

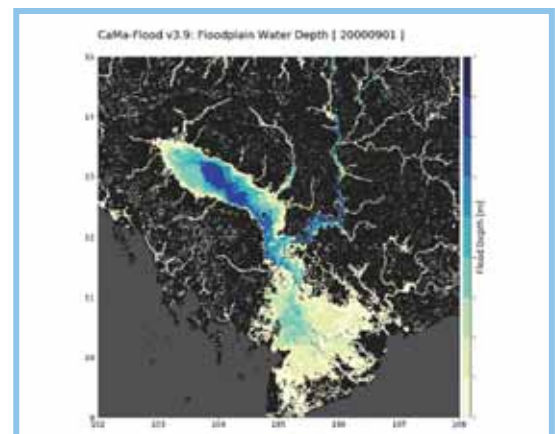


マルチクライアントプロジェクト説明会 河川氾濫シミュレーションシステム開発

2020年1月31日(金)開催

プログラム

13:30～13:40 (10分)	主催者あいさつ アドバンスソフト株式会社のご紹介 1 アドバンスソフト株式会社 常務取締役 板橋 元嗣
第1部 開発プロジェクトについて 13:40～14:30 (50分)	河川氾濫シミュレーションシステム開発プロジェクト 5 アドバンスソフト株式会社 営業部 富塚 孝之
14:30～15:30 (60分)	ご講演 「 全球地表水動態モデル 'CaMa-Flood' のモデル説明 」 13 東京大学生産技術研究所 山崎 大 准教授
15:30～15:40 (10分)	休憩
第2部 防災シミュレーションについて 15:40～16:40 (60分)	ご講演 「 河川シミュレーションの動向 」 29 株式会社 RiverLink 代表取締役 旭 一岳 様
16:40～16:50 (10分)	アドバンスソフト株式会社の防災事業への取り組み 63 アドバンスソフト株式会社 営業部 富塚 孝之



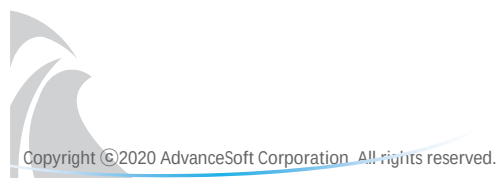
アドバンスソフト株式会社のご紹介

常務取締役 板橋 元嗣

河川氾濫シミュレーションシステム開発

2020年 1 月 31 日 (金)

アドバンスソフト株式会社



1

会社概要

名 称 アドバンスソフト株式会社
(AdvanceSoft Corporation)

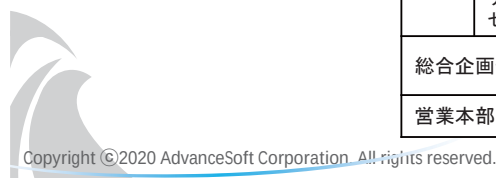
本 社 〒101-0062
東京都千代田区神田駿河台4-3
新お茶の水ビル17階
TEL: 03-6826-3970
FAX: 03-5283-6580

設 立 2002年(平成14年)4月24日

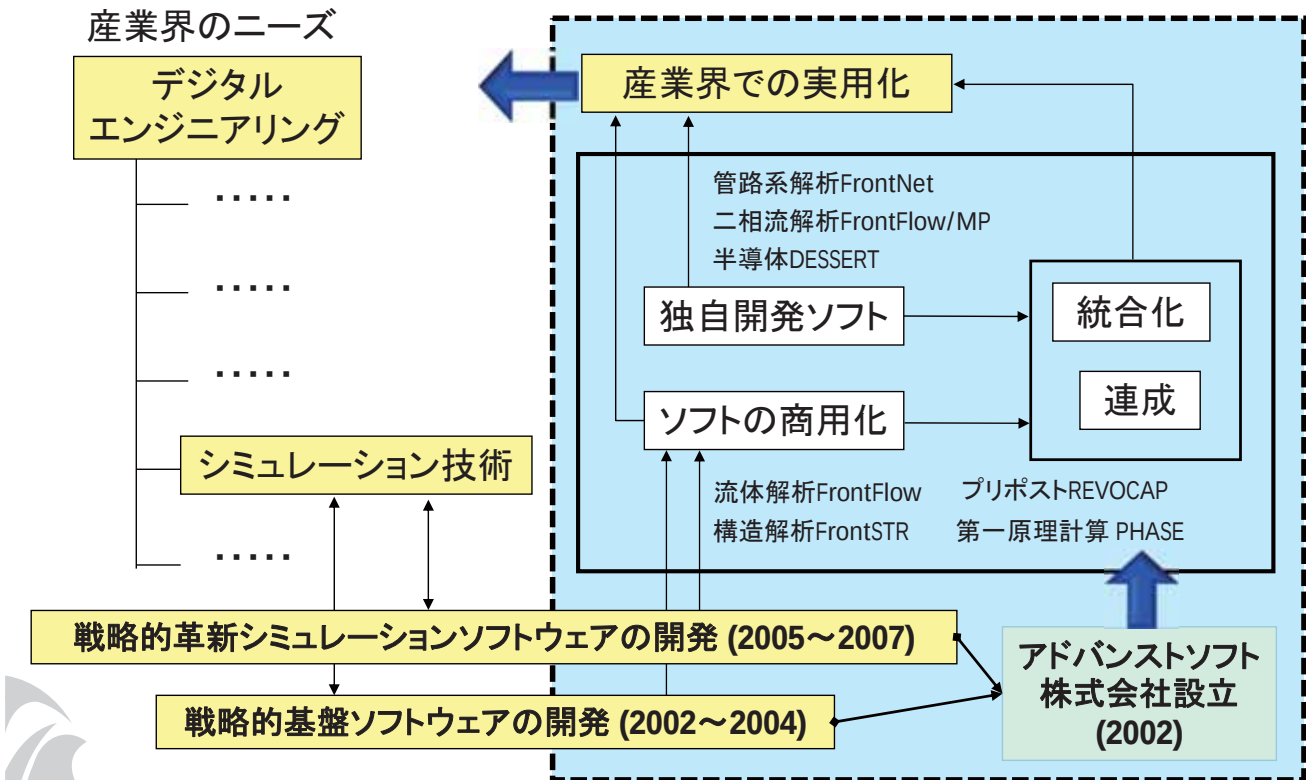
資本金 3,724万円

社員数 102名(2019年10月1日時点)

事業部	部	事業内容
第1 事業部	ナノシミュレーション 研究開発センター	先端的なナノシミュレーション事業および関連する国プロを企画・推進
	技術第1部	ナノ材料の第一原理計算ソルバー開発、分子動力学計算・量子化学計算の受託
	技術第2部	プリポストシステム開発、連成システム開発、構造・音響解析などのエンジニアリング、構造解析ソルバーの開発など
	技術第6部	次世代TCADシステムの開発、および半導体解析を中心とした電磁分野
	技術第8部	材料設計統合システムの開発、および、関連する先端的なナノ分野の事業を企画推進
第2 事業部	技術第4部	燃焼・爆轟に係る流体解析ソルバー開発、混相流に係る次世代流体解析システム開発、流体解析ソルバーの受託開発
第3 事業部	技術第3部	乱流、燃焼、化学反応等に係る次世代流体システム開発など
	技術第7部	J-PARCIに係わるプロジェクトの実施、中性子に関する実験支援サービス、AI、制御システム開発およびモデルベース設計に関する事業
第4 事業部	技術第5部	シビアアクシデントおよびPRAを中心とした原子力安全解析
	技術第9部	原子力・エネルギー利用に係る安全性解析など
関西支店		西日本地区での活動拠点。ナノシミュレーションを中心としたサービスを提供
研究 開発 部門	研究開発センター	地球科学を中心とした事業を企画・推進します。
	熱流動エンジニア リングセンター	原子力、管路系、気液二相流等の熱流動エンジニアリング事業
	リスク研究開発 センター	原子力分野に関するPRAを中心としてリスク研究開発に係る事業
総合企画部		コンサルティングサービスの提供 解析サービス、実験支援サービスの提供
営業本部	営業部	お客様窓口

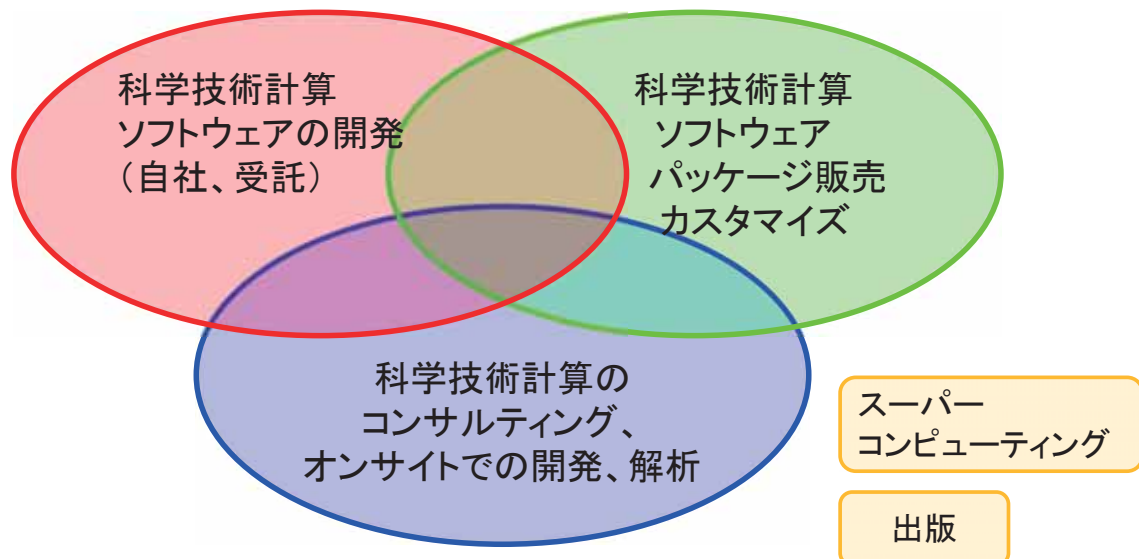


2

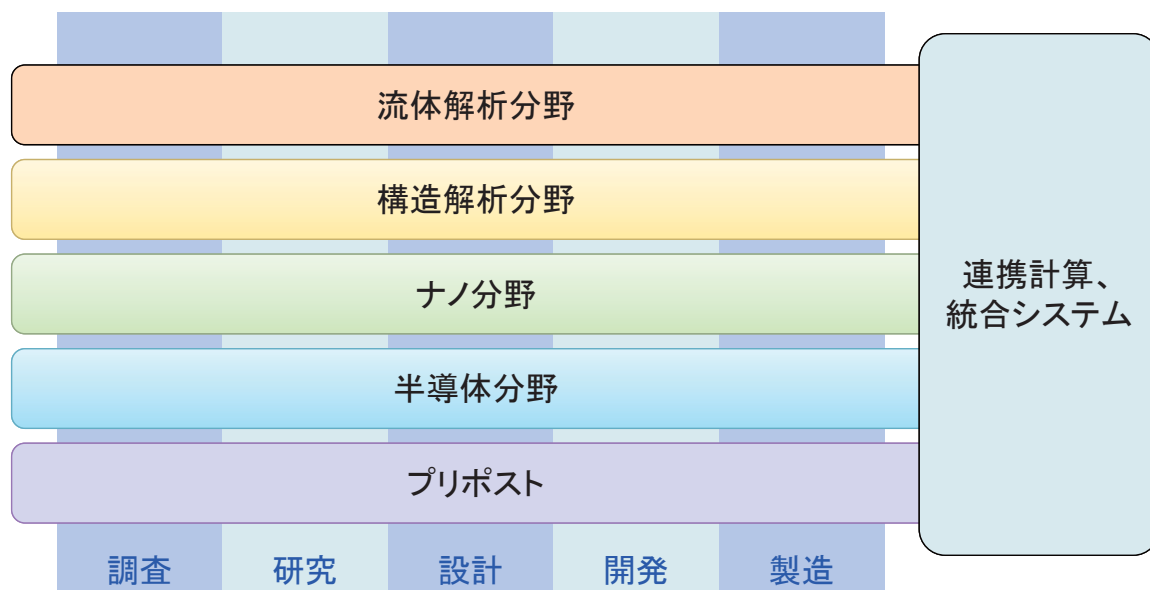


事業内容

アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、
科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。

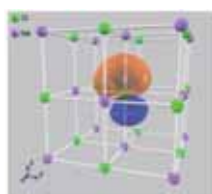


産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、
科学技術計算によるソリューションをご提供します。

アドバンスソフトのパッケージソフトウェア

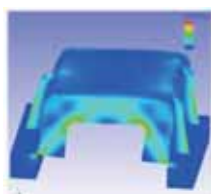
ナノ

Advance/PHASE
Advance/NanoLabo



構造・音響

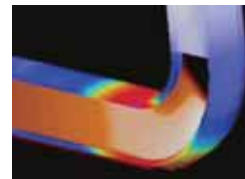
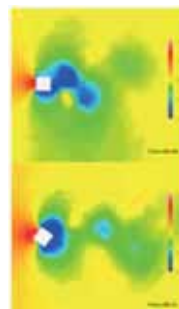
Advance/FrontSTR
Advance/FrontNoise



流体

Advance/FrontFlow/red

Advance/FrontFlow/FOCUS



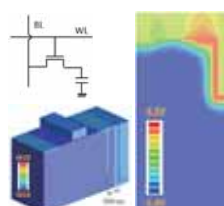
Advance/FrontFlow/MP

Advance/FrontNetシリーズ



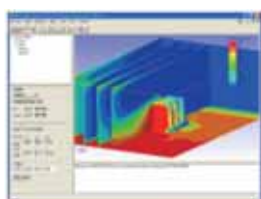
半導体・光／電磁波

Advance/TCAD
Advance/ParallelWave



プリポスト

Advance/REVOCAP



※上記は主要パッケージを掲載しています。詳細は弊社HP(www.advancesoft.jp)をご参照ください。

パッケージソフトウェアの解析事例



<http://www.advancesoft.jp/>

解析事例Webページをリニューアルしました。

アドバンスソフト 事例集

検索

<http://case.advancesoft.jp>

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介します。

産業分野別

解析分野別

自動車・運輸

流体

材料・化学

爆発・燃焼

産業機械

構造

航空宇宙

振動音響

エレクトロニクス

ナノ・バイオ

建設土木

プリポスト

原子力

半導体デバイス

エネルギー

光・電磁波

環境・防災

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

7

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中



<http://www.advancesoft.jp/>

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>

<http://www.youtube.com/user/advancesoft>



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

8

河川氾濫シミュレーションシステム開発 マルチクライアントプロジェクト

営業部 富塚 孝之

河川氾濫シミュレーションシステム開発
2020年 1 月 31 日（金）
アドバンスソフト株式会社



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

1

背景

- 日本国内では台風、ゲリラ豪雨により毎年水害が発生しています。
- 平成18年から27年までの10年間に、一度も河川氾濫などによる水害が起きていないのは、わずか49市区町村（2.8%）です。
- 残り1,692市区町村（97.2%）では10年間に1回以上の水害が起きており、さらに半数近くの830市区町村では、10年間に10回以上の水害が発生しています。
- 近年では地震による津波、高潮対策については概ね方針が固まり、整備が進んできている一方で、河川氾濫については複数の河川が影響しあうと同時に、河川氾濫が各地域の地形にも依存するため、未だに多くの課題が残っています。
- このような中で実用的な河川氾濫シミュレーションシステムの開発が急務とされております。



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

2

概要

- 本プロジェクトは東京大学生産技術研究所の山崎准教授が開発した河川氾濫プログラム「全球地表水動態モデル‘CaMa-Flood’」を基に、本格的な実用システムの開発を目指すものです。
- 「**河川氾濫シミュレーションシステム**」は、CaMa-Flood’、地形・河川データおよび本プロジェクトで開発する**GUI**から構成されます。
- 本マルチクライアントプロジェクトにご参加いただける企業様には、本プロジェクトの成果物である**GUIの永久使用ライセンス**と利用上のノウハウ（マニュアルとユーザトレーニング）をご提供いたします。



アドバンスソフトの関連分野業務実績

- 洪水リスク評価プログラムのリアルタイム配信システムプロトタイプの実成
 - 内閣府官民研究開発投資拡大プログラム PRISM～気候変動対策プロ（豪雨対策）コンソーシアム研究組合に参加し、日本全域における河川流量・農地の水利用が評価可能なシミュレーションプログラムを拡張し、低平地における豪雨時の洪水リスクのリアルタイム配信システムを構築
- 高解像度ダウンスケーリングによる地域気候データセットのシナリオ間相互比較
 - 防災科学技術研究所が実施している「気候変動適応技術社会実装プログラム」の一環として、高解像度統計的ダウンスケーリング及び力学的ダウンスケーリングによって開発しているデータセットの精度検証及びシナリオ間の相互比較業務を受注



参加費用と成果

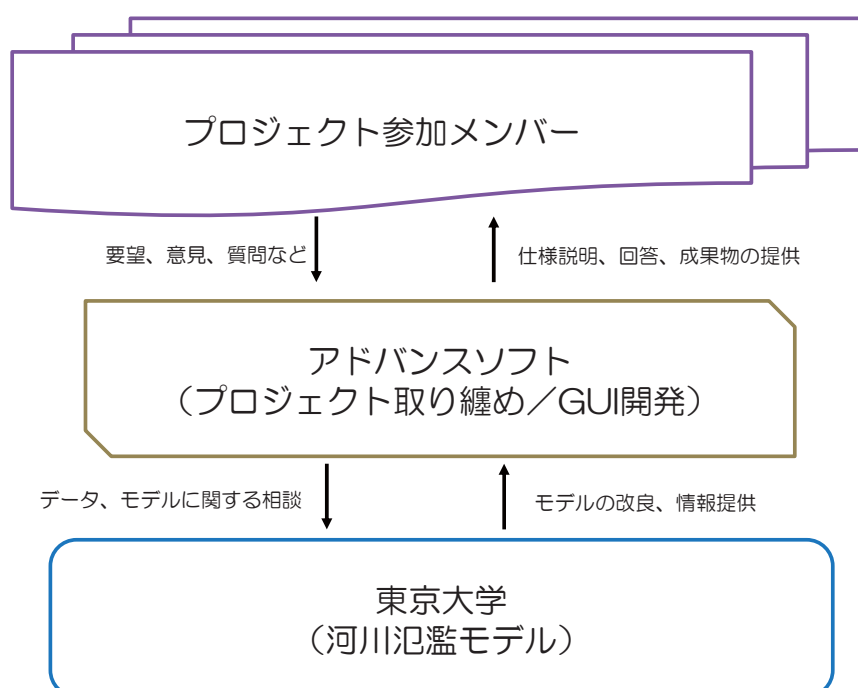
- 参加費用：1社100万円
- 成果：
 - 河川氾濫シミュレーションシステムGUIの永久ライセンス
 - 開発検討委員会※1へのご参加
 - ユーザフォーラム※2を通じた、河川氾濫シミュレーションに係る技術情報交換

※1：開発検討委員会は山崎大准教授、ご参加企業およびアドバンスソフト株式会社で構成され、本システムの機能仕様について検討、意見交換をおこないます。

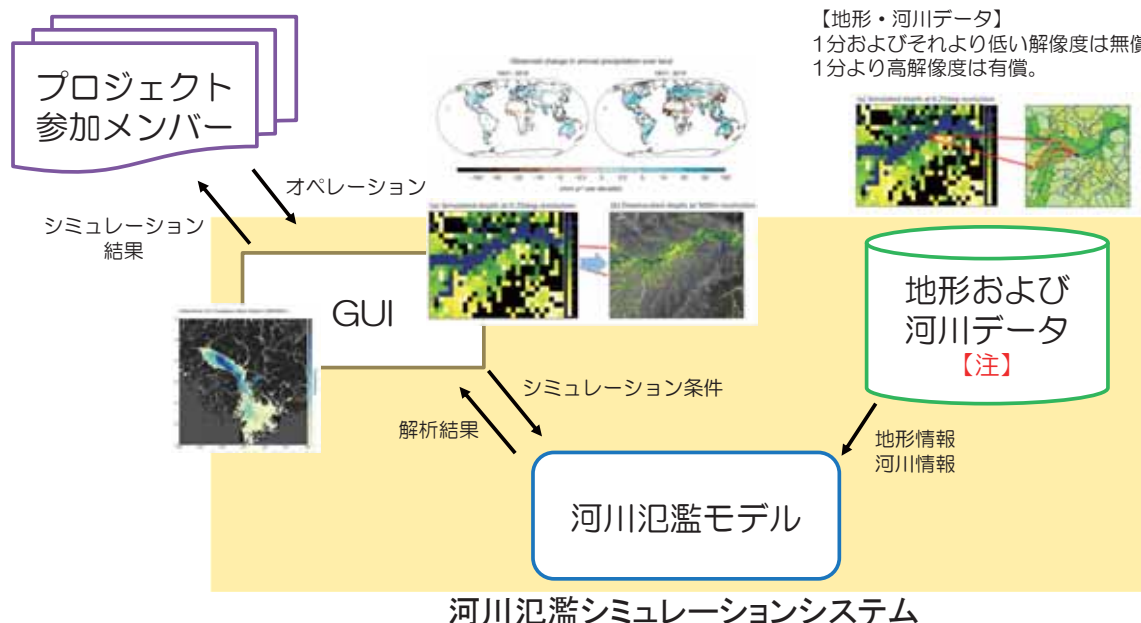
※2：ユーザフォーラムはプロジェクト参加メンバーおよびその関係者で構成され、アドバンスソフトが運営します（2021年1月～2021年12月予定）。



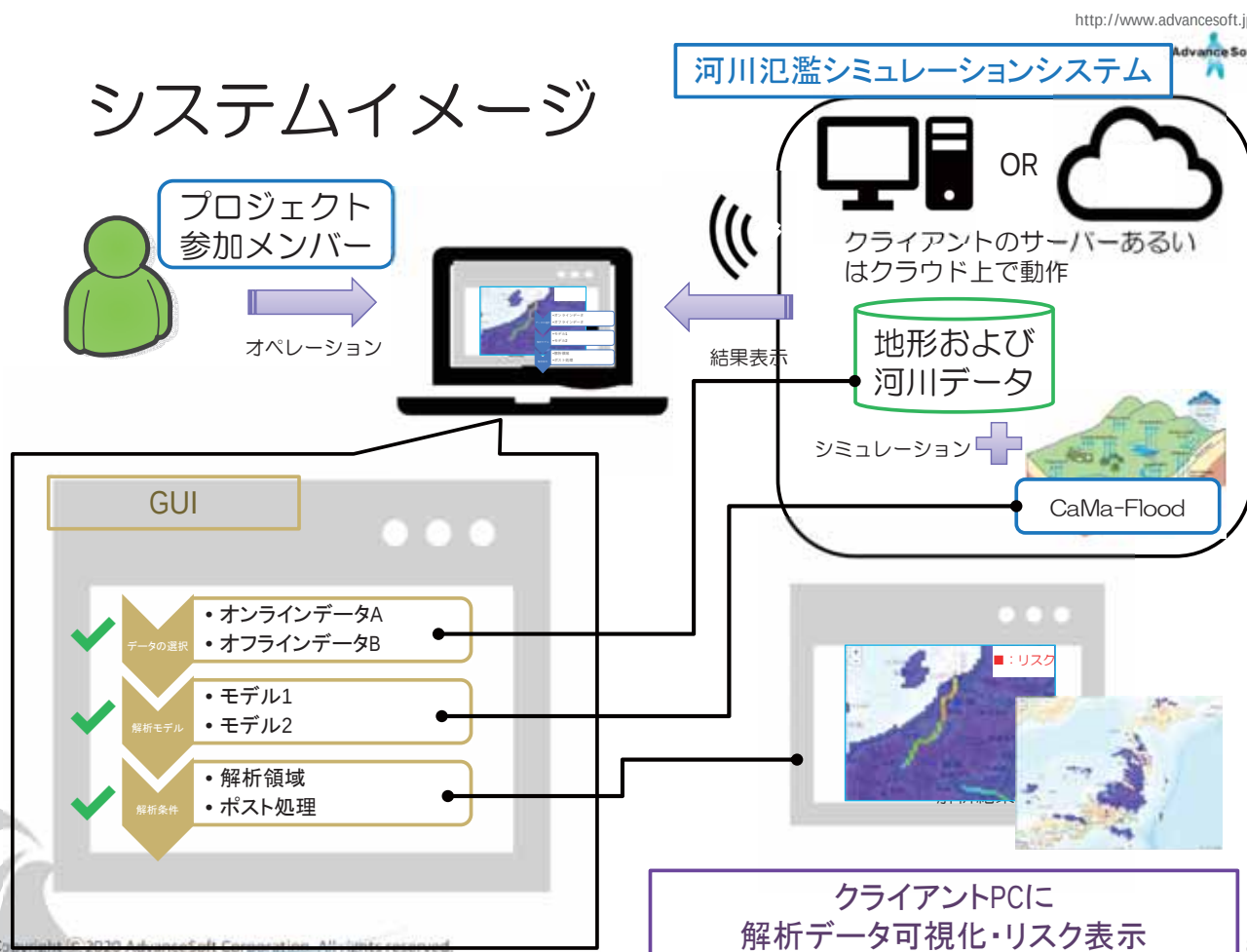
プロジェクト構成



システム構成

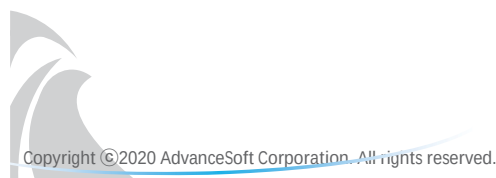


システムイメージ



地形河川データ

- 全球版
 - CaMa-Floodで利用する地形河川データは、1分（約1km）およびそれより低い（粗い）解像度は無償で利用が可能
 - 1分より高解像度のものは有償（山崎先生にご相談）
- 日本版
 - 解像度に関係なく無償で利用が可能
 - 高解像度になるとデータ容量が増大

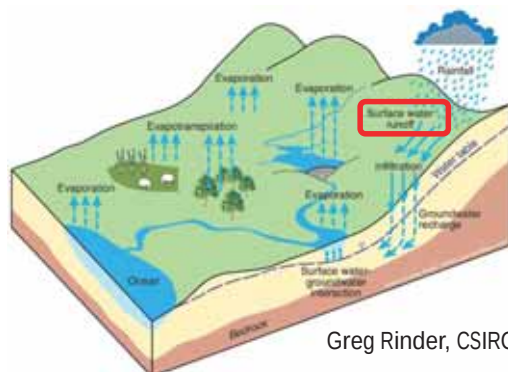


Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

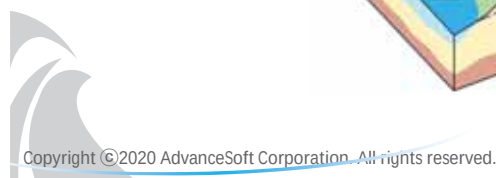
9

CaMa-Flood の入力データについて

- 入力データは、降水量ではなく河川への流出（Runoff）量
 - 単位は mm/day（CaMa-Floodの内部では m^3/s ）
- 既存の流出量データではなく、作るためには降水量データから陸面過程を扱うモデルが必要



Greg Rinder, CSIRO, Land and Water (2010)



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

10

Runoff のデータセット

- 相互モデル比較プロジェクト（MIP）のデータが利用できる
 - ✓ 登録することで商用利用が可能：CMIP5
 - ✓ CC-BY-SA なので商用利用が可能：CMIP6
 - ✓ モデル毎に確認が必要（CC-BY or CC-BY-NC）：ISIMIP
- 不明（明記されていないもの）
 - ✓ EU WATCH
 - ✓ GSWP2（Global Soil Wetness Project）
- 商用利用不可
 - ✓ S14FD（S14全球気象外力データセット）

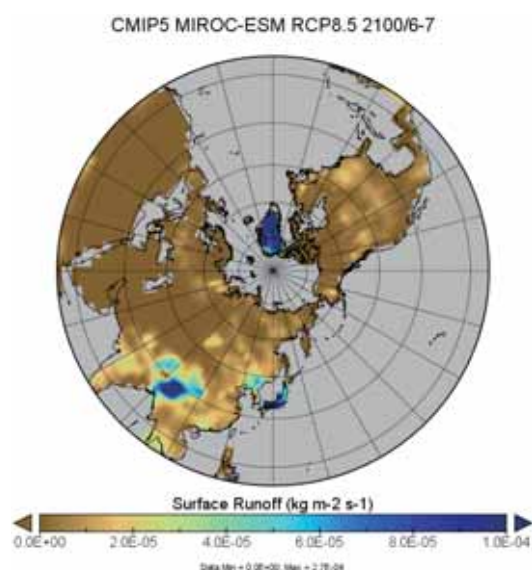
C : Climate
ISI : Inter-Sectoral Impact
MIP : Model Inter-comparison Project



環境省環境研究総合推進費戦略研究プロジェクト S14
気候変動の緩和策と適応策の総合的戦略研究



Runoff データの例



- データ：CMIP5
- モデル名：MIROC-ESM
- 実験名：RCP8.5 シナリオ
- 時刻：2100年6月の月平均
- 単位：kg/m²/s
 - mm/dayへの換算⇒86400倍



Runoff データを作成する方法

- JAXA Today's Earth の場合
 - 公開の気象データ + 陸面過程モデル (MATSIRO)



MATSIRO は公開モデルではないため、別のモデルが必要となる。

【公開コードの例】

- ・気象モデル WRF (Runoff の評価が可能)
- ・簡易な流出モデル (VLC モデル)

