

包括的な暴風・浸水リスク評価に基づく 効率的な無電柱化整備地域の検出



豊橋技術科学大学 豊田将也



TOYOHASHI
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

研究参加者

- 豊田将也（豊橋技科大，風水害・気候変動）
- 福井信気（鳥取大，都市浸水）
- 宮下卓也（京大防災研，津波）
- 春山和輝（豊橋技科大，修士2年）
- 皆見怜央（豊橋技科大，学部4年）

事業連携課：道路建設課

（無電柱化事業対象エリア，緊急輸送道路網情報を提供）

情報提供：都市計画課，一宮市役所，中部電力株式会社

（3D都市モデルデータ，現地視察・意見交換，無電柱化工事情報を相談）

研究背景・目的

- 豊橋市は**暴風**，**波浪・高潮**，**津波**，**洪水**への暴露が高い
- 地震対策に比べて風水害の評価が不十分
 - ➔ **2023年6月2日は大規模な浸水被害が発生**
- 緊急輸送道路を中心とした無電柱化事業がスタート
 - ➔ 沿岸域の埋立地周辺のハザード評価が必要
 - 特に**電柱の倒壊・流出・水没リスクが高い地域の把握**

1. ハザードが発生した場合の危険個所の把握
2. 複合災害発生時の被害可能性の検証
3. 将来気候における新たなリスクの検出

豊橋市の風水害被害の現状



2009年台風18号の高潮による
コンテナ流出（豊橋市資料より）



2023年6月2日豪雨による御厩橋付近、
小松原街道の浸水（撮影者提供）

過去事例の高潮災害履歴

1. 1959年 伊勢湾台風
2. 1961年 第2室戸台風
3. 1979年 台風20号
4. 1990年 台風19号
5. 1994年 台風26号
6. 1998年 台風7・8号
7. 2009年 台風18号
8. 2018年 台風24号

概ね10年程度の間隔で

高潮（1m以上）をもたらす台風が襲来

「地震」「津波」に加えて**風水害の評価も必要**
風水害は単体での発生だけでなく複合災害として
発生可能性が高い（例：暴風、高潮、洪水等）

研究手法

津波伝播および浸水計算モデル – JAGURS –

伊勢湾・三河湾内に流入してくる津波,
対象河川への遡上反応をシミュレーション

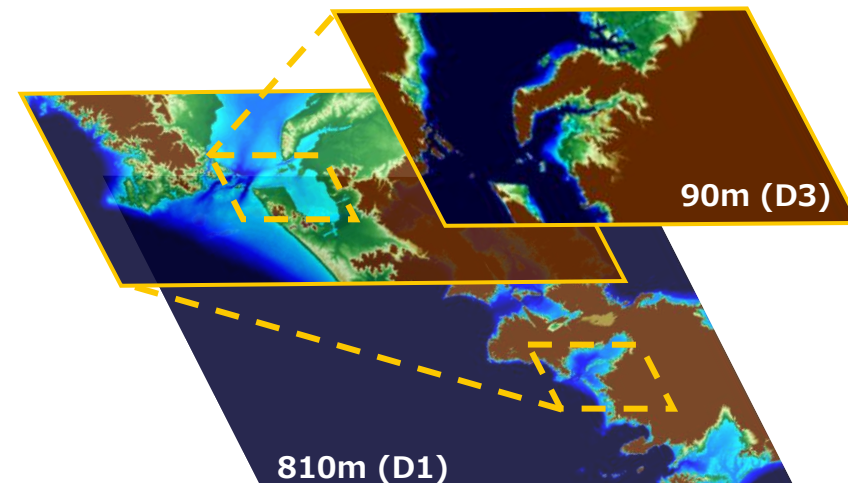
多階層ネスティング構造 (3段)

➡ 計算領域内の格子解像度をあげた計算を可能

流速と水位を2分間隔で抽出

SuWATの側方境界条件として入力

計算設定	Timestep (s)	0.2
	計算期間 (s)	21600
	出力間隔 (s)	600
	応答時間 (s)	10
	海の粗度係数	0.025
	陸の粗度係数	0.025



