

[B32] Cyberforest: 原生自然の環境感性情報の配信とアーカイブの利用

下徳大祐^o・藤原章雄・小林博樹・中村和彦・斎藤馨
東京大学大学院新領域創成科学研究科 自然環境学専攻

目次

- ・ 研究背景：サウンドスケープエコロジーの紹介
- ・ 研究目的：
- ・ 研究方法：Cyberforest の実践
- ・ 結果 1：低周波領域の再生機構の実現
- ・ 結果 2：機械学習によるリトリバーバルの開発
- ・ 議論：

サウンドスケープエコロジーの歴史

60年代の公害問題・エコロジー運動

→ 「騒音」に対する意識の向上

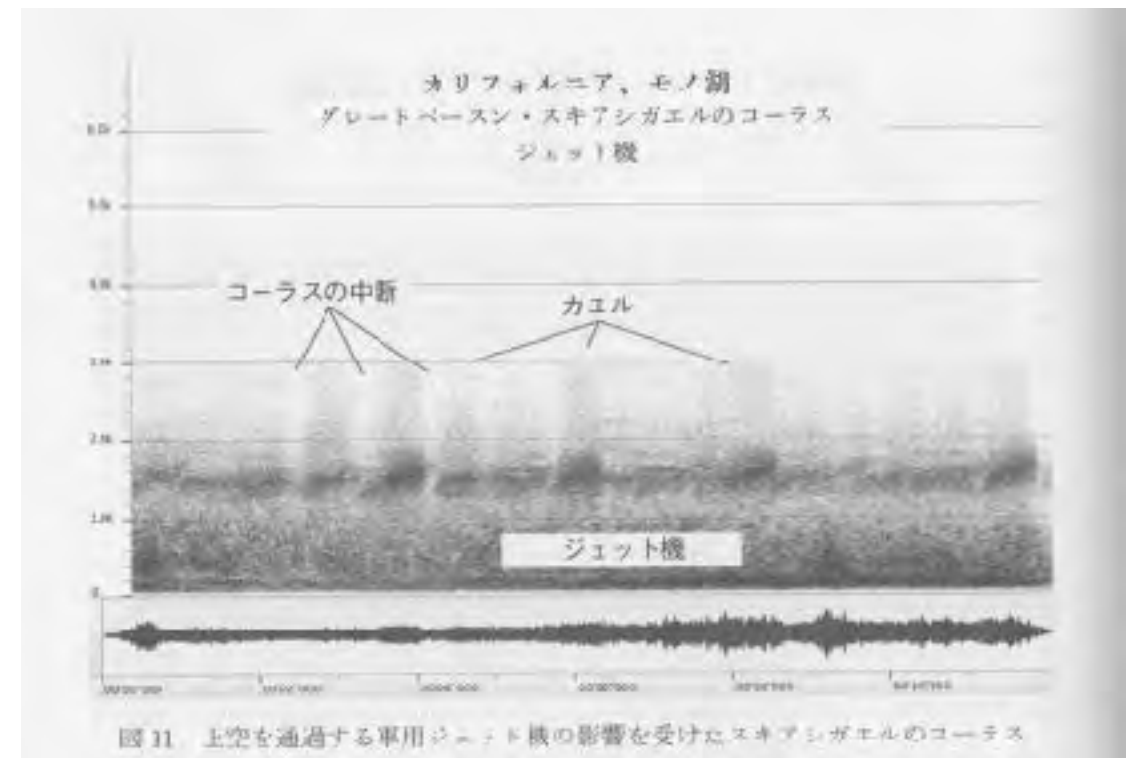
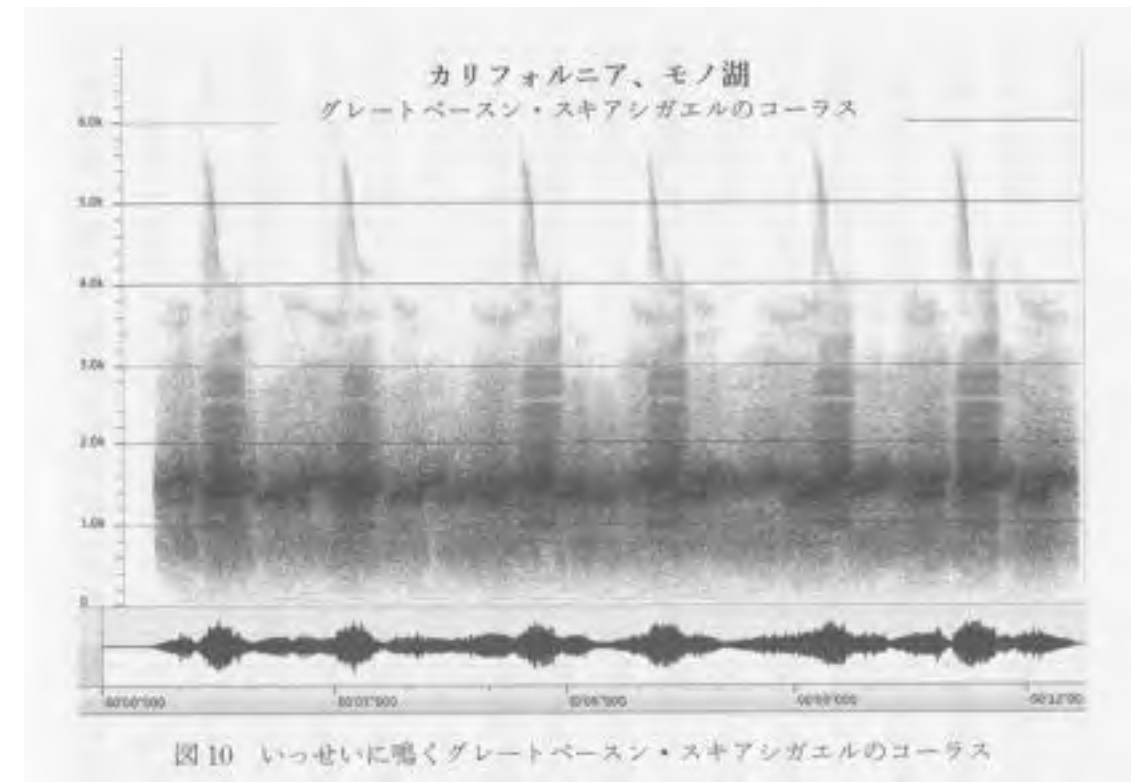
ex.) 熱帯雨林上を飛行する航空機騒音

