

# 巨大水災害にどう立ち向かうか

- 東海低平地域の挑戦に学ぶ -



金沢大学都市・河川防災寄附講座キックオフシンポジウム  
しいのき迎賓館セミナールーム

金沢大学特任教授

辻本 哲郎

(一社)北陸地域づくり協会 → 寄附講座

## 金沢大学「都市・河川防災講座」2017.4～2020.3

構成＝	特任教授	辻本哲郎(水工学)	非常勤
	特任准教授	大沼克弘(河川工学)	←国総研
	特任助教	山口裕通(土木計画学)	←東北大

↑

協力教員(水工学, 計画学, 地震・地盤工学, 水環境, 地理学, 保健学等々)

北陸地域の災害 豪雨洪水・地震災害等の頻発  
大規模災害の経験(手取川大洪水, 鳶山崩れ, . . . )  
温暖化に伴う気候変動・気象の極端化

↑

ハード整備で防御しきれない災害(河川災害)と  
その被害伝播(都市災害)へのソフト対応の融合

**金沢**（←北陸新幹線開通）の都市的性格  
地方の中核（経済基盤,文化・経済・行政の核）  
国際観光都市  
高齢化,過疎 中山間地の課題

気球温暖化による気候変動 → 気象災害・水災害の激化  
←治水整備を上回るハザードの襲来

国の政策的課題:「気候変動対応策」,「水防災意識社会」

↓

地域課題 ←地域の事情に即した課題への対応

↑

大学の使命 ←学際連携

限られた年限

明日にでも遭遇しないとも限らない巨大水災害に対して  
従来の「治水」技術を精緻化して河川という前線で受け止めるとともに,  
流域・都市に伝播してきたハザードに対し,  
生命を守り,壊滅的被害に至らぬよう減災する技術を  
多様な学問分野から考察し,この地域に実装的に根付かせる。

# 「巨大災害にどう立ち向かうか-東海低平地域の挑戦に学ぶ」

## 水災害

自然現象(ハザード)

気象→降雨 →氾濫(内水)

↓ →河川洪水 →氾濫(外水)

低気圧→高潮 →氾濫

地震→ 津波 →氾濫

↑

堤防・排水機場 ハード施設(インフラ) ←設計←「想定外力」  
整備途上 計画規模

超過外力(低頻度)

氾濫(流速／水深／冠水面積・日数)

↓ 露出 Exposure(人口,家屋・資産,経済活動,生活, . . . )

←土地利用＝「都市」 . . 人々の類型

リスク・被害

→リスク回避

復旧・復興

災害の発現 ←避難  
←対応

## 災害(氾濫)の**閾値**

自然現象としての外力来襲 ↔ 防災インフラの性能(溢流・破堤の閾値)  
確率的 計画の進捗  
予測 インフラの信頼性

↑

さらなる確率的要素(設計限界と越しても壊れるとは限らない)

## インフラの防災限度ぎりぎりのところ

局所的な水防活動・避難 地先の防災組織(衰退)

↑

洪水を河川からあふれさせない = **治水** ← 河川の課題(河川防災)  
(河川の特質)

降雨 → 流量 → 水位

↑      ↑  
ダム 河道・堤防

↑  
計画規模(レベル)  
施工進捗(途中段階)

# インフラの防災限界を越す圧倒的に大きな外力の来襲

外力規模 →大

来襲頻度 →低頻度

Return period

治水整備の計画 基本方針 ・ 整備計画(20~30年で達成)

国管理計画規模:100~200年 30~60年(戦後最大規模)

治水整備の現状=現況安全度

↓  
深刻な氾濫(大水深・大流速・広範囲・長時間湛水)

↓  
流域の課題(都市防災 ←流域の特質)

↓  
地先での対応(避難・復旧)が困難 広域連携の仕組みがない  
(連携すべき近隣も被災)

## 巨大災害の頻発

\*ハリケーンカトリーナ(2005)

\*広島県土砂災害(2014) / 鬼怒川水害・北海道水害(2016)  
(\*東日本大震災 2011)

国もその対応に熱心になってきた

# 巨大災害 ・低頻度巨大災害

(確率的に頻度は低い**が**, 生起すれば壊滅的被害が予想)

- ・気候変動で、稀だった現象が生起しやすくなってきた  
(降雨の統計的母集団の平均, 分散の増大)
- ・周期的(エネルギーの蓄積)に生起する巨大地震がしばらく起きていないため  
ここ数年での発生確率が高くなっている.

