

業 務 仕 様 書

1 適用範囲

本特記仕様書は、「令和6年度 河事委第11号 巴川予測システム精度検証業務」（以下、「本業務」）に適用する。

2 業務目的、業務対象

近年、気候変動の影響により、豪雨災害が頻発・激甚化している。特に、二級河川巴川流域では、令和4年台風15号で大規模な被害が発生し（床上3,533戸、床下1,288戸）、激甚災害に指定された。

巴川のような中小河川では短時間で水位上昇が起こるため、早期避難や車の早期移動のためのリードタイムをとることが困難である。そこで、「令和5年度 河事委第13号（仮称）二級河川巴川流域予測システム構築検討業務」（以下、「令和5年度業務」という。）にて、有識者、関係機関、静岡市で構成する「研究会」を設置し、幅広い専門的な知見を得ながら、直近の雨量、直近の河川水位、地形データ、気象庁の降雨予測等をもとに、予測システムの構築に向けた検討を行い、予測システムのプロトタイプ版（以下、「プロトタイプ版」という。）の構築を行った。

そこで、研究会を継続したうえで、さらなる精度向上、予測情報の使い方の精査を行い、『市民へ向けた』事前の防災情報発信を目指し、本格運用のためのシステムを検討する。

3 令和5年度業務の成果

令和5年度は研究会の内容については、以下の静岡市ホームページにて公表している。
<https://www.city.shizuoka.lg.jp/s9568/s012539.html>

4 業務箇所

二級河川巴川流域（静岡市葵区瀬名川、駿河区国吉田、清水区能島 外）

5 業務内容

（1）計画準備・資料収集整理

本業務の実施にあたっては、業務の目的・内容を把握した上で、技術的方針および作業スケジュールを検討し、履行期間における業務計画を立案・作成する。また、本業務に必要な資料の収集・整理を行う。

（2）予測モデルの精度検証

令和5年度業務にて構築したプロトタイプ版を使用して、以下の実績雨量、予測雨量に対する精度検証を行う。

①実績雨量での再現計算（令和6年出水）

令和6年出水について、プロトタイプ版にて実績雨量で計算された水位と実際に観測された水位の精度を整理・確認する。対象出水は、基準観測所（上土、能島、水梨橋）の水位が水防団待機水位相当となった出水を3回程度と想定し、発注者と協議して選定する。

なお、整理・確認する水位は、水位観測所（県）や危機管理型水位計（県・市）、ポンプ施設の外水位計（市）など、十分な精度で観測されたデータを対象とする（精度が不十分な場合にはその旨を整理する）。

【精度検証を実施する水位データ】

水位観測所（県）	巴川：麻機南、上土、分流堰、楠、能島、江尻 長尾川：平山、水梨橋 大谷川放水路：大谷	9箇所
危機管理型水位計（県）	大沢川、瀬名新川、継川	3箇所
危機管理型水位計（市）	大正寺沢川、猿田川、安東川、四方沢川（2箇所）、薬師沢川、旧巴川、和田川（2箇所）、谷津沢川、常念川	11箇所
ポンプ施設外水位計（市）	高橋、花ノ木、押切南、押切北、観山、光福寺沢、城北1号、唐瀬、北脇新田	9箇所

また、令和6年度に氾濫が発生した場合、氾濫域や浸水深（痕跡調査が実施された場合）の実績データとの比較検証を実施する（令和6年度9月以降に設置予定の浸水センサーによる観測データも活用可能であれば対象とする）。

なお、再現計算においては、データ同化なし、プロトタイプ版で構築したデータ同化1種類、新たに追加するデータ同化2種類の3ケースを実施するものとする。なお、新たに追加するデータ同化は、斜面水深（hs）を想定しているが、受注者の提案を求め、協議により決定する。

【データ同化のケース】

	河道1次元不定流モデルの河道粗度係数	RRIモデルの斜面水深(hs)（想定）
ケース1	データ同化なし （河川整備計画の計画粗度係数）	データ同化なし （実績降雨と透水係数等から算出）
ケース2	データ同化あり （リアルタイム誤差補正）	データ同化なし （実績降雨と透水係数等から算出）
ケース3	データ同化あり （リアルタイム誤差補正： ①と②の組合せで最適化）	データ同化あり （リアルタイム誤差補正 ①と②の組合せで最適化）

②実績雨量での再現計算（過去出水）

令和5年度業務で扱っていない過去出水（平成27年5月、平成29年10月、令和4年8月の3洪水を想定）に対して、プロトタイプ版にて実績雨量で計算された水位と実際に観測された水位の精度を整理・確認する。検証する水位データは①と同様とする。過去出水の選択は、改めて発注者と協議して選定するものとする。