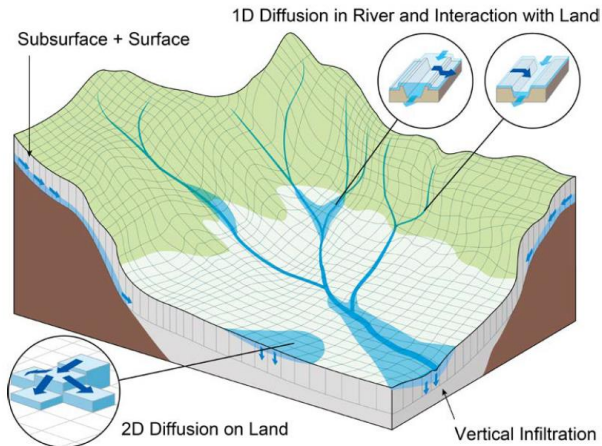
内閣府中央防災会議における全11ケース

基本的な 検討ケース	Case1	駿河湾～紀伊半島	大すべり域+ 超大すべり域
	Case2	紀伊半島	大すべり域+ 超大すべり域
	Case3	紀伊半島～四国沖	大すべり域+ 超大すべり域
	Case4	四国沖	大すべり域+ 超大すべり域
	Case5	四国沖～九州沖	大すべり域+ 超大すべり域
その他派生的な 検討ケース	Case6	駿河湾～紀伊半島	大すべり+ (超大すべり域,分岐断層)
	Case7	紀伊半島沖	大すべり+ (超大すべり域,分岐断層)
	Case8	駿河湾～愛知県東部沖 三重県南部沖～徳島県沖	大すべり域+ 超大すべり域 大すべり域+ 超大すべり域
	Case9	愛知県沖～三重県沖 室戸岬	大すべり域+ 超大すべり域 大すべり域+ 超大すべり域
	Case10	三重県南部沖～徳島県沖 足摺岬沖	大すべり域+ 超大すべり域 大すべり域+ 超大すべり域
	Case11	室戸岬 日向灘	大すべり域+ 超大すべり域 大すべり域+ 超大すべり域

※潮位条件については今回考慮しない

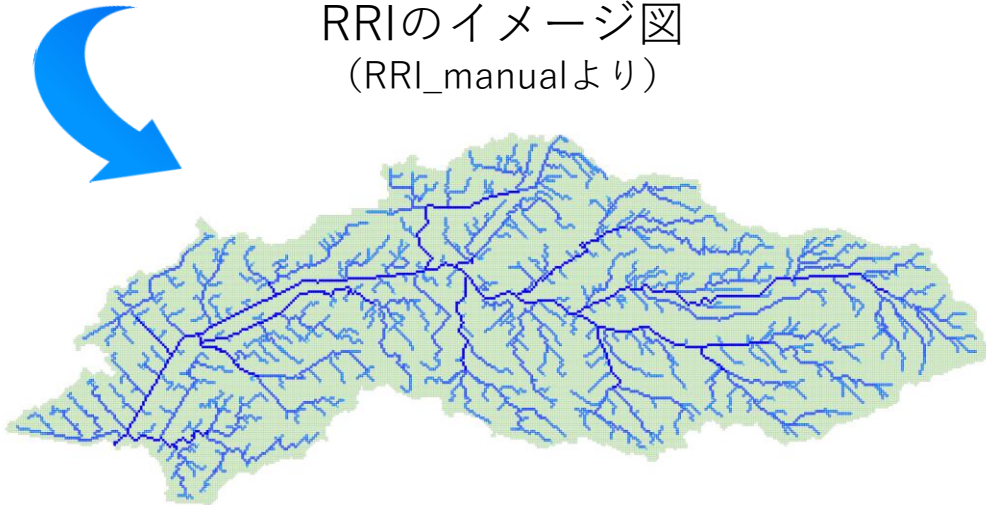
研究手法

降雨流出氾濫モデル (**RRI**; Sayama et al. 2012)

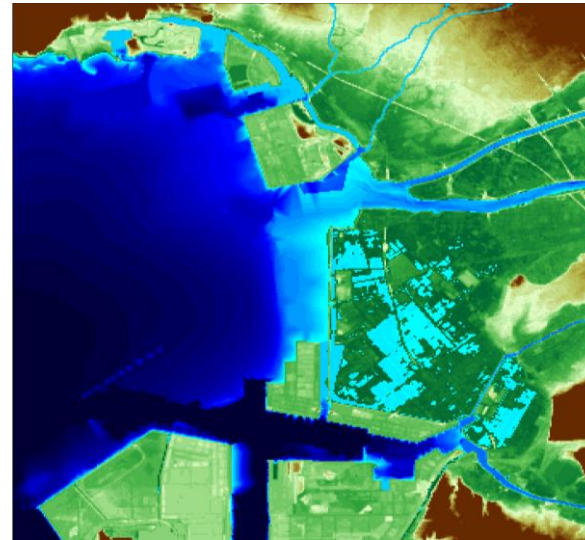


30mで解像
流域全体への降水
から流量を算出

RRIのイメージ図
(RRI_manualより)



波浪・高潮結合モデル (**SuWAT**; Kim et al. 2015)