・壊滅的被害を回避



## 巨大災害への対応



・外力来襲の予測

気象予測→降雨予測→洪水予測



気候変動予測

地震予知→津波予測

・事前の行動(避難)⇔リードタイム

# インフラの防災限界を越す圧倒的に大きな外力の来襲

↓

生命を守る／社会・経済の壊滅的損害を回避

## 巨大災害のイメージ

東日本大震災

↓

地震・津波

L1=1/100レベル  
ハード整備

L2 =1/1000レベル  
ソフト対応(危機管理)  
「津波防災地域づくり」

## 河川災害

- ・基本方針レベル L1レベルに対してハードで守る計画
- ・整備計画レベル 20～30年で達成可能なハード整備  
+ L1レベルに対するソフト対応(ハザードマップ)
- ・新しい「水防災意識社会の構築」 ← 鬼怒川水害  
L2レベルに対する危機対応を！  
←「可能最大降雨」, 「1/1000降雨」の浸水想定  
→「地域減災協議会設置」がはじまった  
治水～河川管理者 と 水防災～地方自治体の連携

# インフラの防災限界を越す 圧倒的に大きな外力の来襲

深刻な氾濫(大水深・大流速・広範囲・長時間湛水)

↓

流域の課題(都市防災 ←流域の特質)

↓

地先での対応(避難・復旧)が困難 広域連携の仕組みがない

↑

## 外力来襲の予測

台風→高潮→(高潮堤防)→氾濫予測

↓

事前行動が被害を大きく減じる.

(人命確保のための事前広域, 避難, 業務BCP, . . . . .)

こうした行動の実現性 ⇔ 実際の危機管理行動への障害

- ・予測精度 情報共有
- ・発令権をはじめとする制度
- ・広域避難所, 経路, 手段 ←支援体制・調整
- ・組織間連携 ←調整

## 中部地方

- ・伊勢湾台風の経験(半世紀前のできごと, 5000人以上の犠牲)
- ・海拔ゼロメートル地帯(←地盤沈下)
- ・ハリケーンカトリーナ(2005)への着目 ←類似の自然・社会条件  
(大河川・湾⇔300km<sup>2</sup>のゼロメートル地帯・数10万人)



## 「東海ネーデルランド高潮洪水地域協議会」 TNT 2007

協議会 (機関長) ⇔ 作業部会 (実務者) ←ファシリテータ (学)

