

流域治水デジタルテストベッド共創webセミナー

第5回 「流域治水デジタルテストベッド」の整備はどこまで進んだか

～整備状況の中間報告と今後の展望～

令和6(2024)年12月19日

国土技術政策総合研究所 河川研究部
水循環研究室長

竹下 哲也

【第5回セミナーの要点】

1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等
2. 令和6(2024)年度の整備状況
 - 1) 洪水予測の技術開発用テストベッド
 - 2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド
 - 3) データ連携技術
 - 4) 官民連携支援
3. 今後の展望
4. 意見交換

1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等

1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等

<目的>

- 気候変動による水災害の頻発・激甚化への備えとして、国として必要な洪水予測の高度化等のための技術開発の促進や流域治水対策の立案を支援するため、サイバー空間に流域を再現（デジタルツイン）し、サイバー空間上の実証実験基盤（デジタルテストベッド）として運用する。
- 官民連携による技術開発を加速させ、より早期の流域防災技術の開発・実装を目指す。
- 令和7（2025）年度の運用開始を目標。

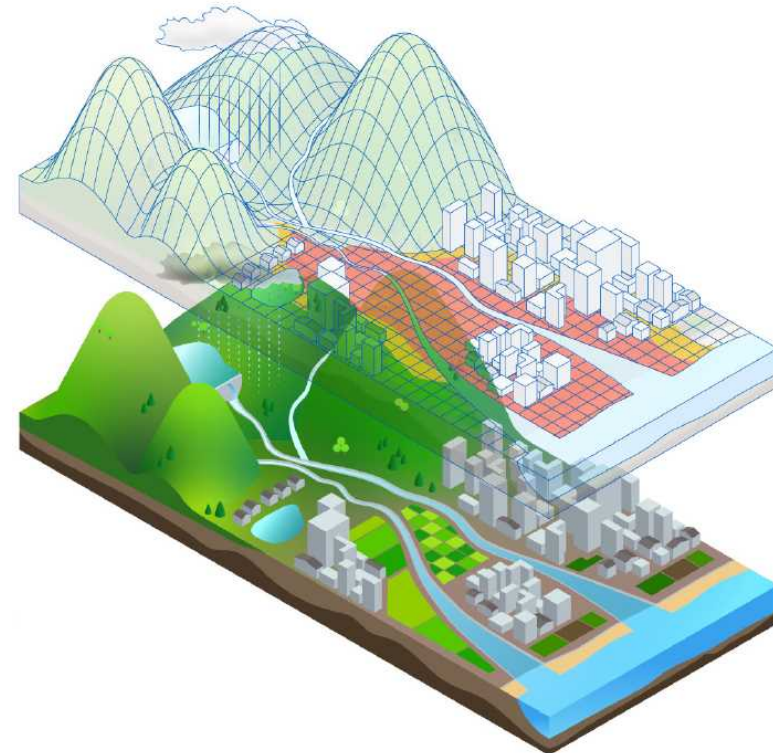
オープン化された流域・気象関連の各種データで流域デジタルツインの実証実験基盤を整備・運用。

- 1) 洪水予測の高度化等の技術開発の促進
- 2) 流域治水対策の立案を支援

流域関連データ（3次元地形データ等）
気象データ（降雨、気候変動予測等）
で流域のデジタルツインを作成



- 1) 洪水予測の高度化等の技術開発の促進
- 2) 流域治水対策の立案を支援
を実現！



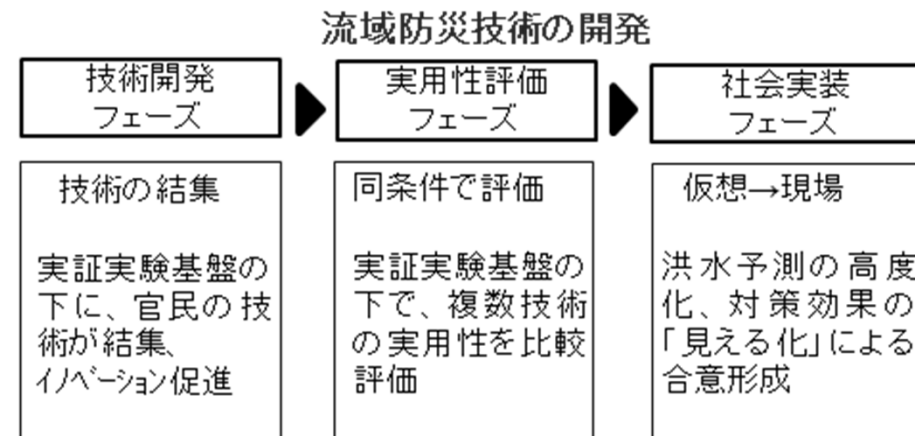
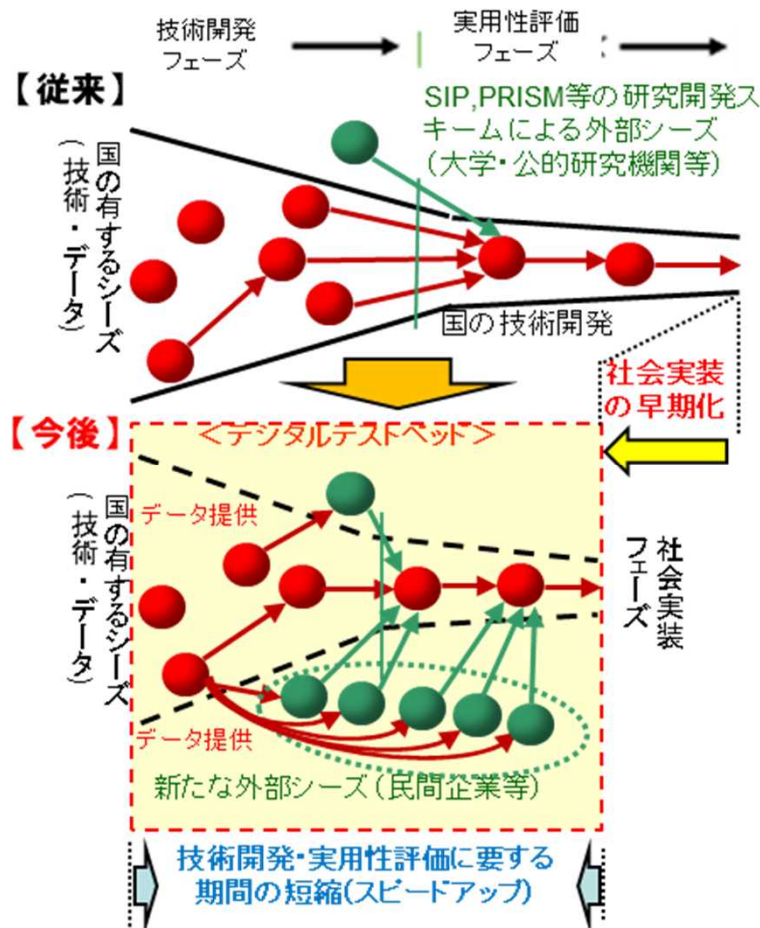
1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等

<目的のつづき>

流域治水デジタルテストベッドの整備により、

- ・技術・データが結集されることで**官民連携によるイノベーションの促進**
- ・複数技術の実用性を比較評価

することが可能となり、技術開発や実用性評価に要する期間の短縮が期待される。



1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等

令和7年度水管理・国土保全局概算要求資料（令和6年8月）

4. 流域総合水管理を支える取組

流域治水デジタルテストベッドの整備による技術開発の促進

- サイバー空間上に流域の各種データと演算・評価機能を組合せた**実験場(デジタルテストベッド)**を整備し、**洪水予測の高度化等のための技術開発の促進や流域治水対策の立案を支援する。**
- また、デジタルテストベッドをオープンにして、民間企業や大学等が防災・減災に資する新技術の実用性評価を実施すること等により、**民間の知見も活用した官民連携による技術開発の加速化を図る。**

【目的・概要】

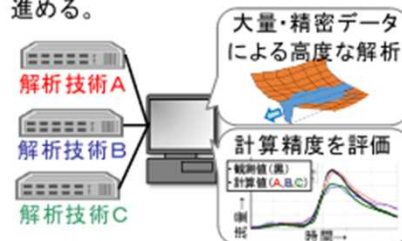
- ①洪水予測の高度化等のための技術開発
洪水時の大量の観測データ等の処理や高負荷の計算を可能とする環境整備により、洪水予測の更なる高精度化等の技術開発が可能となる。
- ②流域治水対策の立案を支援
災害リスクや治水対策・流域対策の効果の定量化・可視化が可能となり、より適切な対策の立案や関係主体・住民との合意形成を支援。
- ③官民連携による技術開発の加速化
解析のための実験場を民間や大学にも提供することで、新技術の実用性の比較評価が可能となり、官民による技術開発から現場実装に至る期間の短縮が可能となる。

