

# 日本科学未来館と 環境DNA学会による 活動事例

---

環境DNAにより市民と研究者が  
水辺の生態系を調べる活動

# はじめに

人間活動の増大に伴って生態系が大きく改変されているいま、私たちは、「ヒトと生態系の関わり」をめぐる様々な重要課題に直面しています。生態系の持続的利用をどう進めるか、生物多様性をいかにして保全するかなど、人類共通の課題に対処するためには、私たち一人ひとりが生態系に関心を持ち、生態系に起きている変化を捉えることが大切です。

環境DNA技術は生態系を「みる」ための有力な手法です。水や土壌など環境中に存在する生物由来のDNAから生態系情報を得ることができます。最近の目覚ましい研究発展により、環境DNA技術を利用することで、いま生態系がどのような状態にあり、どう変化しているのかなどの重要な情報を手に入れられることがわかってきました。さらに研究を進展させ、社会実装を進めることで私たちは「ヒトと生態系の関わり」をめぐる様々な課題を解決することができるようになるかもしれません。

バケツ1杯の水からそこにすむ魚を調べられるという手軽さから、環境DNA技術を利用した調査は一般市民も参加できます。市民が水辺でサンプリングを行い、研究者がそれを解析することで、全国の水辺の生態系を調査できます。その結果を活用して、市民が身近な自然への理解を深め、研究者が新たな知見を得るなど、市民と研究者が協力して水辺の生態系をさぐる活動を全国で展開できる可能性があります。

日本科学未来館と環境DNA学会は、市民と研究者が協力して全国の水辺の生態系を調査し理解を深める取り組みを実施しました。本紙は、この取り組みの実施概要をまとめたものです。環境DNA技術を用いて市民と研究者によって生態系を理解する取り組みが全国各地で実践される際に、本紙が役立つことを期待します。

日本科学未来館  
環境DNA学会

## 一般社団法人 環境DNA学会

環境DNA学を生態系の持続的利用や環境保全など、人類全体の幸福に資する学問分野として育成、発展させることを目的とした学会。

初代会長 近藤倫生（東北大学）

## 日本科学未来館

「科学技術を文化として捉え、社会に対する役割と未来の可能性について考え、語り合うための、すべての人々にひらかれた場」を理念に活動する科学館。

## 船の科学館「海の学びミュージアムサポート」

博物館などで海の大切さを学ぶ活動を支援するため、資金、情報、ノウハウを提供する事業  
※本紙は当事業のサポートにより作成されています。

# 目次

<b>「環境DNA」とその研究の意義</b> .....	<b>3</b>
DNAとは	
環境DNAとは	
環境DNAを用いた魚の調査研究とは	
<b>調査方法</b> .....	<b>4</b>
バケツ1杯の水から魚の種がわかるまで	
魚のDNAだけを調べられるわけ	
<b>環境DNAを用いた研究の成果例</b> .....	<b>6</b>
たくさんの種類の生物を見つけ出す	
隠れている生物を発見する	
<b>日本科学未来館と環境DNA学会による活動事例</b> .....	<b>7</b>
概要	
活動1 市民によるサンプリング(多地点)	
活動2 研究機関での解析	
活動3 研究者と一緒にサンプリング(定点)	
活動4 解析結果から市民が理解を深めるワーク	
調査結果	
<b>今後に向けて</b> .....	<b>14</b>

# 「環境DNA」とその研究の意義

## DNAとは

DNAはわたしたち生き物の「設計図」で、身体をつくるための情報が書き込まれています。その実体は、4種類のパーツ（塩基）が長く連なったもの。A、T、G、Cという4種類のパーツの並び方は、生き物の種類によって違います。つまり、パーツの並び方を読み取れば、どの生物種かを知ることができます。

## DNA



## 4種類のパーツ（塩基）



アデニン チミン グアニン シトシン

## 環境DNAとは

魚の粘液やフンなど、生物の体からまわりへと出ていくものの中には、その生物のDNAが含まれています。このように海や川などの環境に含まれる生物のDNAのことを、「環境DNA」と呼びます。



