

関連情報はQRコードから
(スマホの準備を！)



3次元川づくりと 河川環境の定量評価

(公財)リバーフロント研究所
主席研究員 (兼 リバフロサポートセンター長)
中村圭吾



Cesium for Unrealを使った オープンワールドの作り方

製作:河川CIM標準化検討小委員会メンバー：佐藤隆洋氏（日本工営）

河川分野における
点群データ（3次元データ）の活用状況
※日本は世界で最も多くの河川の3次元データを取得

- 2005年頃 航空レーザ測量（LP）活用
- 2011年 グリーンレーザ（ALB）の検討（国交省）
- **2016年 福井河川国道事務所でALB公式活用**
 - この後、ALBによる測量事例が激増
 - 福井河川国道事務所、那賀川河川事務所のDEM公開
- 2019年 **河川の測量は「原則点群測量」**
- 2020年 河川管理用3次元データ活用マニュアル

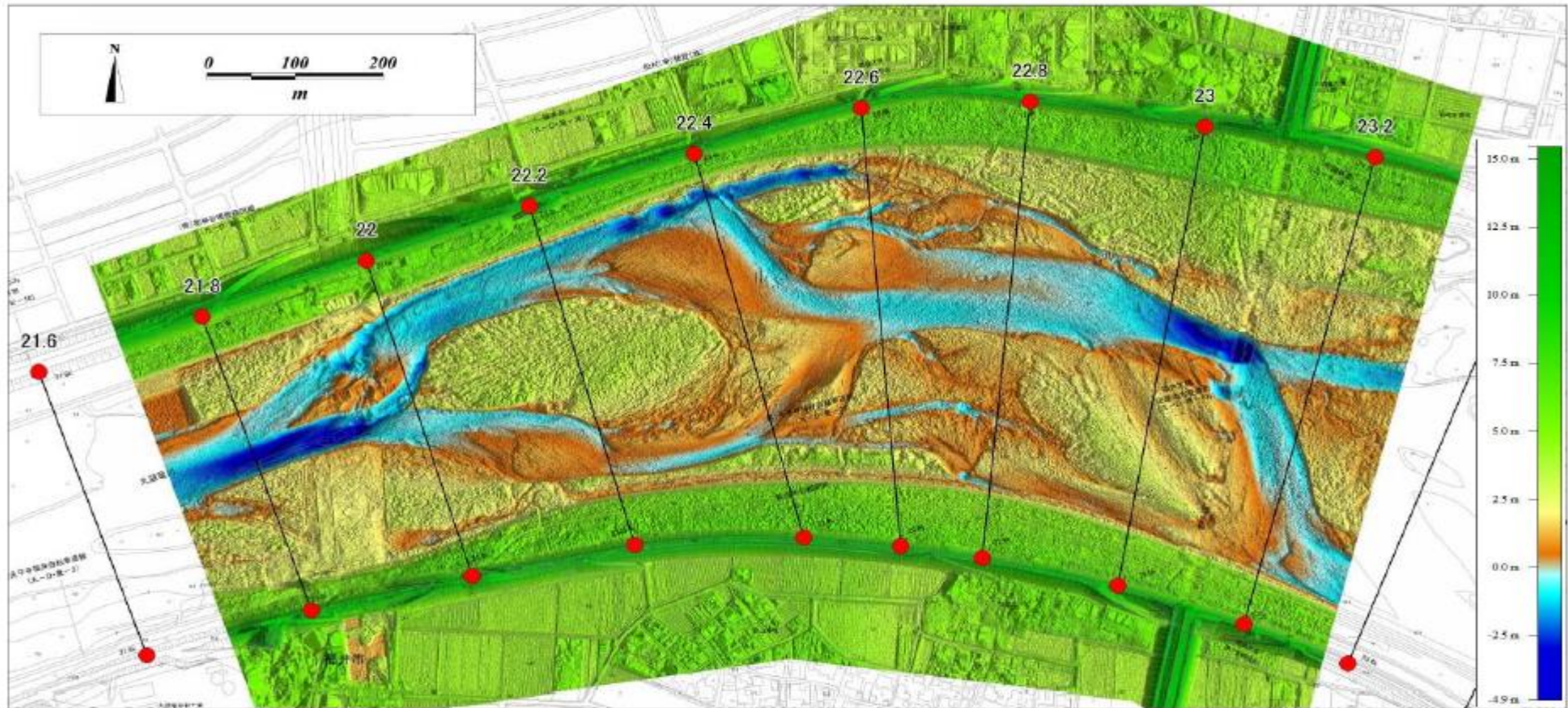
グリーンレーザによる河川測量(国内初！)(2016.12)



