

# 3次元データを活用した川づくり・河川管理 ～河川CIM標準化検討小員会の成果～

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

# 河川分野における 点群データ（3次元データ）の活用状況

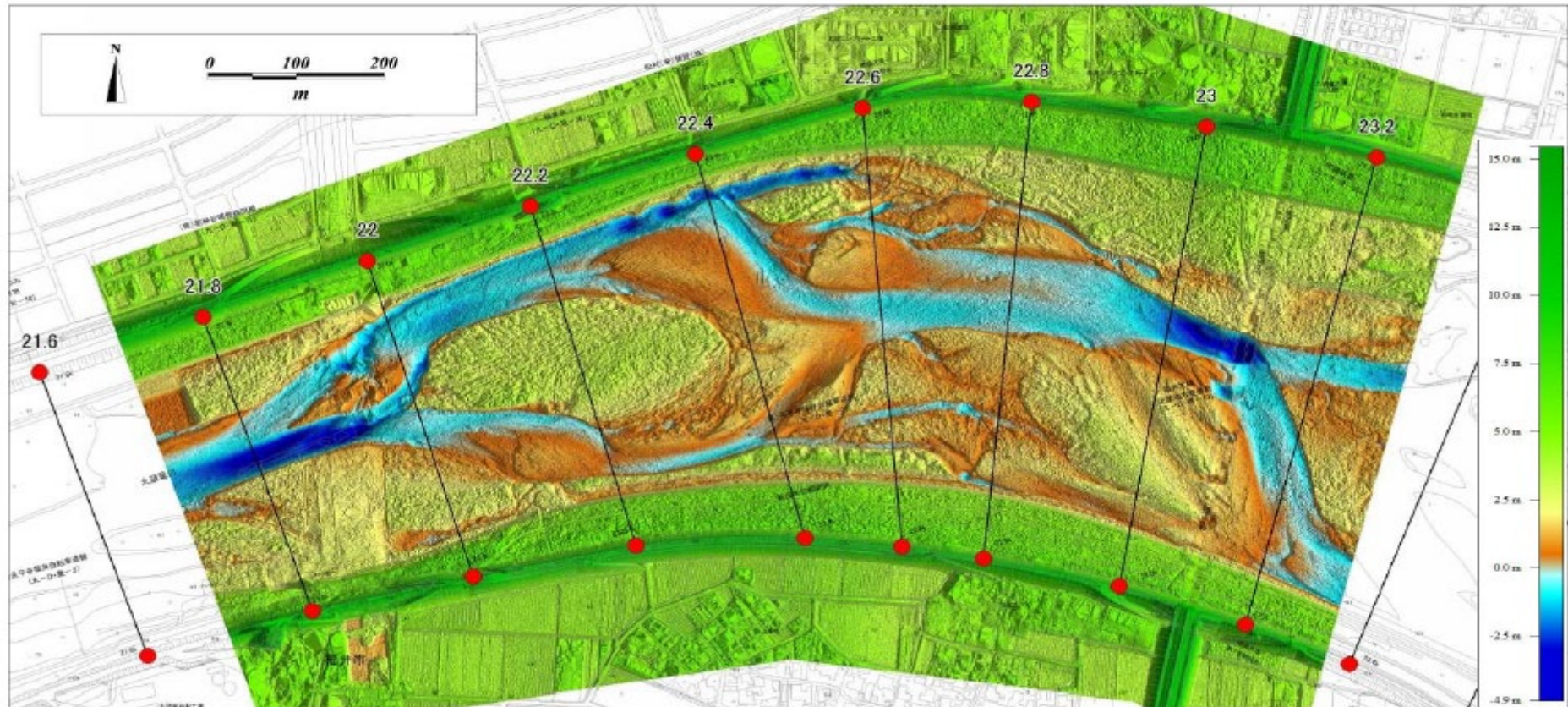
- 2005年頃 航空レーザ測量（LP）活用
- 2011年 グリーンレーザ（ALB）の検討（国交省）
- **2016年 福井河川国道事務所でALB公式活用**
- 2019年 **河川の測量は「原則点群測量」**
- 2020年 河川管理用3次元データ活用マニュアル

# 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](http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_84/p016.pdf)

