HITACHI
Inspire the Next

水害シミュレーションシステム DioVISTAについて

株式会社 日立パワーソリューションズ

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

DioVISTAの機能

HITACHI
Inspire the Next

DioVISTAの主な機能

1. 浸水エリアの予測
2. 河川の任意地点の水位予測
3. 過去の災害の分析
4. 想定したシナリオに基づくシミュレーション

DioVISTA: イタリア語で「神の視点」の意味。
水の惑星・地球の、過去、現在、未来を
俯瞰できる業務システムを目指しています。

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

DioVISTAの特長

HITACHI
Inspire the Next

特長

①短時間で高精度なシミュレーションが可能
独自の高速演算アルゴリズムを適用

②簡単な操作で高度なシミュレーションが可能
専門家でなくてもシミュレーションが可能

③降雨を入力条件としたシミュレーションが可能
危険エリアを地図上、路線図上に表示し、迅速な対応を支援します

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

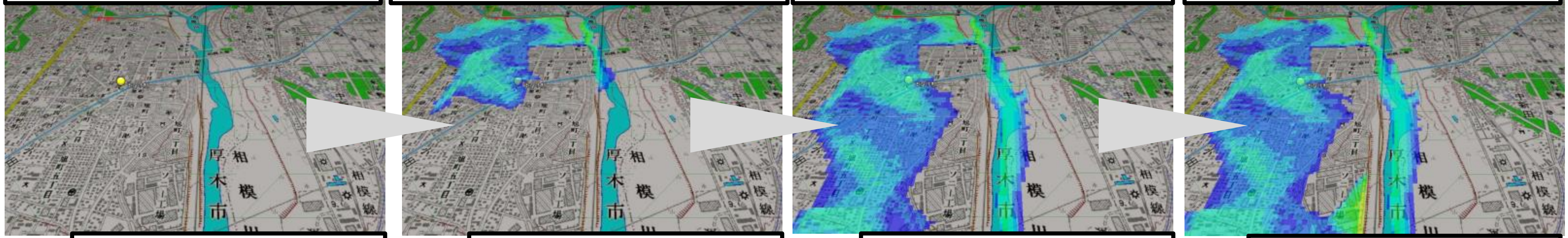
特長1:短時間で高精度なシミュレーションが可能

HITACHI
Inspire the Next

- 日立独自の高速演算アルゴリズムDynamic DDMを適用
  - 日本、米国、中国で特許取得
- 流体方程式に基づく氾濫解析を実施
  - 浸水エリアの誤差は1割程度(2004年福井県足羽川水害で検証)

日本特許4761865
米国特許7603263
中国特許PZL200610008661.4

堤防決壊直後	1時間後	2時間後	4時間後

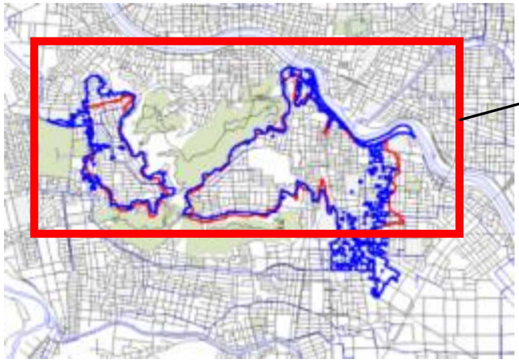


計算開始	計算時間:1秒	計算時間:3 秒	計算時間:9 秒

OS: Microsoft Windows 7 Professional (64-bit)
CPU: Intel® Core™ i7-2700 (3.50 GHz)
メモリ: 16 GB

氾濫シミュレーション精度検証

- 2004年福井県足羽川水害で検証
- 浸水範囲がほぼ一致



現地調査範囲

見逃し率:9%
空振り率:13%

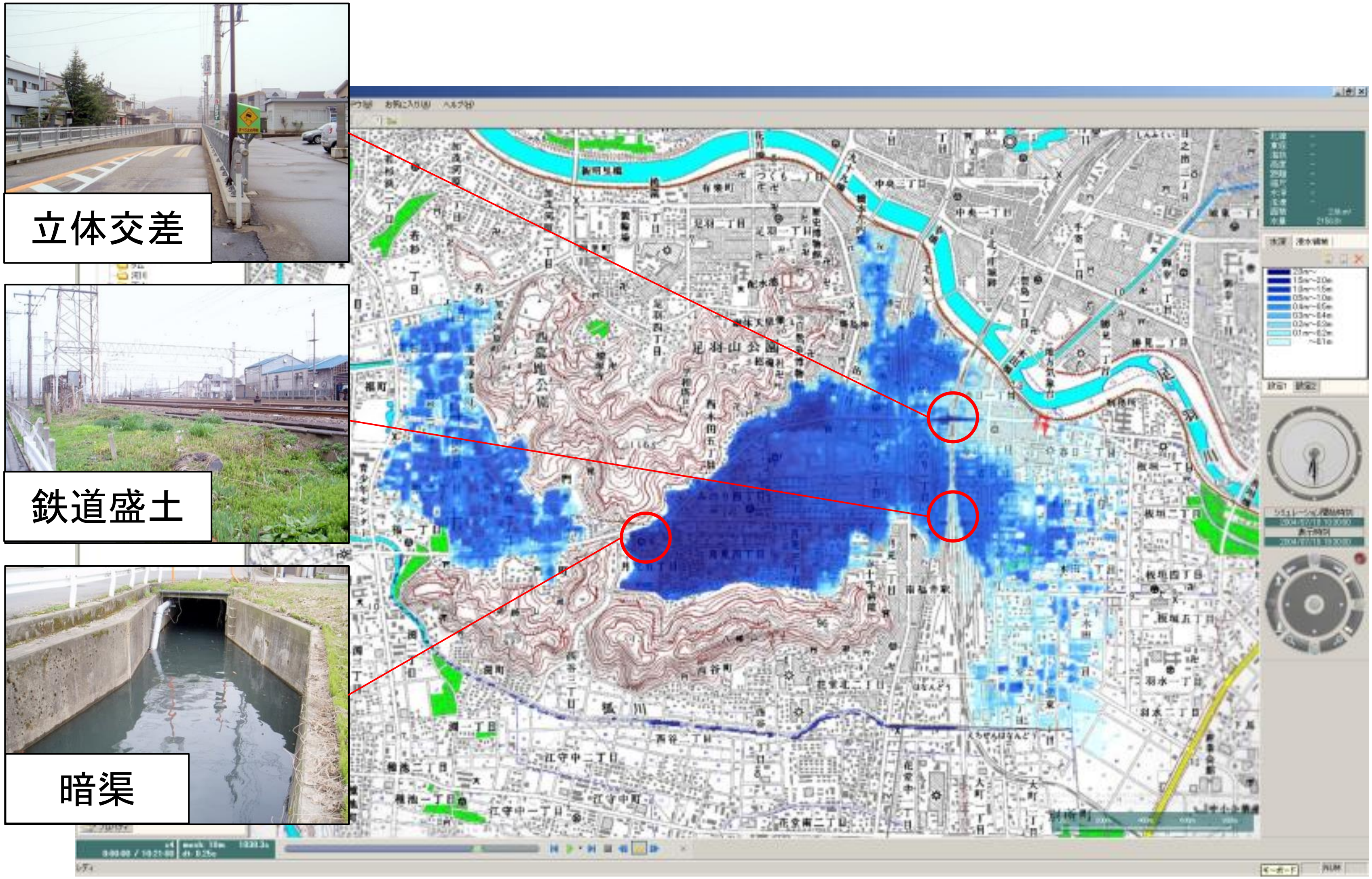
現地調査による浸水域

シミュレーションによる浸水域

山口・岩村: 2004年足羽川洪水事例による氾濫シミュレーションの精度検証, 第61回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, 2006.
http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2006/61-2/61-2-0027.pdf