Krause は80年代初頭より20,000時間以上
生態音を録音

生態系の状態を「音」を通じて測定できる？

「安定した生態系ではそれぞれの種は自
分の鳴き声の Niche を持っている」

しかし有人の録音には限界がある



関連研究

サウンドスケープ： 芸術的視点
科学的視点

Open Microphone Network:
芸術的視点にたってマイクを運用
自由に使って良い

ライブストリーミング地点：
全世界で 400 地点程度

日本では Cyberforest Project のほかに、Kenwood がライブストリーミング

いずれもアーカイブしていない



ライブストリーミング中のマイク
"SoundMap" Locus Sonus ESA-Aix
locusonus.org/soundmap



商業ベースのマイク (Kenwood)

目的

自然音を長期アーカイブすることによって
生態学的変化（個体数変動・鳴き声の周波数変化）を明らかにする

Cyberforest の実践：アーカイブの方法

秩父（鉄塔）ステーション

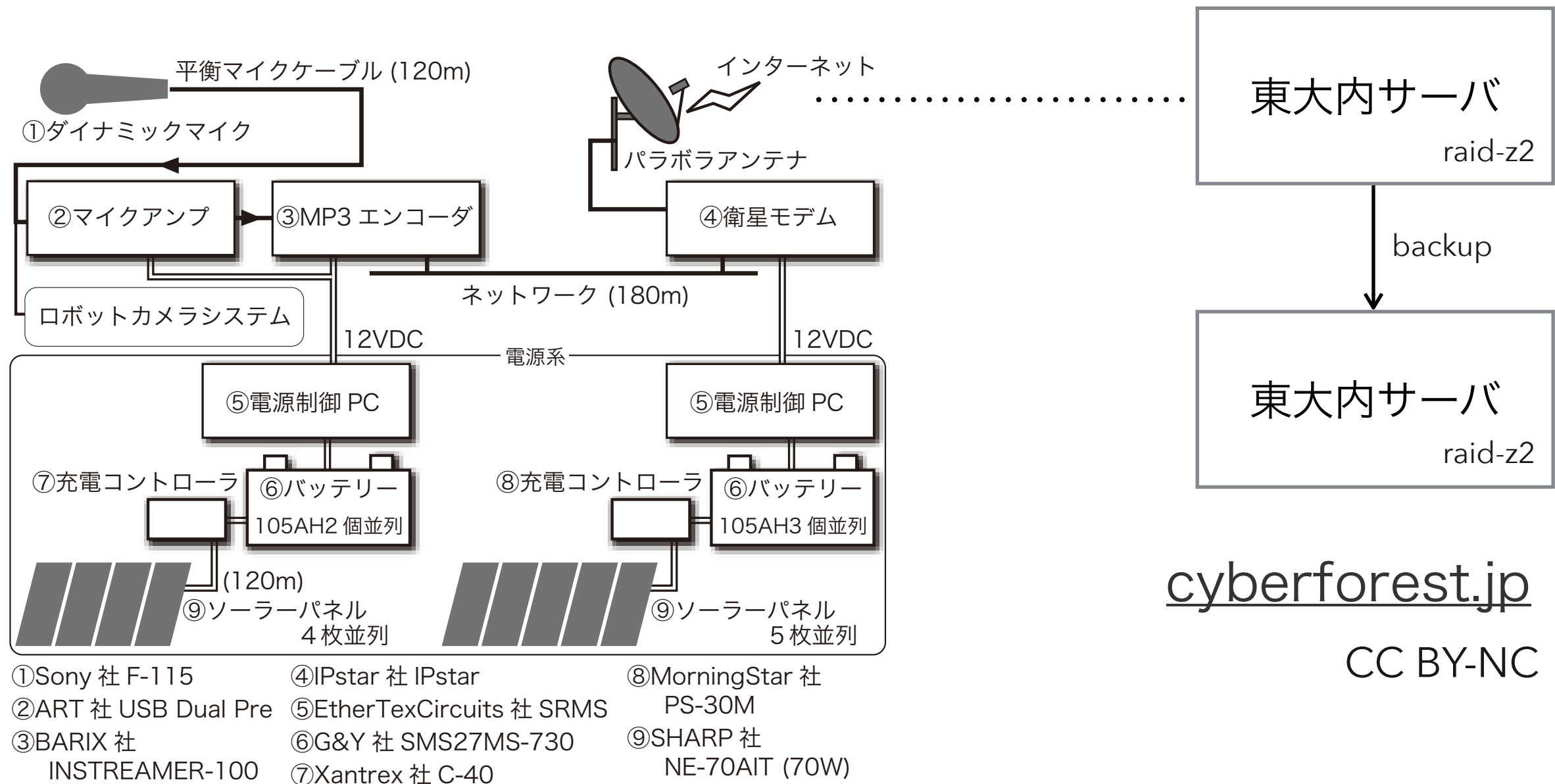


1995年から運用
商用電力・ネットワークなし
太陽電池・衛星回線で運用

長期アーカイブは世界的に見ても稀



アーカイブの方法



Saito et al, 2015

アーカイブの方法

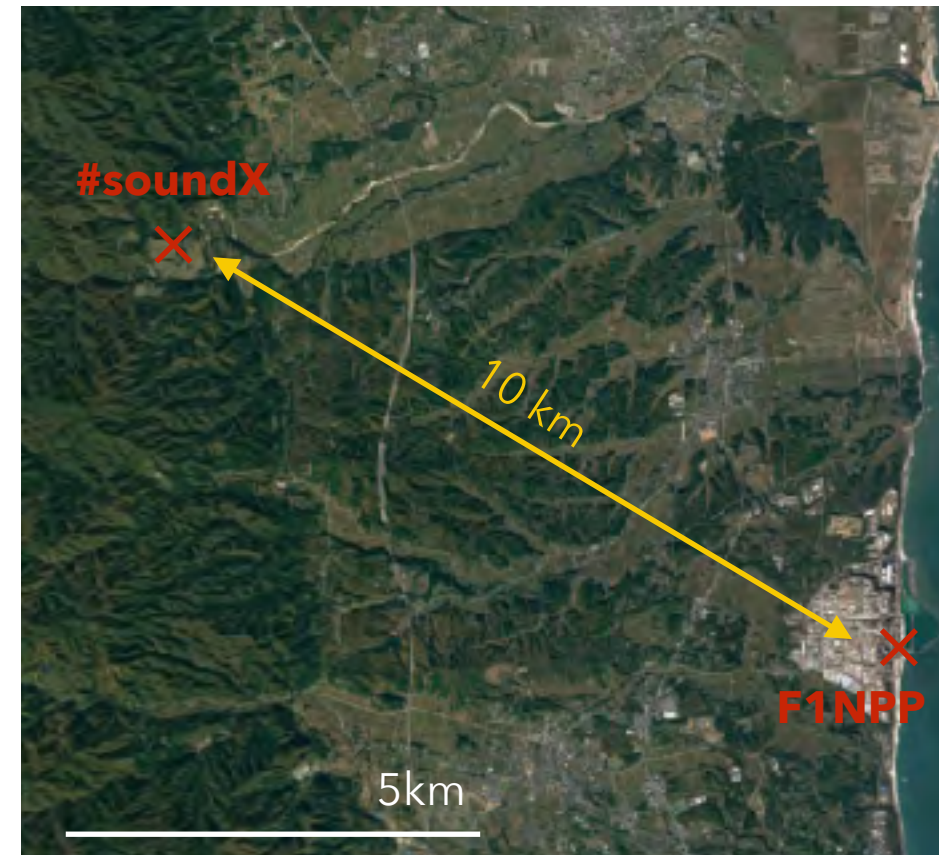
#soundx (福島県双葉郡浪江町；
帰還困難地域内)

人間の立ち入りの出来ない地域におけるモニタリ
ングの社会的要請

(ex 放射線影響の見積もり；
個体数管理)

