

## 研究報告

### 音刺激を用いた海釣り用誘引デバイスの開発

#### English Title: The development of sound stimulation device for sea fishing

帯屋 健之

Takeyuki OBIYA

九州大学大学院芸術工学府

Graduation School of Design, Kyushu University

城 一裕

Kazuhiro JO

九州大学芸術工学研究院

Faculty of Design, Kyushu University

#### 概要

本研究では、「音響漁法」に基づく音デバイスの開発を通して、釣りという文化に対し、音の選択という新たな要素を提案する。音響漁法とは、音刺激を用いた漁業であり魚群探知、威嚇、麻痺、誘引の4つに分けることができる。本研究では、このうち誘引に着目し、さびき釣り用の Sound Bait Basket および、ウキ釣り用の Sound Bait Float の2つのデバイスを開発すると共に、実釣による実験をおこない今後の課題を検討した。

#### 1. はじめに

##### 1.1. 釣り文化

釣りとは、釣竿、釣り糸、釣り針などの道具と餌や疑似餌を使って、魚介類を採捕する行為、方法である。海釣りと川釣りに大別され、海釣りには磯釣りや船釣り、川釣りには溪流釣りや低地の釣りがある。釣具によっても竿釣り、手釣りと分類され、餌によっても、餌釣り、疑似餌釣り、友釣りに分けることができる。

釣りの起源は少なくとも4万年前の旧石器時代にさかのぼるとされるが、日本において、娯楽として人々に受け入れられ、大きな流行を見せたのは江戸時代であったとされる(福岡市博物館 2016)。大衆化が進み1990年代には日本における釣り人口は2000万人を突破したとされるが、他の娯楽文化の発展とともに釣り人口は減り、2016年の総務署の統計(総務省統計局 2016)によると887万人まで落ち込んでいる。

一方、海外では例えばアメリカの釣り人口は2016年には3300万人となっている(American Sportfishing Association 2018)。アメリカではリラクゼーション目的、またスポーツとして釣りを親しむ人が多い。対して、日本人は釣って食べることを目的とすることが多く、そこには文化の違いが見られる。

この釣りという文化においては、疑似餌やリールの

登場にはじまり、釣りの大衆化が進むとともに様々な釣り道具が生み出されてきた。近年では、電動リール、電気ウキなど、釣具においても電気を用いたものが使われるようになり、デジタル化が進んでいる。その中でも、本研究では以下に述べるウキ釣りとさびき釣りに向けたデバイスの開発を行った。

##### 1.1.1. ウキ釣り

ウキ釣りは、仕掛けの位置を一定の深さに固定し、潮の流れに添って仕掛けを流すことで流れ泳ぐ魚を狙うことができる釣法である。魚のアタリが視覚的にわかりやすいというのが特徴である。

##### 1.1.2. さびき釣り

さびき釣りは、エビに似せた疑似餌針がいくつもついた仕掛けとアミエビを入れた籠を連結させたもので魚を釣る釣り方のことである。海釣りにおいては初心者も手軽に挑戦でき釣果も望める釣法とされている。

#### 1.2. 音響漁法

漁業ではこれまで光、臭い、流れ、電気など多様な刺激が活用されてきた。中でも、音刺激は、伝搬範囲や即効性、日中の利用という点からは、光刺激よりも有効な刺激なのではないかと考えられている(添田秀夫・畠山良己・川村軍蔵 1998)。音刺激を用いて、水族をコントロールし、捕獲を可能にしたり、容易にしたりする技術は20世紀半ばから研究されており、例えば、橋本・間庭は1964年にコイ及びハマチに対して実験を行っている(橋本富寿・間庭愛信 1964)。このように、漁業に音が用いられる場合、それを「音響漁法」と呼び、「魚群探知」「威嚇」「麻痺」「誘引」の4つに分類することができる(添田秀夫・畠山良己・川村軍蔵 1998)。以下にその概要を述べる。

### (1) 魚群探知

水族の遊泳時や、繁殖期における発生音を水中聴音器により聴取することにより、水族の存在や状況を探知する方法である。商業漁業において漁場の選定する上で重要な役割を果たしている。

### (2) 威嚇

音を使用する最も単純な漁法で、追い込み漁法で用いられるものである。追い込み漁法とは、対象生物を音響を発する道具で追い立てて、捕獲漁具に落とし込んだり、刺させたりするものである。

