

3次元の多自然川づくり支援ツール (iRIC – RiTER & EvaTRiP)

国立研究開発法人 土木研究所
水環境研究グループ 自然共生研究センター
主任研究員 林田 寿文

土木研究所 自然共生研究センター



水環境研究グループ

河川生態チーム

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

本発表のながれ

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. 全体像 (iRICとは?)
2. RiTER (ライター) の概要
3. EvaTRiP (エバトリップ) の概要

1. 全体像

iRIC ソフトウェア とは



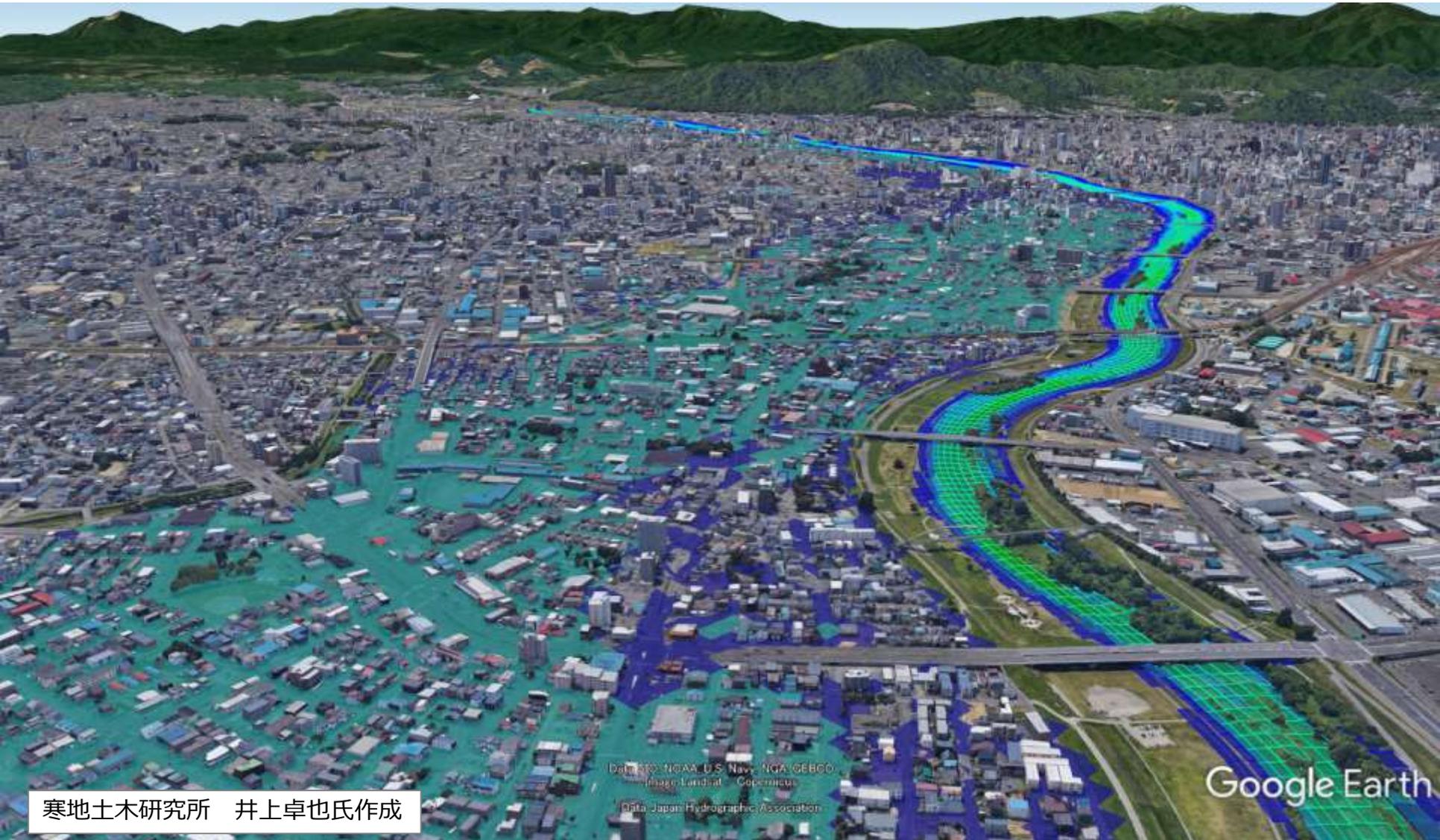
- iRICソフトウェアは、水工学に関する数値シミュレーションのプラットフォームで、**無償で利用が可能・汎用性高い・急速に普及(国内外)**
- 河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアとして開発開始
- 氾濫・流出・津波、土石流モデルなどの様々な数値シミュレーションモデルに対応することで機能拡張が継続

iRIC ソフトウェア の 計算の流れ

準備 (プリプロセッサ)	測量・地形データ入力、地形の編集
解析・計算 (ソルバ)	必要に応じた様々なモデル（ソルバ）を選んで計算
結果可視化 (ポストプロセッサ)	結果を分かりやすく表現する

Google Earth上での可視化

評価結果を分かり易く表示



寒地土木研究所 井上卓也氏作成

iRIC を使うメリット

河川（事業）の実態、予測、効果を分かりやすく見る・示すことができる！

✓ 行政のメリット（発信者として）

迅速な災害復旧、環境対策に配慮、財政の効率化、説明責任、産官民の共通理解など

- 治水と環境の両立した多自然川づくりを支援することが可能な強力なツール

✓ 住民のメリット（受信者として）

激甚化する気象に対する防災対策の理解と環境の創出

- 理解のしやすいデータによる避難行動の迅速化
- 治水安全度の向上+良好な環境の創出

✓ 建設コンサルタントのメリット（使用者として）

業務の効率化

- 治水&環境に配慮したきめ細やかな災害復旧案の作成が容易
- 現場への新技術の適用が容易
(ドローン (UAV), グリーンレーザ (ALB),
3次元モデル連携 (CIM) など)

