

# 気候変動に向けた 「洪水危険度の見える化」の取り組み

国土技術政策総合研究所  
河川研究部 水防災システム研究官

吉田 邦伸

# 1. 「流域治水」の進捗状況について

○ 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

## ① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

### 雨水貯留機能の拡大 集水域

[県・市、企業、住民]  
雨水貯留浸透施設の整備、  
ため池等の治水利用

### 流水の貯留 河川区域

[国・県・市・利水者]  
治水ダムの建設・再生、  
利水ダム等において貯留水を  
事前に放流し洪水調節に活用

[国・県・市]  
土地利用と一体となった遊水  
機能の向上

### 持続可能な河道の流下能力の維持・向上

[国・県・市]  
河床掘削、引堤、砂防堰堤、  
雨水排水施設等の整備

### 氾濫水を減らす

[国・県]  
「粘り強い堤防」を目指した  
堤防強化等

## ② 被害対象を減少させるための対策

### リスクの低いエリアへ誘導/ 住まい方の工夫

[県・市、企業、住民]  
土地利用規制、誘導、移転促進、  
不動産取引時の水害リスク情報提供、  
金融による誘導の検討

### 浸水範囲を減らす

[国・県・市]  
二線堤の整備、  
自然堤防の保全

氾濫域



## ③ 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

### 土地のリスク情報の充実 氾濫域

[国・県]  
水害リスク情報の空白地帯解消、  
多段型水害リスク情報を発信

### 避難体制を強化する

[国・県・市]  
長期予測の技術開発、  
リアルタイム浸水・決壊把握

### 経済被害の最小化

[企業、住民]  
工場や建築物の浸水対策、  
BCPの策定

### 住まい方の工夫

[企業、住民]  
不動産取引時の水害リスク情報  
提供、金融商品を通じた浸水対  
策の促進

### 被災自治体の支援体制充実

[国・企業]  
官民連携によるTEC-FORCEの  
体制強化

### 氾濫水を早く排除する

[国・県・市等]  
排水門等の整備、排水強化

## 流域治水プロジェクト ～一級水系(109水系)、二級水系(12水系)で策定・公表～

- 「流域治水プロジェクト」は、国、流域自治体、企業等が協働し、河川整備に加え、雨水貯留浸透施設や土地利用規制、利水ダムの事前放流など、各水系で重点的に実施する治水対策の全体像を取りまとめたものであり、今般、全国109の一級水系、12の二級水系で策定・公表しました。
- 本プロジェクトのポイントは、①様々な対策とその実施主体の見える化、②対策のロードマップを示すとともに各水系毎に河川事業などの全体事業費の明示、③協議会によるあらゆる関係者と協働する体制の構築を行ったことです。
- 今後、関係省庁と連携して、プロジェクトに基づくハード・ソフト一体となった事前防災対策を一層加速化するとともに、対策の更なる充実や協働体制の強化を図ります。

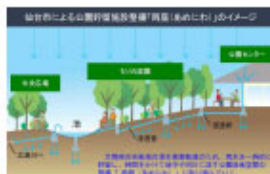
### 【ポイントその①】 様々な対策とその実施主体を見える化

#### ① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

- ・ 堤防整備、河道掘削、ダム建設・再生、砂防関係施設や雨水排水網の整備 等



河道掘削  
(石狩川水系、北海道開発局)



公園貯留施設整備  
(名取川水系、仙台市)



用水路の事前水位低下による雨水貯留  
(吉井川水系、岡山市)

#### ② 被害対象を減少させるための対策

- ・ 土地利用規制・誘導、止水板設置、不動産業界と連携した水害リスク情報提供 等



二線堤の保全・拡充  
(脇川水系、大洲市)



災害危険区域設定  
(久慈川水系、常陸太田市)



住宅地盤嵩上げに対する助成  
(梯川水系、小松市)

#### ③ 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

- ・ マイ・タイムラインの活用、危機管理型水位計、監視カメラの設置・増設 等



自主防災活動による畳堤設置  
(堀保川水系、たつの市)



避難訓練の支援  
(五ヶ瀬川水系、高千穂町)



公園等を活用した高台の整備  
(庄内川水系、冬島町)

### 【ポイントその②】 対策のロードマップを示して連携を推進

- ・ 目標達成に向けた工程を段階的に示し、実施主体間の連携を促進

- 短期：被災箇所の復旧や人口・資産が集中する市街地等のハード・ソフト対策等、短期・集中対策によって浸水被害の軽減を図る期間(概ね5年間)
- 中期：実施中の主要なハード対策の完了や、居住誘導等による安全なまちづくり等によって、当面の安全度向上を図る期間(概ね10年～15年間)
- 中長期：戦後最大洪水等に対して、流域全体の安全度向上によって浸水被害の軽減を達成する期間(概ね20～30年間)

