

20191029_リバーフロント研究所 第17回「川の自然再生」セミナー
@月島社会教育会館 4階ホール

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

国立研究開発法人土木研究所
自然共生研究センター
専門研究員 大槻順朗

 国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

目次

2

1. 自然共生研究センターについて
2. 中小河川における多自然川づくりの課題
3. 「多自然川づくり支援ツール」について
 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. 地形を柔軟に改良でき、工夫を直ちに計算に反映できるようにする【RiTER】
 3. 河川環境を定量的に評価できるようにする【EvaTRiP】

 国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

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／木曾川流域

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

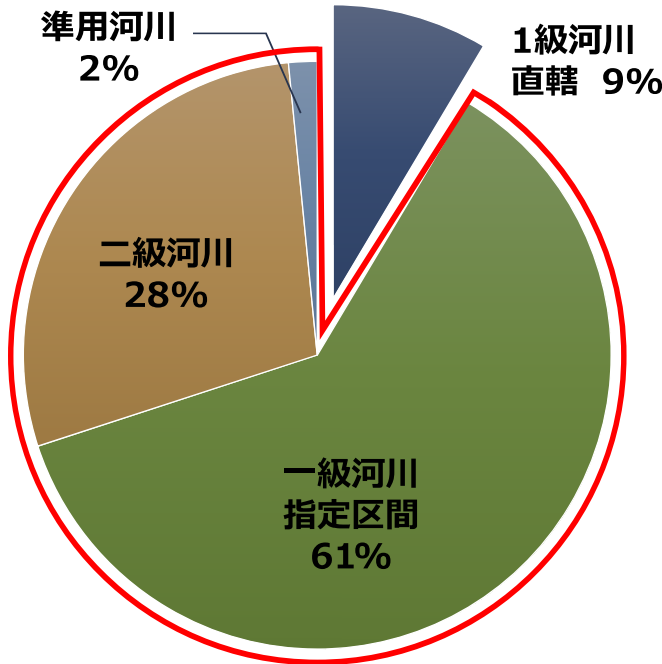
④情報発信
河川環境の効果的な情報発信手法に関する研究

実験河川 (流路延長 800m*3)

2. 中小河川における多自然川づくりの課題

中小河川

我が国の河川の延長（約13万km）



1級河川直轄 (大河川)

5



中小河川 全国河川のおよそ9割



中小河川での課題

6

- **現状**の中小河川は、戦後の治水中心の改修で、**せまく深く単調な劣化した環境**の川になっている。これは、**被災要因**にもなっている場合が多い。
- 改修済みの河川を**通常の改修**で改善することは**予算的に難しい**。
- 一方、**災害復旧（改良復旧）**では**予算があっても時間がない**。そのため、**いい川にするための工夫ができていないことが多い**。
- **維持管理**に対する**予算も限られており**、**小さなコストで長く良い状態を維持できるようにすることも求められている**。

7

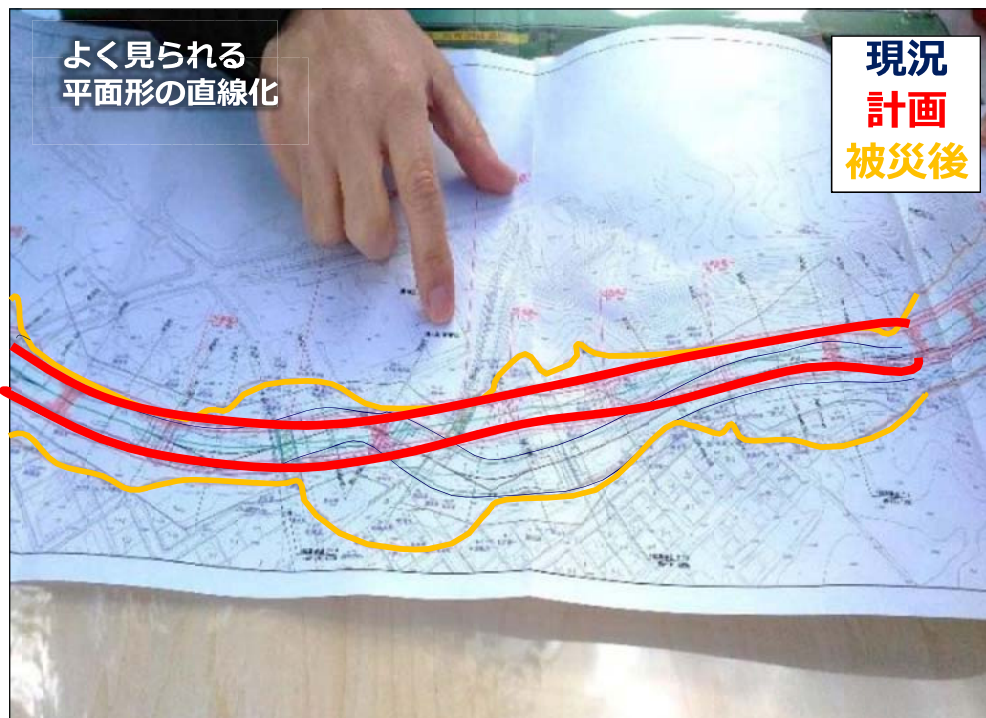
中山間から扇状地の中小河川での被災



- 上流で生産された土砂が堆積し、流路変動を生じて川幅が大幅に拡大.
- 復旧の観点では、ほとんど一から川づくりするような計画になる.