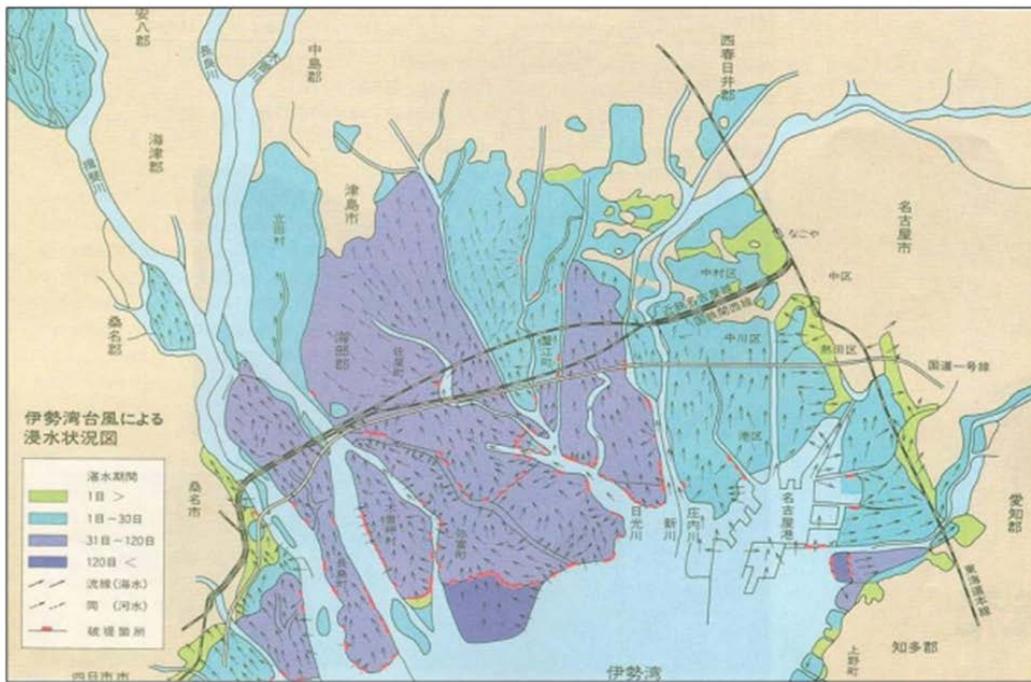


## 「危機管理行動計画」 制定, 改定, 図上訓練

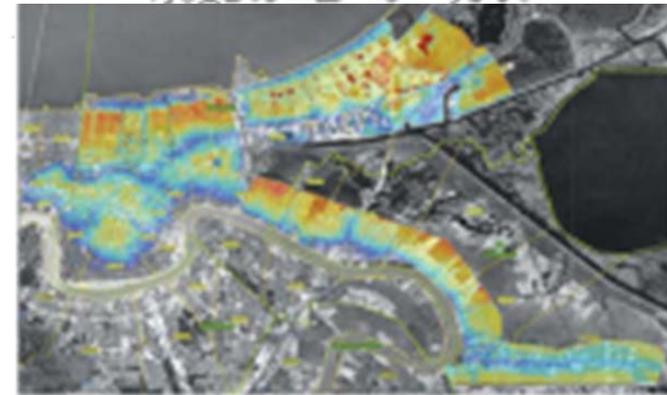
「命を守り」. 「社会・経済の壊滅的被害を減殺する」ために  
どのような行動が出来るか？

「現状の制度枠組みにとらわれない関係機関の連携した行動規範を」

「大規模広域災害の発生が予想される時点から応急復旧完了まで」に  
やるべきこと → タイムライン



水浸しのニューオーリンズ



最大浸水深

## 「東海ネーデルランド高潮洪水地域協議会」 (2007)

- ・現状の制度枠組みにとらわれず
- ・関係機関の連携した行動の規範
- ・大規模広域災害の発生が予想される時点～応急復旧完了

第1版	2008	50機関	外力設定,避難・救助/応急復旧(複合災害=高潮+洪水)
第2版	2009	52機関	体制の立上げ・情報共有本部
第3版	2015	53機関	←「タイムライン」の明確化 ←ハリケーンサンディ(2012)

# 「東海ネーデルランド高潮洪水地域協議会」 2007

## 「危機管理行動計画」 制定, 改定, 図上訓練

「命を守り」. 「社会・経済の壊滅的被害を減殺する」ための行動計画  
「現状の制度枠組みにとらわれない, 関係機関の連携した行動規範を」  
「大規模広域災害の発生が予想される時点から応急復旧完了まで」

↑

### 具体的なシナリオ

どのような台風がどのように来襲するか

巨大台風の来襲でどんな事態に陥るのか... イマジネーション※

↑

標準化されていないひとつの具体的なシナリオ例

### ※中部天変地異研究会 2006

スーパー伊勢湾台風(高潮), 大洪水,  
巨大地震(海溝型, 内陸型)・津波,  
富士山噴火, 大濁水, . . .

# 外力想定 「スーパー伊勢湾台風」

- ・ 規模→室戸台風 (910hpa) 経路→ほぼ伊勢湾台風の経路
- ・ 平均朔望満潮位
- ・ 18時頃 潮岬上陸 ←時間特定 →対応の実現性確認

*時間に沿った行動が重要！  
さまざまなバリエーションへの対応*

- ・ 計画堤防高
- ・ 高潮破堤～防御ライン越流で浸水範囲最大  
→高潮氾濫



(3時間以降拡大, 4時間後に高潮ピーク)

- ・ 洪水 (1000年に一度相当の降雨)  
←台風上陸7時間後(台風通過後)に破堤←伊勢湾台風実績  
(破堤箇所は各河川1箇所, 浸水範囲最大)
- ・ 強風 18時以降風速20m/s超える

# 「東海ネーデルランド高潮洪水地域協議会」 2007

## 「危機管理行動計画」 制定, 改定. 図上訓練

「命を守り」. 「社会・経済の壊滅的被害を減殺する」行動  
「現状の制度枠組みにとらわれない, 関係機関の連携した行動規範を」  
「大規模広域災害の発生が予想される時点から応急復旧完了まで」