■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。



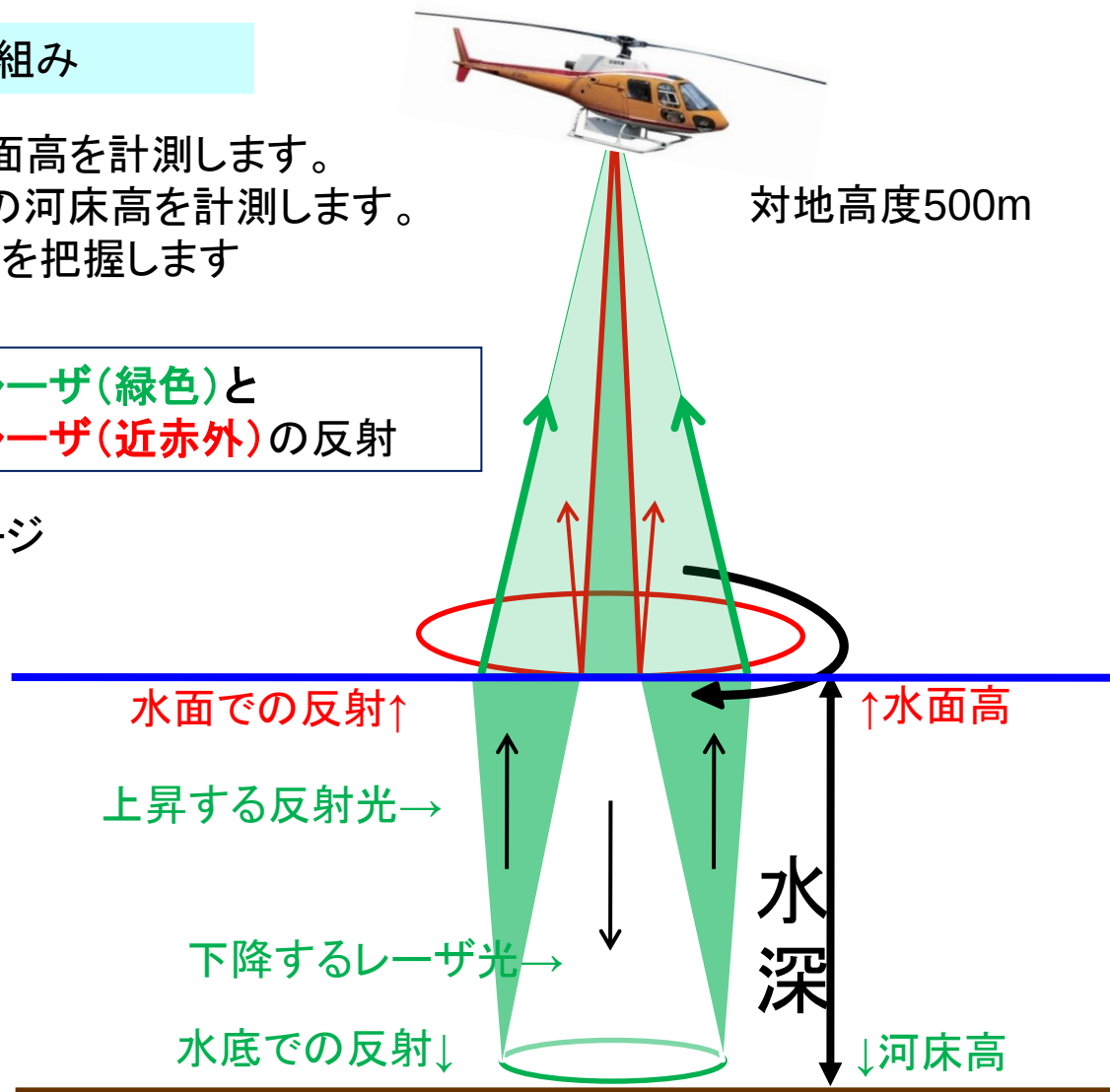
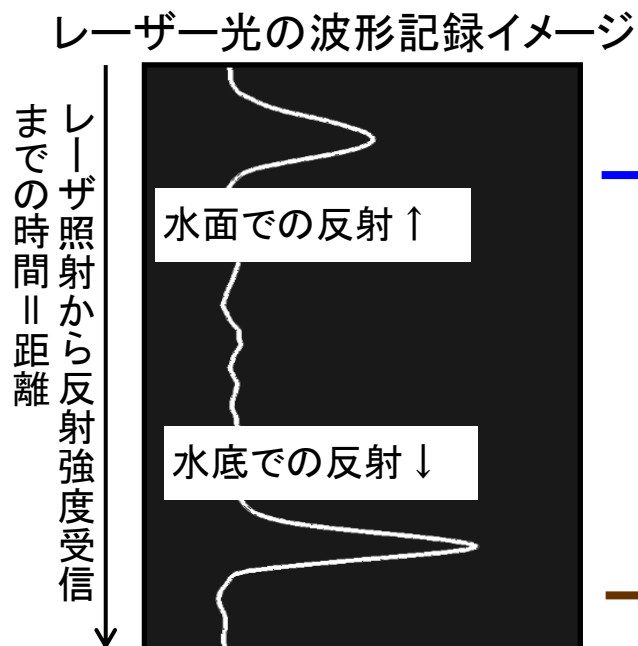
【参考】グリーンレーザ(ALB)による河川測量とその活用 http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_84/p016.pdf

