

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 河川研究部長

福濱 方哉

○ 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
 [国・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 氾濫域
 [国・県・市]
 二線堤の整備、自然堤防の保全



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

1. 国の洪水予測システムの概要
 - ・水害リスクライン(Ver.1.0) , 水害リスクライン(Ver.2.0)
2. 次世代洪水予測システムの技術開発に向けて
 - ・災害の切迫感・臨場感が「伝わる」水位予測VR表示の開発
 - ・次世代洪水予測システムの技術開発における周辺状況
 - ・次世代洪水予測システムの技術開発に向けた検討事項

1. 国の洪水予測システムの概要

平成27年9月関東・東北豪雨



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

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」

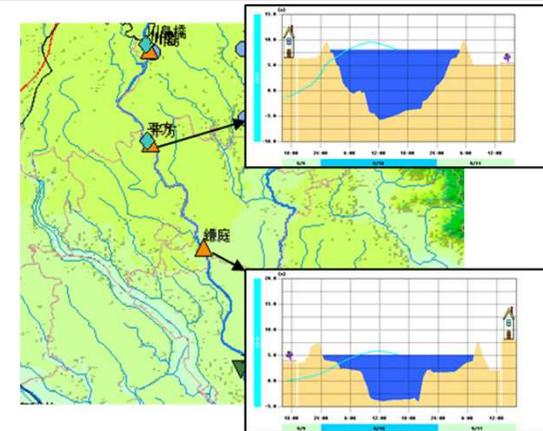
- ・河川砂防技術研究開発公募「洪水予測技術の研究開発」（平成25～26年）
- ・SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）第1期（平成26～30年）

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」）

点情報(3時間先までのポイント水位予測)

過去

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。



線情報(6時間先までの縦断水位予測)

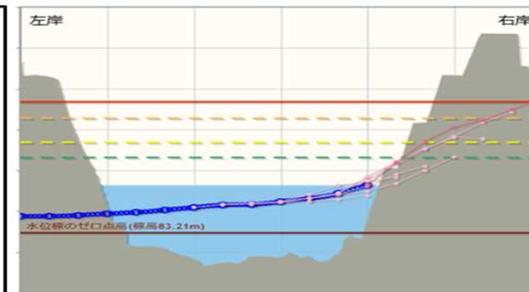
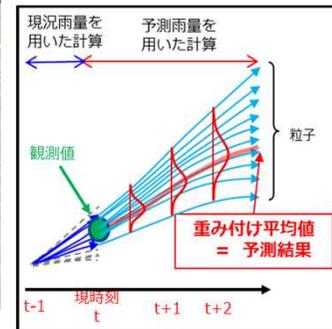
現在

水害リスクライン (令和元年～)



【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

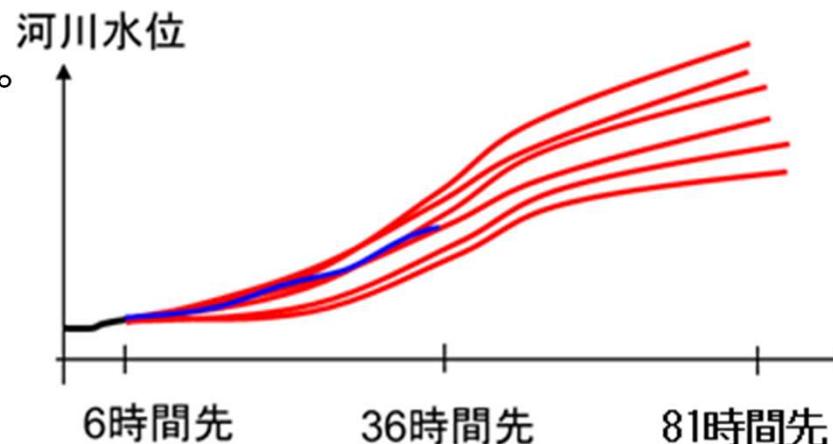


水位情報の表示

線情報(81時間先までの縦断水位予測)

