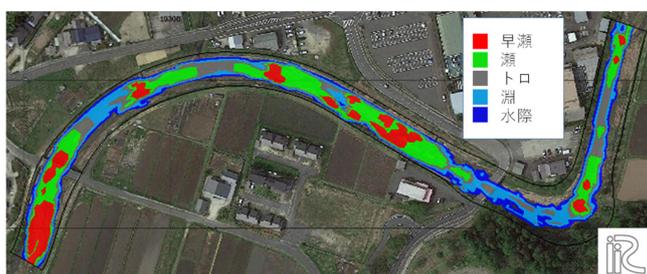


3次元の多自然川づくり支援ツール

(iRIC – EvaTRiP & RiTER)

治水、環境、景観の同時評価を可能に



国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

主任研究員 林田 寿文

土研新技術ショーケース2024 in 東京 2024年9月26日

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

土木研究所 自然共生研究センターとは



流域水環境研究グループ

流域生態チーム

水質チーム

自然共生研究センター



岐阜県各務原市 (木曽川流域)
実験河川800m×3本

4つの大きな軸



①大河川

氾濫原環境の劣化機構の解明と保全手法に関する研究



②中小河川

中小河川の多自然川づくりに関する研究



③ダム

ダム下流域の環境評価と改善手法に関する研究



④情報発信

河川環境の効果的な情報発信手法に関する研究

河川環境に特化した研究を実施

自然共生研究センターでは 3次元の多自然川づくり支援ツール (iRIC – RiTER & EvaTRiP) の開発

1. 3次元の多自然川づくり支援ツールとは
2. 地形編集ツールRiTER (ライター) の概要
3. 河川環境評価ツールEvaTRiP
(エバトリップ) の概要
4. バーチャルツアーを使った景観評価ツール

3次元の多自然川づくり支援ツールとは

河川CIM普及の開始

- 国土交通省では、令和5年度までに小規模を除く全ての公共工事で BIM/CIM 原則適用
- この取り組みは BIM/CIM を活用した多自然川づくりを推進する良い機会

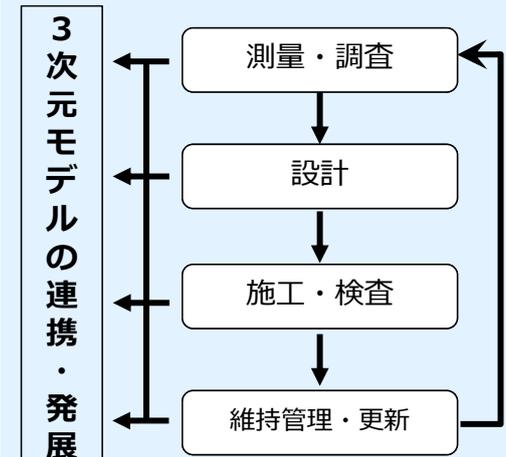
現行の設計は・・・

3次元データを2次元に変換して設計した後、再度3次元モデル化



- ◆ 3次元データを有効に活用しているとは言いきれない

CIMとは



河川CIMの導入により

治水と環境保全の要件を満たす河道設計に高度化をもたらす

河川CIMの推進には、
3次元モデルを使った河道設計の支援ツールが必要

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

4

3次元の多自然川づくり支援ツール 開発

- ✓ 多自然川づくりに重要となる河川の自然環境や人の利用についても河道設計段階からの検討する必要
- ✓ 河道設計に利用されてきたソフトウェアは、主に洪水時における流れと河床変動の解析機能に特化

既存のソフトウェアを活用

河道計画、河道設計にも役に立つ

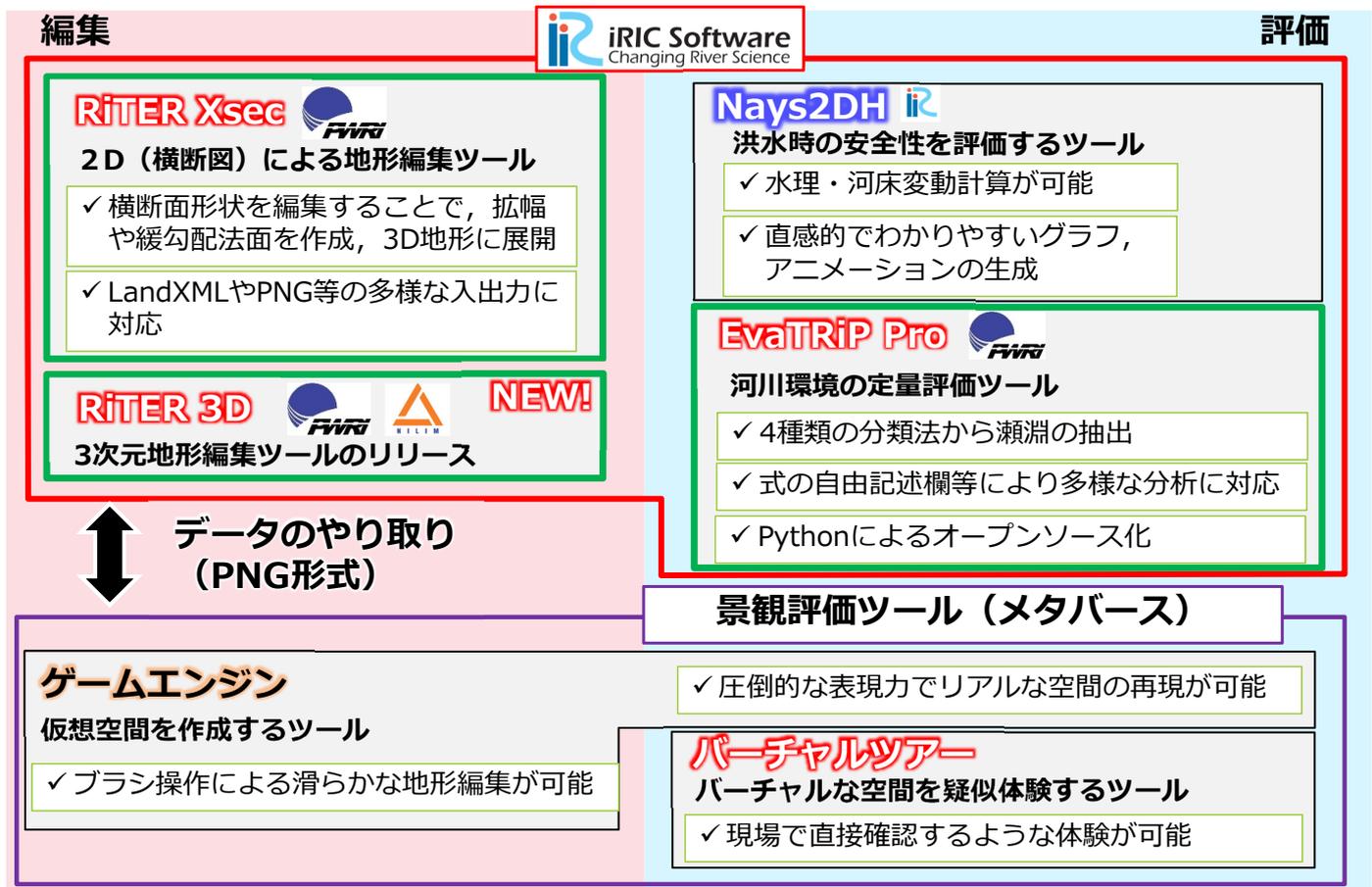
「3次元の多自然川づくり支援ツール」 開発



1. 迅速に流下能力の評価ができるようにする【iRICソフトウェア】
2. 河川環境を定量的に評価できるようにする【EvaTRiP Pro】
3. 地形を柔軟に改良でき、工夫を直ちに計算に反映【RiTER Xsec】
4. 仮想現実による地形編集、景観評価【仮想現実、バーチャルツアー】

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

5



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

6



岐阜, 北海道, 秋田, 鹿児島, 徳島...

事業や研修での導入が進行中!

世界中の河川を解析

河川の流れ・河床変動計算、はん濫計算が変わる
わかる! できる! 見える!

