

# 環境DNA調査技術

国立研究開発法人 土木研究所

流域水環境研究グループ 流域生態チーム

総括主任研究員 村岡敬子

## 環境DNA たったバケツ一杯の水から生物情報！



河川や湖沼の水の中には、そこに連続する環境中にいた様々な生物の組織片等が含まれている。この組織片等からDNAを取り出せば、必要な生物情報を得ることができる。

# 環境DNAを使った魚類調査の流れ

種網羅解析の場合（魚の種網羅解析：2015～）

## 現地調査

現地での作業は水をくむだけ！

値下げ!

受託分析の範囲

分析会社の受託価格  
3万円/サンプル  
2.7万円/サンプル

ろ過・DNAの抽出

DNA分析

データベースとの照合



水を1～2L



## 出力リストの精査

重要!

生物リスト

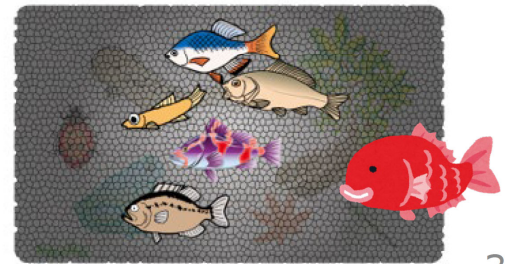
生物の存在情報

地点 A

地点 C

- ・コイキング or ギャラドス
- ・テッポウオ
- ・ドジョッチ
- ・ハギギシリ
- ・ギバニア
- ・シーランス

- ・コイキング or ギャラドス
- ・ドジョッチ
- ・ハギギシリ
- ・ママンボウ

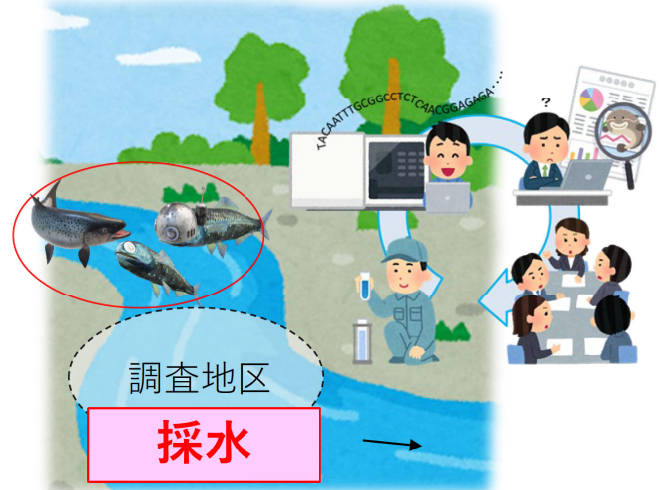


3

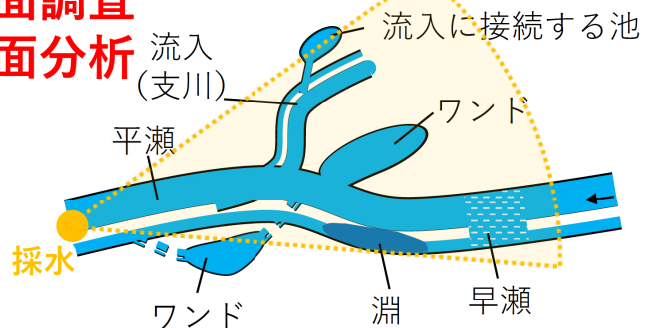
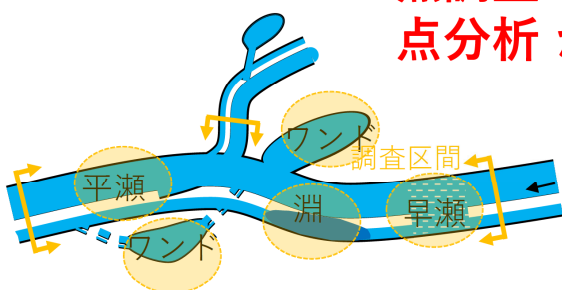
# これまでの調査と環境DNAによる調査

