

都市・施設・道路・ため池などの 浸水・冠水出現予測

東京電機大学 総合研究所
特別専任教授 小林 亘

2024年10月31日

概要

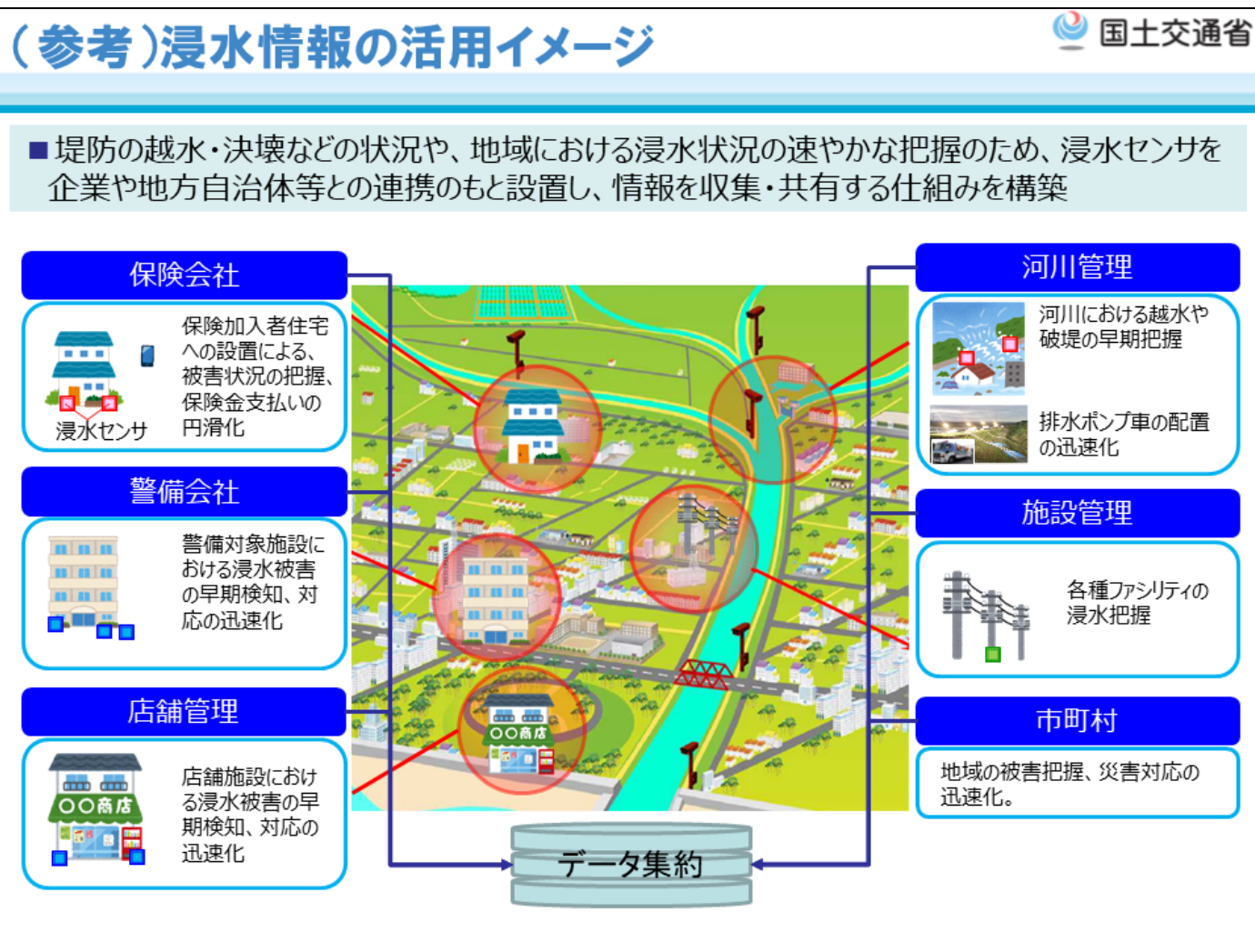
- 都市・施設・道路・ため池での浸水・冠水・越水の発生確率を予測する技術を紹介する。
- 浸水や冠水の予測は、水害からの避難や水防活動に役立つ。
- 本技術は、小型で安価な水検知器（浸水センサ）からの浸水の検知信号と降雨データを組み合わせて、降雨による浸水の発生確率を算出するもの。
- 水検知器は手軽に設置でき、気象サービス等から全国の降雨も入手できるので、日本中で利用が可能。
- 地形や土地利用の事前調査が不要で、専門的な知識が無くても導入できる。

背景と従来技術

- 気候変動や都市化の進展により、雨水による都市・施設・道路・ため池などの浸水・冠水・越水の危険性が増し、人命・財産の被害が懸念されている。
- パトロールや監視カメラで、悪天候時、夜間にも発生する浸水・冠水を常時把握することは容易ではない。広範囲が対象であれば把握はより一層困難である。
- 国土交通省では「ワンコイン浸水センサ」と呼ぶ小型の水検知器によって浸水の発生を把握する実験を2021年から行っている。

