

河川CIMで進化する 多自然川づくり

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

1

内容

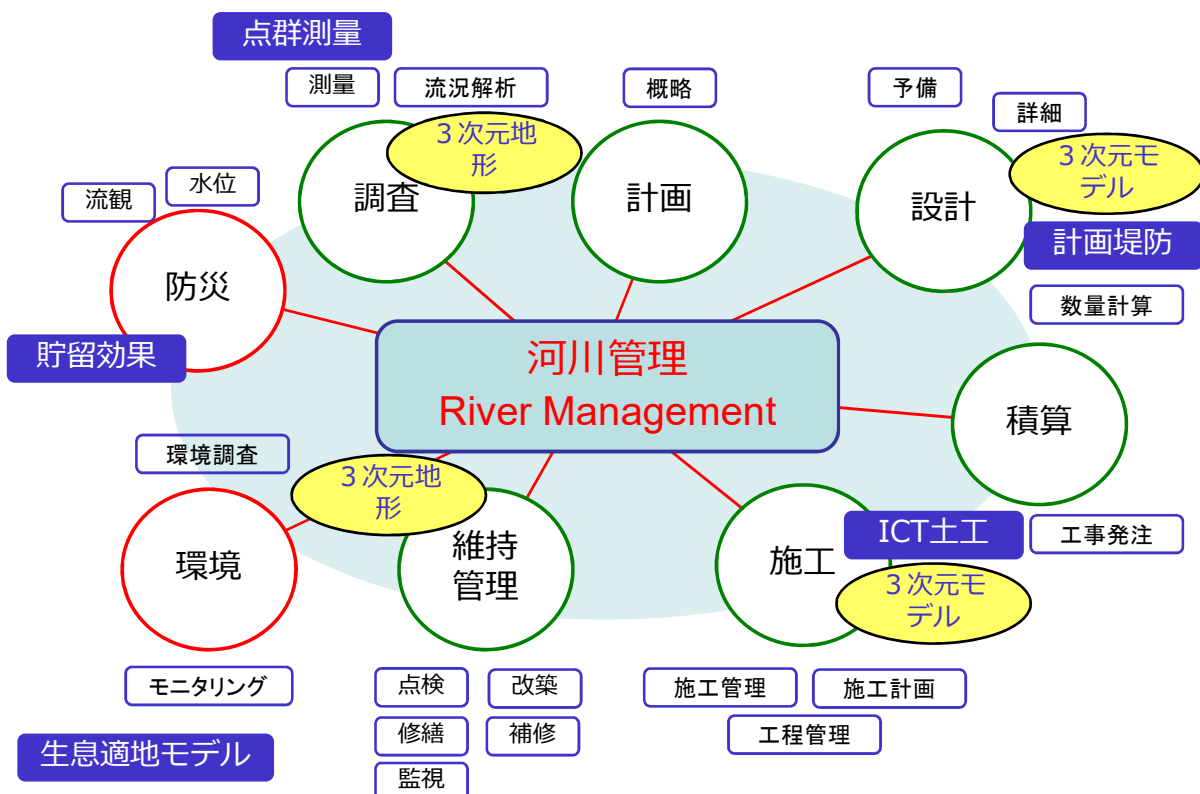
- 河川CIMと相性のよい多自然川づくり
- 定量的な河川環境管理
- 空間ビッグデータ×生物ビッグデータ = ?

2

河川CIMは多自然川づくりと相性がよい

- 河川は複雑で多様な空間構造を有する
- 3次元に関する新技術をうまく活用することにより、多自然川づくりに必要な川本来の複雑なかたちをそのまま扱うことが計画、設計、施工、管理の各段階で可能となってきた