8

災害復旧事例

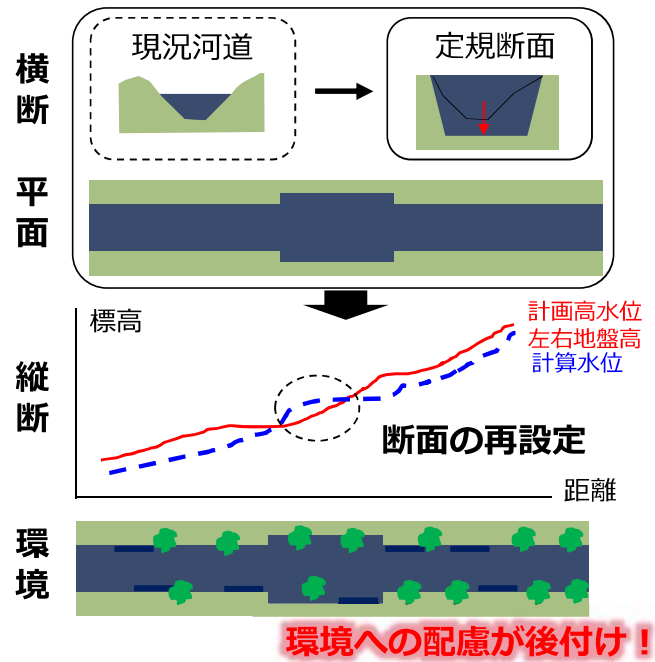
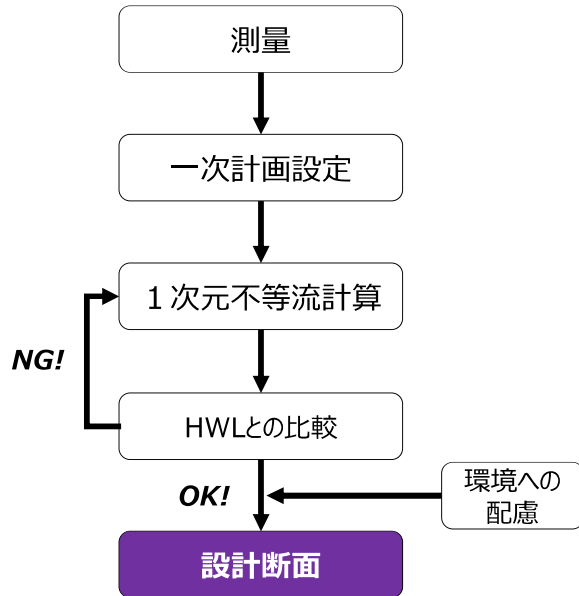


➤ 平面形に自由度がある場合でも、現状では、「狭くまっすぐな川」になってしまう。

改良復旧における問題点

- 現状のプロセスでは、定規断面、一定勾配の河道計画を基本としており、河川環境の配慮が後付けとなりがちである。

現状の計画設計プロセス



3. 「多自然川づくり支援ツール」について

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. 地形を柔軟に改良でき、工夫を直ちに計算に反映できるようにする【RITER】
3. 河川環境を定量的に評価できるようにする【EvaTRiP】

「多自然川づくり支援ツール」の開発

✓ 中小河川の環境を左右する「災害復旧」では、時間的余裕がないことで十分な検討が行われないまま単調な河川となる場合が散見されるのが課題

既存のソフトウェアを活用し

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. 迅速に流下能力の評価ができるようにする【iRICソフトウェア】
2. 地形を柔軟に改良でき、工夫を直ちに計算に反映できるようにする【RiTER】
3. 河川環境を定量的に評価できるようにする【EvaTRiP】

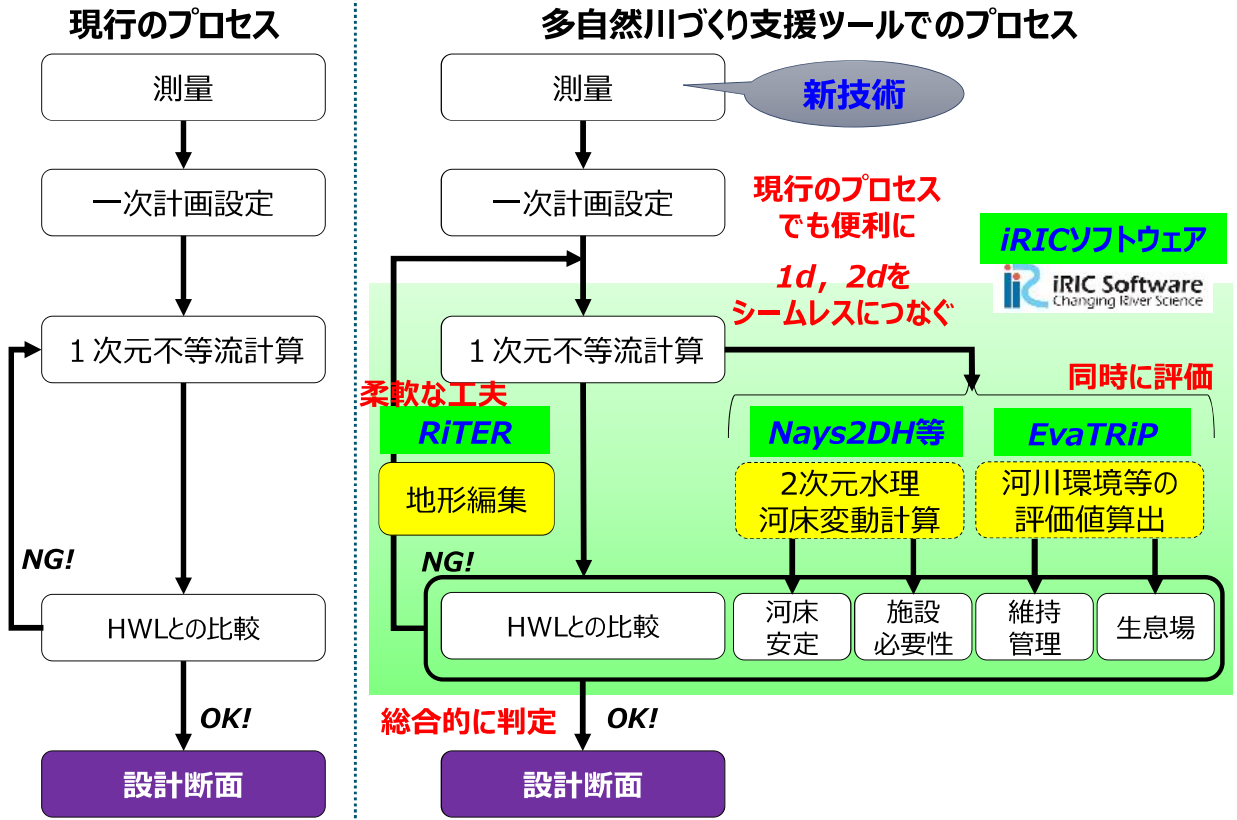
「多自然川づくり支援ツール」の全体像

iRIC ソフトウェアをベースに、川づくりに重要な3つの機能を支えるツール群

川づくりの工夫を反映する地形編集ツール ～RiTER～	洪水時の安全性を評価するツール ～iRICソフトウェア～	河川環境の定量評価ツール ～EvaTRiP～
<p>RiTER Xsec </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 横断面形状を編集することで、拡幅や緩勾配法面を作成、3D地形に展開。 	<p>iRIC Software Changing River Science</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水理・河床変動計算が可能。 ✓ 直感的でわかりやすいグラフ、アニメーションの生成 	<p>EvaTRiP </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 計算結果から瀬淵の抽出 ✓ 基準類にもとづく構造物の要不要判定 ✓ 既往の知見に基づく魚類生息場の良好度の評価
<p>RiTER 3D </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 直感的な掘る・盛るを実現。 		
<p>*RiTER VR  </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地形を仮想現実 (VR) に展開。 		