グリーンレーザ(ALB)の活用

■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

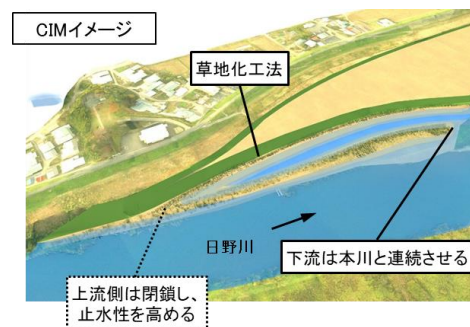
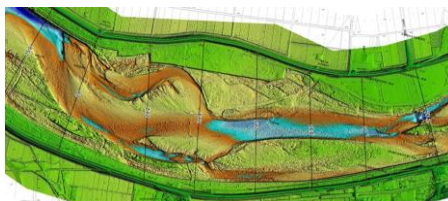
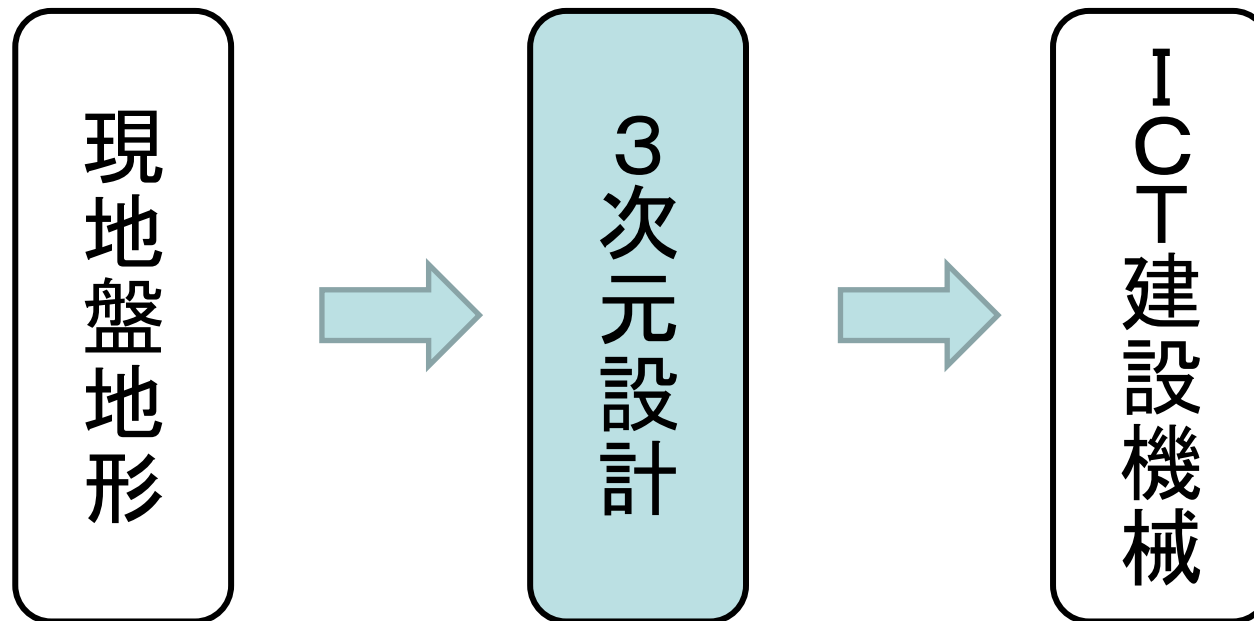
水域用レーザ(緑色)と
陸域用レーザ(近赤外)の反射



グリーンレーザによる測深イメージ

点群（3次元）データは いい川づくりのため

- 3次元に関する新技術をうまく活用することにより、いい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可能となってきた
- 点群と河川環境の相性はバッチリ！



※2019年10月15日にスタート！



河川CIM標準化検討小委員会



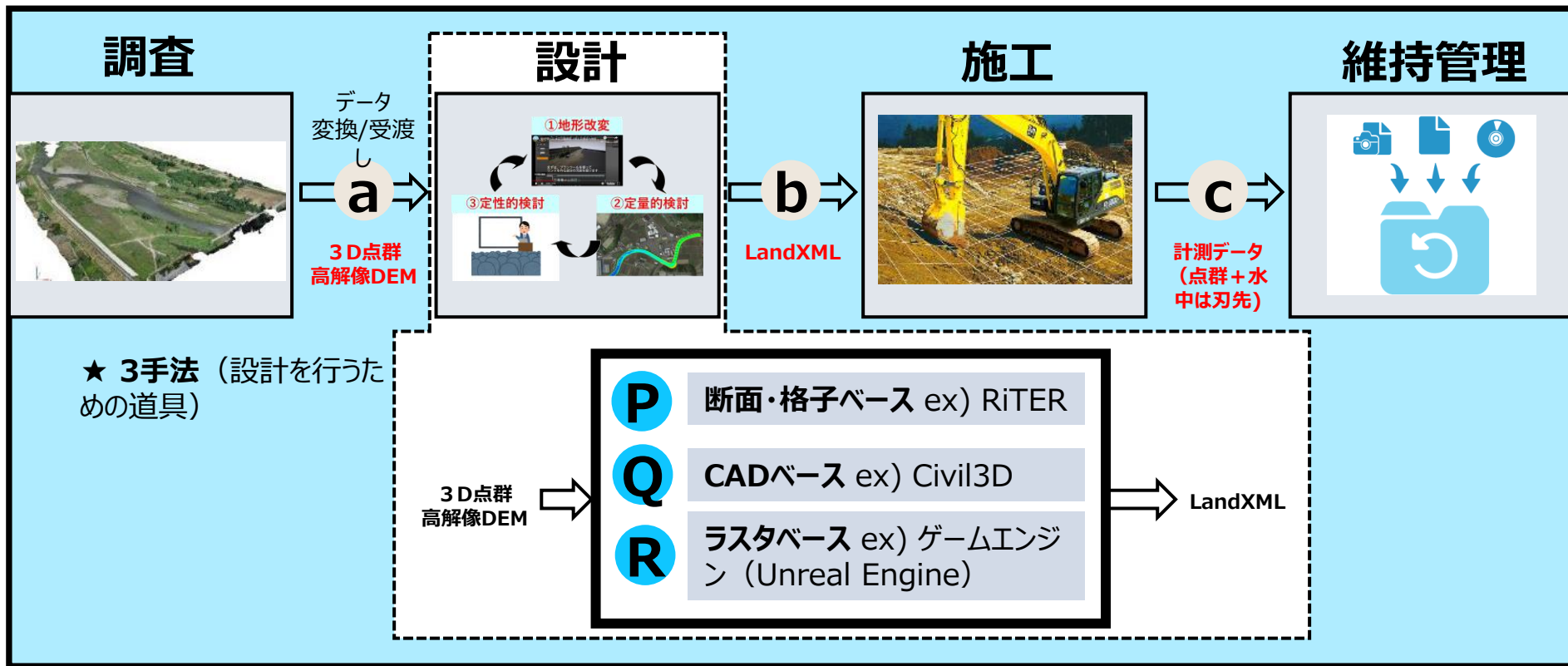
- 河川CIMを調査・設計・施工・管理という河川管理のプロセスにあった標準を提案することを目的（R1・R2年度）
- 委員長：熊本大学小林一郎
- 幹事長：中村圭吾
- 土研、福井CIM勉強会、九州地整CIM導入検討委員会に加え、河川CIMをリードする技術者が参加。本省、国総研、JACICもオブザーバー参加