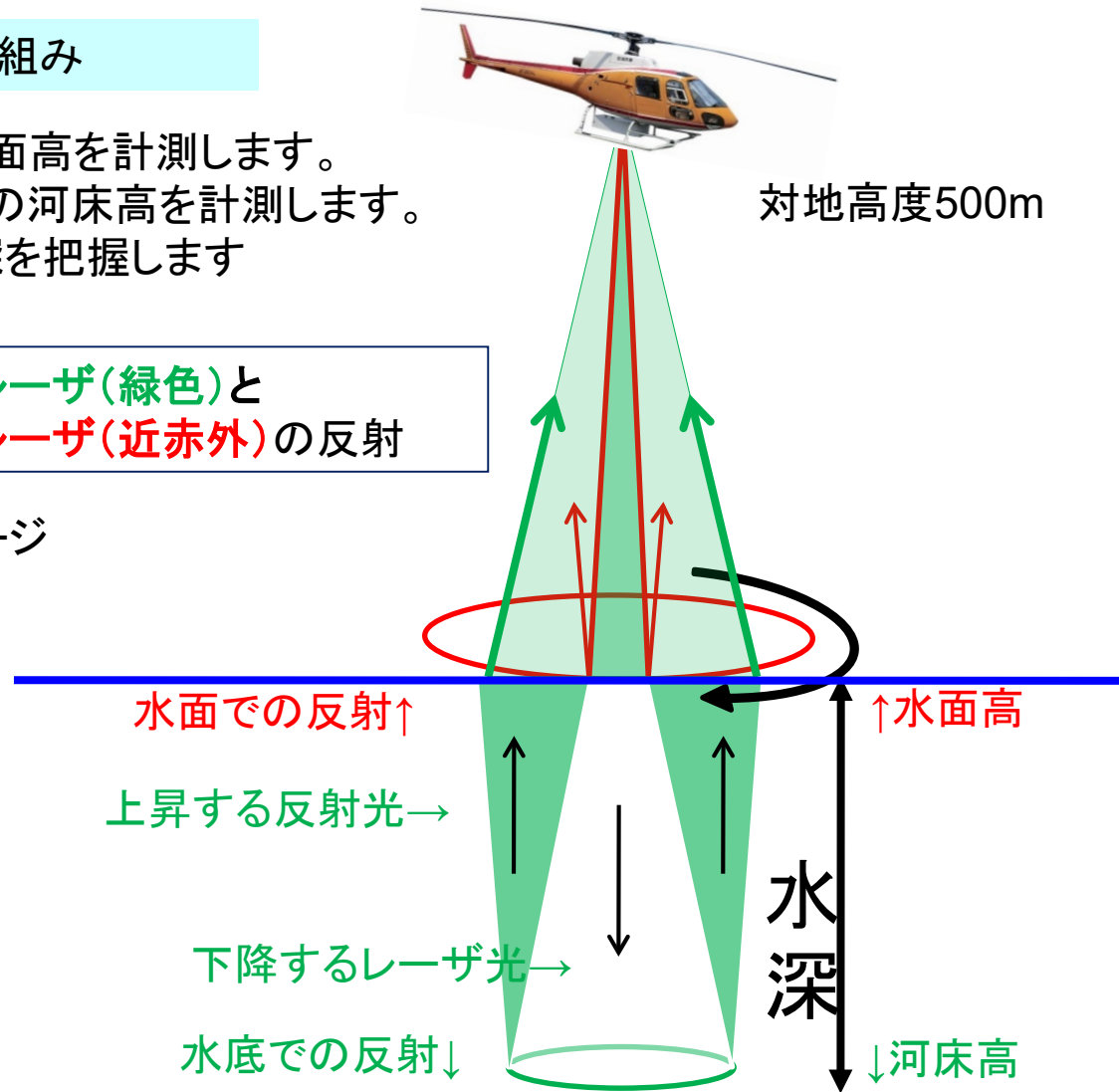
# グリーンレーザ(ALB)の活用

## ■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

レーザー光の波形記録イメージ



グリーンレーザによる測深イメージ



# ALB (航空レーザ測深)



ALB機器

# 精度検証

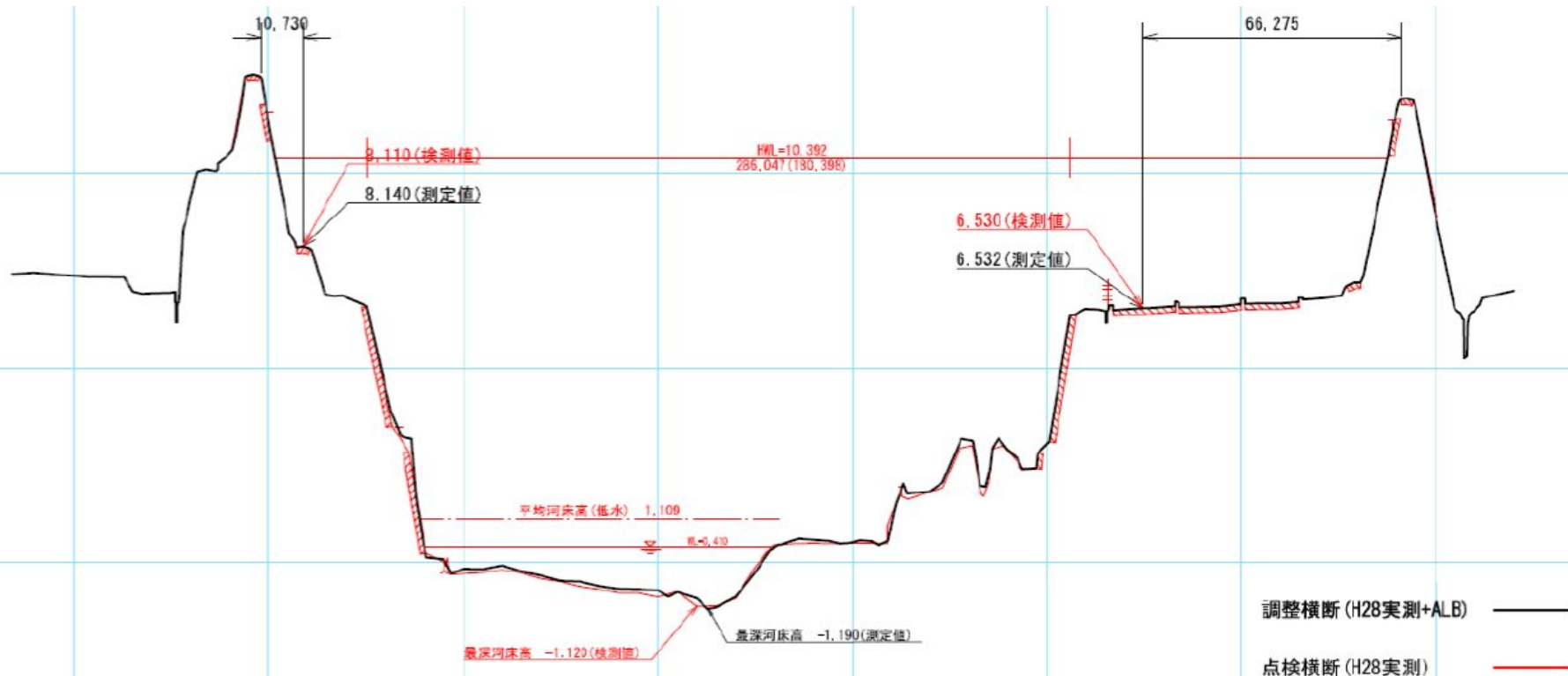
## A L B 横断図と実測横断図との重ね合わせ

表-5 各断面における較差の整理 (単位: m)

	水部			陸部		
	平均	標準偏差	点数	平均	標準偏差	点数
18.0k	0.10	0.04	14	0.01	0.68	134
18.8k	-0.01	0.07	23	-0.03	0.12	103
23.4k	0.00	0.09	10	-0.07	0.17	156
26.6k	-0.08	0.09	15	-0.11	0.08	88
29.0k	-0.06	0.07	22	0.00	0.39	115

表-6 河積による面積比較 (単位: m<sup>2</sup>)

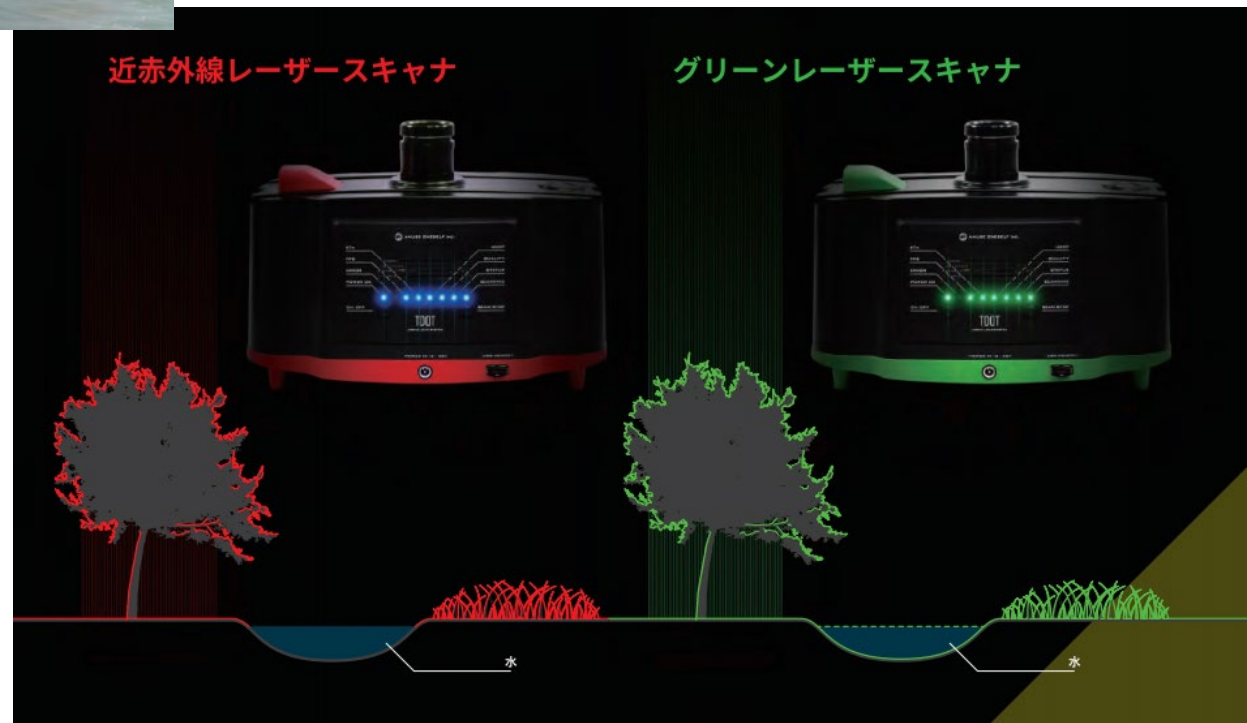
距離標	実測値	ALB	比率
18.0k	1,895	1,895	100%
18.8k	2,095	2,084	99%
23.4k	3,478	3,427	99%
26.6k	2,280	2,224	98%
29.0k	1,776	1,744	98%



