

国一04

気象・水位情報の提供による応急対応促進

観測水位を活用した傾向分析による中小河川の 水位情報提供システムの開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域」

【継続事業】

施策説明資料

令和4年3月

国土交通省

資料1 「観測水位を活用した傾向分析による中小河川の水位情報提供システムの開発」の全体像

- 近年、激甚な水害が頻発しており、中小河川の洪水時の避難の遅れにより、多くの方々が亡くなっている。
- 全国の約21,000河川のうち、避難指示等の重要な判断要素となる水位予測が行われているのは大河川を中心とする約400河川のみ。
- 沿川人口が多く、洪水により重大な損害が生じるおそれがあるものの、水位予測を実施できていない中小河川が約1,500河川。これらの河川においても、住民の確実な避難のためには水位予測を行う必要。水位計すら設置されていない中小河川も多い。

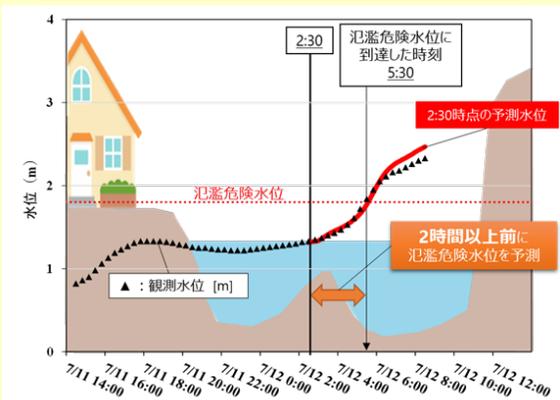


(元施策)

- 洪水時のみの水位観測に特化した低コストな危機管理型水位計を開発。水位観測所を(約10000地点)増設。

(PRISM)

- 危機管理型水位計のデータを活用し、「住民避難が必要な河川水位にいつ到達するか」ということを、約2時間前までに予測できるシステムを開発。
- 中小河川においても導入しやすい、
 - 「短時間で計算可能な」、
 - 「安価」、
 - 「簡便」、
 - 「必要な精度を有する」、水位予測システムを開発する。



資料 2 元施策の概要

実施内容・ロードマップ

元施策では、

- 洪水時のみの水位観測に特化した低コストな**危機管理型水位計**を**水位観測所を(約10000地点)増設**。

PRISMでは、

- 既設及び今後設置される**水位計の観測データを活用することにより、約2時間前に避難の呼びかけに必要な水位を予測できる、安価で簡便な流出モデル等を開発**することにより、**全国の中小河川に洪水予測の展開**を図る。

元施策

危機管理型水位計を設置(約7,000地点から約17,000地点)、「水害リスクライン」システム開発(主要大河川を対象)

PRISM実施期間

H30・R1

R2

R3

R4

- ①RRIモデルの選定
- ②水位データ同化技術の決定
- ③雨量プロダクトの評価
- ④パラメータ最適化手法の適用
- ⑤データ同化と同時にH-Q式を逐次推定する方法を開発
- ⑥自動配信システムの設計・配信試行
- ⑦GUIの開発

- ①雨量プロダクトの組み合わせ方法の開発
- ②河道設定方法の開発
- ③土地利用の設定方法の開発
- ④約100河川のモデル構築・改良
- ⑤危機管理型水位計を踏まえた観測水位の同化手法の開発
- ⑥計算リソースの配分等の検討

- ①モデル構築方法の体系化
- ②データが不足している河川でのモデル構築手法
 - ・H-Q式の作成方法の検討
 - ・断面測量手法のマニュアルへの反映
 - ・パラメータ推定手法の開発
- ③リアルタイム自動配信システム等の開発(約130河川の実装)

- ①全ての実装河川の検証結果のとりまとめ
- ②都道府県河川管理者向けマニュアルの作成
- ③全国展開に向けた自動配信システムの設計・検討
- ④都道府県河川管理者へのマニュアル配付・講習

元施策の予算要求

既存の減災・防災技術の根幹を担ってきた土木技術にAI、IoT等の最先端科学技術や新技術(他分野の既存技術の応用を含む)、社会心理学等の知見を積極的に導入することで新たな減災・防災技術の研究・開発を実施する。

