

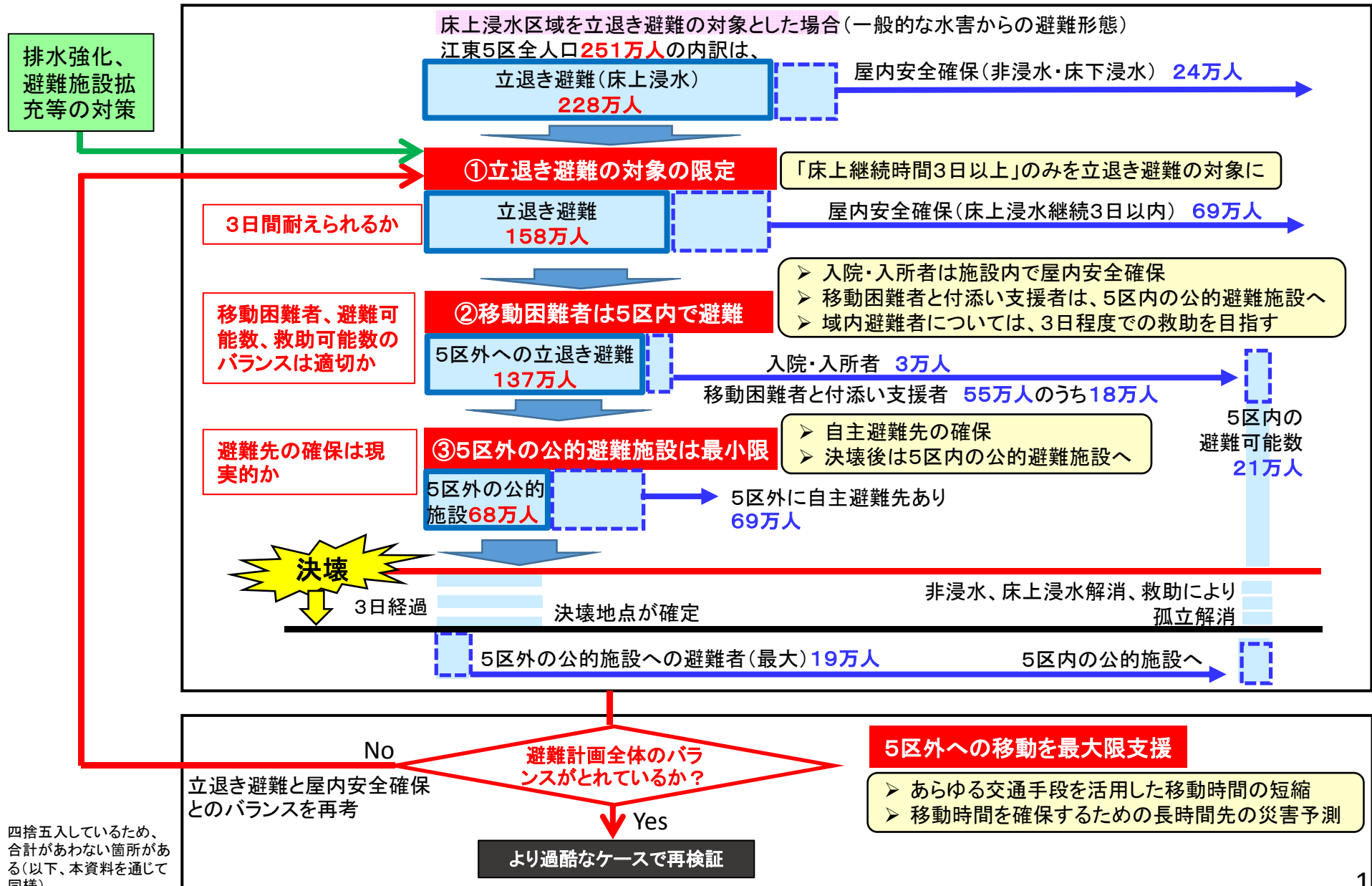
江東5区における検討状況(域外避難)

平成29年2月13日

洪水・高潮からの大規模・広域避難検討WG

本資料における数値は全て検討途上のものであり、
今後のWG資料において随時修正・更新していく

大規模・広域避難を円滑に遂行するために、その計画立案にあたっては、
具体的な事例で **方針** を検討し、方針に基づいて **避難条件を仮設定** し、**妥当性を検証** する手順を踏む



今回の検討内容の概要

立退き避難の対象区域人口の再設定

前回 158万人

今回 172万人

荒川・江戸川において設定され次第、追加

床上浸水継続3日以上



床上浸水継続3日以上

+ 全居室水没

+ 家屋倒壊等氾濫想定区域

域外避難に要する時間の算出と、そのために必要な対策と災害予測

- 立退き避難の対象を絞り込んだとしても、交通手段の選択を各避難者の意向に委ね、**各避難者の最寄りの橋梁・駅等を経由した最短距離で避難を実施した場合**、域外避難に要する時間は、約**15時間**である（避難者の9割が避難完了する時間）。
- **理想的な状況を仮定**し、混雑している交通手段・経路から比較的余裕のある交通手段・経路へと誘導・分散し、計画的に避難できる場合は、**大幅に短縮可能**であり、約**3時間**であることを確認した（**実際**には、**避難時間は両者の間**になると考えられる）。この理想状況に少しでも近づけるために**解決が必要な課題を抽出**した。
- 課題解決にあたっては、避難者自身はもちろんのこと、鉄道をはじめとする交通事業者、警察、周辺住民といった**社会全体での協力体制が不可欠**である。
- 実行の不確実性、強風雨や夜間移動等の交通制約を考慮すれば、**24時間程度先の災害予測**が必要ではないか。
- 大規模・広域避難のためには、**新たな災害予測手法**の開発とともに、**精度の低い予測を用いることについての社会合意**が必要である。

第2回WGで提案した方針の実現可能性の検証（常総水害の実績、江東5区アンケート）

- 域外への立退き避難は5～7割、自主的避難先を選ぶのはそのうち約6割であった。
- 「水・食料の備蓄は3日以上」が約5～6割、「浸水継続時間3日以内なら、自宅に留まる要請に応じる」のが、約7割であった。
- 以上のことから、域外避難への協力がまだ必要であるものの、**引き続き情報を共有し協力を呼びかけていくことで、前回WGで示した方針の実現可能性はある**と言える。

域外避難

	域外への立退き避難	立退き避難先		
		公的な避難施設	親戚・友人宅	その他（宿泊施設、勤務先等）
常総水害（中央大学）	48%	41%	38%	21%
江東5区アンケート	74%	41%	43%	16%

域内避難

- 「浸水継続時間3日以内」の場合には自宅に留まることを要請された場合」には、65%が自宅に留まる意向を示した。
- 水・食料を「3日以上」備蓄しているのが、55～57%であった。

第2回WGで提案した方針

- ①立退き対象者の限定
床上浸水継続3日以内の住民は自宅に留まる
- ②5区内避難施設は移動困難者に配慮
立退き避難対象者158万人のうち、域内にとどまられるのは21万人（13%）
- ③避難者自らが5区外の避難先を確保
過去の調査等から50%は自主避難先を確保可能

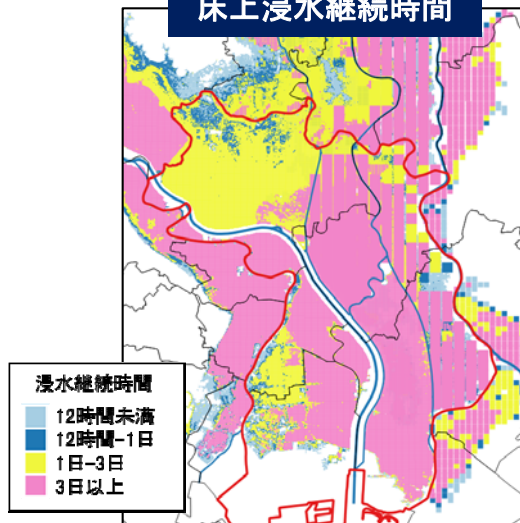
すべて江東5区アンケート

<立退き避難の対象> 全居室水没の追加

立退き避難の対象

- 前は、荒川及び江戸川の「**床上浸水継続3日以上**」の区域に住む人を、立退き避難の対象としていた。
- 「**全居室が水没する**」居住者についても、立退き避難の対象とする。
- 「氾濫流の勢いが強く自宅が流失するおそれのある区域」については、今後「家屋倒壊等氾濫想定区域」が荒川において設定され次第、対象に追加する。

床上浸水継続時間



全居室が浸水する区域内の人口

全居室が浸水する範囲		居住者数(人)※1 各自宅の最上階に人口を計上				
		1階	2階	3階	4階	5階以上
浸水深※2 (m)	4階まで浸水(8.6-11.3)	11	32	7	3	14
	3階まで浸水(5.9-8.6)	4,826	14,897	3,552	2,083	8,943
	2階まで浸水(3.2-5.9)	147,073	394,109	114,156	75,277	234,536
	1階まで浸水(0.5-3.2)	199,914	533,650	152,376	99,845	290,576
	床下浸水(0.0-0.5)	4,776	13,553	4,232	2,940	12,301

※1 平成22年国勢調査、総務省統計局

※2 水害の被害指標分析の手引(H25試行版)、国土交通省水管理・国土保全局、H27.5

①床上浸水3日以上継続の人口 **158万人** + ②居室水没する人口 **76万人** ➡ ①、②の重複を除くと **172万人**

方針

「床上浸水継続**3日以内**」かつ「**全居室水没しない**」場合には、可能な限り**屋内安全確保**とするよう、当該住民に協力を要請してはどうか(十分な備蓄が前提)

属性によるさらなる絞り込み

172万人

床上浸水3日以上継続又は居室水没する住民は立退き避難

入院・入所者

3.2万人

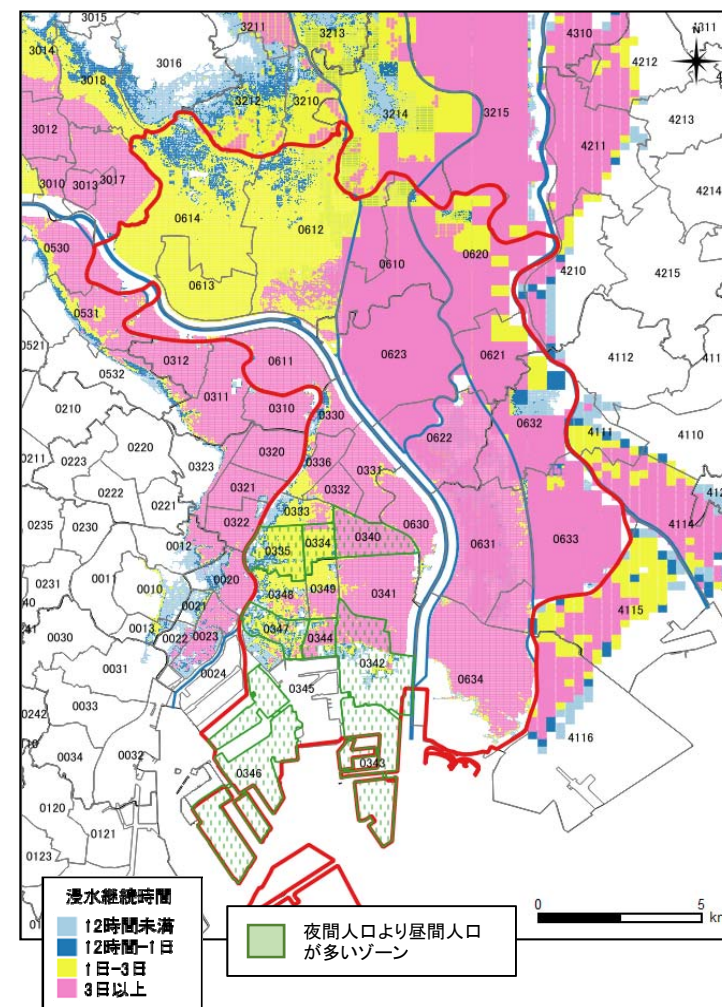
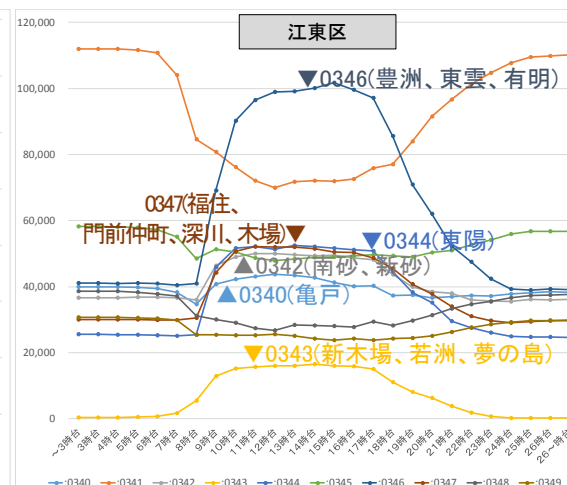
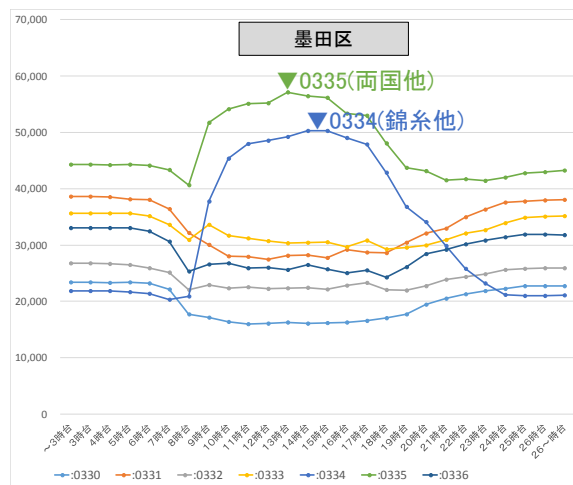
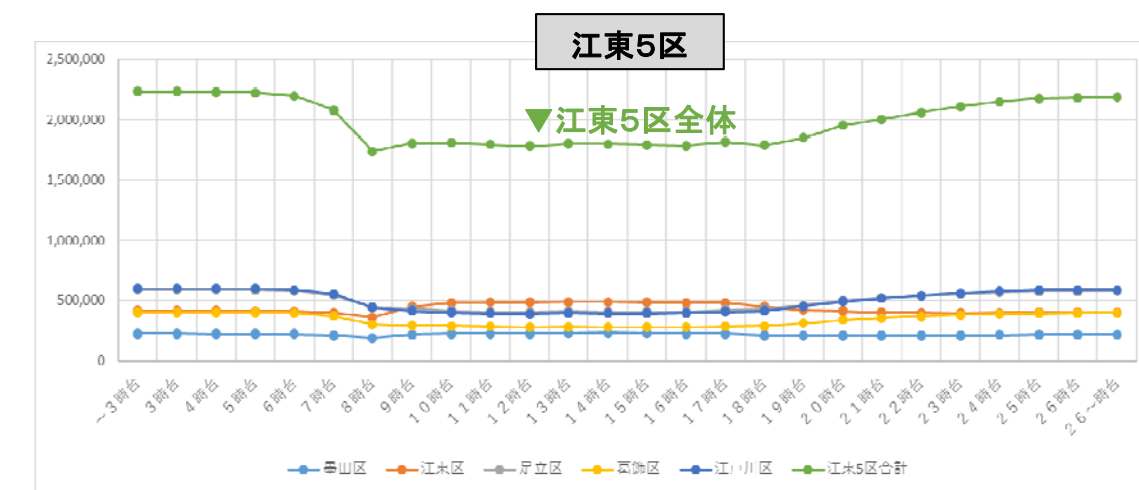
病院、福祉施設の入院・入居者は、施設内に待機(屋内安全確保)

