

# 流域治水時代の多自然川づくりを考える ～グリーンインフラと流域管理～

土木研究所河川生態チーム上席研究員

兼 自然共生研究センター長

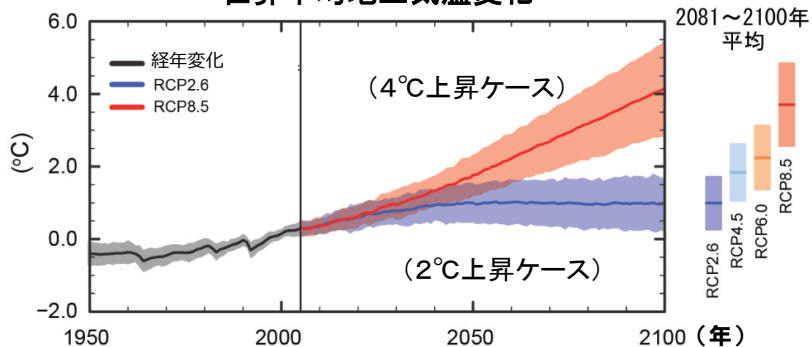
中村圭吾

# 流域治水時代に多自然川づくりは何を考えるべきか？

- ・ どう考えればよいのか？
- ・ 留意点は？
- ・ 具体的にどうするのか？

- 災害の発生状況やIPCCの評価等を踏まえれば、将来の気候変動はほぼ確実と考えられ、緩和策と適応策とを車の両輪として進め、気候変動に対応する必要
- 温暖化が進行した場合に、目標としている治水安全度を確保するためには、「過去の実績降雨に基づくもの」から「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に計画の見直しが必要

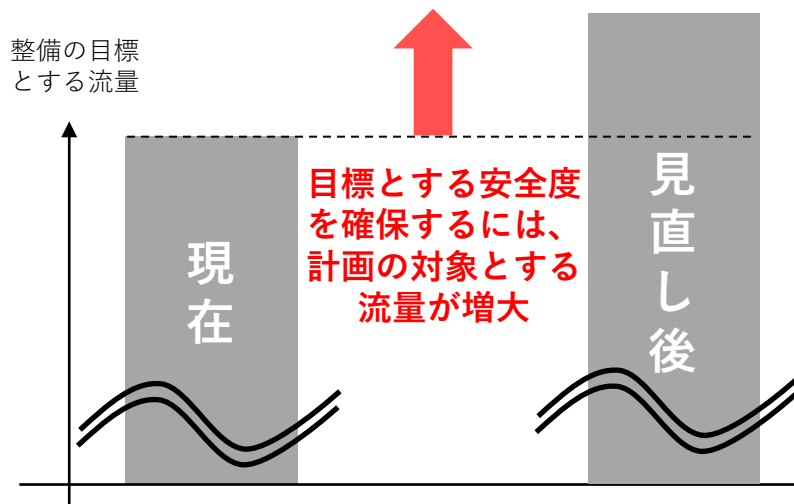
世界平均地上気温変化



降雨量変化倍率をもとに算出した、  
流量変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2°C上昇相当※	約1.1倍	約1.2倍	約2倍

※ 2°Cは、温室効果ガスの排出抑制対策(パリ協定)の目標とする気温



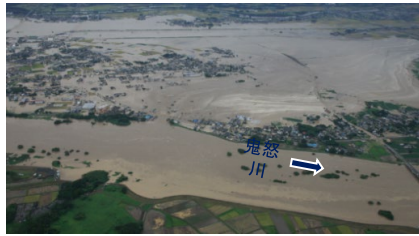
過去の実績に基づくもの



気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの

平成27  
～  
29年

## 平成27年9月関東・東北豪雨



①鬼怒川の堤防決壊による浸水被害  
(茨城県常総市)

## 平成28年熊本地震



②土砂災害の状況  
(熊本県南阿蘇村)

## 平成28年8月台風10号



③小本川の氾濫による浸水被害  
(岩手県岩泉町)

## 平成29年7月九州北部豪雨



④桂川における浸水被害  
(福岡県朝倉市)

平成30年

## 7月豪雨



⑤小田川における浸水被害  
(岡山県倉敷市)

## 台風第21号



⑥神戸港六甲アイランドにおける浸水被害  
(兵庫県神戸市)

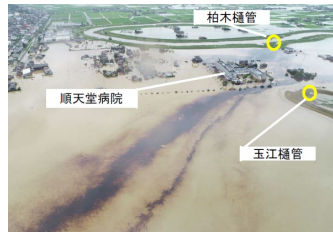
## 北海道胆振東部地震



⑦土砂災害の状況  
(北海道勇払郡厚真町)

令和元年

## 8月前線に伴う大雨



⑧六角川周辺における浸水被害状況  
(佐賀県大町町)

## 房総半島台風

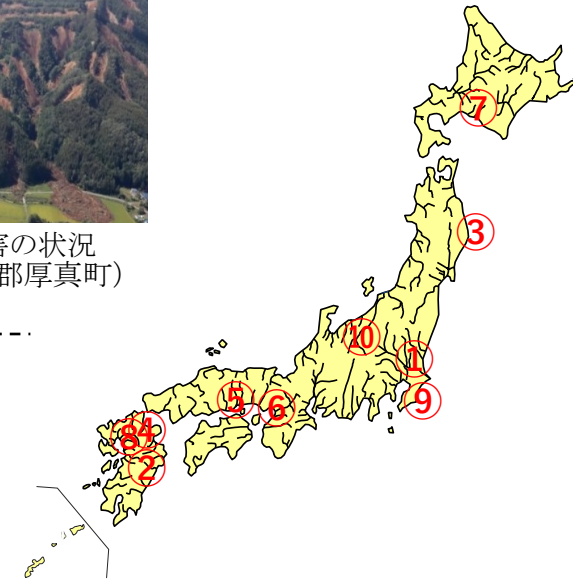


⑨電柱・倒木倒壊の状況  
(千葉県鴨川市)

## 東日本台風



⑩千曲川における浸水被害状況  
(長野県長野市)





# 「流域治水」の施策のイメージ

- 気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う治水対策、「流域治水」へ転換。
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減・早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。
- 自然環境の持つ多様な機能を活かす**グリーンインフラの活用**して、**流域治水を進める**。

