
ディオビスタ フラッド

DioVISTA Floodの流域治水への活用

2022年7月6日
株式会社 日立パワーソリューションズ

DioVISTA /Floodとは

- 水害をシミュレーションするためのソフトウェア
- 2006年から販売（16周年）

The screenshot displays the DioVISTA software interface. The main window shows a 3D topographic map with a river network and a flood simulation overlay. The flood areas are color-coded by depth, with a legend on the right side. The legend includes categories for water depth (e.g., 3.0m以上, 2.0~3.0m未満) and flow velocity (e.g., 90%, 80%, 70%).

Overlaid on the main window are several callout boxes:

- 浸水域** (Flooded Area): Points to the colored flood simulation overlay on the 3D map.
- 河道横断面図** (Cross-section diagram of the river channel): Points to a graph showing the cross-section of the river channel with water level and flow velocity.
- 河道縦断面図** (Longitudinal section diagram of the river channel): Points to a graph showing the longitudinal profile of the river channel with water level and flow velocity.
- アニメーションバー** (Animation bar): Points to a red-bordered playback control bar at the bottom of the interface.

The interface also includes a menu bar, a toolbar, a project list on the left, and a properties panel at the bottom left.

1. ユーザの声

2. DioVISTAの紹介

3. ダム放流計画の立案

4. まとめ

ユーザの声～使った感想

計算速度がめちゃくちゃ速い
自社開発プログラムの10倍は速い。
今までの苦労は何だったんだ。

使いやすい。
使っているうちに、使い方がつかめる。

業務に使える。
国土交通省の各種マニュアルに準拠した解析、
データ出力ができる。

いろいろな業務に使っていきたい。

海外の案件にも使っている。

転職先でも、導入することにした。

積極的に、入札できる。

どのような業務に使っていますか

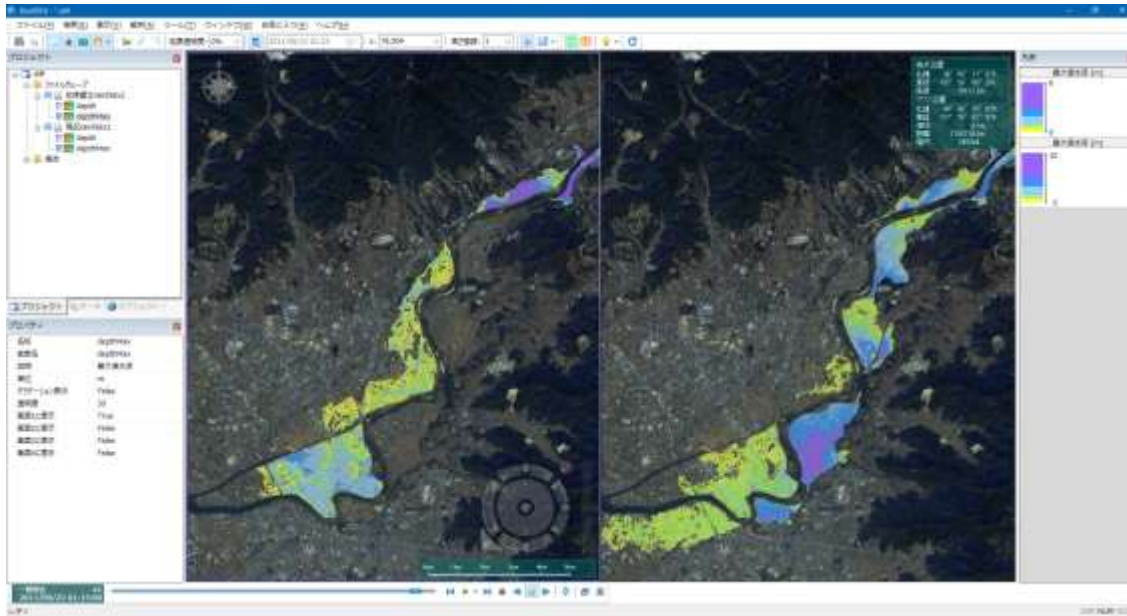
- 建設コンサルタント
 - 浸水想定区域図（国管理、県管理、小規模河川）
 - 治水事業の投資効果の評価（治水経済調査）
 - 排水機場や排水路の整備計画
 - 水害発生後の調査
- 損害保険
 - 顧客物件のリスク定量化（国内、国外）
 - 顧客の浸水対策支援（BCP）
 - 巨大リスクの定量化

今後、どのような業務に使いたいですか

- 建設コンサルタント
 - 流域治水の検討、多段階浸水想定図、水害リスクマップ
 - 都市データとの連携、デジタルツイン、PLATEAU
 - 浸水センサとの連携
 - 浸水予測
- 損害保険
 - 内水浸水リスク評価

流域治水の検討のイメージ

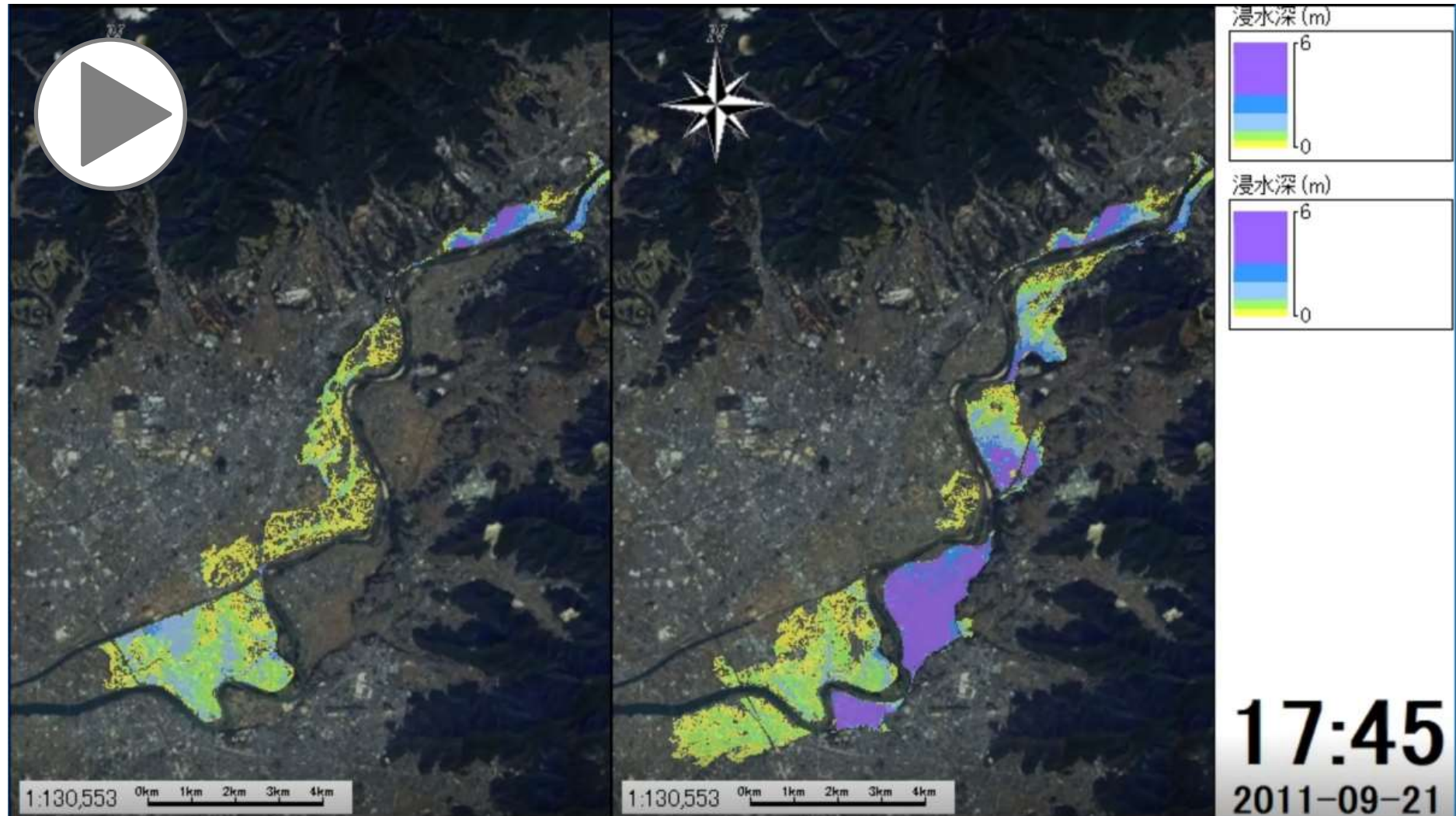
「流域治水」では
何をしたいですか



霞堤の治水効果の検討（最大浸水深の比較）
左: 霞堤を全廃、右: 現況

- 治水効果の定量化
 - 田んぼダム、ため池、農業用水路
 - ダム、遊水地
 - 霞堤、道路盛土
 - 下水、排水機場
 - 降雨流出域
 - …
- DioVISTAは、流域治水の検討に必要なモデル表現力を向上させていく

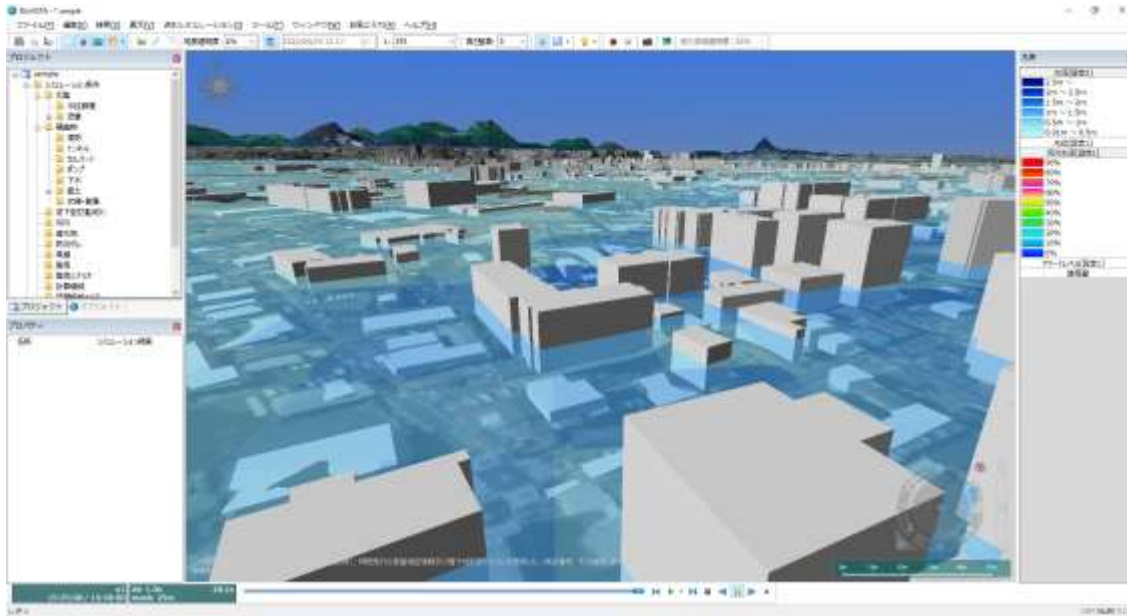
流域治水の検討のイメージ



霞堤の治水効果の検討（浸水深時系列の比較）
左：霞堤を全廃、右：現況

デジタルツインのイメージ

「デジタルツイン」では
何をしたいですか

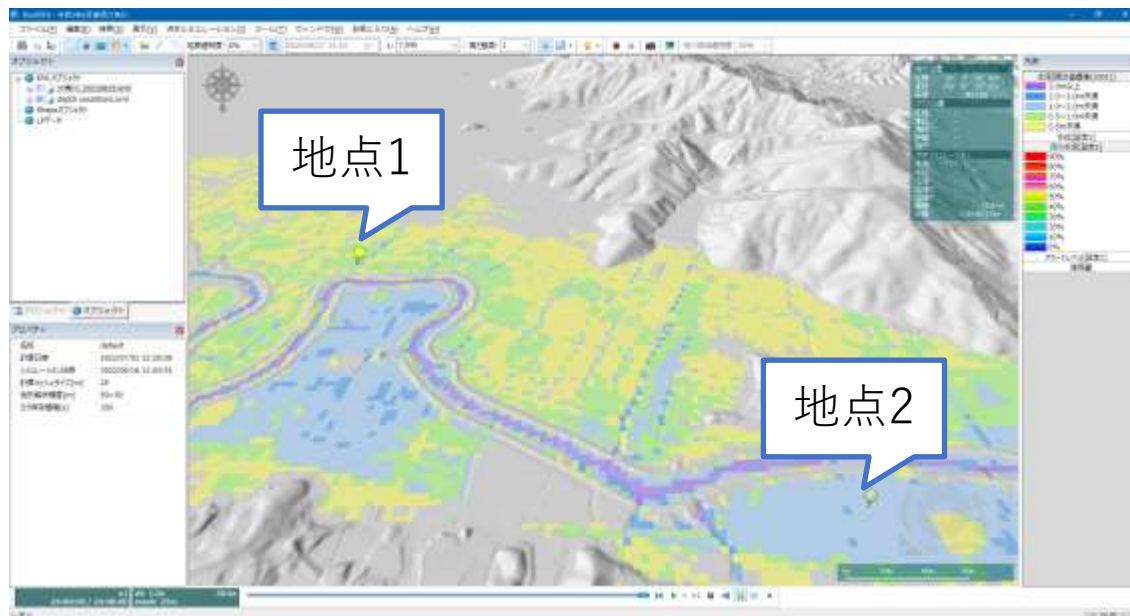


デジタルツインを使った防災訓練システムのイメージ
DioVISTAに都市データ(CityGML)を表示

- 都市データとシミュレーションでリアルな防災訓練
 - 任意の外力条件でシミュレーションを実施
 - 被災人口、被災建物数を集計
 - 通行規制すべき道路、開設すべき避難所の抽出
 - 訓練を通じ、取るべき行動をタイムラインにまとめる
- 日立の防災情報システムとシミュレーションとの融合をめざす

浸水センサ連携のイメージ

「浸水センサ連携」では
何をしたいですか

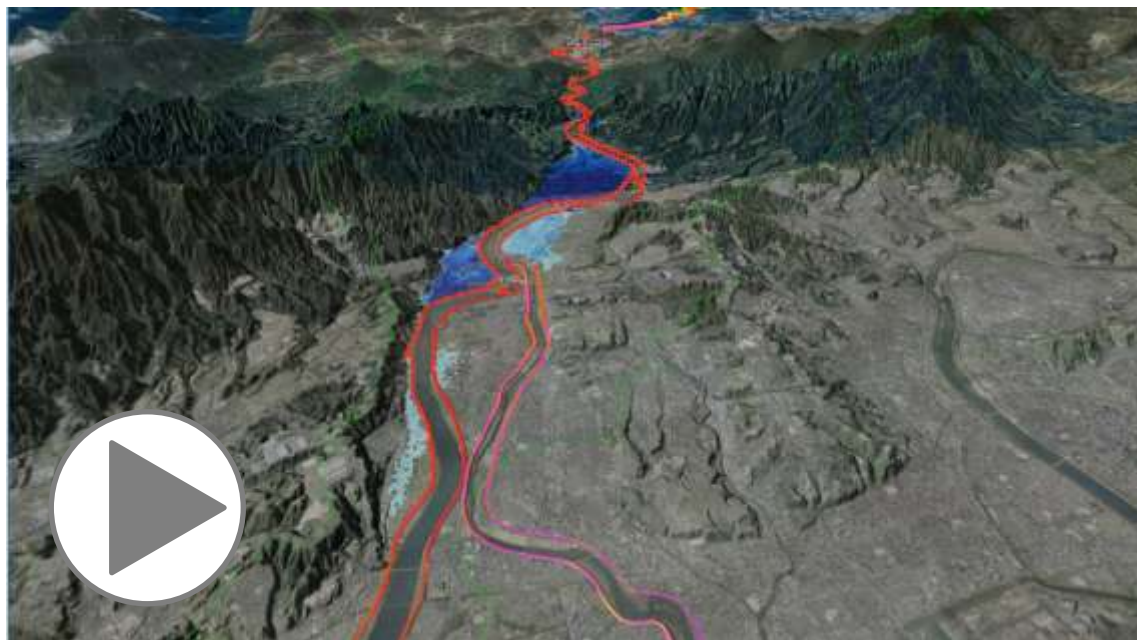


地点別水深を与え、水深の空間分布を推定する機能

- 市街地に展開した多数の浸水センサから浸水域を推定
 - 数地点の浸水深をもとに面的情報を推定
 - SNS等の情報も利用
- 地点情報を面に展開する技術を開発中
 - 地形などを考慮
 - クラウドコンピュータを利用し短時間で浸水域を推定

浸水予測のイメージ

「浸水予測」では
何をしたいですか



降雨予測から浸水域を予測するシステム

- 降雨情報をもとに浸水域を予測
 - 流域治水の検討などで作成したモデルを利用
 - 流域治水の協力者・受益者に、流域治水の効果をリアルタイムに示す
- 協働と減災を実現するための情報提供をめざす

1. ユーザの声

2. DioVISTAの紹介

3. ダム放流計画の立案

4. まとめ

1. 高速演算

- 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. わかりやすい操作

- 地図を操作する感覚でシミュレーションできる
- 専門家でなくてもすぐに使える

3. 降雨から氾濫まで解析

- 流出-河川-氾濫の各モデルを連動させることができる
- ダム、遊水地などの構造物をモデル化できる

1. 高速演算

- 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

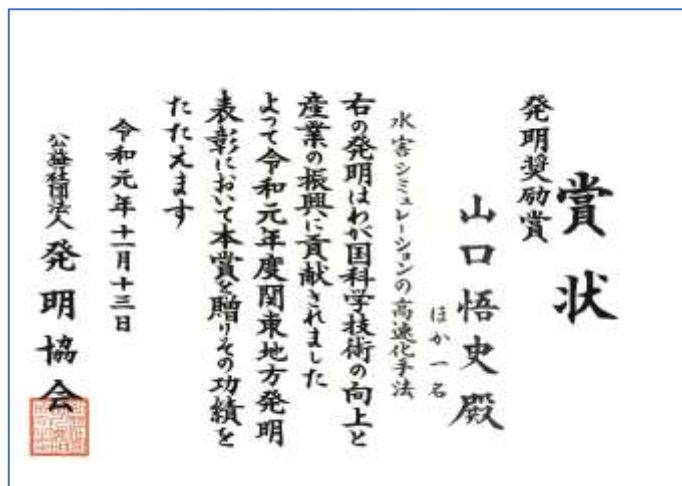
2. わかりやすい操作

- 地図を操作する感覚でシミュレーションできる
- 専門家でなくてもすぐに使える

3. 降雨から氾濫まで解析

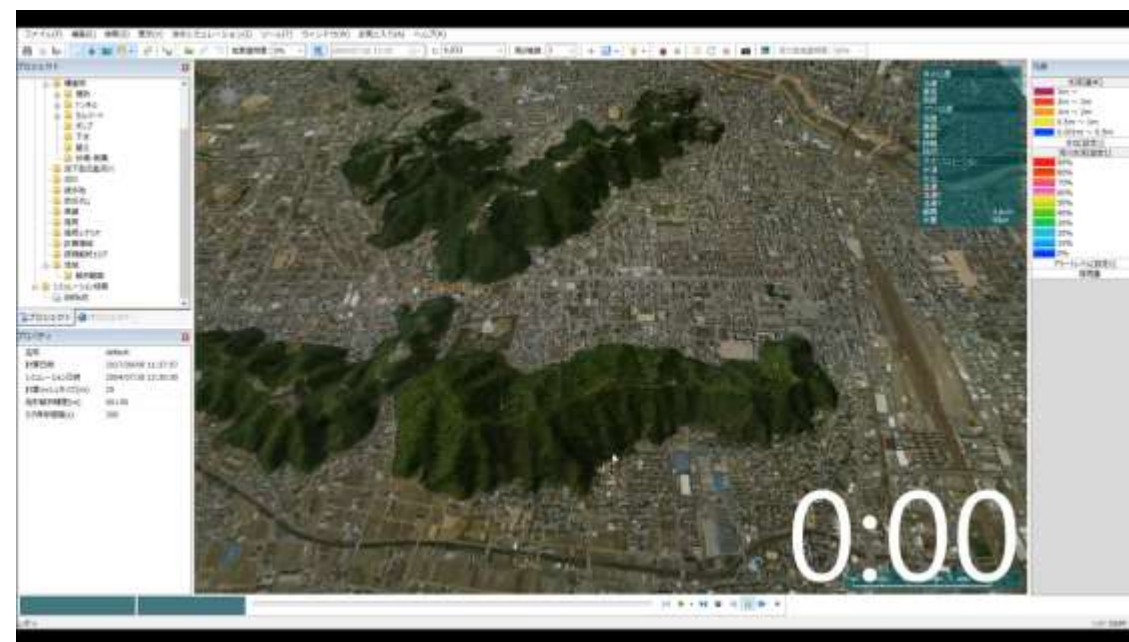
- 流出-河川-氾濫の各モデルを連動させることができる
- ダム、遊水地などの構造物をモデル化できる

