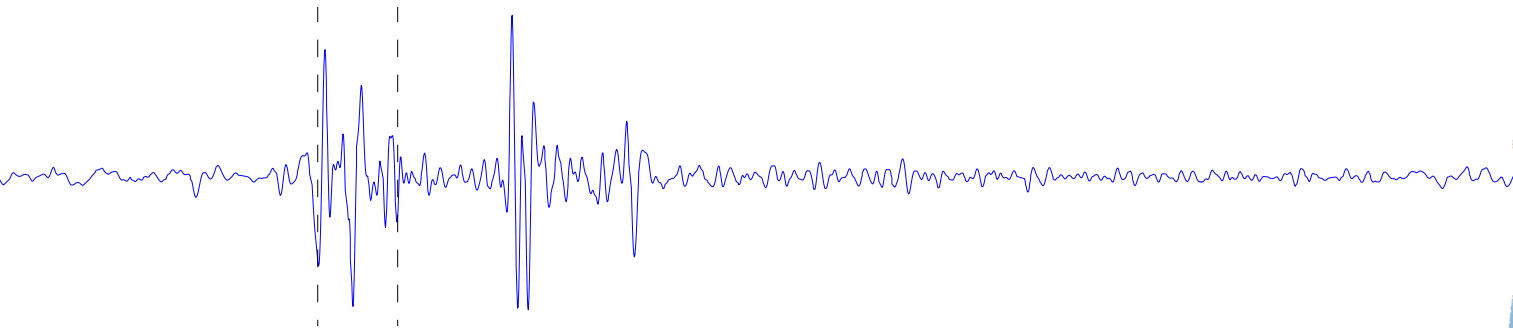


# インフラサウンドの 世界への招待 ～地球の声に耳を傾けよう！～



北海道大学 理学研究院

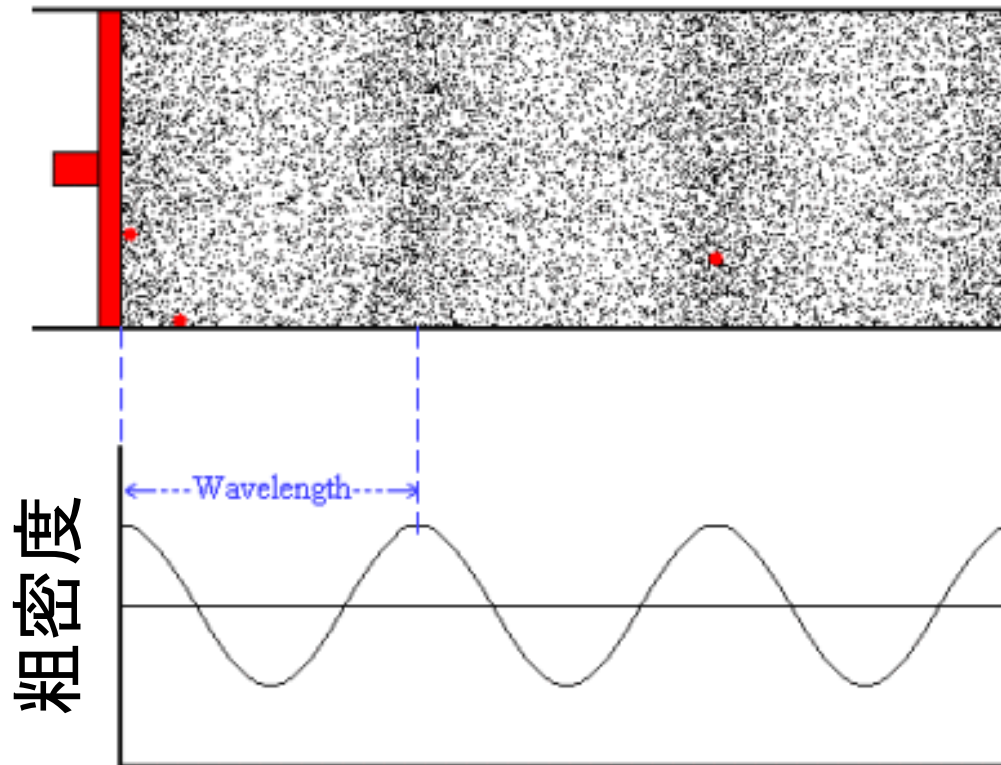
博士研究員

齊藤 大晶

本日はある音に  
ついてのお話

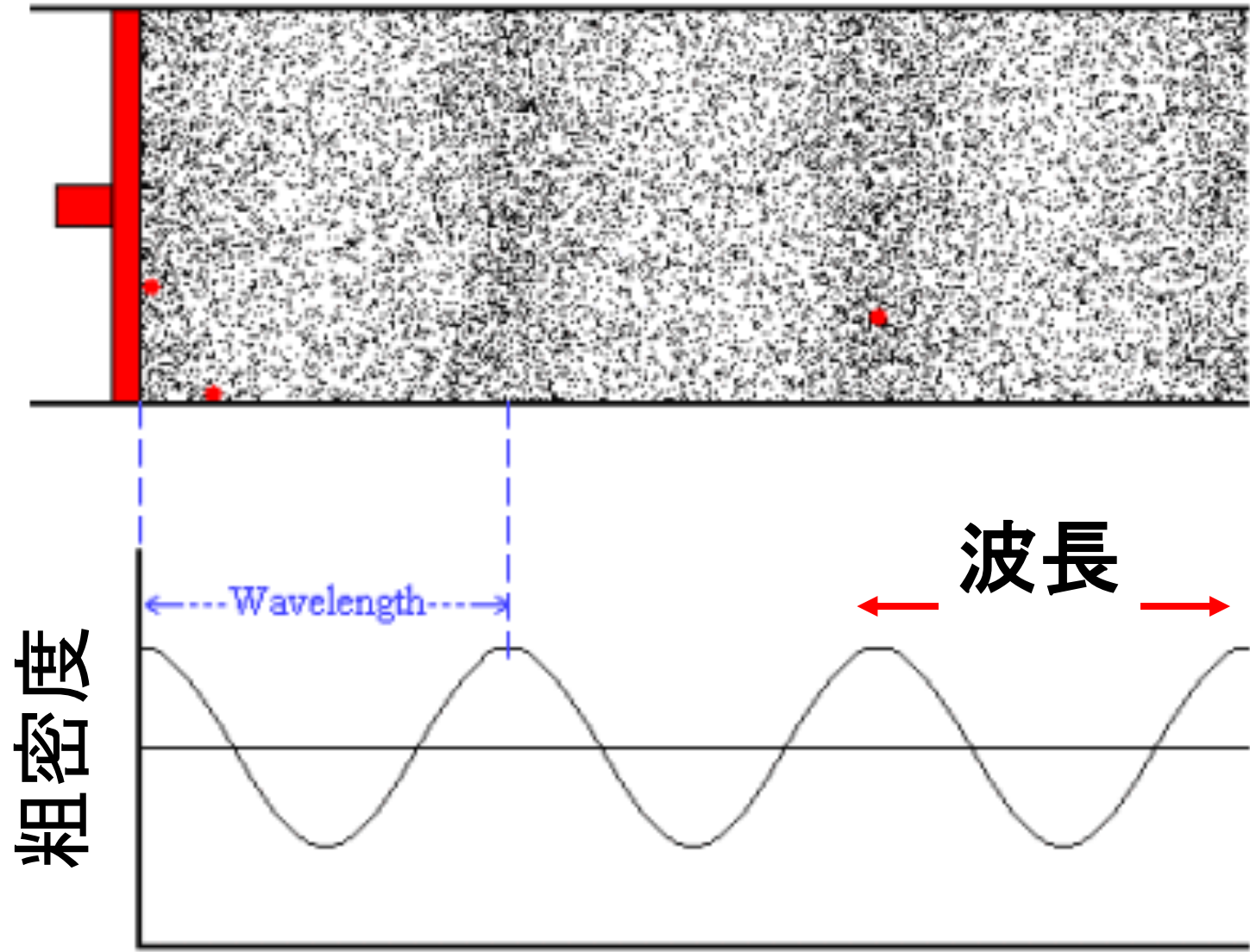
# そもそも音とは？ (空気を例に)