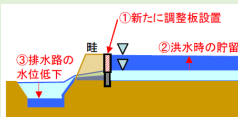
## ① 氾濫をできるだけ防ぐ

## ② 被害対象を減少させるための対策

## ③ 被害の軽減・早期復旧・復興

**(ためる、しみこませる)** 集水域

雨水貯留浸透施設の整備、田んぼやため池等の高度利用  
⇒ 都道府県・市町村、企業、住民



**(よりリスクの低いエリアへ誘導)** 集水域/氾濫域

**(被害範囲を減らす)**  
土地利用規制、誘導、移転促進  
不動産取引時の水害リスク情報提供、金融による誘導の検討  
⇒ 市町村、企業、住民

二線堤等の整備  
⇒ 市町村

氾濫域

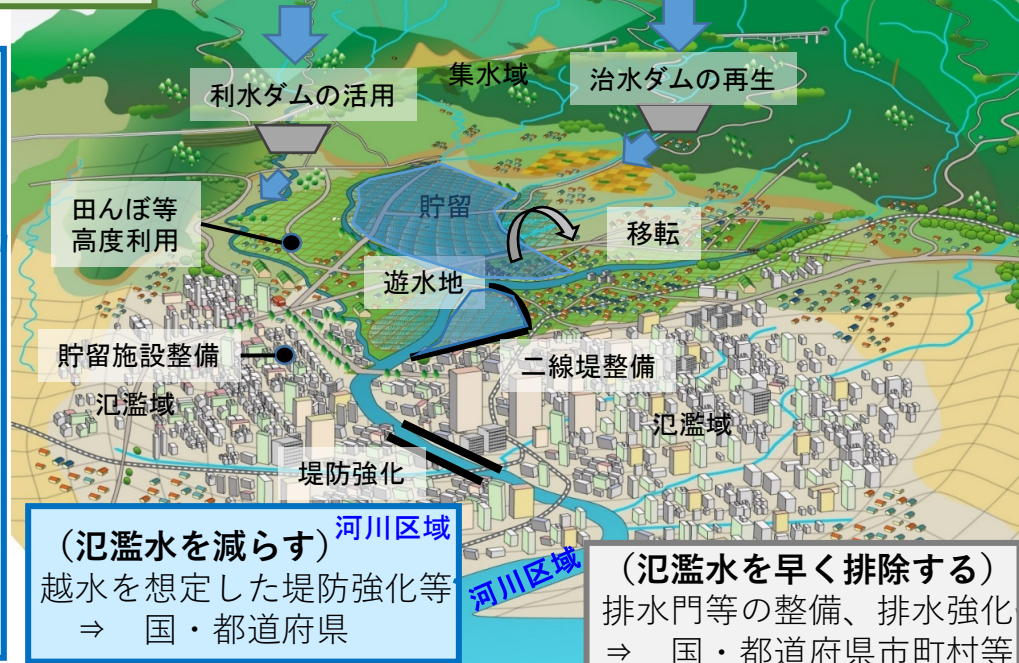
**(土地のリスク情報の充実)**  
水害リスクの空白地帯解消、多段型水害リスク情報を発信  
⇒ 国・都道府県

**(ためる)** 河川区域

利水ダム等において貯留水を事前に放流し水害対策に活用 ⇒ 国・都道府県・市町村、利水者

遊水地等の整備・活用 ⇒ 国・都道府県・市町村

**(安全に流す)**  
河床掘削、引堤、砂防堰堤、雨水排水施設等の整備 ⇒ 国・都道府県・市町村



**(避難態勢を強化する)**  
長期予測の技術開発、リアルタイム浸水・決壊把握  
⇒ 国・都道府県・市町村

**(経済被害の最小化)**  
工場や建築物の浸水対策、BCPの策定 ⇒ 企業、住民

**(住まい方の工夫)**  
不動産取引時の水害リスク情報提供、金融商品を通じた浸水対策の促進  
⇒ 企業、住民

**(支援体制を充実する)**  
官民連携によるTEC-FORCEの体制強化 ⇒ 国・企業

**(氾濫水を減らす)** 河川区域

越水を想定した堤防強化等  
⇒ 国・都道府県

**(氾濫水を早く排除する)**

排水門等の整備、排水強化  
⇒ 国・都道府県市町村等

# 生態系ネットワーク



木曽川上流河川事務所ウェブサイトより  
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kisojyo/econet/index.html>

治水も環境も  
河川管理から流域管理へ

# KW: 持続可能性 (サステナビリティ)

- SDGsやESG投資:
  - 社会や環境を意識した経営をしなければ市場から撤退
  - 国家・都市・地域の経営も同じになってきている。
- 地域の持続可能性
  - 防災対策、レジリエンスの確保
  - 豊かな自然、美しい景観、にぎわい、経済、つながり、幸せ

# 持続可能な流域管理に向けて

- 思考OSとしてのグリーンインフラ
- 流域管理に活用できる手法
  - 土研の成果
  - 環境DNAの活用
  - デジタルツイン(3次元・ICT)

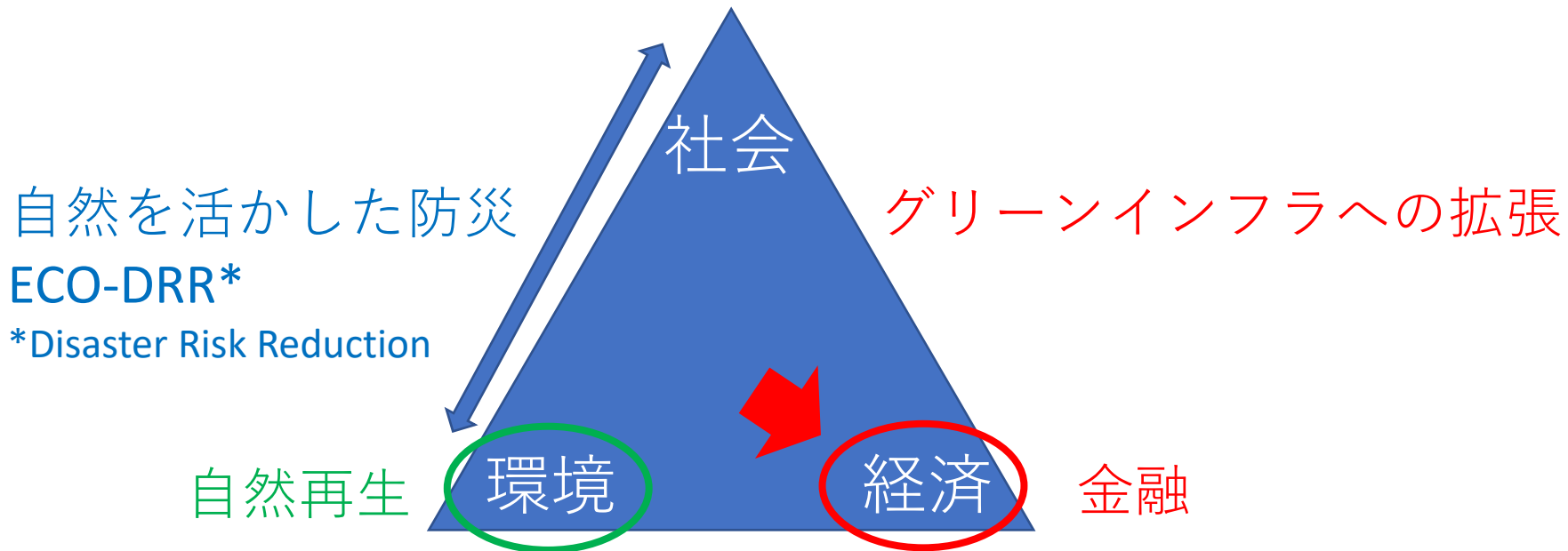
# グリーンインフラ と流域管理



# グリーンインフラとは？

ざっくり言うと

## 自然の機能を活かしたインフラ整備



※既存のインフラ整備をグリーンインフラの観点から再編集することも重要

# グリーンインフラとは

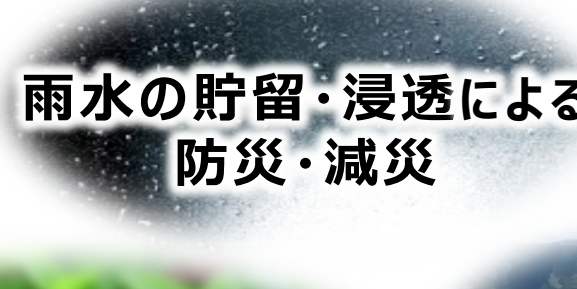
○社会資本整備や土地利用等の**ハード・ソフト両面**において、**自然環境が有する多様な機能を活用**し、持続可能で魅力ある**国土・都市・地域づくり**を進める**取組**

