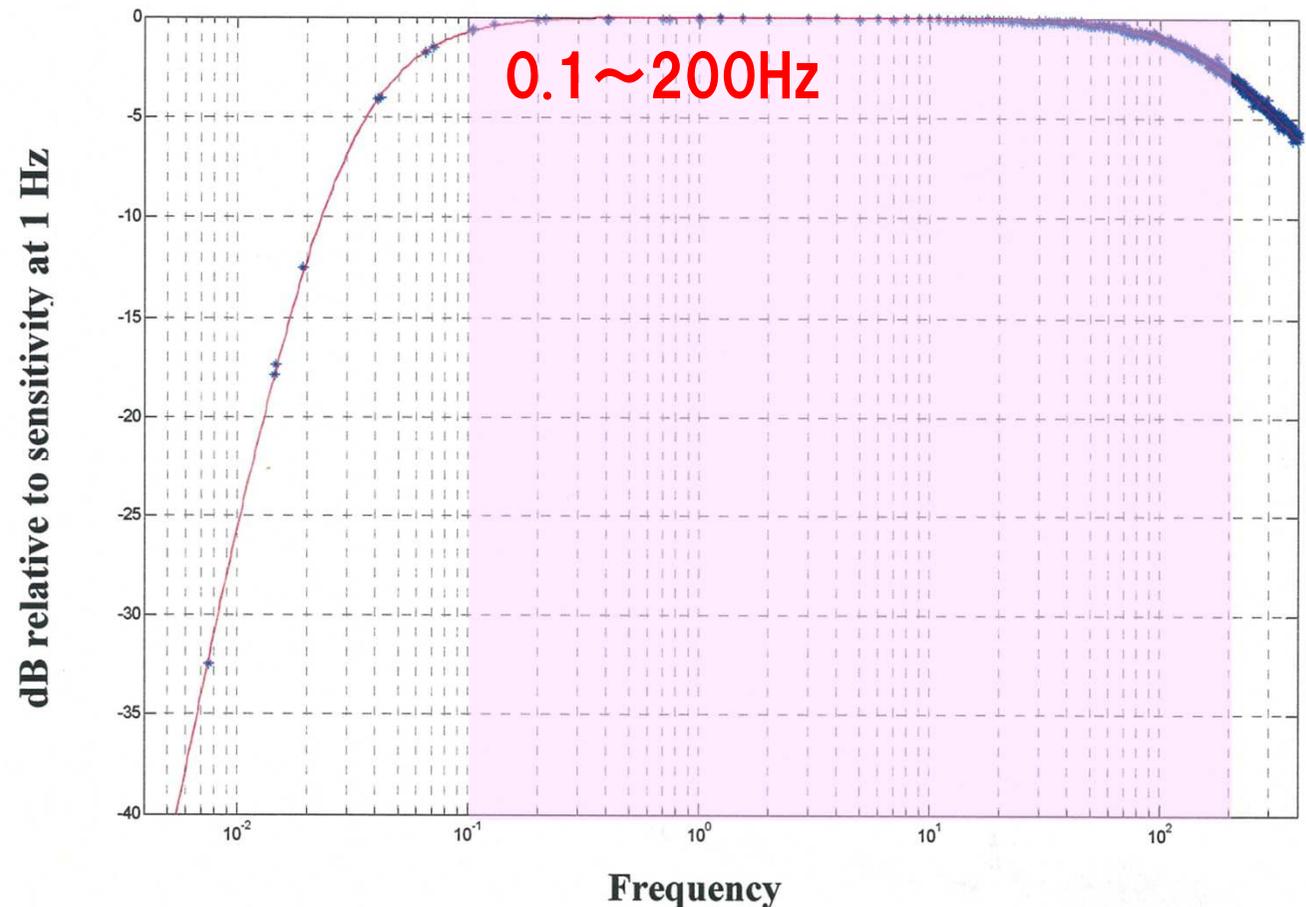
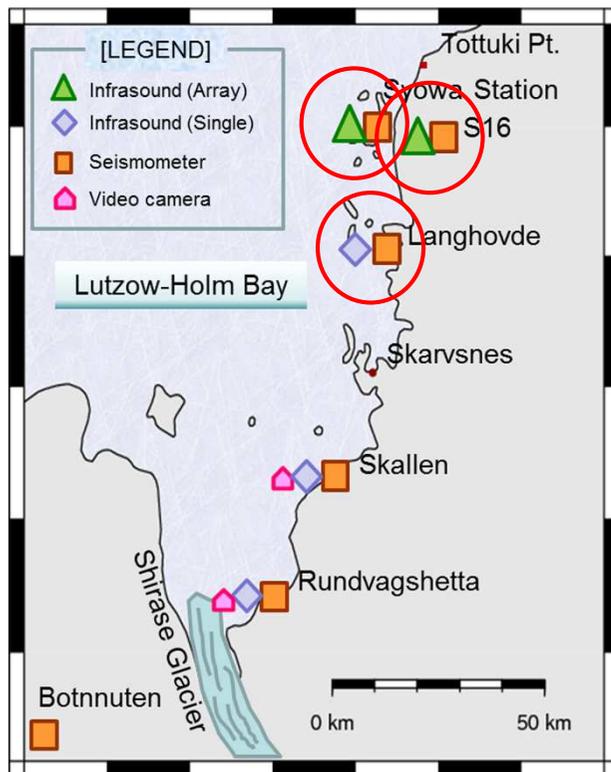


©「宇宙よりも遠い場所」製作委員会, 2018

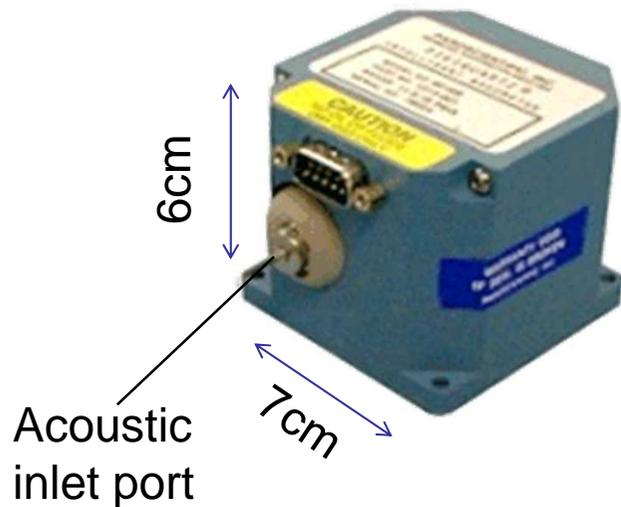
# Infrasound sensor (Microphone type: Chaparral Model25)