【スケジュール】

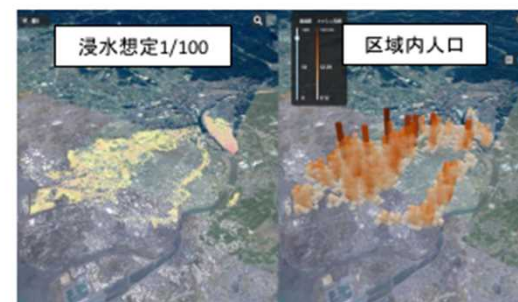
- 令和6年度まで
 - ・デジタルテストベッドの各構成要素(基盤データ、解析、利活用)のプロトタイプ作成
 - ・先行検討水系(27水系)における機能の試行
- 令和7年度以降
 - ・デジタルテストベッドの整備(109水系)
 - ・デジタルテストベッドの運用による官民連携の技術開発・サービス開発の促進

【取組内容】

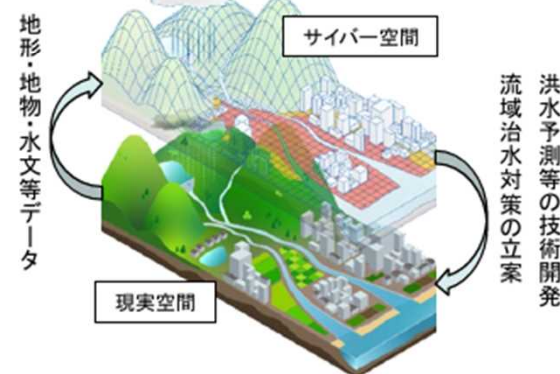
- ①洪水予測に関する解析モデルの多様化・高度化や処理データの大容量化、計算負荷に対応した環境整備を進める。



- ②水害リスクや治水対策効果の見える化により、流域治水の自分事化やリスクコミュニケーションを支援。

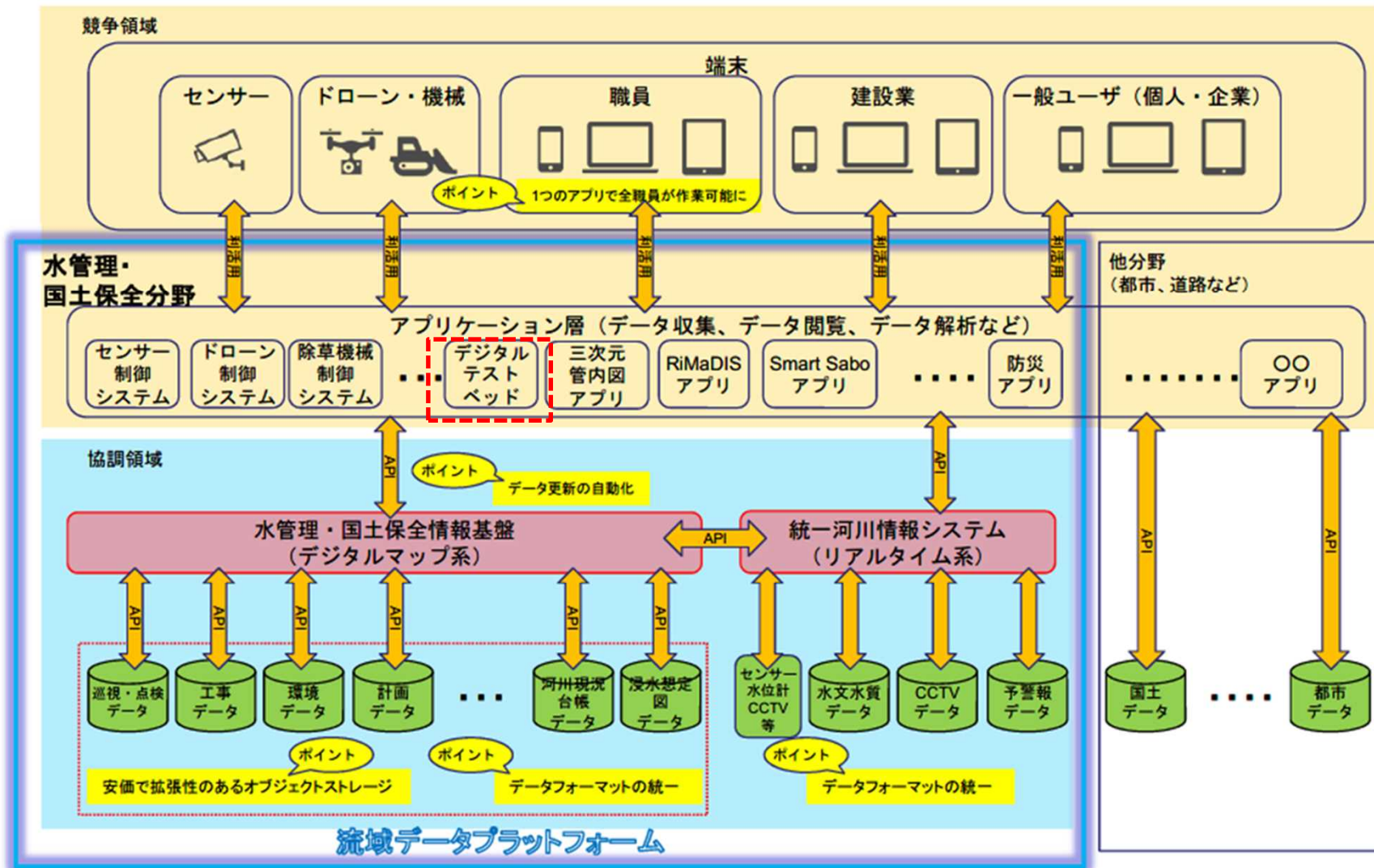


- ③民間企業や大学等がデジタルテストベッドを活用し、ソフトウェアの新規開発や性能確認を行うことで、リスクコミュニケーションへの活用や新たな防災サービス等の創出も期待される。