【新技術導入その1】

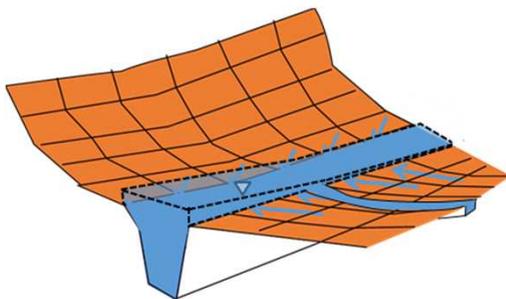
単一の予測値としては、6時間先→36時間先へ。
一部河川は気象庁アンサンブル降雨予測等を活用し、将来の不確実性を「水位予測の幅」として示す形で 81時間先の洪水予測を実現。



【新技術導入その2】

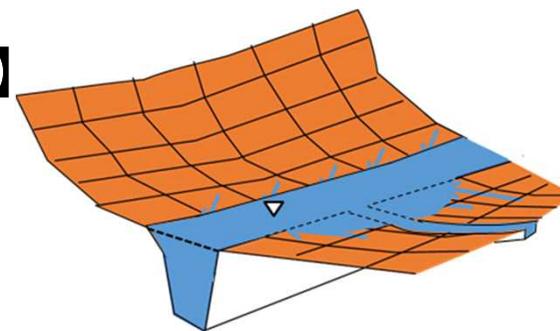
新たな流出解析手法 (Ver.1.0: 土研式分布モデル⇒
Ver.2.0: RRI (降雨-流出-氾濫解析)モデル) の導入等により、山地等での河川の氾濫を考慮することを可能とし、河川水位予測の精度を向上。