域内の公的施設へ避難できる移動困難者 **18万人**

域外への立退き避難対象者 **151万人**

<立退き避難の対象> 昼夜間人口の比較

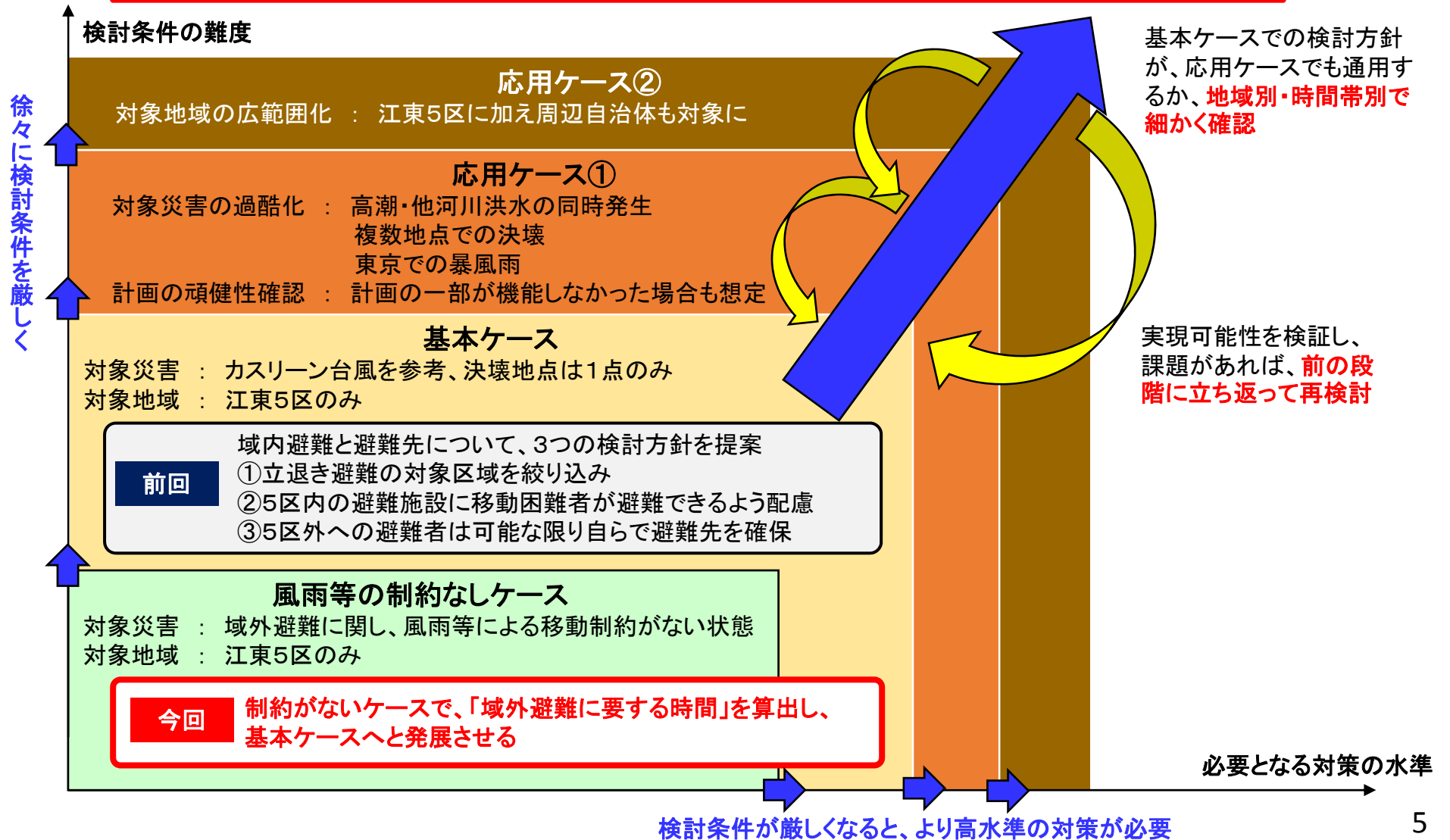
- 平成20年 東京都市圏パーソントリップ調査より、江東5区の時刻別滞留人口を確認した結果、江東5区全体では、昼間の滞留人口よりも**夜間の滞留人口の方が多い**。
- 墨田区と江東区では、昼間(13時~14時台)の滞留人口の方が夜間の滞留人口よりも多いものの、ゾーンでの偏りがあり、**昼間の滞留人口が多いゾーン**は錦糸・両国、亀戸・南砂、豊洲・東雲・有明等である。これらの**多くが床上浸水継続3日以下**の区域であり、立退き避難の対象とはしていないため、今回の検討には大きな影響はない。
- よって、江東5区全体としては**当面は夜間人口で議論して差し支えないもの**と考えるが、**墨田区及び江東区の南部の避難オペレーション**をより具体化する際には、**時間帯別の人口移動の考慮が必要**となる。



<域外避難> 検討の手順

江東5区における検討の全体像

- 「域外避難に要する時間」の算出は複雑であるため、まずは全ての交通手段が利用可能な「災害なしケース」で検討し、次にカスリーン台風の気象状況を参考にした「基本ケース」の検討とする。
- 本検討を参考にして、各地域において避難時間の算出が可能となるよう、簡便な算出方法を構築する。
- 次回以降は、応用ケースで検討する。



<域外避難：制約なし> 域外避難の避難時間算出の基本的な考え方

基本設定

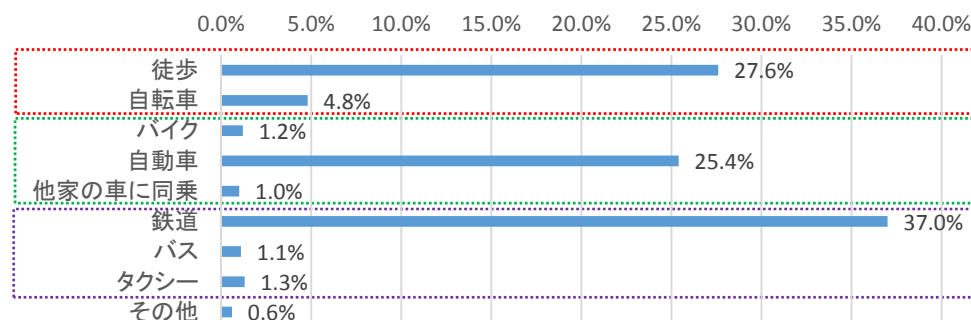
- 避難者は、**自由に交通手段を選択**し、浸水区域外を目指して**最短距離で避難**するものとする。(浸水区域外に到達した後も、後続避難者の妨げにならないように、立ち止まったりせずに遠くへ避難するものとする)
- 行政や交通事業者による避難対策は、群衆事故の発生を防ぐための**安全に関わる最低限の対策のみ**とし、移動効率を上げるための特別な対策はとらないものとする。

対象者

- **立退き避難の対象者すべて**
- **非避難者による通過交通**

交通手段と利用割合

- 洪水からの避難手段は「**徒歩**」が一般的であるが、移動距離が長いこと、あらゆる手段を講じないと早期に避難完了できないことから、「**自動車**」、「**鉄道**」も避難手段の対象とする。
- **徒歩・自動車・鉄道の各交通手段の利用割合**は、江東5区住民を対象とした**アンケート結果に基づき設定**した(資料2、参考資料2)。
- これによる自動車の利用台数は約29万台であるが、これは江東5区における全車両数約45万台※(事業用車両除く)以下となっている。
- 各地区における橋梁・IC・駅までの距離、自動車保有率によって、これらの交通手段選択率は異なると考えられるが、今回の検討では**全地区一律**とした。今後、より実情を反映した設定での検討が必要である。



徒歩32%

自動車28%

鉄道40%

アンケート回答における「自転車」は「徒歩」に含め、「バイク」と「他家の車に同乗」は「自動車」に含め、「バス」と「タクシー」は「鉄道」に含めた

N=1,242

※ 関東運輸局管内自動車保有車両数(平成28年4月時点)

避難時間算出の条件

- 居住地から**最も近い橋梁・IC・駅を経由し**(①、③、⑤、⑦)、浸水区域外まで**最短距離となる経路を選択することを原則**としている(②、④、⑥、⑨)。
- 鉄道についてのみ、駅到着後は到着した電車の**混雑状況に応じて分散して乗車し、距離が最短となる目標地点の設定**を行っている(⑧)。
- 「避難時間」は、**立ち退き避難対象者の全員が、浸水想定区域外に到達するまでの時間**とし、情報周知や避難準備に要する時間を含めない。
- 強風、河川水位の上昇等により、鉄道の運行停止や、歩行速度の低下が生じるが、そのような**交通制約条件は後から追加**する。

避難の判断シーン		条件の説明
徒歩	① 避難方向の選択	住居に最も近い域外避難に利用する橋梁を目指すものとした。
	② 避難目標地点の設定	域外避難に利用する橋梁から、距離が最短となる浸水区域外縁の地点とした。
車両	③ 避難方向の選択(一般道路)	住居に最も近い域外避難に利用する橋梁を目指すものとした。
	④ 避難目標地点の設定(一般道路)	域外避難に利用する橋梁から、距離が最短となる浸水区域外縁の地点とした。
	⑤ ICの選択(高速道路)	住居に最も近いIC入口を目指すものとした。
	⑥ 避難目標地点の設定(高速道路)	距離が最短となる浸水区域外縁のIC出口とした。
鉄道	⑦ 駅を選択	居住地から最も近い鉄道駅を選択するものとした。
	⑧ 路線・方面の選択	駅に順次到着する電車の混雑状況に応じて分散して乗車するものとした。(路線・方面の別による浸水区域外までの距離には無関係に、混雑状況に反比例して避難者を配分)
	⑨ 避難目標地点の設定	電車に乗車した後は、営業キロ数が最短となる浸水区域外縁の駅を目指すものとした。

<域外避難:制約なし> 非避難者による通過交通

平常時における江東5区に係わる交通は以下のパターンに分類される。

- No.1 内→内:江東5区圏内の移動
- No.2 内→外:江東5区圏内から圏外への移動
- No.3 外→内:江東5区圏外から圏内への移動
- No.4 外→外:江東5区圏外間の移動※

パーソントリップ調査

- ・個人の1日の交通行動について、出発点と到着点、その交通手段、時間帯を調査
- ・通勤・通学、業務交通、私的交通等のあらゆる交通を対象

No.	通過交通パターン (●:出発点、●:到着点)	集計方法	各交通手段の1日あたりトリップ数 (H20東京都市圏パーソントリップ調査)			各代表交通手段の合計トリップ数に対する 各通過交通パターンの割合		
						鉄道	自動車	参考:徒歩
1		・出発点:江東5区 ・到着点:江東5区 のトリップを抽出	合計 511万 No.1 内→内 No.2 内→外 No.3 外→内 No.4 外→外	合計 121万	合計 124万 2万 2万 2万	6%	39%	95%
2		・出発点:江東5区 ・到着点:江東5区圏外 のトリップを抽出				24%	21%	1.5%
3		・出発点:江東5区圏外 ・到着点:江東5区 のトリップを抽出				23%	21%	1.5%
4		江東5区を通過するトリップのうち、上記No.1、2、3以外の全トリップを抽出				47%	19%	2%

※ パーソントリップ調査では、トリップの詳細な経路が不明であるため、出発点と到着点を結んだ直線が江東5区内を通過する場合に、江東5区の外外交通として計上した

鉄道と自動車については、No.2～4にあたる交通量の半数を、避難時の通過交通として設定

- ・避難時間は江東5区外縁部の橋梁等のボトルネック箇所の交通容量に依存している(詳細後述)。No.1の内内交通及びNo.3の外内交通については、江東5区内から江東5区外へ脱出する交通ではないため、ボトルネック箇所の交通容量に影響を与えないことから、通過交通としては考慮しない。
- ・No.2の行動主体は、江東5区内外の住民が混在している。江東5区民については他の交通をとり止めて最優先に避難行動をとると考えられることから、一定の抑制がなされると期待できる。一方で、江東5区外の住民による交通もあることから、一定数を見込んでおく必要がある。(No.2が通勤・通学が主であれば、昼間人口よりも多い夜間人口で検討していることから、No.2を考慮する必要はないとも考えられるが、業務目的で5区に入った5区外住民が5区外へと戻るというような交通も含まれていると考えられるため、考慮の対象とすることとした。)
- ・No.4の交通主体については、江東5区外の住民がほとんどであると考えられるため、考慮する必要がある。
- ・避難時においては非避難者の交通行動も一定の自粛等がなされると思われるため、非避難者による通過交通は平常時の半数程度として設定する。
- ・徒歩については、影響が微小であることから通過交通を設定しない。

方針

避難者以外の人による道路・鉄道の利用を極力抑制するため、不要不急の外出の自粛や、江東5区を通過せず5区外の経路へと迂回しての移動を、できるだけ早い段階から呼びかけるべきではないか

<域外避難:制約なし> ボトルネック箇所に着目した避難時間の算出

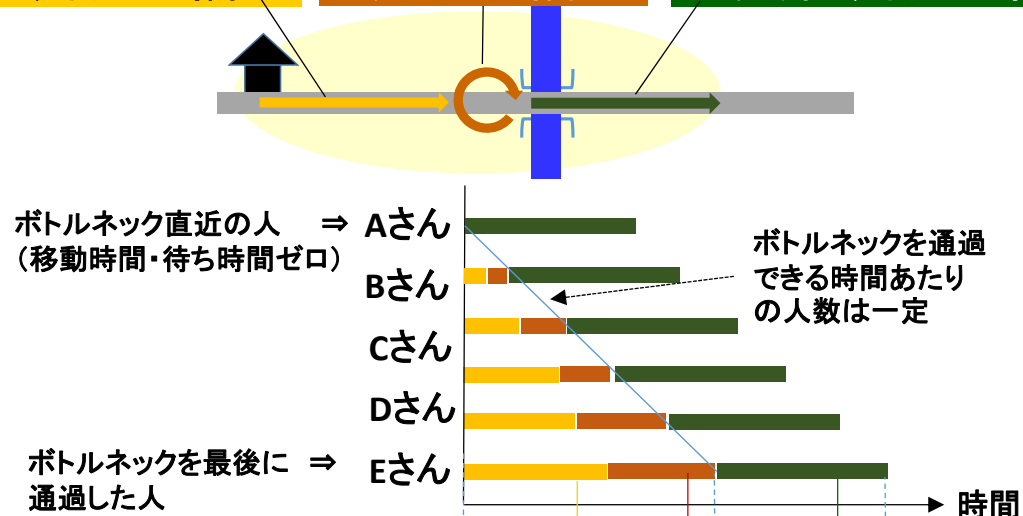
交通手段とボトルネック

- 大量の交通需要が短時間に集中した場合、経路内で**最も交通容量が小さい箇所**、いわゆる**ボトルネック**で渋滞が発生する。
- 江東5区は**江戸川**と**隅田川**に囲まれ、さらに内部を**荒川・中川・綾瀬川**が流れているため、**徒歩と自動車**については橋梁部において渋滞の発生が想定される。したがって、**橋梁がボトルネック**になる。
- 鉄道については、乗車時において到着した電車が**満員で乗り込めなくなり**、駅で滞留・待ち時間が発生する。したがって、**駅がボトルネック**になる。

ボトルネック箇所のイメージ



- ①ボトルネックに到着するまでの時間
- ②ボトルネックを通過するまでの時間
- ③ボトルネックから浸水区域外に到達するまでの時間



個人に着目した算出方法

$$\begin{aligned}
 &\text{ある避難者の避難時間} \\
 &= \text{①ボトルネックに到着するまでの時間} \\
 &+ \text{②ボトルネックを通過するまでの時間} \\
 &+ \text{③ボトルネックから浸水区域外に到達するまでの時間}
 \end{aligned}$$