サイバー空間上に構築したデジタルテストベッドのイメージ図

1. 流域治水デジタルテストベッドの概要等



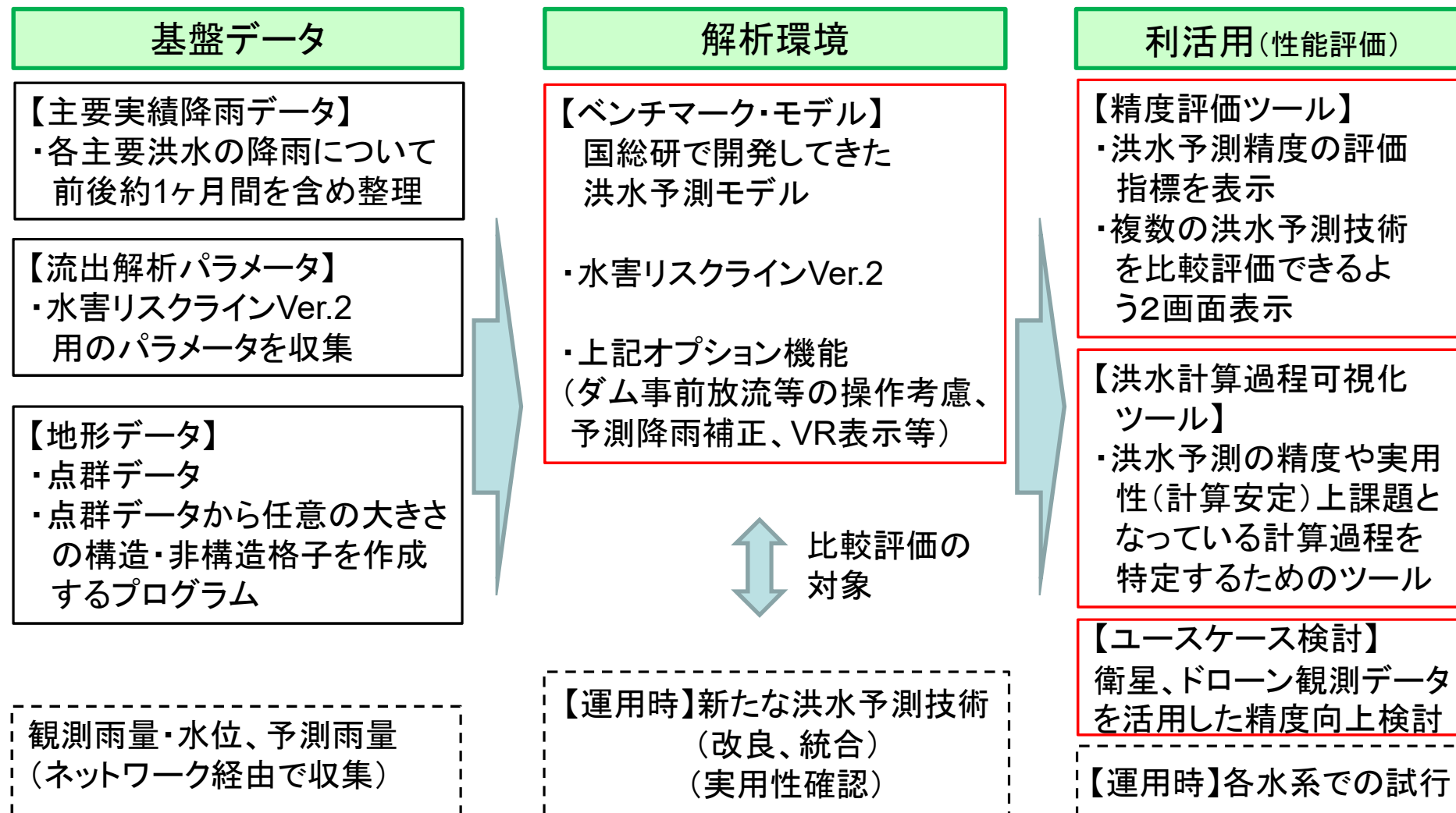
流域データプラットフォーム概念図

2. 令和6(2024)年度の整備状況

1) 洪水予測の技術開発用テストベッド

2.1)洪水予測の技術開発用テストベッド①(全体概要)

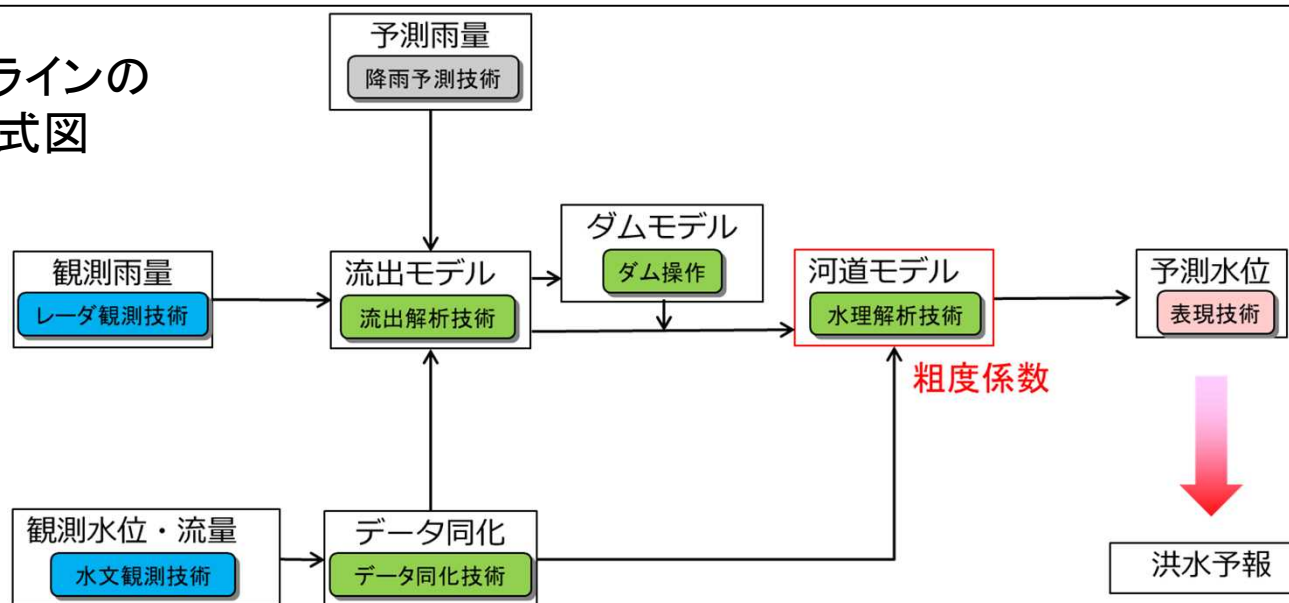
・洪水予測の技術開発用テストベッドとして、現在、以下の内容についてデータの収集整理（国管理109水系を対象）や、各種プログラムの作成を実施中。



2.1)洪水予測の技術開発用テストベッド②(ベンチマーク・モデル)

- ・洪水予測の技術開発用テストベッドには、**ベンチマーク・モデル**(他の技術との比較対象)として、国総研で開発してきた、国の洪水予測システム「水害リスクラインVer.2(令和7年度までに実装予定の第2世代のモデル)」を搭載予定。
- ・上記モデルに加え、同じく国総研で開発してきたオプション機能(現場実装に至っていない開発途上の段階の各種要素技術)についても併せて搭載予定。

水害リスクラインの
システム模式図



水害リスクラインVer.2: 河川からの氾濫を考慮(流出モデル(RRIモデル)、河道からの横越流考慮)
長期予測(アンサンブル予測降雨を活用し約3日先まで。ただし実用性について確認中)

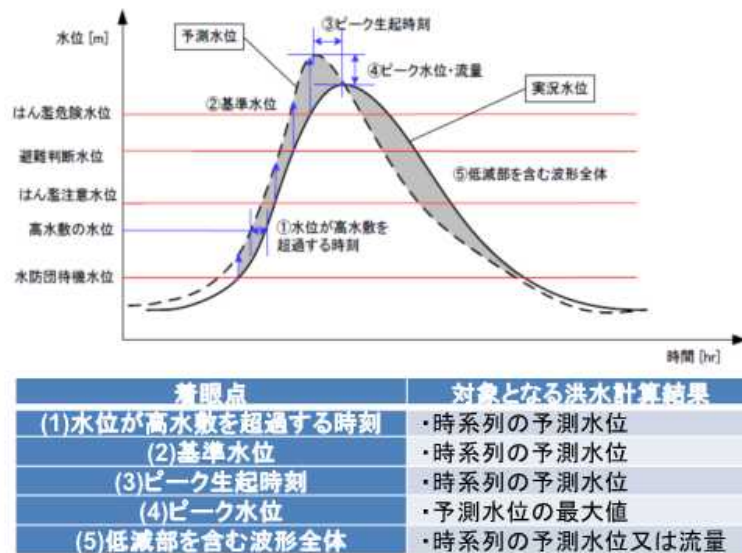
開発途上のオプション機能: ダム事前放流等の操作の考慮、線状降水帯を考慮した予測降雨の補正機能、
水位予測情報の3次元可視化機能

(※注:国総研では山国川、川内川を対象に上記のモデルを作成)

2.1)洪水予測の技術開発用テストベッド③(精度評価等)

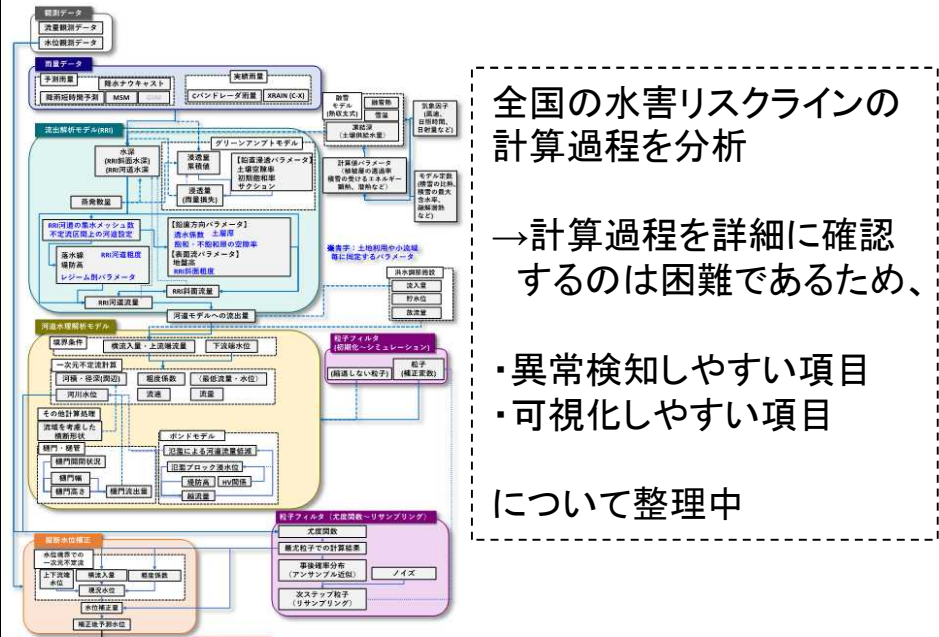
洪水予測技術の精度評価や、同技術の精度、実用性(計算安定)の確認を行うために必要となる「**精度評価ツール**」、「**洪水計算過程可視化ツール**」について、機能設計を実施中。