※国土形成計画（2015年8月閣議決定）

## 自然環境が有する多様な機能



生物の生息・生育の場の提供



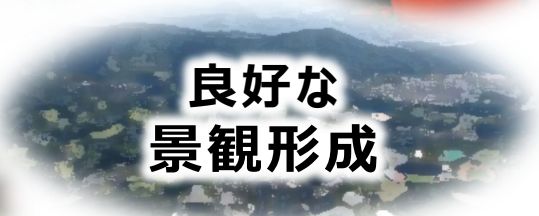
雨水の貯留・浸透による  
防災・減災



農作物の生産



植物の蒸発散機能を通じた  
気温上昇の抑制



良好な  
景観形成



水質浄化



土壌の  
創出・保全



水源涵養

※持続可能な国土管理の哲学がグリーンインフラである。

※多自然川づくりは、このグリーンインフラの考え方を河川や流域に適用したもの

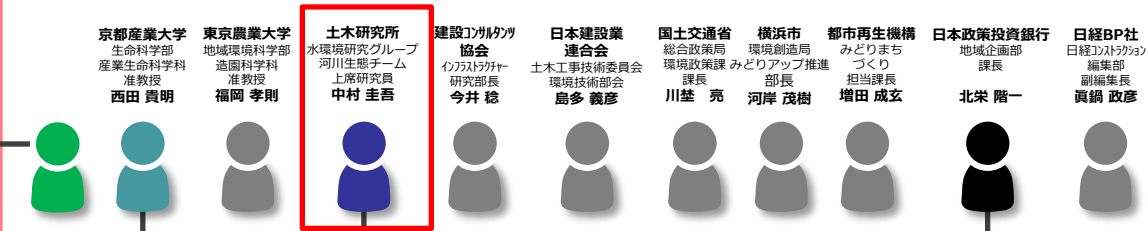
- 国、地方公共団体、民間企業、大学、研究機関など、多様な主体が幅広く参画するグリーンインフラプラットフォームを創設
- 令和元年度は、運営委員会において、来年度以降に実施する、アドバイザーの派遣、アイデアコンテストの実施、セミナーの開催、ポータルサイトでの情報提供等について検討
- 令和2年度に企画・広報部会、技術部会及び金融部会を設置し、様々な活動を展開

## 総会

会員は、関係省庁、地方公共団体、民間企業（メーカー、不動産、建設、銀行、生保・損保、広告・マスコミ等）、大学、研究機関等を想定。団体でも個人でも登録可

## ■ 運営委員会

- ・ G I の取組を推進していく上で必要な知見を有する産学官金言の有識者（10名程度）
- ・ 各部会の部会長が運営委員会に参画し、プラットフォームの活動内容を決定



**■ 会長 二宮 雅也**  
日本経済団体連合会 自然保護協議会会長  
損害保険ジャパン日本興亜会長

**■ 会長代理 涌井 史郎**  
東京都市大学環境学部特任教授（造園）

## ■ 運営委員会委員長

**石田 東生**  
筑波大学名誉教授  
（交通政策・国土政策・都市計画）

## 企画・広報部会

- ・ アドバイザー派遣
- ・ アイデアコンテストの実施
- ・ セミナーの開催等の企画・調整
- ・ ポータルサイトでの情報提供

## 技術部会

- ・ グリーンインフラとして活用できる要素技術の検討と効果・課題の整理
- ・ 国は、部会の情報を活用し、技術指針や評価手法を検討

## 金融部会

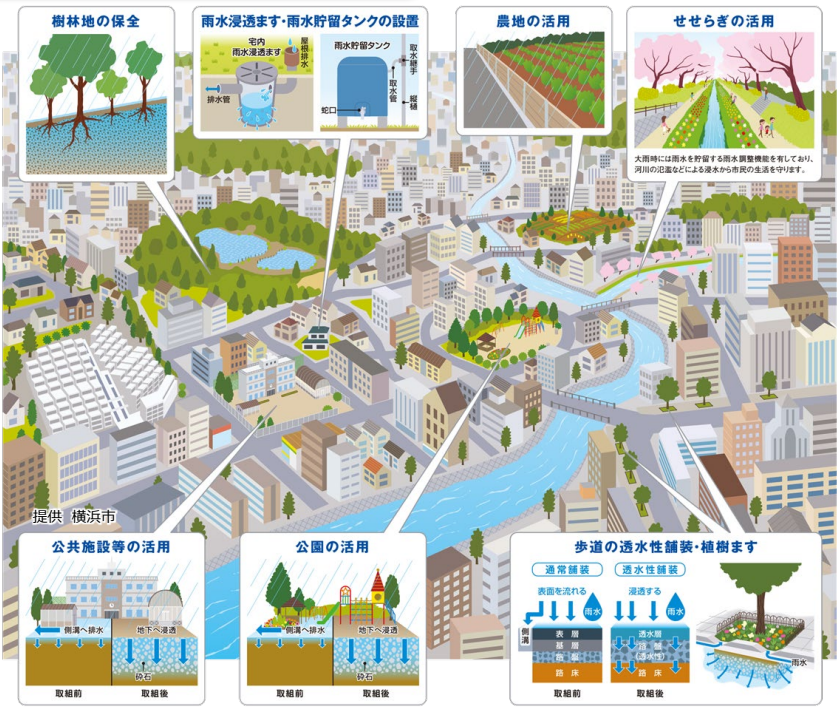
- ・ グリーンボンド等の民間資金を活用した取組事例の紹介



# 例：雨水貯留・浸透等による気候変動・防災・減災に関するプロジェクト

・横浜市では、SDGs未来都市計画をはじめ、中期4カ年計画、緑と水の基本計画、下水道中長期経営計画等の各種計画においてグリーンインフラの活用を位置づけるとともに、下水道・河川事業・緑・農政事業・温暖化対策等を含む環境保全事業を統合させた環境創造局を設置し、分野横断によるグリーンインフラを推進

## 流域全体での雨水貯留浸透機能の活用（神奈川県横浜市）



側溝・保水性レンガから入った雨水は、雨水貯留浸透基盤により地表までしみ上がり、蒸発散作用により気温の低減効果が発揮

出典：横浜市提供資料、グリーンインフラ総研



2020年6月23日(火)河川部河川環境課

## 渡良瀬遊水地で東日本初のコウノトリのヒナが誕生

渡良瀬遊水地内でコウノトリのペアからヒナが誕生。東日本では1800年代後半以来初の誕生といわれています。兵庫県立コウノトリの郷公園が2005年に野生復帰を開始して以降、河川区域内での誕生は初となります。



コウノトリのヒナの様子



関東エコロジカル・ネットワーク鳥観図

提供：渡良瀬遊水地アクリメーション振興財団

# グリーンインフラを どう評価するのか？

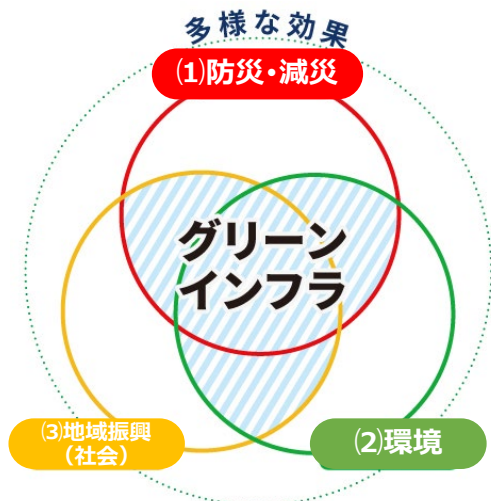
※技術部会のとりにくみ

※土研での研究例



# グリーンインフラの機能・効果及び指標・評価手法の検討(たたき)

- グリーンインフラの機能を活用することにより多様な効果を発揮するが、主に3つの柱で効果を示していく。
- グリーンインフラの特徴を踏まえ、分野横断、多面的に取り組むことにより発揮する効果のうち、『防災・減災』、『環境』、『地域振興(社会)』の観点から指標及び評価手法を検討するとともに、これらの総合評価についても検討する。