- 空気中の分子の振動が他の分子へと次々に伝わっていく現象



(credit:ISVR, Univeristy of Southampton)

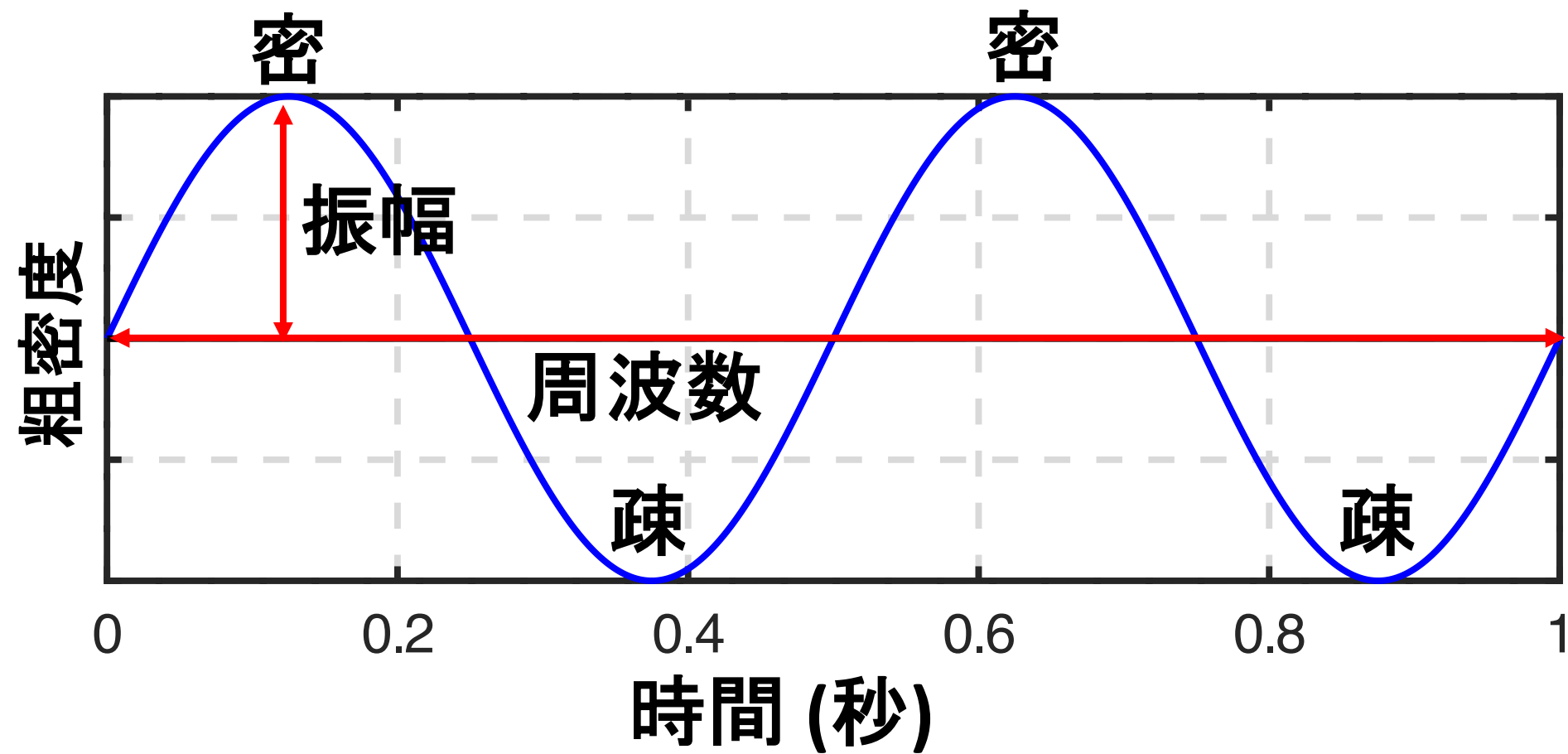
(credit: ISVR, Univeristy of Southampton)