河川CIMのデータフローにおける3変換-4段階-3手法

9

★3変換 a) 調査から設計、b) 設計から施工、c) 施工から管理

★4段階 (調査、設計、施工、管理)

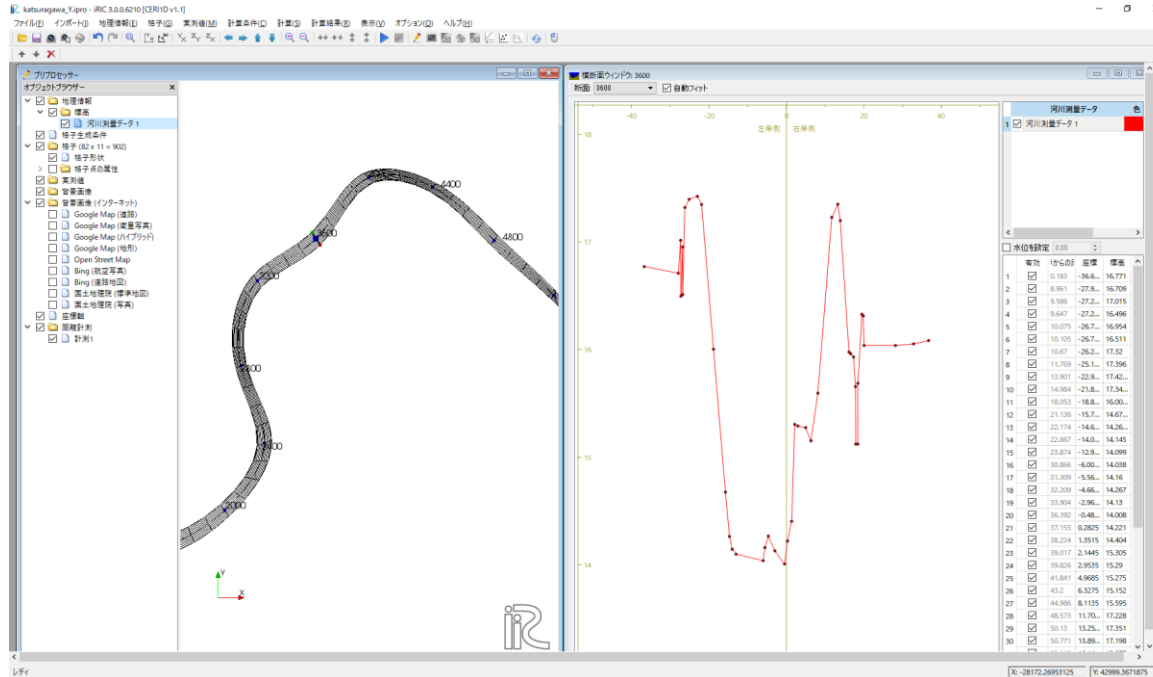


河川管理

※ただし、より良い河川管理が先で、3次元化は後

地形編集ツール RiTER Xsec (iRIC)

＜横断ベース地形編集＞



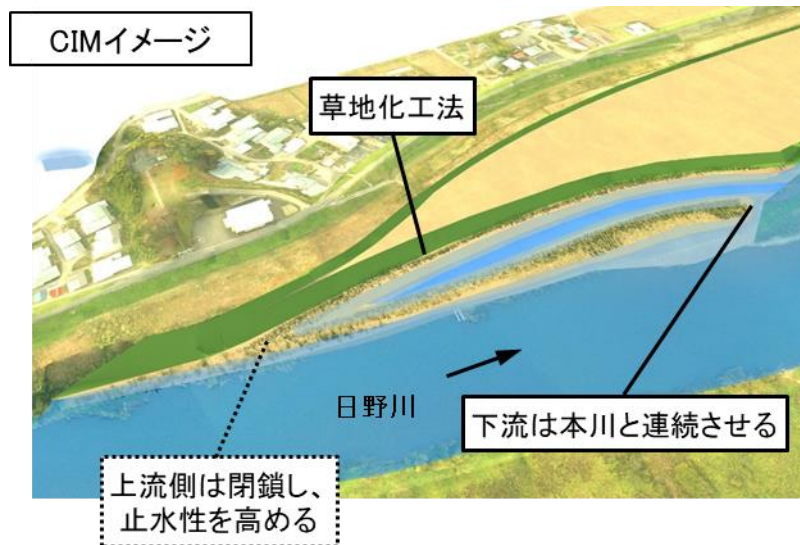
- ・従来の二次元のスキルを活かしながら3次元設計するツール
- ・平面上の制約条件を横断でも確認しながら編集可能
- ・部分的な拡幅等，現場の整備メニューに即対応可能な編集可能

iRIC（水理計算等のフリーソフト）としてすでに実装

湿地創出工事をICT施工（測量→設計→施工）

日野川（福井県）における湿地創出工事を、全てICT施工で実施。

3次元設計



令和2年6月5日現在



- 測量はグリーンレーザ（ALB）による3次元データを活用
- 水位が変化しても湿地的な環境が確保される曲線的な湿地を3次元設計。
- 土工の3次元データの標準フォーマットである、LandXMLで書き出し、MC建機に入力後、ICT施工を実施。