- 日立の特許技術
Dynamic DDMを適用
 - 当社比10倍の高速化
 - 日本, 米国, 中国で特許



関東地方発明表彰 発明奨励賞

DioVISTA 画面例:平成16年7月福井豪雨災害の再現

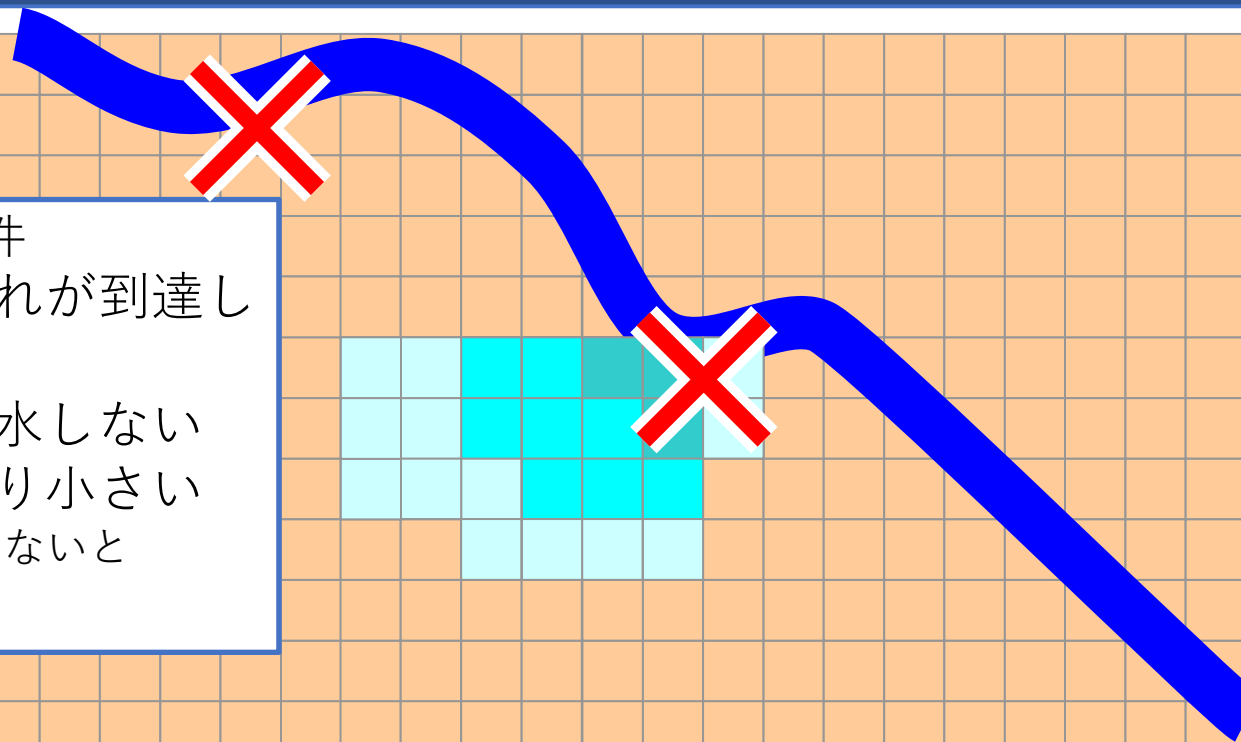


6時間分の氾濫解析を4秒で完了
シミュレーション実行中に途中結果を可視化
メッシュサイズ25 m

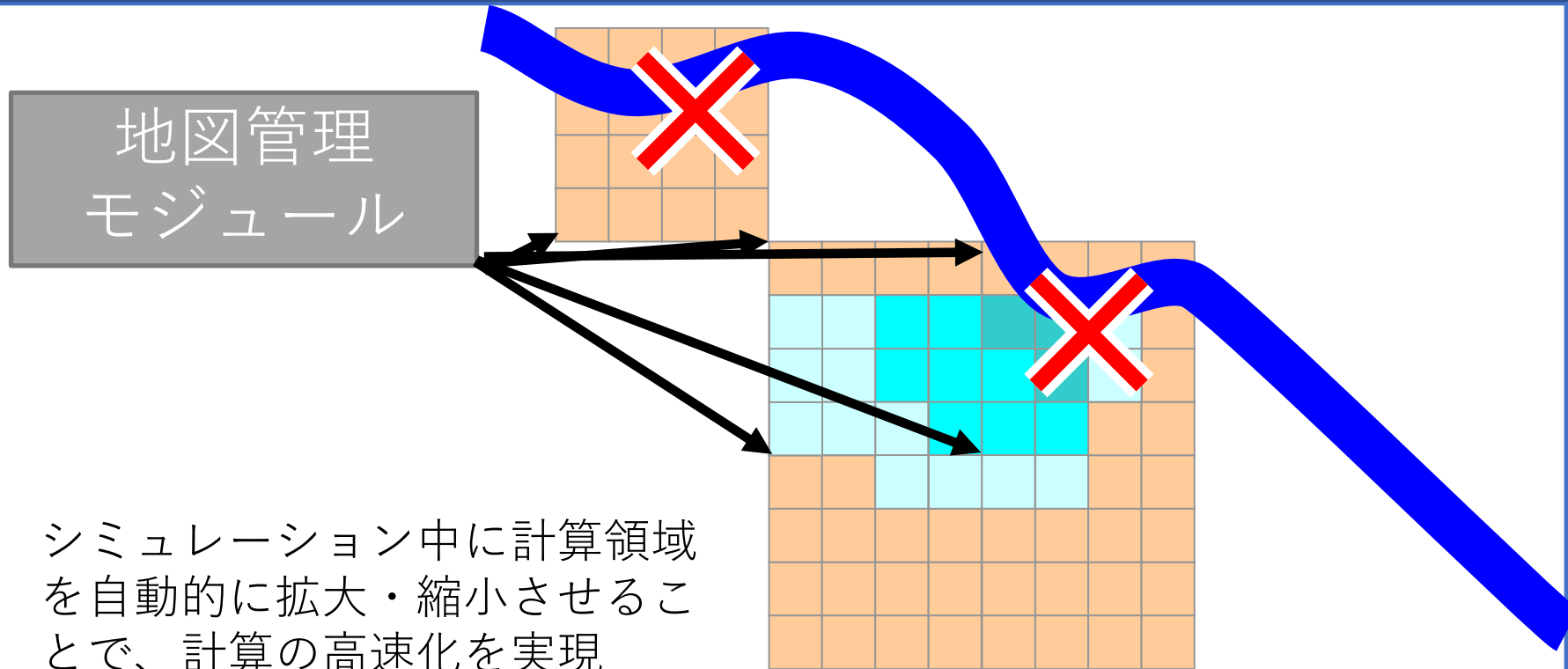
氾濫モデル（従来方式）

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ない
 2. 計算領域の外側が浸水しない
 3. 計算領域が可能な限り小さい
- 浸水範囲をあらかじめ知らないと
実現が困難



氾濫モデル (Dynamic DDM)



- シミュレーション中に計算領域を自動的に拡大・縮小させることで、計算の高速化を実現
- 地図モジュールが小領域を自動的にロード・アンロードする

1. 高速演算

- 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. わかりやすい操作

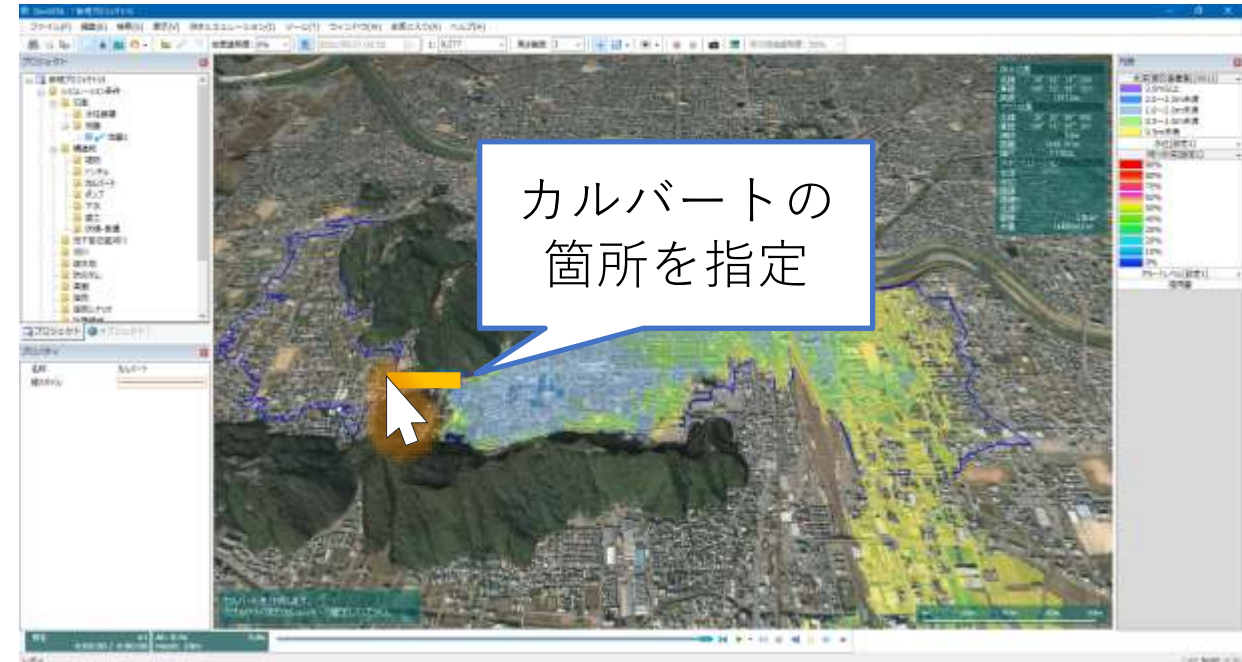
- 地図を操作する感覚でシミュレーションできる
- 専門家でなくてもすぐに使える

3. 降雨から氾濫まで解析

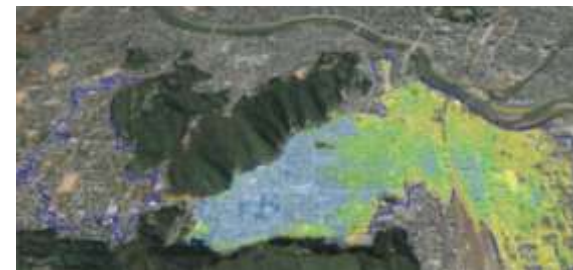
- 流出-河川-氾濫の各モデルを連動させることができる
- ダム、遊水地などの構造物をモデル化できる

特長2: わかりやすい操作

- 地図を操作する感覚でシミュレーションできる
 - ー 水理水文解析の専門家でも高度なシミュレーションが可能
 - ー シミュレーションと3次元地図システムを自社開発することで統合を実現



カルバートなし



カルバートあり



1. 高速演算

- 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. わかりやすい操作

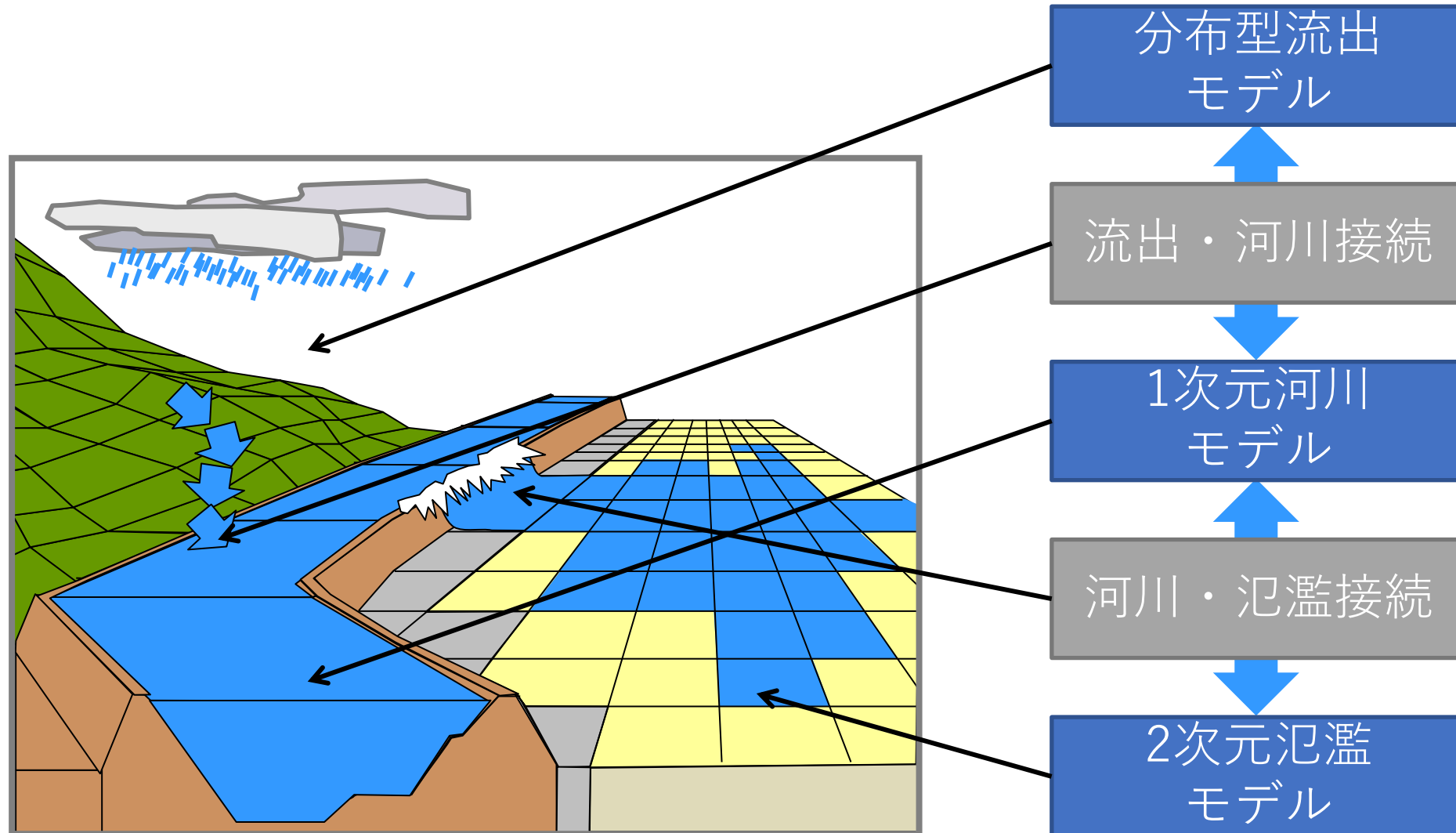
- 地図を操作する感覚でシミュレーションできる
- 専門家でなくてもすぐに使える