### (3) 麻痺

強力な水中音を発生させ、魚を麻痺させることで漁獲する方法である。信濃川などで行われる石かち漁は、小魚の隠れた石をハンマーで強打することにより、強力な水中音を発生させ、魚を麻痺させる(添田秀夫・畠山良己・川村軍蔵 1998)。

### (4) 誘引

餌生物の発する音や、同種の魚の摂餌音などを模した音で魚を誘引し、漁獲しようという方法である。繁殖期には異性の発生音も有効になるものと考えられている。

水中で同種または餌生物の魚の摂餌音を再生させることによっても誘引は可能である。間庭・畠山は、サバの捕食音を収録し、水中で再生させると、サバは索餌行動を始め、また、アジにおいてもサバの捕食音に対し誘引行動を示したとしている(橋本富寿・間庭愛信 1966)。

釣り用ルアーや疑似餌をかき回す際に発する音も捕食魚を誘引する効果を持っているとされる。しかしながら、ルアー自体の出す低周波振動は、特定の信号音を発しているというよりは、むしろノイズの発生源である。すなわち、魚にとって音の存在自体に意味があり、音の特性は問題ではないのかもしれないという考えもある(三浦汀介・清水晋・西山作蔵 1984)。ルアー内部の金属球が衝突することで発生するラトルサウンドは魚を誘引する場合もあるが、反対に威嚇に働く場合もあり、ラトルサウンドを発するルアーを好まない釣り人も多い。

## 2. これまでの取り組み

本研究では、これまで上記の音響漁法のうち誘引に着目し、既存のデバイスである The Fish Call の検証および、その改良版としての Multi-Sounds Fish Call の開発と検証を行った。

### 2.1. The Fish Call の検証

The Fish Call とは、クラウドファンディングサイト「Kick starter」において、10 万ドル以上の融資を得て開発され、魚の遊泳音や摂餌音などを元にシミュレート

された音と振動が魚の好奇心を高め、魚の捕食行動を誘発するというデバイスである(図 1)(TactiBite 2018)。

#### 2.1.1. 実験

The Fish Call による誘引効果を音の録音および水中映像を取ることにより検証した。結果として、魚の可聴域である 100Hz から 1000Hz の音は再生されているが、The Fish Call による誘引の効果を明示的に確認することはできなかった。これにより、用いられている音刺激に問題があるという仮説を立てた。



図 1: The Fish Call

### 2.2. Multi-Sounds Fish Call の開発

The Fish Call は音刺激に問題があり誘引効果が薄いという仮説を検証するため、任意の音刺激の再生が可能な「Multi-Sounds Fish Call」を開発した。

#### 2.2.1. 改良

The Fish Call の振動部をそのままに、異なる音刺激を自由に発することができるように作り変える。使用器具、回路図(図 2)、完成後の外観(図 3)と内部(図 4)を示す。

- ・ Arduino UNO
- ・ DFPlayer mini
- ・ SparkFun プロトシールド
- ・ ブレッドボード
- ・ カーボン抵抗 1k
- ・ ブレッドボード・ジャンパーワイヤー
- ・ 耐熱電子ワイヤー
- ・ 9V 電池スナップケーブル
- ・ 塩ビパイプ
- ・ ビニールテープ

・フッ素樹脂フィルム粘着テープ

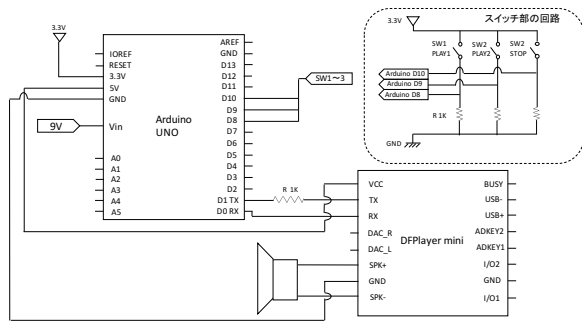


図 2: Multi-Sounds Fish Call の回路図



図 3: Multi-Sounds Fish Call の外観

## 2.2.2. 実験

Multi-Sounds Fish Call を用いて、実釣および RICOH THETA V を用いた録画を行った。音刺激はバンドノイズと小型魚の遊泳および摂餌音とスズキの摂餌音 (uomionline 2014) を合成したものを用了。