## 捕獲による調査

## 環境DNAによる調査



点調査 から 面調査  
点分析 から 面分析



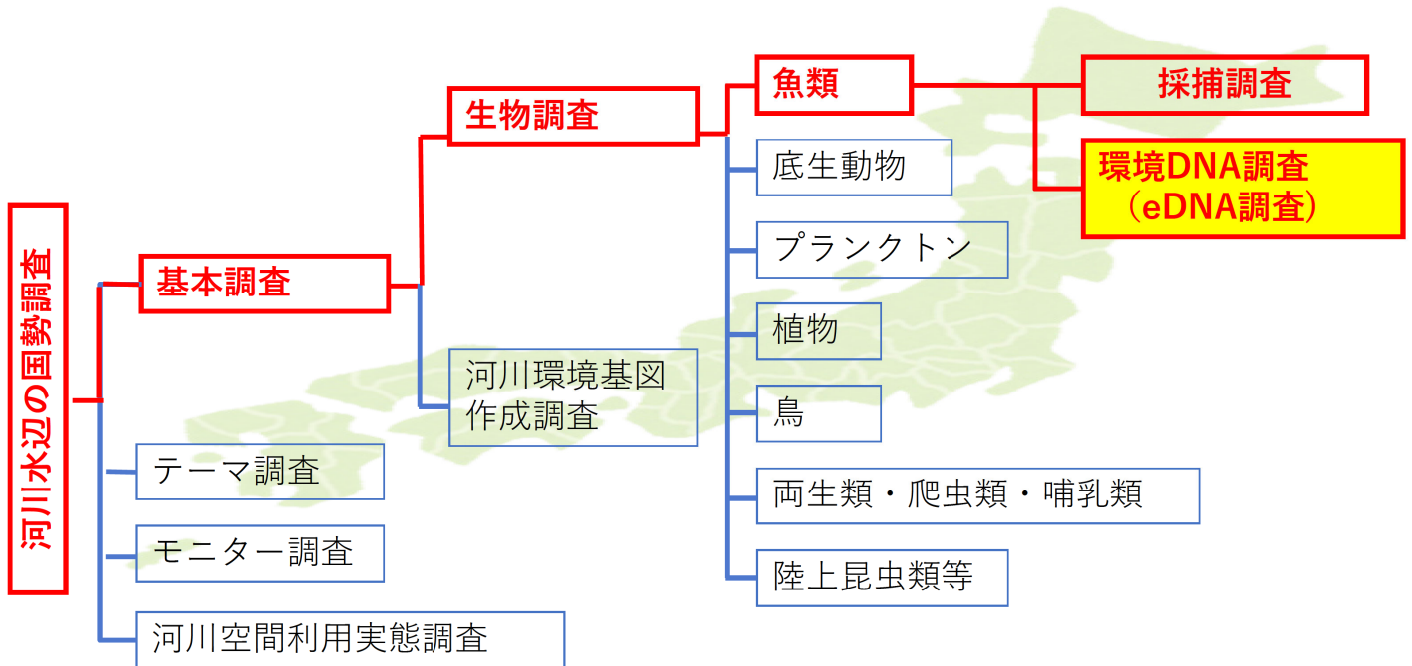
4



# 河川水辺の国勢調査（国土交通省）

1990年から5～10年間隔で実施される日本で最も大きな環境調査

これまで捕獲により生物情報を得てきた魚類調査を対象に、環境DNA調査の導入を検討中

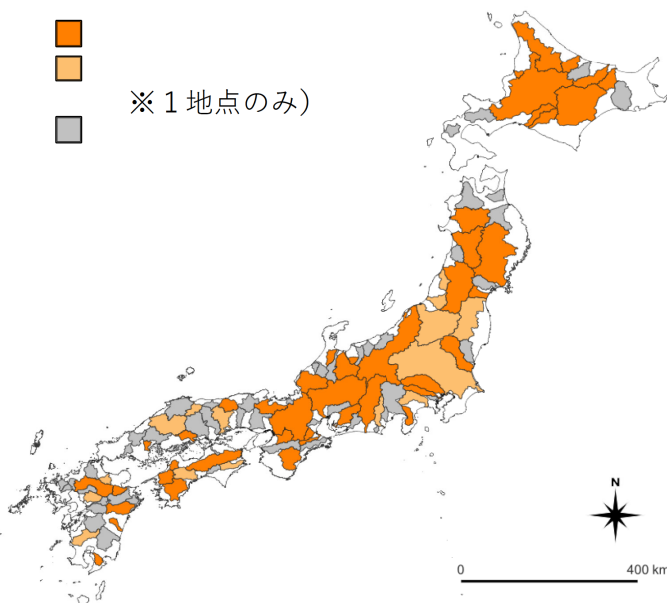


5

## 水国調査への環境DNA導入に向けた取り組み

水国テーマ調査：水国調査時に環境DNA調査を実施

■ ※1地点のみ



河川水辺の国勢調査への  
環境DNA導入に向けた全国調査対象地域（R4.6現在）

令和元年度  
水国調査への環境DNA導入に向けた基礎  
的な確認（文献調査）

令和2年度  
調査地点の選定に関する調査検討

令和3年度  
令和2年度の知見を踏まえた、調査地点の  
選定に関する調査検討、他

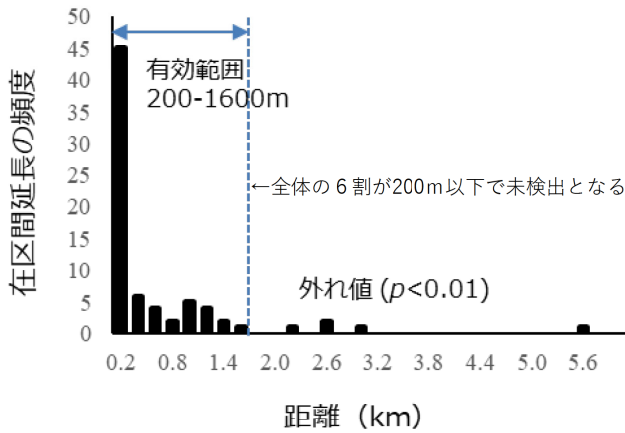
令和4年度  
