



WASEDA
University

精緻な都市浸水予測手法 S-uiPS による 東京都23区のリアルタイム浸水予測システム の開発とその社会実装

早稲田大学 理工学術院 教授

関根 正人 (研究代表者)

社会的な背景など

- 地球規模での気候変動が進む中で、我々は極端化した気象条件下で暮らしていくことが強いられるようになってきました。結果として、毎年のように記録的豪雨に襲われるようになり、全国各地で甚大な被害が出ています。東京では2005年の杉並豪雨以降、深刻な浸水あるいは洪水氾濫は発生していませんが、これをもって東京が安全であると言うわけにはいきません。
- 来年2020年の7月末から9月にかけての雨季に、東京ではオリンピック・パラリンピックが開催されます。何事もなく成功裏に大会が運営されていくことを願っていますが、雨季の真っ最中であることから、その保証はありません。大会期間中、世界中から参集する競技者や大会関係者、観戦者や観光客も、例外ではなく豪雨に襲われることになる应考虑のべきでしょう。ただし、「浸水がいつどこで発生するか、それはどの程度の規模か」という事前情報があれば、最悪の事態は避けられるはずで

社会的な背景など

- 最近の豪雨被害をふりかえると、(1)住民の皆さんが浸水の危険性を正しく認識することができておらず、避難が必要とは考えなかった、(2)ハザードマップの存在は知っていたが、その見方がわからず、この図から何を読み取ればよいのか理解できなかった、(3)ハザードマップに示されている情報の確からしさが十分に理解されていなかった、といった課題がありました。
- より確からしい浸水の予測が可能となれば、被害軽減に向けた効果は計り知れません。信頼性の高い正確な情報が提供されるようになったと知れば、これに関心を持つきっかけとなるでしょうし、いざというときに必要となる避難行動がとれるようになるのではないかと期待しています。そのためには、施設管理者のみならず一般の人々にとって浸水の危険の大小が一目見て直感的にわかるような画像化が必要とされています。

都市浸水予測手法とは ...

- 東京のような大都市は人工的に創り上げられた空間です。都市を構成するすべてのインフラ施設に関する情報がすべてデジタル化され、計算に取り入れられるならば、「都市浸水」を原理に基づき十分な精度で予測することができないはずはありません。
- S-uiPS(Sekine's urban inundation Prediction System)と名づけた都市浸水予測手法は、実在する都市インフラ(道路・下水道・都市河川ならびに街区の土地利用状況など)に関する詳細な情報をすべて入力し、個々の施設の機能を忠実に反映しつつ、力学(水理学)原理のみに基づいて精緻に計算するものである。ここには仮説や補正係数・モデル定数の類いを一切持ち込んでいません。このため、数字合わせのためのパラメータを実測データに基づき同定する必要がありません。このことは、現在の東京で保証される浸水予測の精度と同等のものが、将来発生することになる「これまで経験したことのない豪雨時の浸水」にも期待できることを意味します。

具体的には

- 都市に降り注ぐ雨のデータを入力情報とし, その雨水が都市内を流動していくプロセスを, 道路・街区・下水道・都市河川のそれぞれの経路に沿って現実に即して精緻に計算していきます.
- 計算には「街区」の土地利用状況に関わる情報 (建ぺい率・容積率) が必要であるため, これを考慮に入れ, 建物の高さや密集の度合いについても忠実に反映させた計算になっています.
- 都市河川の付帯施設としての環七地下調節地を含むすべての調節地, 下水道の関連施設であるポンプ場・水再生センター・調節池・貯留管, 道路と下水道を結ぶ多数の雨水ます, 下水道と河川をつなぐ雨水吐などのデータもすべて入力し, いずれの機能も現実どおり考慮しています.

この計算には道路ならびに下水道のネットワーク情報がデジタルデータ化されているならば, 東京以外の地方都市にも同様に適用は可能です.