人が立ち入れない原生自然で長期運用してきた
cyberforest が貢献できる

2017 年 6 月より録音を開始した



SoundX の位置



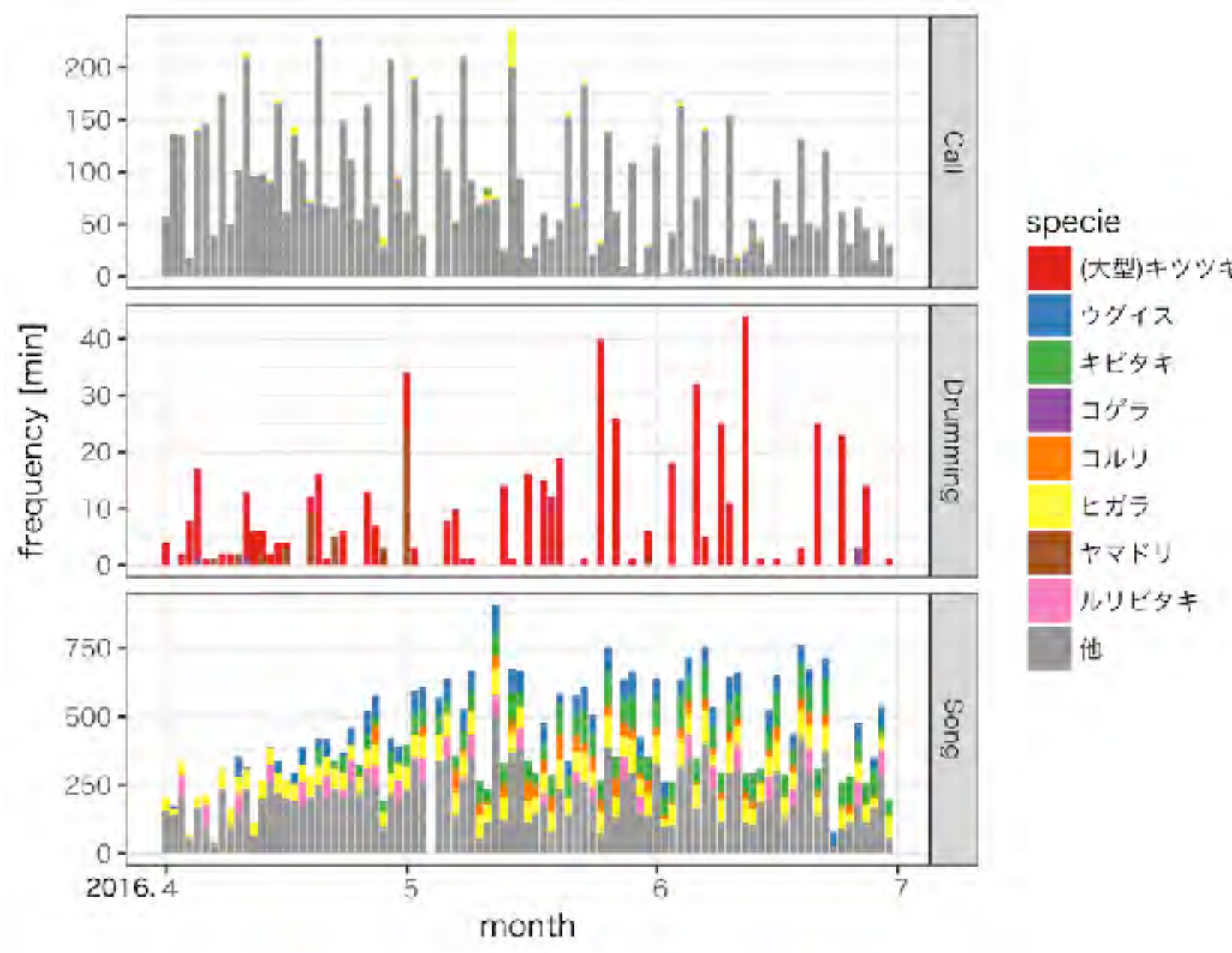
SoundX の施設

結果1：