ボトルネックに着目した算出方法

$$\begin{aligned}
 &\text{避難者全員の避難時間} \\
 &= \text{最後の避難者が浸水区域外に到達するまでの時間} \\
 &= \text{最後の避難者がボトルネックを通過するまでの時間} \\
 &+ \text{ボトルネックから浸水区域外に到達するまでの時間}
 \end{aligned}$$

$$\text{最後の避難者が通過する時間} = \text{避難者数} \div \text{ボトルネック箇所の時間交通容量}$$

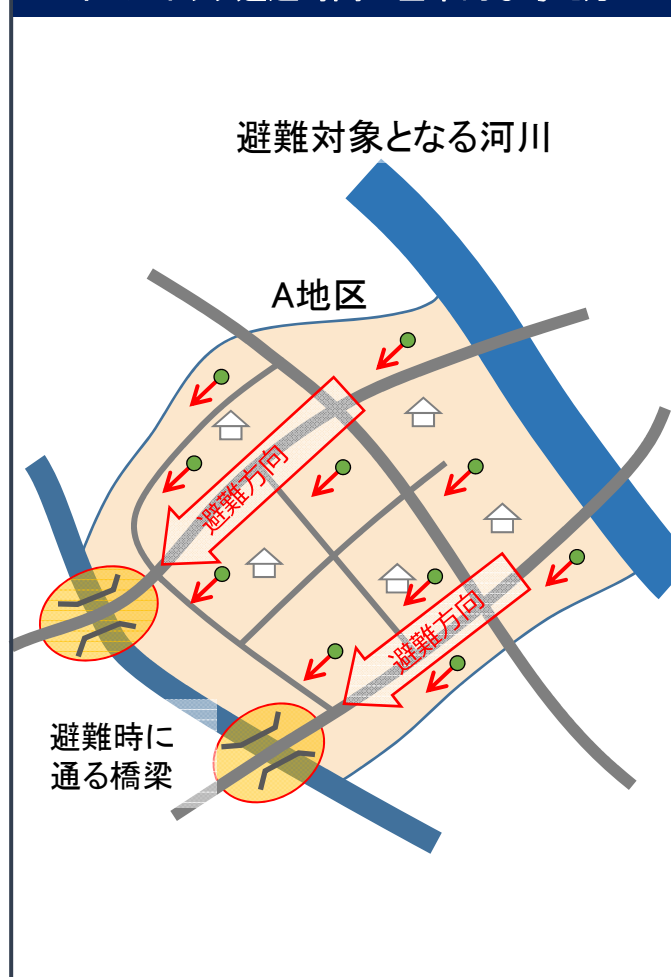
<域外避難:制約なし> 徒歩避難におけるボトルネック

- 徒歩による避難時間は、「避難者が**ボトルネックである橋梁を渡るまでの時間**」と、「そこから浸水想定区域外の避難先まで移動するまでの時間」との合計である。
- ボトルネックである橋梁を通過するのに要する時間は、**橋梁部での渋滞の有無**により、算出方法が下記①と②に分類され、いずれか長い方となる。

避難時間 = **最後の避難者がボトルネックを通過するまでの時間** + **ボトルネックから浸水区域外に到達するまでの時間**

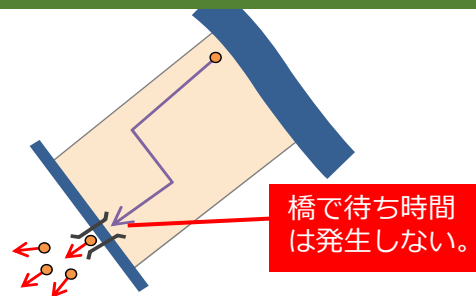


ボトルネック通過時間の基本的な考え方



①橋梁での渋滞なし

最遠点の居住者が最後の通過者となり、当該避難者の“移動時間”が通過時間となる。



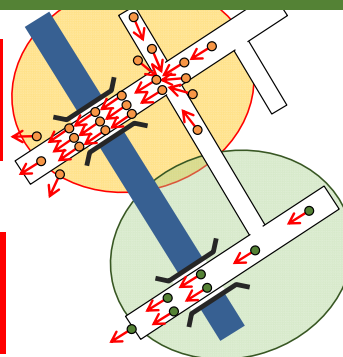
または

②橋梁での渋滞あり

橋梁には常に行列があるため、通過者数を橋梁の時間交通容量で除せば、最終避難者の通過時間となる。

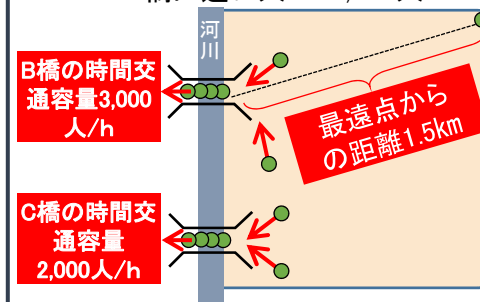
橋で常に渋滞が発生。一定速度で通過。

最寄りの橋梁から浸水区域外へ避難



ボトルネック通過時間の算出

A地区の人口:1万人
うち B橋に近い人口:3,000人
C橋に近い人口:7,000人



■算定パターン①:橋で渋滞なし
最遠点からの距離÷歩行速度(時速3km)
 $1.5\text{km} \div 3\text{km/h} = 0.5\text{時間}$

■算定パターン②:橋で渋滞あり
B橋に近い人口÷B橋の時間交通容量
 $3,000 \div 3,000 = 1.0\text{時間}$
C橋に近い人口÷C橋の時間交通容量
 $7,000 \div 2,000 = 3.5\text{時間}$

上記の2つの結果のうちより**長い方が、ボトルネック通過時間**となり、A地区の場合は**3.5時間**となる。
避難時間は、さらに**橋梁から避難先までの移動時間**を足したものとなる。

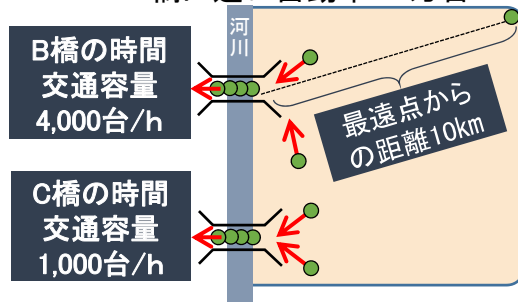
<域外避難:制約なし> 自動車避難におけるボトルネック

- 自動車による避難時間は、「避難車両が**ボトルネック箇所を通過するまでの時間**」と、「そこから浸水想定区域外の避難先まで移動するまでの時間」との合計であり、一般道路と高速道路のそれぞれで算出する。
- **一般道路**の避難時間は、**橋梁がボトルネック**になると考えられるため、**徒歩と同様に算出**する。
- **高速道路**の避難時間は、**ボトルネック**になると考えられる「①浸水想定区域外への**脱出部**」、「②高速道路内の**日常的な渋滞箇所**」、「③高速道路の**入口**」の3箇所における避難時間を算出し、最も時間のかかる箇所の避難時間とする。

避難時間 = **最後の避難者がボトルネックを通過するまでの時間** + **ボトルネックから浸水区域外に到達するまでの時間**

一般道路におけるボトルネック

A地区の自動車保有台数:5万台
うち B橋に近い自動車:2万台
C橋に近い自動車:3万台



■算定パターン①:橋梁での渋滞なし
最遠点からの距離÷自動車速度(時速20km)
 $10\text{km} \div 20\text{km/h} = 0.5\text{時間}$

■算定パターン②:橋梁での渋滞あり
B橋に近い自動車÷B橋の時間交通容量
 $20,000 \div 4,000 = 5.0\text{時間}$
C橋に近い自動車÷C橋の時間交通容量
 $30,000 \div 1,000 = 30\text{時間}$

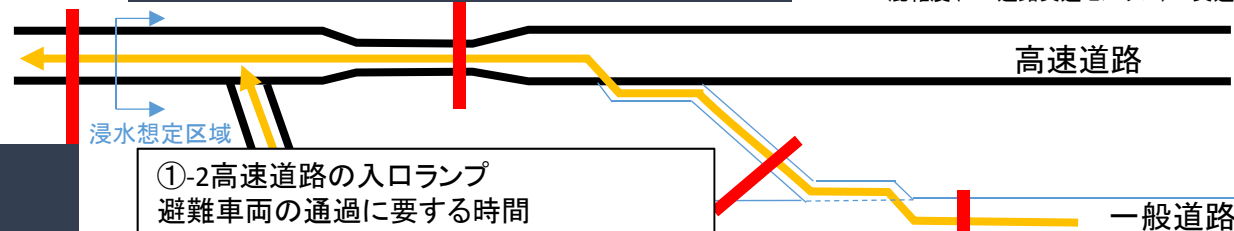
※非避難者による通過交通を避難車両に足したもので計算する必要があるが、ここでは省略した。
(詳細は参考資料2)

上記の2つの結果のうちより**長い方が、ボトルネック通過時間**となり、A地区の場合は**30時間**となる。

高速道路におけるボトルネック

②高速道路内の車線減少箇所※
避難車両の通過に要する時間
= 避難車両数/ボトルネック箇所の時間交通容量

※ 高速道路内の車線減少箇所(3箇所)
・堀切JCT:中央環状線→向島線(2車線→1車線),混雑度0.72
・箱崎JCT:深川線→向島線(2車線→1車線),混雑度1.05
・江戸橋JCT:向島線→都心環状線(2車線→1車線),混雑度1.35
混雑度(H22道路交通センサス)=交通量/交通容量



③浸水想定区域外への脱出部
(複数地域の車両が集中する箇所)
避難車両の通過に要する時間
= 避難車両数/脱出地点の時間交通容量

①-2高速道路の入口ランプ
避難車両の通過に要する時間
= 避難車両数/入口ランプの時間交通容量

①高速道路の入口【③-1と③-2の長い方】
(周辺居住者の車両が集中する箇所)

①-1高速道路に接続する一般道
避難車両の通過に要する時間
= 避難車両数/一般道の時間交通容量

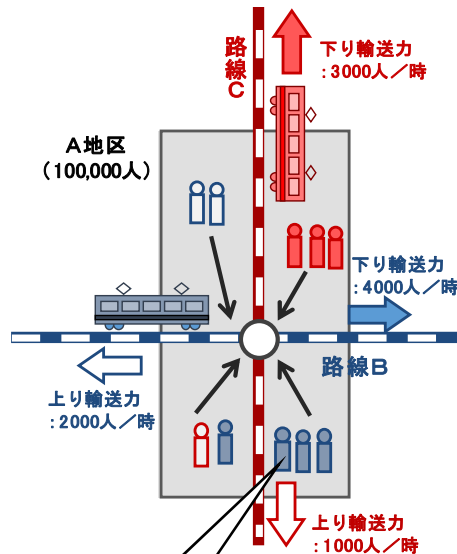
<域外避難:制約なし> 鉄道避難におけるボトルネック

- 電車による避難時間は、「最後の避難者が電車に乗り込むまでの時間」と「避難対象地域外に到達するまでの乗車時間」の合計である。
- 電車に乗り込むまでの時間は、電車に乗り込む際の渋滞の有無により、算出方法が下記①と②に分類され、いずれか長い方となる。

避難時間 = 最後の避難者が電車に乗り込むまでの時間 + 浸水区域外に到達するまでの乗車時間

電車に乗り込むまでの時間の基本的な考え方

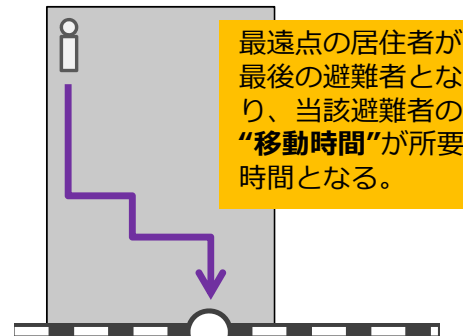
- ・最寄り駅まで徒歩で移動
- ・空いている方路線・方面を選択して乗車（輸送力に応じて分散）



A地区(100,000人)避難者の乗車時の分かれ方

路線	上りに乗車	下りに乗車
路線B	 輸送力: 2000人/時 ⇒ 2万人	 輸送力: 4000人/時 ⇒ 4万人
路線C	 輸送力: 1000人/時 ⇒ 1万人	 輸送力: 3000人/時 ⇒ 3万人

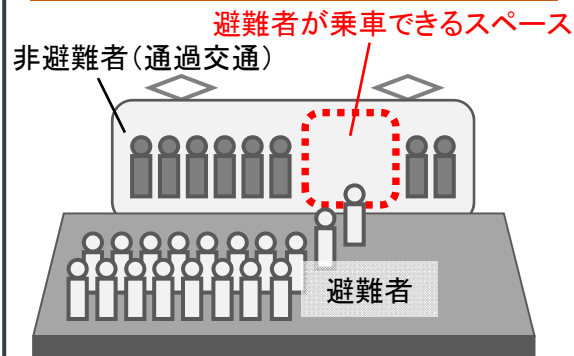
①乗車時の渋滞なし



または

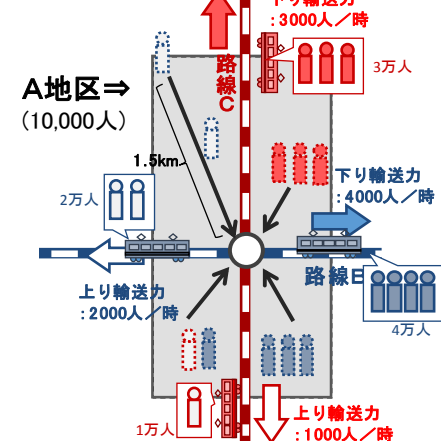
②乗車時の渋滞あり

駅で常に待ち行列があるため、避難者数を時間輸送力で除せば、最終避難者が電車に乗り込むまでの時間となる。



電車に乗り込むまでの時間の算出

(A地区の場合)



■算定パターン①: 乗車時の渋滞なし
A地区最遠点からの距離÷歩行速度(時速3km)
 $1.5\text{km} \div 3\text{km/h} = 0.5\text{時間}$

■算定パターン②: 乗車時の渋滞あり
避難人口÷(該当路線の時間乗車可能数)
・A地区路線C下りの場合
 $30,000\text{人} \div 3,000\text{人/時} = 10\text{時間}$
(他路線も同様に計算すると10時間となる)

上記の2つの結果のうち、より長い方が、ボトルネック通過時間となり、A地区の場合は10時間となる。
避難時間は、さらに駅から避難先までの乗車時間を足したものとなる。

<域外避難:制約なし> 徒歩による避難時間の算出

避難時間は、以下の式により算定する。ただし、渋滞がない場合は、単純に距離を歩行速度で割って算出する。

$$\text{避難時間} = \text{①各橋梁の避難者数(人)} \div \text{②各橋梁の時間交通容量(人/時間)} + \text{③各橋梁から先の移動時間}$$

①避難者は、**居住地から最も近い橋梁を通過**して避難する。

フルーイン式※1(速度=1.356-0.341×密度)を採用した。

$$\text{速度556(m/h)} = \{\text{係数1.356} - \text{係数0.341} \times \text{密度3.5(人/m}^2)\} \times 3600(\text{秒を時間に換算}) \times \text{荷物による速度低下0.95}$$

荷物の影響から**5%の速度低下**※2が発生すると設定した。

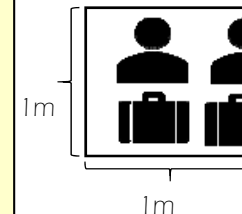
$$\text{②時間交通容量(人/h)} = \text{速度556(m/h)} \times \text{密度3.5(人/m}^2) \times \text{歩道幅員(片側のみ)(m)} \times \text{荷物による低減率50(\%)}$$

歩行者の安全を確保するためには**密度をできるだけ低く抑える必要がある**。一方で、避難時において**安全確保に充てることのできる警察官・民間警備員等の数が限られているため、3.5(人/m²)と設定した。**

<参考事例>

神戸市のルミナリエでは、密度が3人/m²以下とするため、待ち行列の最後尾を延伸する等により、安全を確保(警察からの聴取)
密度1.5人/m²程度で自由歩行の限界※3、密度4人/m²程度で渋滞の始まり※3または停止時の限界密度※4
密度6人/m²程度で群集移動の停止※3またはラッシュ時の満員電車の状態※4
密度3~5人/m²程度※5で、「将棋倒し」発生のおそれ(後方から前方へのドミノ倒しに似た転倒形態)
密度6※6~10※5人/m²超で、「群衆なだれ」発生のおそれ(前方から後方への積み木崩しに似た転倒形態)

地理院地図オルソ画像から計測した(歩道が分離されていない場合には0.5mとした)。



長期の避難生活に備え、**大きな荷物**(リュックサックやキャリーケース等)をもって避難すると考えられることから、1人につき2人分のスペースを占有すると仮定し、**低減率50%**を設定した。

③橋梁から先の移動時間

- 橋梁通過後は、浸水想定区域外まで渋滞なしで移動できるものとする。
- 自由歩行速度となることを想定し、**歩行速度は3km/h**と設定した。

参考事例:東日本大震災の避難に関する調査結果2.2(km/h)※7

老人自由歩行速度3.6(km/h)※8、避難シミュレーション3.2(km/h)※9

首都直下地震専門調査会時の帰宅シミュレーション2.9(km/h)※10

※1: J.Fruin, 歩行者の空間, 鹿島出版会(1974)