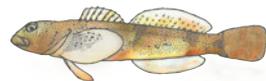
## 環境DNAを用いた魚の調査研究とは

最近、この環境DNAを調べることで、その環境にどんな生物がいるかを把握する研究が進んでいます。

バケツ1杯の水から、その水辺にすむ生き物を調査できる手軽さから、市民が研究者と協力して、水の中の世界を知ることが可能です。

すんでいる生き物の種類や、そのだいたいの量がわかります。本来はその環境にいなかった生き物（外来生物）が見つかることや、逆に、珍しい種類が見つかることもあります。

生態系の保全には、そこにどのような生き物があるのかを把握する必要があります。従来の調査法は、人手や時間、労力がかかっていましたが、環境DNAを使えば、比較的短期間に調査することができます。



外来生物や、珍しい種が発見されるかも？  
イラストは外来種のカムルチー（上）と  
絶滅が心配されているカジカ（下）

# 調査方法

## バケツ1杯の水から魚の種がわかるまで



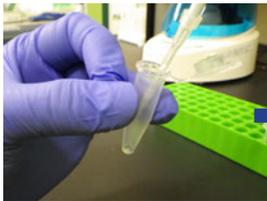
① 海、川、湖など、調査したい水辺を決める



② 安全に配慮してバケツに水を汲む



③ 専用のキットで水をろ過DNAをろ紙に附着させる



④ DNA保存処理をしてサンプルを研究所へ送付

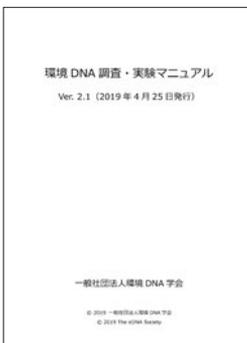


⑤ 専用の装置でDNAの塩基配列を調べる



⑥ データベースと照合し、魚の種名をリスト化する

## 詳細なマニュアルはこちら

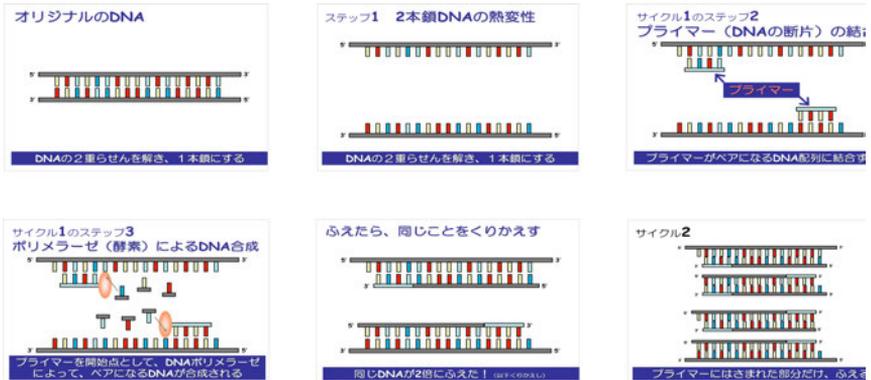


目次	
1. 総論	3
2. 調査の概要	6
2-1. 環境DNA調査の概要	6
2-2. 環境DNA調査の調査対象と対象種	7
2-3. 環境DNA調査の調査方法	8
3. 調査の目的	12
3-1. 環境DNA調査の目的	12
3-1-1. フェルムスター調査	13
3-1-2. 環境DNA調査の目的	15
3-1-3. フェルムスター調査	17
3-1-4. フェルムスター調査	17
3-2. 環境DNA調査の目的	20
3-2-1. フェルムスター調査	21
3-2-2. フェルムスター調査	28