ツールを活用した河道設計プロセス

13

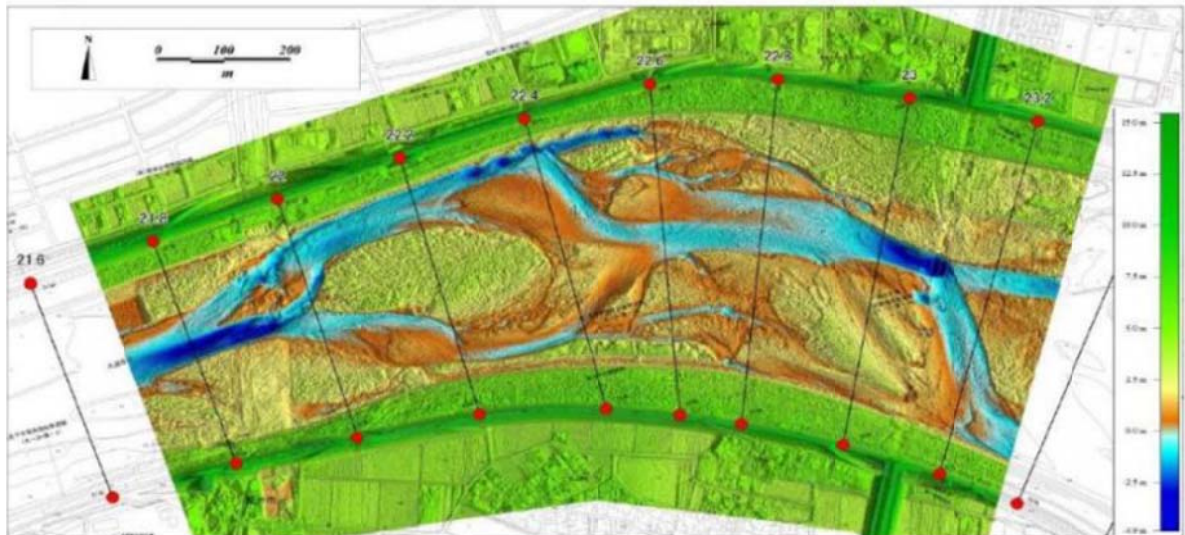


河川の3次元測量

14

■ 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(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



iRIC (International River Interface Cooperative) ソフトウェアとは、2007年に清水康行教授（北海道大学）とJon Nelson博士（USGS）の提唱によりはじまった活動で開発された、**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**です。

土木研究所自然共生研究センターでは、治水と環境の調和した川づくりに活用できる「**多自然川づくり支援ツール**」の開発を目指し、iRICプロジェクトに参加し開発を進めています。

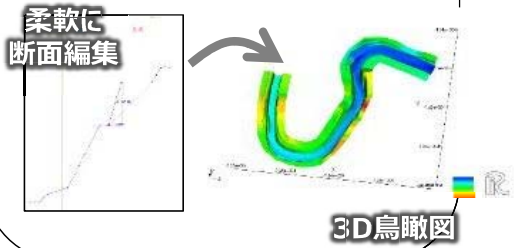
導入のメリット

- **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



計算準備 (プリプロセッサ)

- ✓ 計算メッシュ作成機能充実
- ✓ **断面を思い通りに変更、3次元地形に展開【RiTER】**
- ✓ 地理院などの標高データの読み込み・編集可能



計算実行 (ソルバ)

- 2次元河床変動【Nays2DH】
- 環境評価【EvaTRiP】**
- 1次元不定流【CERI 1D】
- 流出解析【SRM】...

※共生セ開発

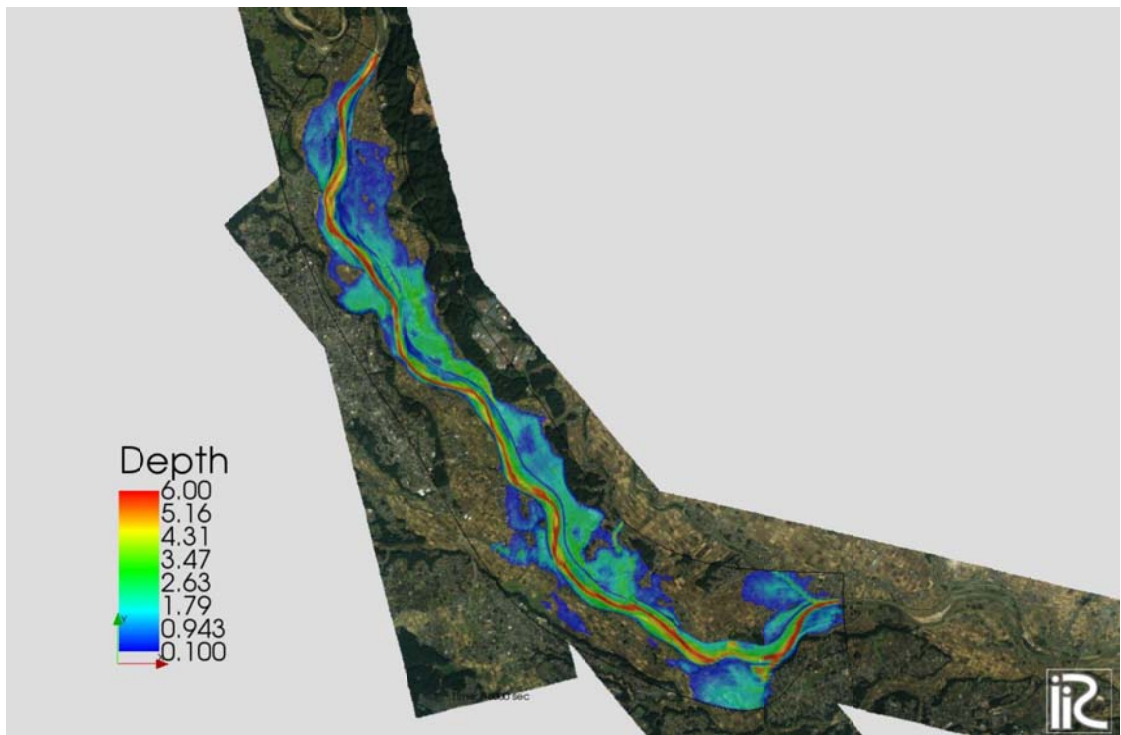
出力・グラフ化 (ポストプロセッサ)