CIMを活用した湿地創出（河道掘削）

対象地区においては、CIMを活用し測量から施工までを実施。受発注者間協議や有識者会議での議論にもCIMを活用。

測量

①グリーンレーザによる3次元地形データの取得

設計

②掘削素案のイメージモデル作成

③受発注者間 設計協議

④掘削案のイメージモデル作成

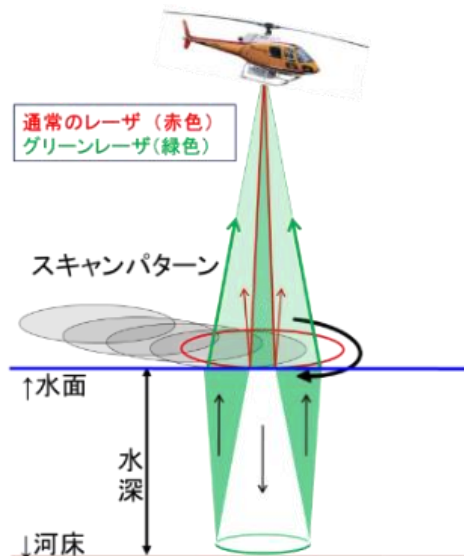
⑤河道技術部会における議論

⑥掘削形状の決定

⑦3Dによる設計データ作成

施工

⑧3Dによる施工(MC建設機械)



①グリーンレーザ測量



③受発注者間での設計協議の様子



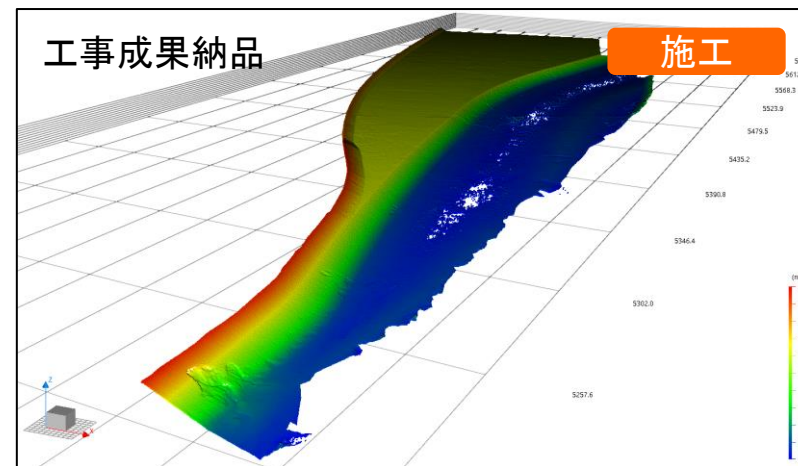
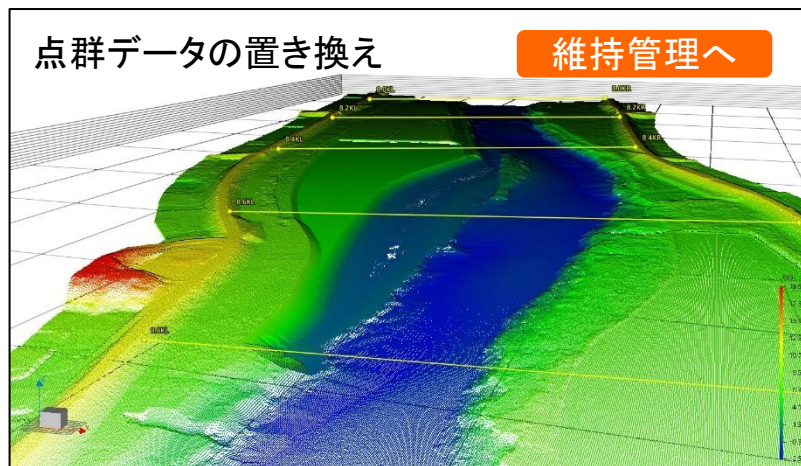
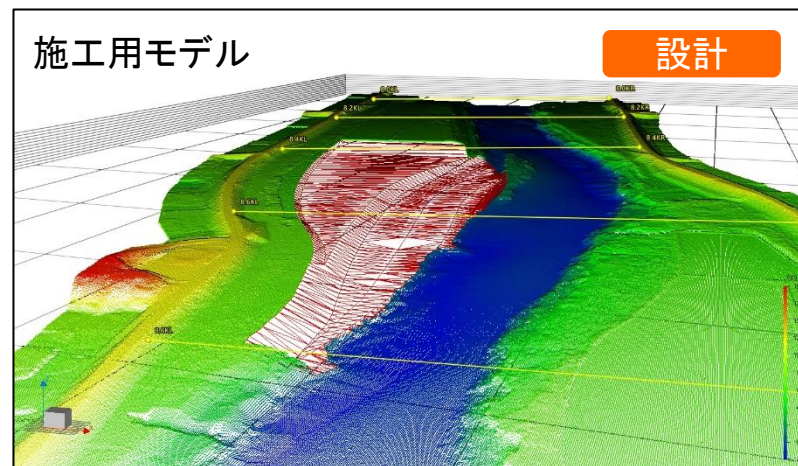
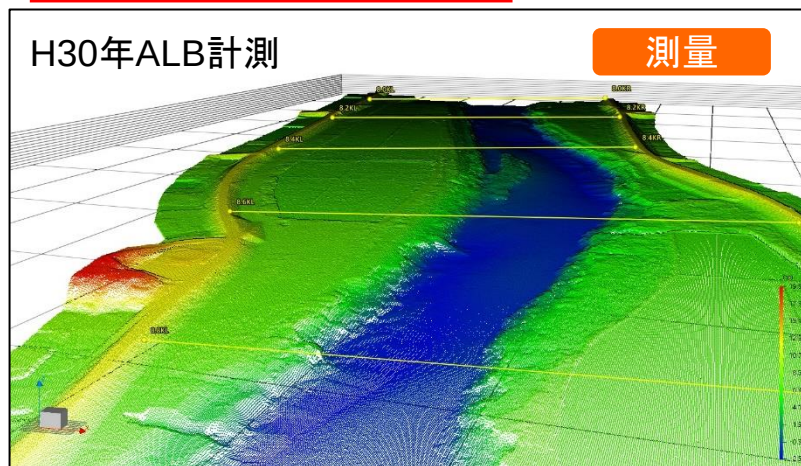
⑤河道技術部会でのCIM活用の様子