【精度評価ツール】



洪水予測精度について、
 ・ピーク水位等の着眼点を整理
 ・平均平方二乗誤差(RMSE)や適中率等、約20指標の中から、洪水予測の精度評価として有用なものを検討
 →精度評価ツールの機能設計に活用。

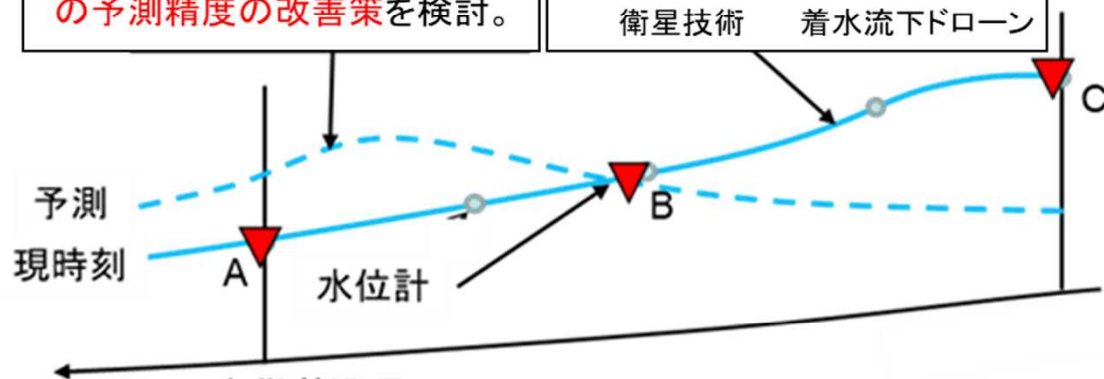
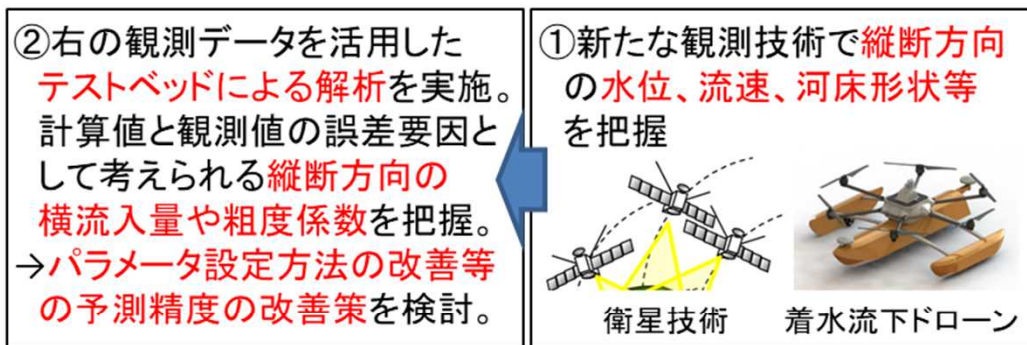
【洪水計算過程可視化ツール】



縦断図等で異常検知箇所が表示できるか等について検討中。

2. 1)洪水予測の技術開発用テストベッド④(ユースケース)

洪水予測の技術開発のユースケースとして、国総研で現在実施しているSAR衛星や着水流下ドローンの観測データ(縦断方向の水位、流速等)を活用した洪水予測精度の改善策に関する研究をテストベッド上で行う場合に必要となる諸条件について検討中。



200~500m 間隔で右の基礎式により計算。
 →縦断水位の観測データが無い。
 →縦断水位の計算値と観測値の誤差要因として考えられる縦断方向の横流入量や粗度係数が不明。

連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

横流入量

運動方程式

一次元不定流モデル

$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{Q}{A^2} \frac{\partial Q}{\partial x} + g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{gn^2 Q^2}{R^{4/3} A^2} = 0$$

粗度係数

A: 河道断面積、Q: 流量、q: 横流入量
 H: 水深、g: 重力加速度、R: 径深、n: 粗度係数

2. 令和6(2024)年度の整備状況

2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド

2.2)流域治水対策の立案支援用テストベッド①(全体概要)

流域治水対策の立案支援用テストベッドについて、降雨・地形・地物等の各種データの収集整理や、対策検討を支援する各種プログラムの作成を実施中。

基盤データ

【主要実績降雨データ】

- ・各主要洪水の降雨について前後約1ヶ月間を含め整理
- ・基準点上流に加え、集水域全体、小流域、ダム上流域、氾濫域(内水)単位で整理

【気候変動予測降雨データ】

- ・d4PDF(5km),d2PDF(5km)

【地形・地物データ】

- ・点群データ
- ・点群データから任意の大きさの構造・非構造格子を作成するプログラム
- ・点群データと地理院ベクトルタイルから簡易建物高表示

浸水想定区域、リスクマップ
各種オープンデータ(人口等)

解析環境

【予備検討用モデル】

- ※一般的に利用されている以下のモデルを搭載予定
- ・流出解析(RRI)モデル
- ・河道解析等モデル(iRIC)

【要素モデル】

- ・任意地点上流の実績降雨データの算出プログラム
- ・田んぼダムモデル
- ・下水等排水モデル

【運用時】各水系において

- ・現在活用(精度確認)されている水理解析モデル
- ・空間解像度の精緻化、新技術活用等で新規作成された水理解析モデル

利活用(流域治水対策立案支援)

【降雨データ利用支援プログラム】

- ・実績降雨、気候変動予測降雨の時空間分布を3次元・図表で可視化

【治水評価指標可視化ビューア】

- ・浸水リスク内の人口等、治水評価指標を3次元・図表で可視化

【ユースケース検討】

- ・過去・現在・将来データの活用による流域治水の自分事化支援ツールの研究開発

【運用時】各水系での試行(独自のデータ、技術の活用)

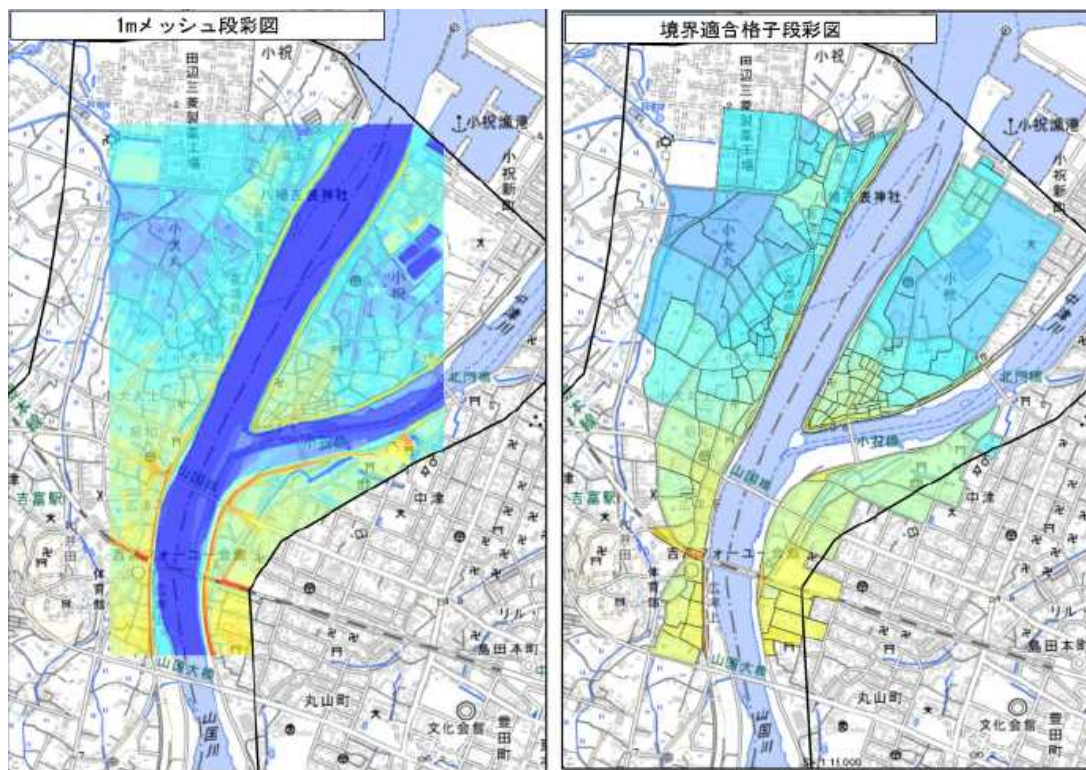
(一部データは解析を介さずに、利活用)

2.2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド②(地形データ)

過去10カ年(H25(2013)~R4(2022)年)の土木学会論文を対象に、地形データの格子形式等を調査した結果、**構造格子が多い**。格子サイズは5mが多く、最小の格子サイズは2m。

