

域外避難に関する参考資料

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

交通手段の選択率の設定

- 距離最短の考え方に基づく避難完了時間の算出にあたっては、住民一人ひとりの判断で、交通手段を選択することとし、交通手段の選択率は、「江東5区の水害に関する住民調査」のアンケート調査結果を基に設定した。
- 一人の回答者が避難先・避難手段を複数回答している場合は、回答数で除して補正した。
- 交通手段の選択率は、徒歩32%、自動車28%、鉄道40%の割合となった。

全アンケート回答者 (N=1,684)

避難先として考えられるもの (3つまで回答可)

自宅もしくは近隣の場所 (域内) (N=442)

自宅もしくは近隣の場所以外 (域外) (N=1,242)

避難先までの移動手段 (択一)

No	避難先(1)	移動手段(1)	避難先(2)	移動手段(2)	避難先(2)	移動手段(2)	徒歩※1	自動車※1	鉄道※1
1	指定施設	徒歩	別宅等	自動車	民間施設	自動車	1/3	2/3	
2	指定施設	鉄道							1
3	指定施設	徒歩	民間施設	鉄道			1/2		1/2
...
1242	指定施設	鉄道							1
合計							402.0	342.8	490.5
割合							32.4%	27.6%	39.5%

※1 徒歩は「1徒歩」・「2自転車」、自動車は「3バイク」・「4自動車」・「5他家の自動車に同乗」、鉄道は公共交通機関として「6鉄道」・「7バス」・「8タクシー」とした。

徒歩避難における密度・速度の関係式

- 歩行速度と密度の関係式はいくつか提案されているが、本検討では、密度増加による歩行速度低下を表現できる線形モデルを採用する。(表1)
- 線形モデルは対象者の種類毎にパラメーターが提案されている。本検討では、全員が同じ目的で行動する避難時の状況に近いと考えられる、「通勤者」を対象としたフルーイン式を採用する。(表2)

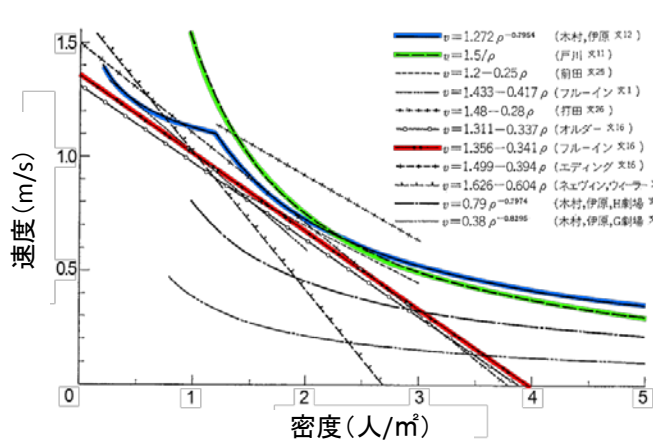


図1 水平な通路における群集密度と歩行速度

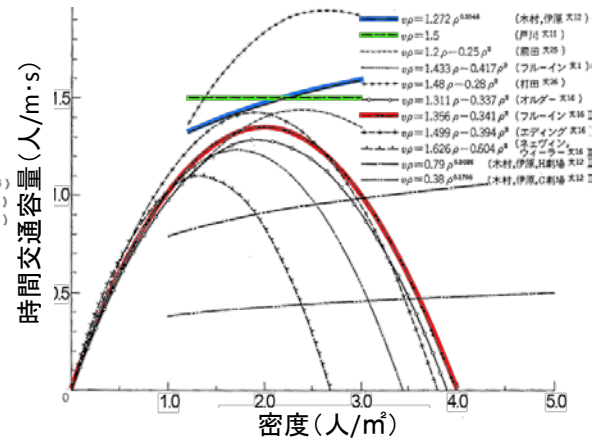


図2 水平な通路における群集の流動量

表1 歩行速度～群集密度モデルの特徴

モデル	概要
①べき乗モデル (木村・伊原式)	<ul style="list-style-type: none"> ● 駅周辺における群集移動の観測結果によるべき乗式。 ● 流動量 $Q = V \cdot \rho$ は単純増加関数で、密度 ρ が大きいほど大きくなる。
②反比例モデル (戸川式)	<ul style="list-style-type: none"> ● 通勤群集(電車の出入口、オフィスのエレベーター等)、一般群集(百貨店の出入口、映画館の出口等)の観測結果による反比例式。 ● 流動量 $Q = V \cdot \rho$ は、密度 ρ によらず一定となる。
③線形モデル (フルーイン式等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 通勤群集の移動の観測結果による線形式。 ● 流動量は、密度を説明変数とする二次関数となり、密度増加による歩行速度低下を表現できる。

