

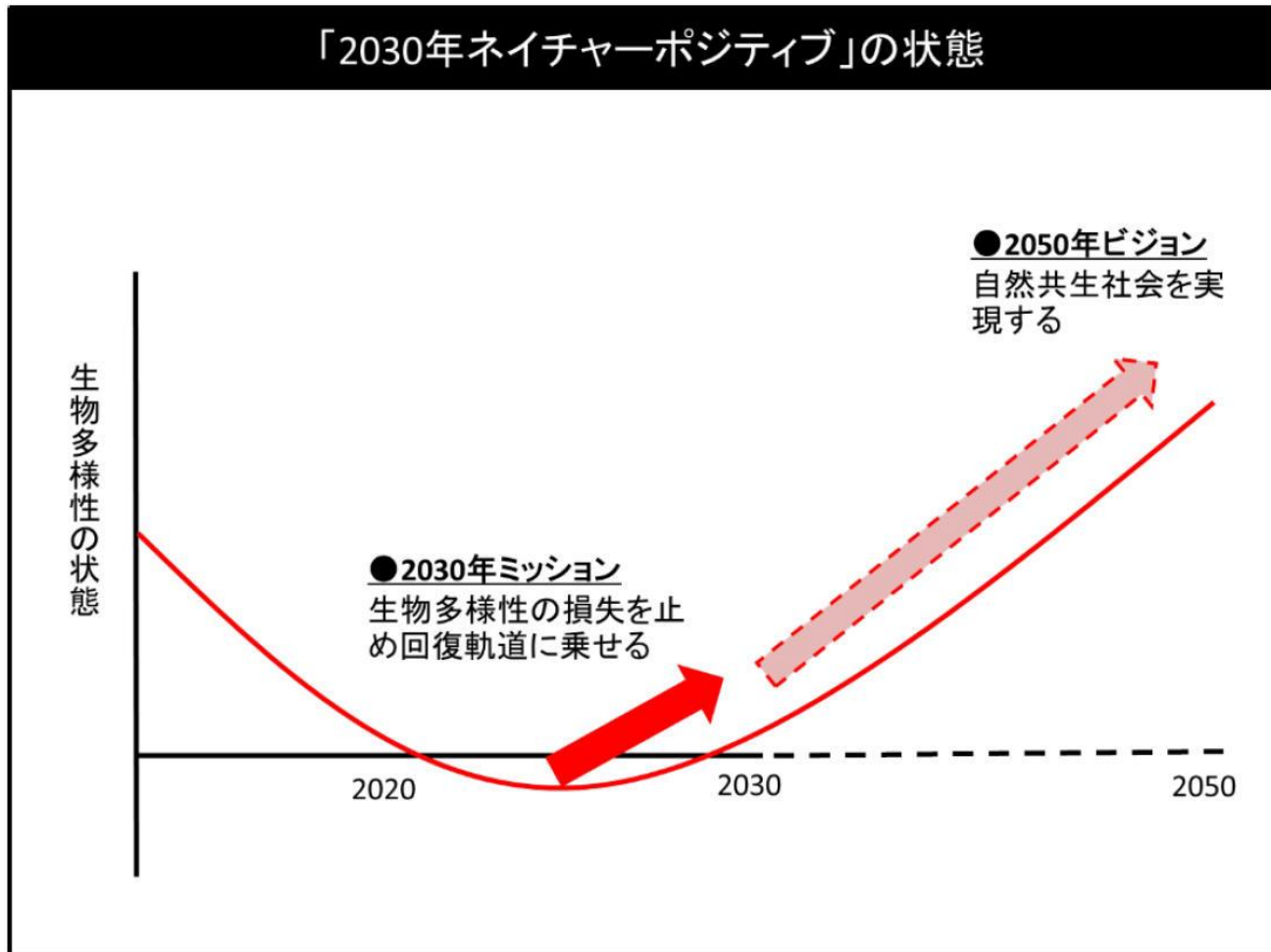
多自然川づくりの プロセスイノベーション

土木研究所 流域水環境研究グループ

流域生態チーム 上席研究員

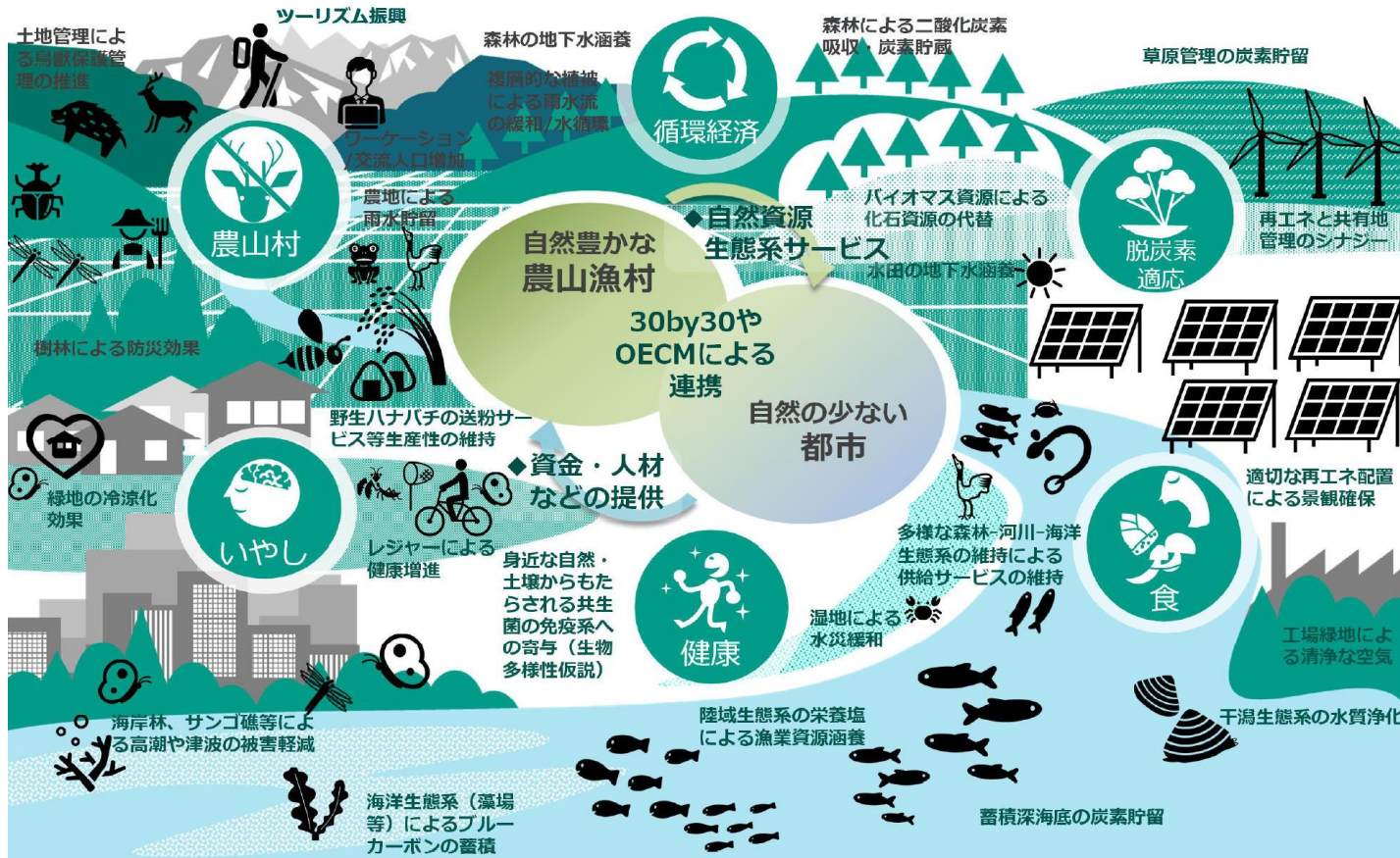
崎谷和貴

ネイチャーポジティブとは、生物多様性の損失を止め、回復軌道に乗せること



- 30by30 2030年までに陸と海の30%以上を保全する国際的な目標
 - 日本では、陸域20.5%、海域13.3%を保護地域として保全済み

30by30実現後の地域イメージ ~自然を活用した課題解決~

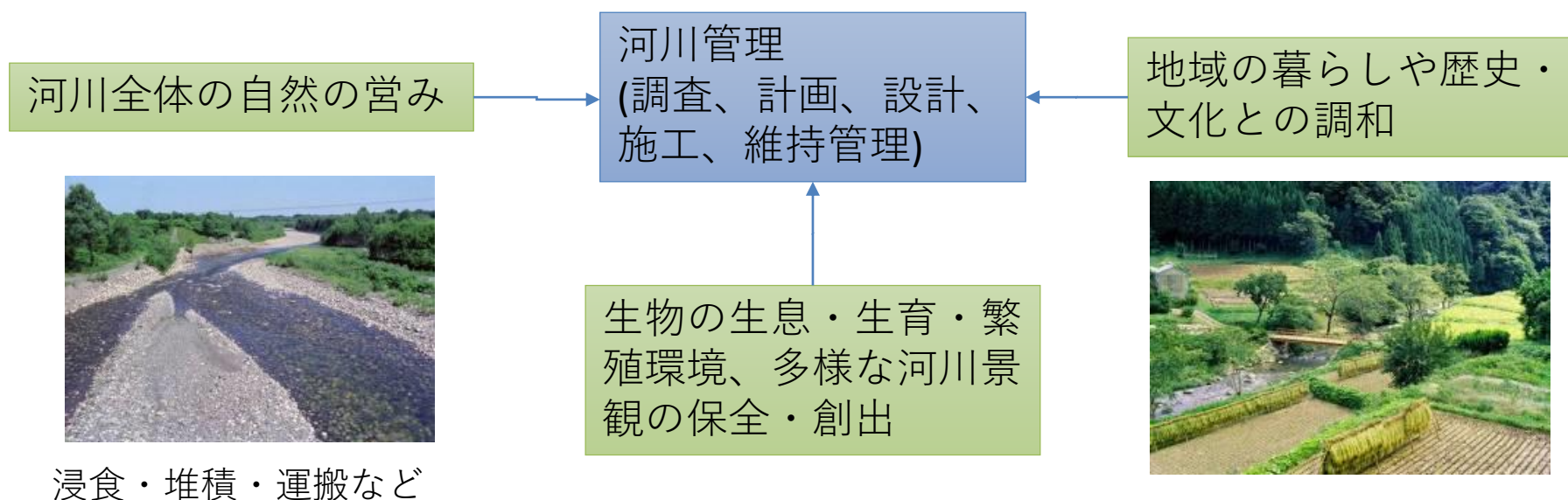


多自然川づくりとは



- 「多自然川づくり」とは、河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために、河川管理を行うことをいう。
- 「多自然川づくり」はすべての川づくりの基本であり、すべての一級河川、二級河川及び準用河川における調査、計画、設計、施工、維持管理等の河川管理におけるすべての行為が対象

(多自然川づくり基本指針(H18)より)



- 5つのイノベーション

- プロダクト・イノベーション
- プロセス・イノベーション
- マーケット・イノベーション
- サプライ・チェーン・イノベーション
- 組織イノベーション

※経済学者ヨーゼフ・アロイス・シュンペーターによる分類
(出典)JETROホームページ

- プロセスイノベーションとは

- 生産工程における技術革新(goo辞書より)

- 新宮川水系河川整備基本方針の変更(R3.10.15)に係る説明資料p.66

5.1 動植物の生息・生育・繁殖環境 環境の目標設定(生息場の分布、相対評価) 新宮川水系

- 「河川環境管理シート」から環境目標とする連続する瀬・淵、ワンド、水際植生などの生息場の分布を確認。
- シオクグに重要な干潟は1-2k区間で良好な場が形成され多様な環境が存在している。一方、0k区間は比較的乏しい。
- 方針の環境目標では、環境の状況を把握し、今後の河道掘削など河川管理にあたっての方向性を示す。

熊野川 河川環境区分シート 様式①

◆基本情報1：河川環境区分(セグメント形成要因)

| 河川環境管理シート_H31 | 0k | 1k | 2k | 3k | 4k |
|--------------------|-----------|-------|-------|----|-------|
| 河川区分 | 区分1(汽水域) | | | | |
| 本セグメント区分 | セグメント2-2 | | | | |
| 小セグメント区分 | 2-2-1 | 2-2-2 | | | 2-2-3 |
| 堤内地の景観 右岸側 | 宅地 | 宅地 | 山地 | 山地 | |
