

都市におけるシームレス 浸水対策に向けて

中央大学研究開発機構 機構教授

東京大学 名誉教授

古米 弘明

講演内容

1. 集中豪雨と都市型水害
2. 都市浸水対策の変遷
3. シームレスな都市浸水対策に向けて

研究紹介(JST未来社会創造事業+社会連携講座@東大)

- 河川・下水道・沿岸域シームレス結合モデル
- 下水管内水位のリアルタイムセンシング
- シームレスモデルへの枝線排水モデル導入と高精度化
- 降雨・浸水予測に関するデータ処理・解析システム
- リアルタイム観測情報を活用したデータ同化

4. まとめ

1. 集中豪雨と都市型水害

都市における水管理：5つの視点

- 「治水」：安全・安心な生活と産業活動
都市水害への対策のあり方へ
- 「利水」：給配水システム、排水・再生システム
効率的な水利用と再生水利用へ
- 「親水」：水とのふれあい、新たな水空間
都市の水辺、水路の再認識へ
- 「水域生態系保全」：環境収容力保全
健やかさ、潤い、豊かさの向上へ
- 「水を介した熱管理」：ヒートアイランド対策
快適さ、すがすがしさの確保へ

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

3

都市域の雨水流出過程

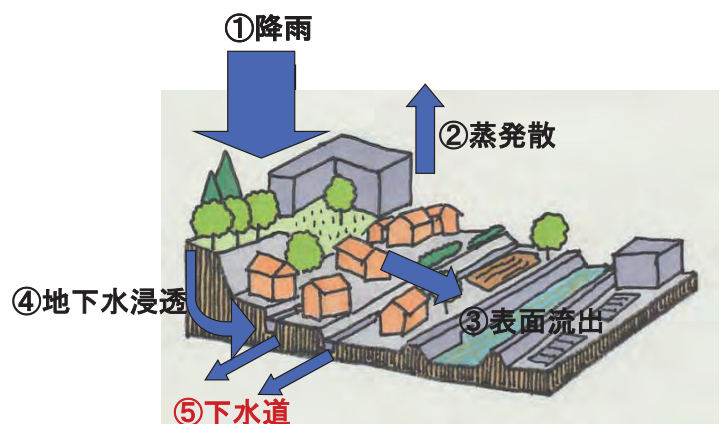
“水文・流出の素過程”

- 降水が地表面に到達する過程①
- 地表面から大気への蒸発する過程②
- 地表面を流出する過程③
- 地下に浸透する過程④

下水道介した流入/流出過程⑤

地表面凹地に貯留する過程
施設に貯留する過程
河川への流出する過程
道路へ溢水する過程

都市域の雨水流出メカニズム



DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

4

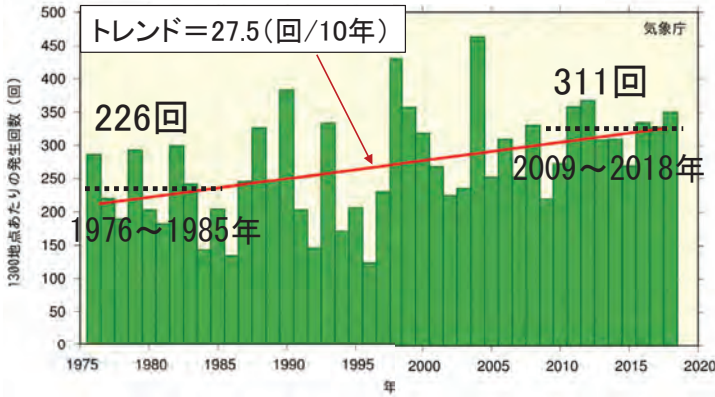
集中豪雨の増加傾向

全国アメダス降水量データから

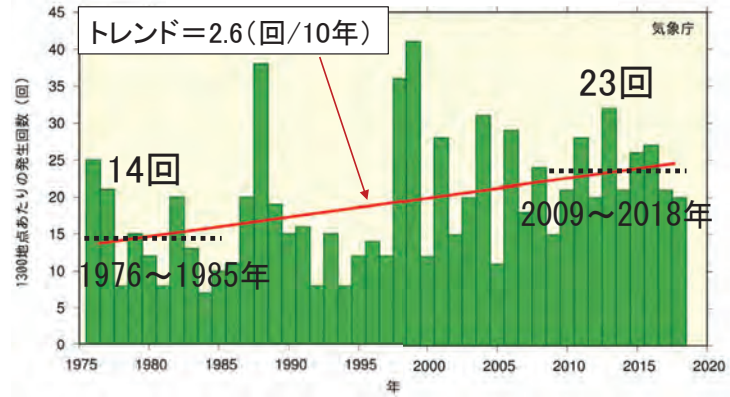
最近10年間（2009～2018年）の時間降水量50mm以上の平均年間発生回数（約311回）は、統計期間の最初の10年間（1976～1985年）の平均年間発生回数（約226回）と比べて約1.4倍に増加しています。

最近10年間（2009～2018年）の平均年間発生回数（約23回）は、統計期間の最初の10年間（1976～1985年）の平均年間発生回数（約14回）と比べて約1.6倍に増加しています。

50mm/hr 以上の年間発生回数



80mm/hr 以上の年間発生回数



https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html

台風と局所豪雨に加えて、前線性豪雨

既に発生していること

今後、予測されること

<p>台風</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆平成28年8月に、統計開始以来初めて、北海道へ3つの台風が上陸 ◆平成25年11月に、中心気圧895hPa、最大瞬間風速90m/sのスーパー台風により、フィリピンで最大な被害が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ◆日本の南海上において、猛烈な台風の出現頻度が増加 ◆台風の通過経路が北上する
<p>局所豪雨</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆時間雨量50mmを超える短時間強雨の発生件数が約30年前の約1.4倍に増加 ◆平成29年7月九州北部豪雨では、朝倉市から日田市北部において観測史上最大の雨量を記録 	<ul style="list-style-type: none"> ◆短時間豪雨の発生回数と降水量がともに増加
<p>前線</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆平成30年7月豪雨では、梅雨前線が停滞し、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨が発生 ◆特に長時間の降水量について多くの観測地点で観測史上1位を更新 	<ul style="list-style-type: none"> ◆停滞する大気のパターンは、増加する兆候は見られない ◆流入水蒸気量の増加により、総降雨量が増加

豪雨現象の変化に敏感であれ！

- 対象排水区の豪雨の特徴を的確に捉える。
- まず、排水区における豪雨のタイプ、発生頻度、降雨特性（降雨量、降雨継続時間、**流達時間における降雨強度**）などを把握する。
- そして、**排水先河川流域との関係から、降雨特性を再整理する。**

<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001350321.pdf>

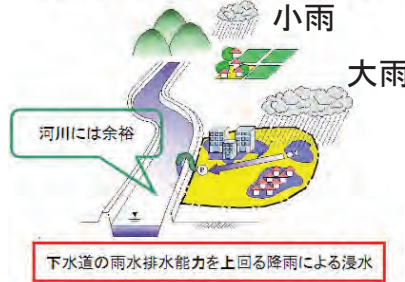
降雨状況と外水位の影響に基づく浸水シナリオ

<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001415375.pdf>

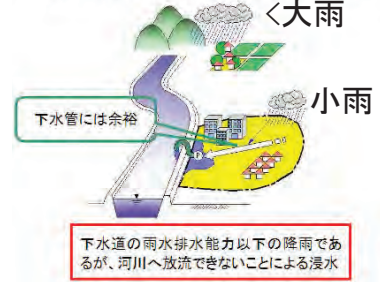
浸水シナリオ	対象	降雨の状況		外水位の影響
		河川中上流	下水道排水区域	
①	内水	小雨	大雨	無
②		<大雨	小雨	有
③	洪水(内水)	<大雨	大雨	有
④		大雨	小雨	有
⑤		大雨	大雨	有

大雨：下水道及び河川の雨水排水能力を上回る降雨
 <大雨：河川に余裕は無いが河川からの溢水が発生しない程度の降雨

[シナリオ①：内水浸水想定区域の対象]



[シナリオ②：内水浸水想定区域の対象]



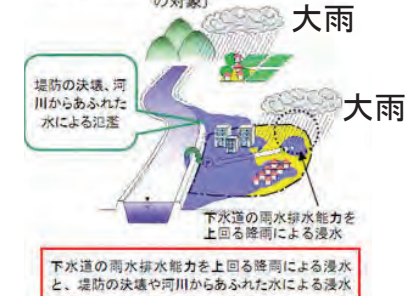
[シナリオ③：内水浸水想定区域の対象]



[シナリオ④：洪水浸水想定区域の対象]



[シナリオ⑤：洪水浸水想定区域との連携の対象]