↑

### 具体的なシナリオ

どのような台風がどのように来襲するか

巨大台風の来襲でどんな事態に陥るのか... イマジネーション

↑

### 標準化されていないひとつのシナリオ例

↓

・具体的なシナリオで行動確認... 「タイムライン」

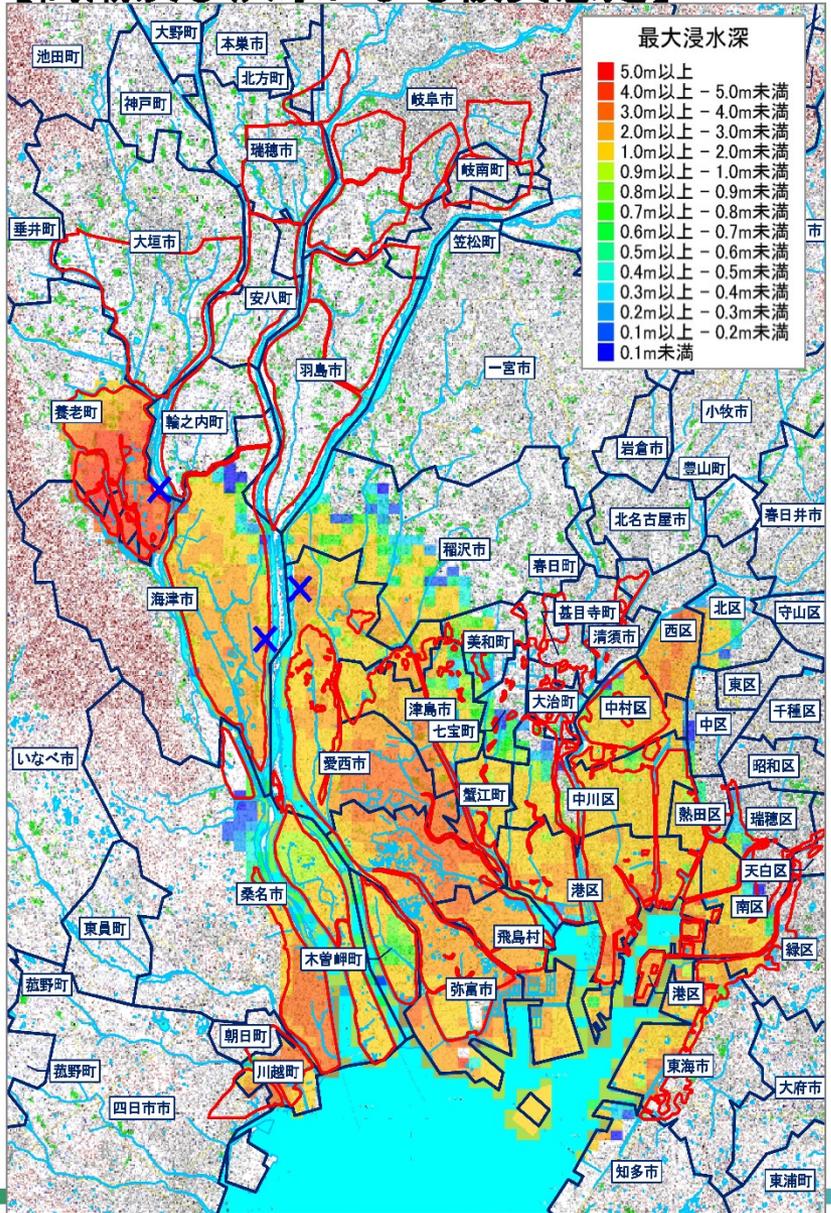
**どう行動すればいいか** (命を守り社会・経済の壊滅的被害回避)

標準化 → 「行動計画」

・さまざまなシナリオに適応していく (訓練・改定を通して)

# 被害想定(高潮+洪水)

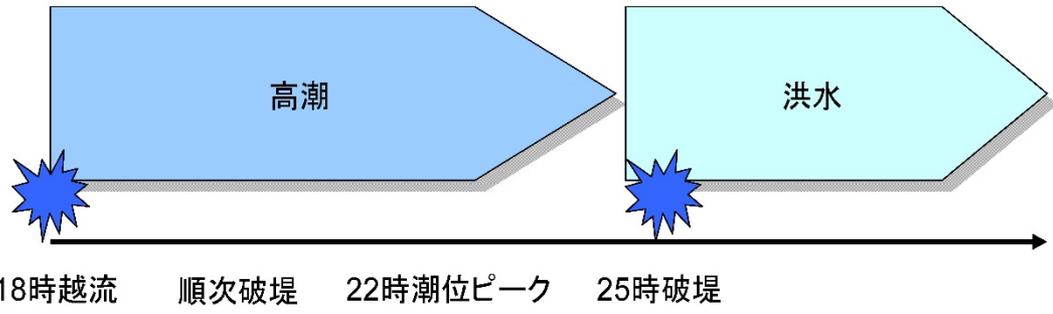
## 【高潮及び洪水による被災想定】



## 想定シナリオ

高潮と洪水による複合災害での被害想定シナリオは、18時に、桑名市の高潮堤防を越流し、高潮による浸水が始まるとともに、風速は20m/sを超える暴風となる。その後、22時には台風は日本海に抜けるが、浸水域が拡大し、25時には各河川で破堤し、浸水範囲が広がる。

	高潮浸水面積	高潮+洪水による浸水面積
伊勢湾台風(実績)	310km <sup>2</sup>	531km <sup>2</sup>
スーパー伊勢湾台風	202km <sup>2</sup>	520km <sup>2</sup>



