



想定外の水害に備える リアルタイム浸水範囲予測

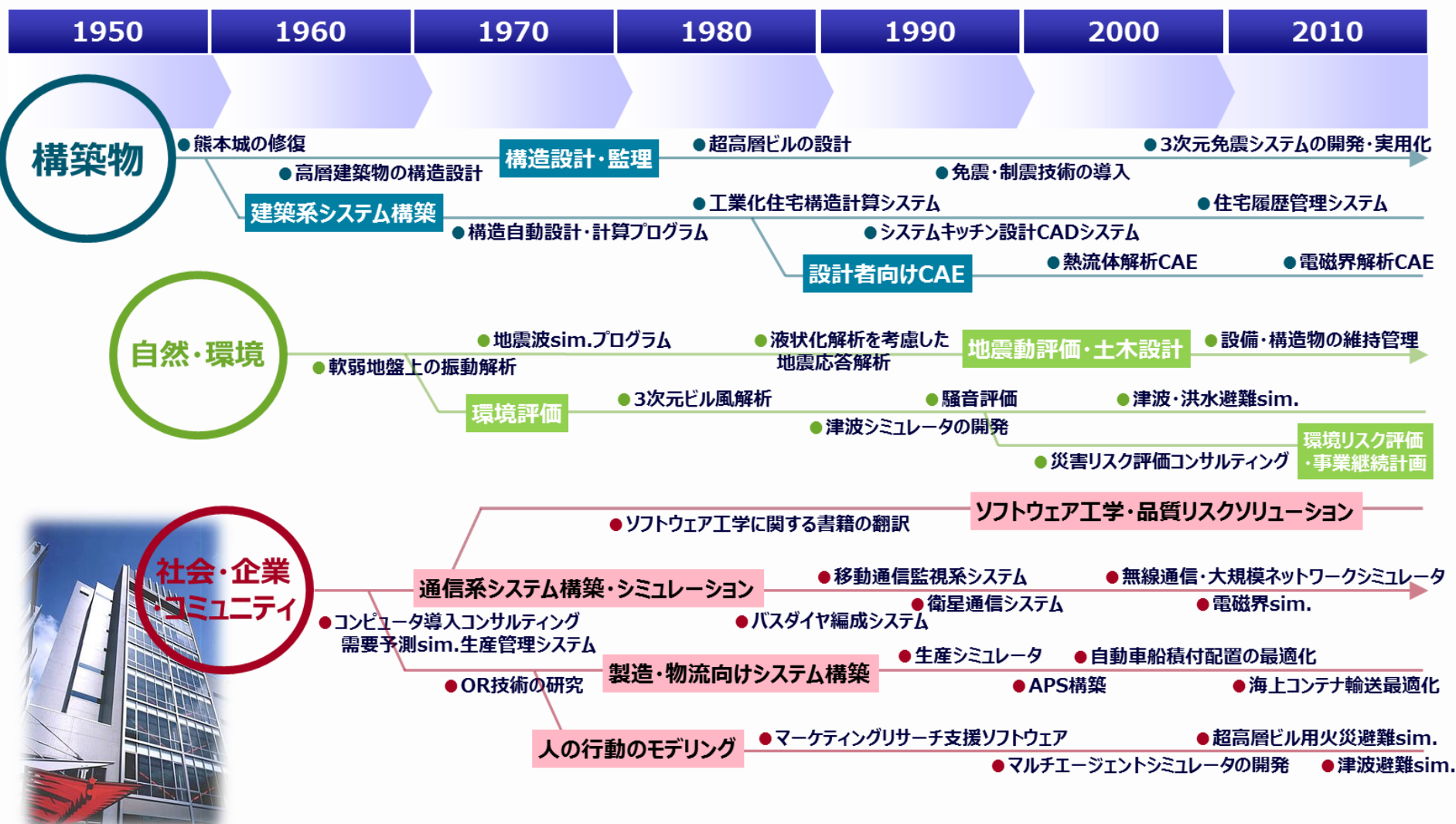
2017年11月17日 14:30-15:10

株式会社構造計画研究所

事業開発部 気象防災ビジネス室

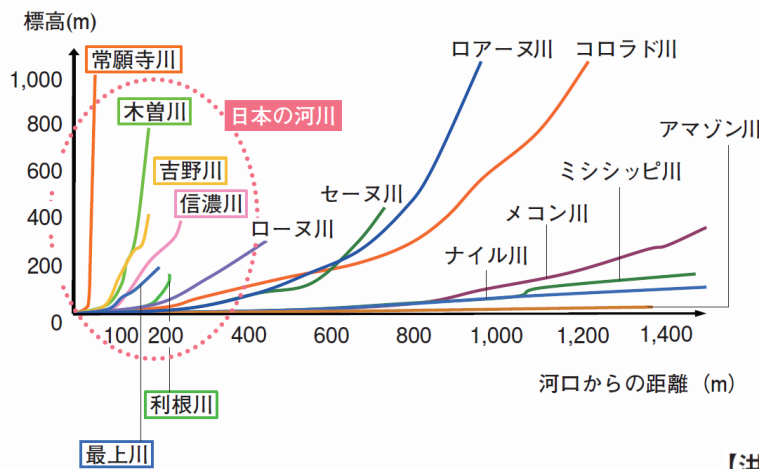
はじめに 構造計画研究所の歴史

Professional Design & Engineering Firm

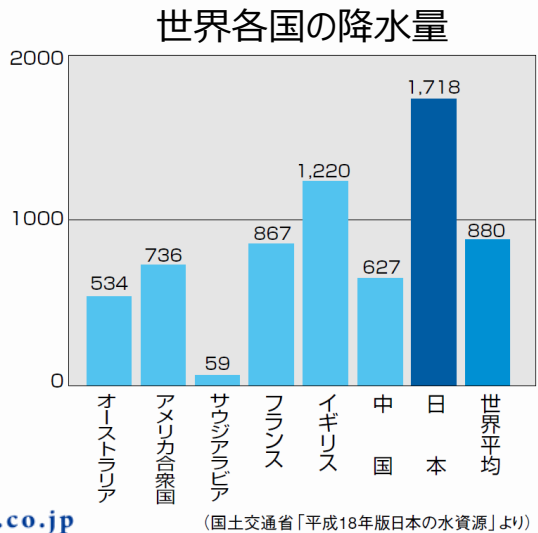


- i. 国土の特徴と水害
- ii. 近年の水害
- iii. 水害シミュレーション
 - ① 事前対策
 - ② 即時対応
- iv. リアルタイム浸水範囲予測
- v. まとめ

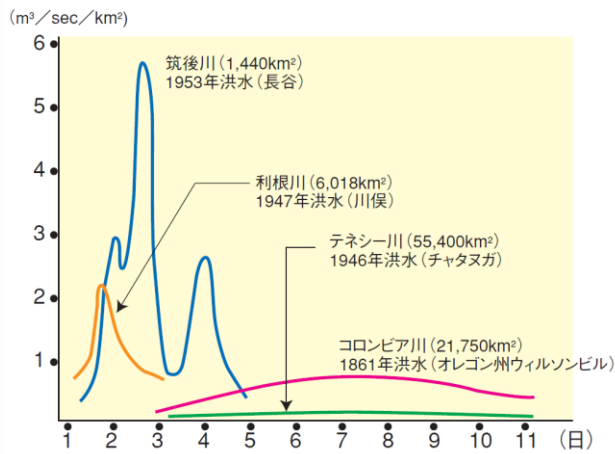
- 急勾配な河川、豪雨時は一気に洪水となって流下
- 世界平均降水量の約1.6倍の雨量が、短期間に降る