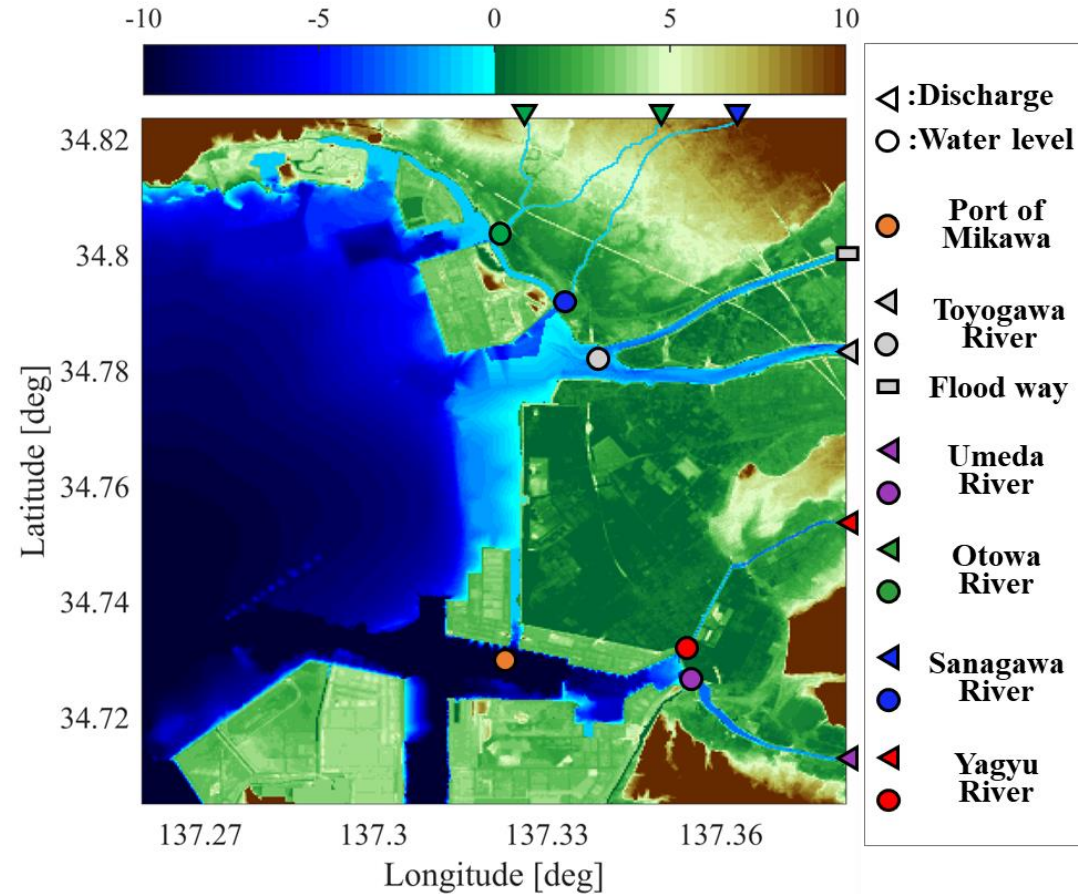
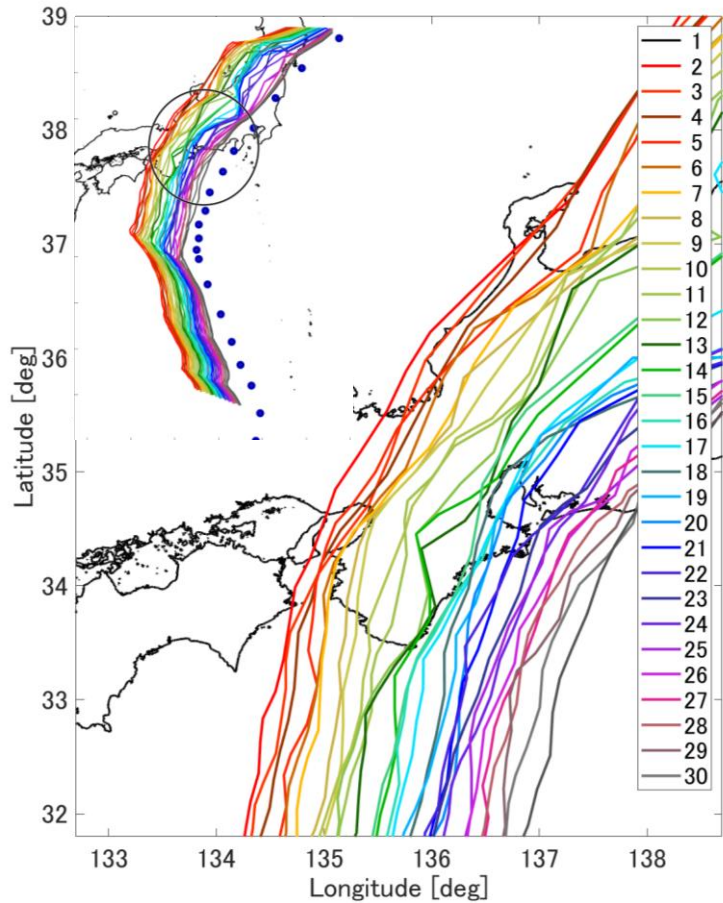
✓ 対象：三河湾 + 5河川
豊川，音羽川，佐奈川
柳生川，梅田川

✓ 6段階ネスティング
(D6=30m格子)