#### <ロードマップのイメージ>

区分	主な対策内容	実施主体	工程		
			短期	中期	中長期
氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策	河道掘削	河川事務所、都道府県、市町村	→	→	→
	ため池等の活用	市町村	→	→	→
被害対象を減少させるための対策	浸水リスクの低いエリアへの居住誘導	市町村	→	→	→
	浸水防止板設置	市町村	→	→	→
被害の軽減、早期復旧・復興のための対策	公園を利用した高台整備	市町村	→	→	→
	地区タイムラインの作成	都道府県、市町村	→	→	→

### 【ポイントその③】 あらゆる関係者と協働する体制の構築

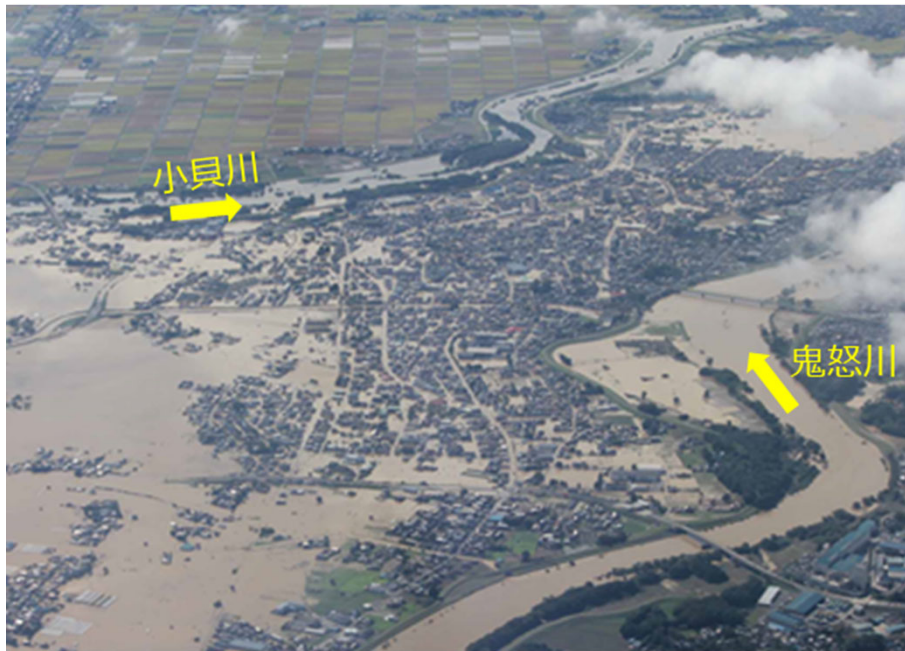


流域治水協議会開催の様子

- ・ 全国109の一級水系全てにおいて、総勢2000を超える、国、都道府県、市町村、民間企業等の機関が参画し、協議会を実施。
- ・ 地方整備局に加え、地方農政局や森林管理局、地方気象台が協議会の構成員として参画するなど、省庁横断的な取組として推進



平成27年9月関東・東北豪雨



### 社会資本整備審議会答申（平成27年）

「市町村や住民に災害発生に関する切迫度が上昇していく状況が効果的に伝わるよう、  
（中略）**切迫度等を分かりやすく伝える仕組みを整備すること**」

「氾濫の切迫度をリアルタイムで伝えることができるような**水位情報提供システム等の開発を進めること**」

### 社会資本整備審議会答申（平成30年）

「**洪水予報の高度化**」  
「**洪水予測や水位情報の提供の強化**」

逃げ遅れ等で、約4,300人が救助  
国土交通省関東地方整備局HPより引用・加筆

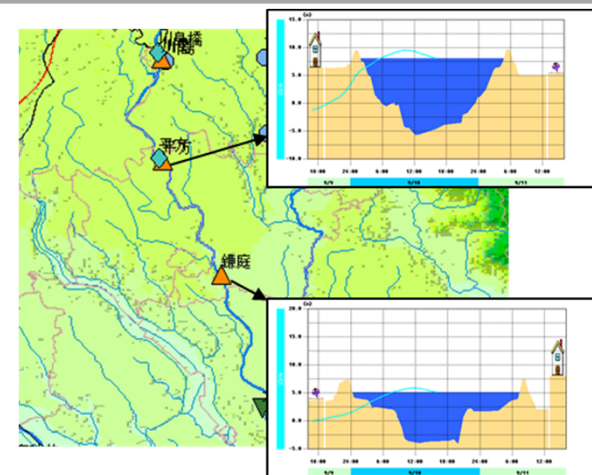
- ・河川砂防技術研究開発公募「洪水予測技術の研究開発」（平成25～26年）
- ・SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）第1期（平成26～30年）