背景と従来技術

ワンコイン浸水センサによる浸水情報の活用イメージ（国土交通省）



出典：国土交通省ワンコイン浸水センサ実証実験

<https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/wankoinsensa/index.html>

背景と従来技術

国土交通省資料によるワンコイン浸水センサの例

ワンコイン浸水センサ

小型、低コストかつ長寿命で、流域内に多数の設置が可能な浸水センサ



- ・ 小型
- ・ 低コスト
- ・ 長寿命

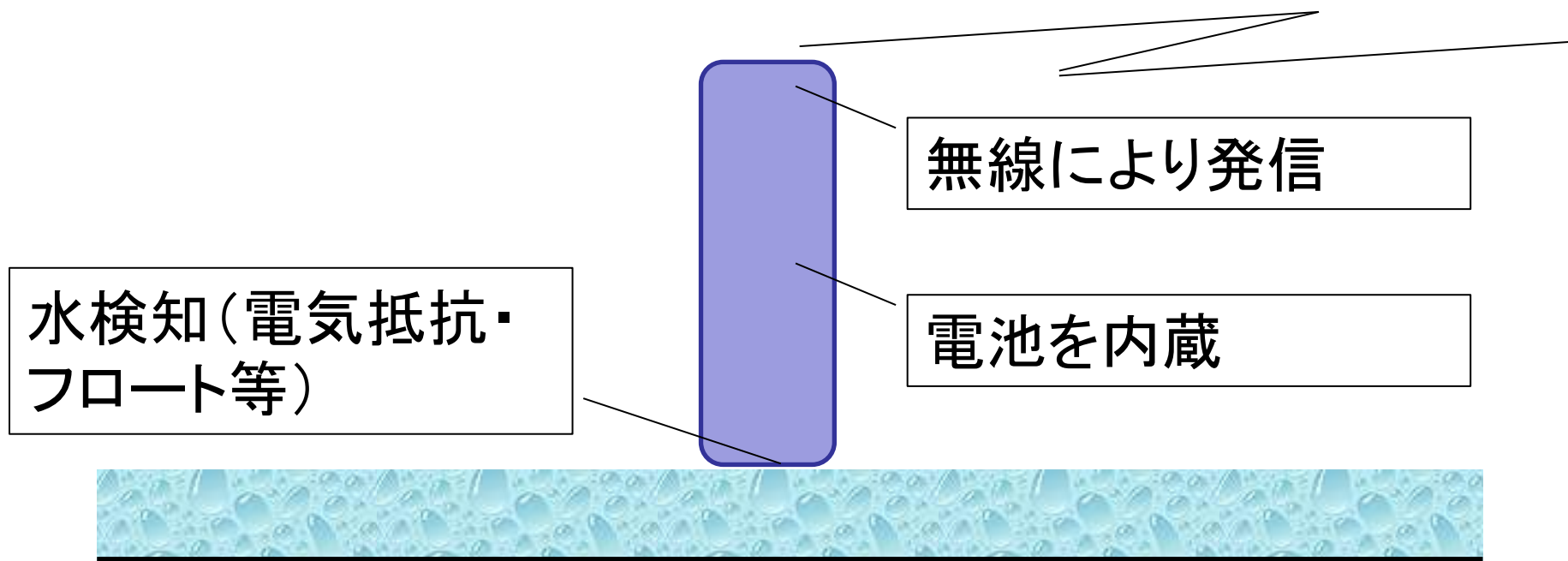
実証実験に用いている6種類の浸水センサ

出典: 国土交通省ワンコイン浸水センサ実証実験

<https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/wankoinsensa/index.html>