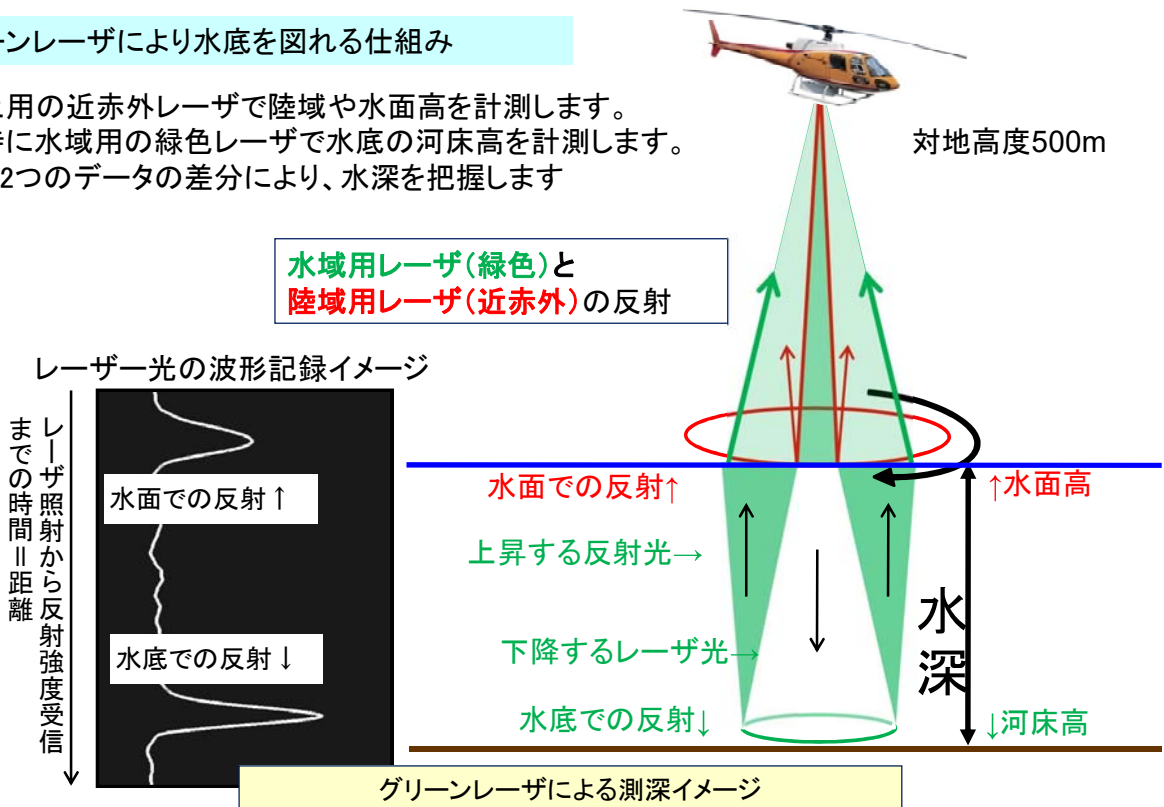
河川CIMの中心は、河川管理（※3次元データではない）



グリーンレーザ(ALB)の活用(※全国30河川程度で実施)

■グリーンレーザにより水底を図れる仕組み

- 陸上用の近赤外レーザで陸域や水面高を計測します。
- 同時に水域用の緑色レーザで水底の河床高を計測します。
- この2つのデータの差分により、水深を把握します



5

【世界初】グリーンレーザドローンの開発(2019年2月1日発表)