→このため、テストベッド上での実験の目的に応じて、格子幅を変えられるようにするため、「**点群データから任意の格子幅の構造・非構造格子データを作成できるGISソフトウェアのプラグイン**」を作成。(GISソフトウェアはオープンソースのQGIS)

→また、空間解像度より**浸水計算時間の迅速化を重視**するニーズへの対応として、「**道路境界を考慮した非構造格子(境界適合格子)データを作成できるプラグイン**」も作成。



構造格子(1m格子)

境界適合格子(道路境界)

地形データの格子形式の調査

格子形式	流出	河道	氾濫
構造(一律)	76%(16件)	63%(5件)	71%(25件)
構造(ネスティング)	0%(0件)	0%(0件)	9%(3件)
非構造(一律)	5%(1件)	13%(1件)	14%(5件)
非構造(ネスティング)	5%(1件)	13%(1件)	3%(1件)
その他	14%(3件)	13%(1件)	3%(1件)

※注1)構造格子:座標に沿って四角形で規則的に配列された格子

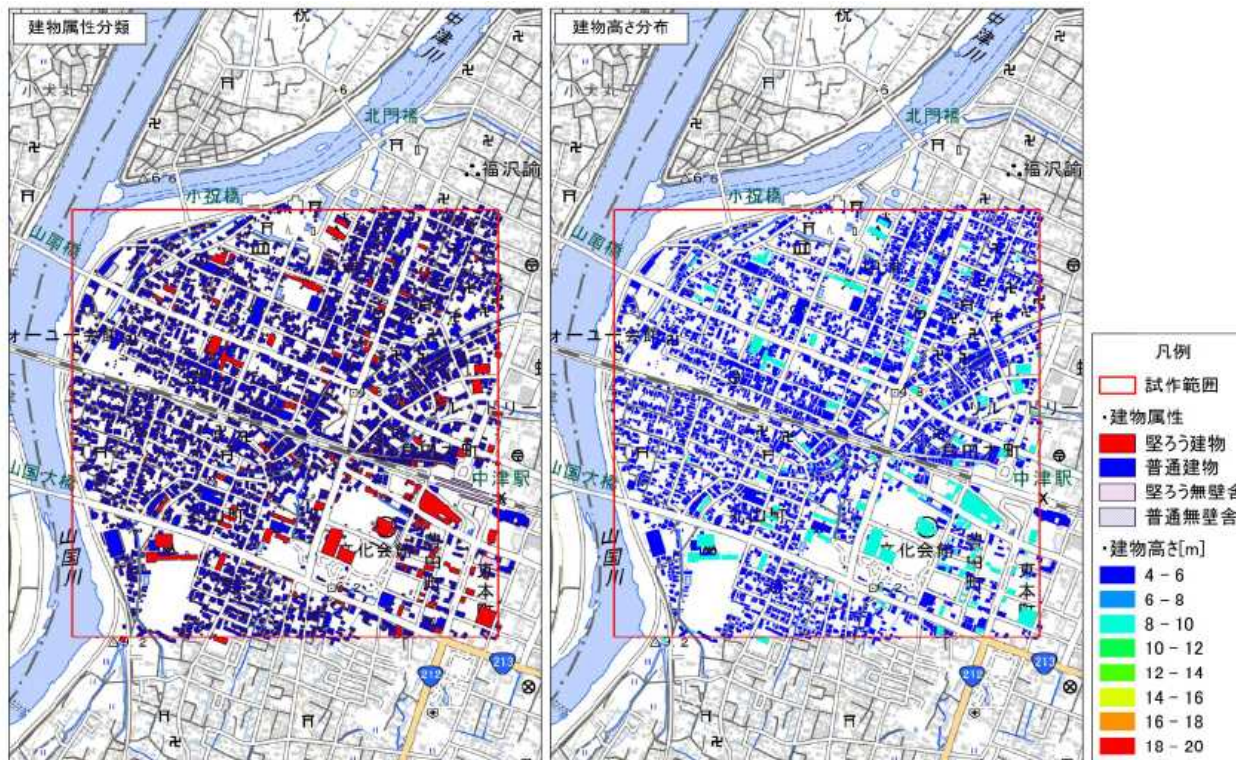
※注2)非構造格子:構造格子以外のもので、三角形等不規則に配列された格子

※注3)ネスティング:部分的に格子の空間解像度を変化させたもの。

出典:国土地理院標準地図に加筆して作成

2. 2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド③(地物データ)

地物データは、3次元建物モデル(PLATEAU)や電子国土基本図が今後整備される。
→なお、3次元建物モデル等の全国整備には一定の時間がかかるため、暫定的措置として
国土地理院ベクトルタイルの建物データ(機械判読可能)と点群データを組合せ、簡易に建物高を表示できる方法を整理中。



国土地理院ベクトルタイル
(機械判読できるデータ)

点群データから判読できる
建物高

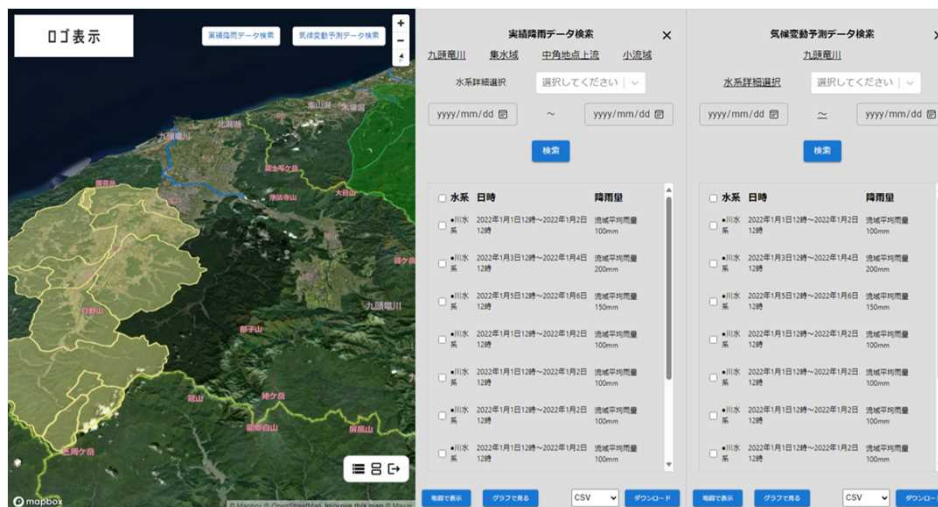
精緻な3次元建物モデル(PLATEAU)が整備途上の地域でも、ベクトルタイルや点群データを活用して、**簡易に建物高を表示できる方法を整理中。**



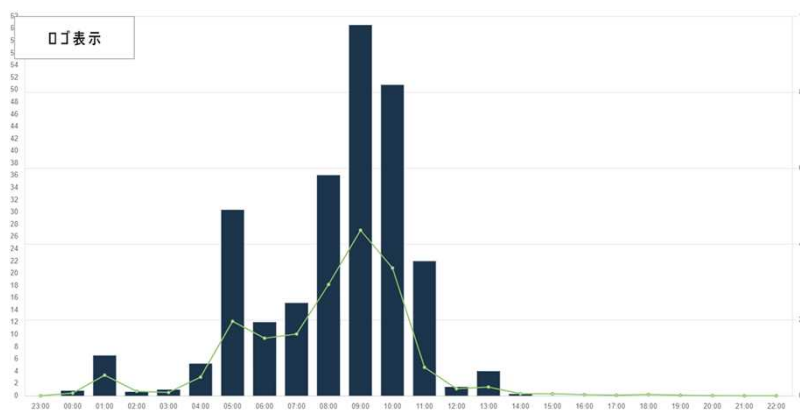
出典: 国土地理院標準地図に加筆して作成

2. 2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド④(降雨データ)

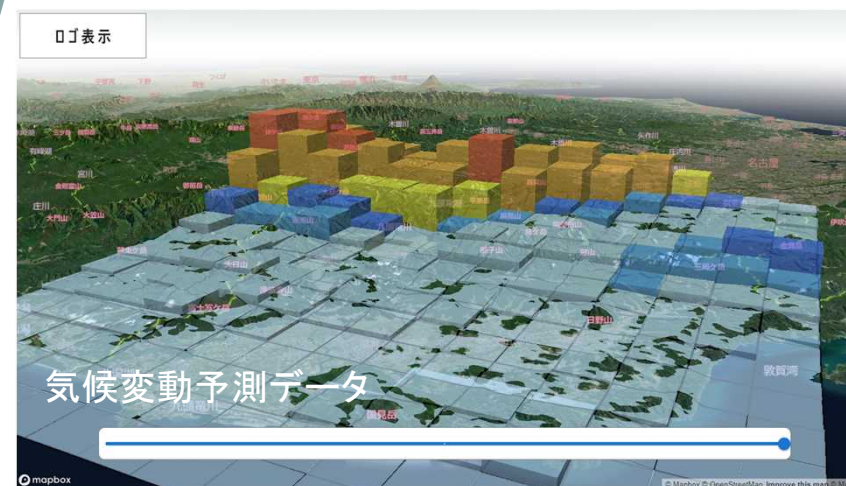
・治水計画の検討時に用いられる**既往の主要洪水に関する降雨データ**（実測の小流域毎の流域平均雨量データ、Cバンドレーダ同時刻合成雨量データ）と**気候変動予測データ**（年最大の流域平均雨量をもたらす降雨イベントに関する降雨データ）の**時空間分布を3次元・図表で可視化できるプログラムを開発中。**