3. 降雨から氾濫まで解析

- 流出-河川-氾濫の各モデルを連動させることができる
- ダム、遊水地などの構造物をモデル化できる

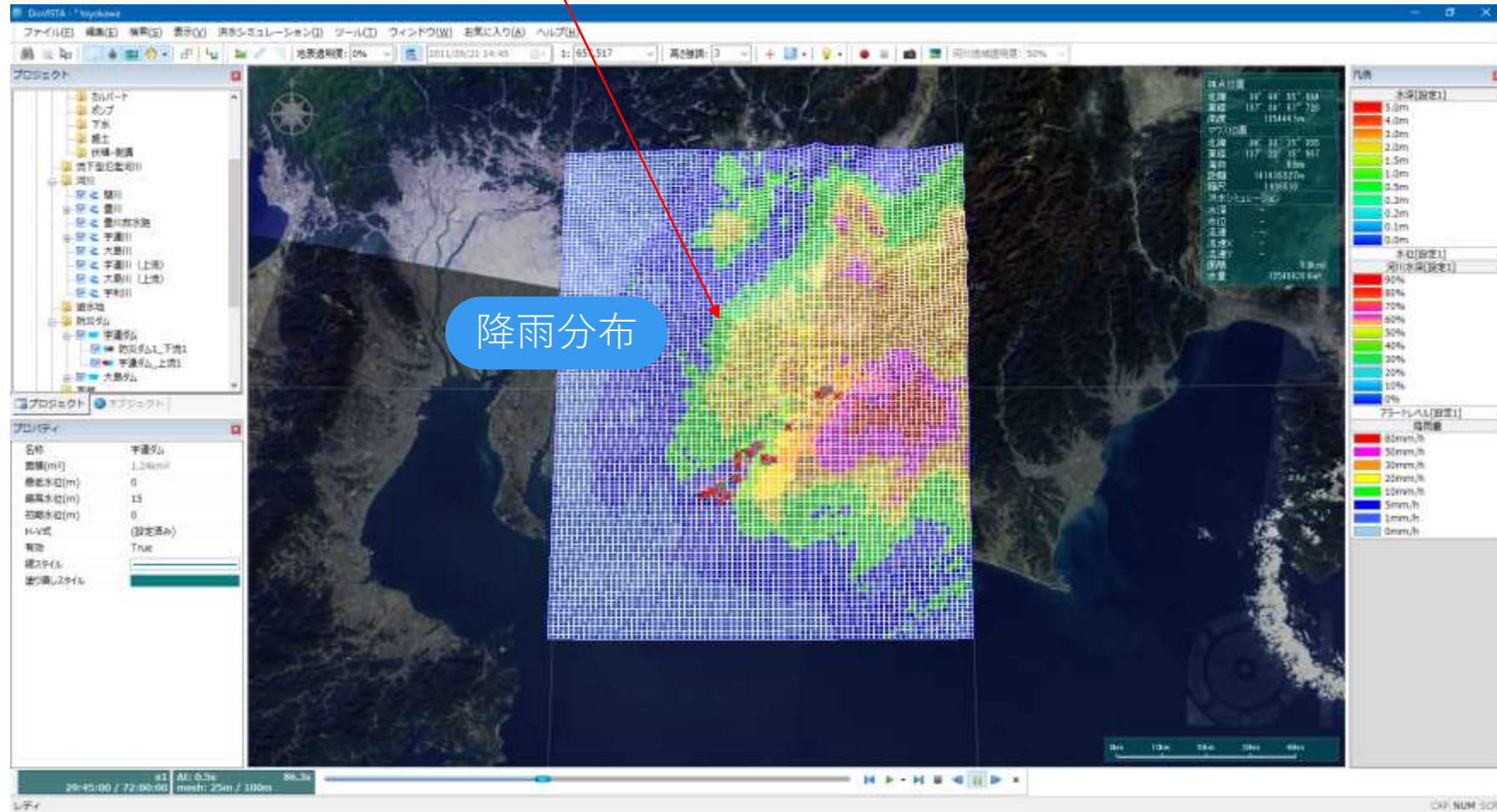
特長3: 降雨から氾濫まで解析

- 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



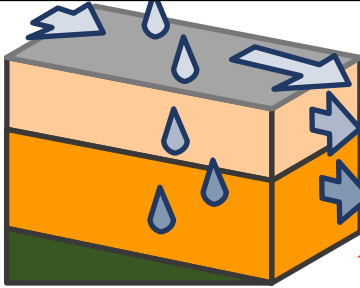
降雨分布時系列の入力

過去の降雨分布を与える（色は降雨強度を表す）

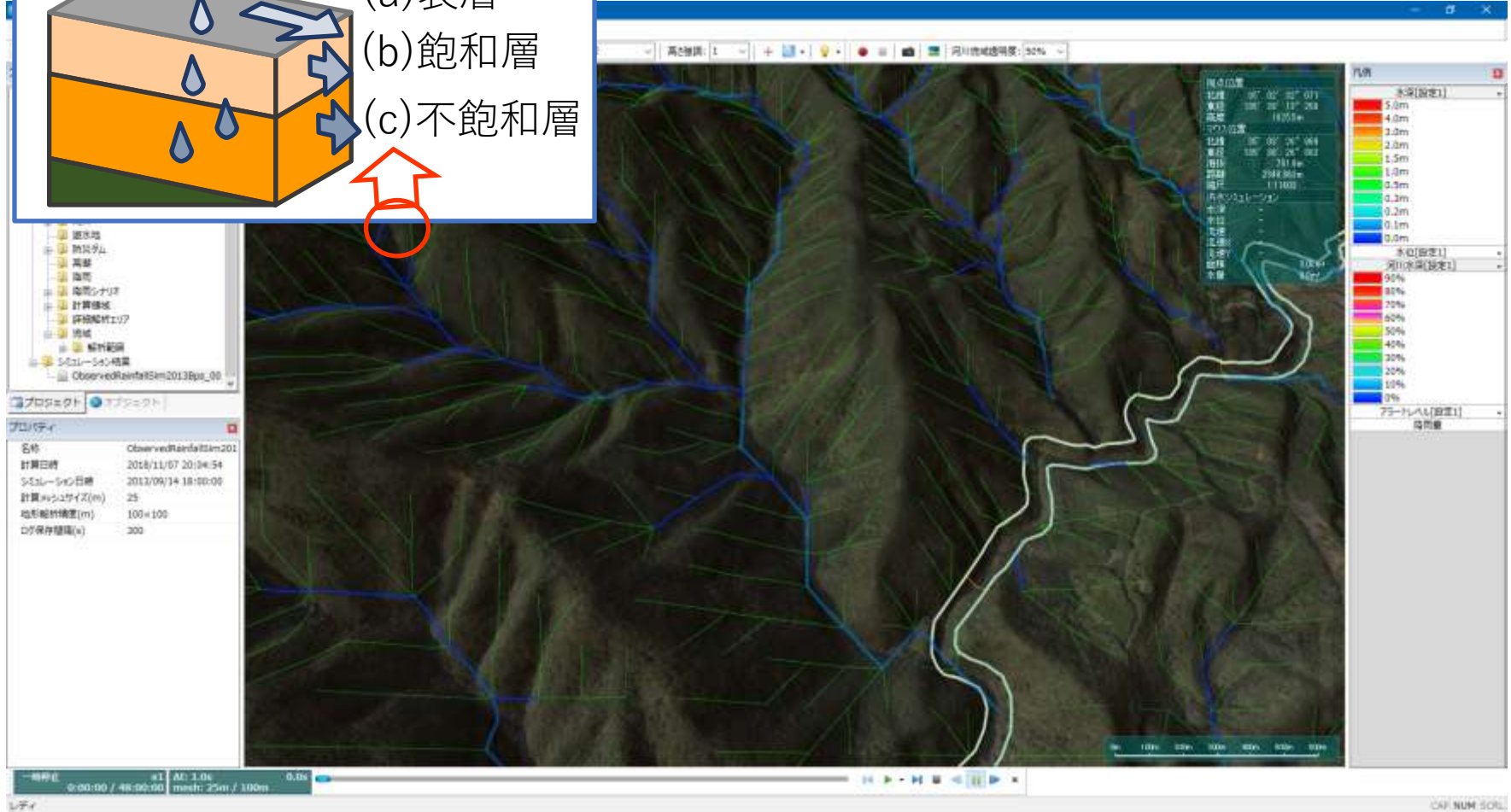


流出モデル

雨水の土壌への浸透を解析



(a) 表層
(b) 飽和層
(c) 不飽和層



ダムおよび河川モデル

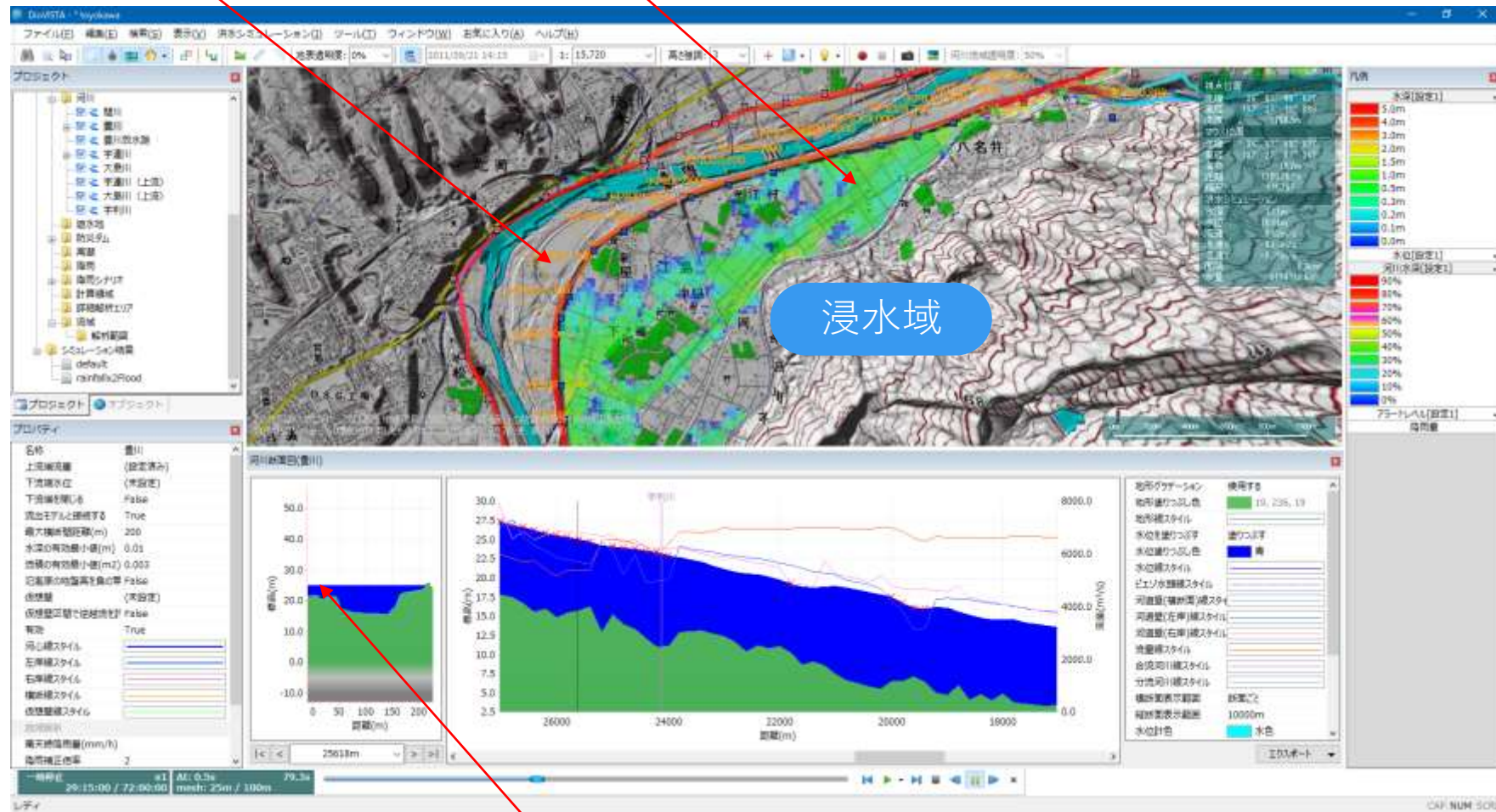
ダム（水位に応じて色が青→赤に変化）



氾濫モデル

ダム下流の河川

浸水エリア

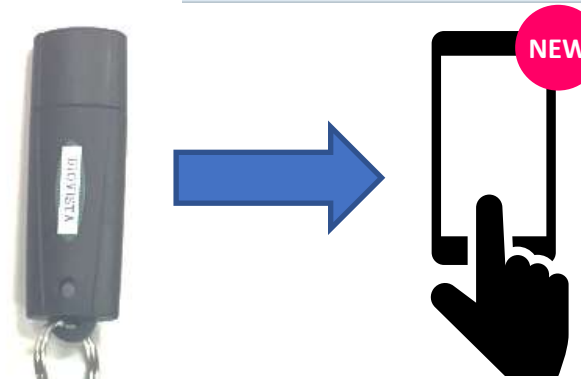
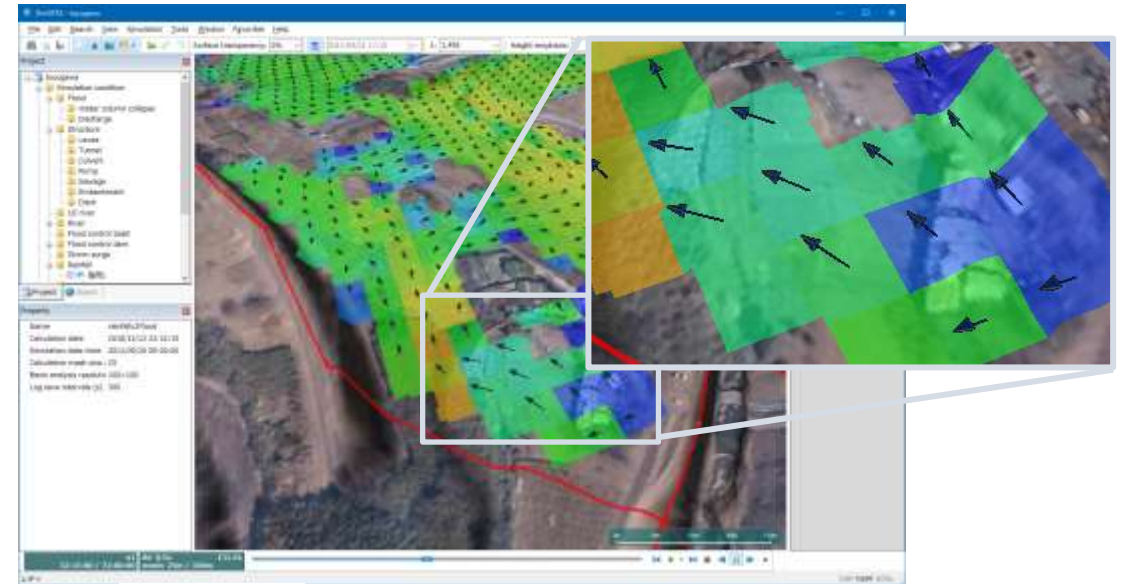


河川水位が堤防の高さを超えている

- 流出モデル：分布型3層
- 河道モデル：1次元不定流
- 氾濫モデル：2次元不定流
- ダムモデル：HV式、本則操作
- 越流モデル：越流公式
- その他：遊水地、河川合流、河川分流、排水機場、樋門、堰、横流入、壁立て、盛土、カルバート、サイフォン、側溝、伏樋、…

- 多様な治水対策の効果を定量化できること
 - 降雨を与えて、内外水を一体解析することができます
 - ダム、遊水地、霞堤、田んぼ、などをシミュレーションできます
- 解析コストが安いこと
 - 多数のシナリオをWindows PCで解析できます
 - 地図を操作する感覚で条件設定できます
 - 計算結果が短時間で得られます
 - 特別な訓練をしなくても条件を変えたシミュレーションを実行できます
- 再現性があること
 - DioVISTAを使っていれば、解析する業者が変わっても解析結果を引き継ぎます

- 前回（2022年2月）
 - 流速の矢印表示
 - 河川水位を不定流で初期化
 - 河川水位やダム水位をまとめてCSVファイルに出力（バッチ処理）
 - アカデミック版ライセンスの認証をオンライン化、複数ユーザで共有可
- 次回予定
 - 時間ステップ幅の自動調整をOFFにするオプション
 - 地点水深を時系列で指定など



アカデミック版のライセンス認証を
dongleからオンライン認証へ切替え

- 計画中の機能

- 流域治水のモデル表現力の向上

- 田んぼダム、ため池、流出域など

- 浸水想定関連の機能向上

- 「家屋倒壊等氾濫想定区域（氾濫流）」の根拠数値を0/1の2値でなく、0~1の連続値にするオプション

- ウェブブラウザ版DioVISTA

- ブラウザで、シミュレーション条件入力・結果表示
- クラウドで、シミュレーションを実行

1. ユーザの声
2. DioVISTAの紹介
3. ダム放流計画の立案
4. まとめ

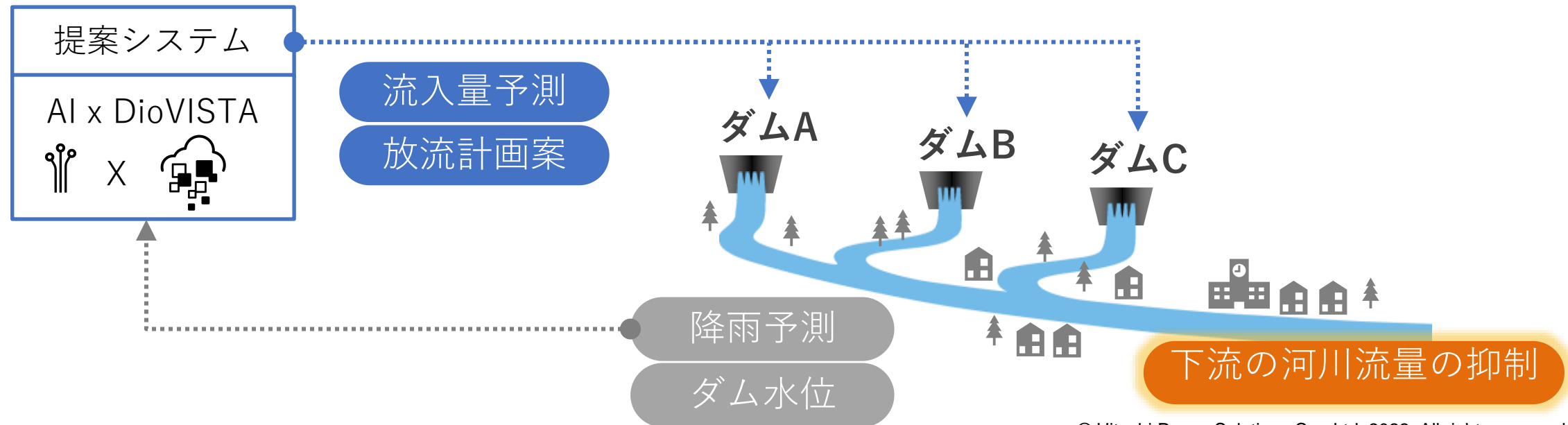
- 水害の被害最小化のため、
ダムの新しい運用方法が求められる
 - 従来: 現在のダム流入量に基づいて、
現在の放流量を決める「本則操作」が一般的
 - 今後: 緊急時にはダムを治水のために最大限活用する
 - 2020年から、治水協定に基づく利水ダムの事前放流が開始
- 事前放流で「八ツ場ダム50個分」の水害対策を実現
- ダム運用最適化には、大きな効果がある