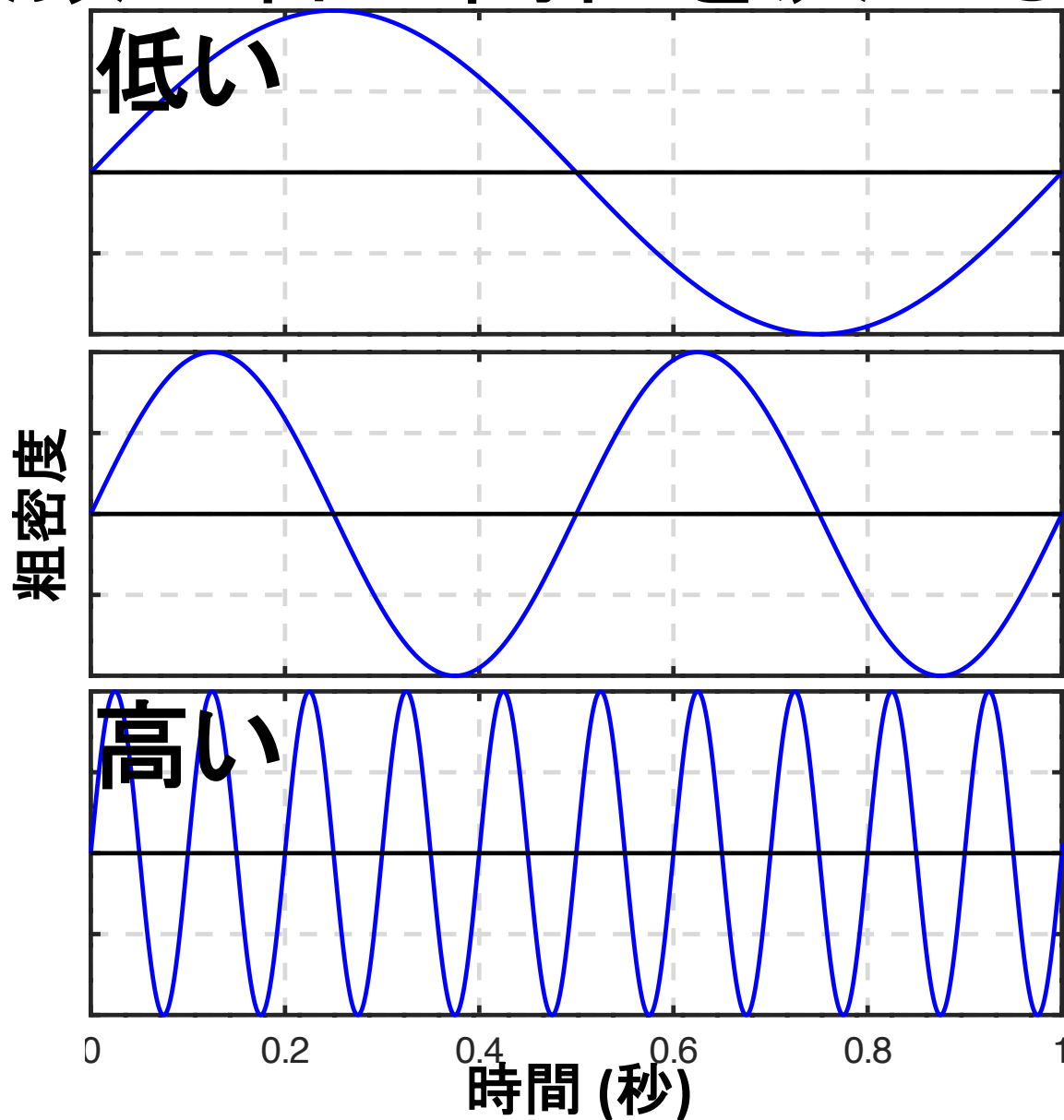
約 340 m/s 程度で音は伝わる



# 用語解説



# 周波数が音の高低を決める

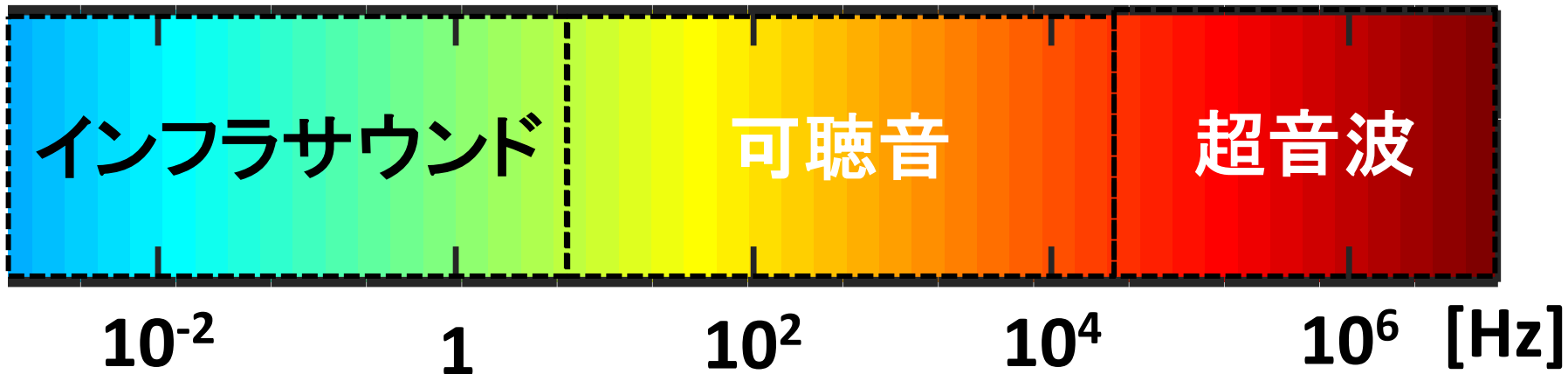


実際に聞いてみよう

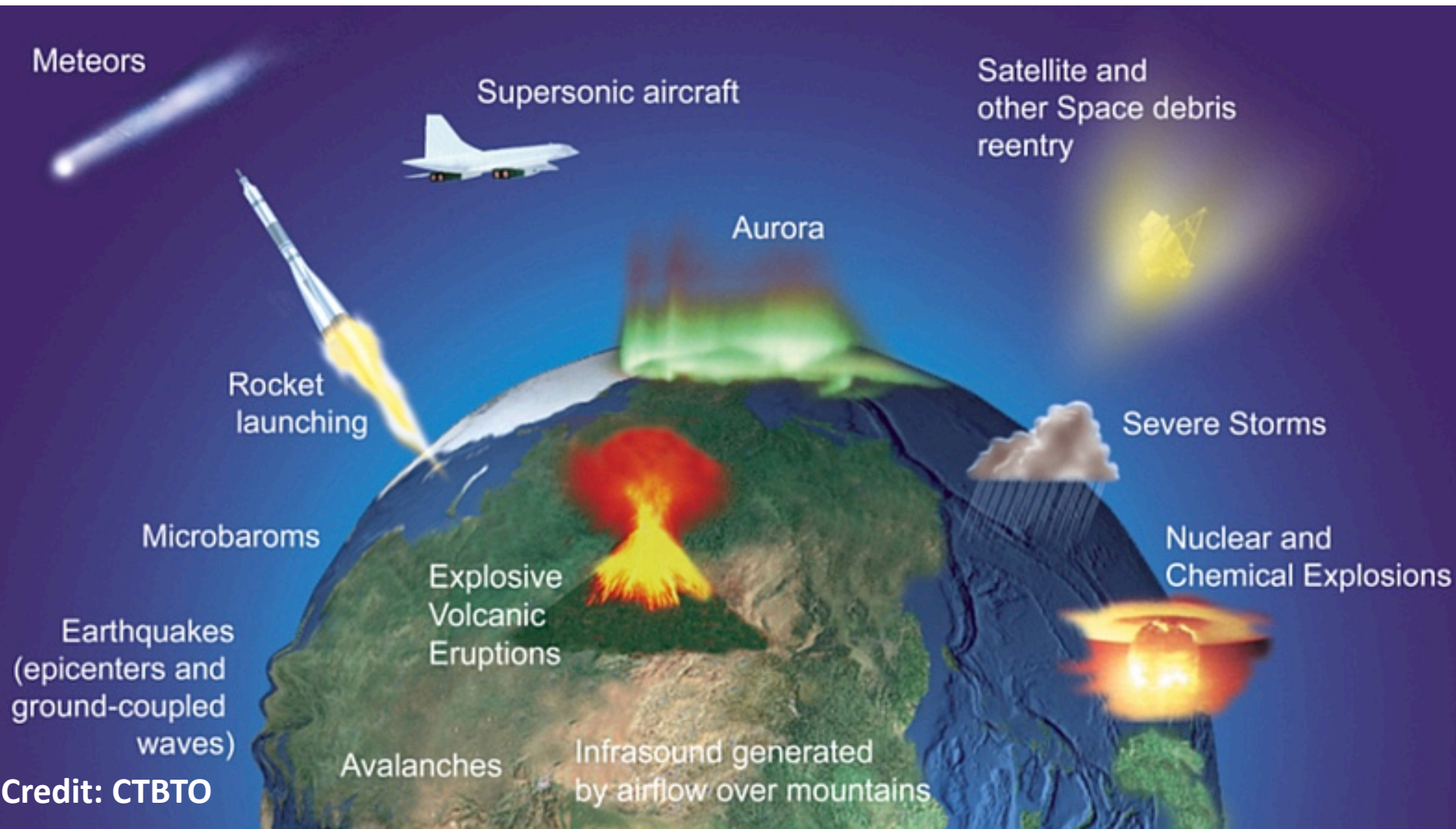
何

# インフラサウンド (Infrasound) とは？

- 人の聞くことができる音の周波数よりも  
**下 (infra) の音 (sound)**
- 厳密な定義は無いが, しばしば  
0.003 から 20 Hz の周波数帯を指す