また、①と同様に再現計算においては、データ同化なし、データ同化1種類、データ同化2種類の3ケースを実施するものとする。

③予測雨量に対する分析（令和6年出水）

プロトタイプ版にて、実際に予測された令和6年出水（3出水を想定）の精度を整理・確認する。検証する水位データは①と同様とする。なお、プロトタイプ版では、研究会で選定された予測雨量を予測計算に使用している。なお、取り扱う時間は、それぞれピークの1時間前、3時間前、6時間前とし、データ同化手法はプロトタイプ版で採用している手法（1ケース）とする。

④予測精度の分析（過去出水・令和6年出水）

①～③の結果より、過去出水および令和6年出水における予測精度を分析・評価し、予測された水位の精度が低い場合、予測雨量の誤差によるものか、予測モデルの再現性によるものか、データ同化の適用性によるものかなどの要因を出水毎に整理した上で、課題を明確にして、(3)の予測モデルの精度向上で取り組むべき方策を立案する。

(3) 予測モデルの精度向上

(2)の精度検証の結果を踏まえ、プロトタイプ版の精度向上を検討し、過去出水に対する再現性を確認する。

①パラメータの最適化（令和5年度業務検証出水・令和6年出水・追加過去出水）

(2)の①～③の結果より再現計算の精度が低い出水が存在し、それらの要因が予測モデルによるものと認められる場合に、令和5年度業務で検証した4出水（平成26年台風18号、令和元年東日本台風、令和4年台風15号、令和5年台風2号）、令和6年出水（3出水想定）及び追加過去出水（平成27年5月、平成29年10月、令和4年8月の3出水を想定）の全てを対象として、実績雨量を使用して、パラメータの最適化を図る。最適化するパラメータはRRIモデルにおける河道粗度係数、斜面粗度係数、土層厚、飽和空隙率、飽和透水係数 α 、不飽和透水係数 β と内外水氾濫モデルにおける河道粗度係数を想定している。

なお、パラメータの最適化は、水位観測所（県）や危機管理型水位計（県・市）など、十分な精度で観測された水位データを対象とする（ポンプ施設の外水位計（市）は対象としない）。

②データ同化手法の改善（令和5年度業務検証出水・令和6年出水・追加過去出水）

（2）の①～③の結果より予測された水位の精度が著しく低い出水が存在し、それらの要因がデータ同化によるものと認められる場合、令和5年度業務で検証した4出水（平成26年台風18号、令和元年東日本台風、令和4年台風15号、令和5年台風2号）と、令和6年出水（3出水を想定）および追加過去出水（平成27年5月、平成29年10月、令和4年8月の3洪水を想定）の全てを対象として、データ同化手法の改善を図る。ここでの改善においては、実績雨量を使用することとし、予測雨量は使用しない。複数の改善案を検討し、適用性の高い改善案もしくはそれらの組合せ案を選定する。

③実績雨量での再現計算（別の過去出水（2出水））

上記までとは別の過去出水（令和2年7月、令和3年3月の出水を想定）に対して、①および②により精度向上を図った予測モデルに実績雨量を入力した再現計算を行い、①と同様のデータに対し再現精度を確認する。

④予測結果の活用方法の検討（予測雨量により計算）

令和5年度業務検証出水（4出水）、令和6年出水（3出水を想定）、追加過去出水（（2）②と（3）③の5出水を想定）を対象に、①および②により精度向上を図った予測モデルに予測雨量を入力した予測計算を行い、水位ピーク1時間前、3時間前、6時間前等の適切な時刻時点からの水位・氾濫域を予測する。

また、予測結果より、基準観測所（上土、能島、水梨橋）の氾濫危険水位到達の有無、浸水の有無、浸水深ランクなどを指標として、空振りや見逃しの頻度を分析し、（8）の検討結果も踏まえて、避難指示等への予測結果の活用方法を検討する。

⑤予測モデルの拡張検討

計算高速化に資する方策を検討した上で、令和5年度業務においてモデル化できていない、河川（川幅1.5m未満）や下水道（管径1,000mm未満（管径1,000mm以上の枝管を除く））を、予測システムでの許容計算時間を満足する範囲で効果的に追加し、予測モデルの拡張を図り、平成26年台風18号や令和4年台風15号の氾濫域や浸水深の再現精度の向上度等を確認する。

（4）実況・予測雨量の精度検証

令和6年度（3出水を想定）の実況雨量・予測雨量の各々の精度を検証する。

①実況雨量の精度検証

Cバンドオンライン、XRAIN、高解像度降水ナウキャストの解析雨量に対する精度を検証して、採用している降雨プロダクトの妥当性を確認する。顕著に妥当性を欠く場合には、発注者と協議して、採用するプロダクトを変更する。

②予測雨量の精度検証

高解像度降水ナウキャスト、降水短時間予報、降水 15 時間予報、速報版降水短時間予報の、実績雨量（解析雨量）に対する精度を検証して、採用している降雨の妥当性を確認する。顕著に妥当性を欠く場合には、発注者と協議して、採用するプロダクトを変更する。