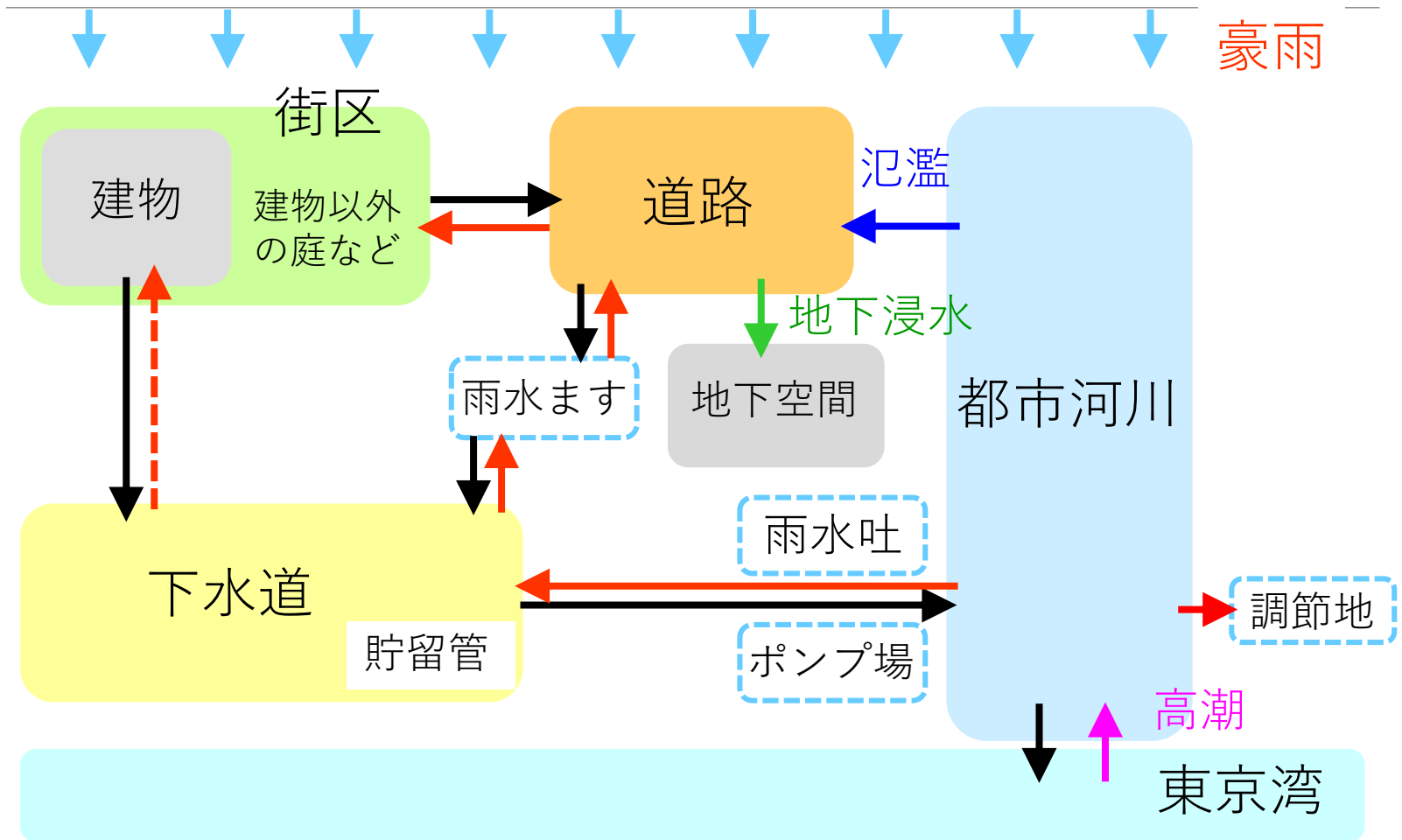
S-uiPSによるリアルタイム浸水予測

- S-uiPSは世界で唯一の都市浸水予測システムです。そして、これを高速化させ実用化させた「S-uiPSのリアルタイム版」がついに完成の運びとなりましたので、これこそが究極的なシステムといえることができます。
- S-uiPSのリアルタイム版は、以下の役割分担の下で開発されました。
 1. 基本となるS-uiPSの開発
[早稲田大学 関根正人]
 2. 基本コードの並列化と計算の高速化, 文部科学省のDIAS上での大量データの高速処理とリアルタイム計算の実現
[東京大学 喜連川 優 教授・生駒栄司 特任准教授・山本昭夫 特任助教]
 3. 計算結果の画像化技術の検討と開発
[早稲田大学 関根・中山裕貴君(当時, 大学院生)]

S-uiPSによるリアルタイム浸水予測

- このシステムにとって唯一の不確定要素は「豪雨」です。現時点では、このシステムに入力する降雨データとして、国土交通省のXRAINによる現況値と、気象庁による30分先までの高解像降水ナウキャストの予報値を用います。
- 集中豪雨の正確な予測は未だに難しく、より先の予測値ほど確からしさは小さくなるといわれています。降雨の予測精度が低くなれば浸水の精度も低下することから、このシステムに入力すべきは30分先までと判断しています。今後さらに研究が進み、雨雲の発生・発達・移動をより正確に捉え、さらに精度の高い豪雨予測が可能になっていくと期待しています。
- システムの社会実装の詳細については、システムの試行的な運用を始める準備が整った時点(6月末あるいは7月初め)で改めてプレス発表をさせていただきアナウンスをする予定です。

都市内の雨水の流れ (都市浸水と洪水)