※2: 国土交通省国土技術政策総合研究所 都市研究部 藤岡啓太郎, 吉田純土: 歩行者属性の多様化に対応した歩行空間整備に向けて

※3: 火災便覧第3版, 共立出版

※4: 社団法人全国警備業協会: 雑踏警備業務の手引き

※5: 明石市民夏まつり事故調査委員会 報告書

※6: Dr.John, J. Fruin: Crowd Dynamics and Auditorium Management(群衆行動と集客施設管理)

※7: 国土交通省都市局: 「津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について(改定版)」, 平成24年12月

※8: 岡田光正・浅野博光・俵元吉: 自由歩行速度と歩幅に関する調査・研究: 主として老人や子供の場合について(建築計画), 1978

※9: 桑沢 敬行・片田 敏孝・及川 康・児玉 真: 洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用, 2007

※10: 首都直下地震避難対策等専門調査会 第14回(最終回)資料 「帰宅行動シミュレーション結果について」

検討事項

・荷物携行による占有面積増加、速度低下の妥当性の検証

<域外避難:制約なし> 徒歩避難の速度

フルーイン式の概要

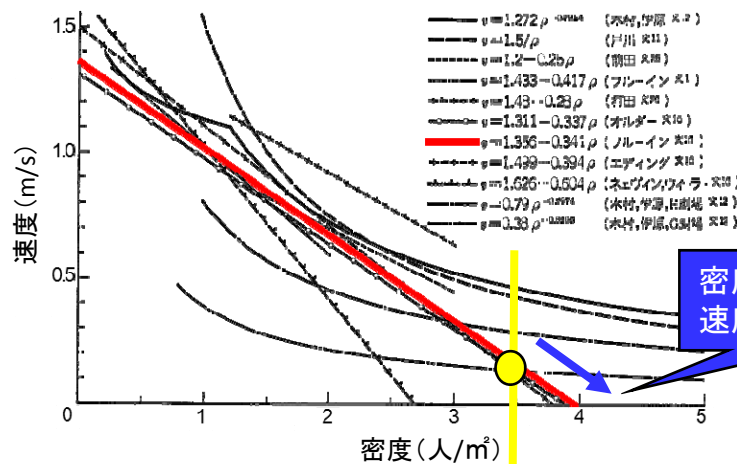
$$\text{速度 } v = 1.356 - 0.341 \times \text{密度 } \rho$$

$$\text{時間交通容量 } Q = v \times \rho$$

➤ 速度 v と密度 ρ の関係式はいくつか提案されているが、本検討では、以下の2点からフルーイン式を採用した(参考資料2)。

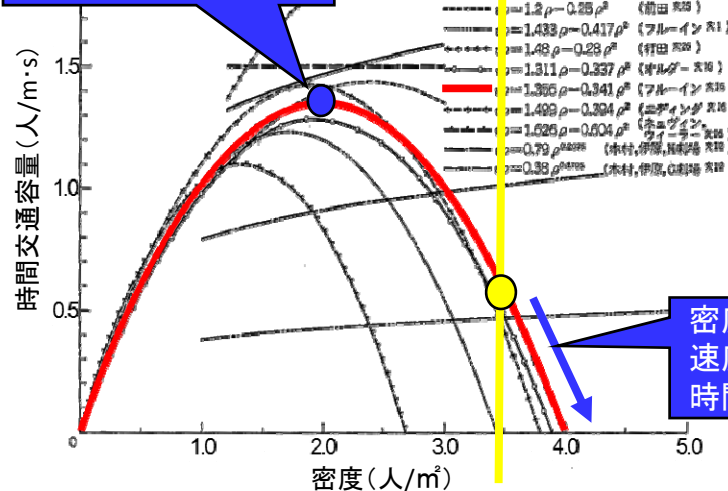
- ① 密度増加にしたがって速度が直線的に減少していく
(時間交通容量は密度を説明変数とする二次関数)
- ② 密度4人/㎡が群衆での歩行の限界

➤ 密度が2人/㎡程度するとき、時間交通容量が最大となる。
(最適密度)



水平な通路における密度と歩行※1

時間交通容量が最も大きくなる最適密度



水平な通路における密度と時間交通容量※1

密度3.5人/㎡



密度1.5~3.5人/㎡程度の混雑イメージ※2

密度が上昇すると、速度低下に伴い、時間交通容量が低下

ボトルネック箇所に避難者が集中

ボトルネック箇所での密度上昇

ボトルネック箇所での速度低下

ボトルネック箇所での交通容量低下

検討事項

- ・密度と速度の関係式の妥当性の検証
- ・できるだけ密度を最適値に近づけるための具体的な対策の検討

※1 岡田,吉田,柏原,辻:建築と都市の人間工学—空間と行動のしくみ—, 鹿島出版会, 1977.

※2 J.Fruin, 歩行者の空間, 鹿島出版会(1974)

<域外避難:制約なし> ボトルネックとなる橋梁付近における避難誘導

橋梁における避難誘導

(1) 交通誘導措置

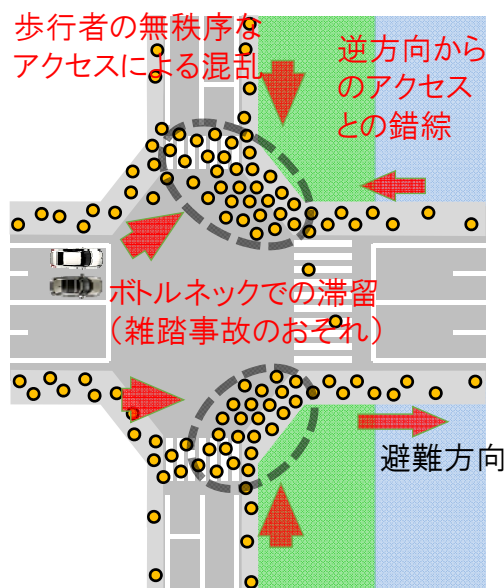
幅員の狭い橋梁の歩道部に避難者が集中し、滞留や雑踏事故の原因とならないよう、橋詰での無秩序な通行を防止するための**進入禁止措置**及び避難者を整列させる**一方通行の措置**を行う。

(2) 避難者列の折り返し措置

橋梁を目指してきた避難者が、可能な限り橋梁の近くで列の最後尾につけるよう、**列を折り返す措置**を行う。

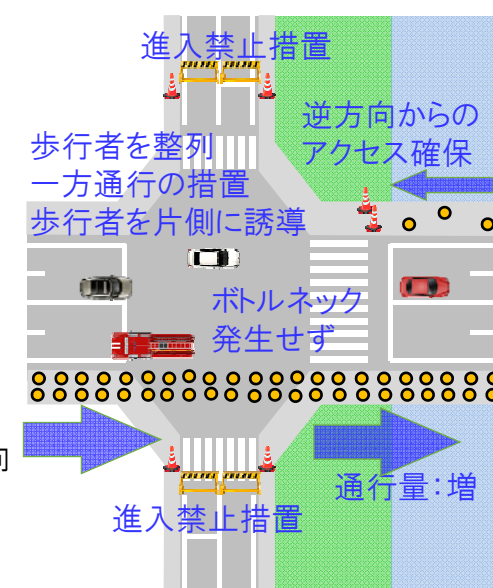
(1) 交通誘導措置

a) 交通誘導措置なし



歩行者が無秩序に橋梁へアクセス
⇒滞留や雑踏事故の発生、
通行量減少

b) 交通誘導措置あり

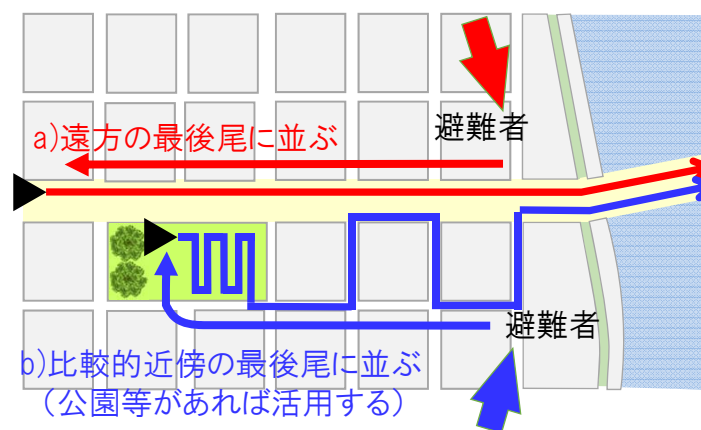


歩行者を整列、一方通行規制
⇒円滑・速やかな避難、
通行量増加

(2) 避難者列の折り返し措置

a) 折り返し措置なし

橋梁を目指してきた歩行避難者が、遠方の最後尾に並ぶ必要がある



b) 折り返し措置あり

橋梁を目指してきた歩行避難者が、比較的橋梁の近くで最後尾に並べる

方針

混雑による事故や速度低下を防ぐため、避難者に対して、**交通誘導、折り返し等の措置に対する理解**を求めるとともに、**整然とした歩行**(可能であれば自治会単位等の集団での移動)と**携行荷物の最小化**を要請すべきではないか

<域外避難:制約なし> 自動車による避難時間の算出

避難時間は、以下の式により算定する。ただし、渋滞がない場合は、単純に距離を速度で割って算出する。

$$\text{避難時間} = \frac{\text{①各ボトルネックの通過車両数(台)}}{\text{②各ボトルネックの時間交通容量(台/時間)}} + \text{③各ボトルネックから先の移動時間}$$

①避難車両は、**居住地から最も近い橋梁やICを通過**し、避難するものとし、1台の自家用車に1世帯の避難者が乗車して避難する(自動車保有と世帯人数には正の相関があると考えられるが、本検討では各自動車に平均世帯人数**2.16名**^{※1}が乗車すると設定した)。非避難者による通過交通量も加える(参考資料2)。

$$\text{②ボトルネックの時間交通容量(台/h)} = \frac{\text{速度} \text{ (km/h)} \times \text{車線数}}{\{\text{車長} \text{ (m)} + \text{車間距離} \text{ (m)}\}} \times 1000 \text{ (kmをmに換算)}$$

東日本大震災時の実績に基づき**3km/h**とした。
(極めて高密度な状況における密度と速度の関係については過去の観測データが乏しいため、徒歩の関係式ほど信頼性は高くないと判断し、東日本大震災の実績値から設定した)

H22道路交通センサスの調査結果を用いた。

小型自動車相当として**4.7m**を採用した^{※2}。

空走距離相当とした。

$$\begin{aligned} \text{空走距離} &= \text{反応時間}^{\text{※3}} \times \text{速度} \\ &= \text{2.5秒} \times \text{3000m/h} \div \text{3600} \end{aligned}$$

③ボトルネックから先の移動時間

➤ ボトルネック通過後は浸水想定区域外まで渋滞なしで移動できるものとする。

➤ 既往の調査結果等を参考に、**避難速度は16(km/h)**と仮定した。

参考事例: 東京都特別区一般国道(直轄)の混雑時旅行速度は16.4km/h^{※4}

東京都心(千代田区、中央区、港区)の平均旅行速度は16km/h^{※5}

※1: 平成22年度国勢調査(総務省統計局) 人口等基本集計 第2表

※2: 道路構造令の解説と運用

※3: 反応時間は、対象物を発見した後、運転者がブレーキを踏むかどうか判断する判断時間と、判断してからブレーキを踏むまでの反動時間の合計であり、ここでは「道路構造令の解説と運用」を参考に、AASHTO*で用いている数値と同様に判断時間として1.5秒、反動時間を1.0秒とし、反応時間を2.5秒とした

★AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials) 米国全州道路交通運輸行政官協会米国の高速道路の規格に関する基準設定機関。

※4: 平成22年度道路交通センサス 一般交通量調査 集計結果整理表 表5 旅行速度整理表

※5: 関東地方整備局HP(平成21年4月~平成22年3月(昼間12時間帯)のトラフィックカウンターによる交通データ及びブローブ・カー・システムによる速度データ)

方針

可能な限り**近隣住民と同乗**して避難することを要請すべきではないか

検討事項

- ・ボトルネック箇所、速度設定の妥当性の検証
- ・速度向上対策の可能性の検討

自動車避難における速度の設定

以下の東日本大震災時の実績に基づき、**自動車避難における速度を3km/h**と設定した。

東日本大震災の実績①

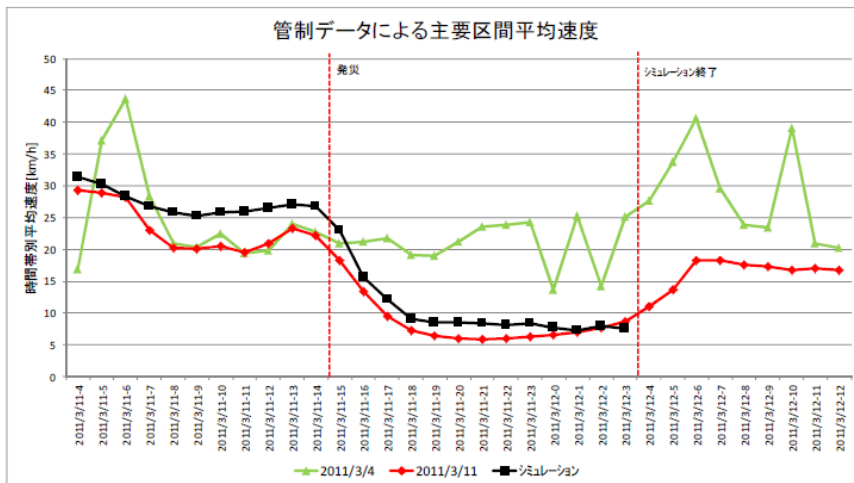
- ▶ 3月11日のプローブデータ(ナビゲーションシステムから得られる自動車の走行軌跡データ)等より分析した結果、16時～23時台の平均旅行速度は、23区内で**6.2km/h**程度

出典: 上坂克巳・橋本浩良・塚田幸広: プローブデータから見た道路ネットワークの課題, 2012

東日本大震災の実績②

- ▶ 東日本大震災時の警視庁の管制データをもとに整理した自動車の平均速度は、3月11日21時ごろに下限値のピークとなっており、**時速5km**程度を記録している

⇒ 下限値ピークは**5km/h**程度



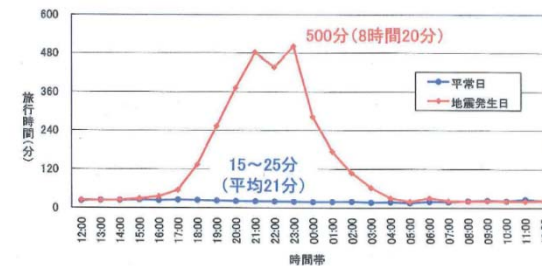
出典: 東京23区を対象とした大規模災害時交通シミュレーションと交通渋滞緩和策の評価 (東京大学 大田敬, 東京都 伊藤麻紀・水田 隆三, 株式会社アイ・トランスポート・ラボ 堀口良太)

東日本大震災の実績③

- ▶ 都心の主要路線について、タクシーにおける3月11日の一定の区間の通過に要する時間を分析

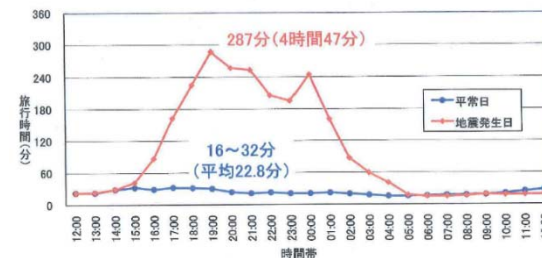
1. 国道1号線 大手町 ⇒ 五反田 (桜通り) [8.3km]

(以下、分析結果)



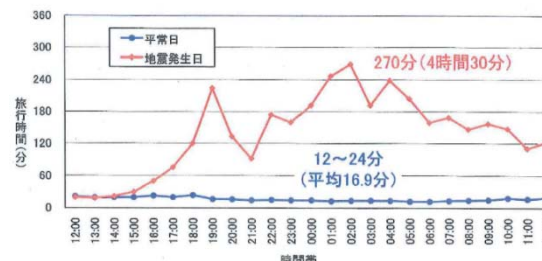
⇒ 時速**1.0km/h**程度

2. 国道246号線 隼町 ⇒ 瀬田 (青山通り～玉川通り) [12.4km]