- ✓ グラフ描画機能、アニメーション作成。
- ✓ googleマップ、地理院地図などの自動読み込み



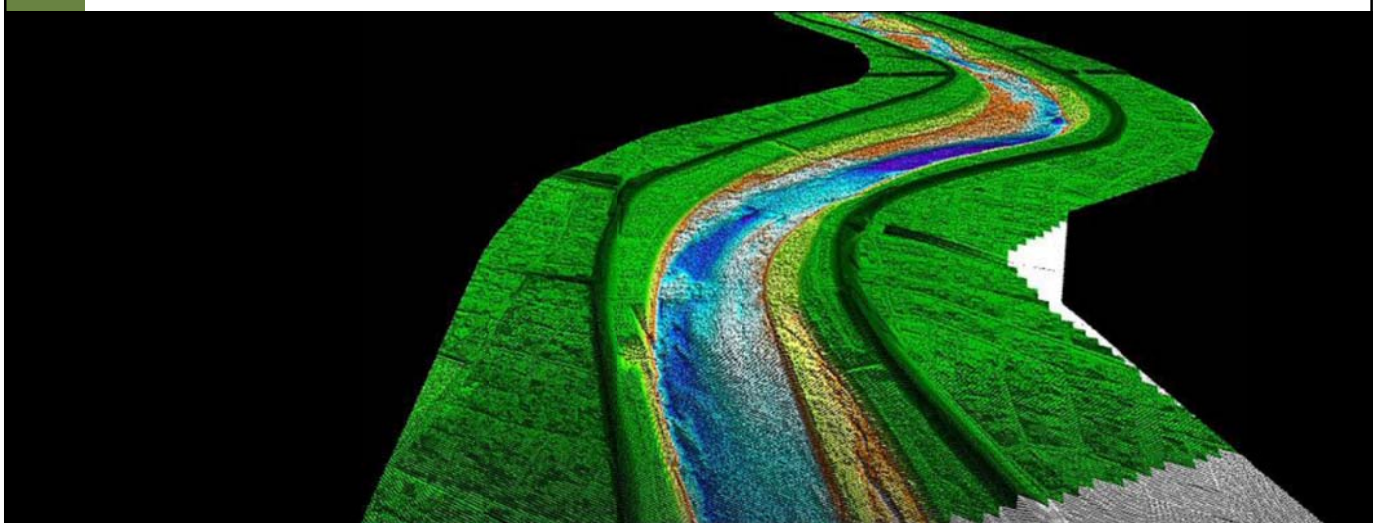
計算事例

17



国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

18



※福井河川国道事務所 山本一浩課長（当時）作成

国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

新時代の3次元川づくりフロー



実河川での導入

- ・ iRIC研修で担当河川の事例発表

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!









専門家による講評

iRIC講習会in北海道開発局
 iRIC
 Facebookより





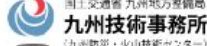
「多自然川づくり支援ツール」の全体像

iRIC ソフトウェアをベースに、川づくりに重要な3つの機能を支えるツール群

川づくりの工夫を反映する地形編集ツール ～RiTER～	洪水時の安全性を評価するツール ～iRICソフトウェア～	河川環境の定量評価ツール ～EvaTRiP～
<p>RiTER Xsec </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 横断面形状を編集することで、拡幅や緩勾配法面を作成、3D地形に展開。 	<p>iRIC Software Changing River Science</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水理・河床変動計算が可能。 ✓ 直感的でわかりやすいグラフ、アニメーションの生成 	<p>EvaTRiP </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 計算結果から瀬淵の抽出 ✓ 基準類にもとづく構造物の要否判定 ✓ 既往の知見に基づく魚類生息場の良好度の評価
<p>RiTER 3D  </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 直感的な掘る・盛るを実現。 		
<p>*RiTER VR  </p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地形を仮想現実(VR)に展開。 		

河道地形編集ツール RiTER

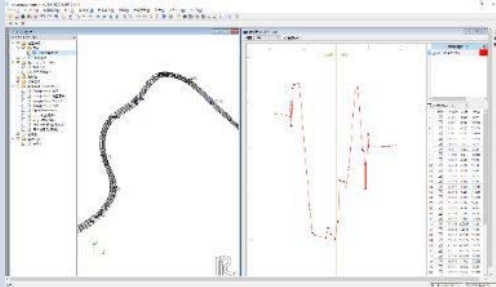
ライター
RiTER (River Terrain Editor) とは、多自然川づくりをレベルアップするための**河川地形の柔軟な処理**を実現するためのツールです。3つのツールからなります。

- クロスセクション
- ① **RiTER Xsec: 横断面ベースで編集**【共生セ】 
 - ② **RiTER 3D:** 3次元地形を直接的に編集  
 - ③ ***RiTER VR:** 仮想現実(Virtual Reality)空間上における地形編集【共生セ+九州技術】 *仮称  

河道地形編集ツール RiTERの連携

RiTER Xsec

<横断ベース地形編集>

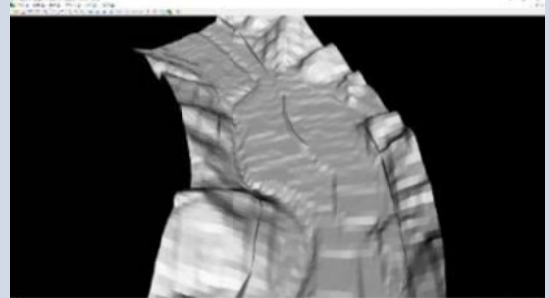


平面上の制約条件を横断でも確認しながら編集可能
部分的な拡幅等、現場の整備メニューに即対応可能な編集可能

従来の抜本的な河川計画に
馴染んだ方法

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

維持掘削やわんど造成など
部分的な川づくりに活用

3次元データを活用したICT施工に向けた連携 (共生セ+九州技術事務所)

