

土研新技術ショーケース2020 in 福岡（令和2年12月17日）

降雨流出氾濫（RRI）解析モデル

国立研究開発法人 土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）

望月 貴文



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Centre for
Water Hazard and Risk Management
under the auspices of UNESCO
ユネスコ後援 水災害・リスク
マネジメント国際センター



Public Works Research Institute,
National Research and Development Agency,
Japan
国立研究開発法人
土木研究所

RRIモデルの概要

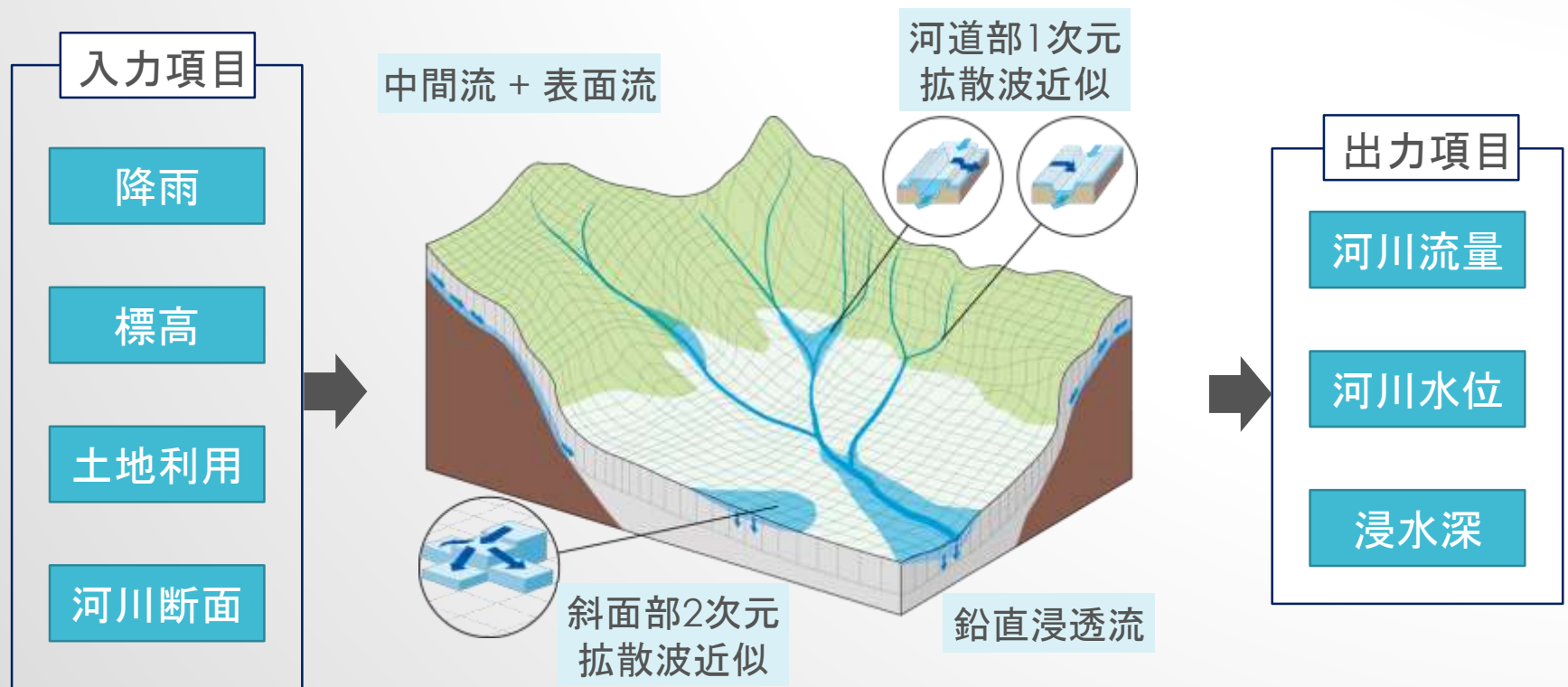
2013年「第15回国土技術開発賞（優秀賞）」

（主催：（一財）国土技術開発センター）

※建設産業におけるハードな技術のみならず、ソフトな技術も含めた広範な新技術を対象として表彰される賞

降雨（Rainfall）-流出（Runoff）-氾濫（Inundation）解析モデル

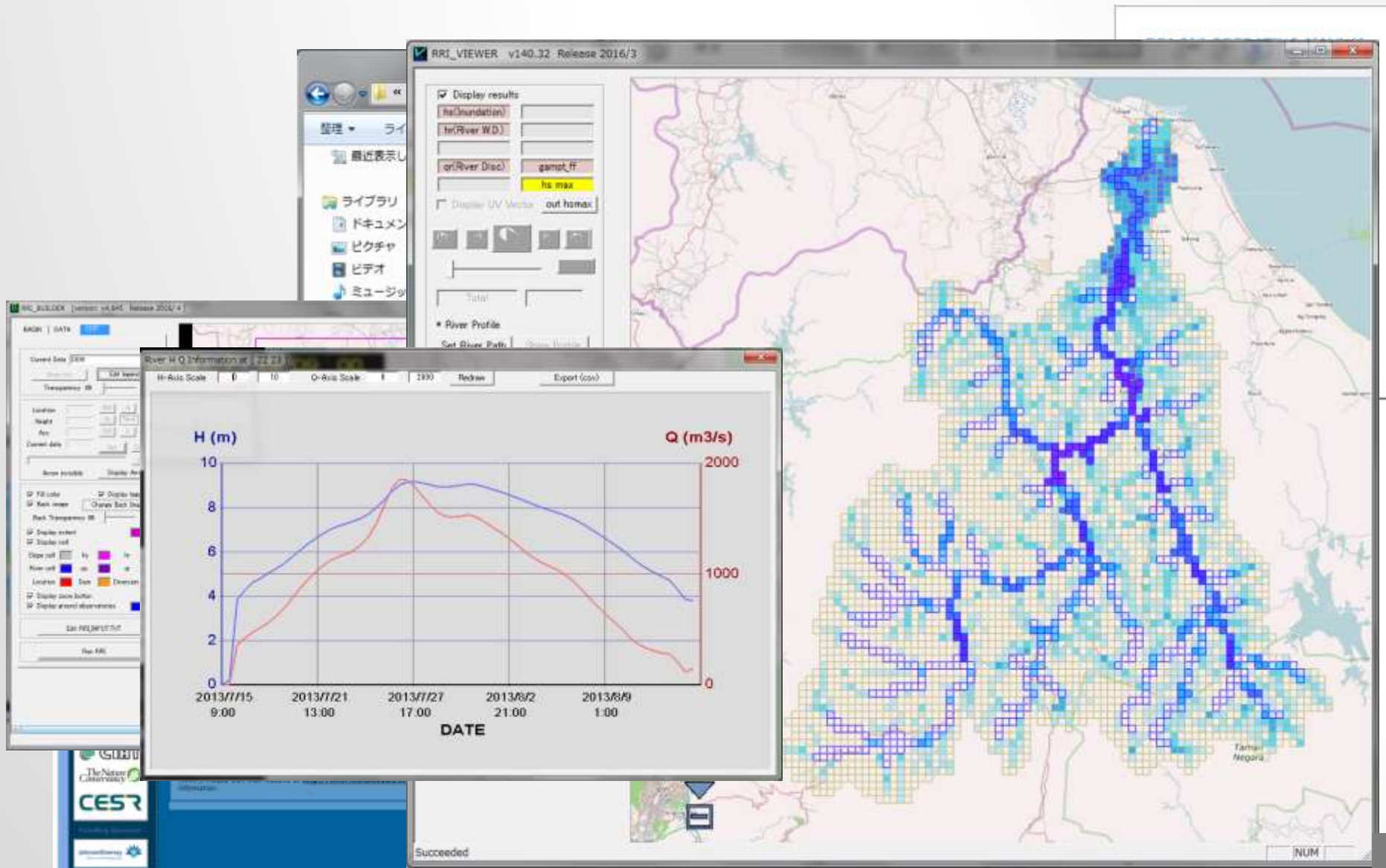