3-2-3. フェルムスター調査	29
4. DNAの抽出	33
4-1. 環境DNA抽出の概要	34
4-1-1. 環境DNA抽出	35
4-1-2. 環境DNA抽出	35
4-1-3. 環境DNA抽出	36
4-1-4. 環境DNA抽出	37
4-1-5. 環境DNA抽出	47
4-1-6. 環境DNA抽出	47
4-2. DNA抽出の概要	48
4-2-1. DNA抽出の概要	48
4-2-2. DNA抽出の概要	48
5. DNAの分析	57
5-1. リアルタイムPCRによる魚種DNAの検出	57
5-1-1. リアルタイムPCRによる魚種DNAの検出	57
5-1-2. リアルタイムPCRによる魚種DNAの検出	58
5-1-3. リアルタイムPCRによる魚種DNAの検出	61
5-2. 環境DNA抽出	65
5-2-1. 環境DNA抽出	65
5-2-2. 環境DNA抽出	66
5-2-3. 環境DNA抽出	67
5-2-4. 環境DNA抽出	69
5-2-5. 環境DNA抽出	71
5-2-6. 環境DNA抽出	73
5-2-7. 環境DNA抽出	75
5-2-8. 環境DNA抽出	76
5-2-9. 環境DNA抽出	77
5-2-10. 環境DNA抽出	78
5-2-11. 環境DNA抽出	81
5-2-12. 環境DNA抽出	82
5-2-13. 環境DNA抽出	83

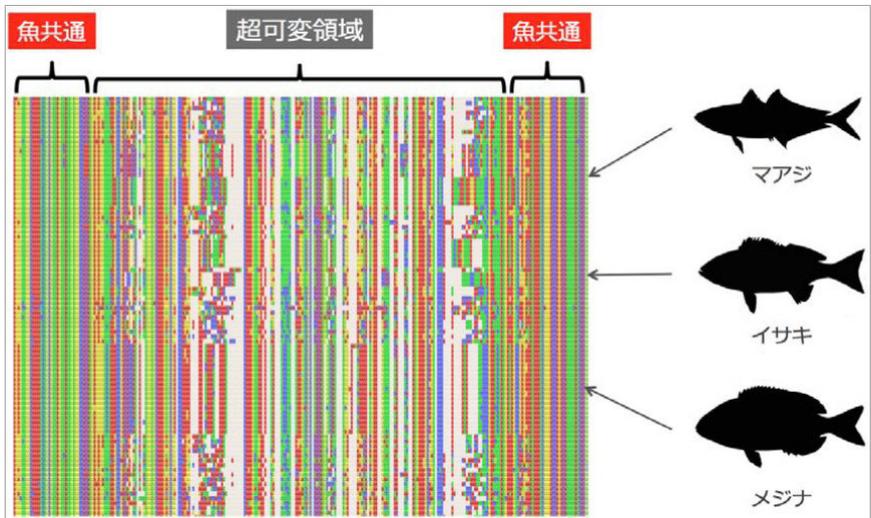
環境DNA学会ウェブサイト「調査・実験マニュアル」 <http://ednasociety.org/manual>

## 魚のDNAだけを調べられるわけ

どうやって魚のDNAだけを調べているのか。そのヒミツはDNAの増やし方（PCR法）にあります。バケツ 1 杯の水に含まれているわずかな環境DNAから魚の種を特定するには、下のような作業により、まずDNAを増やします。



このとき、魚専用のプライマーを使うことで、魚のDNAだけを増やすことができます。下図のように「魚共通」部分だけに合うプライマーを使うので、バケツの水に含まれていたDNAのうち、魚のDNAだけが増えます。他の生き物は、魚とは塩基配列が違うので、プライマーが合わずDNAが増えません。そして、増えたDNAを使って塩基の並び順を読んでいくと魚の種がわかるのです。