| 堤内地の景観 左岸側 | 宅地 | 宅地 | 山地 | 山地 | |
| 扇状地の地形・地質 | 平地 | | | 山地 | |
| 主なセグメント河床勾配(平均河床高) | 1/3,000 | | 1/600 | | |
| 河床材料 | 砂 | | | | |
| 川幅(河道橋・水涯線) | 河道橋 水涯線 | | | | |
| 植生 | ●市田川 ●熊野川 | | | | |
| 特徴的な植生 | | | | | |
| 自然再生 | | | | | |
| 詳細 | | | | | |
| その他 | | | | | |

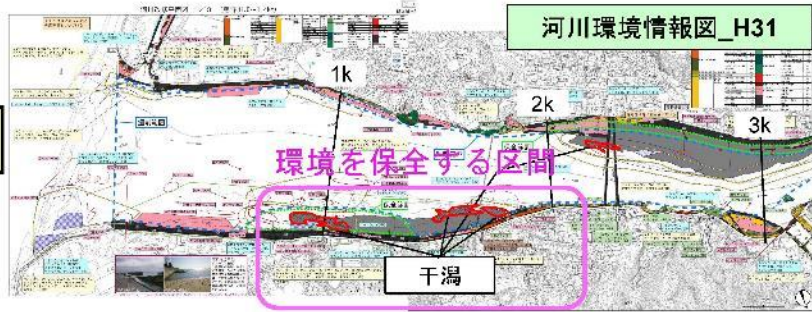
◆基本情報2-1：生物の生息場の分布状況(全川の中央値に基づき評価)

| 生息場タイプ | 0k | 1k | 2k | 3k | 4k |
|---------------|----|----|----|----|----|
| 1. 低・中草草地 | | | ○ | ○ | ○ |
| 2. 河辺性の樹林・河岸林 | | | ○ | ○ | ○ |
| 3. 自然草地 | △ | △ | ○ | ○ | ○ |
| 4. 野生動物生息地 | △ | △ | ○ | ○ | ○ |
| 5. 水生植物帯 | | | ○ | ○ | ○ |
| 6. 水際の自然度 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 7. 水際の複雑さ | ○ | ○ | △ | ○ | △ |
| 8. 連続する瀬と淵 | | | | | |
| 9. ワンド・たまり | ○ | | | | |
| 10. 渾水域 | | | | | |
| 水質 | | | | | |
| 汽水 | △ | ○ | | | |
| 水質・水温 | | | | | |
| 河川環境の健全度 | | | | | |
| 湧水地 | | | | | |
| 湧水種生帯 | | | | | |
| 湧水環境 | | | | | |
| 生息場の多様性の評価値 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

注) 生息場の多様性の評価値は、全川の中央値を基準として、優等(水質)・水質の優等評価を○・△・×で評価し、○の数が×の数を上回った場合、環境を創出する区間、環境を保全する区間と評価する。

○シオクグに重要な干潟は、1-2k区間で良好な場を形成(保全する区間)
 ○一方、0k区間では、1-2k区間と比較し干潟をはじめとして多様性が乏しい状況(創出する区間)

○今後の河道掘削など河川管理の実施は、本来の環境状況を把握し、保全か創出か等の目標を立てて実施する予定



※整備を実施する際は、生息場における相対評価のほか、絶対評価や地形・環境の経年変化等を踏まえて、河川環境の保全・創出の目標設定を行い、適切な河川改修等を実施する。