XRAINデータとこれを用いた再現計算

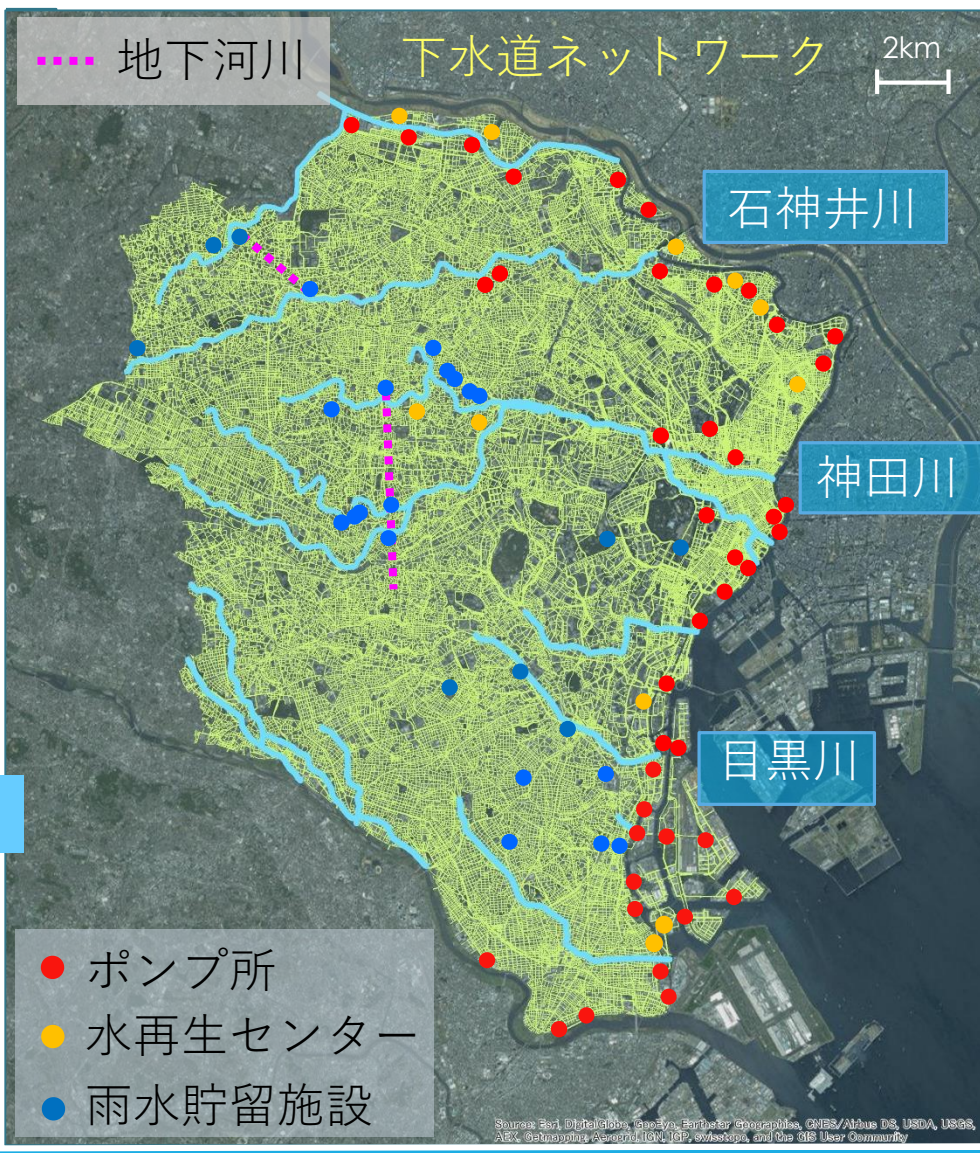
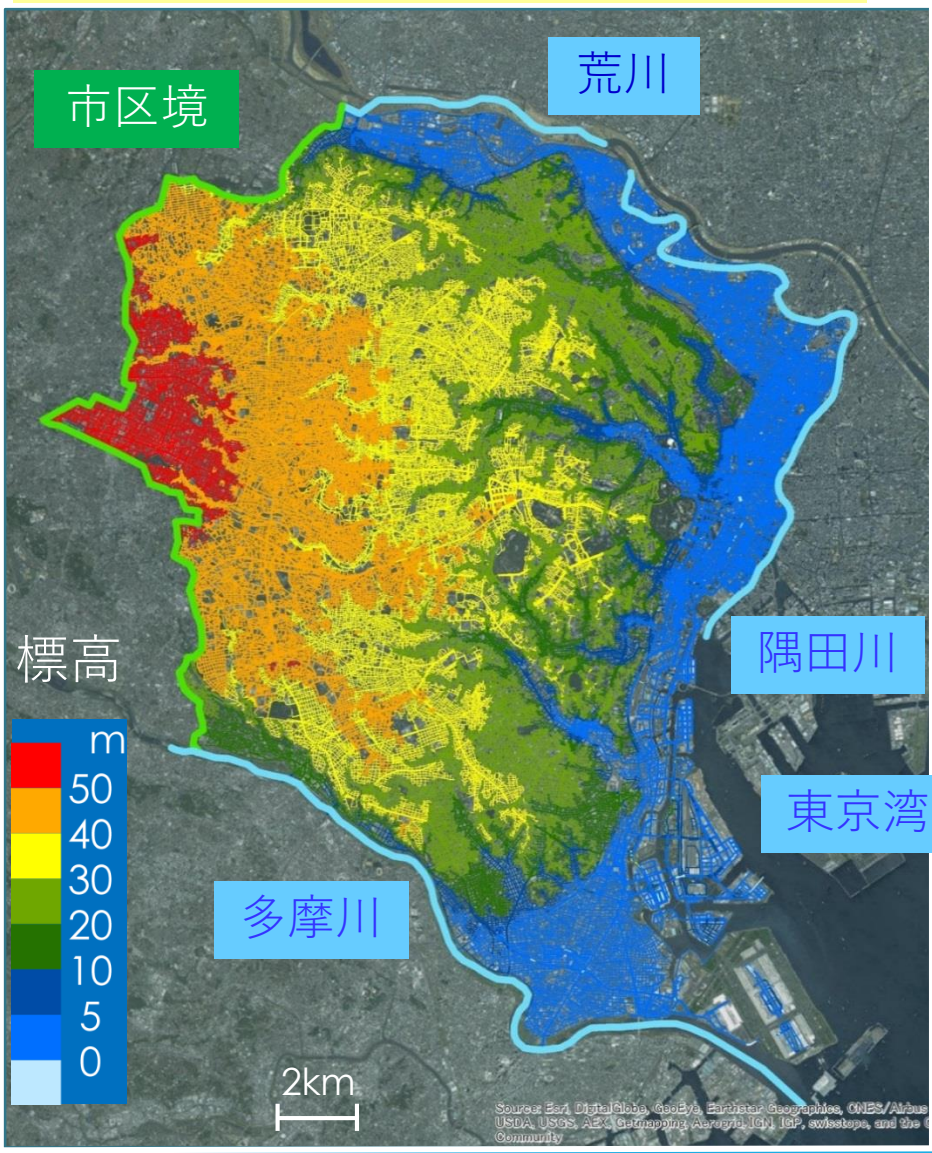
国土交通省のXバンドMPレーダにより観測された
高精密な実降雨データ **XRAIN**
空間解像度：231×283m, データの更新：1分毎

数値予測計算

2013年7月23日豪雨ならびに2014年6月29日豪雨が発生した時に観測されたXRAINデータを入力値として浸水計算を行い、当時の浸水プロセスを把握するとともに、計算の妥当性と精度を検証しました。