A L Bからの横断図作成については問題がないことを確認



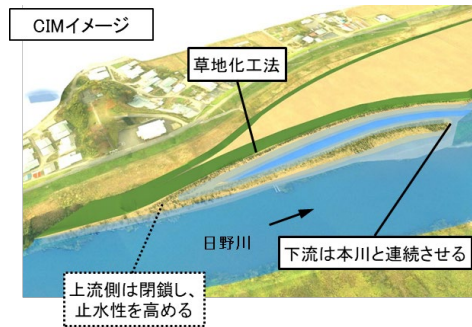
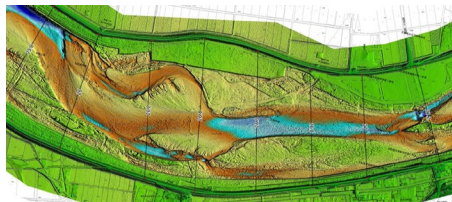
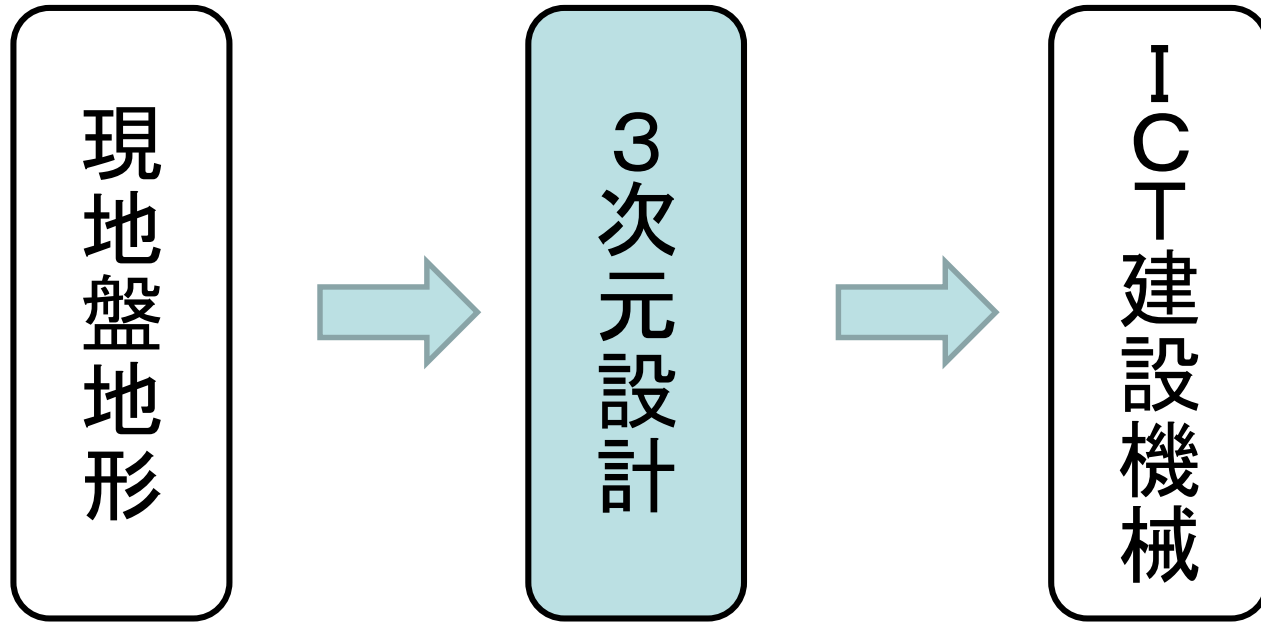
## 革新的河川管理プロジェクト