（5）各種データの更新・追加取得

プロトタイプ版に対して、以下の各種データの更新および追加取得のための改修を行う。

①データの更新

水位観測所（県）の基準水位や、危機管理型水位計（県）の基準点高および観測開始水位などに変更があった場合には、これらのデータの更新を行い、予測システムに反映する。また、必要に応じて、河道横断データの更新を行い、予測システムに反映する。

②データの追加取得

今年度新たに設置予定の危機管理型水位計（市）（11箇所）や浸水センサーによる観測データを追加で取得するよう、予測システムを改修する。

（6）各種情報発信ツールとの連携

プロトタイプ版の運用をしているが、本業務における（10）研究会の実施等にて有効性が認められた各種情報発信ツールがあれば、連携し、ユーザーインターフェースに追加で実装する。

①連携機能の追加実装

各種情報発信ツールとの連携が必要であれば、予測システムのユーザーインターフェースに実装する。想定される情報発信ツールは以下の3つが考えられるが、さらに追加があれば実装する。

- ・ 静岡型災害時総合情報サイト（静岡市危機管理課が構築）
- ・ 浸水センサー（静岡市下水道部局が構築）
- ・ 静岡県防災アプリ

②連携機能の動作検証・改良

各種情報発信ツールとの連携機能の動作検証を行い、操作性も含む不具合があれば改良する。

（7）表示システムの追加実装

プロトタイプ版の運用をしているが、本業務における（10）研究会の実施等にて有効性が認められた表示コンテンツがあれば、ユーザーインターフェースに追加で実装する。

①表示コンテンツの追加実装

本業務における（10）研究会の実施等で必要となったコンテンツを追加で実装する。想定される情報発信ツールは以下の1つが考えられるが、受注者の提案を求め、協議により決定する。

- ・車両退避等が必要なエリアの表示

②表示システムの動作検証・改良

実装済のコンテンツを含む表示システムの動作検証を行い、操作性も含めた不具合があれば改良する。

（8）予測システムの運用方法の検討

令和5年度業務研究会の成果より、予測モデルの精度を向上しても、予測雨量の精度の問題から予測される水位の精度が確保されないことが懸念される。その対応策として、予測雨量に安全率を掛けてシミュレーションすることが考えられるが、それを実施することにより空振りの回数が増加することが懸念されている。行政判断に利用するため、最適な安全率を検討する。

また、プロトタイプ版では破堤の影響を考慮していないことから、その機能向上を実装する。

①予測雨量の誤差幅を考慮した検討

令和5年度業務検証出水（4出水）、令和6年出水（3出水を想定）、追加過去出水（（2）②と（3）③の5出水を想定）を対象に、『誤差幅を考慮した予測雨量』を使用し、水位ピーク1時間前、3時間前、6時間前等の適切な時刻時点からの水位・氾濫域を予測する。

なお、『誤差幅を考慮した予測雨量』については、予測雨量を数倍するやり方（1.5倍、2.0倍）を想定する。ここでは以下の72ケース（ $=12 \times 2 \times 3$ ）のやり方で実施することを想定する。

出水数
12出水

予測雨量
1.5倍
2.0倍

時点
ピーク1時間前
ピーク3時間前
ピーク6時間前

予測結果より、基準観測所（上土、能島、水梨橋）の氾濫危険水位到達の有無、浸水の有無、浸水深ランクなどを指標として、空振りや見逃しの頻度を分析することで、予測先行時間毎の誤差幅の適用方法を検討し、本機能を予測システムに実装する。

②中小規模の出水に対する検証

中小規模の3出水を発注者と協議して選定し（令和元年5月、令和3年9月、令和4年7月）、予測雨量の誤差幅を考慮した水位・氾濫域予測結果から特に空振りの頻度を分析し、必要に応じて本機能の是正を図るものとする。

③破堤手動予測計算機能の検討・実装

越水を条件とした氾濫域の自動予測計算とは別に、ユーザーが堤防破堤箇所やタイミングを手動設定することで氾濫域を予測する機能を検討し、予測システムに実装する。

④安定動作の運用管理

予測システムの不安定やサーバの不具合による予測精度の低下や予測計算の中断を回避するため、稼働状況のモニタリングや障害時対応等の運用管理を実施する。

また、5ヶ月の予測システム（プロトタイプ版及び正式版）を運用について、本業務の対象とする。以下のウェブクラウド費用（AWSを想定）を別途、直接経費として見込むものとする。

【直接経費（税抜き）】

クラウド利用・データ購入費(単価)	数量	合計
315,000円/月	5ヶ月	1,575,000円

（9）住民周知方法の検討

令和5年度の第2回研究会では、予測精度の不確実性や政府のワンボイス制の観点から、予測された情報は静岡市内部で早期の避難指示を通知等に活用する方針で決定した。しかし、当システムの最終目標は、市民にリスク情報を提供することであり、その目標に向けて、以下の検討を実施する。