長期的には、公開コードの利用した Runoff データ整備も必要かもしれない。

http://www.jaxa.jp/press/2019/11/20191129a_j.html

プロジェクト成果について

- 河川氾濫シミュレーションシステムGUIの永久ライセンスを取得できます。
- ライセンス取得から1年間（2021年1月～2021年12月）は無償で保守サポートを受けることができます（2022年1月以降は保守サポートは有償となります）。
- プロジェクト完了後は、本システムのユーザフォーラムにご参加いただけます。
- ユーザフォーラムは山崎准教授と参加メンバーで、河川氾濫シミュレーションシステムに係る情報を、自由に交換できる場となることを目的としています。

プロジェクト終了後の展望

- プロジェクトで開発した河川シミュレーションシステムに対し、プロジェクトメンバーからのご要望を考慮し、計算機能の追加、充実したRunoff データの提供、ポスト処理機能の充実を進めます。
- 今後の河川シミュレーションの在り方について議論し、有意義な情報交換およびコネクションの拡大を目的としたユーザフォーラム作りに努めます。

スケジュール

2020年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	▲											▲
	プロジェクト説明会											完成報告会
		クライアント募集 プロジェクト準備										
				▲				▲				
				開発検討委員会								
				仕様検討・設計								
						開発						
										テスト・デバッグ		
									▲			▲
									ベータ版リリース			完成版リリース

- 開発検討委員会はプロジェクト開始時、中間報告、完成報告の3回を予定しております。
- プロジェクト参加申し込み期限は2020年3月31日といたします。

東京大学生産技術研究所
准教授 山崎 大

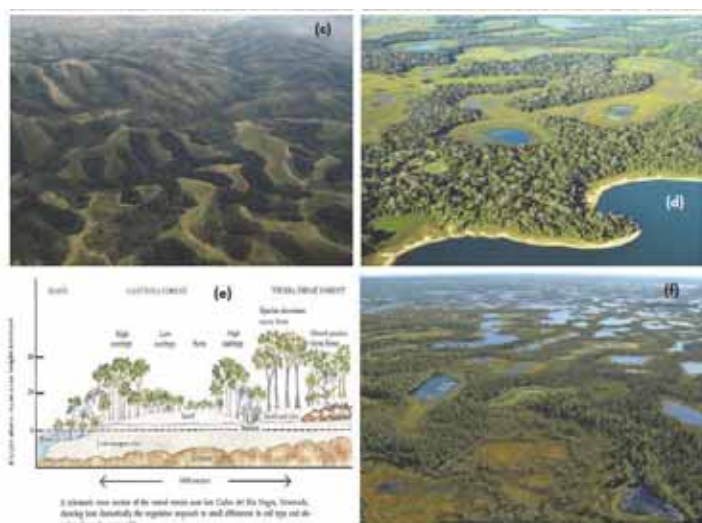
現在では、**陸域水文モデル単体**でも

- ・ 陸域における気候変動影響評価
- ・ 生態系や物質循環モデルの物理ベース
- ・ 水資源アセスメント
- ・ 洪水予測、洪水リスク評価

など、多様な目的で使用される

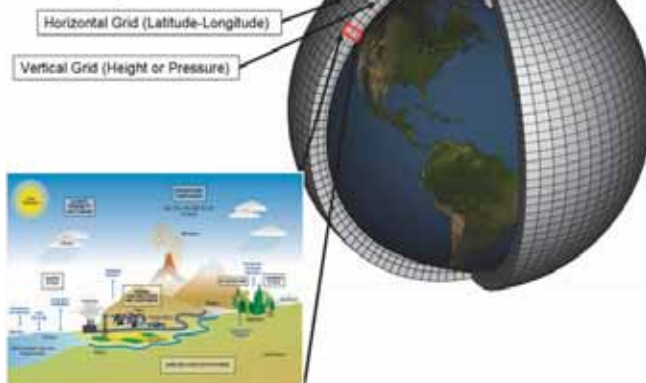
地球規模で河川による水輸送を計算
 入力：流出
 出力：河川流量・浸水域・水位など

陸域モデル研究における挑戦：空間スケール横断



[Ying et al. 2019] 陸面はとても多様性に富む。
例：数mの起伏が植生分布・地下水位・水循環に影響

Schematic for Global Atmospheric Model

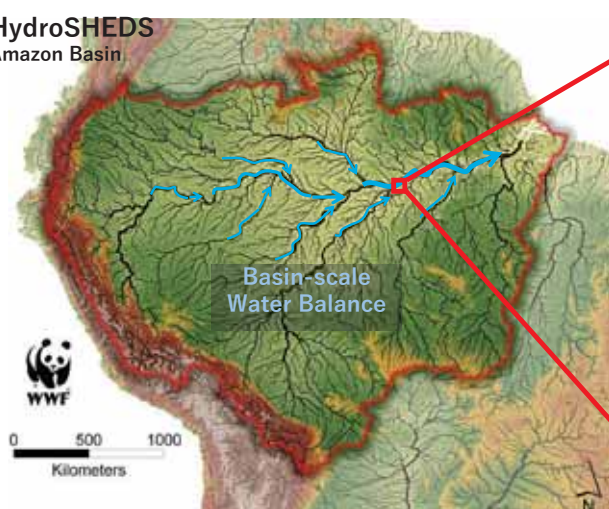


一方で、気候モデルの標準的解像度は10~300km。
サブモデルを多数結合、高い計算効率が求められる。

→ どうやったら複雑多様な陸域水循環を、
気候モデル/地球システムモデルの枠組みで適切に表現できる？

地球規模での河川・氾濫原の水動態モデリング

HydroSHEDS
Amazon Basin



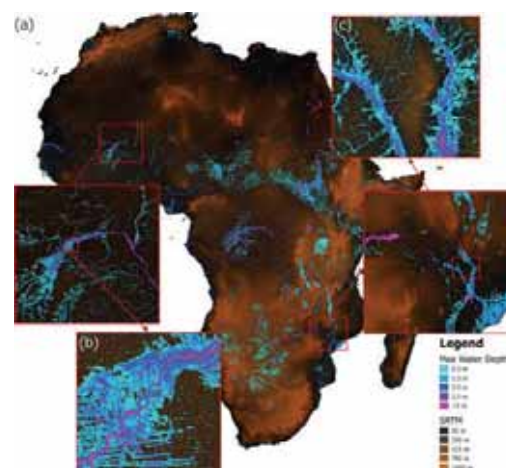
The Amazon River



Amazonian Floodplains

大陸河川では、上流～下流まで広範囲の水収支を考慮しなければならない(>1000km),
一方で、各地点での水の流れは詳細な地形の起伏に左右される(<10m).

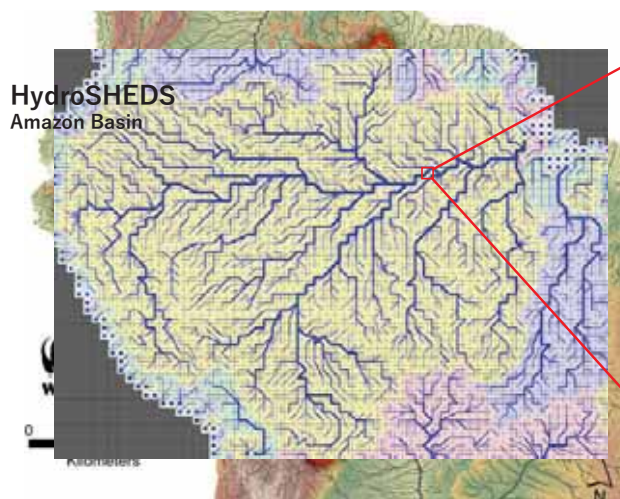
地球規模での河川・氾濫原の水動態モデリング



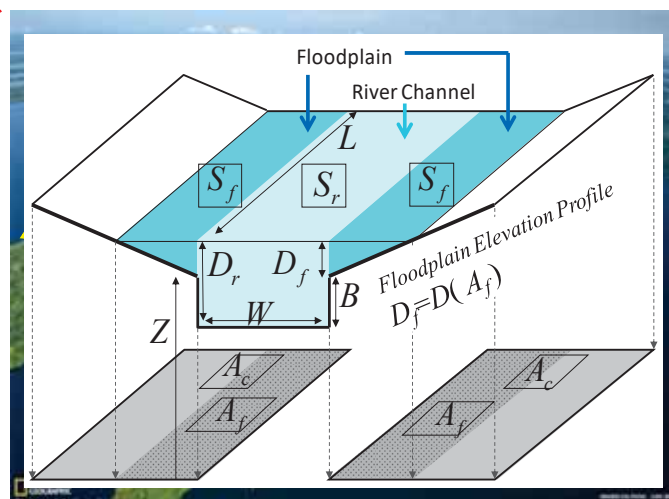
2D flood inundation model
LISFLOOD-FP (U-Bristol).
[Movie by Paul Bates]

2次元氾濫モデルは詳細地形を直接考慮。最近は全球計算も可能だが[Sampson et al., 2015], 計算負荷が大きく気候モデル/地球システムモデルへの適用は難しい。

地球規模での河川・氾濫原の水動態モデリング



Coarse-resolution River Network Map

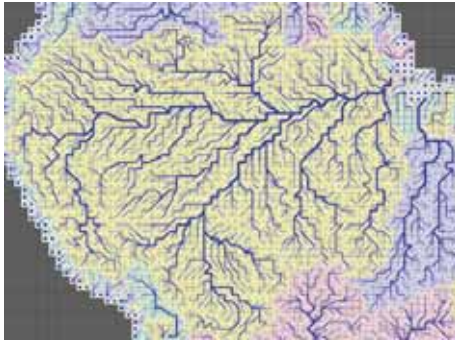


Sub-grid channel/floodplain topography

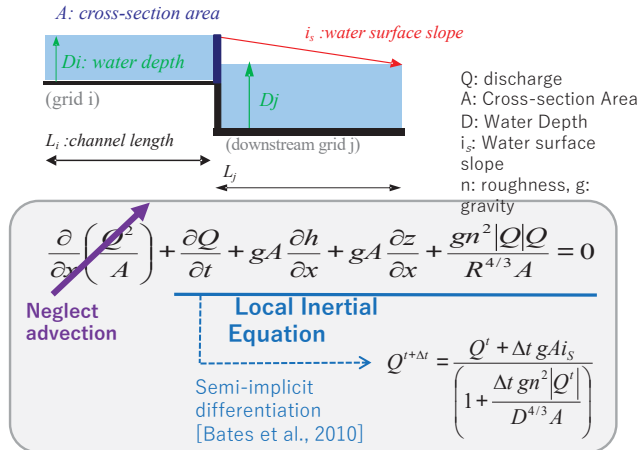
流域規模の水収支は低解像度で、氾濫原の水動態は地形パラメータから診断。
2次元氾濫モデルから**精度をほぼ落とさず、数万~数百万倍も高速に**
地球規模の水動態をシミュレートする次世代河川モデルを開発

[CaMa-Flood: Yamazaki et al. 2011; 2013; 2014]

Model concept: River discharge calculation



Coarse-resolution River Network Map



Assumptions:

River discharge is calculated along the prescribed river network map.

- Downstream direction of each grid box is indicated.
- Local inertial flow equation is used to calculate flow velocity and river discharge.

Water volume of the next time step is predicted by the continuity equation.

- Considering river discharge outflow/inflow & input runoff.

$$S_i^{t+\Delta t} = S_i^t + \sum_k^{Upstream} Q_k^t \Delta t - Q_i^t \Delta t + A c_i R_i^t \Delta t$$

S : storage Q : discharge
 $A c$: catchment area R : Input runoff

Model concept: Time evolution

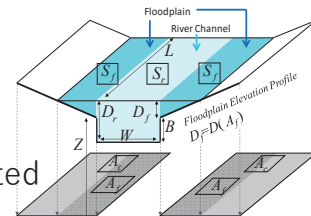
(1) Water volume **S** of each grid at time **t** is given

(2) Water depth **D** and flooded area **A_f** is diagnosed from water volume **S** using the sub-grid flood inundation scheme.

- water surface elevation **WSE** and slope **i_s**
cross-section area **A**(=**DW**) are also diagnosed.

(3) Discharge **Q** between time **t** and **t + Δt** is calculated by the local inertial equation.

$$Q^{t+\Delta t} = \frac{Q^t + \Delta t g A i_s}{1 + \frac{\Delta t g n^2 |Q^t|}{D^{4/3} A}}$$



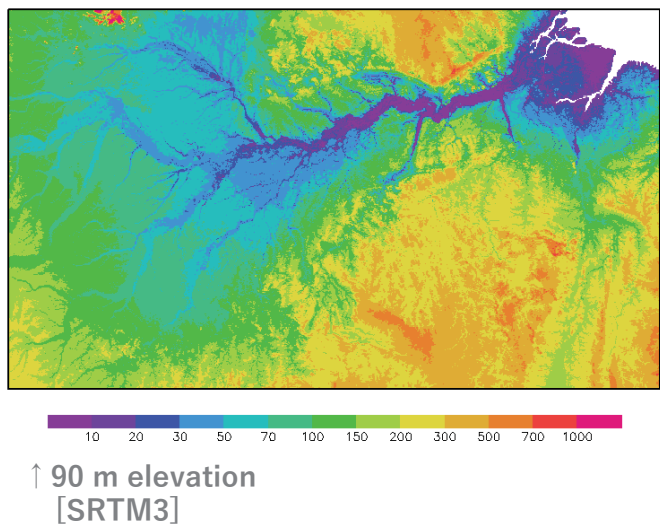
(4) Water volume change at time **t + Δt** is predicted. Input runoff **R** is added to each grid at this point.

$$S_i^{t+\Delta t} = S_i^t + \sum_k^{Upstream} Q_k^t \Delta t - Q_i^t \Delta t + A c_i R_i^t \Delta t$$



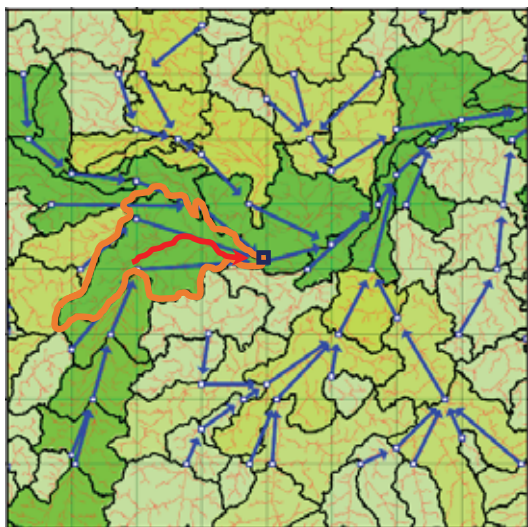
衛星データによる現実的な地形パラメータの同定

Global high-resolution (90m) topography/hydrography data is used as baseline data.



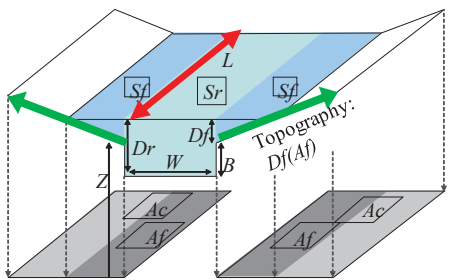
90 m Flow Direction
[HydroSHEDS] →

衛星データによる現実的な地形パラメータの同定



- [1] Define the “outlet pixel” of each grid box.
- [2] Calculate the area drained to the outlet pixel.
This is the “unit-catchment” of the grid box.
- [3] Find the downstream unit-catchment of each
unit-catchment. This is the “river network map”.
- [4] Calculate channel length/unit-catchment area.
- [5] Calculate floodplain elevation profile.

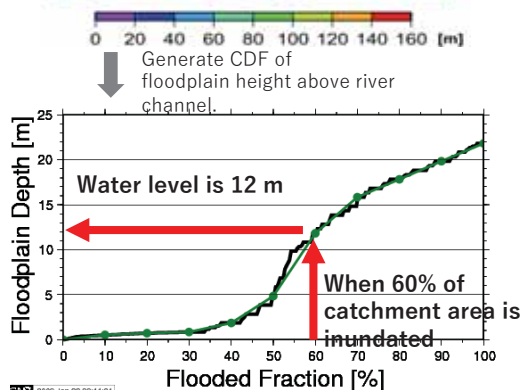
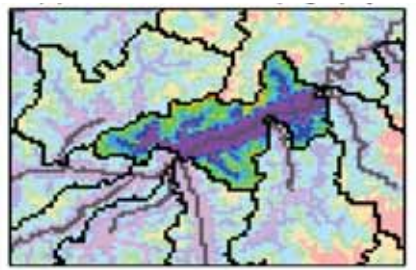
高解像度衛星データを解析して
各サブ流域ごとに異なる特徴を
地形パラメータとして同定する
独自アルゴリズムFLOWを開発



Deriving topography parameters

Problem: Rivers do not follow “the Cartesian model grid system”.

S

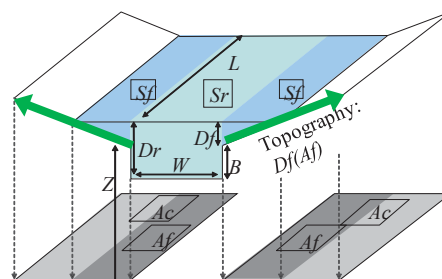


atchment” for each grid box.

- [1] Define the “outlet pixel” of each grid box.
- [2] Calculate the area drained to the outlet pixel.

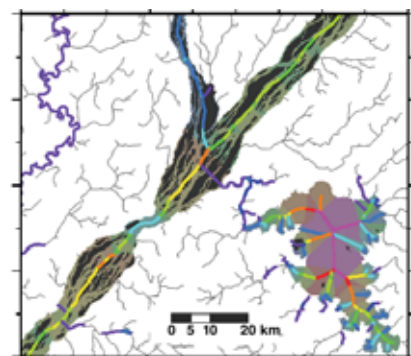
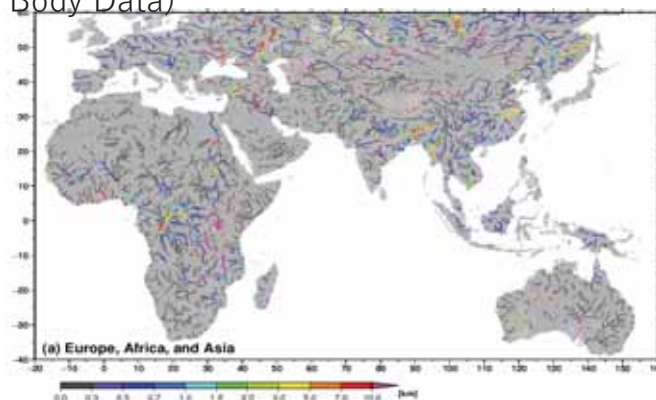
This is the “unit-catchment” of the grid box.

- [3] Find the downstream unit-catchment of each
- [4] Calculate channel length/unit-catchment area.
- [5] Calculate floodplain elevation profile.

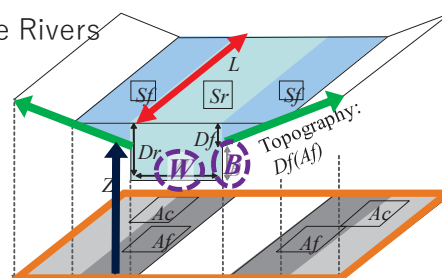


Deriving topography parameters

River width can be calculated from satellite water map (e.g. SRTM Water Body Data)



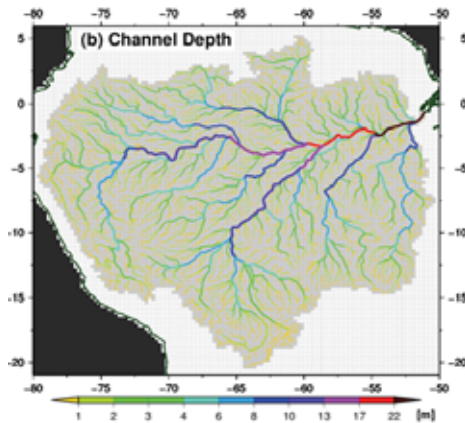
GWD-LR: Global Width Database for Large Rivers
[Yamazaki et al., 2014, WRR]



Remaining parameters:
Channel width and channel
depth

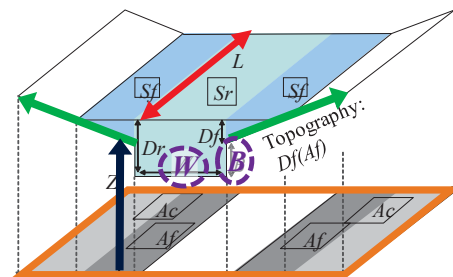
Deriving topography parameters

Channel depth is one of the largest uncertainties of global river models.



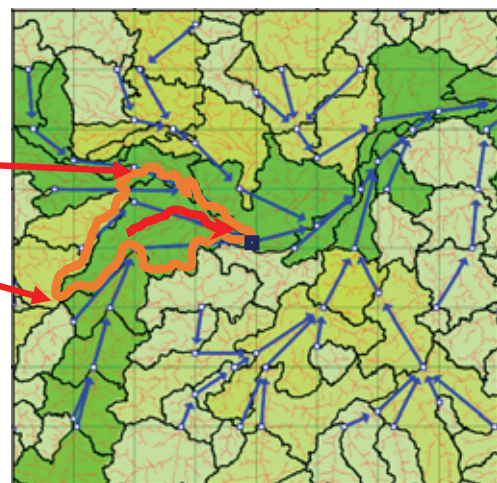
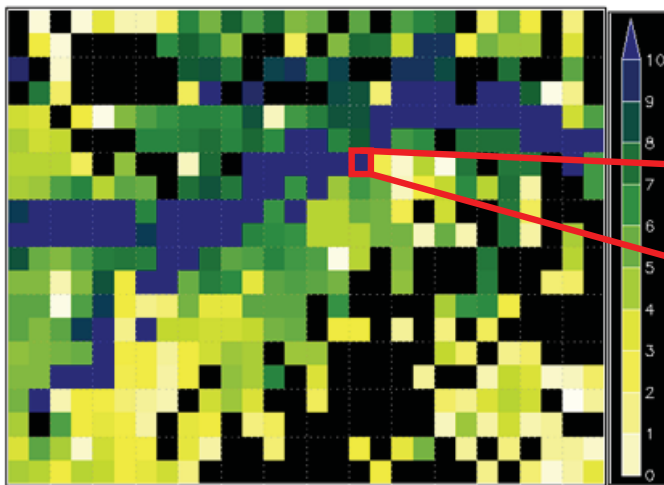
$$B = \max[0.035 \times R_{up}^{0.5}, 1.0]$$

Remaining parameters:
Channel width and channel
depth



衛星データによる現実的な地形パラメータの同定

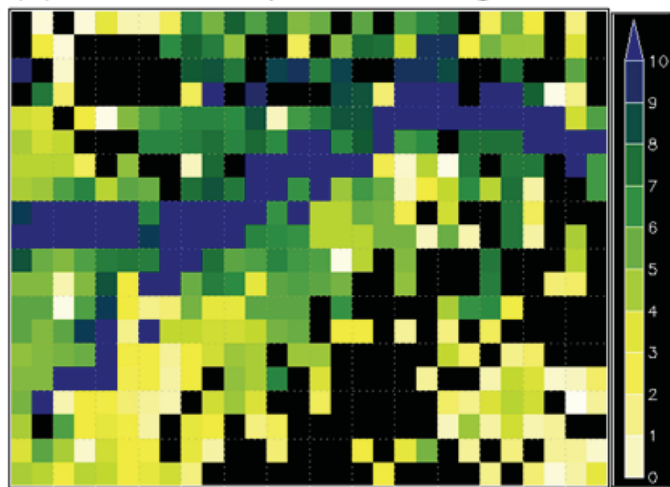
(a) Simulated depth at 0.25deg resolution



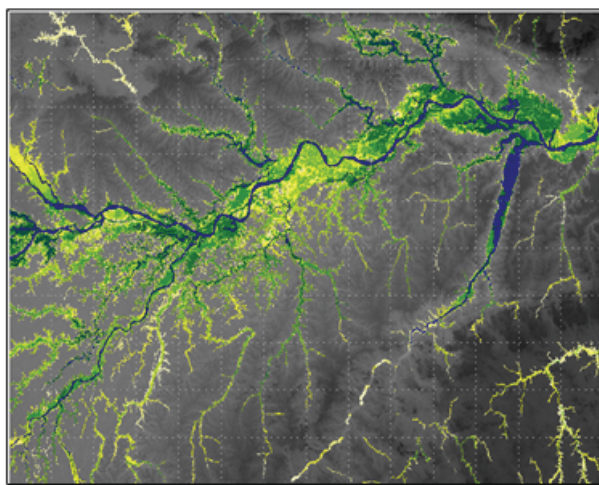
低解像度河川モデルの各グリッドと高解像度衛星データの集水域の対応関係を保存

衛星データによる現実的な地形パラメータの同定

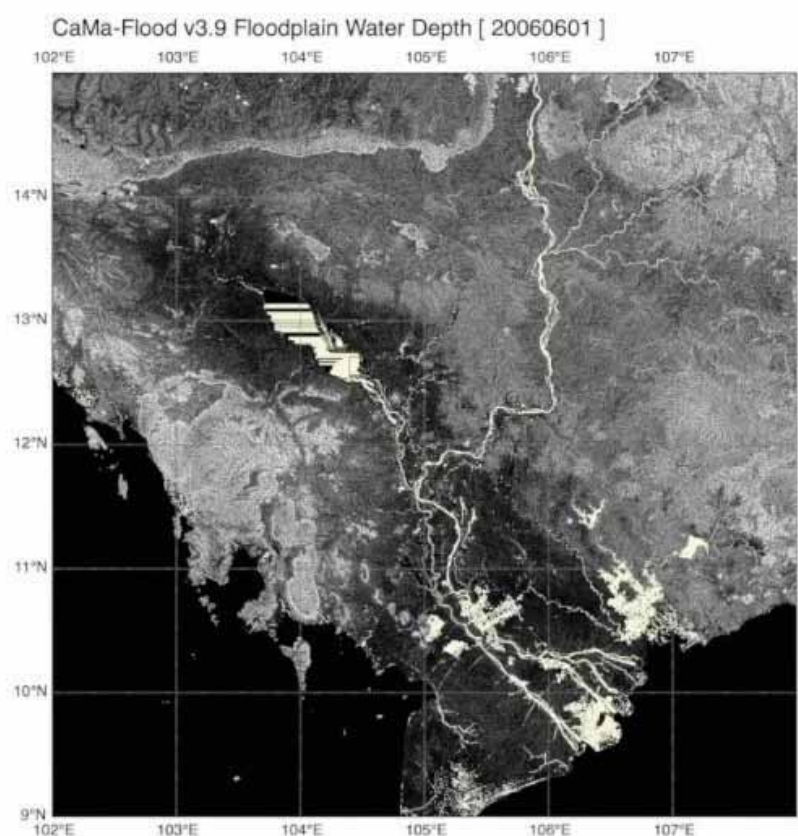
(a) Simulated depth at 0.25deg resolution



(b) Downscaled depth at 500m resolution



低解像度河川モデルの各グリッドと高解像度衛星データの集水域の対応関係を保存
→低解像度モデルの出力を地形データに投影し、わずか数秒の計算で高解像度化



全球地表水動態モデル CaMa-Flood

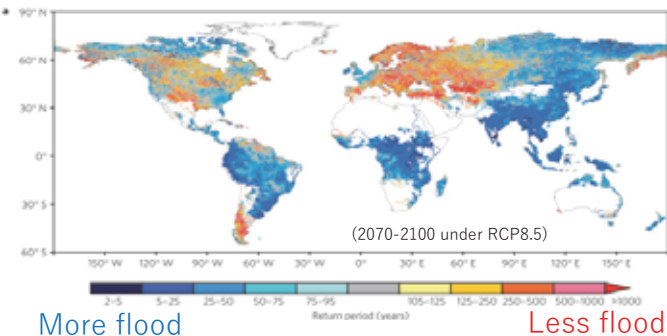
詳細地形パラメータ化で複雑な氾濫原流れを精度をほぼ落とさずに表現することで、既往2次元氾濫モデルと比べて数万~数百万倍高速な洪水氾濫計算を実現。

欧州中期気象予報センター(ECMWF)の河川モデルとして採用されたのを始め、国内外100以上の研究機関で利用される全球河川モデルになっている。

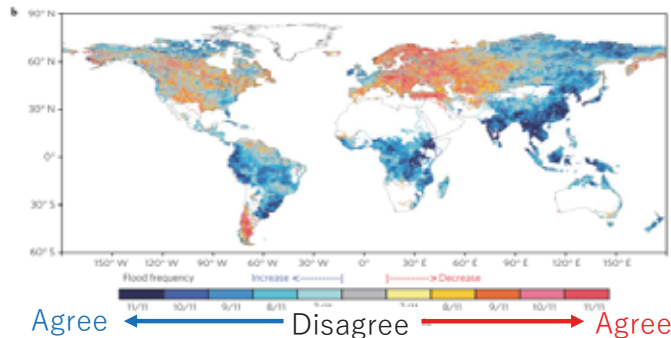
←メコンデルタの洪水シミュレーション
WSで約30分、Laptopでも数時間で計算可能

高速・高精度モデルが実現する応用研究

現在100年に一度の規模の洪水が、将来はどんな頻度になるか？



11気候モデルの変化トレンド一一致。



Global flood risk under climate change

Yukiko Hirabayashi^{1*}, Roobavannan Mahendran², Sujun Koizumi³, Lisako Konoshima⁴, Dai Yamazaki⁵, Satoshi Watanabe⁶, Hyungjun Kim⁷ and Shinjiro Kanae^{1*}

A warmer climate would increase the risk of floods. So far, only a few studies^{1,2} have projected changes in floods on a global scale. Here, we present a global projection of changes in flood frequency and inundation area, based on multiple climate models. A few global studies^{1,2} have started to estimate the exposure to flooding (population in potential inundation areas) as a proxy of risk, but none of them has estimated it in a warmer future climate. Here, we present global flood risk for the end of this century based on the outputs of 11 climate models. A state-of-the-art global river routing model with an inundation scheme³ was employed to compute river discharge and inundation area. An ensemble of projections under a new high-concentration scenario⁴ demonstrates a large increase in flood frequency in Southeast Asia, Peninsular India, eastern Africa and the northern half of the Amazon, with small uncertainty in the direction of change. In certain areas of the world, however, flood frequency is projected to decrease. Another larger ensemble of projections under low-concentration scenarios⁵ reveals that the global exposure to floods would increase depending on the degree of warming, but interannual variability of the exposure may imply the necessity of adaptation before significant warming.