# 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
- 点群と多自然川づくりの相性はバッチリ！





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

※2019年8月～2021年6月

# 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

# 本小員会の目的

## 3次元設計を中心とした 河川CIMの標準化に向けた 考え方の提案

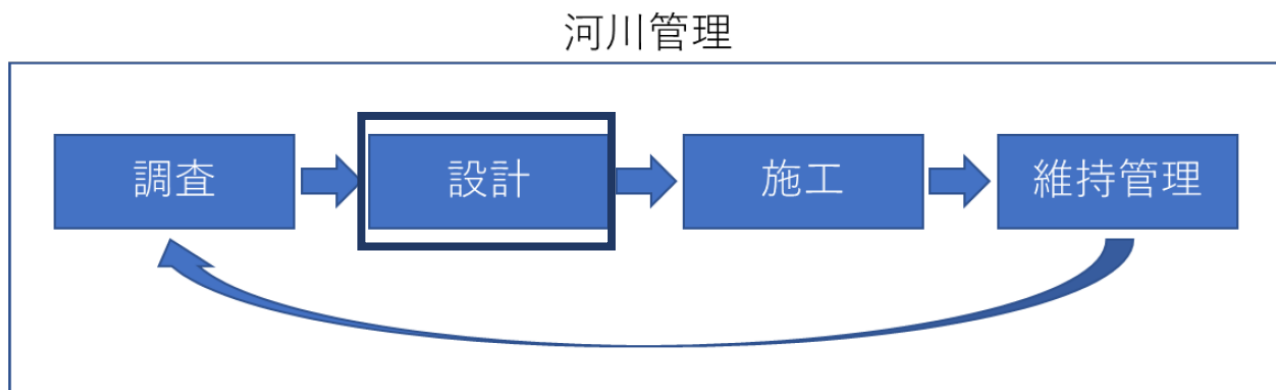


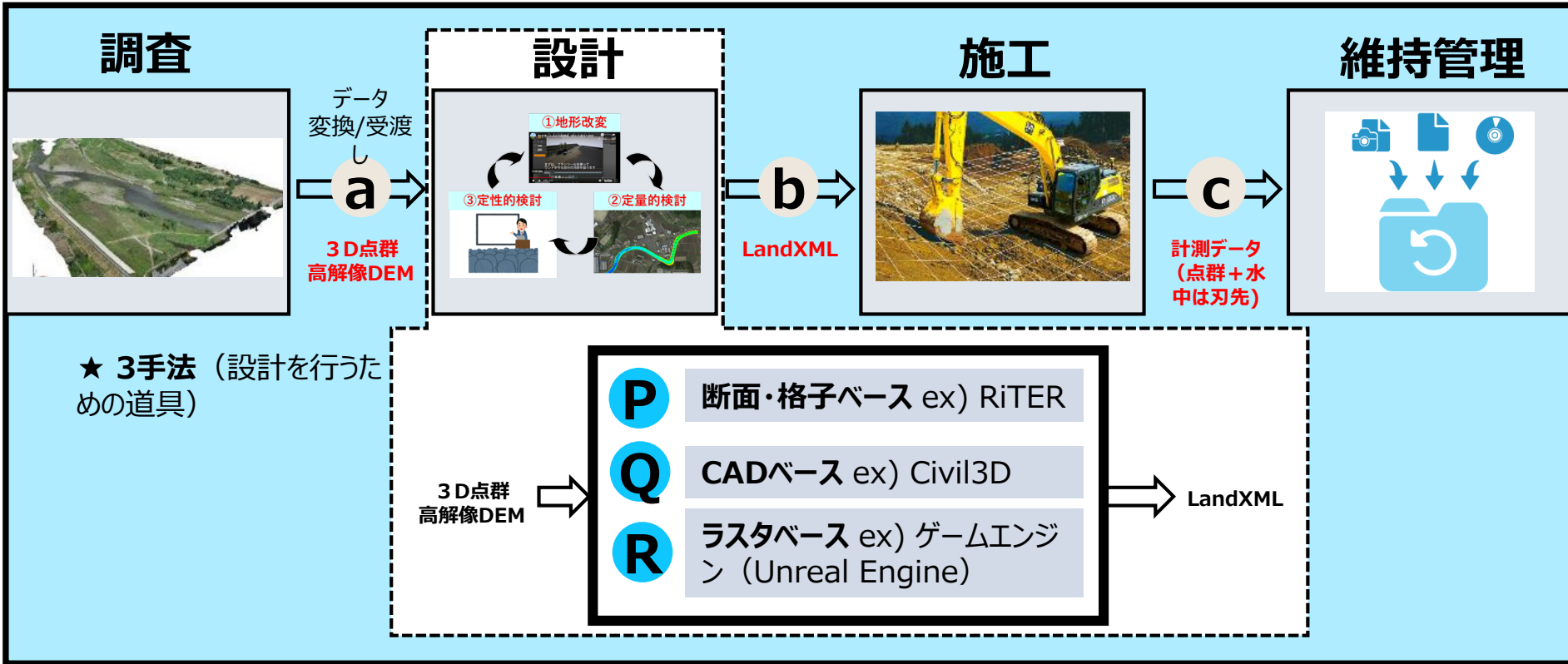
図 1-1-1 本報告書における河川管理と 4 段階



# 河川CIMのデータフローにおける3変換-4段階-3手法

★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)

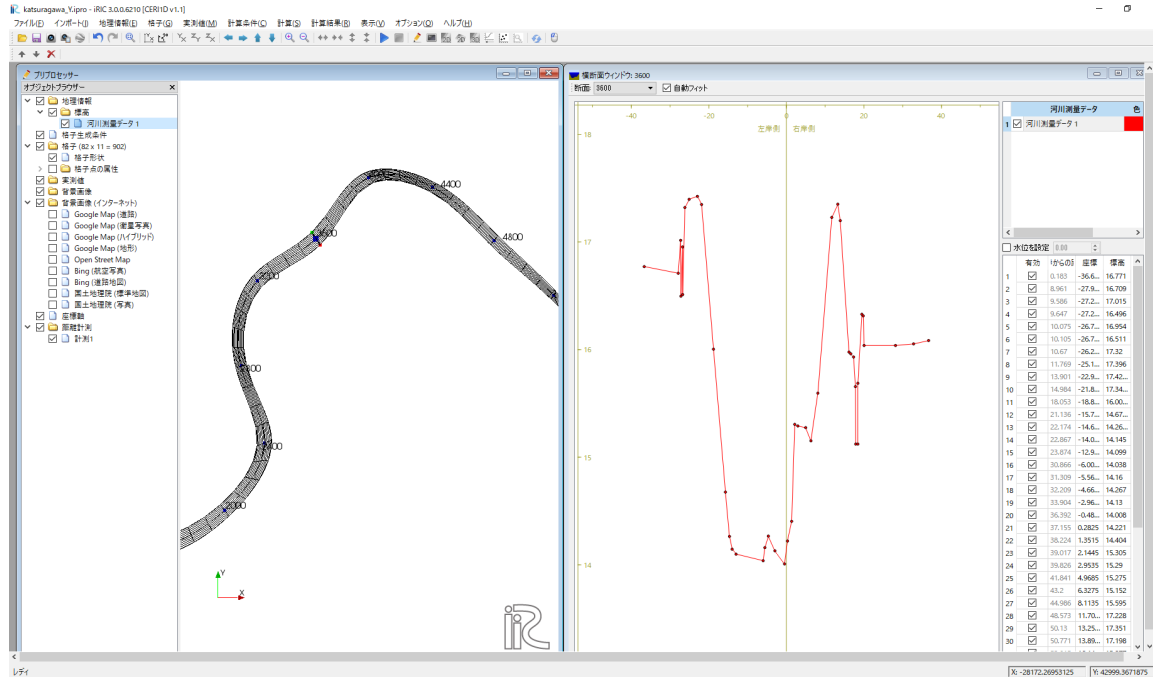


## 河川管理

※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＞



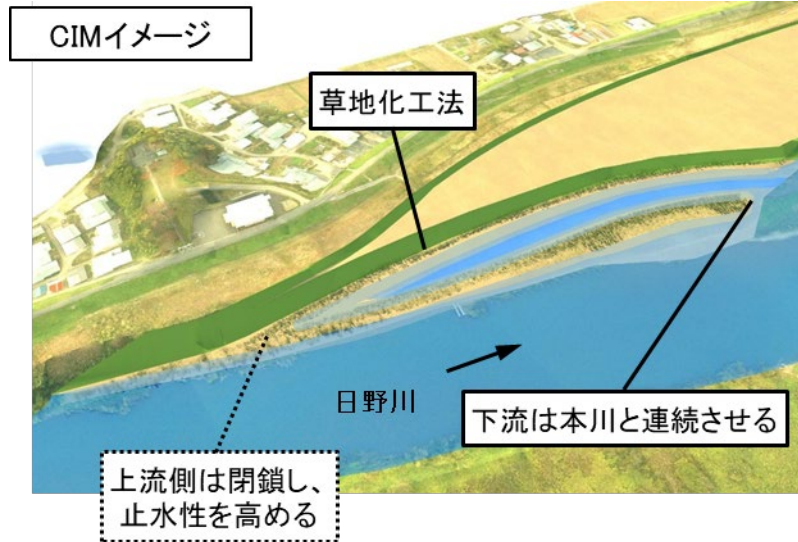
- 従来の二次元のスキルを活かしながら3次元設計するツール
- 平面上の制約条件を横断でも確認しながら編集可能
- 部分的な拡幅等，現場の整備メニューに即対応可能な編集可能