⇒ 時速**2.6km/h**程度

3. 国道6号線 本町 ⇒ 東向島 (江戸通り～水戸街道) [5.7km]



⇒ 時速**1.3km/h**程度

出典: 大震災が都内のタクシーに与えた影響【東日本大震災における都心の交通渋滞状況の検証】((社)東京乗用旅客自動車協会、無線委員会、東京無線協同組合、富士通(株)、富士通デン(株))

<域外避難:制約なし> 鉄道による避難時間の算出

避難時間は、以下の式により算定する。ただし、渋滞がない場合は、単純に駅までの移動時間と乗車時間の和となる。

$$\text{避難時間} = \text{①駅・路線・方面別の乗車人数(人)} \div \text{②駅・路線・方面別の時間輸送力(人/時間)} + \text{③乗車時間}$$

①避難者は、**居住地から最も近い駅から乗車**し、各駅においては「**路線別・方面別の時間輸送力**」に応じた割合で、乗車する**路線・方面を選択**する(江東5区内で乗換が必要となる場合は、乗換駅においても同様に配分)。非避難者による通過交通量も加える(参考資料2)。

②路線別・方面別の**時間輸送力**(人/時間)

$$= \text{路線別・方面別の1日あたり乗車定員(人/日)} \times \text{運行率70(\%)} \times \text{乗車率135(\%)} \div \text{1日あたり運行時間18(時間/日)}$$

統計資料を基に、浸水区域内の最外縁の駅における路線別・方面別の値を代表値として設定した(途中駅における乗車定員が低かったとしても、その先の急行等の停車駅まで歩いて乗車すればよいと、立退き避難対象区域の外縁の駅における乗車定員がボトルネックとなる)(参考資料2)。

駅での乗降混雑による遅延の発生を考慮し、平常時比70%の運転本数とした。

避難者が大量の荷物を持っていることが想定されるため、135%と設定した(参考資料2)(ただし、日暮里・舎人ライナーについては、網棚がないこと等から120%とした)。

鉄道の一般的な運行時間帯である6:00~24:00を考慮し、18時間とした。

➤ 夜間における鉄道避難については、首都近郊全域で全く新しいダイヤを組む必要がある。その際には、直通運転が限定的とならざるを得ない場合も想定される等、昼間の通常ダイヤと同様の輸送力は期待できないと考えられる。その一方で、非避難者による通過交通は昼間よりは圧倒的に少なくなると想定される。このように、昼間と比較して夜間が、避難にとって有利となるか不利となるかは改めて検討が必要である。

③乗車時間

$$= \text{乗車駅から路線別・方面別の浸水区域外の駅までの乗車距離} \div \text{速度30(km/h)}$$

- 乗車距離は営業キロとした。
- 速度は、表定速度を参考としつつ、混雑等により平常時の速度よりも遅くなると想定されるため、30(km/h)とした(参考資料2)。

検討事項

- ・運行率、乗車率の妥当性の検証
- ・運行率をあげるための遅延対策等の検討
- ・夜間運行の実現可能性、運行率の検討

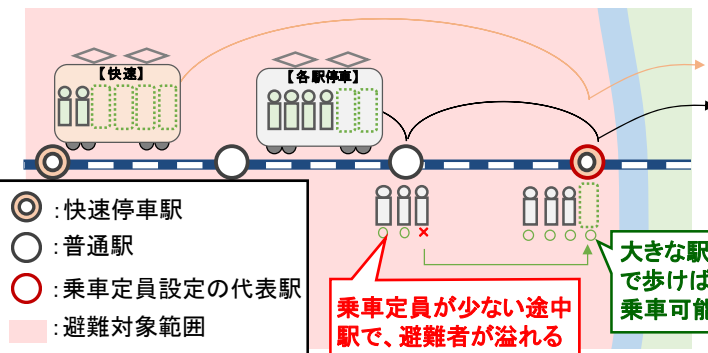
各駅のカバー領域

各駅の位置で避難対象範囲をティーン分割し、カバー領域を設定した。



乗車定員が少ない駅の避難者の迂回イメージ

乗車定員設定の代表駅と比較して乗車定員が少ない駅(各駅停車しか停まらない駅等)へ避難した人は、混雑状況に応じて、先の駅まで歩いて乗車することにより、全体としては代表駅の乗車定員相当で避難することができる



<域外避難:制約なし> 鉄道避難における時間帯別輸送力の確認

輸送力の時間推移

- 日比谷線(伊勢崎線相互直通)北千住駅における時間帯別の輸送力と平常時の鉄道乗車中人数※を比較すると、利用者が極端に増加する朝の通勤時間帯のみ、鉄道乗車中人数が輸送力を上回っている(図1参照)。
- 各路線とも、平行ダイヤによる混雑緩和に取り組んでいるため、域外避難時の条件設定を考慮した輸送力(乗車率135%、運行率70%)と、避難時に通過交通となり得る鉄道乗車中人数(設定方法はP7参照)を比較すると、差を保ちながら推移している。
- 域外避難時の避難者の輸送力(■)は、時間変化によらず一定規模見込めることから、出勤ラッシュのピークである**午前8時前後**と、鉄道運行のない**夜間を除けば、鉄道避難の輸送力は時間帯に依存しない**(図2参照)。
- 本検討では、全ての駅の時間帯別鉄道乗車中人数が公表されていないこと(平成24年度大都市交通センサス分析調査報告書において、江東5区内の駅では北千住のみデータあり。)と、避難者の輸送力は時間変化によらず一定規模見込めることから、公表データである「1日の輸送力の合計」と「1日の鉄道乗車中人数の合計」を使用し、単位時間あたりの避難者の輸送力を設定することとした(P16の②参照)。

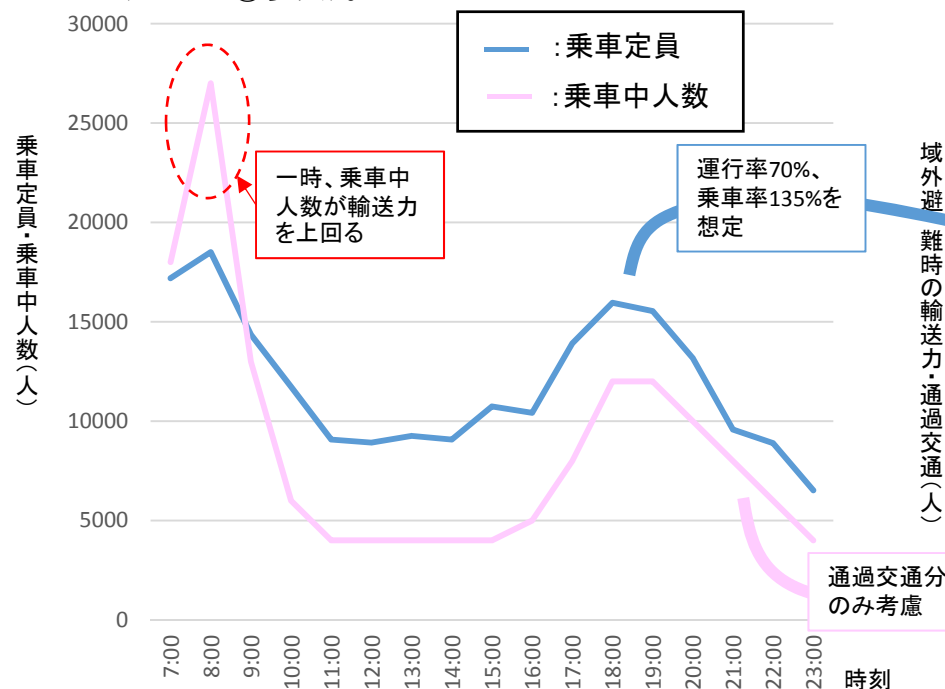


図1 乗車定員・乗車中人数の時間推移(日比谷線北千住駅の例)

【平常時】

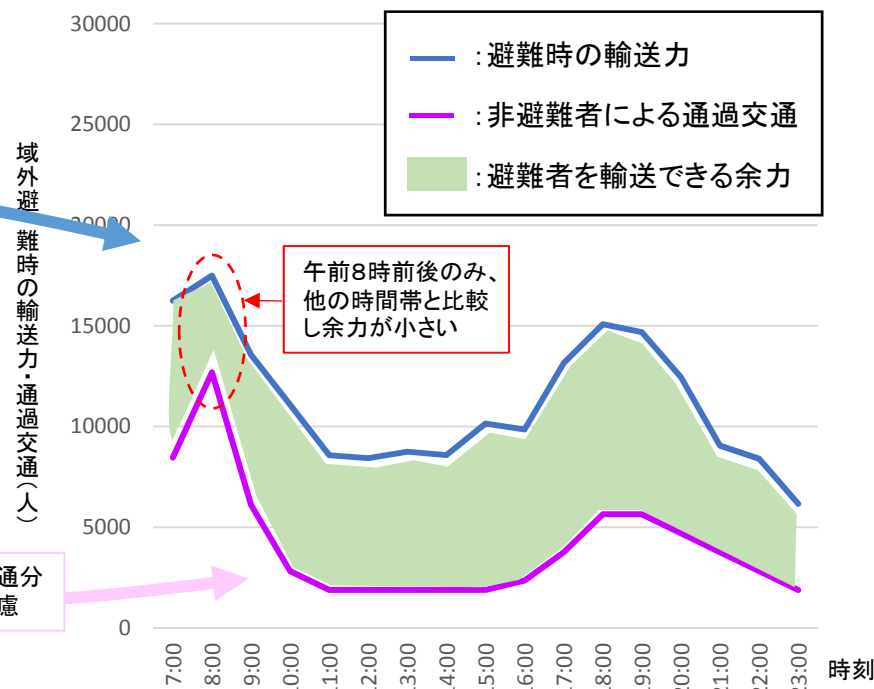
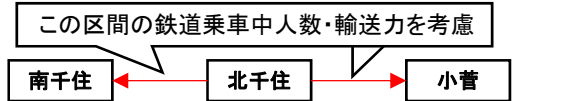


図2 避難者の輸送力の時間推移(日比谷線北千住駅の例)

【避難時】

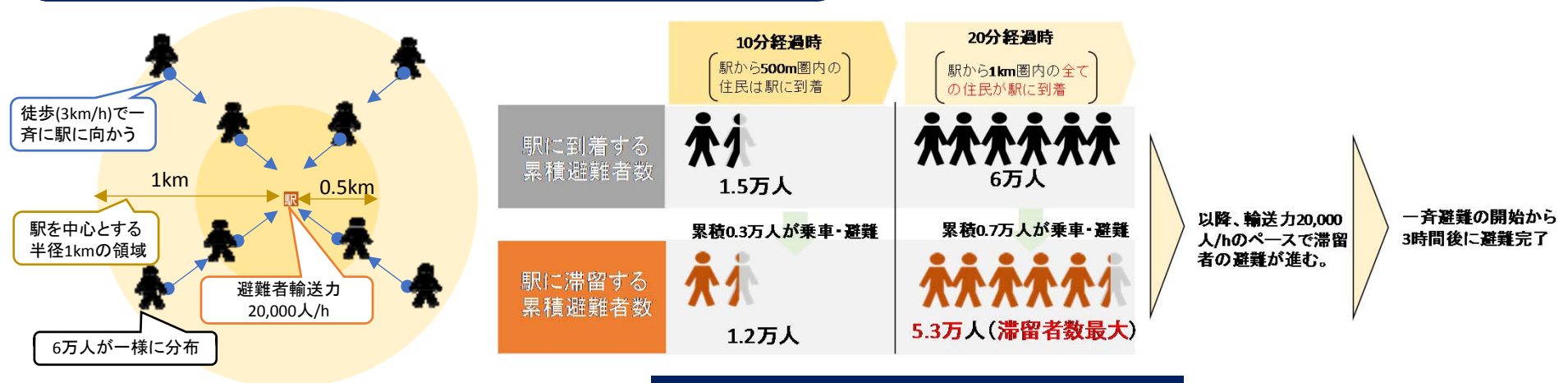
※北千住駅の隣接駅間(小菅・南千住)における乗車人数の平均値(出典:平成24年度大都市交通センサス分析調査報告書)。輸送力についても、これと比較するために、小菅方面・南千住方面の輸送力の平均値としている。



<域外避難:制約なし> 鉄道駅への一斉集中対策

- 鉄道による避難では、**避難者が一斉に集中し、駅構内・ホームで混乱**が生じる可能性がある。特にホームによる混乱は、**運行の遅延や停止に至る**ことも考えられる。
- 運行の遅延・停止が生じた場合、避難時間が増加することに加え、停止した路線の鉄道駅における避難者の誘導も課題となる。
- 駅の外まで避難者の行例が延びた場合、徒歩避難・自動車避難を阻害し、新たなボトルネック箇所を生じるおそれもある。
- このような事態を防ぐためには、**駅への避難者の一斉集中を抑制する必要がある**。

一斉に避難開始する場合での駅における滞留者発生のカースタディ



避難者の駅への一斉集中が引き起こす課題

- 一斉に避難を開始した場合、駅近傍に住む避難者から順次駅に到着することとなる。
- 避難者輸送力は20,000人/hの1路線が乗り入れる駅を中心とする半径1kmの円形の領域に、6万人の避難者が一様に分布(人口密度19,000人/km²)していると仮定する。
- 移動速度は3km/hとする。
⇒避難者は鉄道の避難者輸送力を上回るペースで駅に集まり、最大約53,000人の滞留者が発生する。(駅の外まで避難者の列が発生する可能性あり)
⇒その後、徐々に避難者の輸送が進み、避難開始から3時間で全員の避難が完了する。

- 早期の避難開始を呼びかける必要がある一方で、以下のような課題があるため、特定の時刻に駅に避難者が集中する事態も避けなければならない。**
- 多くの避難者が早く一度に到着すると、**異常な滞留**が生じ、**事故等のおそれ**
 - 一方で、電車の**輸送力未達の到着ペース**だと、輸送力を最大限に活用できず、**避難時間が長期化**するおそれ
 - 氾濫発生の一一定時間前には鉄道を運行停止せざるを得ないが(詳細後述)、**停止間際に避難者が一斉に押し寄せた**場合には、そこから徒歩避難等に転じざるを得ないことによる**避難時間の増加**や、運行停止措置に想定以上の時間を要し、**鉄道事業従事者の避難時間を確保できない**おそれ

方針

鉄道会社については**夜間運行**の事前検討を要請するとともに、避難者については、遅延対策のため、**携行荷物の最小化、駅到着時刻の分散**への協力を要請すべきではないか

検討事項

- ・駅毎の**処理能力と避難者到達ペース**の調査・検証
- ・**駅到着時刻の分散対策**の検討と実現可能性の検証

<域外避難:制約なし> 避難時間の算出と短縮策(徒歩)

避難時間の短縮策のイメージ

避難対象者数: 約49万人

時間あたり避難可能人数: 約26万人/h※

江東5区外へ出る橋梁数: 77

※域外避難時にボトルネックとなる橋梁全ての時間交通容量の合計値

- 各人が自宅に最も近い橋梁を経由して最短距離で域外避難をする場合、經由する橋梁によって避難時間に大きな差が生じる。

■ 6時間までに避難完了する[橋梁: 66]

■ 6～12時間までに避難完了する[橋梁: 7]