〔 衛星情報や気象予測情報を活用して、世界各地の洪水氾濫を予測可能な技術 〕



RRIモデルの概念図

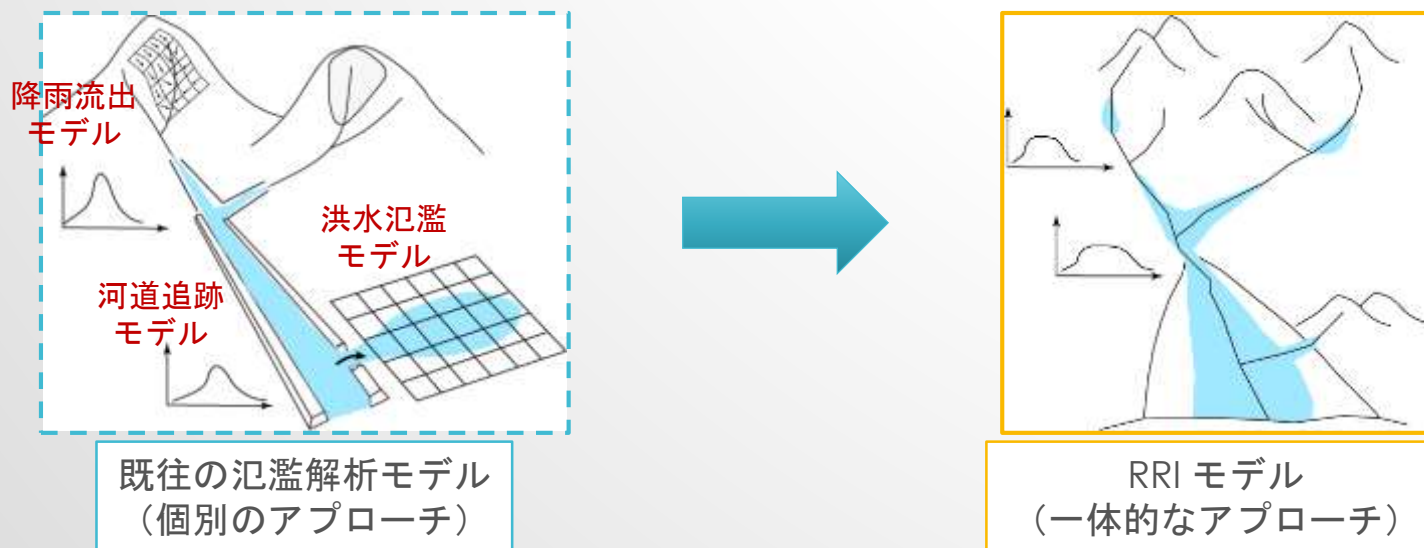
RRIモデルのグラフィカルユーザーインターフェース (GUI)

ICHARMウェブサイトからダウンロード可能な無償公開ソフトウェア



RRIモデルの特徴

- 一体化： 降雨流出モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルを**一体化**することにより、低平デルタを含む広域の洪水現象を的確に再現可能。
- 高速かつ安定的な数値アルゴリズム： 地形起伏の複雑な山地域でも**高速に計算できる**二次元拡散波近似式の可変時間ステップアルゴリズム。
- 緊急対応のモデリングを実現するツール群とマニュアル整備： 衛星降雨や地形情報を活用するためのツール群、マニュアルとGUIを提供しているため、各種設定や解析の実行、結果表示などを**容易に操作することが可能**。また、ダムや放水路等施設の放流量も設定可能、GUIで計算領域における解像度の調整やティーセン法による流域平均雨量の**自動計算機能**等も搭載。
- 複雑な水文過程の反映： 平野部における鉛直浸透流、山地域における側方地中流、降雨量と併せて、メッシュ毎の蒸発散量を与えることが可能。