背景と従来技術

水検知器の動作



水検知器は電池と無線通信で動作し，手軽に設置できる

背景と従来技術



ガードパイプ



カーブミラー



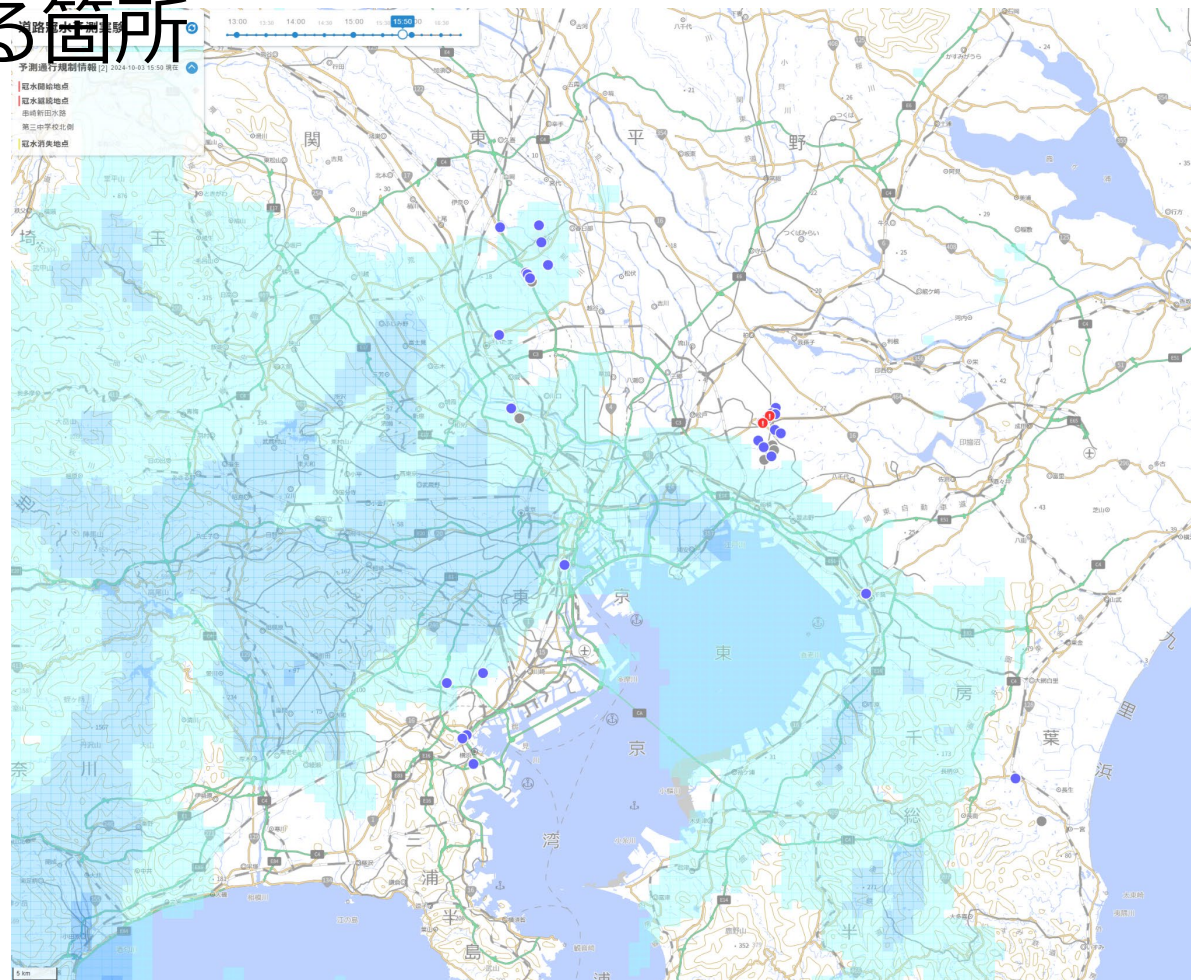
アンダーパスの配管

東京電機大学が設置した水検知器（浸水センサ、冠水センサ）の例

（自治体などと協議して法令に則り設置）

背景と従来技術

東京電機大学が水検知器を実験的に設置してモニタしている箇所



1都4県の26か所

背景と従来技術

- このように、浸水・冠水を「把握」する手段と制度は進展しつつあるが、「把握」だけよいのでしょうか？「把握」だけでは防災行動が後手になってしまうのではないのでしょうか。
- もし、浸水・冠水の「予測」ができれば、先手を打った行動、時間に余裕のある行動が可能となります。

浸水予測の用途の例(1)

「避難確保計画」の確実で適切な運用を支援できる

- 浸水想定区域内にある**要配慮者利用施設**で、利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保を図る必要があると認められるものは、**避難確保計画**が義務付けられている（水防法）。
- 避難の要否・タイミング・浸水・冠水を避けた安全な経路選択という判断が必要となる。新技術は、その判断を支援できる。

浸水予測の用途の例(2)

要配慮者利用施設とは

○水防法における要配慮者利用施設

⇒社会福祉施設、学校、医療施設その他の主として防災上の配慮を要する者が利用する施設

○施設の例

〔社会福祉施設〕

- ・老人福祉関係施設
- ・有料老人ホーム
- ・認知症対応型老人共同生活援助事業の用に供する施設
- ・身体障害者社会参加支援施設
- ・障害者支援施設
- ・地域活動支援センター
- ・福祉ホーム
- ・障害福祉サービス事業の用に供する施設
- ・保護施設
- ・児童福祉施設
- ・障害児通所支援事業の用に供する施設
- ・児童自立生活援助事業の用に供する施設
- ・放課後児童健全育成事業の用に供する施設
- ・子育て短期支援事業の用に供する施設
- ・一時預かり事業の用に供する施設
- ・児童相談所
- ・母子健康包括支援センター 等