**iRIC（水理計算等のフリーソフト）としてすでに実装**

# 3D CAD事例：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

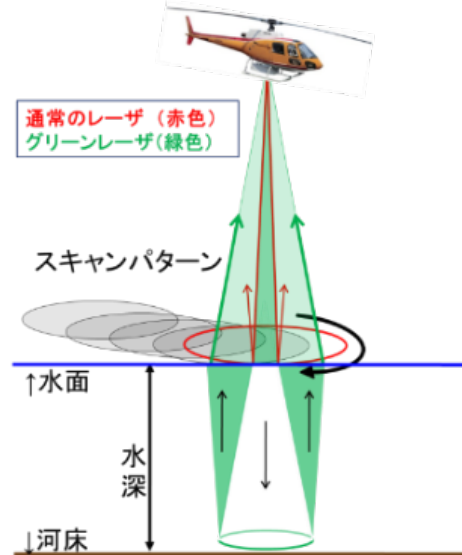
⑤河道技術部会における議論

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



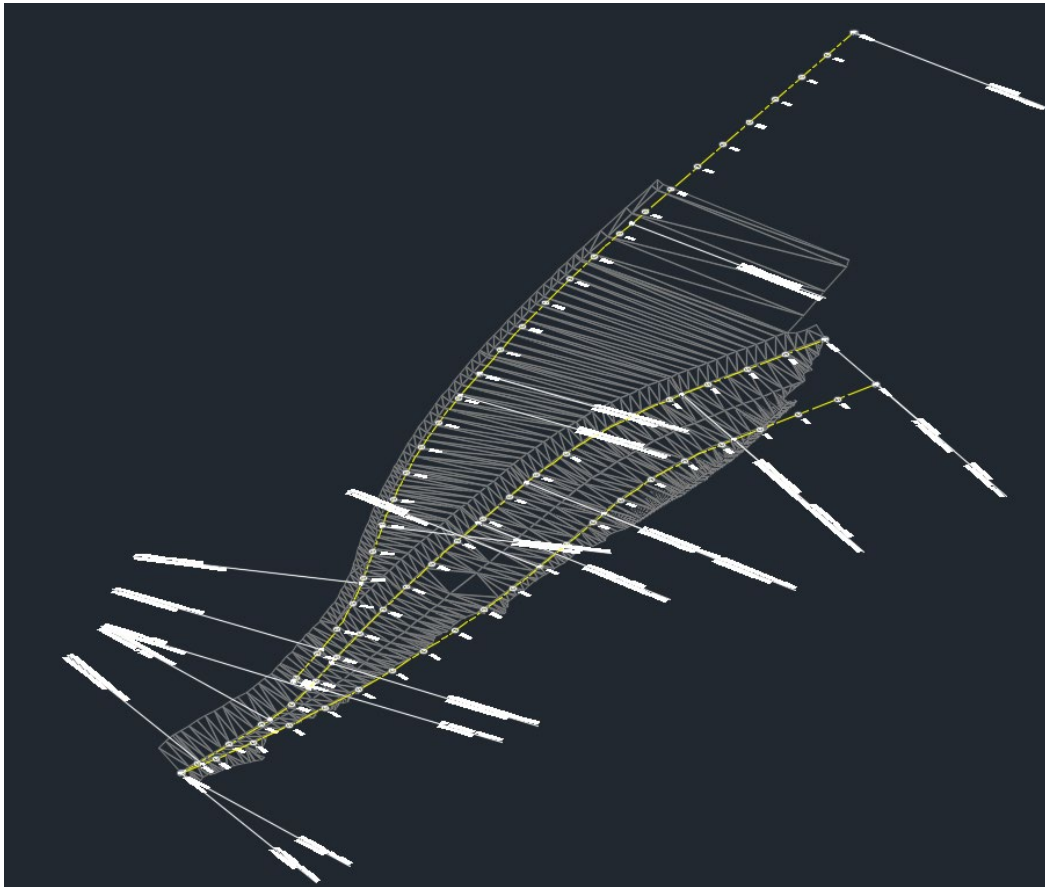
⑧ICTによる現地施工



# 3次元モデルを施工へ

## ■ LandXMLファイルに変換

作成したサーフェスを、[LandXMLファイル](#)に書き出し

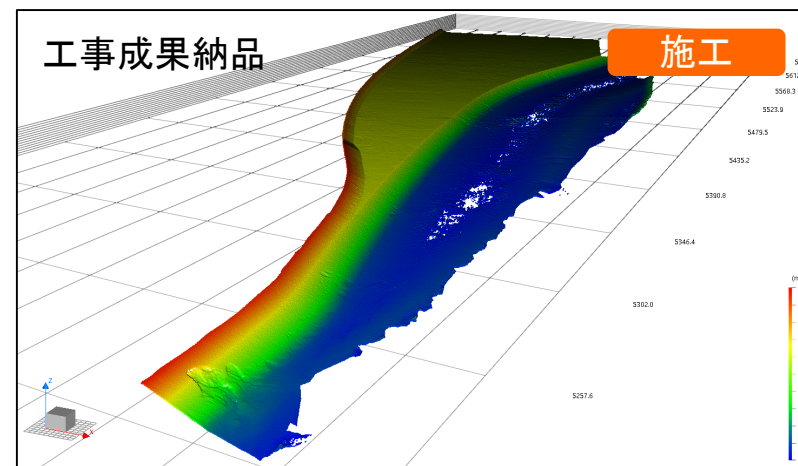
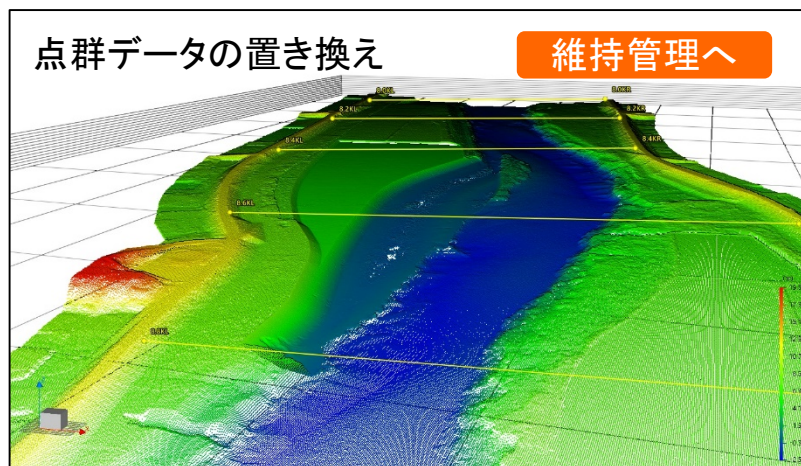
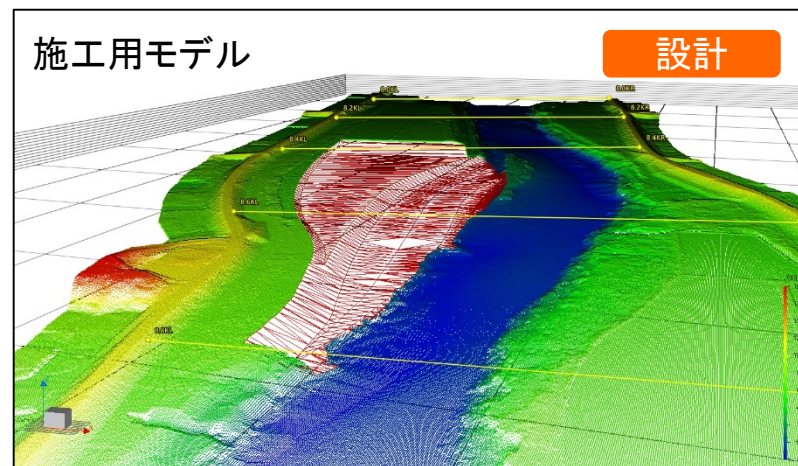
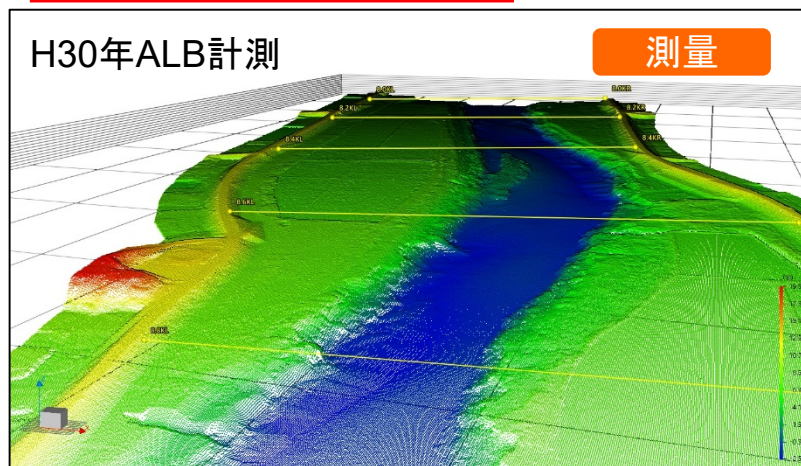