予算額	H30	R1	R2	R3
元施策 (千円)	219,300	219,300	162,000	176,000
アドオン施策 (千円)	243,000	210,000	231,000	231,000

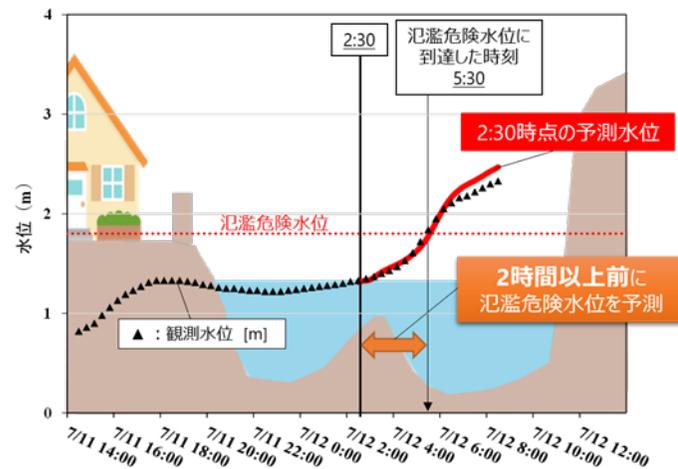
資料3-1 「観測水位を活用した傾向分析による中小河川の水位情報提供システムの開発」の概要①

(国土交通省 アドオン:231,000千円/元施策:176,000千円)

背景・現状

- 中小河川では、雨が降ってから洪水が発生するまでの時間が短いことから、洪水予測を行うためには、短時間の計算で的確に水位予測を行う必要があり、高度な技術力を要する。また、システムの構築には、多額の費用が必要。
- 都道府県が管理する多くの中小河川においては、洪水時の水位予測が実施できていない。

実施内容



近年設置が進められている危機管理型水位計のデータを活用し、「住民避難が必要な河川水位にいつ到達するか」ということを、約2時間前までに予測できるシステムの開発を行う。

中小河川においても導入しやすい、
「短時間で計算可能な」、
「安価」、
「簡便」、
「必要な精度を有する」、
水位予測システムを開発する。

5:30に氾濫危険水位に到達した洪水イベントにおいて3時間前の2:30時点で氾濫危険水位を予測した事例。(小本川(令和2年7月))

研究開発目標

最終目標 : 約2時間前に避難の呼びかけに必要な水位を予測できる、短時間で計算可能な安価・簡便な水位予測技術を開発

令和3年度: データが不足する河川でのモデル構築手法の開発と全国展開へ向けたモデル構築方法の体系化

出口戦略 : 洪水予測を行う中小河川を現在の128河川から、洪水により多くの人命が失われる危険性があるにもかかわらず、洪水予測が現在行われていない約1500河川に拡大

資料3-2 「観測水位を活用した傾向分析による中小河川の水位情報提供システムの開発」の概要②

(国土交通省 アドオン: 231,000千円/元施策: 176,000千円)

出口戦略

- ・都道府県が洪水予測を行う河川の拡充・精度向上
- ・現在、洪水予測を行っている都道府県管理河川は128河川であるが、PRISM施策により、洪水により多くの人命が失われる危険性がある約1,500河川へ拡大。
- ・オープンデータ化に伴う民間投資誘発効果
- ・水位観測・予測情報等を加工・提供等する情報配信事業等の促進。

PRISMで推進する理由

- ・国土交通省予算では、近年の大規模な水災害状況を踏まえ、「水防災意識社会再構築ビジョン」として、全ての直轄河川とその沿川市町村において、水防災意識社会を再構築するための多角的な取組を実施。
- ・一方で、各都道府県が管理する中小河川においても「人命を守る」ため、水位予測に係る技術開発の前倒し・実装が必要であり、課題であった「安価・簡便・精度」を確保し、効率的・効果的に技術開発を行うため、PRISMにより集中投資・一元管理による研究を推進する必要がある。