【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】

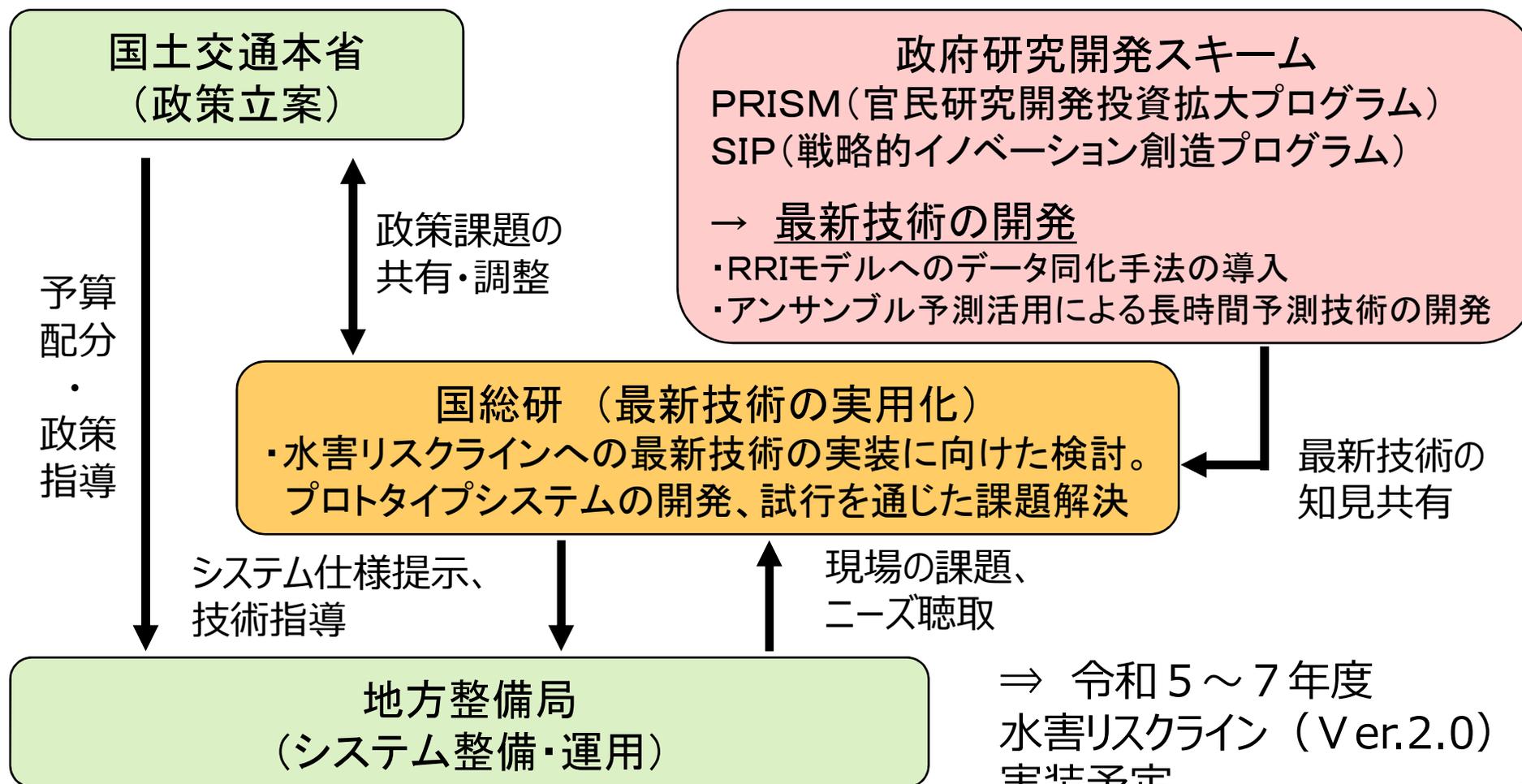


※ 氾濫による河川流量の変化を考慮可能

水害リスクライン(Ver.2.0)(開発中)について

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。



2. 次世代洪水予測システムの技術開発に向けて

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

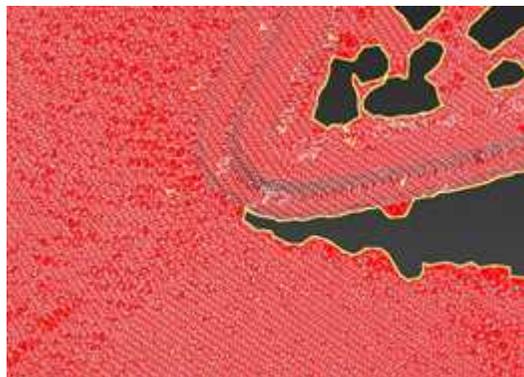
→ 3次元データは今後整備が進む

水害リスクラインの追加機能として

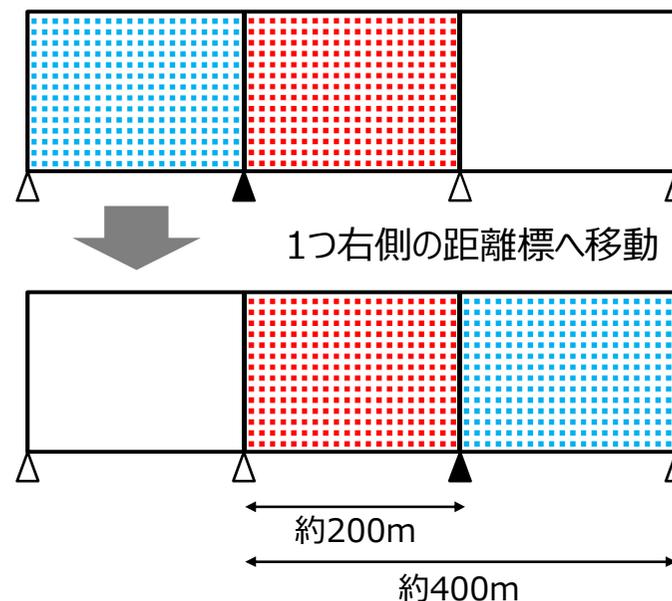
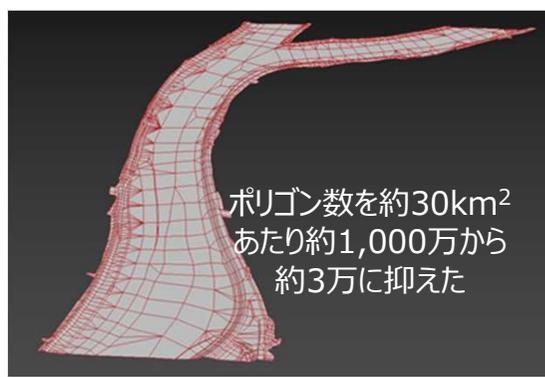
VR（仮想現実）技術を活用した河川水位予測の3次元表示の技術を開発中