令和3年度と同様。特に汽水域

令和5年度  
マニュアル（案）作成へ

- ・採水地点の最適化に向け、R3末までにのべ37水系1,247地点のサンプルを収集
- ・R4は10水系の汽水域を対象に、潮の干満に合わせた調査を実施中

6

# どのくらいの範囲を反映しているのか？

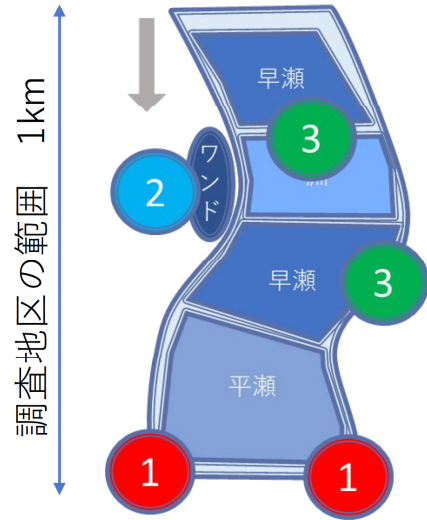


## 環境DNA含有物質の有効検出範囲

雲出川における本調査結果では、環境DNAを含む生物の組織片は、全体の6割が200m以下で未検出となり、最大で1600mとなった。国内外の研究においても、有効検出範囲は1km程度とされている。これは、水国調査地区の長さに対応する距離である。

有効検出範囲は供給源からの距離や濃度に左右されるものの、下流端での採水で、区間外からの組織片の影響を小さく抑えることができると考えられる。

## 汽水域・ダム湖を除く河川の採水地点



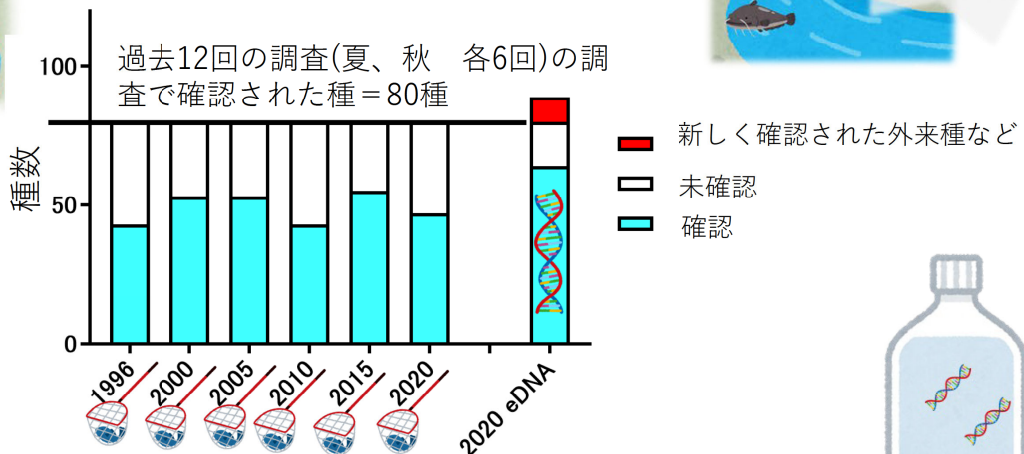
- ① 水国調査地区の最下流端兩岸
- ② ワンドやクリークなど
- ③ 計4〜5地点となるように適宜地点を追加