環境DNA ～1杯のバケツの水から生物情報～



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。

採捕による調査

- 調査地区で採捕できた魚種しかわからない
- 現地調査では採捕技能が必要
- 採捕許可も必要

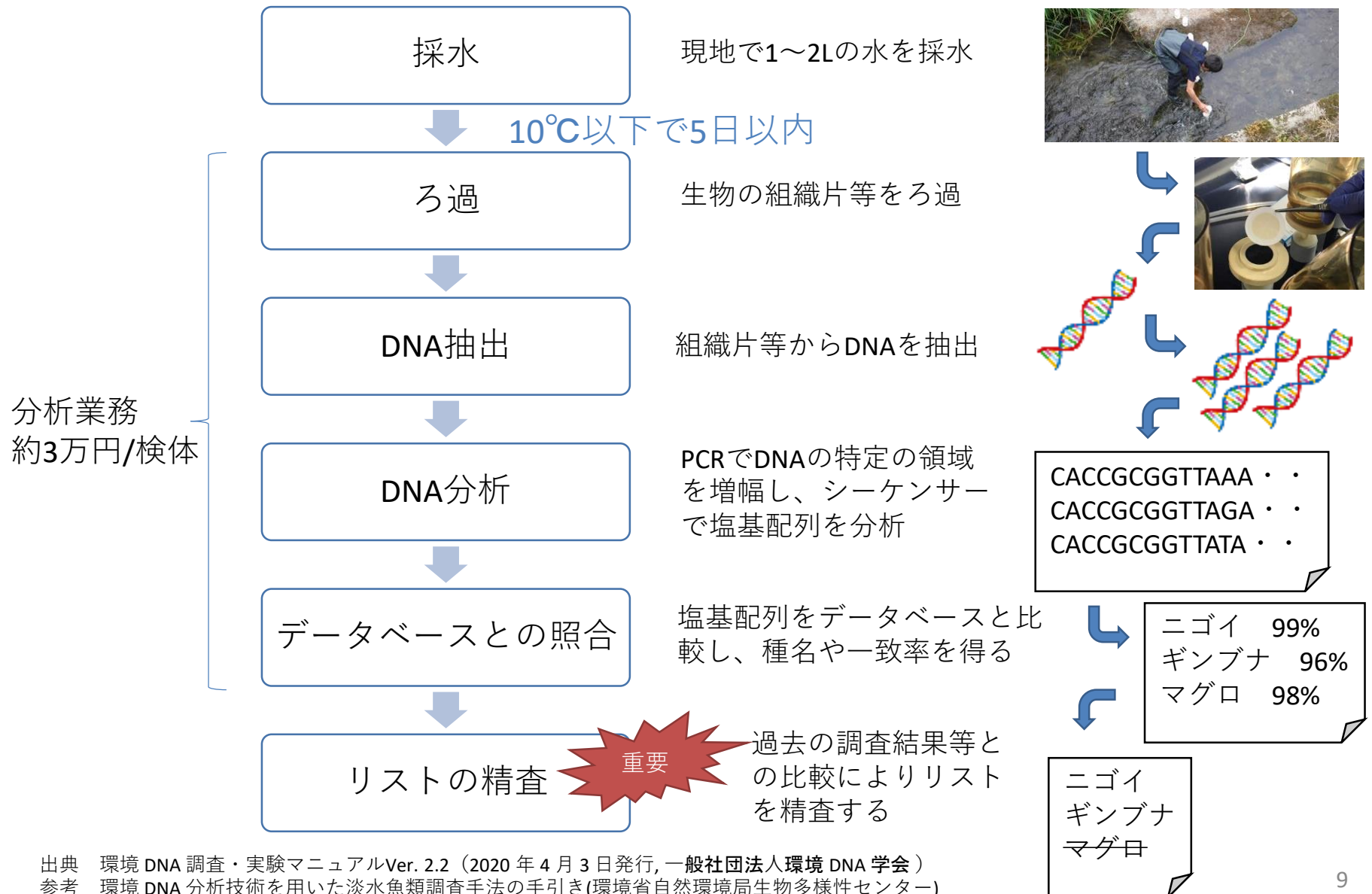


環境DNAによる調査

- 調査地区の上流に生息する魚種が高い感度でわかる
- 現地調査は採水のみで簡単



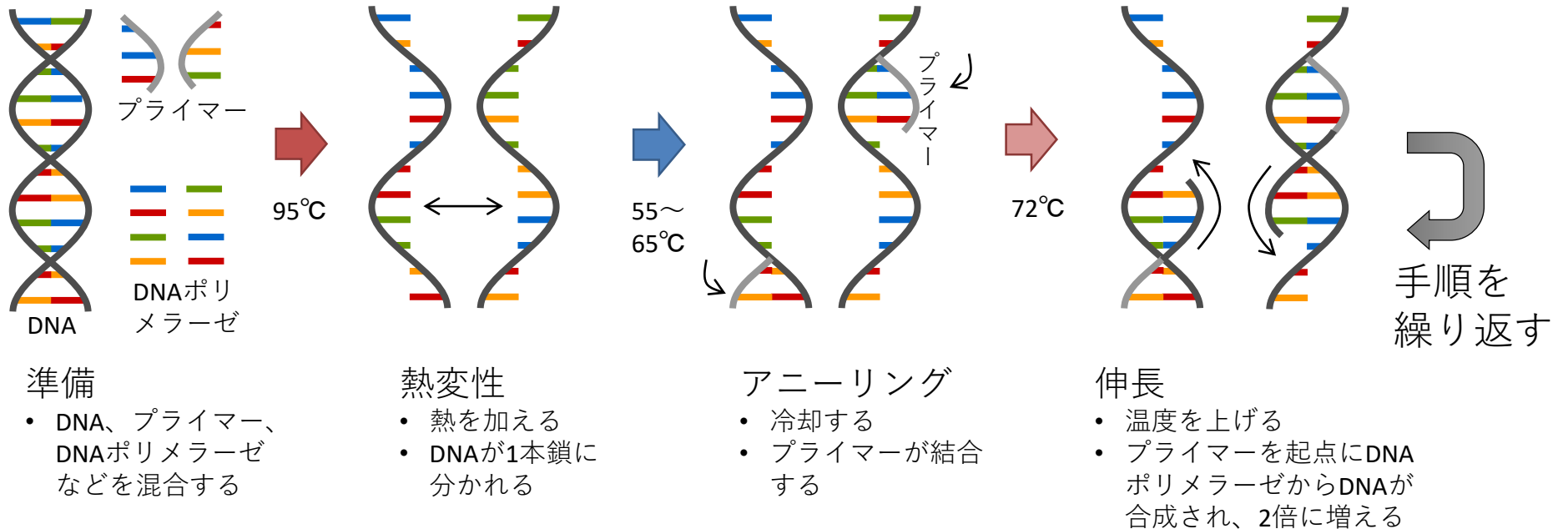
環境DNA調査の流れ



PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)