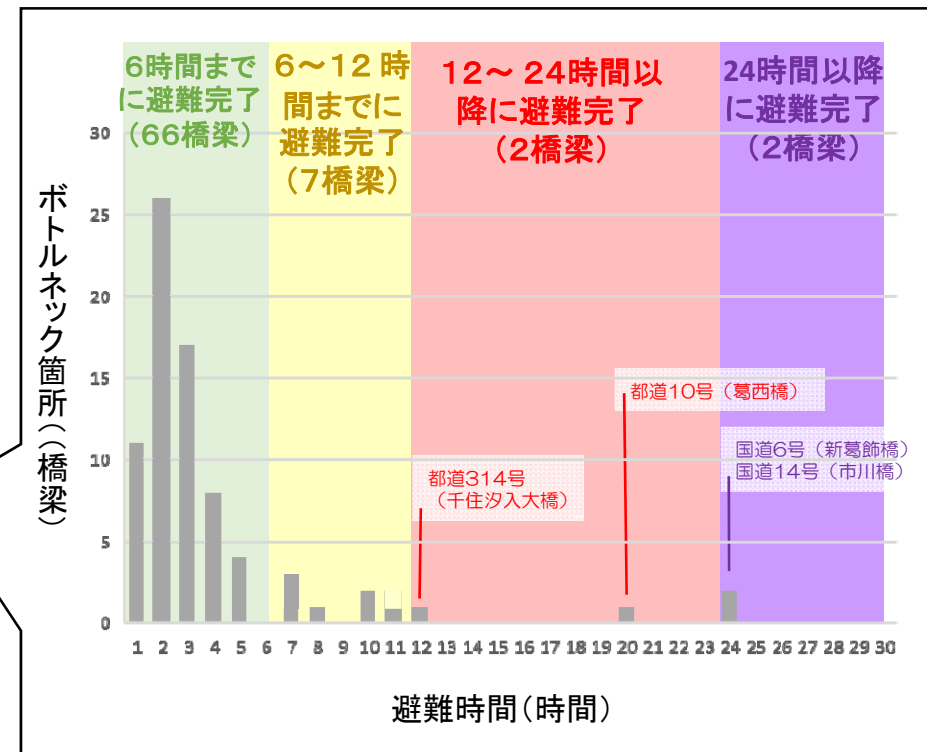
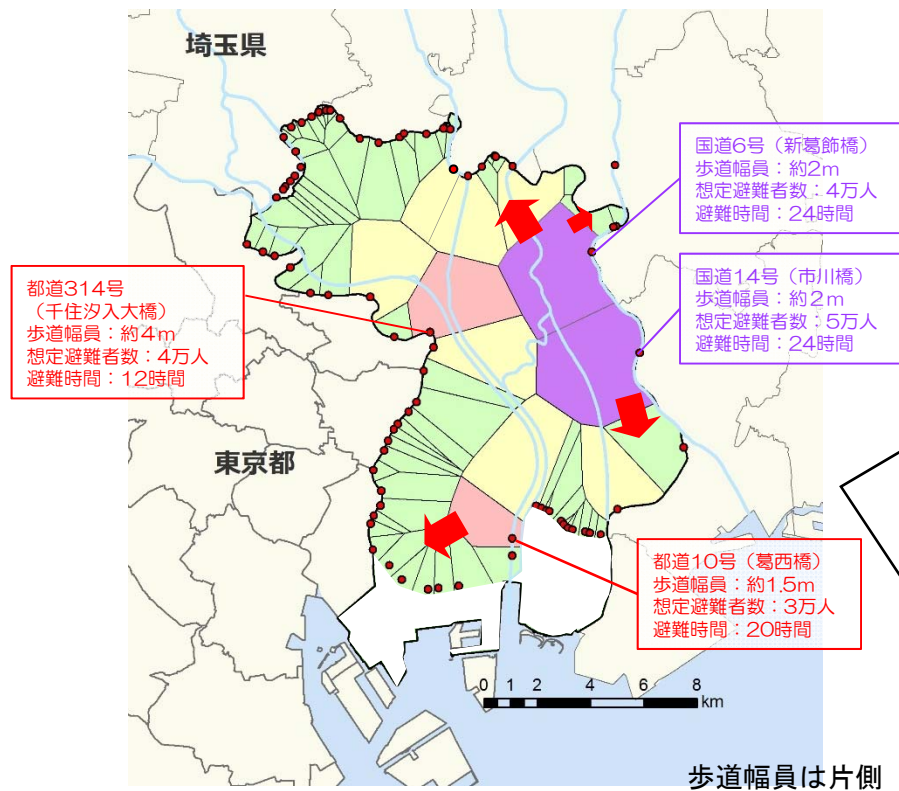
■ 12～24時間以降に避難完了する橋梁[橋梁: 2]

■ 24時間以降に避難完了する橋梁[橋梁: 2](最大24時間)

- 江戸川を渡り東へ避難するルートは、橋の数が少ないことに加え、江戸川区、葛飾区の避難者が集中するため、通過に長時間を要する。

- 混雑する橋梁を経由する避難者については、**近隣の橋梁へと誘導・分散**すれば、**避難時間を大幅に短縮**できる可能性がある。

● ボトルネックとなっている橋梁



各橋梁の避難時間の分布状況

↑ 調整の効果が期待できる移動経路

荒川・中川・綾瀬川等の江東5区内の河川を渡河する橋梁がボトルネックになるおそれがあるため、地域で詳細に検討する際には、それも考慮した避難時間の算出が必要となる

<域外避難:制約なし> 避難時間の算出と短縮策(自動車)

避難時間の短縮策のイメージ

避難車両数:約19.2万台(42.0万人)

時間あたり避難可能車両数:約3.4万台/h※1(7.3万人)

【一般道路】

江東5区外へ出る橋梁数:60箇所

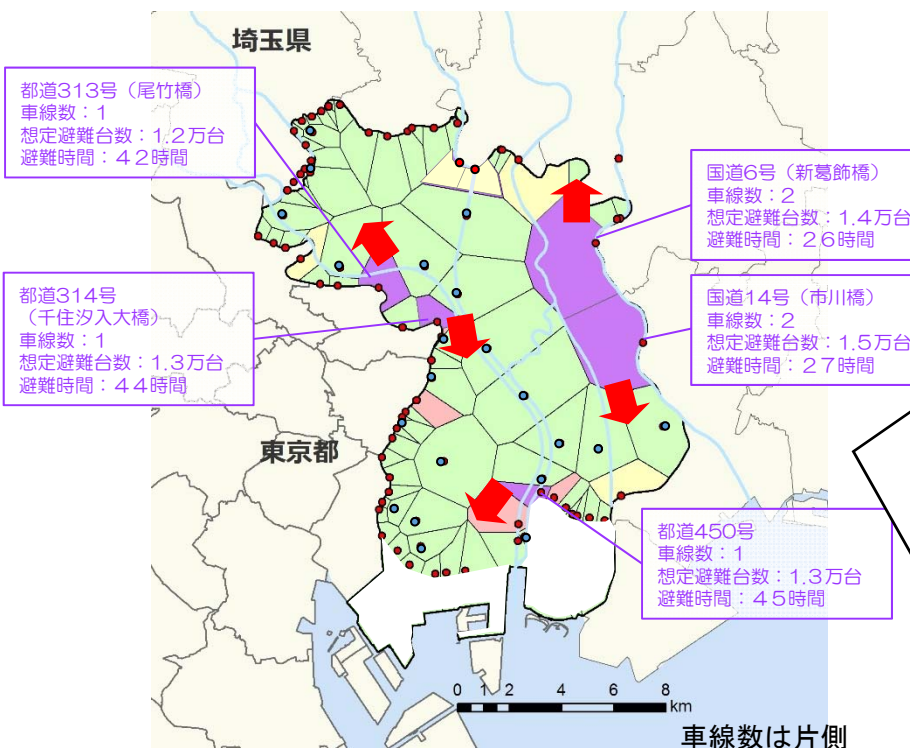
【高速道路】

高速道路IC入口※2:20箇所

※1 域外避難時にボトルネックとなる橋梁・IC全ての時間交通容量から、非避難者による通過交通を引いたものの合計値

※2 高速道路におけるボトルネックは全てIC入口となった

- ボトルネックとなっている橋梁
- ボトルネックとなっているIC入口



➤ 各人が自宅に最も近い橋梁・IC※3を経由して最短距離で域外避難をする場合、経路する橋梁・ICによって避難時間に大きな差が生じる。

■:6時間までに避難完了する[橋梁:46 IC:20]

■:6~12時間までに避難完了する[橋梁:5]

■:12~24時間以降に避難完了する[橋梁:4]

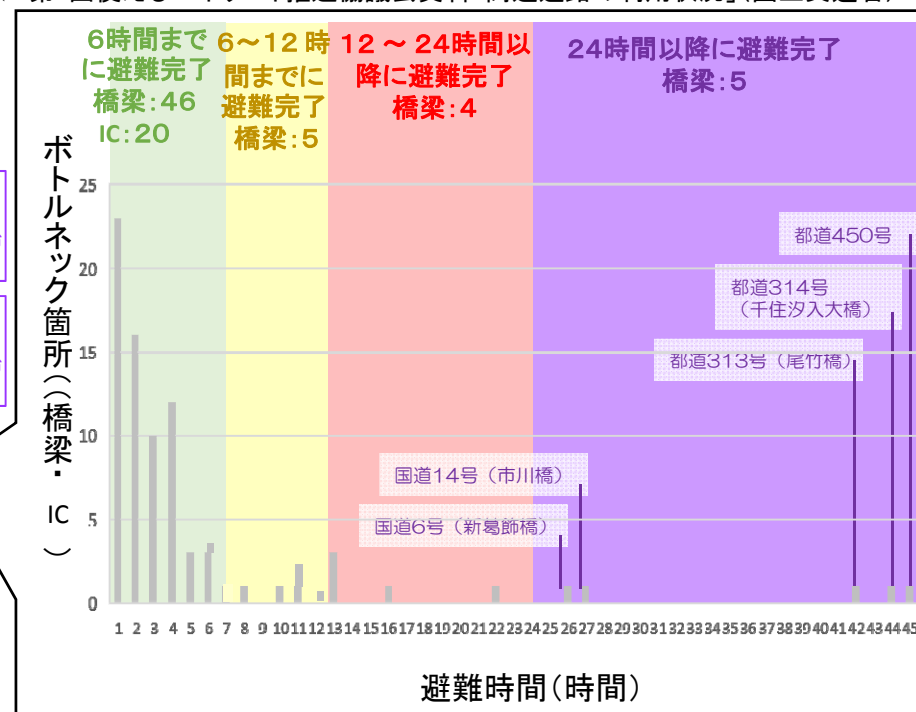
■:24時間以降に避難完了する[橋梁:5]

➤ 江戸川を渡り東へ避難するルートは、橋の数が少ないことに加え、江戸川区、葛飾区の避難者が集中するため、通過に長時間を要する。

➤ 混雑する橋梁を経由する避難者については、**近隣の橋梁・ICへと誘導・分散**すれば、**避難時間を大幅に短縮**できる可能性がある。

※3 ICが受け持つティーセン分割された領域内の自動車避難のうち、13%がICから高速道路を利用するものとし★、残りについては隣接するティーセン領域の橋梁から避難するものとした。隣接領域には、接する辺の長さに比例して配分した。

★ 第4回使えるハイウェイ推進協議会資料「高速道路の利用状況」(国土交通省)



自動車避難時間の分布状況(橋梁・IC)

荒川・中川・綾瀬川等の江東5区内の河川を渡河する橋梁がボトルネックになるおそれがあるため、地域で詳細に検討する際には、それも考慮した避難時間の算出が必要となる

<域外避難:制約なし> 避難時間の短縮策(鉄道)

避難時間の短縮策(鉄道)のイメージ

避難対象者数: 約60万人

時間あたり避難可能人数: 約32万人/h※

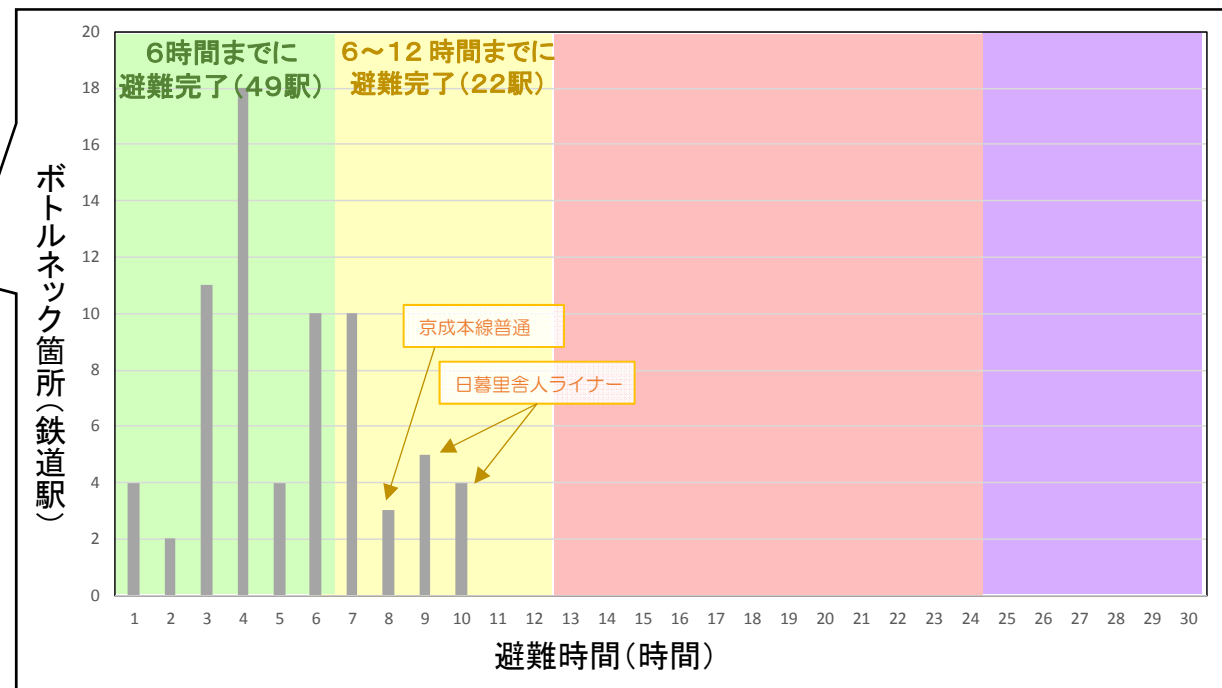
駅数: 71箇所(江東5区避難対象区域内の駅)

※域外への避難に使用可能な路線(16本)全ての輸送力から、非避難者による通過交通を引いたものの合計値

- 各人が自宅に最も近い駅から乗車して域外避難する場合、各駅で避難時間に差が生じる。

: 6時間までに避難完了する駅
 : 6~12時間までに避難完了する駅
 : 12~24時間以降に避難完了する駅
 : 24時間以降に避難完了する駅

- 全ての駅に停車する**各駅電車**は、多くの避難者を輸送することとなる一方で**輸送力が小さい**ため、各駅電車しか停車しない駅については、時間を要することとなる。
- 各駅電車に乗車した避難者は可能な限り**輸送力の高い急行に乗り換える**ようにする、同じ路線であっても**急行等が停車する大きな駅から乗車する**、**輸送力に余裕のある別路線へと避難者を誘導・分散**する等により、**避難時間を短縮**できる可能性がある。



各駅の鉄道避難時間の分布状況図

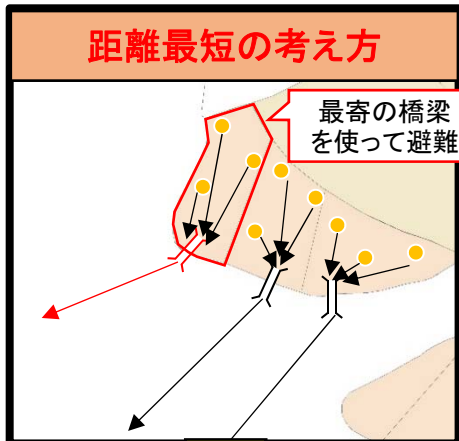
乗車・降車・乗り換え等の需要に対し、駅のホーム・構内の面積が足りずにボトルネックになるおそれがあるため、地域で詳細に検討する際には、それも考慮した避難時間の算出が必要となる

<域外避難:制約なし> 避難時間の短縮策(徒歩+自動車+鉄道)