複数シナリオ+複数気候モデル予測で、過去+将来について
約4500年分の日単位河川シミュレーションを実行。

将来の洪水リスク変化について、
シナリオ毎に予測の不確実性までを含めて評価した。

高速・高精度モデルが実現する応用研究



2015年9月 鬼怒川洪水の
アンサンブル・ハインドキャスト
(Ishituka, Yoshimura et al. in prep)

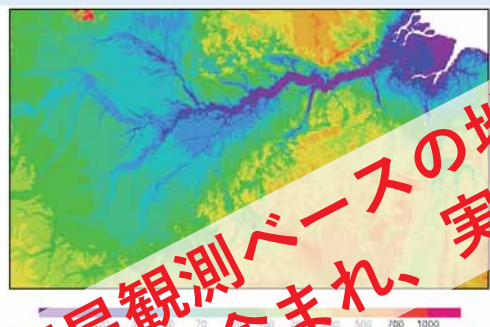
陸域水文モデル+河川水動態モデルをリアルタイム・モードで日本全域に適用。
数値河川洪水予測への道が拓けた。

全球地表水動態モデルのさらなる高度化

ユーザーやモデル応用研究の多様化で、より高精度の地表水動態計算が必要に
→モデルの基礎情報となる衛星地形データから抜本的な改良を行う

衛星データによる現実的な地形パラメータの同定

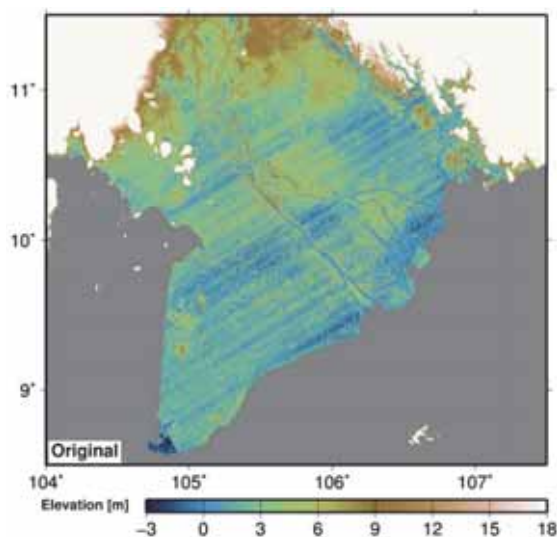
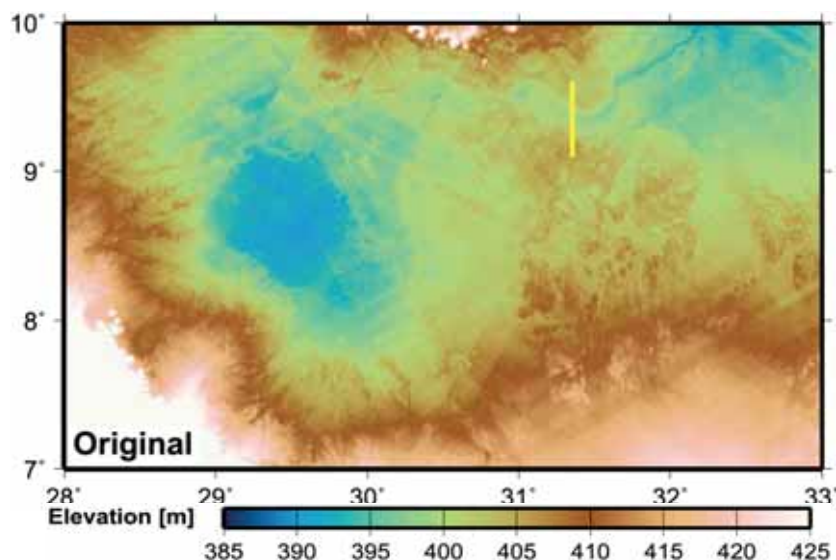
Global high-resolution (90m) topography/hydrography data is used as a baseline data.



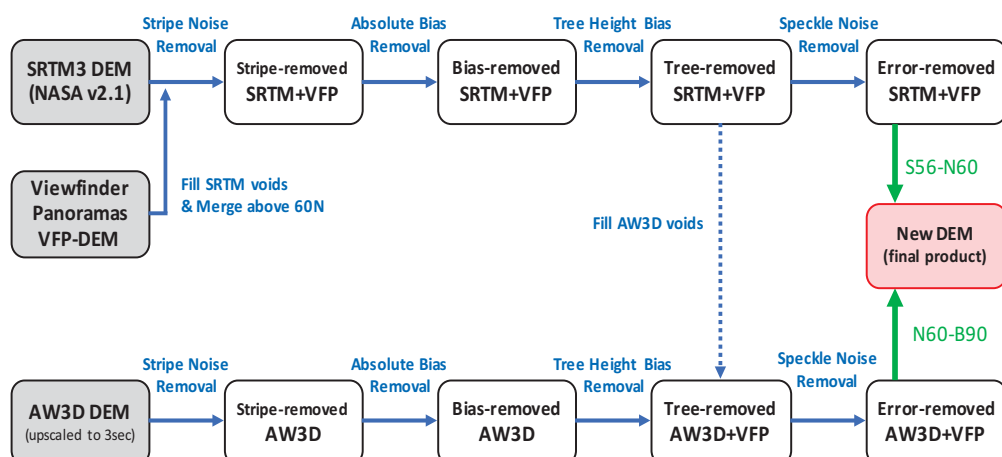
90 m Flow Direction
[HydroSHEDS] →

MERIT DEM: 全球高精度標高データの開発

NASAやJAXAなどが公開する衛星標高データには、多様な観測誤差が含まれる。
→そのままでは陸域水文シミュレーションに適用できない



MERIT DEM: 全球高精度標高データの開発



複数の衛星データと統計手法を組合せ、衛星標高データから
複数の誤差成分を検出・除去するアルゴリズムを開発

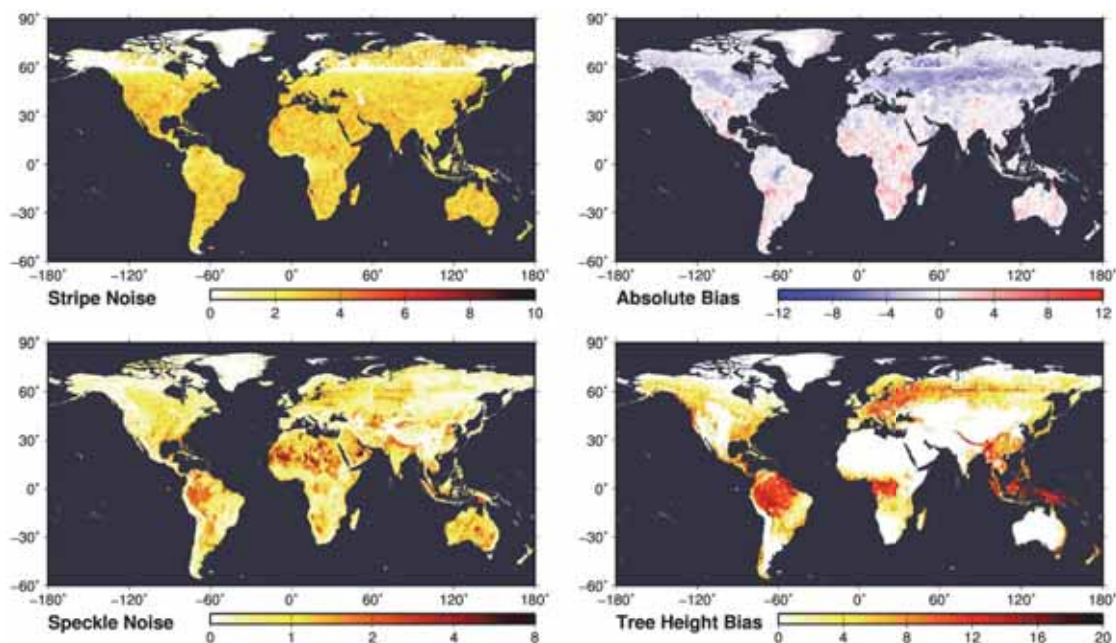
約10,000行のオリジナルFortran 90コード、>20TBのデータ解析

[Yamazaki et al. 2017]

Multi-Error-Removed Improved-Terrain DEM

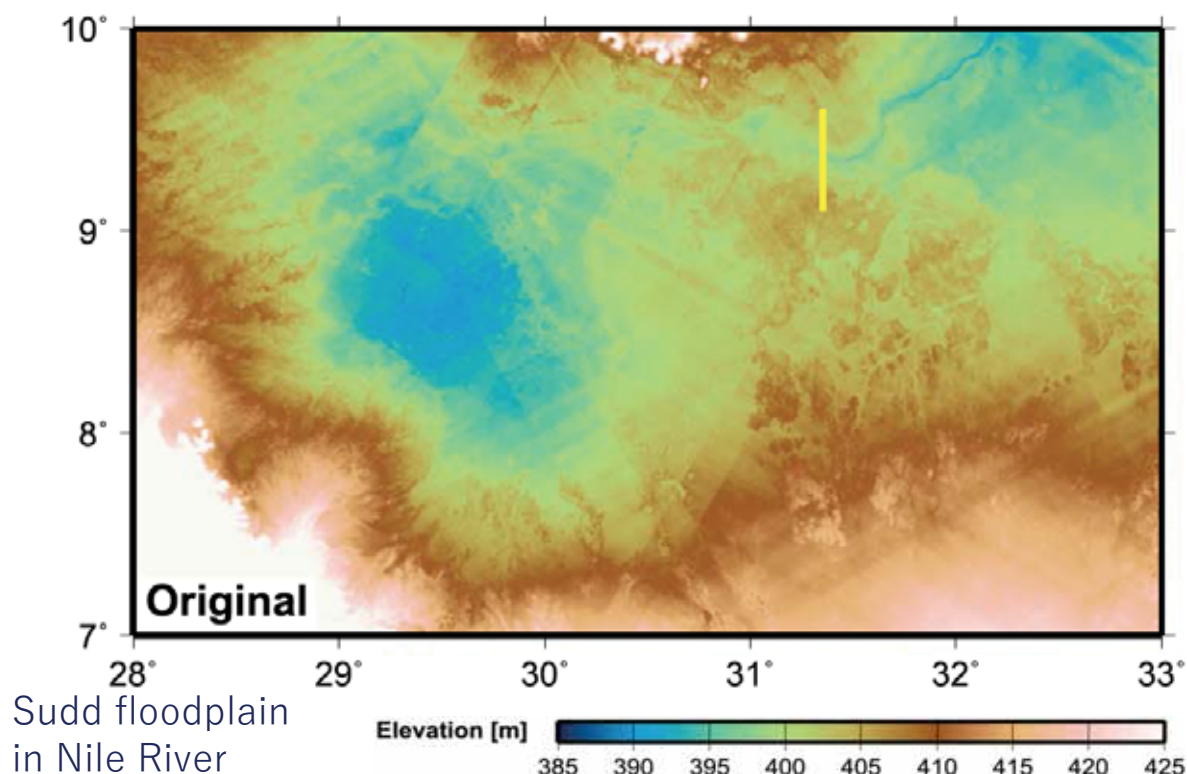
http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/MERIT_DEM/

MERIT DEM: 全球高精度標高データの開発



4つの主要誤差を分離（縞状・斑点状ノイズ + 絶対標高・森林バイアス）
各成分が**20m以上の誤差を持つ地点もあり、陸域水文モデルには致命的**

誤差除去で本来の河川地形が明確に



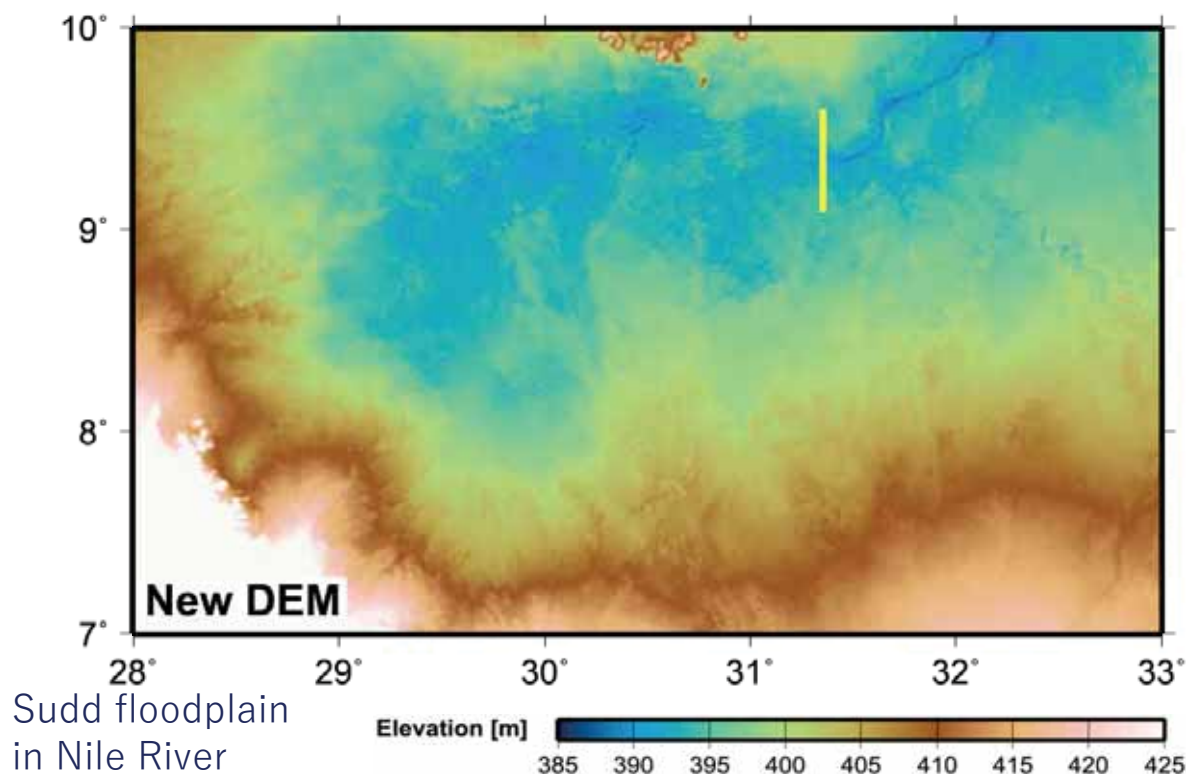
ナイル川
Sudd Floodplain

補正前のDEMでは
 ・ 顕著な縞状ノイズ
 ・ 最大12mの絶対誤差

黄線付近：
 ナイル川が12mの「誤差の丘」
 を登らないと下流に流れない

補正後は、
 ・ 河川流路が明確に
 ・ 上流-下流の標高関係が
 適切に修正される

誤差除去で本来の河川地形が明確に



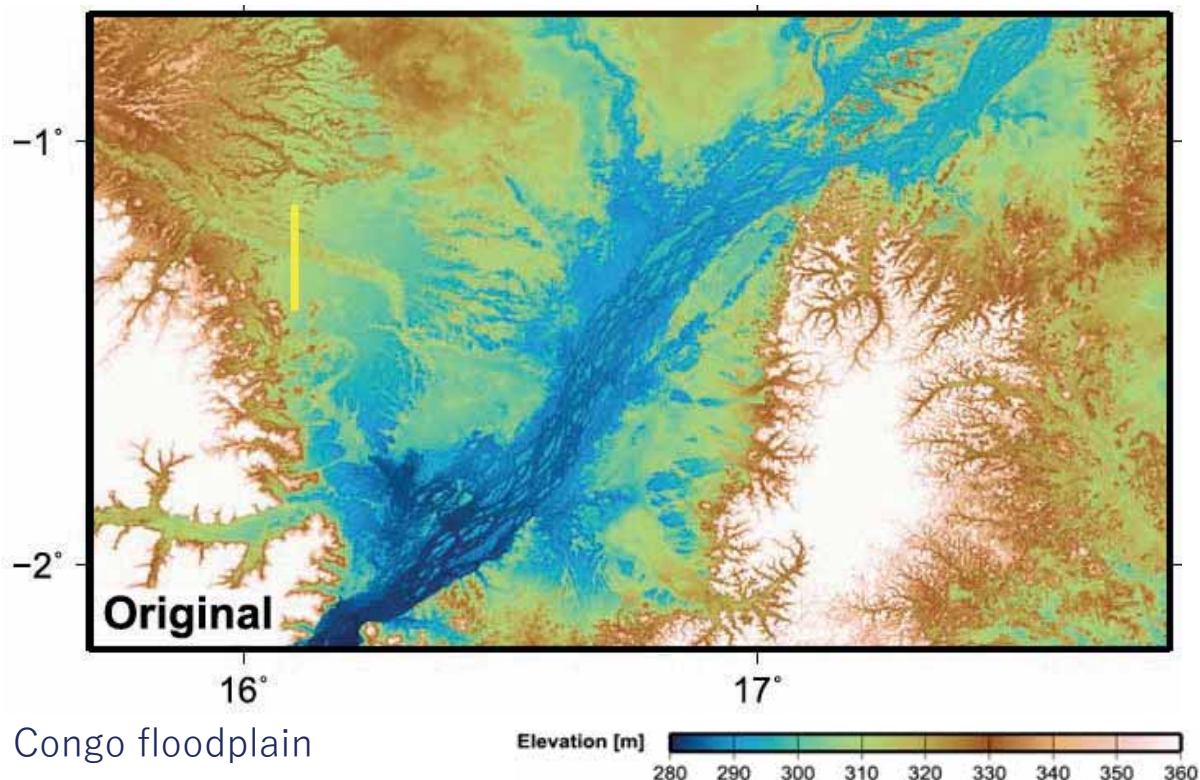
ナイル川
Sudd Floodplain

補正前のDEMでは
 ・ 顕著な縞状ノイズ
 ・ 最大12mの絶対誤差

黄線付近：
 ナイル川が12mの「誤差の丘」
 を登らないと下流に流れない

補正後は、
 ・ 河川流路が明確に
 ・ 上流-下流の標高関係が
 適切に修正される

誤差除去で本来の河川地形が明確に

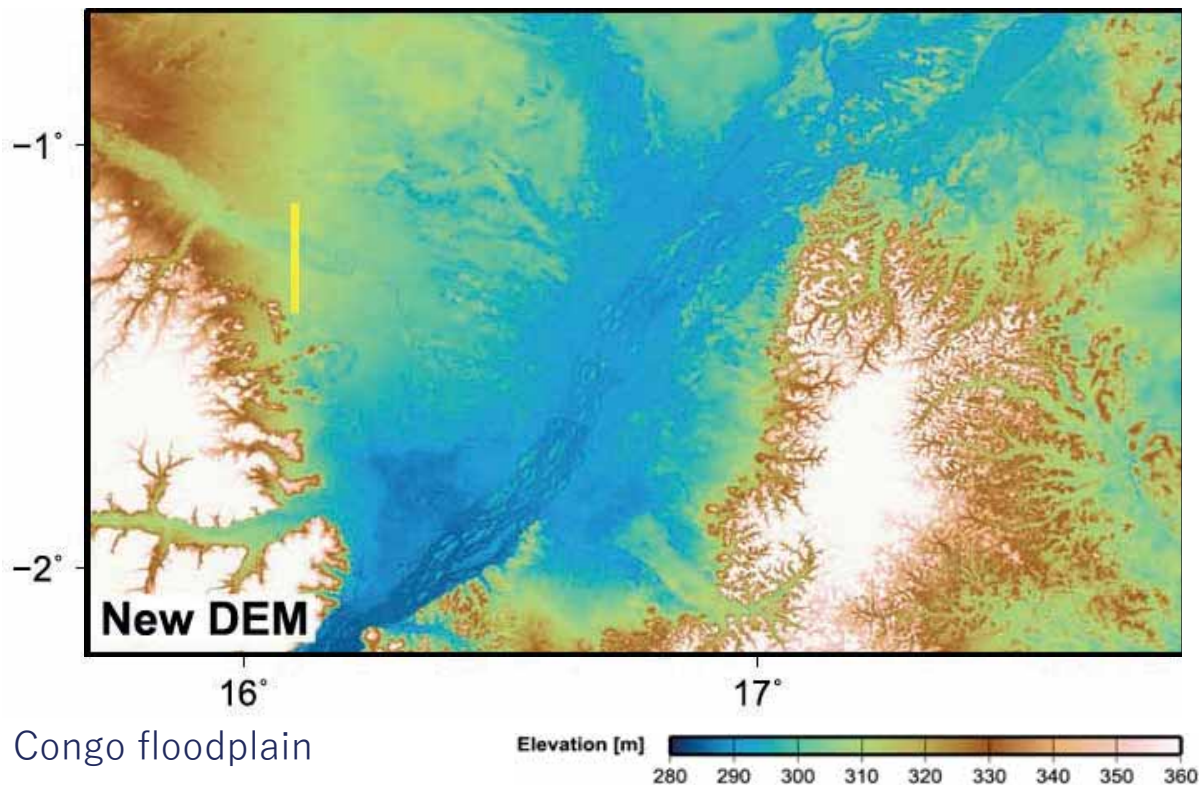


コンゴ川
丘は裸地/谷に森林

補正前のDEMでは
・顕著な森林バイアス
・谷が丘より高い

補正後は
・丘と谷の高低関係が
適切になった

誤差除去で本来の河川地形が明確に

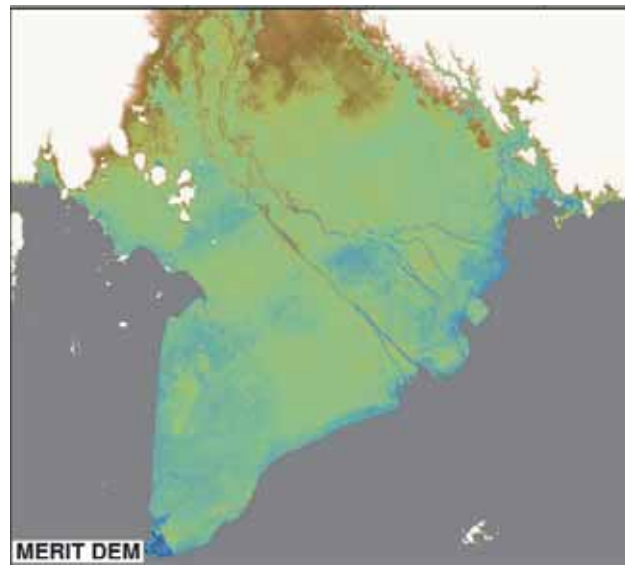
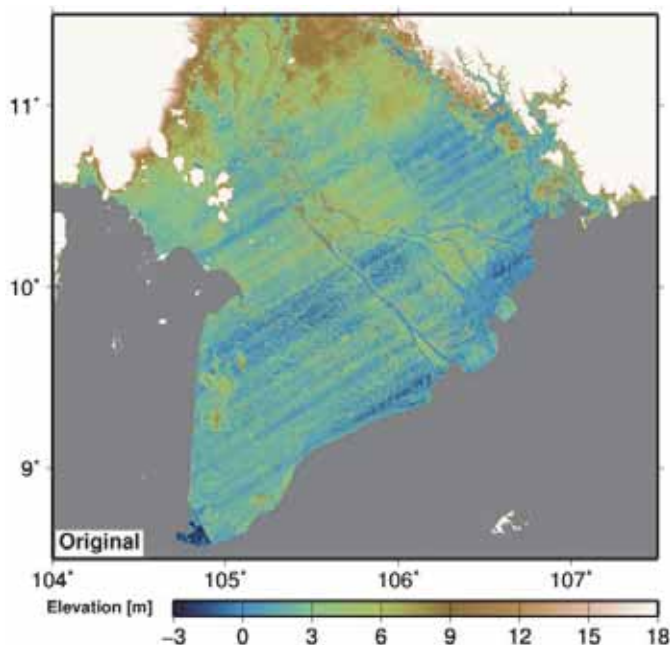


コンゴ川
丘は裸地/谷に森林

補正前のDEMでは
・顕著な森林バイアス
・谷が丘より高い

補正後は
・丘と谷の高低関係が
適切になった

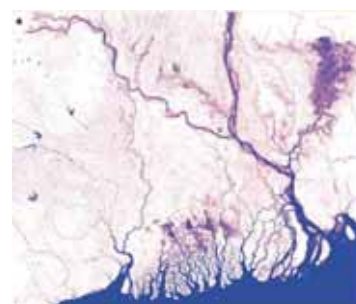
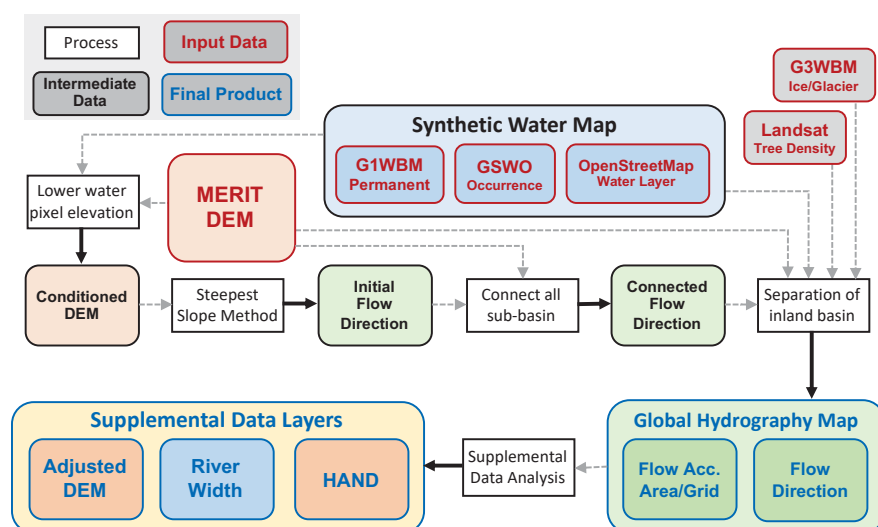
MERIT DEM: 全球高精度標高データの開発



Mekong Delta

世界800以上の研究機関にデータ提供。陸域水文モデル・洪水モデルだけでなく、考古学・気候モデル・生態系評価など幅広く活用される**地球科学の基盤データ**に

MERIT Hydro: 全球高精度河川地形データ



Global Landsat analysis:
G1WBM: Water map using
30K Landsat images
[Yamazaki et al., 2015, RSoE]
GSWO: Entire Landsat archive
(>3M images) on Earth Engine.
[Pekel et al., 2016, Nature]

Global shift to "Open Data" movement:
OpenStreetMap: Open + Cloud platform for global map editing

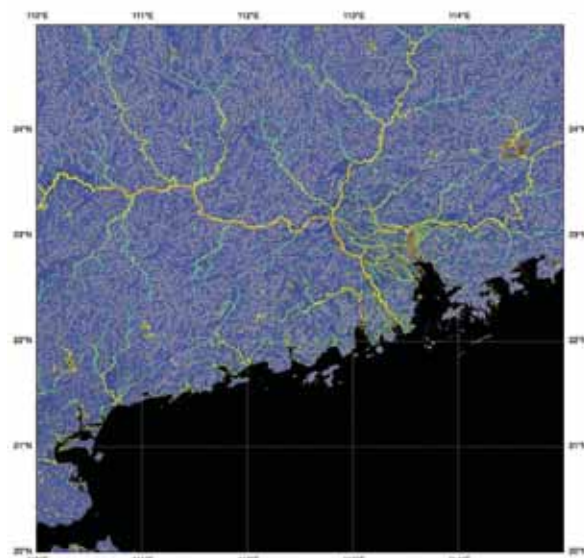


Canal networks around Bagdad.
[OpenStreetMap: www.openstreetmap.org]

MERIT DEMに、衛星水面マップ+OpenStreetMapを統合
約30,000行のFortran90コード、数千枚の計算結果画像の目視Quality Check

[Yamazaki et al. 2019]