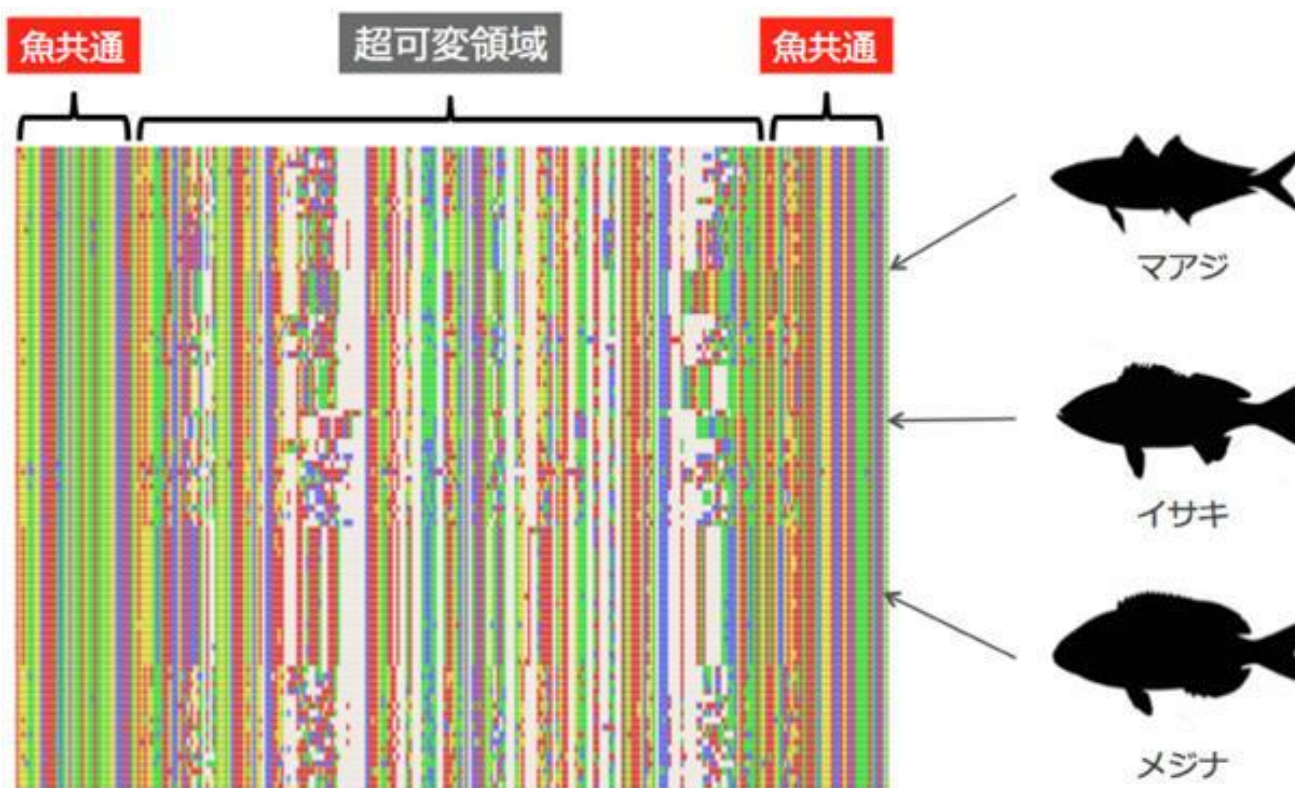


- PCRでDNAの特定の領域を2倍、4倍、・・・と倍増させる(40サイクルで約1兆倍)
- 何を分析したいかでプライマーが変わる
- 自然界にはPCR阻害物質も存在することに留意(前処理で除去可能)



種網羅解析(メタバーコーディング解析)

- 種網羅解析(メタバーコーディング解析)では、例えばMiFishプライマーを用いて、ミトコンドリアDNAのうち、魚種間で違いが多くみられる領域を増幅させる
 - ゲノムサイズは、メダカが約8億、フグが約4億
 - ミトコンドリアは約16,500。MiFishは、このなかの約170塩基の領域を増幅



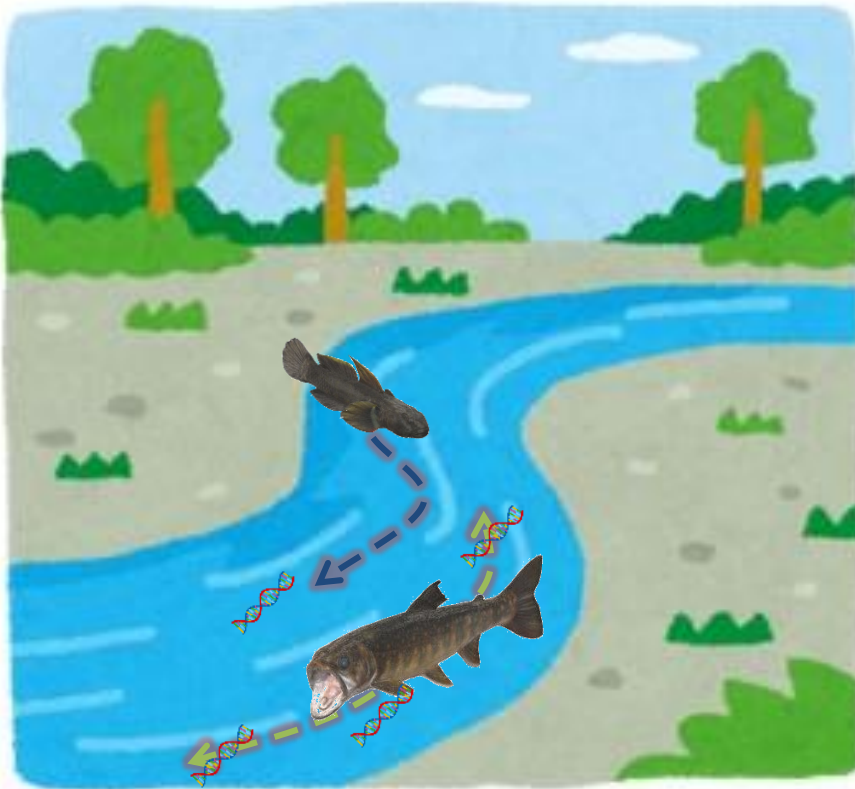
出典 「環境DNAメタバーコーディングー魚類群集研究の革新的手法バケツ一杯の水で棲んでいる魚がわかる技術」(宮 正樹, Kagaku to Seibutsu 57(4): 242-250 (2019))

河川の採水地点(汽水域、ダム湖を除く)

環境DNAはわずかな生物片等を捉える
魚自体の動きや水の流れるがなければ、捉えられない

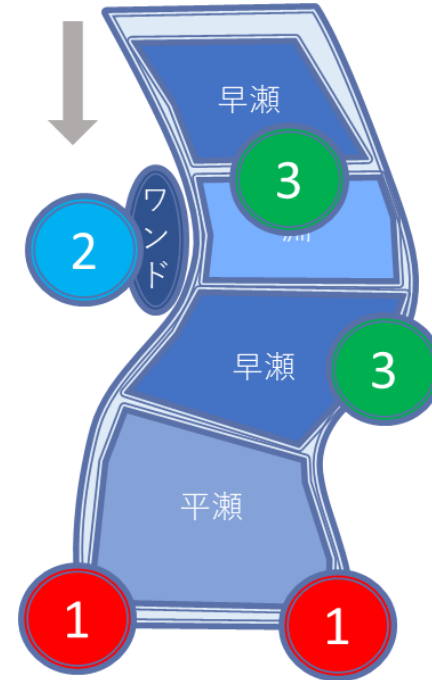


採水地点の設定が重要



魚の3Dモデルデータはfish.asia/CC BY より

河川の採水地点 (汽水域・ダム湖を除く)



- ① 水国調査地区の最下流端両岸
- ② ワンドやクreekなど
- ③ 計4~5地点となるように適宜地点を追加

詳しくは、「環境DNA分析の河川の魚類調査への適用に向けた最適な採水地点の検討」(篠原ら,河川技術論文集,第28巻,2022年6月)