2022年度河川技術に関するシンポジウム論文集をご覧ください

# 水国調査と環境DNAの生物情報を比較



現地調査が簡単  
高感度の調査

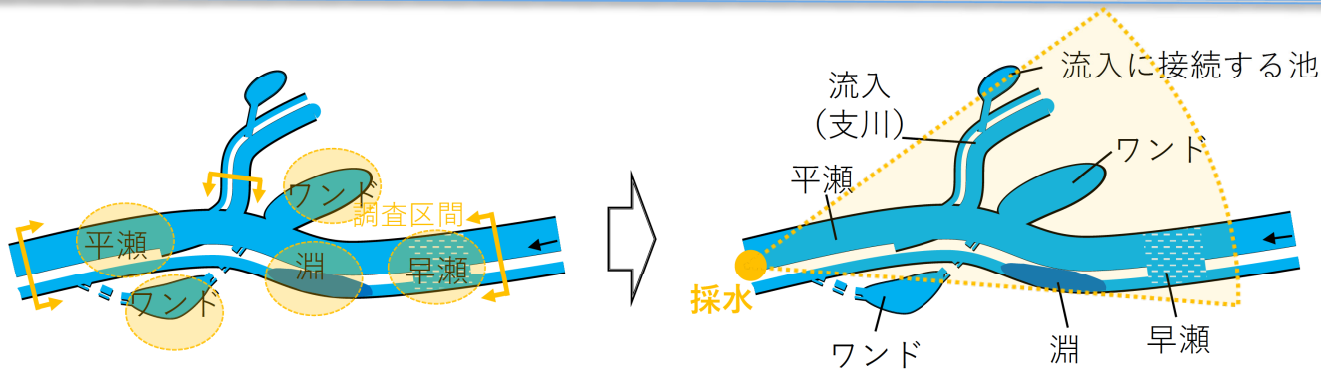


5地区で確認された種数

捕獲調査は夏・秋2回の合算、環境DNAは秋季のみ

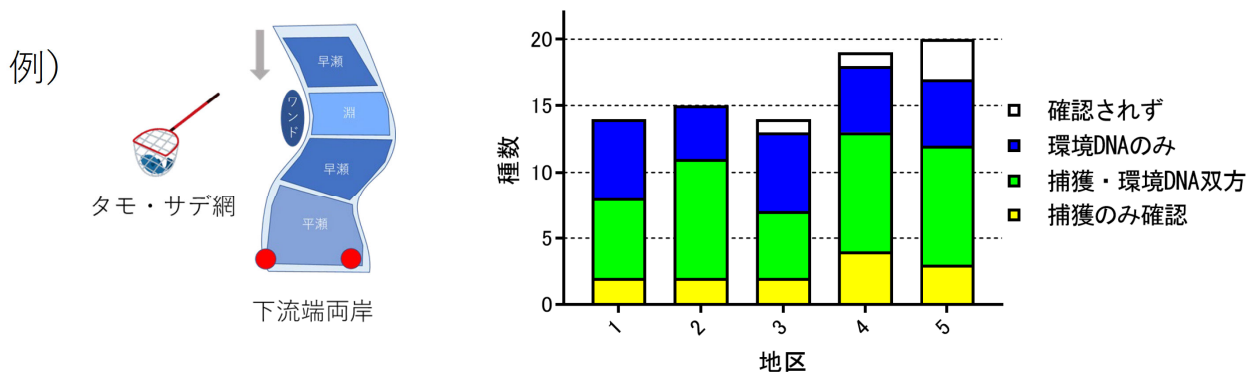


# 具体的な水国調査への導入方法を検討中



## 水国調査を捕獲調査から環境DNA調査に入れ替えた場合のデメリット

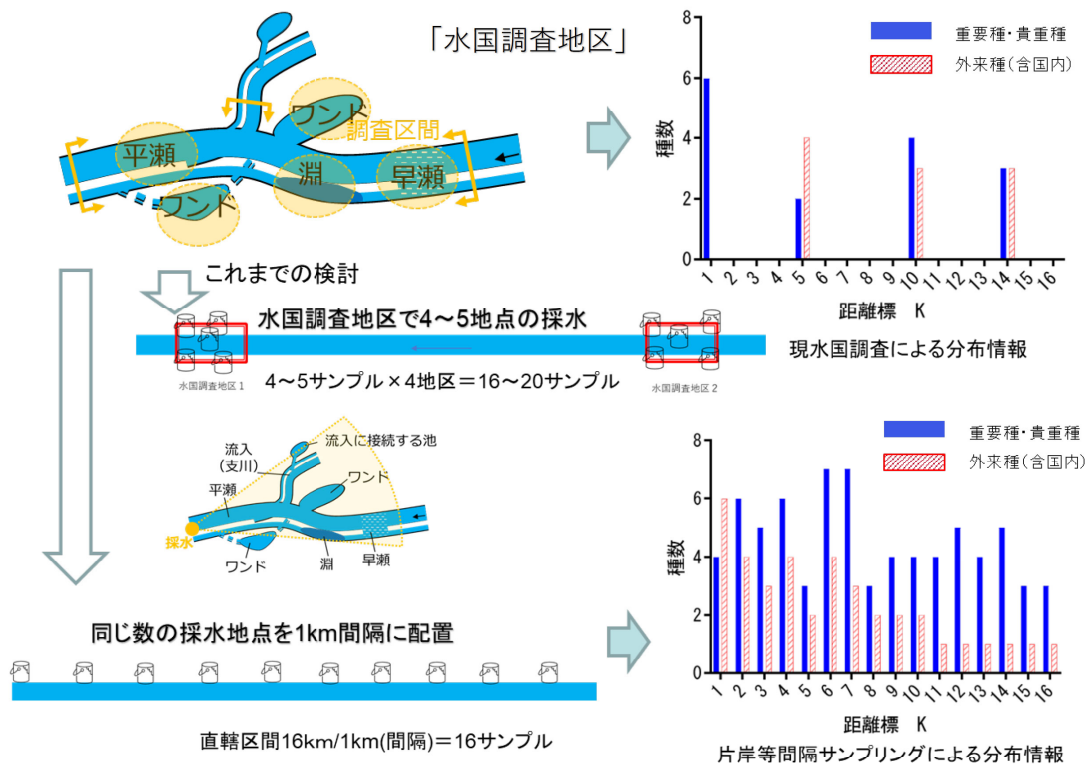
・再生産の状況がわからない → 稚魚・幼魚が利用する水際の調査を捕獲調査で補う？