徒歩

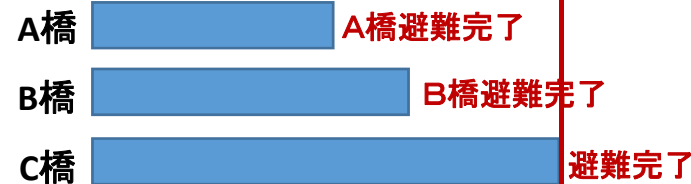


距離最短の考え方

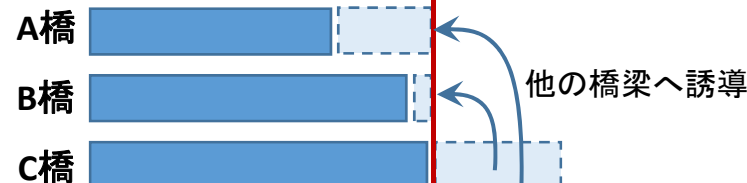


- 自宅最寄りの橋梁等を経由し、個人の避難距離を最短にしようとする避難(距離最短)では、交通手段・経路別で避難時間に大きな差が生じる。
- 地域全体の総避難時間を最小化(時間最短)するために、避難者の交通手段・経路を調整する。

全ての避難者の避難が完了する時間は、最も時間を要するC橋梁の避難時間と等しくなる



避難完了



他の橋梁へ誘導

誘導による避難時間短縮効果

避難時間は、全橋梁同時となる
(各橋梁の交通容量を最大限活用できることを想定)

自動車



時間最短の考え方



鉄道



- ・江東5区全体の交通手段・経路においてこの作業を実施すれば、**全避難者の避難時間の総計を最小化**した場合(時間最短の考え方)の避難時間を算出することができる。
- ・時間最短の考え方で算出した避難時間は、**江東5区を一つの地区と見なして**、全ての立退き避難者と通過交通を、全てのボトルネックの時間交通容量の総和で除したものとなる。ただし、これは**理想的な状況を仮定したものであり、実際の避難時には距離最短と時間最短の間**となる。
- ・遠方のボトルネック箇所まで迂回を強いられる地区や希望しない方面への避難を求められる避難者が生じるおそれがある等、避難者が避難方針に協力することが前提となる。

方針

時間最短を図った結果、長距離の迂回をとなってしまう地域については、**避難開始の前倒し、ボトルネックの容量増強、バス等による駅間移動の誘導等**の対策を検討すべきではないか

<域外避難:制約なし> 各交通手段の分析

時間あたり避難可能人数(万人/h)※1 ※1 時間交通容量から非避難者による通過交通を除いたもの

設定条件緩和の効果

徒歩 26 + 自動車 7 + 鉄道 32 = 合計 66

設定した条件を緩和することで、避難時の交通対策を講じることによる避難時間の短縮効果を分析

交通手段別の避難者数

アンケート調査に基づき、徒歩32%、自動車28%、鉄道40%で配分

「時間あたり避難可能人数」に応じて配分(時間最短のための最適配分)

	距離最短	時間最短
徒歩	48万人(32%)	60万人(40%)
自動車	42万人(28%)	17万人(11%)
鉄道	60万人(40%)	74万人(49%)
合計	151万人	

方針 自動車による避難者数は限界があるため、移動困難者を含む世帯が自動車を使用できるよう、他の住民については可能な限り徒歩・鉄道避難とするよう、協力を要請してはどうか

※2 避難者全員が避難完了する時間

	各交通手段の変化	合計66(万人/h)の変化(倍率)	避難時間※2の変化
歩行者密度の最適化 3.5 → 2.0(人/m ²)	徒歩 26 → 62	102(1.54倍)	35%減
自動車速度の向上 3 → 5(km/h)	自動車 7 → 10	69(1.05倍)	5%減
鉄道運行率の維持 70 → 100(%)	鉄道 32 → 50	83(1.26倍)	21%減
荷物量の半減	徒歩 26 → 35	74(1.13倍)	12%減
	鉄道 32 → 39	72(1.10倍)	9%減
通過交通の抑制 50 → 0(%)	自動車 7 → 11	69(1.05倍)	5%減
	鉄道 32 → 40	74(1.12倍)	11%減
上記全ての対策を実施	徒歩 26 → 83 自動車 7 → 14 鉄道 32 → 67	164(2.49倍)	60%減
鉄道の完全運休	鉄道 32 → 0	33(0.51倍)	97%増

交通対策の効果分析

徒歩 ・歩行者密度制御は35%、荷物量半減は11%と、時間短縮効果は大きい。

自動車 ・自動車避難の避難可能人数が全体に占める割合が小さいため、時間最短を図った場合に自動車避難を選択できるのは全避難者数の11%のみとなる。
・同様の理由から、自動車速度向上、通過交通抑制はともに5%と、時間短縮効果は小さい。

鉄道 ・運行率維持、荷物量半減、通過交通抑制は、9~21%と時間短縮効果は大きい。
・全体の約半数の避難者を担っているため、鉄道が完全運休した場合には、約2倍の避難時間を要することとなる。

<域外避難:制約なし> 総避難時間を最短にする避難

距離最短と時間最短

距離最短による避難時間 約15時間(避難者の9割が避難完了する時間)

- ・渋滞状況にかかわらず、自分で決めた交通手段により、最短距離で避難
- ・交通手段・経路を途中変更しないと仮定しているため、**実際にはより少ない時間で避難可能**

時間最短による避難時間 約3時間

- ・避難時間の総計が最短となるよう、交通手段と経路の誘導・分散
- ・**理想的な状況を仮定**(非効率なし)しているため、様々な不確定要因から、**実際にはより多くの時間が必要**

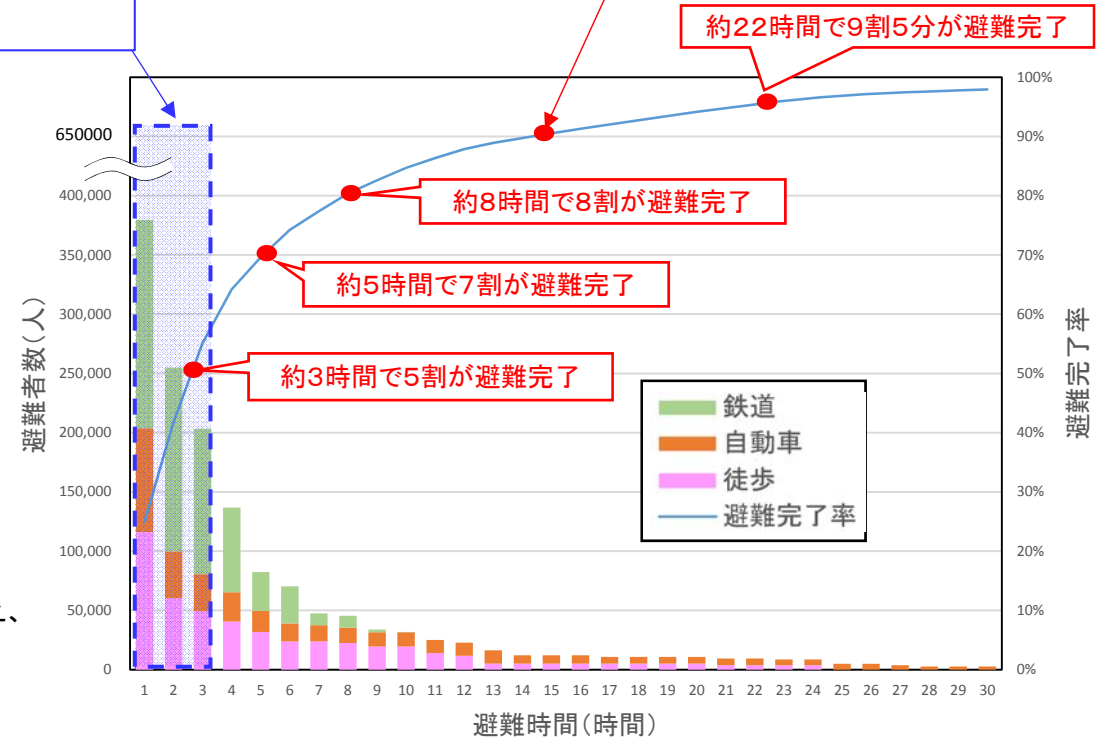
- 「距離最短」、「時間最短」のいずれの避難時間も**極端な仮定に基づく**ものであり、**実際には両者の間の**時間で避難完了することとなる
- 特に、「**事故による交通容量低下は起きない**」という仮定はいずれの避難形態にも共通のものであり、これが成立しないと、**大幅に時間が増加する**

方針

長距離の迂回をさせないように配慮しつつ、混雑した交通手段・経路から余裕のある交通手段・経路へと誘導・分散した**避難方針を立案し、避難者及び関係者に協力を要請**すべきではないか

注1 時間最短による避難時間は、江東5区全体を1つの領域として考え、全橋梁・駅等の総交通容量で、総避難者数を除すことで算出

注2 途中で事故等が発生すれば、さらに時間を要することとなる



避難時間短縮策のまとめ

交通手段・経路等の対策

立退き避難対象者の絞り込み

移動手段・経路	距離最短による避難 (避難者の9割が避難完了する時間)	時間最短による避難(理想的な避難) (避難者全員が避難完了する時間)
避難者数		
228万人(床上浸水区域内人口)	約20時間	約4時間
151万人(絞り込み後)	約15時間	約3時間

<域外避難:基本ケース> カスリーン台風における他河川・高潮・降雨・風雨の状況

荒川



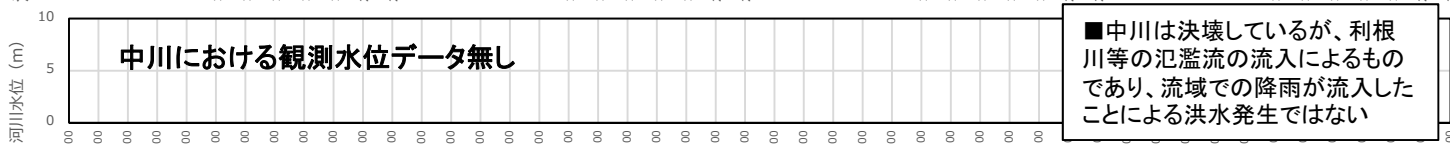
同時期に水位上昇

荒川洪水からの避難者と江戸川洪水からの避難者が同時期に移動する事態が発生

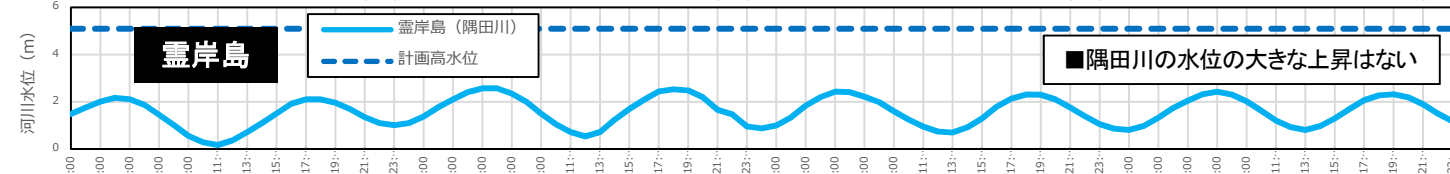
江戸川



中川

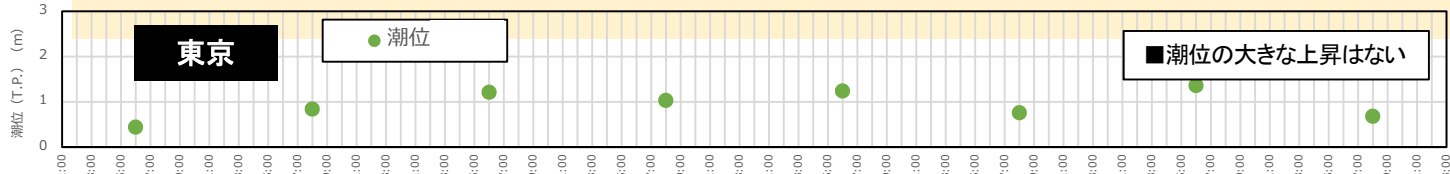


隅田川

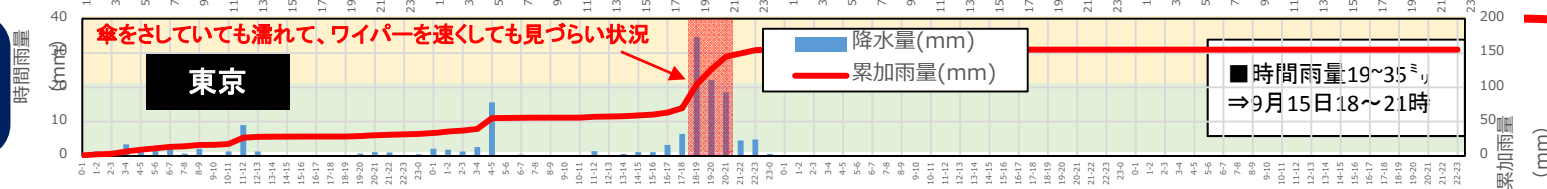


荒川の水位上昇時に中川・隅田川の水位上昇や、高潮発生はない

潮位

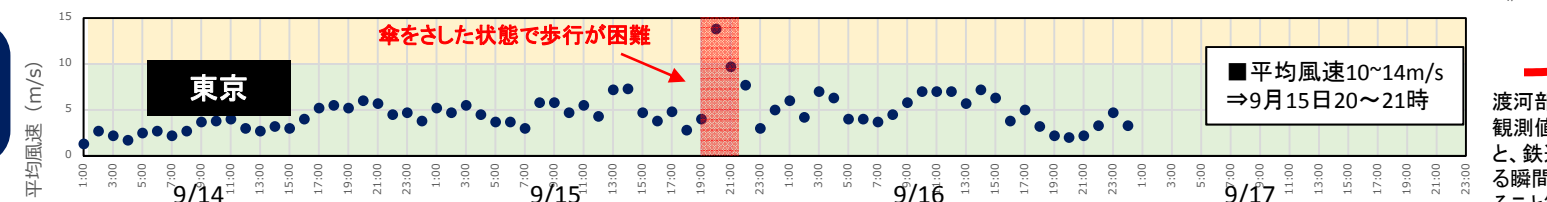


降雨



東京地点での風雨は、岩淵ピークの7~10時間前に風雨が強まり、傘を差したままでは歩行が困難

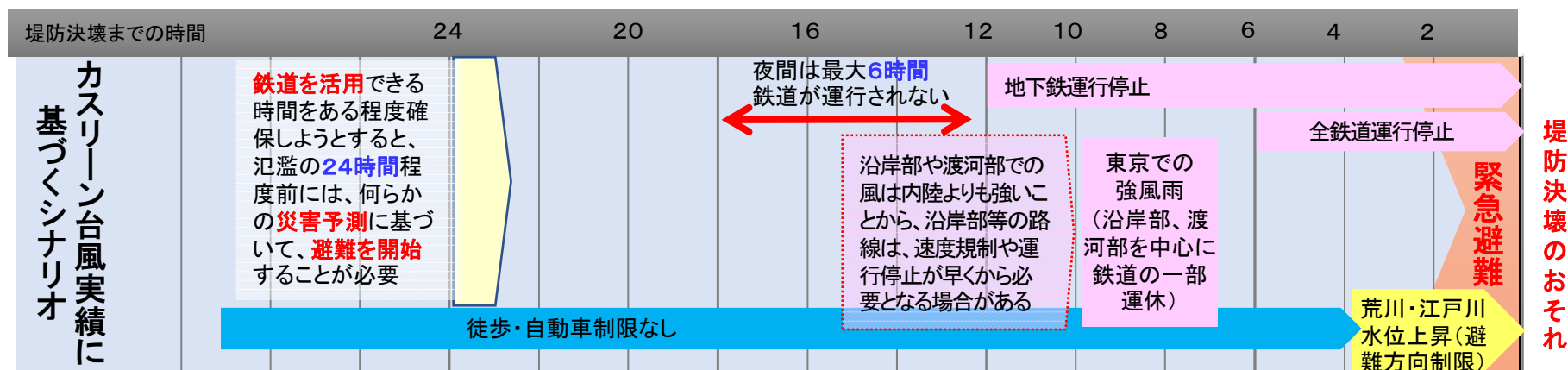
風速



渡河部や沿岸部での風は内陸での観測値よりも強い可能性が高いこと、鉄道運行停止等の判断に用いる瞬間風速は平均風速よりも高くなること等の検証が必要

＜域外避難：基本ケース＞ カスリーン台風を想定した域外避難の実現可能性の検証

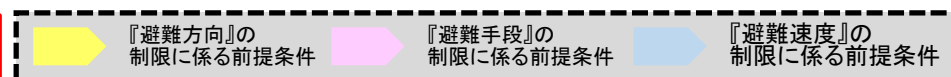
- カスリーン台風実績を基にして、避難行動の制約(前提条件)を設定する。
 - 域外避難に要する時間は、**鉄道を活用**できる場合には**3～12時間**、**徒歩・自動車のみ**の場合には**6～24時間**である。
 - 早期かつ確実に域外避難を実現するためには、3つの交通手段による避難可能人数のうち、およそ半数を占める**鉄道を最大限に活用することが重要**である。
 - 鉄道の運行等に支障を与える条件は次のとおりである。
 - ・夜間においては**最大6時間**、運行されない。
 - ・氾濫の**12時間**程度前における**地下鉄の運行停止**※(氾濫流拡散防止のための止水措置、乗客・乗員の安全確保、車両退避等)
 - ・氾濫の**6時間**程度前における**全鉄道の運行停止**※(乗客・乗員の安全確保、車両退避等)
 - ・氾濫の**7～10時間**程度前における「**東京での強風雨**」による交通手段への影響(**沿岸部等ではさらに早い段階**から風が強くなる)
 - 徒歩:速度の低下
 - 鉄道:大幅な遅延や運行停止、それに伴う事業者間の相互直通運転の取りやめによる運行本数の減少
 - 氾濫の**24時間**程度前から**避難を開始**することが必要ではないか。
- ※鉄道事業者への聴取を基に設定