〔学校〕

- ・幼稚園
- ・小学校
- ・中学校
- ・義務教育学校
- ・高等学校
- ・中等教育学校
- ・特別支援学校
- ・高等専門学校
- ・専修学校 等

〔医療施設〕

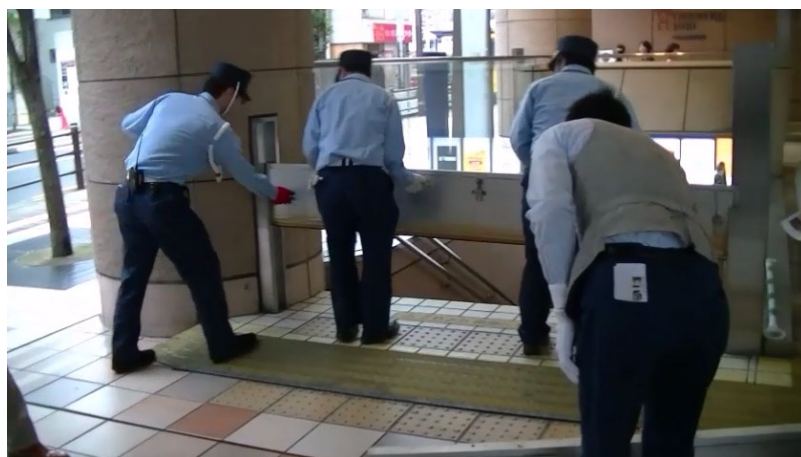
- ・病院
- ・診療所
- ・助産所 等

4

国土交通省 | 要配慮者利用施設の管理者等の避難確保計画の作成等の義務化について
<https://www.mlit.go.jp/common/001189358.pdf>

浸水予測の用途の例(3)

浸水防止活動（止水板・土のう設置）を適切なタイミングで確実に実施するための支援を行える



止水板を設置するには：
営業の縮小等の調整，設置作業者を確保，止水板，土嚢等を保管場所から持ち出し，人や車両（地下駐車場の場合）へのアナウンス・止水板の設置，誘導員の配置・・・

浸水予測の用途の例(4)

「BCP（事業継続計画）」を確実に実施するための支援を行える

- 事業を継続するために重要な資産を水害から退避させるには、例えば、情報資産ならバックアップやシャットダウンの時間が、移動可能な資産なら車両を手配し積み込み運搬といった時間がかかる。新技術により、そのためのリードタイム（準備時間の余裕）を得られる。
- 行動を決定するための判断、調整、指示にも時間がかかることを忘れてはいけない。

浸水予測の用途の例(5)

地点毎の道路冠水発生確率を予測し，現地作業者の効率的な配置を支援できる。

- 道路冠水の危険性のある地点全てに作業者を割り当てられないとき，どの地点を優先すべきかを支援することができる。経験者の勘を，過去の履歴と予測降雨による確率で置き換え，支援することができる。



浸水予測の従来手法

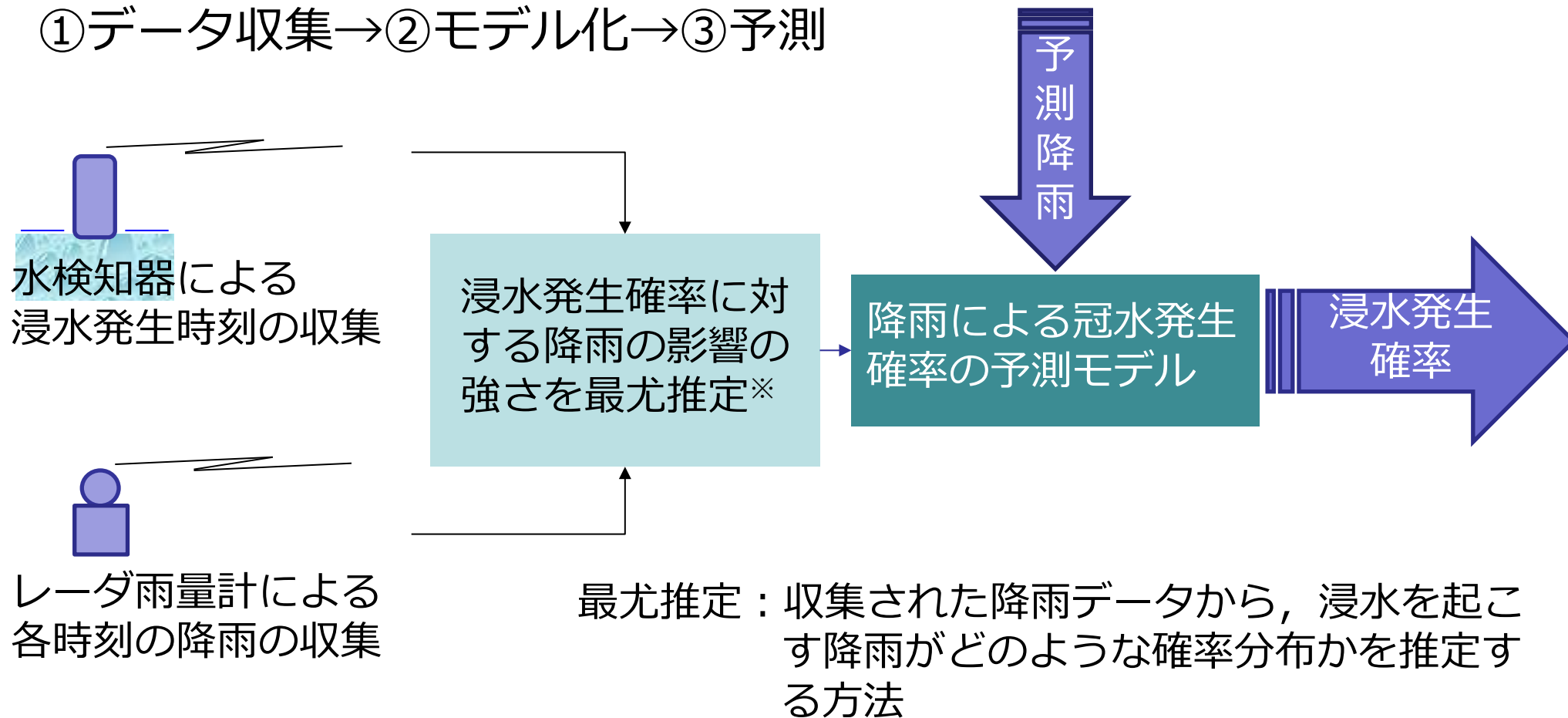
- コンピュータによるシミュレーションで浸水・冠水を予測するには以下が必要であり、予測は簡単に始められない（しかし、予測が必要な箇所は多数）。
 - － 水の流れを計算するため、地形の高低・地表の水の流れ易さ（流出解析）、そして、排水能力等（下水道管路等）の情報
 - － 情報を使ってシミュレーションするソフトウェアとハードウェア
 - － シミュレーションの精度を評価するための水位計や監視カメラの設置