環境DNAの検出範囲

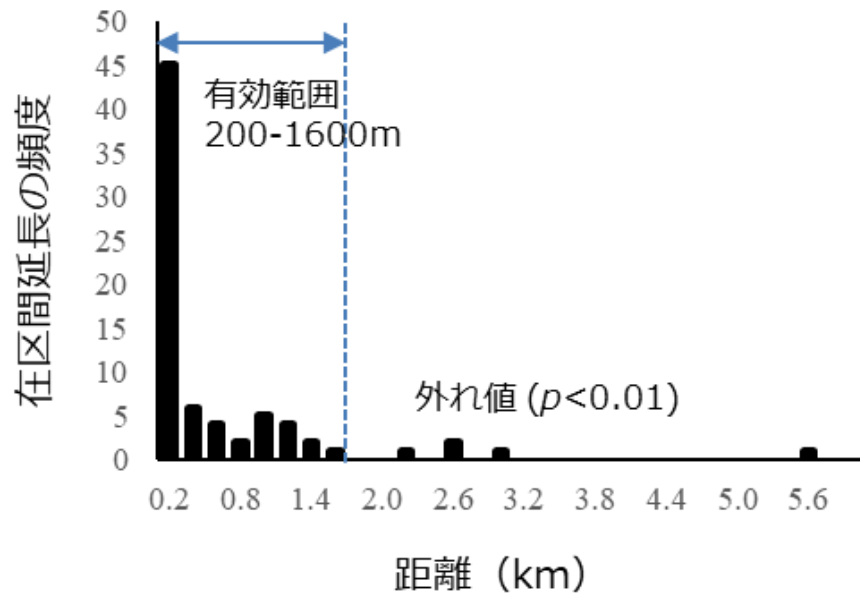


(疑問)環境DNAの検出範囲が広いと、どこの生物を捉えたかわからないのでは?

(回答)環境DNAの検出範囲は約1km

1km・・・水国調査地区の長さに相当

雲出川における調査結果



200mごとに採水し、海産魚類の環境DNAがどの程度連続した区間で検出されるかを解析した

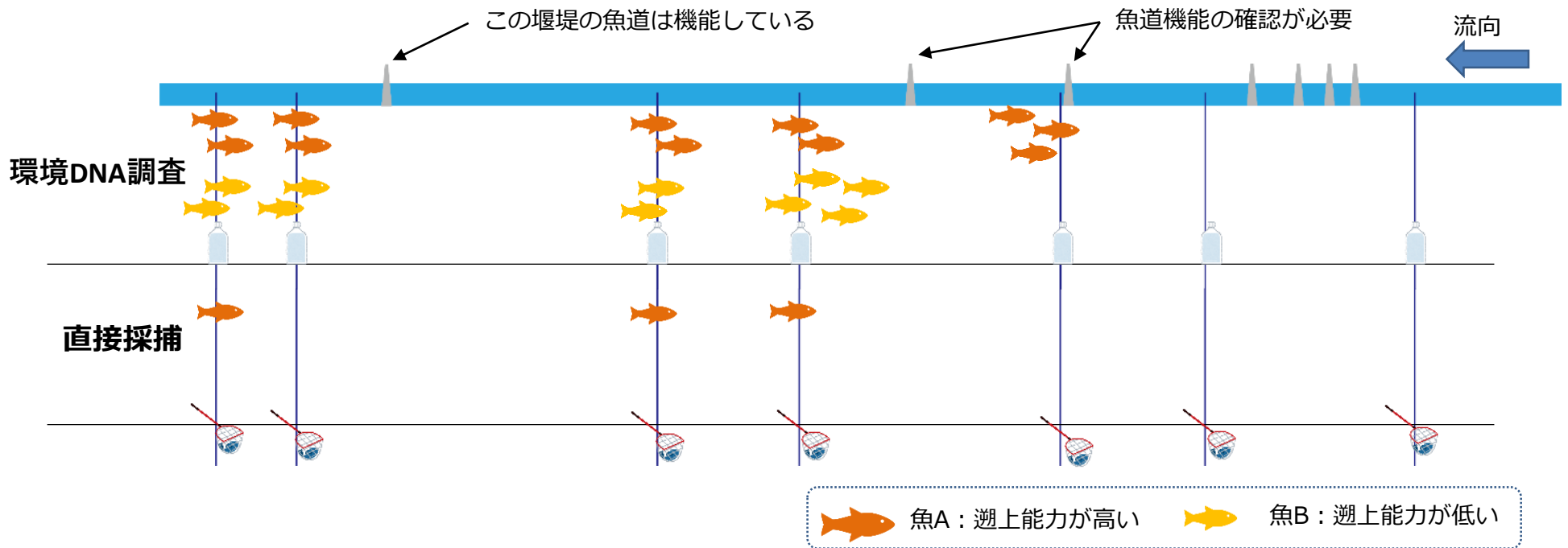
- 環境DNAの有効検出範囲は200～1600m
- 環境DNAの約6割は200m流下すると未検出となった
- 国内外の研究においても、有効検出範囲は1 km程度とされている

詳しくは、「河道内で検出された海産魚類を指標とした環境DNA含有物質の有効検出範囲の推定」(北川ら, 河川技術論文集 第27巻, 2021年6月)



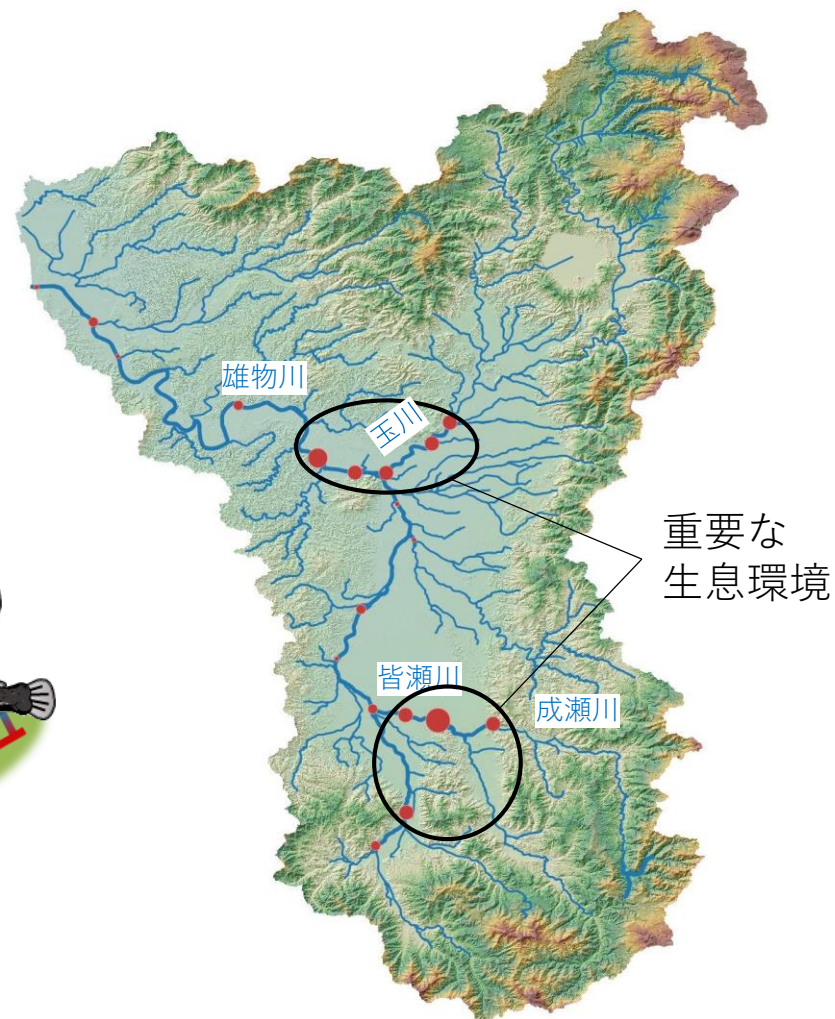
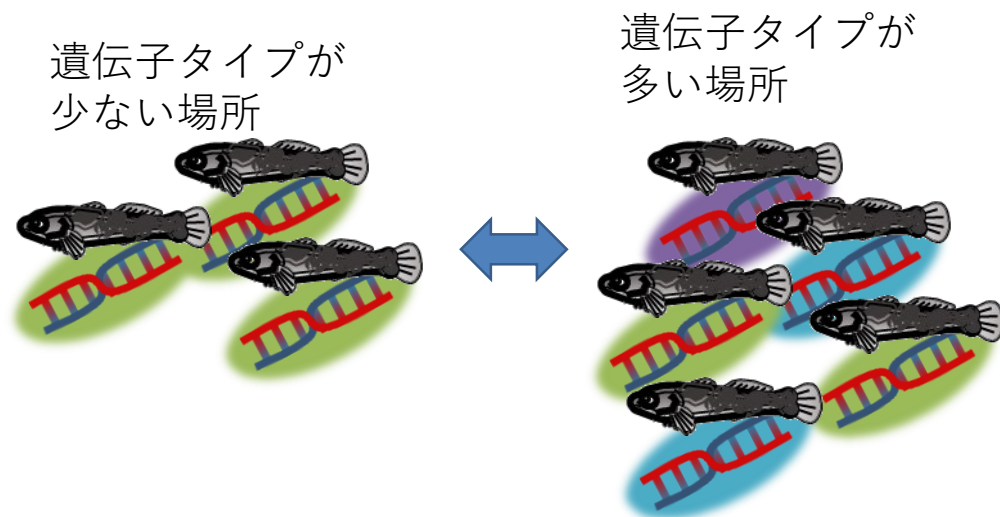
魚類移動環境の評価