- 機能1: ダム流入量の予測

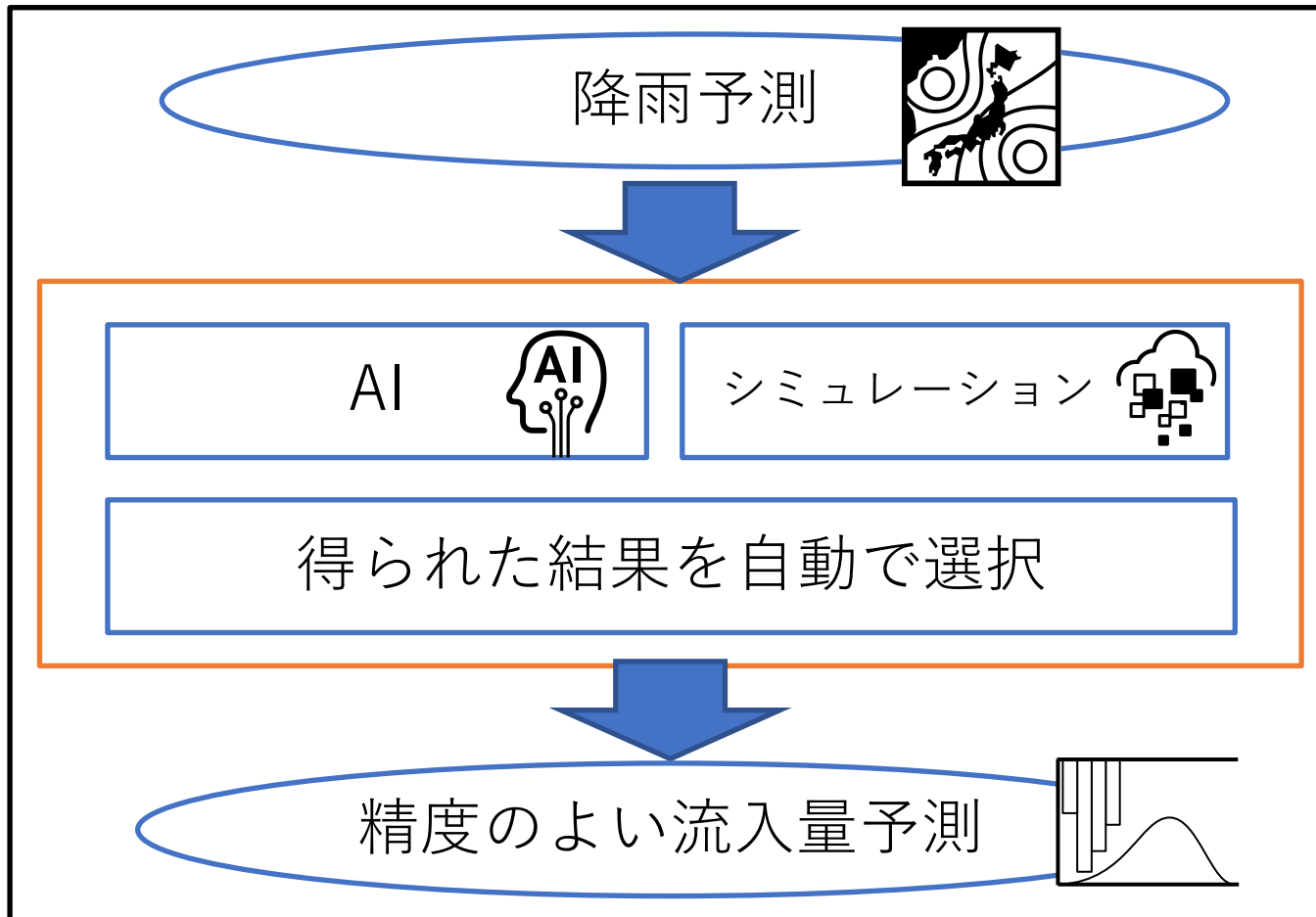
- AIとシミュレーションのハイブリッドにより実現

- 機能2: 放流計画案の算出

- ダム流入量予測に基づき放流計画案を算出



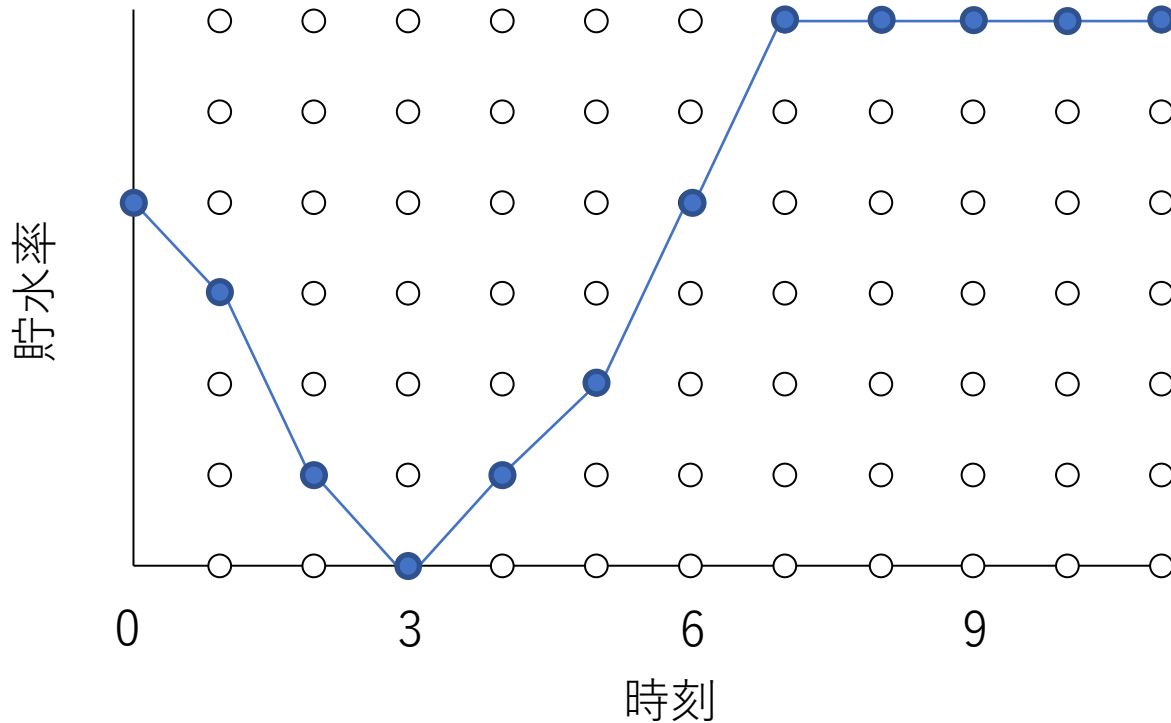
AI と シミュレーションのハイブリッドによる予測



- 中小規模の出水（多数の事例）にはAIが有利
- 大規模出水（まれな事例）にはシミュレーションが有利
- 両者をハイブリッドさせる

ダム放流計画立案の仕組み

ダムAの貯水率

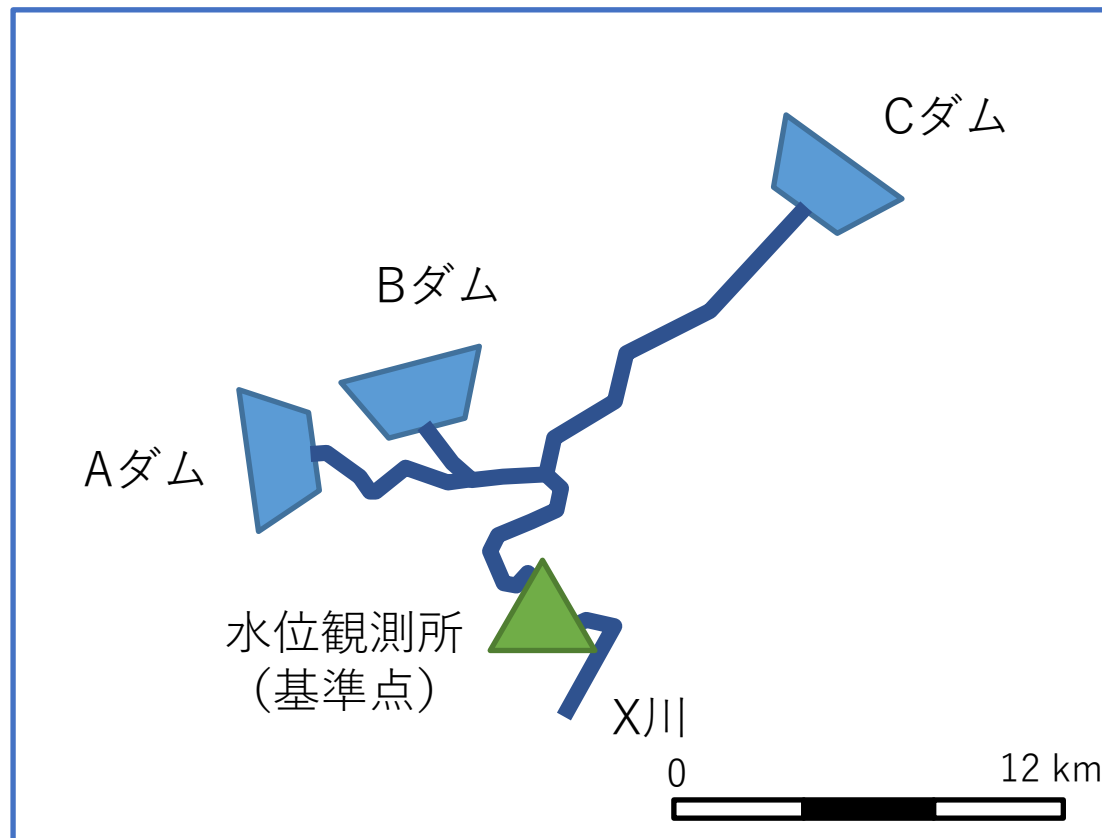


- ある時刻のダムの貯水率を決定する
 - 0 ~ 100% まで 0.1% 刻み: 1000 通り
- ダム連携を考慮した組み合わせ数
 - 2ダム: 100万通り
 - 5ダム: 1000兆通り
- これを1.5日先まで繰り返す
 - 1ダム: 10^{96} 通り
 - 5ダム: 10^{540} 通り
 - ※ 非現実的な操作がほとんど
- よさそうな操作のみ検討することで、短時間で解を求める
 - ダム問題に適した独自の手法「プログレッシブ動的計画」を開発

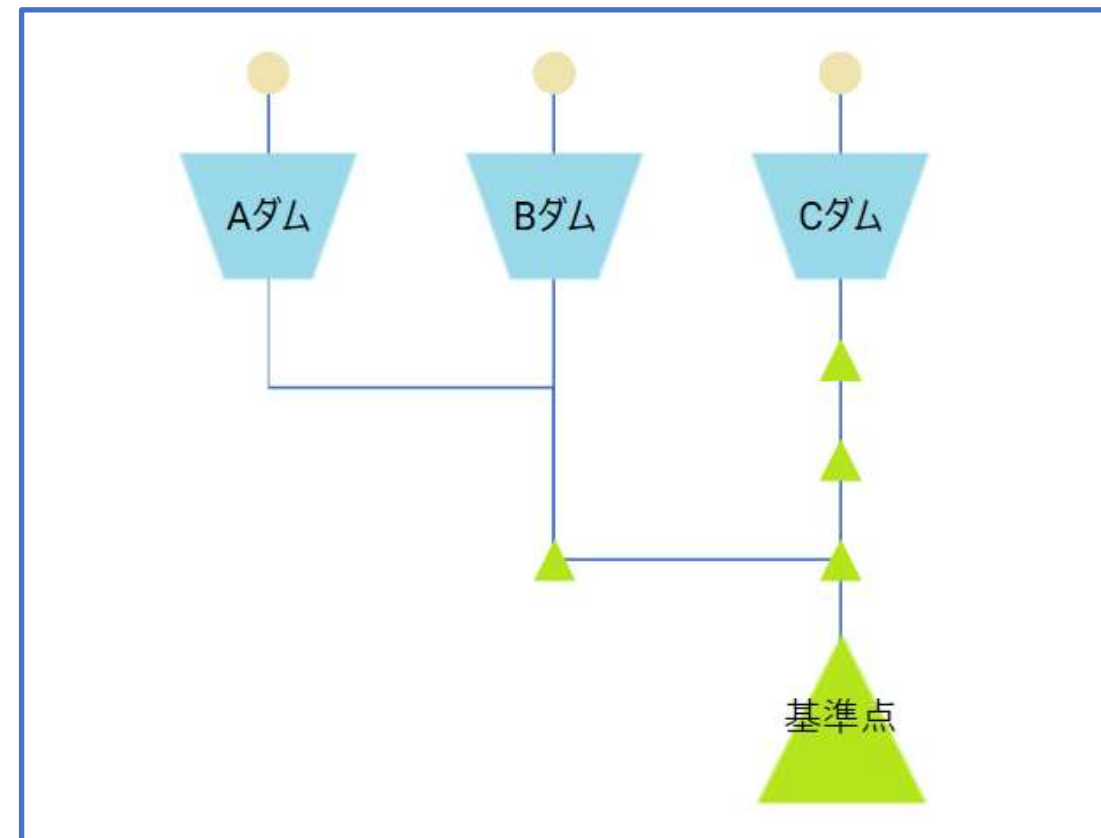
実験1: X川上流3ダム

目的：水害防止（基準点の河川流量を最小化する）

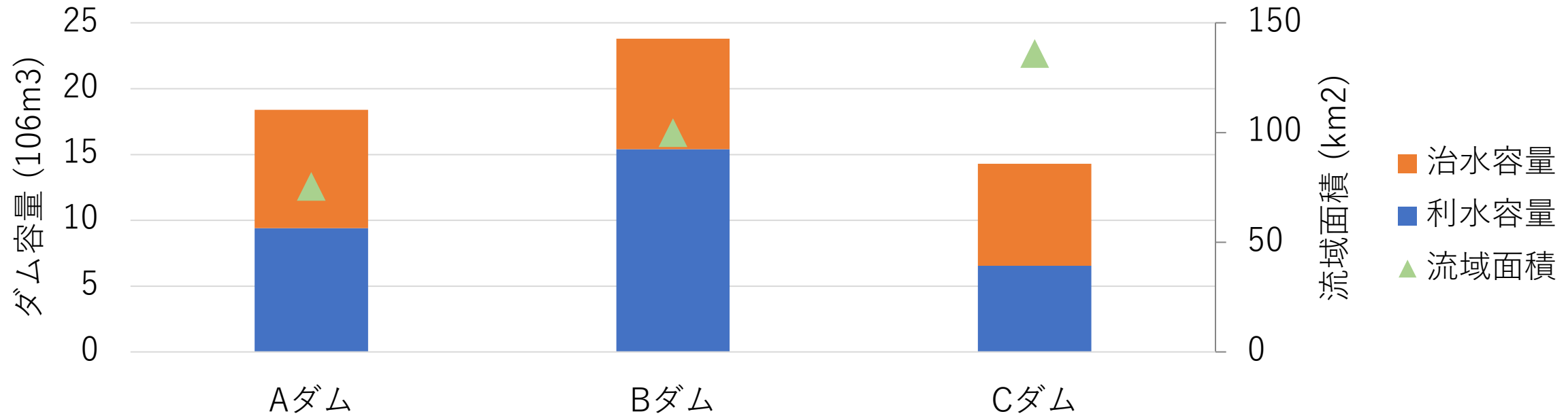
X川上流5ダムの配置図



モデルで表現したダム群

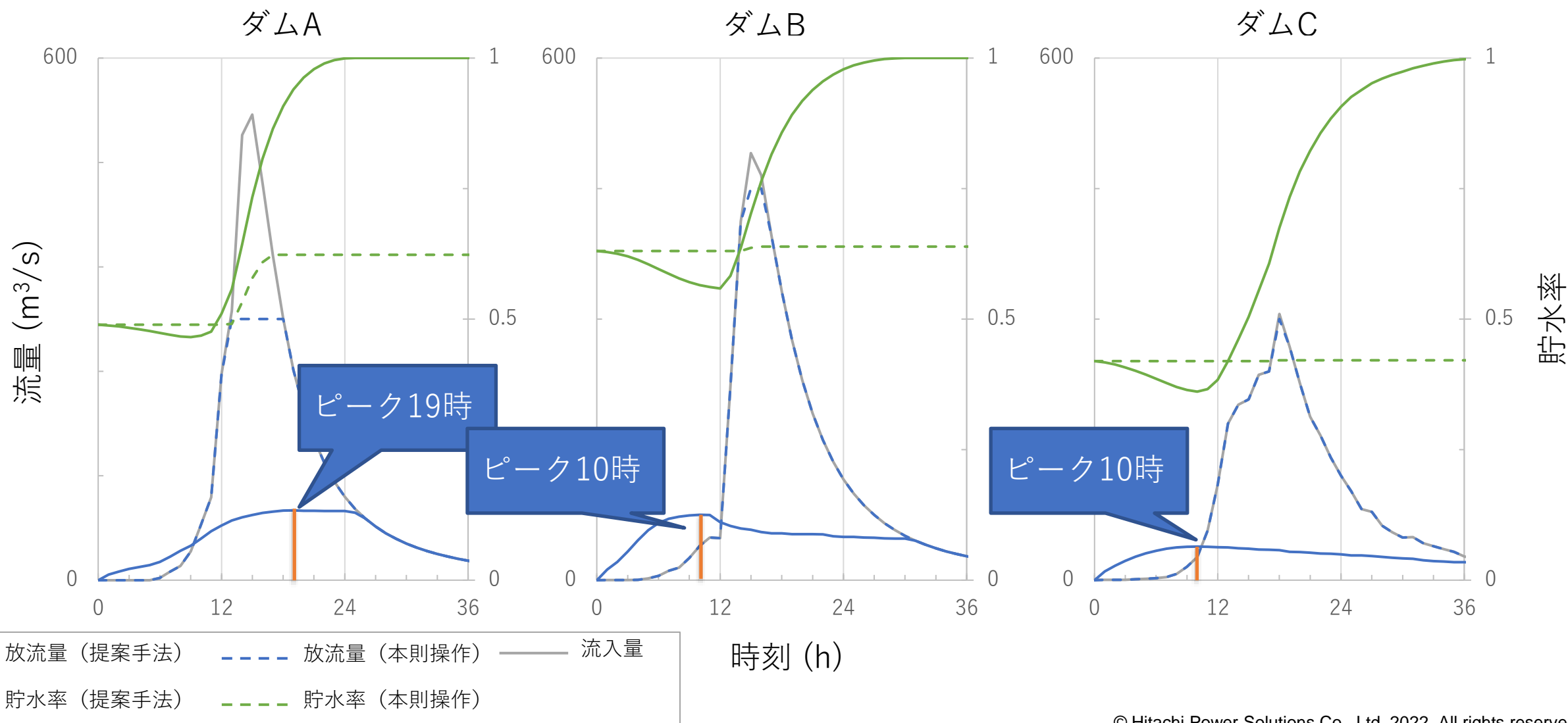


X川上流3ダムの仕様

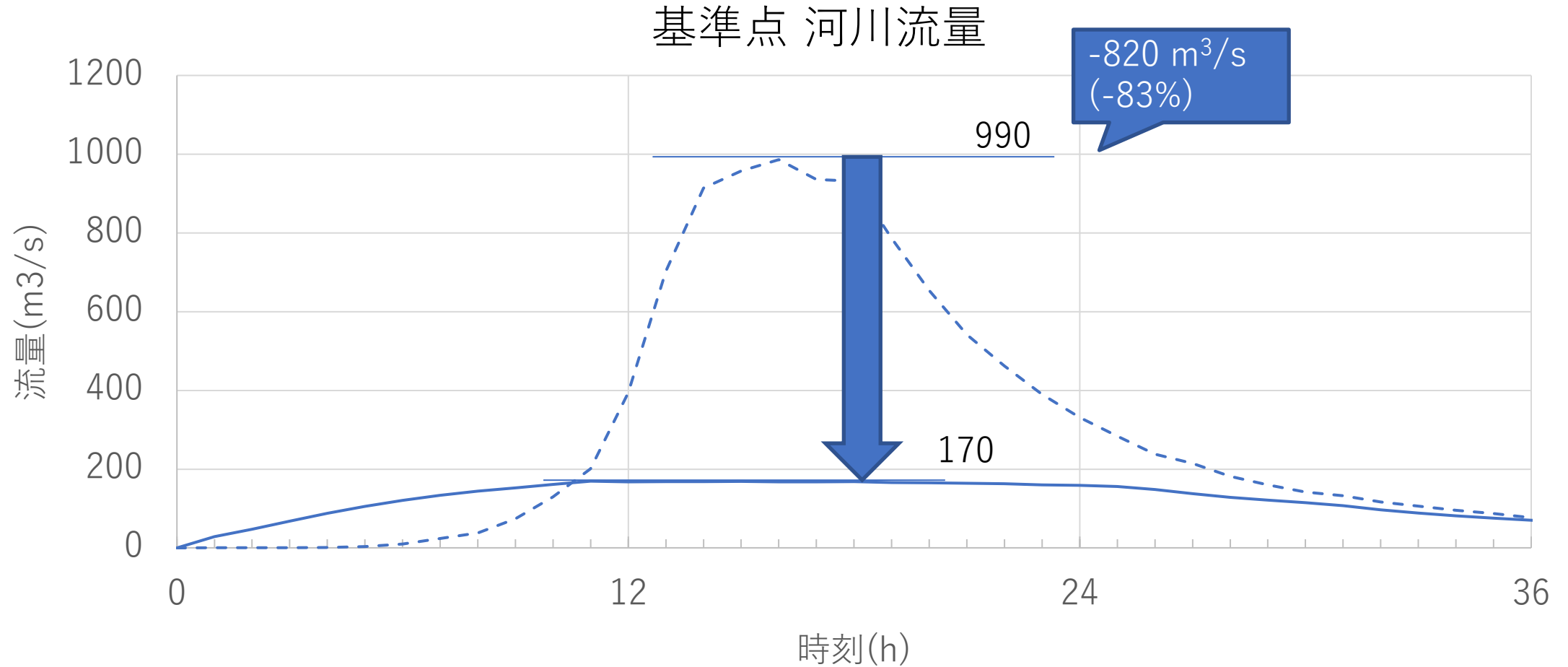


	Aダム	Bダム	Cダム
有効貯水容 (10 ⁶ m ³)	18	24	14
洪水調整容量10 ⁶ m ³)	9	8	8
流域面積 (km ²)	76	100	136