革新的河川管理プロジェクト



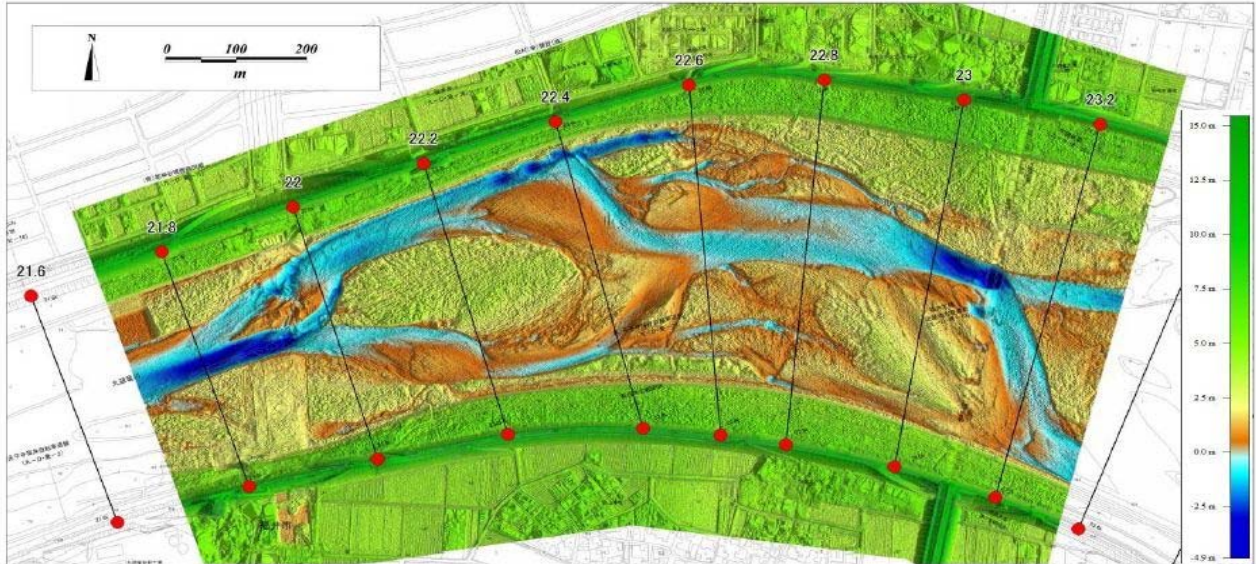
6

https://amuse-onself.com/data/development_report.pdf より引用

グリーンレーザによる河川測量(国内初！)(H28.12)

■グリーンレーザ(ALB)とは

- **グリーンレーザ**の正式名称は**Airborne LiDAR Bathymetry(略してALB)**で、航空機から地上の水域に向かって、レーザ光を発射するものです。
- このうち水中を通過する波長のレーザ光(グリーンレーザ)を用いることで、河床の地形を計測し、**水中の3次元地形モデルを作成**することができます。



【参考】グリーンレーザ(ALB)による河川測量とその活用 http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_84/p016.pdf

7

グリーンレーザによる省力化と労働環境の改善

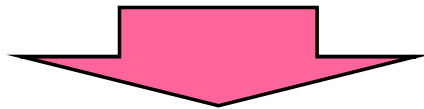
機密性2情報

【従来の水中部測量(深淺測量)の問題点】

- ・ 測量作業に時間が必要 → **生産性が悪い**
- ・ 労働力の確保が必要 → **測量作業員の高年齢化・減少**
- ・ 関係機関との調整が必要 → **計測時期に制限を受ける場合がある**
- ・ 水上での作業 → **作業の安全性確保**