各国と日本の
河川縦断勾配の比較
(国土交通省, 2016河川データブック)



【洪水の継続時間と単位流域面積当たりの洪水流量】

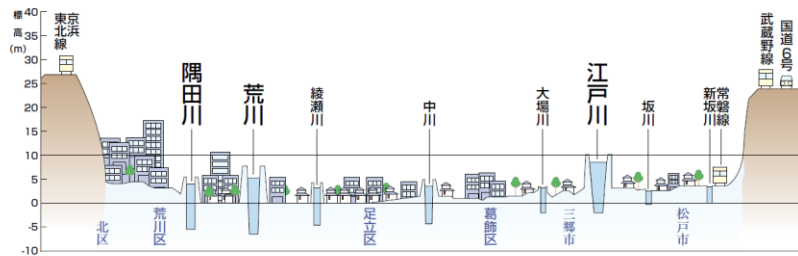


出典：国土交通省 河川局

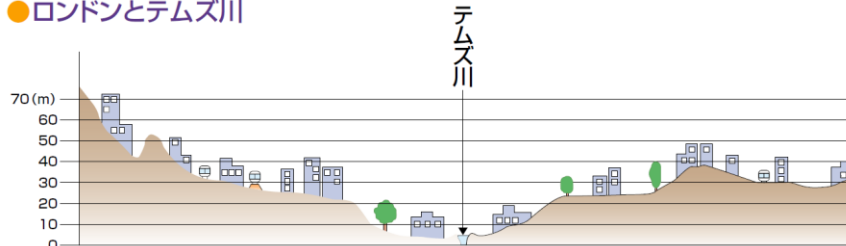
(国土交通省, 河川事業概要2007)

- 市街地よりも高いところに河川流路が存在
- 海拔0m地帯には全国で540万人が居住、三大湾では海面上昇に伴うリスク大
- 国土の10%にあたる洪水氾濫区域※に、人口50%、資産75%が集中

●東京と江戸川・荒川・隅田川

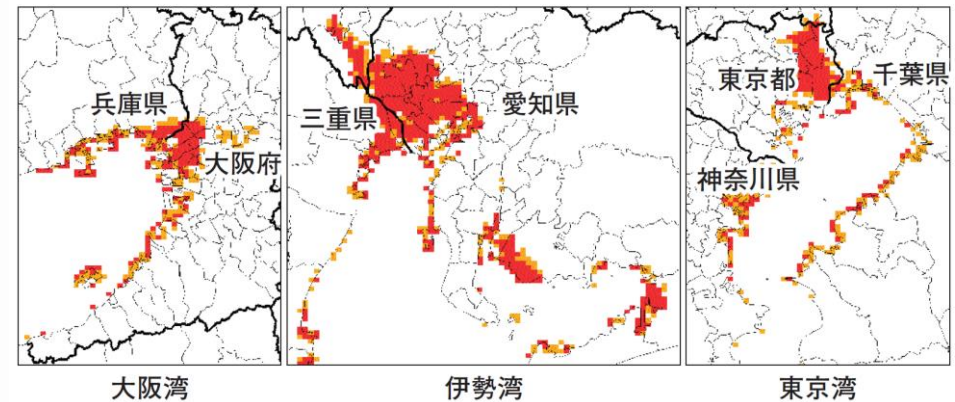


●ロンドンとテムズ川



(国土交通省, 河川事業概要2006)

三大湾のゼロメートル地帯の面積

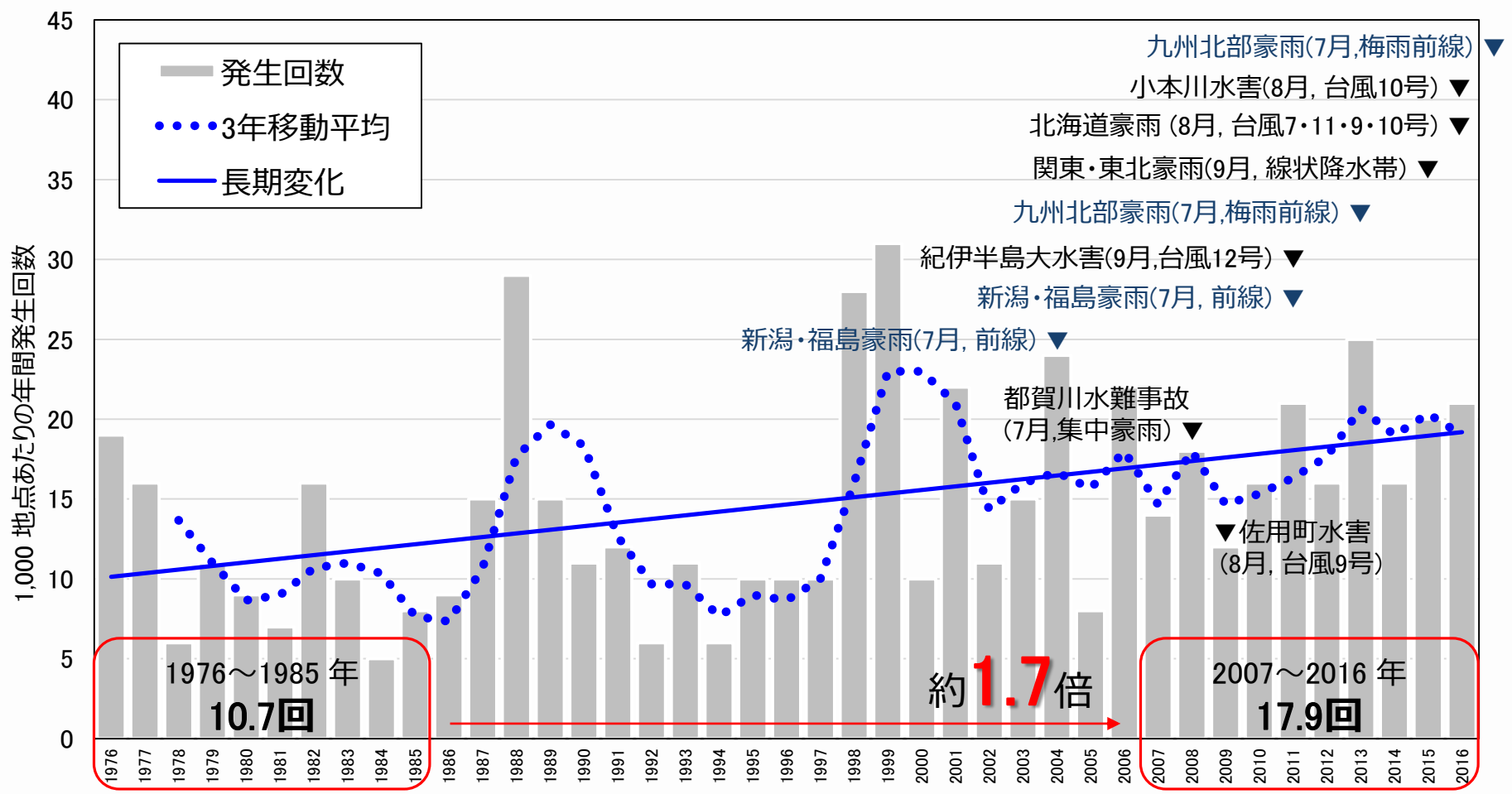


(国土交通省, 2016河川データブック)