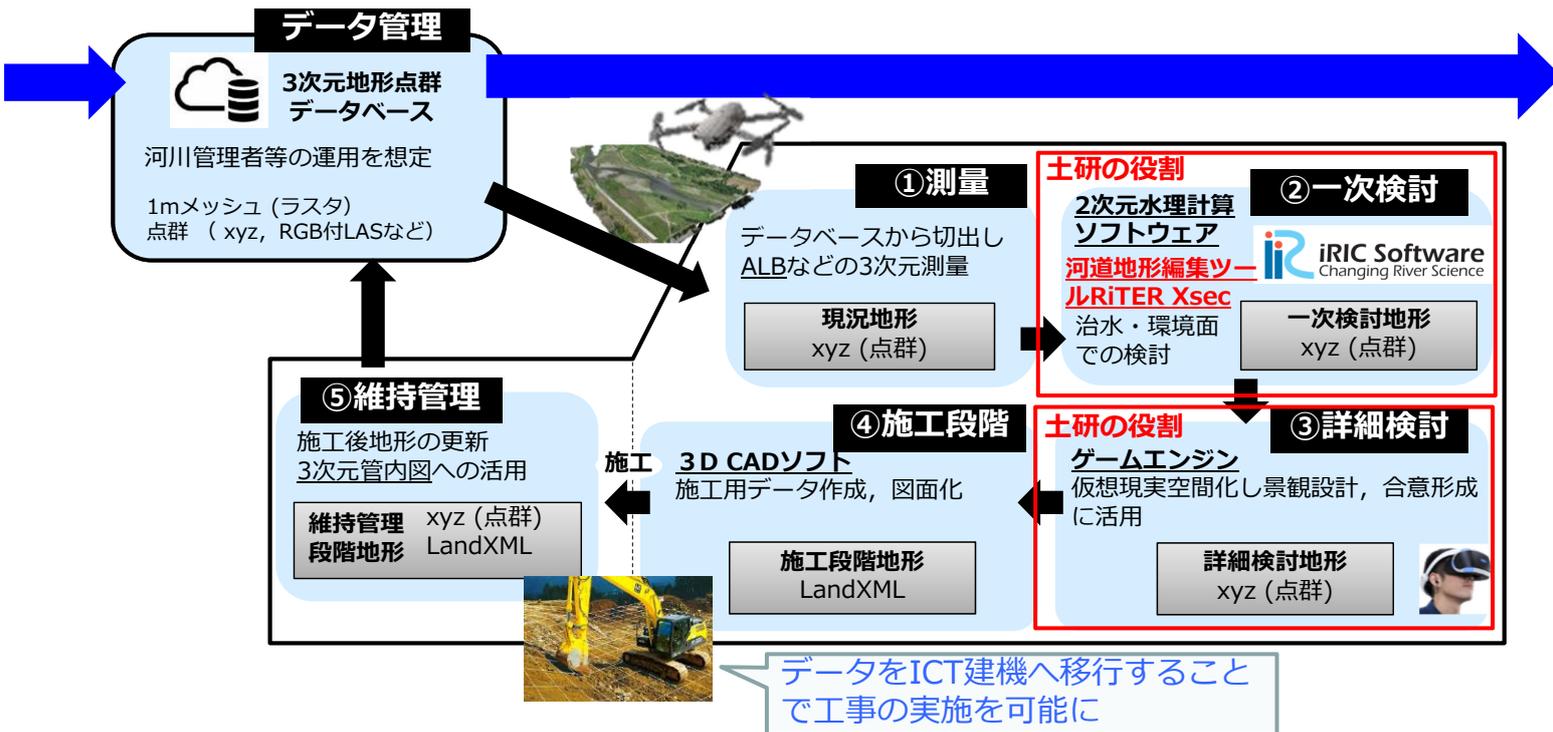
- ◆ iRIC (International River Interface Cooperative) ソフトウェア
- ◆ 2007年に清水康行教授 (当時 北海道大学) とJon Nelson博士 (USGS) の提唱により開発
水や土砂などの数値シミュレーションを行うことのできる無償のソフトウェア
- ◆ 令和5年6月、iRICver4リリース: 河川流や氾濫の解析機能、環境評価機能、高度な可視化機能、個別の解析機能間の連携、オープンソース化がしやすくなるといった機能が強化

導入のメリット

- 高度な2次元河床変動シミュレーションが**無料**で可能
- 行政職員にも住民にも**わかりやすい解析結果**を提供
- 川づくりの工夫を計算に反映する, **地形編集機能**が充実
- 洪水時の流れ (治水) だけではなく, **環境評価**も実施可能
- **CIMやICT施工**との親和性が高い

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

7



- 発災から調査、設計、施工、維持管理の川づくりにおける3次元の多自然川づくり支援ツールの役割を整理
- 今まで困難であった一気通貫のデータ利用、データ循環が可能

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

河道地形編集ツール RiTER Xsec

ライター

RiTER (River Terrain EditoR) とは、多自然川づくりをレベルアップするための**河川地形の柔軟な処理**を実現するためのツールです。3つのツールからなります

クロスセクション

RiTER Xsec: 横断面ベースで編集

RiTER Xsecを活用することで、

- ✓ 慣れ親しんだ横断面ベースの作業でありながら、**拡幅や法面勾配のデザイン**がきめ細やかにでき、直ちに3次元鳥瞰図へと展開
- ✓ iRICソフトウェアのひとつの機能なので、**すぐに計算に利用可能**
- ✓ デザインに役立つとともに、**効率アップ・コスト縮減にも貢献**

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

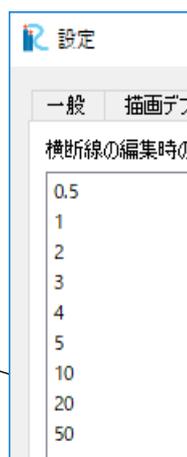
10

RiTER Xsec の機能

あらかじめ設定した法勾配での断面編集

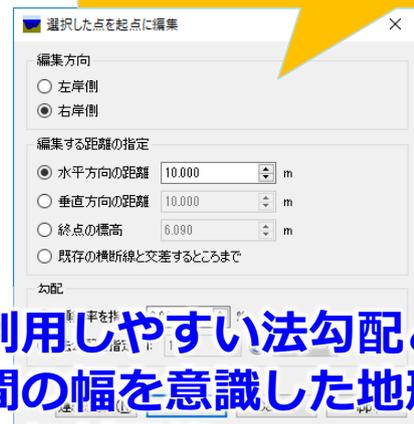
間に点があっても一気に編集
(これまでは一点ずつ)