### (1) バンドノイズに対する反応

佐賀県唐津市京泊漁港において、バンドノイズの再生をした Multi-Sounds Fish Call を海に投下したところ、スズメダイなどの魚群が装置周辺に集魚された。その後再生を続けると、徐々に離散し、1 分ほどで完全に魚群は離散した後、2 分後に別の魚群が集魚され、装置付近に停滞した。

次に、堤防近くに停滞していたメバルの魚群に対して、近くに装置を投下し、スズメダイの誘引時と同音圧で再生を行うとメバルの魚群は装置から遠ざかる傾向が見られ、約 5m 装置から離れた位置に移動した。装置を引き上げると、数分後、元の場所に帰ってきた。この



図 4: Multi-Sounds Fish Call の内部

ことから、メバルに対しバンドノイズは威嚇に働いたということが示唆される。

### (2) 摂餌音に対する反応

実験全体を通して、小型魚の遊泳および摂餌音と大型魚の摂餌音の合成音に対しては、ただ単に音を流すだけでは、誘引、威嚇の示唆される魚群の行動は見られなかった。

バンドノイズの再生時は威嚇反応を示したメバルは、摂餌音再生時は停滞したままであり、威嚇反応を示唆する行動は見られなかった。

## 2.2.3. Multi-Sounds Fish Call の検証

### (1) バンドノイズによる誘引

魚は特定の学習、条件付けされた音に誘引されるという先行研究 (添田秀夫 1998) を踏まえ、魚の誘引要因となる周波数帯域はその生息環境などの外的要因や個体差などにより異なるが、バンドノイズはそれらの周波数帯域を全て含んでいるため、多くの魚を誘引することになるという仮説を立てることができる。

一方で、バンドノイズ自体が魚にとって生理的な意味を持つ音であり、バンドノイズに魚は本能的に惹きつけられたという可能性もある。

### (2) バンドノイズに対する威嚇

スズメダイに対して誘引に働いたバンドノイズは、同音圧での再生で、メバルに対しては威嚇に働いた。畠山は音圧レベルにより、威嚇レベルと誘致レベルを分けている (畠山良己 1992)。この威嚇レベルがスズメダイよりもメバルの方が小さく、再生したバンドノイズはメバルにとってこの威嚇レベルを上回る音であったが、スズメダイにとっては威嚇レベル以下であり、誘致レベルに相当したと考える。魚種によって、威嚇レベルが異なるという今回の考察から、電気によって制御することで、海の荒れなどによる海中騒音の大きさや狙う

魚種などによって再生音圧レベルを変えることができるというのはデジタルであることの大きな利点である。

### (3) 摂餌音に関する検討

摂餌音の再生において良い結果を得ることができなかったのは、魚の聞き音に摂餌音の特徴が失われてしまっていた、もしくは、使用した音自体が実験時いた魚に対して条件づけされたものとして働かなかったという2つの可能性がある。図6の原信号における波形と図5の水中録音の波形を比べると、スズキの摂餌音は持続時間が延び、摂餌音のパルス特徴が薄れていた可能性が示唆される。また、バンドノイズに比べ、最大音圧レベルは大きいにも関わらず、威嚇行動を示さなかったことから、魚はパルス音に比べ持続音への感受性が良いことがわかる。

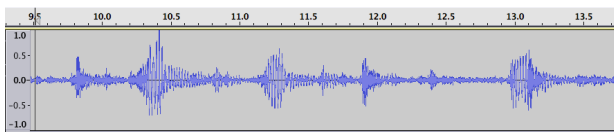


図 5: 水中録音の波形

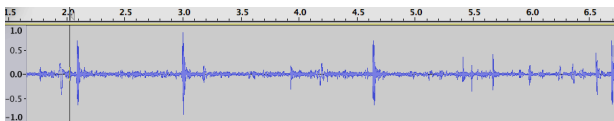


図 6: 原信号の波形

### (4) 課題

釣りデバイスとして、Multi-Sounds Fish Call は、音刺激の選択が自由にできること及び再生音圧レベルを変えられることは音刺激を釣りに利用する上では大きな利点である。しかしながら、その重量及び大きさから、釣りの仕掛けに組み込み、竿を使って投げることが困難であった。軽量化、小型化を図り、より詳細な実験のできるデバイスの開発が必要である。

## 3. SOUND BAIT BASKET および SOUND BAIT FLOAT の開発

Multi-Sounds Fish Call の検証を踏まえ、釣り仕掛けへの実装のため、小型化、軽量化を施した「Sound Bait Basket」および「Sound Bait Float」を開発した。