MERIT Hydro: 全球高精度河川地形データ



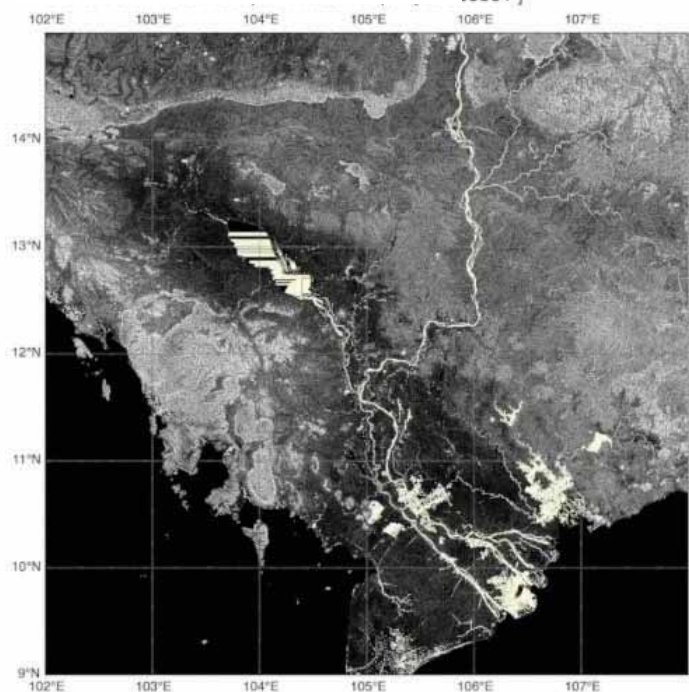
River width data

高解像度の河川網データに加え、川幅や氾濫原地形データも整備
2019年5月から公開4ヶ月でユーザー数が300超。
MERIT DEMと並んで**地球科学の基盤データ**として評価される

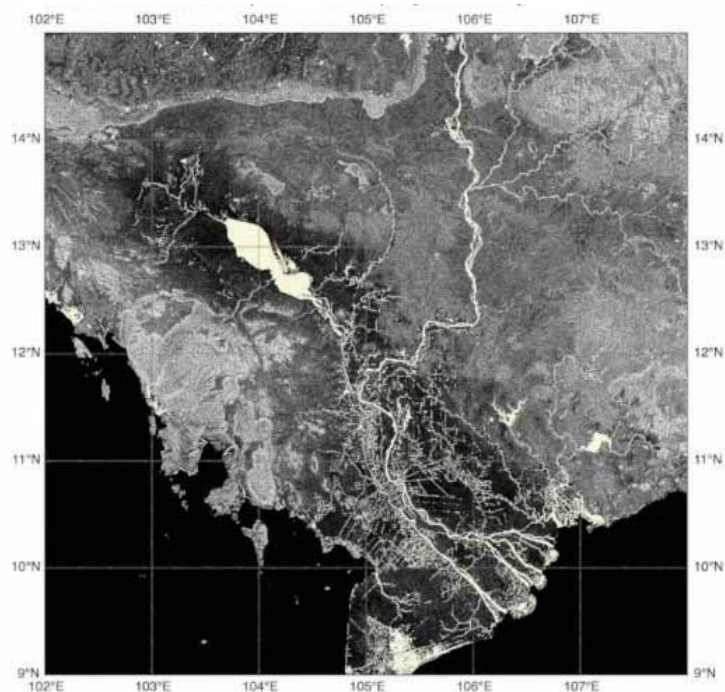
地形データ整備→洪水シミュレーションが大幅高度化

[Old] SRTM + HydroSHEDS

30601]



[New] MERIT DEM + MERIT Hydro



まとめ：CaMa-Floodの仕組み

複雑な水動態をサブグリッド物理で表現することで
2次元氾濫モデルと比較しても精度を大きく落とさずに高速化

→ **高速な流量・水位・浸水域の計算を実現**
(リアルタイム予想や温暖化アンサンブル実験に活用)

近年は地形データの高度化に注力

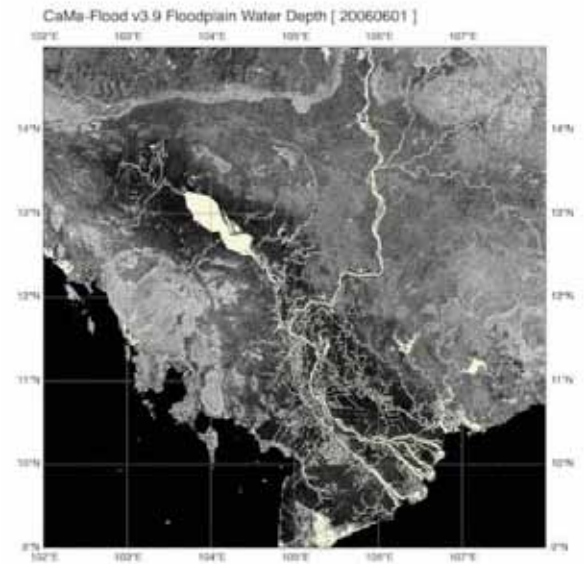
→ 多様な研究分野でも活用される
洪水モデルの大幅な精度向上

CaMa-Floodはver.4からオープンソースに

(ソースはApache 2.0; 基礎データはCC-BY 4.0)

高解像度マップ、入力データ部分は要検討

→ 科学研究用に開発されたモデルだが
実用目的でも活用できるか期待。



河川シミュレーションの動向



旭 一岳

RiverLink, Co.,Ltd.

私：旭一岳について

2014年9月～ 株式会社 RiverLink 代表取締役

2017年10月～ 一般社団法人 iRIC-UC 理事

2016年9月～ 早稲田大学非常勤講師

2015年－2018年 名城大学非常勤講師

2014年9月 北海道大学 博士（工学）取得

2010年－2014年 一般財団法人 北海道河川財団

2007年－2010年 株式会社 リクルート

2003年－2007年 みずほ情報総研株式会社

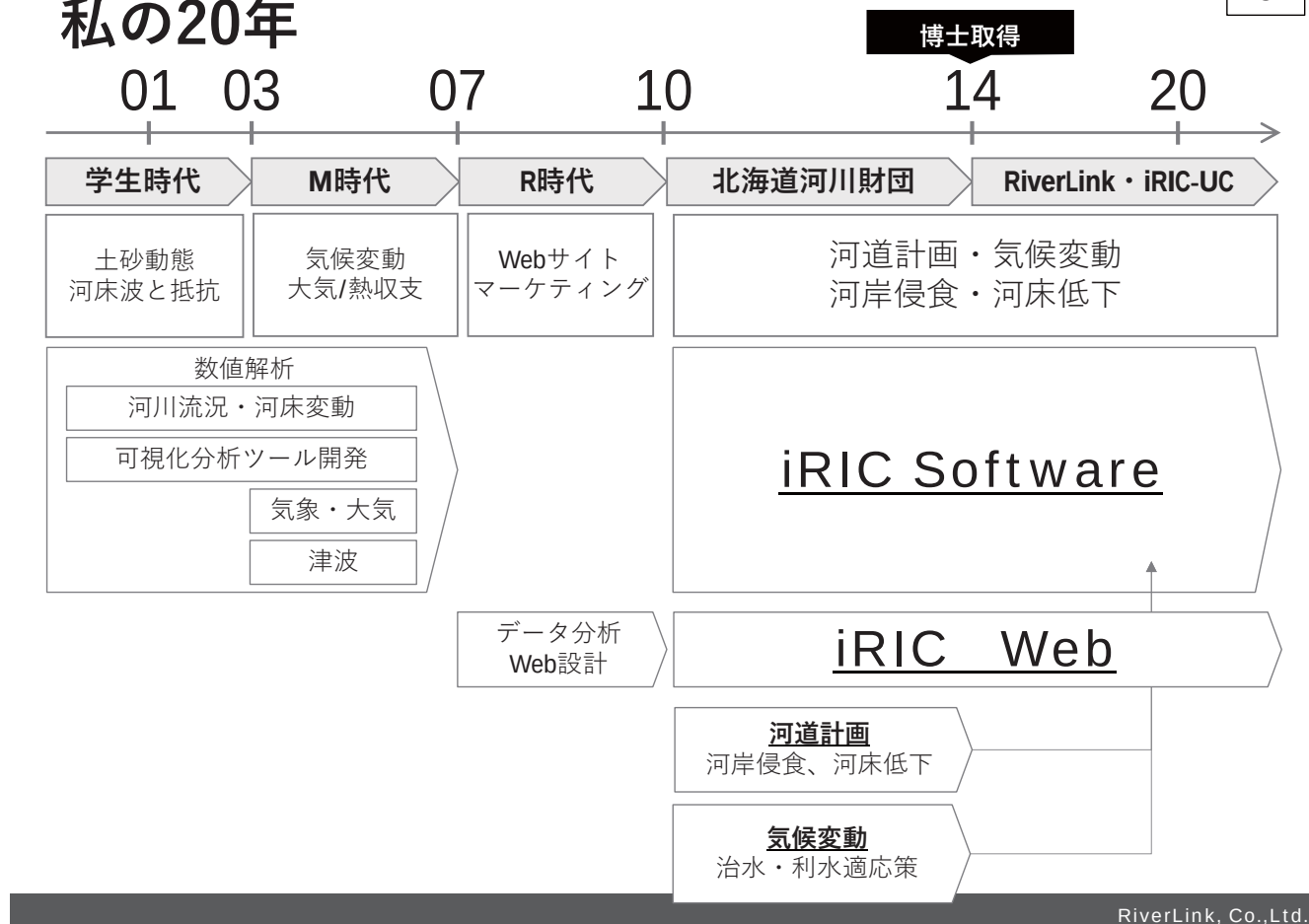
2003年3月 北海道大学大学院工学研究科

環境資源工学専攻、修士課程修了

RiverLink, Co.,Ltd.

私の20年

3



iRICとは？

4

International River Interface Cooperative

Dr. Jon Nelson
@USGS



Pro. Yasuyuki Shimizu
@Hokkaido Univ.



河川をはじめ水問題にかかわる世界中の研究者・技術者が
交流するための場作りを行っている任意団体です。

現場ユーザーを第一に考え
さまざまな計算プログラムを利用できる環境を提供することで
わかる・できる・つたえる
を増やす

問題発見・課題解決・相互理解に
寄与する

iRICの活動

iRIC/iRIC研究会

1. 解析プラットフォームづくり

- ・ 解析に必要なデータ作成機能
- ・ 様々な解析モデル
- ・ 可視化、分析機能
- ・ iRIC Web サイトで無償公開

2. 交流の場づくり

- ・ 国内外で講習会
- ・ iRIC Webサイトで情報発信
- ・ iRIC Webサイトでフォーラム運営

上記活動を支援

(一財) 北海道河川財団

アメリカ地質調査所

(一社) iRIC-UC

ユーザー企業
iRICのユーザー

RiverLink, Co.,Ltd.



代表理事：清水康行
理事：竹林洋史・旭一岳

(1) Webサイトや講習会の企画、運営サポートや (2) ユーザーサポート
(3) 未公開ソルバーの公開サポート等を行っています。

正会員

- ・株式会社 エコー
- ・株式会社 開発工営社
- ・株式会社 建設環境研究所
- ・株式会社 建設技術研究所 北海道支社
- ・株式会社 ドーコン
- ・日本工営株式会社 河川部
- ・日本工営株式会社 中央研究所
- ・パシフィックコンサルタンツ株式会社
- ・株式会社 北開水工コンサルタント
- ・みずほ情報総研株式会社
- ・三井共同建設コンサルタント株式会社
- ・株式会社 RiverLink

賛助会員

- ・いであ株式会社
- ・応用地質株式会社
- ・サンスイコンサルタント株式会社
- ・株式会社 JPビジネスサービス
- ・株式会社 水工技研
- ・株式会社 水工リサーチ
- ・株式会社 トラステッククリエイション
- ・株式会社 福田水文センター
- ・北電総合設計株式会社
- ・株式会社 北海道技術コンサルタント
- ・株式会社 北海道水工コンサルタンツ
- ・株式会社 松木設計事務所
- ・株式会社 リブテック
- ・株式会社 Remoword

(2019年11月8日現在) (五十音順)

RiverLink, Co.,Ltd.

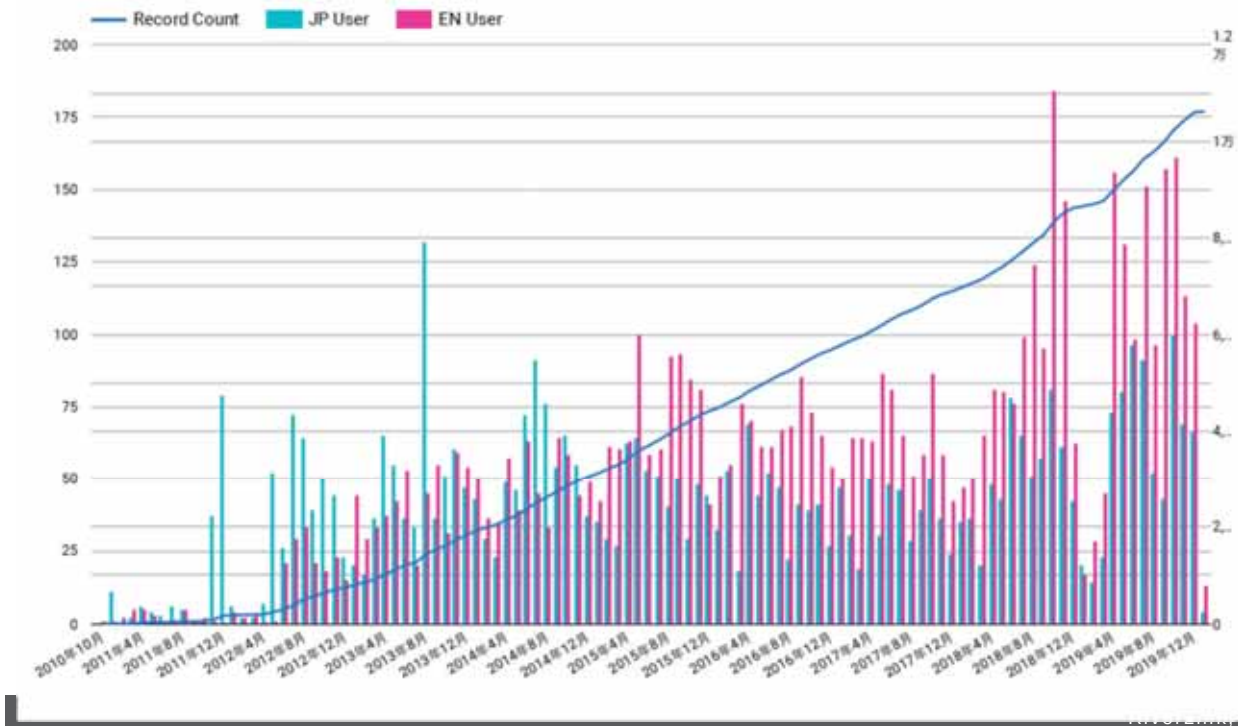


iRIC software ユーザ数の推移

期間を選択

Definitive: definitive

(1)



代表取締役：旭一岳

iRICおよびiRIC-UCの活動だけではカバーできない個別案件への対応
研究や技術開発支援

プログラム開発

- 各種の計算モデルの開発
(Nays2DH、Nays2DFlood含む)
- Webシステムの開発
- 高速化

解析

- 各種河川流況解析
- 各種河床変動解析
- 各種氾濫解析
- 各種流出解析

調査・研究

- 気候変動関連調査
- 河床低下、岩盤洗掘現象
- 河川蛇行
- 各種講習会

河川シミュレーションの動向

河川シミュレーションを取り巻く現状

RiverLink, Co.,Ltd.

河川シミュレーションと取り巻く現状

テクノロジーの進化

- Web×GISの進化
- 測量技術の高度化
- 降雨観測
- 衛星観測
- リアルタイム、常時観測
- 河川CIM



進化するテクノロジーを活用した
河川シミュレーションの高度化が求められている

RiverLink, Co.,Ltd.

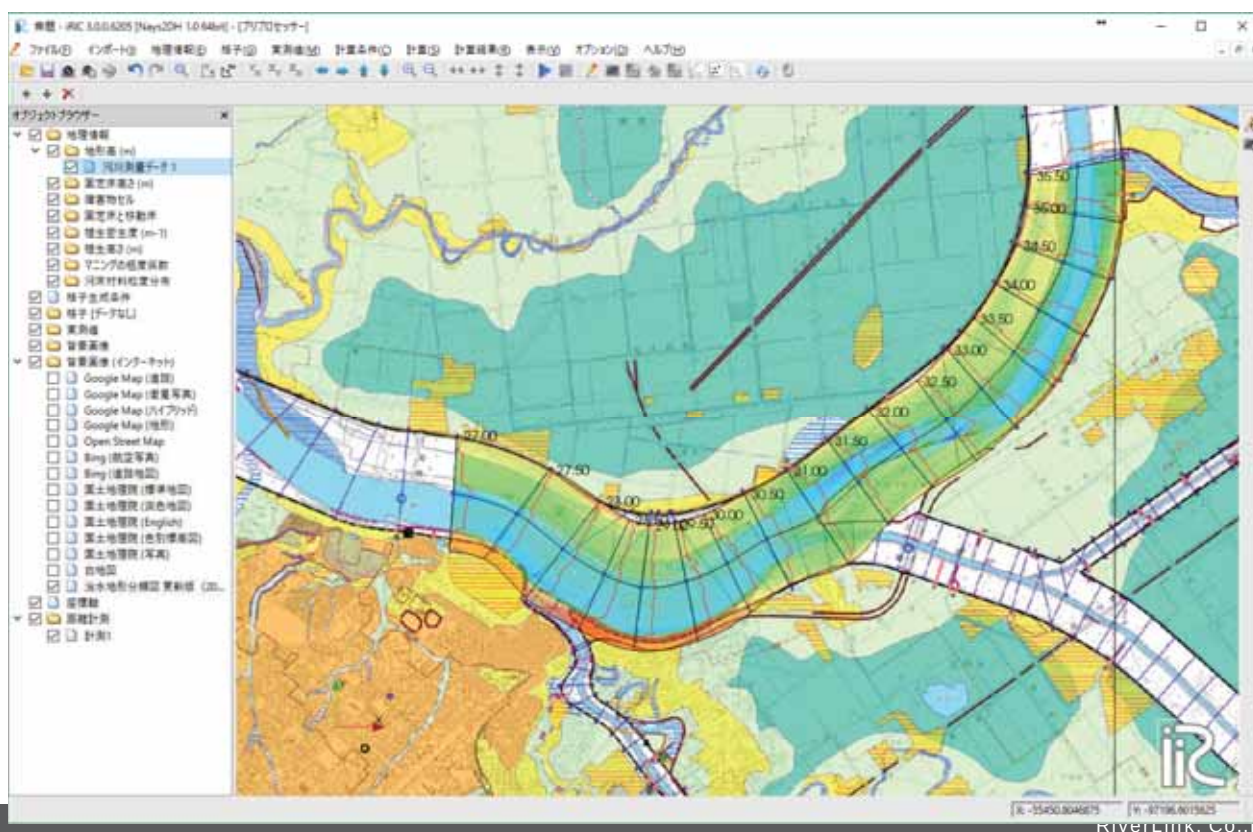
Web GIS

- 国土地理院からWMTS（Web Map Tile Service）で様々なデータが配信されている



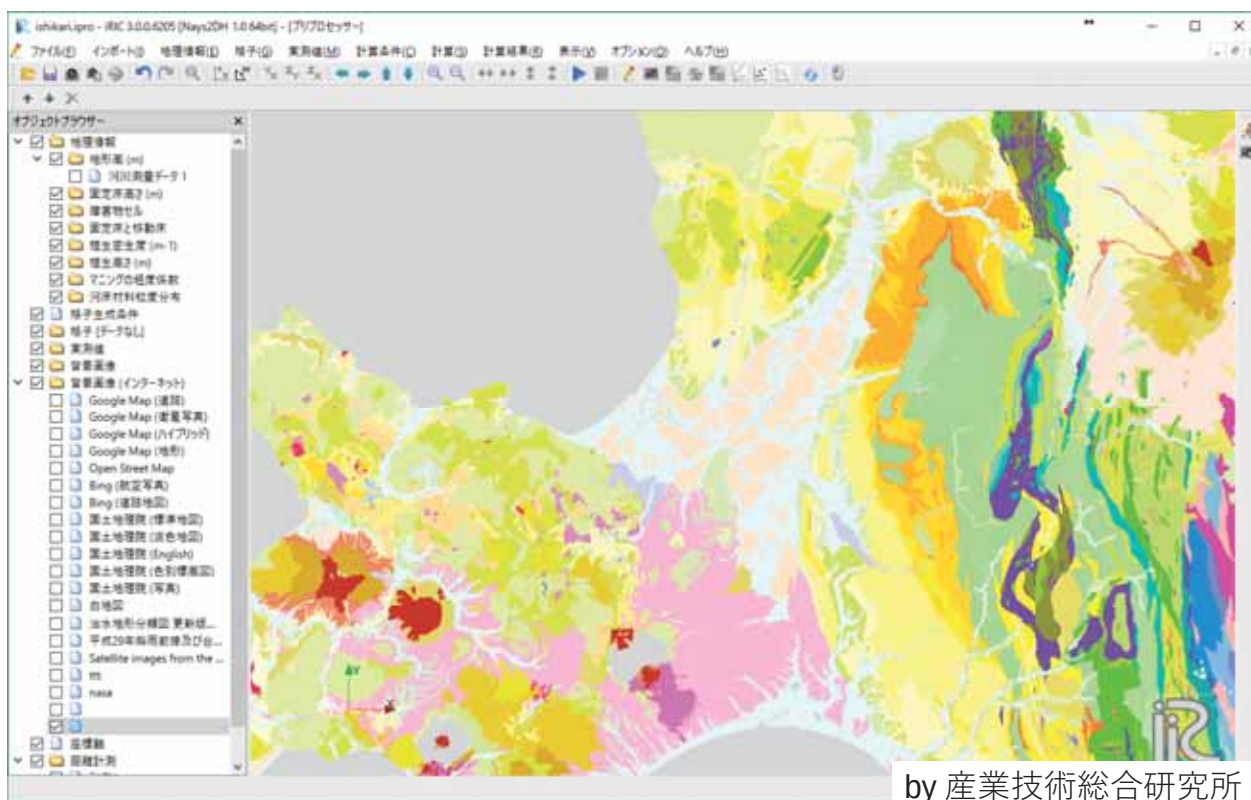
RiverLink, Co.,Ltd.

治水地形分類図 更新版（2007～2014年）



RiverLink, Co.,Ltd.

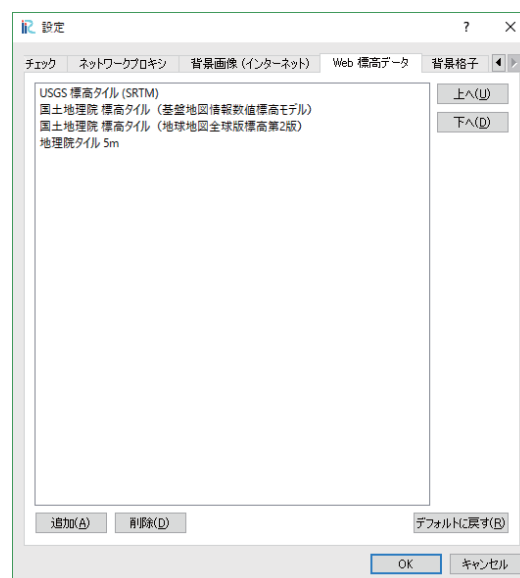
日本シームレス地質図WMTS配信



by 産業技術総合研究所

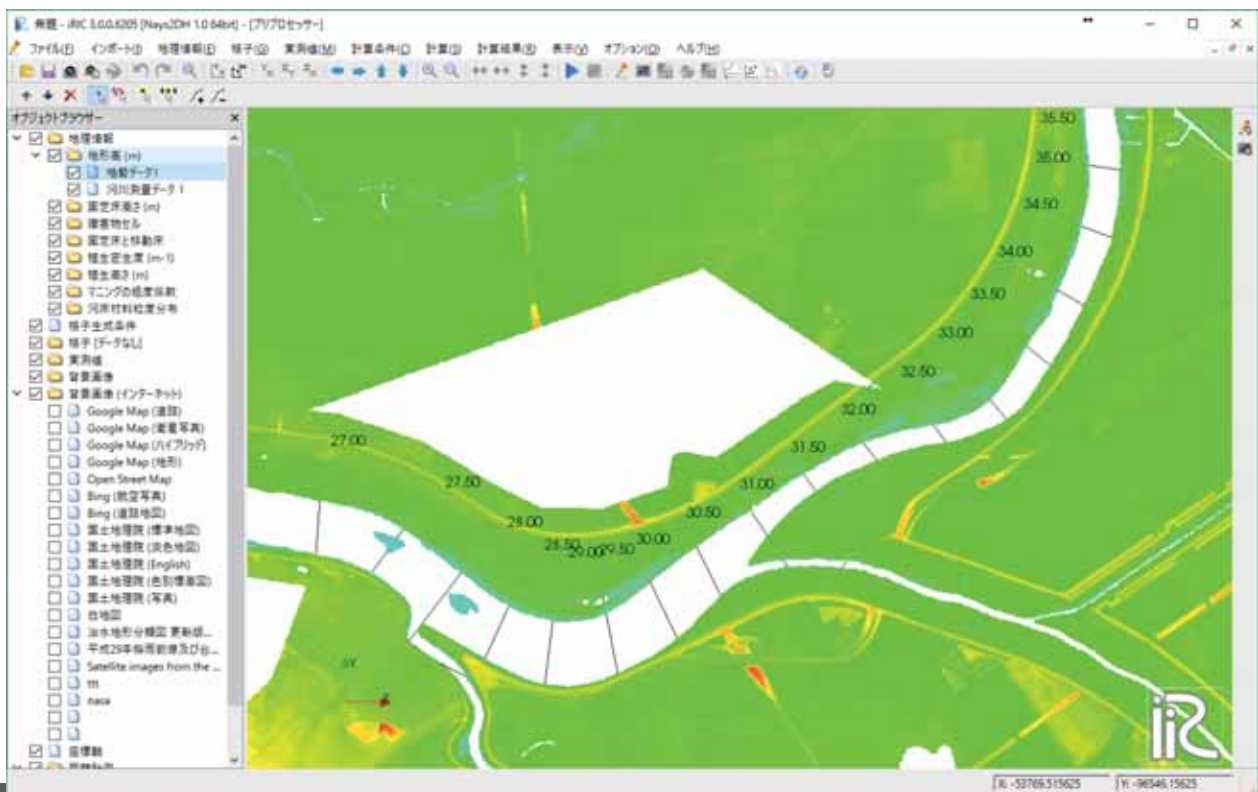
RiverLink, Co.,Ltd.

国土地理院は標高データもタイルで配信！



標高タイル（基盤地図情報数値標高モデル） DEM5A

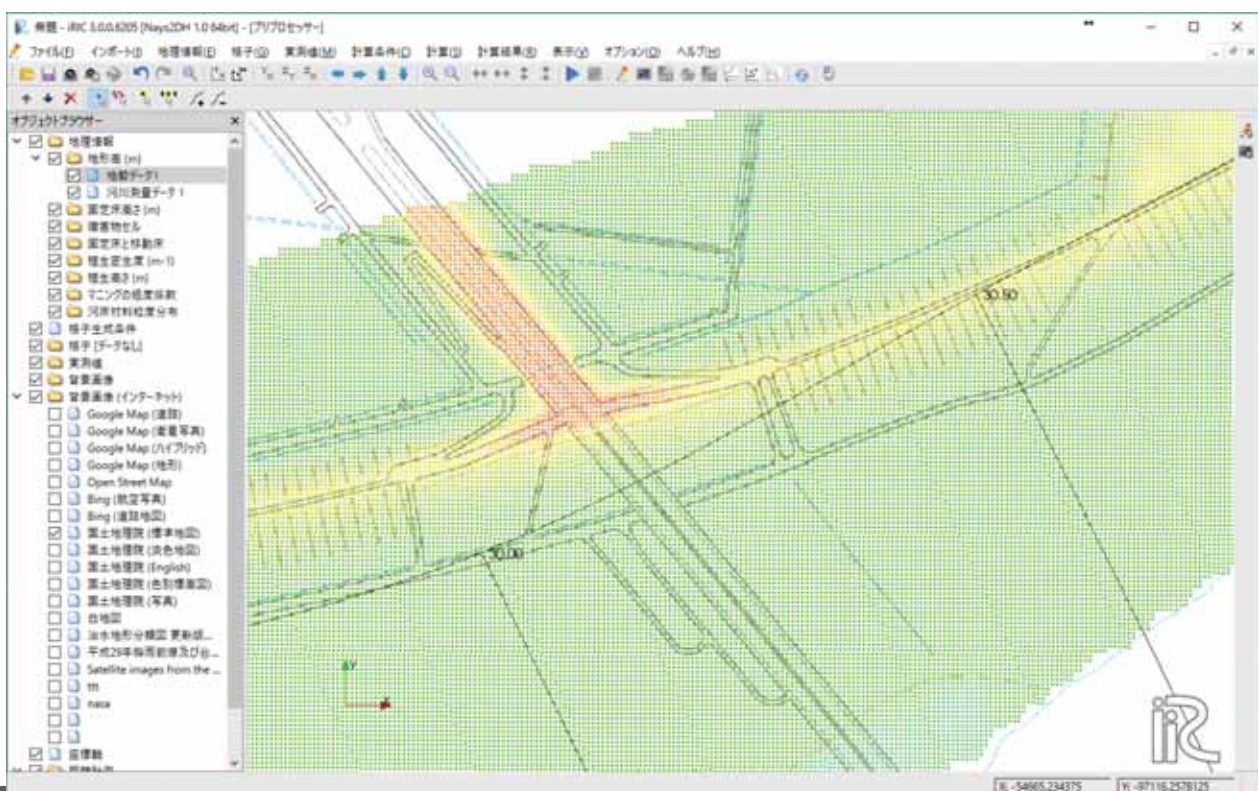
15



RiverLink, Co., Ltd.