## (1) 防災・減災

### 主な機能(効果)

- 雨水貯留・浸透
- 延焼防止
- 津波抑制

### 【指標と評価手法(例)】

- [指標] 雨水や越流水の貯留量・浸透量等
- [評価手法] 浸水家屋数減少シミュレーションと経済損失回避額

## (2) 環境

### 主な機能(効果)

- CO2の削減
- 気候変動への適応
- 生物多様性の創出

### 【指標と評価手法(例)】

- [指標] CO2の吸収量、人工被覆面積等
- [評価手法] 人工被覆面の減少による地表面温度・気温の上昇抑制率

## (3) 地域振興(社会)

### 主な機能(効果)

- レクリエーション機会増大
- 地域経済の活性化
- 健康増進

### 【指標と評価手法(例)】

- [指標] レクリエーション機会の数、地価の上昇等
- [評価手法] 地価の上昇・新たな投資促進による地域経済波及額等

会員からの取組事例の収集結果を参考に機能(効果)整理、類型化。

会員からの技術・評価技術の収集結果を参考に、機能の評価するための指標・評価手法を整理。これまでの研究成果をレビューし、検討すべき評価手法を選出。

### 社会的課題

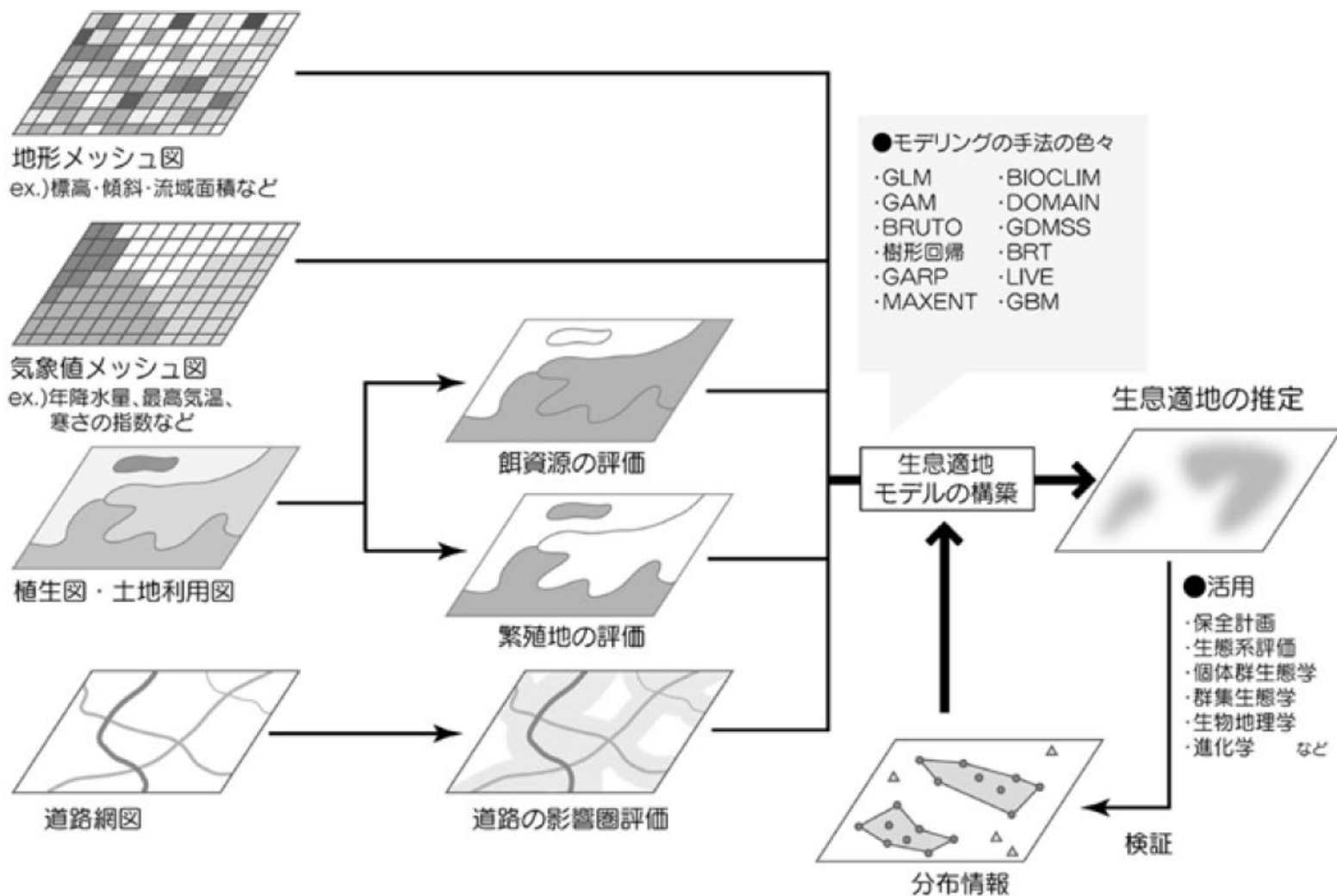
- 安全・安心で持続可能な国土
- 国土の適切な管理
- 生活の質の向上
- 人口減少・高齢化に対応した持続可能な社会の形成

### 自然環境が有する機能

- 良好な景観形成
- 生物の生息・生育の場の提供
- 浸水対策(浸透等)
- 健康・レクリエーション等文化提供
- 延焼防止
- 外力減衰、緩衝
- 地球温暖化緩和
- ヒートアイランド対策等

※第4次社会資本整備重点計画、国土形成計画より、グリーンインフラに関連ある課題を抜粋

# 地形情報等の統合による生息適地モデル

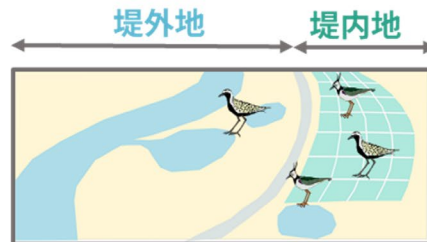
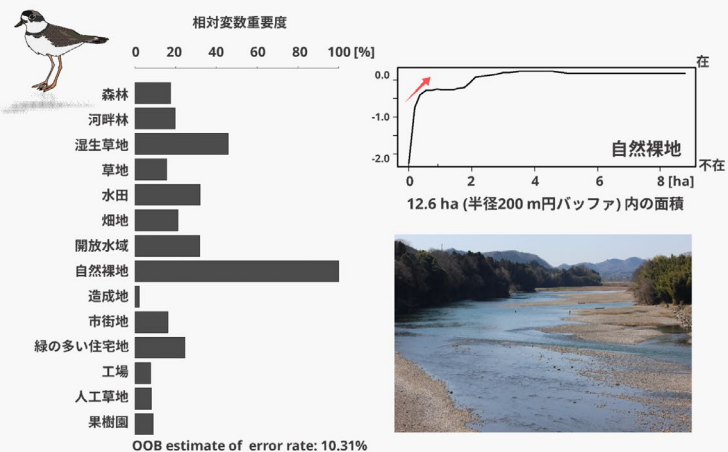


ポテンシャルマップ作成の例（三橋(2005)<sup>1</sup>より）

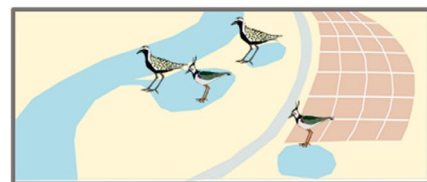
<sup>1</sup> 三橋弘宗, 2005, 生息適地モデルの方法論: GBIF データの活用における課題と展望. ワークショップ 21 世紀の生物多様性研究 生物分布情報から探る生物多様性—観察情報の集積とその利用—.