方針① 以下を考慮すると、**災害発生の24時間程度前にその兆候をとらえる必要がある**のではないかと考える。

- ・強風雨による鉄道運行停止となるおそれ
- ・鉄道が運行されていない夜間の避難となるおそれ
- ・計画どおりの誘導・分散が実現しないおそれ

- ・強風雨による鉄道運行停止となるおそれ
- ・鉄道が運行されていない夜間の避難となるおそれ
- ・計画どおりの誘導・分散が実現しないおそれ



検討事項
東京における**強風雨時**における各交通手段への影響の検証

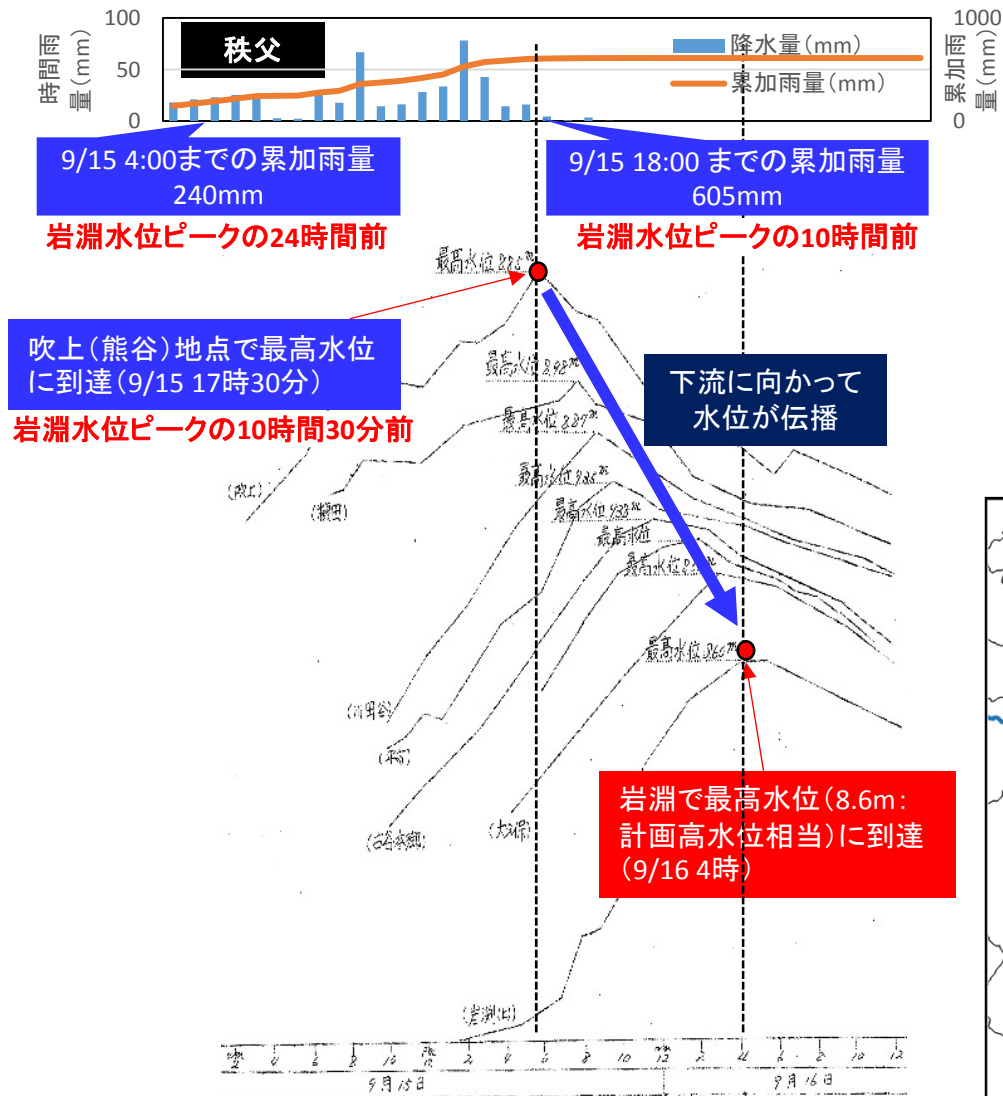
東京における強風雨時における各交通手段への影響の検証

方針② 様々な不確定事象に備え、**鉄道の運行をできるだけ延長**することができるよう、鉄道事業者に事前対策を要請すべきではないか

様々な不確定事象に備え、**鉄道の運行をできるだけ延長**することができるよう、鉄道事業者に事前対策を要請すべきではないか

<域外避難:基本ケース> 荒川におけるカスリーン台風の実績

カスリーン台風時における上流域での降雨と上流から下流への水位伝播

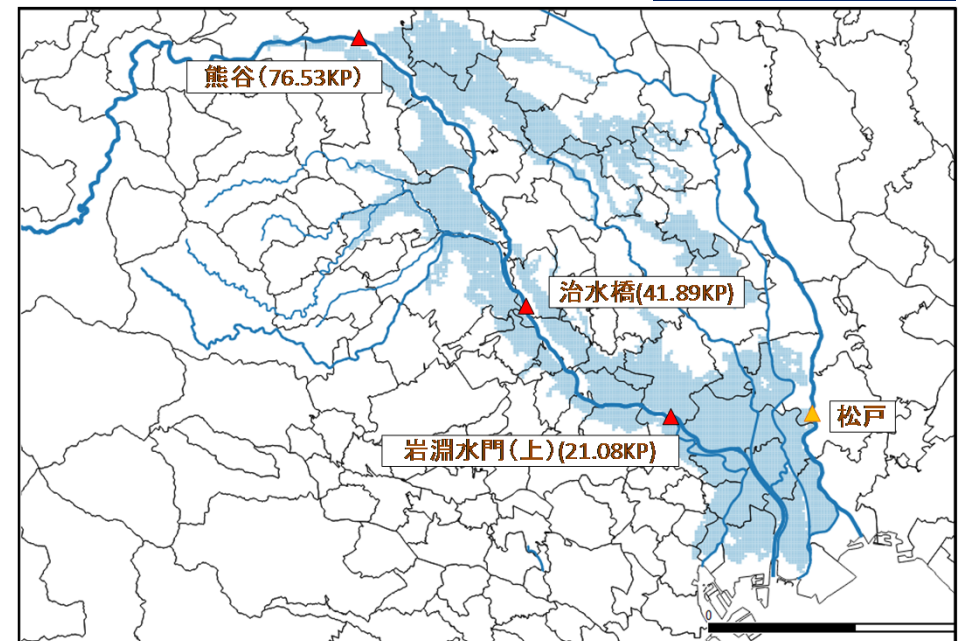


カスリーン台風時の実績

岩淵水門(上)のピーク水位時刻に対し、

- ①約**24時間前**
秩父地点の累加雨量240mm
- ②約**10時間30分前**
吹上地点(熊谷地点)のピーク水位
- ③約**10時間前**
秩父地点の累加雨量605mm

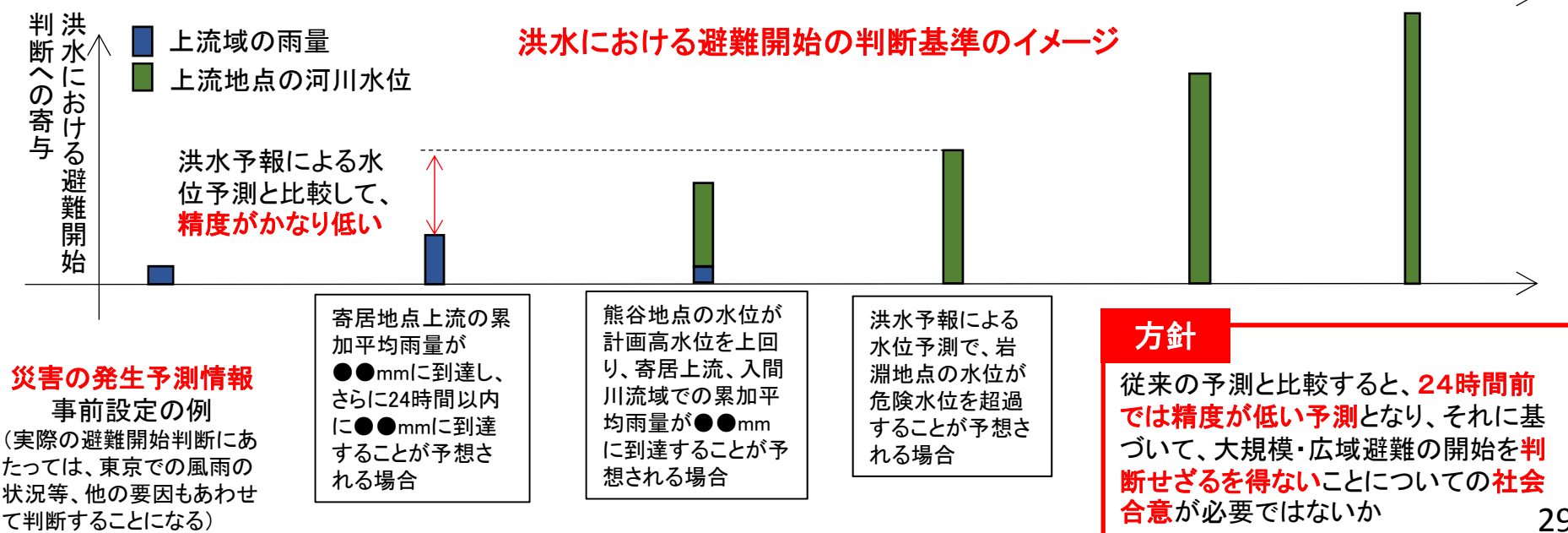
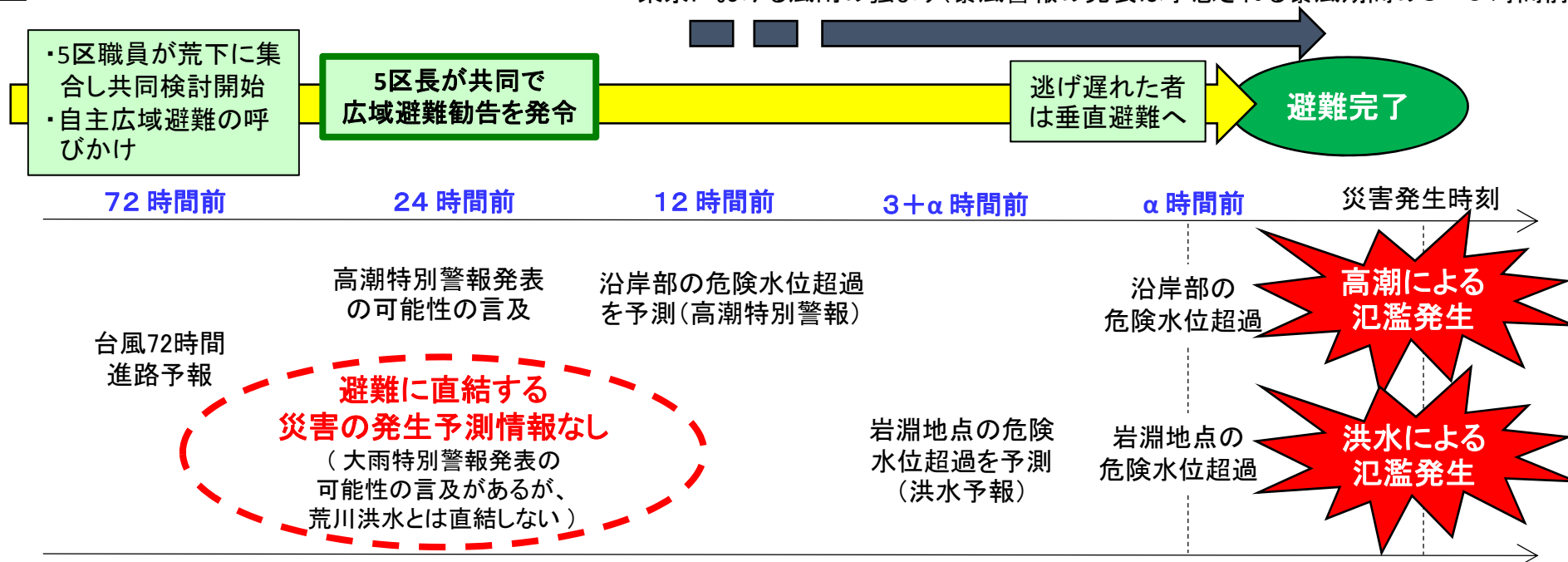
荒川の水位観測所



<域外避難:基本ケース> 避難勧告等の判断基準の設定

江東5区における現状での対応方針(参考資料2)

東京における風雨の強まり(暴風警報の発表は予想される暴風期間の3~6時間前)



大規模・広域避難に関する方針のまとめ

前回

■避難対象者の絞り込みと避難先の確保

- 「床上浸水継続時間3日以内」かつ「居室水没しない」建物の住民は**自宅**に留まる。
- **病院・施設入所者**は**施設**に留まるとともに、**5区内の避難施設**には**移動困難者が避難**できるよう配慮する。
- 域外避難者は可能な限り**自主避難先を確保**し、浸水解消後は**速やかに5区内に戻る**。

今回

■あらゆる交通手段・経路を最大限に活用した避難

- 混雑した交通手段・経路から比較的余裕のある交通手段・経路へと誘導・分散するため、**避難方針を立案**する（地域・時間帯別に詳細にみても避難方針の実現可能性があるか検証が必要）。
- 長距離の迂回をとなってしまう地域については、**避難開始の前倒し、ボトルネックの交通容量の増強、バス等による駅間移動の誘導等**の対策を実施する。

■各主体への協力要請 ・避難者自身 ・周辺地域の住民 ・交通機関

- 避難者は、**避難方針に従った避難行動**をとる。
- 避難者は、**携行荷物の最小化、整然とした歩行、交通誘導・折り返し措置等**への理解・協力、**移動困難者を含む世帯が自動車避難**できるよう理解・協力、近隣住民との**同乗、駅到着時刻の分散等**、安全かつ早期に避難完了するための取組に協力する。
- 特に、**事故**の発生は、**避難者の生命・身体に危険**であるだけでなく、それに伴う交通容量低下がさらなる渋滞を引き起こし**新たな事故を誘発**しかねないため、**最大限の注意を払って事故を防止**する。
- 不要不急の外出の自粛、江東5区外を迂回しての移動等、**避難者以外の人による道路・鉄道の利用を極力抑制**する。
- 鉄道で避難する避難者は全体の半分となるため可能な限り避難に活用できる時間を確保できるよう、鉄道会社に対し、**鉄道の運行をできるだけ延長**するための対策立案と、**夜間運行**の事前検討を要請する。

■長時間先の災害予測

- 様々な不確定要因を考慮し、**24時間程度前から避難行動を開始**することとし、**そのための災害予測**を試みる。
- 従来と比べて**精度が低い予測に基づく避難判断**となることについて、**社会合意**をとる。