✓ JAGURSとの結合では
ネスティング無し

✓ 境界条件に上流からの流量を入力
境界：河川の断面形状（幅・水深）より
流量→水位の変換アルゴリズムを適用

研究手法



考慮する複合災害

- ① 津波・洪水
- ② 波浪・高潮・洪水

気候変動影響

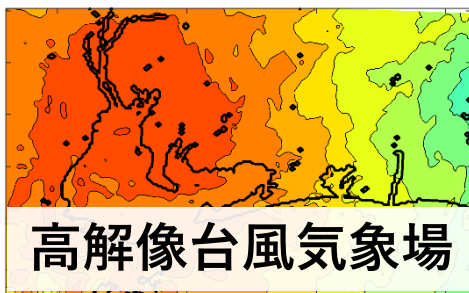
- (21世紀末, RCP8.5)
- ・ 台風強度の変化
 - ・ 高潮, 洪水の変化

- ✓ 三河湾に波浪・高潮・洪水をもたらす台風経路30ケースを設定
- ✓ 数値モデルの解像度は最高30m, 地形は内閣府中央防災会議のデータを利用

大気

気圧・風場 (HTM)

入力：NCEP FNL
解像度：9km 3 km
出力間隔：15分



高解像台風気象場

気圧, 風速

高潮・洪水

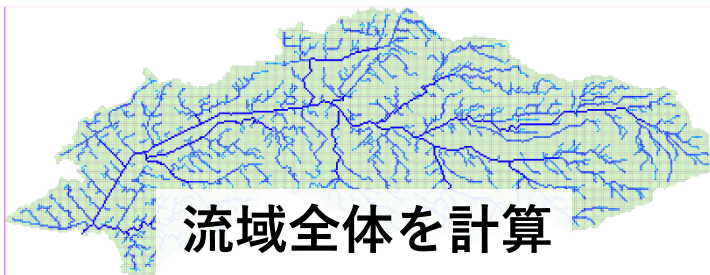
複合氾濫モデル (SuWAT)

解像度：30 m (D6)
対象：三河湾東奥部 (5河川含む)
出力：15分

降雨流出

河川流量 (RRI)

入力：HYM降水, XRAIN
地形解像度：30m
出力間隔：15分, 1分



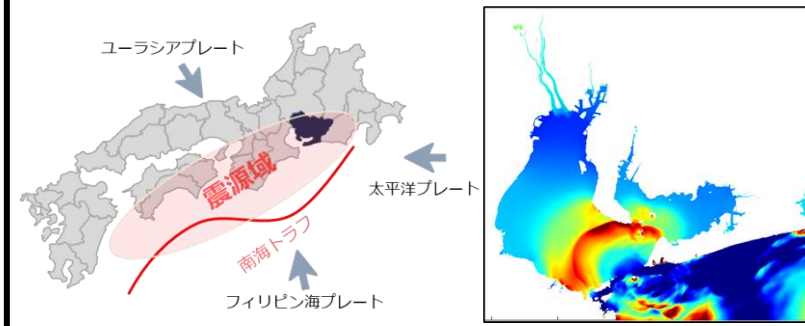
流域全体を計算

河川流量

津波

津波 (JAGURS)

入力：中防11ケース
地形解像度：30m
出力間隔：2分



水位, 流速

津波・洪水

複合氾濫モデル (SuWAT)

解像度：30 m (D6)
対象：三河湾東奥部 (5河川含む)
出力：1分

研究スケジュール

- 4月 : **担当課（道路建設課）との打ち合わせ**
- 5月 : 共同研究者とのWebミーティング（福井，宮下）
- 6月 : **担当課との打ち合わせ**，共同研究者とのWebミーティング
- 8月 : 無電柱化対象エリアの踏査（豊田，春山，皆見）
- 9月 : 共同研究者との現場視察，打ち合わせ（豊田，福井，宮下）
- 10月 : 無電柱化工事先進区域（一宮市）への視察，聞き取り
- 11月 : **担当課への現状共有（中間報告も兼ねて）**
- 12月 : 共同研究者との打ち合わせ（豊田，福井）
- 2月 : **担当課への仮成果報告書の提出**，共同研究者との成果共有（全員）
- 3月 : **担当課への成果報告書の提出**，成果報告会での発表（本発表）