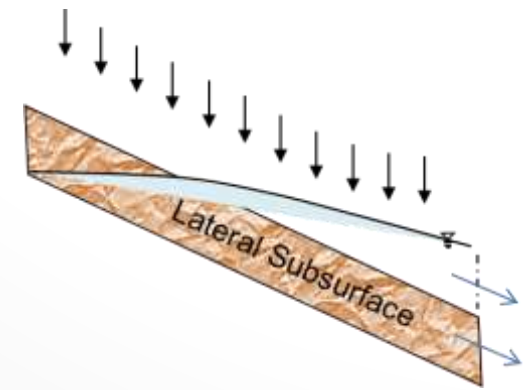
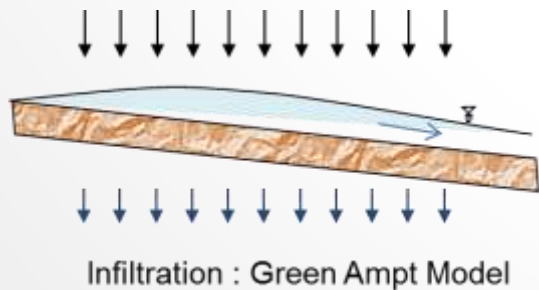
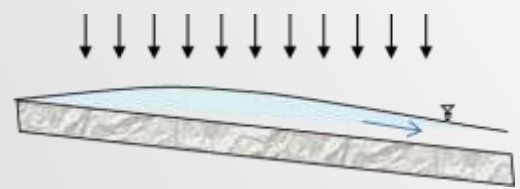
RRIモデルの特徴 -複雑な水文過程の反映-

表面流 / 中間流

(A) 地表流のみ
(浸透による損失無し
, 中間流無し)

(B) 鉛直方向の浸透
+ 浸透余剰地表流
(飽和地表流)

(C) 飽和地中流
+ 浸透余剰地表流
(飽和地表流)



RRIモデルに必要なデータと主なプロダクト

□ 雨量データ

- 地上雨量計(local)
- 気象庁解析雨量, 気象庁降水短時間予報
- Local observed rainfall (necessary to convert into two-dimensional data)
- GSMaP
<ftp://rainmap:Niskur+1404@hokusai.eorc.jaxa.jp/>
- 3B42RT (free satellite product)
http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=rt_intercomp

□ 地形データ

- Topographic map (local)
- 基盤地図情報 数値標高モデル(resolution:5m,10m)
- 日本域表面流向マップ(resolution:30m)
- HydroSHEDS (resolution:90,450,900m) <https://hydrosheds.cr.usgs.gov/>
- GTOPO30 (resolution:900m) <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>
- SRTM (resolution:90m) <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> etc.

□ 土地利用データ, 地質データ

- Topographic map (local)
- 国土数値情報土地利用細分メッシュ
- GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC)
<http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc.php>
- Commission for the Geological Map of the World (CGWM)
http://ccgm.free.fr/cartes_monde_gb.html etc.

RRIモデルの機能

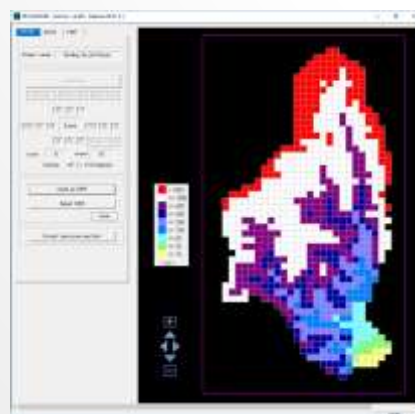
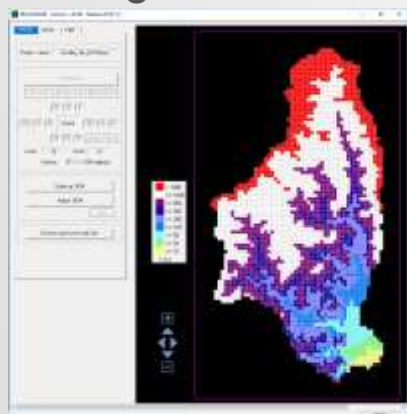
自動計算機能

- ・ 計算領域における解像度（メッシュサイズ）の調整。
- ・ ティーセン法による流域平均雨量の算出。
- ・ 窪み等による流れの不連続性をなくするためのDEM調整。
- ・ 河道における任意断面を設定可能。 etc.