平成24年台風17号出水の再現



平成24年台風17号出水の再現

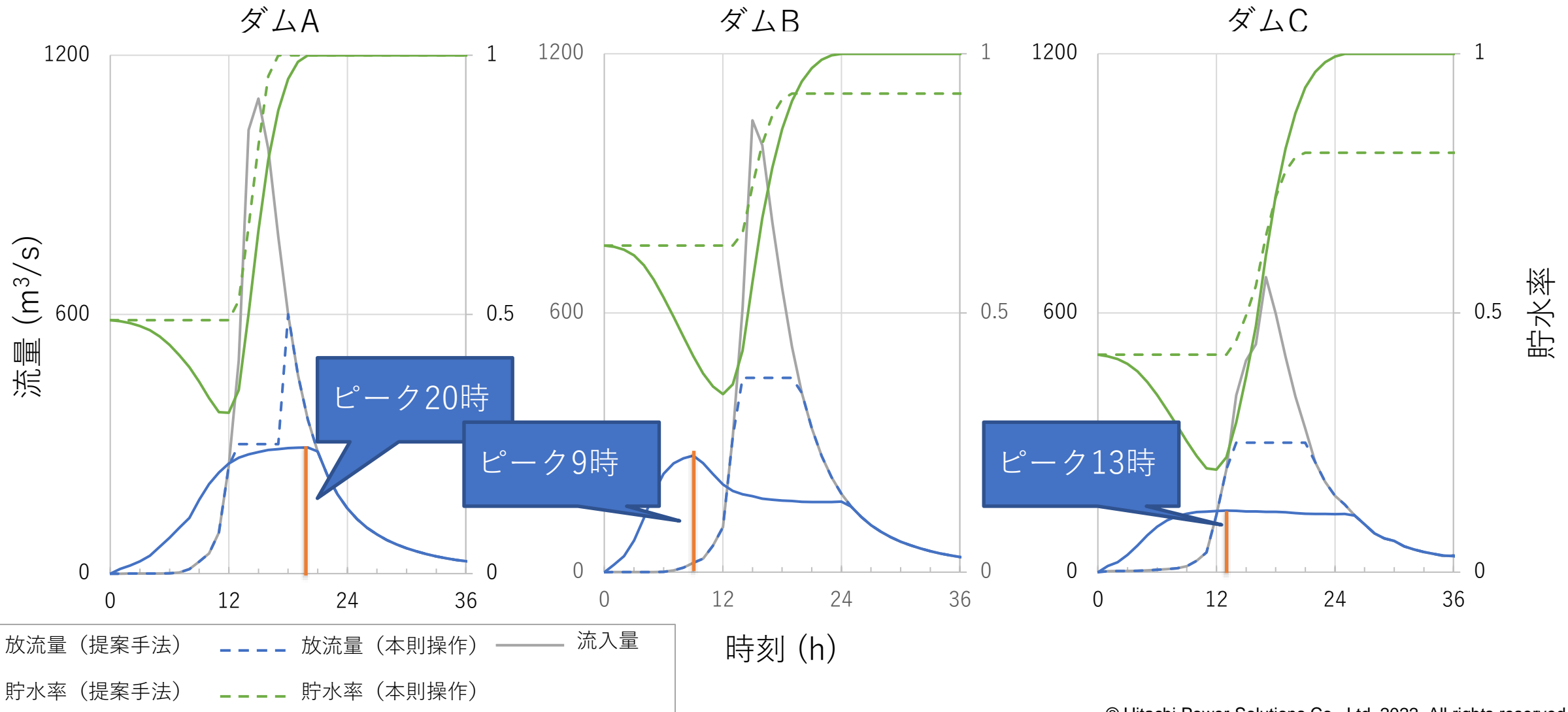


流量 (提案手法)

流量 (本則操作)

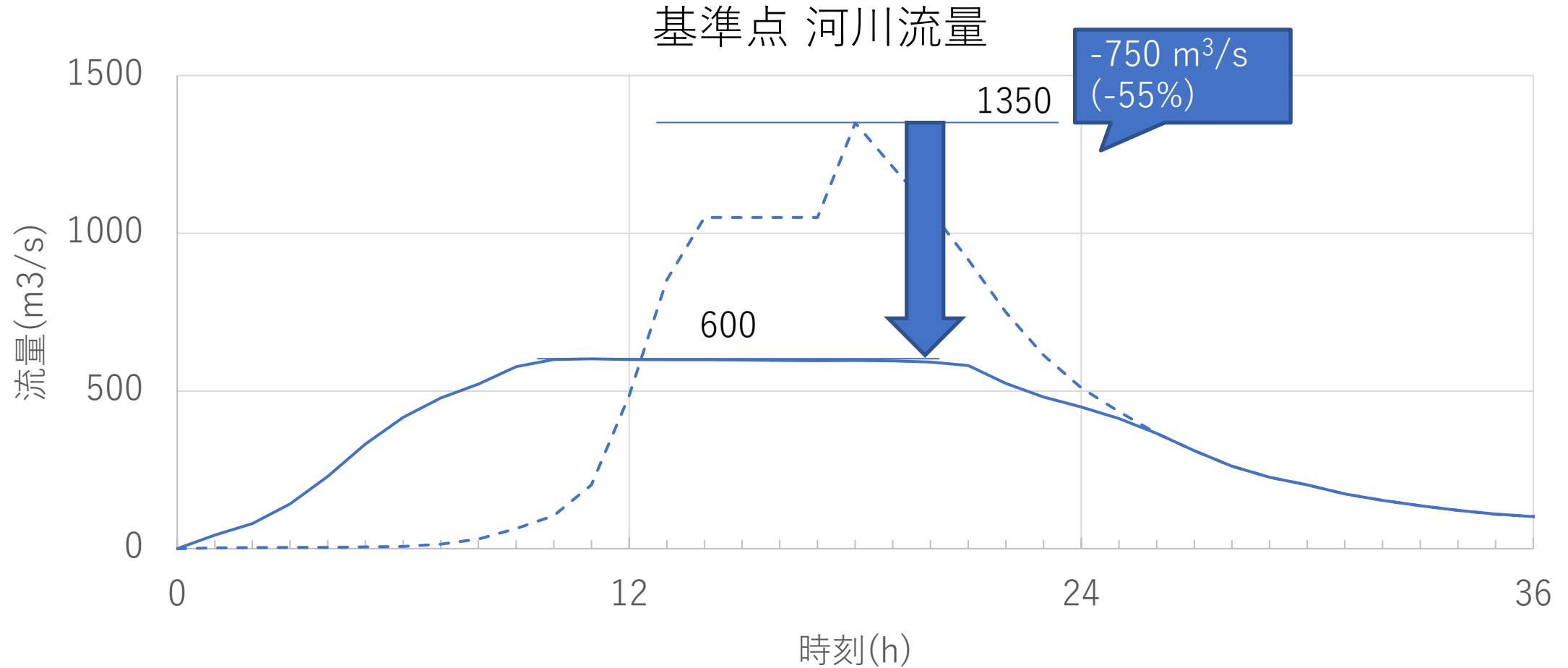
生起確率 1/100 年の出水

平成24年台風17号の降雨を1.71倍に引き伸ばした



生起確率 1/100 年の出水

平成24年台風17号の降雨を1.71倍に引き伸ばした

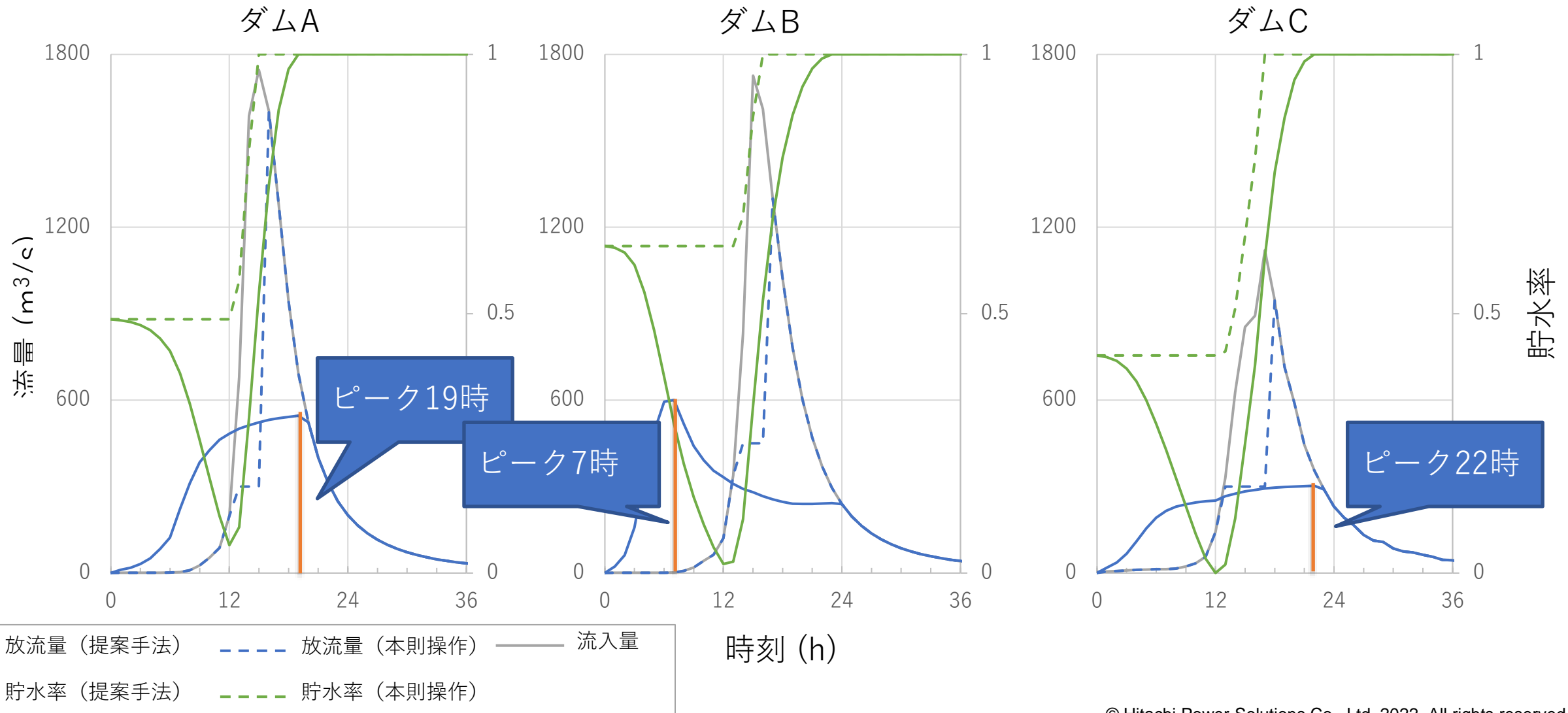


流量 (提案手法)

流量 (本則操作)

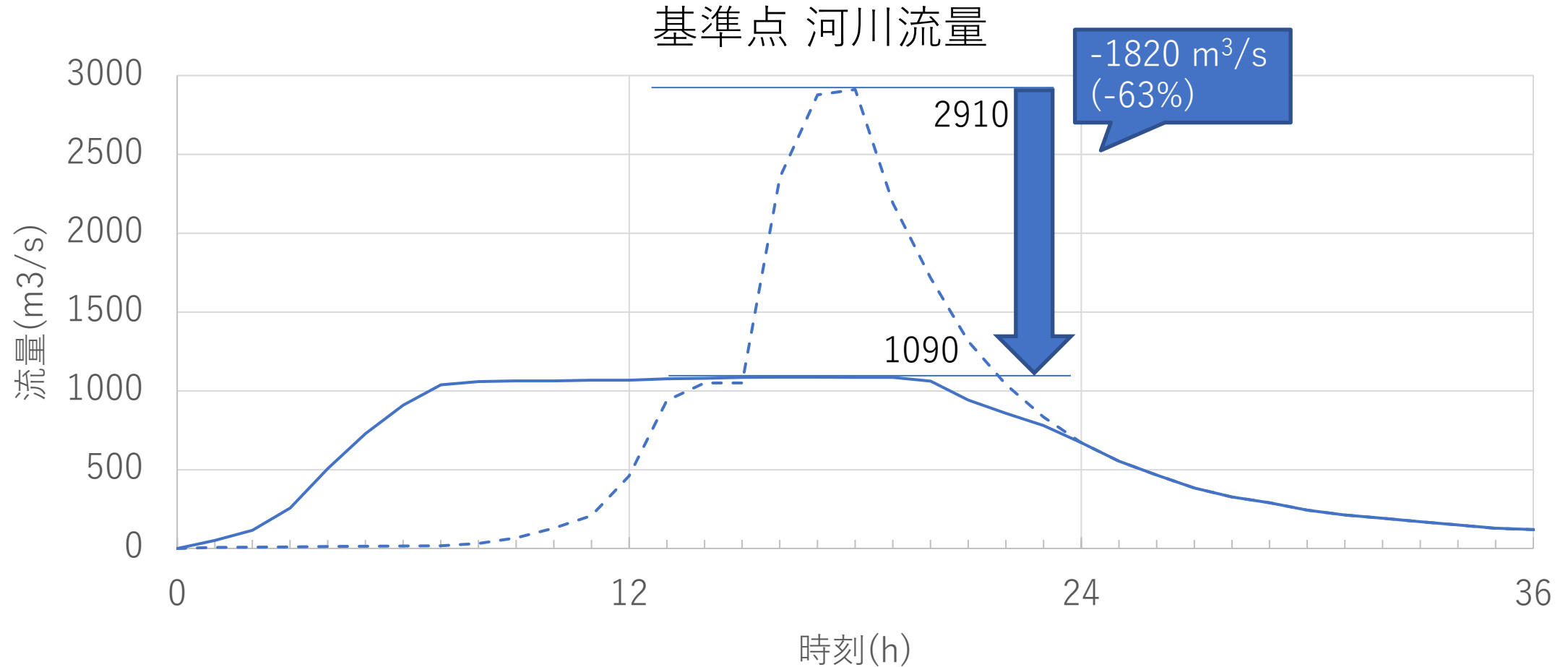
生起確率 1/1000 年の出水

平成24年台風17号の降雨を2.48倍に引き伸ばした



生起確率 1/1000 年の出水

平成24年台風17号の降雨を2.48倍に引き伸ばした

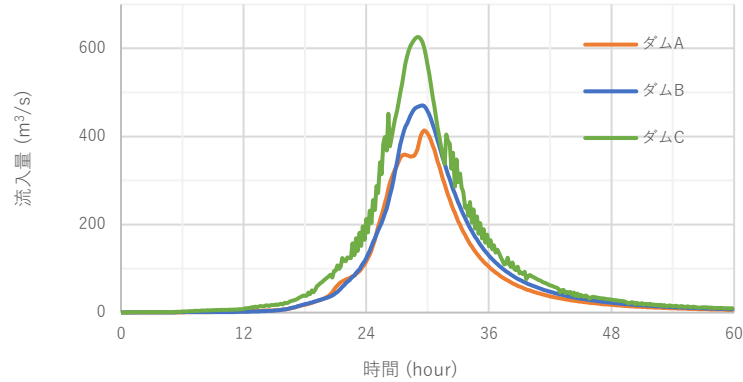


流量 (提案手法)

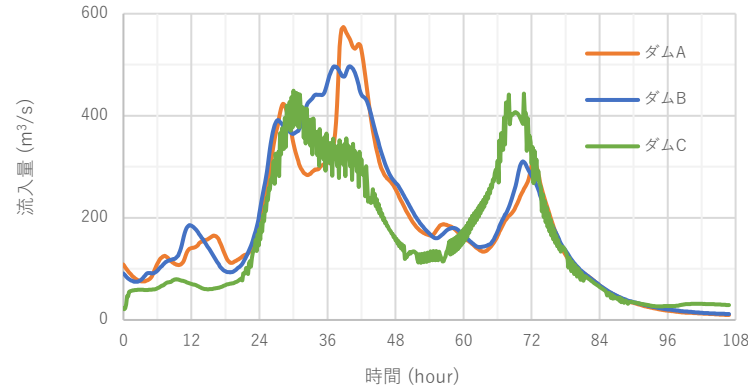
流量 (本則操作)