### 3.1. Sound Bait Basket

本デバイスはさびき釣りに用いて使用するものである。音デバイスをさびき釣りに音を用いるという新た

な手法を提案するとともに、音刺激の魚に対する反応をより詳細に検証することを目的とする。

#### 3.1.1. 構成部品

本デバイスは以下の部品から構成されている。・DF-Player Mini

- ・ Attiny 85
- ・ MicroSD
- ・ 振動スピーカー 1pcs 35MM 4ohm 4Ω 5 10W Vibration speakers small stereo Resonance Loudspeaker
- ・ カーボン抵抗 10K
- ・ ノンブランド SL3A3 円筒型電池ボックス
- ・ 単4電池 3本
- ・ ユニバーサル基盤
- ・ タクトスイッチ

#### 3.1.2. 回路

Sound Bait Basket 内部の回路を図7に示す。DFPlayer の最適電圧が4.2Vのために、1.2Vの単4電池を1本使用することで入力電圧は4.2Vに調整してある。

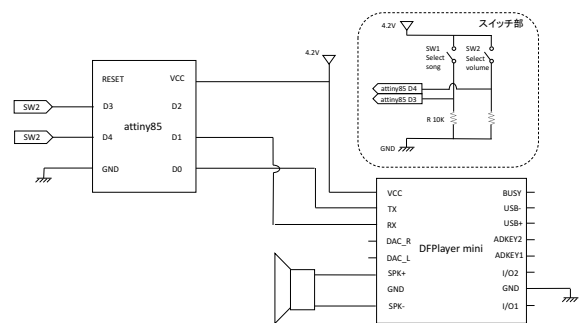


図 7: Sound Bait Basket の回路図

#### 3.1.3. 設計

本体の設計には Autodesk 社により公開されている CAD, CAM, CAE, 3D モデリングソフトである Fusion360 を用いて行った。設計図を図8に示す。

#### 3.1.4. 完成図

完成図の外観を図9に示す。本体の出力は Formlabs Form2 を用いて行った。レジンはクリアタイプを用いた。使用時はビニールテープを巻くことで防水を施した。

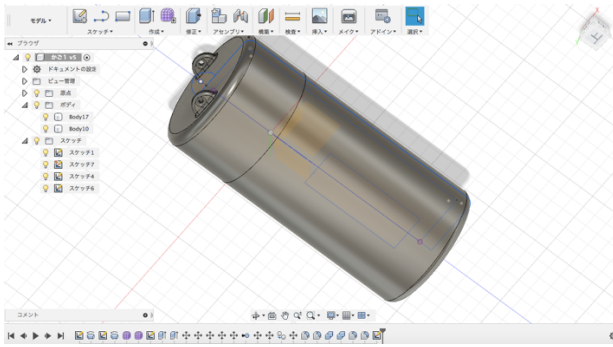


図 8: Sound Bait Basket の設計図



図 9: Sound Bait Basket の完成図

### 3.2. Sound Bait Float

ウキ型の音デバイス「Sound Bait Float」を作成する。さびき釣り以外の釣りとしてのウキ釣りにおいて音を用いることの可能性を検証することを目的とする。

#### 3.2.1. 構成部品

構成部品を以下に示す。電池部にはリチウムイオンポリマー電池を採用している。これにより Sound Bait Basket に比べ、27g の軽量化に成功している。・DFPlayer Mini

- ・ Attiny 85
- ・ MicroSD
- ・ 振動スピーカー 1pcs 35MM 4ohm 4Ω 5 10W Vibration speakers small stereo Resonance Loudspeaker
- ・ カーボン抵抗 10K
- ・ リチウムイオンポリマー電池 400mAh
- ・ ユニバーサル基盤
- ・ タクトスイッチ