捕獲調査と環境DNA調査の組み合わせによる整合率

# 環境DNAの特性を活かした導入方法の検討

“上流につながる面的な範囲にいる”生物情報を活かす



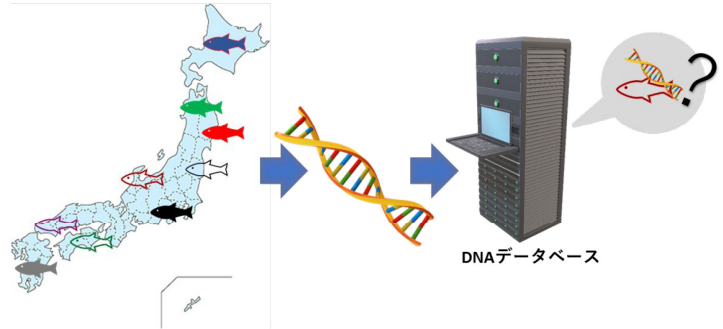
これまで、水国調査データの連続性に注目し、水国調査地区の魚類相を捉えるための検討を行ってきた。「1調査地区4~5地点採水」をベースに、同じ採水地点数を水系内に等間隔で配置することにより、より面的な生物情報を得ることができる。

# より正確な生物情報とするために

課題：照合データの欠損⇒種判別に影響

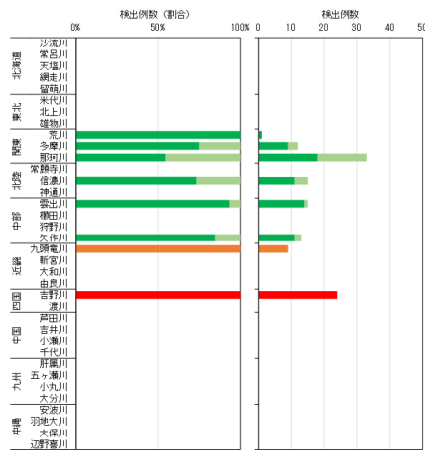


記憶にある情報と結び付ける



一生を河川で過ごす淡水魚では、同種でも地域によって異なる遺伝子の配列を有している場合もある。環境DNA調査で使っている部分の遺伝子の配列が登録されている配列と大きな違いがあると解像度が下がり、種判別が難しくなる。照合データの充実を図るとともに、配列情報を保存する枠組みが必要である（**共同研究**においても検討中）。