担当課との定期的な進捗報告に加え、
一宮市への現地訪問，担当者からの説明を受けた
また豊田は個別に中部電力株式会社への無電柱化事業の障害に関する説明を受けた

研究成果①：暴風・地震

電柱倒壊リスク

暴風：現在は低い，時間経過と共に増大

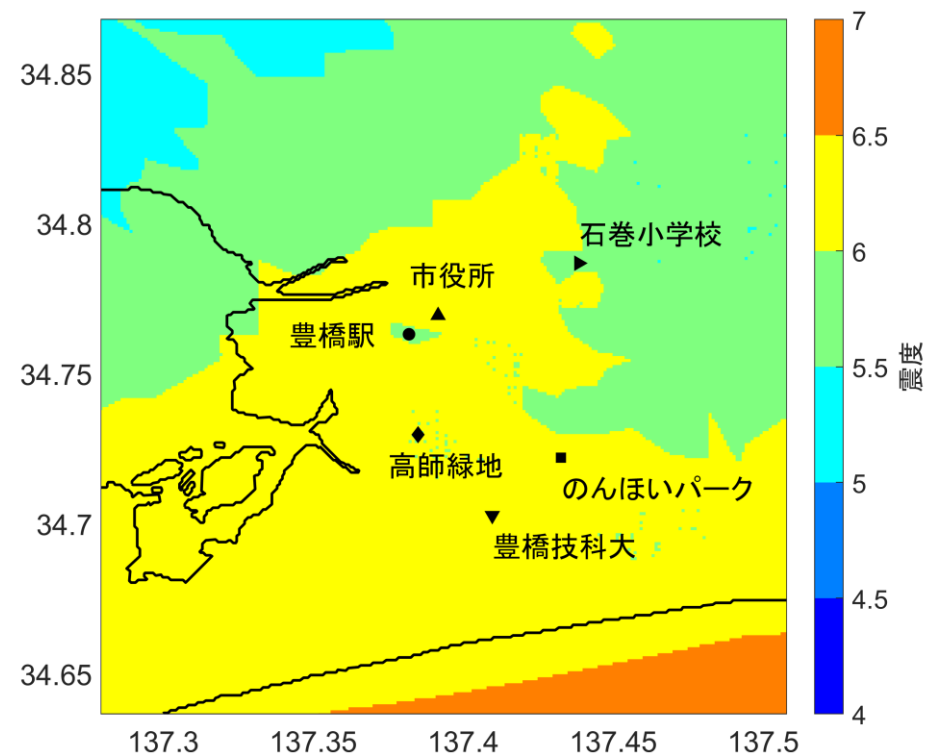
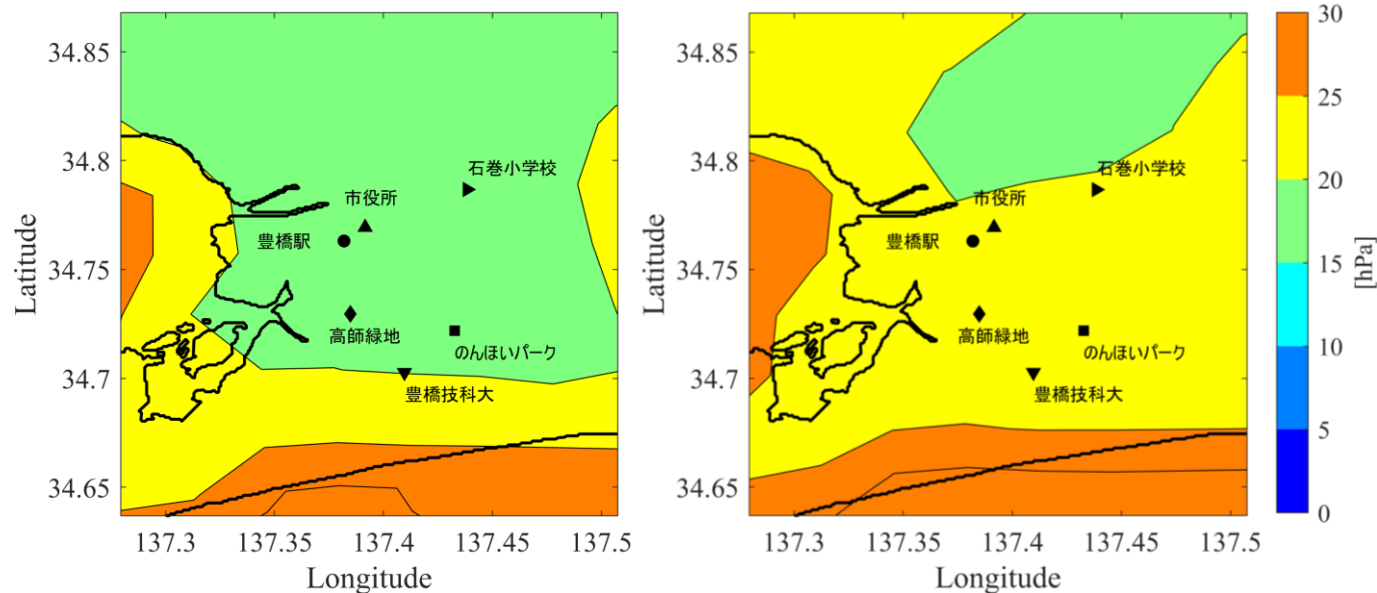
地震：可及的速やかな対応が必要