#### 3.2.2. 回路

内部回路は Sound Bait Basket と同様のものである。

#### 3.2.3. 設計

Fusion360 を用いて本体設計を行った。図 10 に設計図を示す。

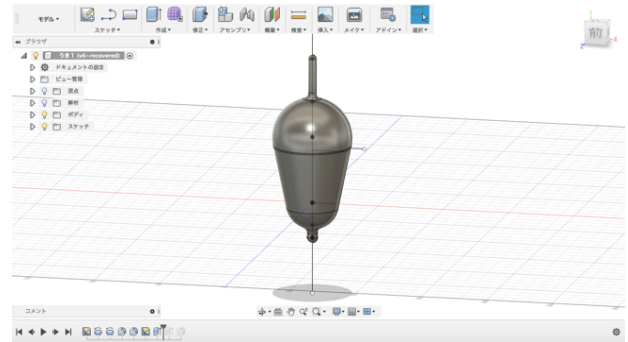


図 10: Sound Bait Float の設計図

#### 3.2.4. 完成図

完成図の外観を図 11 に示す。本体の出力は Formlabs Form2 を用いて行った。



図 11: Sound Bait Float の完成図

## 4. 実験

実際に海に行き、仕掛けにデバイスを実装して実釣による実験を行った。

## 4.1. 音刺激

Multi-Sounds Fish Call における誘引実験と同様の 2 つの音源を用いて実験を行った。

### (1) バンドノイズ

ホワイトノイズに 5000Hz のローパスフィルタをかけたもの。バンドノイズを採用した理由としては、一般的な魚の可聴域が 3000Hz 以下であるということを考慮した上で、歪みなどの影響を最小限に抑えるためである。

釣りにおいて誘致を図る場合は、自然の生息状況で条件付けがされている必要があるため、純音は不適切である。その点、海においては、波の音などは自然音であるが、ホワイトノイズに似た特性を持ち、今回用いるバンドノイズも自然音に近いと考えることができる。このため、魚の認知の仕方によっては有効に働く可能性もある。

### (2) 摂餌音

自身で録音した小型魚の摂餌音と、スズキの摂餌音 (uomionline 2014) を合成したもの。誘引を試みる捕食魚に対し、それと同種の魚の発する摂餌音は強力な誘引効果を持つとされ、その再生のみで誘引は可能であるとされるが、自然界での状況を考えた場合、捕食魚の摂餌音と小型魚の遊泳音は同時に発されているはずである。この点からすると、単に捕食魚の摂餌音を再生するよりも、二つの音を同時に再生した方が誘引効果は期待できる。また、サバの摂餌音により、その他の魚種の誘引も可能であったという研究結果 (橋本富寿・間庭愛信 1966) から魚の摂餌音であれば、同種でなくとも様々な魚種の誘引が可能であるので、収録時には集魚されていなかった魚の誘引も期待出来る。

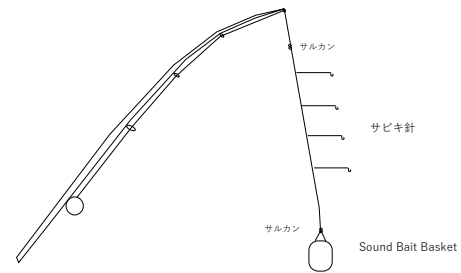


図 12: Sound Bait Basket 実装仕掛け

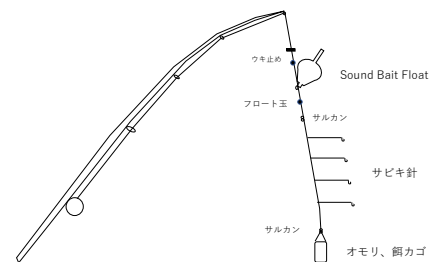


図 13: Sound Bait Float 実装仕掛け

## 5. 考察

本実験においては、時期が 2 月ということもあり、魚群を確認することができず堤防からの釣果が期待できる状況ではなかった。そのため、本デバイスでの誘引結果を釣果として確認することはできなかったが、以下実際の使用感の面からその特性と今後の課題を述べる。

## 4.2. 実釣による実験

### 4.2.1. Sound Bait Basket

以下の図 12 のようにさびき釣りの重りの代わりに Sound Bait Basket を実装し、実釣による実験を行った。実験日時は 2019 年 2 月 22 日、実験場所は佐賀県唐津市京泊漁港である。

### 4.2.2. Sound Bait Float

図 13 のような仕掛けを用いて、実釣実験を行った。今回は遠投さびき釣りの仕掛けの一部として実装した。実験日時は 2019 年 2 月 27 日、場所は、福岡県糸島市福の浦漁港である。

### 5.1. Sound Bait Basket

Sound Bait Basket の使用においては、落下速度及び重さの 2 点において課題が確認された。

#### (1) 落下速度

1 つはデバイスの落下速度が遅いということだ。デバイス内部の空気が生む浮力により、落下速度は緩やかなものであった。実釣時には、さらにオモリをつけることで問題の解決を図ったが、約 50g のオモリを追加してもなお、落下速度は十分なものに達していないことが推測された。さびき釣りは針をエビに見立てた疑似餌でありそれを落下および上昇させることにより魚を釣るものである。落下速度が遅いことはさびき釣りの本来有する魚に対しての視覚的誘引効果を低下させる可能性がある。