表2 線形モデルの特徴

線形モデル	概要
フルーイン式	● バスターミナルの 通勤者 を対象とした観測値に基づく式
打田式	● 電車駅の乗降場(階段含む)の利用者を対象とした観測値に基づく式
オーダー	● 買物客を対象とした観測値に基づく式
エディング	● 工場施設・スポーツ行事・商店街等の歩行者を対象とした観測値に基づく式
ネヴィン、ウィラー	● 大学構内の学生を対象とした観測値に基づく式

自動車避難における通過交通の設定

避難時間の算出手順

- 各ボトルネック箇所での通過交通(外外交通・内外交通)の総量は、平常時における各ボトルネック箇所での江東5区内から5区外へと出る方向の交通量を避難時間あたりに換算したものとなる。
- 一方で、避難時間は非避難者による通過交通を設定しないと算出できない。そこで、仮の避難時間を設定して、通過交通を算出し、その通過交通をもとに、避難時間算出→通過交通算出→避難時間算出→…と、収束計算を実施することが必要となる。
- まず、平成22年度道路交通センサスの昼間12時間自動車類交通量(下表②)において、各ボトルネック箇所を含む区間の交通量を抽出し、それを半分にしたものを12時間で除して、時間あたりの通過交通(下表③)を算出する。
- ここで、仮の避難時間(下表④)を設定し、時間あたりの通過交通に仮避難時間を乗じることで、各ボトルネックにおける通過交通の総量を算出する。
- 避難交通(下表①)に通過交通を加え総交通量を算定し(下表⑤)、これを交通容量(下表⑥)で除して避難時間を算出する(下表⑦)。
- 算出した避難時間で通過交通の総量を再度設定し、上記を繰り返して避難時間の収束計算を実施する(下表⑧)。

避難時間の算出手順(①→⑧)

ボトルネック箇所	①避難交通(要避難区域内の人口より算定)	②普段の交通量(H22道路交通センサス/昼間12時間自動車類交通量)	③時間あたりの通過交通(②÷12×0.5)	④仮避難時間(通過交通算定用に仮設定)	⑤総交通量(①+③×④)	⑥時間交通容量(渋滞時の速度・車間距離・車線数から設定)	⑦避難時間(⑤÷⑥)
A橋	10,000台	20,000台/12時間	833台/hr	10hr	18,330台	2,000台/hr	9.2hr
B橋	9,000台	10,000台/12時間	416台/hr	10hr	13,160台	1800台/hr	7.3hr
C橋	7,000台	10,000台/12時間	416台/hr	10hr	11,160台	1500台/hr	7.4hr
.....

⑧収束計算

鉄道避難における乗車定員・乗車率の設定

路線別・方面別の1日あたり乗車定員の設定

路線別着時間帯別駅間輸送定員表は駅間を通過することができる定員を示しており、各駅停車や急行・快速等の区別が為されていない路線については、急行等が停車しない駅であっても急行等の定員を含んだ値となっている。これを各駅停車と急行等とに配分するにあたっては、次の方法を採用した。

- ①各駅の各駅停車と急行等の運行本数の比を算出する。
- ②一般的に各駅停車の車両数はその他と比較し編成数が少ないため、各駅停車とその他の編成数の比は2:3と仮定する。
- ③運行本数の比①と、車両編成の比②を乗じ、その比によって各駅停車と急行等に乗車定員を配分した。

路線別着時間帯別駅間輸送定員表(出典:第11回大都市交通センサス)