ii. 近年の水害
ゲリラ豪雨の増加

■短時間強雨の発生回数が増加

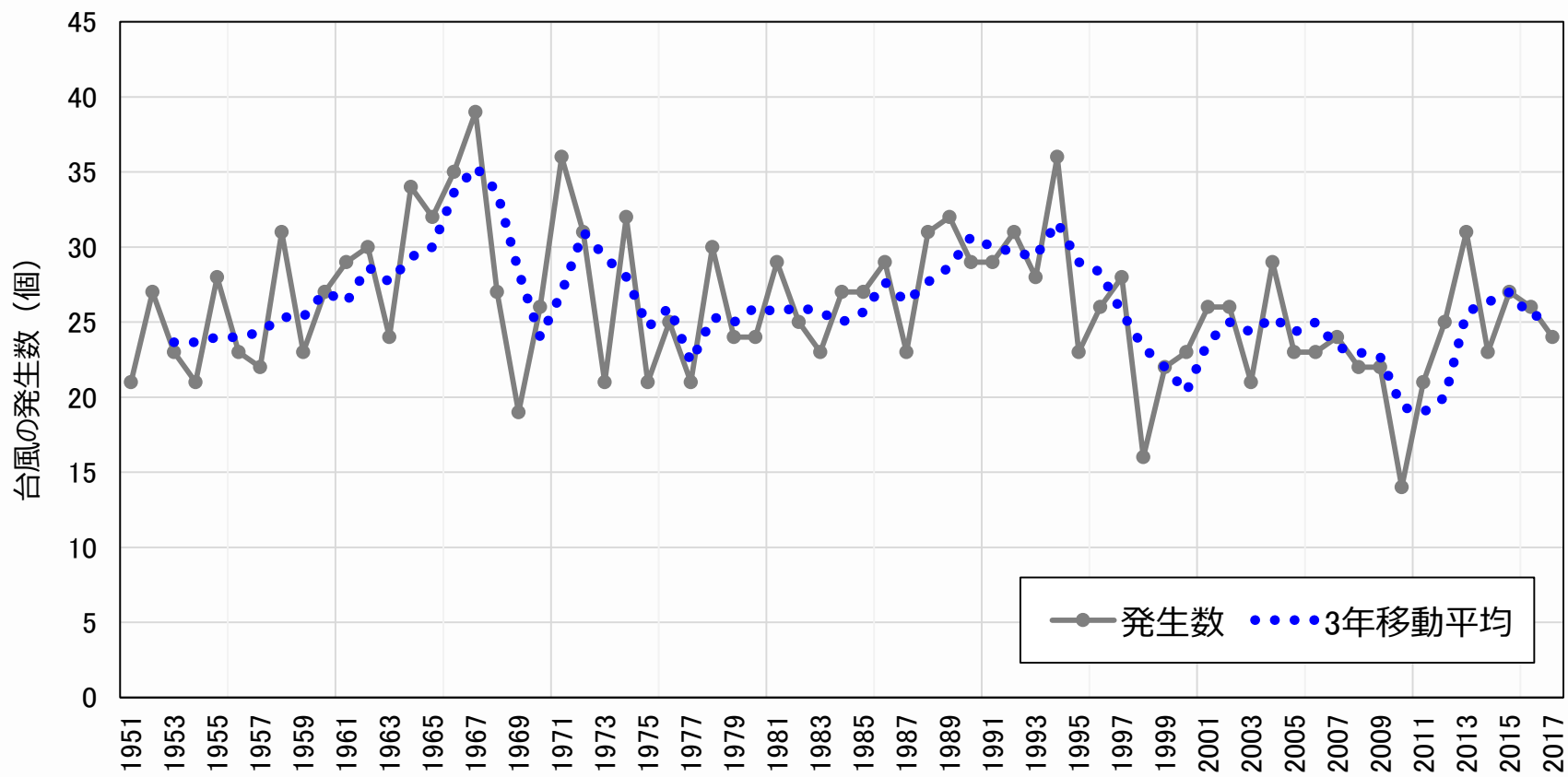
アメダス 1 時間降水量80mm以上の短時間強雨の年間発生回数



- 現時点では台風の発生数に長期傾向は見られない
- 将来は、台風の発生数はやや減少するが、個々の台風の強度は強まる傾向

(IPCC 第5次評価報告書)

台風の発生数（2016年までの確定値と2017年の速報値）



ii. 近年の水害
被害額の推移

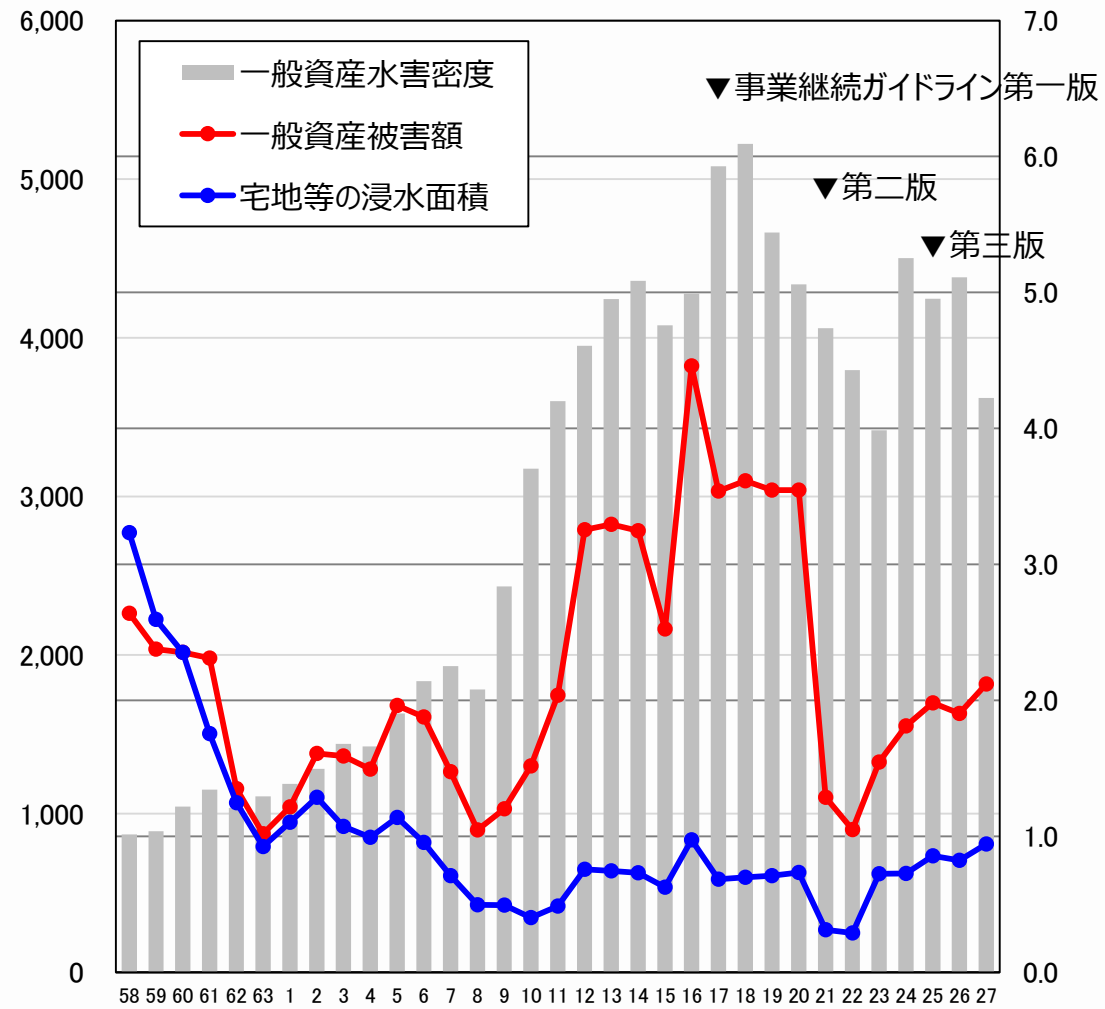
- 治水事業により浸水面積は減少
- 被害額は減少せず

事業継続ガイドライン
第三版

- ✓ 幅広い発生事象への対応やそれに有効な戦略
- ✓ 緊急時のBCPを含む
平常時のBCM

注1) 値は過去5箇年の平均値
注2) 一般資産被害額及び水害密度には、
営業停止損失を含む

水害密度（万円/ha）
浸水面積1haあたり被害額（平成17年価格）
被害額（千億円）
浸水面積（万ha）



(国土交通省, 平成27年水害統計調査)