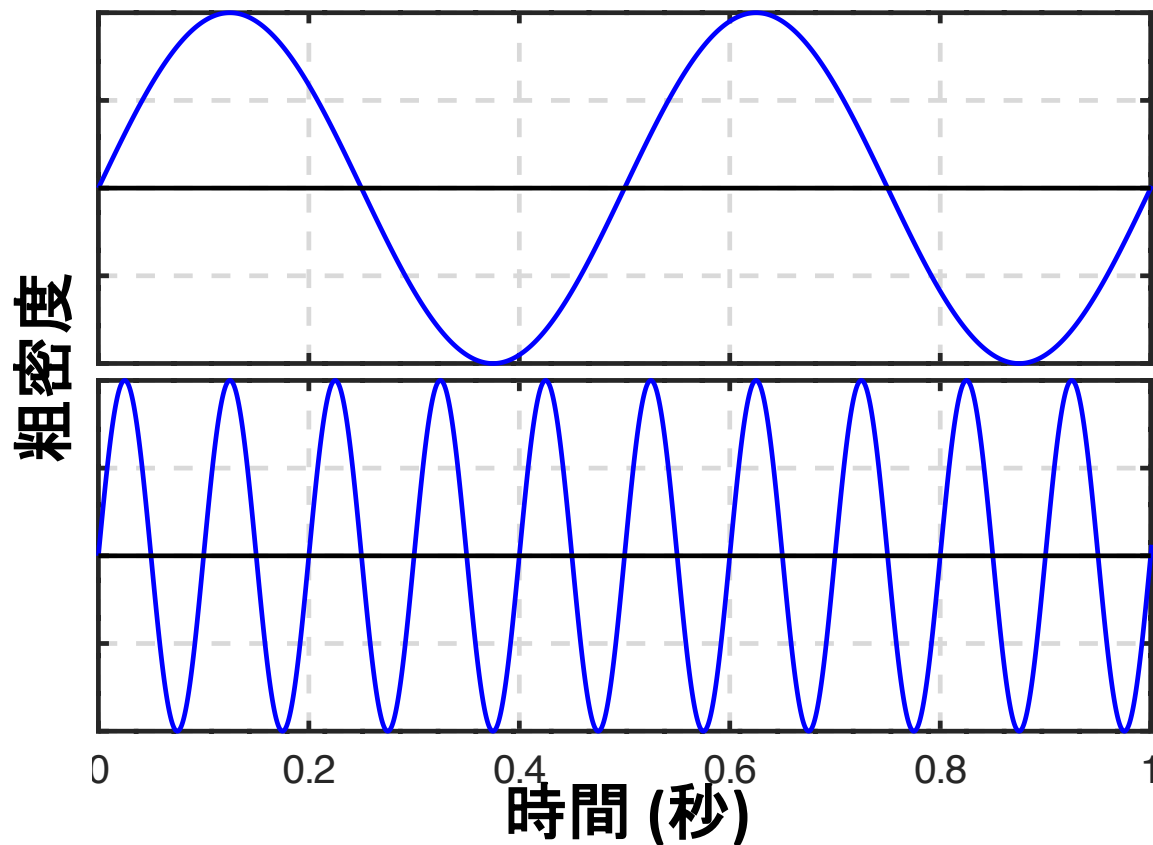


# インフラサウンドの様々な発生源



# インフラサウンドの特徴

- 低周波音ゆえ粘性などによるエネルギーの減衰が可聴音などの高い周波数の音に比べ小さい



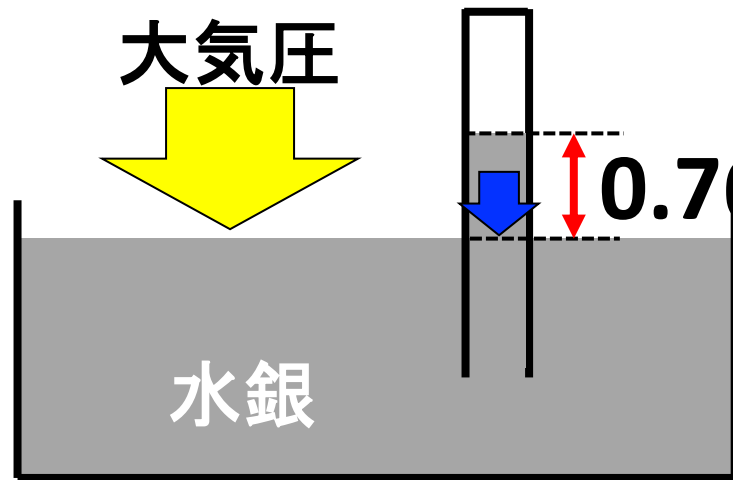


# インフラサウンドは 長距離伝搬が可能

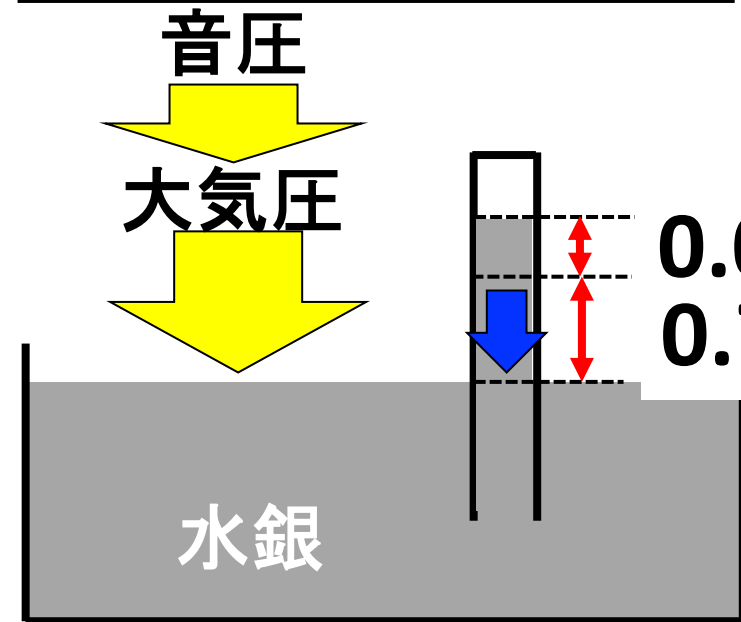
- 規模によっては  
数 1000 km 以上!!
- 1883年インドネシアの  
クラカタウの噴火 (Winchester, 2003)
  - 160km 離れた場所の水銀  
計が通常時よりも  
63 mm 上昇



# 水銀計は何 Pa の音圧を感知した？



$$p_0 = \rho g h = 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \times 0.76 \sim 101300 \text{ Pa}$$