Cyberforest は NPO Birdresearch と
共同で鳴き声聞き取り調査を、
春期に実施

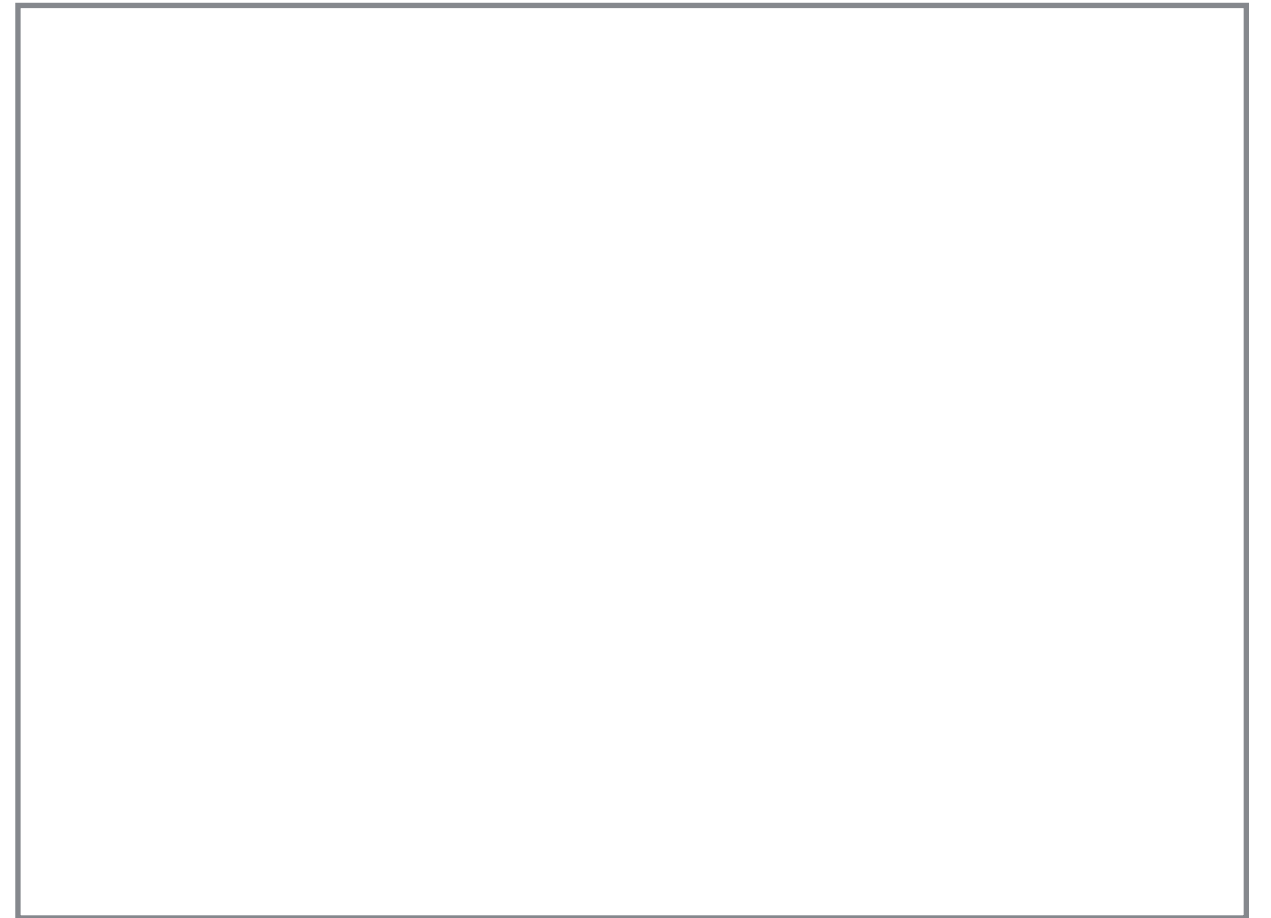
ヤマドリのホロウチ（Drumming）
のような低周波音は可聴域すれすれ：
調査から除かれてきた