路線別着時間帯別駅間輸送定員表		単位:人												
事業者名	路線名	方向	発駅名	着駅名	6:59	7:00~7:29	7:30~7:59	8:00~8:29	8:30~8:59	9:00~9:29	9:30~9:59	10:00~10:59	11:00~12:59	
避難対象地域外	半蔵門線	下り	渋谷	表参道	22,704	14,240	18,512	18,888	19,888	17,088	11,882	18,512	94,178	
			表参道	香山一丁目	22,704	12,816	18,512	18,888	19,888	18,512	9,888	18,512	94,178	
			香山一丁目	永田町	21,980	18,016	18,512	18,888	19,888	18,512	19,888	11,882	18,512	94,178
			永田町	半蔵門	21,980	12,816	18,512	18,888	19,888	18,512	9,888	18,512	94,178	
			半蔵門	九段下	21,980	12,816	18,512	18,888	19,888	18,512	14,240	11,882	18,512	94,178
			九段下	神保町	21,980	11,882	12,816	18,888	19,888	18,512	14,240	11,882	18,512	94,178
			神保町	大手町	19,888	12,816	12,816	19,888	19,888	18,512	14,240	12,816	18,512	94,178
			大手町	二越前	19,888	11,882	11,882	19,888	19,888	18,512	14,240	12,816	18,512	94,178
			二越前	水天宮前	19,888	9,888	12,816	18,512	19,888	18,512	15,884	12,816	18,512	94,178
			水天宮前	清澄白河	18,512	9,888	12,816	18,512	17,088	12,816	19,888	18,512	94,178	
江東5区避難対象地域			清澄白河	住吉	17,088	8,544	8,544	11,882	14,240	14,240	8,544	14,240	94,178	
			住吉	錦糸町	17,088	7,120	8,544	11,882	14,240	14,240	8,544	14,240	94,178	
			錦糸町	押上	17,088	7,120	7,120	11,882	14,240	14,240	9,888	14,240	94,178	
			押上											

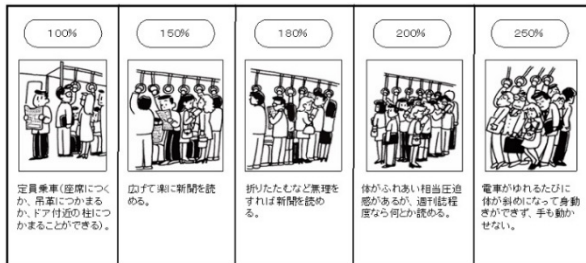
主要区間の終日の平均編成両(出典:平成25年度版都市交通年報)

路線		終日の平均編成両数(H23)
総武線	緩行(錦糸町⇒両国)	10
	快速(新小岩⇒錦糸町)	12.5
常磐線	緩行(亀有⇒綾瀬)	10
	快速(松戸⇒北千住)	14.2

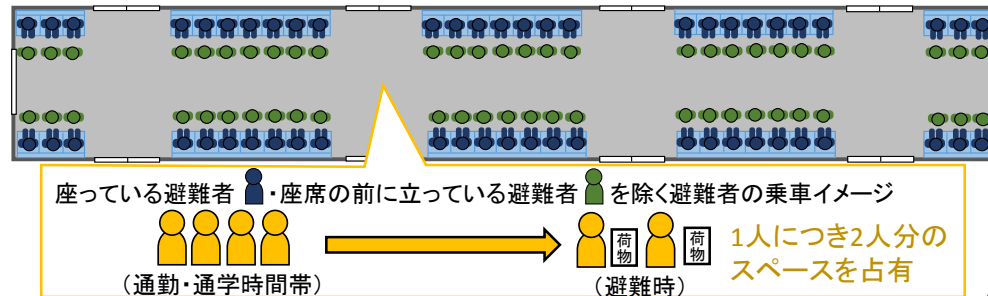
駅ごとに時間帯別の輸送力を集計し、1日の輸送力を算定

乗車率の設定

- ▶ 通勤・通学時間帯のピーク乗車率である200%を参考に、大量の荷物を持った避難者が乗車した場合の乗車率を設定する。(東京圏における主要区間の混雑率(H27国土交通省)の最大値は、東西線と総武線の江東5区内の区間であり、ともに混雑率が199%である。)
- ▶ 輸送定員153名(座席54)席の車両を想定(例:東京メトロ東西線05系new)した場合、乗車率200%では1車両に306名が乗車することとなる。
- ▶ 座っている避難者54名(●)は、膝の上に荷物を置く。
- ▶ 座席の前に立っている避難者54名(■)は、網棚の上に荷物を置く。
- ▶ 残り198名が乗車できるはずであるが、荷物の影響で1人につき2人分のスペースを占有すると仮定すると、198名から99名に減少する。
- ▶ この場合、輸送定員の153名に対し乗車人数は207名となり、乗車率は135%となる。(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%にした)