プリセットした勾配
にスナップ



今まで制約条件
これまでの編集は1点1点を動かさないと編集ができない

直接数値入力でも
設定可能



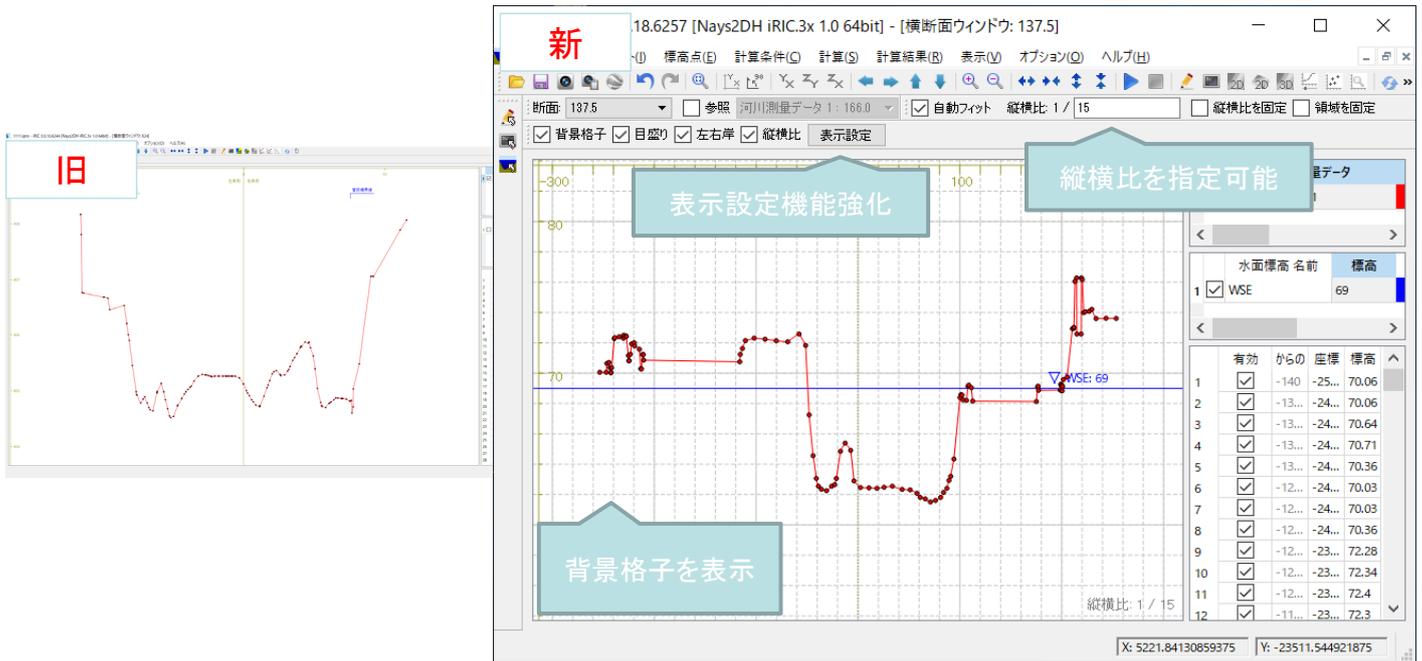
利用しやすい法勾配と空間の幅を意識した地形づくりが可能

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

11

◆横断面編集機能の強化

– 背景格子表示機能、表示設定機能



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

ICT建機のデータ形式であるLandXMLへの インポート・エクスポート機能を追加

表示設定機能強
縦横比を指定可能
背景格子を表示

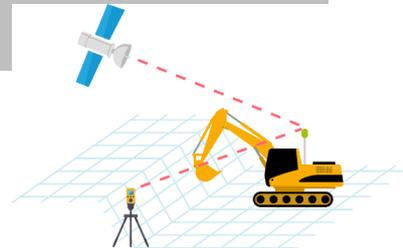
横断面編集機能の強化

DEMデータからの
河道断面の抽出・
作成機能

**3次元地形編集
ツールの開発**

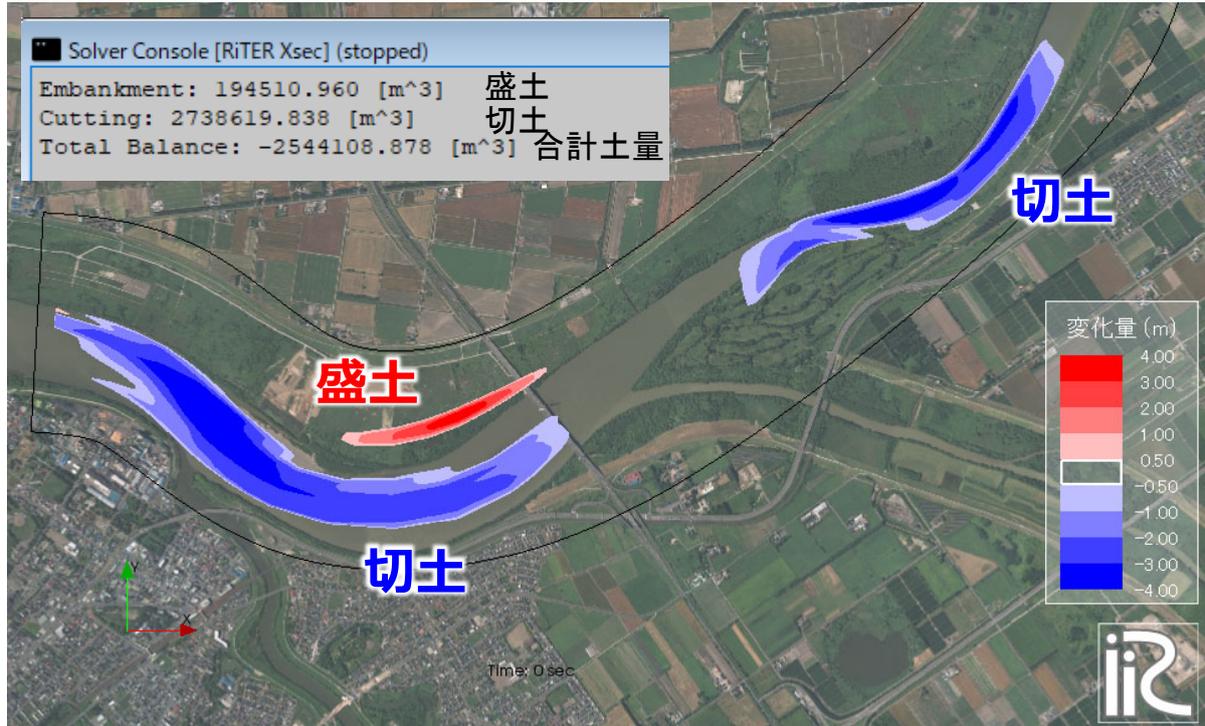
ICT建機への
データ移行

ICT建機による施工で活用！



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

土量の算出機能が追加（令和4年度末）



NEW!

河道地形編集ツール RiTER 3D

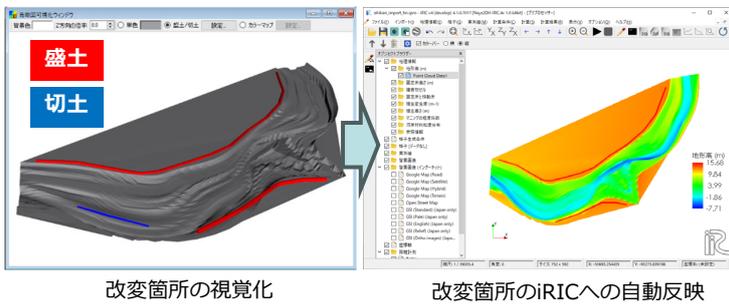
- 3次元の地形編集ツール「RiTER3D」をiRICソフトウェアに実装
- RiTER3Dで編集した3次元地形を鳥観図で確認することが可能
- TINで表現される地形データを簡素化するためのツール「TIN Simplifier」を開発
→ 巨大な点群データを効率的に処理
シンプリファイア

河道設計・計画、多自然川づくり、DXの推進に大きく貢献

- データ量が大きく扱うことが困難であった3次元の河道地形を、iRIC上で編集可能にし、シームレスに水理計算や河床変動計算を実施！
- 共生Cで開発を進める「3次元の多自然川づくり支援ツール」の拡充

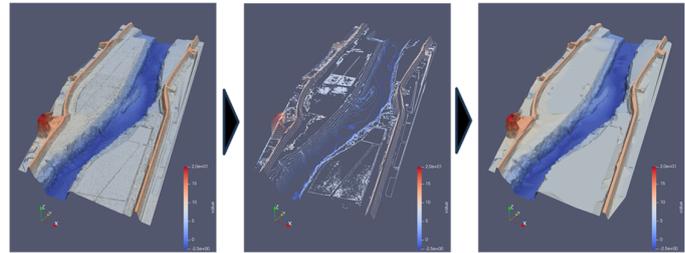
○ RiTER3DのiRICへの実装

- 3次元河道地形を鳥観図で視覚的に把握可能
- 盛土や切土の箇所をその都度確認しながら編集可能



○ TIN_Simplifierの開発

- ユーザーの求める品質で、TINの削減を行うことが可能
- 堤防や滞筋の最深部などを現地地形と比べ高い精度で表現しつつデータ容量を削減
- iRICの様々な計算機能に反映可能



サンプルデータによる
データ容量削減効果

データ	点数
データ削減前	1,275,467
データ削減後	30,155

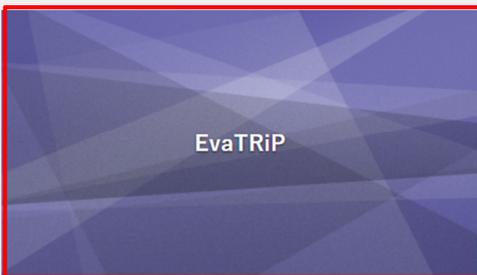
© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

16

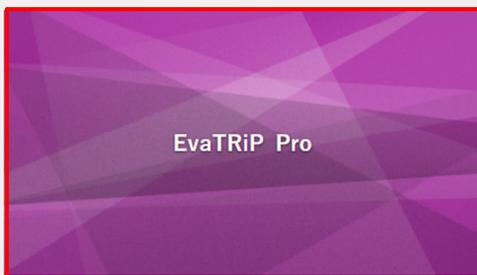
iRICホームページでも確認できます (ソルバーの2ページ目)



iRIC Software Changing River Science | iRICについて | ニュース | イベント | ソルバー | フォーラム | ムービー