- 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

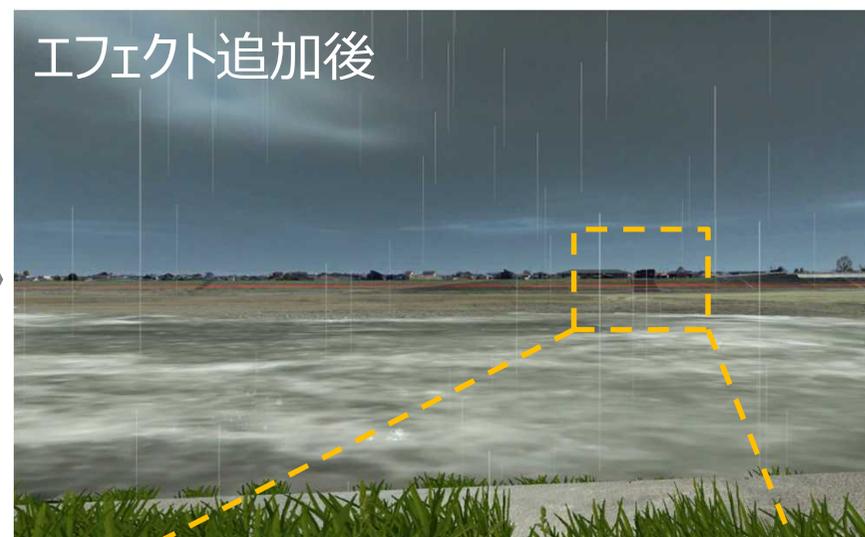
複雑な形状の箇所はポリゴン数を多く、形状変化の少ない箇所はポリゴン数を少なくする工夫