聴覚（>1kHz）よりも低周波に感
度がある触覚を用いて聞き取れない
か？



結果1：ヤマドリの本ロウチ（参考）

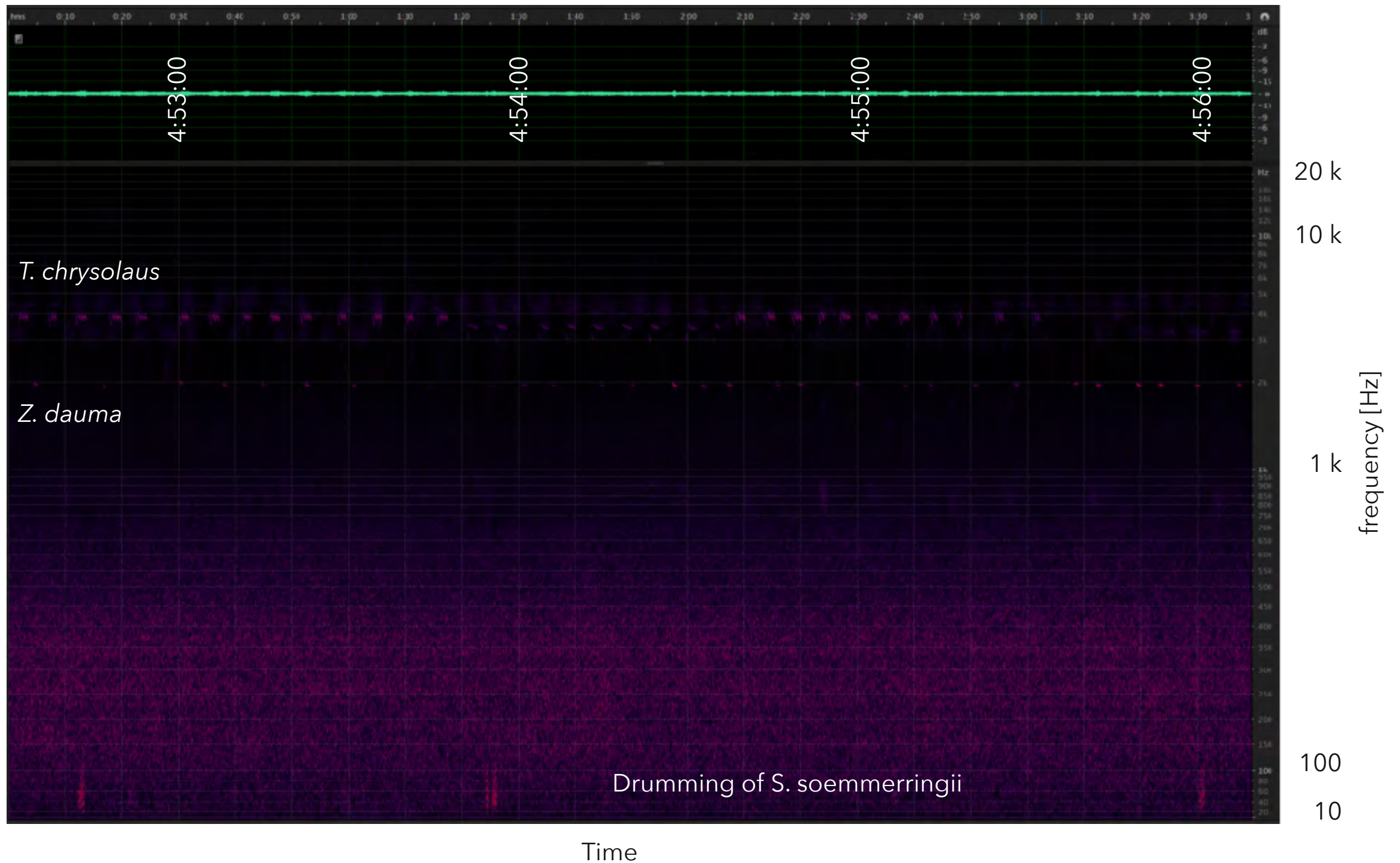
テリトリーを示す行動
威嚇



<https://www.youtube.com/watch?v=wQ49lMm3jqQ>

結果1：ヤマドリのホロウチ（参考）

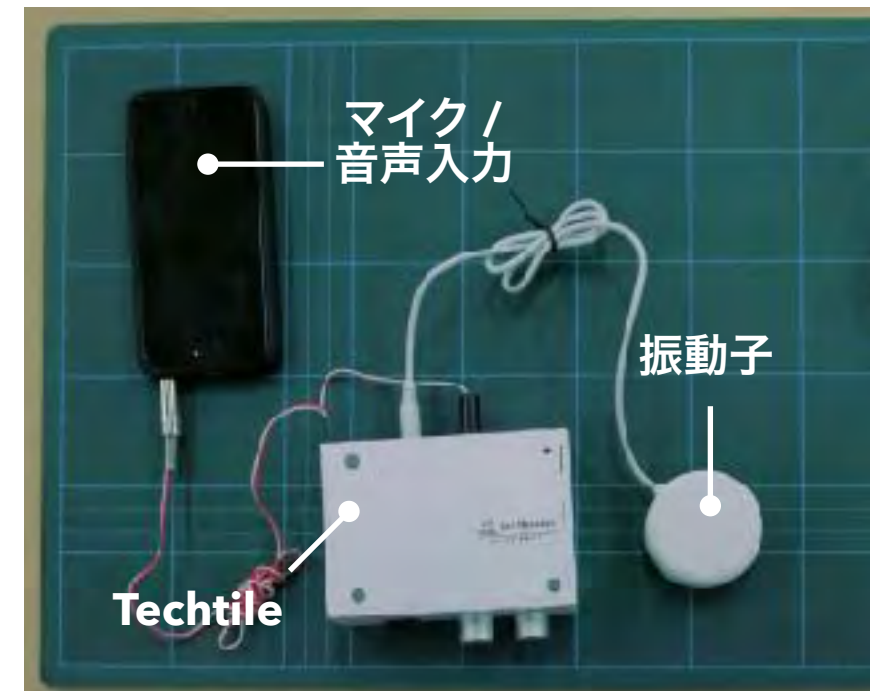
Spectrogram of # Tetto (1 May 2013)



バイブロトランスデューサ：触覚表現

振動装置：バイブロトランスデューサを利用

マイク入力 or 音声入力に対して、振動子は
低周波部分($<1\text{kHz}$)を振動し
音声部分 (20 Hz– 16kHz) も音声で同時に再生される。