国総研 「洪水危険度見える化プロジェクト」  
（現在の「水害リスクライン」）

過去

## 点情報(3時間先までのポイント水位予測)

水害リスクライン実装以前は、水位観測所の「点情報」としての実況、予測水位の情報を提供。



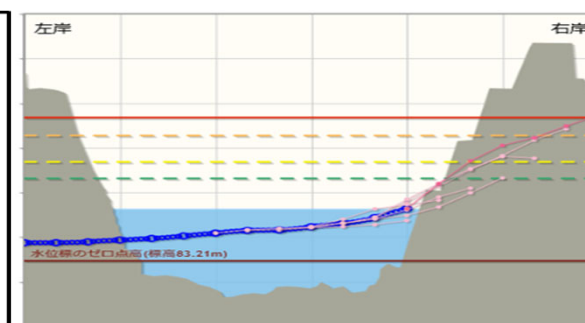
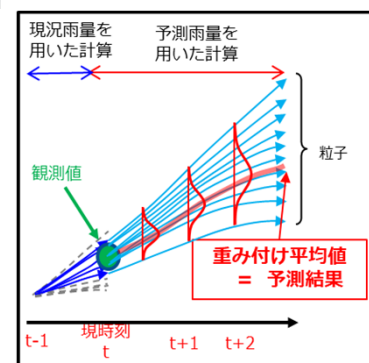
現在

## 線情報(6時間先までの縦断水位予測)



### 【水位予測の高精度化のための導入技術】

- ・粒子フィルタ(予測モデルを観測値に同化させる技術)
- ・カスケード同化 (計算量を縮減する技術)
- ・流出解析 (土研分布モデル) + 一次元不定流

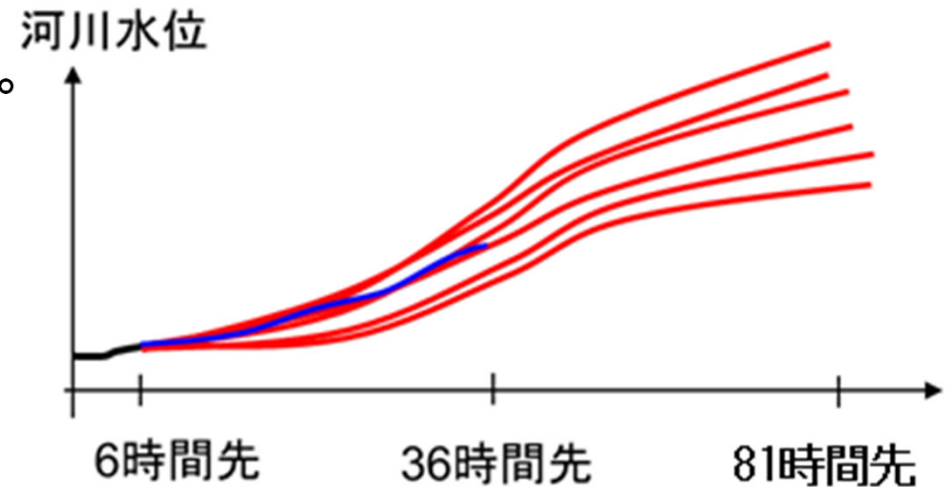


水位情報の表示

## 線情報(81時間先までの縦断水位予測)

### 【新技術導入その1】

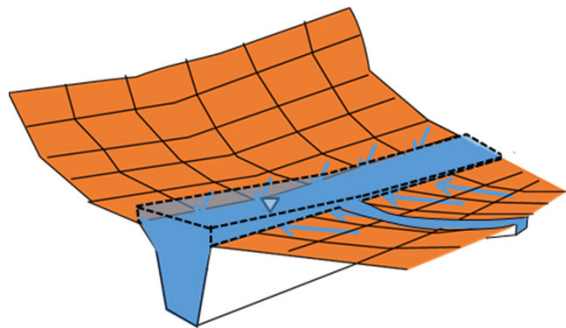
単一の予測値としては、6時間先→36時間先へ。  
一部河川は気象庁アンサンブル降雨予測等を活用し、将来の不確実性を「水位予測の幅」として示す形で 81時間先の洪水予測を実現。