完成した[3Dモデル](#)を  
[LandXMLファイル](#)で、発注者を通して、工事受注者である建設会社に渡された。

今後、建設会社はこの[3Dモデル](#)を活用し、ICT施工を実施する。

# 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。



# ゲームエンジンによる方法

PlayStationにも利用されるUnreal engine4の活用  
近年ではAEC(建設等)分野での利用が増加

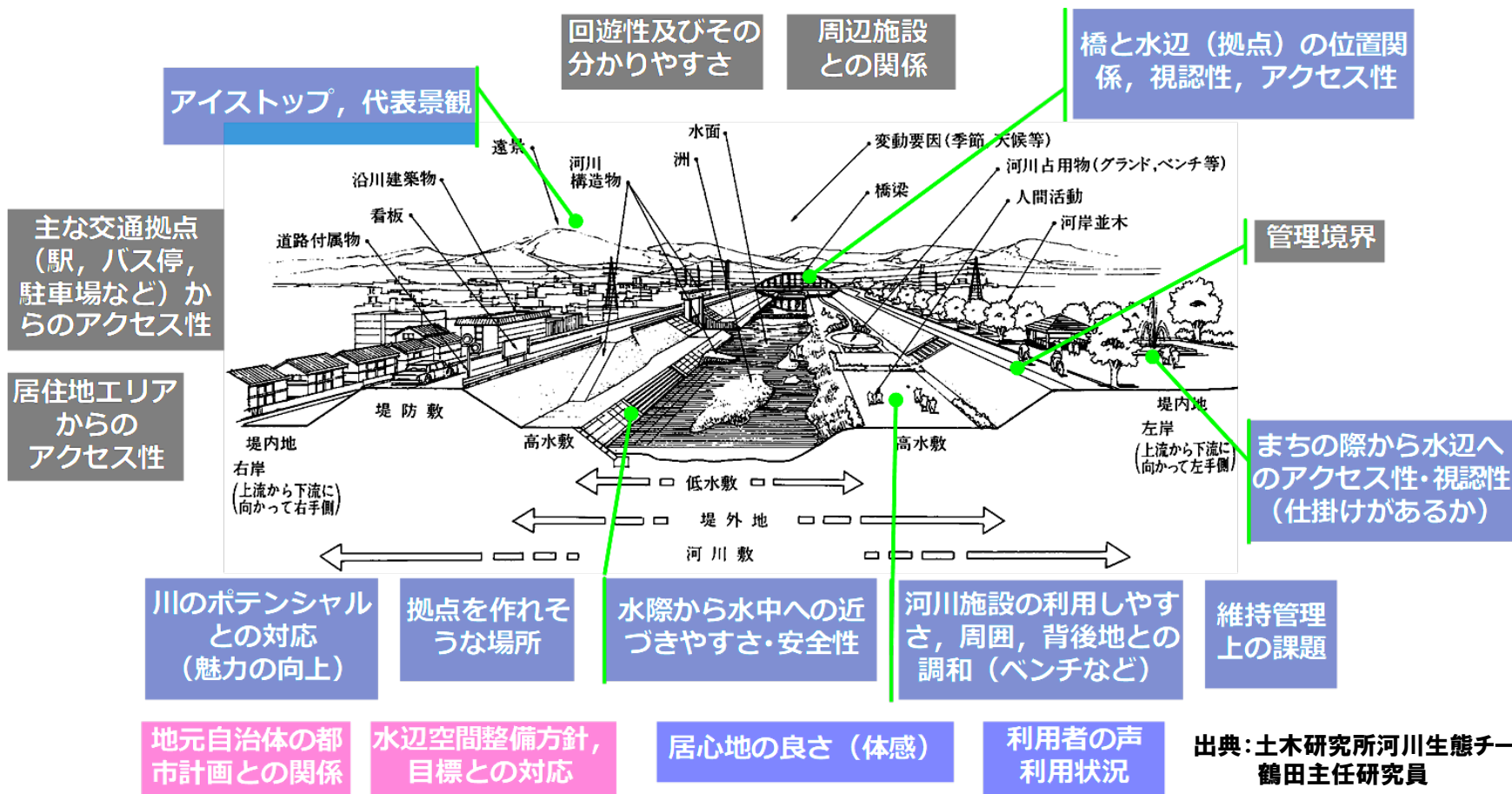


# 様々な分野で幅広く 活用されている

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



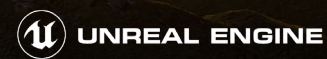
# 見えることで様々な検討が可能に







Courtesy of Buildmedia



先進的なリアルタイム3D制作プラットフォーム

# 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



**完成形状をリアルに再現→景観検討にも最適**



# 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

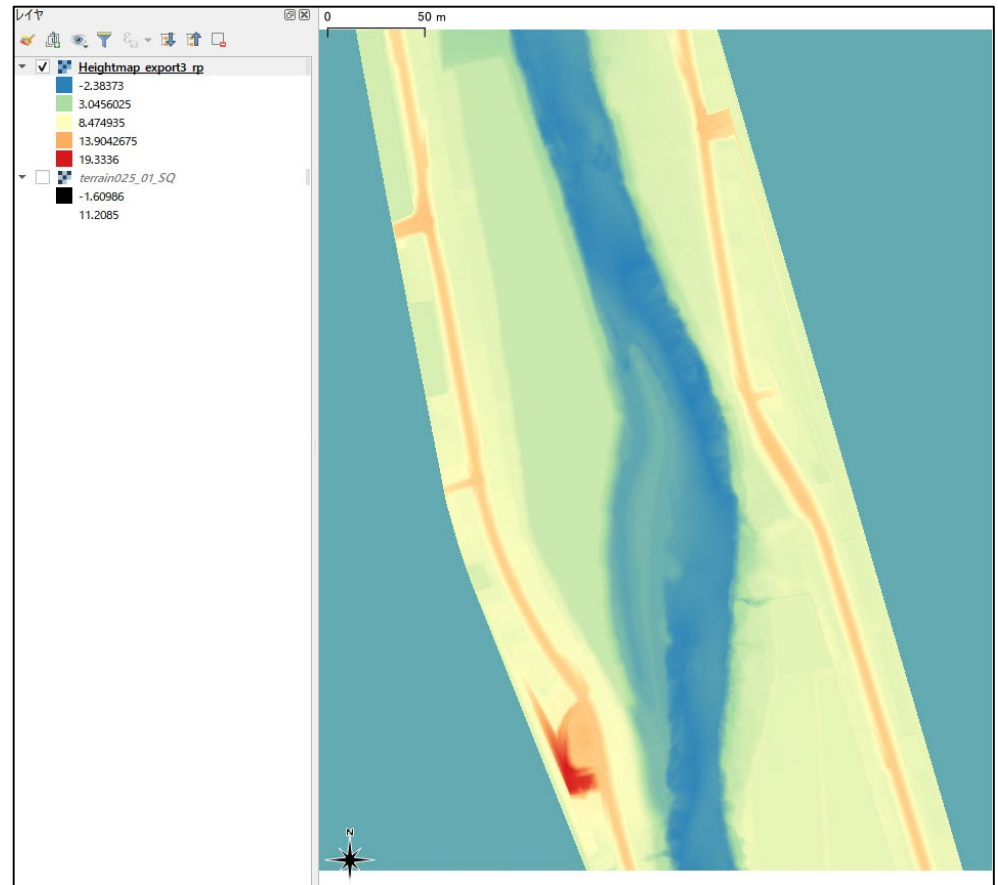
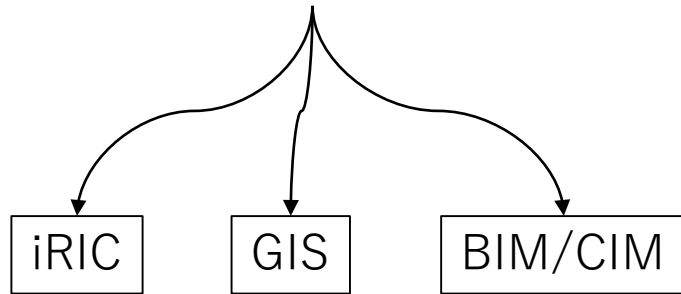