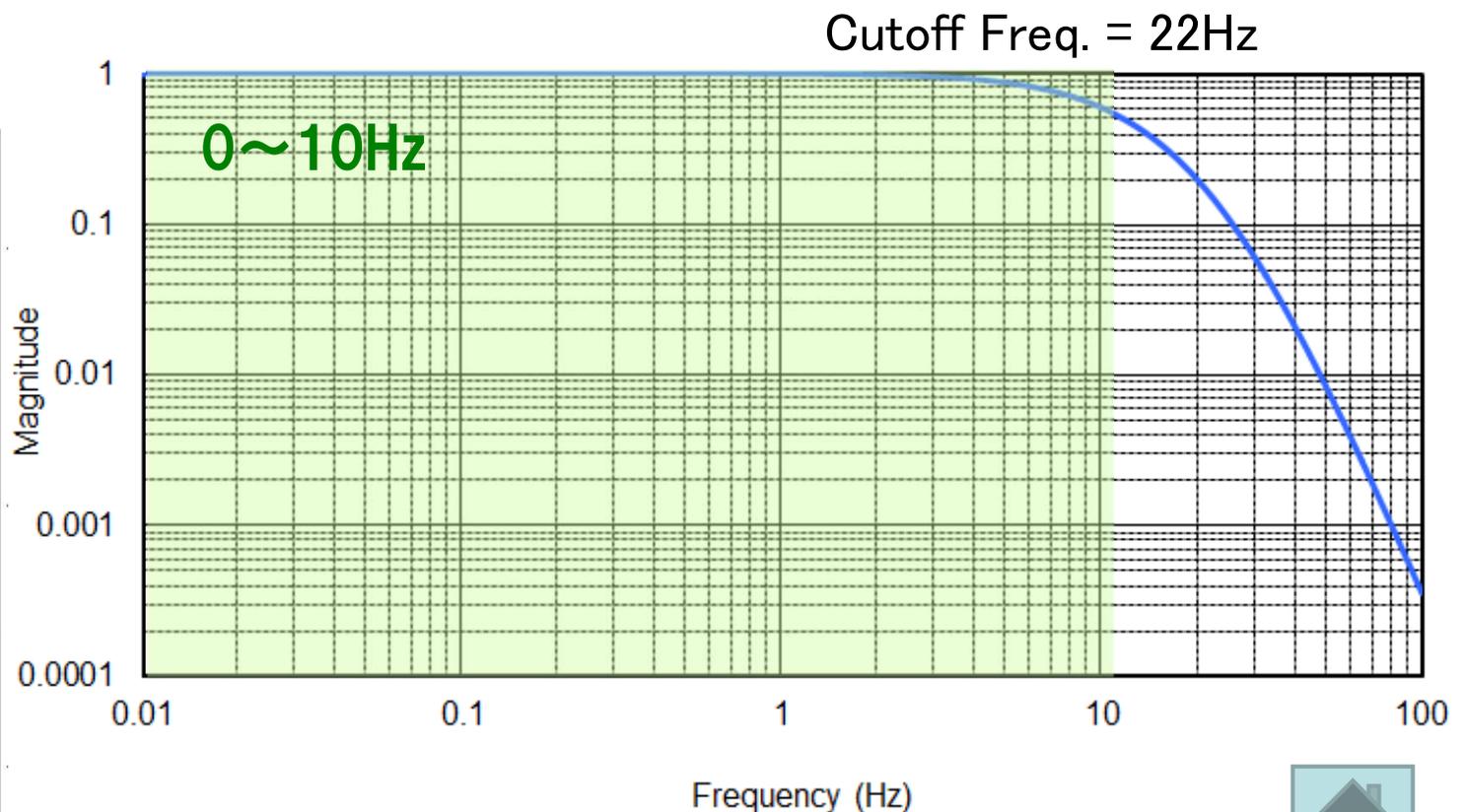
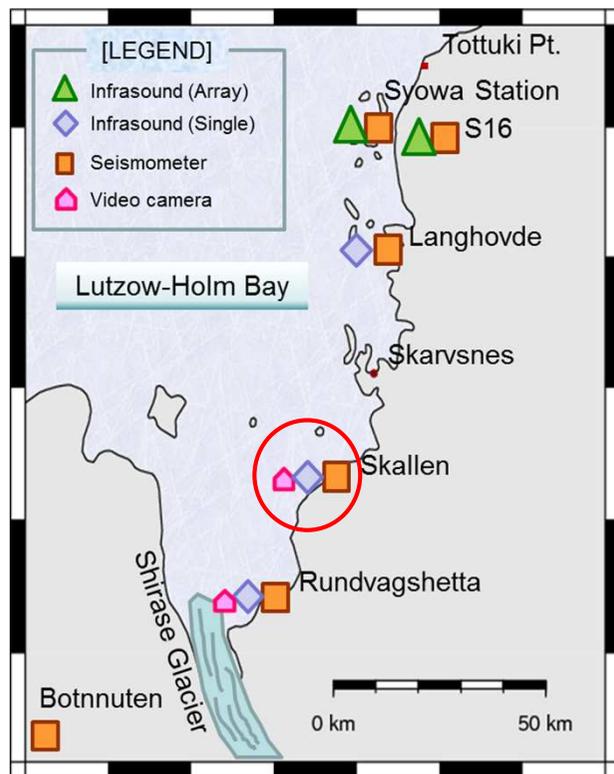
- Maker : Chaparral Physics (USA)
- Type : Infrasound sensor Model 25
- Resolution : a few mPa
- Frequency range : 0.1 ~ 200 Hz



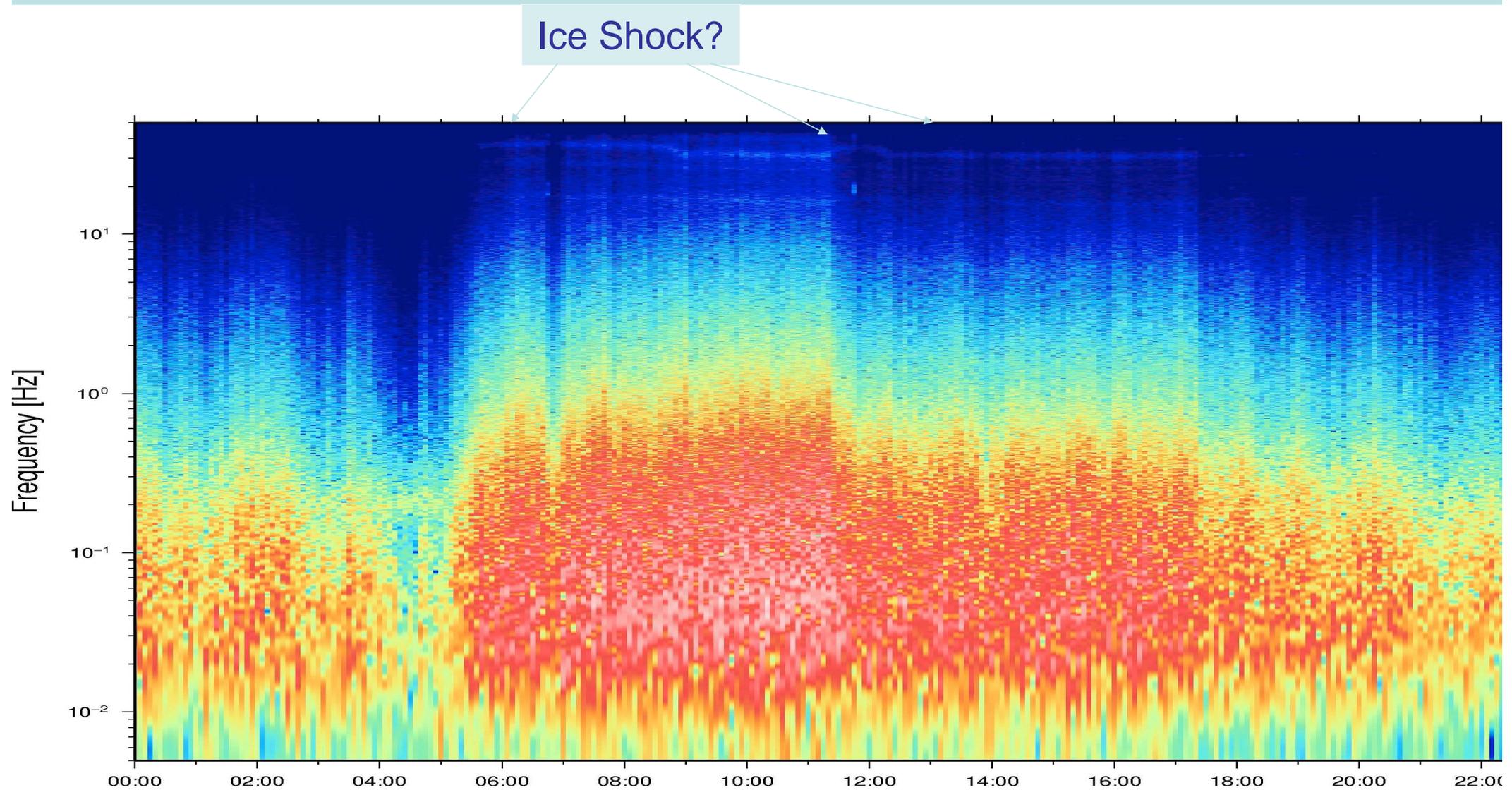
# Infrasound sensor (Quartz type: Paroscientific 6000-16B)



- Maker : Paroscientific, Inc (米国)
- Type : Model 6000-16B
- Frequency range : DC~1.4 kHz
- Resolution : Depends on sampling rate  
(0.0001 Pa at 1 Hz, 0.01 Pa at 20 Hz)