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

都市の氾濫流の特徴

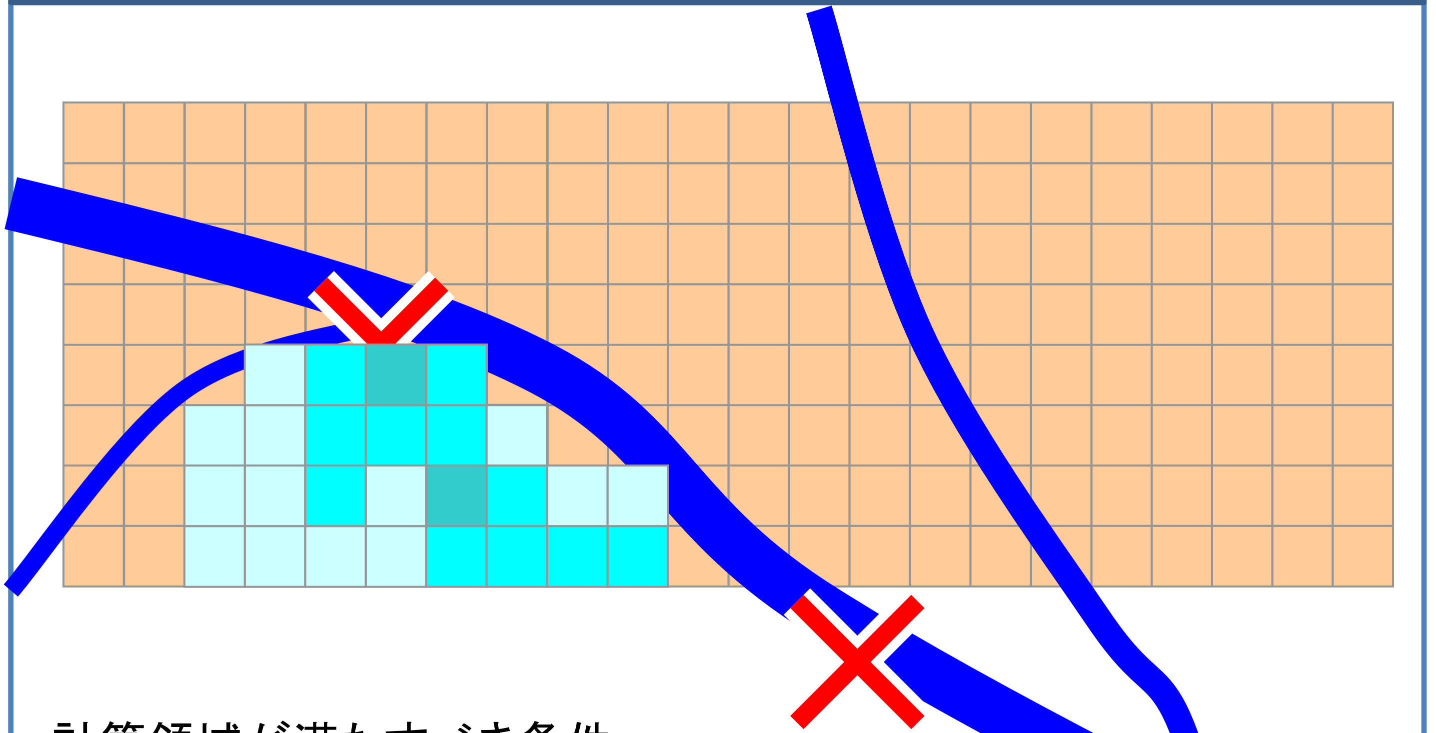


水の流れは鉄道盛土, 道路, 立体交差等に影響される

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

従来方式

氾濫モデル



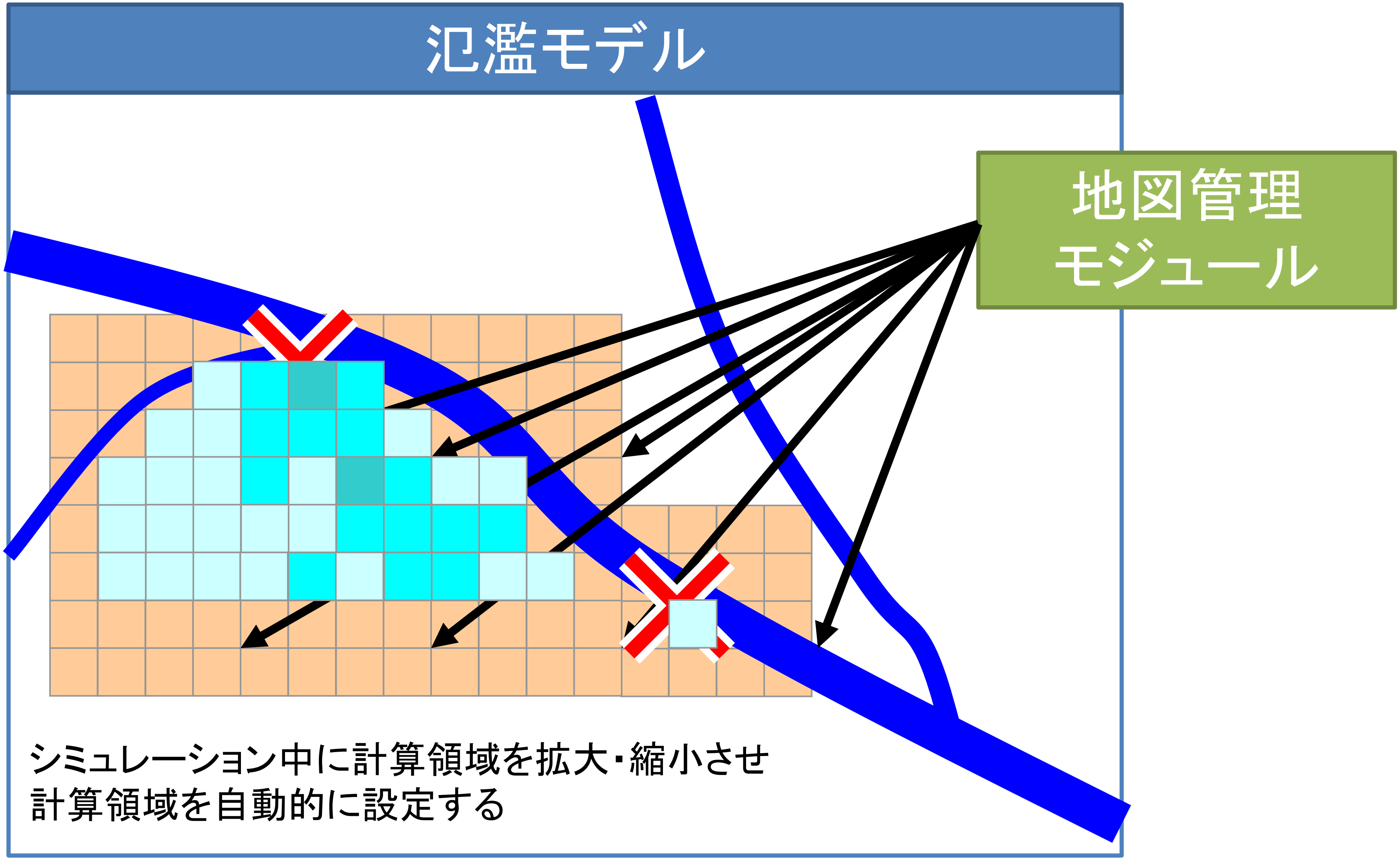
計算領域が満たすべき条件

1. 計算領域の境界に流れが到達してはいけない
2. 計算領域の外側で堤防決壊が発生してはいけない
3. 計算領域は可能な限り小さくすべき

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

日立方式(Dynamic DDM)

HITACHI
Inspire the Next



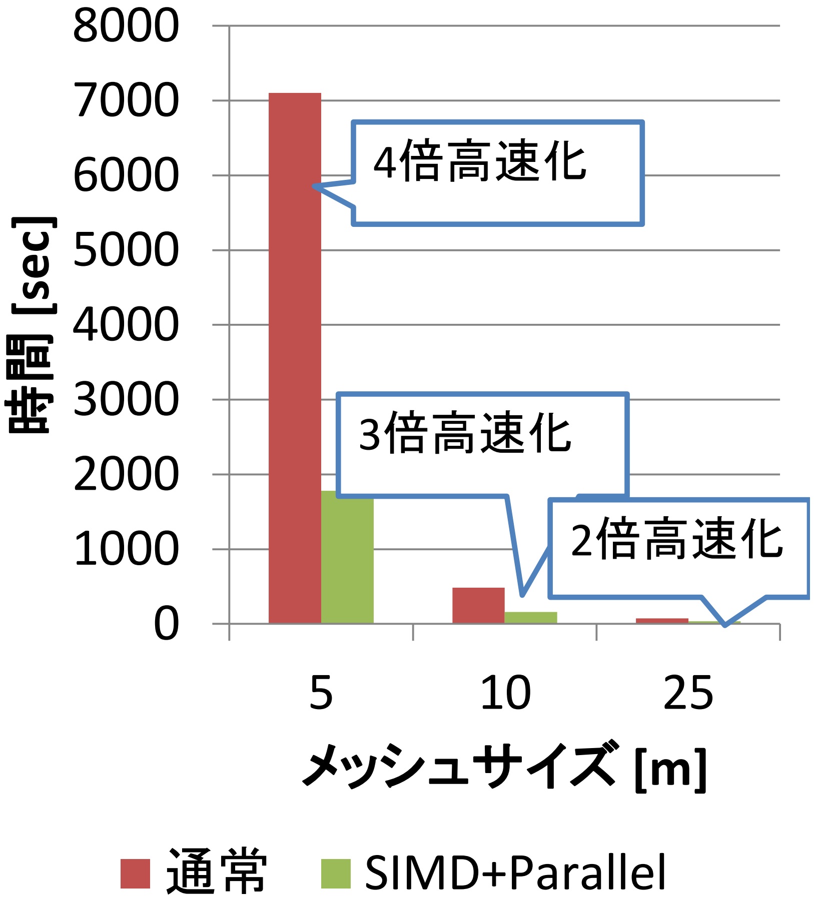
山口, 岩村: 数理モデル化と応用, Vol. 48 (SIG_6, TOM_17), pp.92-103, 2007.

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

実装レベルでの高速化

HITACHI
Inspire the Next

- SIMD による高速化
  - SIMD: Single Instraction Multible Data
  - SSE, SSE2
- 並列化
  - PPL: Parallel Patterns Library
- SIMD+並列化あり、なしで比較
  - K市における氾濫計算(破堤から18 時間)
  - メッシュ数が増えるほど高速化効果が顕著



Yamaguchi & Yamaho, Optimizing Two-Dimensional Flood Model with SSE and Concurrent, Proc. of 12th ICHE 2016, Taichung, Taiwan, pp. 08-0001,2016.

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

クラウドの利用

HITACHI Inspire the Next

- Microsoft Azureを利用した並列処理を実現
- CPU 192コアを利用し12並列で同時処理
- 淀川L2解析76ケース（メッシュサイズ25m）を13時間で処理

	利用した計算資源
総コア数	192
総メモリ (GB)	384
仮想マシンの数	12
CPU	Intel Xeon E5-2673 v3 @ 2.4 GHz
CPUコアの数	16
メモリ (GB)	32
ディスク (GB)	SSD 64

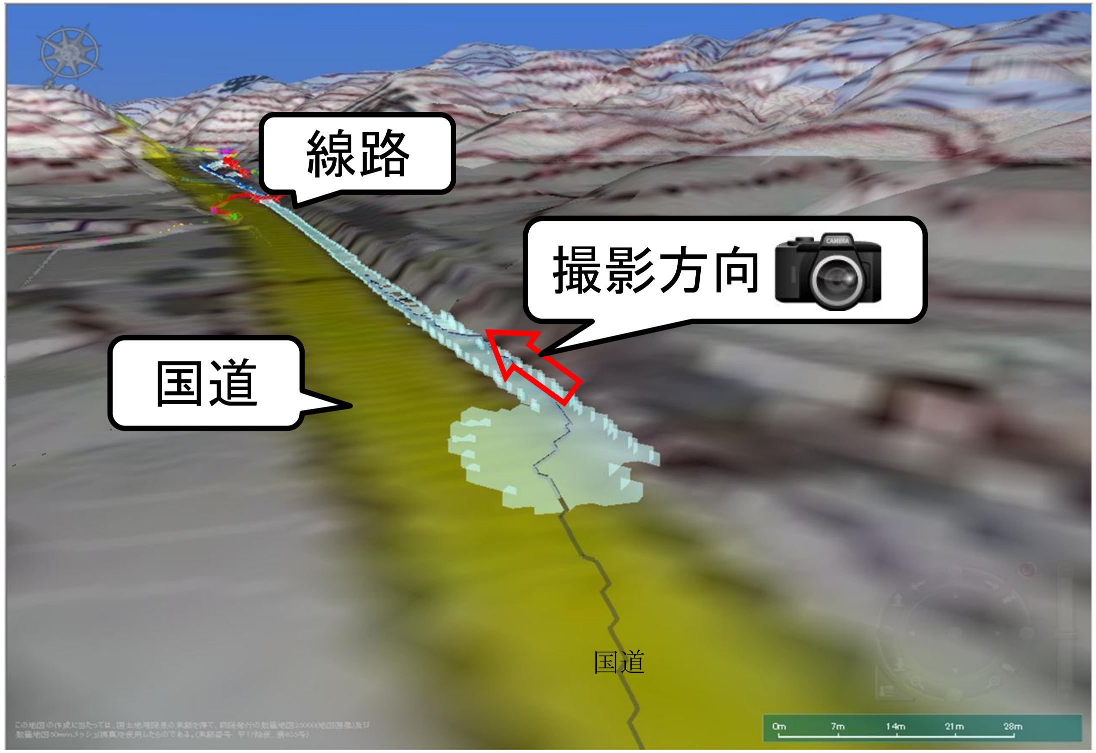
山口, 楠田, クラウドコンピューティングによる浸水解析の高速化,
土木学会　第72回年次学術講演会講演概要集, Vol. 72, No. 2-001, 2017.