■水害により懸念される影響と課題

人命

- ・社員やその家族の被災
- ・重要顧客や取引先の被災

身体・生命の安全の確保

建物・インフラ

- ・支店や営業拠点、工場の直接被害
- ・物流網の寸断

物的・物流網的被害の軽減

社会的責任

- ・地域構成員としての責務

**優先的に継続・復旧すべき重要
業務の継続または早期復旧**

■対策事項

- ① **事前対策：水害時の被害想定（広域視点）**
- ② **即時対応：発災直前・直後の対応**

災害シミュレーション = コンピュータ上で行う大規模災害実験

▼
具体的・定量的・時系列的に発生現象を推定・再現
施策が与える影響内容・程度・範囲を検証

①事前対策

BCP・防災計画/対策の検討

何をどの程度やれば、どれだけの効果が期待できるのかを定量的に把握することが可能



防災対策に関する施策の仮説導出、効果検証、優先順位付け、従業員の啓蒙

現状のどこにどのような問題があるのか？
その施策には、どの程度の効果があるのか？
どの場所に、どのような形で実施すると最も効果的なのか？

②即時対応

応急対応への活用

リアルタイム情報を受け、不足情報をシミュレーションで補うことによって、全体状況を推定し、近未来の状況変化を予測



現状の把握と、行動の優先順位付け、避難行動の促進

今、何処で何が起きているのか？
この先どうになってしまうのか？
今、何をすべきなのか？

分かること

どんな現象が起きうるのか？
 どこで発生するのか？
 どんな大きさのものが、どんな確率で発生するのか？
 どのように伝搬し、どの範囲に広がるのか？

建物破損、火災
道路閉塞、堤防決壊
浸水、爆発...

現存の建物やインフラは、どこまでの現象に耐えうるのか？
被害を発生、拡大させないためにはどうしたら良いのか？
被害は、どこにどのような影響を与えるのか？
対策コストと被害のバランスはどうか？

死傷、避難、帰宅困難
救助、消火、助け合い
情報共有、デマ、輸送
通信の輻輳・・・

人的被害はどの程度でるのか？
どこに、どのように避難させるべきか？
災害状況をどのように伝えたら良いのか？
人やコミュニティはどんな反応を示すのか？
交通や通信ネットワークはどんな状況になるのか？

ソフト対策・被害軽減策の検討

相互の
バランスが
重要

- 台風に伴う吸い上げ効果と吹き寄せ効果による海面上昇
- 道路冠水などの交通障害、家屋や店舗への浸水、産業やライフライン被害

2017年10月22～23日 超大型の台風21号

高潮ハザードマップ

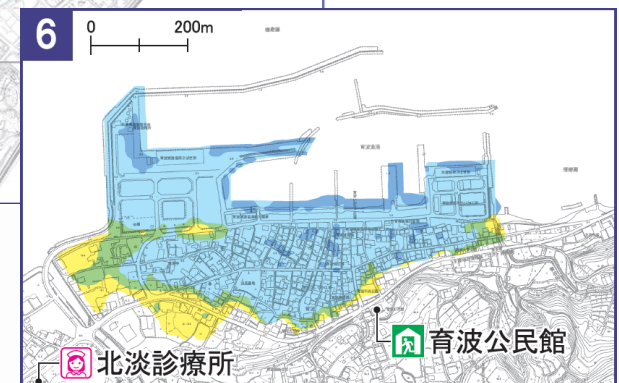


道路の冠水
(三浦半島の城ヶ島)

木片やごみの堆積
(江ノ島大橋)



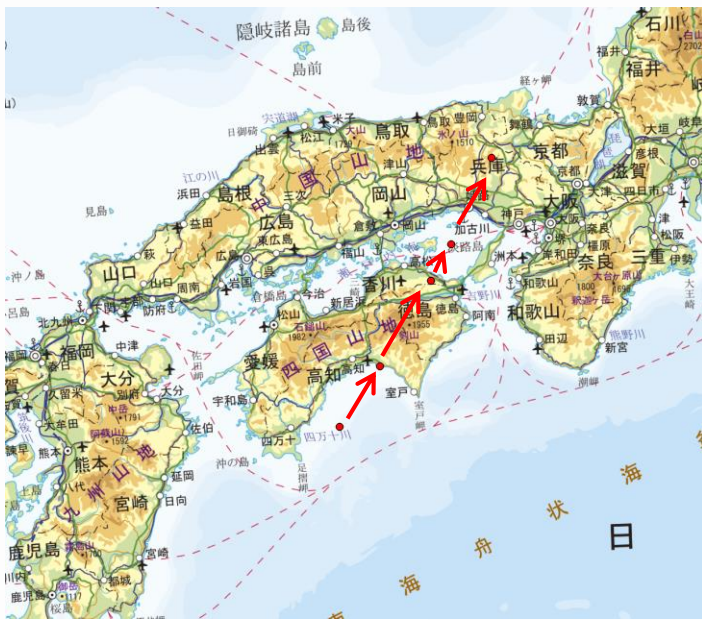
神奈川新聞(<http://www.kanaloco.jp/article/286245>)



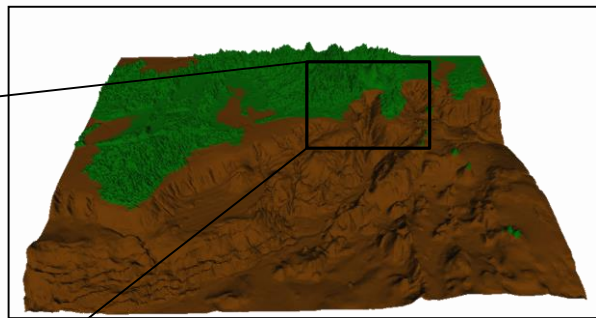
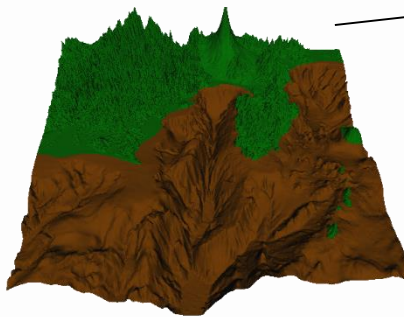
淡路市HP(<https://www.city.awaji.lg.jp/site/bosai/21523.html>)