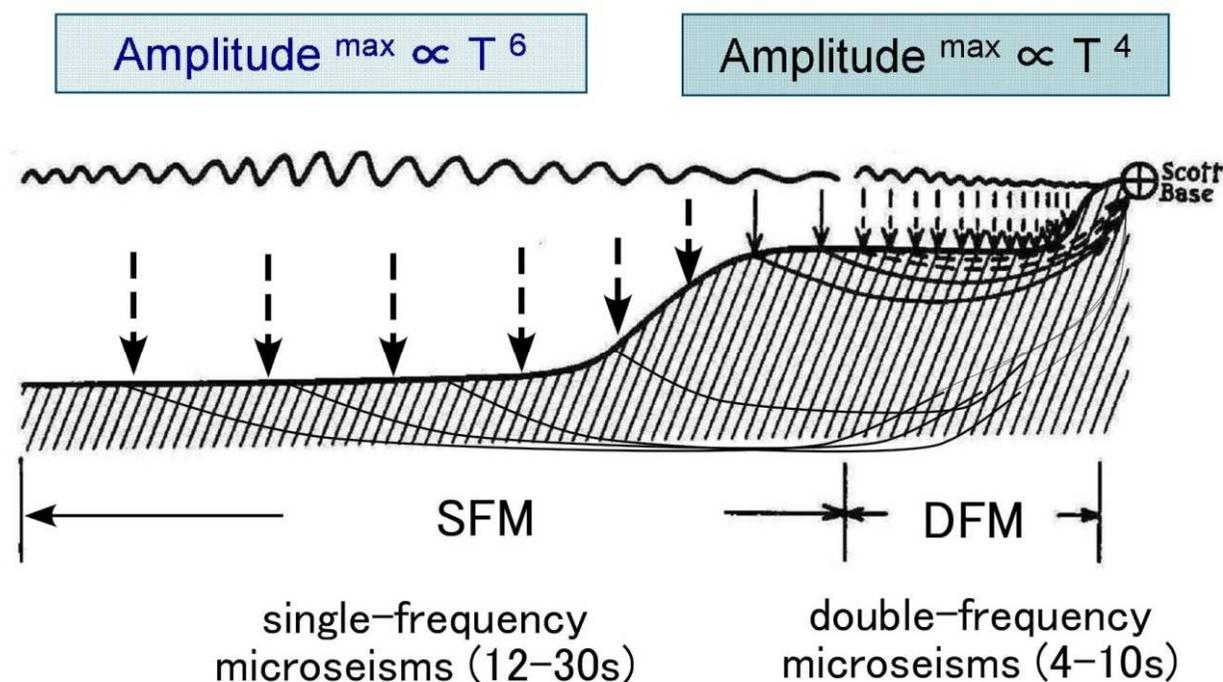
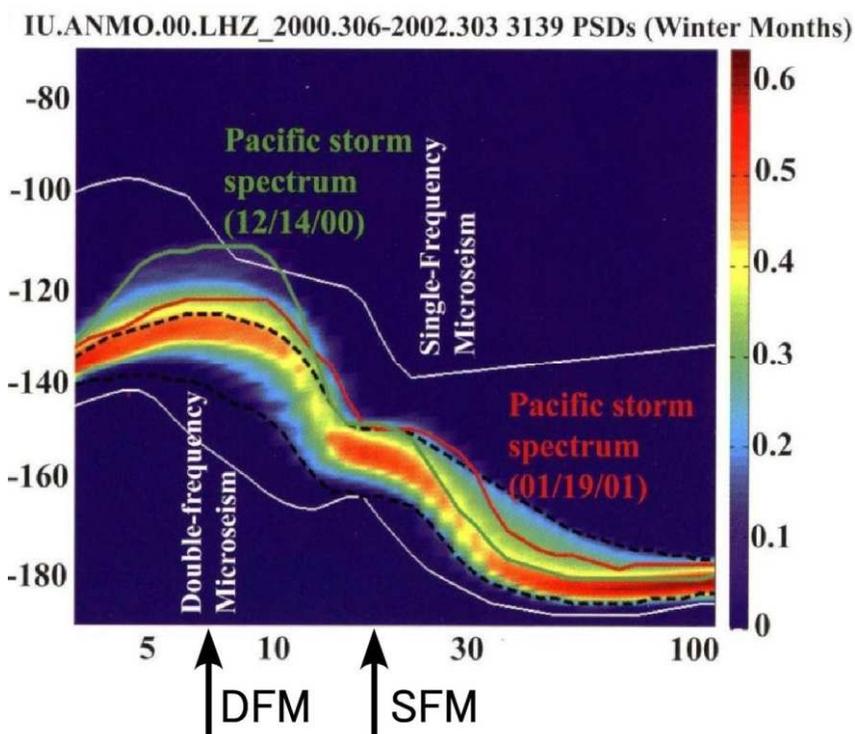
# One-day spectrum of infrasound at SYO



**Power spectral densities (PSD) of the infrasound sensor (Chaparral type) at SYO for a date in 2010.01.02.**

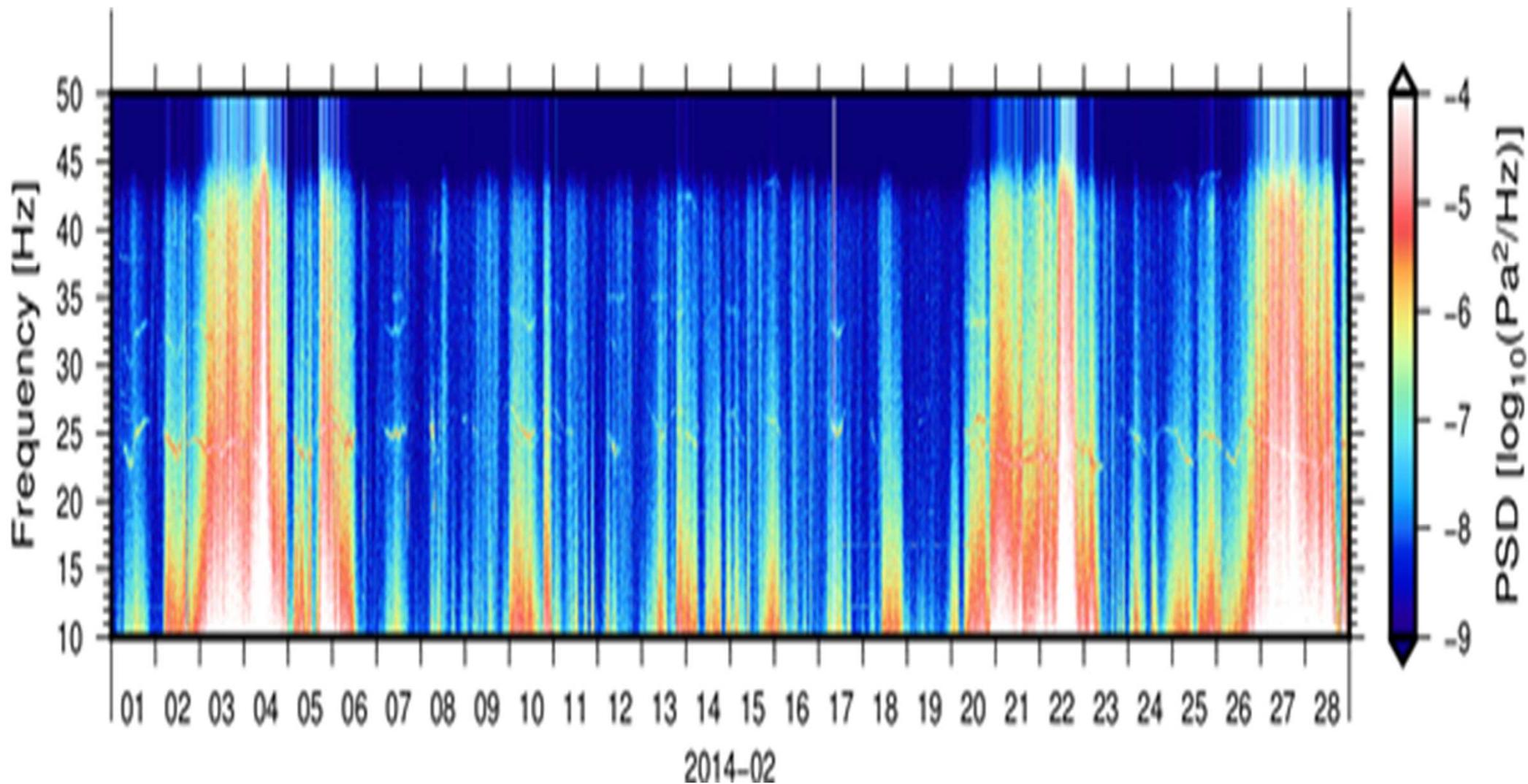
# Generation Model of Microseisms/Microbaroms