標高タイル（基盤地図情報数値標高モデル） DEM5A

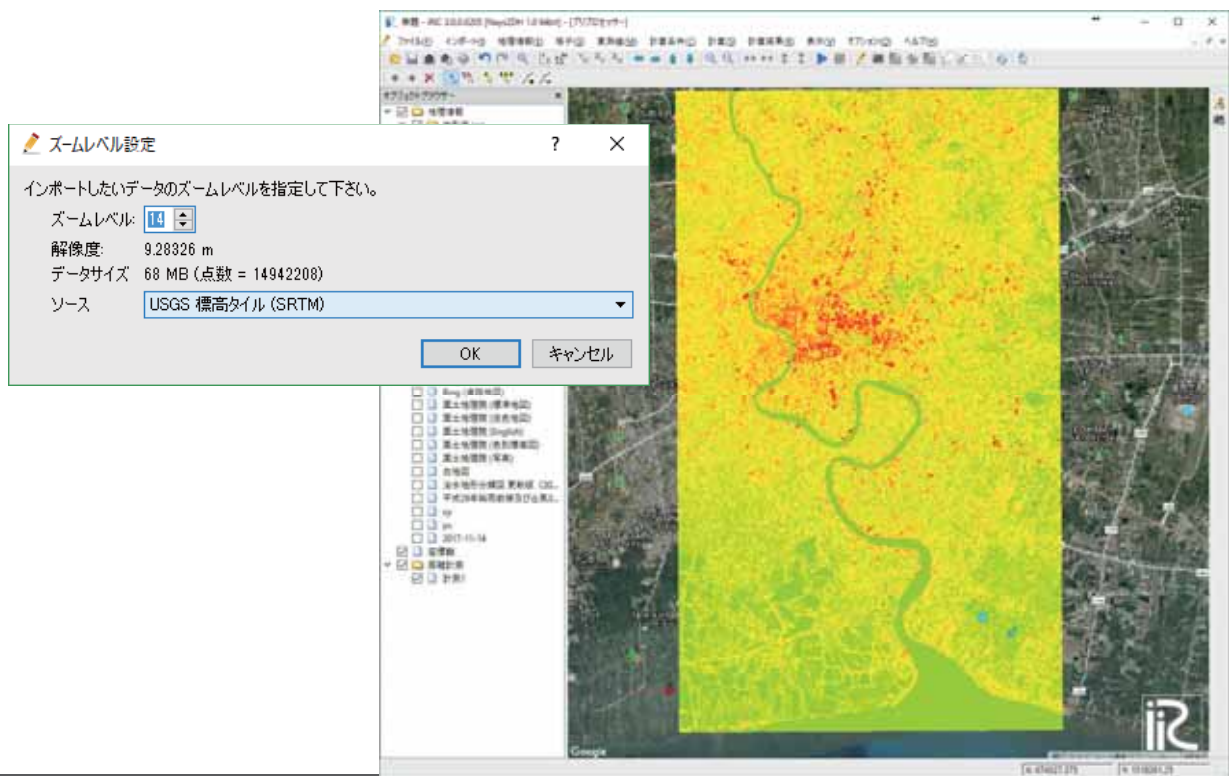
16



RiverLink, Co., Ltd.

世界中の地形データ（SRTM）が入手できる

17



RiverLink, Co.,Ltd.

SRTMも同形式で配布

18

国土地理院 藤村英範氏（2016年当時）とWeb会議している様子

“Earth explore”を開発している人たち

木村先生



Photo by Kazutake Asahi, RiverLink Co., Ltd. (2015) / CC BY 4.0

RiverLink, Co.,Ltd.

測量技術の高度化

- ALB（航空レーザ測深）が普及してきている

ALB（航空レーザ測深）計測データの公開について — 国土交通省 河川地方整備局 那賀川河川事務所

■ALB（航空レーザ測深）とは？

ALBは、陸上の地形計測において、既に広く利用されている航空レーザ計測装置と同等のシステムを利用しますが、発射するレーザの波長が従来とは異なっています。陸上計測で使用する近赤外線レーザは、水に吸収又は水面で反射されるため、川底の形状の計測には使用できません。一方、ALBで使用する緑色レーザは、水中を透過しやすい特性があることから、水底と陸地の地形を捉えることが可能となります。

■水底を捉える仕組み

従来の測深の様子

ALBによる測深の様子

ALB（航空レーザ測深）の計測イメージ

■那賀川におけるALBの活用

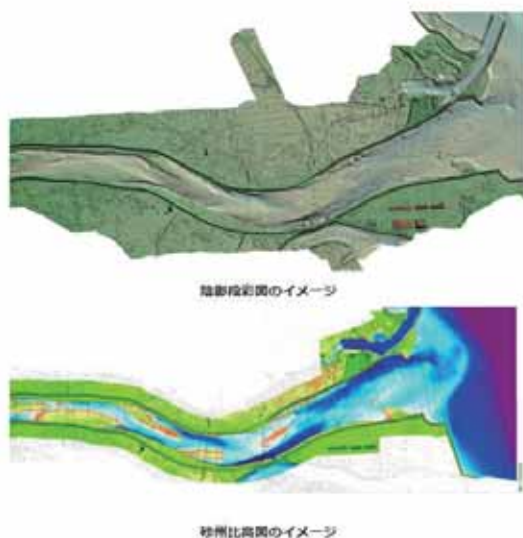
那賀川平野の地勢は、昭和28年に概成し、連続河床として河床を整備しましたが、昭和30年代には徐々に川の流れが卑下化し、昭和40年代には交互砂州が形成されました。近年、那賀川橋上流の河床では、連続が固定化して扇所流床が進行し、那賀川橋下流の河床も交互砂州の移動により水溜りが大きく変化し、扇所流床が発生しています。このため、那賀川では、中規模程度の洪水でも扇所流床による災害が頻発していることから、扇所流床の発生状況を把握するために定期河床測量（測深間隔：200mピッチ）を実施しています。今後は、扇所流床の発生状況の調査にALBを活用することにより、河床の状態を定期的に把握できるようになるため、扇所流床に繋がり詳細なデータを取得することが可能となります。

<http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/disaster-prev/alb.html>

RiverLink, Co.,Ltd.

測量技術の高度化

- データ公開も始まっている



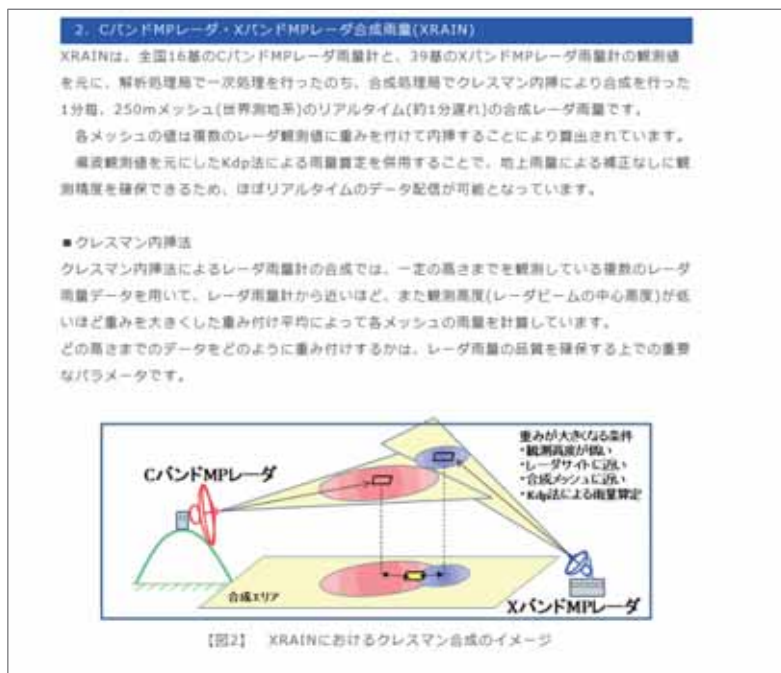
ダウンロードは以下のリンク先からお願いします。

<1.0mメッシュ>			
04G0444_1p(1.0m)	04G0451_1p(1.0m)	04G0458_1p(1.0m)	04G0465_1p(1.0m)
04G0464_1p(1.0m)	04G0471_1p(1.0m)	04G0478_1p(1.0m)	04G0485_1p(1.0m)
04G0492_1p(1.0m)	04G0500_1p(1.0m)	04G0507_1p(1.0m)	04G0514_1p(1.0m)
04G0521_1p(1.0m)	04G0528_1p(1.0m)	04G0535_1p(1.0m)	04G0542_1p(1.0m)
04G0551_1p(1.0m)	04G0558_1p(1.0m)	04G0565_1p(1.0m)	04G0572_1p(1.0m)
<0.5mメッシュ>			
04G0444_0.5p(0.5m)	04G0451_0.5p(0.5m)	04G0458_0.5p(0.5m)	04G0465_0.5p(0.5m)
04G0464_0.5p(0.5m)	04G0471_0.5p(0.5m)	04G0478_0.5p(0.5m)	04G0485_0.5p(0.5m)
04G0492_0.5p(0.5m)	04G0500_0.5p(0.5m)	04G0507_0.5p(0.5m)	04G0514_0.5p(0.5m)
04G0521_0.5p(0.5m)	04G0528_0.5p(0.5m)	04G0535_0.5p(0.5m)	04G0542_0.5p(0.5m)
04G0551_0.5p(0.5m)	04G0558_0.5p(0.5m)	04G0565_0.5p(0.5m)	04G0572_0.5p(0.5m)

<http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/disaster-prev/alb.html>

降雨観測

- XバンドMPレーダーは地上雨量が1分周期で観測できる
- 全国降雨観測結果を250mメッシュのデータとしてリアルタイム（約1分遅れ）で配信



※http://www.river.or.jp/post_24.html

RiverLink, Co.,Ltd.

降雨観測

- 全国的な設置データ配信はまだだが、より高精な観測手法の確立されている

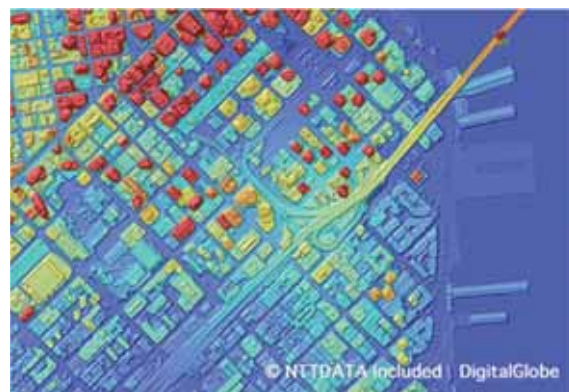


※<https://www.nict.go.jp/press/2017/11/29-1.html>

RiverLink, Co.,Ltd.

衛星観測

- 様々な衛星データから標高データをつくる技術が確立されている
- 水平、垂直精度が1m未満
- ただし、水面下のデータは取得できない
- 現状観測頻度は年4回程度だが、衛星の進化とともに年20回程度に？！



<https://www.aw3d.jp/products/enhanced/>

RiverLink, Co.,Ltd.

衛星観測

- 陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)から撮影された画像解析により作成された土地被覆図（10m相当の解像度）

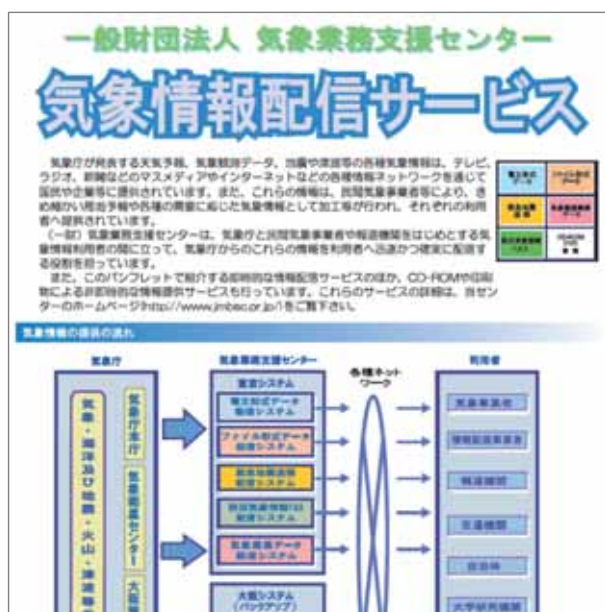


出典：http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/jlulc_jpn.htm

RiverLink, Co.,Ltd.

リアルタイム

- 観測された降雨や水位など様々なデータがリアルタイム配信されている
- 中には予測情報を含むものもある



<http://www.jimsc.or.jp/jp/online/pamphlet.pdf>

(一財) 河川情報センター

データ配信項目	配信頻度	配信単位	オンライン	オフライン
河川水位 (観測実績、2016年10月)	1分	河川一級 5分 (5分間隔で配信)	○	○

データ配信項目	配信頻度	配信単位	オンライン	オフライン
河川流量 (観測実績、2016年10月)	1分	河川一級	○	○
河川流量 (観測実績、2016年10月)	1分	河川一級	○	○
河川流量 (観測実績、2016年10月)	1分	河川一級	○	○

データ配信項目	配信頻度	配信単位	オンライン	オフライン
河川水位 (予測、2016年10月)	1分	河川一級	○	○
河川流量 (予測、2016年10月)	1分	河川一級	○	○
河川流量 (予測、2016年10月)	1分	河川一級	○	○
河川流量 (予測、2016年10月)	1分	河川一級	○	○

<http://www.river.or.jp/koeki/opendata/komoku.html>

Co.,Ltd.

河川CIM

- テクノロジー進化を河川管理に活用する動きがある

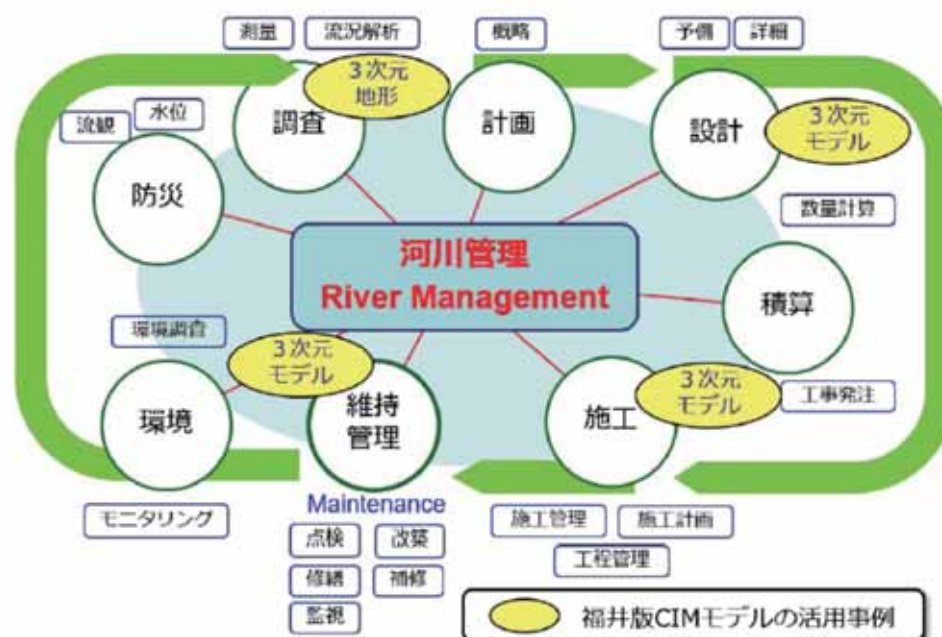


図1 福井版河川 CIM の概念図

国立研究開発法人 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

RiverLink, Co.,Ltd.

今後の河川シミュレーションは？

- これまで横断測量断面をベースとしたシミュレーションが行われてきた
- データが十分になかったことから、河川シミュレーションには様々な工夫・職人技が盛り込まれている
- 昨今、テクノロジー進化により「高精度×リアルタイム・高頻度」のデータが入手できるようになってきた
- それらデータを活用した河川シミュレーションを行うことで、これまで以上に河川シミュレーションの一般化、共有が可能



河川シミュレーションの結果共有

RiverLink, Co.,Ltd.

河川シミュレーションの動向

→ iRIC Softwareの紹介

RiverLink, Co.,Ltd.

河川のシミュレーション

- 様々なシミュレーションモデルがあるが、その実行手順は同じ



- ✓ 計算条件・格子データ作成に膨大な時間を要する
- ✓ 現地状況との整合性確認が困難
- ✓ 計算結果が膨大なため、その確認が困難

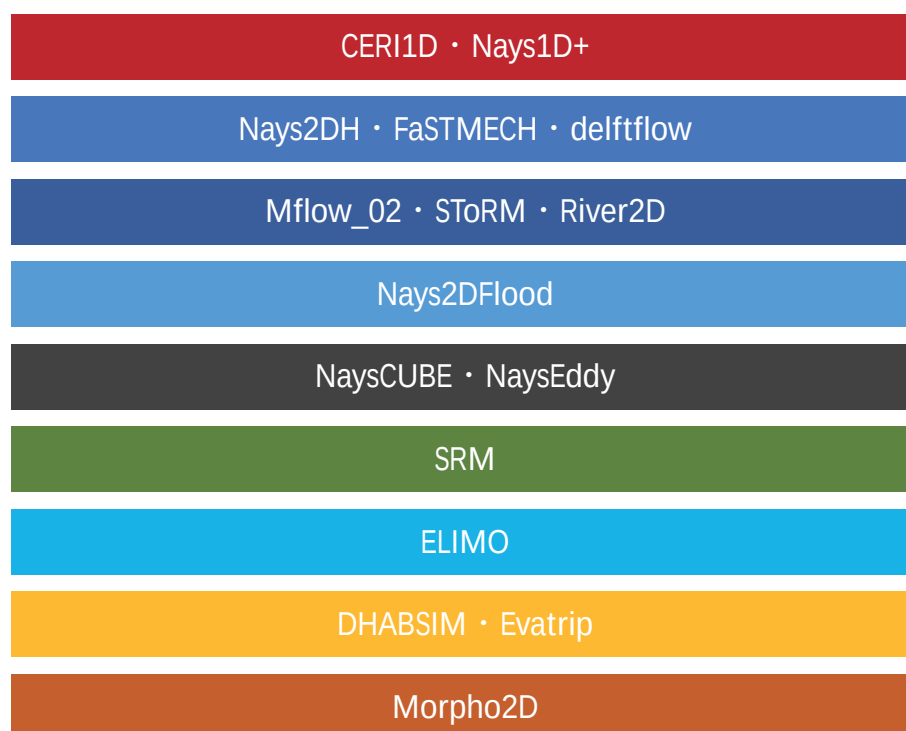
:

シミュレーション以外の作業に膨大な時間を要していた...

RiverLink, Co.,Ltd.

ソルバーの種類

- 対象とする事象や時空間スケールでモデルがある



RiverLink, Co.,Ltd.

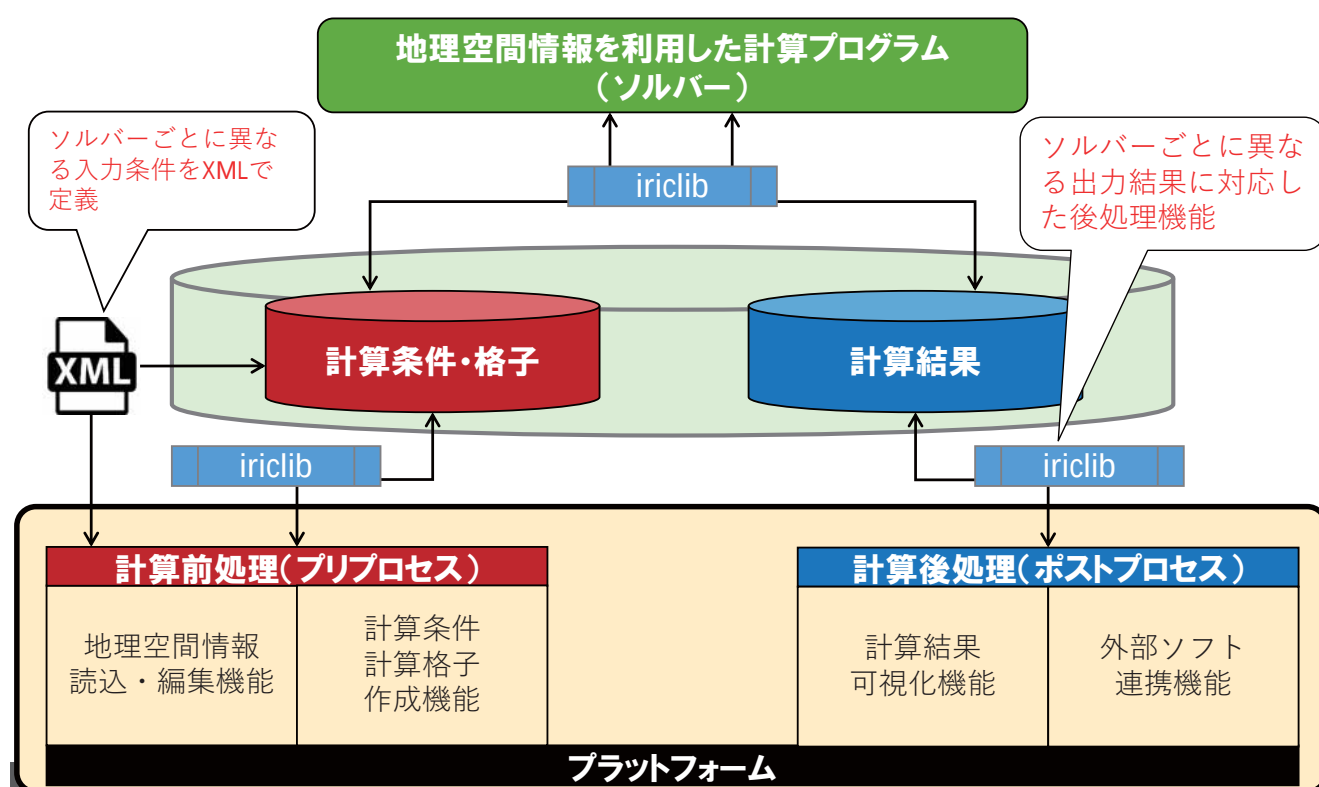
ソルバーの利用手順は類似している



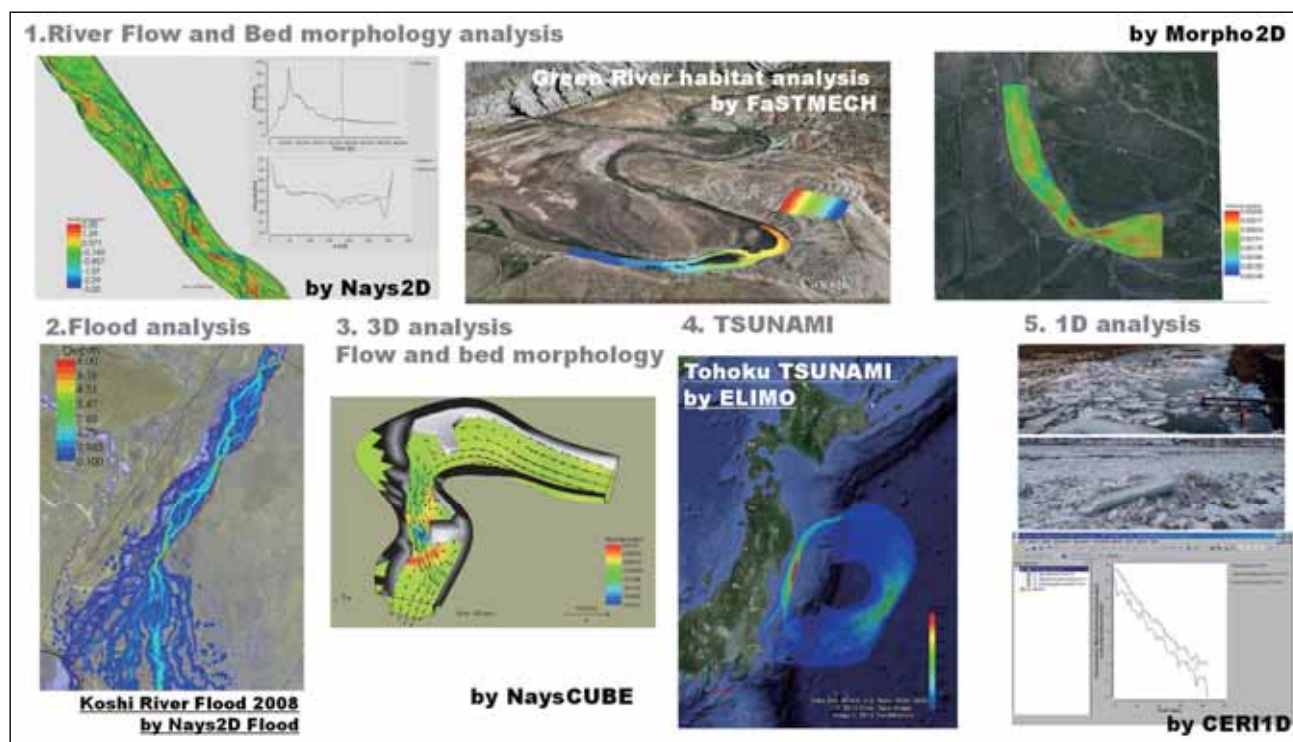
RiverLink, Co.,Ltd.

iRIC Softwareについて

- 地理空間情報を利用した数値計算のプラットフォーム



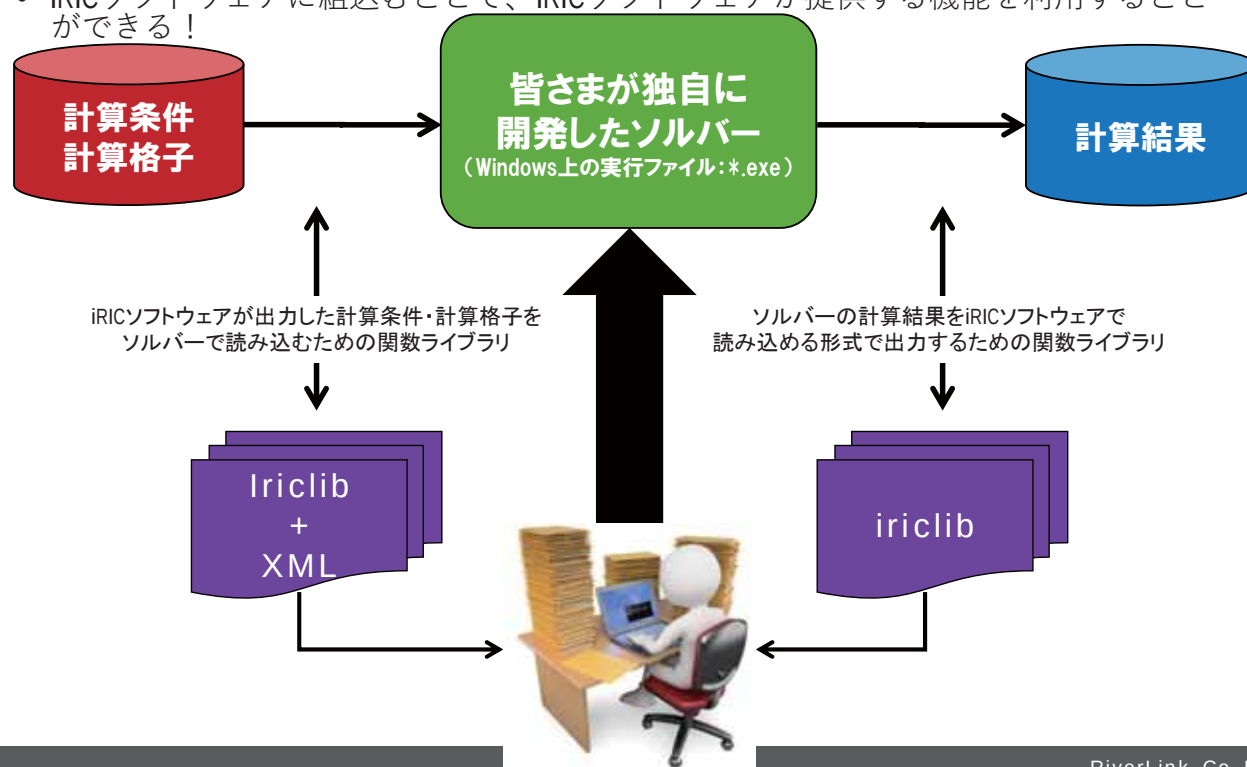
iRICが提供するソルバーについて



RiverLink, Co.,Ltd.