## (2) 重さ

本デバイスの重さは 147g である。一般的にさびき釣りに用いられる餌籠(プラドンブリカゴ 8 号, TAKAMIYA)の 30g に比べ、約 5 倍の重さであり、機能的ではない。また、実釣時には落下速度を大きくするために 50g のオモリをつけていたため、仕掛けの総重量は 200g に達していた。デバイスの重量を占める主な部品は、本体 57g、電池部 42g、振動スピーカー 36g である。実釣において確認できた、投げにくさや竿への負担の大きさからもさらなる軽量化の必要性が示唆された。

## 5.2. Sound Bait Float

Sound Bait Float では、Sound Bait Basket の開発を踏まえ、電池部の見直しによる軽量化およびウキ型への変更でオモリを不要とすることによって、Sound Bait Basket に比べ仕掛け全体で約 70g の軽量化を実現し、投げにくさや竿への負担を大幅に軽減することができた。また、ウキ型にすることにより、落下速度の問題を解決するとともに、他の釣り仕掛けへの応用も期待できる。しかしながら、音源を海水面にしか設定できないために、魚を掛ける針と音源の間に垂直方向の距離ができてしまう。このため、水深の深い場所で底付近を狙う釣りを行う場合、本デバイスは機能しないことが考えられる。

## 6. まとめ

本研究で開発したデバイスにより、釣り仕掛けに電子的に制御した音を組み込むことが可能となった。このデバイスにより釣りにおける音選択の自由度が増し、釣り人が餌の種類や疑似餌の色を変えるように音も変えながら釣りをする新しい文化が生まれることを期待する。また、このデバイスを用いてさらなる誘引実験を行うことで、より魚の誘引される音のデザインを行っていくことや、疑似餌釣りへの音の実装が今後の課題である。

## 7. 参考文献

- 福岡市博物館, 釣り道楽の世界 多彩なる水の趣味文化, 福博総合印刷株式会社, 2016.
- 総務省統計局, 「水泳」, 「釣り」を行った人の状況 ～海の日を迎えるにあたって社会生活基本調査 ミニトピックス 2016.
- American Sportfishing Association, <http://asafishing.org/facts-figures/angler-participation/>, 2018.

添田秀夫・畠山良己・川村軍蔵, 魚類の聴覚生理 魚の音感知能力を探索, 恒星社厚生閣, 1998.

橋本富寿・間庭愛信, 音響による魚群の誘致威嚇に関する研究 (1) 漁船研究技報, 1964.

橋本富寿・間庭愛信, 音響による魚群の誘致威嚇に関する研究 (5) サバ漁業等における実験について漁船研究技報, 1966.

三浦汀介・清水晋・西山作蔵, ルアー(擬餌鉤)の振動解析日本水産学会誌, 1984.

TactiBite, TactiBite Fish Call –As Seen On Shark Tank! <http://www.thefishcall.com>, 2018.

uomionline, シーバスの捕食音とキラキラ舞うイワシのウロコ【水中映像】  
[https://www.youtube.com/watch?v=o\\_ix\\_zmqAGQ](https://www.youtube.com/watch?v=o_ix_zmqAGQ), 2014.

畠山良己, 魚の聴覚能力日本水産工学会誌, 28, p111-119, 1992.

## 8. 著者プロフィール

### 帯屋 健之 (Takeyuki OBIYA)

九州大学芸術工学府修士課程 1 年。音を用いた魚の誘引について研究している。

### 城 一裕 (Kazuhiro JO)

1977 年福島県生まれ。東京藝術大学芸術情報センター [AMC] 助教, 情報科学芸術大学院大学 [IAMAS] 講師を経て, 2016 年 3 月より九州大学芸術工学研究院准教授。山口情報芸術センター [YCAM] 専門委員 (非常勤)。博士 (芸術工学)。専門はメディア・アート。音響学とインタラクションデザインを背景とした現在の主なプロジェクトには、参加型の音楽の実践である。「The SINE WAVE ORCHESTRA」、ありえたかもしれない今をつくりだす「車輪の再発明」、音・文字・グラフィックの関係性を考える「phono/graph」などがある。



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧ください、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。