現実世界で移動に制約が  
あっても影響を受けない



# 造成地形をBIM/CIMやGIS用に出力

- QGISのラスタ変換  
(gdal\_translate) を用いてPNGをGeoTiffに変換





# 3次元川づくりによる治水・環境・維持管理を踏まえた河道設計プロセス

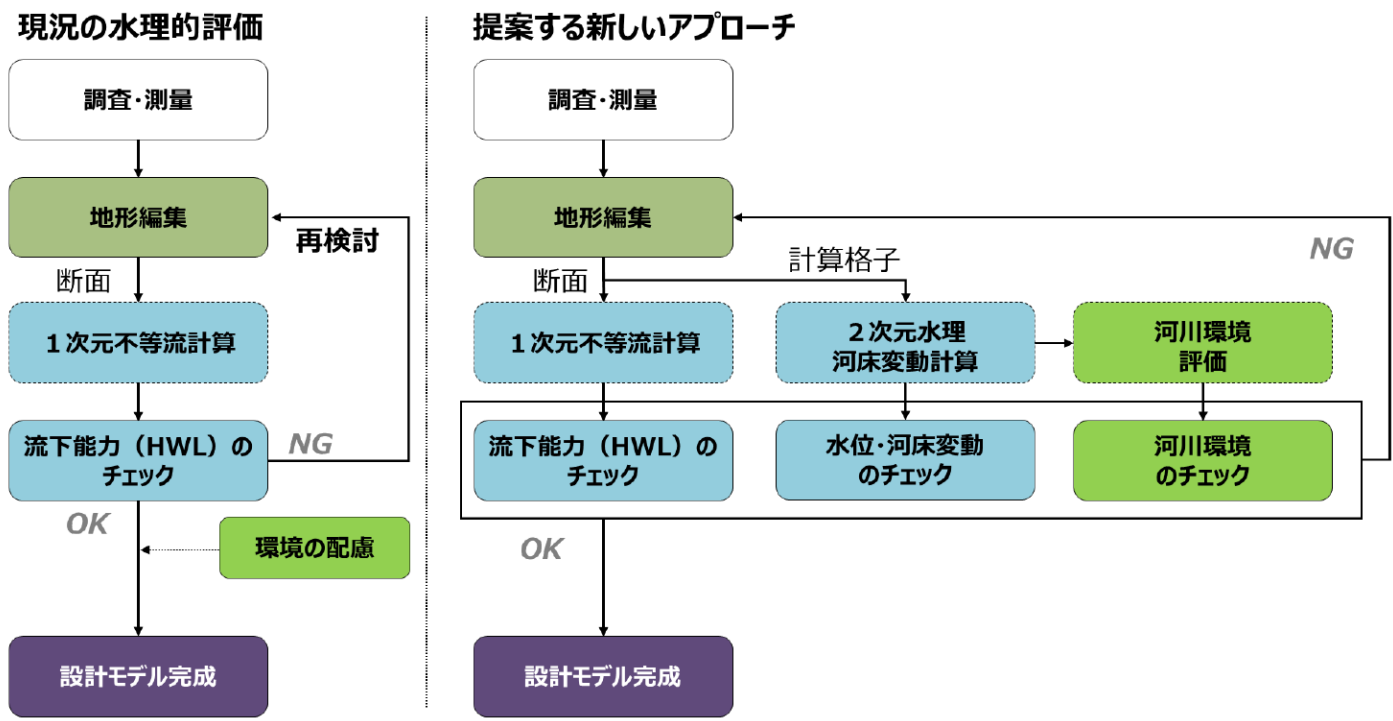
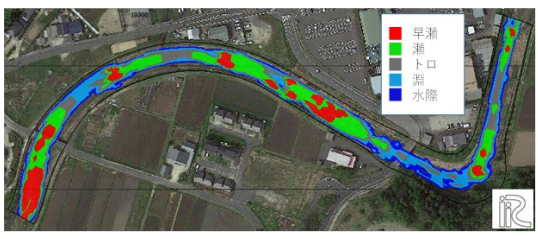


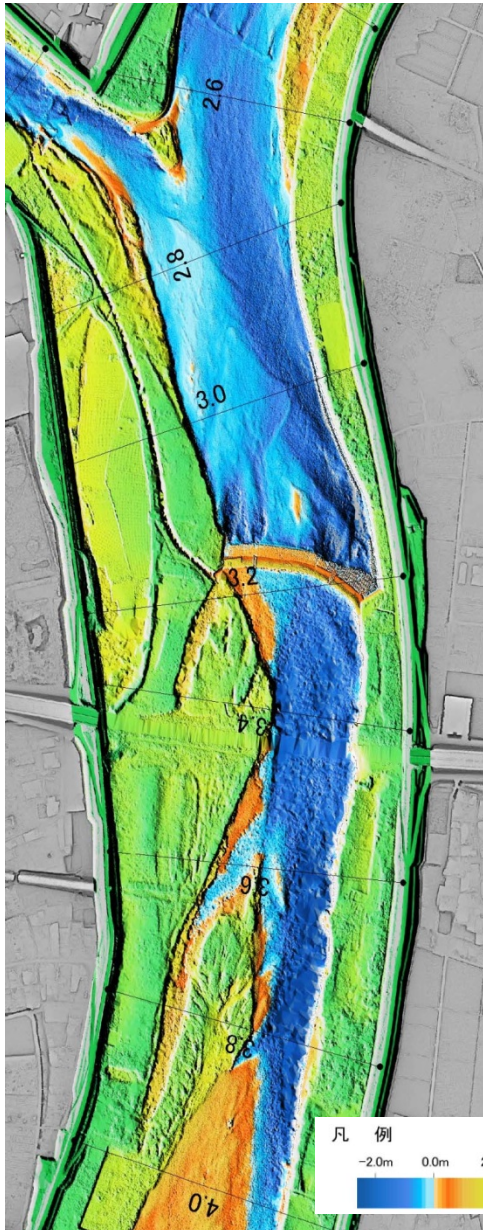
図 4-2-9 今までの河道設計プロセスと新たに提案したい河道設計プロセス (図 3-4-5 再掲)