- 環境DNAは検出感度が高く、採捕が困難な回遊性魚類の分布も確認可能
- 縦断方向に高密度の採水を行うことで、遡上可能な範囲を分析することが可能
- 堰堤の上下流で種構成が異なった場合は移動阻害が疑われる。→**魚道の機能評価が可能**



遺伝的多様性から生息環境を評価

- 同じ種でも複数の遺伝子タイプがある
- 遺伝的多様性は、生息環境の評価指標のひとつ



詳しくは、「MiFish領域にみられる魚類の流域スケールでの空間遺伝構造」(中島ら,ELR2022)

雄物川水系のカジカ遺伝子タイプ数
(円の大きさが遺伝子タイプ数を表す)

他の生物への展開も進んでいます



川辺で目視確認された鳥の90%が、河川水の環境DNAで検出！

詳しくは「河川域の鳥類を対象とした環境DNA解析と観察調査の比較—那珂川を事例に—」(田和ら,河川技術論文集,第28巻,2022年6月)

水国調査への環境DNA導入に向けた取り組み



平成29年度(2017) 土研 環境DNA実装に向けた研究開始

令和元年度(2019)：水国テーマ調査開始 (パイロット調査)
水国調査への導入に向けた基礎的な確認 (文献調査)

令和2年度(2020)：水国テーマ調査として全国調査開始
調査地点の選定に関する調査検討

令和3年度(2021)：水国テーマ調査継続
R2知見を踏まえた調査地点の選定に関する調査検討
河川形態の違いを踏まえた最適な調査地点の検討
水国データベースの枠組みの検討

令和4年度(2022)：継続検討およびマニュアル骨子作成

令和5年度(2023)：マニュアル(案)作成

令和6年度(2024)～：社会実装期間

令和8年度(2026) 水国(魚類)への環境DNA調査技術
の実装

2015 MiFish発表される

2018 環境DNA学会発足

2019 環境DNA学会マニュアル発刊

2020 環境省 マニュアル発刊

土木研究所と民間コンサルタントの
共同研究(第I期)

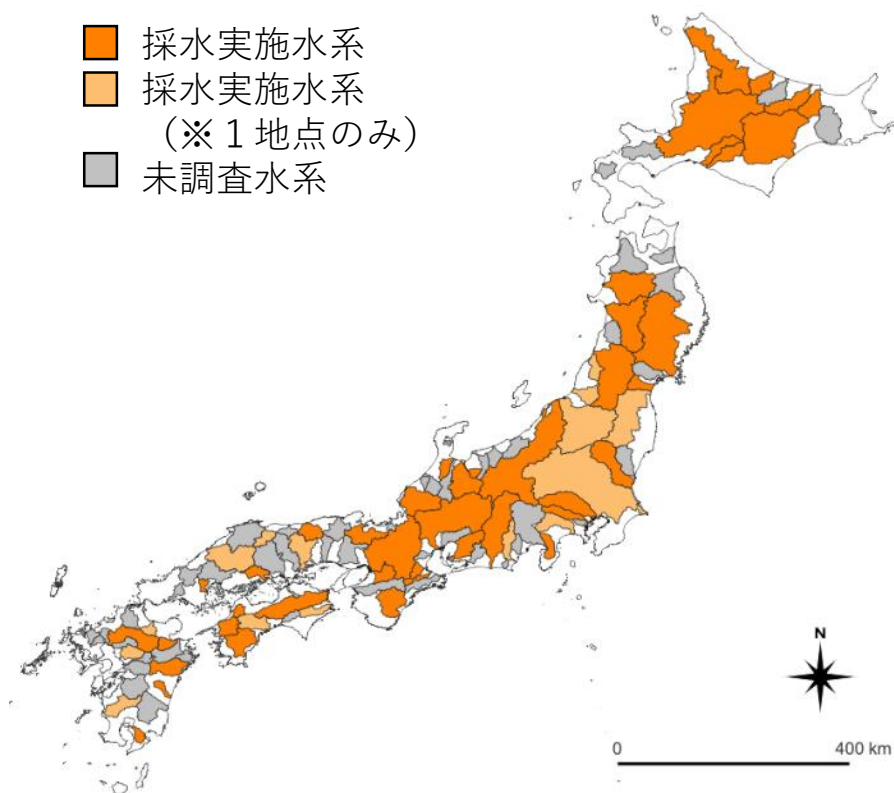
土木研究所と民間コンサルタントと
の共同研究(第II期)

現在導入方法などについて検討中

水国調査への環境DNA導入に向けた取り組み

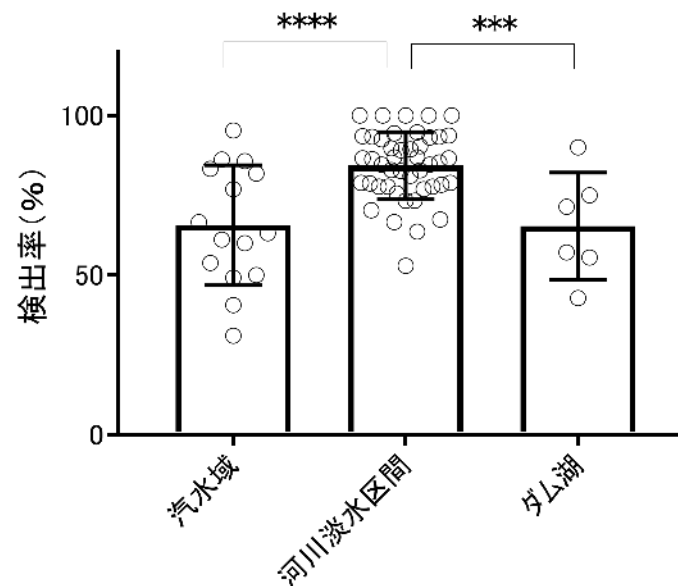


- 採水実施水系
- 採水実施水系
(※ 1地点のみ)
- 未調査水系



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)

- 河川域の検出率は約8割
- 感潮域やダム湖の検出率は約6割でばらつきも大きいため継続検討を予定



地区の属性と1サンプル当たりの検出率

詳しくは、「河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた取り組み」(村岡ら, 土木技術資料Vol.64-5, 2022年5月)

- 採水地点の最適化に向け、R3末までにのべ37水系1,247地点で採水)
- 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