VR（バーチャルリアリティ）を活用した次世代川づくり

- ▶ 土木研究所と九州技術事務所では、VR技術を用いた川づくりを本格化させ、自然環境や景観に配慮した魅力あふれる川づくりを可能とする技術開発を実施中。
- ▶ 災害復旧等の設計・施工を迅速に進めるため、災害現場を3次元化する技術や従来よりも低コスト化、短時間でVR空間を構築して編集できるようにする。

*RiTER VR

- ✓ 安価に提供されるゲーム作成ソフトウェア（ゲームエンジン）を活用し川づくりを仮想空間上で行う
- ✓ まるでそこで見ているかのように体感可能
- ✓ 合意形成にも利用価値大



まるでそこにいる
かのように！

まずは、ブラシツールを使って
ワンドを作る部分の河床を掘ります

3次元データを活用したICT施工に向けた連携

(土木研究所・九州技術事務所)

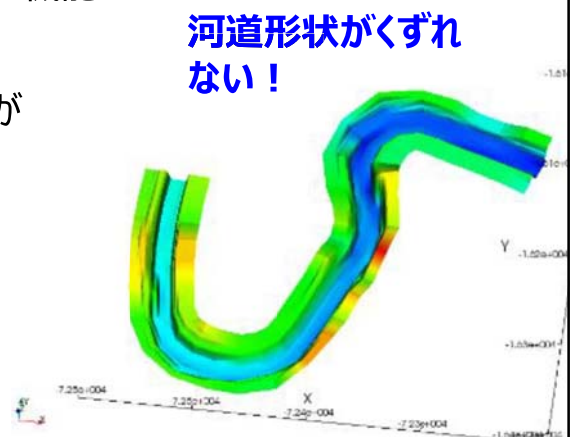


RiTER Xsec の機能

26

iRICソフトウェアに備わっている格子生成機能は、**河道横断面をデータを3次元地形データに展開するための空間補間の工夫が秀逸**。それを活用し、さらに川づくりに使いやすいよう、機能を増強し、横断面ベースの軽編集機能RiTER Xsecとして開発を進めています。

- ◆ 工事図面と航空写真の簡単な重ね合わせ機能 (ジオレファレンス)
- ◆ 平面図に描いたライン (官民境界など) が横断面にも表示される機能 (参考情報機能)
- ◆ 横断面を簡単に編集する機能
- ◆ 横断面図に水位のラインを表示する機能



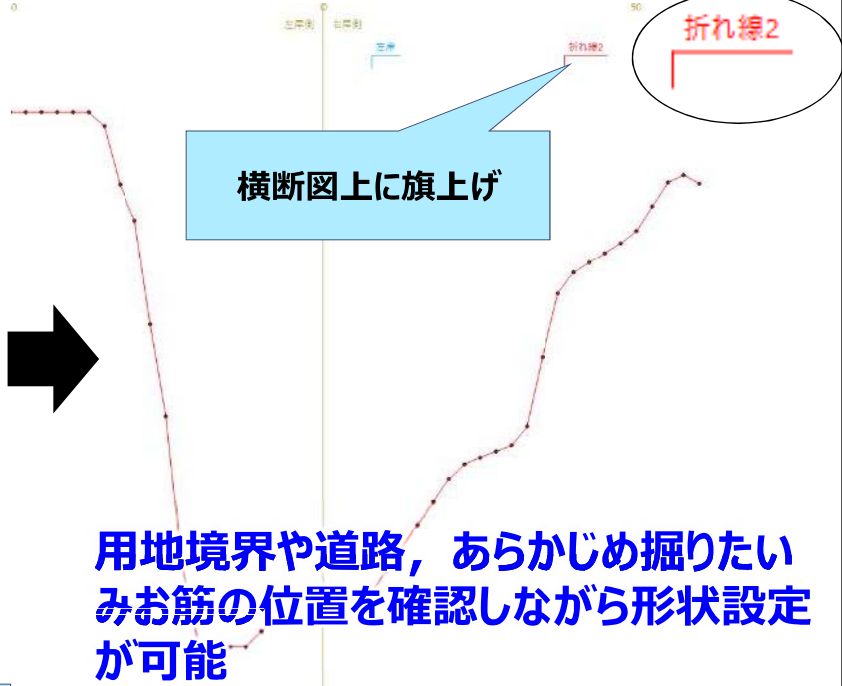
27

RiTER Xsec 機能と特徴

平面図上の線の情報を横断図上にも表示（参考情報機能）



平面図で「参考情報」となる線（赤線）を定義



横断図上に旗上げ

用地境界や道路、あらかじめ掘りたいみお筋の位置を確認しながら形状設定が可能

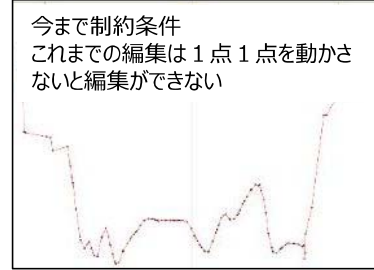
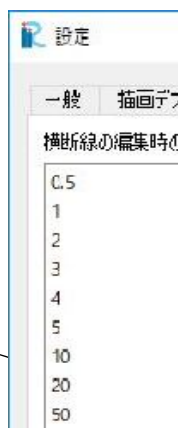
28

RiTER Xsec 機能と特徴

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



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

RiTER Xsec の機能

- ◆ 工事図面と航空写真の簡単な重ね合わせ機能 (ジオレファレンス)
- ◆ 平面図にライン (道路、官民境界など) を記入し、それを横断面にも表示する機能 (参考情報機能)
- ◆ 横断面を簡単に編集する機能
- ◆ 横断面図に水位のラインを表示する機能

さらなる機能追加!