- 高潮ハザードマップ作成、避難計画検討
- 湾岸施設への影響検討

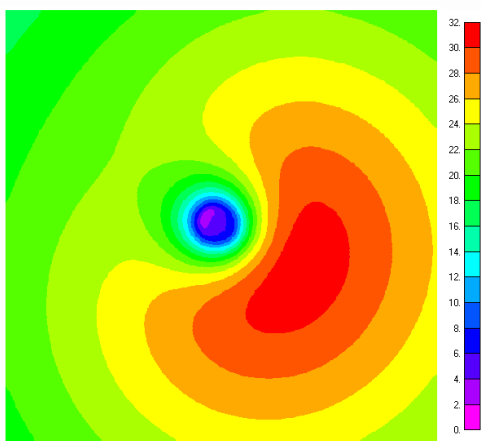
台風の移動経路



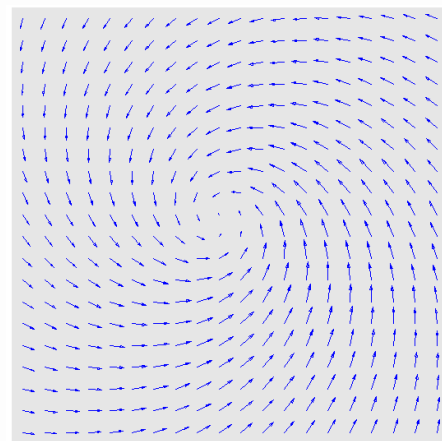
地形モデル



風速分布



風速ベクトル



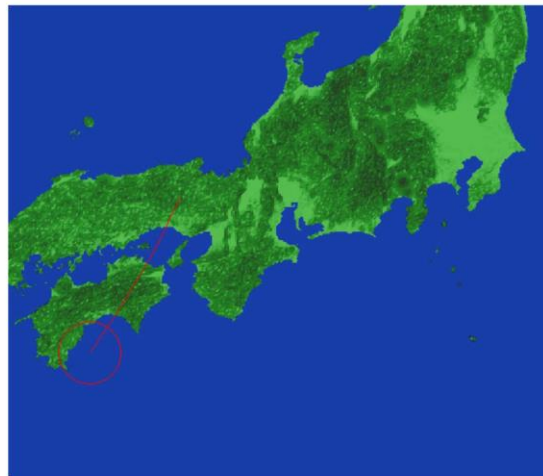
100km

■台風通過に伴う水位変化

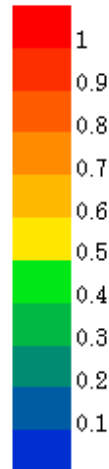
広領域：1350mメッシュ

狭領域：150mメッシュ

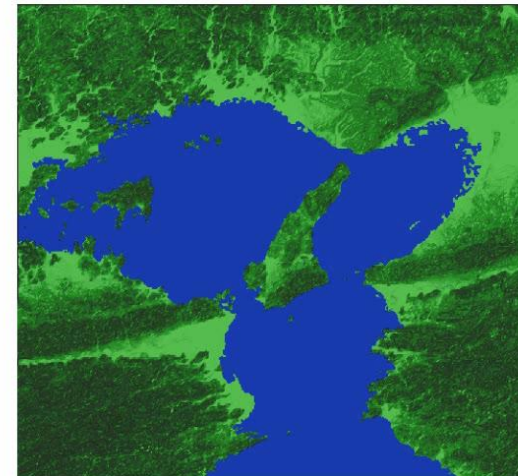
No.1 Cycle=0 Time=0.000000



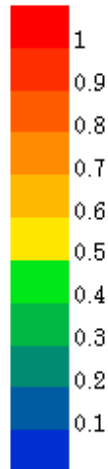
水位(m)



No.1 Cycle=0 Time=0.000000



水位(m)



■津波漂流物による影響

- 船舶、車両、コンテナ、木材、家屋の廃材などの衝突による人命・財産の被災
- 湾岸施設における物流、沿岸地域における人流機能の低下

■防潮堤の防護機能や、津波避難ビル等の構造上の要件

- 津波波圧・・・水深係数による算定など、暫定指針による波圧評価
- 漂流物・・・漂流物の衝突による損傷を考慮し、建築物全体が崩壊しないこと

■広域：漂流物による港湾施設への影響

⇒2次元浅水長波による解析 (TSUNAMI-K)

■詳細：漂流物の挙動解明

⇒粒子法による解析 (DYBECS)

東北地方太平洋沖地震に
おける津波漂流物



朝日新聞デジタル

(<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201104300087.htm>)