## Earth's Ocean Wave Climate Using Microseisms

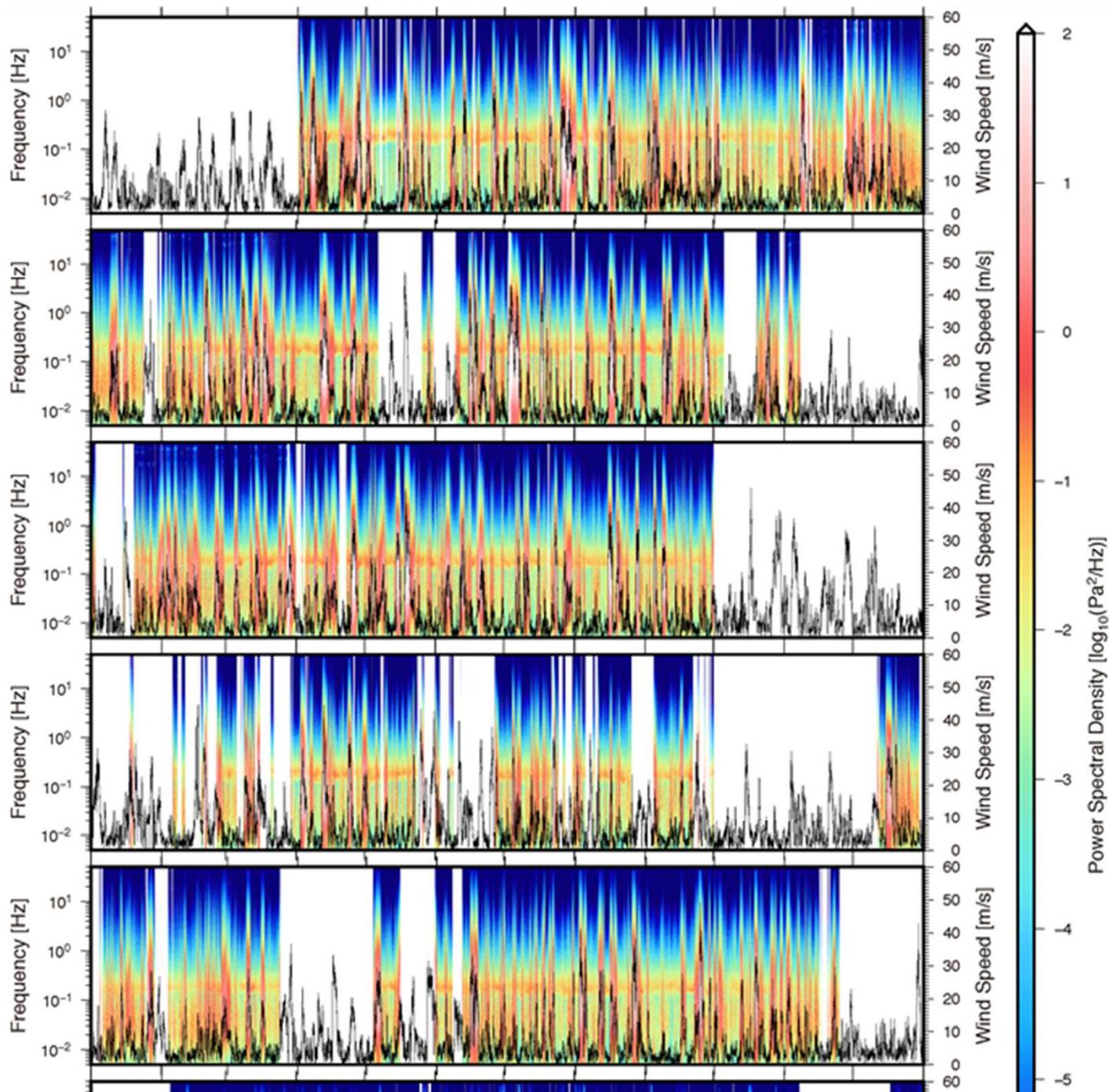


Hatherton, Geophys. Jour., Microseisms at Scott Base

Microseisms/Microbaroms generated in southern ocean continuously detected by Seismometers and Infrasound sensors in Antarctica.