EvaTRiP(Evaluation Tools for River environmental Planning)は、主に中小河川の河道計画・設計における河運の安定性、河川の環境や維持管理に関する検討に利用することを目的として開発されたツールです。



「EvaTRiP Pro」は、既存の EvaTRiP の機能を、より広い目的で活用いただけるよう機能を一般化した、河川流況計算結果の分析用ツールです。



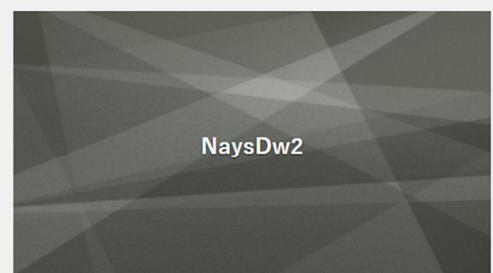
「RiTER Xsec」は、多自然川づくりを行う上で、河運地形の様々な工夫を乗取りに取り込むことができるツールです。



「RiTER 3D」は、河道設計等に使用することを目的とした3次元地形データ編集ツールです。このソフトを使うことでDEMデータなどから3次元データを作成し、その編集を行い、水理や河床の計算シミュレーション



UTT(Universal Tracer Tracker)はiRICに実装されている様々な流れの計算ソルバーの計算結果を用いて、その上にユーザーが指定する様々な物質を乗せてその軌跡を追跡、可視化するツールである。対象とする輸送物質は



NaysDw2はUTTの物質輸送機能に応用して2次元流木の輸送・追跡を行うソルバーである。原理はほぼUTTと同じくLagrange的に流木の追跡を行うが、流木自身にかかる力も考慮した、個別要素法の特徴も併せ持っている。

17

RiTER Xsec、RiTER 3D の留意点（課題）

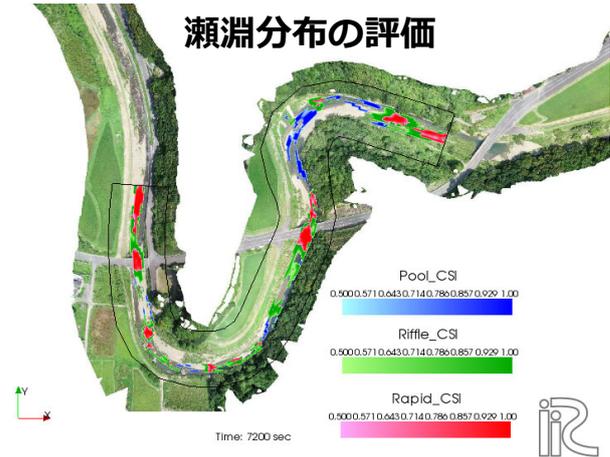
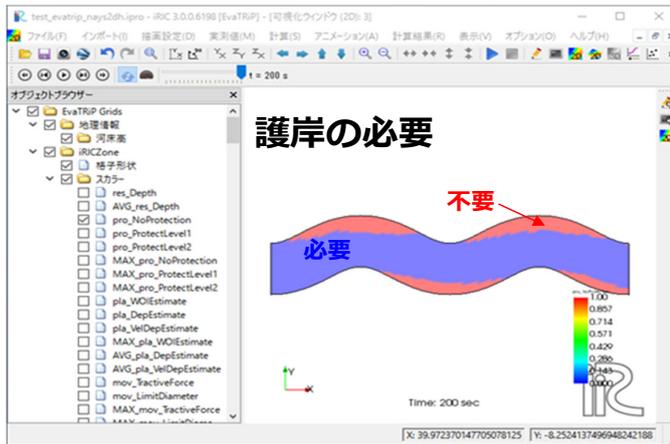
- 編集後の断面について、安定性（どのくらい変わらないか）を保証するものではなく、時間変化については、しっかり考える必要がある。
- 河床形状は、変化しやすい、変化しづらい河川がある。
- 土研として、さらに技術開発を進めなければいけないと考えている。

河川環境評価ツール EvaTRiP Pro

EvaTRiP (Evaluation Tools for River environmental Planning)

河川環境に関する評価を簡易に行うためのiRICソルバ

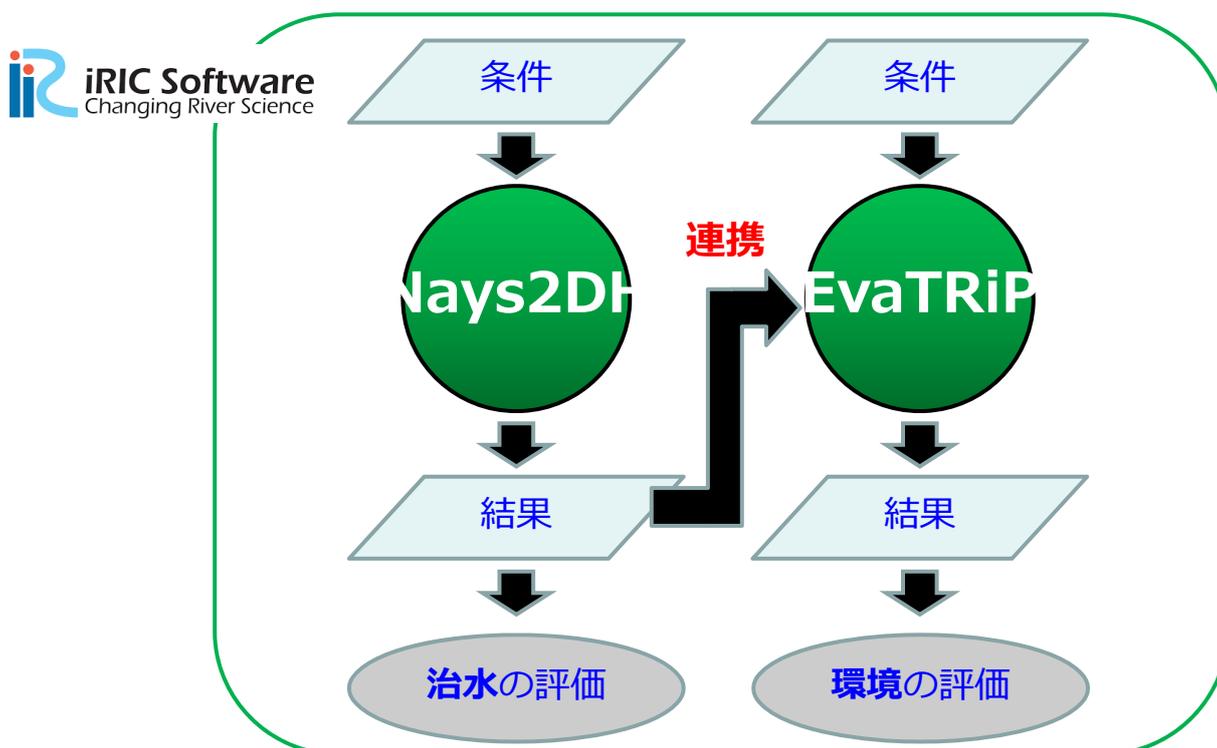
1つのソフトウェア (iRIC) 上で、
治水評価とともに、河川環境を定量的に評価し、
視覚的に分かりやすく表現



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

EvaTRiP 開発の趣旨

- 治水と環境を同じソフトウェアで、同時に評価できるようにする



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

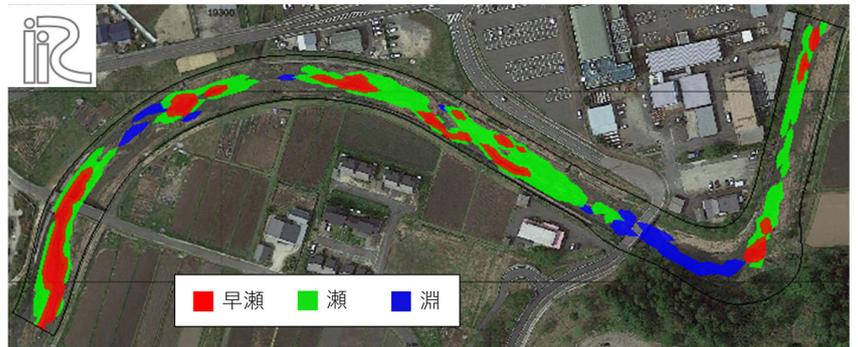
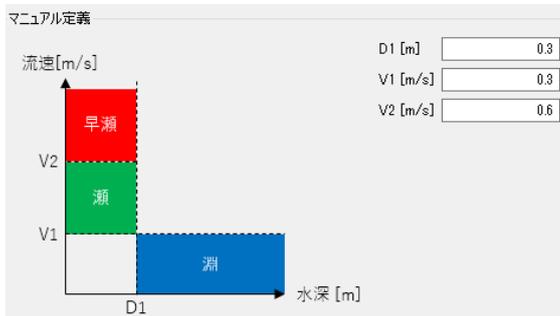
・フルード数による自動判別