■津波漂流物による港湾施設へのリスク把握、対策検討

漂流物

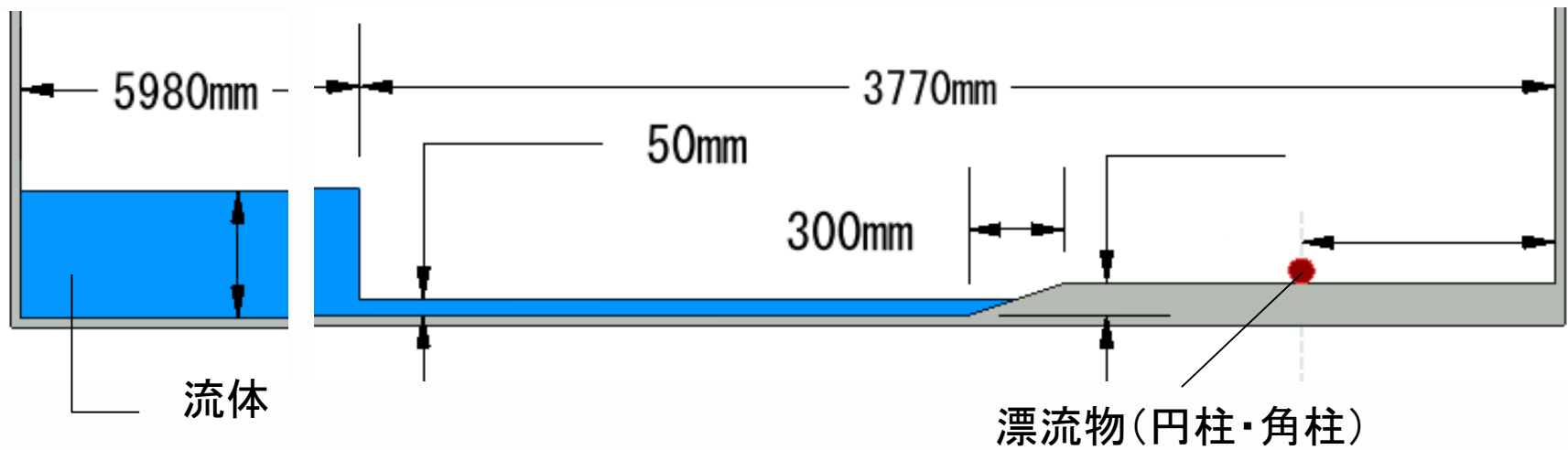
シミュレーション動画

■漂流物の挙動解明

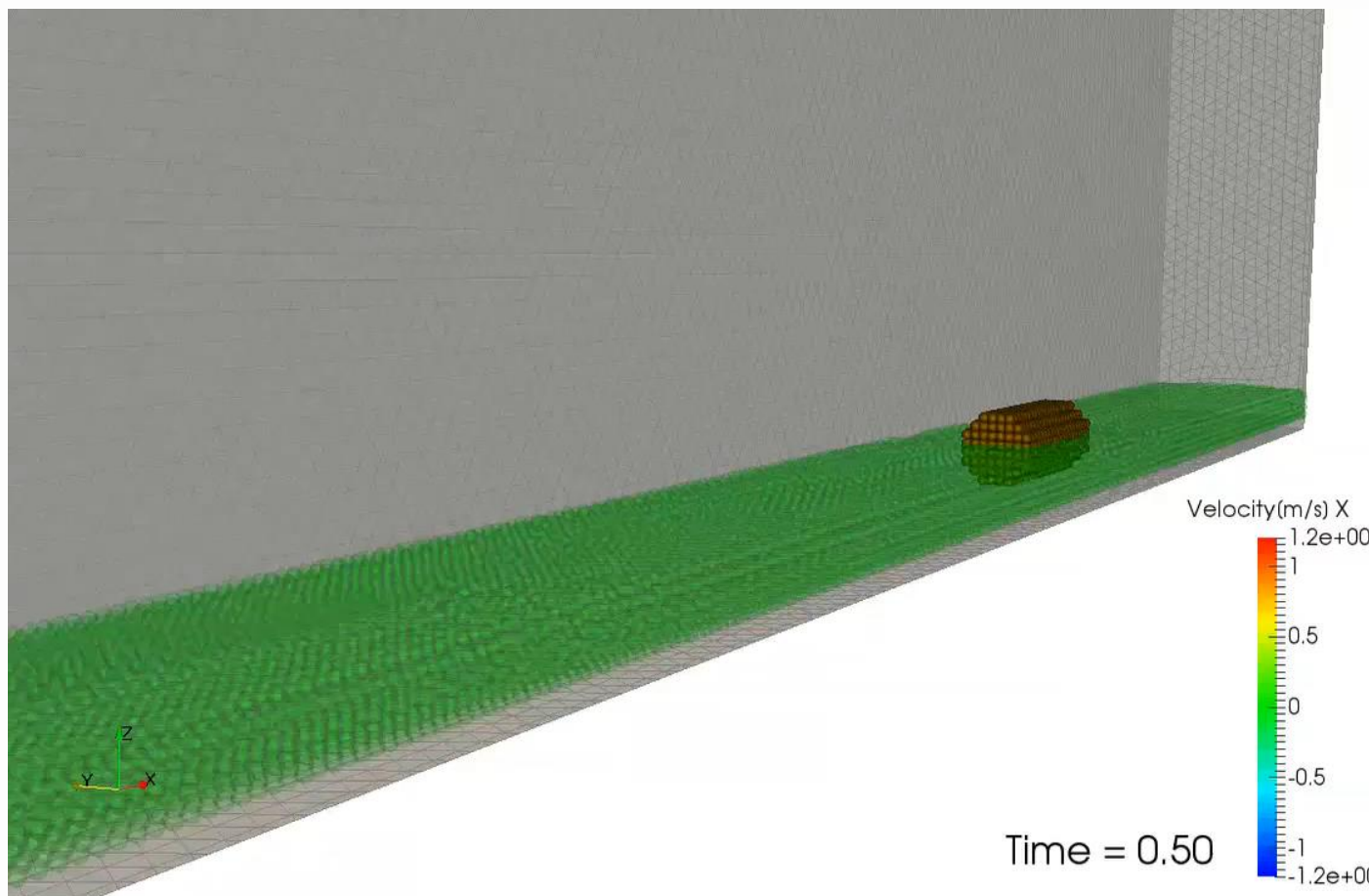
■1/100模型水理試験を対象に再現解析を実施※

- ゲート急開により段波状の津波を発生
- 漂流物（木材）として円柱および角柱
- 漂流物の移動速度および変位を実験と比較

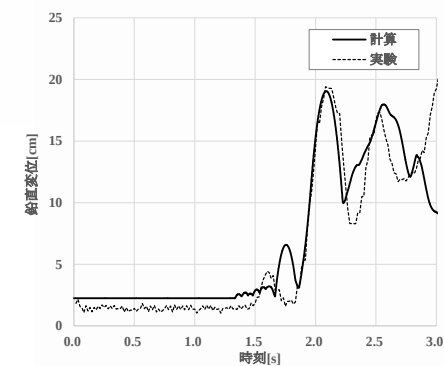
※池野正明，田中寛好：段波津波による漂流物の衝突力に関する実験的研究，電力中央研究所報告U03052