High resolution

Low resolution

x2



Computation time

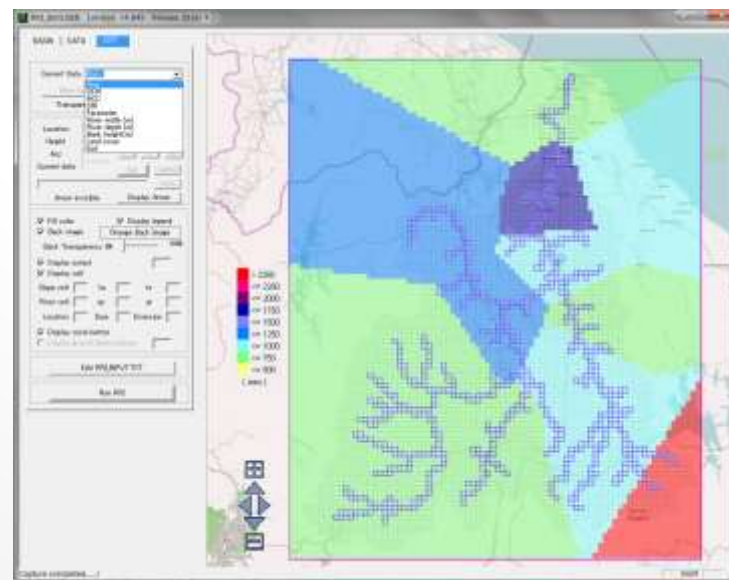
Long

Short

Accuracy

High

Low

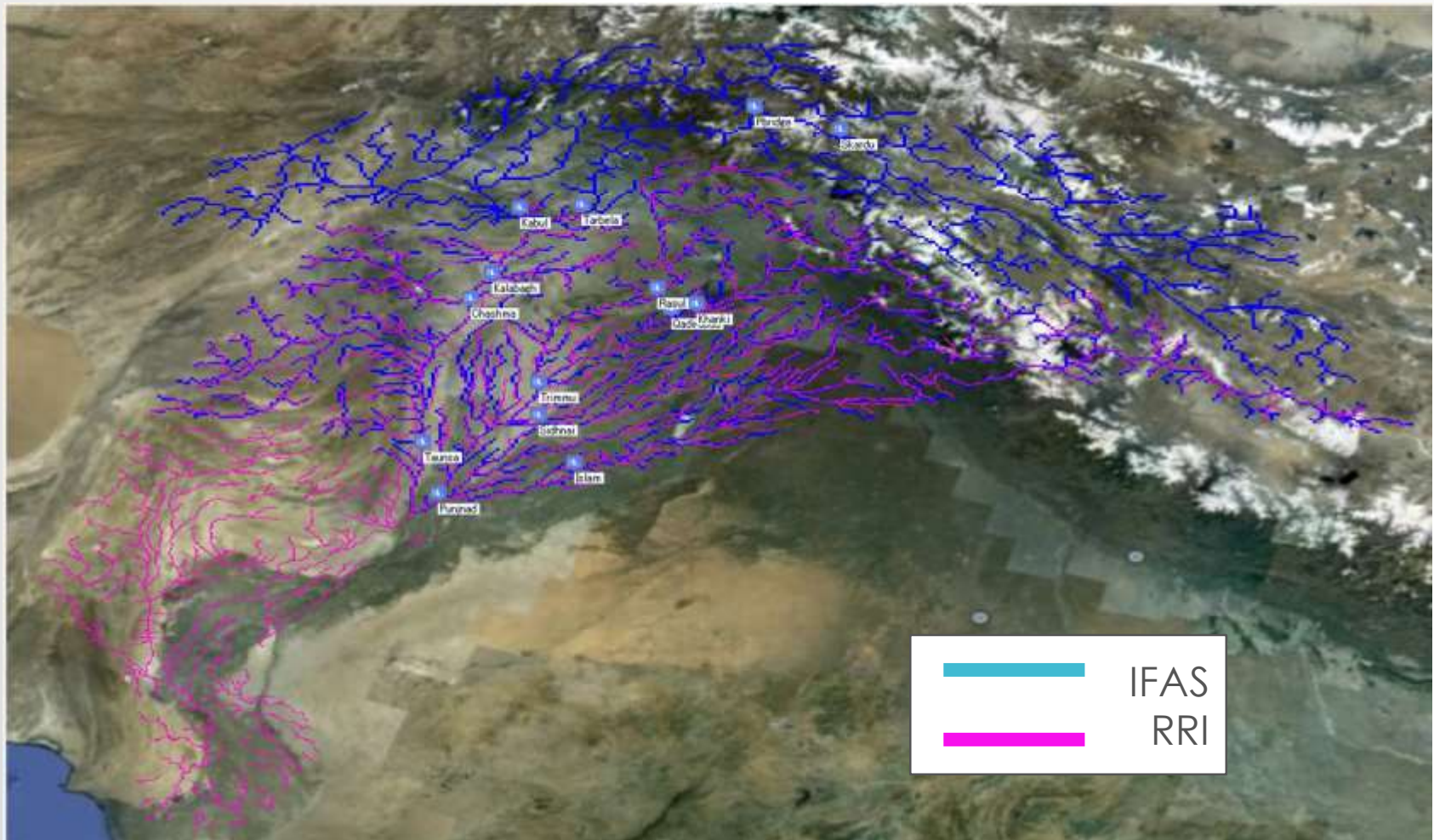


RRIモデルの適用・実装事例

| 国名 | 対象流域 | 年 | プロジェクト |
|--------|---|-------|---------------------------------------|
| タイ | チャオプラヤ川流域 (160,000km ²) | 2013 | JICA SOUSEIプログラム (文部科学省) |
| パキスタン | インダス川流域 (400,000km ²) | 2014 | UNESCO SOUSEIプログラム (文部科学省) |
| フィリピン | パンパンガ川流域 (10,434km ²) | 2014 | 技術支援 (アジア開発銀行) SOUSEIプログラム (文部科学省) |
| インドネシア | ソロ川流域 (16,100km ²) | 2015 | SOUSEIプログラム (文部科学省) |
| カンボジア | メコン川下流域 | 2015 | SOUSEIプログラム (文部科学省) |
| マレーシア | ケランタン川流域 (11,900km ²) | 2015 | SATREPSプログラム (JST/JICA) |
| 日本 | 阿賀野川流域 (900km ² /7,700km ²) | 2014~ | 土木研究所 |
| | 花月川流域 (大分県日田市) (136km ²) | 2017~ | 土木研究所 |