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

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

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）



災害の切迫感・臨場感が「伝わる」水位予測VR表示の開発



解説付動画（国総研Youtubeチャンネル）へのリンク

<https://www.youtube.com/watch?v=wB7lScn Ex4>

令和4年度：

モデル水系（山国川）の自治体の防災担当者等の意見聴取を実施し、改良を加えた上で、水害リスクラインのオプション機能を検討中。

CCTVカメラ（橋梁より下流位置）



3次元表示（橋梁より上流位置）



夜間同時刻での比較（2022/3/21 20:50 山国川26.8KP付近）

【利点】

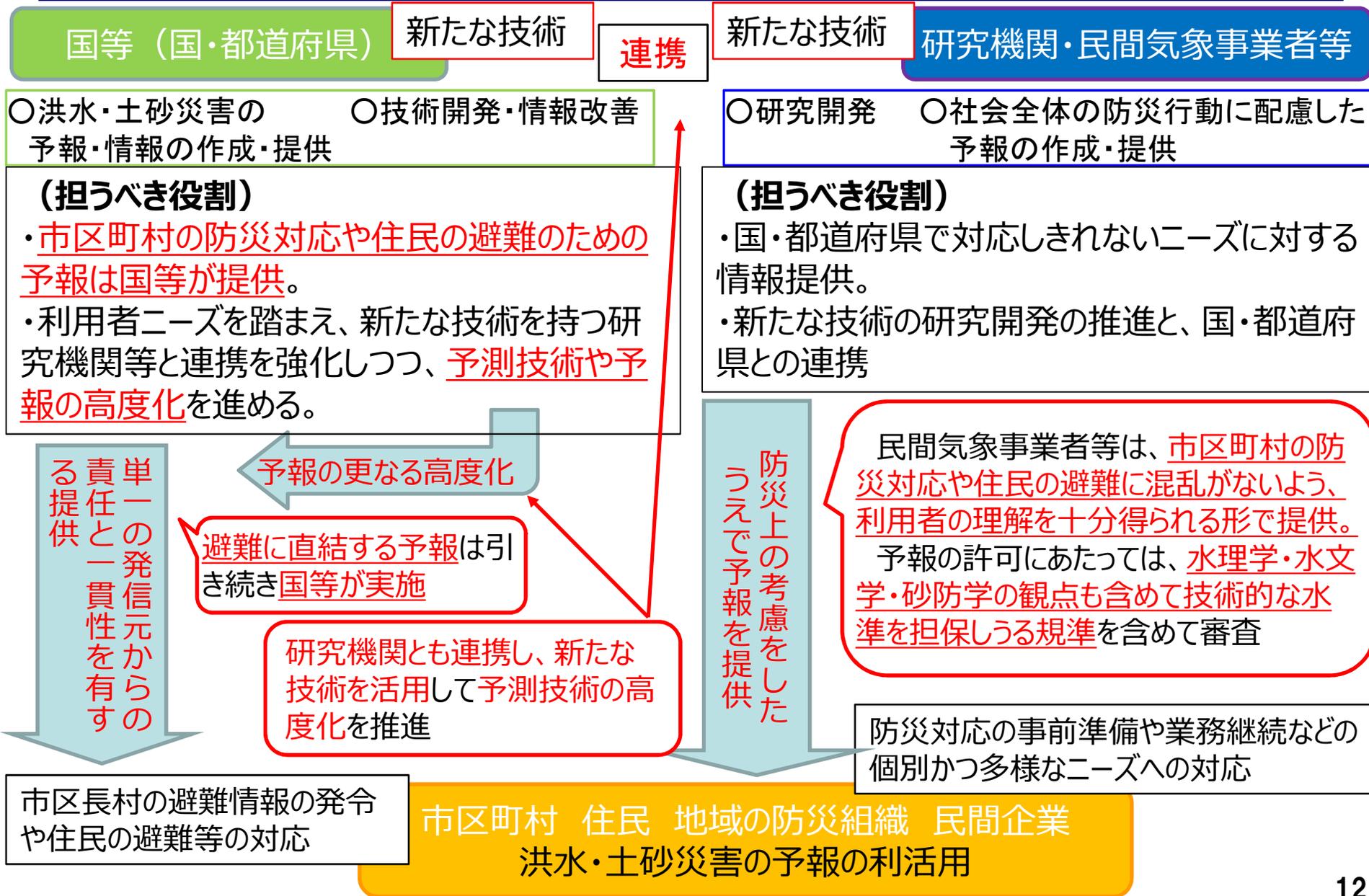
- ・6時間先までの予測を3次元表示可能、夜間や風雨等でも状況視認可能
- ・自由に画角やズーム変更、CCTVカメラ未設置箇所への切替表示が可能

【課題】

- ・予測情報が実態と大きく乖離した場合における住民への影響に関する懸念
 - ・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**

次世代洪水予測システムの技術開発における周辺状況

「洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会報告書(令和3年10月)」をもとに作成



「洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会報告書」(令和3年10月)【抜粋】

- 国等は、広く一般に対する防災情報として洪水及び土砂災害の予報を提供し、市区町村の防災対応や住民等の避難に資する役割を引き続きになっていくために、予報の継続的な高度化を推進。
- 予報高度化に向けて、予測技術の高度化や、予測の基盤となる観測の充実、受け手にわかりやすく「伝わる」ための情報提供、技術開発に関する国と研究機関、民間気象事業者等の連携を進めることが必要。

官民が連携した予測技術の更なる高度化

- 官民が連携し、国等の予測技術の高度化のため研究機関等の技術の評価・実装体制の強化、研究機関等における技術の高度化のための国等が保有するデータの提供を進めていくべき。

「経済財政運営と改革の基本方針 2022」(令和4年6月)【抜粋】

- 新しい資本主義の実現に向け、「人への投資」、「科学技術・イノベーションへの投資」、「スタートアップへの投資」、「GXへの投資」、「DXへの投資」の分野について、計画的で大胆な重点投資を官民連携の下で推進する。
- 大学・民間等の技術開発の促進に向けたインフラデータのオープン化・データ連携の推進、中小建設企業へのICT施工の普及支援等によるi-Constructionの推進など、インフラ分野のDXを加速し、生産性を高める。
- 激甚化・頻発化する水害・土砂災害や高潮・高波への対策として、流域治水の取組を推進する。(中略) デジタル技術等を活用した防災・減災対策の高度化 (中略) を推進する。