⑧ICTによる現地施工

旧点群データとの再統合（re-integration）

工事前のALB計測データを、工事完成後の電子納品データと置き換えることにより、最新の河道モデルが構築され、工事完了後のモニタリングや維持管理へと繋がって行く。



ゲームエンジンの特徴



自然な形状を作ることができる

ゲームエンジンの特徴

離れた拠点間でPCやVRを使い
一緒に仮想空間で確認



現実世界で移動に制約が
あっても影響を受けない



河川環境の定量評価

- 全川的には河川環境管理シートを用いた簡易定量評価
- リーチスケール（工事スケール）では3次元データによる設計、評価、維持管理がはじまっている。



①「河川環境管理シート」のイメージ

基本情報2-1：生物の生息場の分布状況

- 生息場の情報（環境要素）を1km区間ごと（KP）に評価（水域・水際部・陸域）
- 中央値以上は1点（○）、中央値未満は0点（△）、外来種などは-1点（×）としてスコア化

◆基本情報2-1：生物の生息場の分布状況

地域を特徴付ける
典型的な
環境要素
(12項目)

距離標		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
陸域	低・中茎草地		△	△	△	△	△	△	○	○	△	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	河辺性の樹林・河畔林	-	-	-	-	-	-	-	-		△		△	○	○	○	○	○	△	△	△	○
	自然裸地	-	-	-	-	-	-	-	-									△	△	○	○	○
	外来植物生育地 *	△	△	×	△	△	△	△	△	△	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×
水際域	水生植物帯	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	△	○	△		△	△	△	○	○
	水際の自然度	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○
	水際の複雑さ	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	△	○	○	△	△	△	○	△	△	○	○
	連続する瀬と淵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△		○	○	○
水域	ワンド・たまり	○	○	○				○	○	○				△			△		△		△	○
	湛水域 *	-	-	-	-	-	-	-	-													
	汽水					△	△	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
特殊性	ヨシ原	△	○	△	△	○	△	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	礫河原の植生域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	湧水地	-	-	-	-	-	-	-	-												○	
	海浜植生帯									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
塩沼湿地			○							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
総合評価(典型性のみ)		2	3	1	1	3	1	5	6	5	1	1	4	3	3	1	2	2	1	3	5	7

※中央値以上が○、中央値未満が△、*の環境要素（負の指標）は中央値以上が×、
“空白”は環境要素なし（数値がゼロ）、
“灰色の網掛け”は集計対象から除外する項目（特性に照らして評価すべきでないもの）



河川環境評価ツール “EvaTRiP Pro” のについて



国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター
AQUA RESTORATION RESEARCH CENTER

土木研究所

自然共生研究センター

概要

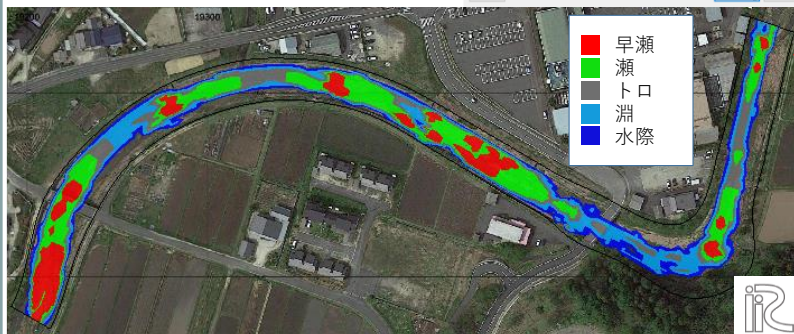
- 土木研究所では、河川管理者のニーズに合わせた**高度な河川環境評価**を可能にする**EvaTRiP Pro**（エヴァトリップ プロ）を開発し、現在公開の準備中です（公開は令和3年4月頃）。主な開発機能は以下のとおり。
- これまでは、河川環境評価ツール EvaTRiP（エヴァトリップ）として「魚類の生息場評価」、「護岸の要否評価」、「移動限界粒径の評価」、「河道内の陸生植物の生育評価」の機能を公開してきました。
- 河川環境評価ツール EvaTRiP Proは、**iRICソフトウェア**に1つの機能として組み込まれています（**無料**）。