フルード数や水深・流速を用いて瀬淵環境を分析

Pool ($fr < 0.04$) = 1
 Glide ($0.04 \leq fr < 0.15$) = 2
 Run ($0.15 \leq fr < 0.245$) = 3
 Riffle ($0.245 \leq fr < 0.49$) = 4
 Cascade / rapid ($0.49 \leq fr$) = 5



・マニュアル定義 (水深, 流速の閾値を指定)



© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

22

高知県弘見川の水制設置の事例

After : 2016.4.11撮影

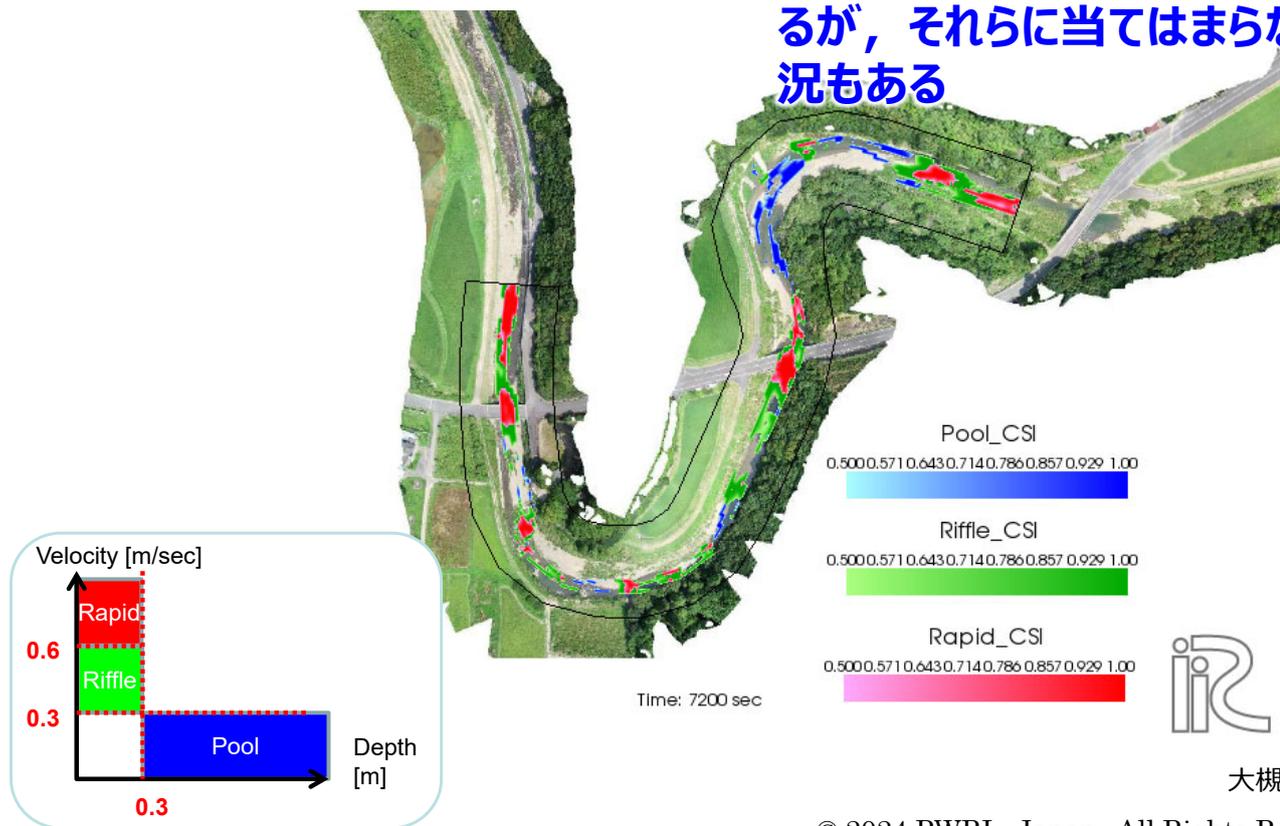


© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

23

- 出水後の流況に対する瀬淵の分布

Riffle (瀬), Rapid (早瀬), Pool (淵) いずれもあるが, それらに当てはまらない流況もある



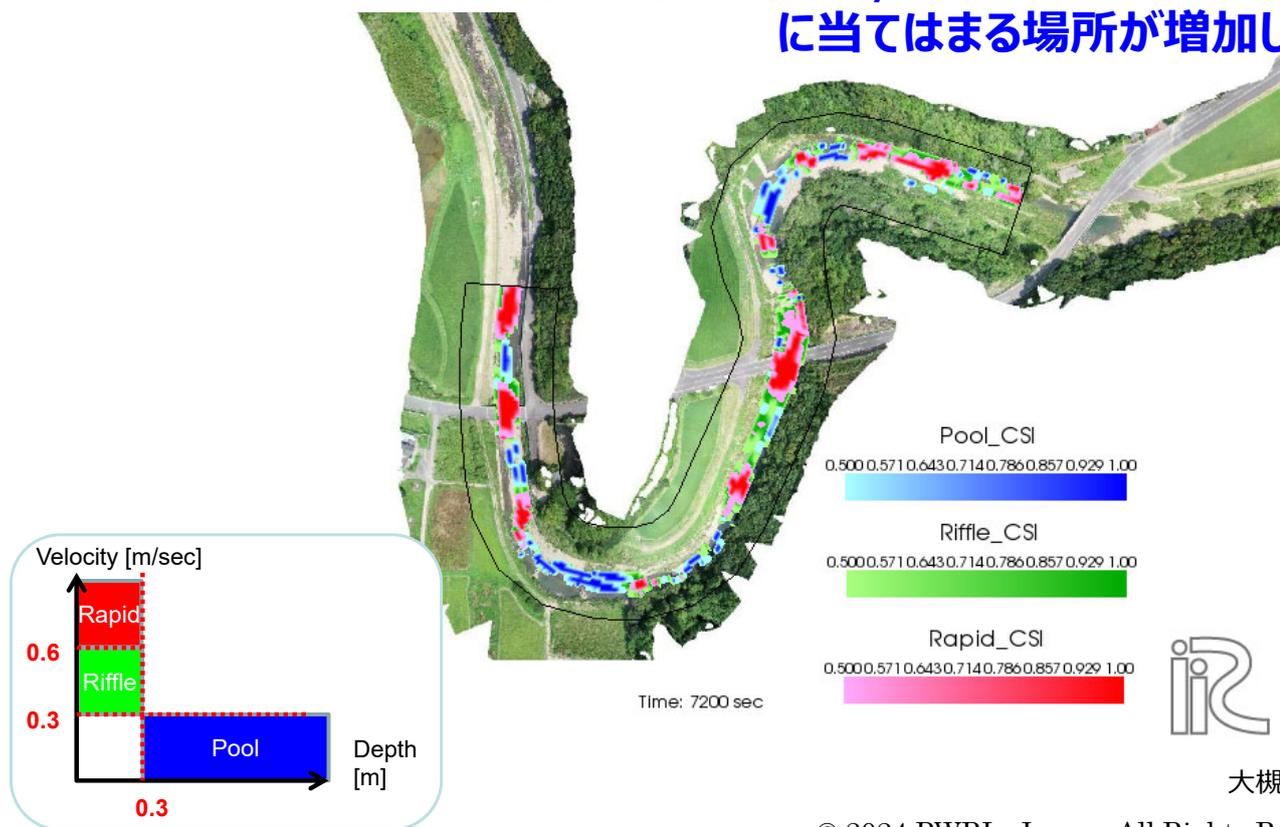
大槻@山梨大

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

24

- 出水後の流況に対する瀬淵の分布

Riffle (瀬), Rapid (早瀬), Pool (淵) のいずれかに当てはまる場所が増加した



大槻@山梨大

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

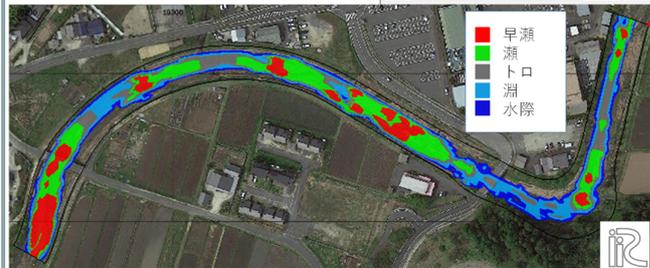
25

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

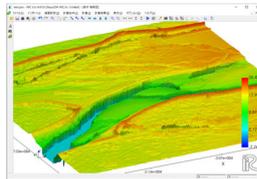


【自動判別判定の例】

- 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対応により河川評価に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の機能を一般化し、より高度な分析が可能
Pythonで開発されたソルバ→iRIC自体にPythonでの開発環境
Pythonのソースコードを参考に、自由に機能を追加できる!!