多自然川づくりを支援するツールの必要性

iRIC を

河道計画、河道設計にも役に立つ「多自然川づくり支援ツール」
となるように開発を行う



1. 迅速に流下能力を評価を可能にする 【iRIC ソルバ】
2. 河川環境の定量的な評価を可能にする 【EvaTRiP】
3. 地形を柔軟に改良し、
工夫を直ちに計算への反映を可能にする 【RiTER】

新しい河道計画・設計支援ツールの開発

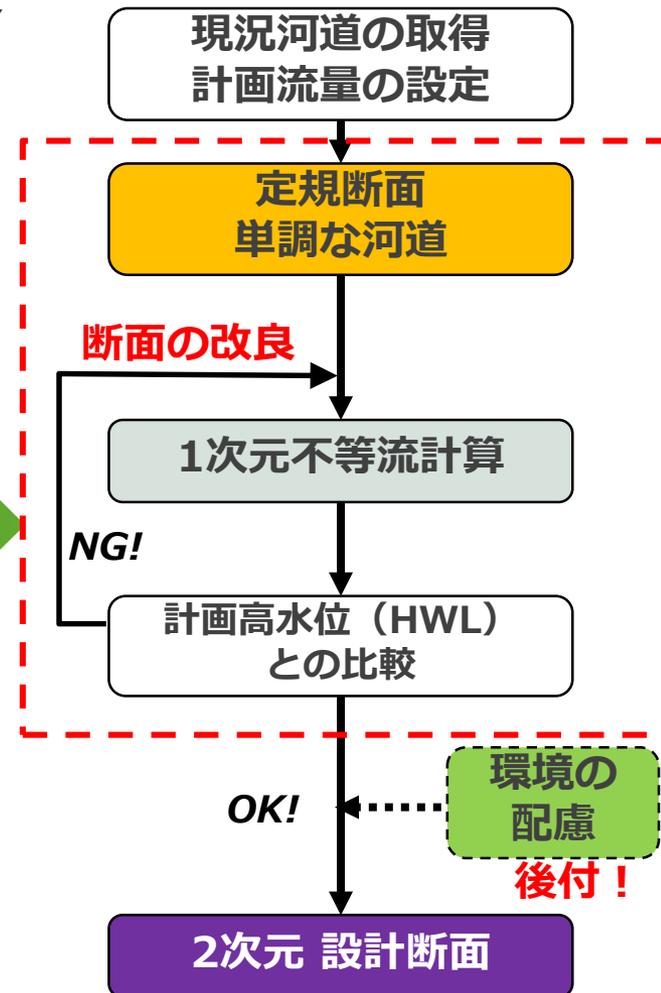
- ✓ **中小河川の改良復旧事業**では河道が大きく改変
河川環境の抜本的改善の数少ない機会

しかしながら現状のプロセスでは、
検討時間が足りないという理由で、
定規断面、一定勾配の単調な河道となりがちなこと、
河川環境の配慮が後付けとなってしまうことが課題

支援ツールが必要

- ✓ 河道設計をスピードアップしつつ高度化
- ✓ 治水と環境を同時かつ定量的に評価
- ✓ 検討する地形を柔軟に変更、直ちに計算

現行のプロセス



新しい河道計画・設計支援ツールの開発

現行のプロセス

新しく提案するプロセス

現況河道の取得
計画流量の設定

測量

現況河道の取得
計画流量の設定

新技術!
ドローン、グリーンレーザ、
測量など

定規断面
単純な地形

工夫された
複雑な地形

汎用河床変動フリーソフト

断面の改良

RiTER

1次元不等流計算

柔軟な
地形編集

iRIC Software
Changing River Science

NG!

計画高水位 (HWL)
との比較

2次元水理
河床変動計算

治水と
環境を
同時に
評価

河川環境等の
評価値算出

Nays2DH

EvaTRiP

OK!

後付!
環境の
配慮

HWL

河床
安定

生息場

護岸
必要性

植生

2次元 設計断面

3次元 設計断面

総合的に
判定

現状の検討方法だと
環境にほとんど配慮できず

2. 河道地形編集ツール RiTER とは

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3つのツール群です。

- ① 横断面ベースで編集 (RiTER Xsec) : 当センター開発
- ② 3次元の地形を直接的に編集 (RiTER 3D)
- ③ 仮想空間による編集 (RiTER VR)