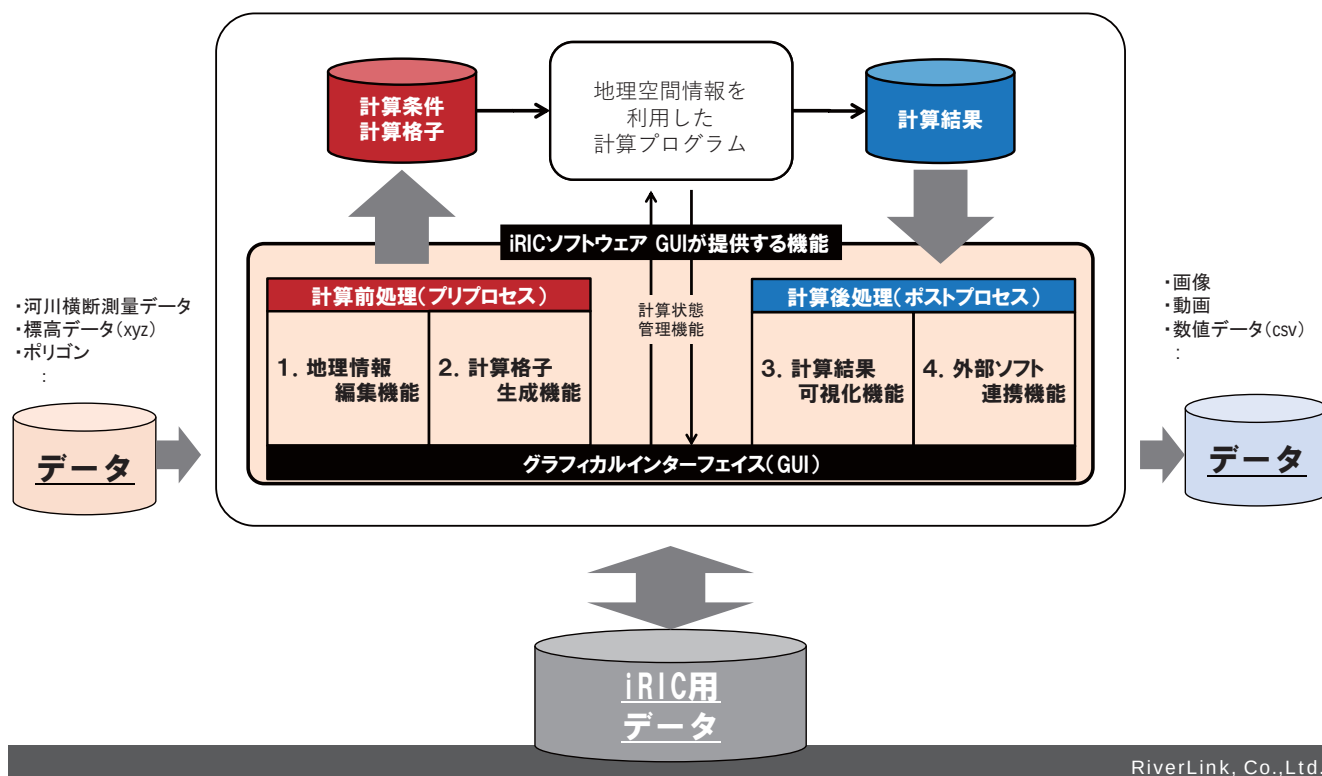
自分で開発したプログラムをiRIC上で動かせる

- 皆様が自身が作成した河川の解析ソルバー（構造・非構造格子、1～3次元計算）を、
- iRICソフトウェアに組み込むことで、iRICソフトウェアが提供する機能を利用することができる！



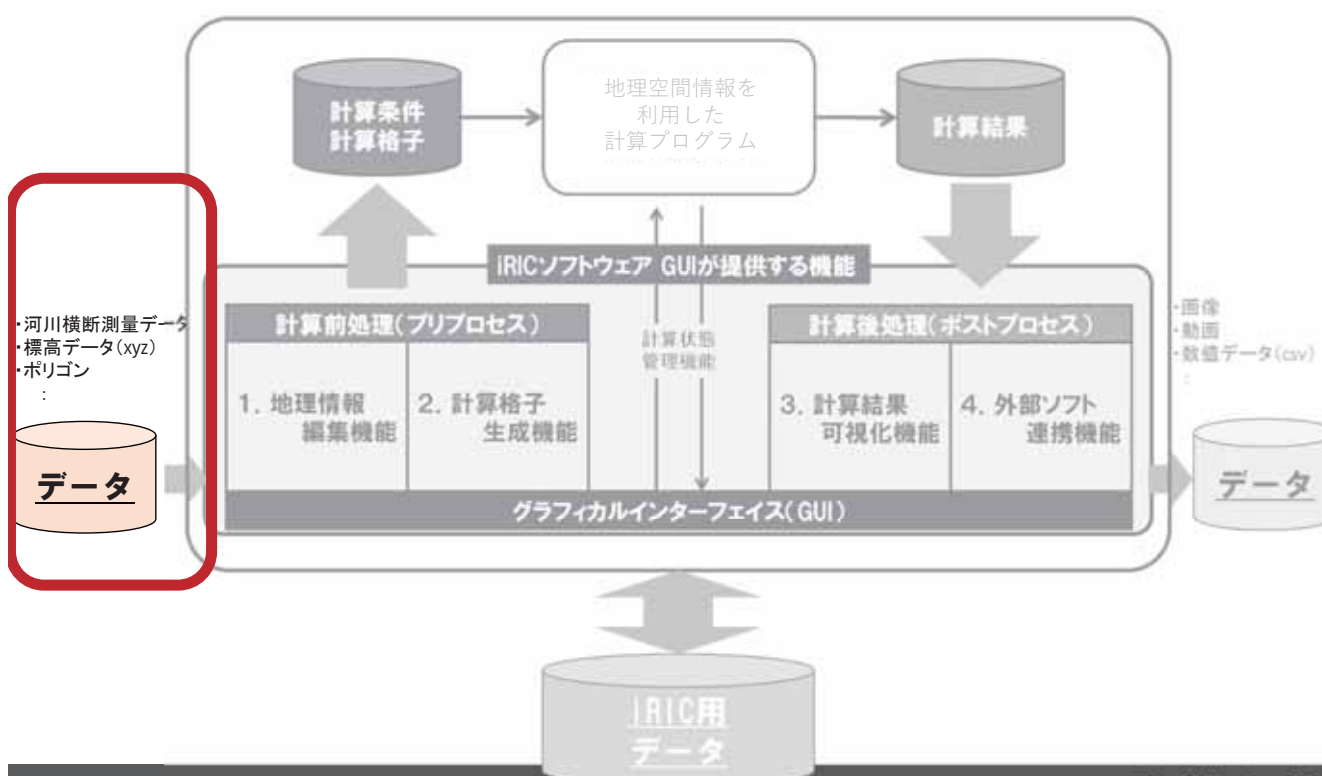
RiverLink, Co.,Ltd.

iRICソフトウェアの構造



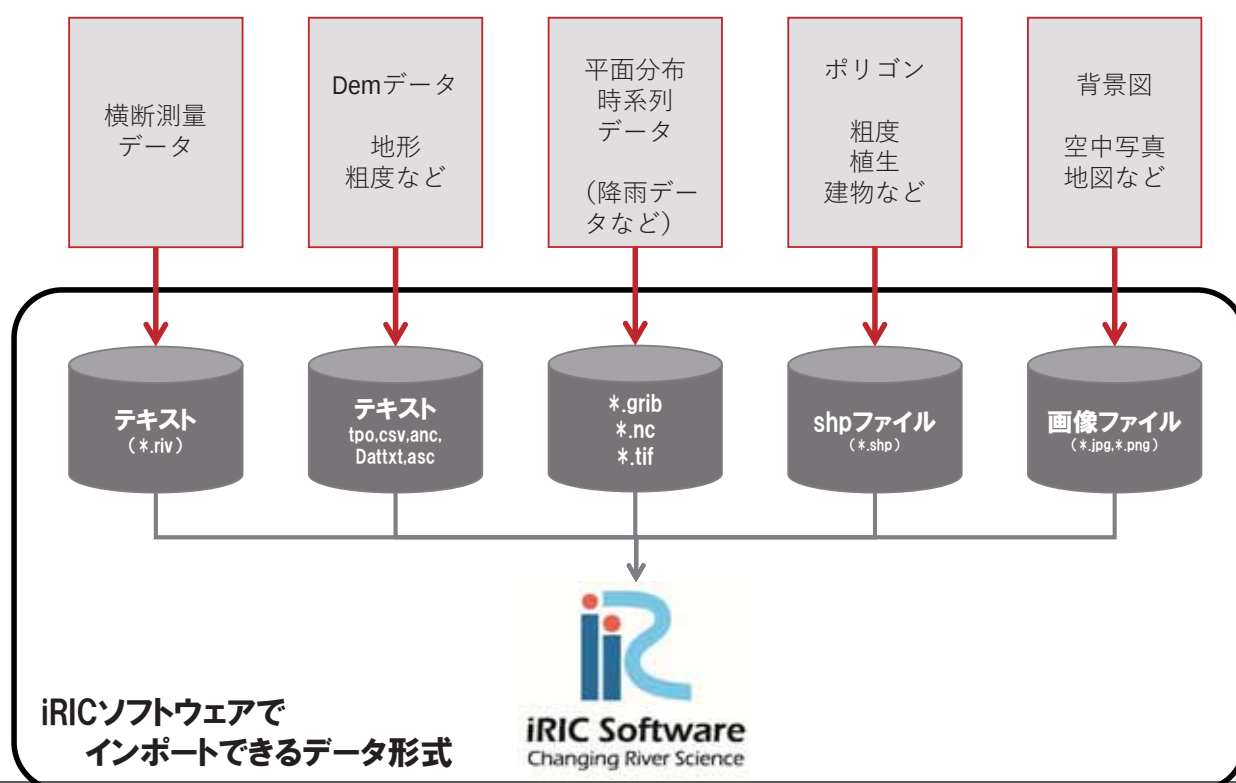
RiverLink, Co.,Ltd.

iRICソフトウェアの構造



RiverLink, Co.,Ltd.

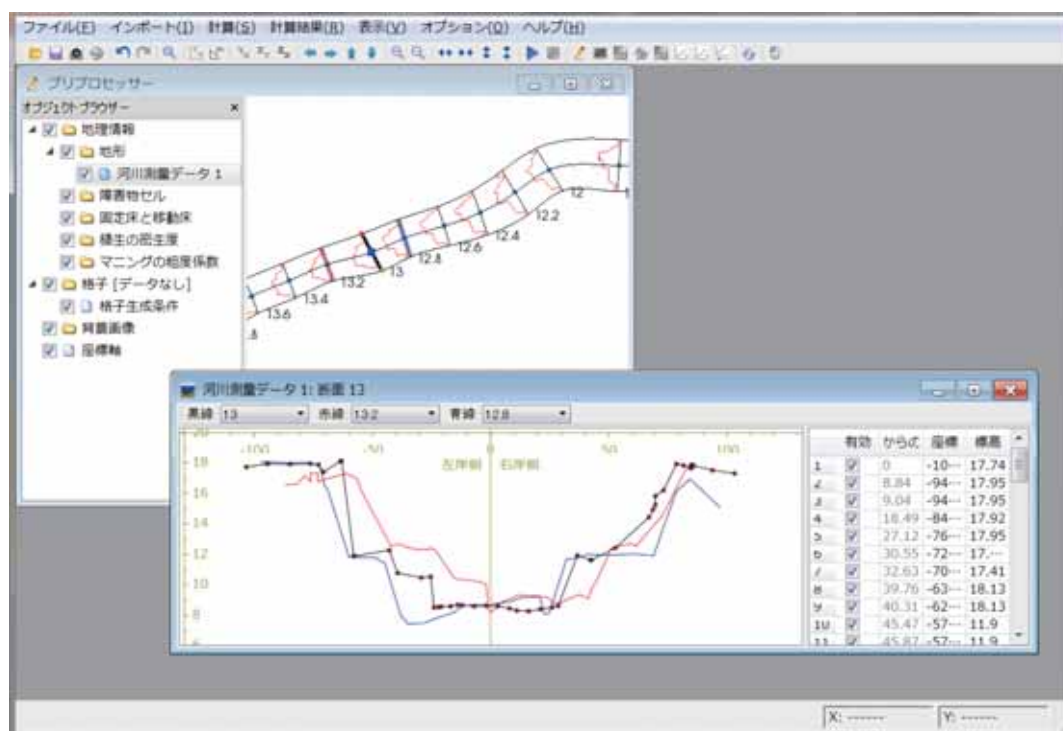
インポートできるデータ



RiverLink, Co., Ltd.

例：河川横断測量データの編集

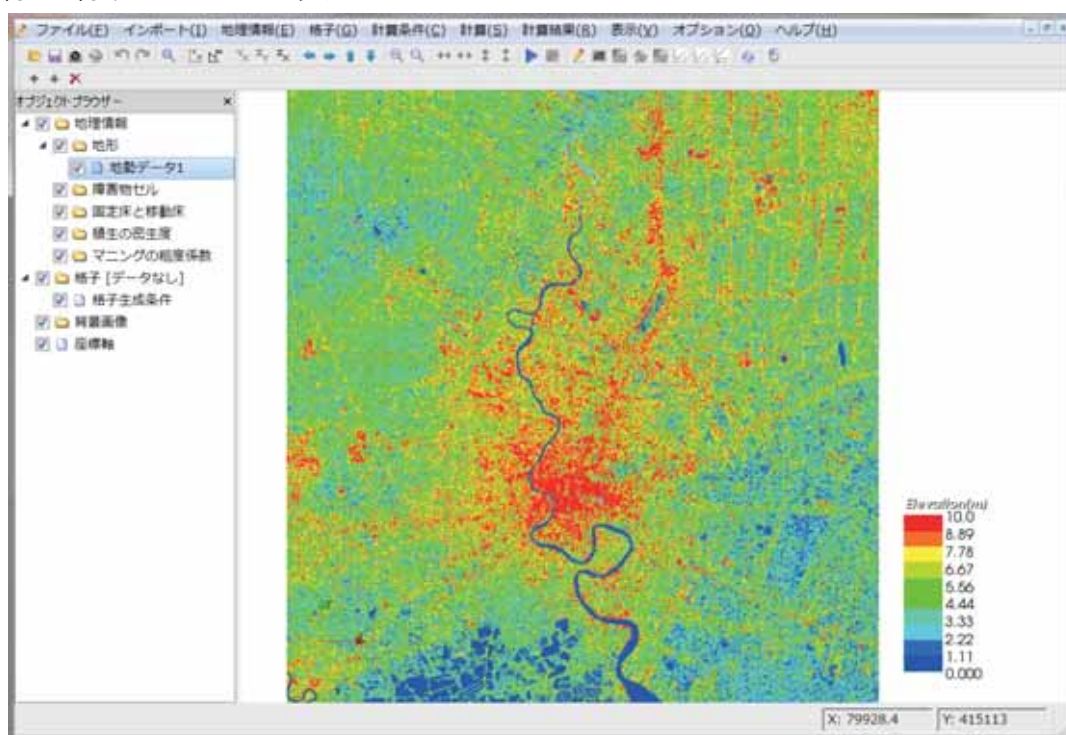
- 平面図と横断図を表示しながら、データを編集することができます



RiverLink, Co., Ltd.

例：座標点・標高データのコンター表示

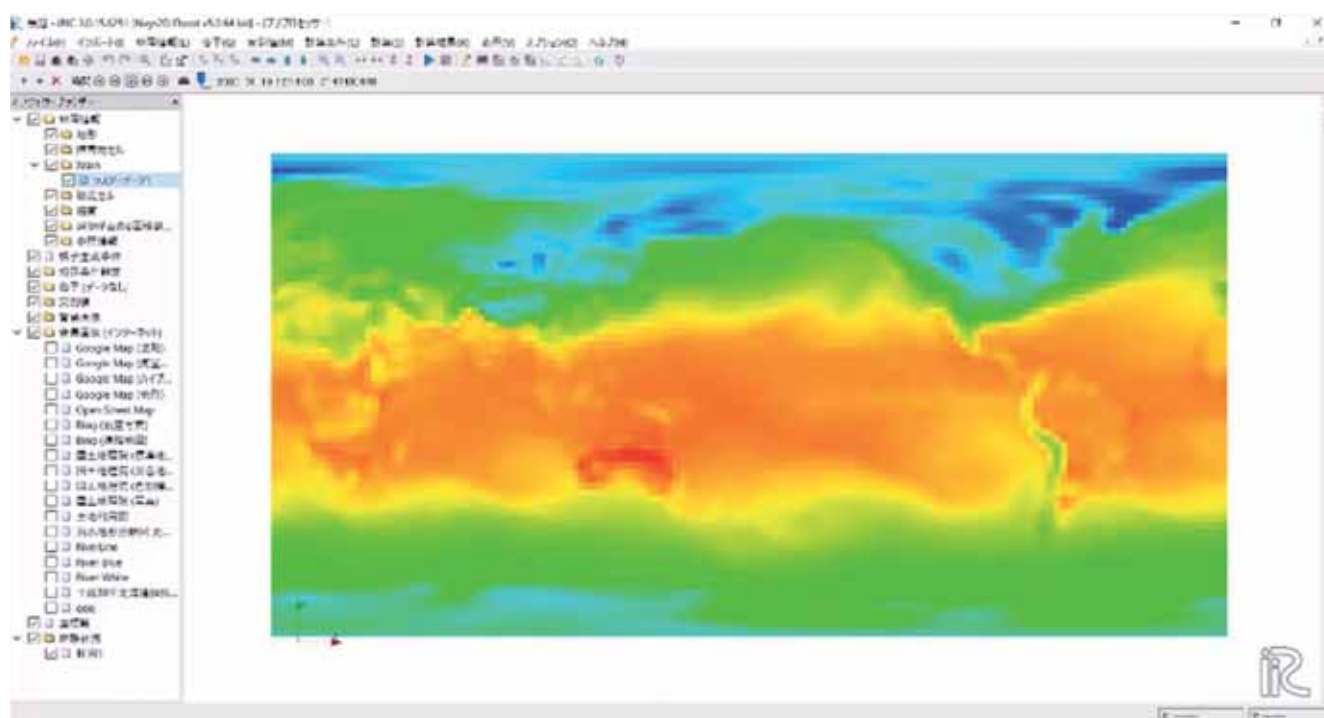
- 座標点標高データの表示イメージです



※データ出典: The CGIAR Consortium for Spatial Information(CGIAR-CSI)
<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

RiverLink, Co.,Ltd.

平面分布・時系列データ



RiverLink, Co.,Ltd.

リアルタイム降雨データ

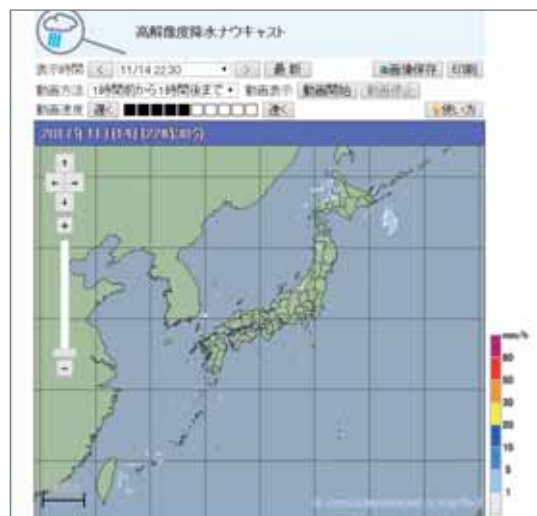
Xrain



出典：<http://www.river.go.jp/x/xmn0107010.php>

1 分間隔、250mメッシュ
全国 6 分割
予測降雨なし

高解像度ナウキャスト

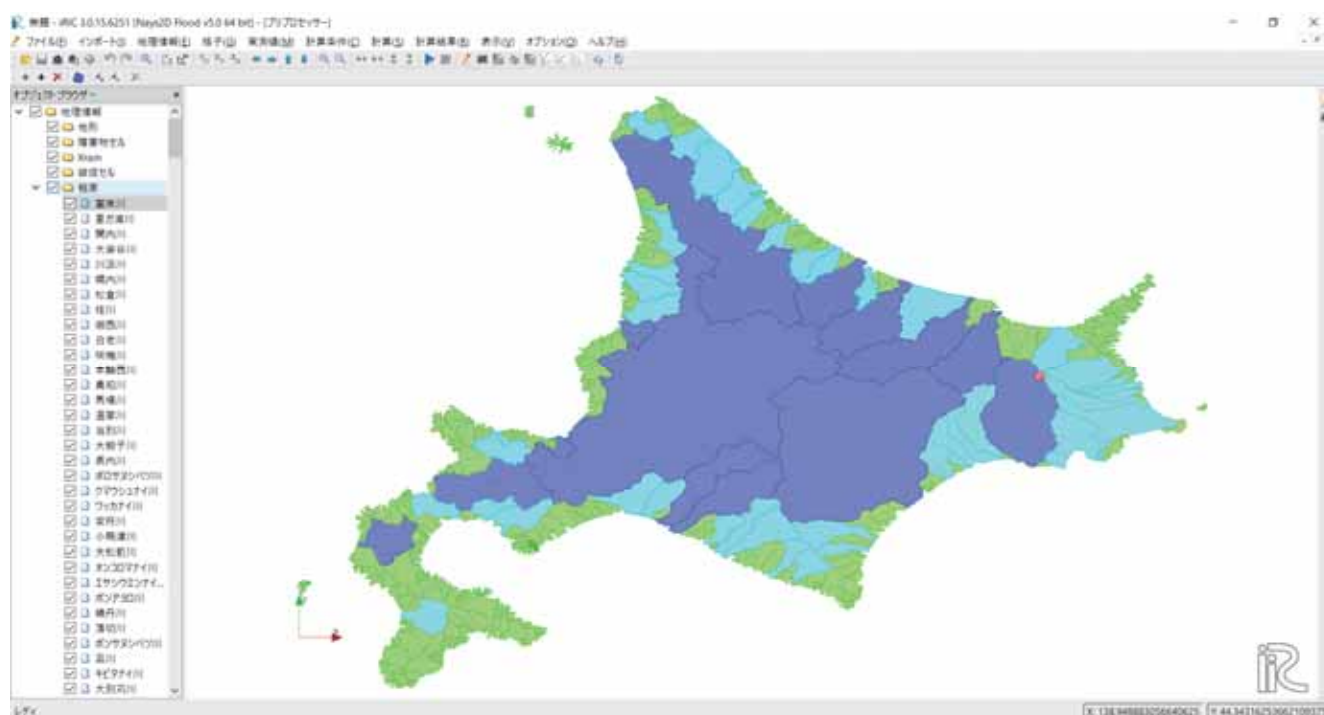


出典：<https://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>

5分間隔、250mメッシュ
日本全国一括配信
実況～1 時間後予測含む

RiverLink, Co.,Ltd.

ポリゴン



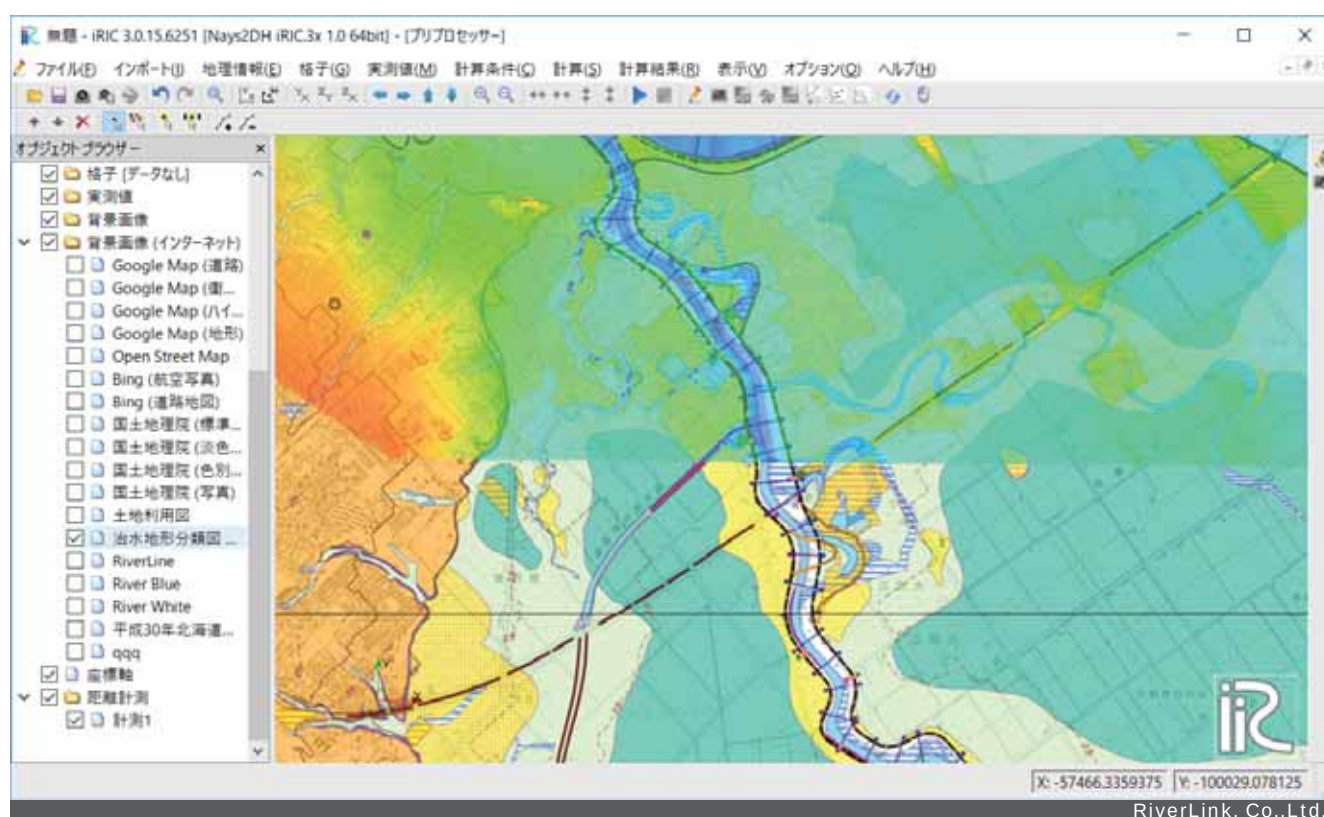
RiverLink, Co.,Ltd.

背景画像（インターネット）



RiverLink, Co.,Ltd.

（例）治水地形分類図の追加

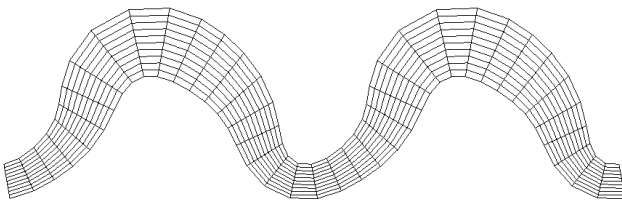


RiverLink, Co.,Ltd.

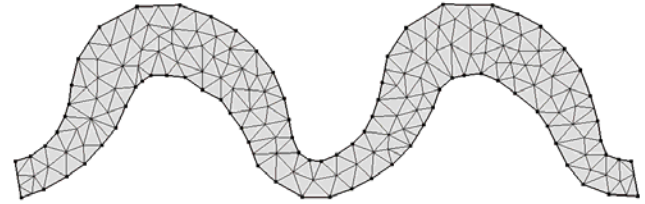
地理情報と格子属性

計算格子

構造格子



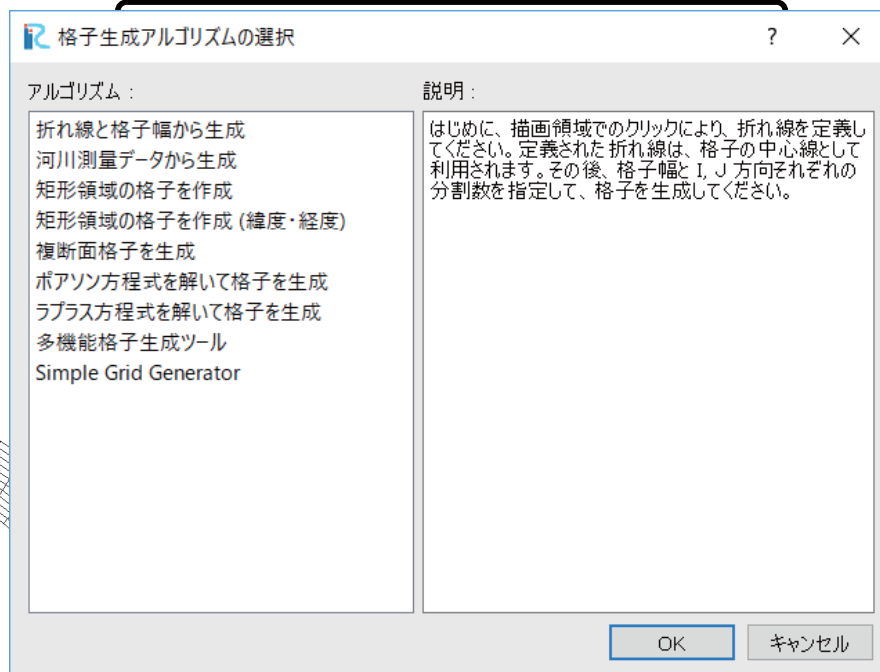
非構造格子



さまざまな格子生成ツールがある

RiverLink, Co.,Ltd.