$$p_{sn} = \rho g h' \sim 8400 \text{ Pa}$$

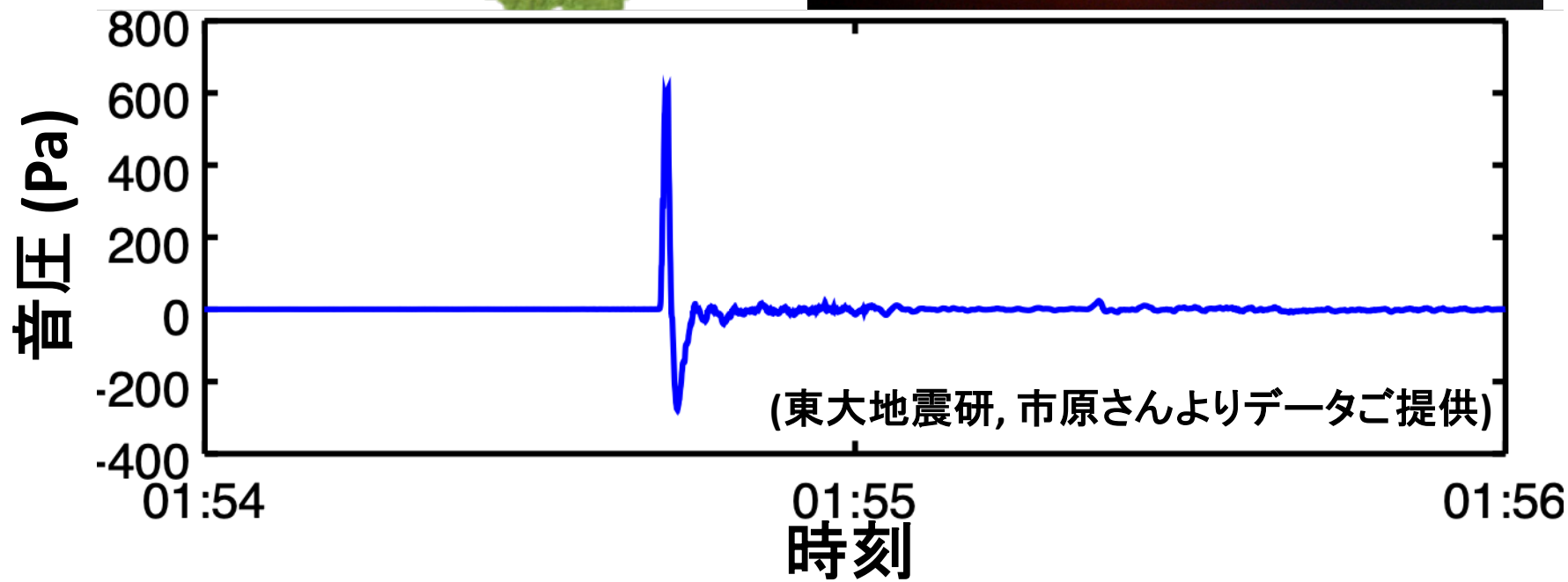
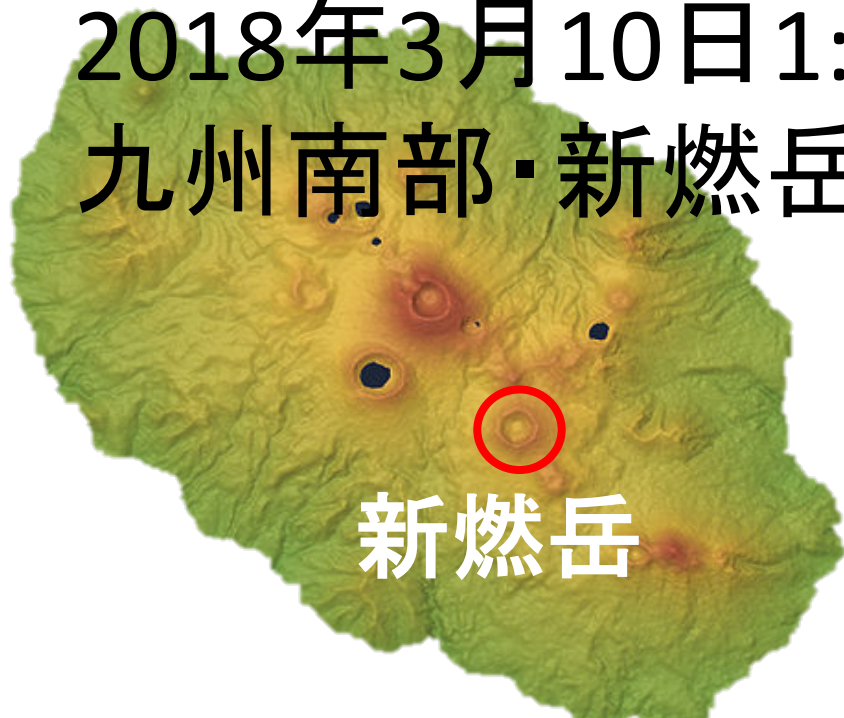


# インフラサウンドは 長距離伝搬が可能

- 現象の規模によっては  
数 1000 km 以上!!
- 1883年インドネシアの  
クラカタウの噴火 (Winchester, 2003)
  - 160km 離れた場所の水銀  
計が通常時よりも 63 mm  
上昇
  - 5000 km以上離れた場所でも  
噴火音が聞こえたという  
逸話も
  - 16000 km 以上離れたワシ  
ントンDC などでも気圧上昇  
が観測された