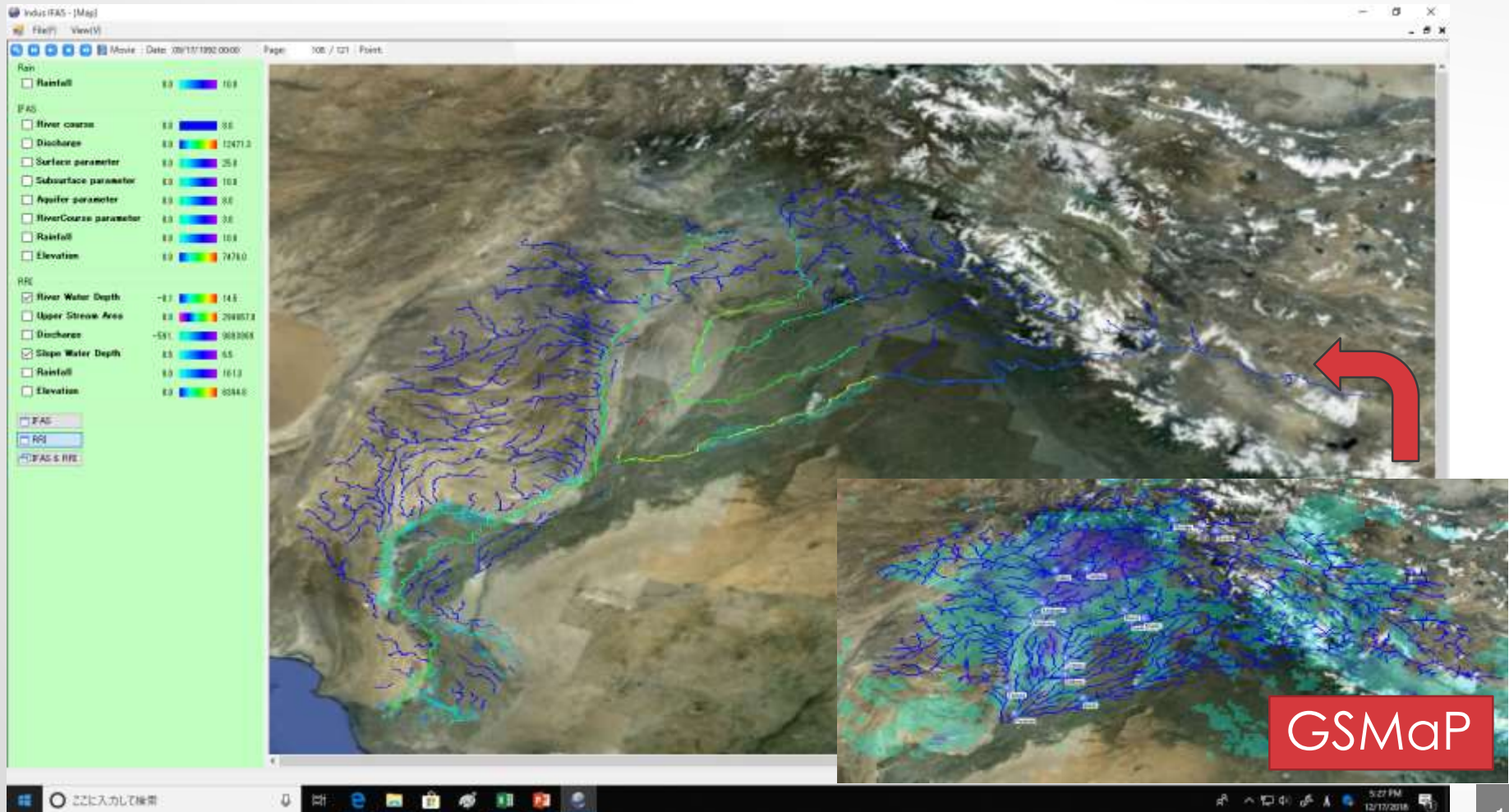
インダス川流域（パキスタン）の事例

- ・ 広大なインダス川流域においてIFASとRRIを組み合わせることで効率的な解析を行うシステム
- ・ 氾濫計算を実施したい範囲はRRIを使用



インダス川流域（パキスタン）の事例

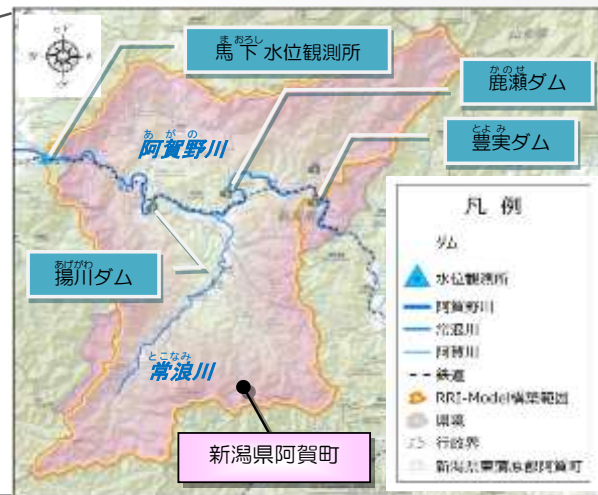
- ・ 衛星降雨データ（JAXA : GSMaP）等の雨量プロダクトを使用し、洪水解析ツールとして活用



阿賀野川流域（新潟県）の事例



阿賀野川流域概要図（流域面積約7,700km²）



阿賀町位置図

（面積約900km²、阿賀野川延長45km）

様々な課題を抱えている

- 阿賀野川沿いの中山間地に位置する洪水頻発地域（H16,H23）
- 高い高齢化率（45.6%：新潟県内1位）
- 平成17年4月に4町村が合併し、広い市域（新潟県内3位）
- 県管理区間河川のため洪水予測などが行われていない