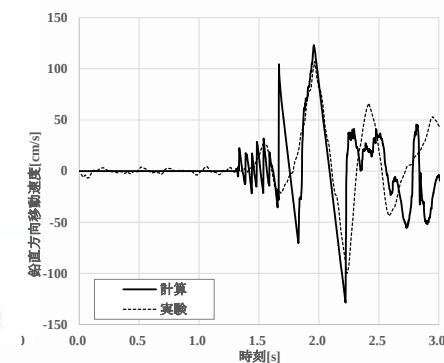
iii. 水害シミュレーション ①事前対策 津波漂流物（詳細）



重心の時刻歴変位（鉛直）



重心の移動速度（鉛直）



※奥野峻也：津波漂流物評価に対する粒子法の適用性検討, 第 36 回（2015 年度）地域安全学会発表会（春季）

災害シミュレーション = コンピュータ上で行う大規模災害実験

▼
具体的・定量的・時系列的に発生現象を推定・再現
施策が与える影響内容・程度・範囲を検証

①事前対策

BCP・防災計画/対策の検討

何をどの程度やれば、どれだけの効果が期待できるのかを定量的に把握することが可能



防災対策に関する施策の仮説導出、効果検証、優先順位付け、従業員の啓蒙

現状のどこにどのような問題があるのか？
その施策には、どの程度の効果があるのか？
どの場所に、どのような形で実施すると最も効果的なのか？

事前対策では 不十分となるケース

- 過去に基づくリスク推定が通用しない自然概況
- 特定条件におけるリスク推定を必要とする状況

災害シミュレーション = コンピュータ上で行う大規模災害実験



具体的・定量的・時系列的に発生現象を推定・再現
施策が与える影響内容・程度・範囲を検証

①事前対策

BCP・防災計画/対策の検討

何をどの程度やれば、どれだけの効果が
期待できるのかを定量的に把握することが可能



防災対策に関する施策の仮説導出、効果検証、
優先順位付け、従業員の啓蒙

現状のどこにどのような問題があるのか？
その施策には、どの程度の効果があるのか？
どの場所に、どのような形で実施すると
最も効果的なのか？

②即時対応

応急対応への活用

リアルタイム情報を受け、不足情報をシミュレー
ションで補うことによって、全体状況を推定し、
近未来の状況変化を予測

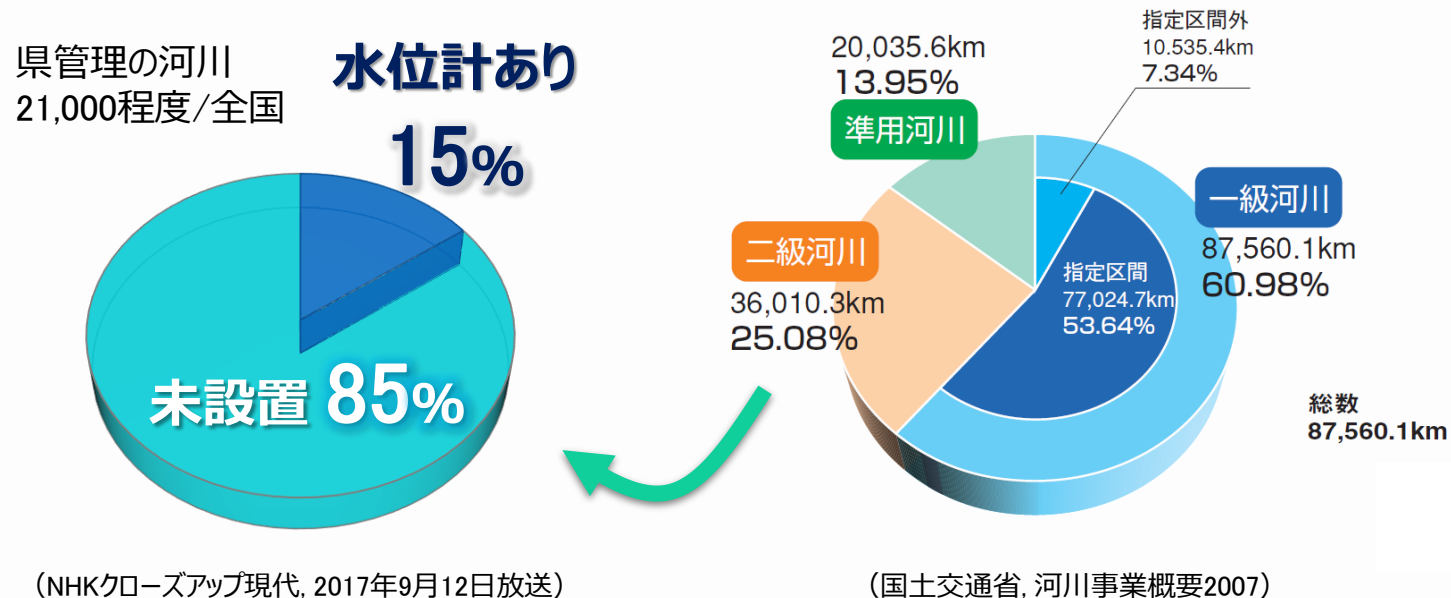


現状の把握と、行動の優先順位付け、
避難行動の促進

今、何処で何が起きているのか？
この先どうになってしまうのか？
今、何をすべきなのか？

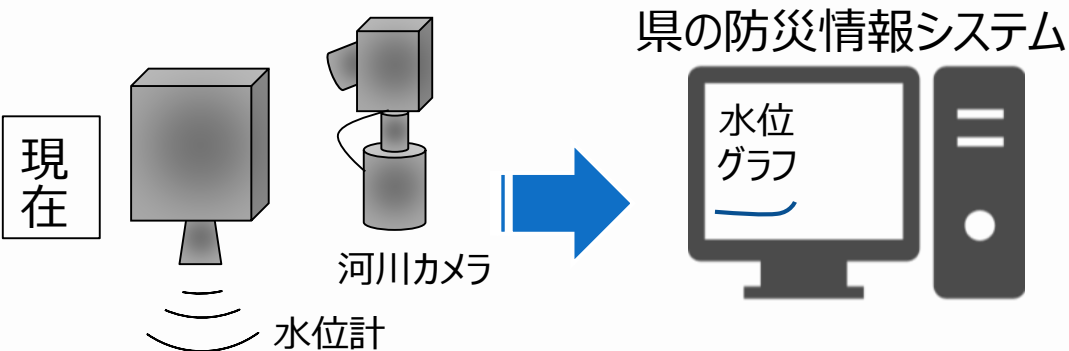
iii. 水害シミュレーション ②即時対応 中小河川の管理状況と課題

- 線状降水帯などの極端降水に伴い、中小河川の氾濫が頻発
- これまで警戒していなかった河川に対し、管轄の県や市は対応を求められている
- 国策として、観測網の整備や災害時の情報共有システムの構築を推進中

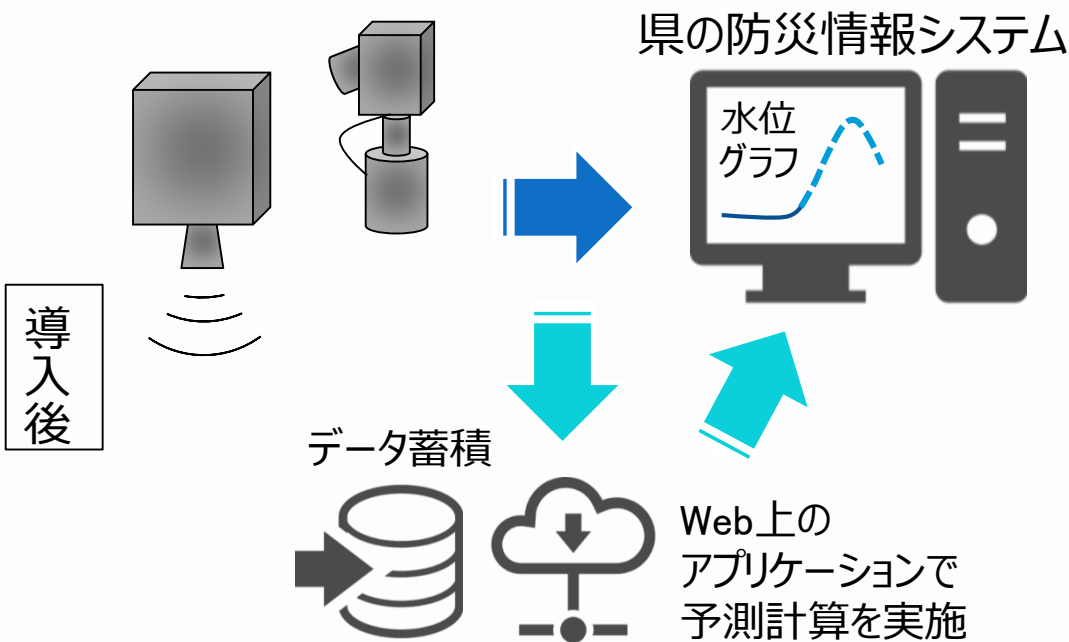


iv. リアルタイム浸水範囲予測 水位予測システムの導入イメージ

河川水位の予測点

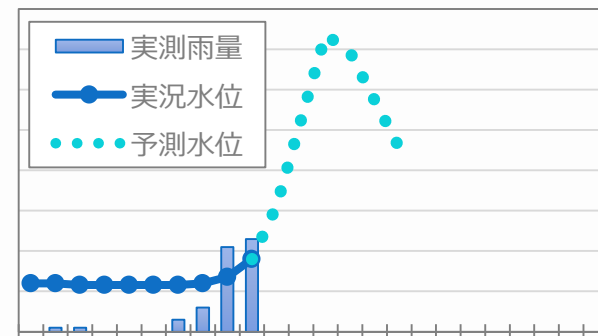


- ✓ 意思決定のジレンマ低減
- ✓ 発令精度向上／空振り防止
- ✓ 避難行動の促進



実況水位
河川カメラ画像

予測
水位



→ 6時間先まで

河川水位の予測 点

河川水位 [m]