元施策がどのように加速されるか

- ・危機管理型水位計を活用した安価・簡便な洪水予測システムを開発することにより、中小河川等への危機管理型水位計のより一層の設置促進が期待。
- ・危機管理型水位計の特性を踏まえた観測水位の同化手法を、主要な大河川において左右岸別に上流から下流まで連続的に洪水の危険度を表示できる「水害リスクライン」へ適用し、予測精度の向上に貢献。

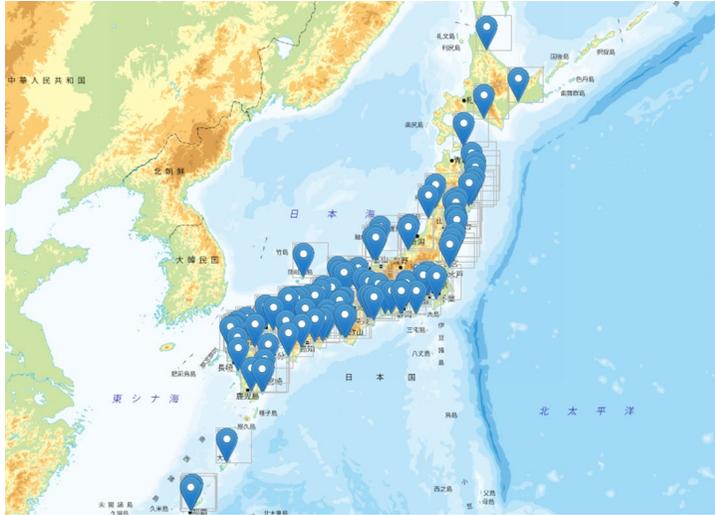
戦略の位置づけ

- ・特に取組を強化すべき主要分野(安全・安心)のうち「自然災害等の予兆や発生後の状況をいち早く、高精度に把握するとともに、自然災害等の予測・被害予測を迅速かつ正確に行い、自然災害等の防止や災害による被害を最小限に抑える技術」に該当する。
- ・技術開発においては、AI等の基盤技術を活用する。
- ・PRISMで開発した技術によって処理された高次情報をSIP4D等を通じて民間等へ提供。
- ・都道府県管理河川への洪水予測を促進・支援することで、国が管理する主要大河川を中心とした洪水予測から、中小河川でも洪水予測が実施できるよう政策転換する。

資料4 令和3年度の成果

○リアルタイム自動配信システム等の実装

- ▶ **約130河川**においてリアルタイム自動配信システム等を実装



- ▶ 計算リソース配分の最適化により、計算時間を短縮。

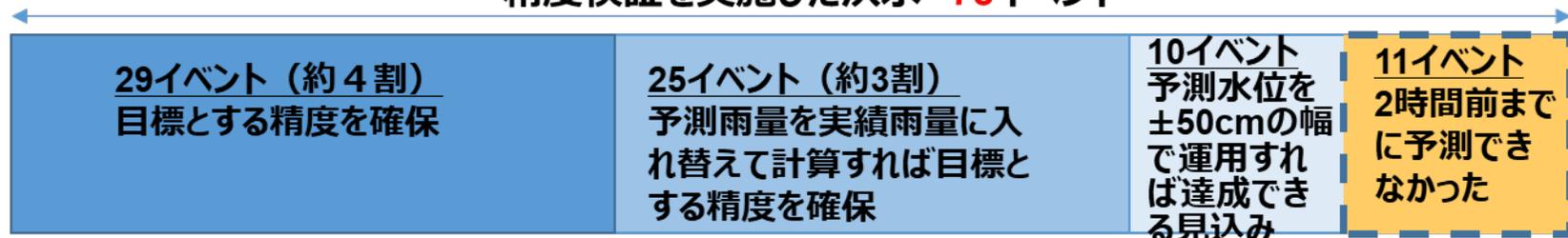
○データが不足している河川でのモデル構築手法の開発

- ▶ **断面データ等**から等流計算によりH-Q式を作成する方法を提案するとともに、計算機能をRRI-GUIに搭載し、**簡便にH-Q式を作成**できるようにした。
- ▶ 断面データがない河川では、**RRIモデル上で仮定したレジーム則**による矩形断面から計算流量を用いて**水位を算出する**手法を提案。
- ▶ さらに、**水位観測地点において地盤高を補正**することにより、さらに再現性を高める方法を提案。
- ▶ 約130河川のモデルのパラメータを整理し、統計分析等を行うことで、洪水観測データが不足している河川において、**河川特性からパラメータを推定する手法を開発**。