# 河川と流域を合わせた解析例 ～鳥類が必要とする生息場面積～

(a) イカルチドリ

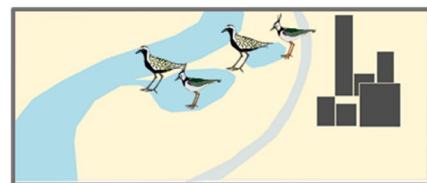
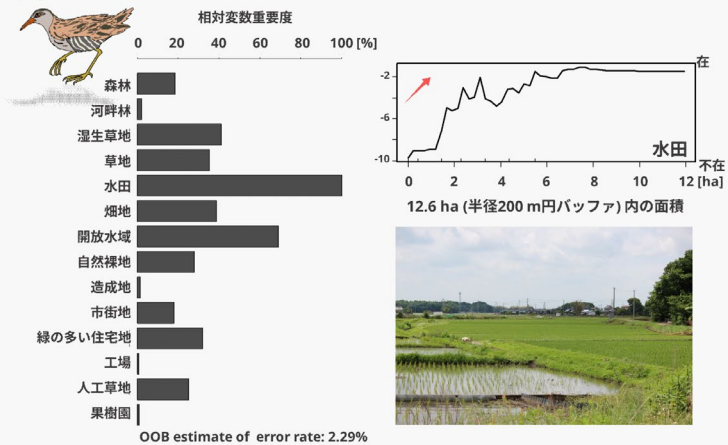


**パターン①**  
 堤外地：ワンド・たまり○  
 堤内地：水田○ ため池○  
 ⇒ 堤内外地で湿地面積確保  
 ※ 堤内地の水田等の動向に注意しつつ、  
 ワンド・たまりを積極的に保全



**パターン②**  
 堤外地：ワンド・たまり○  
 堤内地：乾田× ため池○  
 ⇒ ワンド・たまりの重要性増す

(b) クイナ



**パターン③**  
 堤外地：ワンド・たまり○  
 堤内地：水田× ため池×  
 ⇒ ワンド・たまりで湿地確保



**パターン④**  
 堤外地：ワンド・たまり×  
 堤内地：水田× ため池×  
 ⇒ 堤外地に湿地造成が必要

# にぎわいの水辺拠点の探し方

## 【2】良好な景観・自然環境

### c) 自然風景として質の高い場所

- ・特徴的な景観(有無)
- ・地域に親しまれている樹木・良好な景観の形成に寄与している樹木(有無)
- ・橋からの距離
- ・自然公園の面積

### d) 歴史的な街並みや構造物等

- ・治水・利水の歴史的施設(有無)
- ・史跡・文化財(個数)

### e) 自然環境が良好な場所

- ・瀬淵・干潟・湛水区間・感潮区間等河道特性(有無・面積)
- ・特徴的な鳥類生息場(有無)
- ・重要種(有無)
- ・アユ産卵場(有無)
- ・湧水地・水源地(有無)
- ・BOD75%値

## 【3】①背後地の利用可能性

### f) 都市中心部に近い

- ・人口総数・密度
- ・DID地区・市街化区域面積
- ・土地利用種別面積

### g) 不特定多数の人が集まる場所

- ・公共施設(役場・病院・公民館・図書館等)からの距離

### h) 利便性・利用性が高い場所

- ・周辺道路からのアクセス性
- ・バス停・鉄道駅・ICからの距離
- ・学校・都市公園からの距離
- ・隣接道路の交通量

## 【3】②川と地域の関わり

### i) まちづくりと一体的な歴史的・

- 文化的景観の創出を図る場所
- ・都市計画マスタープラン、景観計画、緑の基本計画等への記載(有無)
- ・利用者数(河川利用実態調査時)

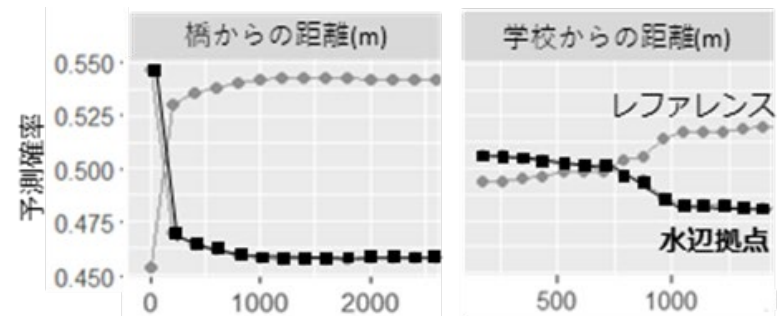
### j) 観光の拠点となる場所

- ・観光施設からの距離
- ・観光ルート(有無)

### k) 行事・イベント利用場所

- ・河川利用施設(有無)
- ・利用者数
- ・イベント利用(有無)
- ・活動団体数

- ・流域内における水辺拠点はある程度定量的に
- ・かわまちづくりに応用



# 環境DNAと 河川（流域）管理



# 環境DNAが切り拓く流域環境管理

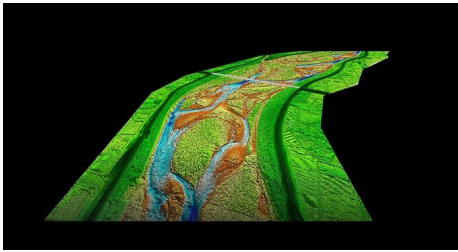
空間データ



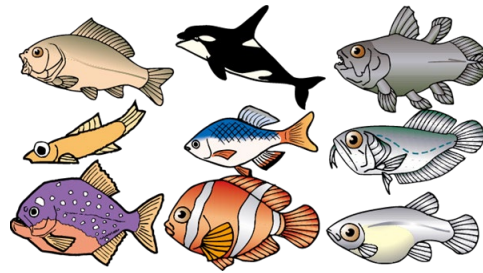
生物データ



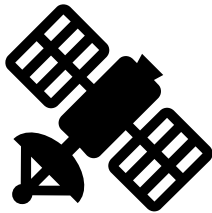
流域環境管理



3次元データ (30/109)