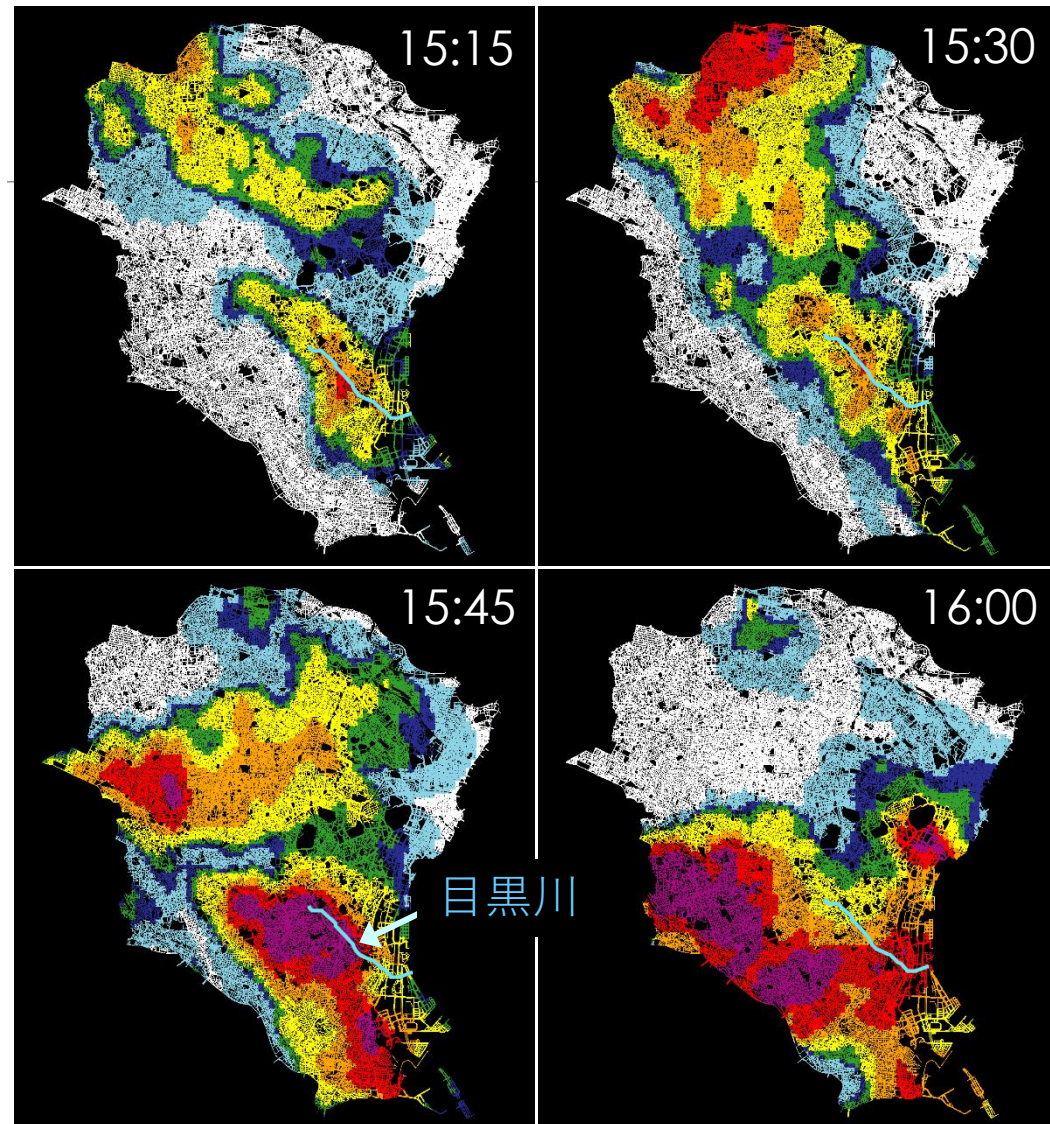
東京都23区の隅田川以西のエリア

総面積は390km²程度で東京都23区の約 2/3 に相当.

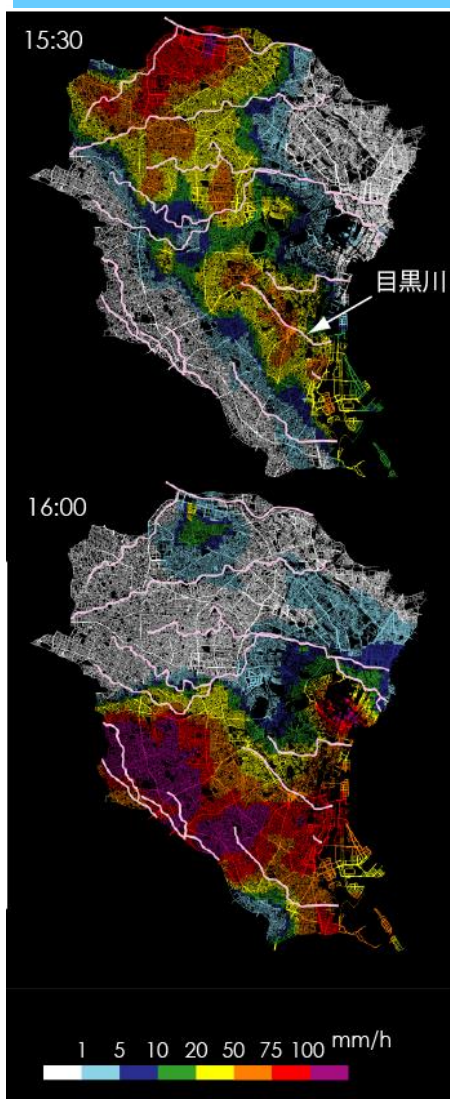


2013年7月23日の豪雨

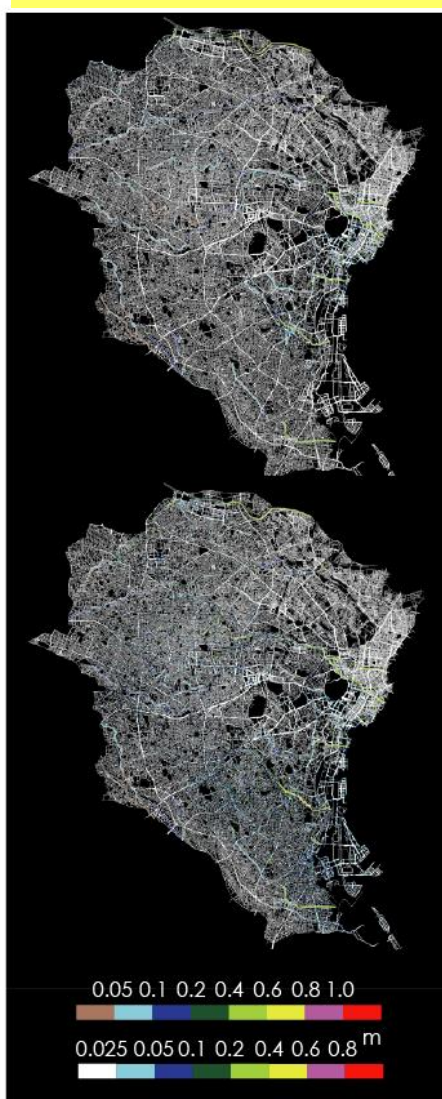
- 250mメッシュで1分毎に値が更新されるXRAINの降雨データを活用した。
- 下水道の設計降雨強度50mm/hを遥かに超える豪雨が発生し、特に15:30~16:30の60分間には100mm/h以上の猛烈な雨が組織的に発生した。→ **記録的短時間大雨情報**の発令
- 再現計算は13:40~17:15の215分間にわたって行われた。