○予測精度の検証結果

- ▶ 令和3年7月～9月を含む**51河川75の洪水イベント**について検証。**54イベント(約7割)**で必要な精度を確保、残り21イベントのうち10イベントは水位を±50cmの幅で運用すれば2時間前までの予測が可能。**合計64イベント(約85%)**で氾濫危険水位への到達を2時間以上前に予測が可能。

精度検証を実施した洪水 75イベント



資料4 令和3年度の成果

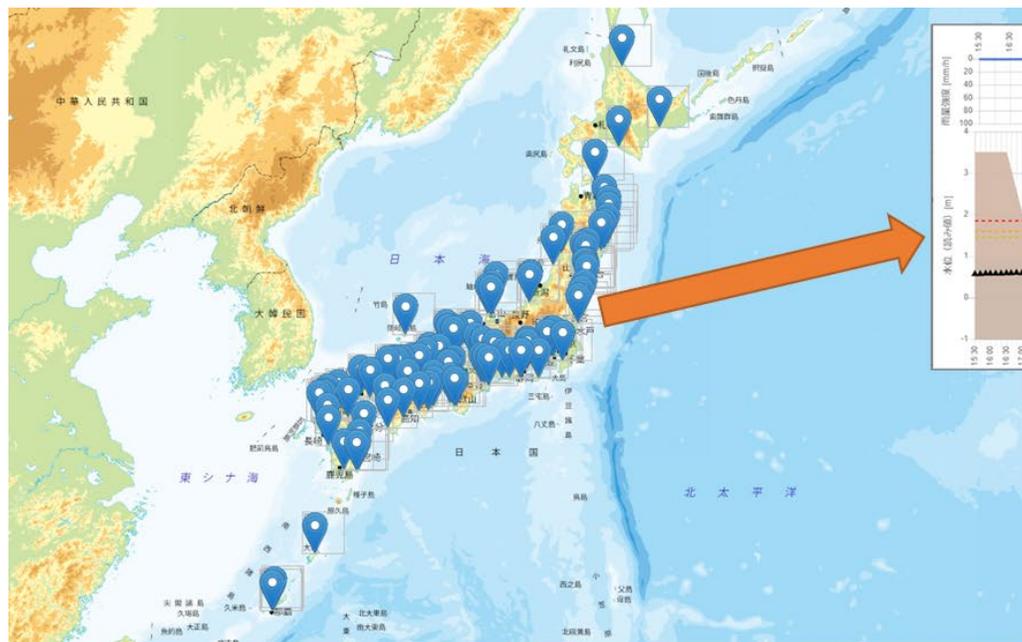
○対象モデルの拡大による、全国展開へ向けたモデル構築手法の体系化

- ・約130河川を対象に標準モデルを適用し、モデルの適用性を更に高めるために標準モデルの見直しを行った。また、河川の特性に応じて、オプションの内容の検討を行った。
- ・上記の検討を通じて標準モデルとオプションの体系化に向けた検討を実施。