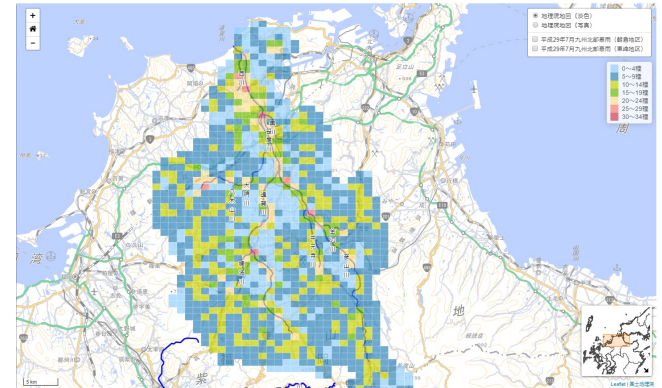
水国データ



衛星データ  
国土数値情報



環境DNA

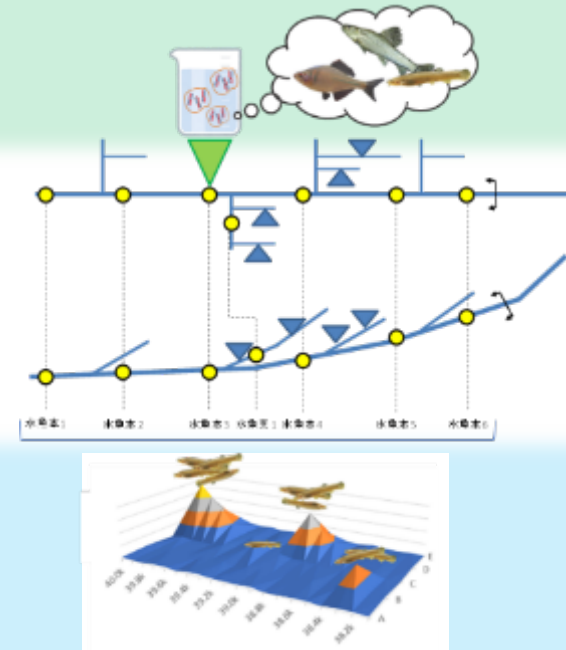


流域の生物多様性  
ポテンシャルマップ





① 特定分類群のDNA情報を網羅的に検出する**メタバーコーディング解析 (MB解析)**



② 目的生物のDNA情報を特異的に増幅する**種特異的解析**

## 環境水中のDNA含有物を分析して由来する生物を特定

- 採水物の分析から生物の情報が得られる **効率的かつ安価な手法**として注目
- 技術的進展によってとりわけ**魚類**については**実用段階に近づいている?**
- 環境DNA分析の活用で **従来法の課題解消 + 精度高く環境評価** できる可能性

# eDNA分析の活用に関するテーマ調査



国土交通省

## eDNA調査の活用性を 水国テーマ調査で検討だ！

### 環境DNAを用いた河川生物把握の可能性に関する

#### テーマ調査の実施について

##### 1. 環境DNAと多自然川づくり

国土交通省では、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・創出する多自然川づくりを、全国のかかわつくりの基本と定め推進している。したがって河川の生物生息情報は、多自然川づくりを行う際の最も基礎的かつ重要な情報である。近年、環境DNA分析技術の進展・普及に伴い、河川から採水し分析することで河川に生息する魚類を把握することが可能となっていることから、多自然川づくりを基本とする河川・ダム管理における環境DNA調査の活用可能性を検討することにより、多自然川づくりの一層の推進を図る。

##### 【参考】環境DNAについて



##### 2. 調査目的、調査期間

多自然川づくりを基本とする河川・ダム管理における環境DNA調査の活用可能性を検討することを目的とし、主として以下の2点について検討を進める。なお、調査期間は令和元年から概ね5年程度を想定している。

##### ① 魚類の生息適地を踏まえた多自然川づくりの推進

直接採捕や環境DNA調査を組み合わせることにより取得した魚類データについて、調査区間の魚類生息適地を把握し、多自然川づくりの推進に活用する。また、ダムに設置された取水地点の選定や採水・解析に至る一連の工程を区別する。

なお、当該検討を進めるにあたり、河川水辺の国勢調査の手法のうち、「テーマ調査」の枠組みを活用する。

参考：国土交通省「(H20年)水辺環境の整備と多自然川づくりの推進に関する基礎調査報告書」(H20年)水辺環境の整備と多自然川づくりの推進に関する基礎調査報告書(2018年)を参考に、環境DNA調査の活用可能性に関する調査を実施する。また、調査結果に基づき、多自然川づくりの推進に必要な調査を実施し、適切な管理を推進するための調査を実施する。

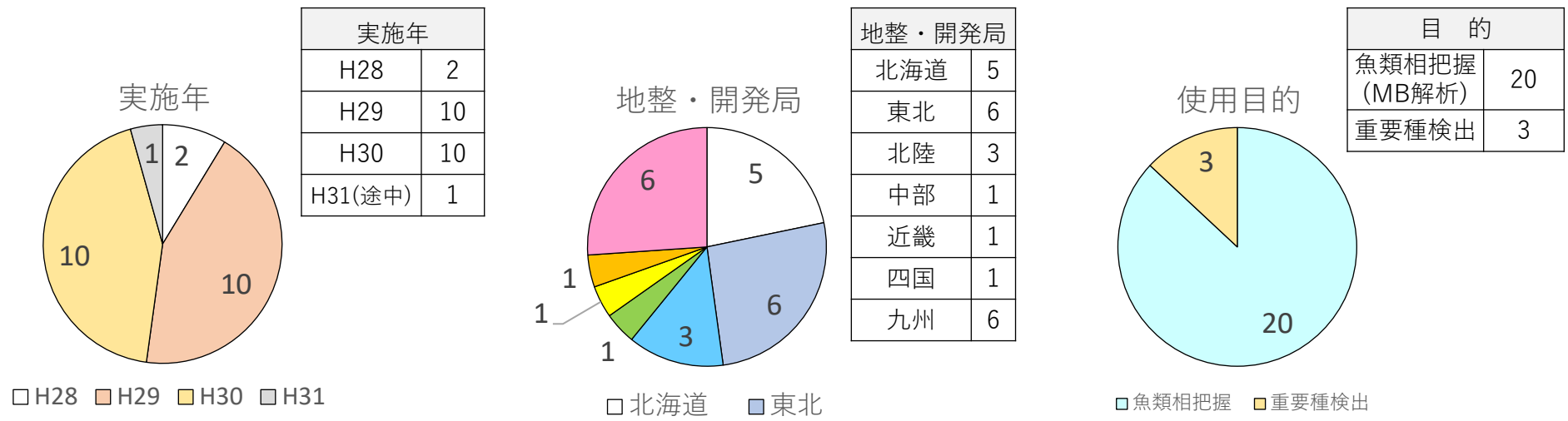
([http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/kankyoDNA\\_200110.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/kankyoDNA_200110.pdf))

## 【研究目的】

- ① 現状の技術水準で**魚類の確認がどの程度まで可能**？
- ② 解析結果から読み取れる**調査計画時の留意事項**は？
- ③ **MB解析の河川調査に対する利用性**はどのくらい？

# 水国調査における環境DNA活用にもられた傾向

● H28～H31年度(途中)までの期間に **21水系43河川 (+ 20ダム)** で実施された



	H28	H29	H30	計
北海道開発局	25.0% (1/4)	0% (0/3)	100% (2/2) [1]	33.3% (3/9) [1]
東北地方整備局	0% (0/2) [1]	50% (3/6)	66.7% (2/3)	45.5% (5/11) [1]
関東地方整備局	0% (0/2)	0% (0/1)	—	0% (0/3)
北陸地方整備局	0% (0/1)	66.7% (2/3)	100% (1/1)	60.0% (3/5)
中部地方整備局	0% (0/2)	0% (0/2)	14.3% (1/7)	9.1% (1/11)
近畿地方整備局	0% (0/2)	12.5% (1/8)	0% (0/1)	9.1% (1/11)
中国地方整備局	0% (0/2)	0% (0/2)	0% (0/2)	0% (0/6)
四国地方整備局	0% (0/3)	100% (1/1)	—	25% (1/4)
九州地方整備局	0% (0/3)	75.0% (3/4)	50.0% (3/6)	46.2% (6/13)
全体実施率	4.8% (1/21) [1]	33.3% (10/30)	40.9% (9/22) [1]	27.4% (20/73) [2]