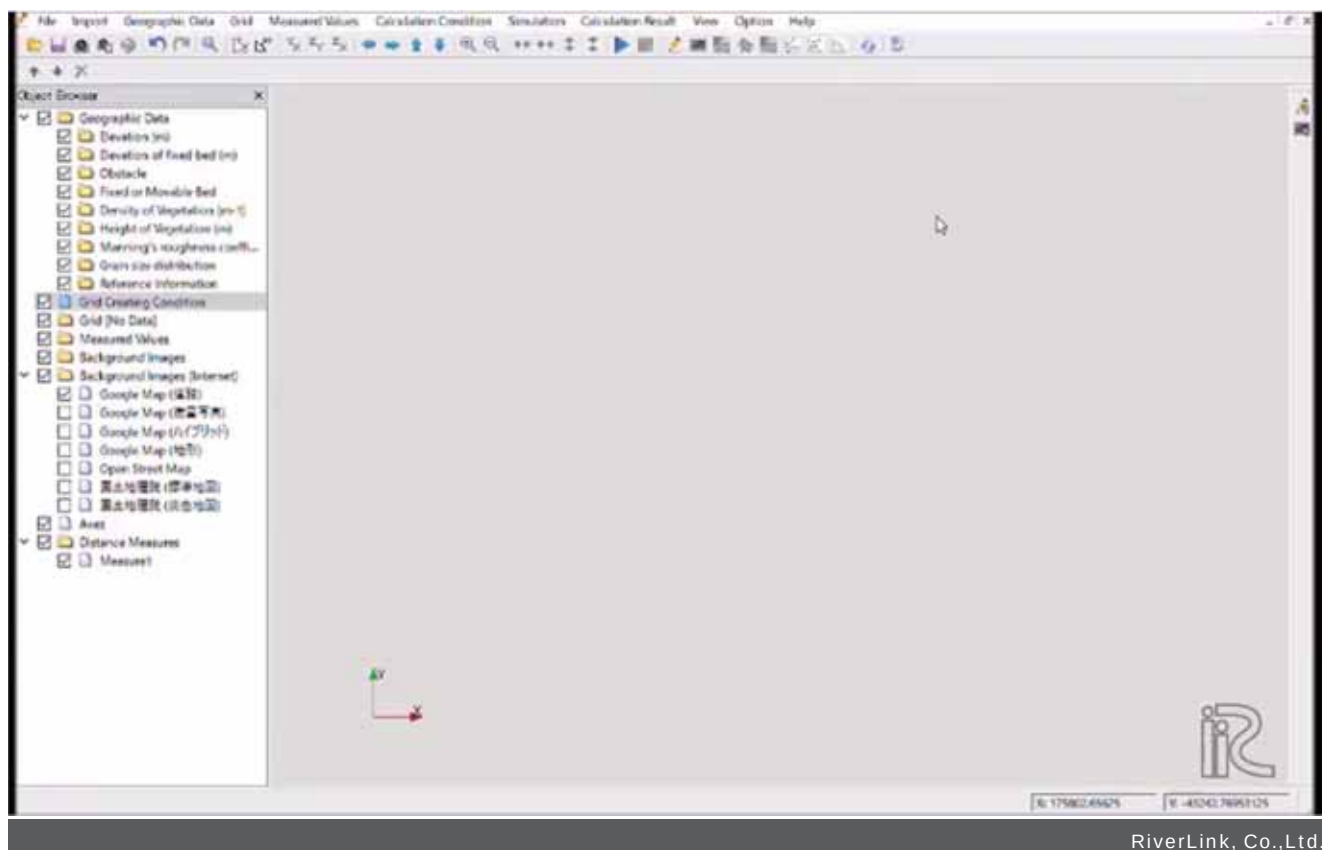
地理情報と格子属性



さまざまな格子生成ツールがある

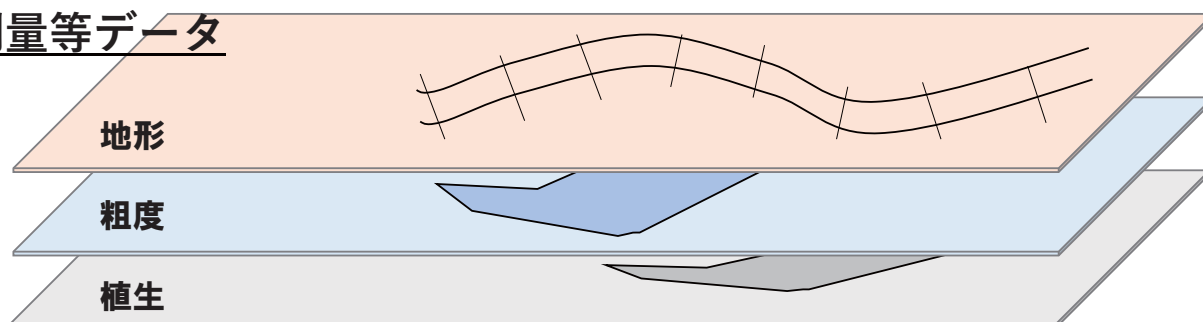
RiverLink, Co.,Ltd.

汎用格子生成ツールのデモ



測量等データ ≠ 格子データ

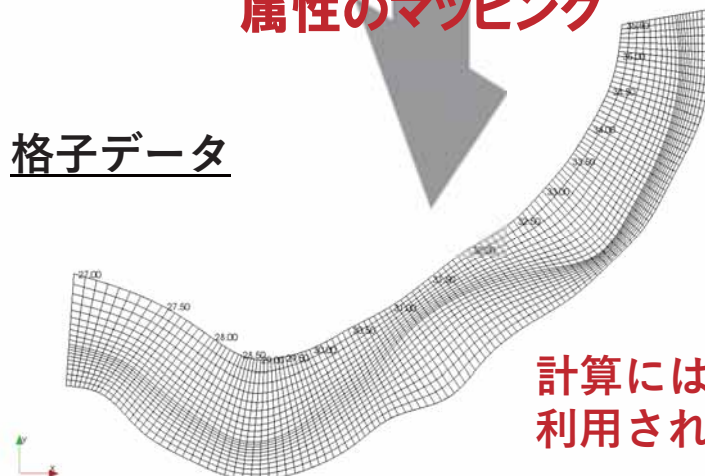
測量等データ



:

属性のマッピング

格子データ



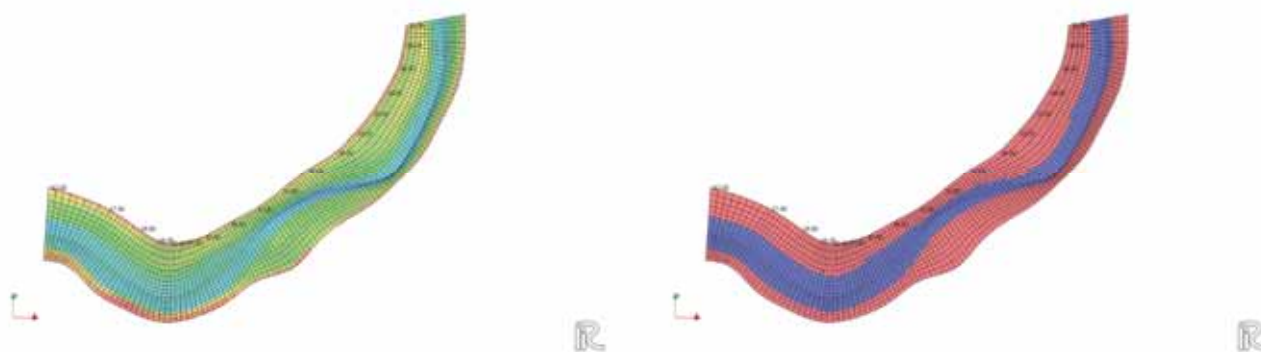
**計算には格子データが
利用される！**

格子データ = 計算に利用されるデータ

格子データ

格子点属性

セル属性

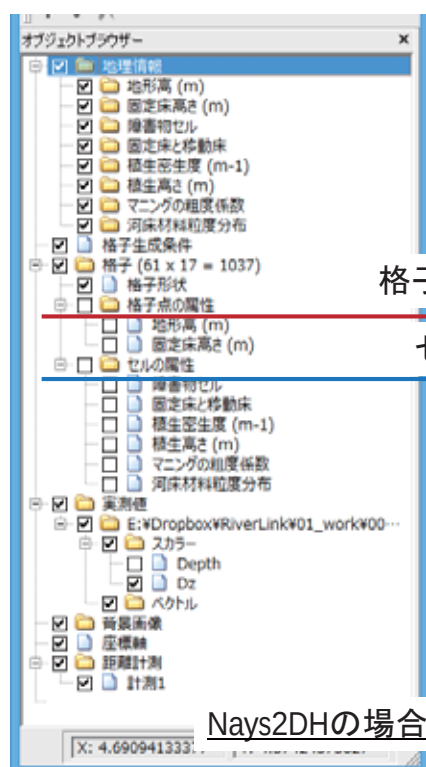


属性マッピングの仕組み理解が重要

※定義されている属性および定義位置は計算モデルによって異なる

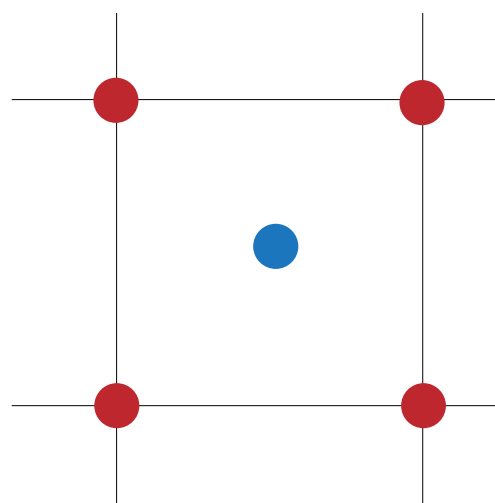
RiverLink, Co.,Ltd.

構造格子の格子属性



格子点の属性

セルの属性



Nays2DHの場合

RiverLink, Co.,Ltd.

非構造格子の格子属性

オブジェクトブラウザ

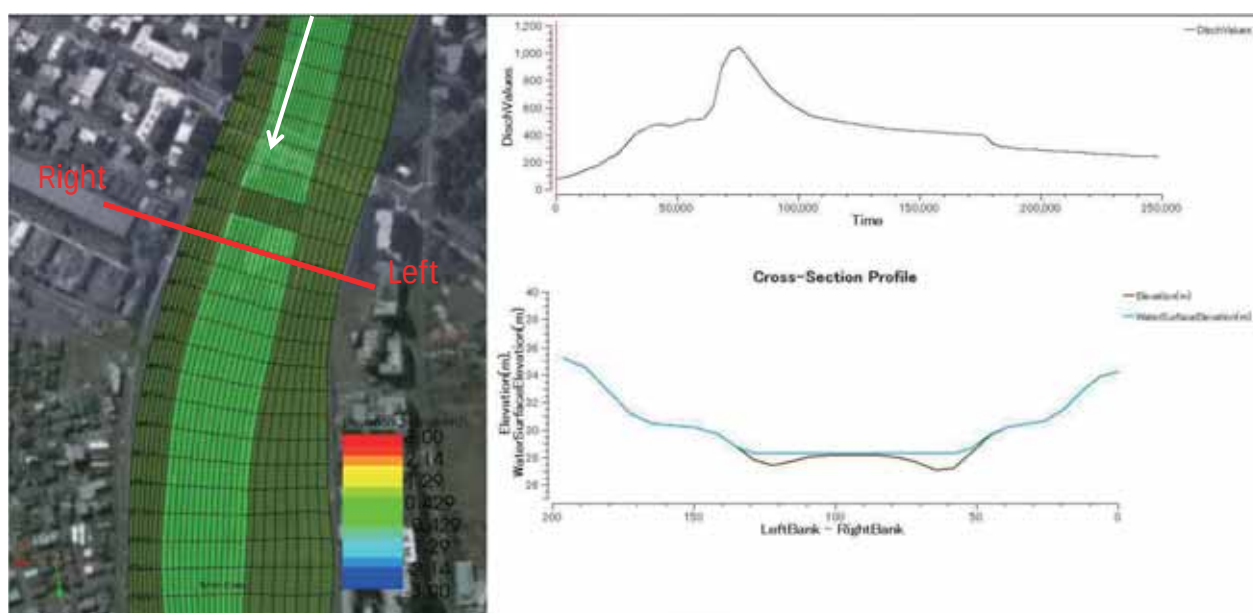
- マニングの粗度係数
- 渦動粘性係数
- 浮遊砂の拡散係数
- 植生
- 底面からの流入出
- 格子生成条件
- 境界条件設定
- 格子 (11814)
 - 格子形状
 - 格子点の属性
 - 地盤高 (m)
 - 初期水深 (m)
 - 安息角 (度)
 - エリアコード
 - 洗掘限界
 - 破堤・堰板降下
 - 粒径分布
 - 閉境界上の節点からの流入出
- セルの属性
 - マニングの粗度係数
 - 渦動粘性係数
 - 浮遊砂の拡散係数
 - 植生
 - 底面からの流入出
- 境界条件
- 実測値
- 背景画像
 - GoogleMap4.png
 - GoogleMap3.png
 - GoogleMap2.png
 - GoogleMap1.png
- 座標軸
- 距離計測
- 計測1

格子点の属性

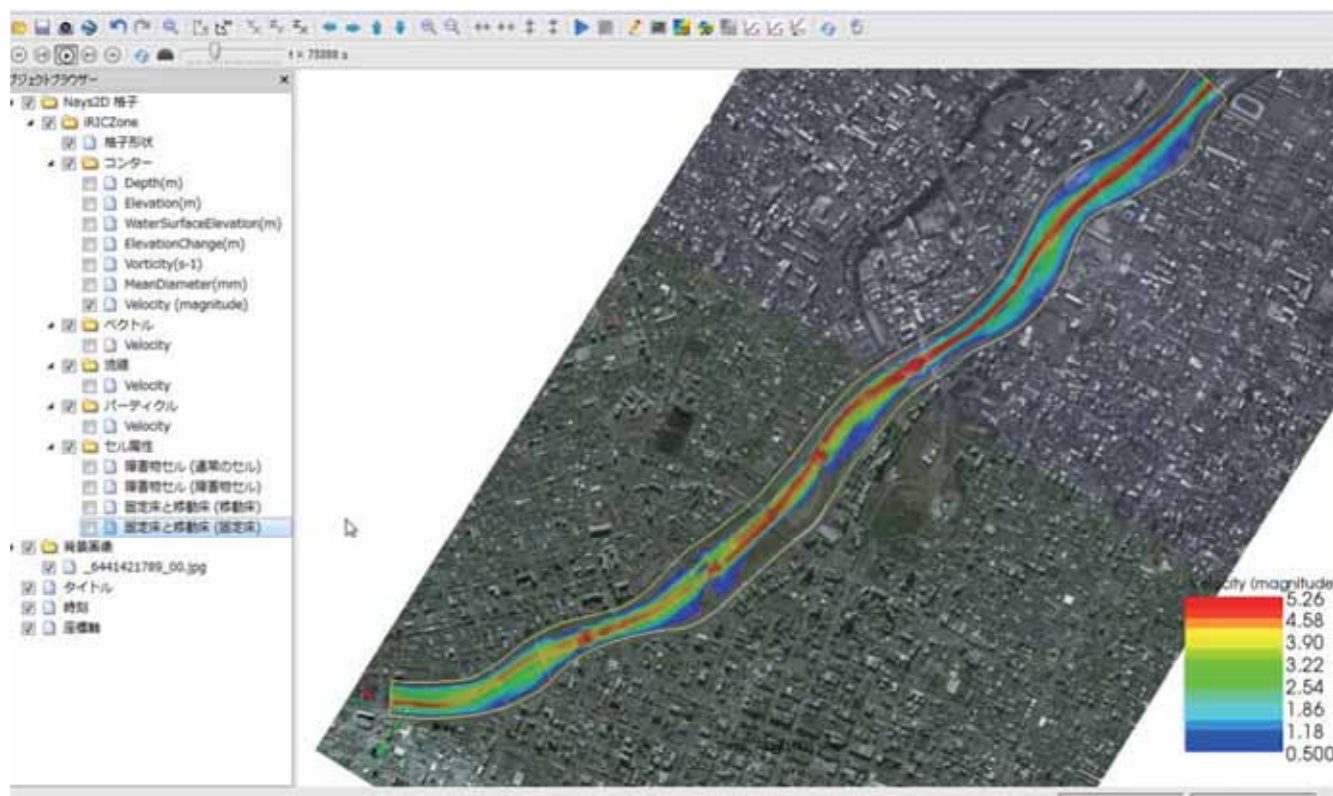
セルの属性

RiverLink, Co.,Ltd.

計算結果可視化：流量・横断面図・平面図



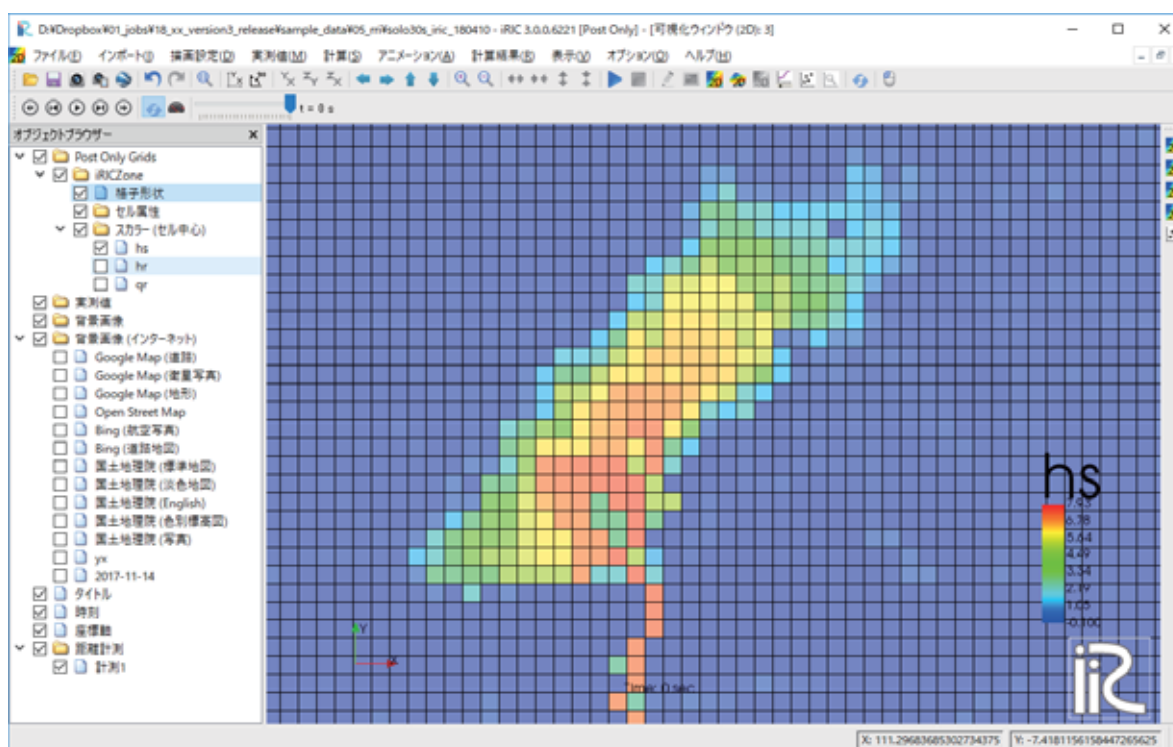
計算結果可視化：コンター図・ベクトル図



RiverLink, Co.,Ltd.

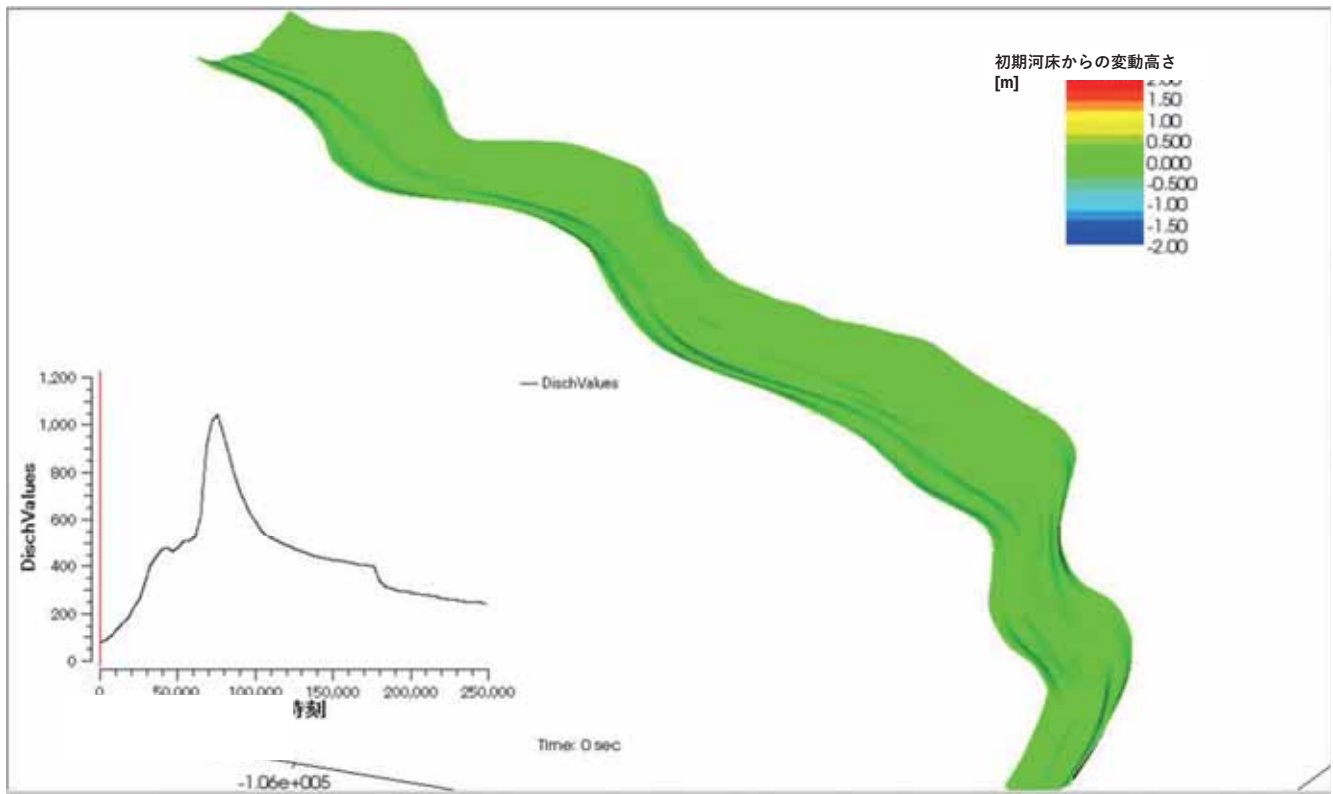
計算結果可視化：セル属性

- セル値として出力された計算結果



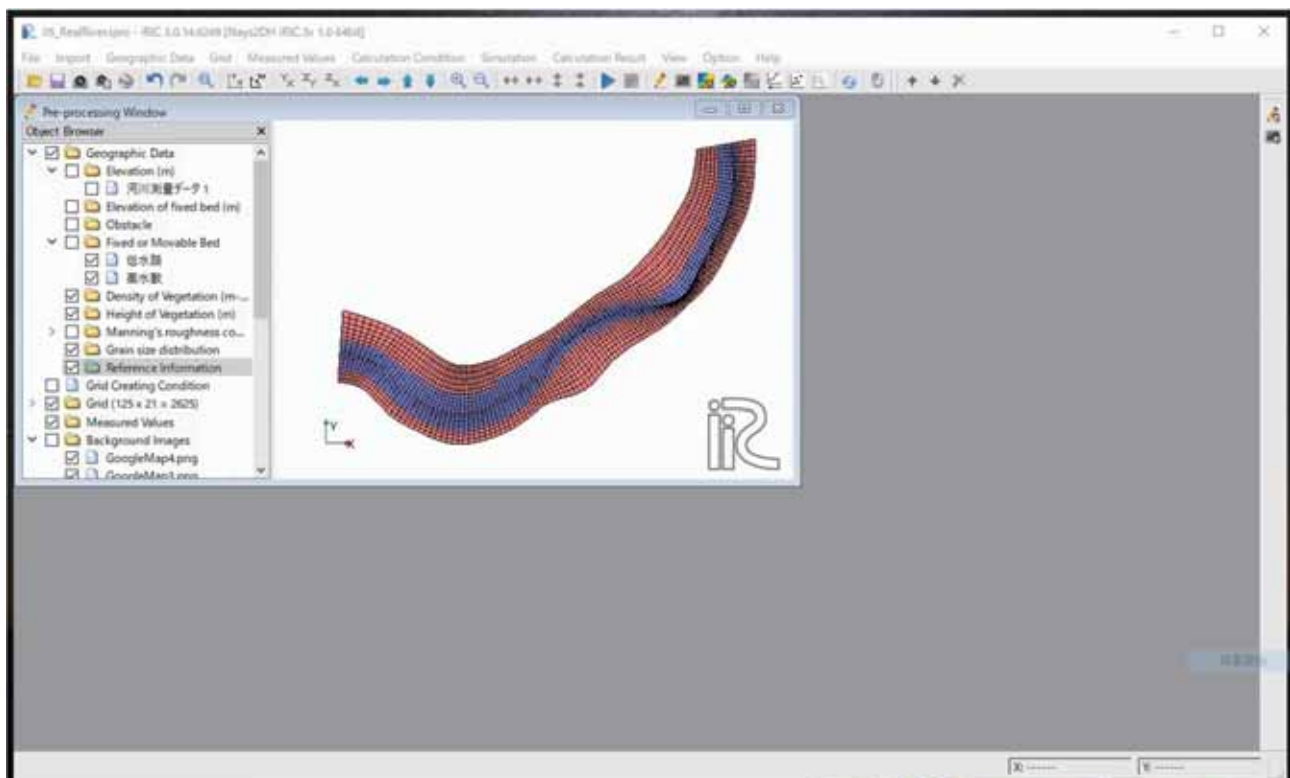
RiverLink, Co.,Ltd.

計算結果可視化：鳥瞰図



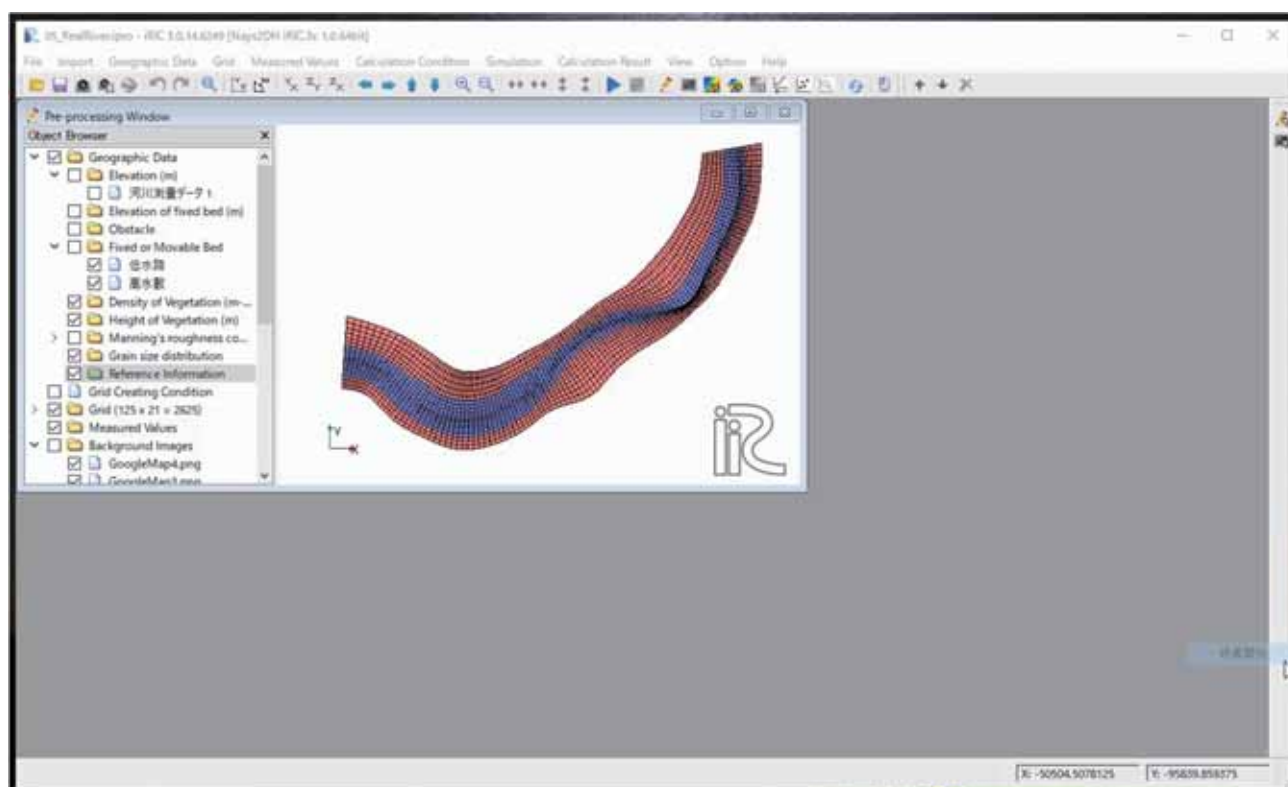
RiverLink, Co.,Ltd.