深淺測量の様子



【グリーンレーザによるメリット】

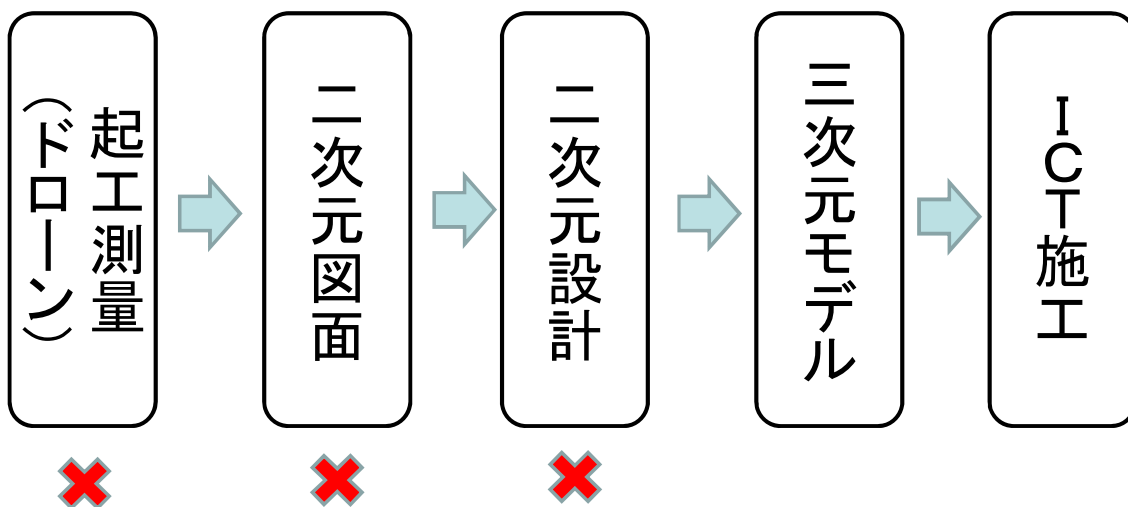
- ・ 現地測量作業時間が大幅に削減 → **生産性の向上(約14日→2時間程度)**
- ・ 測量作業員の軽減 → **外業必要員数の減少(約35人→約4人)**
- ・ 関係機関の制限を受けない → **自由な作業工程の設定**
- ・ 水上(船舶等)の測量が不要 → **安全性の向上**

※ 平成28年度九頭竜川上流部縦横断測量業務規模での試算

※ **吉野川(徳島)の事例では6割のコスト縮減!**
梶取ら(2018) 建設マネジメント技術 1月号

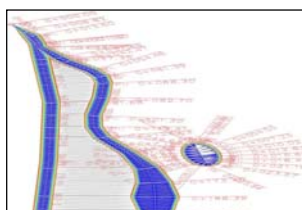
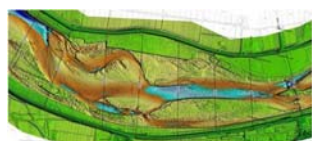
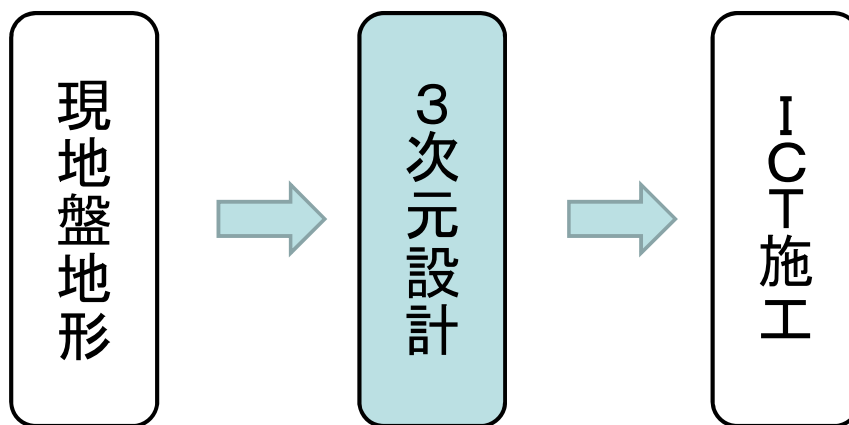
8

多自然川づくりこそ3次元施工(現状のICT施工)



極めて非効率！

多自然川づくりこそ3次元施工(理想的な施工への流れ)



**複雑な形状を再現可能
丁張りも不要**

●課題は3次元設計にあり

- 模型を3次元化する（九州）
- 3次元設計の試行（福井）
- ソフトウェアの開発・改良（土研）

11

【課題】維持管理段階での河川CIMの活用

- 維持管理時のCIMモデルを構築する必要
- 3次元＋時間の4次元管理をどう実現するか
- レベル、ソフトウェア

12

※令和元年10月15日にスタート！

河川CIM標準化検討小委員会



- 河川CIMを調査・設計・施工・管理という河川管理のプロセスにあった標準を提案することを目的（R1・R2年度）
- 委員長：熊本大学小林一郎
- 幹事長：中村圭吾
- 土研、福井CIM勉強会、九州地整CIM導入検討委員会に加え、河川CIMをリードする技術者が参加。本省、国総研、JACICもオブザーバー参加