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

EvaTRiP Proの機能

①瀬淵分析

- ・フルード数や水深・流速で瀬淵環境を分析

②統計分析

- ・時間的、空間的な統計量を計算

③変数の閾値分類

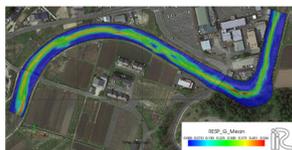
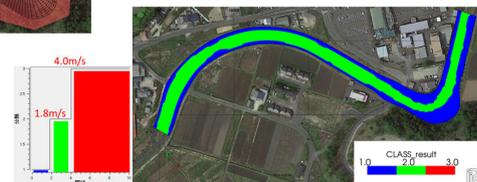
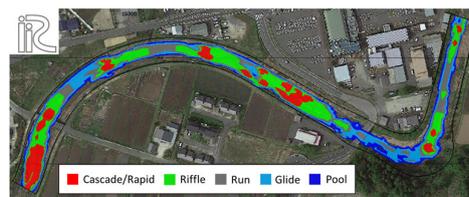
- ・値を閾値によりクラス分け
- ・護岸の要否、陸生植物生育可否の評価等が可能

④変数の合成ツール

- ・フルード数や移動限界粒径などを計算
- ・マニュアル定義欄で使用者の自由な発想を支援

⑤応答関数ツール

- ・応答関数を用いた分析
- ・PHABSIMの計算が可能



EvaTRiPの機能は
すべてEvaTRiP Proへ移行（R4年度末）

景観評価ツール バーチャルツアー

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved. 28

景観評価の現状と課題

河川改修後の景観を住民などに伝えるため、
これまでスケッチパース、フォトモンタージュ、模型

課題

- **固定された視点** からのみの確認
- **実際のサイズ・規模感・周辺との関係** が分かりづらい

→ 得られる情報量は、実は・・・ **少**



的確に景観を評価する**新たなツール**が求められている

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved. 29

注目を集めてる「バーチャルな空間」の利用

➤ 「現実」にある世界を「バーチャルな空間」に表現することで、その場を訪れなくても景観を確認



➤ 「現実」をベースに将来の変化を「仮想現実」として表現すれば、景観がどのように変化するのも確認

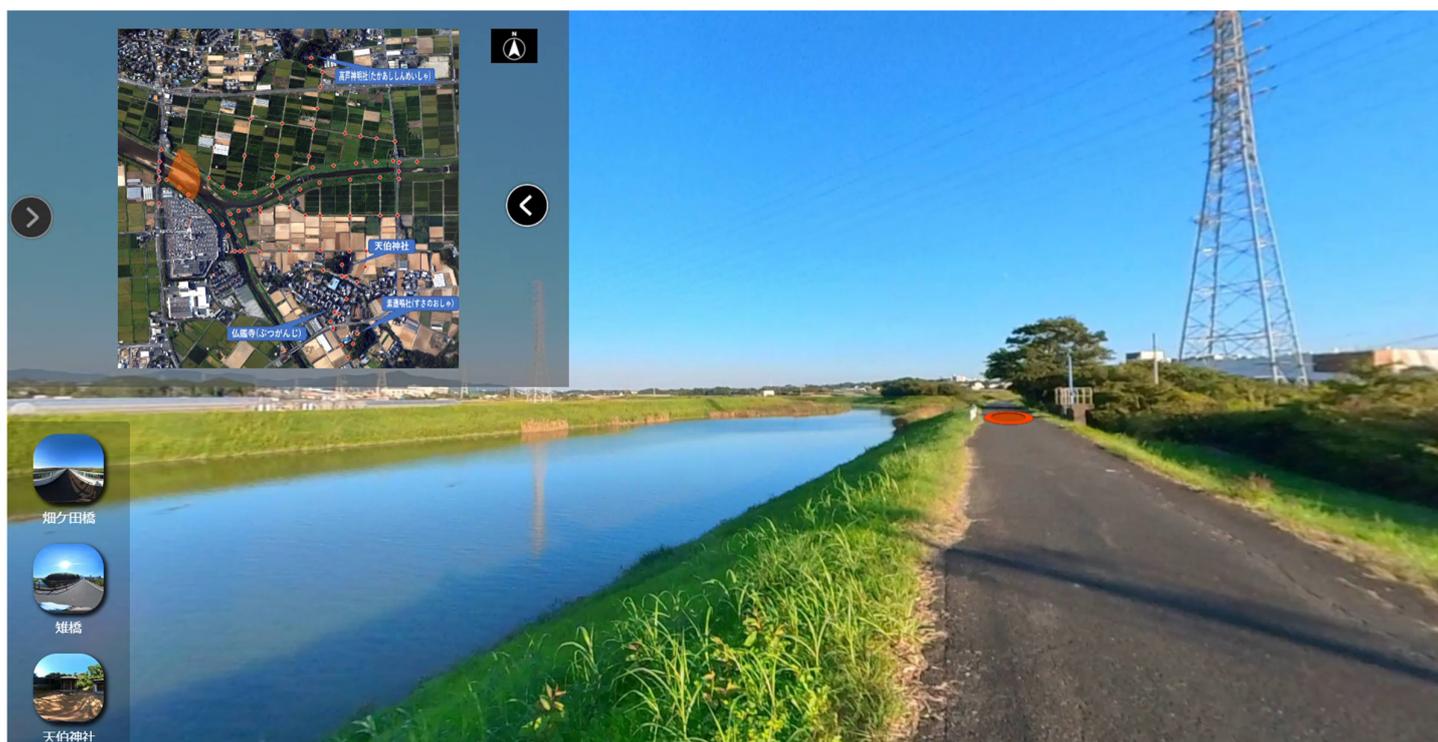
「現実」と「仮想現実」の両者を
「バーチャルな空間」に作り出すことで、
河川景観評価手法を提案