計算結果の簡易計算処理



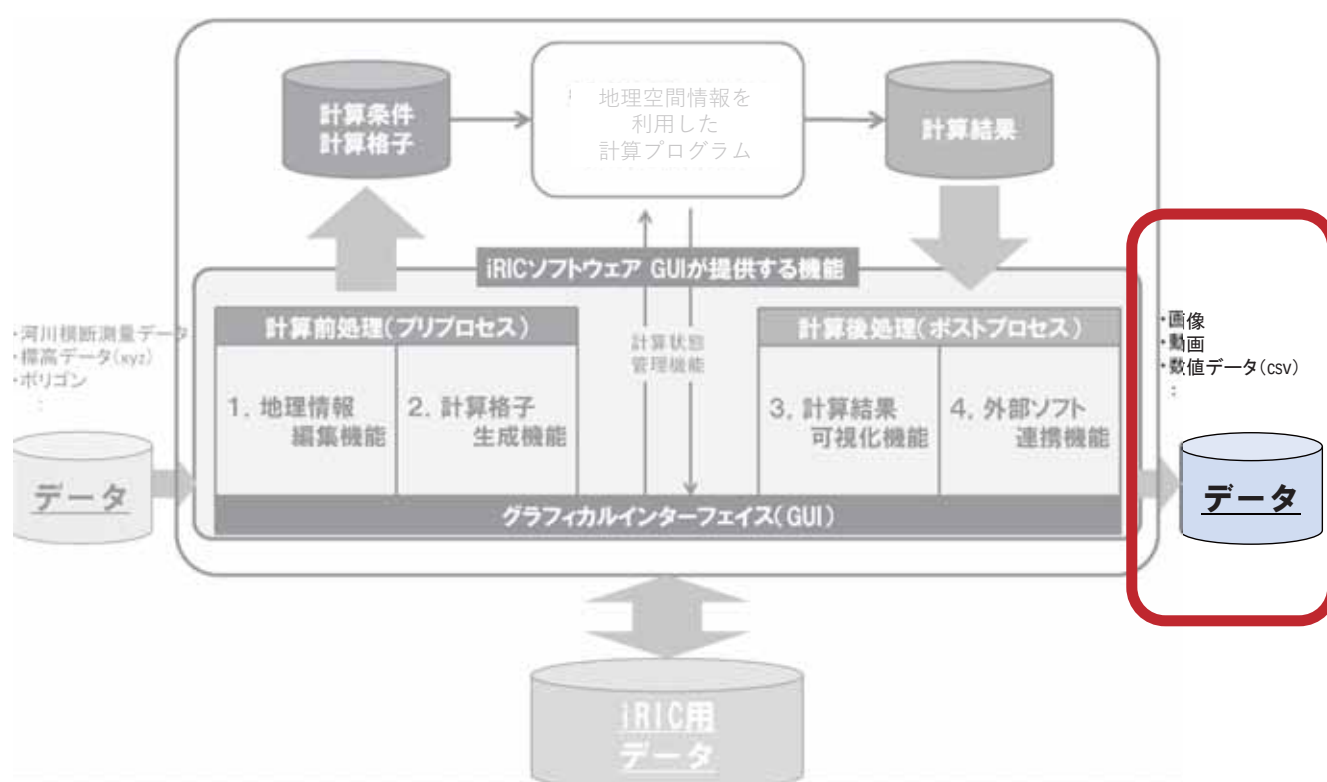
RiverLink, Co.,Ltd.

任意線上のデータ抽出



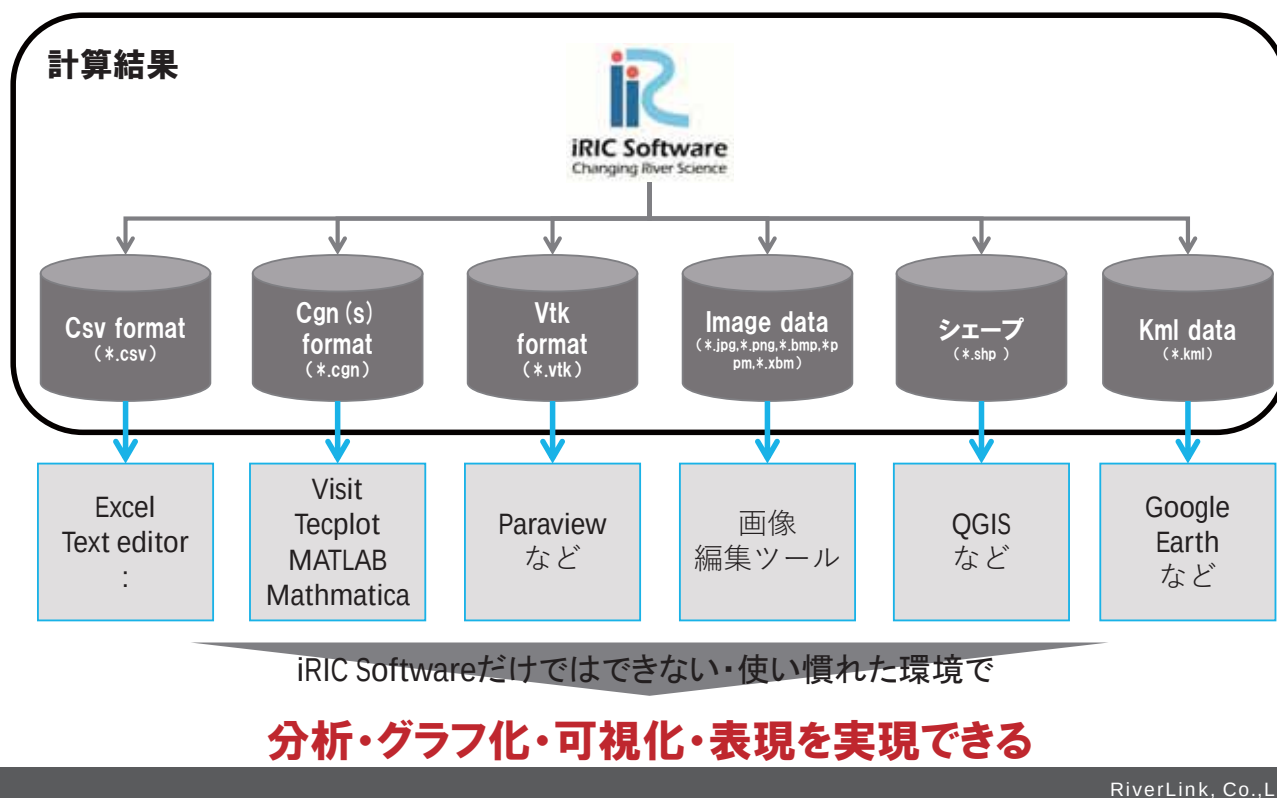
RiverLink, Co.,Ltd.

iRICソフトウェアの構造



RiverLink, Co.,Ltd.

外部ソフトとの連携：計算結果の出力



河川のシミュレーション

- 様々なシミュレーションモデルがあるが、その実行手順は同じ



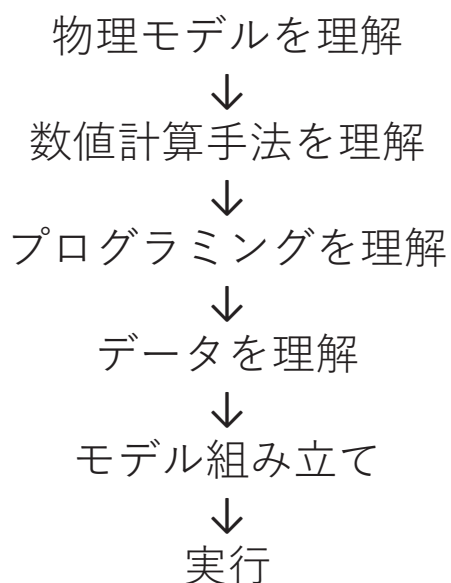
- ✓ 計算条件・格子データ作成に膨大な時間を要する
- ✓ 現地状況との整合性確認が困難
- ✓ 計算結果が膨大なため、その確認が困難

:

シミュレーション以外の作業に膨大な時間を要していた...

既往のプログラム活用指向

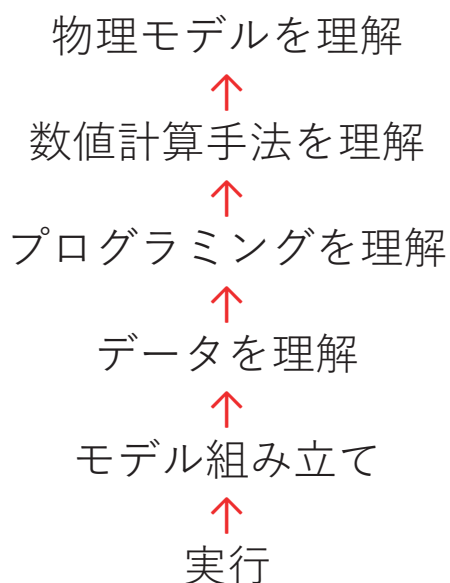
実行までの道のりが長い...



RiverLink, Co.,Ltd.

iRIC指向

“できる“から始める



RiverLink, Co.,Ltd.

iRICの取り組み

現場ユーザーを第一に考え

さまざまな計算プログラムを利用できる環境を提供することで

わかる・できる・つたえる

を増やす



問題発見・課題解決・相互理解に
寄与する

RiverLink, Co.,Ltd.

そのために

“つたえること”を増やすために



“わかる”ことを増やすために



“できること”を増やすために



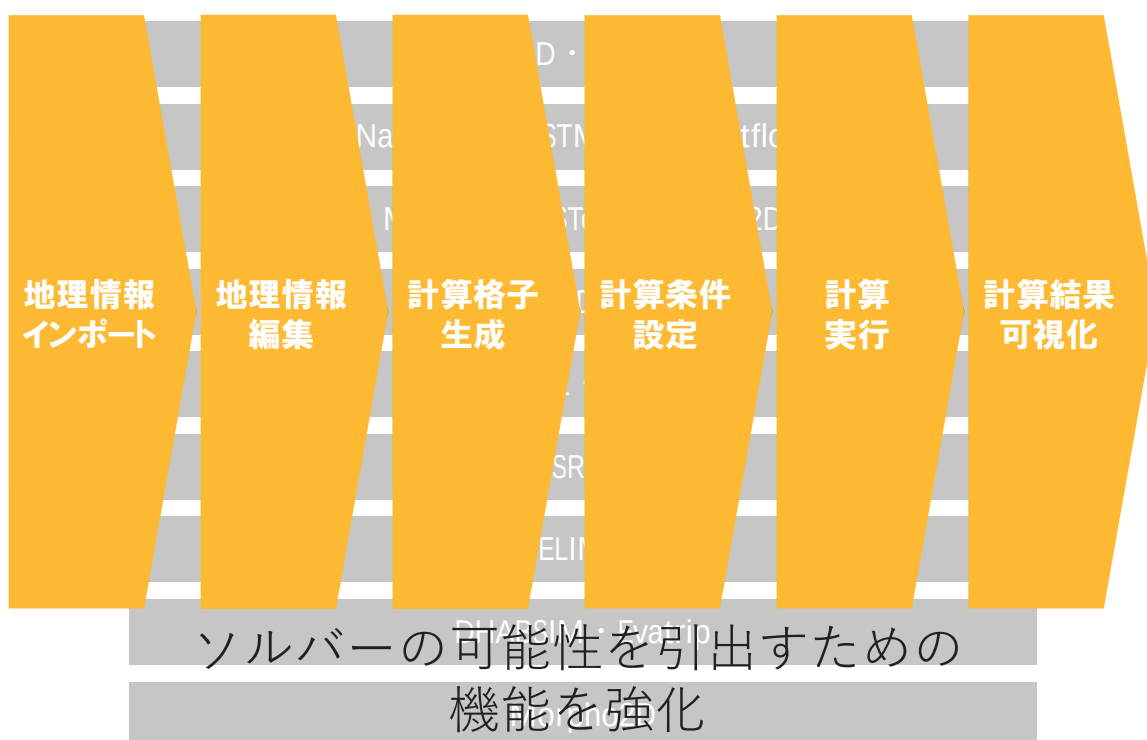
ソルバー種数や各ソルバーでできることを増やす



**そのために、
プラットフォームの価値を高める**

RiverLink, Co.,Ltd.

プラットフォームの価値



RiverLink, Co.,Ltd.

河川シミュレーションの動向

→ iRIC Softwareの適用事例

RiverLink, Co.,Ltd.

アドバンスソフト株式会社の 防災事業への取り組み

営業部 富塚 孝之

河川氾濫シミュレーションシステム開発
2020年 1 月 31 日（金）
アドバンスソフト株式会社



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

1

防災シミュレーションに関する解析事例



<http://www.advancesoft.jp/>

- ① 領域海洋循環モデルROMS+LTRANSによる解析
- ② 非定常降下火山灰輸送評価コード FALL-3Dによる解析
- ③ 津波シミュレータ T-STOCによる解析
- ④ 領域拡散モデルRAMS+HYPACTでによる筑波山のまわりの拡散解析
- ⑤ 津波遡上解析ソフトウェアの開発（二相流＋構造の粒子法）
- ⑥ 地下鉄駅でのサリンの拡散解析（NHK総合テレビで報道）
- ⑦ 建物内の火災安全・防災のためのシミュレータAdvance/EVE SAYFAによる解析
- ⑧ 地震・噴火解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR/GEOSによる解析



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

2

① 領域海洋循環モデルROMS + LTRANS による解析



<http://www.advancesoft.jp/>

- 事故や災害により有害物質が海洋へ拡散した場合を想定し、太平洋や大西洋などの広域スケールにおける汚染状態を予測
- ROMS (Regional Ocean Modeling System) ※ 1
 - 海洋力学モデル（海流計算）および海洋拡散モデルを有し、オンラインで濃度場を計算
 - 運動方程式はReynolds-averaged Navier-Stokes 方程式
 - Euler型トレーサ輸送モジュール
- LTRANS (Larval TRANSport Lagrangian model) ※ 2
 - 計算された流動場を使ってオフラインで拡散物質を計算
 - ラグランジュ型のトレーサ追跡モジュール（粒子追跡モデル）

※1 <http://www.myroms.org/index.php>

※2 <http://northweb.hpl.umces.edu/LTRANS.htm>



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

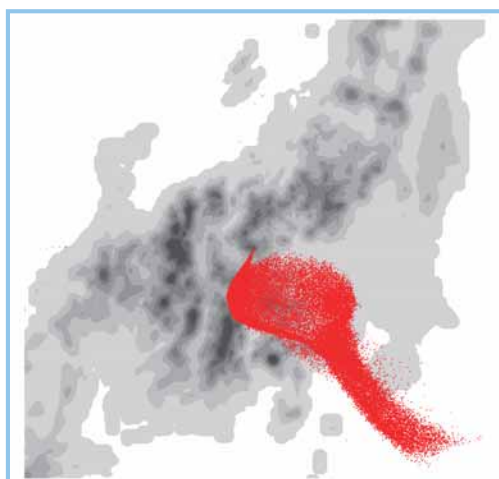
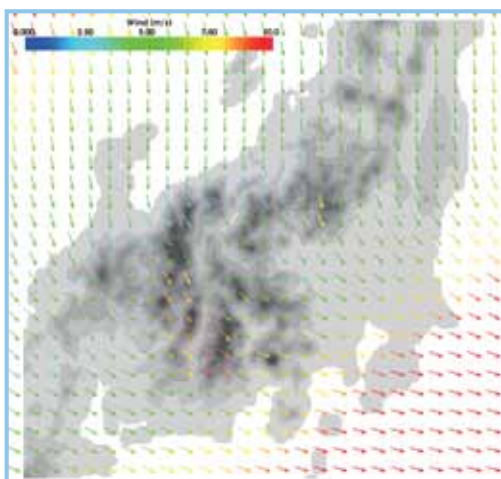
3

② 非定常降下火山灰輸送評価コード FALL-3Dによる解析



<http://www.advancesoft.jp/>

- 火山噴火に伴う火山灰降下の影響を数値シミュレーションにより予測する



浅間山からの噴煙を想定した火山灰予測



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

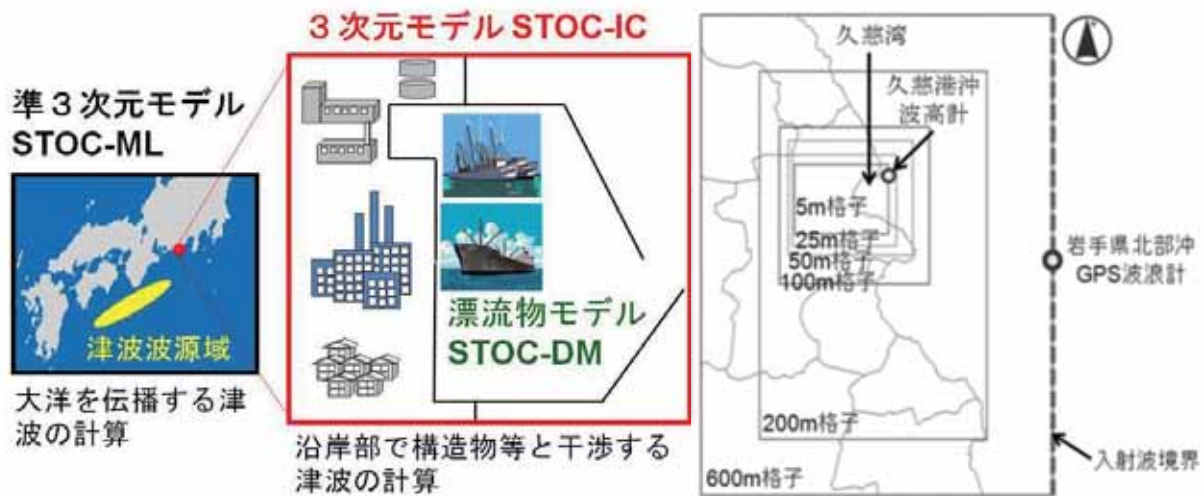
4

③ 津波シミュレータ T-STOCによる解析



<http://www.advancesoft.jp/>

- 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
様で開発されたソフトウェア



STOCのモデル構成

※図は <http://www.pari.go.jp/unit/trc/research/stoc01.html> より引用

ネスティングにより広域から臨海部まで対応可能

※富田孝史・本多和彦・千田優 "高潮津波シミュレータ (STOC) による津波被害解析手法", 港湾空港技術研究所報告 第55巻第2号

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

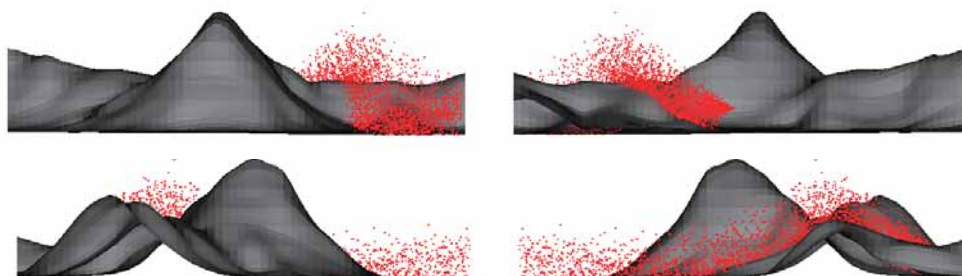
5

④ 領域拡散モデルRAMS+HYPACT による筑波山のまわりの拡散解析



<http://www.advancesoft.jp/>

- 大気拡散シミュレーションシステム
 - 気象状態（風向、風速、気温、気圧、湿度、降雨量）を予測し、拡散物質の濃度シミュレーションをおこなう
 - 気象モデル：非静力学メソスケールモデル
 - 拡散モデル：移流・拡散のほかに地表沈着量も予測
 - 放射性物質の場合、地表沈着量から被ばく線量を算出



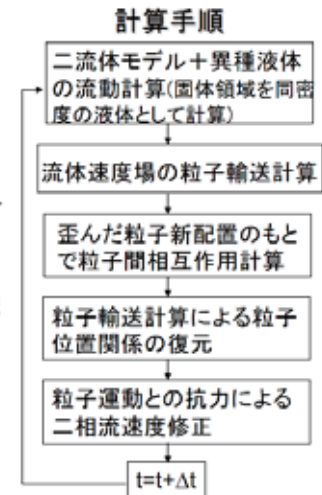
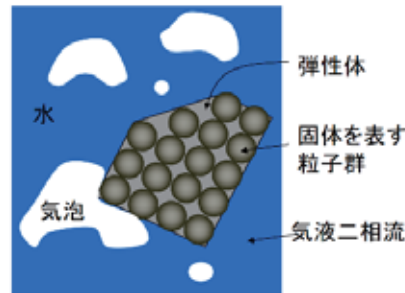
つくば山におけるトレーサ輸送解析

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

6

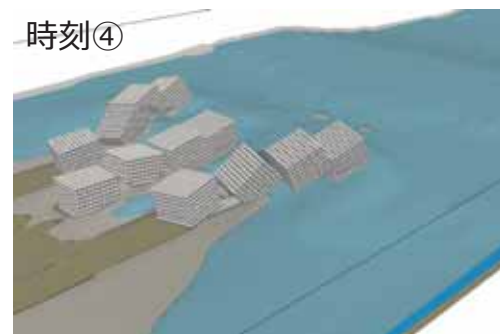
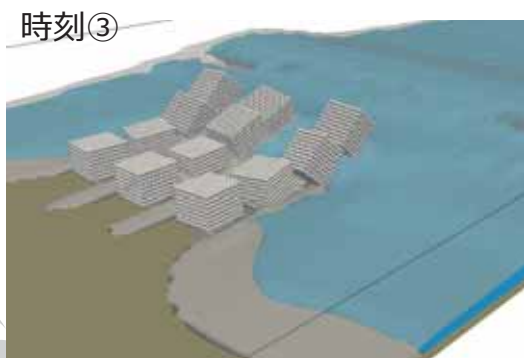
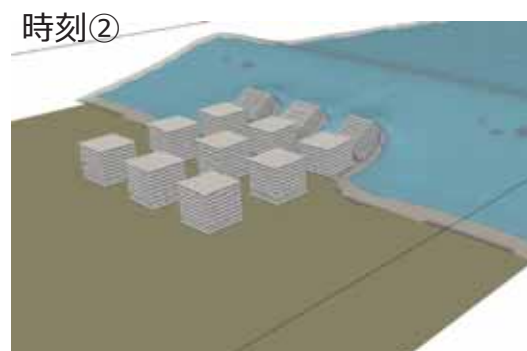
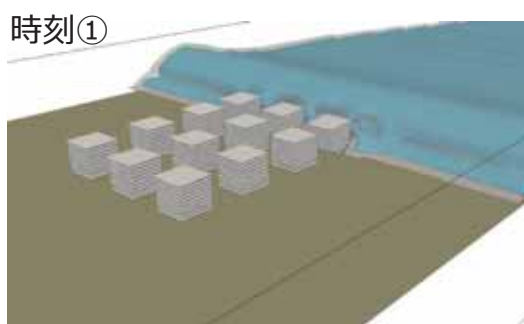
⑤ 津波遡上解析ソフトウェアの開発 (二相流 + 構造の粒子法連成解析)

- 津波による構造物の破壊、衝突が評価可能とするため、流体構造連成プログラムを開発した
- 流体：二流体モデル
- 構造：粒子モデル



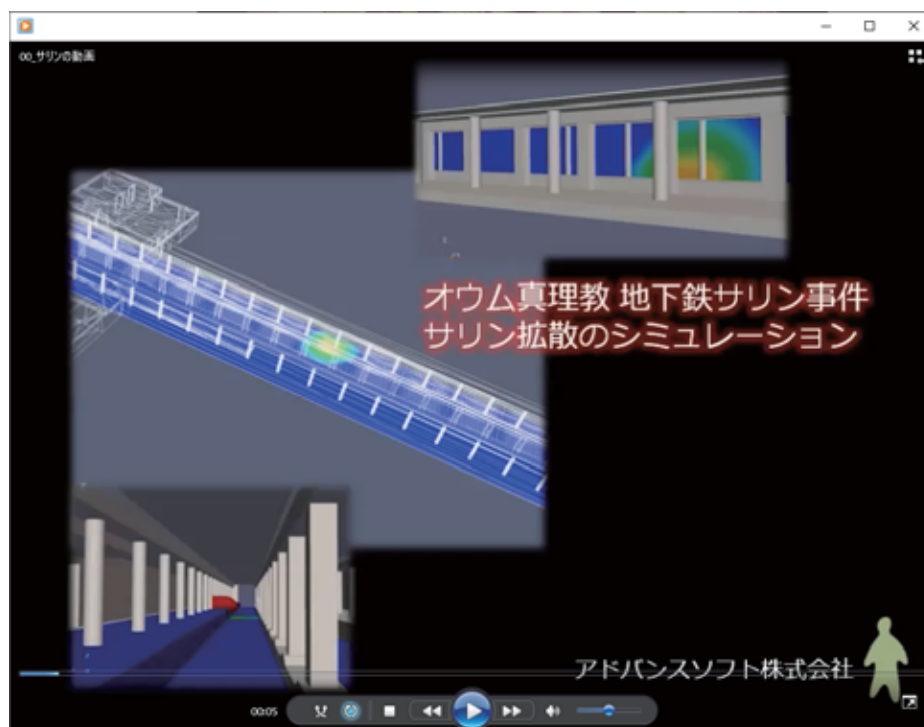
気液二相流 - 固体連成解析モデル

⑤ 津波遡上解析ソフトウェアの開発 (二相流 + 構造の粒子法連成解析)



気液二相流 - 固体連成解析モデル

⑥ 地下鉄駅でのサリンの拡散解析 (NHK総合テレビで報道)

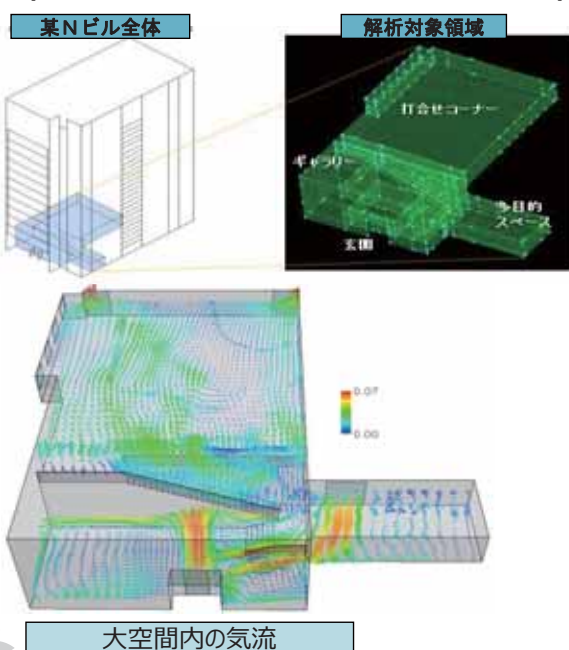


Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

9

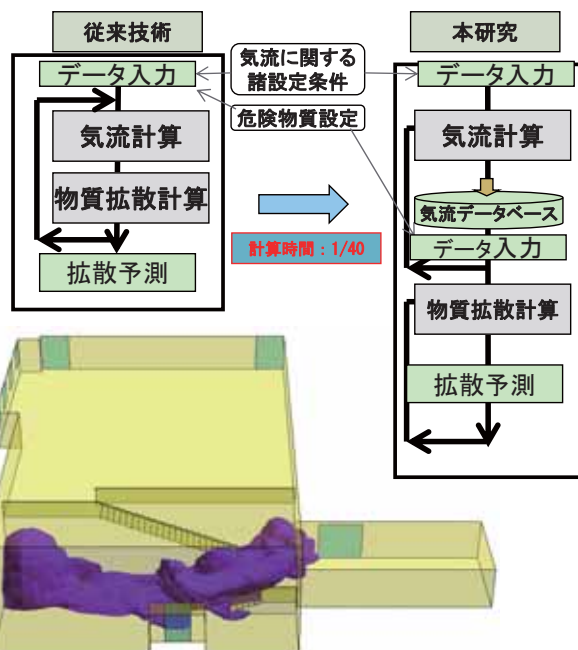
⑦ 建物内の火災安全・防災のためのシミュレータ Advance/EVE SAYFAによる解析

a) 実在のビル内大空間の拡散解析 b) システムの高速化



大空間内の気流

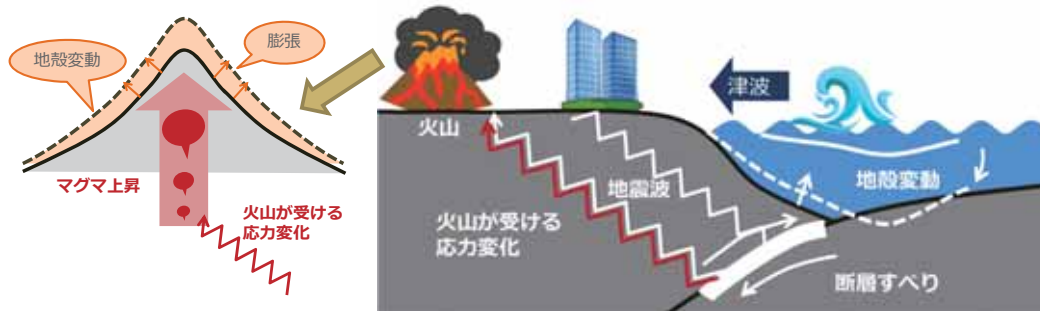
文部科学省「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発プロジェクト (RSS21)」並びに「文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト」によって得られた研究成果を利用しています。



滞在10分以内に半数が死亡するサリン濃度範囲

⑧ 地震・噴火解析ソフトウェア Advance/FrontSTR/GEOSによる解析

- 何ができるか
 - 断層やマグマ供給源を設定して、地殻内部と地表で変位や応力を計算
 - 粘弾性による変位や応力の緩和を計算
 - マグマが割れ目を拡大しながら上昇する過程を計算
 - 断層からの地震波の伝播を計算
 - 観測データから震源やマグマ供給源の位置と状態を計算



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

文部科学省「戦略的基盤ソフトウェアの開発プロジェクト」並びに「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発プロジェクト (RSS21)」によって得られた研究成果を利用しています。

11



警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立てる用途に限定して無料配布しています。
このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要です。
このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。