提供：宮 正樹（千葉県立中央博物館）

# 環境DNAを用いた研究の成果例

## たくさんの種類の生物を見つけ出す

環境DNAを利用すると、そこにいる魚の種類をどれほど正確に当てられるでしょうか。これを試す一番の方法は、あらかじめどんな魚がいるかわかっている場所で環境DNA調査をしてみることです。沖縄にある美ら海（ちゅらうみ）水族館の4つの水槽の水28リットルの環境DNAを調べてみたところ、飼育されている魚種の9割以上、168種の魚の検出に成功しました。

では次に、水族館のような閉鎖された場所ではない、海洋のような広い水域ではどうでしょうか。それを調べるために京都府北部の舞鶴湾で行われた環境DNA調査では、たった1日で128種もの魚類のDNAを検出することに成功しました。その中には過去14年間、140回の潜水調査でたった数匹しか観察されていない希な種が31種も含まれていました。

## 隠れている生物を発見する

環境DNA技術は、絶滅危惧種や外来種などの生息地を迅速に把握したい時にも利用できます。広島県では、外来種であるブルーギルの発見に環境DNAを活用できないか調べるため、70のため池で目視調査と環境DNA調査が並行して行われました。その結果、環境DNAは、目視でブルーギルが発見された8カ所すべてで検出されただけでなく、目視では見つけられなかった11カ所の生息地も新たに発見できました。

また、特別天然記念物であるオオサンショウウオがどんな生息地にいるかを推測する基礎データとしても環境DNAは利用できます。西日本各地から得られた500もの水サンプルを環境DNA分析することで、127地点のオオサンショウウオ生息地を見つけ出すことができました。そこでこれらの生息地の共通点を割り出し、似た特徴を持った地域をリストアップしたところ、多くの生息候補地を発見することに成功しました。

# 日本科学未来館と環境DNA学会による活動事例

## 概要

日本科学未来館と環境DNA学会は、研究者と市民が協力して生き物を調査し、理解を深める取り組みの試行的イベントとして、小学生とともに、環境DNAを用いて身近な水辺の魚を調べるイベントを実施しました。ここでは、その取り組みを紹介します。

\*「海の学びミュージアムサポート（日本財団・船の科学館）」の支援のもと実施

### イベント名

「海の中には何がいる!? 環境DNAであばく、水の生き物とそのつながり」

### 実施日（同じ内容を2回実施）

第1回：2019年9月23日      第2回：2019年12月21日

\*参加者による事前サンプリング（半日程度）を別途実施

### 参加者

小学生とその親 各回とも10組（20名） 計40名

### 活動概要

学会が用意したサンプリングキットを参加者に郵送。参加者は調べてみたい水辺で採水し、ろ過をすることでDNA濃縮を行う（活動1）。返送されてきたサンプルを学会が解析し、魚類リストを作成（活動2）。イベントの当日には、未来館付近の海を定点観察地として参加者と研究者と一緒に採水（活動3）。さらに、各自のサンプリング地点の魚種リストを見て、図鑑で調べたり、研究者と対話をしたりしながら、水辺の生き物とその環境についての理解を深める（活動4）。

活動1：市民によるサンプリング（多地点）

活動2：研究機関での解析

活動3：研究者と一緒にサンプリング（定点）

活動4：解析結果から市民が理解を深めるワーク

### それぞれが感じた本取り組みの意義



参加者（子ども）

近くの水辺にどんな魚がいるのか、自分で水を採ることで知ることができてよかった。



研究者

一般の親子が最新技術に触れて、多くの魚が身近にすんでいることを理解してもらえた。今後、豊かな日本の海や、多様な生物のことに思いをさせ、研究者の道に進んでくれる子どもが出てきてくれたら嬉しい。