RiTER Xsecを活用することで、

河川を俯瞰しながら河道断面の拡幅や法勾配の設定ができ、直ちに計算
に利用可能です

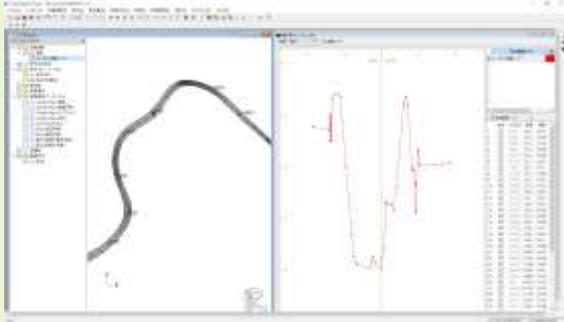
EvaTRiPなどと組み合わせることで、

環境にも配慮した細やかな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します

河道地形編集ツール RiTERの連携

RiTER Xsec

<横断ベース地形編集>



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

土研

iRIC の一部として実装
土木研究所で開発

従来の抜本的な河川計画に馴染んだ方法

RiTER VR

<仮想空間上での3D地形編集+体感>

別ソフト

国交省九州技術事務所で開発

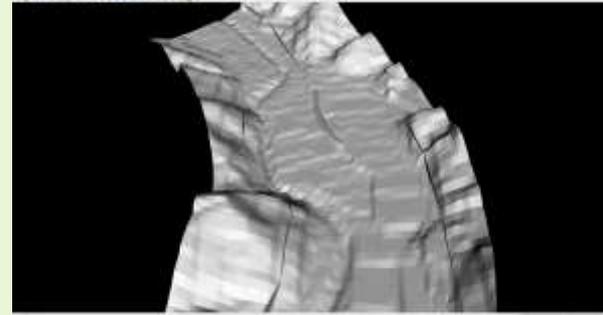
土研+九州技術事務所

次世代川づくり

- ゲームエンジンで仮想空間を構築、地形編集
- 体感しながら地形編集
- 合意形成にも活用

RiTER 3D

<3D地形編集>



粘土模型を作り変えるような直感的操作感で細やかな地形設計

土研 → 国総研

別ソフト

β版を土研公開→

国総研で開発

ワンド造成など部分的な川づくりに活用



河川計画・設計の策定支援ツールの開発

3次元測量結果の複雑な地形を2次元ベースで設計

→ 3次元設計でのOutput

● RiTER Xsec (ver.H30年度) の主な機能

□ 河川技術者が使いやすく！

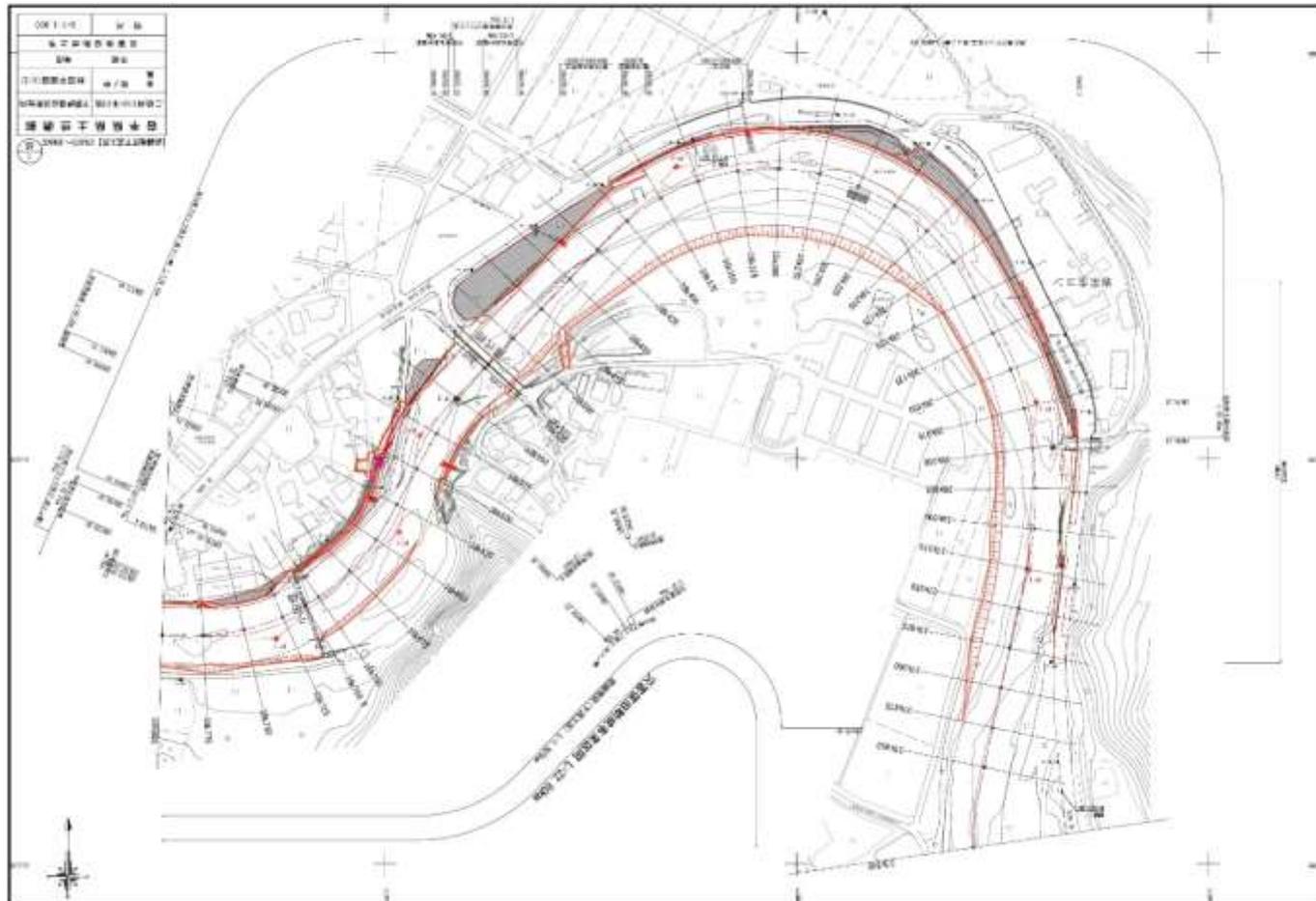
- ✓ 工事図面と航空写真の簡単な重ね合わせが可能
- ✓ 平面図にライン（道路、官民境界など）を記入し、それを横断図にも表示
- ✓ 横断図を簡単に編集する機能
- ✓ 横断図に複数の水位ラインを表示