瀬淵評価の機能

- ◆ **自動判別による瀬淵評価が可能**（フルード数による）
- ◆ 流速・水深の手動入力でも判別可能

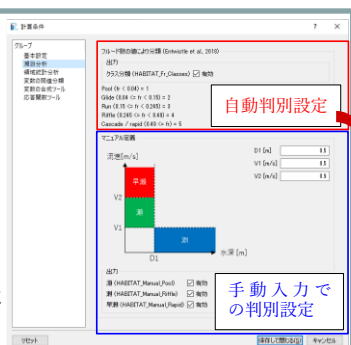
【活用事例】

- ◆ 那賀川(四国), 愛知県梅田川等



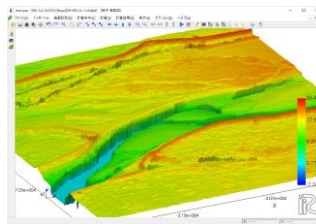
【自動判別判定の例】

- 今まで水際などの状況を上手く表現できなかったが、本ツールを使用することで、より正確な瀬淵5分類の評価が可能（早瀬、瀬、トロ、淵、水際）



3次元データから高度な治水・環境評価をシームレスに実現

- ◆ VR（景観評価）とiRIC（水理計算）をつなぐPNG形式に対応
→ **3次元地形に対して高度な治水評価や環境評価が可能**
- ◆ 3次元データから簡易な平面流速分布の推定機能 など3次元データを活かす仕組みを構築



【仮想空間で作成した地形ファイルをiRICで読み込んだ例】

- iRICで格子を作成し、2次元河床変動計算（治水）や瀬淵評価（環境）なども可能

Python言語化により河川評価にAI活用が可能に

- ◆ 世界中で活用される、AIや機械学習などで多用されるPython言語に対応
 - **世界の頭脳を河川環境評価に活用**できる
 - iRIC自体もPythonに対応させ、**世界中の河川水理専門家がiRICを活用**しだすことを期待

【活用例】

- ◆ 環境DNA結果と3次元データを活用した、精緻な生息ポテンシャルマップの作製 など



EvaTRiP(土研提供)を用いた物理・生物環境の評価例(雲出川)

・現況河道と暫定対応河道環境比較(整備計画流量) ※三重河川国道事務所提供



調査データ



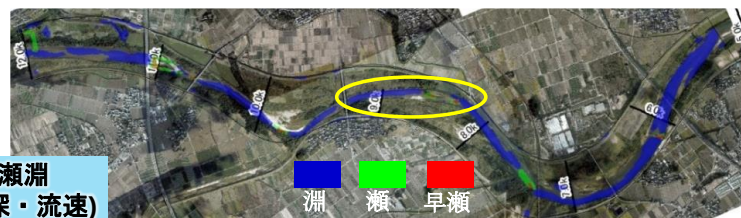
現況河道ケース

河床変動



瀬淵
(水深・流速)

淵 瀬 早瀬



アユ産卵場
(水深・流速)

アユ産卵場可能性低
 低 0.000 0.250 0.500 0.750 1.00 高



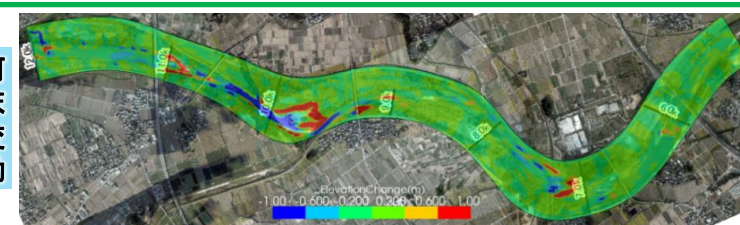
植生流失
(WOI)

流失可能性低
 低 0.000 0.250 0.500 0.750 1.00 高



暫定対応河道ケース

河床変動



瀬淵
(水深・流速)

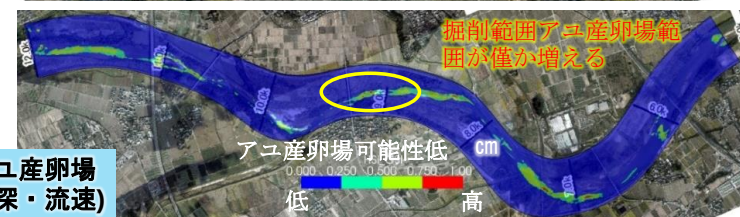
掘削範囲瀬の範囲が僅か増える

淵 瀬 早瀬



アユ産卵場
(水深・流速)

アユ産卵場可能性低
 低 0.000 0.250 0.500 0.750 1.00 高



植生流失
(WOI)

流失可能性低
 低 0.000 0.250 0.500 0.750 1.00 高



3D点群データ等を用いた樹木体積の推定技術と地被判読AIの開発

■ 3D点群データを活用した樹木資源量の推定手法の提案

- ・ ALB点群データから樹木資源量（材積）を推定する技術を、高津川下流域を対象として開発した（浜田河川国道事務所と連携）。
- ・ 河道内の樹木資源量を面的に把握 することが可能となり、樹木の伐採や、処理コストの概算および、公募伐採（バイオマス、パルプ事業者等を対象）の実施による処理費縮減への活用が期待される。