風速に対する脆弱度マップ

地震に対する脆弱度マップ

現在気候

21世紀末



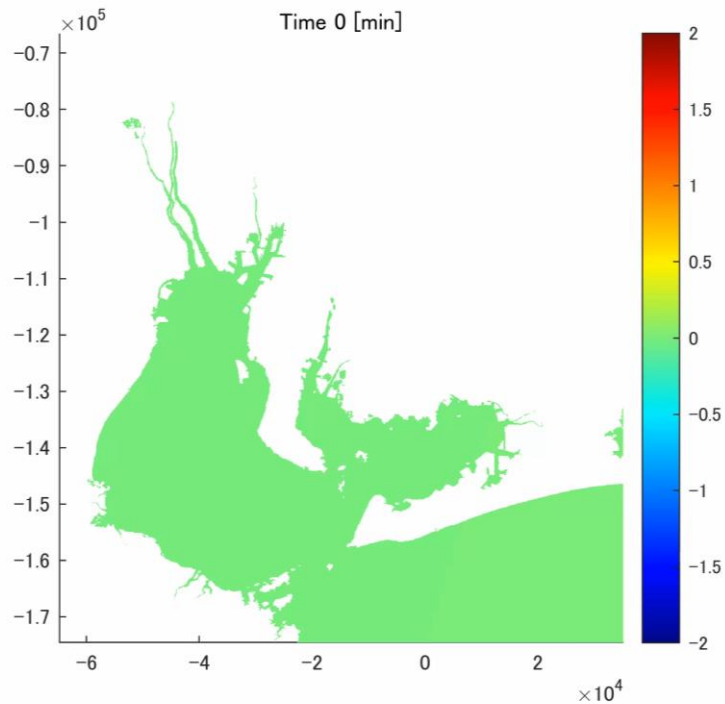
平均的な台風の影響で
風速約5m/sの増大
(10分間平均風速)

概ね震度6~6強で分布
(内閣府中央防災会議の平均震度)

研究成果②：津波

電柱浸水・流出リスク
津波：最大波高は堤防高未満，低リスク

南海トラフ津波の計算



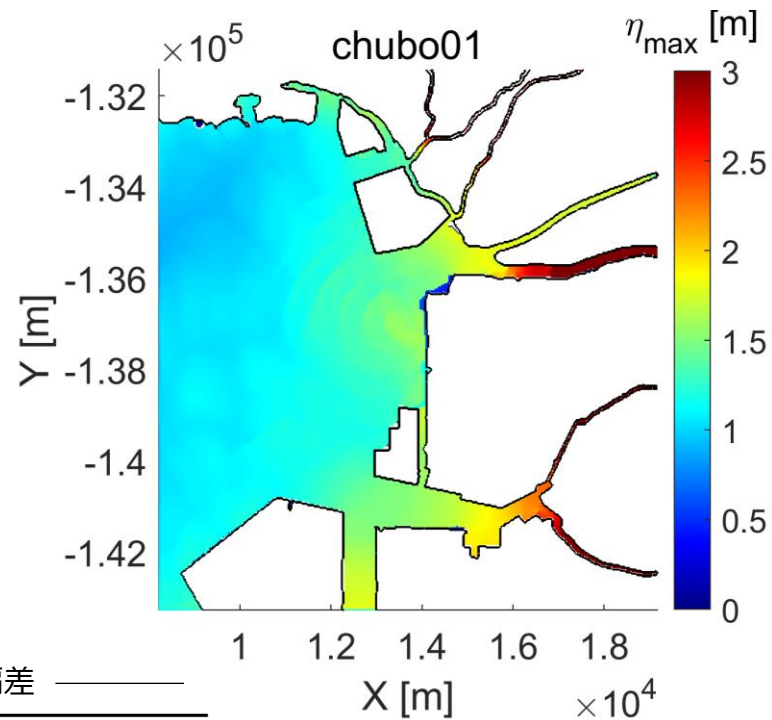
南海トラフ津波の計算

* 地震による堤防の損壊は含んでいない

全ケースにおける最大水位分布 (津波 + 平時河川)

Case No.	最大水位(m)	Case No.	最大水位(m)
01	2.2	07	1.9
02	2.0	08	1.5
03	1.5	09	1.3
04	1.3	10	1.2
05	1.2	11	1.0
06	2.0		

ケース1における最大水位分布 (津波 + 河川洪水)



河口から1.5km地点における最大水位偏差

River Name	w/o Flood (m)	With Flood (m)	Change of Water level deviation (%)
Toyo	1.25	2.70	116.0
Yagyū	0.86	3.04	253.5
Umeda	2.04	3.17	55.4
Otowa	0.36	3.90	983.3
Sira	1.22	1.78	45.9
Sana	0.49	2.74	459.2