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

高速演算アルゴリズムの適用事例

HITACHI
Inspire the Next

- 従来は困難だった、極めて高い解像度(1m)の地形データを利用
- 軌道周辺の盛土、切土、伏樋、沢などを再現
- 当時の浸水状況の再現に成功



対象エリア：姫新線 佐用駅付近

浸水当時の写真

線路が川のようになる状況が
シミュレーションでも
再現されている

公益財団法人 鉄道総合技術研究所殿の防災研究にDioVISTAを活用いただいております

杉山，防災技術に関する最近の研究開発，第256回鉄道総研月例発表会，
http://bunken.rtri.or.jp/doc/fileDown.jsp?RairacID=0011002100

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

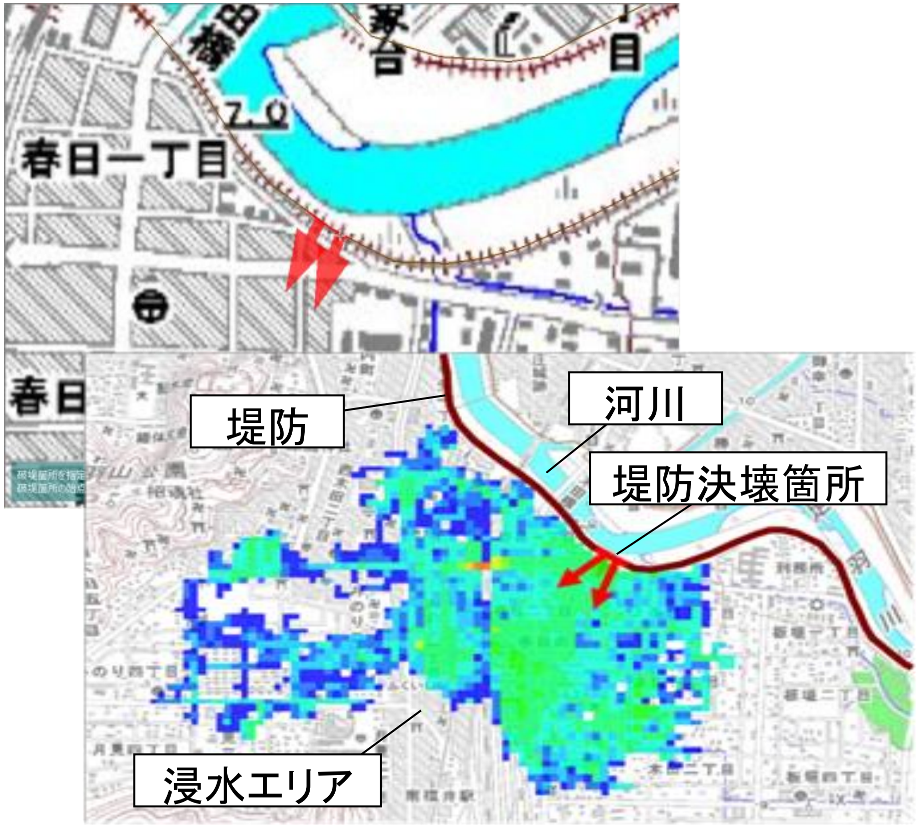
特長2:簡単な操作で高度なシミュレーションが可能

HITACHI
Inspire the Next

堤防決壊か所の設定

- 地図上をクリックして堤防を作成
- 堤防をクリックして堤防決壊か所を指定

➔地図を使った直観的な操作を実現



- 同様の操作で、詳細な都市構造物の設定が可能
  - 盛土
  - 暗渠
  - カルバート

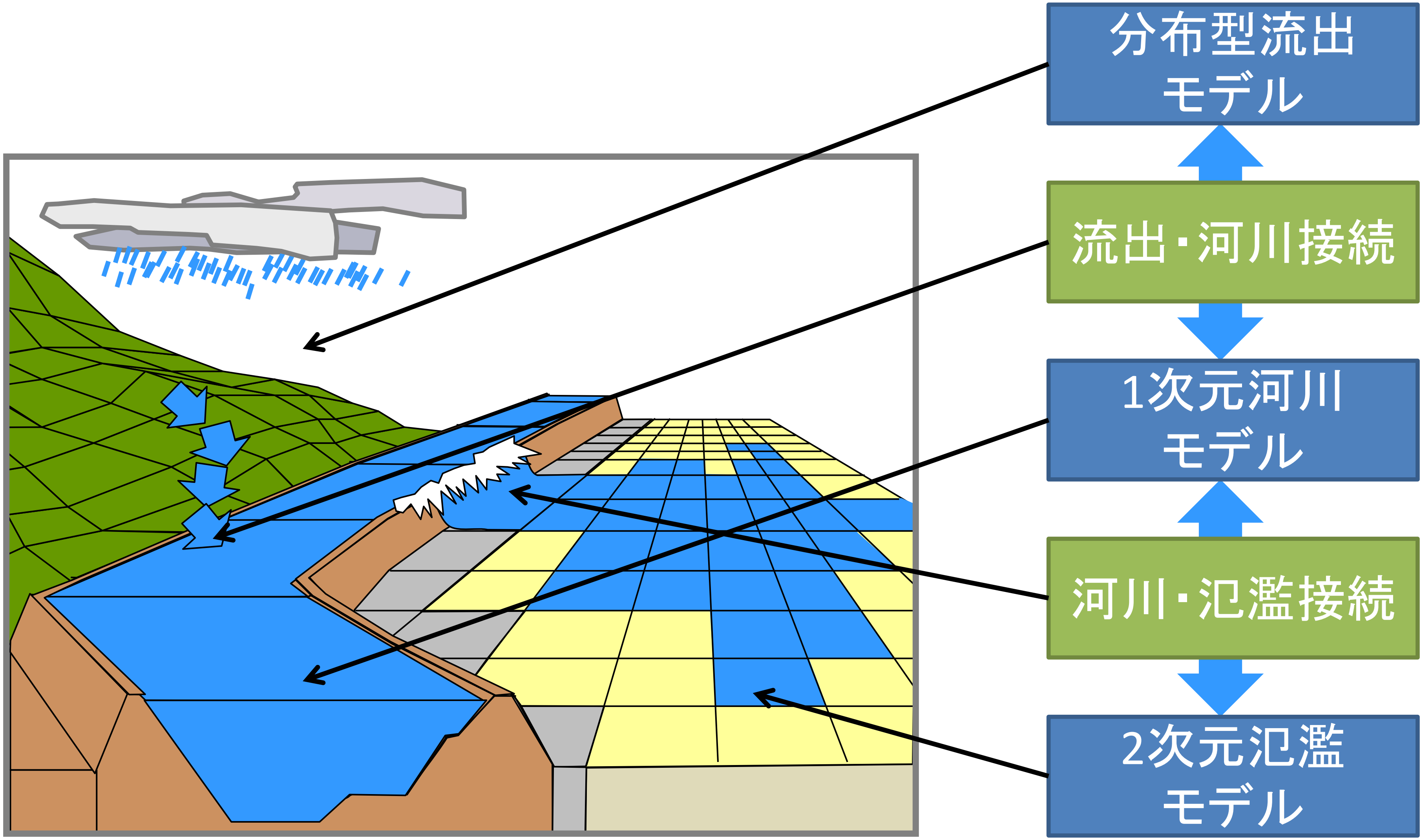
➔水理水文解析の専門家でなくても高度なシミュレーションが可能

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

特長3:降雨を入力したシミュレーションが可能

HITACHI
Inspire the Next

- 降雨から氾濫までの現象を一体的にシミュレーション
- 地図データから必要なモデルを自動的に構築

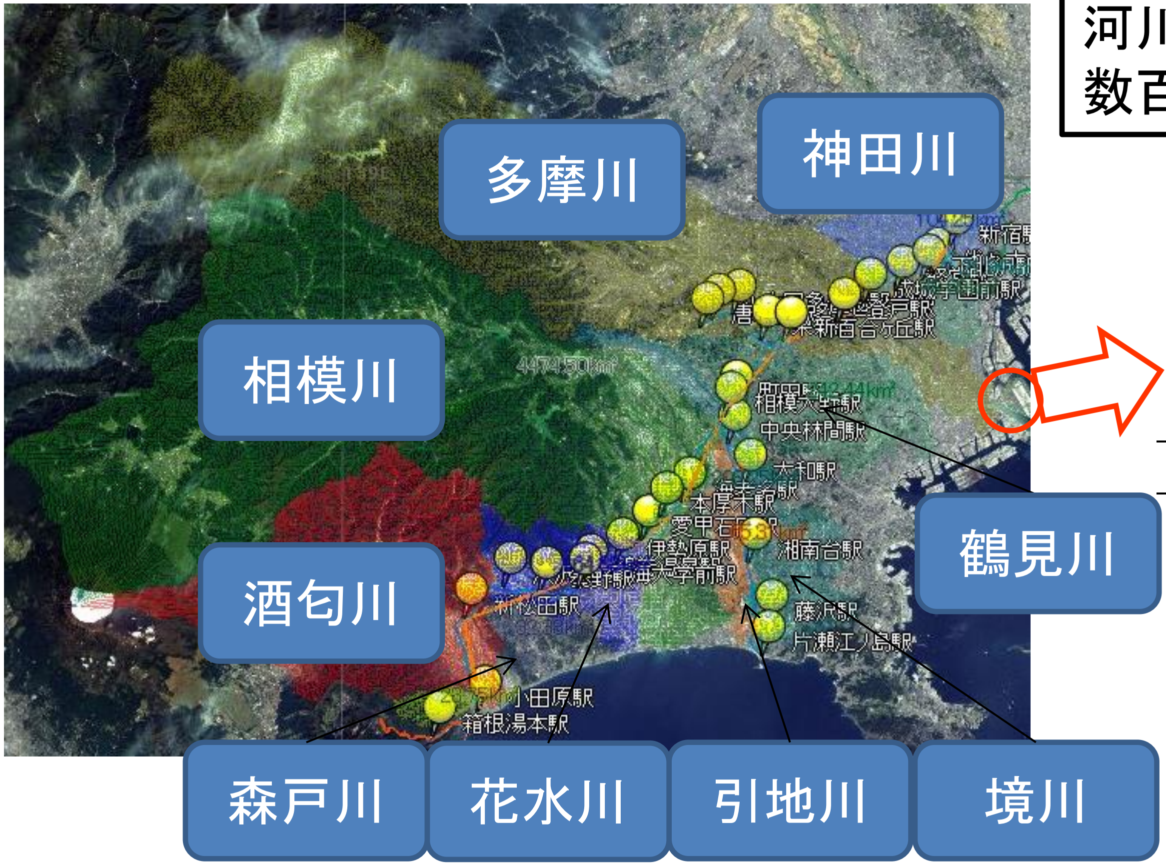


© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

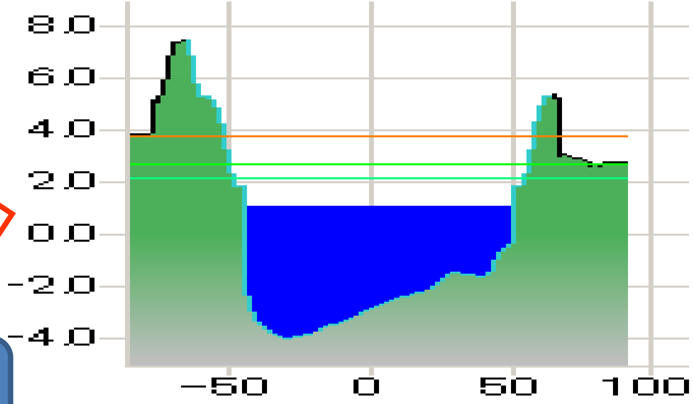
モデル構築の方法