新技術の概要

- 新技術は、水検知器（浸水センサ）の浸水履歴と降雨データから、降雨によって浸水が発生する確率を算出するモデルを作り、これを使って、**降雨予測から浸水の出現予測**を実現した。
- 水検知器と雨量データだけなので、地形や土地利用の情報を収集する必要がなく、容易に浸水の予測を始められる。
- 水位計や複雑なソフトウェアを準備する手法に比べてコストを大幅に削減できる。

新技術の概要

①データ収集→②モデル化→③予測



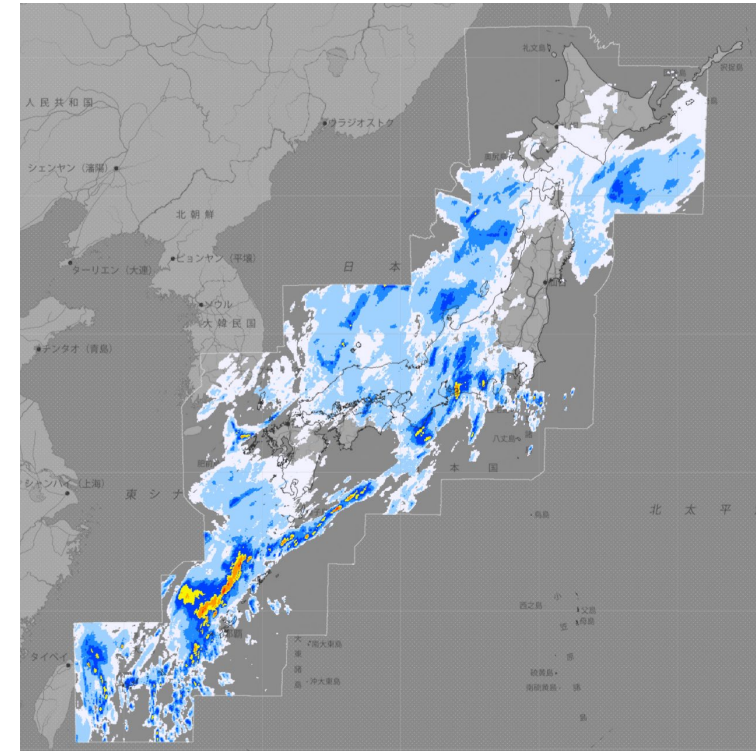
降雨の情報



観測降雨の例

(国土交通省 | 川の防災情報)

<https://www.river.go.jp/kawabou/pc/rd?fld=0&zm=6&clat=38.496593518947584&clon=138.47167968750003&mapType=0&viewGrpStg=0&viewRd=1&viewRW=1&viewRiver=1&viewPoint=1&rdtype=xrain&rdnum=1&rdopa=50>



予測降雨の例

(気象庁 | 降水短時間予報)

https://www.jma.go.jp/bosai/kaikotan/#zoom:6/lat:35.406961/lon:134.406738/colordepth:deep/elements:rasrf&slmcs&slmcs_fcst