平成23年7月洪水の様子（左：阿賀町役場三川支所付近、右：谷沢地区）

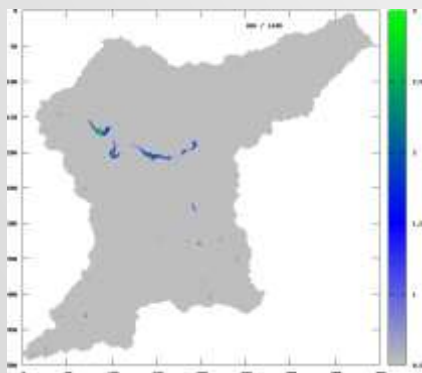
阿賀野川流域（新潟県）の事例

過去の豪雨災害時を含む5つの降雨・流量パターンをRRIモデルに入力し、阿賀町における氾濫状況（氾濫域、水位上昇速度など）を計算

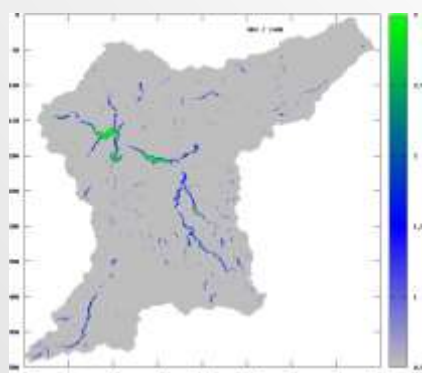
降雨・流量パターンを5パターン設定

| 豊実 ダム放流量 (モデル最上流) | 降雨 | H23年実績 降雨 | 想定最大外力相 当降雨※ | ゲリラ 豪雨*** |
|--|----|--------------|-----------------|--------------|
| H23年実績放流量 (約7,500m ³ /s) | | ○ パターン1 | ○ パターン2 | |
| 河川整備基本 方針引き延ばし 流量(約9,800m ³ /s) | | ○ パターン3 | ○ パターン4 | |
| 平常時流量 (約360m ³ /s) | | | | ○ パターン5 |

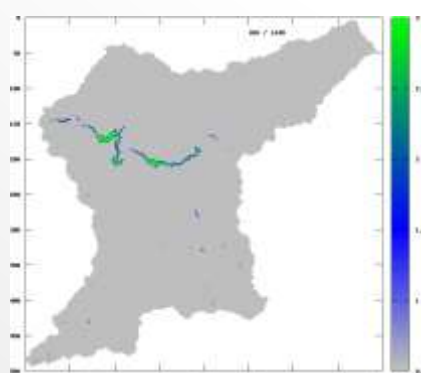
最大浸水深計算結果(パターン1~5)



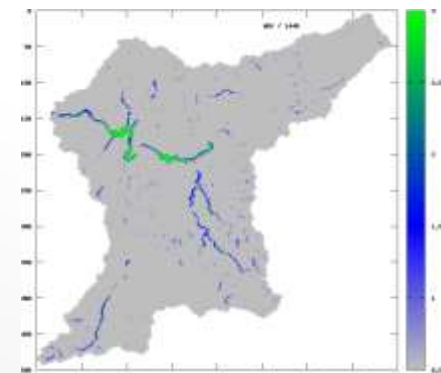
パターン1
(H23降雨、H23放流量)



パターン2
(H23降雨×2.5倍、H23放流量)



パターン3
(H23降雨、引延し放流量)



パターン4
(H23降雨×2.5倍、引延し放流量)



パターン5
(ゲリラ豪雨)

阿賀野川流域（新潟県）の事例

阿賀町における阿賀野川沿川19地区を対象に「洪水カルテ」を作成し「洪水ホットスポット」を特定

例)地区Pに対する「洪水カルテ」

| 危険度評価軸 | パターン1 | パターン2 | パターン3 | パターン4 | パターン5 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ①.避難のための時間を考慮した危険度評価 | d | d | a | a | d |
| ②.人的被害を考慮した危険度評価 | d | c | b | a | d |
| ③.避難所を考慮した危険度評価 | d | d | d | b | d |
| ④.災害時要配慮者を考慮した危険度評価 | b | b | b | b | b |
| ⑤.避難が必要な期間を考慮した危険度評価 | d | d | c | b | d |
| ①～⑤を合計 (aa:4点、a:3点、b:2点、c:1点、d:0点) | 2 | 3 | 8 | 12 | 2 |
| ランク換算(10点以上:A評価、7～9点:B評価、6点以下:C評価) | C | C | B | A | C |



洪水カルテの作成対象とした阿賀野川に面する19地区
(ここでは地区A～Sと表記)

全19地区の「洪水カルテ」

| 降雨・流量パターン | パターン1 | パターン2 | パターン3 | パターン4 | パターン5 | 総合評価 |
|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|---------------------------|
| 流域平均降雨 | H23実績降雨 | 想定最大外力相当降雨 | H23実績降雨 | 想定最大外力相当降雨 | ゲリラ豪雨 | (A:35点以上、B:25点以上、C:24点以下) |
| 豊実ダム放流量 | H23実績降雨実績放流量 | H23実績降雨実績放流量 | 基本計画引伸ばし放流量 | 基本計画引伸ばし放流量 | 平常時流量 | |
| 地区A | 9 | 10 | 9 | 10 | 11 | 49 |
| 地区B | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 |
| 地区C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| 地区D | 8 | 10 | 9 | 9 | 3 | 39 |
| 地区E | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 10 |
| 地区F | 4 | 12 | 11 | 12 | 3 | 42 |
| 地区G | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 地区H | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 29 |
| 地区I | 3 | 6 | 3 | 5 | 8 | 25 |
| 地区J | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 地区K | 4 | 9 | 5 | 9 | 5 | 32 |
| 地区L | 3 | 5 | 5 | 12 | 5 | 30 |
| 地区M | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 地区N | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 14 |
| 地区O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 地区P | 2 | 3 | 8 | 12 | 2 | 27 |
| 地区Q | 11 | 11 | 11 | 13 | 5 | 51 |
| 地区R | 10 | 10 | 12 | 10 | 4 | 46 |
| 地区S | 4 | 12 | 14 | 12 | 4 | 46 |