● RiTER Xsecは、開発を継続（ver.R元年度）

RiTER Xsec の機能

工事図面と航空写真を簡単に重ね合わせる機能

対応点の指定による位置合わせの機能（ジオレファレンス機能）

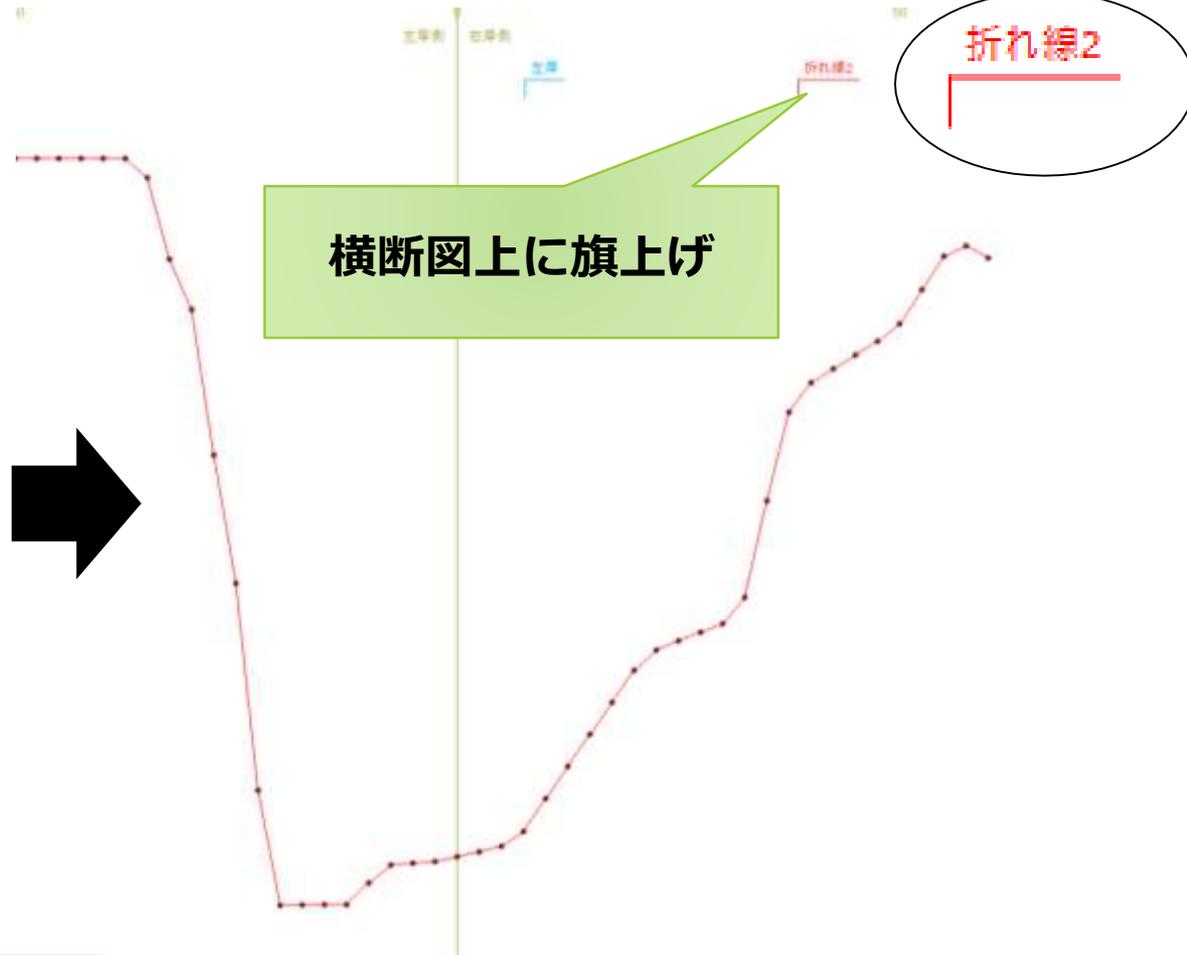
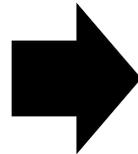


RiTER Xsec の機能

平面図上の情報を横断図上に参照させる機能



平面図で「参考情報」
となる線（赤線）を定義



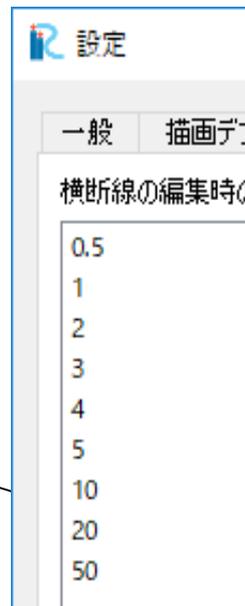
用地境界や道路，公園などを意識した
引き堤や法勾配の設定ができる

RiTER Xsec の機能

- 法勾配をあらかじめ設定した上での断面編集

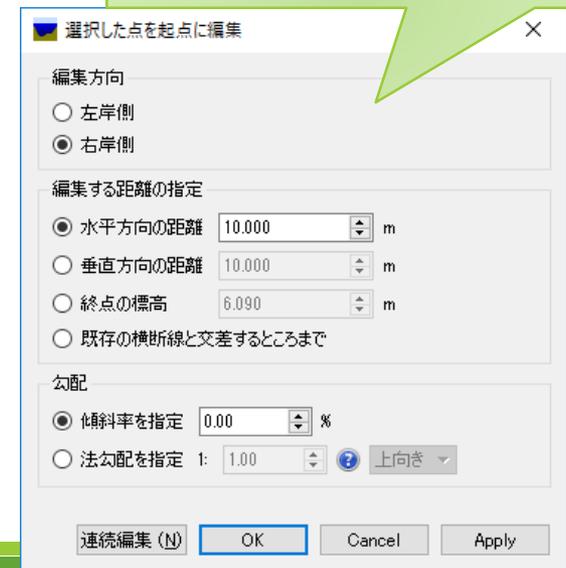
間に点があっても一気に編集
(これまでは一点ずつ)