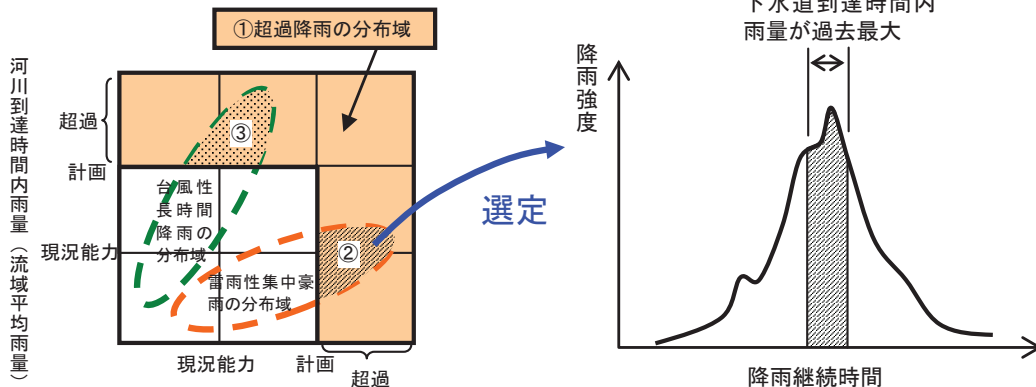


DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

浸水対策における対象降雨の考え方

下水道総合浸水対策計画策定マニュアル(2016年3月)

雨水管理総合計画策定ガイドライン(案)
(2021年11月)



検討すべき降雨

- 計画降雨L1
- 照査降雨L1' (既往最大降雨など)
- 照査降雨L2 (想定最大規模降雨)

<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001429912.pdf>

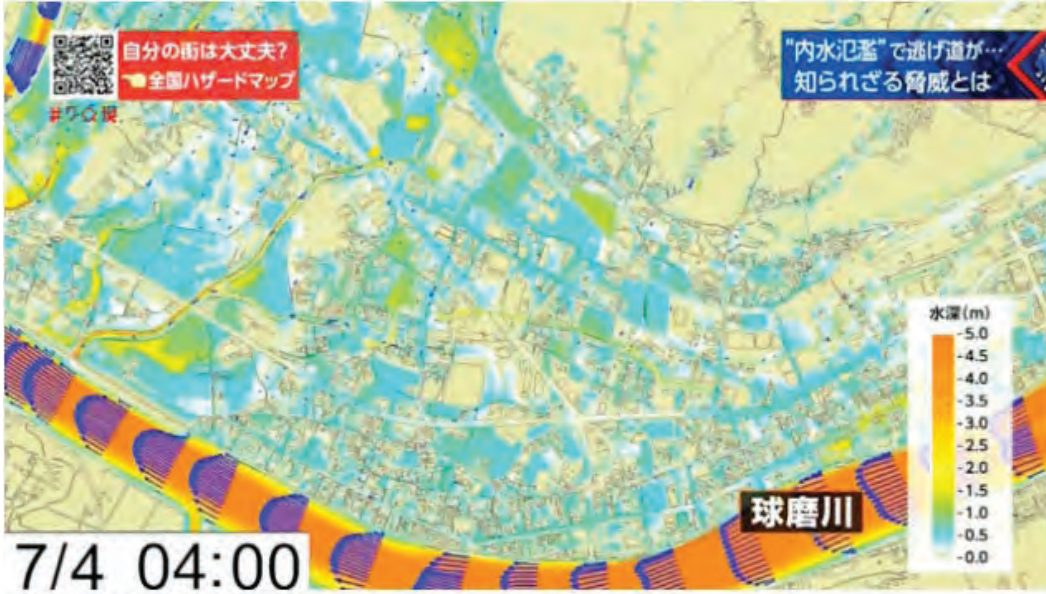
下水道到達時間内雨量(排水区地点雨量) <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/gyosei/sinsui/01.pdf>

- 再度災害の防止の観点から、既往最大降雨を基本
- 雷雨性集中豪雨と台風性豪雨に分けられるが、雷雨性集中豪雨の分布域から下水道到達時間内雨量が最大となる降雨を選定
- 対象降雨は実績の降雨波形を用い、時間的・空間的分布を考慮

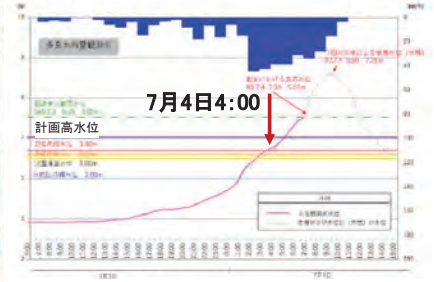
DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

令和2年7月豪雨の人吉市における内水氾濫

水害発生日の午前4時(球磨川越水以前)における“内水氾濫”の発生状況



(球磨川人吉地点)



水位・雨量の状況図

計算
中央大学研究開発機構
福岡捷二機構教授

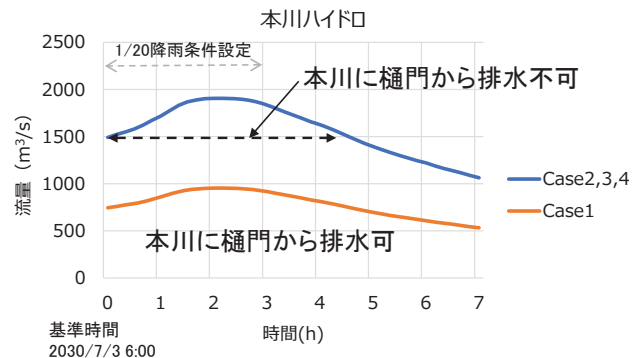
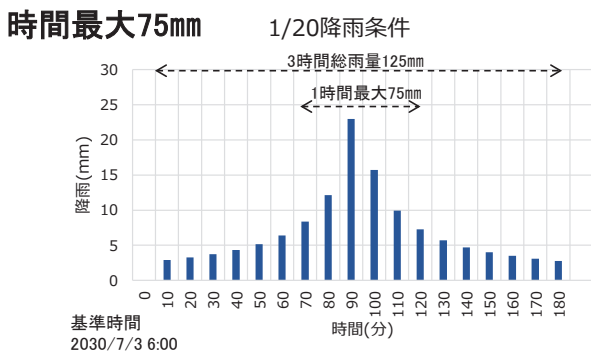
<https://www.nhk.or.jp/gendai/articles/4790/>

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

浸水シミュレーションシナリオ@人吉市

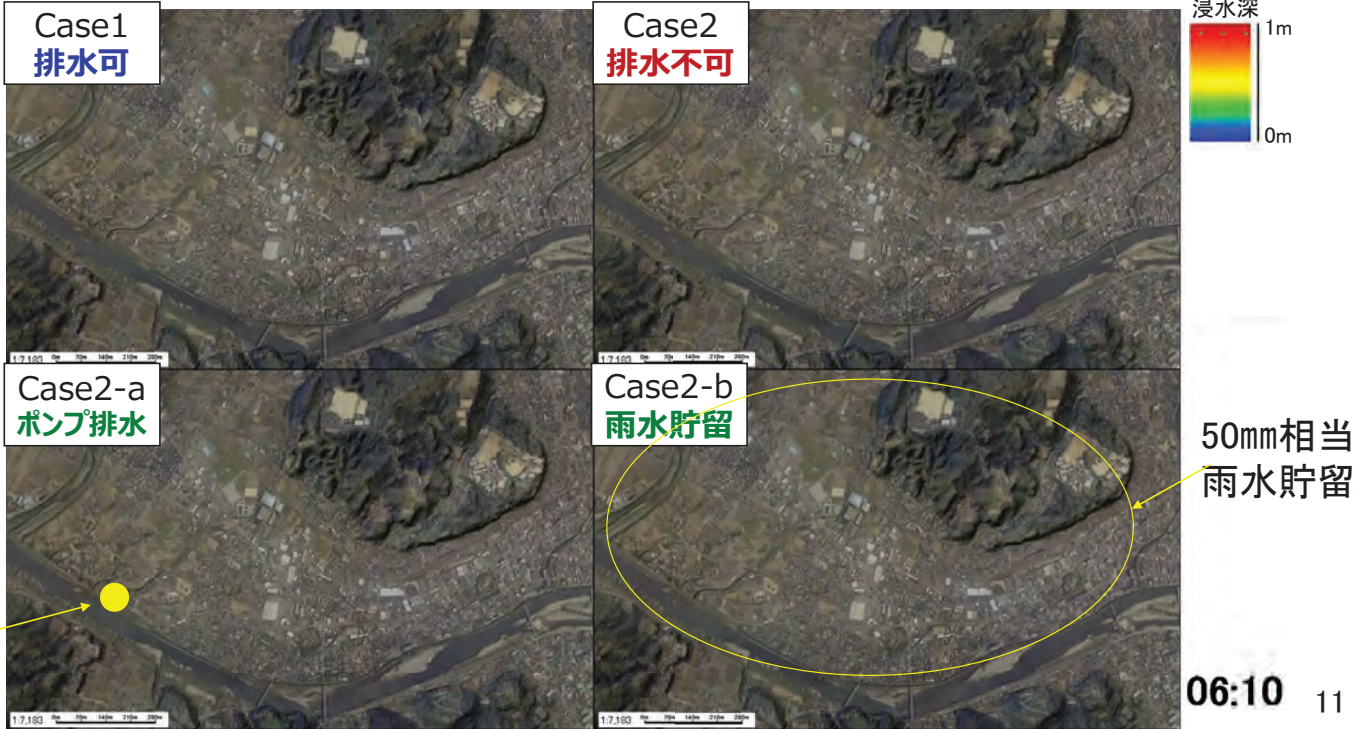
計算:株式会社 日立パワーソリューションズ デジタルエンジニアリング本部

シナリオ	シナリオ概要
Case1	本川に樋門から排水可能な時、時間最大75mmの降雨条件を与える
Case2	本川に樋門から排水不可の時、時間最大75mmの降雨条件を与える
Case2-a	本川に樋門から排水不可の時、ポンプ30m ³ /s排水を行い、時間最大75mmの降雨条件を与える
Case2-b	本川に樋門から排水不可の時、流域内で50mmの雨水貯留を行い、時間最大75mmの降雨条件を与える