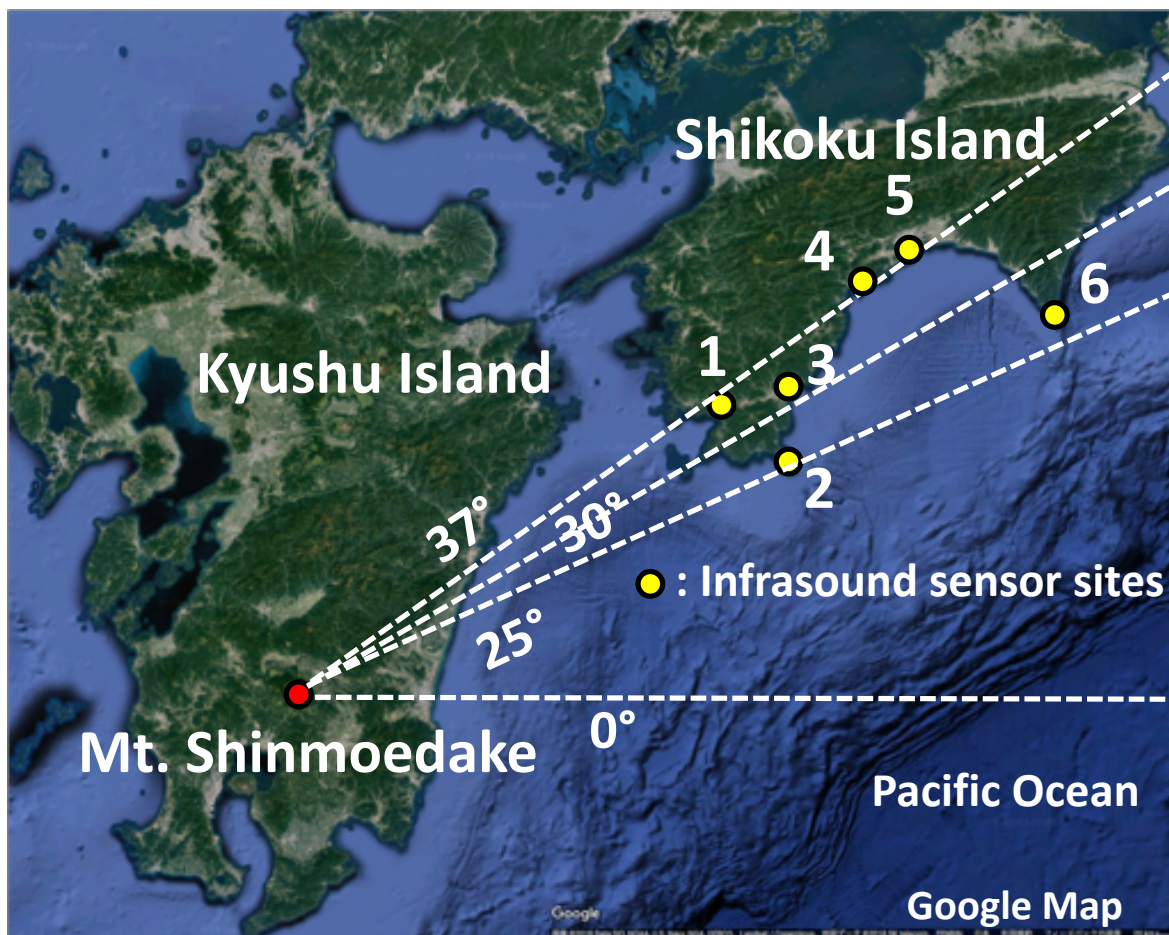


# 2018年3月10日1:54 に発生した九州南部・新燃岳の爆発的噴火





# 高知県内設置の 高知工科大センサ網も インフラサウンド検出！

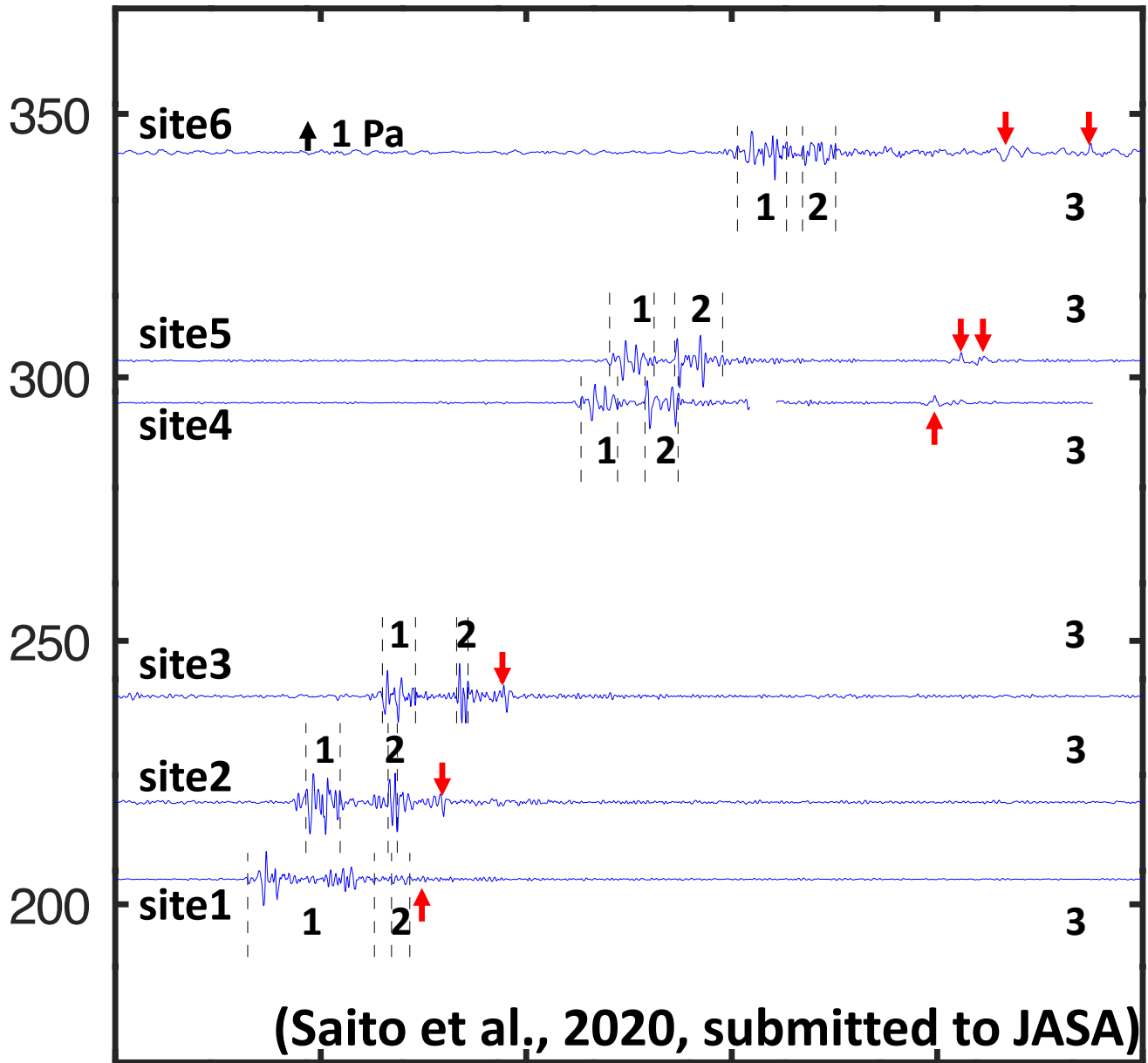


場所	距離 [km]
宿毛	204
足摺岬	219
黒潮町	239
土佐宇佐	295
春野	303
室戸岬	343

# 高知県 高知工科大学 インフラ



Distance [km]



(Saito et al., 2020, submitted to JASA)

02:03 02:06 02:09 02:12 02:15 02:18

JST Time

# インフラサウンドの利点を利用

利点：

- インフラサウンドは音速程度の速さで遠くまで届く！

言い換えると...

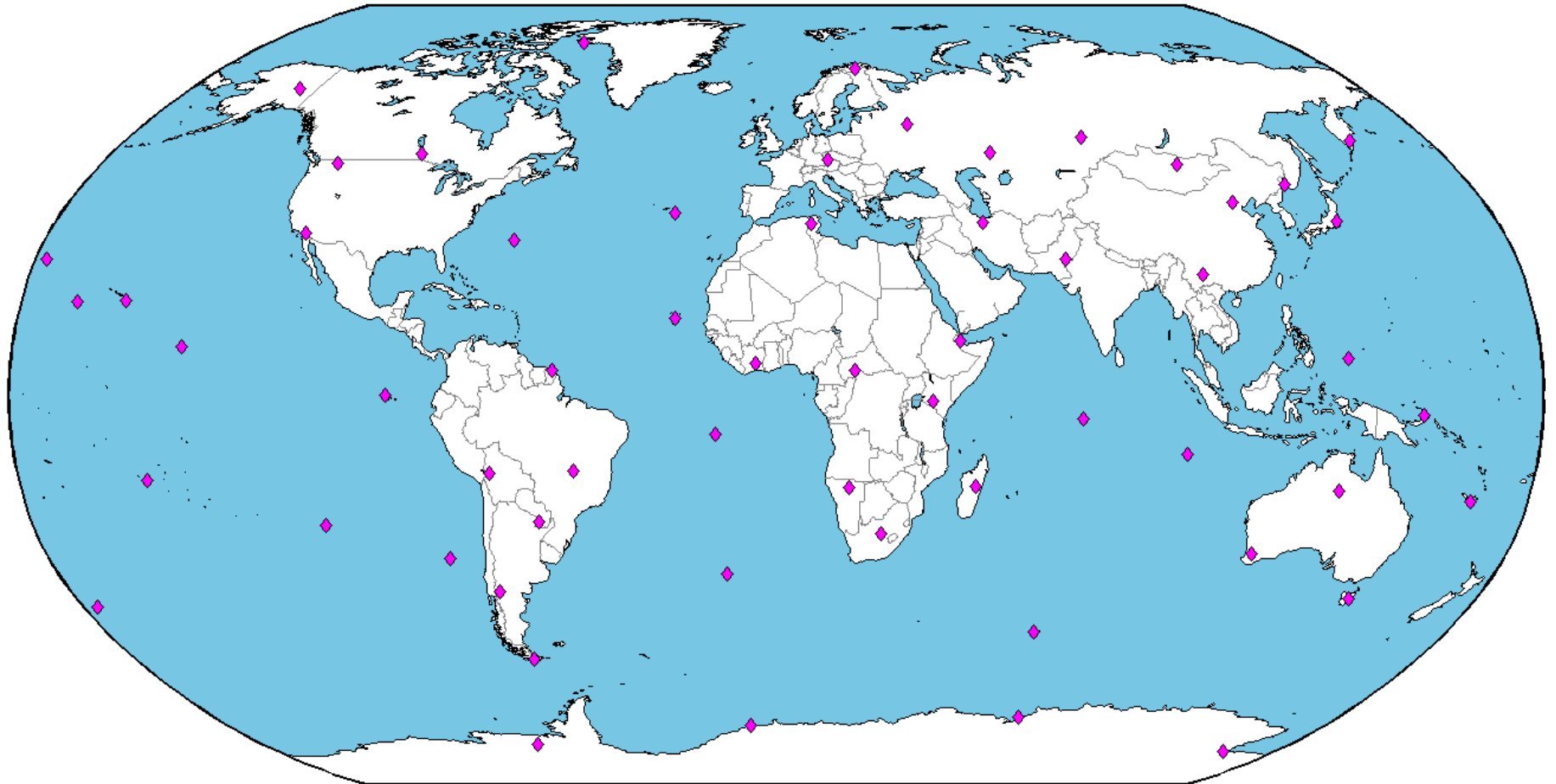
- インフラサウンドを生じさせる大規模な現象を早期に遠方から観測可能

# 世界的取り組み

- 核実験の実施場所や爆発規模の推定に利用
  - CTBTO (包括的核実験禁止条約機関) が実施
- 軍事活動のモニタリング目的
- 軍事・安全保障の観点で長く利用