実験系構成例

結果1：展示実験

振動装置を組み付けた箱を作成

イギリス・フランスで展示実験

コメントを聞き取り

場所	日時	対象	人数
Goldsmith Coll. UK	2016/10/29	一般参加者	40
ESA Aix, FR	2016/11/2	学生	20

参加者のコメント：

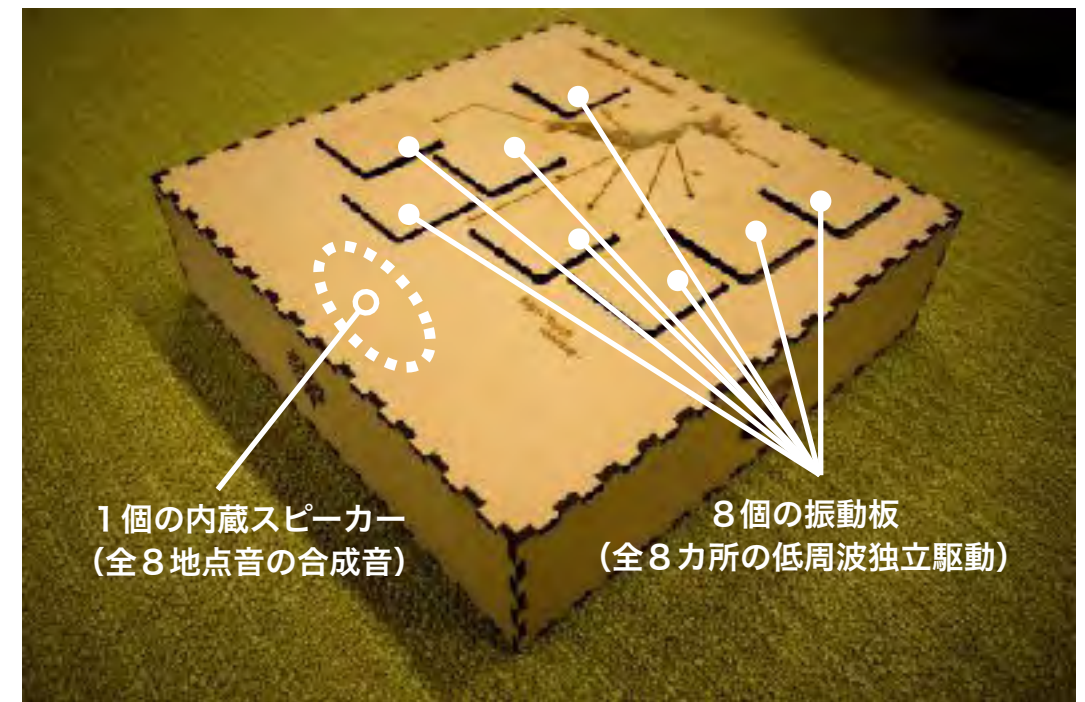
どこが風が強いかはわかる

「初めての体験」だからなんと言って良いか・・・

聴覚障害者の自然体験によさそう

雨の感じはよい

このような実験をおこなうにも多くの低周波
サンプルが必要 → 機械処理の必要あり



ESA-Aix での展示実験

課題：

「低周波」の実験を行うにも「低周波」を探す必要
最終目的の生態系調査を行うには、手動でやるには限界



機械処理. 機械学習の必要
ところが教師データが必要・・・だれに頼む？
→「クラウドソース」

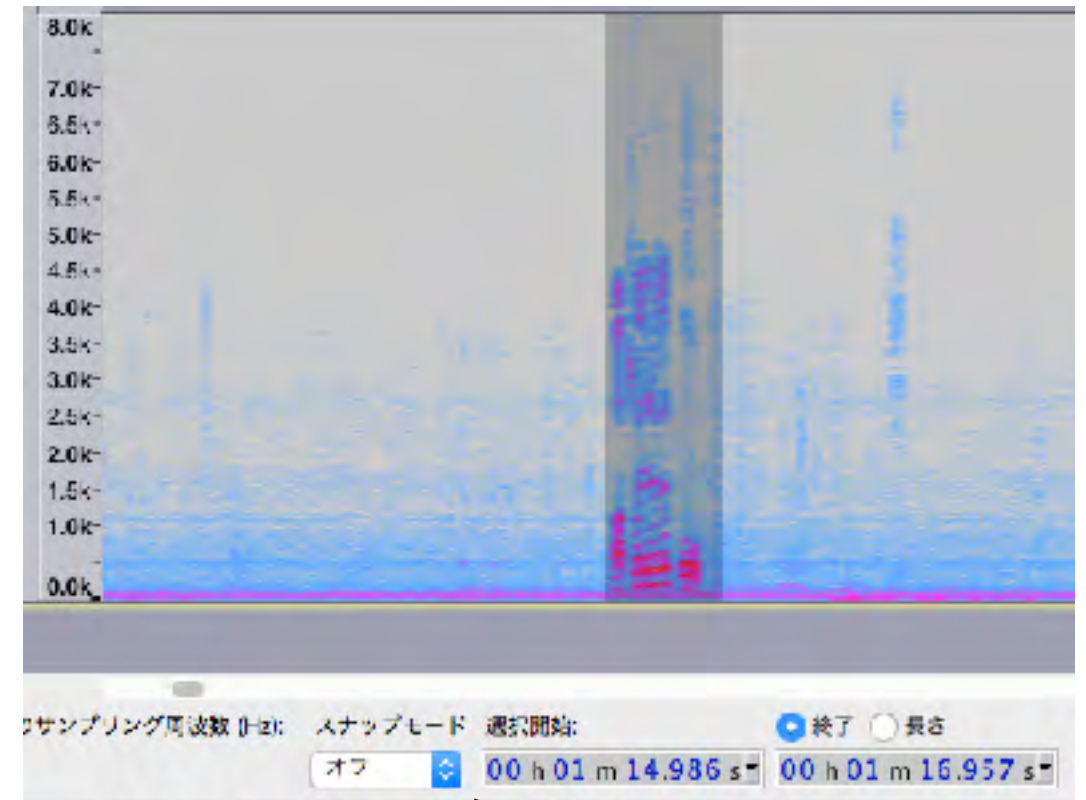
結果2：機械学習によるリトリバルの試み

21 人の学生に聞き取りを依頼
聞き取りファイル: 48 ファイル x 3 回以上
(1ヶ月あたり 60 分を 4 分割)