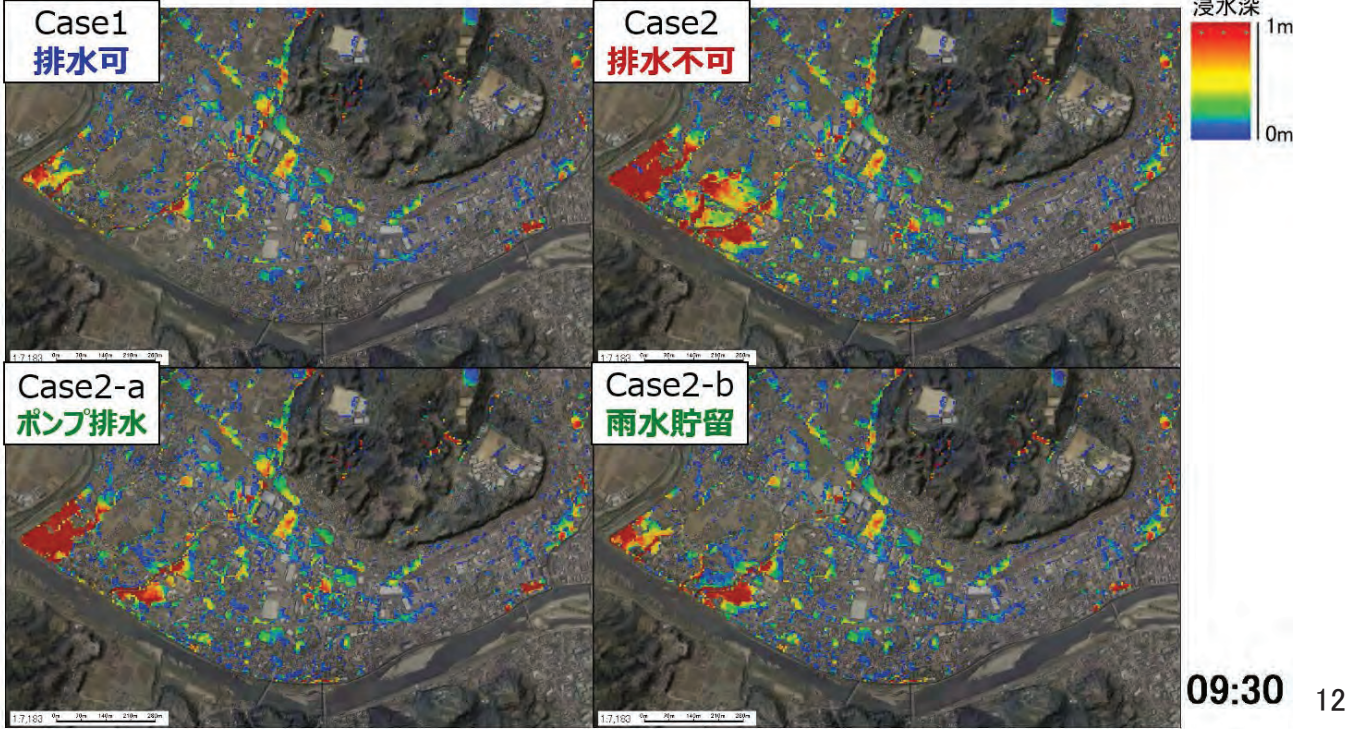
浸水シミュレーション結果

計算:株式会社 日立パワーソリューションズ デジタルエンジニアリング本部



浸水シミュレーション結果

計算:株式会社 日立パワーソリューションズ デジタルエンジニアリング本部



2. 都市浸水対策の変遷

浸水被害事例

- 1998. 3 総合的な都市雨水対策計画の手引き（案）
- 2000. 11 都市型水害対策に関する緊急提言
- 2003. 6 特定都市河川浸水被害対策法公布
- 2004. 5 特定都市河川浸水被害対策法施行
- 2005. 7 **都市における浸水対策の新たな展開**
- 2005. 9 下水道ビジョン2100
- 2006. 4 下水道総合浸水対策計画策定マニュアル（案）と
内水ハザードマップ作成の手引き（案）
- 2007. 6 **新しい時代における下水道のあり方について**
- 2009. 9 下水道施設計画・設計指針と解説の改訂
（雨水排除計画 + 雨水管理計画へ転換）
- 2014. 4 **ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための
新たな基本的考え方**
- 2014. 7 新下水道ビジョン（雨水管理のスマート化）

- 1999年6月29日
福岡市（時間79.5mm）
- 2000年9月11日 - 12日
東海豪雨（2日間567mm）
- 2005年9月4日
東京都、埼玉県、神奈川県
（杉並区下井草時間112mm）
- 2006年8月22日
大阪府（豊中市時間110mm）
- 2008年8月29日
愛知県（岡崎市時間146.5mm）
- 2011年8月：紀伊半島豪雨
- 2014年8月：豪雨による広島市の土砂災害

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日（木）

都市における浸水対策の新たな展開

下水道政策研究委員会 浸水対策小委員会提言
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040722_.html

2005年7月

都市における浸水対策の基本的方向

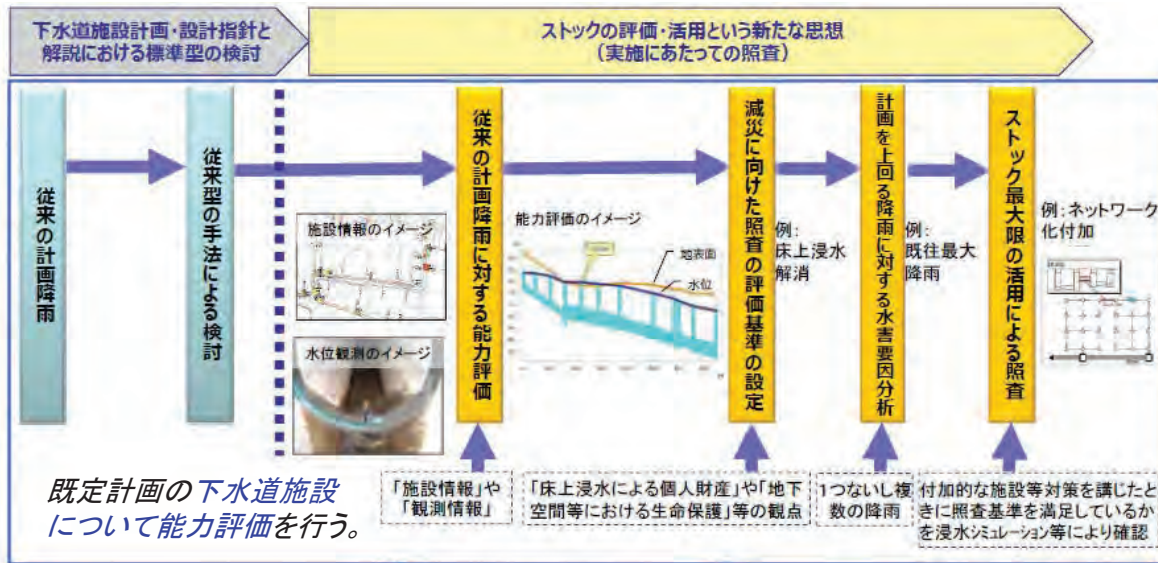


- 着実にハード整備を進め、将来的にも確保すべき安全度を順次高めていく。
- 多様な主体との連携の一層の強化を図りながら、住民と目標を共有する。
- ハード整備の着実な推進とあわせて、自助並びにそれを促すためのソフト対策を組み合わせた総合的な施策を推進していく。

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日（木）

ストックの評価・活用という新たな思想の原則化

2014年4月



- 計画を上回る降雨により生じる水害の要因分析や浸水シミュレーションを行う。
- 床上浸水による個人財産や地下空間等における生命の保護等の観点から、その要因に応じた付加的な施設整備や施設操作の改善等を検討する。

- 他事業ストックとの相乗効果を発現する対策の検討・実施のため、河川や都市計画等の関係部局と連携する。
- きめ細やかなハード・ソフト対策により、粘り強く効果を発揮させ、被害軽減を図るという新たな思想の原則化を図る。

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000314.html

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

都市浸水対策の変遷 つづき

- 2015. 2 新しい時代における下水道政策のあり方
- 2015. 5 水防法及び下水道法の改正：水位周知下水道制度
- 2015. 7 浸水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法
- 2016. 4 内水浸水対策ガイドライン類(7つ星)の策定
- 2018. 12 平成30年7月豪雨を踏まえた都市浸水対策の推進について
- 2019. 10 気候変動を踏まえた治水計画のあり方 2021. 4 一部改訂
- 2020. 6 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 2021. 4 一部改訂
- 2020. 7 今後の下水道事業に係る制度の方向性
気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について
- 2021. 5 特定都市河川浸水被害対策法等の改正：流域治水の推進
- 2021. 7 内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)の改訂
- 2021. 11 雨水管理総合計画策定ガイドライン(案)等の改訂