- ・ **約27%の業務**で試行 (過去3年間)
- ・ 年間**10例程度**で、試行例は**増加傾向**
- ・ **MB解析**の実施例が多い

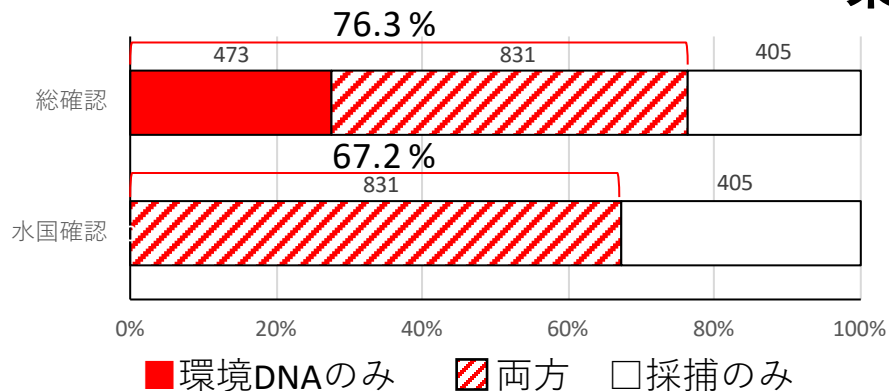
注：実施率 % (eDNA実施水系 / 水国[魚類]実施水系) [魚類以外の水国調査でeDNA実施]

# 環境DNA検出率の概要

76 地区		188 種類(taxa*)		延べ 1709 確認例		
遊泳型	生活型	確認数	eDNA検出	eDNA検出率	採捕	採捕率
遊泳魚	淡水	656	496	75.6%	482	73.5%
	海/汽	195	138	70.8%	115	59.0%
	回遊	85	79	92.9%	54	63.5%
	その他	127	110	86.6%	96	75.6%
	小計	1063	823	77.4%	747	70.3%
底生魚	淡水	269	214	79.6%	191	71.0%
	海/汽	157	93	59.2%	120	76.4%
	回遊	84	66	78.6%	60	71.4%
	その他	136	108	79.4%	118	86.8%
	小計	646	481	74.5%	489	75.7%
総計		1709	1304	76.3%	1236	72.3%

\*taxon (複: taxa): 遺伝配列から特定された有意な分類単位 (種, 属, 科 etc.)

## 環境DNA分析での検出率



→ 総確認魚類の **76.3%**  
(環境DNAでのみ検出された確認例を含む)

→ 水国確認魚類の **67.2%**  
(環境DNAでのみ検出された確認例を除く)

# 環境DNA

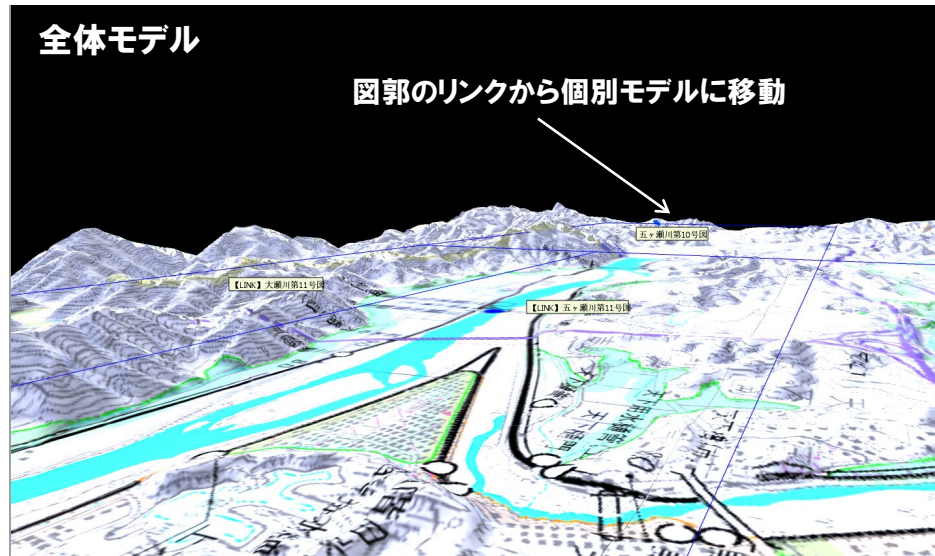
- ある程度使えることは分ってきた
- 流域評価に活用するための仕組みの構築
  - 都道府県の調査機関との連携
  - 市民調査との連携（Canada WWF、環境DNAを用いた魚類調査プロジェクト）
- 今後の可能性
  - 種ごとの定量解析
  - 多種同時の定量解析：定量メタバーコーディング
  - 魚類以外への展開（底生動物など）
  - 遺伝的多様性の評価

流域管理にICTを使い倒す  
(デジタルツインの時代)