- ◆ 横断面図上の背景に格子や縮尺表示
- ◆ 横断面図編集時の参考断面表示
- ◆ DEMデータ (面的な地形高) から河川測量データを生成する機能
- ◆ 多彩なフォーマットに合わせたデータをインポート/エクスポート機能追加
ICT建機に即利用できるLandXMLデータもサポート

「多自然川づくり支援ツール」の全体像

iRIC ソフトウェアをベースに、川づくりに重要な3つの機能を支えるツール群

川づくりの工夫を反映する地形編集ツール ~RiTER~	洪水時の安全性を評価するツール ~iRICソフトウェア~	河川環境の定量評価ツール ~EvaTRiP~
<p>RiTER Xsec</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 横断面形状を編集することで、拡幅や緩勾配法面を作成、3D地形に展開。 	<p>iRIC Software Changing River Science</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水理・河床変動計算が可能。 ✓ 直感的でわかりやすいグラフ、アニメーションの生成 	<p>EvaTRiP</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 計算結果から瀬淵の抽出 ✓ 基準類にもとづく構造物の要否判定 ✓ 既往の知見に基づく魚類生息場の良好度の評価
<p>RiTER 3D</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 直感的な掘る・盛るを実現。 		
<p>*RiTER VR</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地形を仮想現実 (VR) に展開。 		

EvaTRiPとは

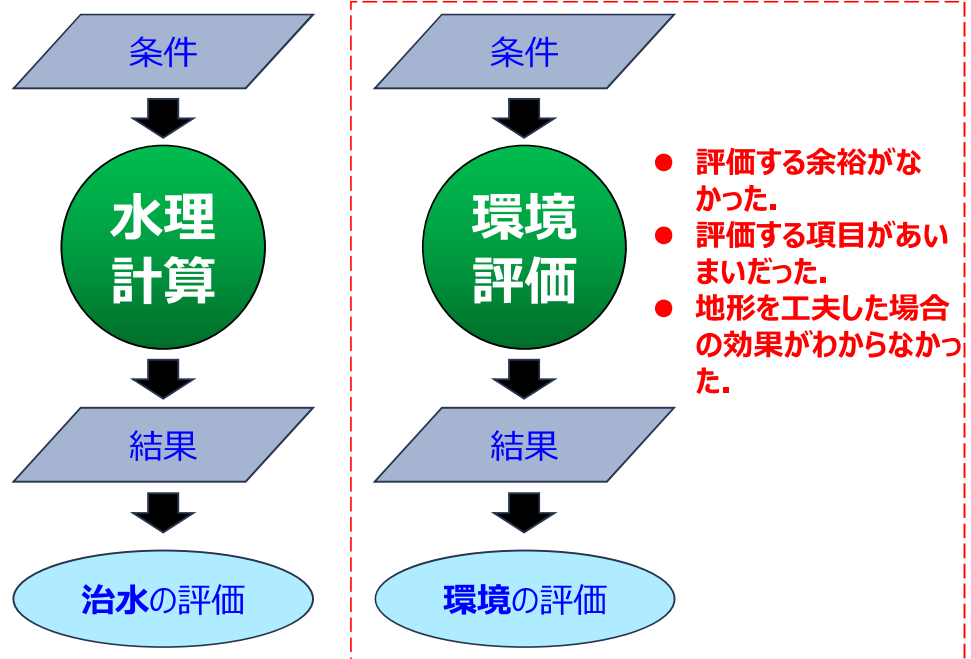
- **EvaTRiP** (Evaluation Tools for River environmental Planning) とは、**河川環境に関する評価を簡易に行う**ためのiRICソルバ
- EvaTRiPによって、
1つのソフトウェア (iRIC) 上で、治水評価とともに、河川環境を定量的に評価し、視覚的に分かりやすく表現できます

4種類の評価値を算出.