浸水被害発生豪雨例

- 2015年9月：関東・東北豪雨
- 2016年9月：地下街被害@仙台市(時間108.0mm)
- 2017年7月：九州北部豪雨
- 2018年6月-7月：西日本豪雨
- 2019年8月：九州北部豪雨
- 2019年10月：東日本台風(台風19号)
- 2020年7月：熊本豪雨
- 2021年8月：西日本を中心に発生した大雨

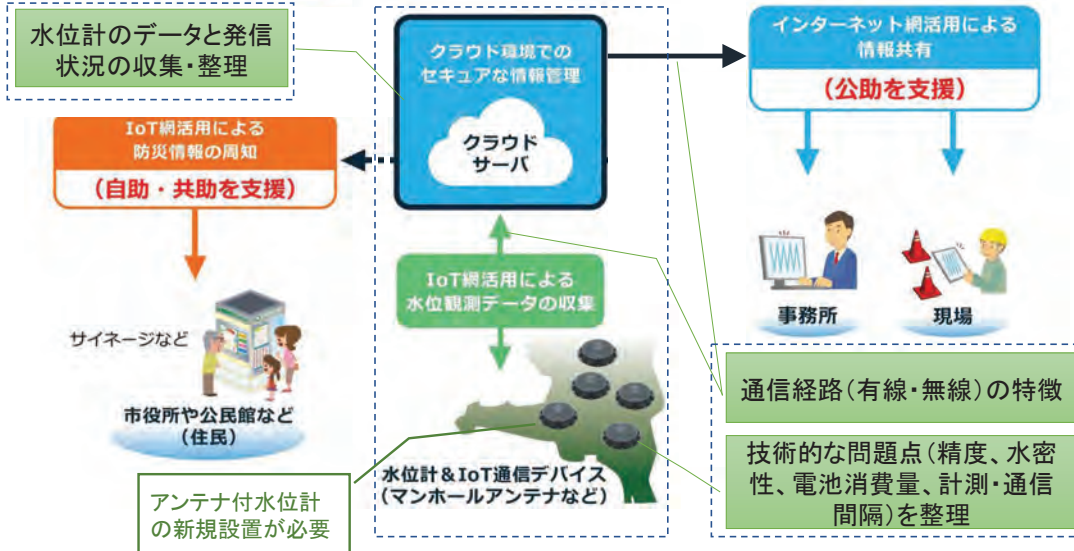
DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

水位周知下水道

水防法改正 2015年5月

下水管内水位情報等の発信の試行の支援

- 水位情報の発信や水位データの収集・整理により、適切な発信先、発信方法、頻度等を整理
- 水位情報を伝搬する通信経路(有線・無線)の特徴、水位計を常設し運用する際の技術的な問題点(精度、水密性、電池消費量、計測・通信間隔)を整理



<指定地区>
 福岡市博多駅周辺地区
 広島市千田地区
 川崎駅東口周辺区域
 名古屋駅周辺区域

<水位情報の運用>
 横浜駅西口周辺

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

想定最大外力の設定手法 (2015年7月)

想定最大規模降雨(降雨量、降雨波形)の設定の基本的な考え方

降雨量

- 想定最大規模降雨の降雨量については、日本を降雨特性が似ている15の地域に分け、それぞれの地域において観測された最大の降雨量(地域ごとの最大降雨量)により設定することを基本とする。
- ただし、全国的なバランスも踏まえ、年超過確率1/1,000程度の降雨量と比較し、大きく下回っている場合などにおいては、年超過確率1/1,000程度の降雨量を目安として設定することも考えられる。

降雨波形(降雨量の時間分布、空間分布)

- 想定最大規模降雨の降雨波形については、最悪の事態を想定するため、主要な洪水の降雨波形等を想定最大規模降雨の降雨量に等しくなるよう引き伸ばしたもののうち、氾濫した際の被害が最大になると考えられるものを選定することを基本とする。

最大降雨量@関東

1時間	
面積 (km ²)	雨量 (mm)
1	153
31	150
63	150

最大降雨量@近畿

1時間	
面積 (km ²)	雨量 (mm)
1	147
32	130
64	105

https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnbun_1507.pdf

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

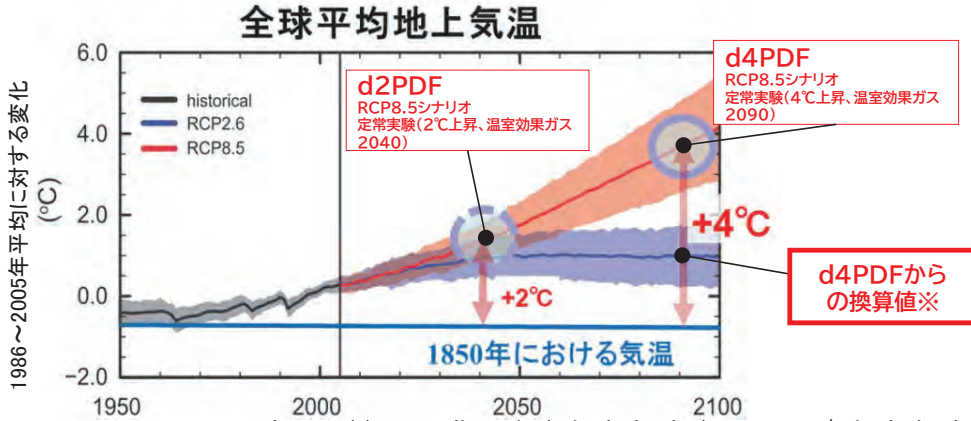
気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会

Database for Policy Decision-Making for Future Climate Change

2019年10月、2021年4月

- 令和元年10月提言では、d4PDFの換算値を用いて暫定値として降雨量変化倍率を公表した。その後、d2PDFを用いて、降雨量変化倍率の適用範囲の整理、島嶼部(沖縄)、短時間・小流域、確率規模の在り方を検討した。
- 公表した降雨量変化倍率を踏まえて、気候変動を踏まえた治水計画の検討として、長期計画である河川整備基本方針の基本高水の設定方法等の具体手法を整理した。

気候変動予測結果の活用



降雨特性の類似する地域分類

降雨量変化倍率

河川の治水計画と下水道の浸水対策との整合性

https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/mizukokudo_sewage_tk_000698.html

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進

2020年6月、2021年4月改訂

従来の経験が通用しない現象が発生しており、いままでの常識だけでは対処できない。気候変動に伴う降雨の規模、頻度、時空間分布などに関する将来の降雨予測データが構築されてきている。「再度災害防止」から、将来予測データも活用した「事前防災」の整備へ転換する。

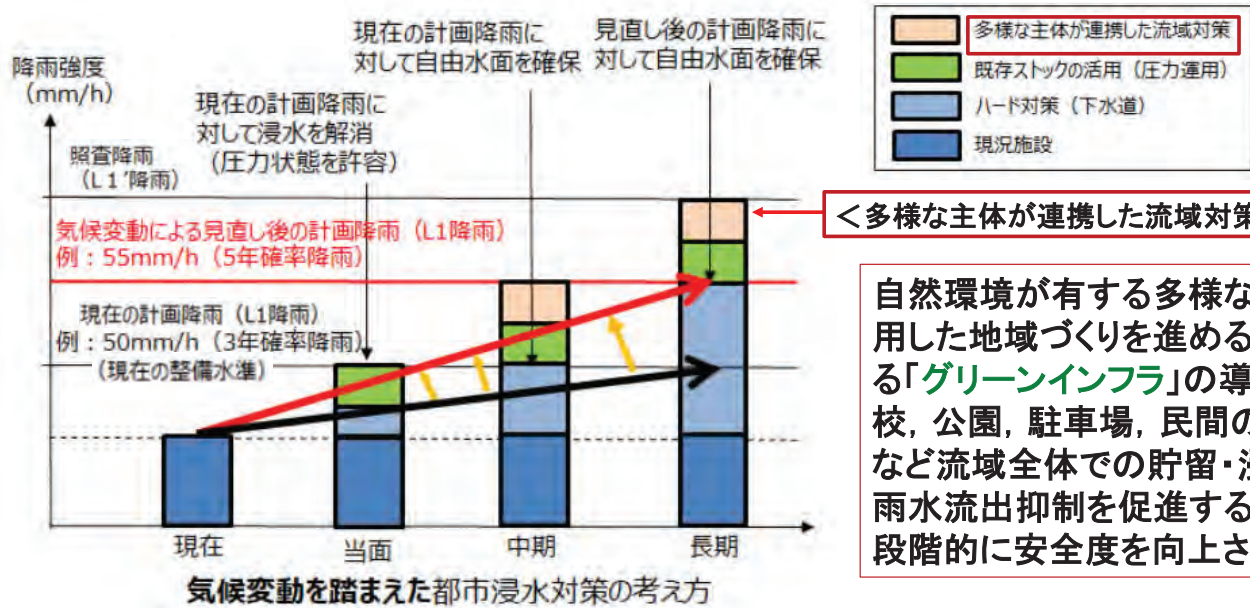
下水道による都市浸水対策の推進における施策

- 1) 中長期的な計画の策定の推進
- 2) 施設の耐水化の推進
- 3) 早期の安全度の向上
- 4) ソフト施策の更なる推進・強化
- 5) 多様な主体との連携の強化