参加者（親）

自分で身近な自然を調べ、調べたことがデータとなり、さらに深い知識になる。環境への理解や意欲が深まると感じた。



科学館職員

科学館という場をハブにして、市民と研究者が協力してともに知見を深めるという貴重な活動を実施できた。

## 活動1

### 市民によるサンプリング(多地点)

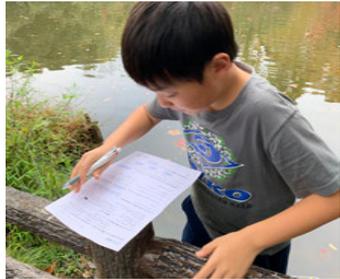
#### 方法

参加者自身で選んだ海や川などで環境DNAを採取する作業。バケツなどで水をくみ、事前に送付されたキットを使ってその水を濾過し、濃縮サンプルを作成する。未来館のスタッフは同行せず、実施マニュアルをもとに親子で実施する(必ず保護者同伴のもと、安全に留意して実施)。採取したサンプル、採取時の天候などを記入したワークシート、採水地点の写真を科学館に送り、解析結果を確認するイベント当日を待つ。

#### 効果

- 参加者が環境DNAを用いた生態系調査プロセスの一端を担うことで、主体性が増す
- 参加者自身でフィールドを決めて調査することで身近な自然環境への関心が高まる
- 研究者だけでは実施できない、より多く地点のサンプルを得られる

所要時間：30分～1時間程度



### 参加者に未来館から提供した資料

#### サンプリングキット(1～6は学会支給)

未来館からの送付物一式



No.	物品名	用途
1	50ml シリンジ	バケツの水をフィルタークートリッジへ水を送りこむ
2	フィルタークートリッジ	この筒にあるフィルタークートリッジで水を濾過することで、水中のDNAをキャッチ
3	薬剤 (RNAsteril)入り 2ml チューブ	採取したDNAの変化を防ぐ薬剤が入っている
4	ピペット	薬剤をコートリッジに注入する
5	フィルタークートリッジ密閉用キャップ (2個、封入袋)	薬剤をコートリッジの出入口をよめる
6	フィルタークートリッジ個別包装用チャック付きポリ袋	作業を終えたフィルタークートリッジを密閉する
7	ラベリングシール (種数標)	バケツの番号(産地の経緯) およびサンプリング日 (DNAの産地を記す) にて利用。一度使ったものは処分する。
8	温度計	水温を測ります
9	紙タオル	ワークシートなどを拭き取ったときはこれで拭く
10	保冷剤	採取したDNAの保存に役立ちます。凍らせた状態で保冷バッグに入れて未来館へ送達
11	保冷バッグ	サンプリング済みのコートリッジと保冷剤(自宅冷凍庫での冷凍しておいたもの)をこの袋に入れて送達
12	事前サンプリング実施マニュアル	サンプリングから送達までの手順をこれで確認
13	ワークシート	サンプリングの記録を記入
14	送達用ボックス	この箱に資料を入れて未来館へ送達。保冷バッグに保冷剤と作業済みフィルタークートリッジ(ゴミ袋入り)を入れ、この箱に入れて送達。
15	記入済み送達用伝票(マダマ書留)	上記の送達ボックスに貼り付け、未来館へ送付。

#### サンプリング方法紹介動画



バケツで採水してから専用キットでDNAを濃縮するまでの手順を簡単に紹介 (YouTubeにて10分視聴)

#### サンプリング実施マニュアル



自宅に郵送されたキットの使い方、サンプリングの仕方、サンプルの郵送の仕方などを詳しく説明 (A4判7ページ)

#### ワークシート



参加者が自分がサンプリングした水辺の環境や位置情報などを記入 (A4判2ページ)