この写真に違和感はありますか？



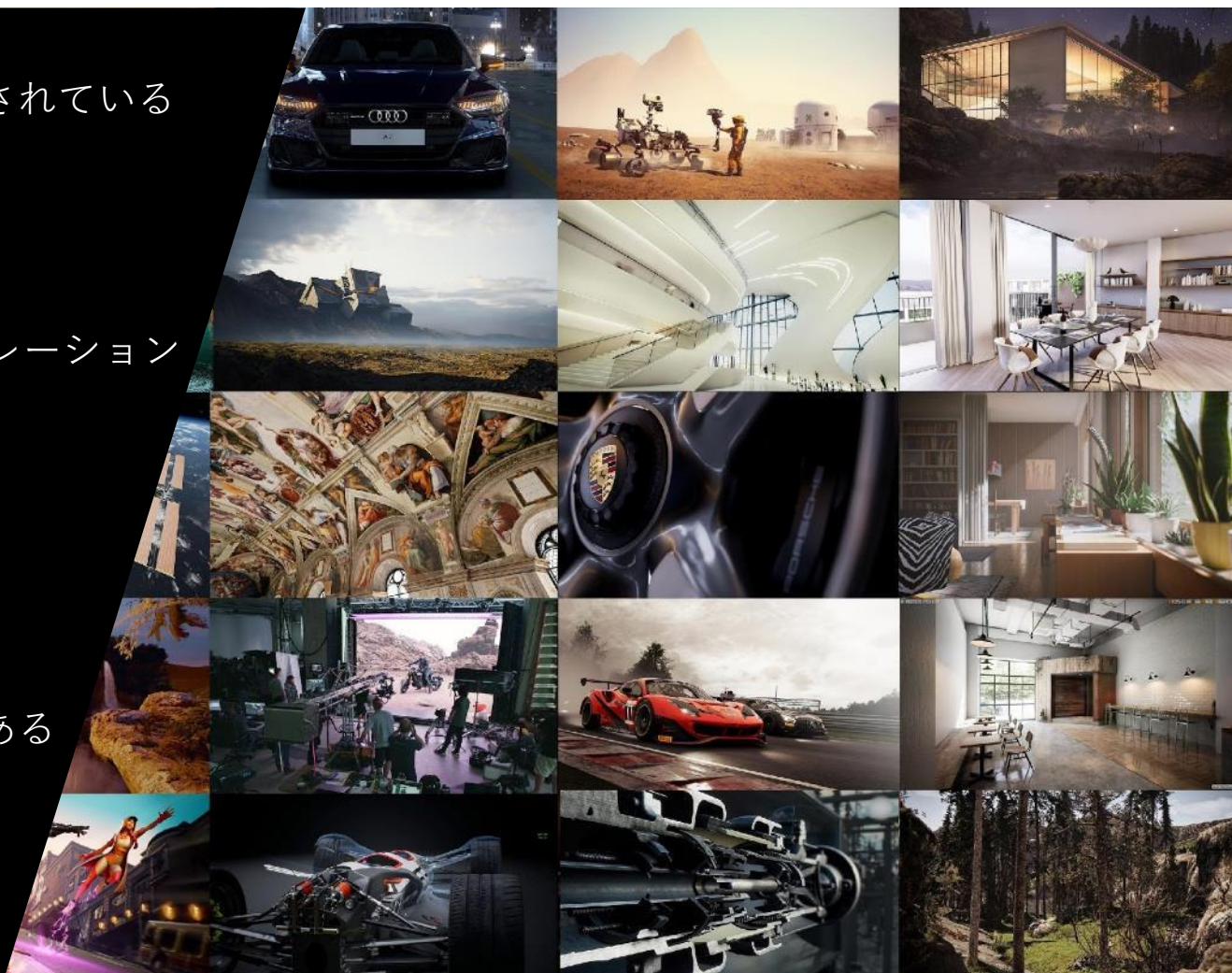
ゲームエンジンの利用



様々な分野で幅広く活用されている

- ゲーム
- 自動車
- 映画&テレビ
- トレーニング&シミュレーション
- 放送
- ライブイベント
- 製造
- 広告

無料で利用可能なものもある



自然な形状を作ることができる



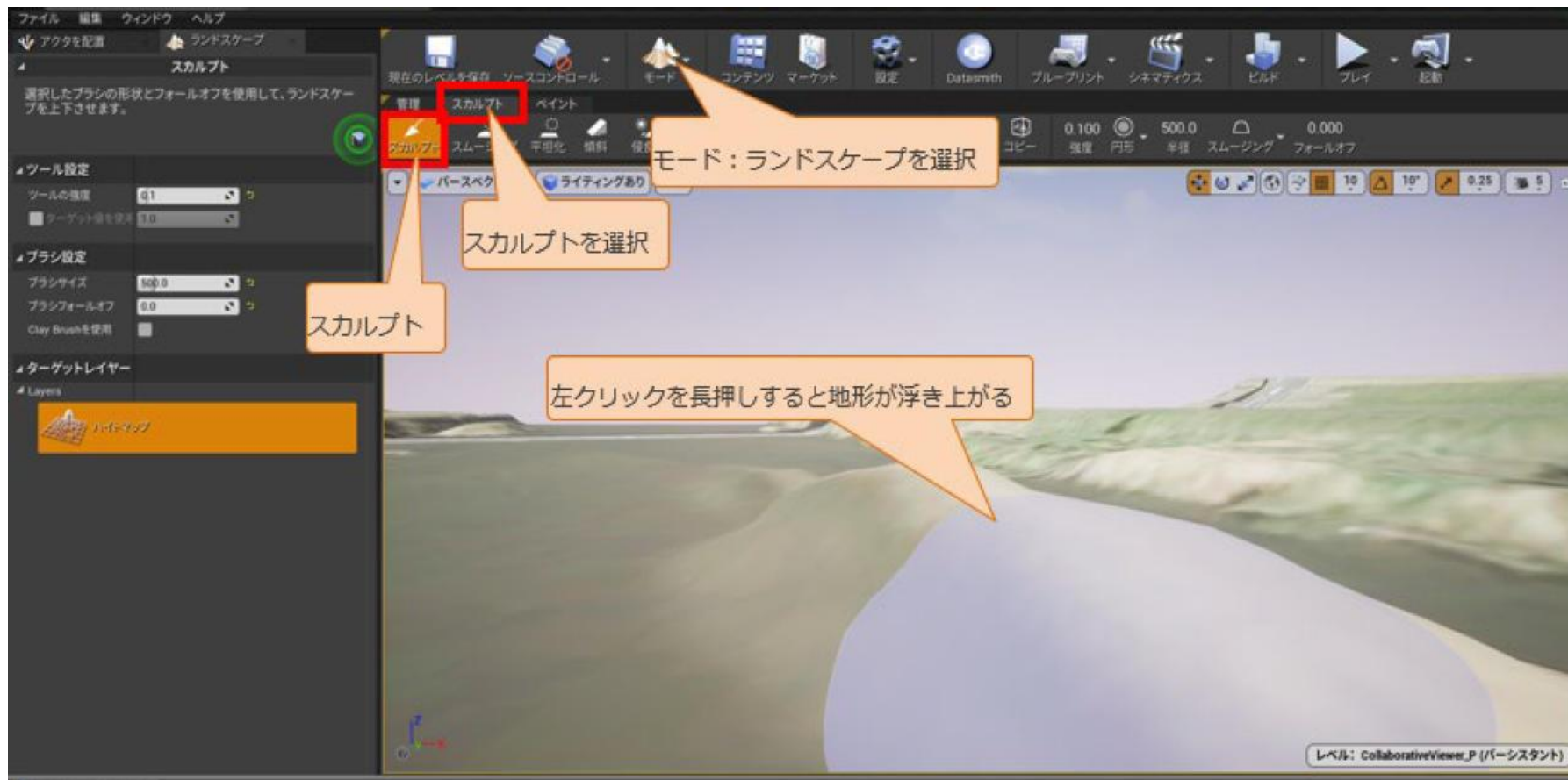
完成形状をリアルに再現



ゲームエンジンによる地形編集



- ゲームエンジンでは、描画ソフトのような簡易な操作で地形編集ができる



ゲームエンジンを用いた景観検討例

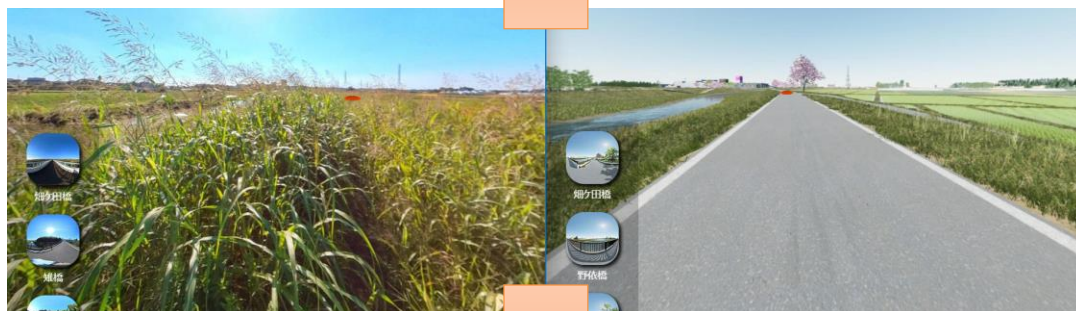


改修前

改修後



前に進む



左を見る



(参照)