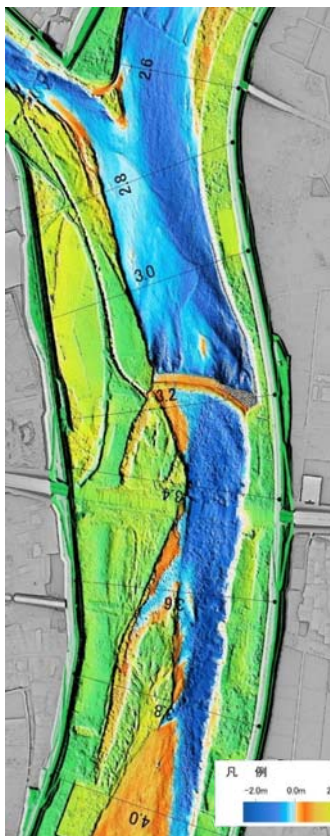
13

防災・管理面での活用

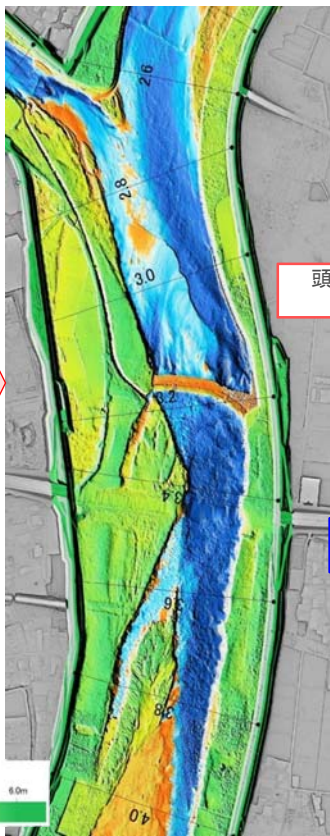
14

台風前後の河床地形の詳細把握（三重河川国道事務所提供）

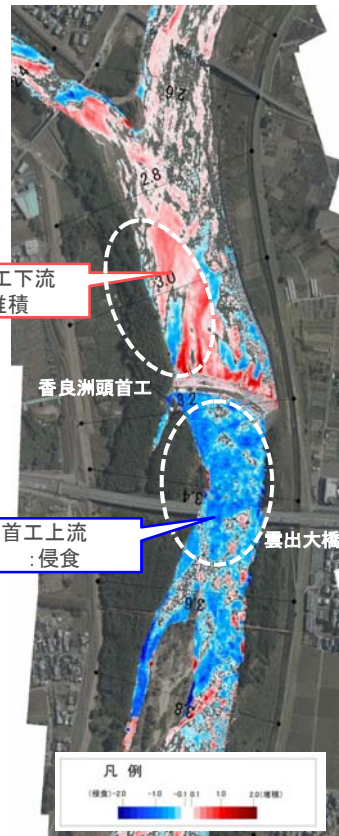
台風前（H29.10.11計測）



台風後（H29.11.1計測）

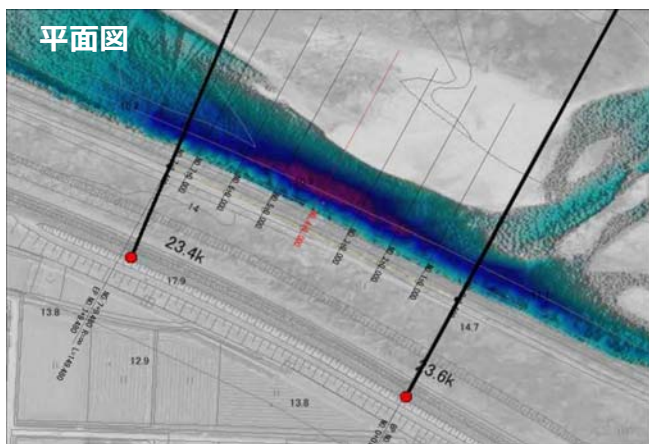


地盤高差分（台風後－台風前）



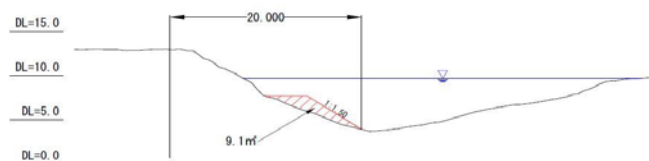
15

河岸浸食の対策検討への適用



横断面

NO. 4+0.000



平均断面積計算書

測点	点間距離	根固め工		
		断面積	平均断面	立積
No.0-60m	0.00	0.0		
No.0	60.00	18.9	9.45	567.0
No.1	20.00	16.0	17.45	349.0
No.2	20.00	15.8	15.90	318.0
No.3	20.00	11.0	13.40	268.0
No.4	20.00	9.1	10.05	201.0
No.5	20.00	10.4	9.75	195.0
No.6	20.00	8.2	9.30	186.0
No.7	20.00	11.8	10.00	200.0
No.7+40	40.00	0.0	5.90	236.0
合計	240.00			2520.0

根固めブロック $V=2,520m^3$

16

定量的な 河川環境管理の進展 ～空間データによる環境管理～

17

生息適地モデルとは？

(Ecological niche model or species distribution modeling)

- 生物の生息確率を生息場情報から推測する手法
- 限られた生物データ(水辺国勢調査)と連続的な生息場情報からモデルを作成する。