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点を動かさないで編集ができない

直接数値入力でも
設定可能



3. EvaTRiPとは

EvaTRiP (Evaluation Tools for River environmental Planning) とは、
河川環境に関する評価を簡易に行うためのiRICソルバです。

EvaTRiPによって、

**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できます**

これにより、

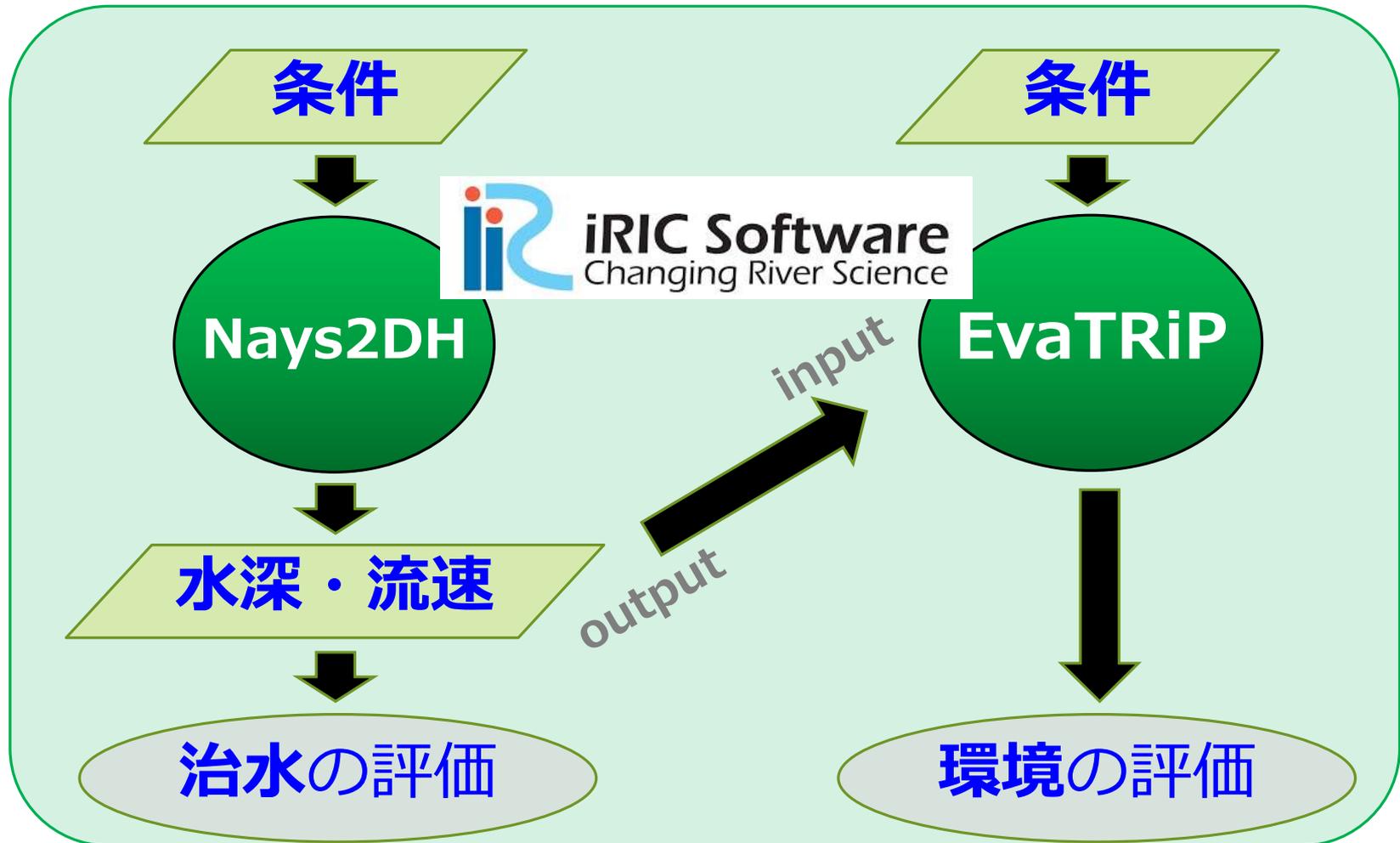
**環境にも配慮した細やかなデザインが可能となり、
予算要求や説明会での強力な説明材料にでき、
作業効率アップ・コスト縮減にも貢献します**