地区A,D,F,Q,R,Sの6つの地区 = 「洪水ホットスポット」

本結果に対する阿賀町担当者のコメント

- 本研究結果は、**おおむね肌感覚に合っている**。
- 地区代表点は、地域住民の合意を得た上で、**住民の感覚に沿うような場所を設定する必要がある**。

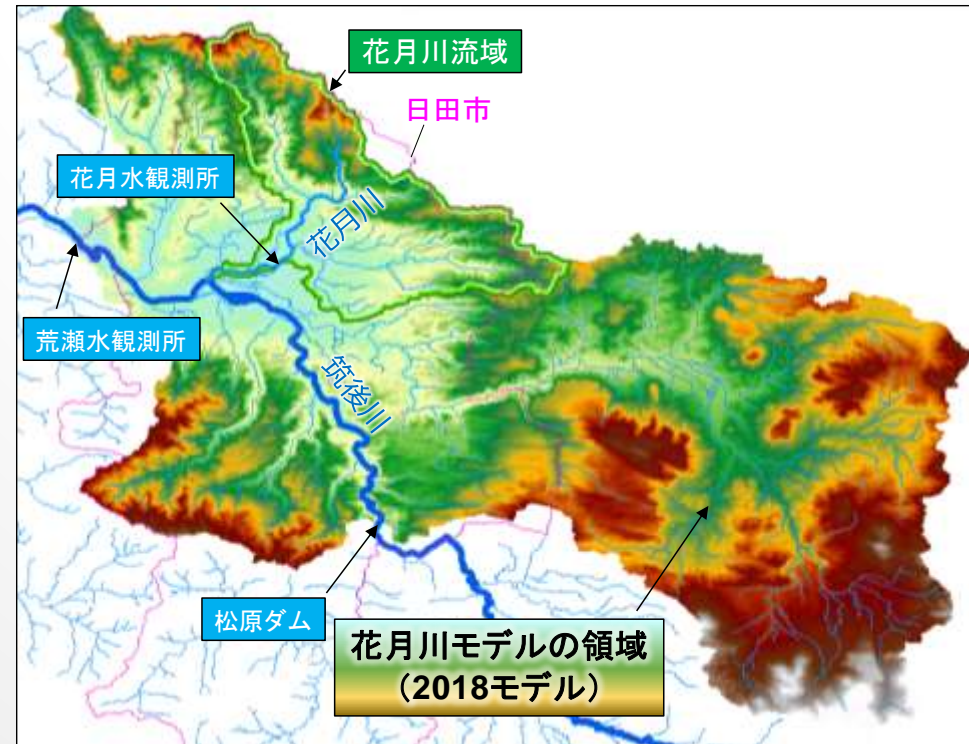
花月川流域（大分県日田市）の事例

○近年の水災害の主な特徴と課題

- 河床上昇により土砂と洪水が同時に氾濫し土砂が広範囲に堆積する「**土砂・洪水氾濫**」等が顕在化（H29赤谷川、H30広島県など）
- 市町村から避難情報や防災情報は出されていたものの、**逃げ遅れによる人的被害**が発生