① 表示させたい領域と降雨事例を選択。



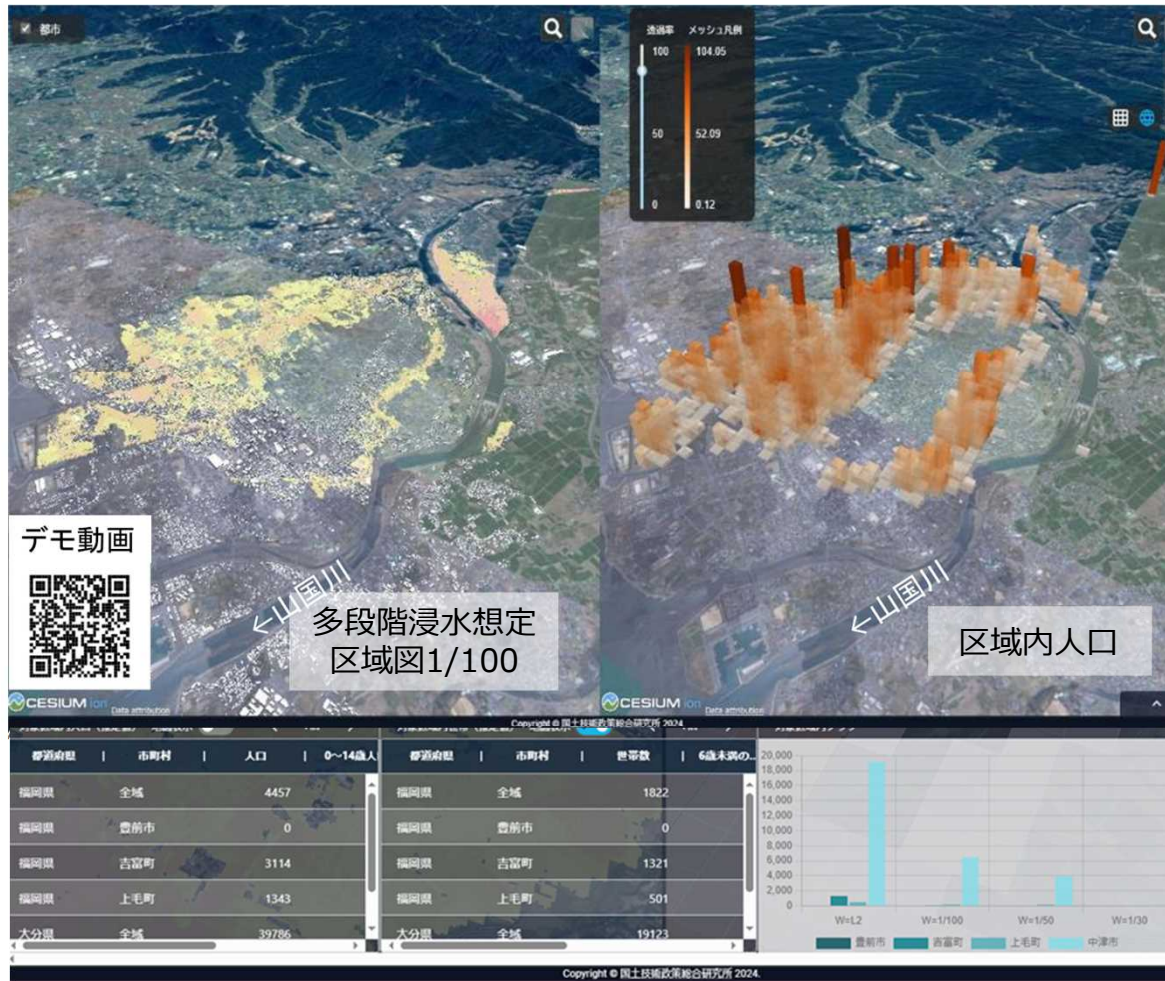
降雨データのグラフ表示機能や
降雨データの加工機能、ファイル出力機能も追加予定



② 3次元地図上に降雨データを可視化

2.2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド⑤(治水評価指標)

・「浸水想定区域図電子化ガイドライン(第4版)」に基づき作成された浸水リスク(浸水想定区域、リスクマップ、対策効果を考慮し解析した結果等)のデータと、国土数値情報(人口等)を比較表示することで、流域治水対策の立案を支援する可視化ビューアを開発中。



流域治水対策の検討の必要性に応じて、3次元、図表により各種指標を表示



行政界、重要施設の表示

現在検討中の機能例

- ・浸水範囲の時系列データの表示
- ・立地適正化区域、浸水継続時間、流速(電子データがある場合)
- ・閲覧者の属性に応じた表示内容の選択機能
- ・表示情報(数値、図表)の出力機能、着色の変更機能 等

2.2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド⑥(ユースケース)

・流域治水対策の立案支援用テストベッドの実用性を高めるためのユースケースとして、大学、民間企業への委託研究として「流域デジタルツインを用いた流域治水の自分事化支援ツールに関する研究開発」をR6年度実施中。

【その1】奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 加藤博一 教授(副学長) 他

(概要)

- ・机上のミニチュア仮想世界を(客観的に)観察できるAR環境と、その仮想世界に入り実物大の仮想世界として(主観的に)体験できるVR環境を「行き来」できる技術を活用し、自分事化支援ツールを開発。
- ・研究代表者が委員長である「防災・減災コンソーシアム」(大学、自治体、企業で構成)の活動として、地域住民を対象とした流域治水の自分事化ワークショップを開催予定。

→水害リスクについて流域全体を俯瞰した客観的な把握と、個別箇所に注目した主観的な把握の両方を可能とし、流域治水の自分事化を支援。

(対象水系) 大和川、紀の川(吉野川)



研究グループの有する技術(出典:研究グループの研究計画書)

【その2】パシフィックコンサルタンツ(株) デジタルサービス 事業本部 流域防災事業室長 飯田進史 他

(概要)

- ・過去の災害伝承が地域住民にとって水害リスクを自分事として捉える上で効果的であることを踏まえ、これに、現在、未来の水災害リスク(浸水範囲、人口等の変化)を連続的にデジタルツインで表現。
- ・地域住民にとって普段見えないところ(堤防の河川区域側、家や事業所の外、地区の上流側・下流側における河川水位の上昇等)で起きる洪水や浸水をデジタルツインで表現。

→流域全体の水害リスクを俯瞰して客観的に把握することを可能とし、流域治水の自分事化を支援。

(対象水系) 富士川(釜無川・笛吹川)



笛吹川バックウォーター現象(例)

研究グループの有する技術(出典:研究グループの研究計画書)

2. 2) 流域治水対策の立案支援用テストベッド⑦(ユースケース)

- ・各研究グループは、河川管理者の有するデータやオープンデータを活用し、流域治水の自分事化につながるデータの活用方法を、現場試行を通じて検討。
- ・データの処理・表示・利用等の一連の成果は、テストベッド整備・運用の参考とする予定。

【その1】奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 加藤博一 教授(副学長) 他

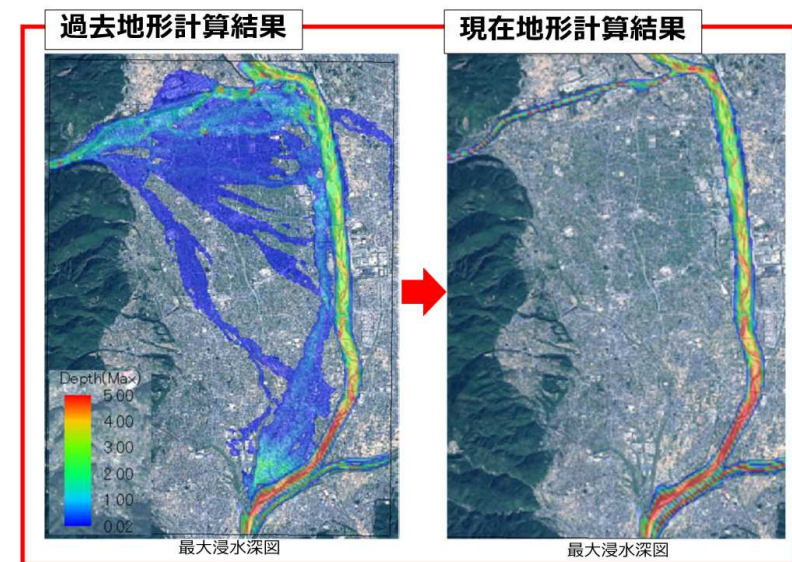


研究グループの現場試行の風景



情報端末で表示される仮想空間の流域データ
(左：全体を俯瞰、右：個々人が関心のある箇所を拡大表示)