中小河川の設計・管理に関わる行政職員やコンサルタントの
方々への普及を主に目指しています。

EvaTRiP の機能

EvaTRiPのねらいは、治水と環境を同じソフトウェアで、簡単かつ同時に評価を可能に

EvaTRiPは、Nays2DHなどの他ソルバでの計算結果を用いて5種類の評価値を算出



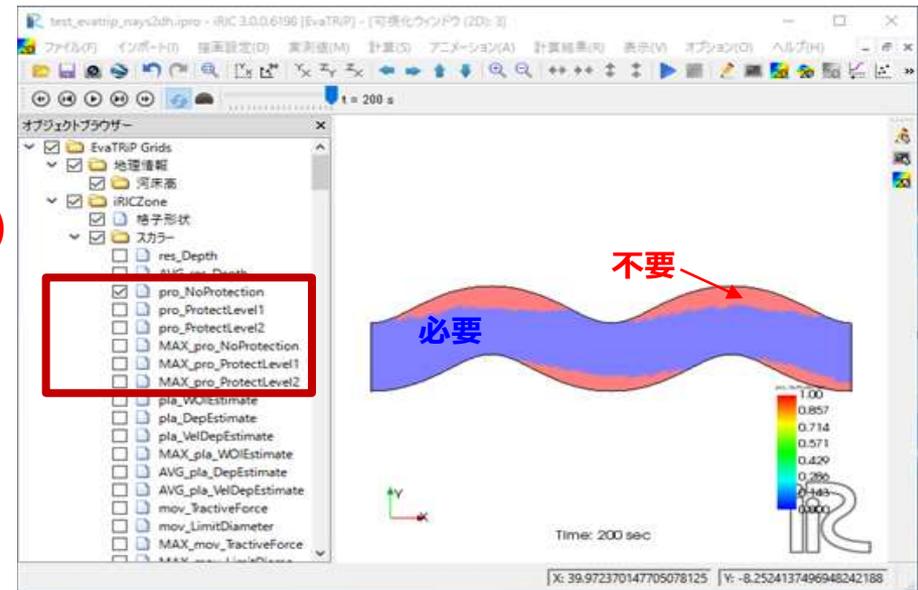
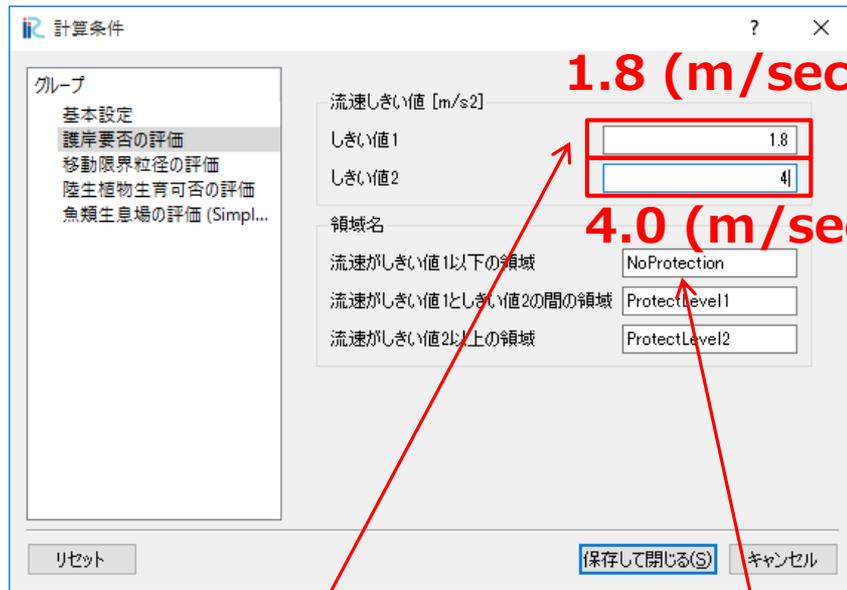
EvaTRiP の機能

河川環境評価として 5 種類の評価値を算出します

1. 護岸の要否の評価
2. 移動限界粒径の評価
3. 河道内の陸生植物の生育評価
4. 魚類生息場の評価
5. 瀬淵分布の評価

①護岸の要否の評価

- 流速から護岸が必要かどうかを判定します。
- ポイントブックIIIや美山河に記された基準値がセットされているので、基準値を個別に検討する必要は基本的にはありません。



多自然川づくりポイントブックIII



植生に覆われた河岸の耐侵食流速の目安：1.8 (m/sec)

美しい山河を守る災害復旧



護岸設置の目安 4.0 (m/sec)

②移動限界粒径の評価

- 流況解析結果で得られる水深および流速を用いて掃流力を計算し、その掃流力で移動しうる土砂の最大粒径（**移動限界粒径**）を算出します。
- 検討している改修形状で洪水を受けたとき、河床の安定性を評価するのに役立ちます。

掃流力の計算

$$\tau_0 = \rho g R I_e \quad I_e = \frac{n^2 V^2}{h^{4/3}} = \frac{n^2 \sqrt{v_x^2 + v_y^2}}{h^{4/3}}$$