ダム流入時系列の例

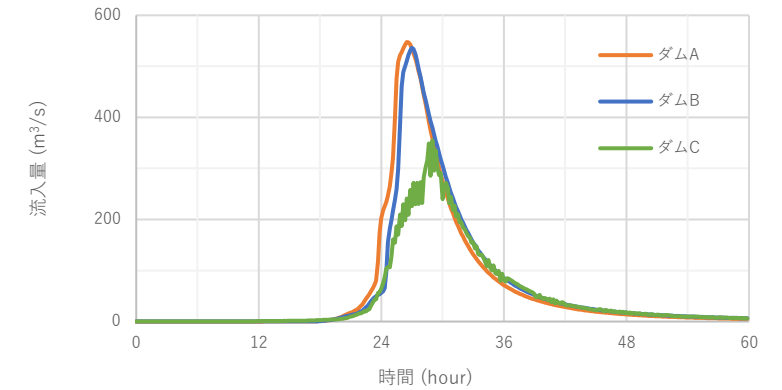
2000年以降の 6件の出水事例（生起確率1/100に引き伸ばし）



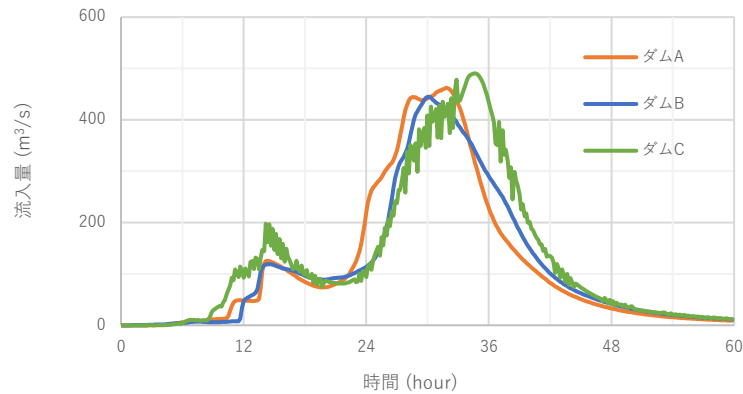
2009/10/16



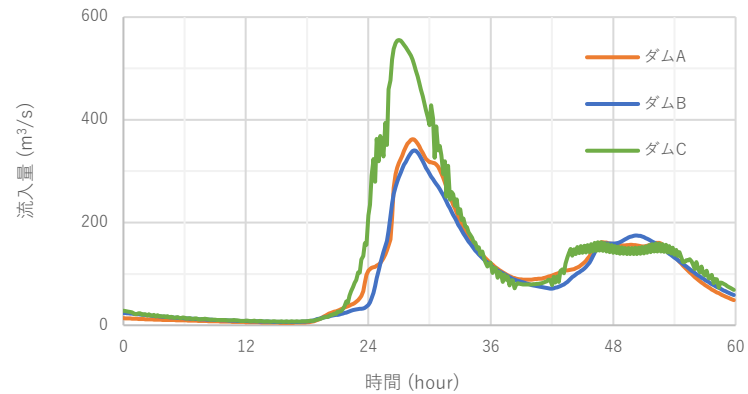
2011/08/31



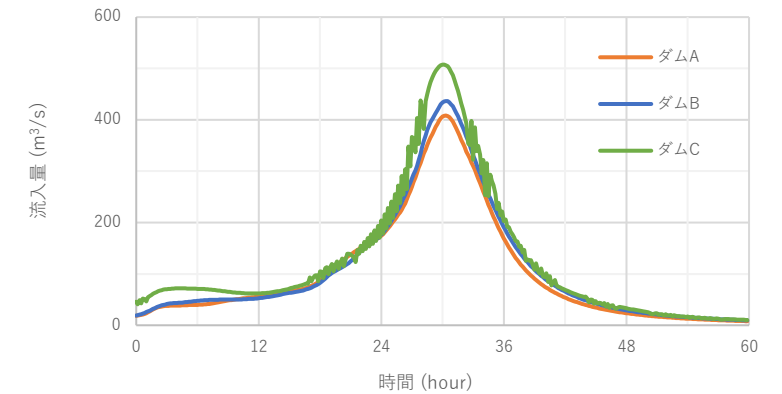
2012/09/27



2013/09/13



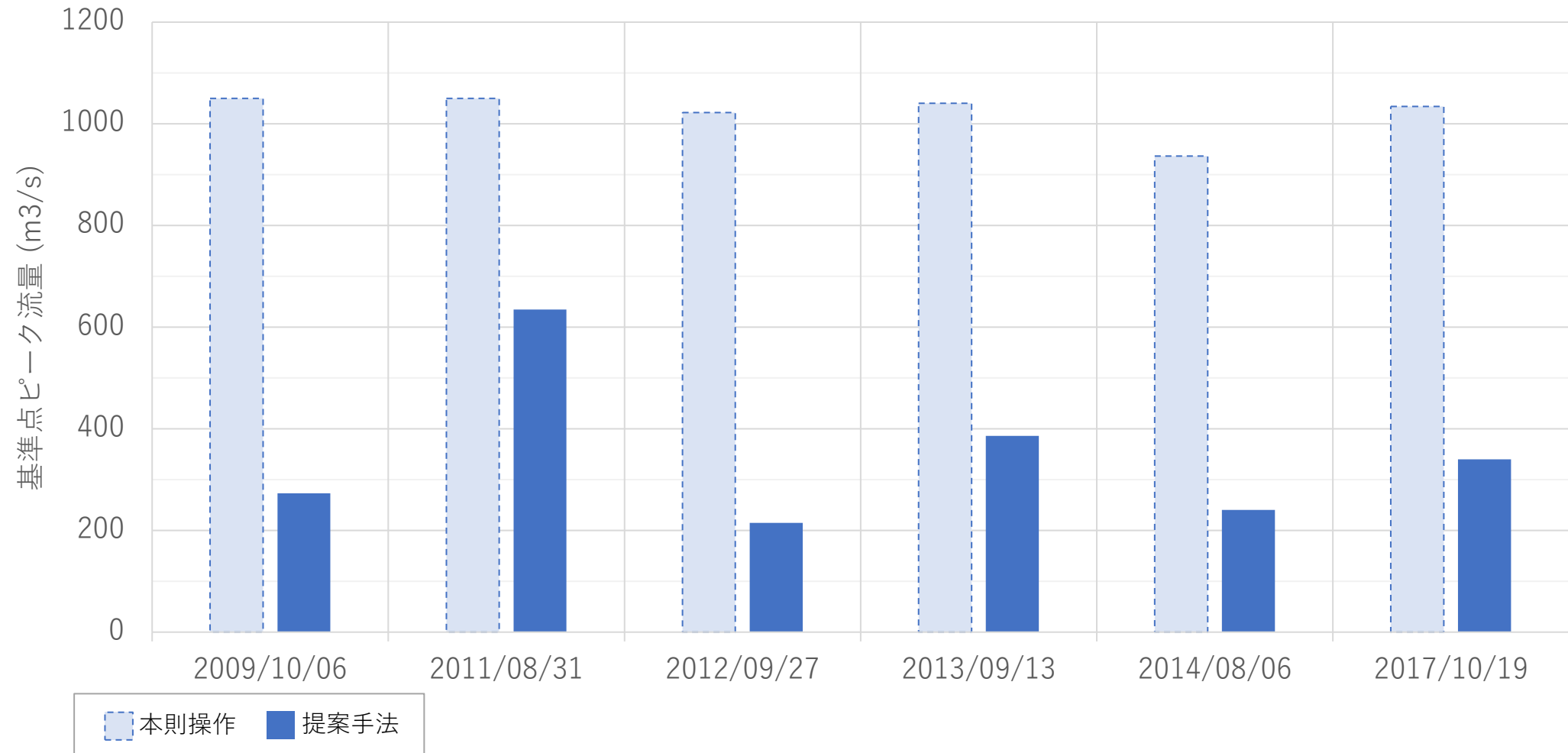
2014/08/06



2017/10/19

実験結果

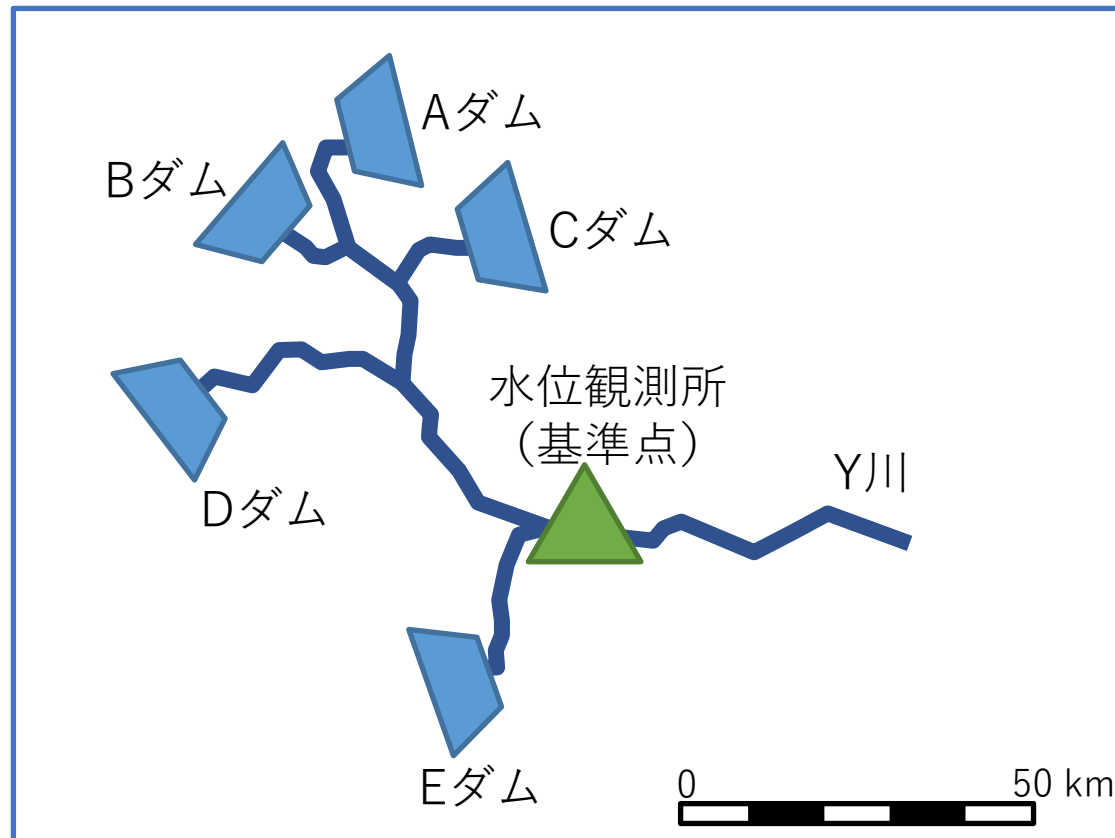
様々な流入量に対し、基準点のピーク流量を大幅に削減



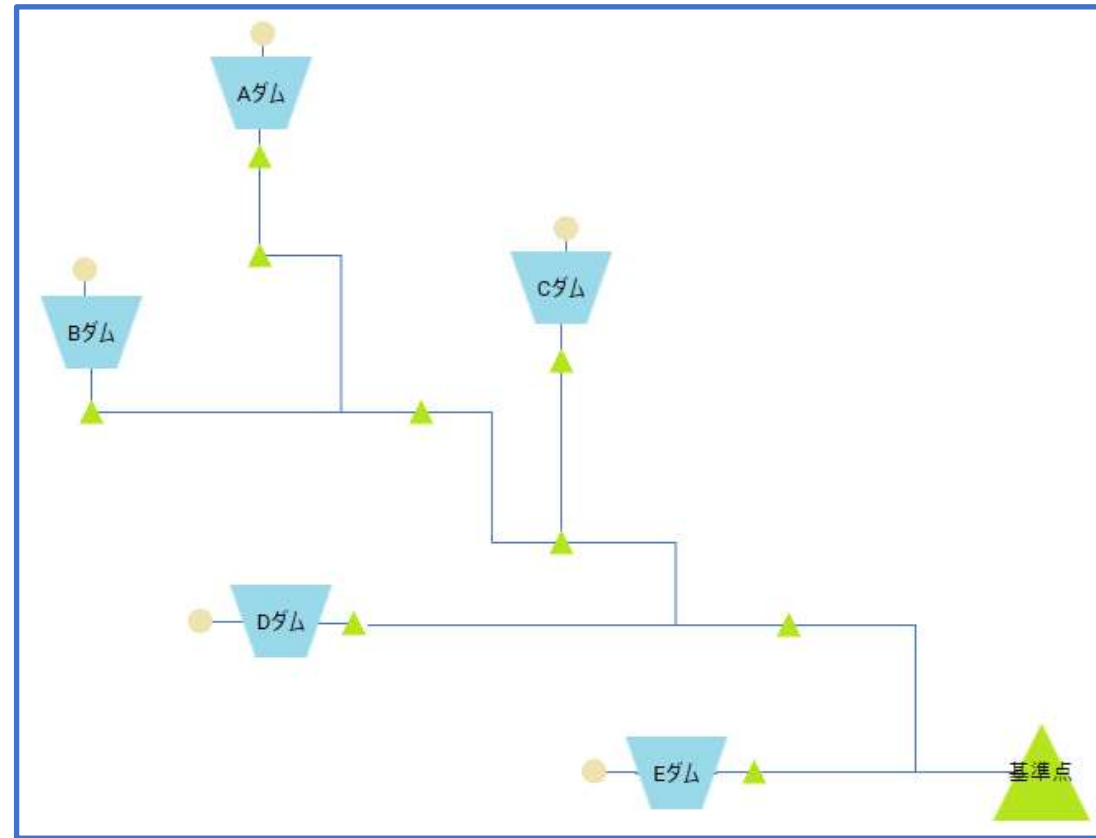
実験1: Y川上流5ダム

目的：水害防止（基準点の河川流量を最小化する）

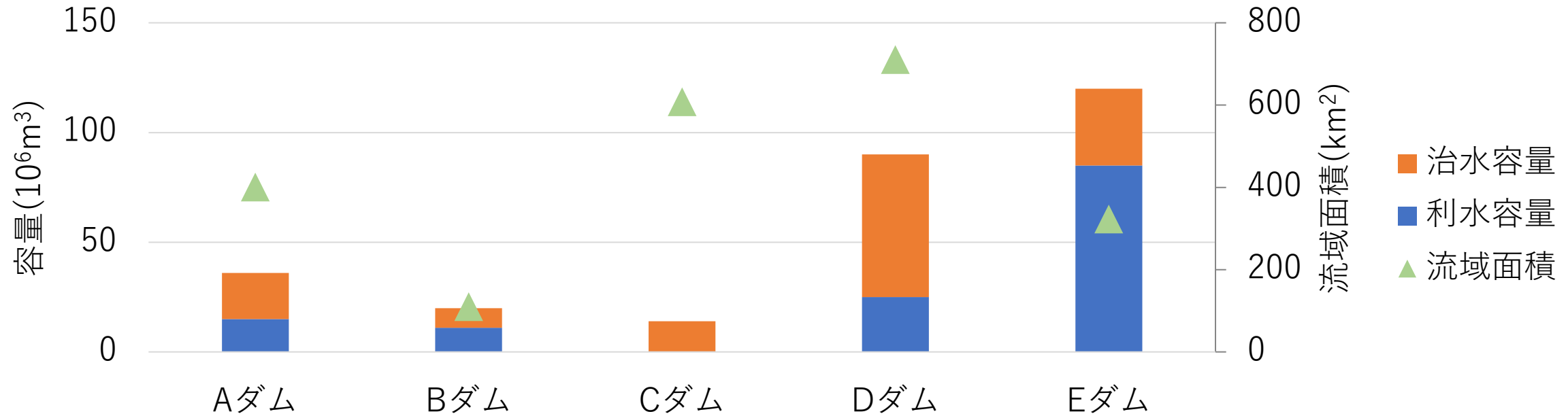
Y川上流5ダムの配置図



モデルで表現したダム群



Y川上流5ダムの様

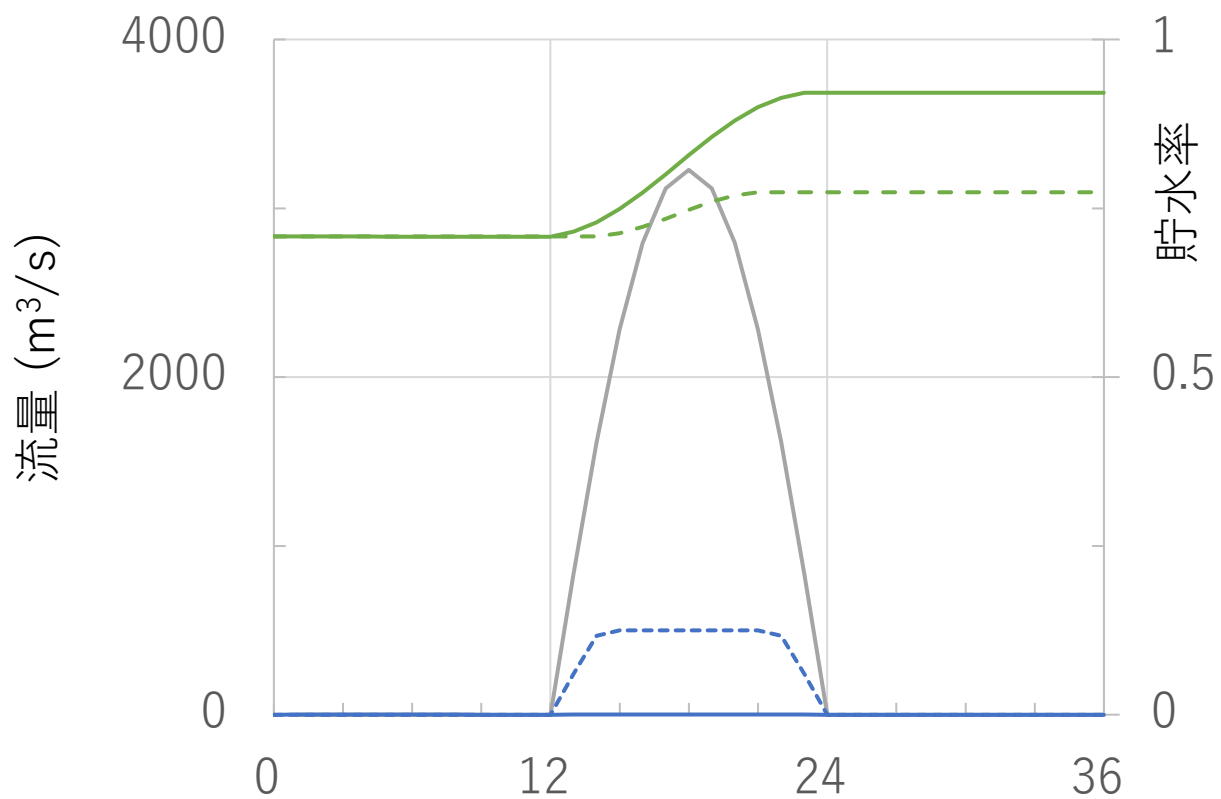


	Aダム	Bダム	Cダム	Dダム	Eダム
有効貯水容 (10 ⁶ m ³)	36	20	14	90	120
洪水調整容量10 ⁶ m ³)	21	9	14	65	35
流域面積 (km ²)	401	110	608	711	323

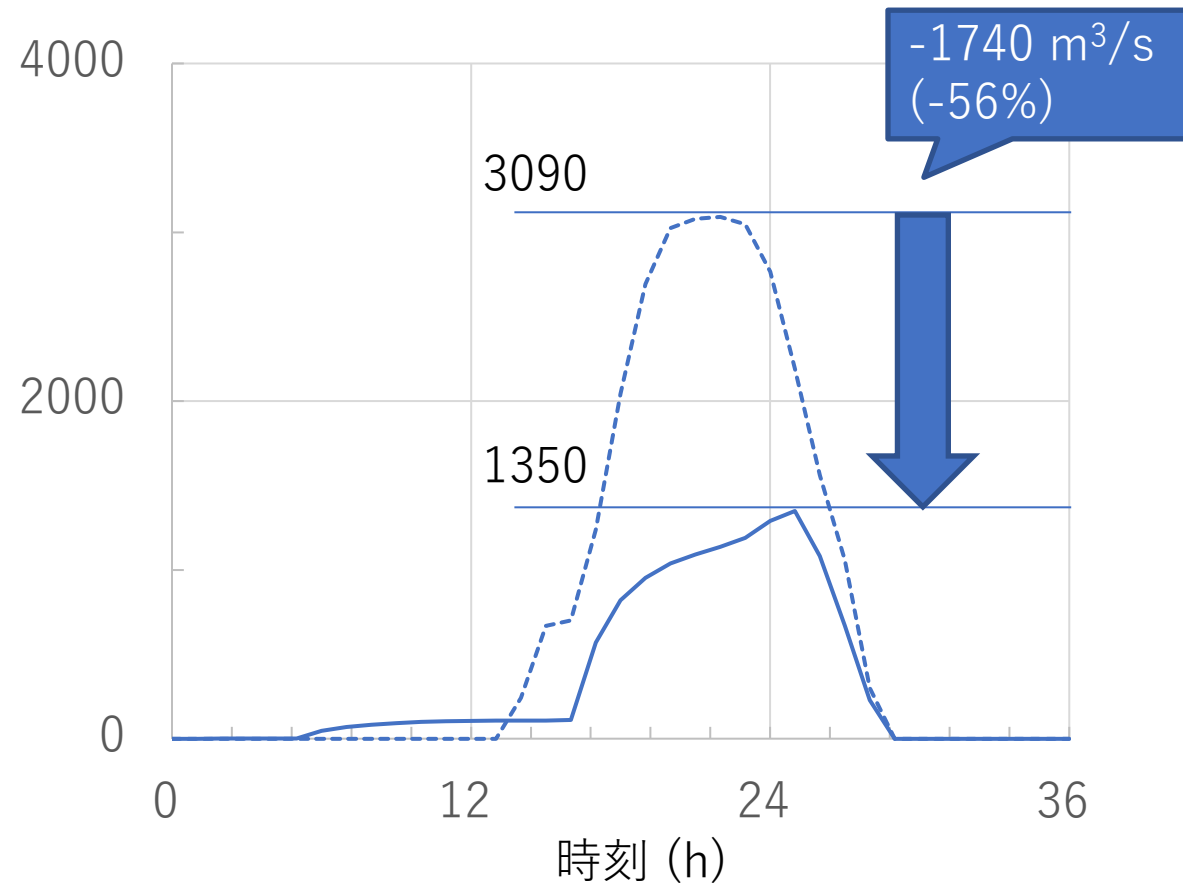
“最適化”結果 (L1未満)