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

30

整備前の確認

360度写真+バーチャルツアー



© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

31

仮想現実による景観評価ツールの提案

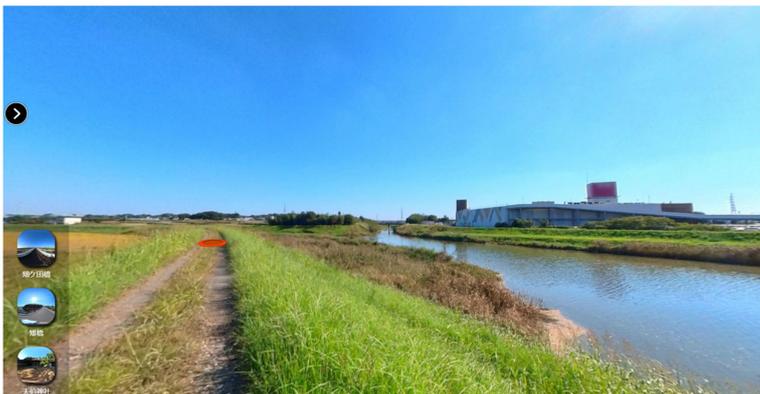


© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

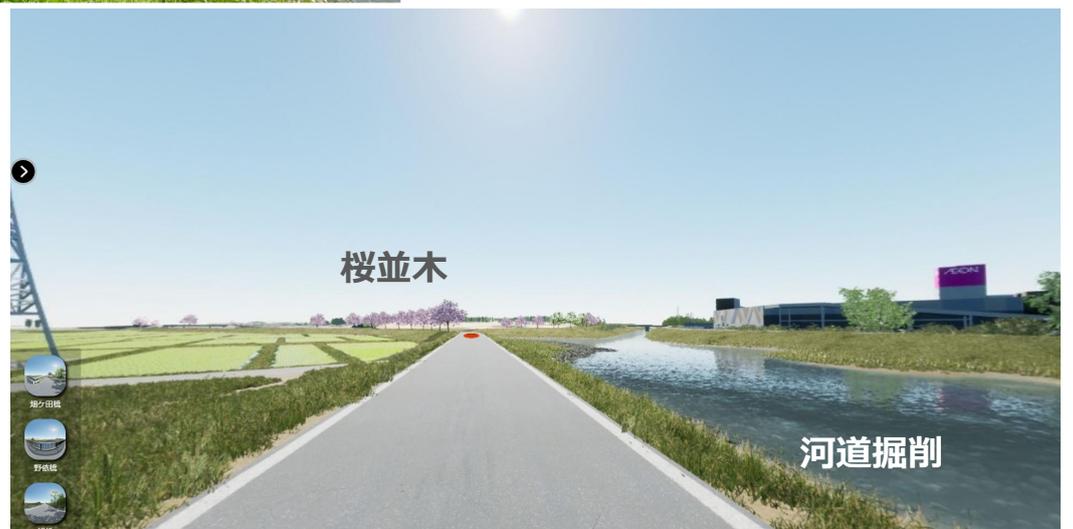
32

整備前後の景観比較

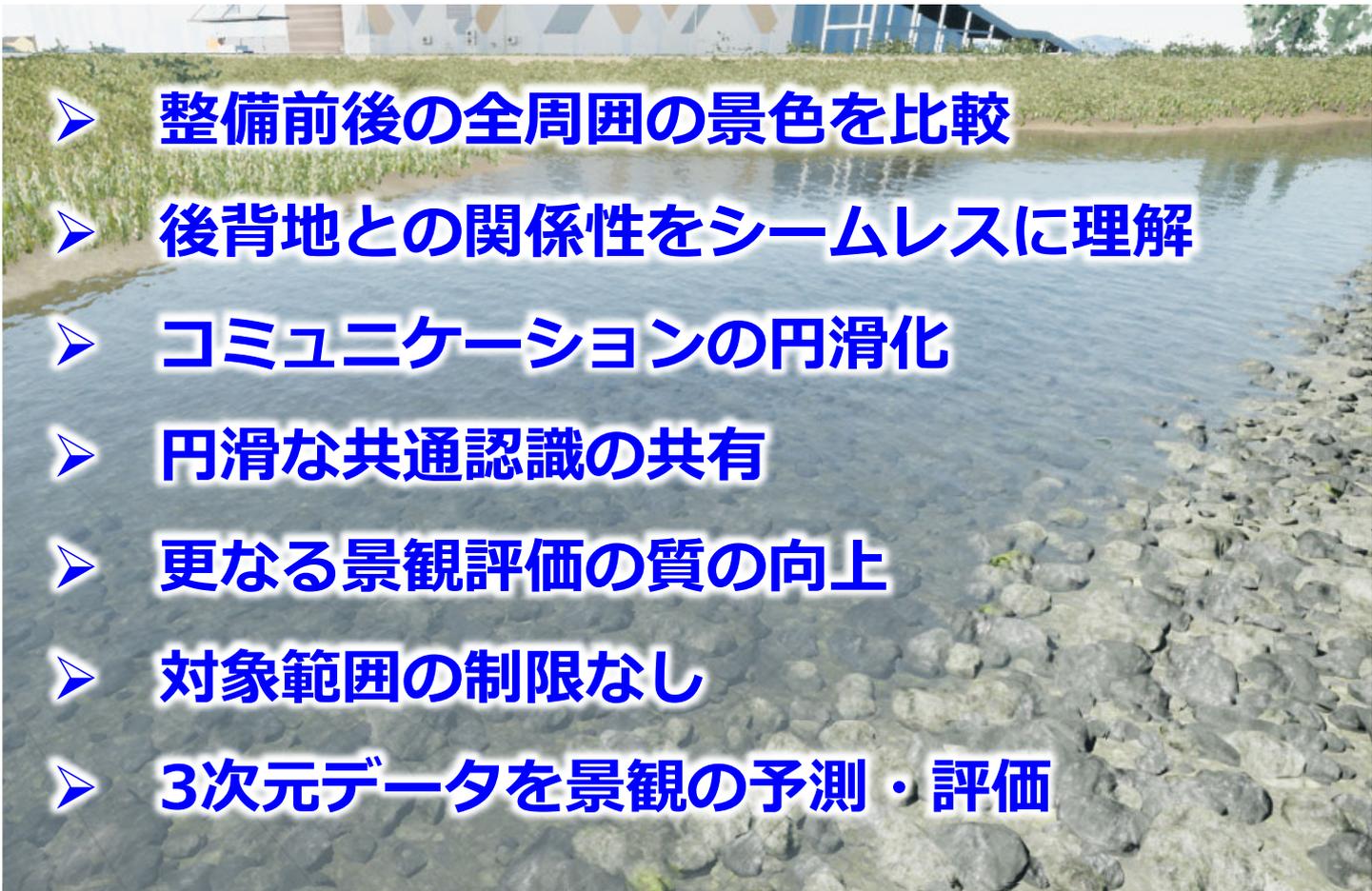
整備前



整備後



33

- 
- 整備前後の全周囲の景色を比較
 - 後背地との関係性をシームレスに理解
 - コミュニケーションの円滑化
 - 円滑な共通認識の共有
 - 更なる景観評価の質の向上
 - 対象範囲の制限なし
 - 3次元データを景観の予測・評価

34

3次元の多自然川づくり支援ツールの普及に向けて



多自然川づくり支援ツール

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved. 36

RiTER3D および TIN Simplifierの公開

自然共生研究センターのホームページで多自然川づくり支援ツールのマニュアルなどを入手



バーチャルツアー作成 手引き 3Dvista Virtual Tour PRO編

内容

1. バーチャルツアーとは	2
2. バーチャルツアーの作成 (基本編)	4
2.1. プロジェクト作成	5
2.2. パノラマ (360度画像) の繋ぎ合わせ	12
2.3. 各種メディア (画像や動画) のポップアップ表示	28
2.4. 平面図の表示	38
2.5. 作成結果の出力	57
3. バーチャルツアーの作成 (応用編)	61
3.1. 平面図のサイズ・位置の調整	62
3.2. 平面図の表示/非表示の切替ボタン作成	67
3.3. パノラマへの音声データの挿入	81

【バーチャルツアーの体験はこちら】



整備前の状況がわかるバーチャルツアー
(360度写真から作成)



整備後の状況がわかるバーチャルツアー
(仮想現実として作成)

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved. 37

講習会の開催



■ iRIC講習会

(iRIC+EvaTRiP+ RiTER Xsecによる河道計画)



バーチャルツアー作成講習会

iRIC講習会

- ◆ iRIC活用のメリットや活用事例の紹介
- ◆ 九州地整、中部地整、岐阜県などで複数回実施

バーチャルツアー作成講習会

- ◆ 都市計画、川まちづくり
- ◆ 九州地整、岐阜県、四日市市、建設コンサル協会などで実施

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

38

解説動画の公開 (YouTube)

■ RiTER Xsec解説動画のURLはこちら

動画は2本立てになっています。

①基礎知識編

<https://www.youtube.com/watch?v=OUx-DwpVOXo>

②実践編

<https://www.youtube.com/watch?v=UXg89DKhaI0>



■ EvaTRiP Pro解説動画

<https://www.youtube.com/watch?v=2xCdC9DmVLA&t=800s>

■ 河川測量成果をiRICに読み込めるデータ形式「rivファイル」へ (河道断面ファイルの作成方法)

<https://www.youtube.com/watch?v=uBRSzPqI7kM&t=202s>



自然共生研究
センターYoutube

■ 自然共生研究センターホームページ

<https://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/index.htm>

新しい動画を次々とアップ!

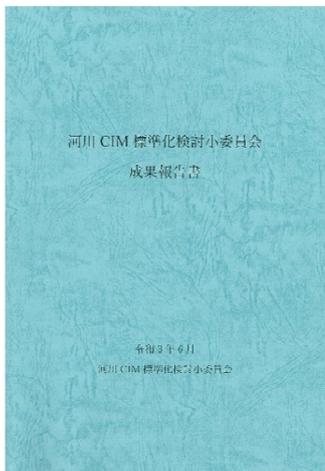
© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.