<流域治水デジタルテストベッドのコンセプト>

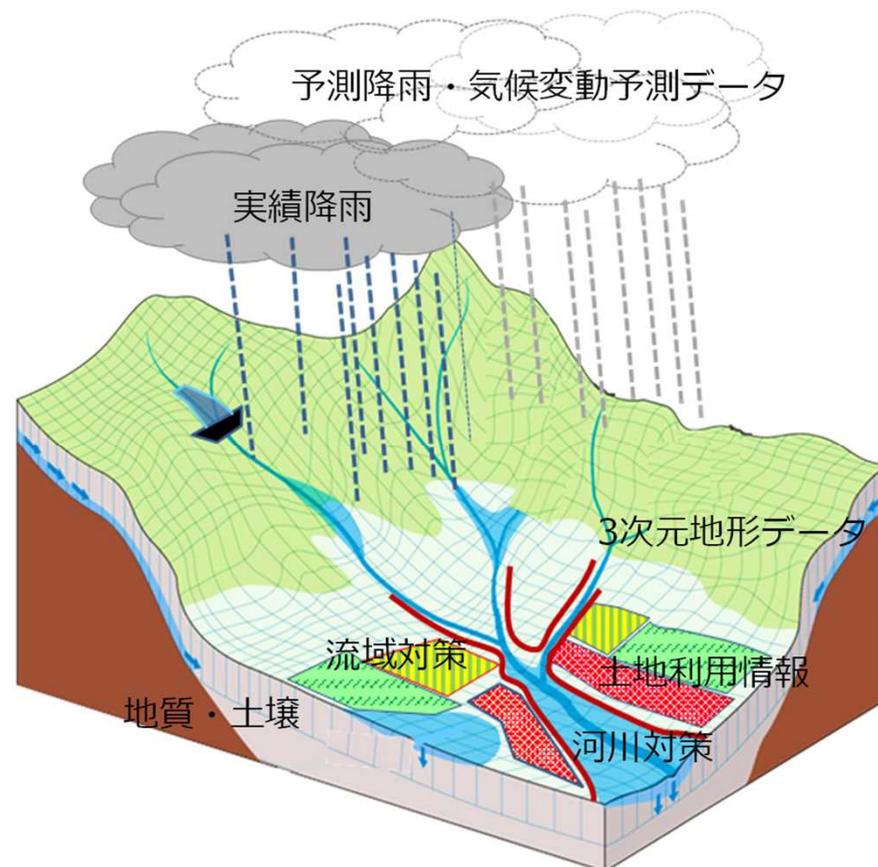
- 気候変動による水災害の激甚化・頻発化への備えとして、国として必要な**洪水予測技術**及び流域治水立案技術の開発を加速するため、サイバー空間上の実証試験基盤（デジタルテストベッド）を整備する。
- 本基盤整備によりオープンバージョンを加速させ、より早期の流域防災技術の開発・実装を目指す。

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

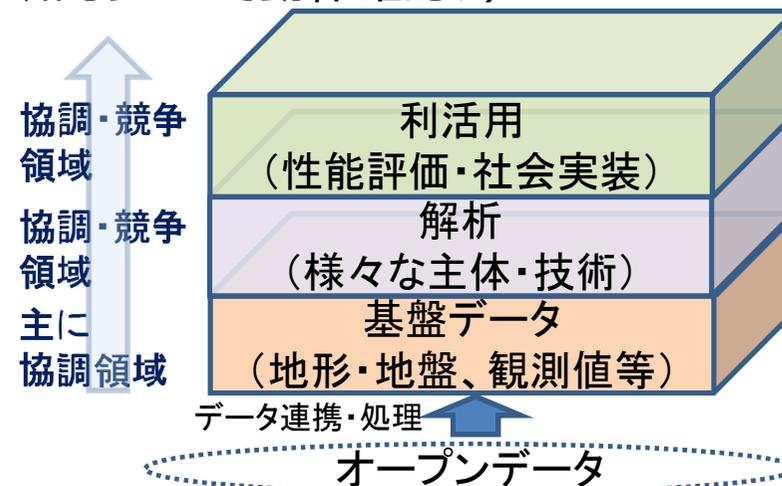
(例えば)

- ・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