HITACHI
Inspire the Next

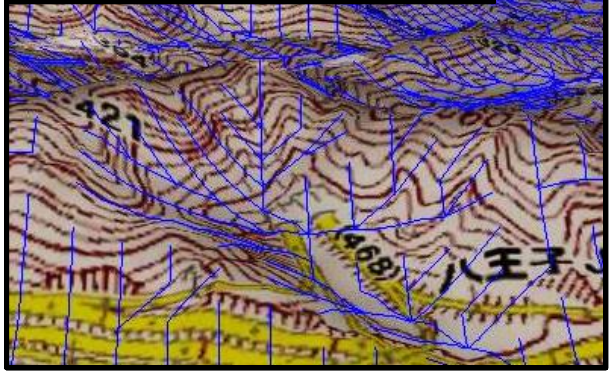
対象エリアに存在する河川をモデル化



河川断面を河川に沿って
数百mごとに入手

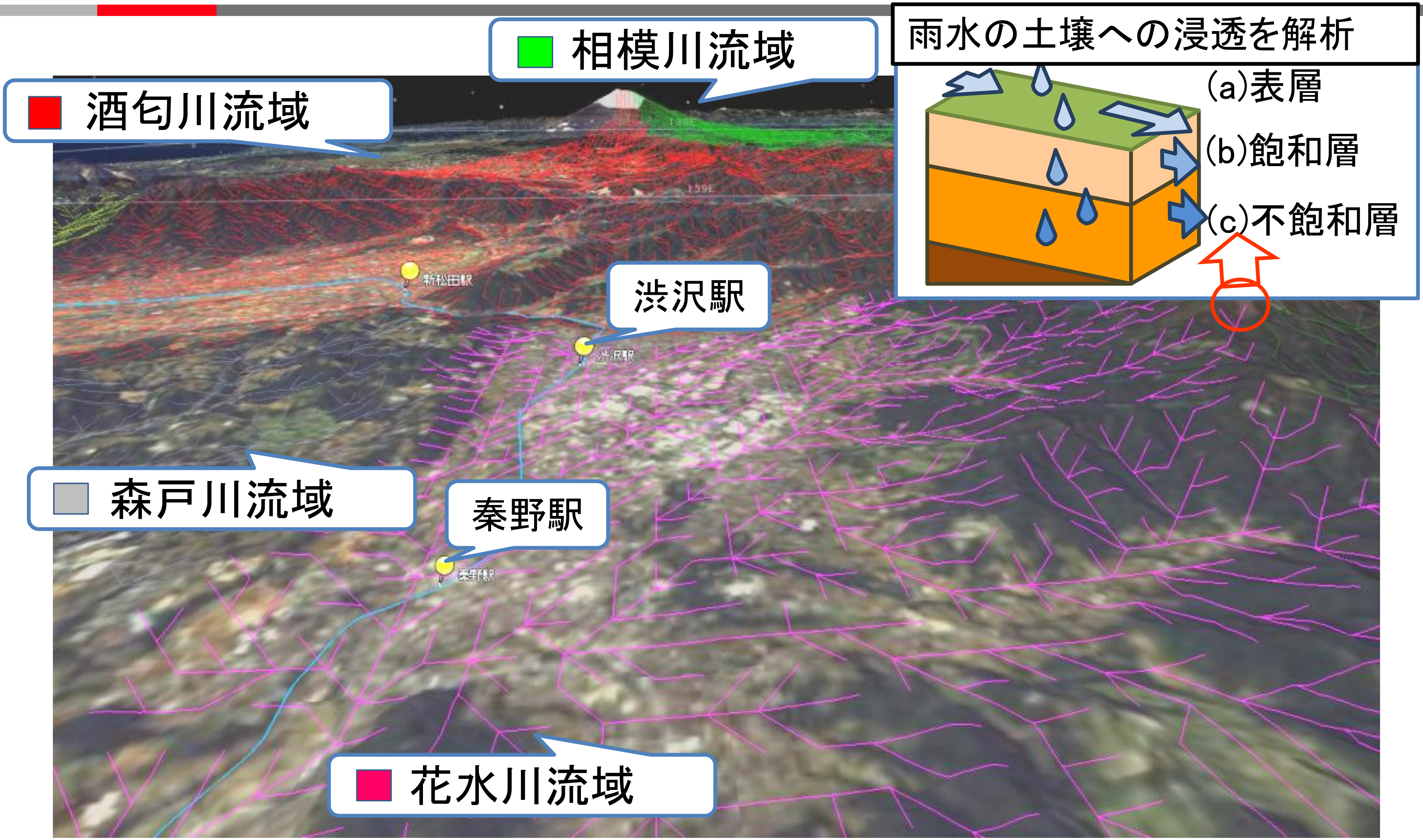


雨水の流れ方向を
数百m単位で解析



© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

雨水の流れ方向解析例



© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

製品体系と導入実績

HITACHI
Inspire the Next

システム/ソフトウェア

エディション	機能	用途	実績
Enterprise [エンタープライズ]	24時間365日の 浸水予測	• 職員の招集 • 監視場所の決定支援 • 避難勧告発令の支援	• 市町村
Professional [プロフェッショナル]	大雨を想定した 水害シミュレーション	• 水害リスクの定量評価 • 災害メカニズムの分析	• 損害保険会社 • 建設コンサルタント • 大学、研究機関
Standard [スタンダード]	堤防決壊を想定した 水害シミュレーション	• 浸水エリアの確認 • 防災計画のための資料作成	• 市町村 • 大学、研究機関

サービス

サービス項目	内容	実績
動画作成	• 防災教育用の水害シミュレーション動画	• 市町村
計算代行 レポート作成	• 想定シナリオに基づいたシミュレーションの実施	• 損害保険会社 • 大規模工場、放送局 • 建設コンサルタント

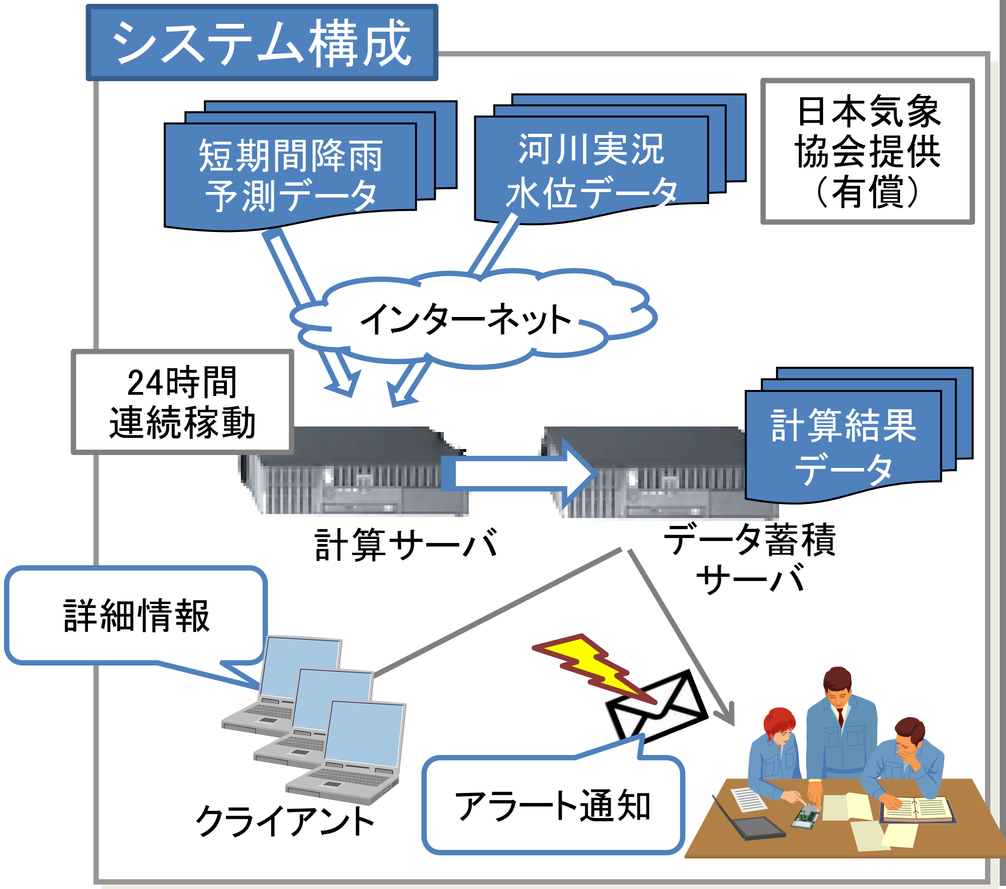
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

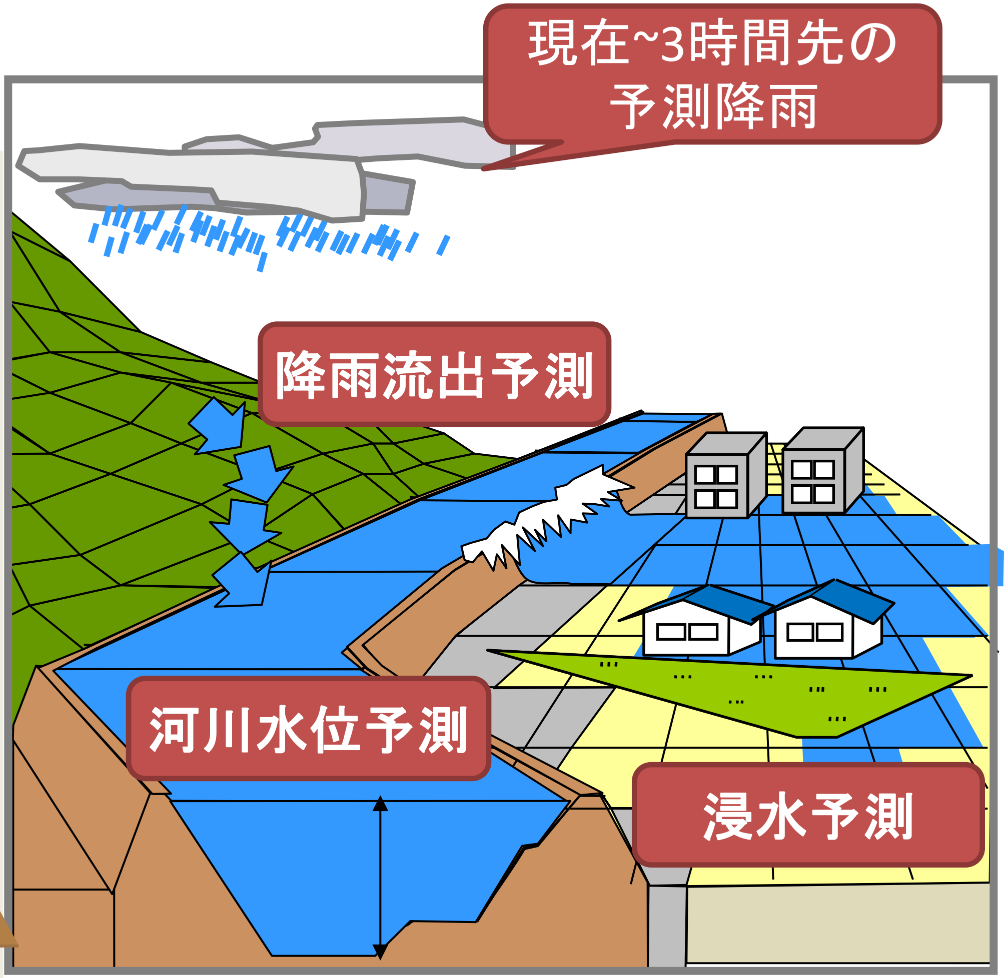
エンタープライズエディションの機能

HITACHI
Inspire the Next

Enterprise

- 予測降雨に基づいて河川水位、浸水エリアを予測
  - 3時間先までを10分ごとに更新
- 浸水の危険性・可能性をいち早く通知
  - 要員確保や避難等の判断を支援