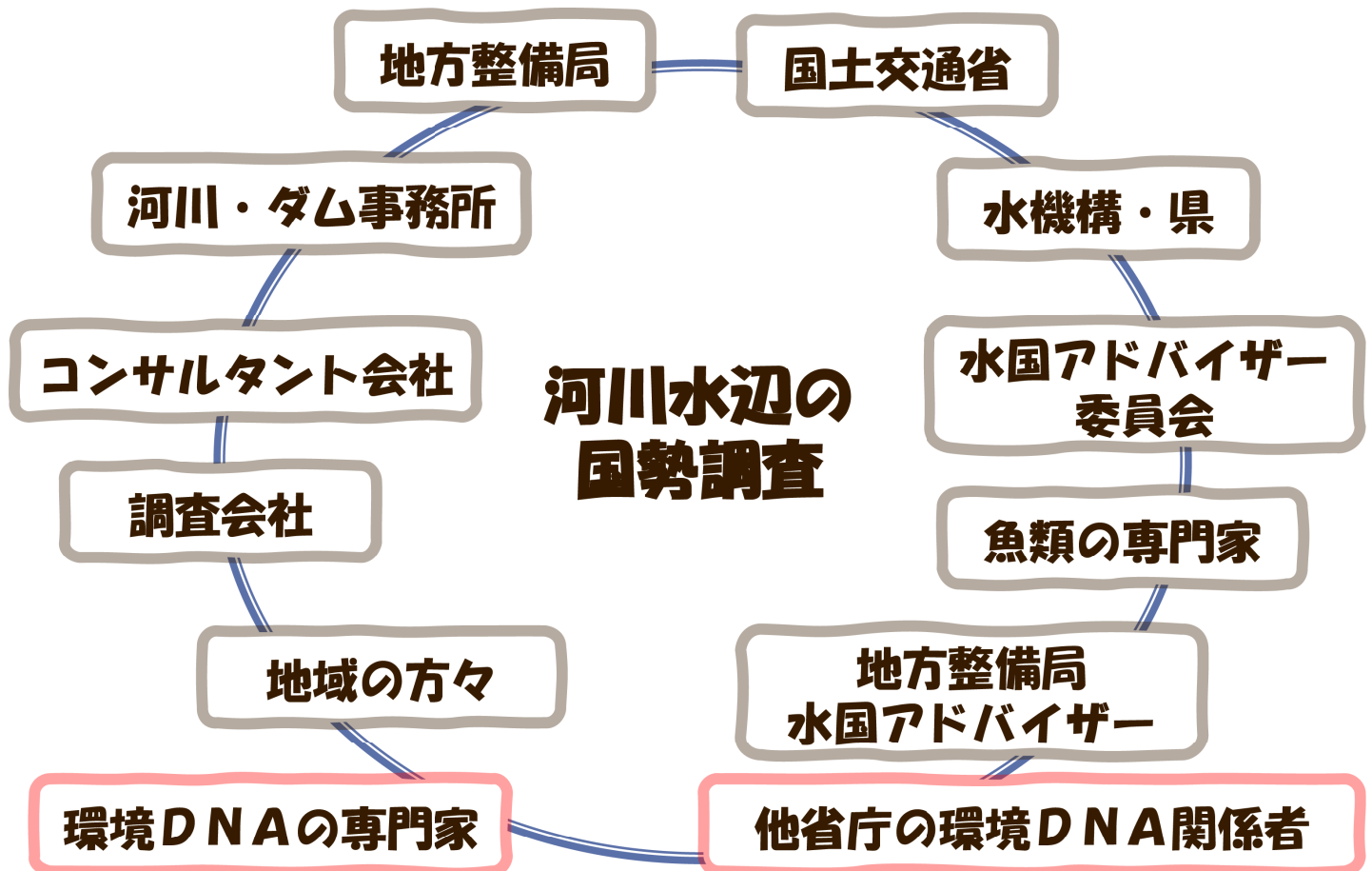
ホトケドジョウ



- 【凡例】  
検出配列Blast時の  
トップヒットの一致率
- 100%
  - 99%台
  - 98%台
  - 97%台
  - 97%未満

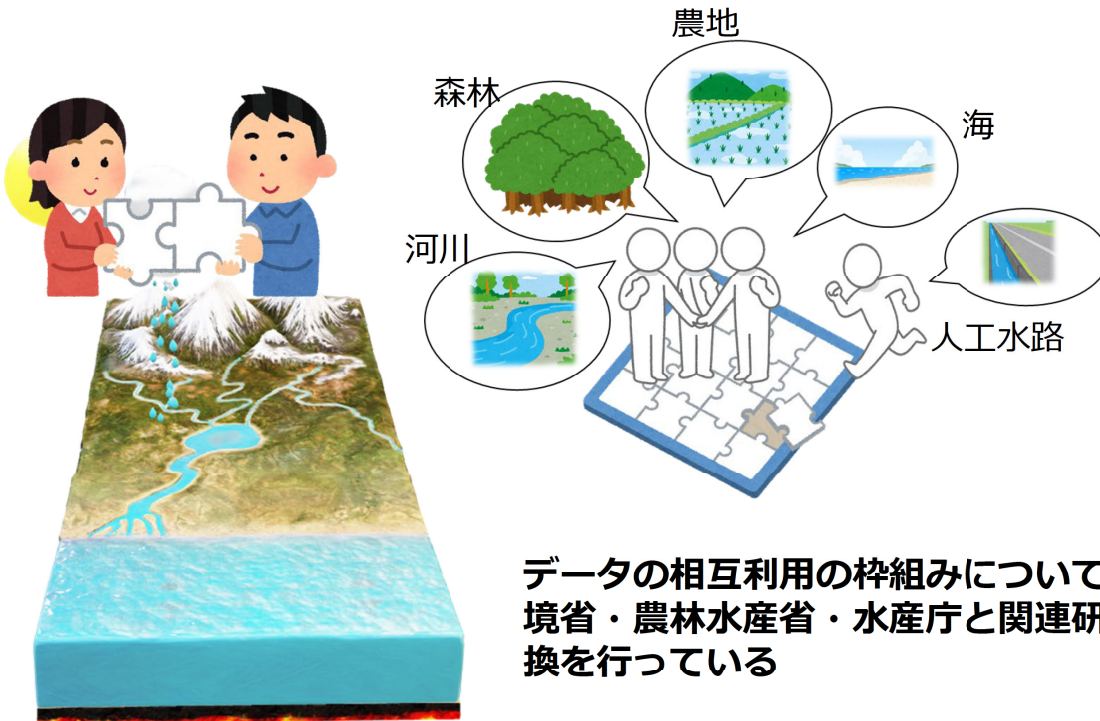
一致率の低い傾向にある種を水系別に整理すると、一致率の低い地域があることがわかる。これら地域においては、当該種の分析が進んでいないことから、水国捕獲調査などを利用しながら、充実を図ることも検討している。