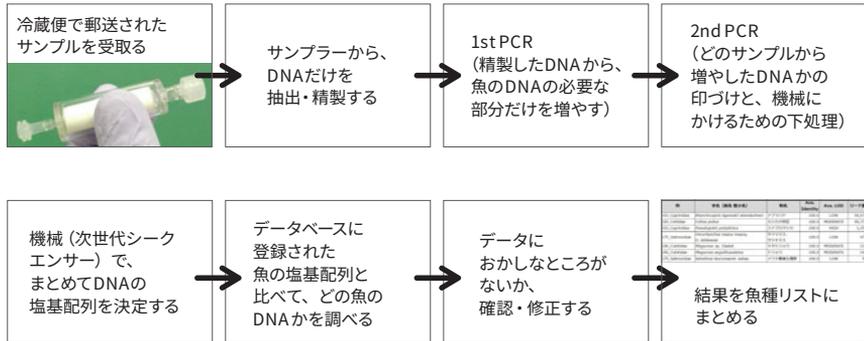
## 活動 2

### 研究機関での解析

所要期間：1週間～2週間

本事業では千葉県立中央博物館にてDNAの解析を実施した。

#### 解析の手順



詳細な解析手順はこちら

環境DNA学会HP「調査・実験マニュアル」 <http://ednasociety.org/manual>

#### 使用した道具と解析に要した費用

必要品目	購入したもの				本事業で使用した分の費用		
	製薬(社名)	内容量	価格[円]	使用量/組	費用/組 [円]	費用/10組 [円]	
スリベリクス	SVHV010RS(メルタ・ビヨルダ)	50本	35,900	1組	710	7,100	
50mlシリンジ	SS-S0LZ(キルモ)	20本	3,120	1組	156	1,560	
RNAlater	AM7020(Ambion)	100ml	20,200	1.8ml	260	2,600	
小瓶スライド	S-1022-16(日本メディカルサイエンス)	100本	29,000	1組	29	290	
大瓶ロキキャップ	XX-WS01K(キルモ)	100個	2,940	1個	29	294	
出水ロキキャップ(点検キャップ 赤 3φ)	101-S210102(コゴロ)	100個	818	1個	8	82	
PBS(-)	1102P05(細胞科学研究所)	500ml	1,500	220ul	1	7	
DHensy Blood & Tissue	69504(キルモ)	50個	25,000	1サンプル	500	5,000	
フィルター付きチューブ 1200ul	126-1200S(ワトソン)	96本×10プレート	12,400	1本	10本でも同じ	13	
フィルター付きチューブ 5ml	126-5000S(ワトソン)	24本	2,100	3本	10本でも同じ	263	
フィルター付きチューブ 1000ul	126-1000S(ワトソン)	96本×10プレート	10,300	10本	64	644	
フィルター付きチューブ 200ul	1272-702CS(ワトソン)	96本×10プレート	9,300	10本	97	968	
フィルター付きチューブ 100ul	126-100S(ワトソン)	96本×10プレート	9,300	10本	97	968	
フィルター付きチューブ 10ul	1272-207CS(ワトソン)	96本×10プレート	9,300	10本	97	968	
99.5%エタノール	094-0046(富士フイルム和光純薬株式会社)	500ml	2,160	5ml	22	216	
2.0mlチューブ DNA低塩	BC-72-696-700(BMS)	800個	15,000	2本	38	375	
1.5mlチューブ DNA低塩	BC-72-706-700(BMS)	800個	14,000	5本	88	875	
5mlチューブ(フタ+本体)	FG-028DC(日本シスネテックス)	120封	8,000	1組	67	667	
KAPA HiFi HS ReadyMix	KK2601(KAPA Biosystems)	1.25ml	14,000	13.5ul	151	1,512	
GeneRead Size Selection Kit	189514(ギョアラブ)	50サンプル	16,000	1サンプル	320	3,200	
E-Gel 2%	G661012(サーモフィッシャーサイエンティフィック)	24,000	24,000	1枚	2,400	2,400	
Q-bit定量試薬	Q32854(サイファクトロジーズ(サーモフィッシャーサイエンティフィック))	500反応	35,000	1組	70	70	
Q-bit定量チューブ	Q32854(サイファクトロジーズ(サーモフィッシャーサイエンティフィック))	500本	6,700	1本	10本でも同じ	13	
TapeStation テープ	5067-5584(アジレント・テクノロジーズ株式会社)	7枚(16サンプル/枚)	24,000	1サンプル	214	2,143	
TapeStation 試薬	5067-5585(アジレント・テクノロジーズ株式会社)	112サンプル	20,000	1サンプル	179	1,786	
TapeStation テープ	5067-5587(アジレント・テクノロジーズ株式会社)	384本	23,500	1本	61	612	
MiSeq Reagent Micro Kit v2(300 Cycles)	MS-103-1002(イルミナ)	30対ジサンプル	76,500	2.6Gb	25,500	25,500	
ニトリル手袋	2960(川島工業)	250枚	1,000	30	120	120	
DNA保存用紙箱(除水紙・1.5/2.0mlチューブ用)	95-002A(アシスト)	20箱	12,300	1箱	615	615	
合計			463,338		9,230	60,860	