聞き取り対象：囀り，地鳴き，風，雨
音の強度

それぞれのサンプル音を聞かせた後，
audacity を用いて聞き取り，質問紙に転記

Audacity の画面



質問紙に転記

聞き取った数

	イベント数
囀り	711
地鳴き	572
風	628
雨	314
合計	2225

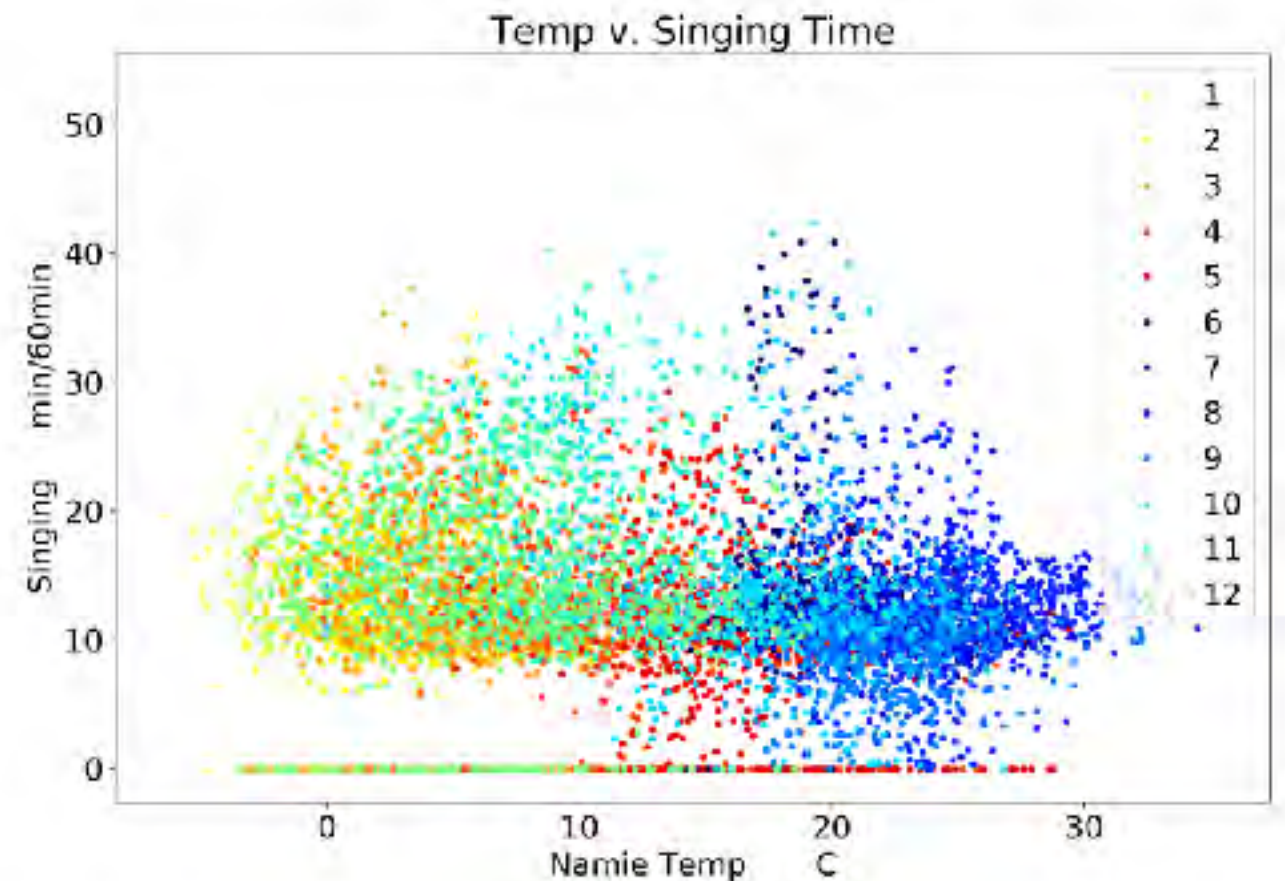
質問紙

ID	START		END		EVENT (select one)	QUALITY			
	min	sec	min	sec		A	B	C	
1	0	0	0	38	5	☐ song ☐ call ☒ wind ☐ rain	☐ background ☐ weak ☐ hard to hear	☐ middle ☒ easy to hear ☐ not to hear	☐ foreground ☐ strong ☐ not to hear
2	0	38	5	39	0	☐ song ☒ call ☐ wind ☐ rain	☐ background ☐ weak ☐ hard to hear	☐ middle ☐ easy to hear ☐ not to hear	☒ foreground ☐ strong ☐ not to hear

結果 2 :

クラウドソーシング+機械学習
= human computation

ウグイスの音（囀り+地鳴き）を検出
精度(AUC) = 62 %



60分あたりのウグイスの音.
色は月を示す. 横軸はアメダスによる気温

議論：

- ・ 自然音アーカイブの産業化・・・難しいのでは？
- ・ アーカイブの技術的困難
ディスク（セキュリティ）メンテナンス
→博物館・図書館などのアーキビストと共同したい
現場のメンテナンス
- ・ インデキシング
クラウドソーシングの活用を含め、すこし光明が？