## 誰もが納得して使える技術を目指して



# 標準化されたデータは、統合可能

国土交通省のほかにも環境省や農林水産省、研究者や地域住民など、様々な目的で生物調査を実施してきた。しかしながら、これらの調査の間で調査方法や調査範囲などが異なるため、データの統合は困難であった。水から生物情報を得る環境DNA調査では、採水から分析、解析に至る一連の流れを標準化することで、調査実施体制によらず同列のデータとして取り扱うことができる



データの相互利用の枠組みについて、国交省・環境省・農林水産省・水産庁と関連研究所で意見交換を行っている

13

## 環境DNAを活用した環境情報の高度化に関する共同研究

R4～5：研究所と民間コンサルタントとの共同研究（第Ⅱ期）

### ○ 沿岸域や氾濫原も含めた流域環境管理を見据えた、省庁横断的な枠組み

土木研究所

指定機関

- ・農研機構（農水省）農地・ため池
- ・港湾空港研究所（国交省）汽水域～港湾

いずれも環境DNAの研究に取り組んでいる部署と連携

共同研究に参画する  
コンサルタント各社

### ○ 今後の環境DNAの活用を見据えた、二つの枠組み

研究項目1：環境DNAの水国調査等への実装に向けた技術体系の構築

- ・8社が参加
- ・水国調査マニュアル改定を想定した、調査技術の標準化
- ・より信頼性の高い情報を得る調査手法の検討

研究項目2：環境DNAの活用による環境調査の高度化

- ・7社が参加
- ・参加各社の得意分野で、発展的な使い方を検討中

14



## 環境DNAが拓く新しい環境情報

### 調査の標準化

リファレンスの整備  