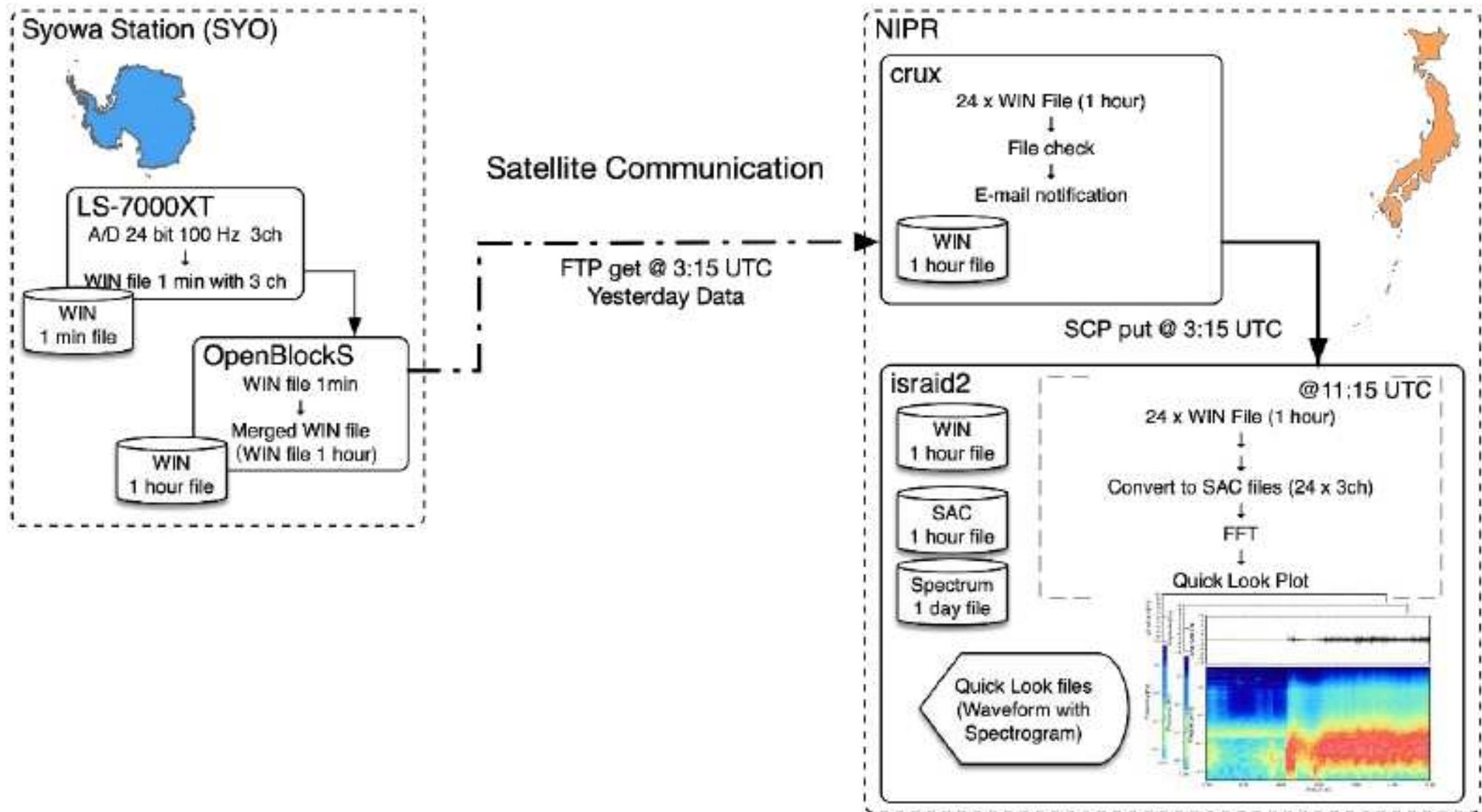


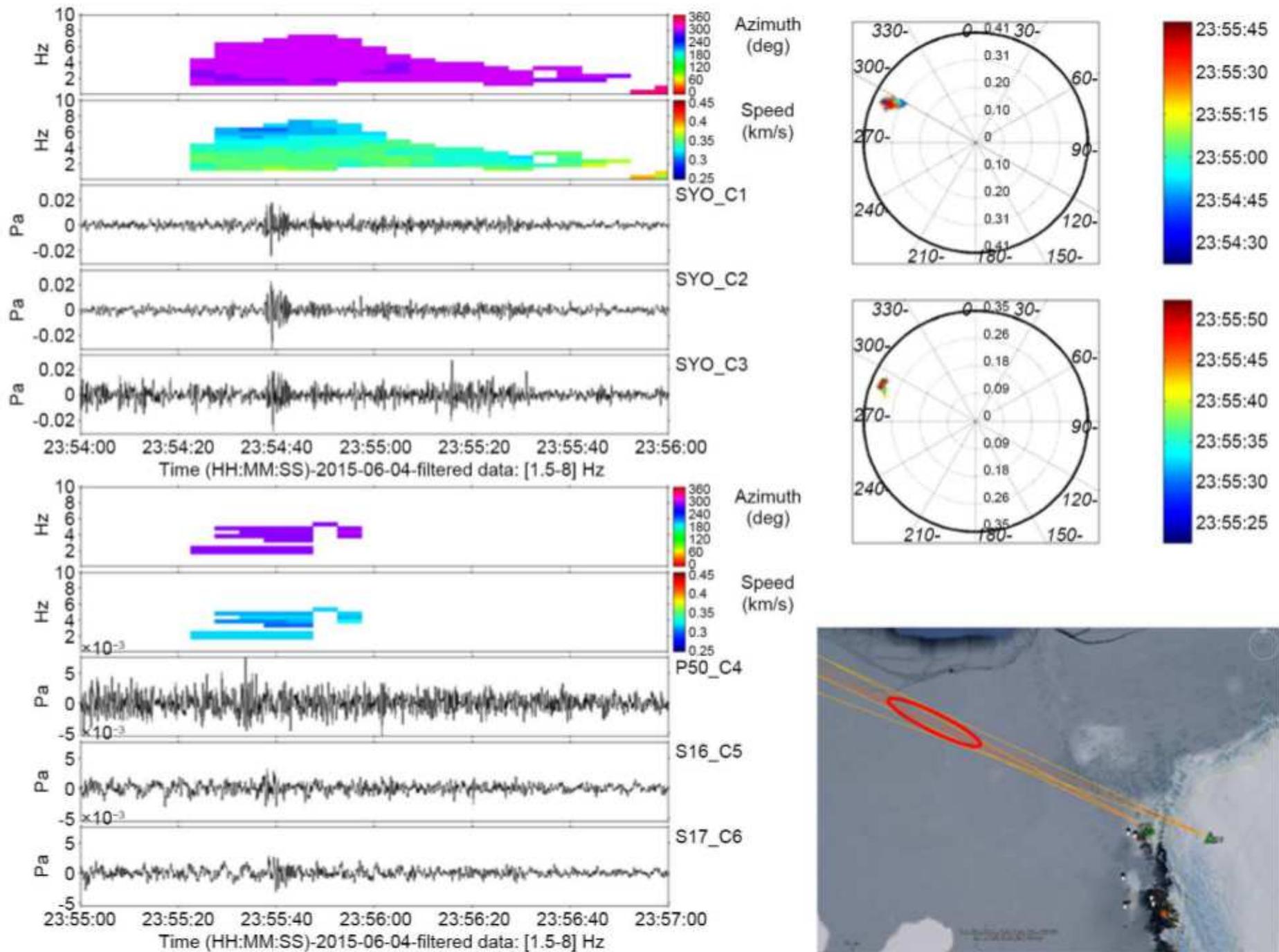
Ishihara et al., 2017



Ishihara et al.,  
2017

# 1日分データ中継・自動1次処理





Detection of infrasound signals used PMCC (Murayama et al., 2017)



Fig. 1 Lützow-Holm Bay

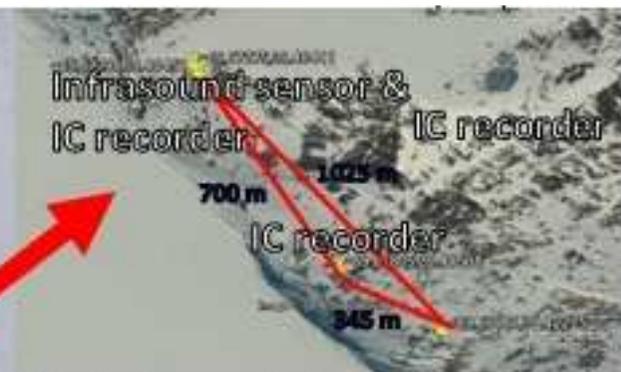


Fig. 2 Arrayed observation at Skallen



Fig. 3 Sensors

氷河崩落の可聴音  
 臨時アレイ観測  
 (スカーレン)  
 (Sorimachi et al., 2016)

### Infrasound automatic detection

- We developed infrasound N-type event automatic detection software
- We tried detecting some events for Syowa station data
- As the result, several events were found
- Some event with clear Doppler shift(Fig. 4) is considered as helicopter affection

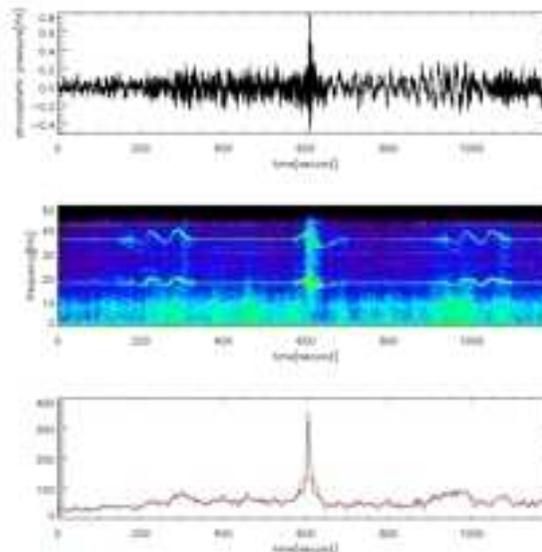


Fig. 4 Event

## スカレンの可聴域音波にイベントの方向探知

- ・スカレンに設置されたICレコーダのデータをスペクトル解析を行った
- ・3地点に共通するスパイクがいくつか存在した
- ・その中でもスパイクが極端なものにそれぞれ相関処理を行い時間差を求め音波の到来方向算出を行った
- ・スカレン氷河の方向からの音波であることが確認できた