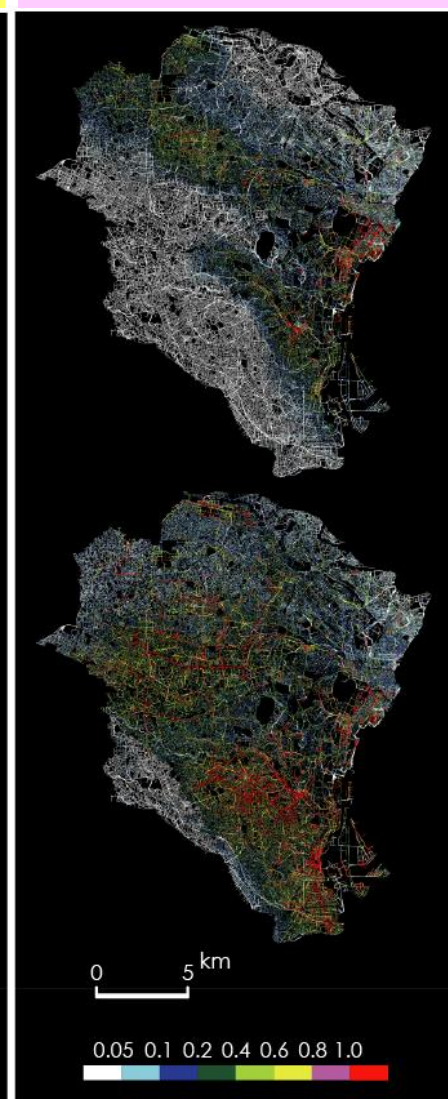
降雨強度



道路浸水深

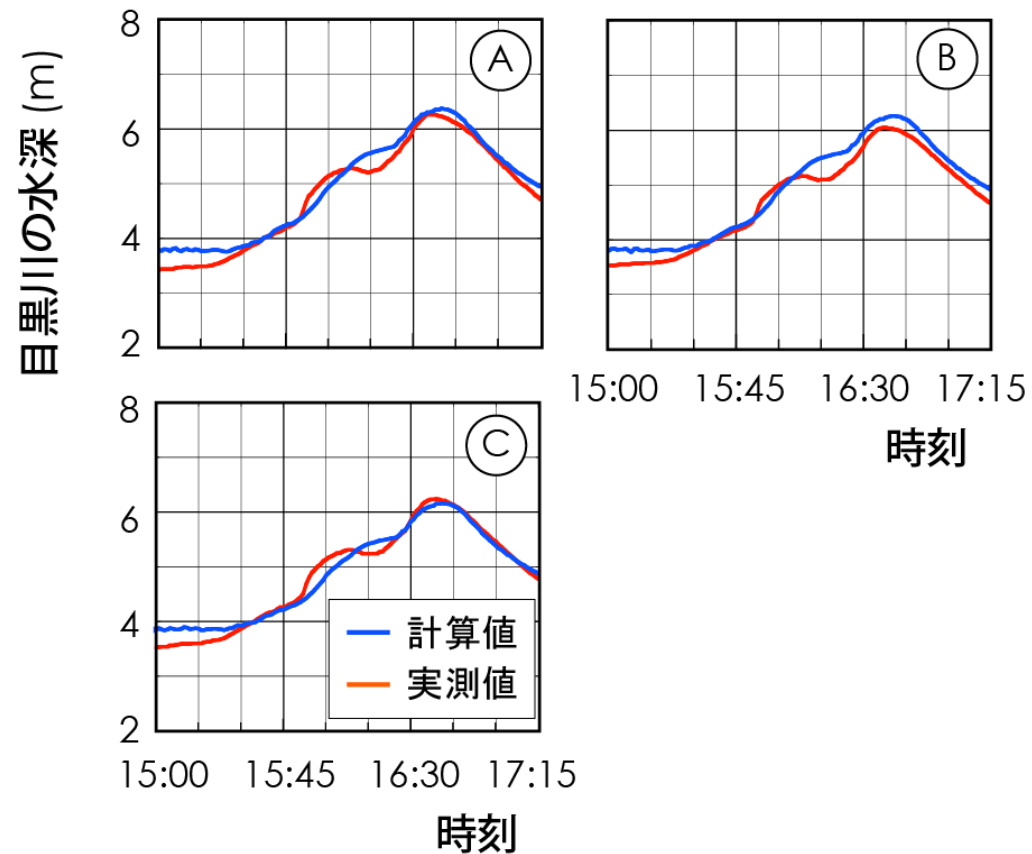
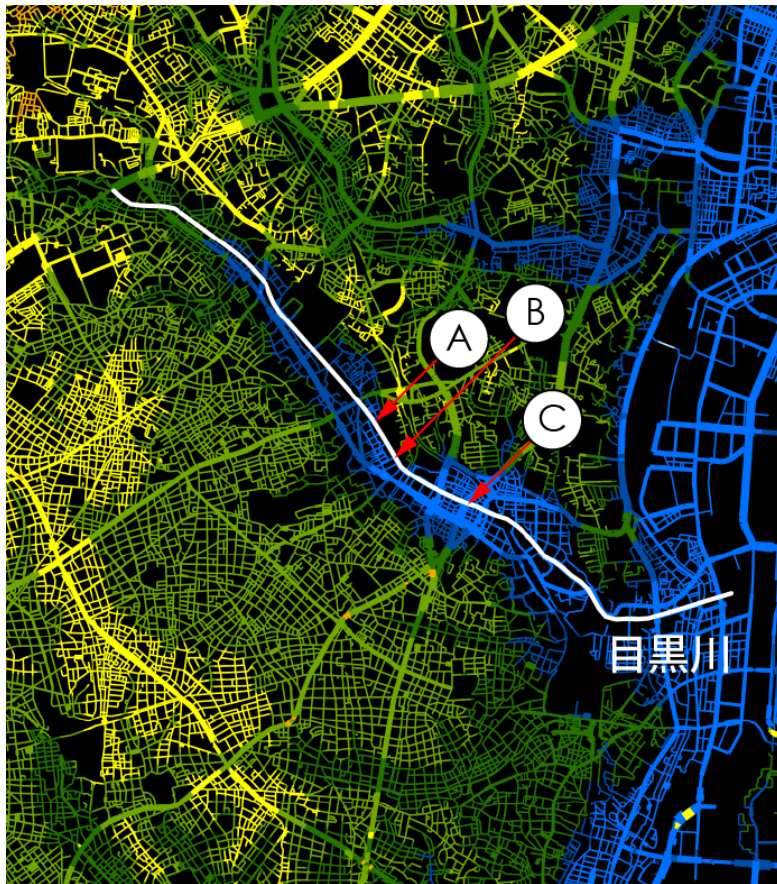