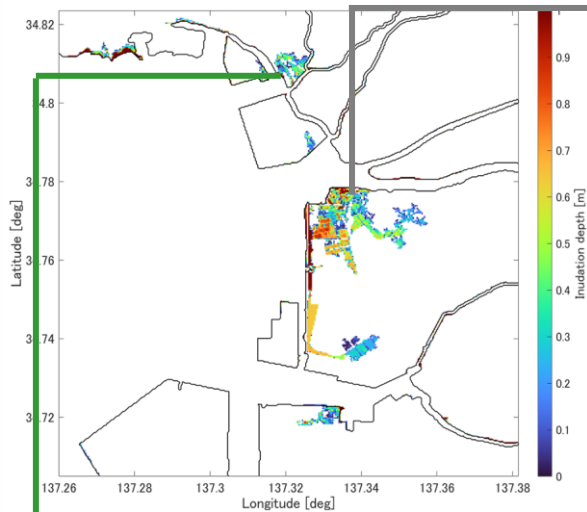
河口1.5km付近が津波・洪水両方の影響を大きく受ける

研究成果③：高潮・洪水

電柱浸水・流出リスク
高潮・洪水：現在気候は低く，
将来的に沿岸部で必要

現在気候
浸水無し

将来気候
多ケースで
浸水有



(b) 音羽川河口



浸水面積 : 43 ha
平均浸水深 : 0.49 m

河道から越水
複合氾濫
の可能性

(d) 神野新田



浸水面積 : 217 ha
平均浸水深 : 0.53 m

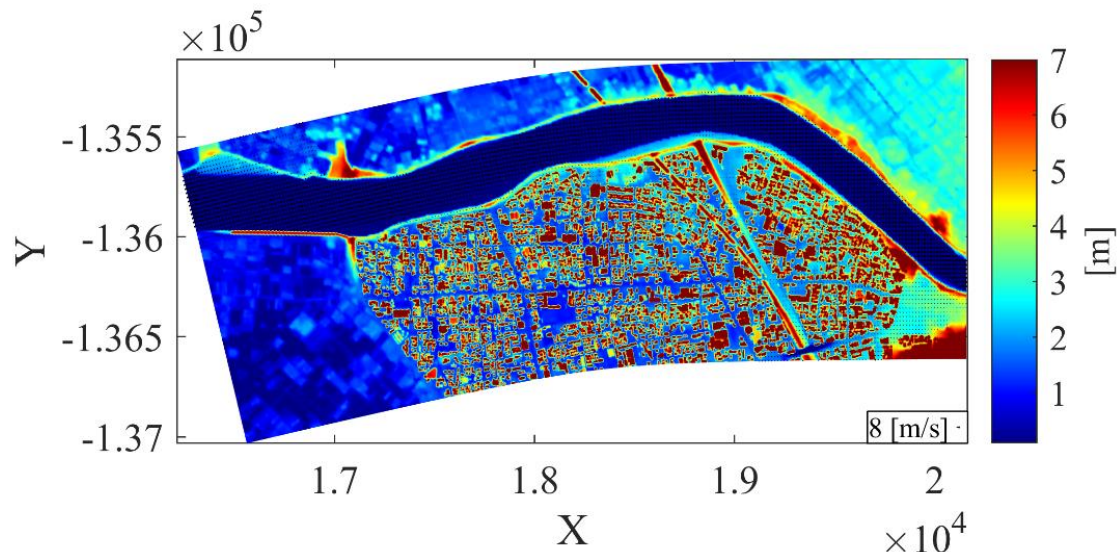
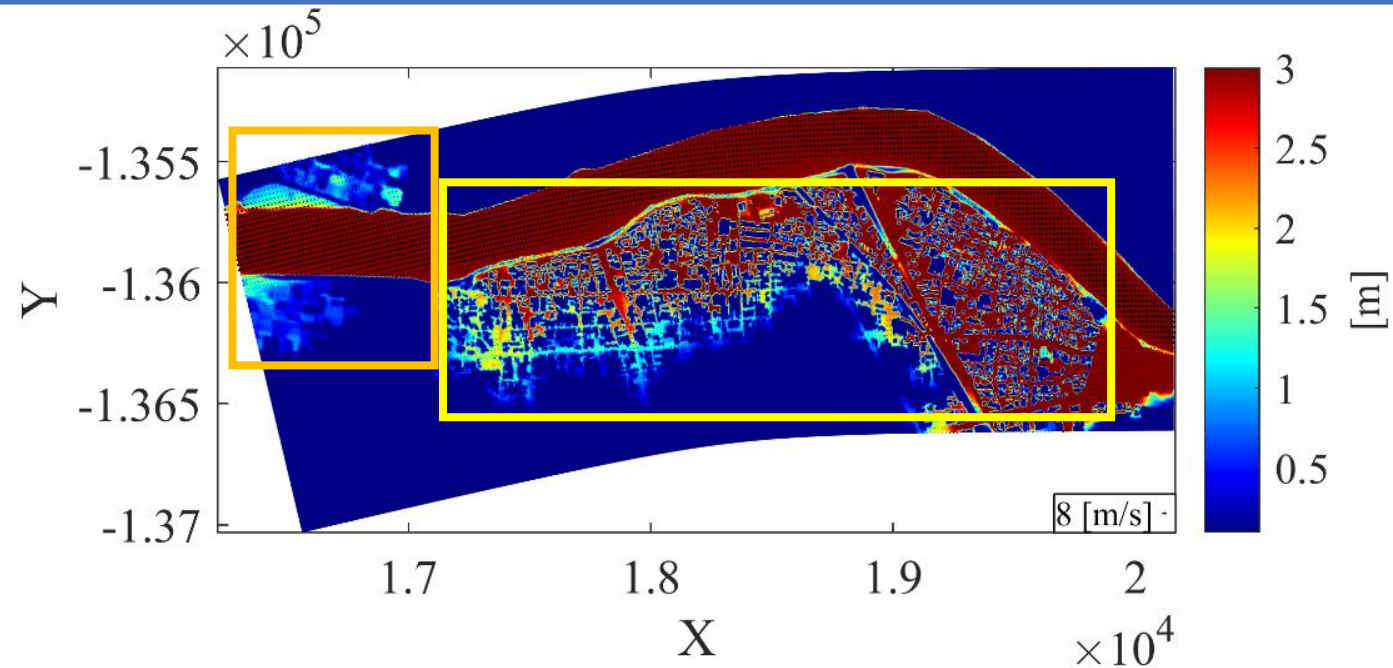
浸水は低平地
広範囲 + 浸水深大