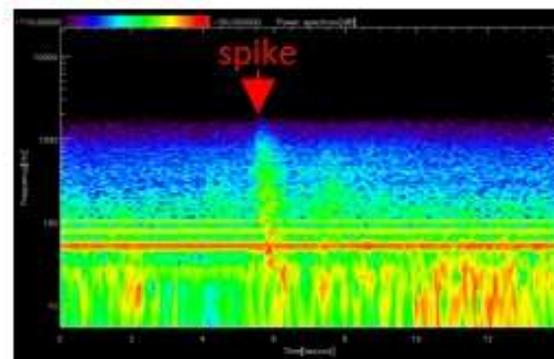


Fig.7 Ls14-7 Skallen

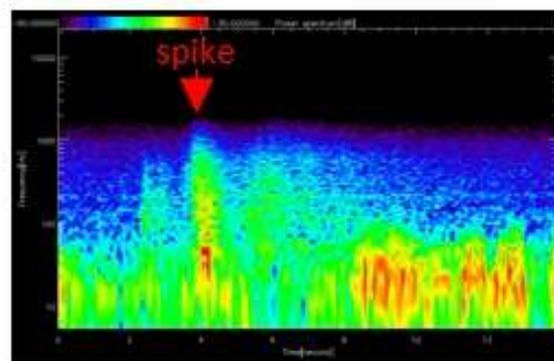


Fig.8 Ls14-8 Skallen

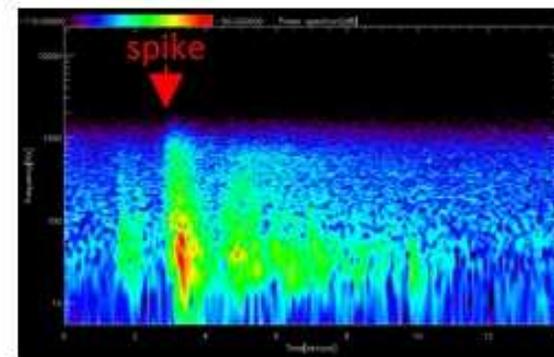


Fig.9 Ls14-9 Skallen

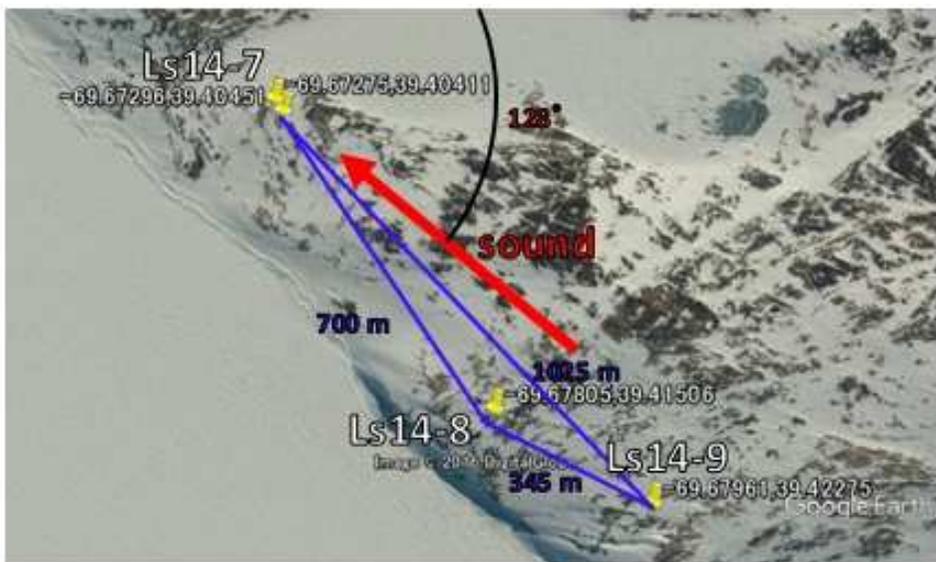


Fig.10 音波の到来方向探知

氷震の可聴音臨時観測 (Sorimachi et al., 2016)

# Polaris内のデータアーカイブ

ログイン



検索

情報基盤センター

## メニュー

[トップページ](#)

- ・極域科学計算機システム
- ・昭和基地多目的衛星受信システム
- ・昭和基地・しらせネットワーク
- ・所内情報基盤
- ・過去のお知らせ

## 障害

2020.11.24 10:30 障害復旧しました。

2020年11月22日午前6時ころより、cruxにおいて障害が発生しております。  
ログインはできますが、/home、/data 以下のディレクトリが参照できない状態です。  
状況調査および原因調査依頼中です。  
しばらくお待ちください。

2020.11.22 19:00時点

## お知らせ

[GoogleSite版「極域科学計算機システム運用掲示板」](#)もご確認ください。  
立川キャンパス停電中も利用可能です。

## 概要

情報基盤センターは、国立極地研究所情報通信基盤をはじめとして、極域科学計算機システム、昭和基地多目的衛星受信システム、昭和基地・しらせネットワークの整備・運用を行っています。

# インフラサウンド1次処理データ アーカイブ保管場所

- <http://polaris.nipr.ac.jp/~isound/Syowa/>

This directory contains infrasound data recorded at the Syowa Station and Some Other Stations, Antarctica.  
The infrasound and seismic waveform data are stored in WIN format(\*) and SAC format(\*\*), and each data file contains 1 hour waveform.  
\*[http://eoc.eri.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/show\\_man?winformat](http://eoc.eri.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/show_man?winformat)  
\*\*[https://ds.iris.edu/files/sac-manual/manual/file\\_format.html](https://ds.iris.edu/files/sac-manual/manual/file_format.html)

```
*
+--Syowa
|   |--win (waveforms)
|   |   |--etc
|   |   |--2008
|   |   |--2009
|   |   |
|   |   |
|   |   |--sac (waveforms)
|   |   |   |--etc
|   |   |   |--2008
|   |   |   |--2009
|   |   |   |
|   |   |   |
|   |   |--QLplots (Quick Look Images)
|   |   |   |--2008
|   |   |   |--2009
|   |   |   |
|   |   |   |
|   |
|   |
+--Merged_Data
|   |--sac (waveforms)
|   |   |--201001
|   |   |
|   |   |
|   |
```

# Polaris内のデータアーカイブ

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)



## Index of /~isound/Syowa/QLplots/2019

- [Parent Directory](#)
- [2019-01-01T00\\_06.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-01T00\\_06.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-01T00\\_06.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-01T06\\_12.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-01T06\\_12.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-01T06\\_12.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-01T12\\_18.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-01T12\\_18.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-01T12\\_18.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-01T18\\_24.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-01T18\\_24.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-01T18\\_24.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-02T00\\_06.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-02T00\\_06.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-02T00\\_06.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-02T06\\_12.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-02T06\\_12.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-02T06\\_12.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-02T12\\_18.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-02T12\\_18.SYO.C2.png](#)
- [2019-01-02T12\\_18.SYO.C3.png](#)
- [2019-01-02T18\\_24.SYO.C1.png](#)
- [2019-01-02T18\\_24.SYO.C2.png](#)

# 2018年度予算にて作成したデータ公開ページ

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)



## 昭和基地インフラサウンド観測データアーカイブ

### 観測データ

#### 作図設定

作図期間	2019/08/25 0 時
作図エリア	南極 昭和基地
作図順序	SYO C1 SYO C2 SYO C3
レイアウト	<input type="radio"/> シフト表示なし <input checked="" type="radio"/> シフト表示あり シフト量: 50,000 mPa
グラフの幅	<input checked="" type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル
グラフの高さ	<input type="radio"/> 300ピクセル <input type="radio"/> 400ピクセル <input checked="" type="radio"/> 600ピクセル <input type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル

グラフ作成

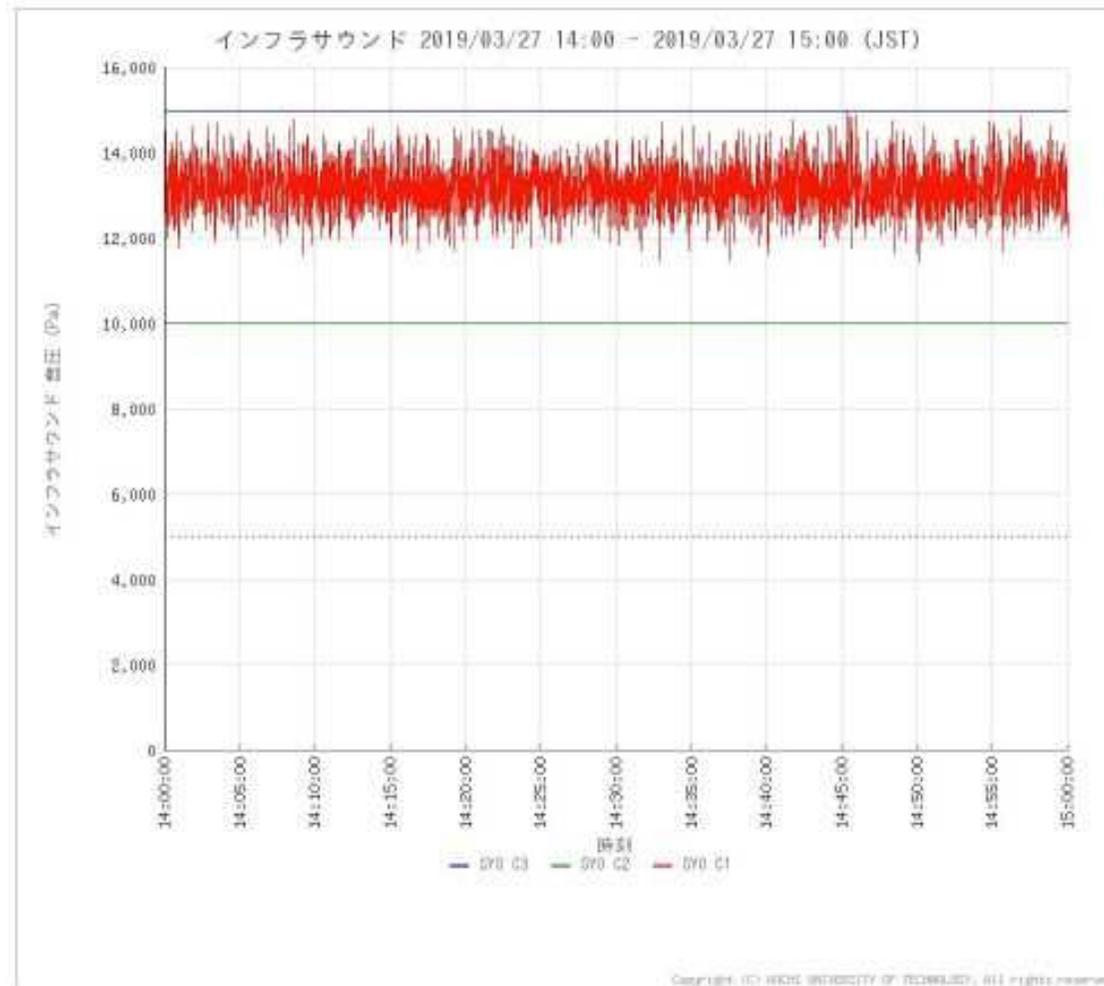
指定された作図期間にはデータがありません。

観測データ

作図設定

作図期間	2019/03/14 ▼ 時
グラフの幅	<input checked="" type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル
グラフの高さ	<input type="radio"/> 300ピクセル <input type="radio"/> 400ピクセル <input checked="" type="radio"/> 600ピクセル <input type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル

グラフ作成



# Polar Data Journal

<https://doi.org/10.20575/00000012>

Polar Data Journal, Vol. 4, 45–54, February 2020

© 2020 National Institute of Polar Research. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## Infrasound observation at Japanese Antarctic Station

### "Syowa": 11 years observations and results

Yoshiaki ISHIHARA<sup>1\*</sup>, Takahiko MURAYAMA<sup>2</sup>, Masa-yuki YAMAMOTO<sup>3</sup>, Takeshi MATSUSHIMA<sup>4</sup>, and Masaki KANAO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Satellite Observation Center, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506.

<sup>2</sup>Japan Weather Association, Sunshine 60 Bldg. 55F, 3-1-1 Higashi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 170-6055.

<sup>3</sup>Kochi University of Technology, 185 Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kami, Kochi 782-8502.

<sup>4</sup>Faculty of Science, Kyushu University, 2 Shinyama, Shimabara, Nagasaki 855-0843.

<sup>5</sup>National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 10–3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

\*Corresponding author. Yoshiaki ISHIHARA ([ishihara.yoshiaki@nies.go.jp](mailto:ishihara.yoshiaki@nies.go.jp))

(Received December 26, 2018; Accepted September 12, 2019)

# 2019年度 追加実装分

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)



## 昭和基地インフラサウンド観測データアーカイブ

### 観測データ

#### 作図設定

作図期間	2019/08/25 0 時
作図エリア	南極 昭和基地
作図順序	SYO C1 SYO C2 SYO C3
レイアウト	<input type="radio"/> シフト表示なし <input checked="" type="radio"/> シフト表示あり シフト量: 50,000 mPa
グラフの幅	<input checked="" type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル
グラフの高さ	<input type="radio"/> 300ピクセル <input type="radio"/> 400ピクセル <input checked="" type="radio"/> 600ピクセル <input type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル

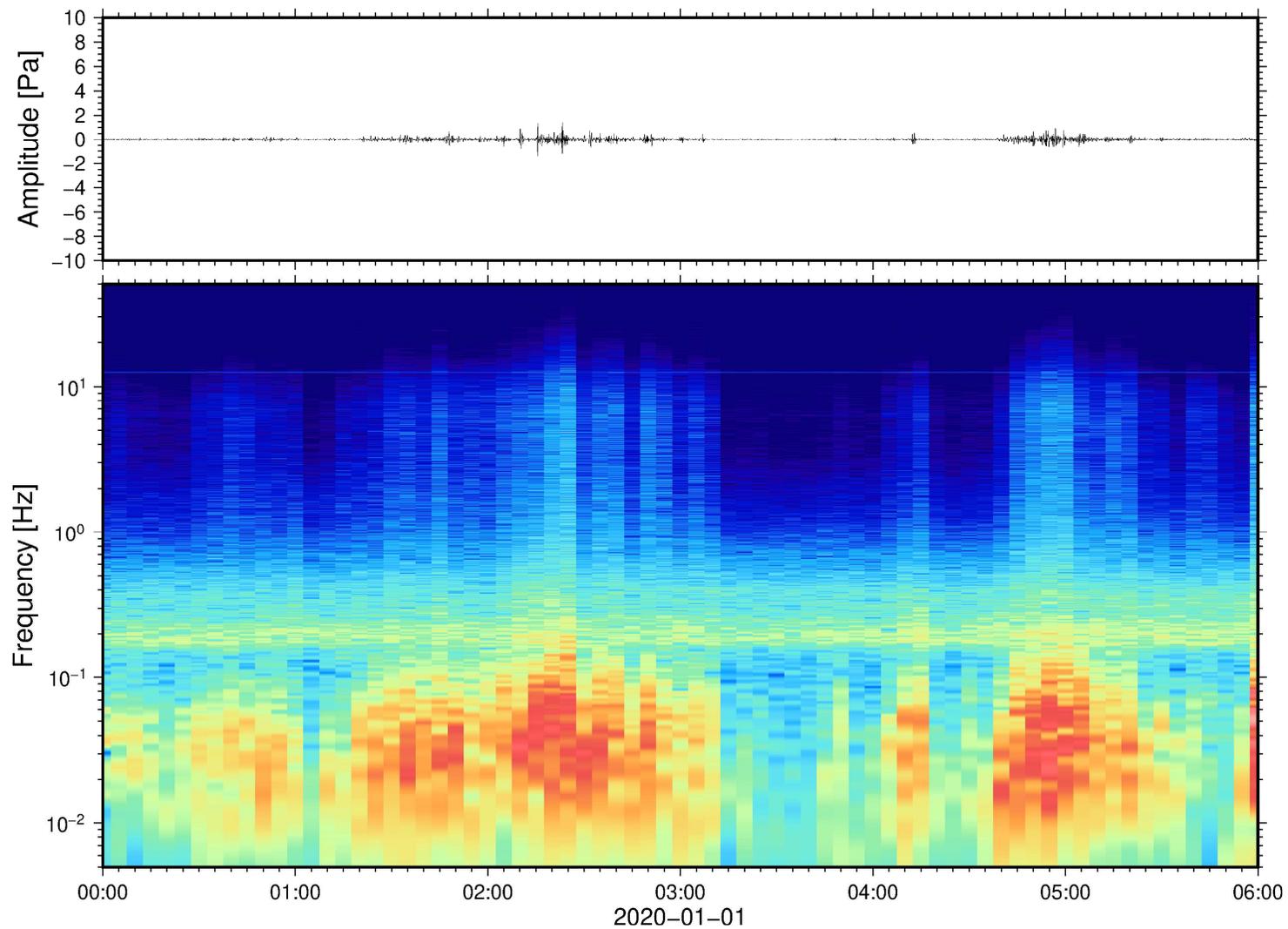
グラフ作成

指定された作図期間にはデータがありません。

Copyright (C) 国立極地研究所, All rights reserved.

- Polaris内保存6時間毎スペクトルデータへのリンク
- 現状の問題点の修正
- 関連論文情報の掲載
- Polar Data Journalへ投稿 (Ishihara et al., 2019)

# 2019年度 追加実装分



# 2019～2020年度の追加機能(予定を含む)

## 2018年度の計画

1. 南極昭和基地インフラサウンドモニタリング観測データのアーカイブ (収録システムの構築)
2. 南極リュッツツォ・ホルム湾周辺インフラサウンド多地点観測データのアーカイブ
3. 以上を活用した地震観測データとの比較研究 (国立極地研究所一般共同研究等のスキームも活用)

## 2020年度まで

1. 南極インフラサウンド観測データの1次処理データのアーカイブ
2. 南極昭和基地インフラサウンドモニタリング観測データの準リアルタイム公開 (公開システムの構築)
3. 以上を活用した各種大気観測データとの比較研究

課題名：南極インフラサウンド観測データ収録公開システムの構築

共同研究者 (DS施設内研究者も記入する。)

	氏名	所属(大学・学部等)・職名		氏名	所属(大学・学部等)・職名
1	山本 真行	高知工科大学・教授	6	中元 真美	地震予知総合研究振興会・副主任 研究員
2	金尾 政紀	データサイエンス共同利用基盤 施設・准教授	7		
3	村山 貴彦	日本気象協会・主任技師	8		
4	石原 吉明	国立環境研究所・研究員	9		
5	松島 健	九州大学・准教授	10		