下水道満管率

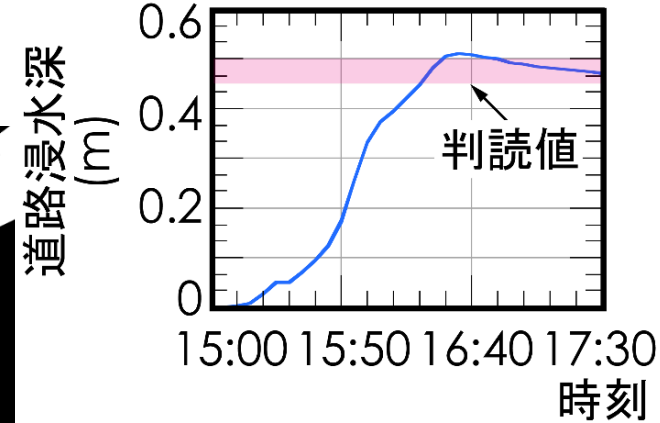
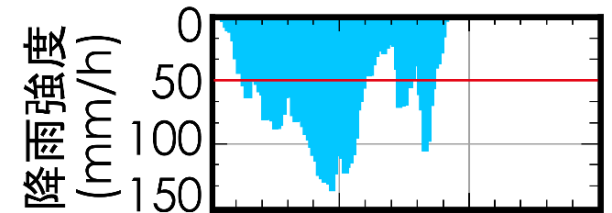
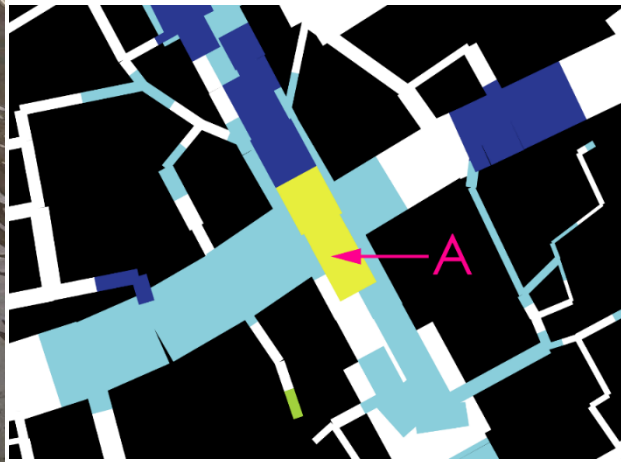
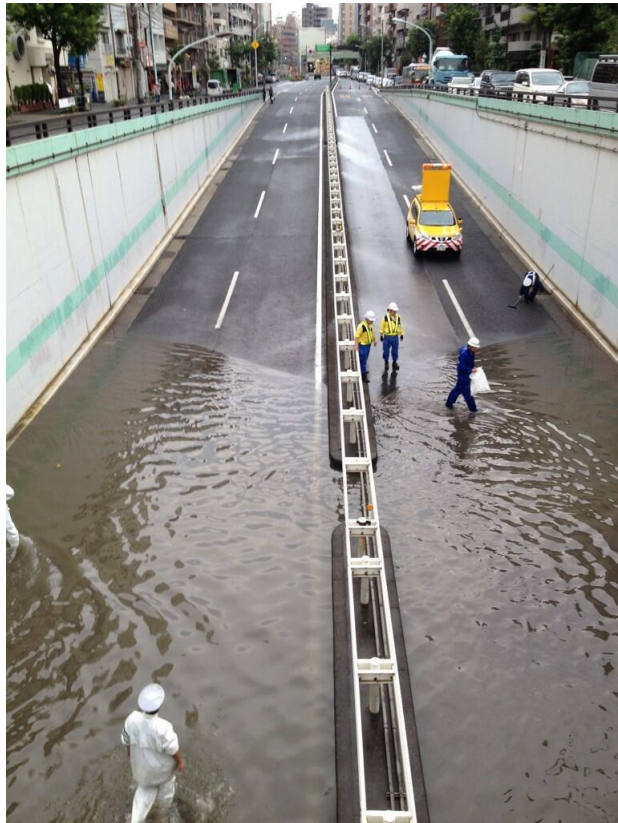


Copyright © 2017 Sekine Lab. All Rights Reserved.