- 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

EvaTRiP 開発の趣旨

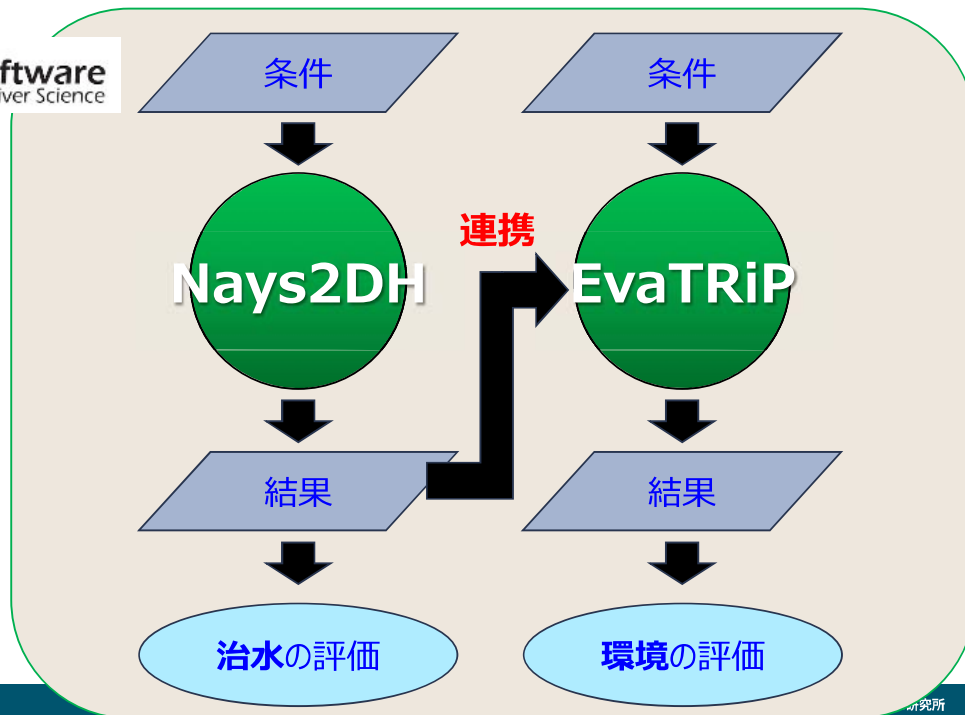
- 治水と環境を同じソフトウェアで、同時に評価できるようにする



33

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



自然共生研究センター

34

EvaTRiP の機能

- 4 種類の評価値を算出。
 - 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

国立研究開発法人 土木研究所
自然共生研究センター

③ 河道内の陸生植物の生育の評価

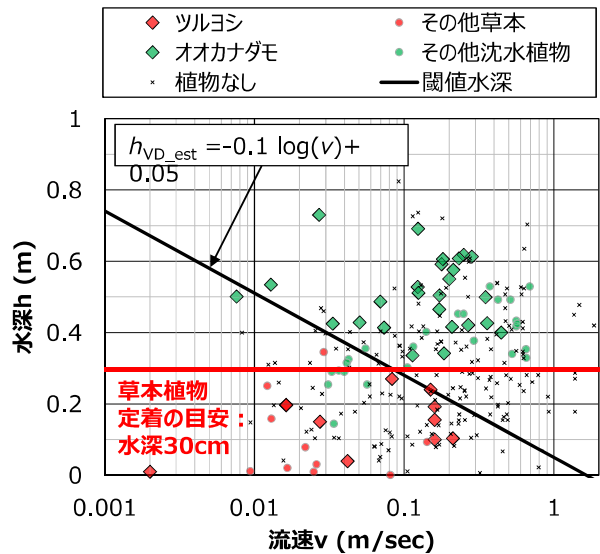
水深・流速による草本植物（特にツルヨシ）の定着可能性評価

- 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

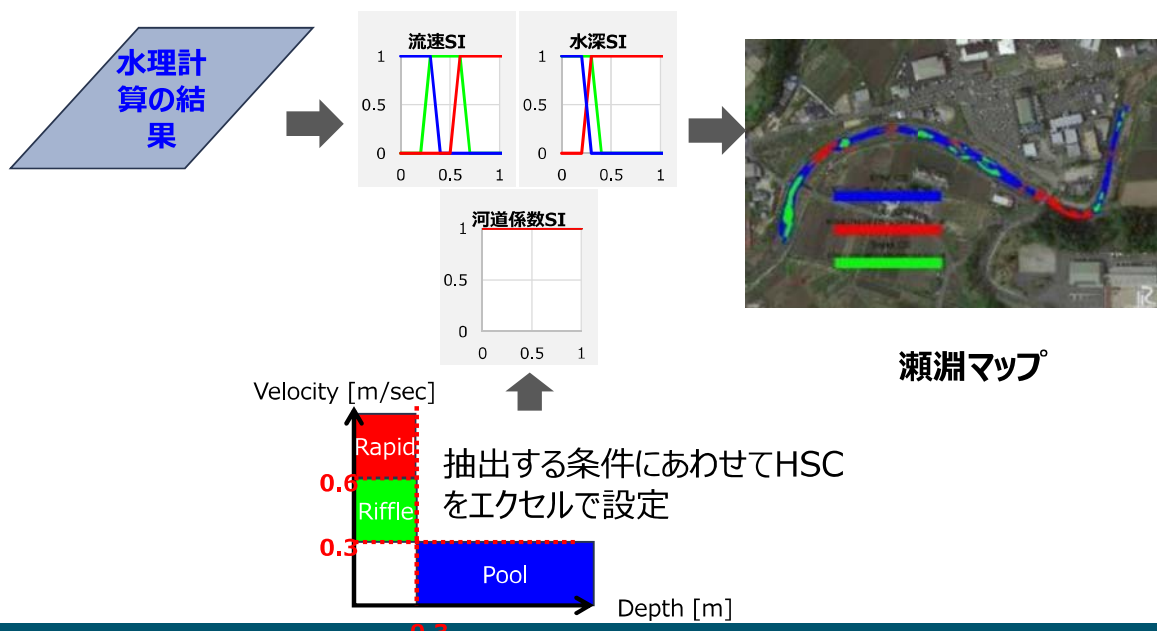
- $h_{VD_est} = -0.1 \log(v) + 0.05$
- $h < h_{VD_est}$: 1 (可能性大)
- $h_{VD_est} < h$: 0 (可能性低)



現地調査の結果

④ 魚類生息場の評価

- 抽出する条件に合わせてHSCを設定することで、簡便な方法で瀬・淵を抽出することで簡便に環境の評価を行うこともできます。



瀬淵マップ

高知県弘見川の水制設置の事例

After : 2016.4.11撮

37

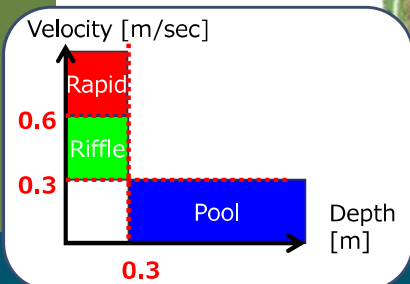
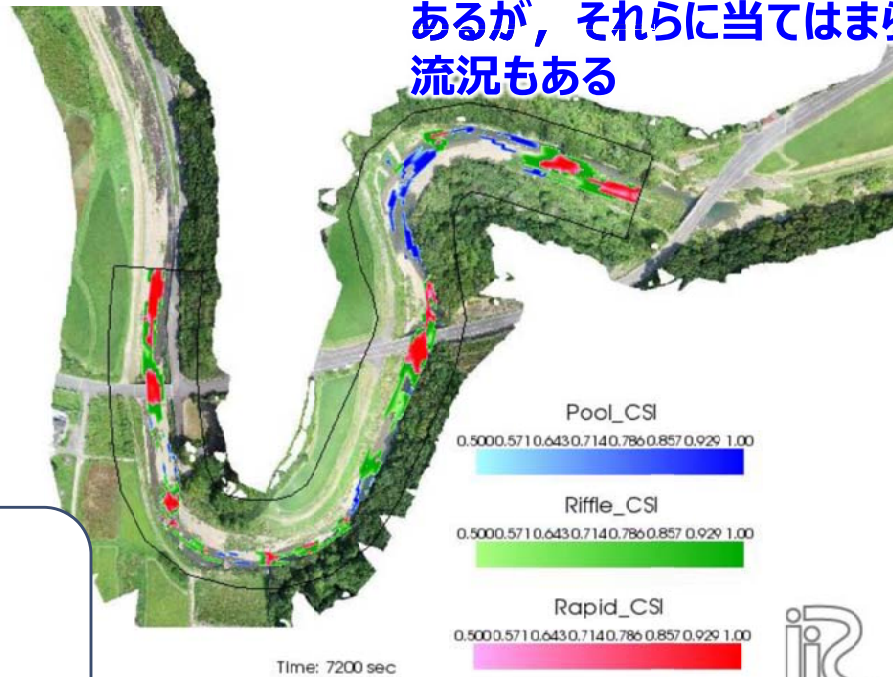