この浸水により、停電、上下水道の給水・処理停止、電話の使用不能、地下鉄の浸水など多大な被害が発生すると想定

— 伊勢湾台風浸水実績    X 破堤箇所

# 外力設定

## 「スーパー伊勢湾台風」

経路・気圧

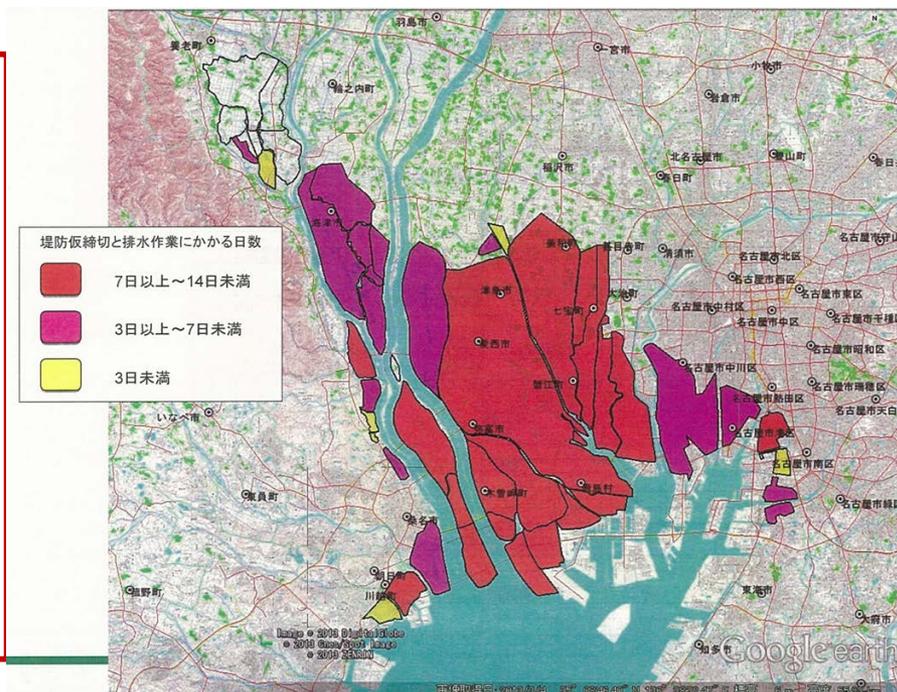
台風→伊勢湾高潮氾濫

洪水→大河川で破堤氾濫



## 被害想定

広域浸水・長期湛水



「命を守る」, 「社会・経済の壊滅的被害を回避」



・事前広域避難

←「予測」 巨大台風の経路予測(1.5日前)  
情報共有・調整機能

・救援・救命

・早期復旧→復興

災害対応←現地災害対策本部

外力設定      スーパー伊勢湾台風  
↓  
被害想定      広域浸水・長期湛水

↑  
「命を守る」, 「社会・経済の壊滅的被害を回避」

- ↑
- ・事前広域避難      ←情報共有・調整機能
  - ・救援・救命
  - ・早期復旧→復興      災害対応←現地災害対策本部

## 対応＝時間に沿った行動規範

台風が上陸するまで      →フェイズ0      事前広域避難  
発災後, 36時間以内      →フェイズ1      救急・救命, 緊急締切  
72時間まで      →フェイズ2      排水・啓開, SWEAT回復

Security, Water, Energy, Accwss, Telecom

広域 行政機関の連携

さまざまな機能

情報共有・調整機能

さまざまな能力集団(拡大)の協力(連携)

## 台風来襲の時間進行に従う災害拡大をイメージした時間経過に沿った対応シナリオ (避難・救助／応急復旧)

### 【フェーズ0】

- ・ 台風上陸1日半前に出される台風進路予報や、高潮水防警報等の高潮予測情報により、大氾濫の恐れがある等、東海地方の低平地に甚大な浸水被害が発生すると判断された状況。台風上陸24時間前に、気象庁から**特別警報発表の可能性**が言及される。被害を最小化するために、避難行動要支援者の避難、浸水想定区域内の住民の避難勧告・指示を行い、避難を完了させる。