# 世界中に設置されている インフラサウンド監視網



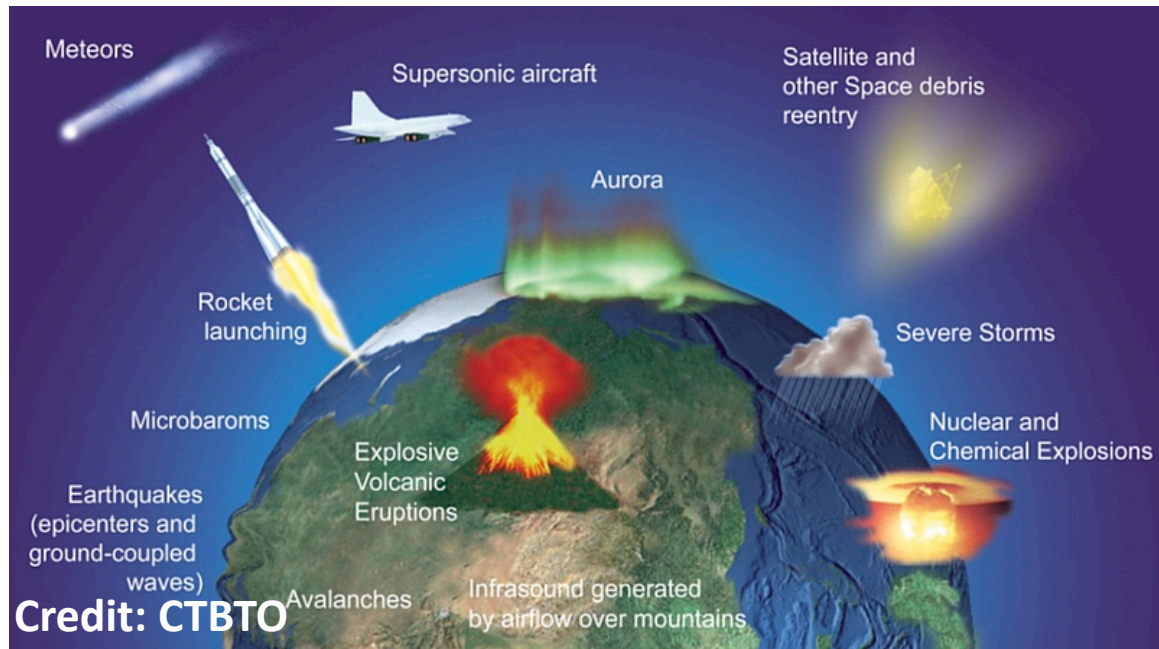
◆ Infrasound Array

Government of Canada 下記頁内の画像を元に改変  
URL: [https://can-ndc.nrcan.gc.ca/is\\_infrasound-en.php](https://can-ndc.nrcan.gc.ca/is_infrasound-en.php)



# 世界的取り組み～その他～

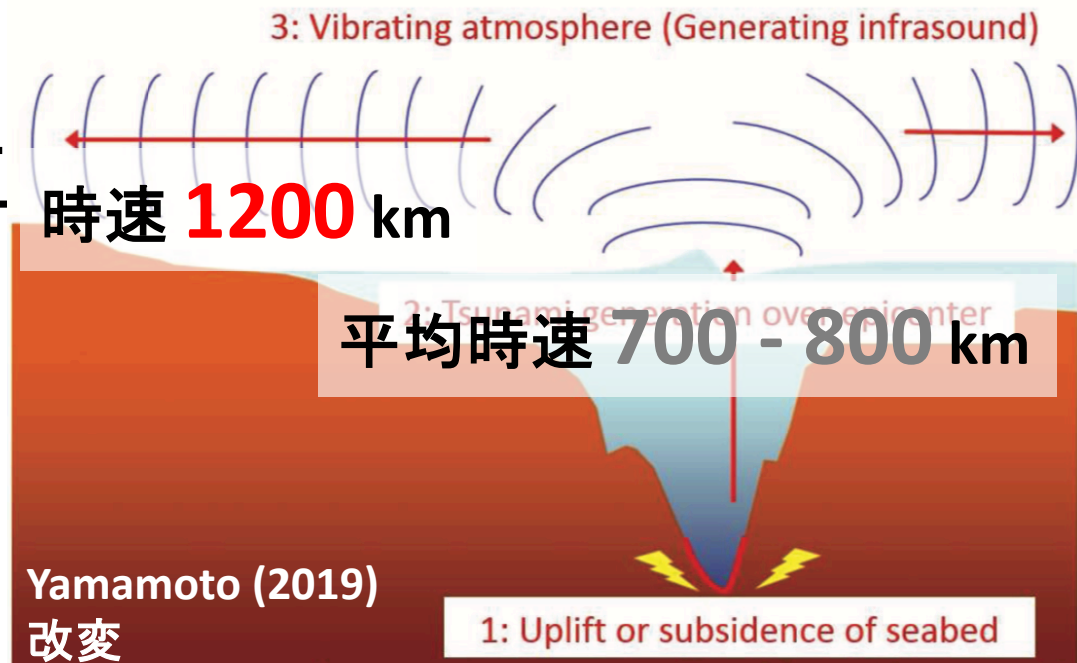
- 様々な地球物理現象によってもインフラサウンドは励起される
- 近年は地球物理学的に注目され観測の対象に