### 【新技術導入その2】

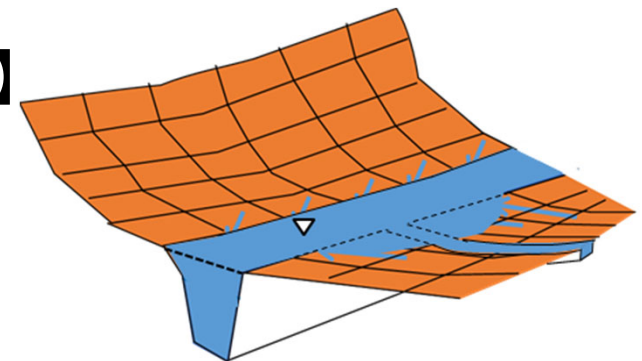
新たな流出解析手法 (Ver.1.0: 土研式分布モデル⇒ Ver.2.0: RRI (降雨-流出-氾濫解析)モデル) の導入等により、山地等での河川の氾濫を考慮することを可能とし、河川水位予測の精度を向上。

### 【現在】



※ 氾濫による河川流量の変化を考慮できない (いわゆる「壁立て計算」)

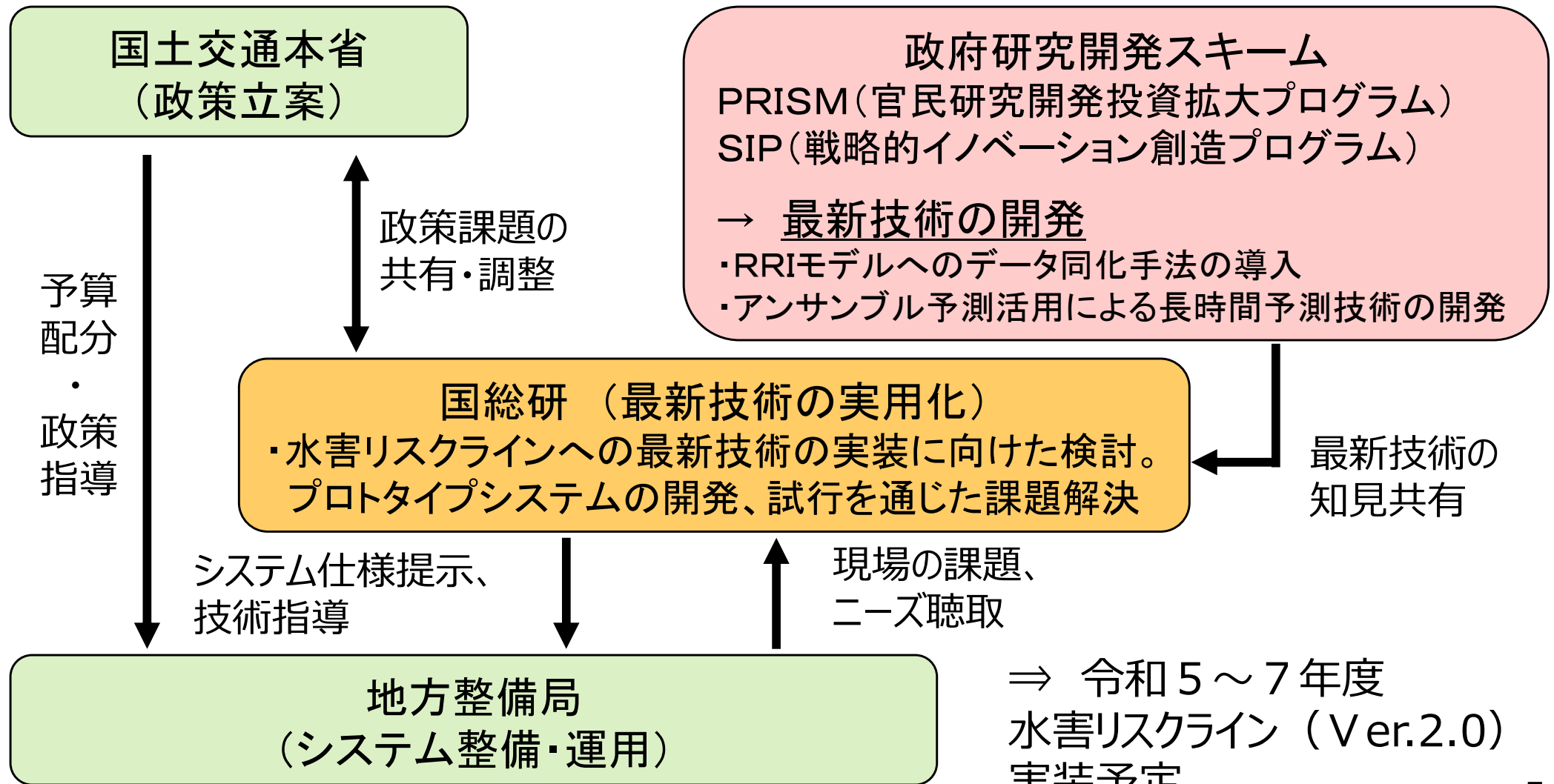
### 【新技術導入後】



※ 氾濫による河川流量の変化を考慮可能

## 開発体制: 関係機関と連携し、現場のニーズや最新技術を結集してシステムを開発

国総研は、国土交通本省や地方整備局と連携し、政策課題や現場ニーズを把握するとともに、政府の研究スキーム（PRISM, SIP）の一員・協力機関として、同スキームで開発された最新技術を実用化し、水害リスクラインに実装する役割を担う。





# 3. 洪水予測システムのVR表示技術開発

内閣府 令和3年7月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会報告(令和4年)