【その2】パシフィックコンサルタンツ(株) デジタルサービス 事業本部 流域防災事業室長 飯田進史 他



明治時代の洪水を過去地形と現在地形で比較

- 河道解析モデル (iRIC) を使用
- 今までの河川整備の効果を説明
- 将来気候での豪雨によって、どのような事態が想定されるかについても表示方法を検討予定

2. 令和6(2024)年度の整備状況

3) データ連携技術

2.3) データ連携技術①

実用的な「デジタルツインの実験場」としてテストベッドを整備・運用するには、テストベッドの各構成要素を形成する様々な仕様の異なるソフトウェア・データを相互に繋ぎ、かつ大容量の4次元時空間データを高速で検索・統合・処理する「データ連携技術」の研究開発が必要。

テストベッドの整備・運用上必要な「データ連携技術」の研究開発について、令和5(2023)年度から3カ年の予定で委託研究(公募手続を経て、民間企業に研究を委託)を実施中。

令和5(2023)年度

令和6~7(2024~2025)年度



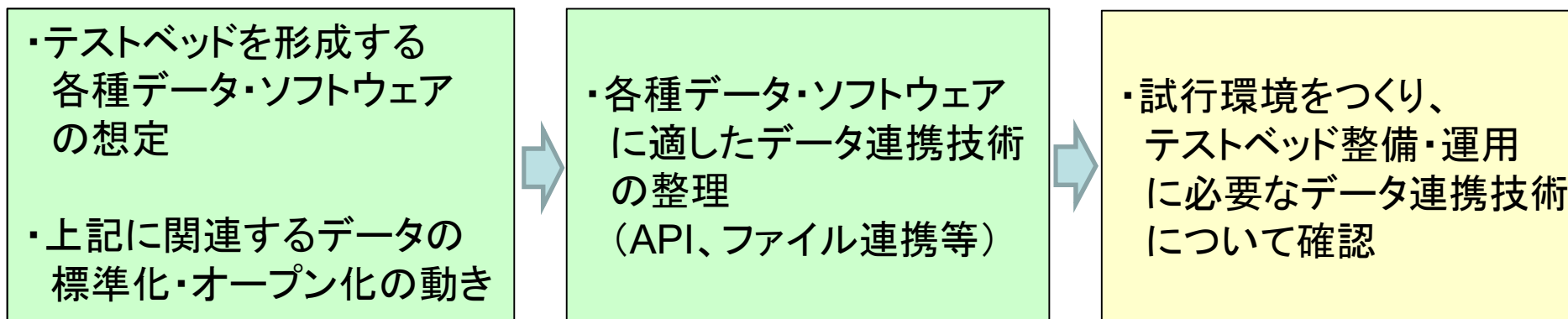
データ連携技術の研究開発フロー図

2.3) データ連携技術②

○「データ連携技術」の研究開発における主な課題と対応方針

課題1) テストベッドに適したデータ連携技術は何か。

<対応方針>



課題2) システムの拡張性をどのように確保していくか。

<対応方針>

【汎用的技術の利用による拡張性確保】

- ・既往事例から、汎用的に利用されているデータ連携技術を把握し、テストベッドの整備・運用の参考とする。

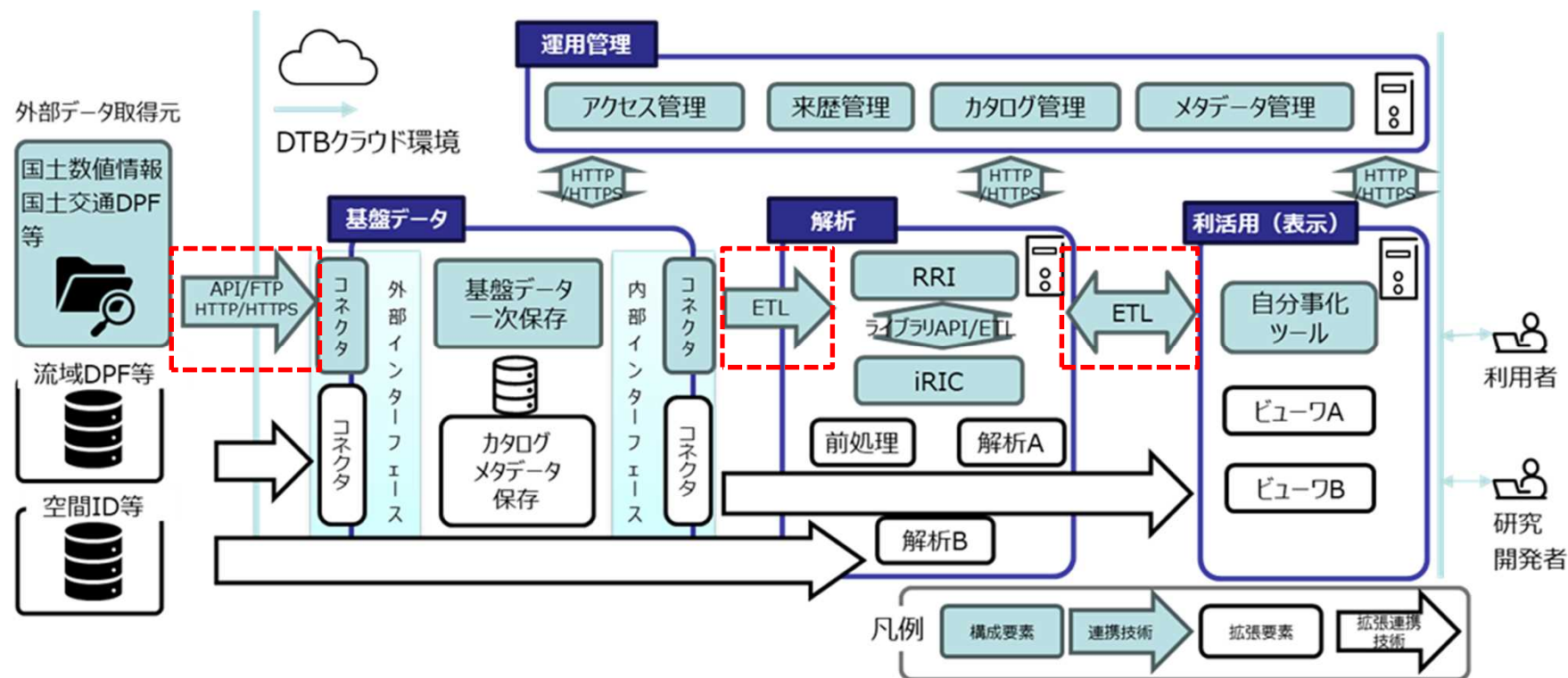
【将来の技術動向を踏まえた拡張性確保】

- ・将来使われる可能性のある技術(例: 4次元時空間ID(空間ID)等)を調査し、テストベッド整備段階、運用開始後において、どのような対応が必要か検討。

2.3)データ連携技術③

国土交通データプラットフォーム(DPF)等の外部システムでAPIやデータ形式が既定のものは、これを有効活用。また、多種多様のデータを効率的に利用できるようにするため、ETL(Extract, Transform, Load(抽出、変換、格納))ツール等のデータ連携技術の活用を検討。

基盤データ、解析、利活用の各要素のデータ連携を円滑にするための「データの運用管理機能」についても検討を予定。



テストベッドにおけるデータ連携の概念図(案)

2.3)データ連携技術④

テストベッドの拡張性を高めるため、例えば、4次元時空間情報を簡易に検索・統合し、高速処理するための検索キーとしての活用が期待され、関係省庁で検討が進められている4次元時空間ID(略称「空間ID」)の動向について調査し、テストベッドの整備段階や運用開始後において、それぞれどのような対応が必要か検討する予定。