観測降雨，予測降雨はレーダ観測網の整備により日本全国をカバーしている

新技術を道路冠水の予測に適用した例



平常時のアンダーパスと
水検知器の設置状況

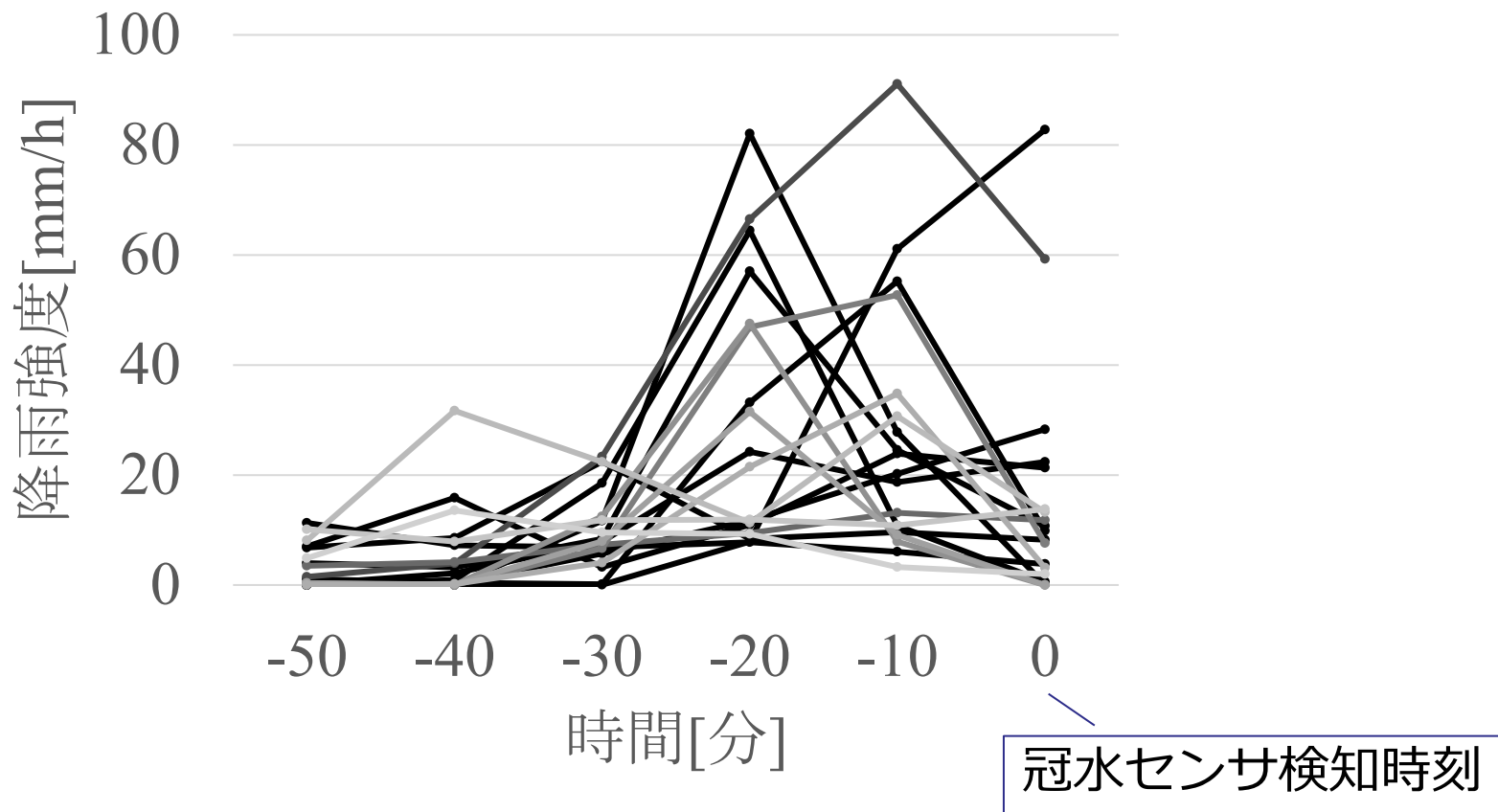
さいたま市内東北道アンダーパス



冠水時

新技術を道路冠水の予測に適用した例

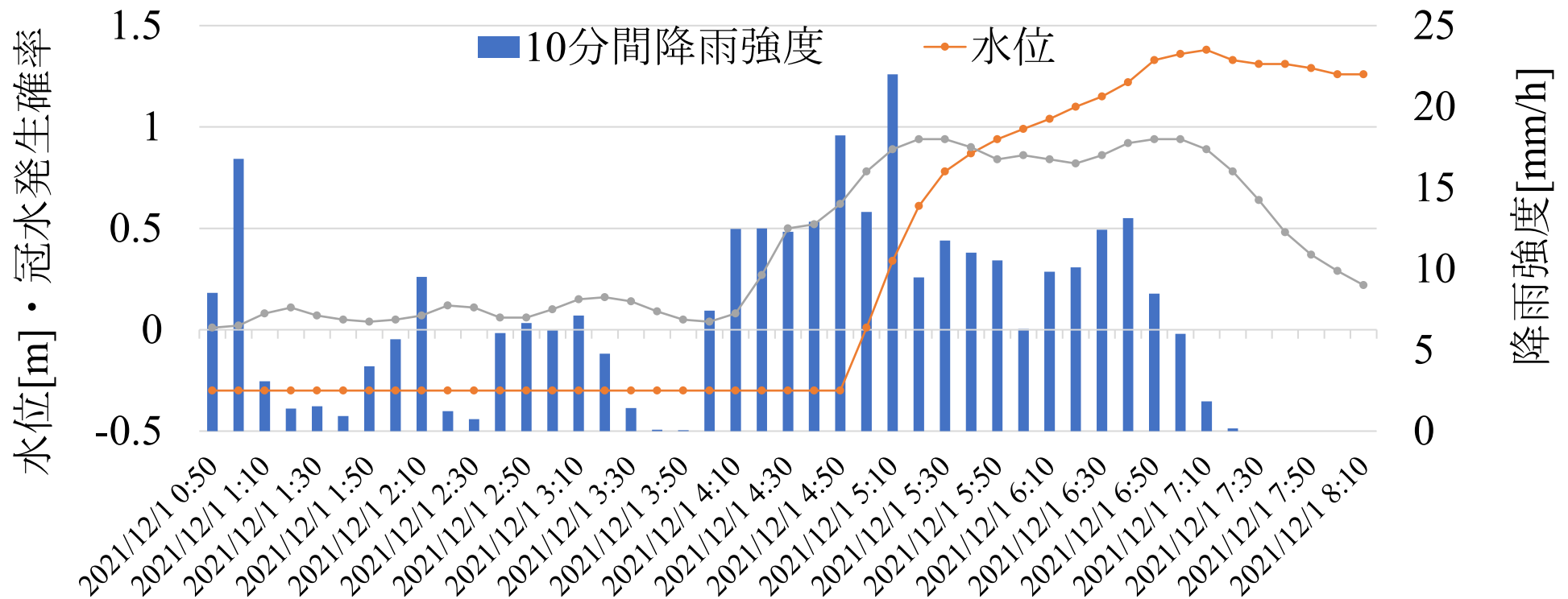
冠水の発生前の降雨の状況