想定降雨: 200 mm/72時間, 流域の流出率: 0.4, 降雨波形: 正弦波

Eダム 放流量・貯水量



基準点 河川流量

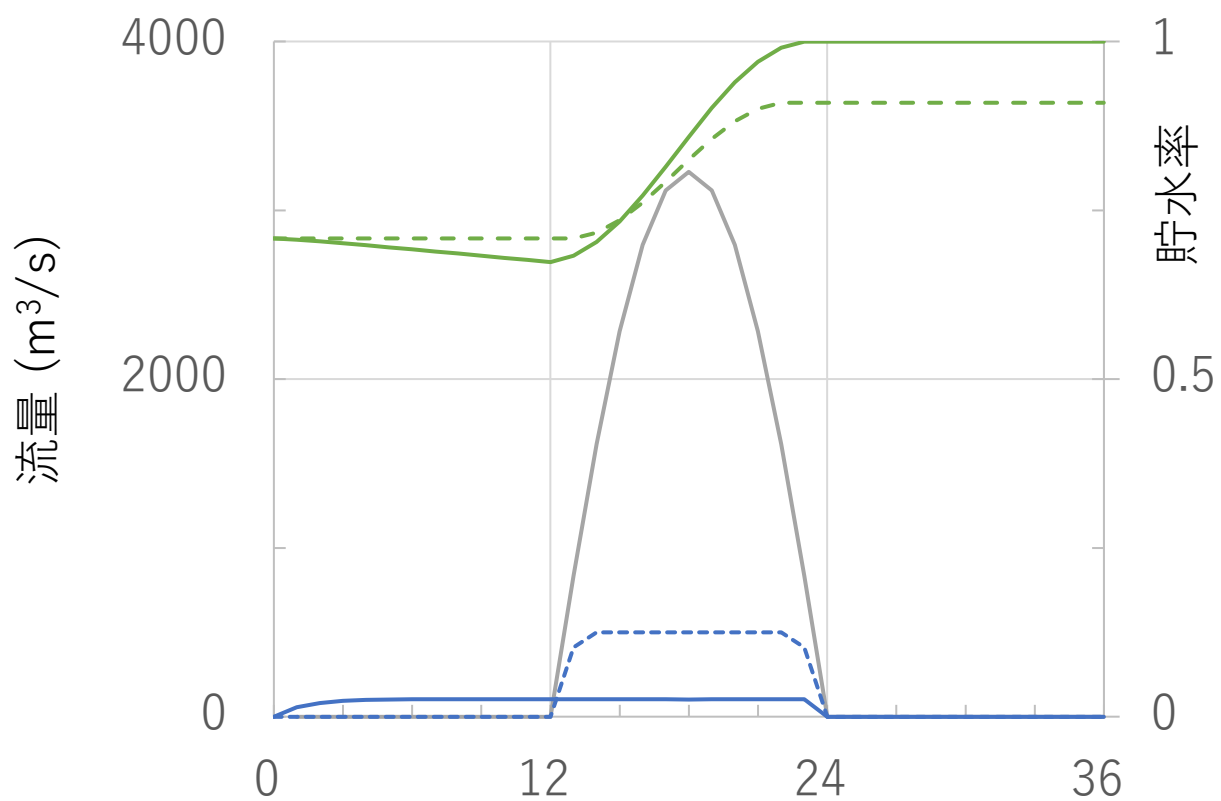


— 放流量 (提案手法) - - - 放流量 (本則操作) — 流入量
— 貯水率 (提案手法) - - - 貯水率 (本則操作)

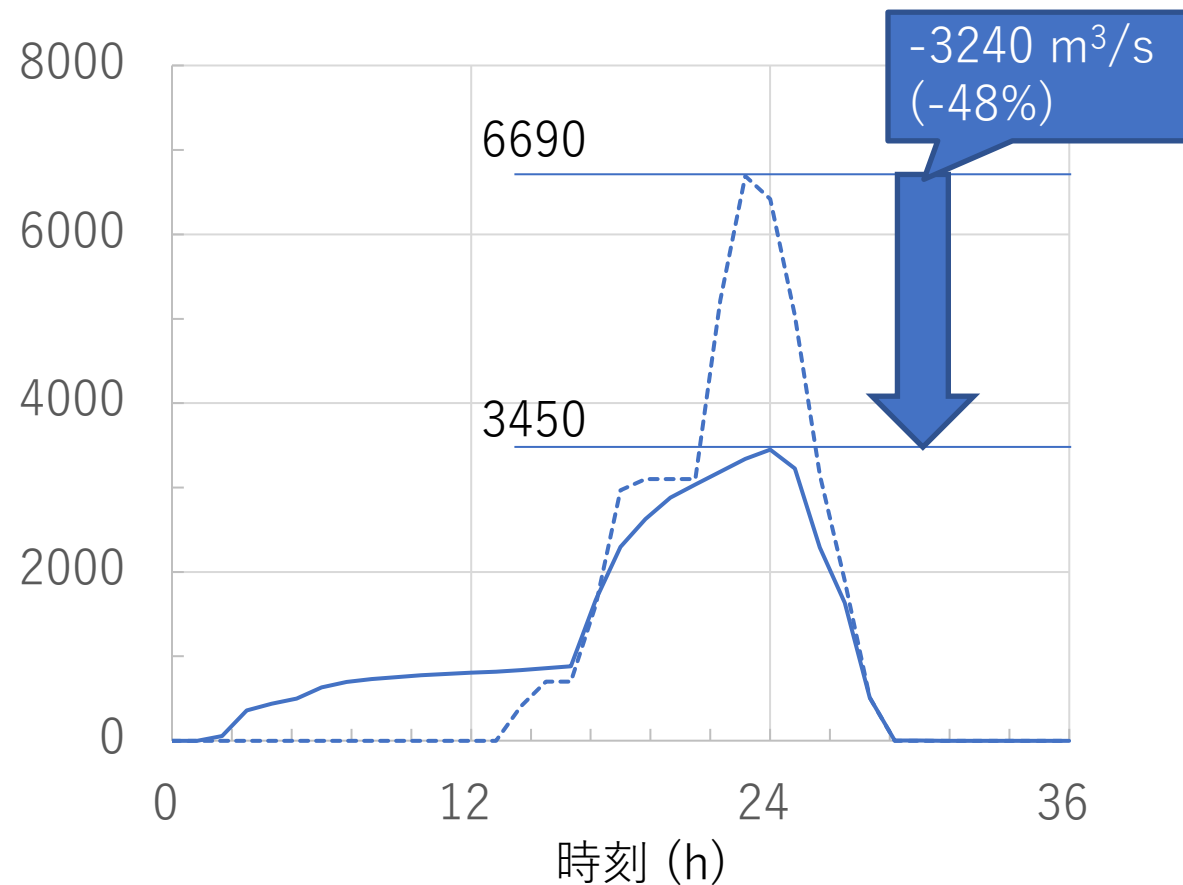
“最適化”結果 (L1規模)

想定降雨: 336 mm/72時間, 流域の流出率: 0.4, 降雨波形: 正弦波

Eダム 放流量・貯水量



基準点 河川流量

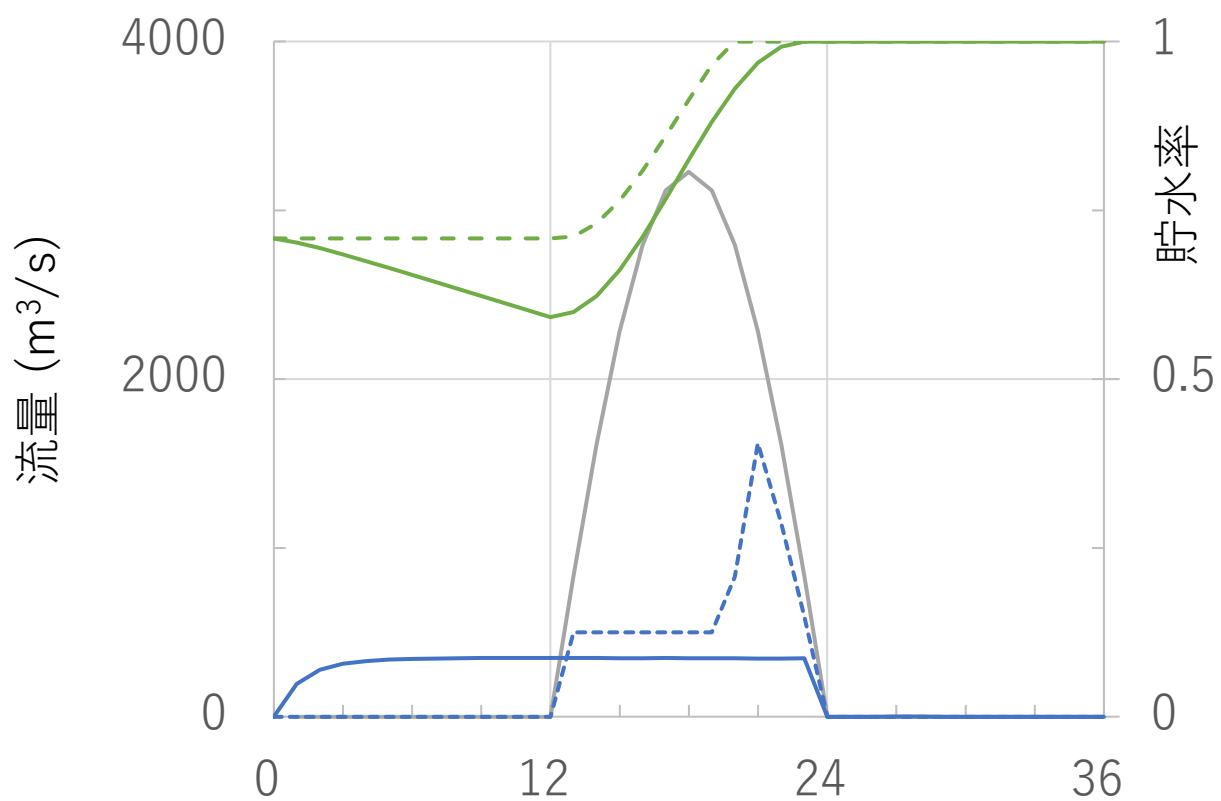


— 放流量 (提案手法) - - - 放流量 (本則操作) — 流入量
— 貯水率 (提案手法) - - - 貯水率 (本則操作)

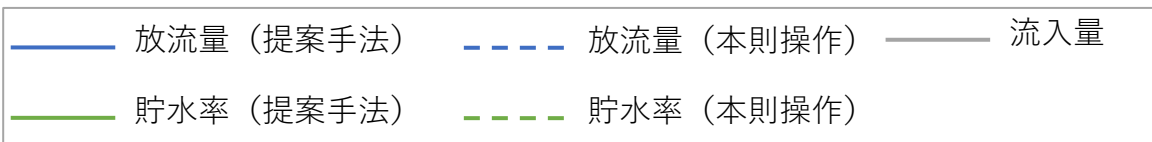
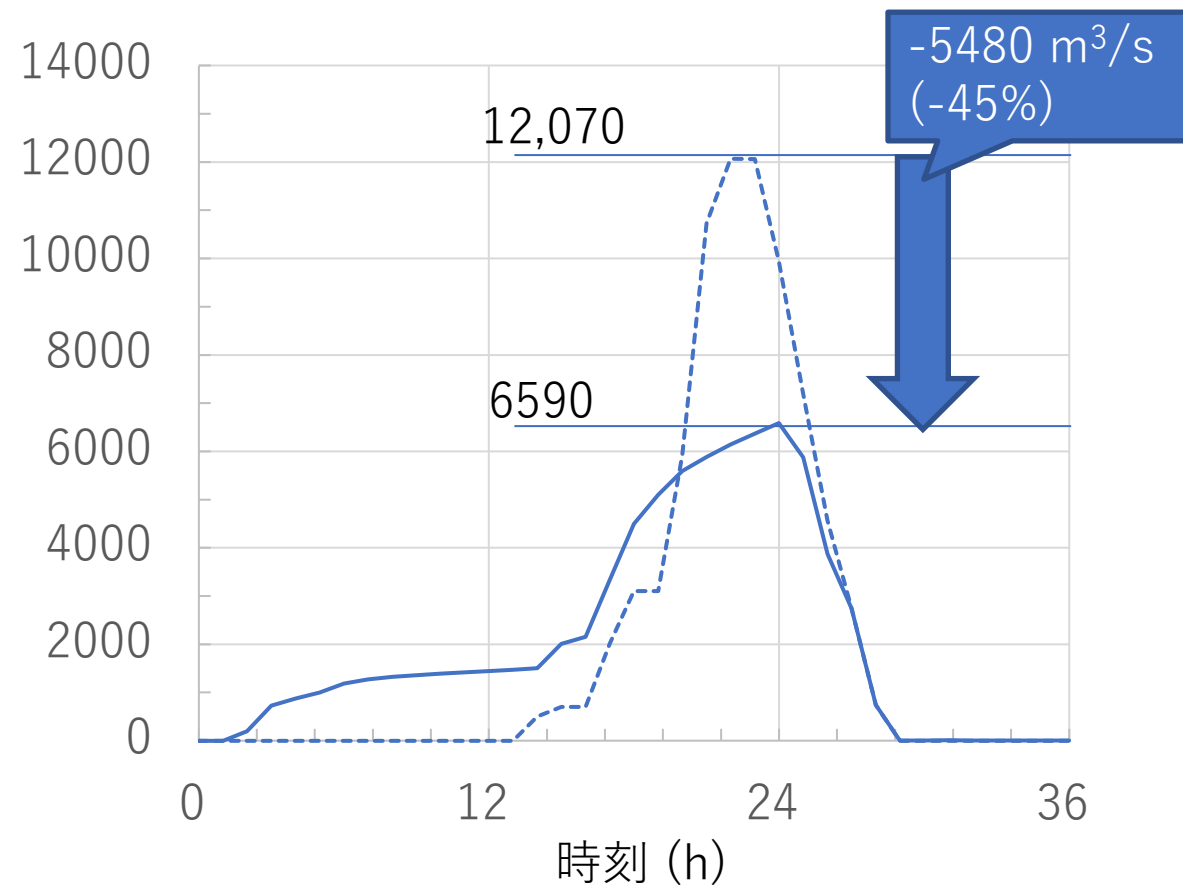
“最適化”結果 (L2規模)

想定降雨: 491 mm/72時間, 流域の流出率: 0.4, 降雨波形: 正弦波

Eダム 放流量・貯水量



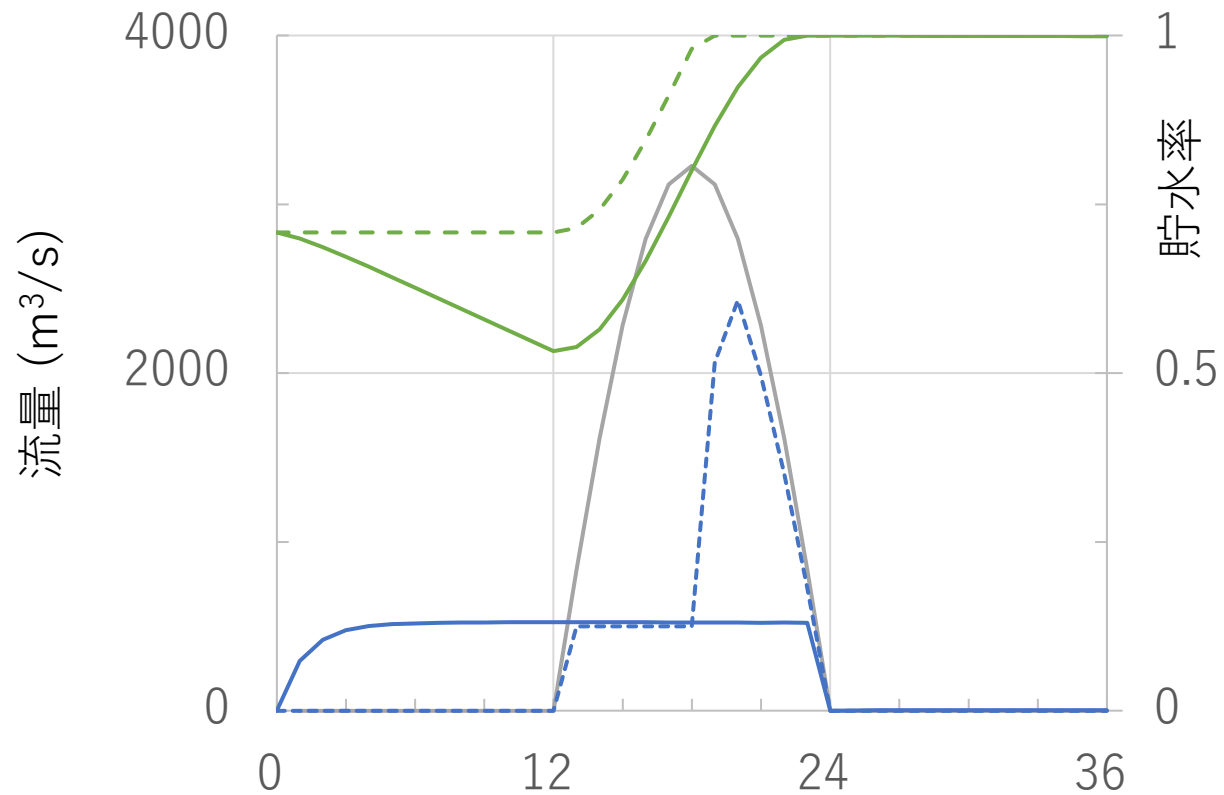
基準点 河川流量



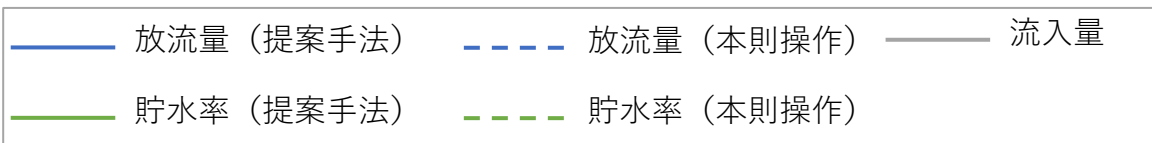
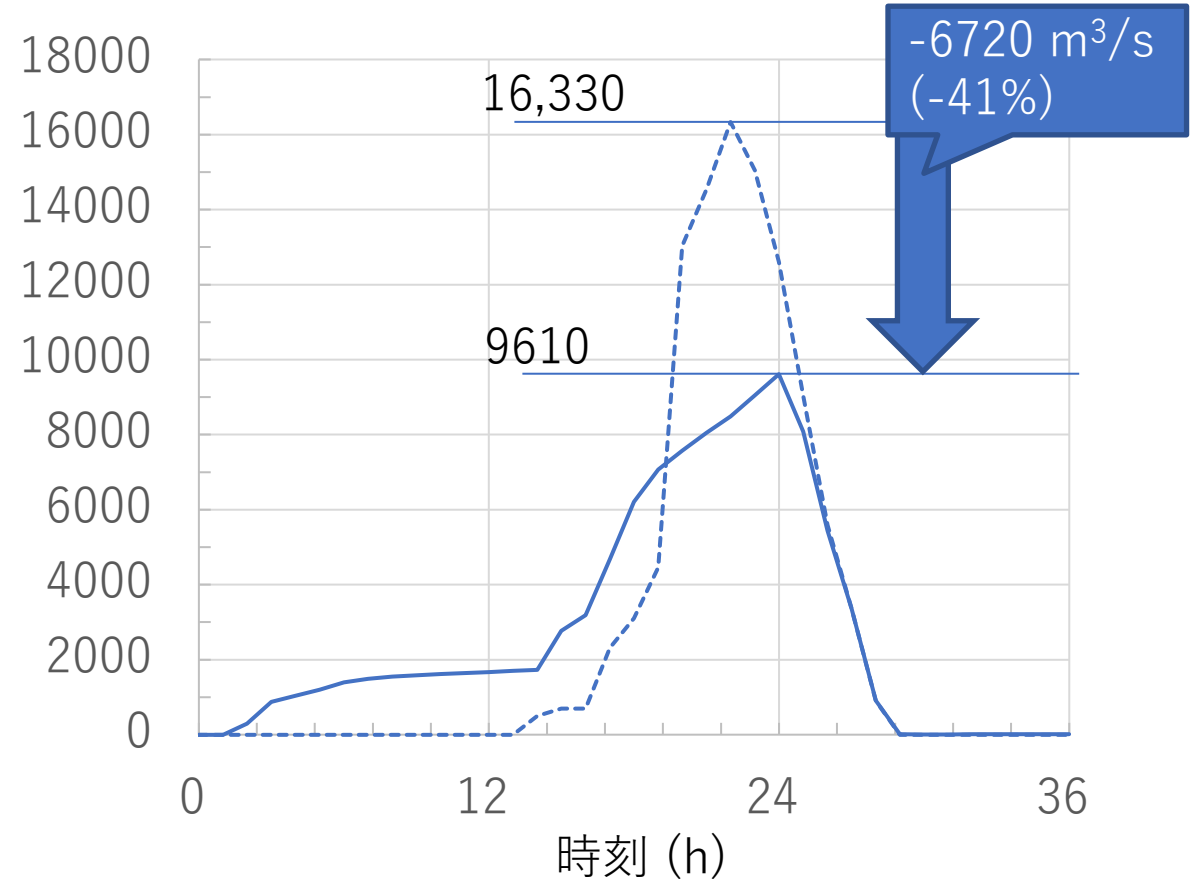
“最適化”結果 (超L2規模)