■ 流下阻害への影響（粗度）に基づき類型化された植生等の自動判読技術（AI）の開発

- ・ ALB点群データ等を用いて、河川管理において注意を要する樹種（ヤナギ類等）を含め、植生等の判読ができる技術の体系化

高津川における河道内樹木資源量の試算



航空写真



樹木資源量

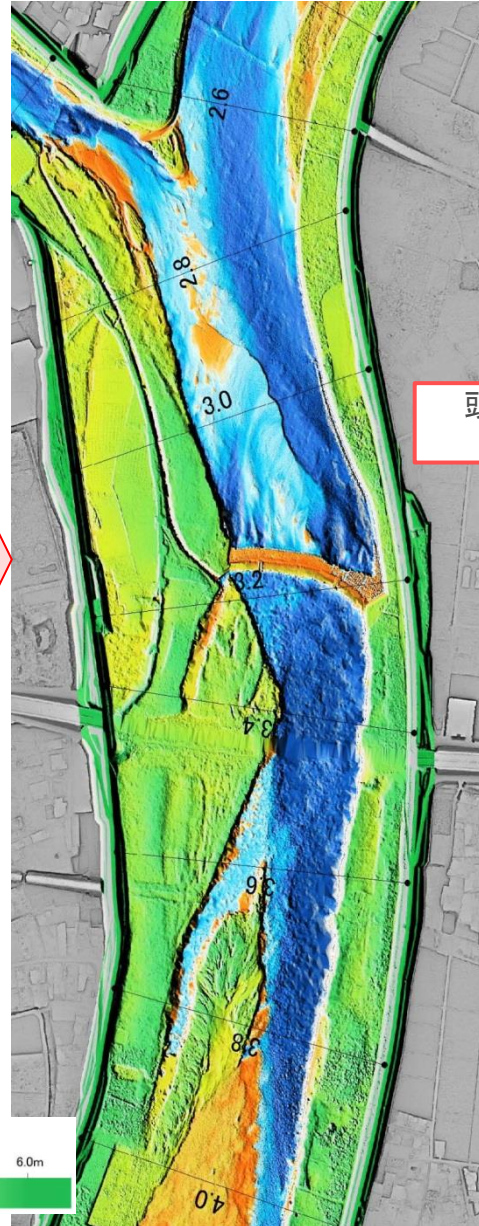
- ◆ ALB点群データに基づく河道内の樹木資源量の把握技術の構築は、大きな労力を必要とする植生把握の効率性向上の可能性を高め、生産性の向上に貢献

台風前後の河床地形変化の詳細把握（三重河川国道事務所提供）

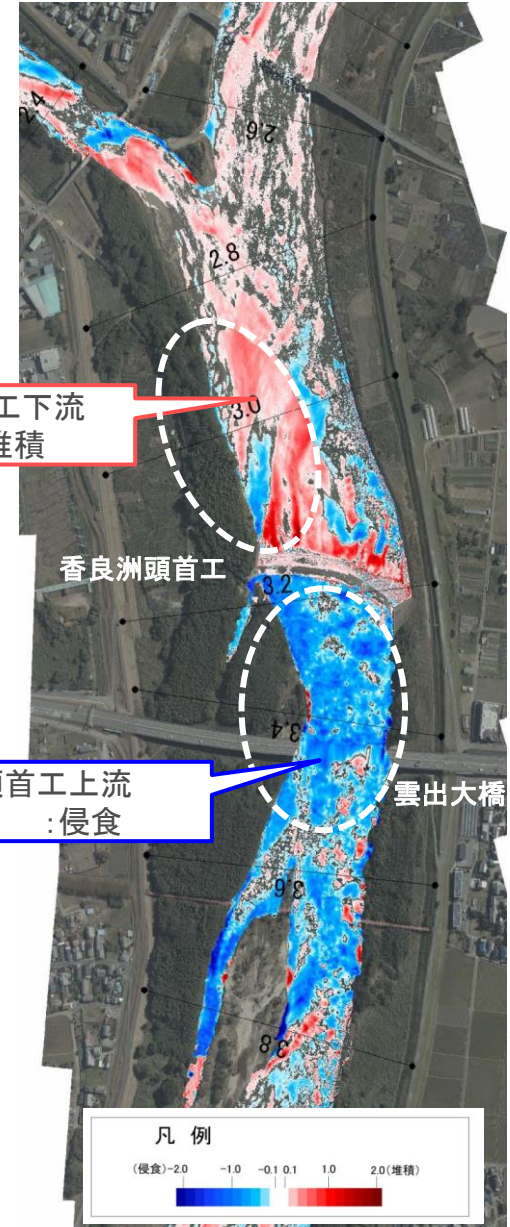
台風前（H29.10.11計測）



台風後（H29.11.1計測）



地盤高差分（台風後—台風前）



川のDigital Twin（3次元管内図）



Arakawa Digital Twin

まとめと補足

- 2016年からのグリーンレーザの導入により河川分野の3次元データの活用は進み、活用状況は世界でもトップレベル
- 設計ツール（地形編集や評価）も充実してきている
- 河川環境についてはESGやグリーンインフラの観点から定量的評価によるネイチャーポジティブが求められている
- 広域の河川環境については河川環境管理シートが活用（DX?）
- 河川改修スケールでは3次元データの活用が日進月歩
- 3次元管内図など維持管理における活用も進みつつある