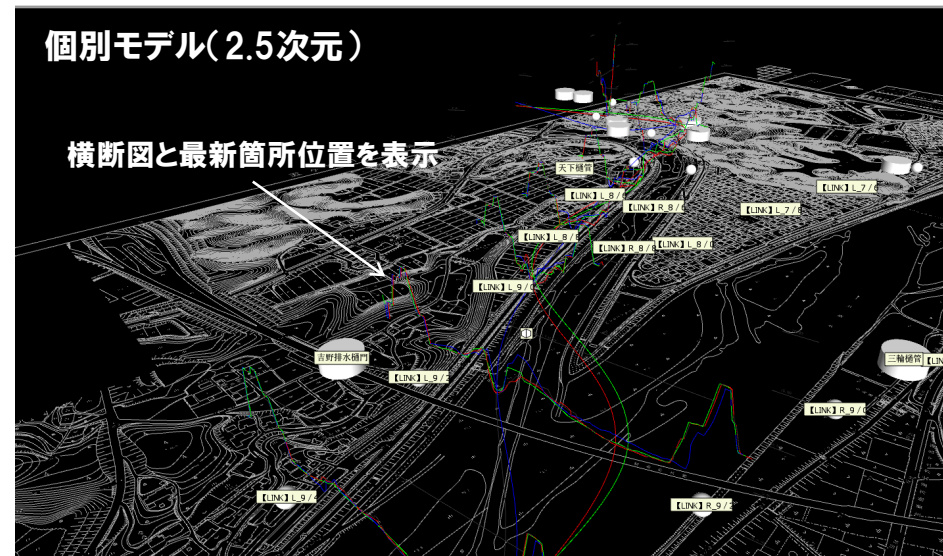
## 全体モデル

図郭のリンクから個別モデルに移動



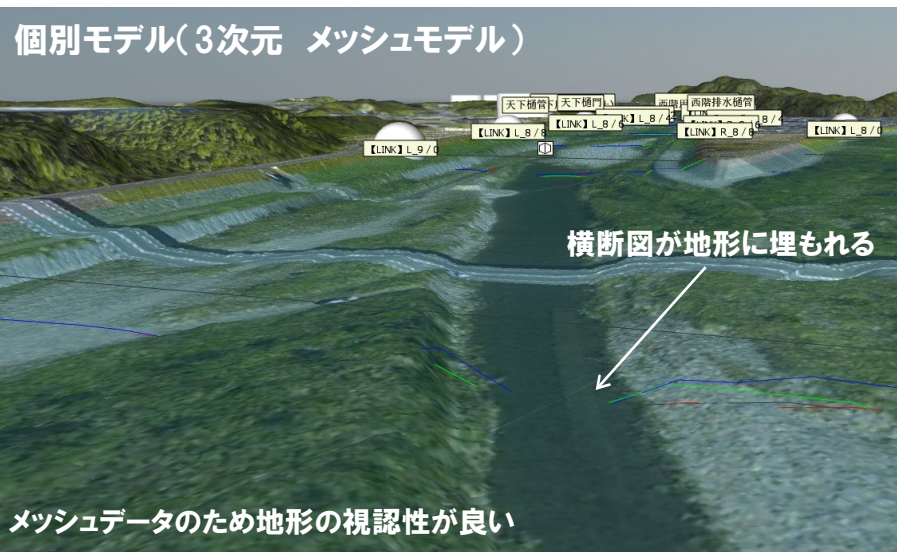
## 個別モデル(2.5次元)

横断面図と最新箇所位置を表示



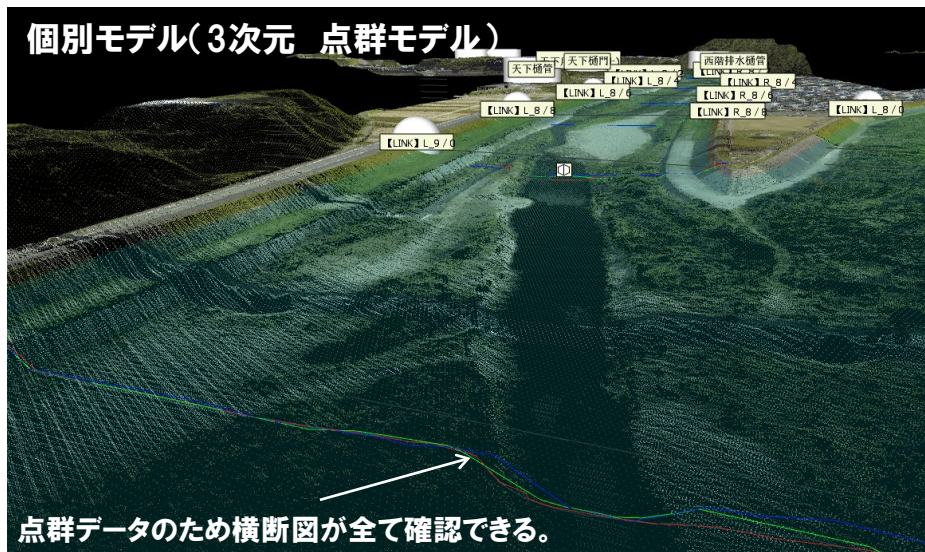
## 個別モデル(3次元 メッシュモデル)

横断面図が地形に埋もれる



メッシュデータのため地形の視認性が良い

## 個別モデル(3次元 点群モデル)



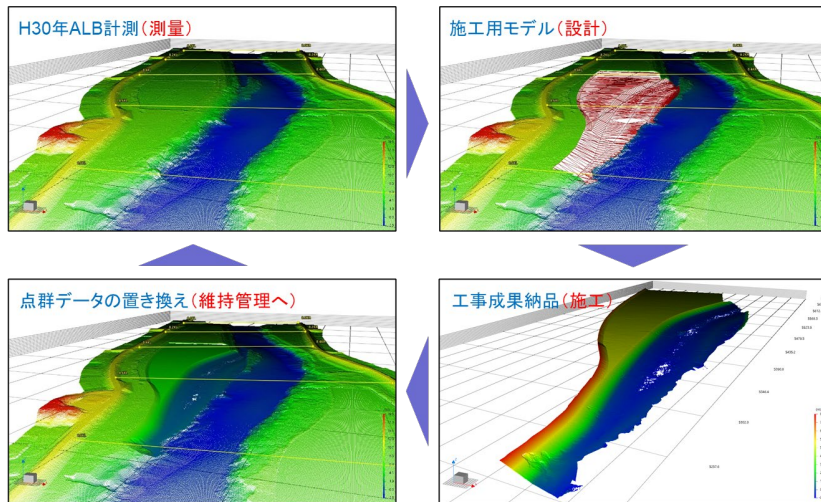
点群データのため横断面図が全て確認できる。



# 3次元川づくりの急激な進展



Playstation用OSと連携した河川設計

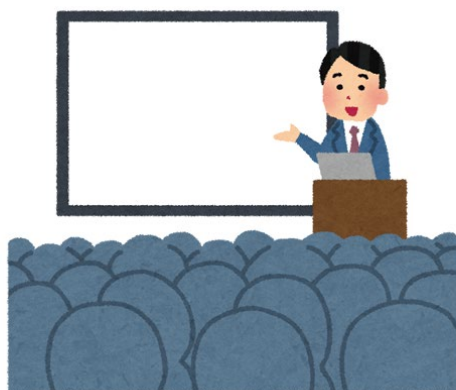


測量から維持管理まで一貫した3次元活用 (福井河川事務所提供)

- 自然共生研究センターを中心に「河川CIM標準化検討小委員会」を設立、本省・国総研と連携
- 河川CIMを活用した3次元川づくりの進展に貢献
- 12月に「河川CIM最新技術セミナー：CADはいらない?!」
- 今後は、かわまちづくりへの展開を地元NPO・事務所と検討

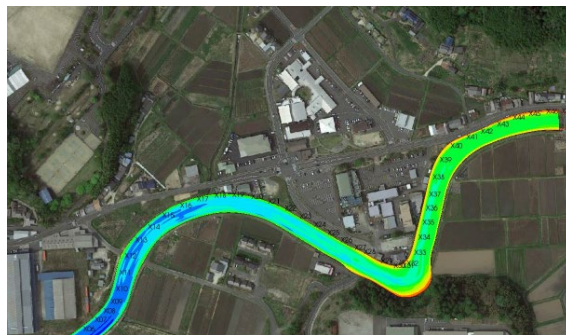
# リアルタイム河川デザイン を用いた新たな合意形成のかたち

ゲームエンジンを活用し意見をその場で設計に反映



川づくりの住民説明会

迅速な合意形成



iRIC等の水理計算ソフトで計算・チェック



新しい地形データの  
の掃き出し

# 多自然川づくり3.0へ

- **多自然川づくり1.0** ⇒ 1990年 多自然型川づくり通知
  - 生物の良好な生育空間
  - 美しい自然景観
- **多自然川づくり2.0** ⇒ 2006年 多自然川づくり基本方針
  - すべての河川における川づくりの基本
  - 地域の暮らしや風土・文化と結びついた川づくり（持続可能性）
- **多自然川づくり3.0** ⇒ 2020年 流域環境管理へ
  - 流域治水への転換に対応した流域環境管理へ
  - 水循環を取り入れた川づくり
  - ICT技術等の最新技術の徹底活用

ご清聴ありがとうございました。

※本日の発表内容については、雑誌河川11月号の「流域治水時代の多自然川づくりと新技術」もご覧ください