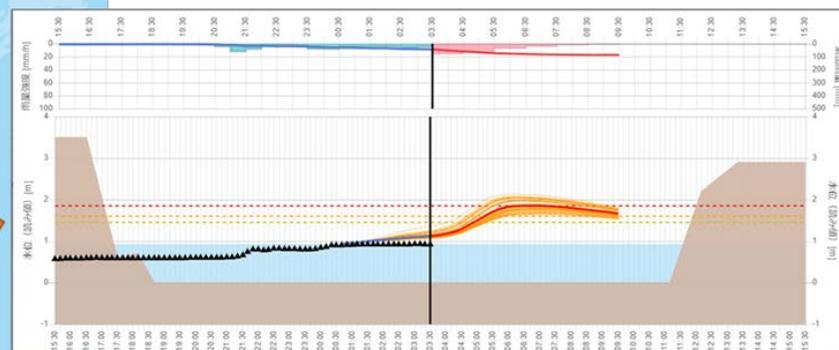
標準モデル(案)			オプション(案)		
1	データ収集、 変換	<ul style="list-style-type: none"> ・水位観測データの収集（可能な限り多くの洪水イベントを収集） ・対応する時期の雨量観測・予測データの収集、データの組み合わせ、変換 ・既往H-Q式、横断面データの収集 	1A	H-Q式がない	<ul style="list-style-type: none"> ・等流計算によるH-Q式の作成 ・モデル上でのH-Q関係の推定する方法 ・簡易な測量手法による断面データの取得
			1B	洪水イベント、洪水データが不足	<ul style="list-style-type: none"> ・同様の特徴を持った河川の事例からパラメータを推定する方法
			1C	雨量プロダクトの組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> ・各種雨量プロダクトの組み合わせを変更する方法
2	ベースモデル構築	<ul style="list-style-type: none"> ・RRI-GUIによるRRIモデルの作成 ・危機管理型水位計を用いたデータ同化手法に応じた、モデル構築 	2A	レジーム則では地形を表現できない	<ul style="list-style-type: none"> ・測量データ、空中写真等を用いて、河道幅と水深を設定し、モデルに適用する方法
3	デフォルトパラメータ解析	<ul style="list-style-type: none"> ・デフォルトパラメータの選択 ・既往洪水イベントによる精度検証 	3A	水田・畑の土地利用が多い	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の土質地質を踏まえたデフォルトパラメータセットの選択
4	パラメータ最適化	<ul style="list-style-type: none"> ・SCE-UA法によるパラメータ最適化 ・既往洪水イベントによる精度検証 	4A		<ul style="list-style-type: none"> ・水田・畑のパラメータ最適化
			4B	SCE-UA法の工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水規模により最適化の対象期間等を変える方法
5	水位データ同化	<ul style="list-style-type: none"> ・粒子フィルターの設定 ・既存水位計と危機管理型水位計のデータを同時同化する方法 ・既往洪水イベントによる精度検証 	5A	洪水中の河床変動への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・粒子フィルターに逐次H-Q式を推定するアルゴリズムを適用する方法

(1) 約200河川のモデル構築およびリアルタイム自動配信システムへの適用

- ・これまでに開発した手法を用いて、R4年度までに約200河川のモデル(これまでに構築したモデルを含む)を構築する。
- ・構築したモデルをリアルタイム自動配信システムへ適用し、精度検証を進める。
- ・以上の結果を踏まえ、最終的な課題および対応策をとりまとめ、(2)に示すマニュアルへ反映する。