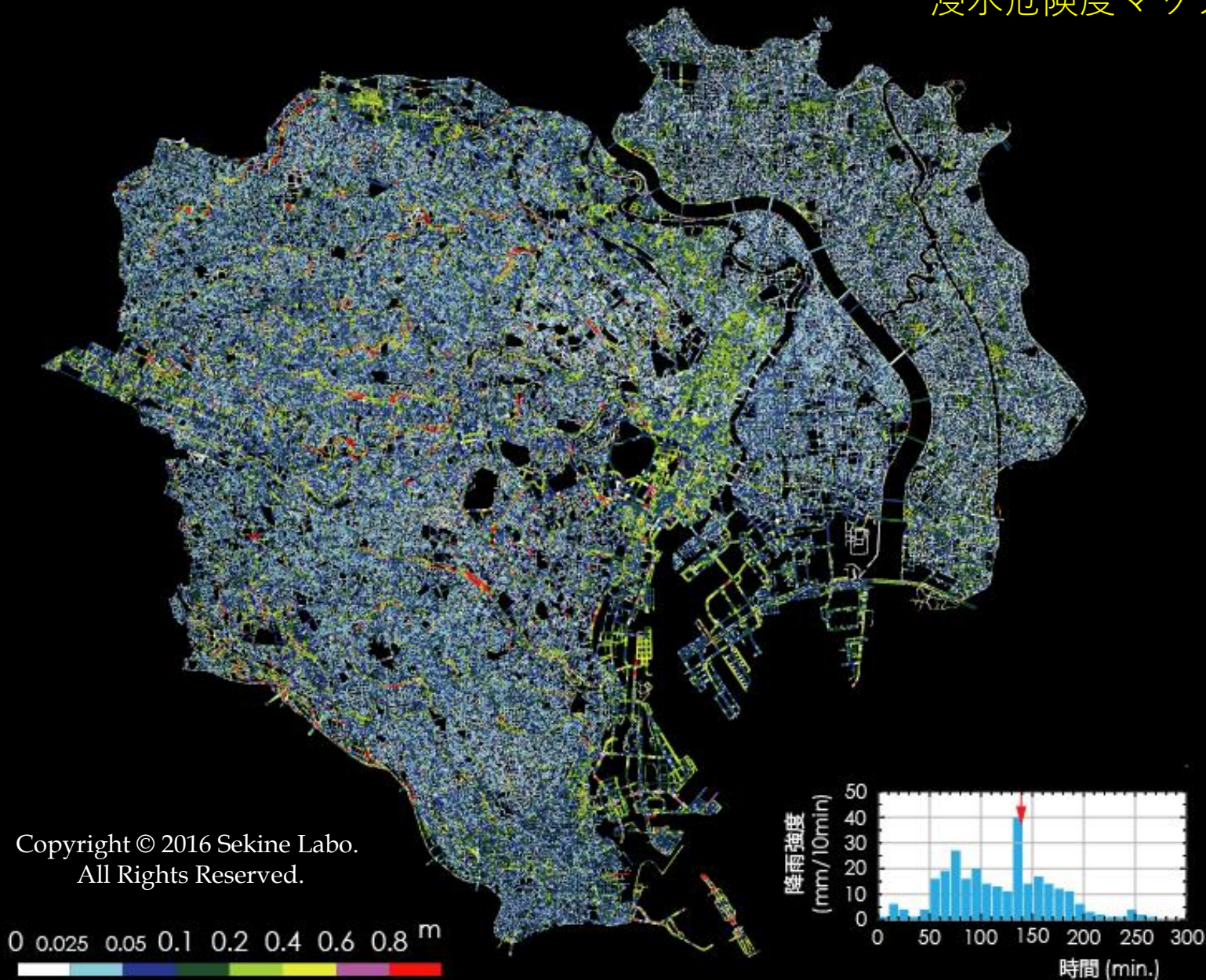
目黒川で計測された水深と本計算結果との比較



地点A：目黒通りと立体交差する山手通りのアンダーパス



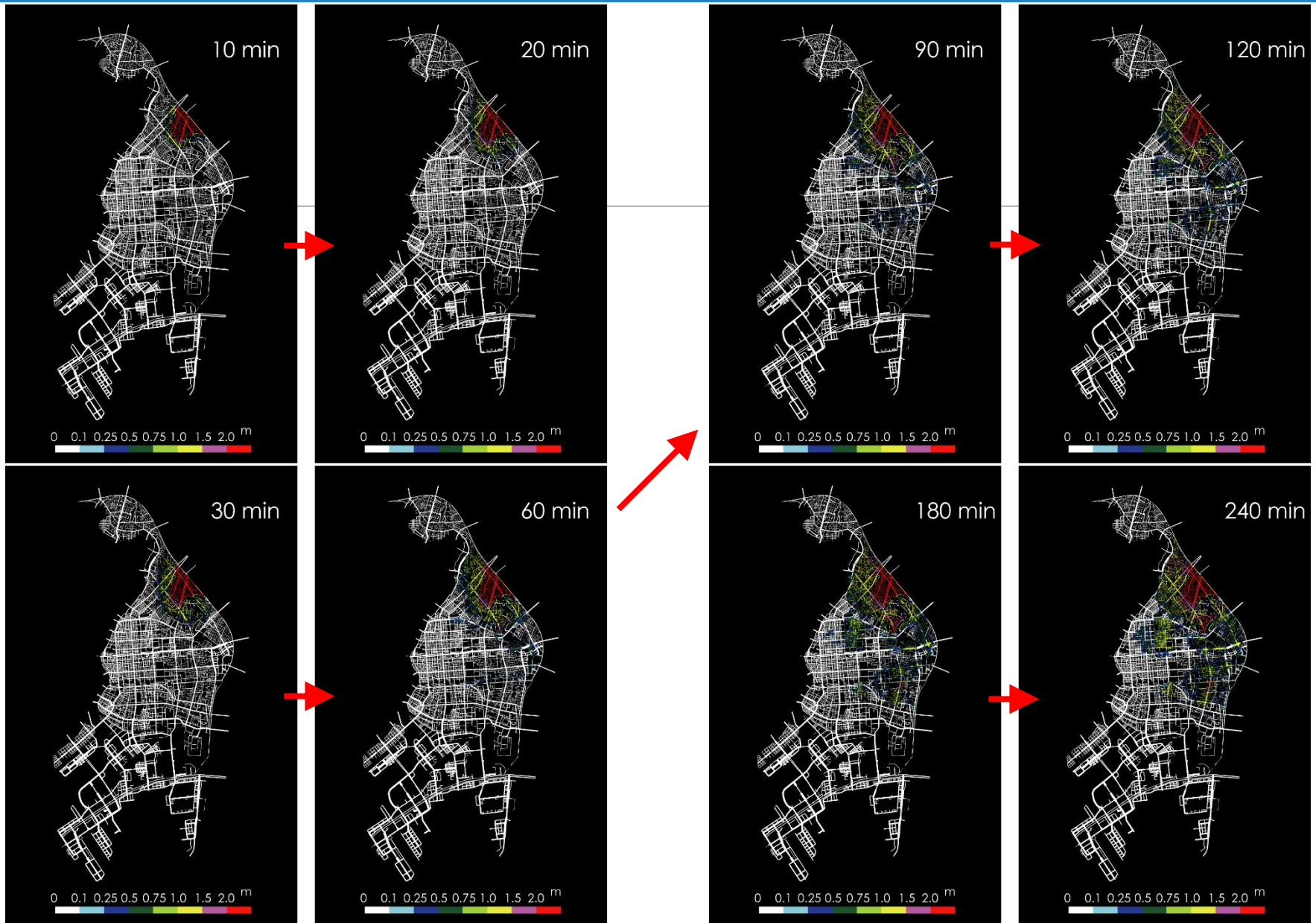
計算による浸水深は16:35過ぎに0.5m程度になった。一方、画像から推定された同地点の浸水深は0.45m～0.5m程度と推定される。