39

ガイドラインの発刊

■ 河川CIM標準化検討小委員会成果報告書（ガイドライン）の発刊(R3.6)

⇒ 三次元川づくりの推進に大きく貢献



「河川CIM標準化検討小委員会成果報告書」の表紙と目次

1. はじめに	1~10
1.1 この小委員会の狙い	1~10
1.2 参加メンバーとその構成	2~4
1.3 報告書の構成	4~4
2. 河川CIMにおける課題	5~5
2.1 川づくりからみた課題	5~5
2.2 CIMデータ運用上の課題	7~7
参考文献	9~9
3. 河川CIMのデータ運用	10~104
3.1 地形モデル	12~12
3.2 4段階におけるデータ運用	16~16
3.3 3つのデータの受け渡しシナリオ	18~18
3.4 地形編集の3手法	20~20
参考文献	27~27
4. 河川CIMの実装	28~28
4.1 各事例の位置づけ	28~28
4.2 設計：RITER等を用いた3次元川づくり	33~33
4.3 設計：福井におけるCADを使った河川管理	41~41
4.4 設計：ゲームエンジンを活用したVRによる川づくり	50~50
4.5 維持管理：九州地方整備局における三次元管内図の取り組み	69~69
5. 多様な河川CIMの活用	79~79
5.1 災害対応/360カメラやVRの活用	79~79
5.2 災害復旧/治水と環境を連携させた川づくり	82~82
5.3 人材育成/維持管理のできる人材を育てるためのVR活用	83~83
5.4 環境管理/定量化の可能性	87~87
5.5 ままづくり/かわまもづくりへのCIMの活用	88~88
6. 展望	92~92
6.1 モデルの可能性	92~92
6.2 地形	93~93
6.3 河川管理	93~93
6.4 設計	95~95
6.5 人材育成	96~96
謝辞	98~98
用語集	99~99

赤枠：土研執筆者

■ 河川CIM標準化検討小委員会では、土研が副委員長、委員を務めるなど報告書の作成に大きく寄与

■ 河川CIM標準化検討小委員会成果報告書」は、このBIM/CIM原則適用の流れに大きく貢献



JACIC
河川CIM標準化
検討小委員会報告書

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

本省からの事務連絡

事務連絡
令和4年3月18日

北海道開発局 建設部 河川計画課 課長補佐 殿
河川工事課 河川技術対策官 殿
東北・関東・中部・近畿・中国・九州地方整備局
河川部 河川環境課長 殿
北陸・四国地方整備局 河川部 河川計画課長 殿
各地方整備局 河川部 河川工事課長 殿

国土交通省 水管理・国土保全局
河川環境課 課長補佐
治水課 課長補佐

多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について（試行）

国土交通省では令和5年度までに小規模を除く全ての公共工事において、BIM/CIM原則適用の方針が示され、建設現場の生産性向上や働き方改革を促進するとともに、CIMを活用した多自然川づくりの高度化が求められています。

また、昨今、国立開発研究法人土木研究所においては、DXに資する三次元河川環境評価を可能とするツール「EvaTRiP Pro」が開発され、治水評価（平面二次元河床変動解析など）と組み合わせることで、3次元データを活用した治水と環境の評価を同時に行うことも可能となっています。

そこで、業務効率化・高度化を図るため「多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計（以下「河道の三次元設計」）」を別紙のとおり試行的に実施するので、ご対応をお願いします。

■ 「多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について（治水課河川環境課：事務連絡R4.3）」
「3次元の多自然川づくり支援ツール」が主たる河川環境評価ツール

■ 3次元の多自然川づくり国交省管轄

R3 3河川

R4 2河川

R5 5河川

R6 4河川

計14河川で全国展開中

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

手引きの発出

多自然川づくりの高度化に向けた河道の3次元設計導入の手引き
(案)

令和6年3月

多自然川づくり高度化ワーキンググループ
公益財団法人 リバーフロント研究所

- 令和5年度末、公益財団法人リバーフロント研究所から「**多自然川づくりの高度化を目指した河道の3次元設計ツール導入の手引き（案）**」が発刊
- 本手引きでは、本支援ツールの成果が活用
- この手引きに関して、土木研究所では技術的監修や手引き自体の作成支援などの役割を果たした

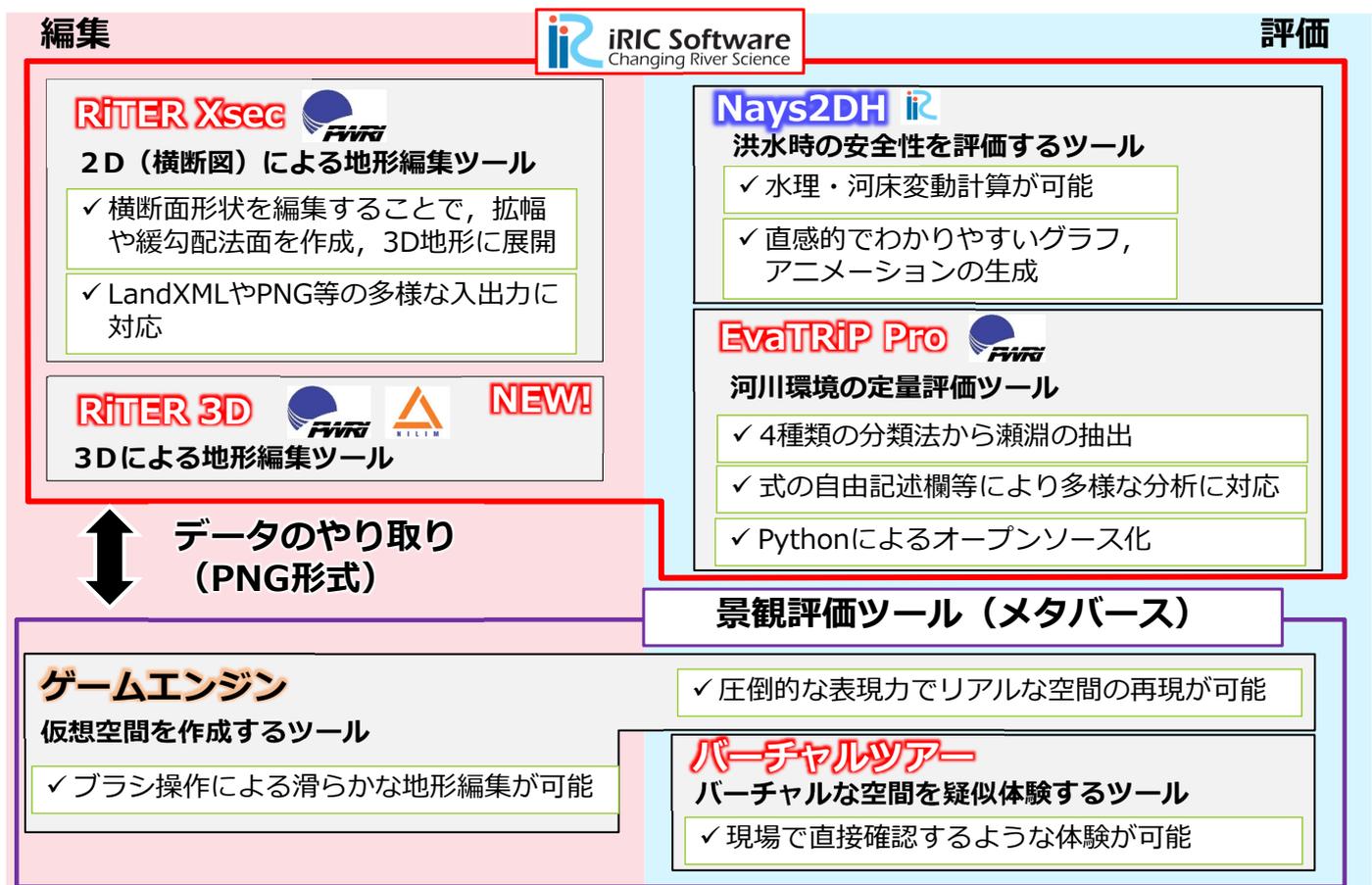


当手引きのダウンロード
(公財) リバーフロント研究所

© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

42

3次元の多自然川づくり支援ツール 全体像



© 2024 PWRI, Japan. All Rights Reserved.

43



神奈川県 和泉川

断面ありき（定規断面）の検討ではこの川は作れません！

© 2024 PWRI , Japan. All Rights Reserved.