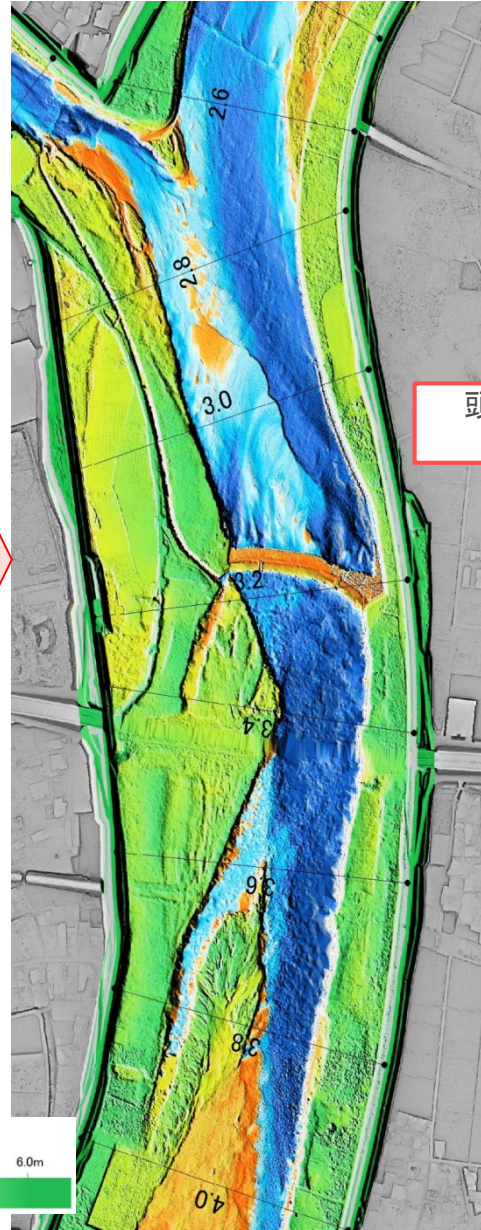
その他活用例

# 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)

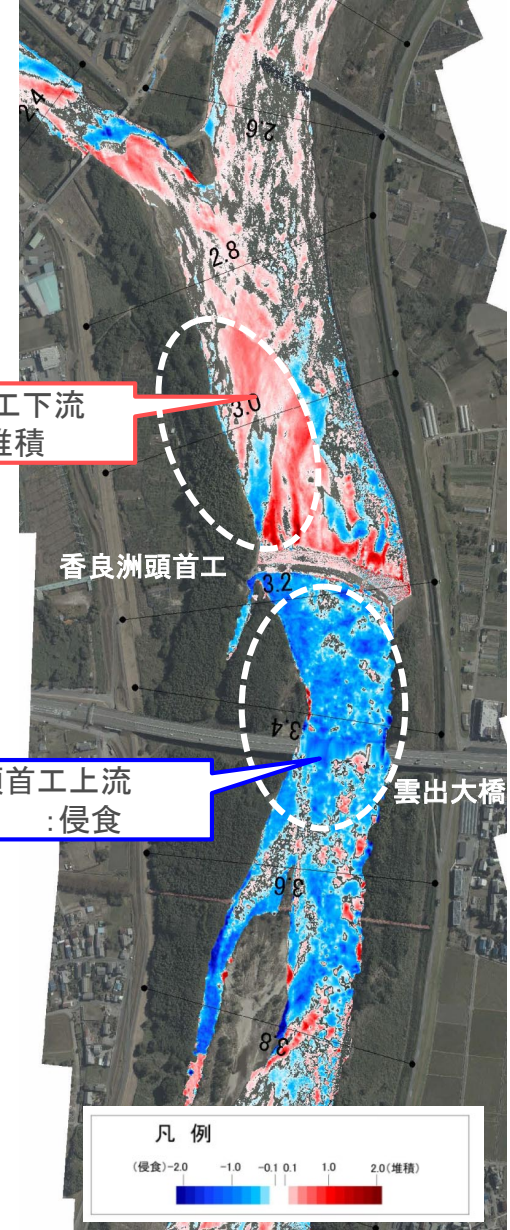
台風前 (H29.10.11計測)



台風後 (H29.11.1計測)



地盤高差分 (台風後—台風前)





## 達成目標(2) 河道掘削等の人為的改変に対する植生・魚類等の応答予測技術の開発

### R2年度の成果・取組：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



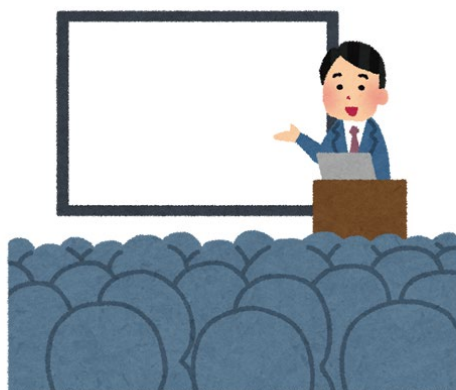
### R2年度の成果・取組

- ◆ 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



# 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



新しい地形データの  
の掃き出し

iRIC等の水理計算ソフトで計算・チェック

# 川のDigital Twin (3次元管内図)



「荒川3D河川管内図（下流域）」はネット公開済み

# 河川環境評価ツール “EvaTRiP Pro” の公開（4月下旬）について



## 概要

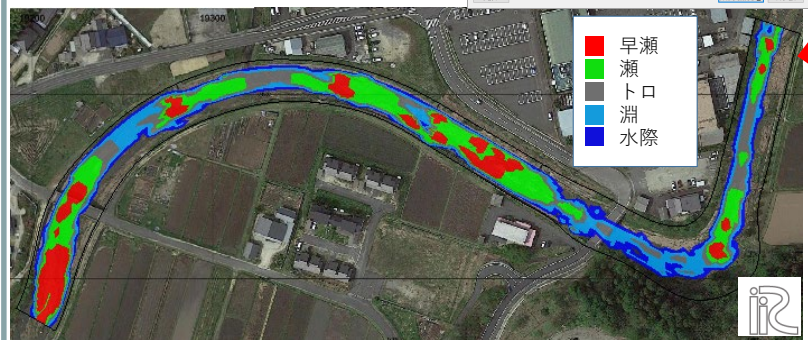
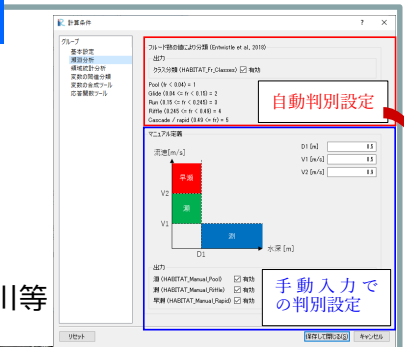
- 土木研究所では、河川管理者のニーズに合わせた**高度な河川環境評価**を可能にする**EvaTRiP Pro**（エヴァトリップ プロ）を開発し、現在公開の準備中です（公開は令和3年4月頃）。主な開発機能は以下のとおり。
- これまでは、河川環境評価ツール EvaTRiP（エヴァトリップ）として「魚類の生息場評価」、「護岸の要否評価」、「移動限界粒径の評価」、「河道内の陸生植物の生育評価」の機能を公開してきました。
- 河川環境評価ツール EvaTRiP Proは、**iRICソフトウェア**に1つの機能として組み込まれています（**無料**）。

## 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

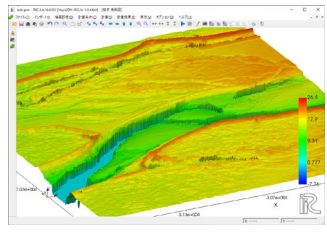


### 【自動判別判定の例】

- 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、ト口、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

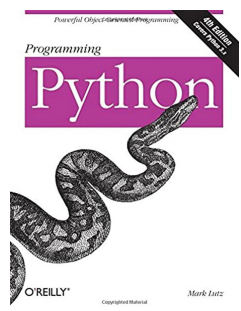


【仮想空間で作成した地形ファイルをiRICで読み込んだ例】

- 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



# 中小河川における3次元等新技术活用による多自然川づくりへの期待

- 河道地形はドローンやiPhoneにより3次元化(※九州地整)
- 地形設計はiRICやゲームエンジンなどフリーソフトにより実施
- 設計(評価)はiRIC等により水理計算、河川環境評価を実施
- 生物調査は環境DNA等を活用した簡易調査(市民調査含む)
- 川づくりの高度化とコスト縮減の両立に期待
- 中小河川に優位性がある「にぎわい」や「健康」も追及すべき
- 多様なファイナンスも検討する



出典: 日本経済新聞



出典「<https://www.en-try.jp/feature/shiga-higashiomi-sib/>」



## 3次元データ(点群データ): ぜひ活用ください!

- 福井河川国道事務所(近畿)、那賀川河川事務所(四国)は3次元のDEMデータを公開
- 静岡県の点群データについてはオープン利用
- 「河川CIM標準化検討小員会」成果報告書を!

福井



那賀川



静岡



報告書





# And beyond...

---

Generative Design

写真：<https://www.autodesk.co.jp/solutions/generative-design>

# まとめと展望

- 点群データは河川において、グリーンレーザ（ALB）の普及により実務で活用
- 河川CIMにおいては3次元設計が課題。現在、点群やCADを活用した手法の開発が進む
- 河川管理の3次元管内図はR3に進展する
- 研究開発的には宝の山！ (Geomorphologist's dream come true!)
- 今後はgenerative designによる自動設計が来る