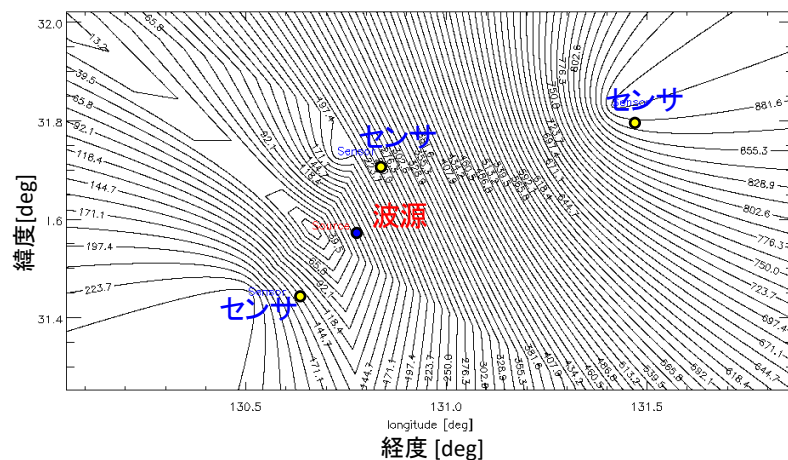
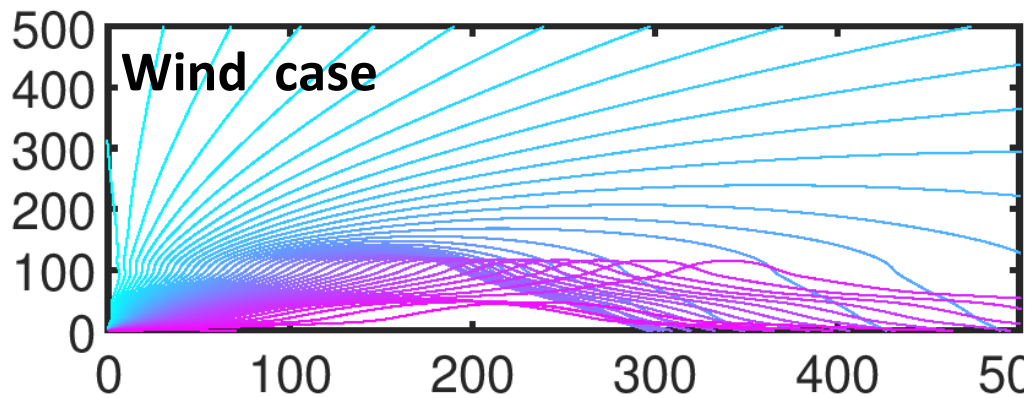
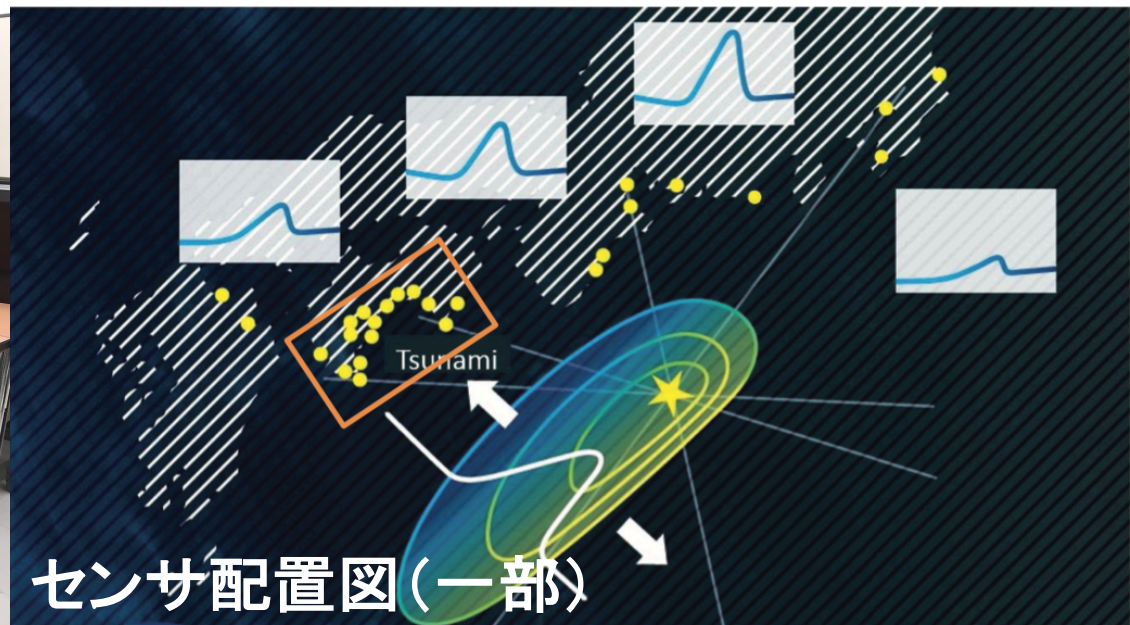


# 日本国内の取り組み

- インfrasoundが発生するような自然現象 = 災害を伴うことが多々ある
- 防災・減災への応用
- 例えば: 津波
- 音速で津波発生を検知



# 南海トラフ巨大地震に備えて...



# 民間国内初 観測ロケット MOMO3 で 高度 100 km 以上の宇宙空間に到達!!

MOMO 3号機  
全長約 10 m



(画像: IST)

- 打上日時: 2019年5月4日5:45 (JST)
- 飛行時間: 515 sec (8 min 35 sec)
- 最高高度: 113.4 km
- 最大高度時刻: 240 sec (4 min)
- 落下位置:

射点より  
東南東 37 km  
(IST HP より)

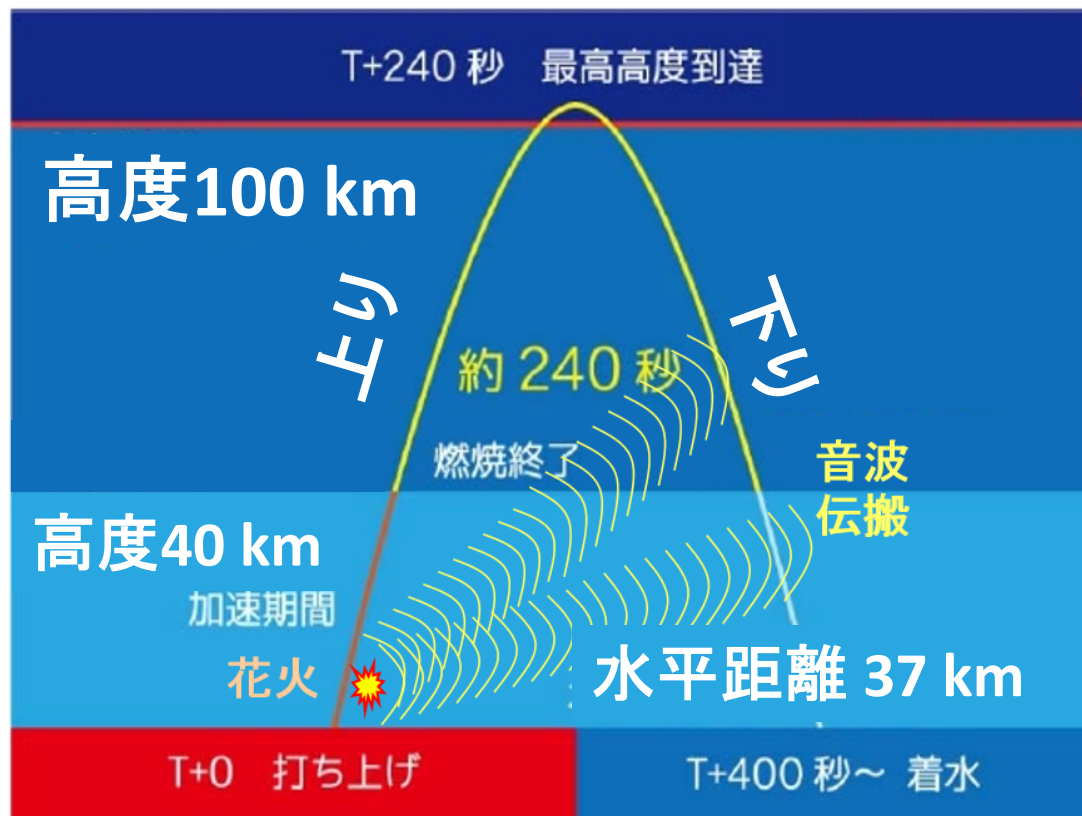




# 山本研: MOMO3 で花火音を高高度で捉えるインフラサウンド観測実験実施



サンプリング周波数: 1000 Hz  
周波数特性: 0.1 - 1000 Hz



T+0: ロケット打ち上げ時刻

(IST HP の画像を元に改変)

花火	T-90	T-75	T-60	T-45	T-30	T+105	T+120	T+135	T+150	T+165
*号	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
弾数	1	2	2	3	2	3	2	3	2	2

# まとめ

- 音波とは
  - 密度の粗密が伝わる現象
- インフラサウンドとは
  - 人の耳に聞くことのできない周波数帯の音波