岩垣の限界摩擦速度の式

$$u_*^2 = 10000 \times \frac{\tau_0}{\rho} (\text{cm}^2/\text{s}^2)$$

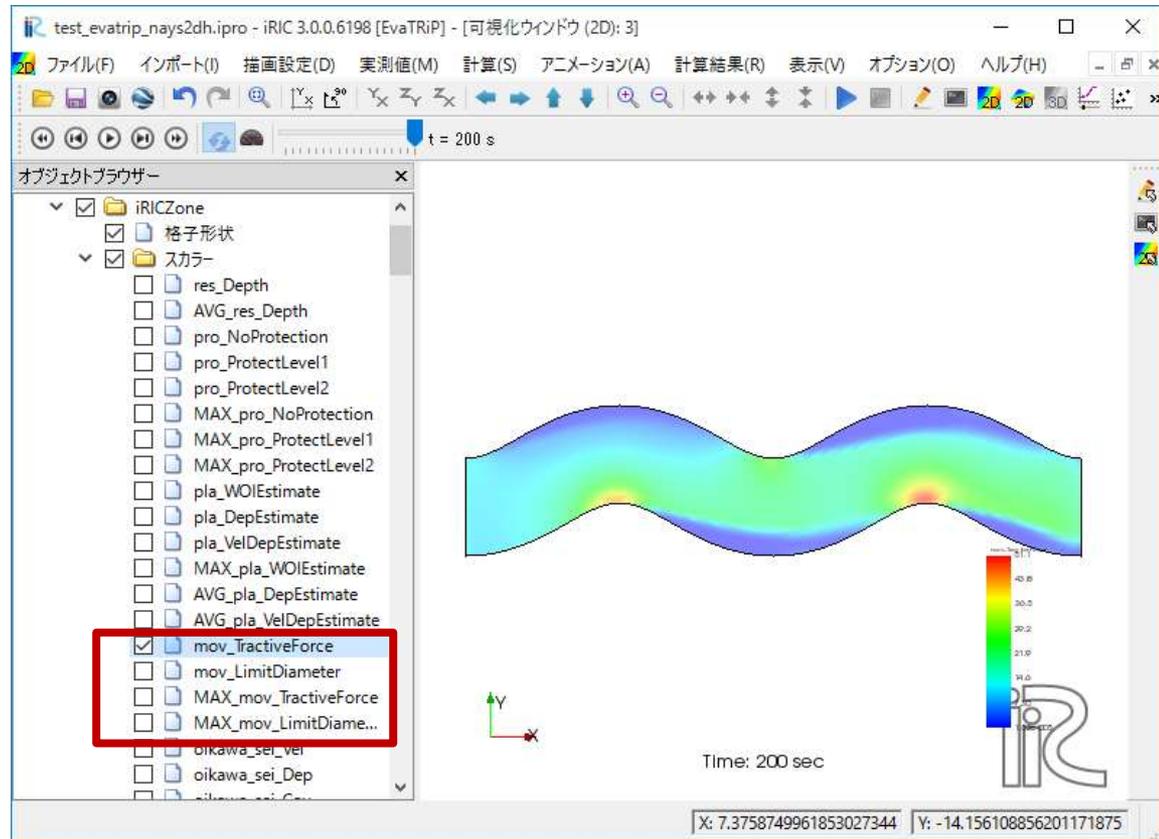
$$0.303 \leq u_*^2 / 80.9 \quad \rightarrow \quad d_{\max} = u_*^2 / 80.9 (\text{cm})$$

$$0.118 \leq (u_*^2 / 134.6)^{22/31} \quad \rightarrow \quad d_{\max} = (u_*^2 / 134.6)^{22/31} (\text{cm})$$

$$0.0565 \leq u_*^2 / 55.0 \quad \rightarrow \quad d_{\max} = u_*^2 / 55.0 (\text{cm})$$

$$0.0065 \leq (u_*^2 / 8.41)^{32/11} \quad \rightarrow \quad d_{\max} = (u_*^2 / 8.41)^{32/11} (\text{cm})$$

$$\text{else} \quad \rightarrow \quad d_{\max} = u_*^2 / 226 (\text{cm})$$



③河道内の陸生植物の生育の評価

➤ 水深・流速による草本植物（特にツルヨシ）の定着可能性評価

現地の実態調査で、草本定着の閾値を解明

• 水深 (h) による評価

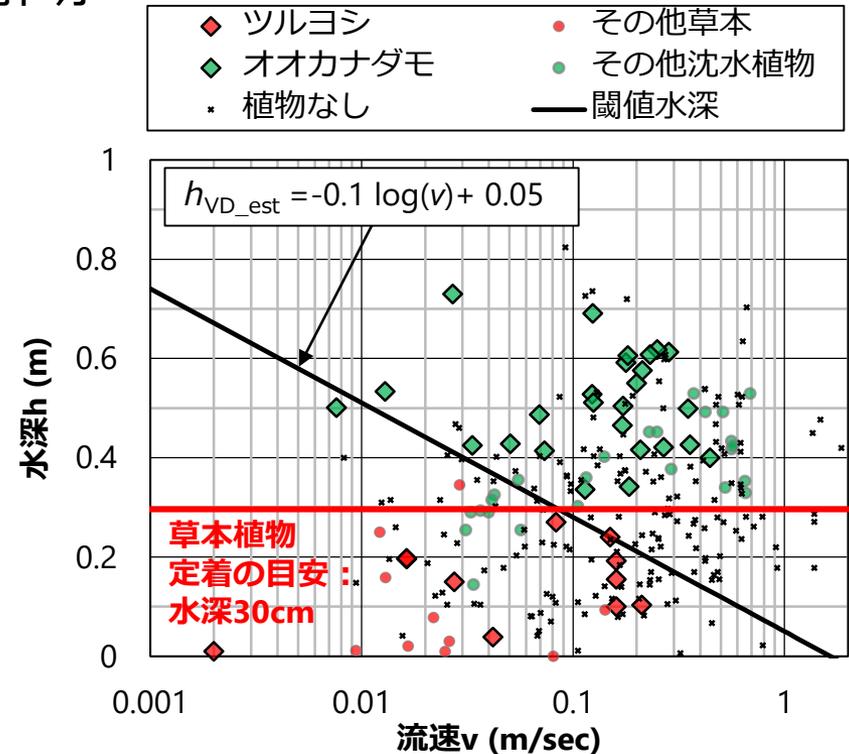
- $h \leq 20\text{cm}$: 3 (可能性大)
- $20 < h \leq 30\text{cm}$: 2
- $30 < h \leq 40\text{cm}$: 1
- $40\text{cm} < h$: 0 (可能性低)