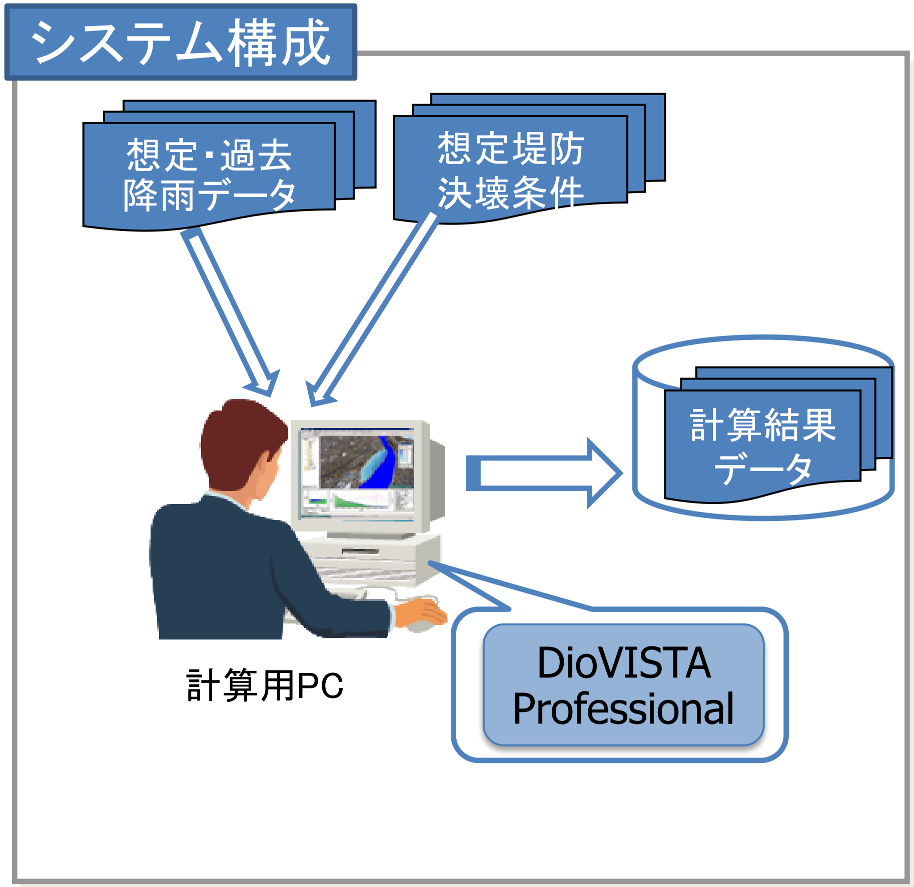
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

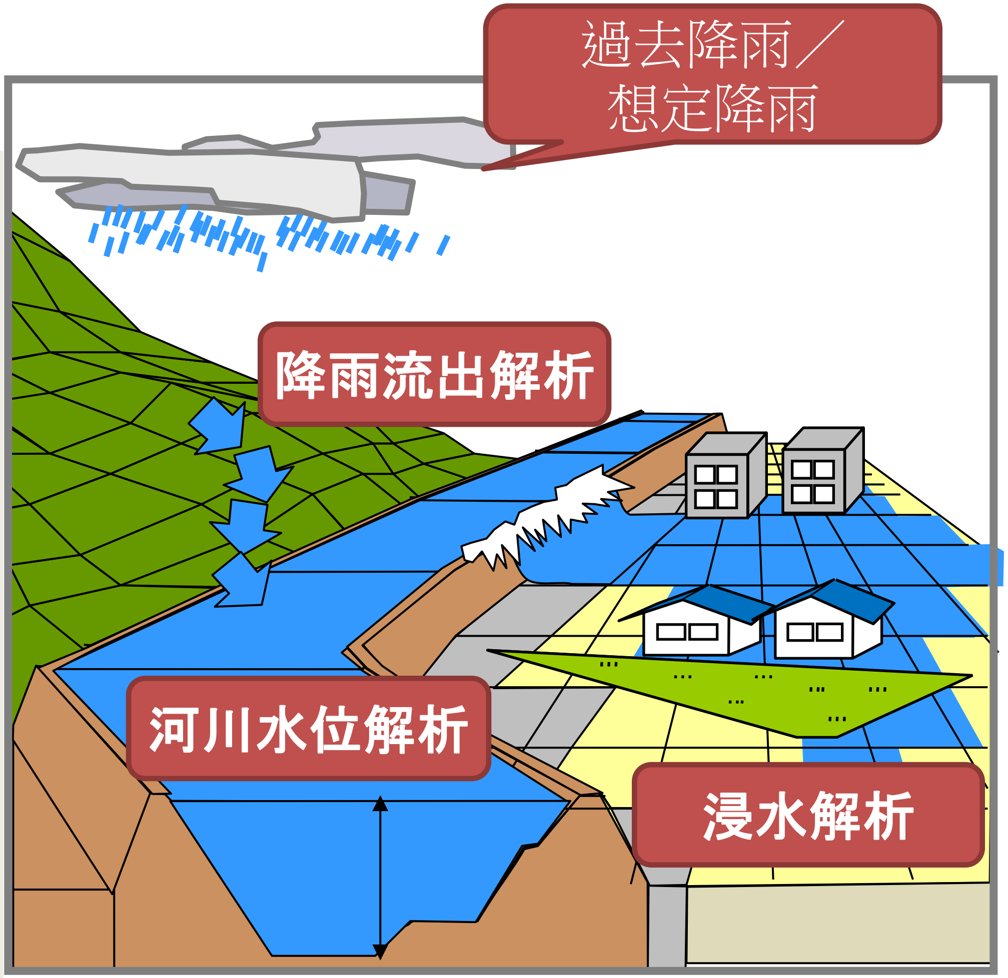
プロフェッショナルエディションの機能

HITACHI
Inspire the Next

Professional

- 想定降雨に基づいて河川水位、浸水エリアを推定
  - 過去災害事例の検証
  - 水災リスクカーブの作成





© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

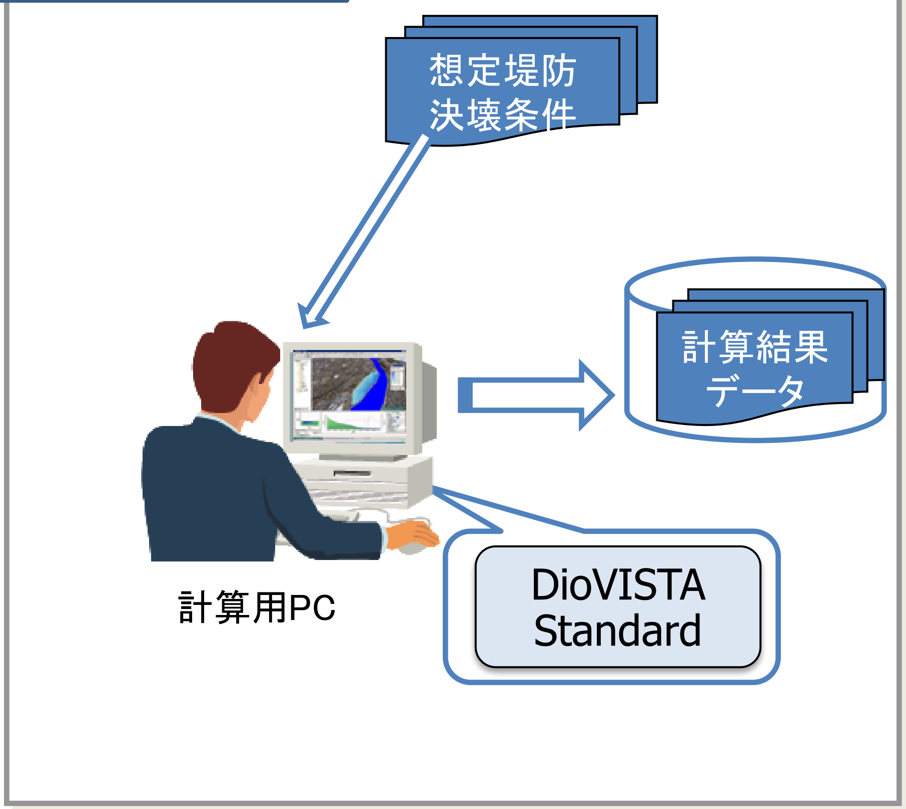
スタンダードエディションの機能

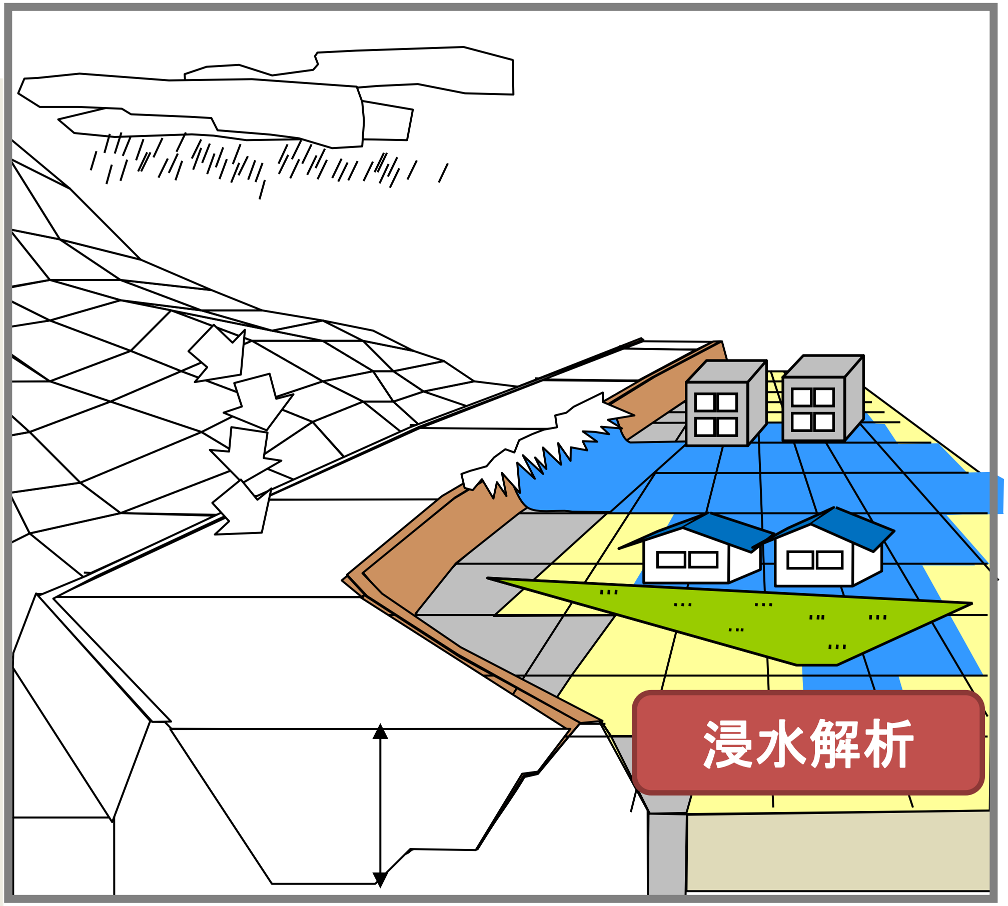
HITACHI
Inspire the Next

Standard

- 想定決壊条件に基づいて浸水エリアを推定
  - 氾濫に特化した解析を簡単な操作で実現
  - 特定サイトに対する迅速なリスク推定
  - 防災計画の立案支援

システム構成





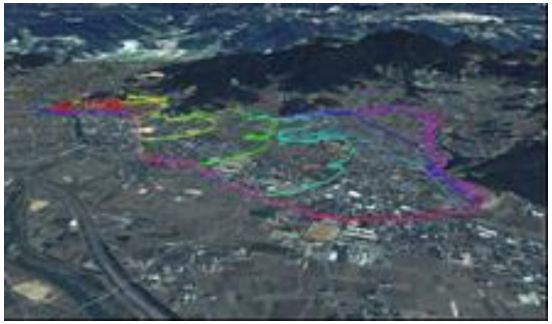
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