「災害の切迫感や臨場感の伝達不足」等から「避難情報が発令されても、住民が適切に避難行動をとれていないのではないか」

災害の切迫感や臨場感をより分かりやすく市町村や住民に伝えるための改善が必要



国土交通省荒川下流河川事務所HPより引用

3次元管内図の事例（荒川12KP付近）

<https://www.youtube.com/watch?v=Mvg0P6X632o>

- 全1級水系で3次元管内図が整備予定（令和7年度予定）
- Project PLATEAUにより都市モデルも整備される予定

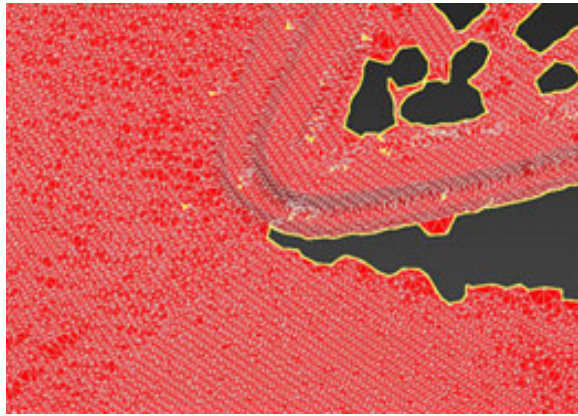
→ 3次元データは今後整備が進む

水害リスクラインの追加機能として

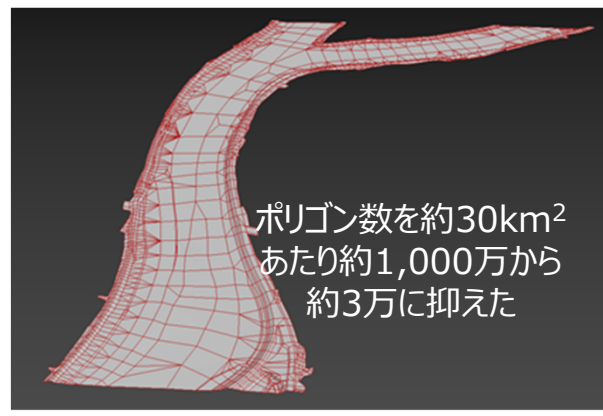
VR（仮想現実）技術を活用した河川水位予測の3次元表示の技術を開発中

- ① 操作性（情報表示の迅速さ）
- ② エフェクト（切迫感・臨場感を高める視覚上の効果）
- ③ アクセシビリティ（様々な機器、OSに対応可能）

オリジナルのLPデータから直接作成した  
3次元地形メッシュ



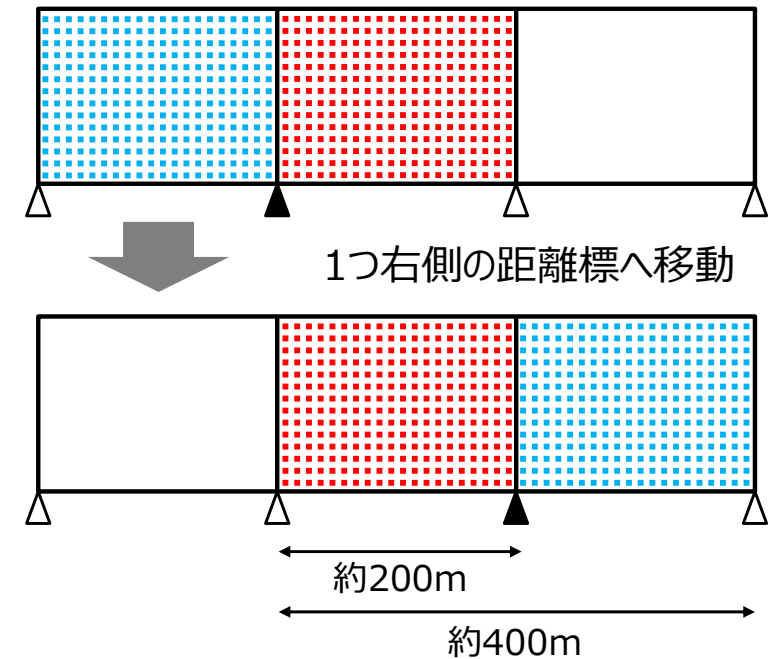