• 水深と流速による閾値水深(h_{VD_est})の評価

$$h_{VD_est} = -0.1 \log(v) + 0.05$$

$$h < h_{VD_est} : 1 \text{ (可能性大)}$$

$$h_{VD_est} < h : 0 \text{ (可能性低)}$$



➤ 掃流力と粒径の関係による植物の流失可能性評価も可能



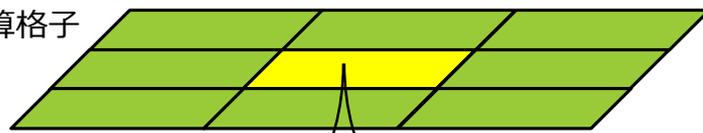
④ 魚類生息場の評価

- PHABSIM (Physical HABitat SIMulation) の考え方に基づいた生息場好適度の評価を行います。
- 水深・流速に加え、河道係数 (植生カバー等) の分布を別途与え、それらに対応する選好曲線から生息場好適度を算出します。

PHABSIMの考え方

生息場環境量の分布
(Microhabitat Data)

計算格子



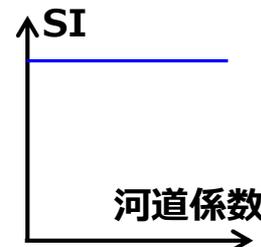
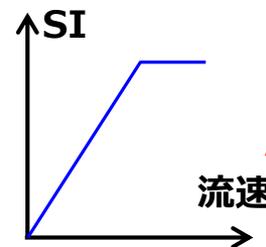
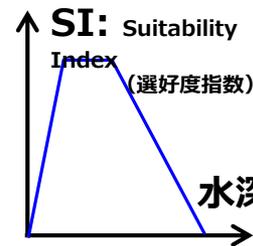
計算結果
として
保持



別途
追加



選好曲線
(Habitat Suitability Criteria)



生息場好適度
(Habitat Suitability)

統合

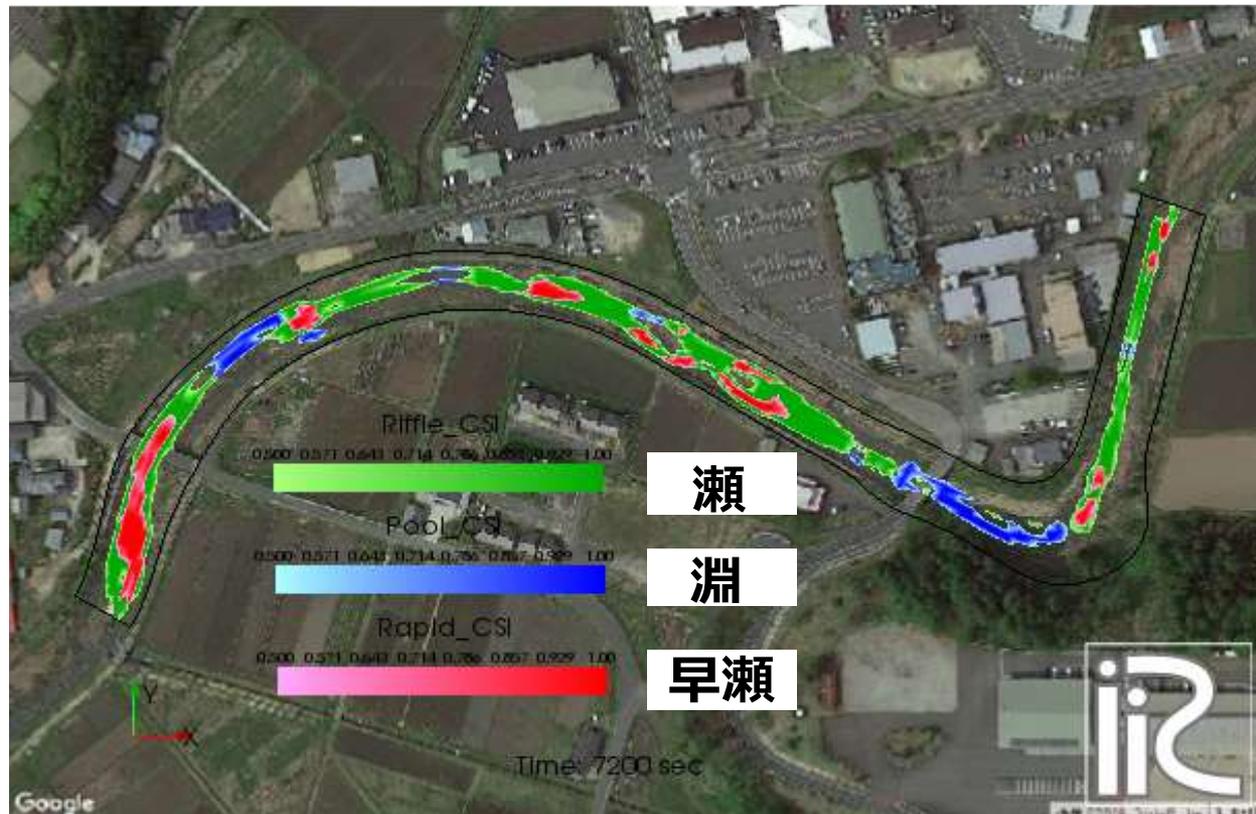


(CSI : 合成適性値)

対応

⑤ 瀬や淵の分布評価

- 抽出する条件に合わせて生息場評価の関数を設定することで、瀬・淵を抽出することができ、簡単に工事前後の環境評価を行うこともできます。



瀬淵マップ

工事前後で瀬淵がどのように変化するか??

魅力あふれる河川環境の創出へ



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！