予測動画

河川水位の予測 点

予測結果

浸水範囲の予測 面

力学的手法に基づく浸水範囲予測

- ハザードマップ作成、津波シミュレーション等の実績を活用
- 近未来の浸水範囲予測で避難行動・救援活動を支援

シミュレーション結果

シミュレーション結果

予測データ

溢水/越水状況

実測データ

溢水/越水/浸水状況

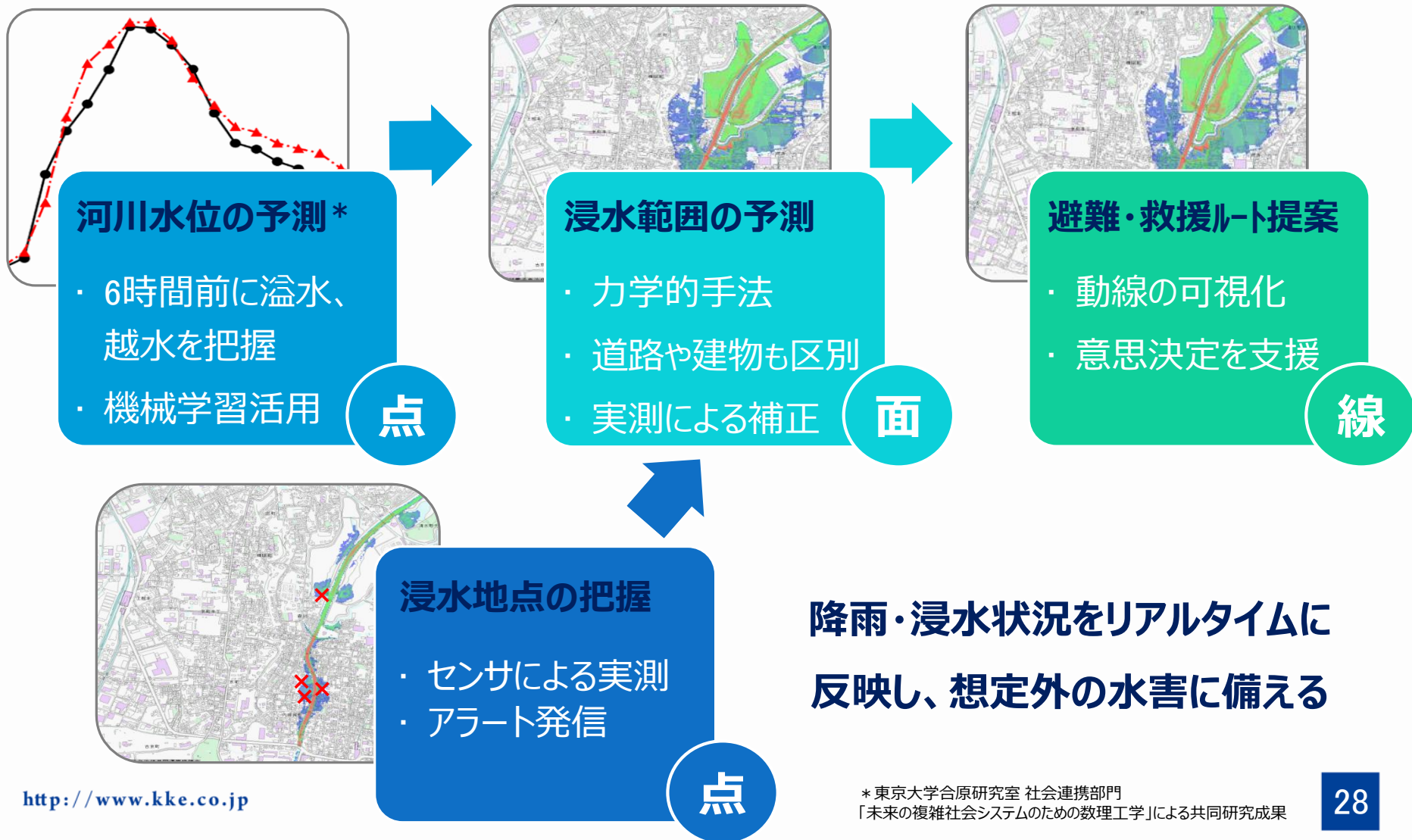
浸水範囲の予測 面

河川破堤

シミュレーション動画

iv. リアルタイム浸水範囲予測
中小河川の浸水範囲予測サービスの全体像

■自治体を中心に対策が急がれる「中小河川」の監視をサポート



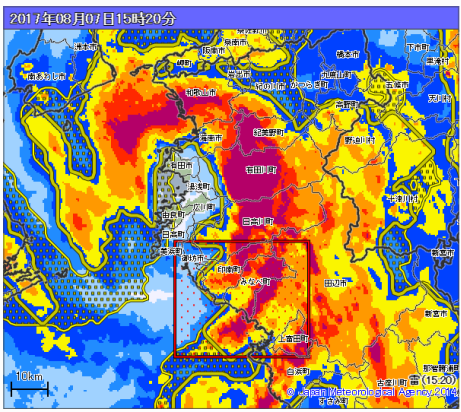
- 水害は突発的な災害ではなく進行性の災害
- リードタイムの間に適切な行動が出来れば被害は最小限に
- 事前対策に加え、即時情報の利活用が期待されている

事前対策**ハード対策・被害抑止策の検討****事前対策****ソフト対策・被害軽減策の検討****+****即時対応****即時情報の利活用**

【お問い合わせ先】 株式会社構造計画研究所 事業開発部 気象防災ビジネス室
Mail : weather@kke.co.jp TEL : 03-5342-1533

高解像度ナウキャスト

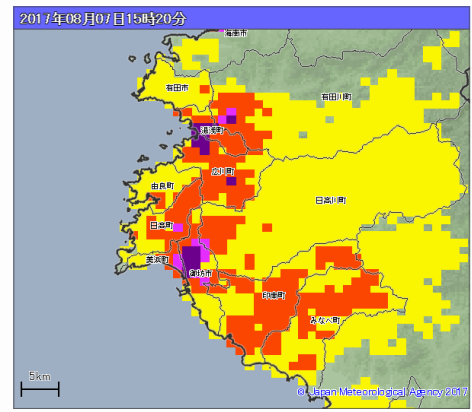
250m,5分毎



- 降雨分布
- 発達した雨雲
- 落雷や竜巻の危険性

大雨警報(浸水害)の危険度分布

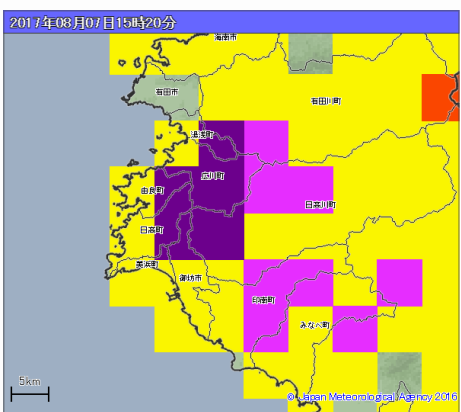
1km,10分毎



- 浸水害
- 外水氾濫の危険性
- 雨が浸み込まず
地表面に溜まる量

土砂災害判定メッシュ情報

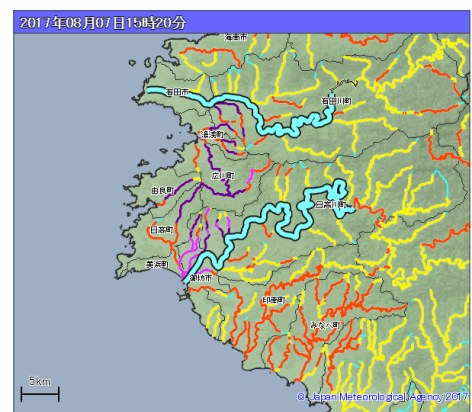
5km,10分毎



- 土砂災害の危険性
- 雨が浸み込んで
土壌中に溜まる量

洪水警報危険度分布

1km,10分毎



- 洪水害
- 外水/内水氾濫
の危険性
- 雨が上流域から
集まり河川を下る量