リトロジーを行った  
3次元地形メッシュ



リトロジー：形状に合わせた面の張り直し作業

複雑な形状の箇所はポリゴン数を多く、形状変化の少ない箇所はポリゴン数を少なくする工夫

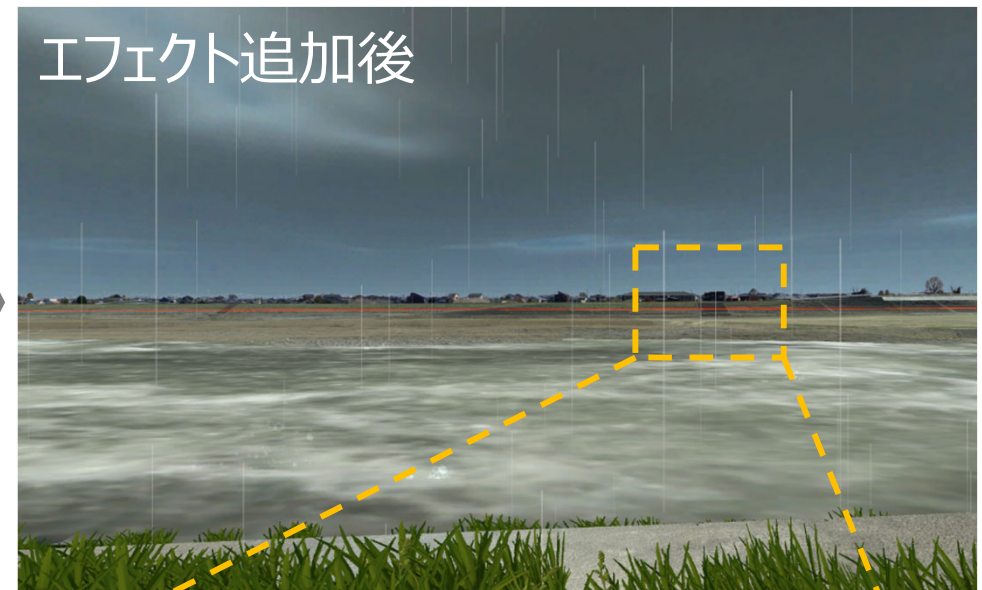
データ量（Byte）が**1/500程度**となり、データ伝送効率と表示効率の両方が向上し、1画面あたりの描画にかかる時間は**約1分から約0.1秒に短縮**



距離標間で重複するデータ(赤点)は画面切替え時に再度読み込まない工夫

画面切替時の表示負荷の軽減

- ① 操作性（情報表示の迅速さ）
- ② **エフェクト**（切迫感・臨場感を高める視覚上の効果）
- ③ アクセシビリティ（様々な機器、OSに対応可能か）



藤村ら（2019）のVR避難実験結果：  
「河川の濁りが顕著」に視認できる時間帯で避難率上昇

## 臨場感に関するエフェクト

- ・水面の濁り（水位に応じて変化）
- ・水面の揺動（流速、水しぶき）
- ・曇天
- ・降雨（実測・予測雨量に応じて変化）



## CCTVカメラ



## 3次元表示



夜間同時刻での比較 (2022/9/19 0:00 山国川26.8KP付近)