総浸水面積 : 416 ha

特に顕著な浸水は
神野新田周辺の埋立地

将来的に電柱浸水・流出の危険性
→ 無電柱化工事の価値がある

研究成果④：3D都市モデルを用いた浸水計算



豊川からあふれた水が
建物外郭や道路に沿って拡散

橙枠（都市モデル無）と
黄枠（都市モデル有）を
比較すると黄枠の方が詳細化

対象を拡大することで

詳細な浸水リスクの算定が可能

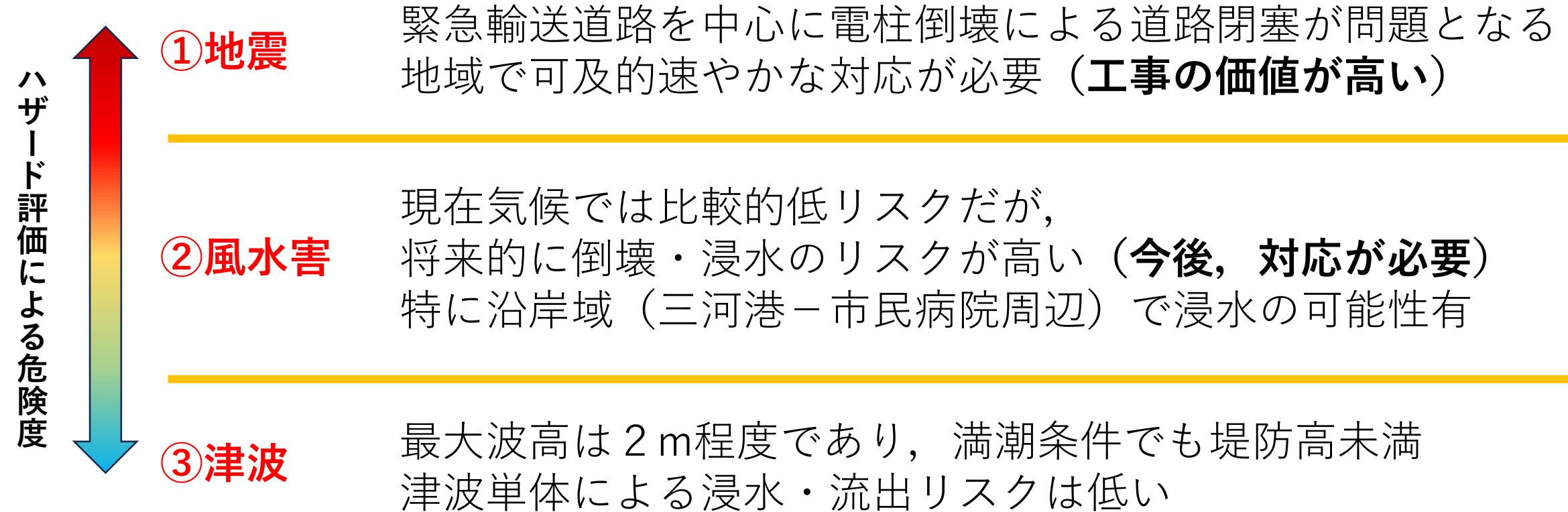
研究成果まとめ

連携課とは、
対象ハザードの決定、計算結果に関する議論、一宮市への現地視察を協同して実施した。

1. 【暴風】 現在気候：低リスク
将来気候：広範囲で耐風力を超過し、高リスク → **今後広く要工事**
2. 【地震】 中央防災会議 11 ケースの平均震度：高リスク → **直ぐに工事**
無電柱化工事対象エリアは
地盤改良 + 無電柱化工事の必要性が高く、高コスト
3. 【津波】 湾奥への最大波高は三河港で 2 m 程度
洪水との複合災害時には河川沿いに浸水の可能性有 → **低リスク**
4. 【高潮・洪水】 現在気候：浸水無し
将来気候：沿岸域を中心に大規模浸水 → **今後沿岸部で要工事**
緊急輸送道路も浸水、電柱流出リスク高
5. 【PLATEAU】 3D都市モデルの運用により、より現実的な浸水計算が可能
既存のハザードマップ情報の高度化が期待できる

研究成果まとめ

無電柱化事業の必要性，緊急性について



沿岸部では①②の危険性・暴露が高いため、特に早急な工事が必要
それ以外の地域においても、主要道路や緊急輸送道路沿いで今後工事が必要