### 【フェーズⅠ】

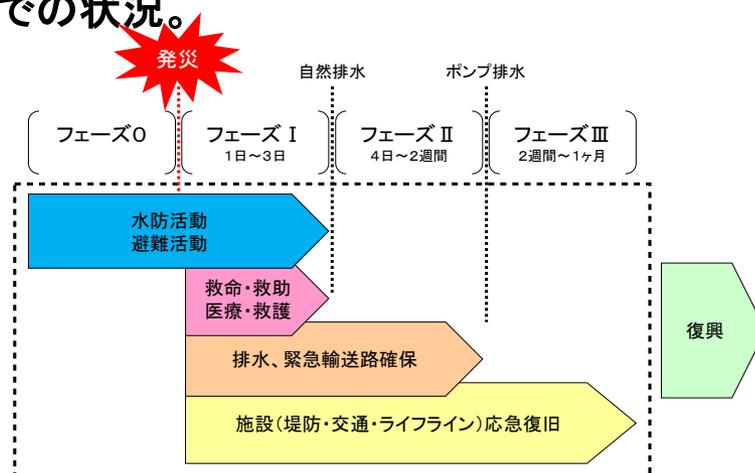
- ・ 高潮や洪水氾濫が発生し、ゼロメートル地帯を中心に広範囲な浸水被害が発生した状況。広域活動拠点を設置し、救出活動や医療救護活動を重点的に行っている状況。

### 【フェーズⅡ】

- ・ 排水作業を重点的に行い、ゼロメートル地帯も含め、排水を完了させるまでの状況。排水が完了した地域から、順次、救出活動、応急復旧を進める。

### 【フェーズⅢ】

- ・ 全エリアの排水完了を受け、応急復旧を重点的に行い、被災した堤防や道路、ライフラインの応急復旧が完了するまでの状況。



発災後のフェーズⅠ,Ⅱ,Ⅲに  
先立つフェーズ0での行動計画が  
必要でかつTNTでの特徴  
←巨大災害へのリーディングタイム  
(ここでのオペレーションが有効)

**事前の広域避難**

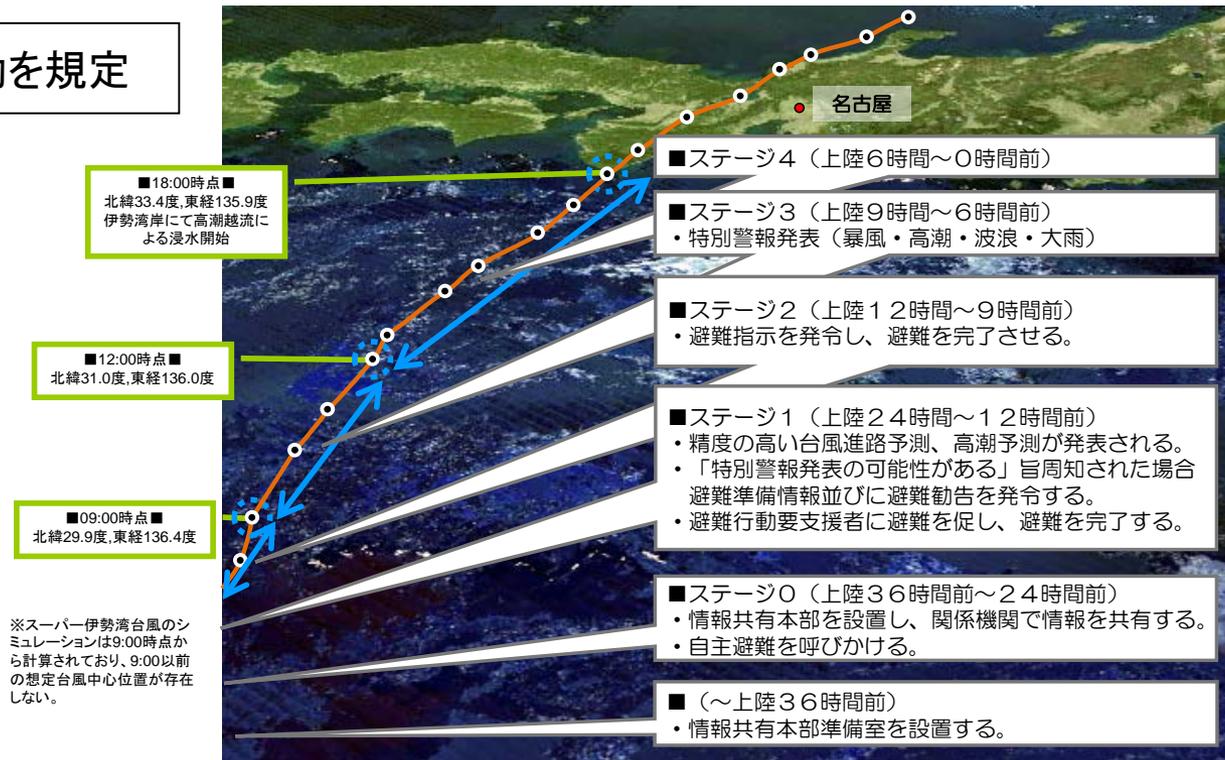
## フェーズ0を5つのステージに区分

(上陸時をゼロアワー ← 台風進路予測に応じて実時間対応)