約200河川のモデルを構築



イベント毎に検証を実施



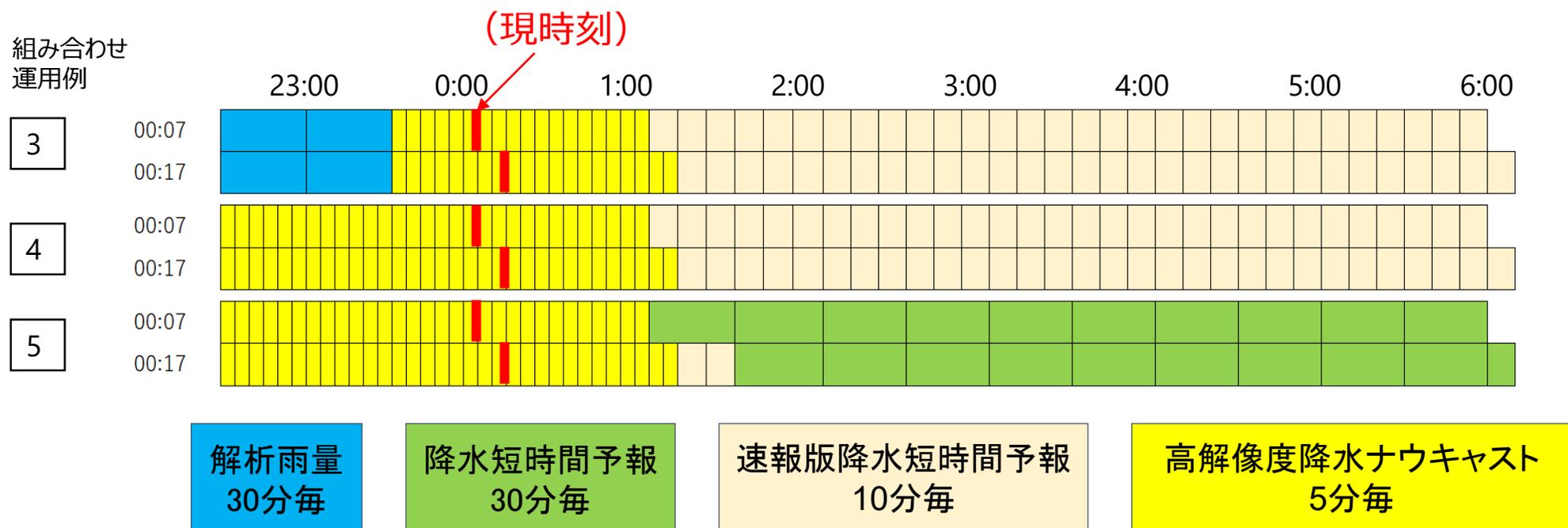
- ・モデルの改善
- ・マニュアルへ反映

(2) 都道府県河川管理者向けマニュアルの作成

- ・モデル構築の基本的な手法として、スタンダードモデルを設定する。
- ・スタンダードモデルではカバーできない河川特性については、河川特性に応じたオプションを設定する。

(3) 降雨プロダクトの検討

・降雨プロダクトとして検討対象としてきた「解析雨量」「速報版解析雨量」「降水短時間予報」「速報版降水短時間予報」に「高解像度降水ナウキャスト」を加えて、条件に応じた適切な組み合わせ方法やそれぞれの利用条件について、マニュアルに反映できるよう整理する。



(4) 水位同化手法の改善

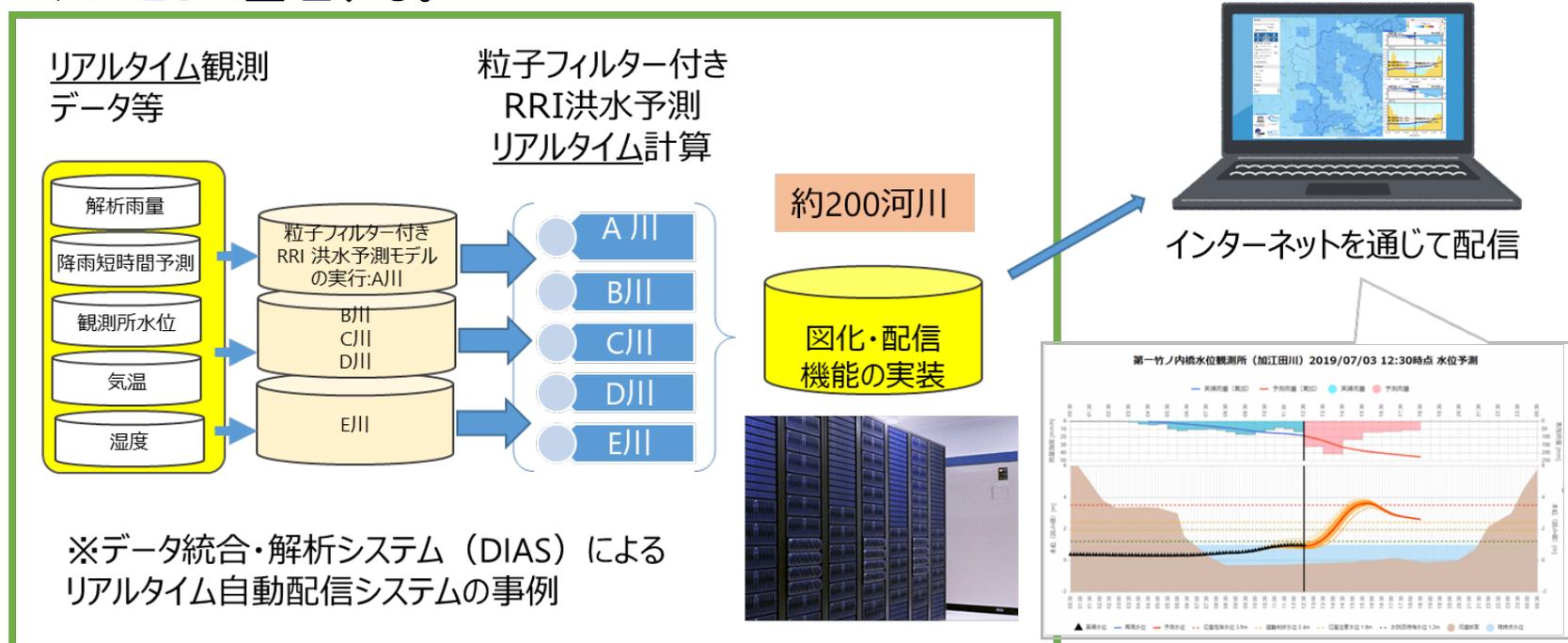
・水位同化手法として採用している粒子フィルターは、少数ではあるものの機能が十分に発揮されないケースが見受けられる。条件に応じて粒子フィルターの影響度合いを変更するなどの改善策について、マニュアルへ反映できるよう整理する。