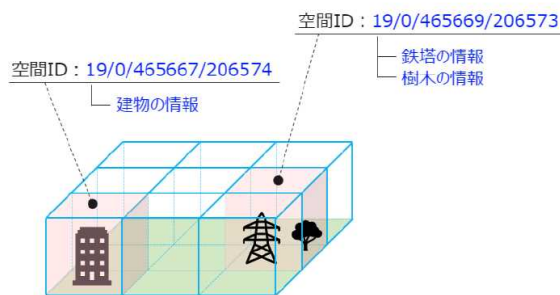


図 1-3 空間 ID のイメージ

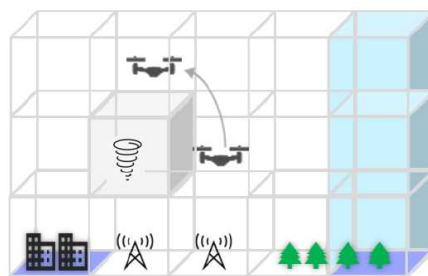


図 3-12 ドローン領域における空間 ID の活用イメージ

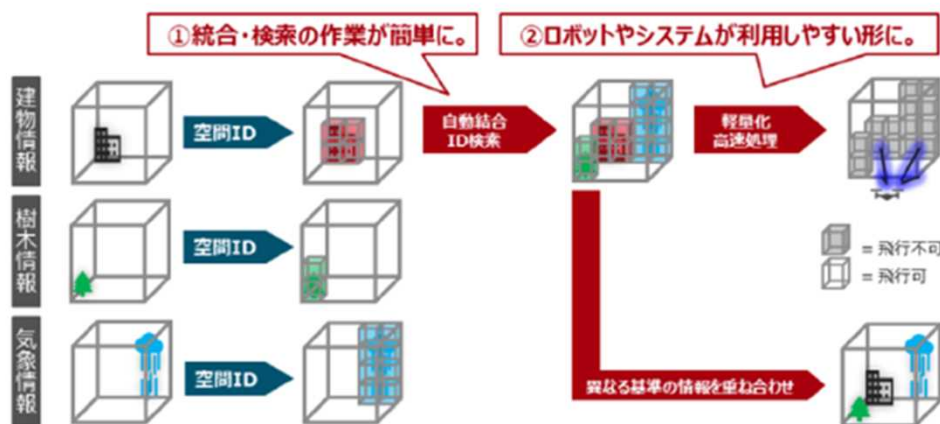


図 1-2 空間情報を簡易に検索・統合し、軽量に高速処理できる仕組み

(出典)4次元時空間情報基盤アーキテクチャガイドライン(v版)(2024.2)
経済産業省、国土交通省、国土地理院、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、独立行政法人情報処理推進機構

【左記ガイドライン(抜粋)】

地球上の特定の空間領域を一意に識別するための識別子が空間IDである。空間領域の単位は、3次元空間を直方格子状に分割した直方体(以下、「空間ボクセル」という。)とする。

(中略)

現状、ハザードマップ等の防災情報は2次元データとして提供され、(中略)、これらの情報は異なる座標系で作成されている場合が多く、かつ時間軸で管理されていないため、それぞれの情報の複合利用や、多様な情報の管理・可視化が現状の課題である。

(中略)

上述の課題に対し、防災分野においては各種災害情報の効率的な管理・更新のため、空間IDを用いて異なる座標系のハザードマップの動的な更新の実現を目標として挙げている。

2. 令和6(2024)年度の整備状況

4) 官民連携支援

2.4)官民連携支援①(全体概要)

テストベッドを活用した官民連携の研究開発を進めるための支援策としては、

- 1) 様々な研究開発方式の活用(請負業務契約、委託研究契約、共同研究協定等)
- 2) データの標準化、データ・ソフトウェアの利用許諾条件の明確化
- 3) 研究開発マネジメント(実装前夜の技術の実用化、データ品質管理、要求性能等)

等が考えられる。

1) 様々な研究開発方式の活用(契約・協定等)

2) データの標準化、データ・ソフトウェアの利用許諾条件の明確化

3) 研究開発マネジメント

・研究開発内容、費用分担、成果の知的財産権が明確化される。
(クラウド・データ利用上、契約・協定等が必要)

・データ、ソフトウェアの共同利用が促進される。
(流域データ標準化ガイドライン、大学等におけるデータポリシー策定)

・技術の現場実装の加速化
・成果の精度、性能が明確化される。

2.4)官民連携支援②

SIP等の国の研究開発制度を含め、民間企業・大学等では、基本的に、現場実装を想定した研究開発が進められている。

こうした「**実装前夜の技術**」は、完成度は高いものの、限られた開発期間・いくつかの試行ケースの成果としての技術であり、国の洪水予報に用いる洪水予測技術のように、全国レベルで導入する場合には、実用性を総合的に評価し、必要に応じ改良が求められる。

テストベッドを活用することで「実装前夜の技術」の実用化を支援することが期待される。

流域治水デジタルテストベッド

実装前夜の技術

国の研究開発制度
(SIP等)で開発した
技術

民間企業・大学等が
有する技術のうち、
実用性の高いもの

現場で使える技術か評価

・改良するための実験場

(どう使うの？現場実装に近い環境で
使えるの？維持管理できるの？)

※複数の洪水予測技術を比較評価
※必要に応じ、複数の技術をテスト
ベッド上で改良、統合

2. 4)官民連携支援③

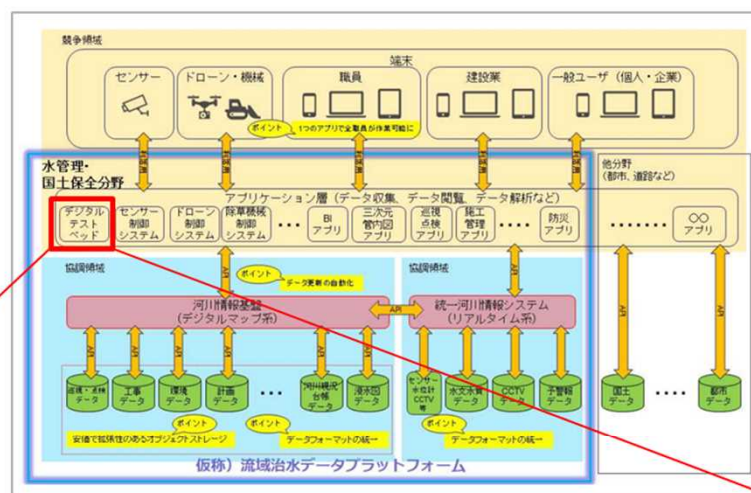
国総研や産学が研究開発に使う領域の他に、本省・地方整備局向けの試行領域を設定し

- ・ 国総研、大学、民間企業だけでなく、本省・地方整備局・河川事務所でも使える実験場
- ・ 最新技術の比較・横展開と、流域特性を踏まえたカスタマイズを両立する実験場

を目指し、検討・整備中（当面は、開発領域のみで運用→必要に応じ、研究領域、試行領域を増設）

→国総研や産学による「実装前夜の技術」を現場で試行し、実用化を加速

→新技術の導入により、職員、コンサルタント等技術者の作業の効率化を支援



デジタルテストベッド

研究領域
(産学)

開発領域
(国総研等)

試行領域
(本省・整備局)

3. 今後の展望について

3. 今後の展望について

- ・テストベッド：令和6(2024)年度プロトタイプ開発、令和7(2025)年度運用開始を目標。
- ・本webセミナーの他、令和7(2025)年1月29-31日開催のG空間EXPO、同年1～2月の各地方整備局等との意見交換会等を通じて、得られた意見をテストベッド整備に反映。



- ・テストベッドは初めての取組であることや、各種デジタルデータの整備が途上であることから令和7(2025)年度運用開始時点では、対象水系や技術開発テーマを限定する等、スモールスタートとなることが想定される。
- ・なお、テストベッド運用開始後のデジタルデータの整備・標準化の進展、サイバー空間での実験事例の積み重ねによって、テストベッド自体も機能等が成長していくことが期待される。このため、「数年～10年先を展望したテストベッドによる技術開発のあり方」を検討し、これを踏まえたテストベッドの整備・運用のあり方を検討する必要。

(例) 数年～10年先を展望した技術開発として想定されるもの

- 実装前夜の技術の評価・改良による実装の加速化
- 現実空間の観測とサイバー空間の解析の融合による新技術の発掘
- 各水系の特徴に適應した技術開発
- データサイエンスを用い、既検討の水系の知見を類似の水系へ応用 等

→上記については、本日の意見交換やアンケートでのご意見も参考に検討したい。

【第5回 意見交換の議題】

これから意見交換を行います。「Q&A」ボタンを押すと質問・意見を入力できます。
以下の項目をご参考に、自由に質問・意見をあげて頂いて結構です。
入力された質問・意見に事務局から回答させていただきます。

1. 数年～10年先を展望したテストベッドを活用した技術開発のあり方
2. 上記1. を踏まえたテストベッドの整備・運用のあり方