内水による浸水リスク評価を踏まえた雨水管理総合計画の策定
流域治水の考え方を踏まえた多様な主体との連携

- 企業や住民による流出抑制対策
- 都市計画部局とも連携したグリーンインフラの活用

気候変動の影響を踏まえた整備目標、対策目標の達成に向けた段階的対策計画の例



「流域治水」の施策について

「River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All」

流域治水関連法公布: 2021年5月

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化等を踏まえ、堤防の整備、ダムの建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、**集水域から氾濫域にわたる流域**に関わるあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う考え方

① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

集水域

雨水貯留機能の拡大
[県・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

河川区域

流水の貯留
[国・県・市・利水者]
治水ダムの建設・再生、治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治水機能の向上

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]
「より強い堤防」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

氾濫域

浸水範囲を減らす
[国・県・市]
二線堤の整備、自然堤防の保全

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

③ 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

氾濫域

土地のリスク情報の充実
[国・県・市]
水害リスク情報の空白地帯解消、多段階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

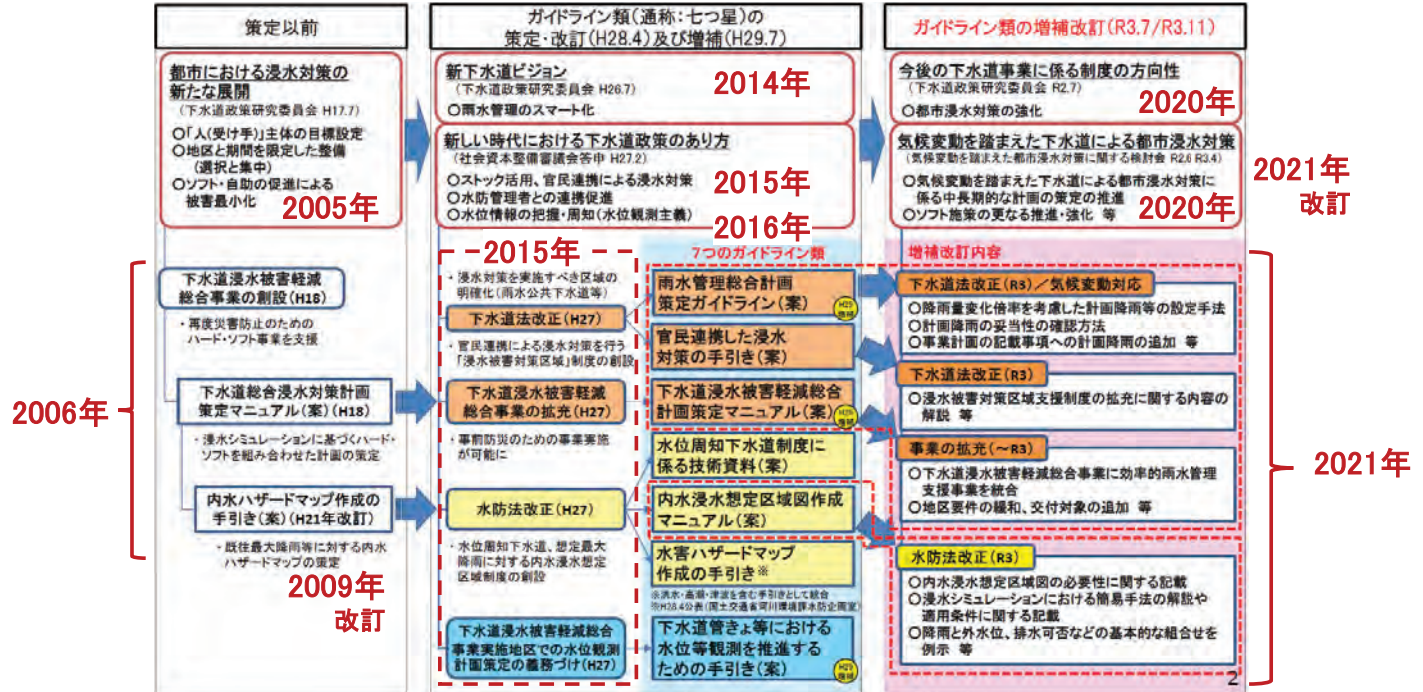
地域の特性に応じて、ハード・ソフト対策を一体で多層的に推進

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

浸水対策の変遷とガイドライン類の策定&改訂



<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001429928.pdf>
 DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

テキストマイニングによる対策の変遷評価

ユーザーローカルのAIテキストマイニングフリーソフト(ワードクラウド)を利用

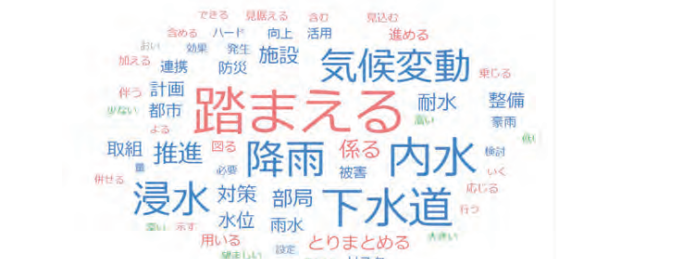
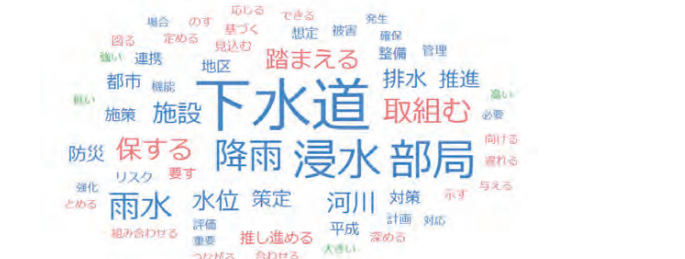
下水道総合浸水対策計画策定マニュアル(案) 概要版(2006年3月)

ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための新たな基本的考え方(2014年4月)



平成30年7月豪雨を踏まえた都市浸水対策の推進について 提言(2018年12月)

気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言(2020年6月)



下水道事業における今後の課題

- 気候変動による降雨量の増加を反映した治水対策に転換するため、パリ協定の目標(2°C上昇に相当)を前提に将来の降雨量の変化倍率を設定して、都市浸水リスクを定量的に評価して「再度災害防止」から、「事前防災」の整備へ転換する。
- 気候変動を踏まえた浸水対策を実施するために、内水浸水リスク評価を踏まえた中長期的な計画の策定において、他事業との連携を行い総合的な雨水管理を実施する。
- グリーンインフラへの理解を深め、その活用を充実するためにも、多様な主体と連携して施策を展開する。
- ハード対策、既存ストックの活用、さらに流域対策による効果をモデルシミュレーションで定量的に評価することを常識化することが不可欠である。モデル予測を活用したソフト対策の充実が求められる。

3. シームレスな都市浸水対策に向けて

2017.11 - 2021.3

2019.4 - 2022.3

研究紹介(JST未来社会創造事業+社会連携講座@東大)

- 河川・下水道・沿岸域シームレス結合モデル
- 下水管内水位のリアルタイムセンシング
- シームレスモデルへの枝線排水モデル導入と高精度化
- 降雨・浸水予測に関するデータ処理・解析システム
- リアルタイム観測情報を活用したデータ同化

JST未来社会創造事業 平成29年度「探索加速型」研究開発
 応募重点公募テーマ「ひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築」

3. シームレスな都市浸水対策

研究期間
 2017年11月
 - 2020年3月



都市浸水リスクのリアルタイム予測・管理制御

研究開発代表者: 古米 弘明 東京大学 大学院工学系研究科 教授

共同研究機関: 東京大学、早稲田大学、土木研究所

目的:

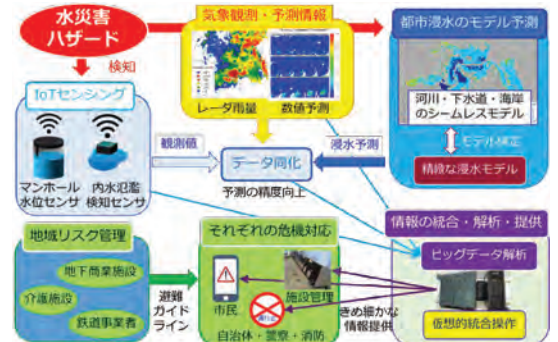
https://www.jst.go.jp/mirai/jp/uploads/saitaku2017/JPMJMI17D5_furumai.pdf

マンホール水位センサやレーダ雨量等の情報を、数値モデルの精度を高めるデータ同化手法に適用して浸水を予測するとともに、これらのビッグデータを統合的に解析して都市浸水の危機管理情報を創出する。

研究概要:

都市において集中豪雨による浸水や氾濫に備えるためには、流出雨水を受け入れる河川と下水道を一体的に管理して、効率的かつ効果的に排水しなければならない。しかし、現在は河川と下水道の流出特性をシームレスに高速予測できるモデルが存在せず、一体的な管理制御は困難である。そこで、本研究はモデルに実際の観測値を入力してより現実に近い予測を行う手法(データ同化手法)を導入し、気象観測・予測データ、河川の水位、下水管路内水位を統合的に解析する新たな浸水・氾濫予測モデルを構築する。それにより、河川と下水道の一体的な管理に基づく、都市排水施設の高度な制御が実現し、河川にポンプ排水すべきか、下水道へ貯留が可能かなど施設を最大限活用する方策の判断をより適切に行うことができる。集中豪雨による浸水・氾濫を防止するのみならず、被害軽減のための避難行動誘導や浸水防止計画立案にも貢献する。

ICT技術を駆使した、都市浸水から安全で安心な
 災害レジリエンスの高い社会の構築



<http://www.recwet.t.u-tokyo.ac.jp/mirai/index.html>

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

3. シームレスな都市浸水対策

東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 水環境制御研究室
 社会連携講座「未来型の都市浸水リスク管理・制御システム」

設置期間: 2019年4月～2022年3月

<http://www.scpmirai.t.u-tokyo.ac.jp/>

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 水環境制御研究室
 社会連携講座「未来型の都市浸水リスク管理・制御システム」

ENGLISH

TOP トップページ NEWS お知らせ PROJECTS プロジェクト ACHIEVEMENTS 研究業績 DEVELOPMENT 研究開発

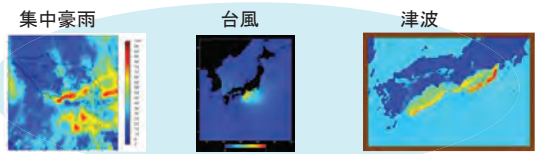
都市浸水に対して
 強くしなやかな
 社会に貢献するために

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

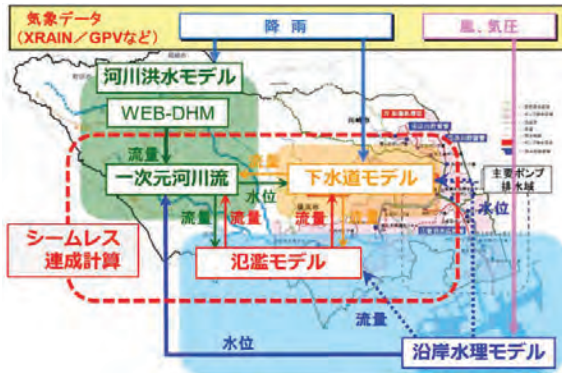
河川・下水道・沿岸域シームレス結合モデル

シームレスモデル

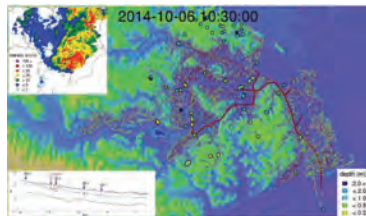
高速化された河川・下水道・海岸の各要素モデルを一体的に解くことで、各氾濫因子の相互干渉を考慮しながら、外水氾濫、都市浸水、高潮氾濫などをリアルタイムに解析



シームレスモデル解析



シームレスモデル概略(佐貫ら、2016)



複合的な外力に対する高速かつ一体的なハザード予測を実現

アウトプット 河川洪水流量と河道水位
 下水道管渠網水位とポンプ排水量
 海岸堤防、河川堤防からの外水氾濫
 マンホールからの吹き出し等の都市氾濫

2014年10月 台風18号における出水の再現計算

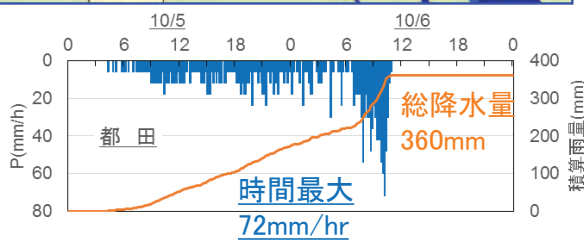


多目的遊水地

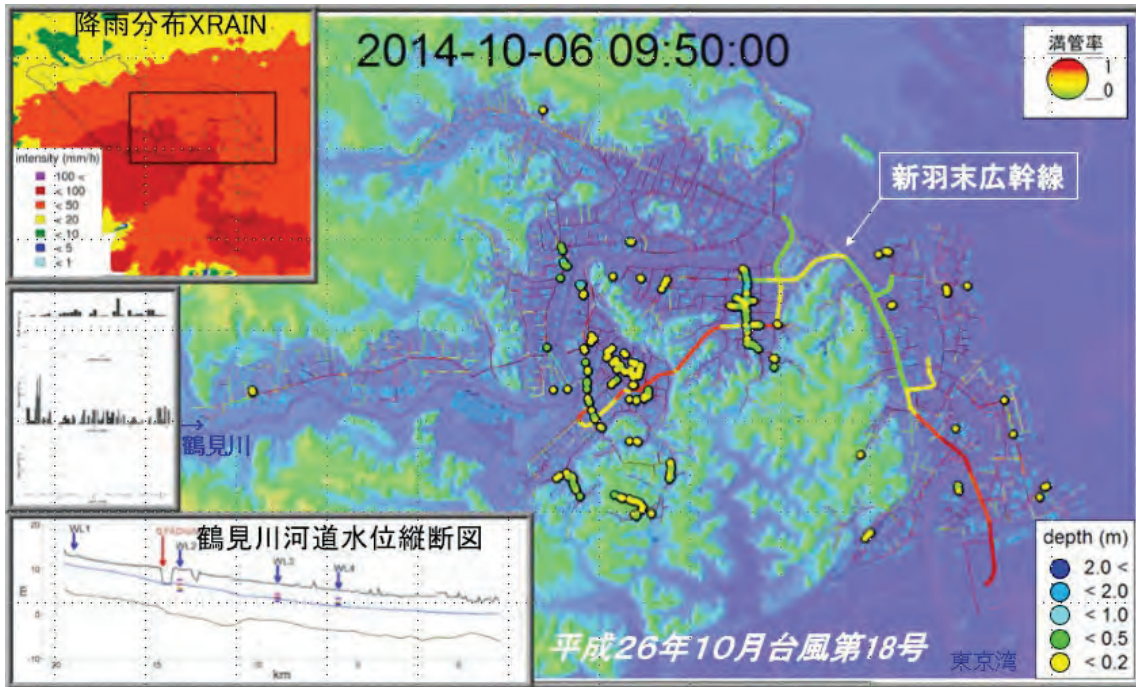
順位	年月日	出水名	貯留量(m3)
1	2014年10月6日	台風18号	1,536,000
2	2004年10月9日	台風22号	1,250,000
3	2013年4月6日	低気圧による豪雨	922,000
4	2013年10月16日	台風26号	328,000
5	2004年10月20日	台風23号	80,000

下水道雨水調整施設

施設名	貯留量(m3)	満容量(m3)
新羽末広幹線	380,000(92%)	410,000
小机千若雨水幹線	256,000(100%)	256,000
川向雨水調整池	24,000(100%)	24,000
新羽雨水調整池	89,000(100%)	89,000



鶴見川流域の台風時における浸水解析事例

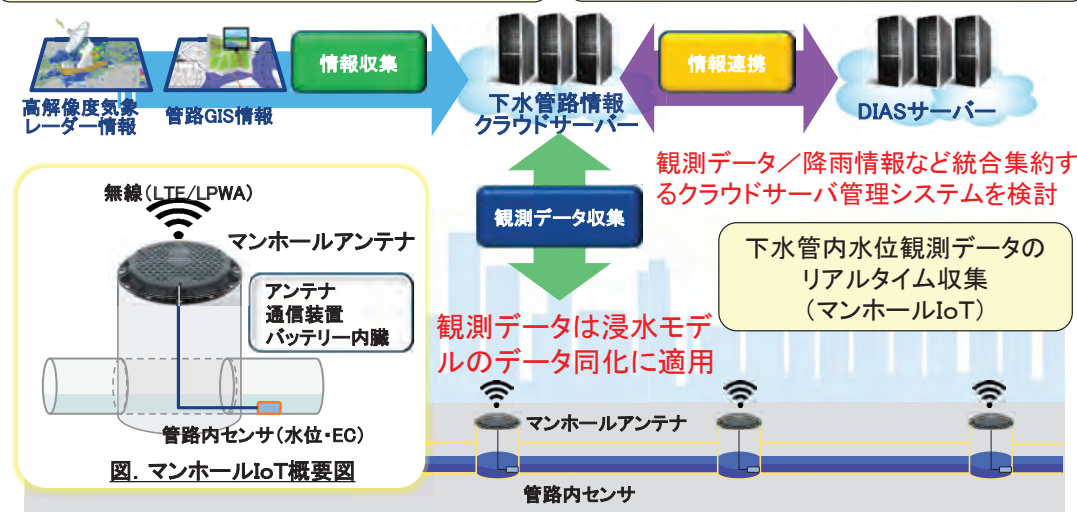


観測降雨等を入力として、河道水位、下水道水位、浸水深等が解析され可視化される
 DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