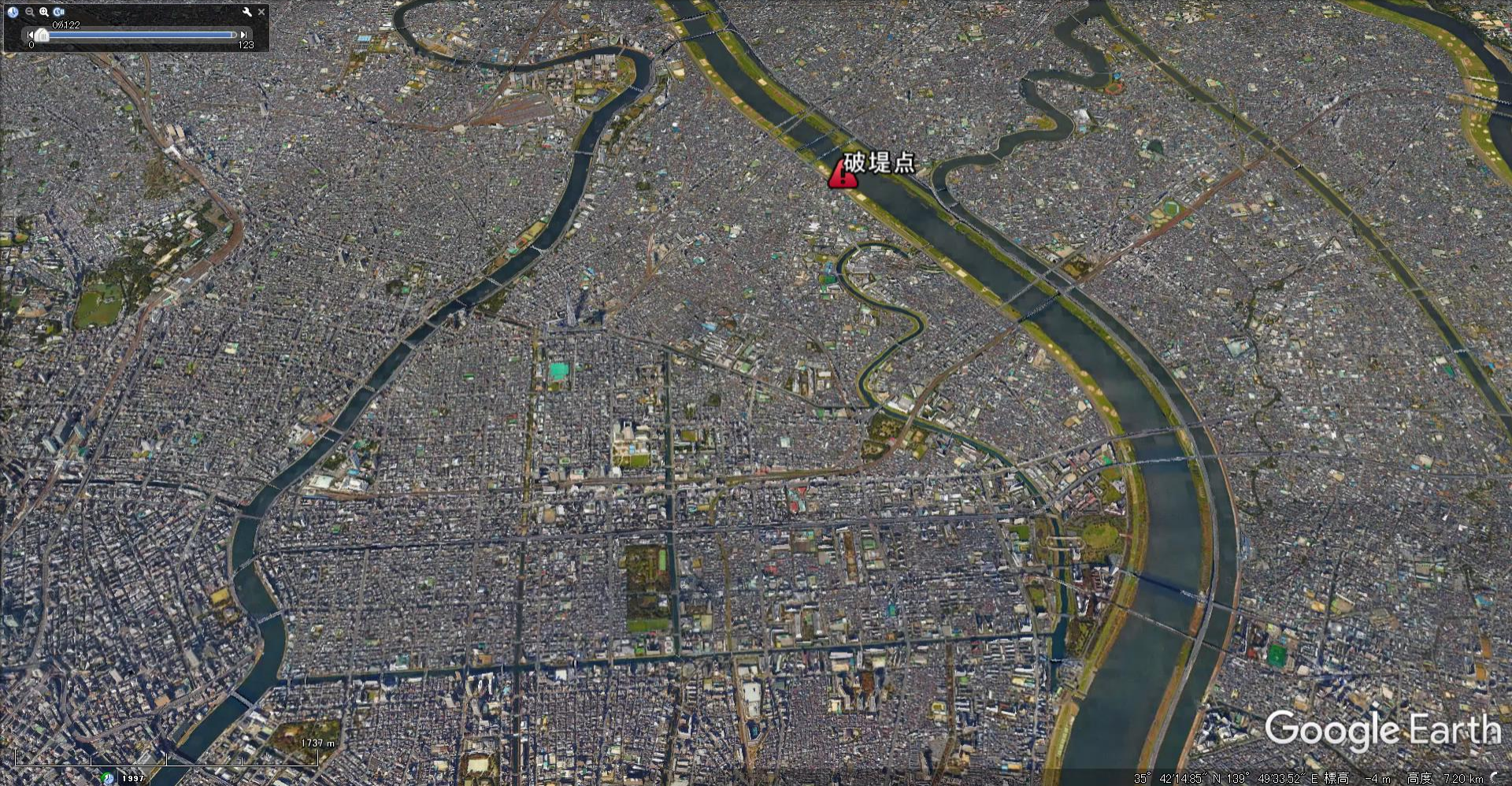
堤防決壊時を想定した大規模浸水

参考：

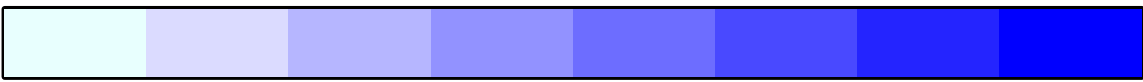
内閣府中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」資料 (2010)



ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ツール(T) 追加(A) ヘルプ(H)



0 0.1 0.25 0.5 0.75 1.0 1.5 2.0 m



Copyright © 2018 Sekine Lab.
All right reserved.

まとめ

- 浸水リスク情報は、可能な限り精緻に予測された「科学的な根拠」を伴うものであるべきです。大き過ぎるリスク情報は、行政担当者や住民に避難などの減災対策を進めようとする「やる気」を削ぐことにつながるため、公表には慎重でなければなりません。
- 本システムは浸水に強い都市づくりにも極めて有益な情報をもたらします。インフラを整備に先立っての計画段階で、条件の異なる複数の計算を行うことにより、期待できる減災効果や経済的効果などを具体的にはじき出すことができます。
- **S-uiPS**による浸水予測は、都市を形作るインフラのデータがデジタル化されていれば他の都市にも適用することが可能です。現時点で横浜市と川崎市の高度に都市化されたエリアに対する計算も可能となっています。

被害軽減を目指した今後の展開

- 今後は、このシステムを活用した今後の展開については、本日以降、関係の皆様とともに考えていきます。
- これまでに共同研究を進めてきた東京地下鉄・JR東日本などの鉄道各社や道路交通情報通信システムセンター、技術的なアドバイスをさせていただいてきた新宿サブナードなどの地下街をはじめ、東京電力や東京消防庁などには、今後の活用について検討いただきたいと思います。
- また、自治体の皆様には防災情報となる予測結果があることを認識していただき、効果的に活用されるようになることを期待します。さらに、ビッグデータや災害情報を取り扱う情報通信会社とも連携し、浸水被害を少しでも軽減していきたいと願っています。