- 連続的に生物の生息確率を推測できる。
- GLMなどに加えてAIなどでも活用されるrandom forest が機械学習としてはお勧め
- ディープラーニングよりInterpretable Machine Learning(解釈可能な機械学習)が有用

【参照】川口ら: 生息適地モデルによる生物の生息適性評価
https://ideacon.jp/technology/inet/vol38/vol38_wr01s.pdf

18

検討フロー

生物(魚類)データの整理:目的変数(Y)



物理環境等の環境要因の整理:説明変数(X)



生息適地モデルの作成



整備計画等の評価

19

生息適地モデルの構築



マップ化



準生息適地※の把握



※適地として条件が
少し足りない適地

改善策

対策例:河原再生、巨レキ投入

20

空間ビッグデータ
×
生物ビッグデータ = ?

福井県九頭竜川（11km区間）の場合

空間データ（測量）

30,774,532点

VS

生物データ
（魚類） 3点!

ご存知ですか？ 環境DNA

たったバケツ一杯の水から、そこに棲む魚が明らかに！

・希少種の生息域探索に環境DNAを活用・雄物川

(平成29年度 東北地方整備局)

生息実態が不明であった雄物川本川におけるゼニタナゴの生息地を特定するため、雄物川本川でゼニタナゴの環境DNA調査を実施。ゼニタナゴの環境DNAが検出された地点で捕獲等調査を行い、ゼニタナゴ成魚の雌雄や二枚貝への産着卵を確認。雄物川本川におけるゼニタナゴ繁殖地を効率良く特定できた。

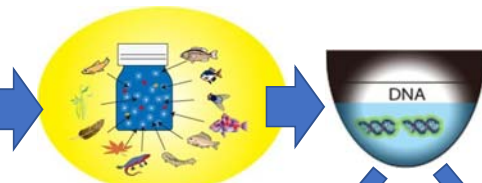
・魚の分布 データ蓄積へ 水産庁 (平成30年5月21日 読売新聞夕刊)

今後4年間をかけて日本の周辺の海域環境DNAのデータを蓄積し、海域毎に魚種や量のデータベースを作成。水産資源量のより正確な将来予測や効果的な漁業規制につなげ、水産資源の回復にいかしていく。