- ステージ0 36時間前～24時間前 「情報共有本部」の設置・自主避難呼びかけ
- ステージ1 24時間前～12時間前 「特別警報の可能性」周知 避難準備情報・避難勧告
- ステージ2 12時間前～9時間前 避難指示→ (広域事前)避難完了
- ステージ3 9時間前～6時間前 「特別警報」(いのちをまもる行動)
- ステージ4 6時間前～上陸

↓  
機関ごとの「タイムライン」 その連携

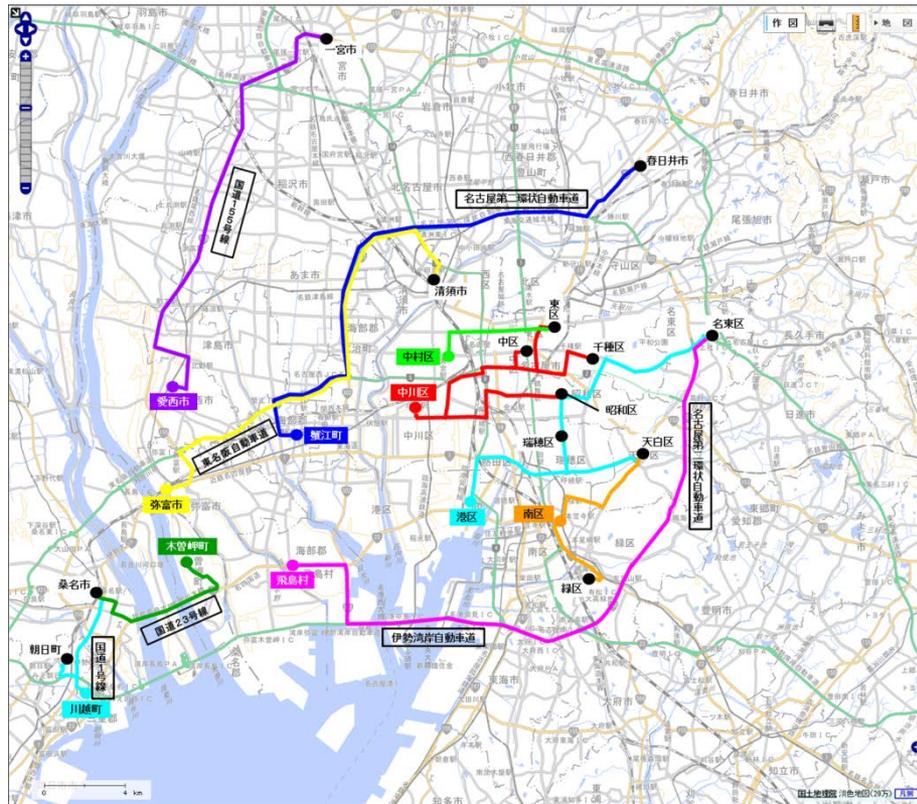
台風上陸1日半前からの行動を規定



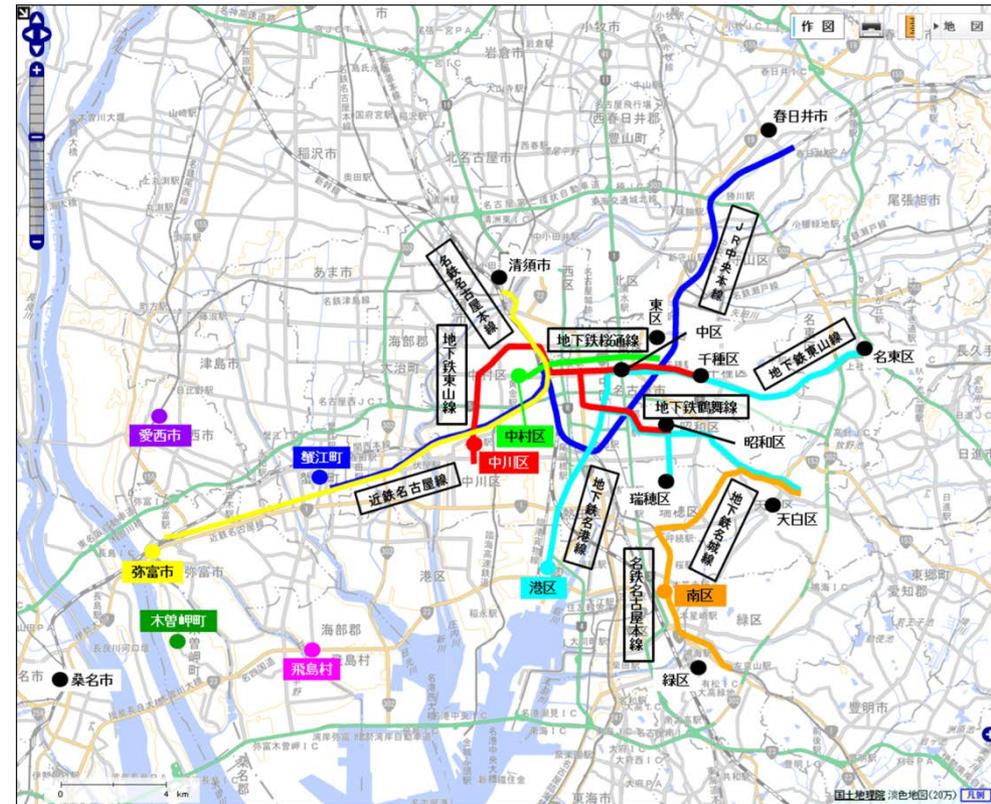
※スーパー伊勢湾台風のシミュレーションは9:00時点から計算されており、9:00以前の想定台風中心位置が存在しない。