①加工された予測情報の提供方法の検討

空間解像度、リスクレベルの表示方法など、予測結果を加工することで、リスク情報を直接、住民に周知できないか検討する。検討にあたっては気象庁と協議を実施するものとする（(12)で計上）。

②説明を受けた市民への予測情報提供方法の検討

「気象業務法及び水防法の一部を改正する法律」が令和5年11月30日に施行されており、予報業務許可を得ることで、河川管理者以外でも、工場や現場などに対し、水位・氾濫域予測結果といった洪水予報を提供することが可能となっている。

ここでは、水位・氾濫域予測の方法や精度が国土交通省令で定められている技術上の基準に適合しているかの確認、予報業務許可の申請にあたって必要な資料の作成、事前に必要となる提供先への説明のための資料の作成を行う。

(10) 研究会の実施（委員への事前説明を含む）

副市長を座長とした研究会を組成し、(2)～(9)の検討内容・結果について討議を行う。

役職	職名	氏名	専門分野等	謝礼	交通費
会長	静岡市 副市長		代表		
副会長	静岡市 建設局次長兼土木部長		市所管河川の管理者		
委員	京都大学 防災研究所 流域災害研究センター長・教授	かわいけ けんじ 川池 健司	都市水害 内外水氾濫解析	○	○
委員	京都大学 防災研究所 社会防災研究部門・教授	さやま たかひろ 佐山 敬洋	洪水予測 RRI モデル開発	○	○
委員	京都大学 防災研究所 気象・水象災害研究部門・准教授	やまぐち こうせい 山口 弘誠	降雨予測 水文気象情報	○	○
委員	静岡大学 防災総合センター 副センター長・教授	うしやま もとゆき 牛山 素行	災害情報伝達 人的被害分析	○	○
委員	国土交通省 中部地方整備局 河川部水災害予報センター長		水災害の監視・予測など		
委員	一般財団法人河川情報センター 審議役		河川・流域情報提供		○
委員	気象庁 静岡地方气象台 次長		気象業務法など		
委員	静岡県 交通基盤部 河川砂防局長		巴川等管理者		
委員	静岡市 危機管理局次長		避難指示など住民への周知		
委員	静岡市 上下水道局下水道部長		下水道管理者		

研究会の委員は、令和5年度業務における研究会と同一として、計2回の開催を想定する。研究会資料の作成、有識者への協力依頼（交通費・謝礼などを含む）は、本業務の範囲とする。また、それぞれの研究会の開催前には、各委員への事前説明を、3回程度に分けて行うものとする。

なお、研究会や委員への事前説明の直後には議事要旨を作成し、研究会では速記録に基づく議事詳細も作成するものとする。

研究会の開催には、以下の謝礼・交通費を直接経費として見込む。

【直接経費（税抜き）】

項目	単価	数量	合計
謝礼	40,000 円/回	2 回	80,000 円
交通費	88,210 円/回	2 回	176,420 円

(11) 打合せ協議

打合せ協議は、業務着手時、中間時（8回）、納品時の計10回実施する。

(12) 関係機関協議

静岡県土木防災課（2回）、静岡市危機管理課（4回）、気象庁（2回）との協議を予定しており、これらにおける協議資料の作成、協議への参加、議事録の作成を行う。合計8回を想定している。

(13) 報告書作成

本業務の検討結果について、検討の経緯などについてもわかりやすく整理し、報告書として取りまとめる。

6 納品物

- ・報告書はA4版2穴パイプ式綴込み（2部）
- ・電子データ DVD（2部）
- ・本業務を通じて作成した電子計算機にて読み取り可能なソースコード及びモジュール形式
- ・その他の資料は、発注者の指示により提出する。

7 その他注意事項

- ・今後の検討如何では、巴川流域以外でシステム構築をする可能性があることを考慮すること
- ・システム構築に際しては、静岡市セキュリティポリシーに準ずること

8 作業条件

本業務は、静岡市土木業務委託共通仕様書に基づき、履行するものとする。なお、敷地内を調査する際には発注者と協議し、実施すること。

9 貸与資料

【公募プロポーザル時貸与資料】

- ・令和5年度 河事委第13号（仮称）二級河川巴川流域予測システム構築検討業務報告書（静岡市建設局土木部河川課発注）
- ・（仮称）二級河川巴川流域予測システム開発仕様書及び運用仕様書【契約後貸与資料】
- ・プロトタイプ版：ソースコード及びモジュール一式

10 参考資料

- ・中小河川洪水予測モデル構築マニュアル（Version.1）中小河川洪水予測モデル開発研究会（令和5年3月22日）

以 上