### 【利点】

- ・6時間先までの予測を3次元表示可能、夜間や風雨等でも状況視認可能
- ・自由に画角やズーム変更、CCTVカメラ未設置箇所への切替表示が可能

### 【課題】

- ・VR表示により臨場感が増すため、予測情報の誤差や、左右岸の高さの差による水位の見え方・感じ方の違いが、これまで以上に住民行動へ影響することへの懸念
  - ・災害時のアクセス集中によるサーバーダウン等の障害の懸念
- 防災担当者等の意見を踏まえた表示の改善、情報処理の工夫等とともに、洪水予測の更なる精度向上が必要 (次世代型の洪水予測システムへ)

## ＜次世代洪水予測システムの開発に向けた「流域治水デジタルテストベッド」の検討＞

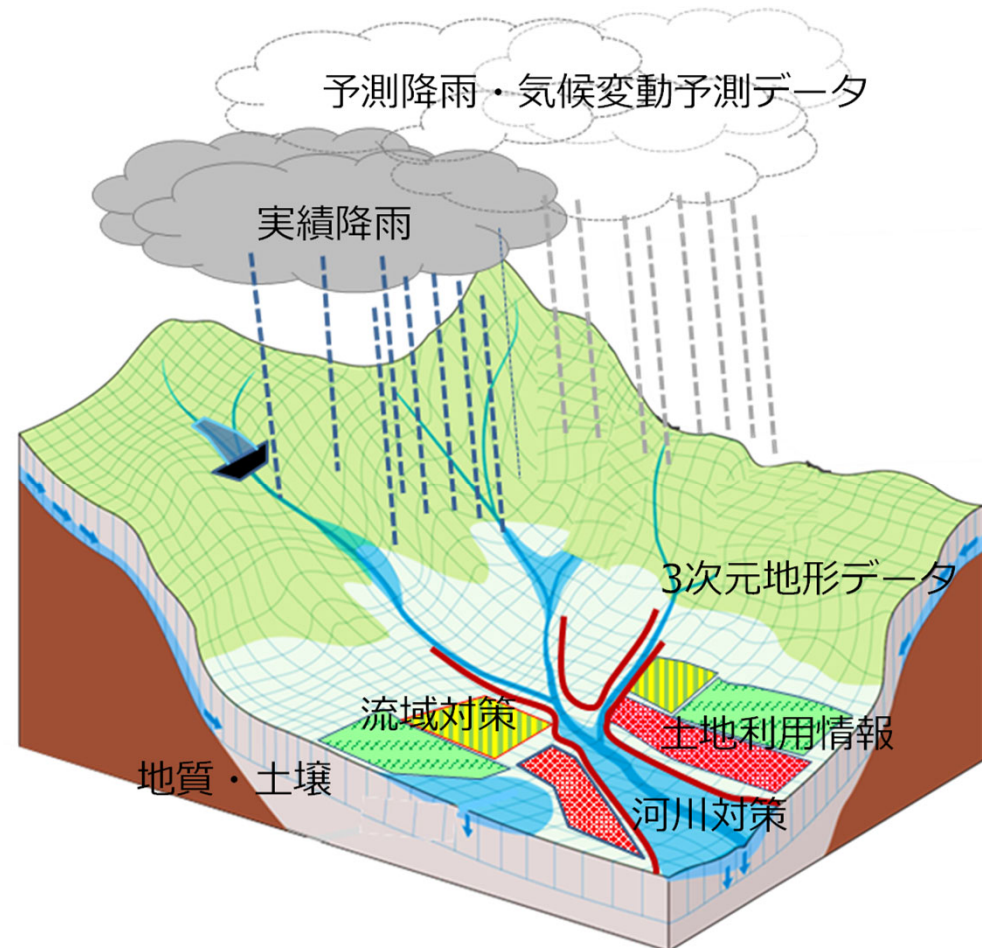
- 気候変動による水災害の激甚化・頻発化への備えとして、**国として必要な洪水予測技術**及び流域治水立案技術の**開発を加速**するため、サイバー空間上の実証試験基盤（デジタルテストベッド）を整備する。
- 本基盤整備によりオープンイノベーションを加速させ、より早期の流域防災技術の開発・実装を目指す。

サイバー空間に流域を再現（デジタルツインを作成）し、気候変動・流域関連の各種データと演算・評価機能を組み合わせた実証実験基盤を整備。**洪水予測**や、対策効果の「見える化」等の技術開発を促進。