各時刻の降雨強度による冠水発生への影響の強さを推定して予測モデルを作成する

新技術を道路冠水の予測に適用した例

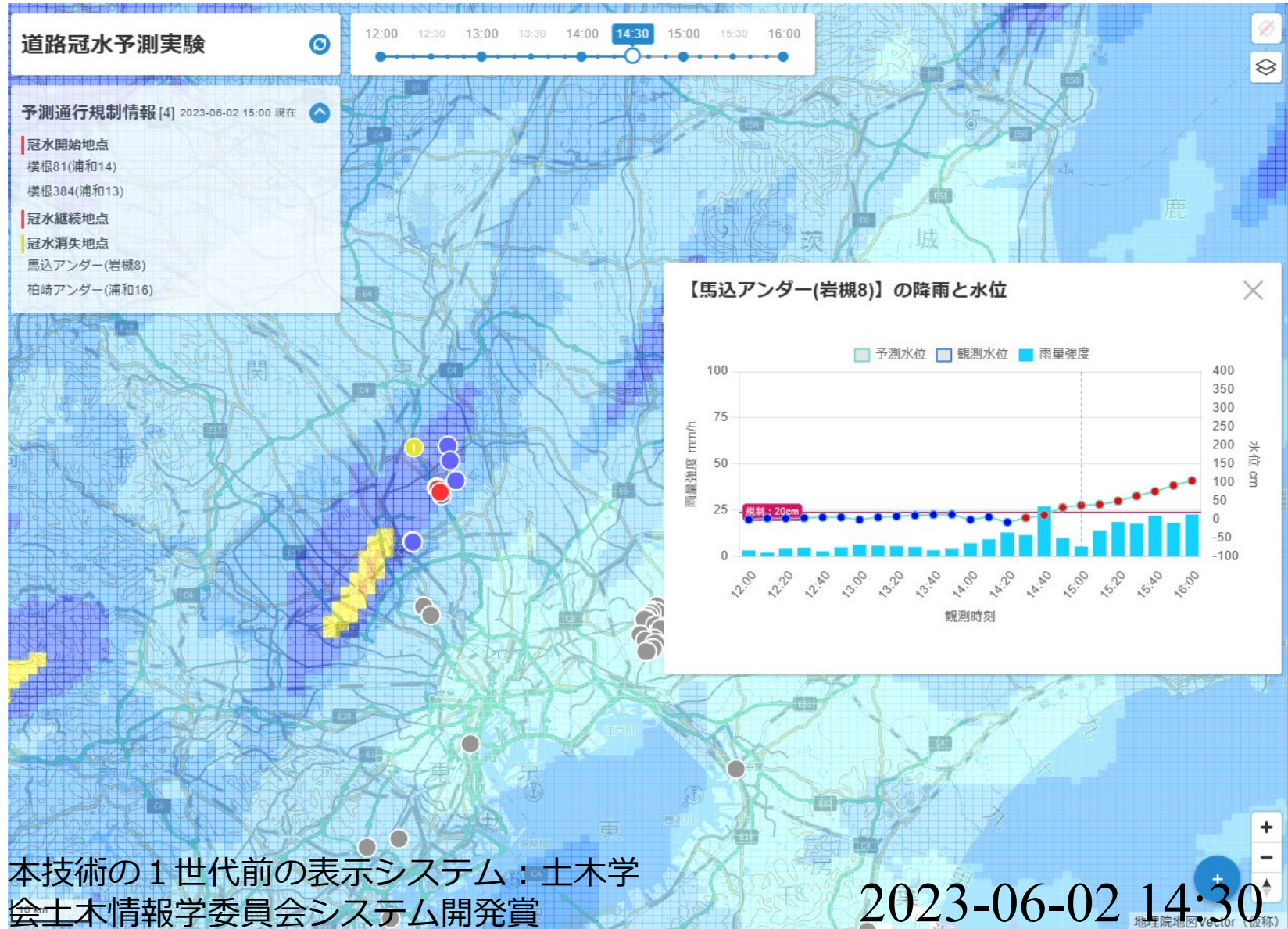
予測モデルと降雨から冠水発生確率を算出し、実際の水位と重ね合わせた結果



- 実際に水位が上昇した5時～5時10分の前に冠水発生確率が大きく上昇していることが分かる。
- 1時，2時，3時頃の降雨では冠水発生確率は0.2未満である。
- 確率が高く，連続するなら冠水が発生すると想定すべきと考えられる。