シミュレーション補助機能

HITACHI
Inspire the Next

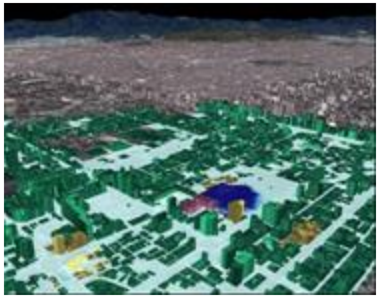
コンター表示機能

指定した浸水深と浸水領域を時間経過ごとに表示



建物浸水表示機能

建物1戸ごとに浸水状況を分析。床上・床下浸水家屋数を集計、住所、住居名、浸水深の一覧表を作成。

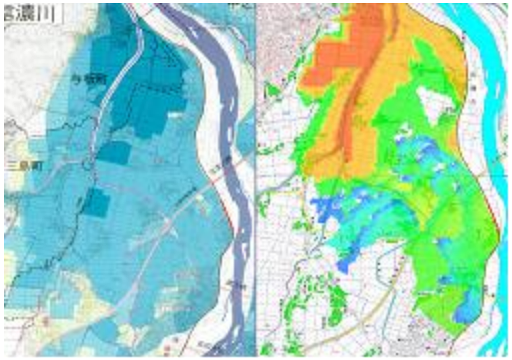


【凡例】
下記条件で色分け表示
- 床下　50cm以下
- 床上　50cm～1m
- 軒下　1m～2m
- 2階軒下　2m～5m

住宅地図を利用した都市部建物浸水表示例

ハザードマップ比較機能

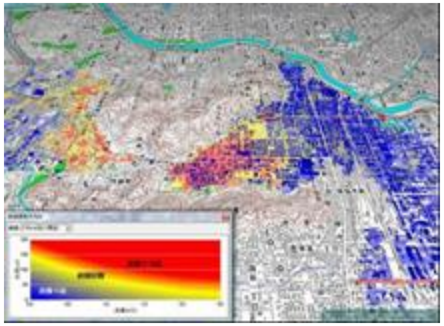
ハザードマップの画像イメージを取り込み氾濫シミュレーション結果との比較表示が行えます。



2画面表示して、左にハザードマップ、右に氾濫結果を表示した例

危険度表示機能

浸水深と流速の関係から徒歩で避難する際の危険度を成人男性、成人女性、子供別に表示します。



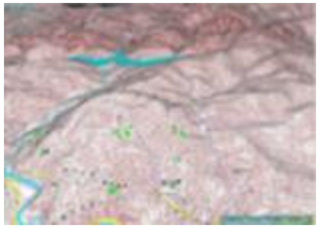
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

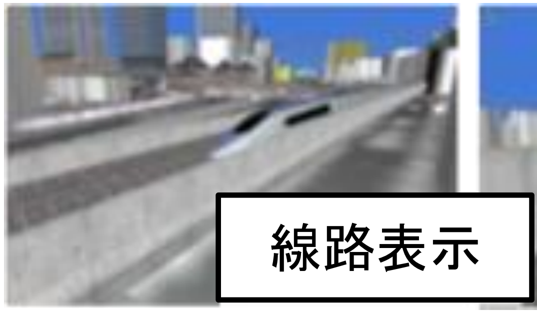
3次元GISエンジンDioVISTA

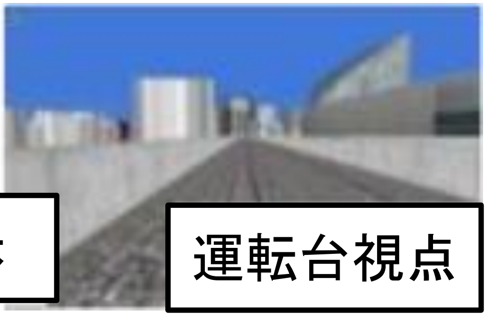
HITACHI
Inspire the Next

- 3次元+時間を管理
- 地球全体~施設詳細までをシームレスに表示
- 業務に合わせた迅速・柔軟なカスタマイズが可能
  - 日立が独自に開発
  - 多数の地図データに対応

地球全体 → 施設の詳細







対応地図データ

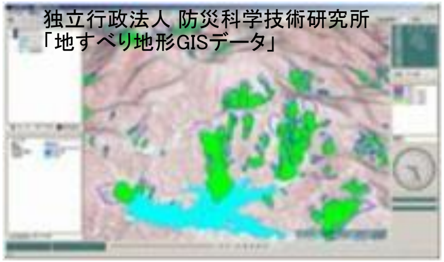
標準搭載地図

- 全球衛星画像（NASA）
- 全球地形データ（SRTM-3）
- 国土地理院数値地図25000（地図画像）
- 国土地理院数値地図50mメッシュ（標高）
- 国土地理院数値地図5mメッシュ（標高）

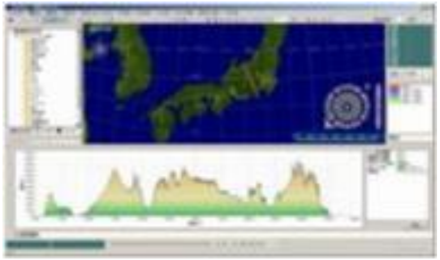
オプション

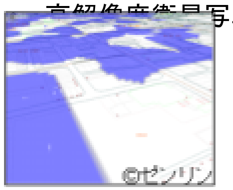
- ゼンリン住宅地図Zmap-TownII
- 昭文社Mapple25000
- 高解像度衛星写真

Shape・KML

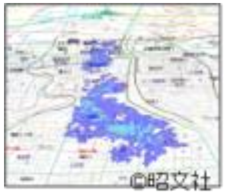


断面図

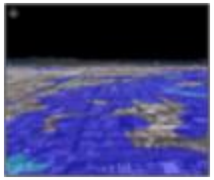




ゼンリン住宅地図Zmap-TOWNII

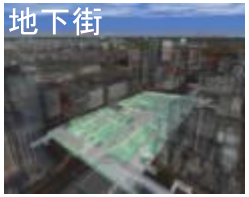


昭文社MAPPLE25000



高精度衛星写真

CADデータ



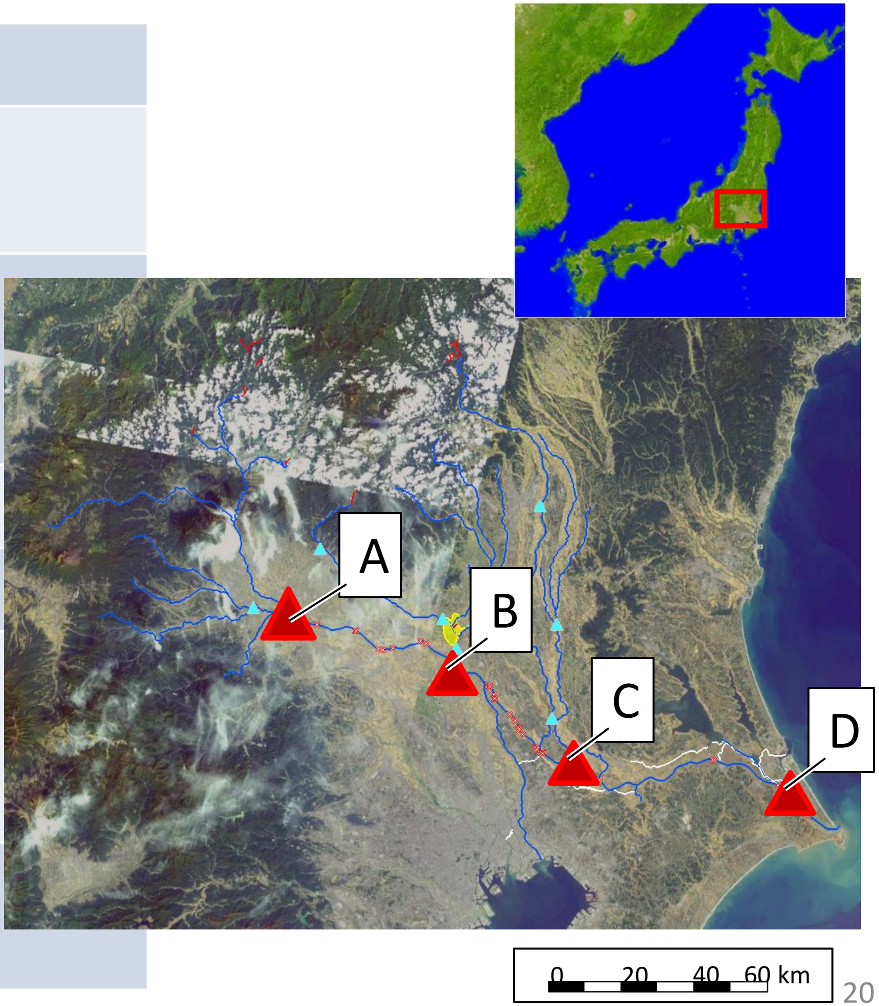
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

<補足> 利根川を対象としたシミュレーション事例

HITACHI
Inspire the Next

一級河川利根川: 日本最大の流域面積、日本第2位の長さ。
多数のダム、遊水地、支川、放水路を有する。
日本で最もシミュレーションが困難な河川の一つ。

対象	利根川
流出モデル	流域面積16,840km^2 分布型, セルサイズ100m
河川モデル	本川1, 支川20, 放水路2 測量横断面を使用 1次元, セルサイズ50m
氾濫モデル	2次元,セルサイズ50m
遊水地モデル	2箇所
入力条件	降雨レーダ (1km, 30分) ダム放流量 (1時間ごと) 河口潮位 (1時間ごと)
検証方法	2007年台風9号高水 10地点の水位観測と比較