想定降雨: 600 mm/72時間, 流域の流出率: 0.4, 降雨波形: 正弦波

Eダム 放流量・貯水量



基準点 河川流量



DioVISTA/Dams Dashboard 画面例

ダム流入量・放流量、貯水量



DioVISTA/Dams Dashboard 画面例

下流の河川流量



DioVISTA/Dams Dashboard 画面例

数表

Dams Dashboard - Tonegawa5dams (case2)

ファイル(E) ヘルプ(H)

利用済上型子品群 - 利用済水合計

数表

日時	満水流入量	満水貯水容量	満水放流量	満水貯水容量 本則	満水放流量 本則	相保流入量	相保貯水容量	相保放流量	相保貯水容量 本則	相保放流量 本則	満水流入量	満水貯水容量	満水放流量	満水貯水容量 本則	満水放流量 本則	八ヶ場流入量	八ヶ場貯水容量
2017-07-01 12:00	0	15	0	15	0	0	11	0	11	0	0	0	0	0	0	0	25
2017-07-01 13:00	0	14.503800999999999	137.80382	15	0	0	10.484375	142.22017	11	0	0	0	0	0	0	0	22.275
2017-07-01 14:00	0	13.769520999999999	203.90306	15	0	0	0.70125	195.2125	11	0	0	0	0	0	0	0	21.303281999
2017-07-01 15:00	0	12.863200999999999	251.73611	15	0	0	0.007812	214.84075	11	0	0	0	0	0	0	0	19.257811999
2017-07-01 16:00	0	11.835937999999999	285.37326	15	0	0	0.199219	224.60938	11	0	0	0	0	0	0	0	17.125
2017-07-01 17:00	0	10.710927999999999	312.5	15	0	0	7.371002999999999	230.05475	11	0	0	0	0	0	0	0	14.982800999
2017-07-01 18:00	0	9.492187999999999	338.5417	15	0	0	6.027342999999999	234.375	11	0	0	0	0	0	0	0	12.847655999
2017-07-01 19:00	0	8.1794875	364.58234	15	0	0	5.675781	236.54515	11	0	0	0	0	0	0	0	10.707300999
2017-07-01 20:00	0	6.769531	391.71008	15	0	0	4.815406	238.71529	11	0	0	0	0	0	0	0	8.566405999
2017-07-01 21:00	0	5.259996	421.00696	15	0	0	3.95708125	238.71529	11	0	0	0	0	0	0	0	6.425781
2017-07-01 22:00	0	3.6399625	451.3889	15	0	0	3.09785625	238.71529	11	0	0	0	0	0	0	0	4.285156
2017-07-01 23:00	0	1.8828125	485.05496	15	0	0	2.28828125	238.71529	11	0	0	0	0	0	0	0	2.14453125
2017-07-02 00:00	0	0	523.0035	15	0	0	1.32960425	238.71529	11	0	0	0	0	0	0	0	0
2017-07-02 01:00	1038	0.0390625	1027.1493	16.9648	520	387	1.55078125	239.25694	11	287	1573	0	0.0820	1550	1841	0	0
2017-07-02 02:00	2005	2.6013625	1293.1945	22.2188	520	554	2.68359375	239.32986	11.8064	320	3038	0	3008	5.439599999999999	1550	3957	3.4453125
2017-07-02 03:00	2838	7.247856	1516.6405	35.5468	520	783	4.6328125	241.55035	13.437199999999999	330	4296	1.2734578	3842.2673	10.325199999999999	1850	5038	11.529562

CSV出力

日時	満水流量	満水流量 本則	相保流量	相保流量 本則	相保流量	相保流量 本則	八ヶ場流量	八ヶ場流量 本則
2017-07-01 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0
2017-07-01 13:00	0	0	0	0	0	0	0	0
2017-07-01 14:00	137.80382	0	143.22917	0	451.3889	0	378.86924	0
2017-07-01 15:00	255.99306	0	353.11459	0	858.8108	0	991.75054	0
2017-07-01 16:00	251.73611	0	418.0368	0	726.0816	0	1168.6199	0
2017-07-01 17:00	285.37326	0	476.3455	0	925.5843	0	1368.2726	0
2017-07-01 18:00	312.5	0	515.40796	0	1012.3698	0	1578.7761	0
2017-07-01 19:00	338.5417	0	546.875	0	1070.9635	0	1672.092	0
2017-07-01 20:00	364.58234	0	575.08685	0	1110.029	0	1735.026	0
2017-07-01 21:00	391.71008	0	603.29805	0	1141.893	0	1776.2587	0
2017-07-01 22:00	421.00696	0	630.42525	0	1169.7048	0	1808.8108	0
2017-07-01 23:00	451.3889	0	659.7222	0	1197.9147	0	1837.0226	0
2017-07-02 00:00	485.05496	0	690.1042	0	1225.9435	0	1865.2345	0
2017-07-02 01:00	523.0035	0	723.74133	0	1255.4233	0	1892.3812	0
2017-07-02 02:00	1027.1493	520	767.26944	387	2335.3605	1837	2531.1042	300
2017-07-02 03:00	1293.1945	520	1266.4791	650	4304.479	2430	3523.71	200

CSV出力

2017-07-01 13:00 10分

DioVISTA/Dams Dashboard 画面例

計算対象のダム群の設定

The screenshot displays the DioVISTA/Dams Dashboard interface. The main area shows a network diagram of dams, with several dams highlighted in blue. A blue callout box points to one of the dams with the text "ダムをクリックして" (Click the dam). Another blue callout box points to the configuration panel on the right with the text "ダムの初期貯水量などを変更できる" (Initial storage capacity of the dam can be changed). The configuration panel on the right shows various settings for the selected dam, including "InitialPoolCreation", "InitialDataUtc", "Width", "Coord", "InitialReservoirCapacityName", "InitialEventFolder", "InitialScaleFactor", "Capacity", "Height", "BackgroundColor", "ShowGridLines", and "GridLineColor".

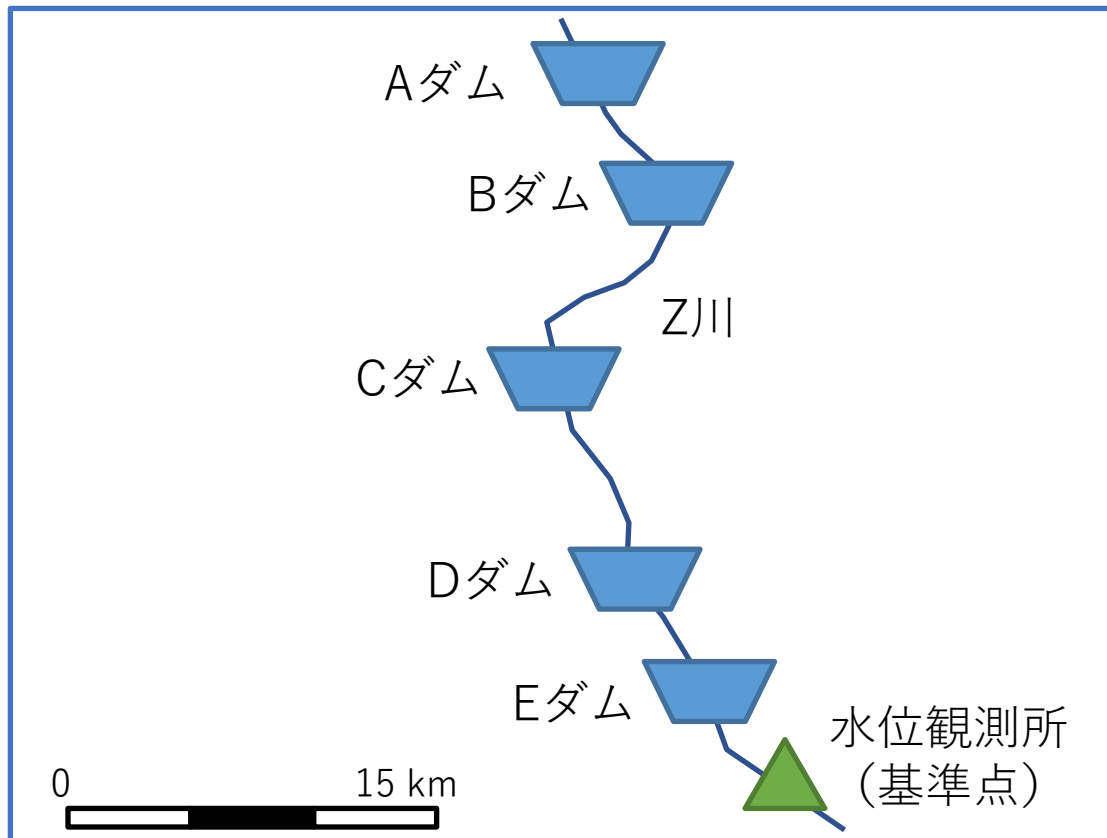
ダムをクリックして

ダムの初期貯水量などを
変更できる

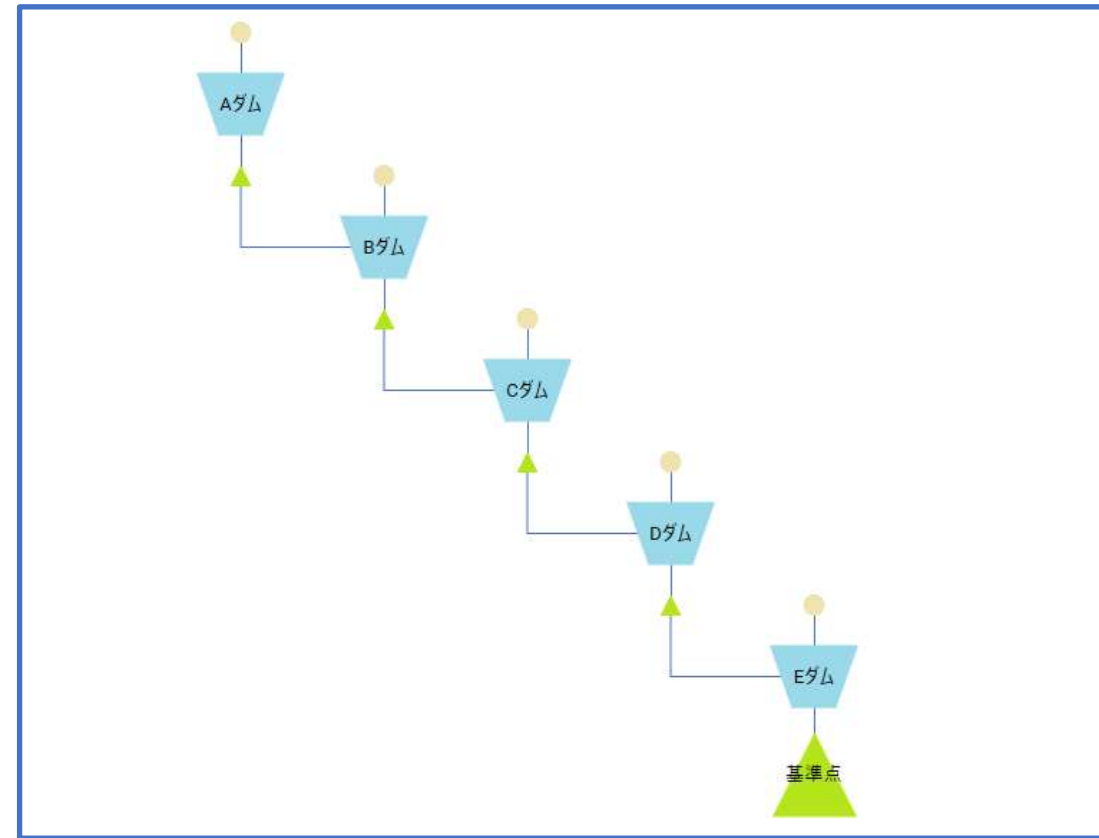
実験3: Z川上流5ダム

目的：発電（各ダムの合計発電量を最大化する）

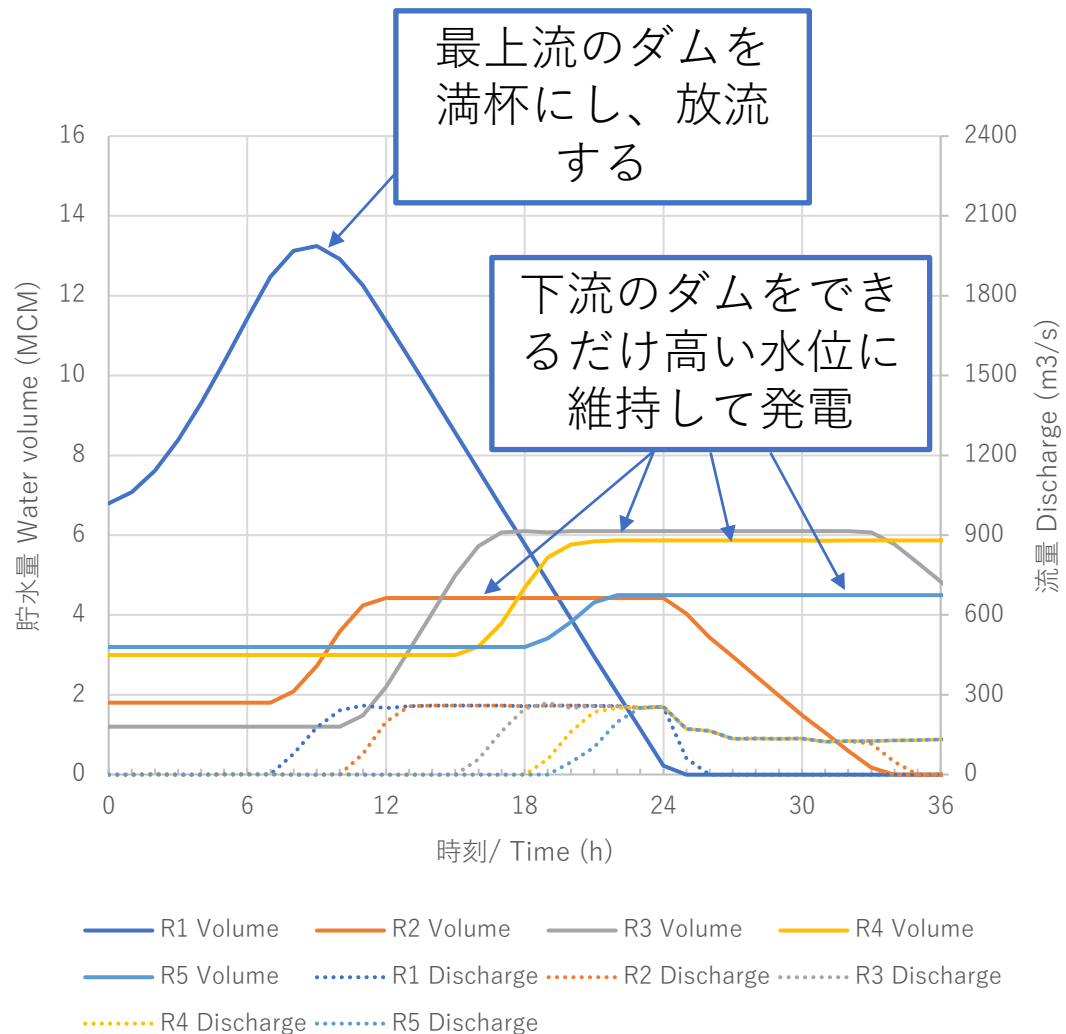
Z川上流5ダムの配置図



モデルで表現したダム群



発電ダムへの応用（実験結果）



発電量最大化のための運用方法

- まず、最上流のダムを満杯にする
- 上流のダムを放流して水位を下げ、直下のダムを満杯にする
- できるだけ長い時間満杯水位を維持する

1. ユーザの声
2. DioVISTAの紹介
3. ダム放流計画の立案
4. まとめ

- 多様な治水対策の効果を定量化できること
 - 降雨を与えて、内外水を一体解析することができます
 - ダム、遊水地、霞堤、田んぼ、などをシミュレーションできます
- 解析コストが安いこと
 - 多数のシナリオをWindows PCで解析できます
 - 地図を操作する感覚で条件設定できます
 - 計算結果が短時間で得られます
 - 特別な訓練をしなくても条件を変えたシミュレーションを実行できます
- 再現性があること
 - DioVISTAを使っていれば、解析する業者が変わっても解析結果を引き継ぎます

- 多くの分野に、水害とたたかうエンジニアがいる
 - 河川、防災、損害保険、教育、報道、ダム管理、水力発電、物流、不動産、建築、農業、道路、鉄道、下水、都市計画、企業防災、…
- 水害とたたかうエンジニアを、ITで支援する
 - 水害の解析・予測: DioVISTA/Flood
 - ダム操作の支援: DioVISTA/Dams Dashboard

日立にご相談ください