### 活動 3

#### 研究者と一緒にサンプリング（定点）

**方法** 研究者とともに、参加者が日本科学未来館付近の海でサンプリング調査を実施。研究者が普段の調査でどのような点に注意して、どのような手法で調査をしているのか、レクチャーを受けながら調査を進める。

**効果** 研究者レベルの調査方法を参加者が体験してみる。定点を継続して観測することで、季節変化や経年変化など、時間経過とともにどのような変化があるかが調べられる。

**用意** サンプリングキット一式  
定点観測に適したフィールドを研究者と選定

所要時間：1時間程度



#### サンプリング地点



東京都江東区 青海北ふ頭公園 東京湾

#### 結果

2019年 7月		2019年 9月	
種名	リード数	種名	リード数
クロダイ	41979	コノシロ	45487
スズキ	24574	ボラ	36109
カタクチイワシ	11641	スズキ	7141
マルタ	9174	サツバ	6152
コノシロ	8077	マルタ	1233
サヨリ	2128	カタクチイワシ	1037
ボラ	1705	ホウボウ	846
ウグイ	928	コイ	674
ギマ	842	マアジ	617
マハゼ	444	アカオビシマハゼ	313
イソギンボ	342	ヒト	157
マゴチ	296		
カサゴ	234		
イダデンギンボ	122		
アカオビシマハゼ	58		
総リード数	102586	総リード数	178707
種数	15	種数	11

## 活動 4

### 解析結果から市民が理解を深めるワーク

#### 生息している魚種を事前に予想し解析結果と比べる

15分

- 方法** 参加者は自身が採水した水辺の環境から、どのような魚が生息しているかを事前に予想しておき、解析結果と突き合わせる。
- 効果** ・ふだんは意識しない水の中の生き物に思いをめぐらす  
・自身の生態系への理解を確認する
- 用意** サンプリング時に予想をメモするワークシート、解析結果のリスト



#### 知っている魚や知らない魚を色分けしてみる

15分

- 方法** 解析結果としてリスト表示されている魚について「聞いたこともない」「名前は知っているが見たことがない」「見たことも食べたこともある」など、参加者自身の認知度を整理する。
- 効果** 自分の知らない魚の存在に気づく
- 用意** 解析結果のリスト、色鉛筆



#### 実寸大の魚画像で水の中をイメージする

15分

- 方法** 検出された魚の画像を実寸大で印刷して参加者に配布する。
- 効果** 種名だけではわからない魚の姿形を知る。実寸大の画像を並べてみることで、水中の様子を参加者がより具体的にイメージできる。
- 用意** 魚の画像データ、カラープリンター、図鑑など魚のサイズを調べる資料



#### リストにある魚食魚の胃内容を調べる

20分

- 方法** 魚食魚の胃を切り開きその内容物を観察する。特に消化が不完全なものの中から、小魚を探し出してみる。
- 効果** 検出された魚の間には“食べる・食べられる”の関係があることを観察により実感する。
- 用意** 魚食魚（スズキ、シラ、イナダなど）、解剖道具、換気設備