将来気候の予測等の気候変動関連データを活用できる機能

3次元地形データ等で流域のデジタルツインを作成し、水理計算に必要な関連の各種データを活用できる機能

洪水予測や流出解析、効果の見える化等の演算機能や技術の評価機能



※注：以下は今後の検討の結果、変更の可能性があります。

## ○次世代洪水予測システムの要求性能

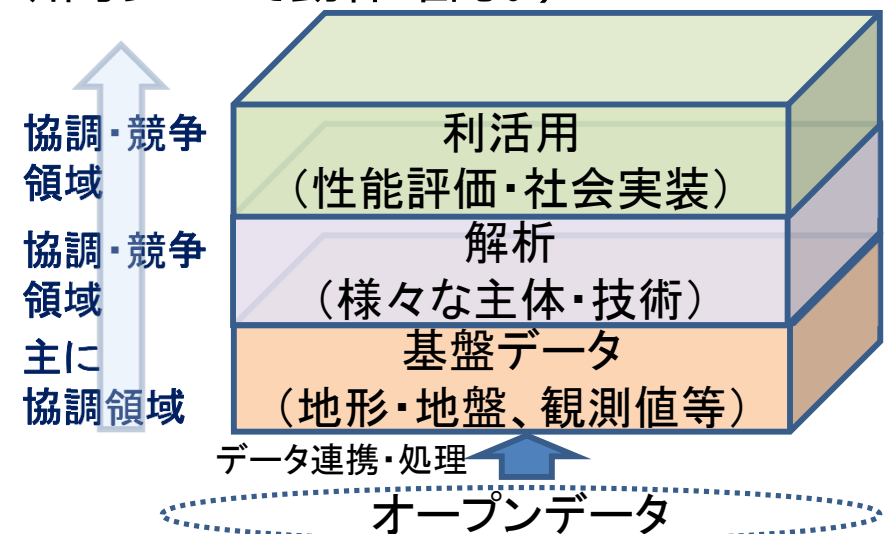
(例えば)

- ・解析技術の精度向上 (解析の高次元化、パラメータ設定・データ同化の工夫等)
- ・計算の高速化、安定化 (予測の長時間化、予測区間の延伸への対応等)
- ・分かりやすく「伝わる」情報表示 (線的 (左右岸) →面的 (浸水域)、3次元表示等)
- ・(関連) データ・計算プロセスの品質管理、観測技術の高度化、洪水実績の再解析 (精度検証) 等

## ○次世代洪水予測システムの技術開発の推進方策

(従来：国総研でプロトタイプシステムを作成、国総研内サーバで動作確認。)

- ・上記要求性能に対応した次世代システムの技術開発を推進する場として、実証試験基盤 (デジタルテストベッド) のあり方を検討予定。



流域治水デジタルテストベッド検討にあたっての概念図

- 国総研は「スマートシティ事例集【導入編】」を公開。
- URL <http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/>
- 都市問題に対して導入可能性のある新技術を1対1で紹介(全国76事例)。



# GIとして緑の機能評価手法及び整備・管理手法に関する研究



## 背景・問題点

- 社会資本整備、土地利用等のハード・ソフト両面において、「自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるもの」としてグリーンインフラ(GI)導入への期待
- GIとしてみどりが有する多様な機能の導入による効果について定量的に評価できる手法が少ないため、GI導入前の現況把握や計画及び事業評価などの際に、明確に効果を示せることができていない

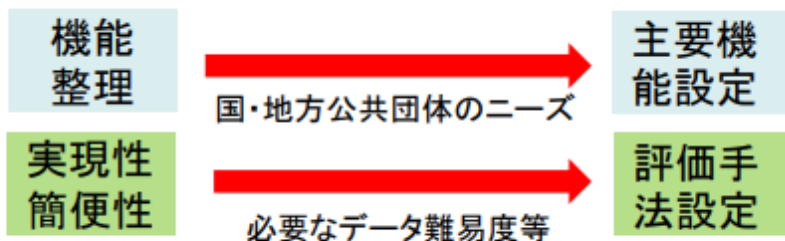
## 研究開発の目標(技術的課題)

- 国内のGI評価に適応可能な評価手法、及び継続的に機能が発揮できるような整備・管理手法の提示

## 研究内容

### ①評価手法の開発

GIが有する多様な機能について、機能や効果ごとに評価が可能な手法とGIの実装に向けて、分かりやすく、使いやすい評価手法を整理



### ②評価手法の検証

①で整理した手法を国内事例で検証、特にa) 雨水貯留浸透能力やb) 景観形成等を簡便に評価できる調査手法を提示



※簡便な調査方法の例  
左：Mini Disk Infiltrometer (METER社) (a)  
右：AI緑視率調査プログラム (国総研) (b)

### ③整備・管理手法の整理

(今後実施)