水制なし 河床変動あり

38

- 出水後の流況に対する瀬淵の分布

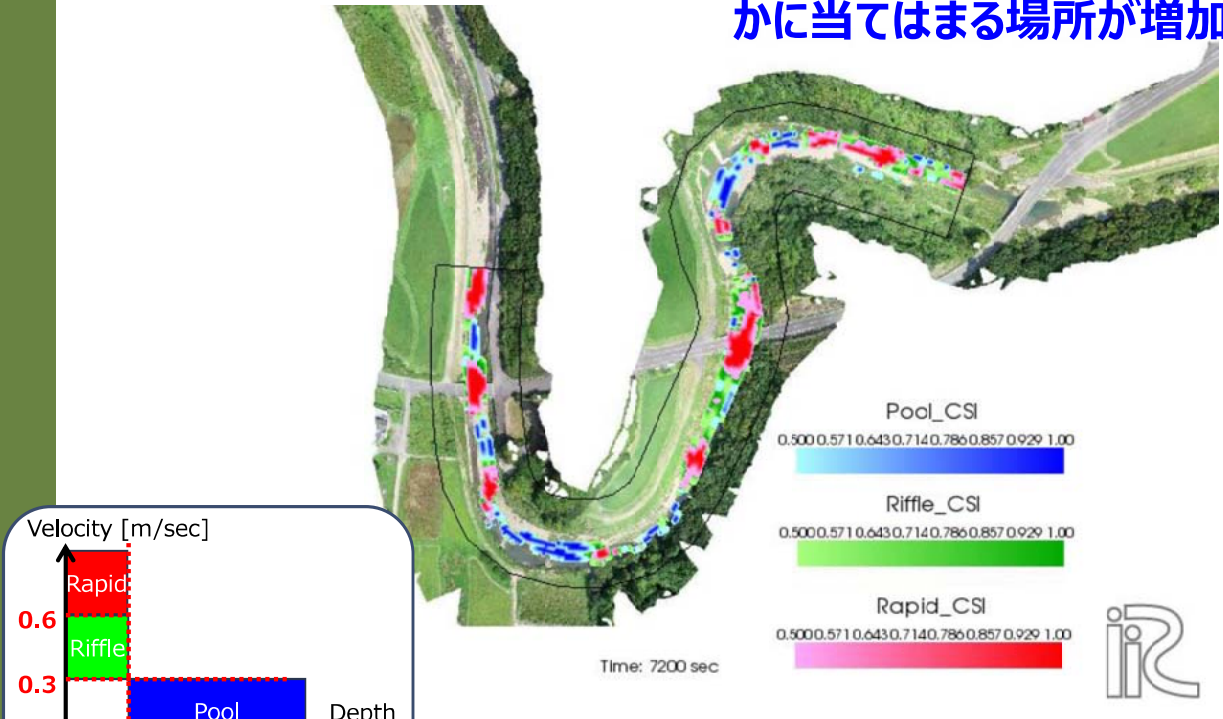
Riffle, Rapid, Poolいずれもあるが、それらに当てはまらない流況もある



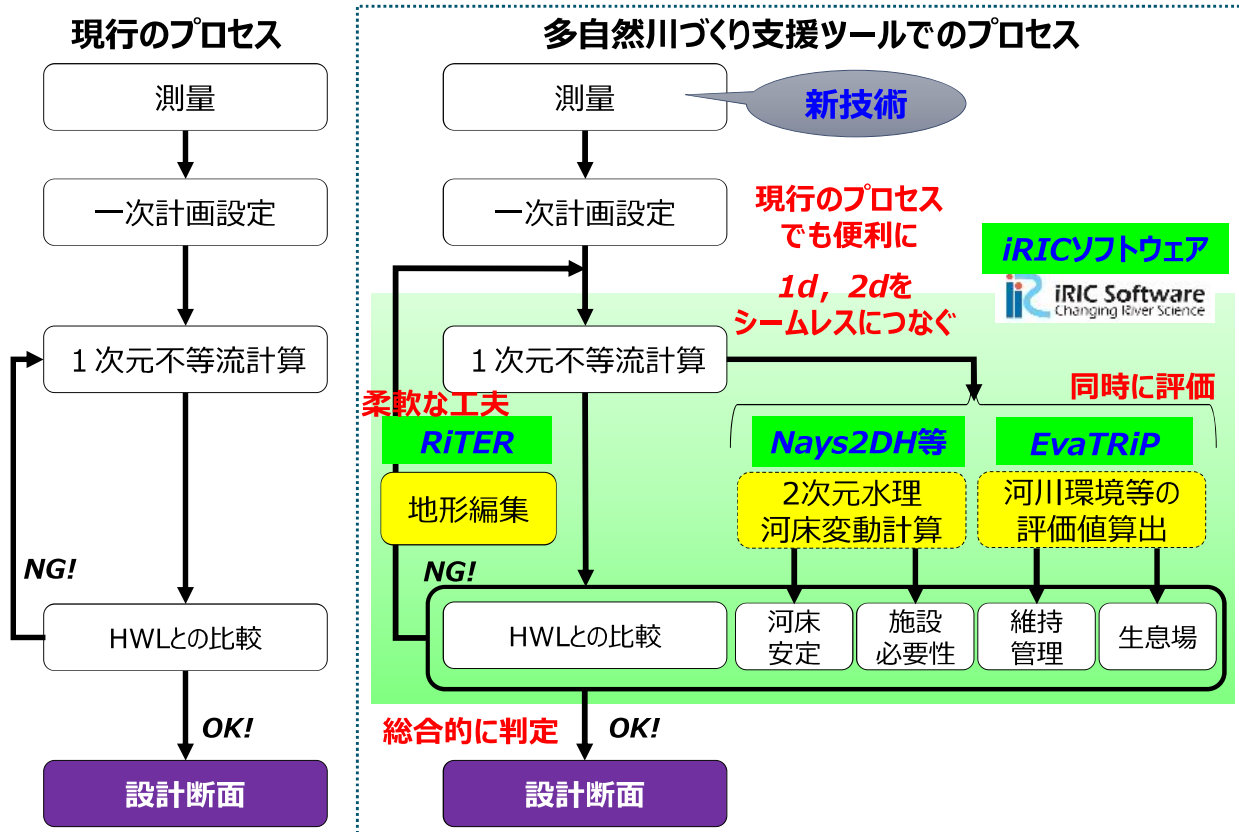
水制あり 河床変動あり

- 出水後の流況に対する瀬淵の分布

Riffle, Rapid, Poolのいずれかに当てはまる場所が増加した



ツールを活用した河道設計プロセス



まとめ

- 中小河川の**災害復旧**では、**河川環境改善のチャンス**であるにも関わらず、十分に配慮された設計プロセスになっていない。
- 災害復旧等において、きめ細やかな計画を迅速に行えるようにするため、「**多自然川づくり支援ツール**」の開発を推進している。
- 「多自然川づくり支援ツール」は、無料の河床変動計算ソフトウェア（**iRICソフトウェア**）を中心に、地形の編集（**RiTER**, ライター）と環境評価（**EvaTRiP**, エヴァトリップ）を行えるように機能を増強したもの。
- **地形測量の3次元化**などの新技術の発展とも関連し、今後川づくりが大きく変わっていく可能性大。

多自然川づくり支援ツールをぜひご活用ください！