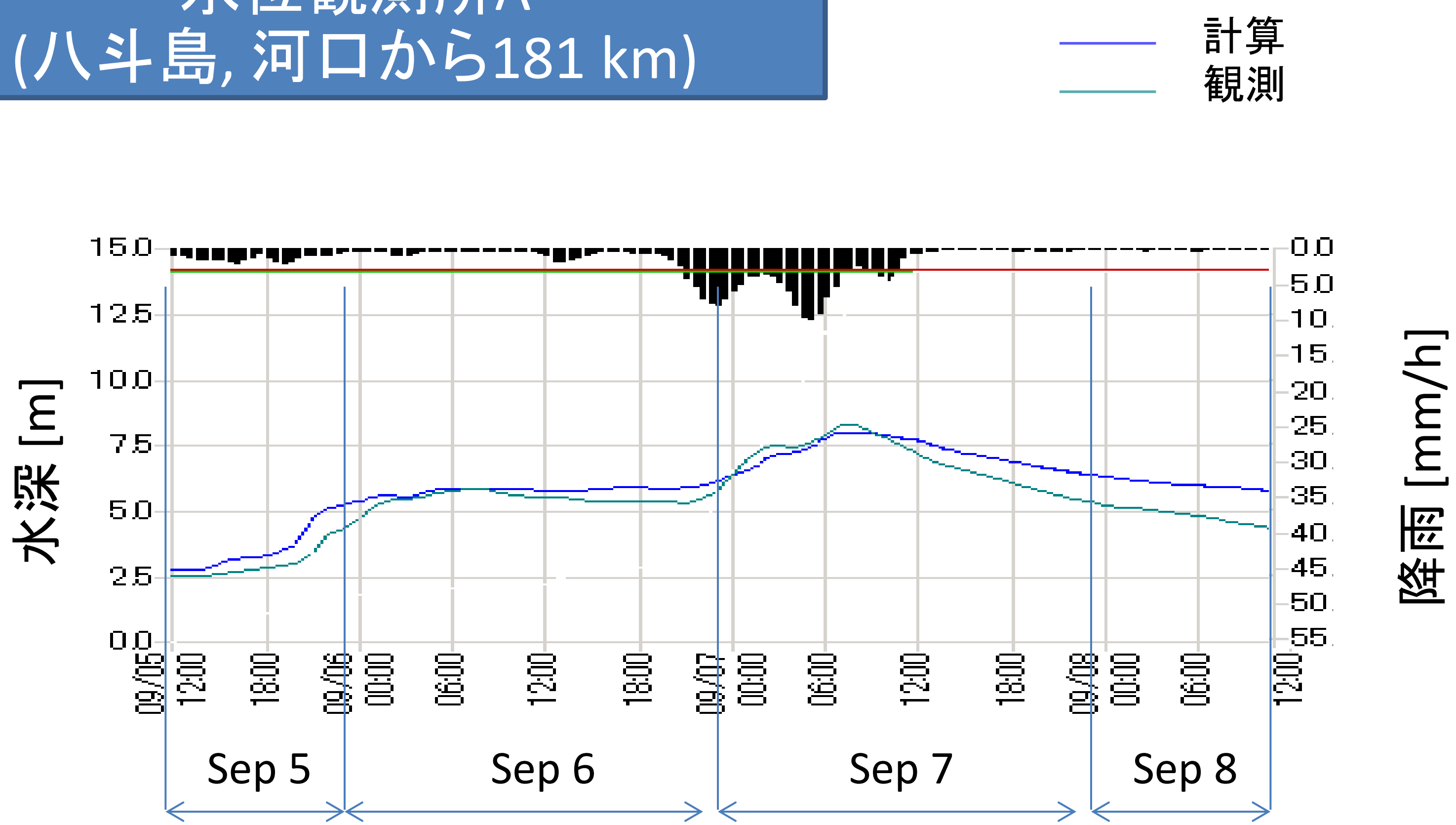
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

利根川を対象としたシミュレーション事例ー結果1

HITACHI
Inspire the Next

2007年台風9号高水イベントの再現

水位観測所A
(八斗島, 河口から181 km)

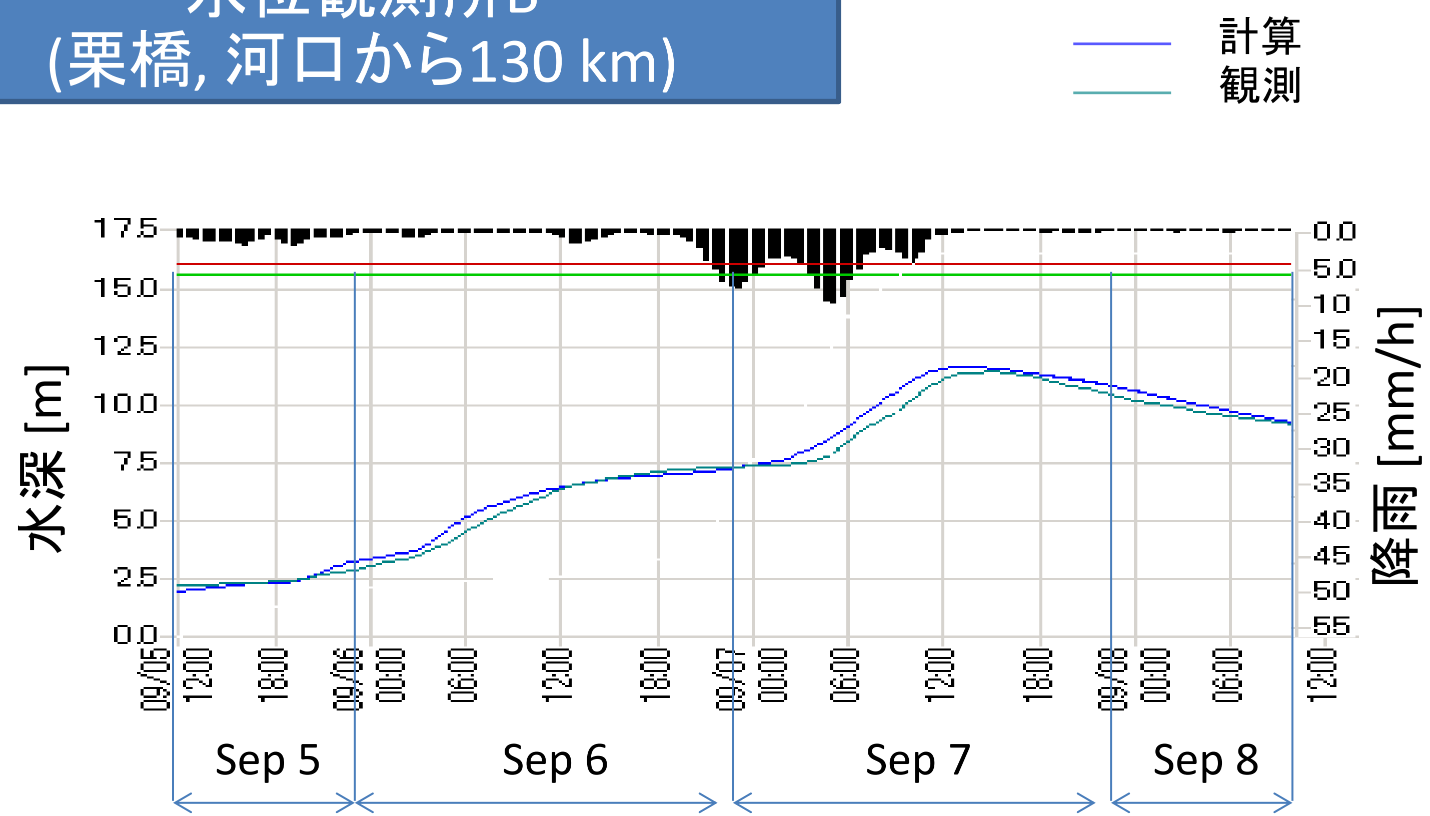


© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

利根川を対象としたシミュレーション事例ー結果２

2007年台風9号高水イベントの再現

水位観測所B
(栗橋, 河口から130 km)



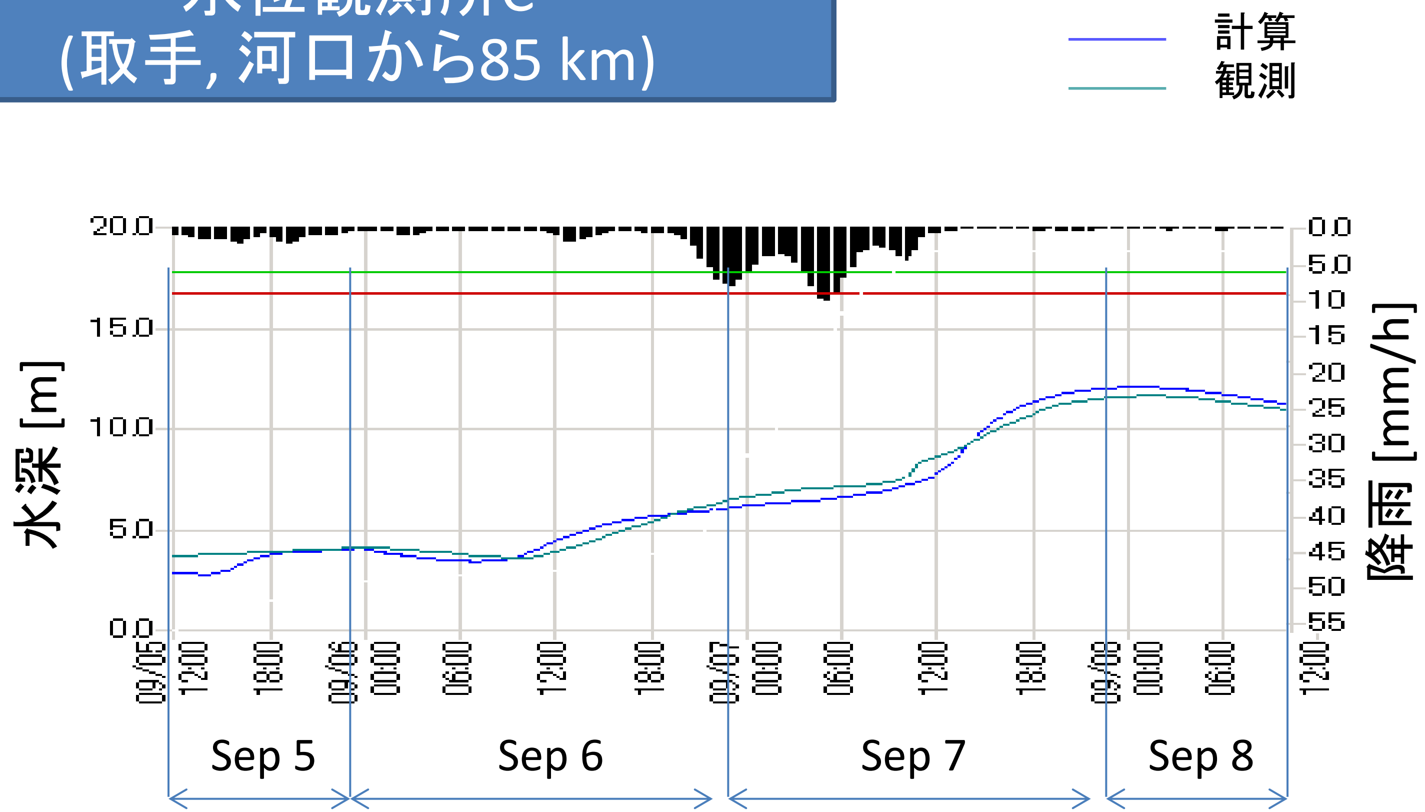
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

利根川を対象としたシミュレーション事例ー結果3

HITACHI
Inspire the Next

2007年台風9号高水イベントの再現

水位観測所C
(取手, 河口から85 km)