背景地図: 地理院地図3D  
(国土地理院HP)

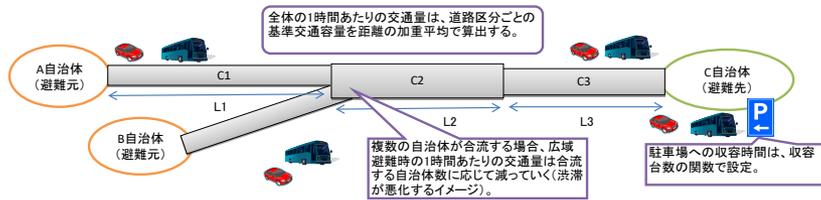
## 避難先と主な避難経路の設定(道路)



## 避難先と主な避難経路の設定(鉄道)



○ 自動車の単位時間あたりの交通量の考え方



○ 鉄道による輸送量の考え方



## 広域避難

↑

フェイズ0のタイムライン

あらかじめ周知

時間軸(台風上陸時をゼロアワーにした相対時刻で表示)

関係機関 避難勧告(避難手段, 避難先, 交通機関, 報道機関, . . . )

↑

**情報共有**

**情報の加工**

台風の進路予測→上陸時刻

→相対時刻→絶対時刻に換算※

(気象庁)

上陸時の強度

→被害予測(高潮予測→想定浸水)※

↑

↓

刻々変化

関係機関に周知※

↑

**「情報共有本部」**の設置の提案

(発災後は「現地災害対策本部」への移行)

各自治体の避難状況→情報共有→避難の平滑化のための調整

(あらかじめ基本パターンを決めて, 自治体内でまた互いに周知)

発災後にも継続

# ★試行・訓練 TNTの危機管理行動計画の試行

(仮想のシナリオ(過去の事例・その変形)での訓練～行動計画の実施手順の確認)

## ○36時間前での判断

「36時間後、潮岬付近に上陸する超大型台風で、伊勢湾で高潮による  
氾濫、引き続いての洪水による大河川の破堤氾濫→重大な被害」

↑ ↓

気象庁:1日前、「特別警報」の可能性への言及

## ○「情報共有本部」の体制 (組織編成・体制のチェック／**実働部隊**)

↓

台風経路の実績 → 台風経路・強度予測(気象台)

↓

・高潮・洪水の水位予測 ~ 実測

→ **氾濫危険性(開始時刻. 氾濫想定)**

・上陸時刻に対する相対時刻→**絶対時刻**への読み替え※

タイムラインに示されるミッションの確認・実施 (調整)

時間進行に伴う絶対時刻でのタイムライン

## ○「情報共有本部」からの情報にもとづく(各機関の)アクション

絶対時刻における行動計画タイムライン上のミッションの実行

# まとめ

## TNT10年間の意義:

- 巨大台風災害対応(高潮・洪水)への認識
- 事前広域避難の意義 ←「**人命を守る**」
- 「社会・経済の壊滅的損失の回避」  
社会・経済～生活 ←BCP(業務継続計画)

## TNTの仕組みの重要性の認識

- ・地域協議会
- ・危機管理行動計画 ←「**学**」の関与(ファシリテータ)

## いま期待される実働できる体制づくり

←行動計画のブラッシュアップ(協議会各機関内の理解)

←現行計画の試行・訓練

実行する「**実働部隊**」 ←ファシリテータ集団の全面的協力

## 金沢大学都市・河川防災講座

巨大災害への取り組みのヒント(情報・連携)

災害の仕組みの認識と災害現象の理解に基づく予測精度向上

地域減災協議会への「**学**」の関与