## 図鑑で魚の生態を調べる

15分

- 方法** 検出された魚を図鑑で調べ、生息域や食べているものなどを調べる
- 効果** その魚の生態を知り、自身が調べた水辺でどのような生活を送っているのかを知る
- 用意** 図鑑  
(当イベントでは「小学館『小学館の図鑑Z日本魚類館』」を使用)



## 解析結果について研究者と対話をする

15分

- 方法** 解析結果について研究者とともにどのような水辺であると考えられるか意見を交わす。特に、外来種や絶滅危惧種の有無、検出された魚種の数などについて研究的な視点を聞いてみる。
- 効果** ・自身の調査結果に対して専門的な話を聞くことができる  
・得られた結果を参加者が研究的な視点で捉えようとする
- 用意** 研究者と市民との対話の場（遠隔会議システムの利用も）



## 結果をもとに水辺の生態系を参加者が考察する

15分

- 方法** 解析結果について、図鑑で調べた情報や研究者と対話した内容をもとに、考察を加える。特に、その魚種の本来の生息域と比べることで、調査地に起きている変化などを考える。
- 効果** ・身近な水辺の特徴をとらえ、より関心をもつ  
・研究者になったつもりで考えることができる
- 用意** 他の参加者の考察例（参考として）



## 各自の考察をマップ上に保存し公開する

- 方法** 地図アプリ上にサンプリング地点と調査で見つかった魚種リストおよび参加者による考察を保存する。WEB上に公開して誰もが閲覧できるようにする。
- 効果** ・市民活動としての記録が効果的に蓄積される  
・各参加者の活動記録がひとつずつ記録公開されることで意欲が増す  
・蓄積されたデータを他者が活用できる
- 用意** 地図上にデータを記録するアプリ（Google mapなど）



## 調査結果

・調査地点：20

・各地点で見つかった種数の合計：406



### ⑯ 千葉県 外房

#### 見つかった魚



ギンイソイワシ      スズキ      ヘビギンボ

メジナ、アイゴ、クロダイ、マアジ  
フグ属複合種群など57種

#### 参加者が考えたこと

「図鑑によるとギンイソイワシはもう少し南の海にすんでいる魚みたい。黒潮によって北上してきたのかな」



小学生

### ⑮ 神奈川県 鶴見川

#### 見つかった魚



コイ      カムルチー（雷魚）      マハゼ

ボラ、スズキ、フロリダガー、  
ニホンウナギなど28種

#### 参加者が考えたこと

「カムルチーやフロリダガーがここにいるなんておもしろい！誰かが外国から持ってきて、ここに放してしまったんだろうな」



小学生

# 今後に向けて

## 期待される活用場面

環境DNAを用いて、多くの市民と専門家が協力して地域の環境を調査する活動が広まることを期待しています。

例えば、

- ・ 博物館や科学館での実験教室として
  - ・ 研究者のアウトリーチ活動として
  - ・ 自然調査活動を行うNPOの発展的活動として
  - ・ 学校での授業や課外活動として
- など多様な場で本実践が参考になることを期待します。

## お役立ち情報

- ・ 環境DNAの解析に要した費用は9ページの通りです
- ・ 本活動では、船の科学館「海の学びミュージアムサポート」の助成を受けて実施しました
- ・ 本活動の実施には下記のスタッフが関わりました
  - 専門家（環境DNA学会所属の研究者）
  - ファシリテーター（日本科学未来館科学コミュニケーター）
  - 事務担当（環境DNA学会及び日本科学未来館の職員）実施の際には、これらの役割を担うスタッフが必要になると想定されます。

## 企画・編集

日本科学未来館

宗像恵太 (科学コミュニケーター)

山本朋範 (科学コミュニケーター)

詫摩雅子

相川直美

## 科学監修

環境DNA学会

笠井亮秀

近藤倫生

佐土哲也

清野聡子

宮 正樹

## 特別協力

船の科学館「海の学びミュージアムサポート」

## デザイン

かくだなおみ

## 発行

環境DNA学会



2020年4月