下水管内水位のリアルタイムセンシング

管路情報、土地利用情報、観測データ・降雨情報の統合集約、DIASサーバーとの連携

降雨観測値と予測値を用いたシームレスモデルによる管内水位や浸水の予測計算結果



- ・マンホールIoTによる下水管内水位リアルタイムセンシングを導入
- ・LTE/LPWA組合せの無線ネットワークで観測システムを構築

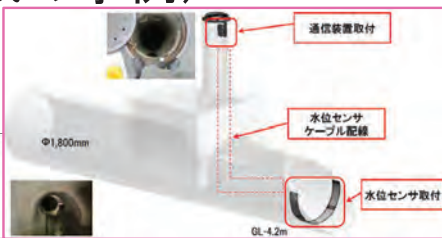
<http://www.recwet.t.u-tokyo.ac.jp/mirai/index.html>

DIAS (Data Integration and Analysis System) データ統合・解析システム
 地球規模／各地域の観測で得られたデータを収集、永続的な蓄積、統合、解析するとともに、社会経済情報などとの融合を行い、地球規模の環境問題や大規模自然災害等の脅威に対する危機管理に有益な情報へ変換し、国内外に提供する。
 我が国の総合的な安全保障や国民の安全・安心の実現に資することを目的として、2006年度にスタートした。

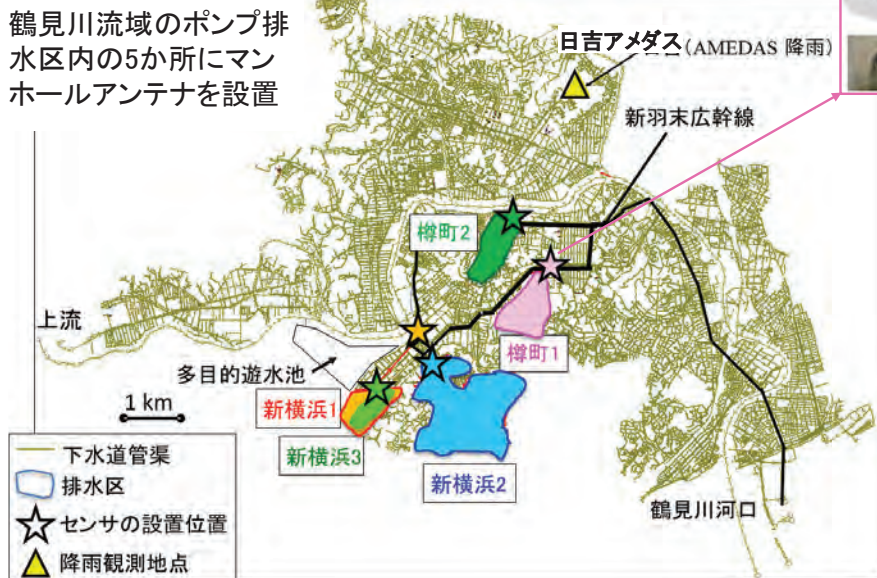
水位センサの設置位置(鶴見川流域の事例)

項目	小排水区				
	新横浜1	新横浜2	新横浜3	榎町1	榎町2
面積 [ha]	20	188	13	57	42
ノード [数]	232	3235	145	474	581

榎町1地点



鶴見川流域のポンプ排水区内の5か所にマンホールアンテナを設置



◆ 水位センサ設置:
地下4.2m
榎町1合流幹線
(新羽末広幹線に接続)

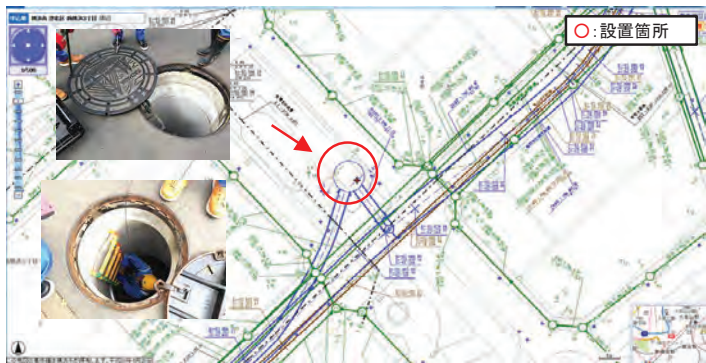
計測開始
2018年6月末から3年間観測

計測間隔と通信方式
1分間隔で計測
10分毎にLTE網で通信

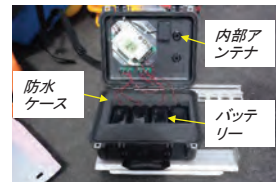
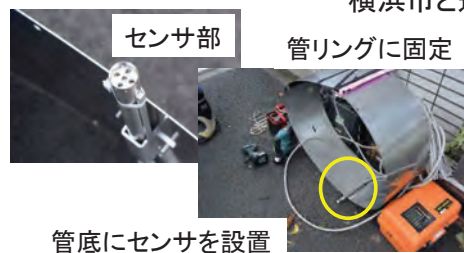
DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

マンホールアンテナ設置(新横浜駅付近)

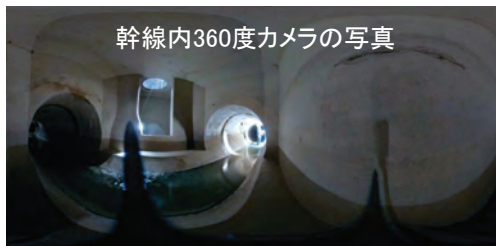
新横浜1:横浜市港北区新横浜3丁目24-2付近



横浜市と連携



通信ユニット



幹線内360度カメラの写真



取り外し容易な通信ユニット



外部アンテナ

DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

クラウド保存の管内水位の観測結果表示例

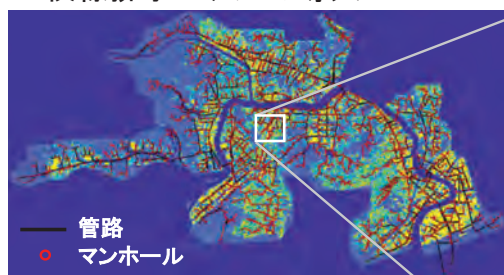
2019年10月12日(台風19号)



DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

シームレスモデルへの枝線排水モデル導入と高精度化

枝線排水モデルの導入



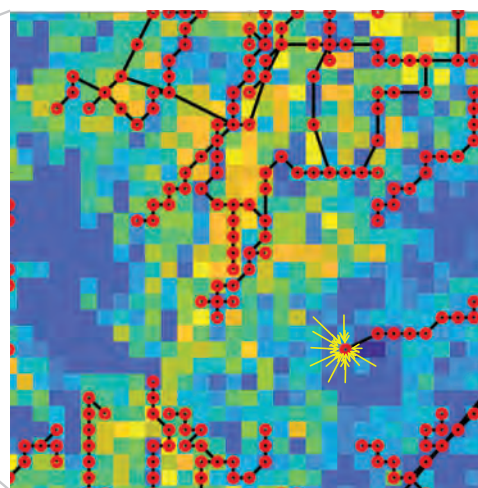
各地表面グリッドから直近の幹線マンホールへの枝線排水量を次式で算定

$$Q = \frac{C}{n} \sqrt{h} \quad (C = \alpha r_{bc} \frac{L}{S} : \text{排水能力})$$

- Q 排水流量
- α フィッティング係数
- n 直近のマンホール数
- r_{bc} 建ぺい率
- h 地表面での水深
- L 各グリッドでの管路網の総延長
- S 各グリッドの表面積

■ ϕ 600以下の末端管路網を通じた下水幹線への排水過程を巧妙にモデル化

→ 計算の高速化+汎用性の向上を実現 (末端管路網の詳細なデータが不要)

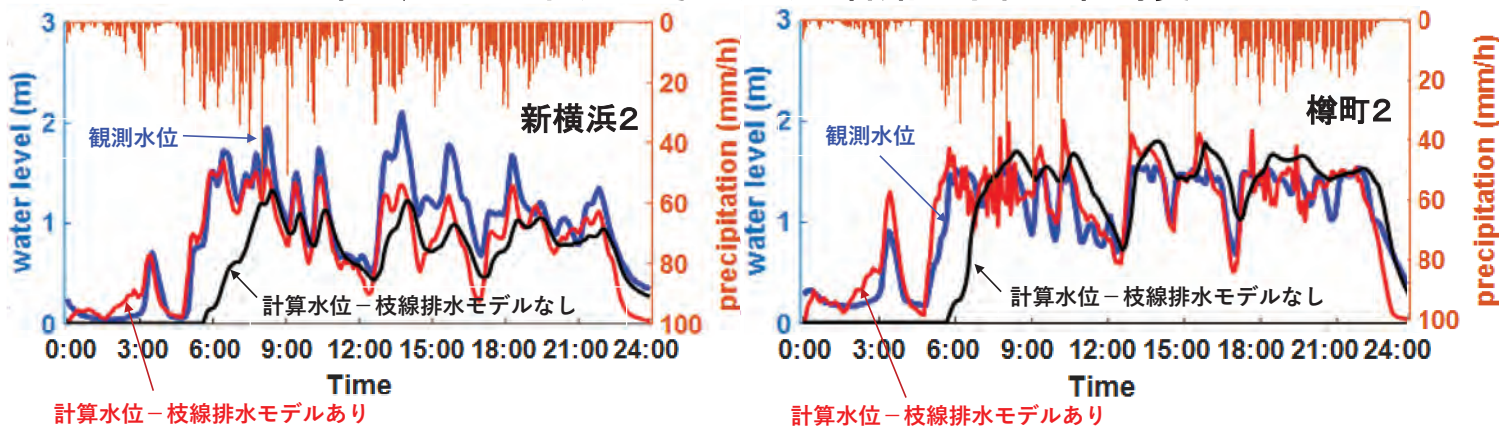


DioVISTAオンラインセミナー 2023年7月6日(木)