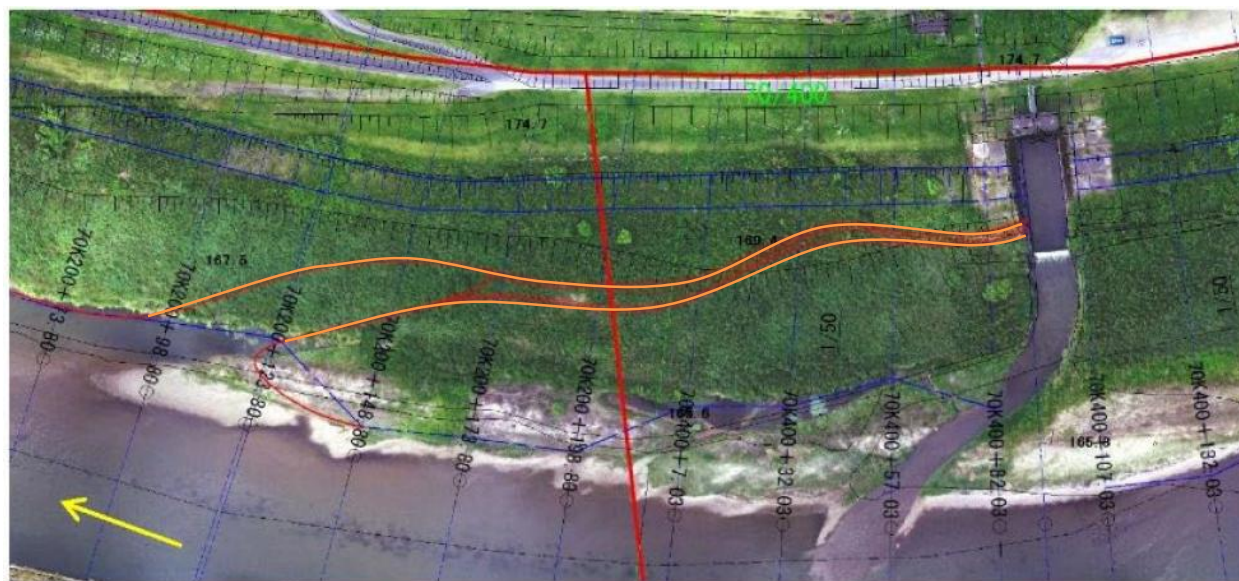
土木研究所 自然共生研究センター
↳多自然川づくり支援ツール
↳バーチャルツアー

多自然支援ツール

検索

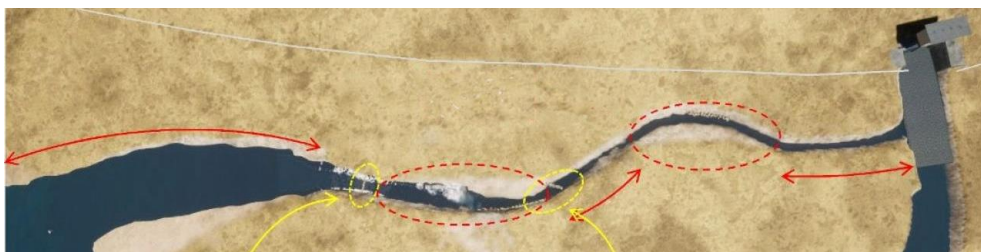
https://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/research/m3_05.htm

ゲームエンジンを用いた設計事例(九州地整)



生息場の多様性が相対的に低い区間において、ワンド・たまり、緩流、細流環境を創出する

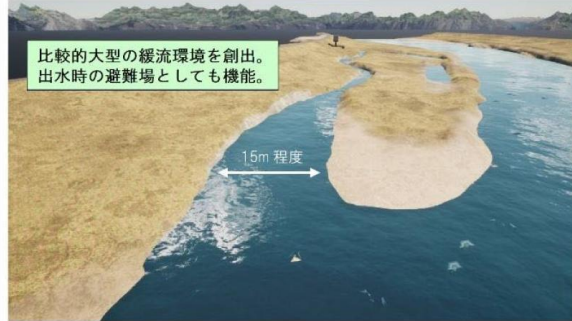
↓ ゲームエンジンの活用



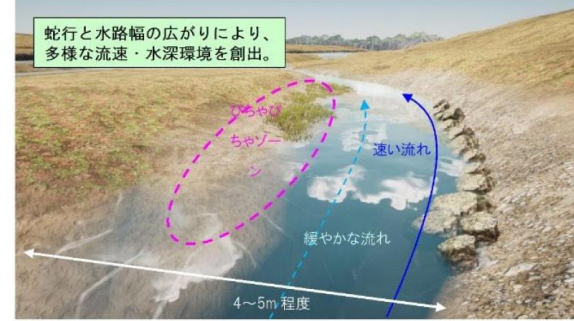
ゲームエンジンを用いた設計事例(九州地整)



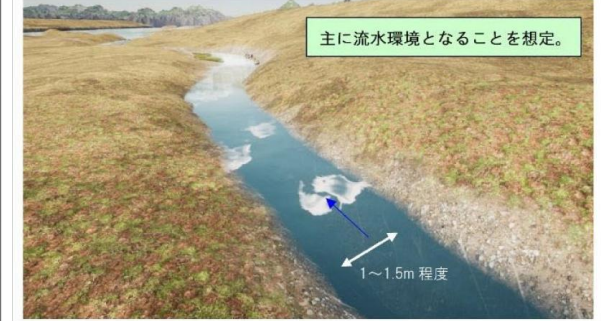
本川接続部ワンド



水路部②_水路幅に広がりを持たせた箇所



水路部①_水路幅の細い箇所



詳しくは



国土交通省九州技術事務所

ゲームエンジンを用いたメタバー
ス（仮想空間）での川づくりツール

[https://www.qsr.mlit.go.jp/kyugi/office/to
pics/gameengine.html](https://www.qsr.mlit.go.jp/kyugi/office/to
pics/gameengine.html)

メタバー
ス川づくり

検索



ゲームエンジンを用いた川づくり ツールの操作マニュアル（案）

ゲームエンジンを用いた川づくり
ツールの操作マニュアル（案）



九州地方整備局 令和4年2月

- ネイチャーポジティブ、30by30に向けて、河川は大きな役割を果たすことができる
- 多自然川づくり(すべての河川の全ての河川管理行為が対象)のプロセスイノベーションに繋がる新技術が利用可能になっている
- 環境DNAは、生息する生物の情報を低コストで網羅的に把握することができる
(例えば)
 - 多自然川づくりを行う際の目標となる種の把握
 - 期待通りの結果になったかどうかのモニタリング
- ゲームエンジンは、誰でも容易に使い始めることが可能で、現実世界を仮想空間にリアルに再現できる
(例えば)
 - 設計での活用
 - 景観評価での活用