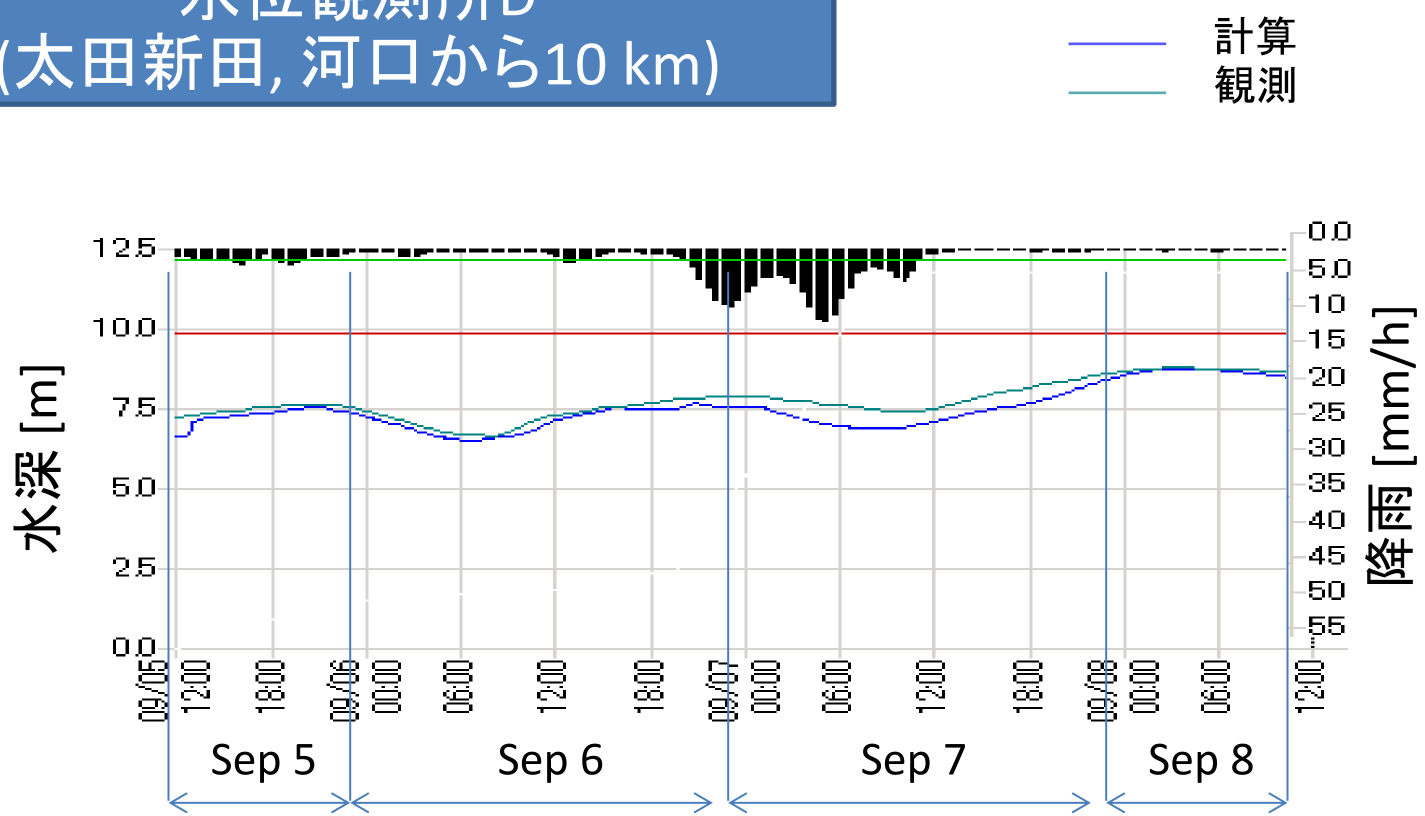
© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

利根川を対象としたシミュレーション事例ー結果4

HITACHI
Inspire the Next

2007年台風9号高水イベントの再現

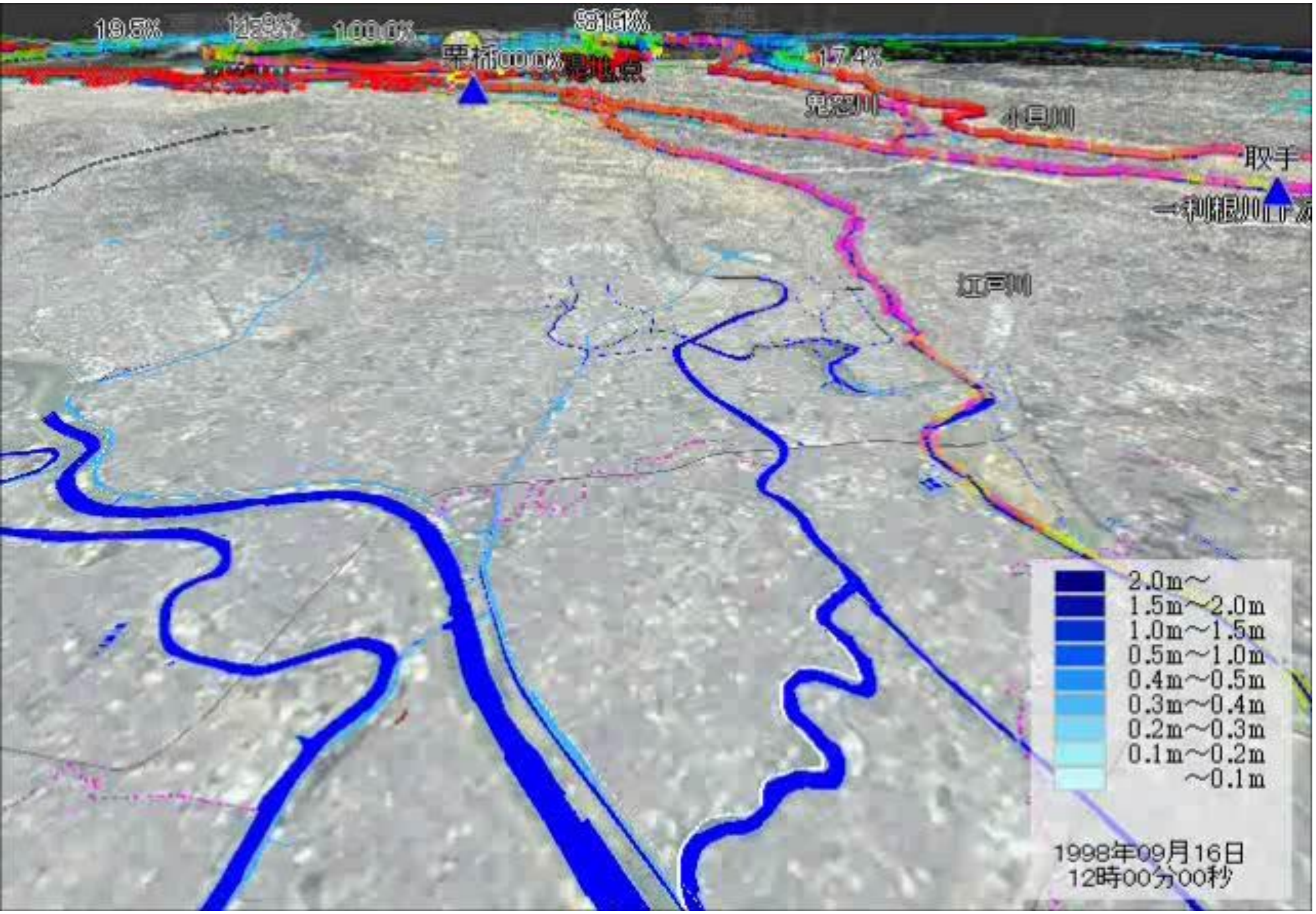
水位観測所D
(太田新田, 河口から10 km)



10地点におけるピーク水位の誤差: 0~0.4 m
➔再現性は妥当である

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

利根川を対象としたシミュレーション事例ー結果５



DioVISTA動画出力機能により作成

利根川流域における年超過確率1/200の降雨、かつ堤防決壊により想定される首都圏大規模水害

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

水位の再現事例（淀川流域）

HITACHI
Inspire the Next

対象河川	淀川水系 流域面積: 4,392 km^2（琵琶湖流域を除外） 本川 1, 支川 28, ダム 7

流出モデル

分布型、100m

↓

河川モデル

1D不定流、50 m

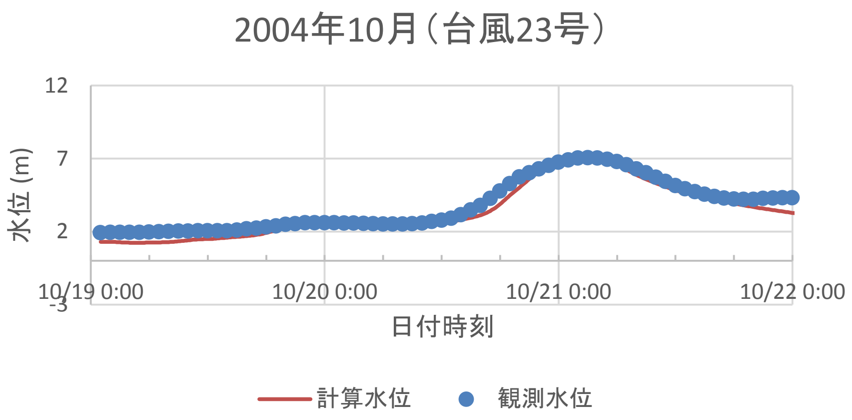
↕

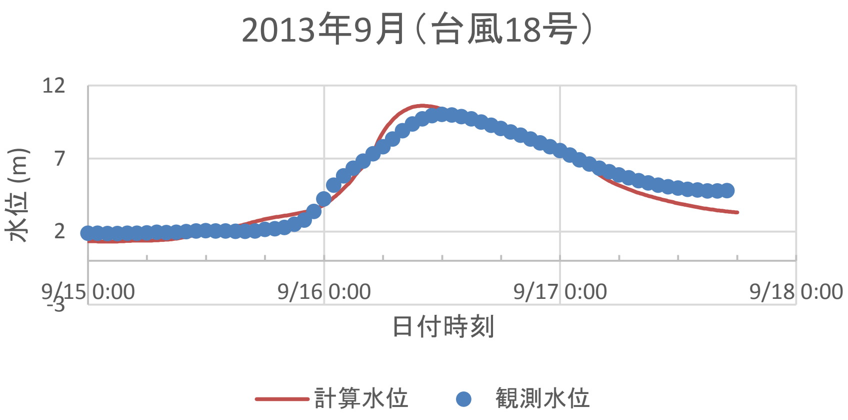
氾濫モデル

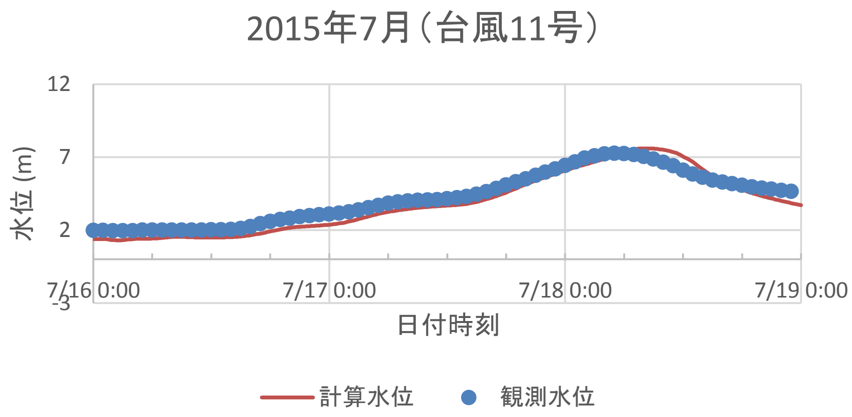
2D不定流、25m

© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.

枚方の再現水位







© Hitachi Power Solutions Co., Ltd. 2018. All rights reserved.