データの精査方法  
データベースの枠組みの検討

### 流域環境情報

流域レベルのポテンシャルマップ  
農地と河川のつながり

### 対象生物の拡大

ユスリカ  
サンショウウオ  
カワヒバリガイ

### 新しい調査方法

連続サンプリング用新素材の検討  
大気からのDNA情報

鳥類  
両生類  
底生動物 など

### 河川管理への展開 (河川事務所の協力の元)

#### 河川管理者が有する情報との組み合わせ

河川環境基図・環境情報図・航空レーザー測深・  
水国データ・流況シミュレーション結果 など

15

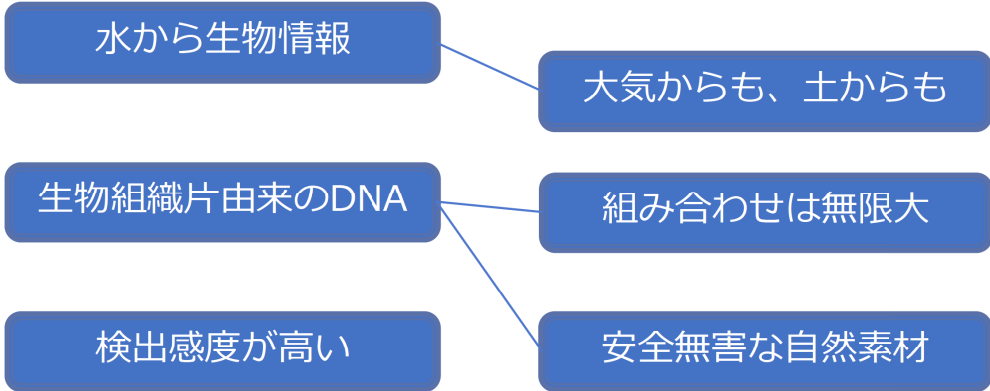
## 魚だけじゃない、環境DNA

他の生物への展開や、大気環境DNAの研究も進んでいます

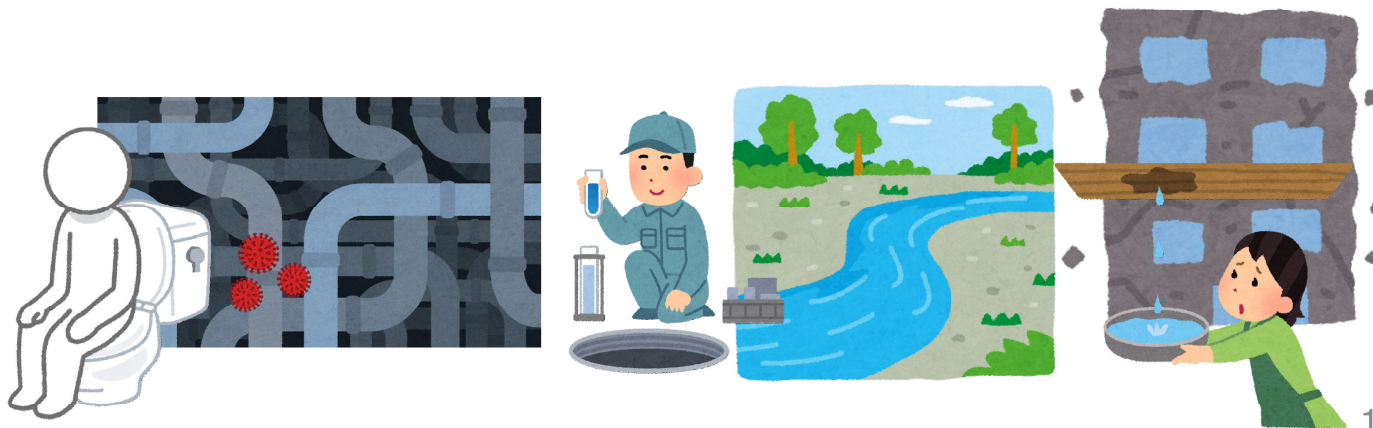


# 生物調査だけではもったいない、環境DNA

環境DNAの特徴

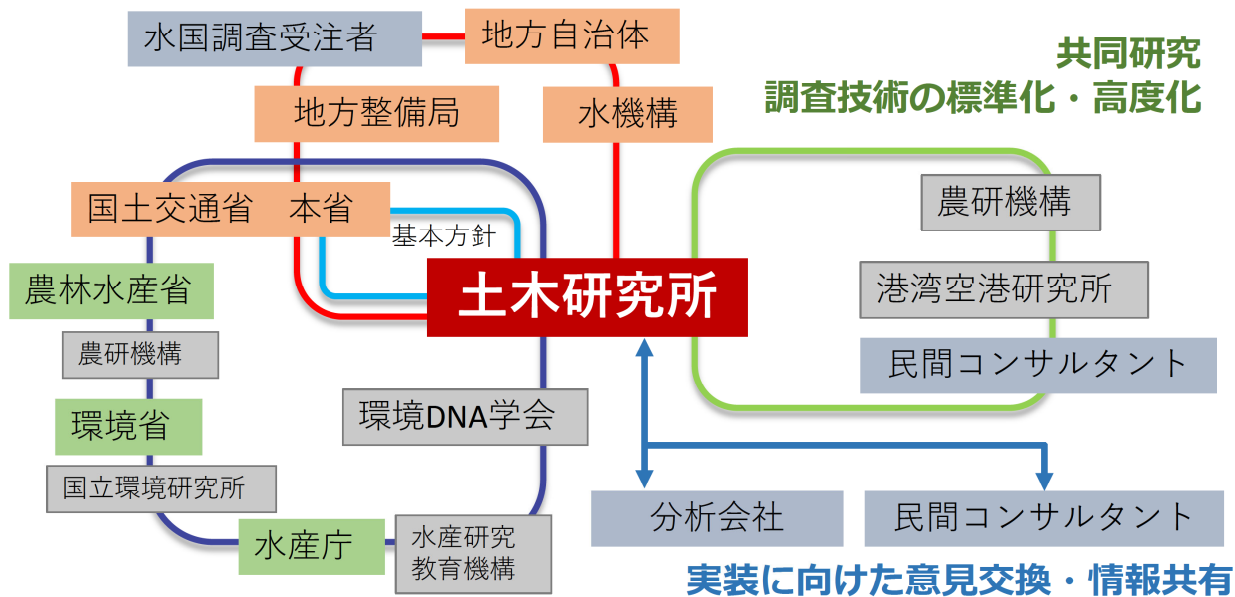


自然分解・UV照射でも分解



## 環境DNAを取り巻く連携体制

水国調査への環境DNA導入に向けたパイロット調査



# おわりに

そろそろ準備を始めませんか

水国への環境DNA調査実装はもう目前！

使い方は、アイデア次第

まだまだ使える環境DNA！



環境DNAを取り巻く動きが速いため、新技術ショーケースの場を借りながら、最新情報を逐次発信していきます。ショーケースでは、技術の標準化に向けた意見交換を楽しみに、皆様をブースでお待ちいたしております。