新技術を道路冠水の予測に適用した例

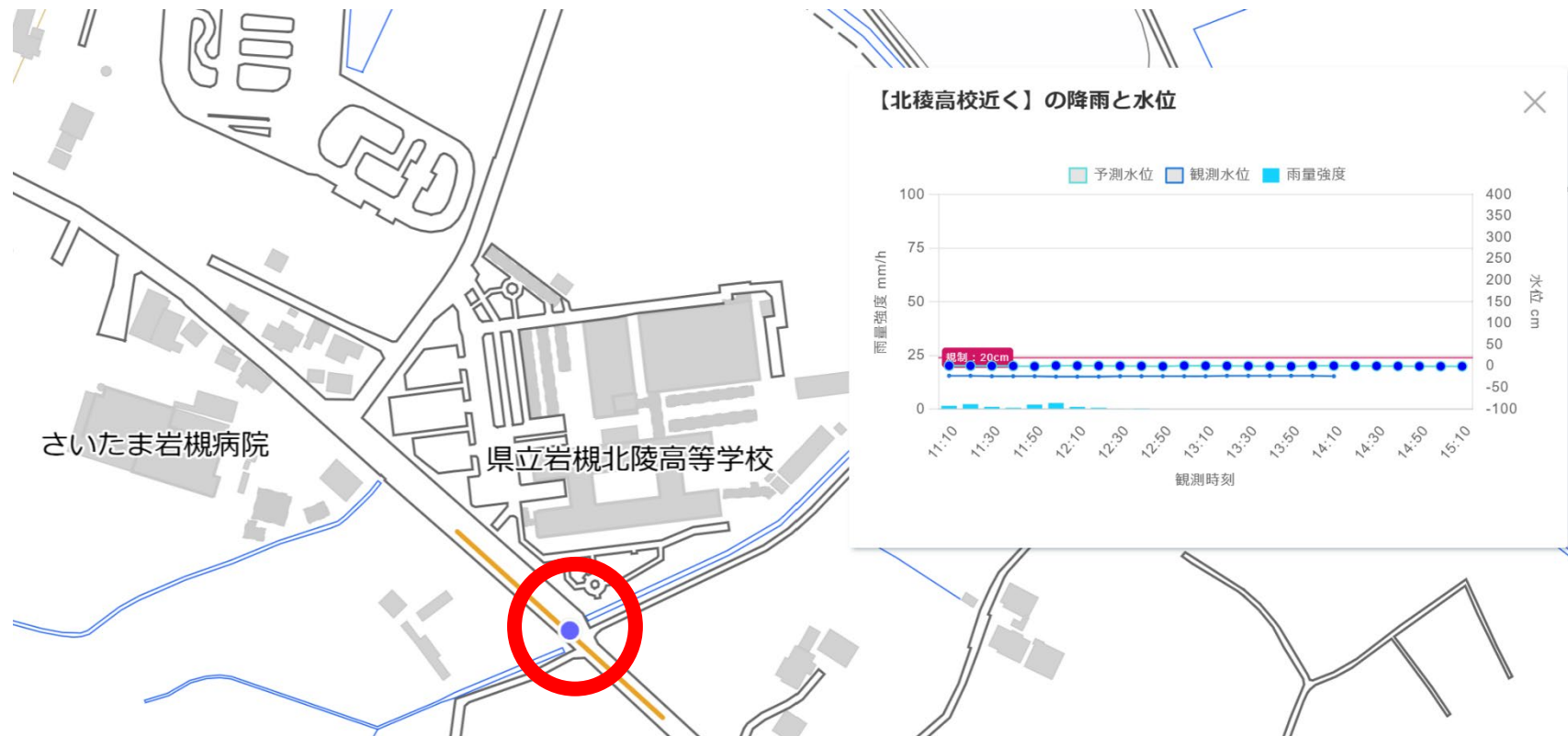
降雨、センサ、予測を可視化した広域的な情報表示画面の例



本技術の1世代前の表示システム：土木学会土木情報学委員会システム開発賞

新技術を道路冠水の予測に適用した例

降雨、センサ、予測を可視化した広域的な情報表示画面の例



(拡大表示)

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : モデル生成装置、冠水確率予測装置、モデル生成方法、モデル生成プログラム、冠水確率予測方法、冠水確率予測プログラム、冠水確率予測システム、及び学習済モデル
- 出願番号 : 特願2024-186061
- 出願人 : 学校法人東京電機大学
- 発明者 : 小林 亘

お問い合わせ先

東京電機大学

研究推進社会連携センター 産官学連携担当

TEL 03-5284-5225

e-mail crc@jim.dendai.ac.jp