# 2020年度 追加実装予定

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)



## リュツォホルム湾周辺インフラサウンド観測データアーカイブ

### 観測データ

#### 作図設定

作図期間	2019/08/25 0 時
作図エリア	南極 昭和基地
作図順序	SYO C1 SYO C2 SYO C3
レイアウト	<input type="radio"/> シフト表示なし <input checked="" type="radio"/> シフト表示あり シフト量: 50,000 mPa
グラフの幅	<input checked="" type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル
グラフの高さ	<input type="radio"/> 300ピクセル <input type="radio"/> 400ピクセル <input checked="" type="radio"/> 600ピクセル <input type="radio"/> 800ピクセル <input type="radio"/> 1200ピクセル <input type="radio"/> 1600ピクセル

グラフ作成

指定された作図期間にはデータがありません。

# オーロラ活動との比較

[次元数]

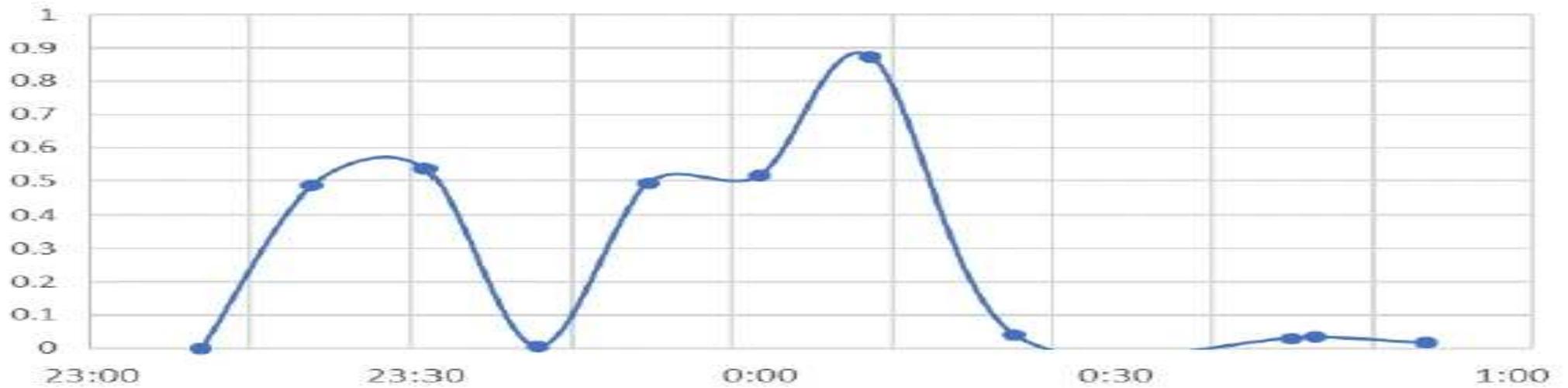


図 5.12 画像データから得られた変化率の変化

[Pa]

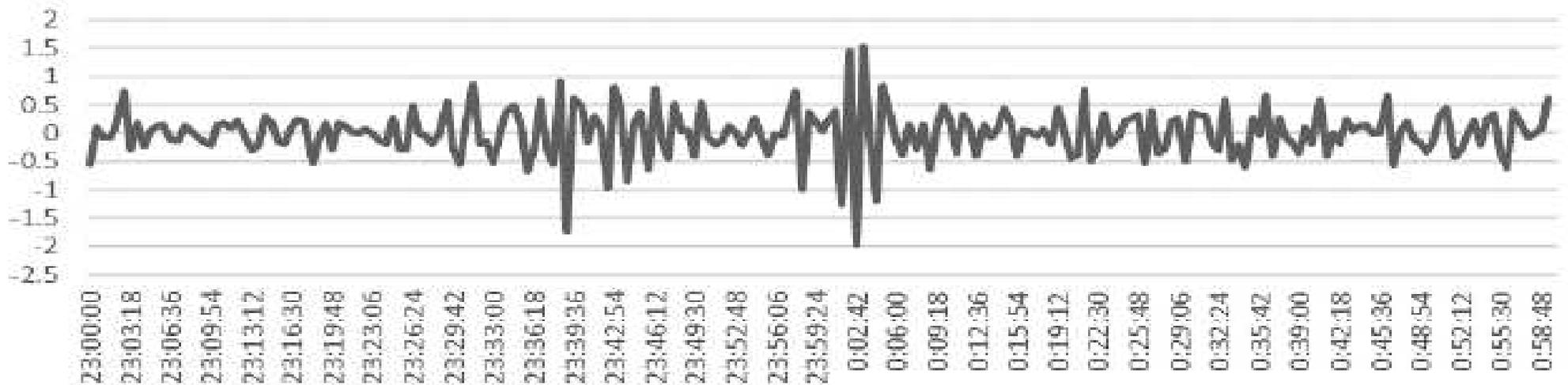
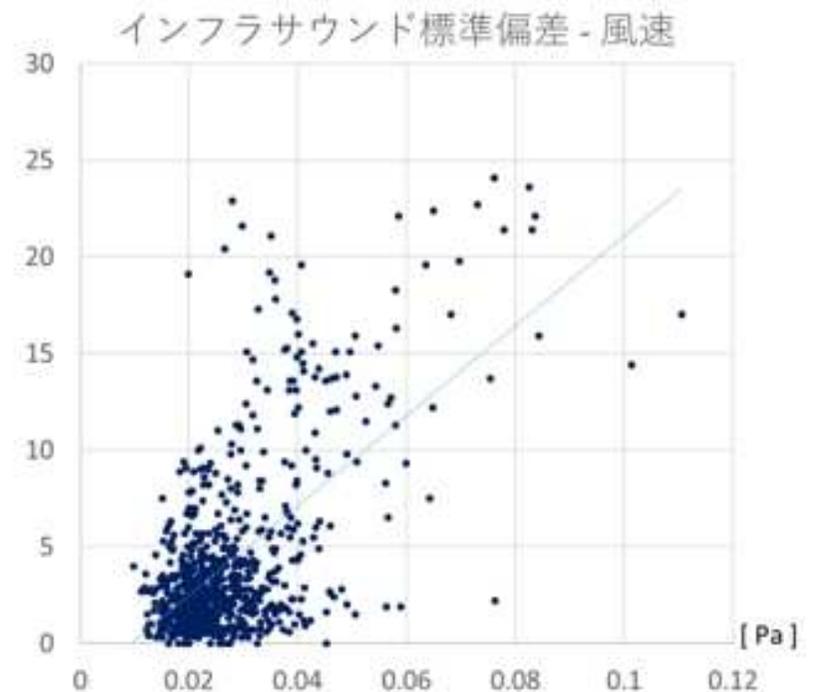
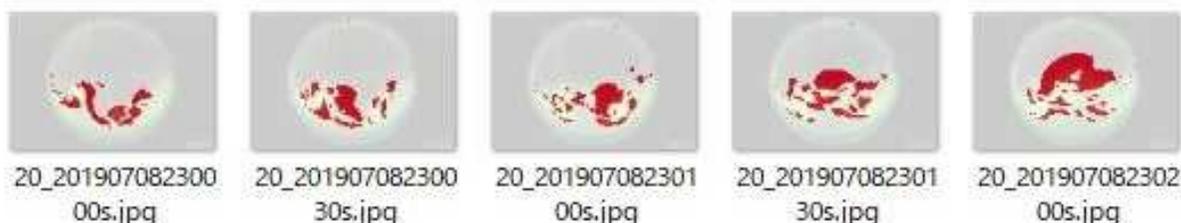


図 5.25 0.03 Hz~0.01 Hz の範囲においてバンドパスフィルタを適用したデータ

オーロラ全天カメラ変化率処理結果とインフラサウンド (大畑, 2019)

# オーロラ活動との比較



オーロラ全天カメラの処理、風速とインフラサウンド (大畑, 2021)

## まとめ

- 2008年～Syowaインフラサウンド観測継続中
- 2012年～リュツォホルム湾沿岸域へ展開
- 元データファイルは地震観測と同形式(WIN)
- 南極インフラサウンドデータベースを構築中
- 過去データ・スペクトル画像はNIPRのPolaris上ではアーカイブ済
- 2018-2020年度DS公募型研究課題に採択
- 国内インフラサウンド観測Web表示システム(2018/9/1公開)の仕組みを活用しデータベース化を実施、公開ページを整備・機能追加中