(5) データが不足する河川でのモデル構築手法の開発

- ・R3年度までに調査・開発した手法(等流計算によるH-Q式の作成方法、モデル上でH-Q関係の推定手法、既存の簡易な断面の測量手法、河川特性からパラメータを推定する手法等)について、マニュアルへ反映できるよう整理する。

(6) システム設計の課題および対応策の整理

- ・約200河川のリアルタイム自動配信システムへの適用結果を踏まえ、短時間の間に計算負荷が著しく増加し、計算時間がかかるような状況下においても配信時間に遅れが生じないように、**計算負荷が集中する際の計算リソースの配分、適切な更新間隔等**、全国展開するにあたってのシステム設計の課題および対応策について検討する。その結果を都道府県等が本システムを導入する際のマニュアルとして整理する。



資料6 PRISM実施に伴う事業効果等

民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化の目標

本研究開発により、元施策の水位計設置効果に、アドオンとしてリードタイムを延伸することにより、「安全な避難の確保」効果が前倒しで発現される。さらに、各都道府県が個々にシステムを開発するの比べ、品質の確保および財政支出の削減効果が得られる。

県管理中小河川の水位予測システムの削減費用 約150億円 \div 約1,500河川 \times 1,000万円/河川

マッチングファンド(民間からの貢献額)

民間からの貢献額: 4年間で約8,500万円

- ・民間技術者の研究参与: 約2,000万円(5万円/日 \times 100日/年 \times 4年)
- ・民間技術者の定例勉強会への参画: 約40万円(0.5万円/人 \times 2人/回 \times 40回)
- ・河道断面、H-Q式等データの整理等: 約6,500万円(50万円/河川 \times 約130河川)

マッチングファンドの目標

民間からの貢献額: 令和4年度で約4,000万円

- ・民間技術者の研究参与: 約500万円(5万円/日 \times 100日/年 \times 1年)
- ・民間技術者の定例勉強会への参画: 約10万円(0.5万円/人 \times 2人/回 \times 10回)
- ・河道断面、H-Q式等データの整理等: 約3,500万円(50万円/河川 \times 約70河川)

政策転換

・これまで水位予測ができなかった都道府県管理河川においても、避難情報に活用できる洪水予測システムを開発することで、中小河川を含む多くの河川の流域において水位予測情報に基づく避難情報の発令あるいは避難行動が可能とする政策転換が期待される。

国研・大学による研究への寄与度

- ・国立研究開発法人土木研究所・・・水位予測モデルの検証・多地点水位データの同化、「災害時に行動できる革新的な災害情報」検討とりまとめ等を実施、研究開発の中心的役割を担う。
- ・国立大学法人東京大学・・・高度な専門技術・知見を必要とするリアルタイム氾濫シミュレーションシステムの開発を担う。