シームレスモデルによる管路内水位再現性の検証

高速計算のためにφ600以下の管路網を省略したシームレスモデルでは、管路内水位の立ち上がりの遅れが出るという課題⇒末端管路経由の流出水の幹線への流入を反映する**枝線排水モデルの導入**により、水位上昇の再現性を大幅改善

2019年10月12日 台風19号における管路内水位の経時変化

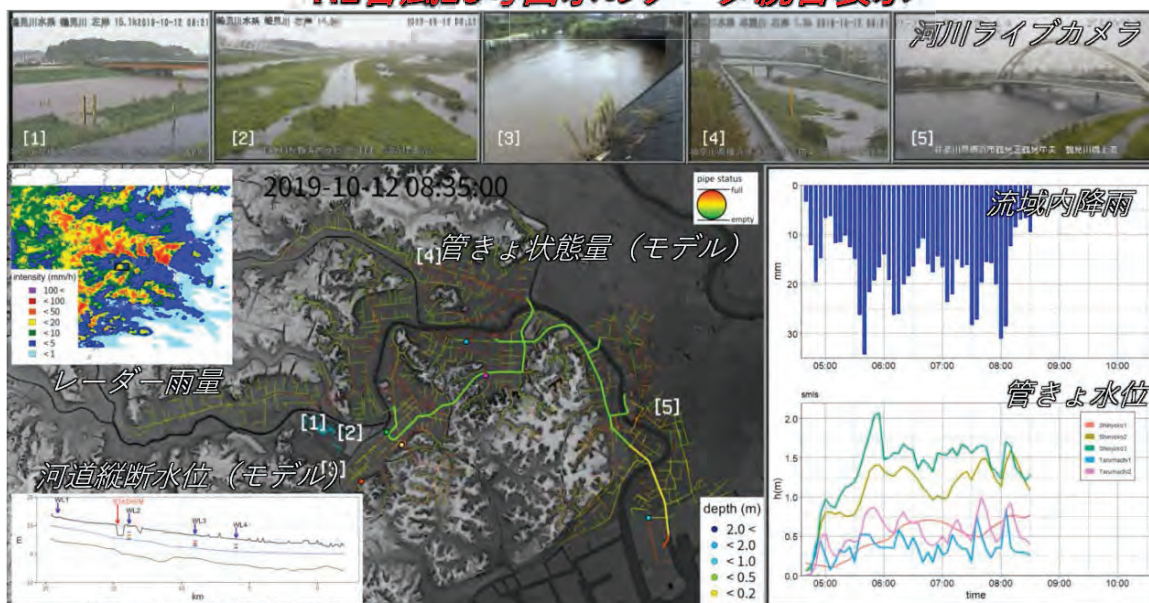


枝線排水モデル: グリッド内の末端管路総延長を考慮して、幹線への排水過程を巧妙にモデル化

降雨・浸水予測に関するデータ処理・解析システムの開発

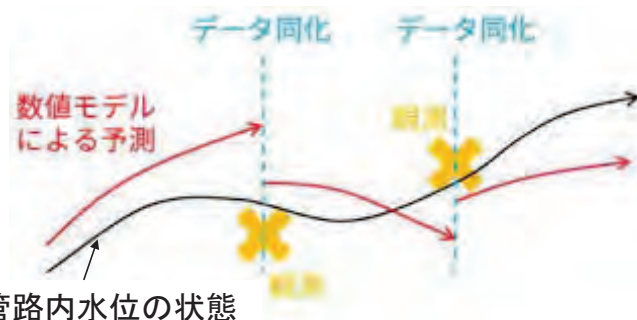
多様な観測情報とモデル解析結果の融合による都市浸水のリアルタイム実況

R1台風19号出水のデータ統合表示



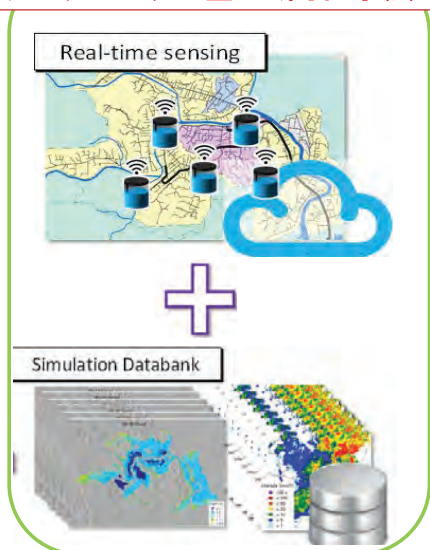
リアルタイム観測情報を活用したデータ同化手法 (Data Assimilation)

- データ同化とは、数値シミュレーションに実測データを取り入れる手法であり、データをシミュレーションに埋め込み、馴染ませて、実際に起こっている現象をうまく、賢く説明することを目指す手法である。
- シミュレーションでは、初期条件、境界条件、パラメータなどを与える必要があるが、それらは、時として正確ではなく、不確実性がある。データ同化は、よりよい初期条件を設定することで、観測できない時間や場所における現象をもっともらしく推定可能となる。
- 実測データを踏まえた初期条件、境界条件の設定によるシナリオ計算をするための手法であり、管路内水位の実測データを取得することで、都市浸水モデルの予測の精度の改善が可能となる。

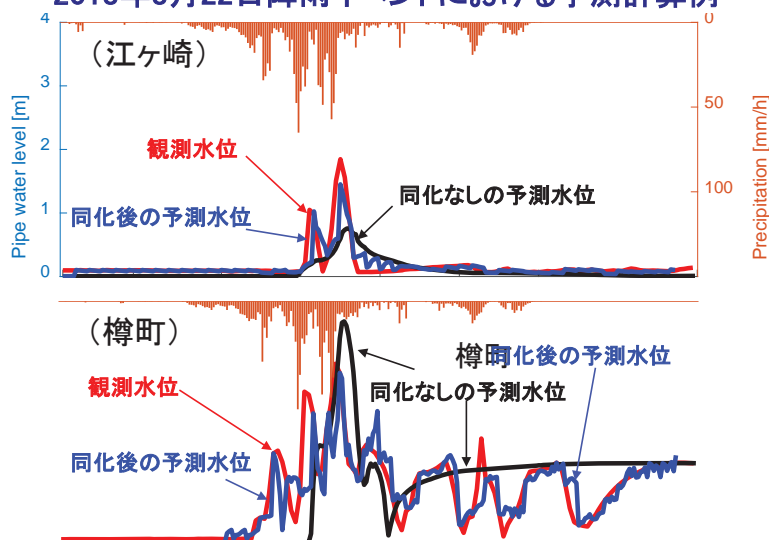


データバンクに基づくデータ同化手法

データバンクに基づく同化手法



2018年8月22日降雨イベントにおける予測計算例



- 水位計の効率的な設置手法: 排水区の特性に応答する水位センサを効率的設置する手法の確立
- 同化手法の高度化: 観測水位だけではなく、観測雨量も考慮するより精度高い同化手法の開発

4. まとめ

戦略的モニタリング
リアルタイムセンシング
ICTさらに、AI活用へ

•「排除・排水」+「流出抑制」へ

流出抑制(浸透・貯留)の積極的導入へ
大規模集中型から小規模分散型対策とのハイブリッドへ

•「経験・実績」+「観測・予測・管理」へ

降雨予測の精度向上
浸水・氾濫シミュレーションの活用
モニタリングとモデリングの連携と融合
既存施設の機能の最大限活用
リアルタイムコントロールの適用

ストックの機能診断、浸水
リスクの定量的評価

効果的で効率的な対策検
討の実施

関係者参画・連携の推進

•「防止・対策」+「予防・制御」へ

水位モニタリングと警報や制御への活用
不確実性を考慮した高度な管理制御

住民を意識したわかりやす
い対策効果の表示

シームレス浸水対策に向けて

データ駆動型浸水リスク管理の推進へ

- 下水道施設データのデジタル化とモデル利用の常識化
- 管路内水位センシングとクラウドによるデータ蓄積・管理
- モデル検証の継続とリアルタイムシミュレーションの活用

分野連携強化と整合性のある役割分担へ

- 様々なシナリオによる内水氾濫ハザードマップの公表・周知
- 分野間の情報・目標の共有化と整合した段階的対策の実施
- 様々な利害関係者間のコンセンサスと流出抑制対策の充実

ご清聴ありがとうございました。

2023年7月6日（木）
DioVISTAオンラインセミナー

都市におけるシームレス浸水対策に向けて

中央大学研究開発機構 機構教授
東京大学 名誉教授



古米 弘明



e-mail: hfurumai756@g.chuo-u.ac.jp