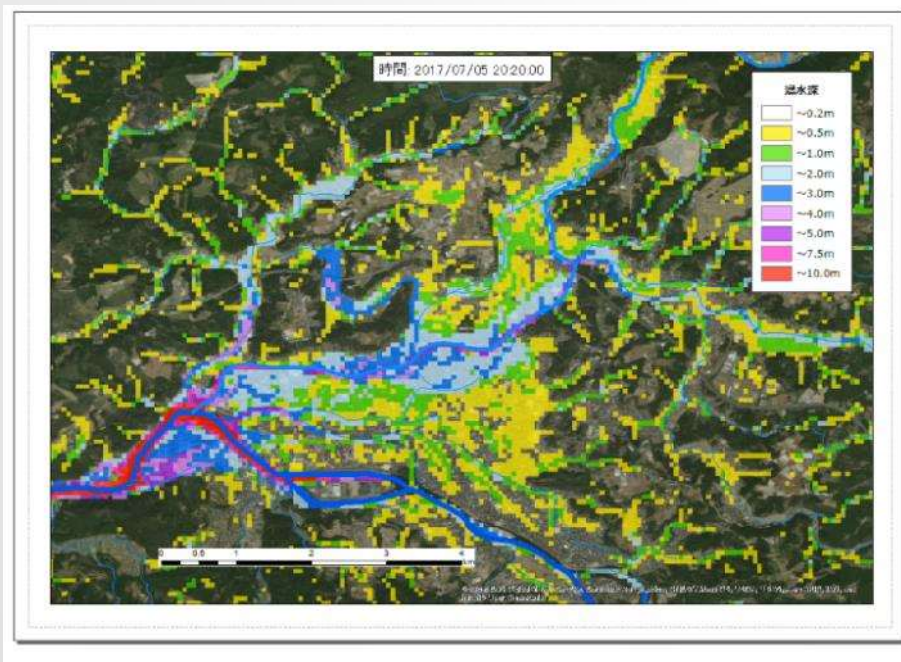


- 花月川の概要
- 流域面積: 136.1km²
 - 流路延長: 16.6km
 - 土地利用: 山地(81%)
- ➔ 典型的な**中山間地河川**

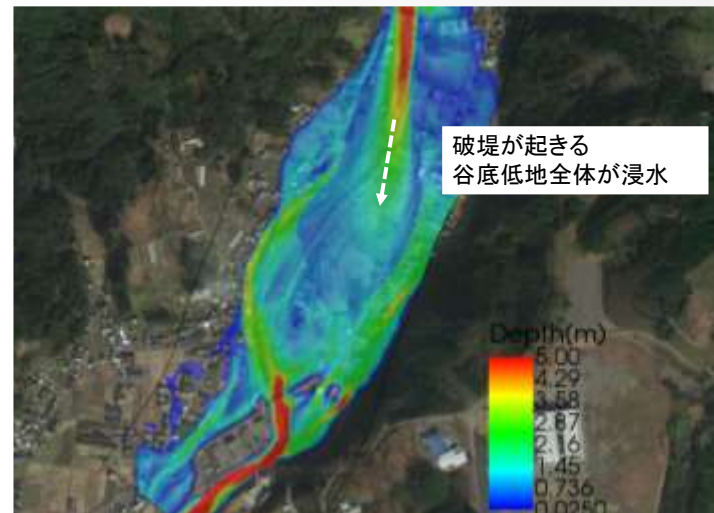


花月川流域（大分県日田市）の事例

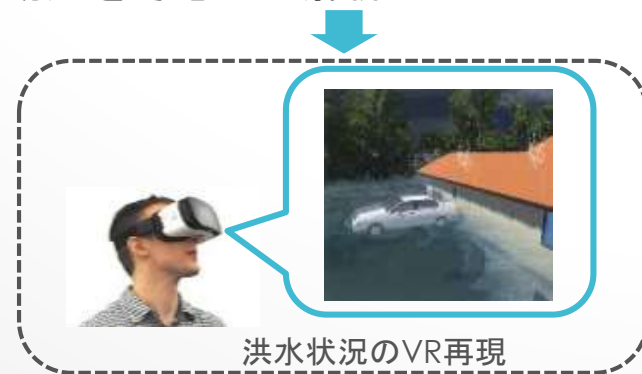
RRIモデルによる氾濫解析



(想定最大外力のケースにおける浸水深)



RRIによる計算結果を上流端境界条件とし、上流からの土砂供給による河床変動（土砂の挙動）を考慮して解析。



洪水状況のVR再現

得られた解析結果を仮想現実（VR）や拡張現実（AR）等により、洪水を手軽に体験し、水防災意識を高められるような機会の創出

RRIモデルのダウンロード

RRIモデルは無償で公開されているソフトウェアです。

The image shows a composite of three browser windows displaying the RRI model website. The left window shows the main site with navigation menus and a section for the RRI model. The middle window shows the 'RRI model Usage Advisory' page, which details the license terms and conditions for using the software. The right window shows the 'RRI model' page with a diagram of the model and download links.

RRI model Usage Advisory

RRI model

降雨流出氾濫(RRI)モデルプログラム利用許諾契約
利用許諾規約更新日: 2016/4/13

降雨流出氾濫(RRI)モデルプログラム(以下、本プログラム)は、以下で定める利用許諾規約に基づきご利用いただくことができます。この利用許諾規約は、本プログラムの利用における許諾内容及び利用者が従うべき条件を定めています。本プログラムを入手、利用された場合は、この条件に同意されたこととさせていただきます。

I. 本プログラムにおいて、a. の条件に従う場合に許諾されている事項:

- I. 本プログラムを利用した計算結果を二次利用(公表、講演)することができます。
- II. 本プログラムを改良して二次的著作物(プログラム、システム)を作成すること、二次的著作物を利用した計算結果を二次利用(公表、講演)することができます。
- III. 本プログラムのソースコードの大部分を開示しない関係において、二次的著作物を公表、講演することができます。
- IV. 本プログラムを営利目的で利用することができます。

a. 本利用許諾に基づいて利用する際に従うべき条件:

- I. 本プログラムによる計算結果の公表、講演に際して、本プログラムの著作権が土木研究所 (ICHARM) にある旨を表示しなければなりません。
- II. 二次的著作物による計算結果の公表、講演に際しても、本プログラムの著作権が土木研究所 (ICHARM) にある旨を表示しなければなりません。
- III. 二次的著作物による計算結果の場合には、改変されたプログラムによる計算結果である旨を明示しなければなりません。
- IV. 二次的著作物の公表、講演においても、原著作物の著作権が土木研究所 (ICHARM) にある旨を表示し、その計算結果の公表、講演に際して表示を請求するよう求めることができます。
- V. 営利目的の場合には下記の連絡先へ「営利利用許諾申請 (Wordファイル)」を申し込まなければなりません。
国立研究開発法人土木研究所 技術推進本部: suimon@pwri.go.jp
申請記載内容: プログラム名、利用目的、利用者(想定している利用者でもよい) 申請付属資料: 貴団体等を掲載できる定款等
- VI. 本プログラムおよび二次的著作物を利用することによって生じる直接・間接を含む何なる損害に対しても、土木研究所 (ICHARM) は一切の責任を負わないことを了解しなければなりません。
- VII. 本プログラムの取扱いにおいて外部から容易にアクセスされることのないよう、セキュリティに注意しなければなりません。

適用除外:

- I. 本プログラムにおいて土木研究所から別途許可を得た場合は、上記の許諾条件は適用されません。利用許諾内容の変更を希望される場合は上記の連絡先へご連絡ください。
- II. ただし、営利的なお問い合わせにはお答えできません。ご了承ください。

Eメール:
国名:

[Back to ICHARM PAGE](#)

Model Features

runoff and inundation simultaneously with diffusion wave equations.

Surface flow (lateral subsurface and vertical infiltration) is used for physical representations of rainfall-runoff processes. 2D diffusion wave model river routing and its interaction with a slope model.

Applications of flood models

RRI Model Application

[DOWNLOAD \(English\)](#)
[ダウンロード \(Japanese\)](#)

For more information, please contact: suimon@pwri.go.jp
[Back to MAIN PAGE](#)