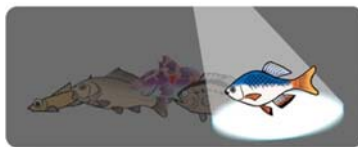
水中に浮遊する生物由来の物質に含まれるDNA（環境DNA）を利用することで、生物を直接とらえることなく、生物の情報を得る。個体数が少ない希少種や、採捕しにくい種の調査への展開が期待される。魚類～哺乳類までの幅広い分野で、環境DNAを活用した研究がなされている。

環境DNAの分析・解析（魚類の例）



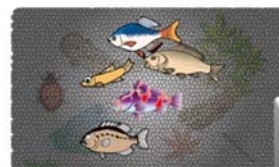
河川や湖沼の水中に含まれる組織片からDNAを抽出する。このとき、DNA中には、様々な生物の遺伝子が混在している。

種特異的解析



サンプル中に含まれる特定の魚種の遺伝情報をターゲットに解析し、特定魚種の情報を得る

網羅的解析 (メタバーコーディング)



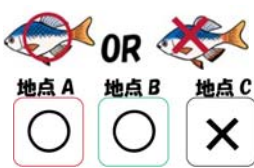
次世代シーケンサー

突合せ

遺伝情報データベース

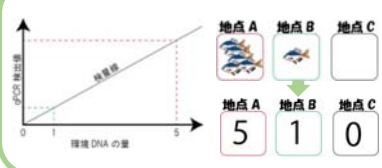
各サンプル中の魚種リスト

不在解析



対象とする魚種がサンプル中に存在するか否かを判別する

定量解析

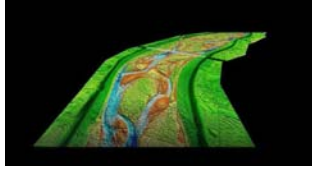


検量線などを用いて、サンプル中に存在する組織片の量を相対的に比較する

DNAに含まれる魚特有の情報を抽出し、網羅的に解析。得られた膨大なデータと遺伝情報データベースと突き合わせ、サンプル中の魚種を特定し、魚種リストを作成する。

環境DNAが切り拓く流域環境管理

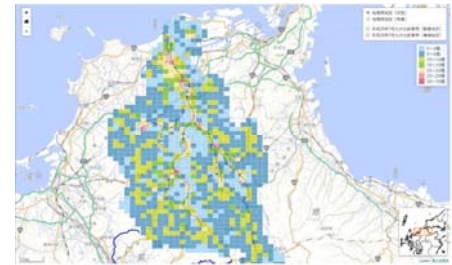
空間データ × 生物データ = 流域環境管理



3次元データ (30/109)



水国データ



流域の生物多様性
ポテンシャルマップ



衛星データ
国土数値情報



環境DNA

25

まとめ

- グリーンレーザ測量の進展により川づくりデータの3次元化が進みつつある
- 3次元施工はICT建機の導入（アイコンストラクション）により容易に（※上記2点は世界トップ）
- 3次元設計の課題が大きいですが、土研開発のソフトウェアなどが技術開発は進展
- 3次元ベースの維持管理については課題
- 河川CIMは多自然川づくりと相性がよい

26

【参考文献】

- 中村圭吾 (2019) 河川CIMで進化する多自然川づくり、R I V E R F R O N T Vol.88、pp.18-21. http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_88/p018.pdf
- 中村圭吾、福岡浩史、小川善史、山本一浩 (2017) グリーンレーザ (ALB) による河川測量とその活用、R I V E R F R O N T Vol.84, pp.16~19, www.rfc.or.jp/pdf/vol_84/p016.pdf.
- 中村圭吾 (2019) グリーンレーザを用いた航空レーザ測深 (ALB) による河川調査の現状と可能性、水環境学会誌 42(A)(5)、pp.174-178. https://www.researchgate.net/publication/333264631_gurinrezawoyongitahangkongrezaceshenALBniyoruhechuandiaoZHANOXIANZHUANGTOKENENGXING_Airborne_Lidar_Bathymetry_ALB_for_River_Survey_Current_Status_and_Future_Potential