混雑度の目安(出典:国土交通省鉄道局HP)



鉄道避難における通過交通・乗車時間の設定

非避難者の通過交通の考慮

- 非避難者の通過交通は以下の式のように考慮し、路線に急行等がある場合には急行等に全ての通過交通が乗車することとした。
- 自動車避難においては、江東5区外から来た非避難者は江東5区内からの避難者といっしょになってボトルネック箇所である橋梁等に進入するため、収束計算が必要となる。一方で、鉄道避難においては、江東5区外から来た非避難者は降車することなく江東5区を通過することができ、非避難者は避難時の混雑状況にかかわらず移動することができる。そこで、平常時の1日あたりの通過交通から単純に時間あたりに変換する(厳密には内外交通については自動車避難と同様の収束計算が必要となるが、鉄道の通過交通においては外外交通が支配的であるため、平常時の交通量から一律に時間あたりの通過交通を設定した)。

非避難者による時間あたりの通過交通(人/h)

= 駅・路線・方面別の1日あたりの通過人数(人/日)

× 非避難者による鉄道の通過交通の比率

÷ 18 (1日あたり営業時間)

駅別1日あたりの通過人数(出典 第11回大都市交通センサス 駅別発着・駅間通過人員表)

駅名	発着			通過			降車			乗車			合計			
	乗車	降車	通過	乗車	降車	通過	乗車	降車	通過	乗車	降車	通過	乗車	降車	通過	
品川	144,810	0	144,810	0	144,810	144,810	76,455	0	76,455	0	86,826	86,826	221,895	0	221,895	
品川西	22,250	0	22,250	0	22,250	180,714	17,469	16,790	77,212	14,119	27,890	89,797	99,718	59,105	207,923	
品川一丁目	4,844	0	4,844	0	4,844	126,211	8,383	8,184	80,381	7,888	8,409	78,249	13,287	14,433	206,889	
品川西	9,537	0	9,537	0	9,537	109,898	9,799	21,194	88,096	9,791	59,228	19,246	52,408	172,220	51,430	189,259
品川西	12,208	0	12,208	0	12,208	108,815	10,562	19,802	88,584	8,988	10,456	61,488	22,870	17,431	177,427	
品川西	11,144	0	11,144	0	11,144	78,498	10,563	26,759	52,866	23,929	9,790	47,886	21,707	89,326	139,855	
品川西	7,777	0	7,777	0	7,777	71,206	10,222	13,839	45,848	12,015	7,337	45,208	17,889	28,898	119,887	
品川西	16,758	0	16,758	0	16,758	84,792	20,747	16,898	58,000	14,762	18,894	47,140	37,009	29,576	117,782	
品川西	6,693	0	6,693	0	6,693	69,849	6,926	11,196	45,699	11,782	6,869	42,344	11,909	22,966	107,238	
品川西	4,578	0	4,578	0	4,578	54,272	4,069	15,872	37,088	15,609	3,949	30,592	9,645	24,822	91,954	
品川西	7,503	0	7,503	0	7,503	52,620	3,849	7,180	39,877	6,888	8,847	27,571	11,582	16,385	86,501	
品川西	3,934	0	3,934	0	3,934	51,981	2,994	6,989	29,982	5,878	2,992	24,597	8,829	11,590	81,741	
品川西	9,509	0	9,509	0	9,509	42,009	9,509	42,009	9,477	19,996	18,009	4,697	14,989	94,722	82,006	
品川西	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,004	82,004	
品川西	259,811	0	259,811	0	259,811	259,811	187,810	187,810	170,515	170,515	170,515	446,829	446,829	429,826	429,826	

パーソナルトリップ調査において、全交通のうち、到着点が江東5区外のトリップの割合の半分として設定(資料3のP7参照)

駅ごとと方向ごとに、通過する利用者を集計

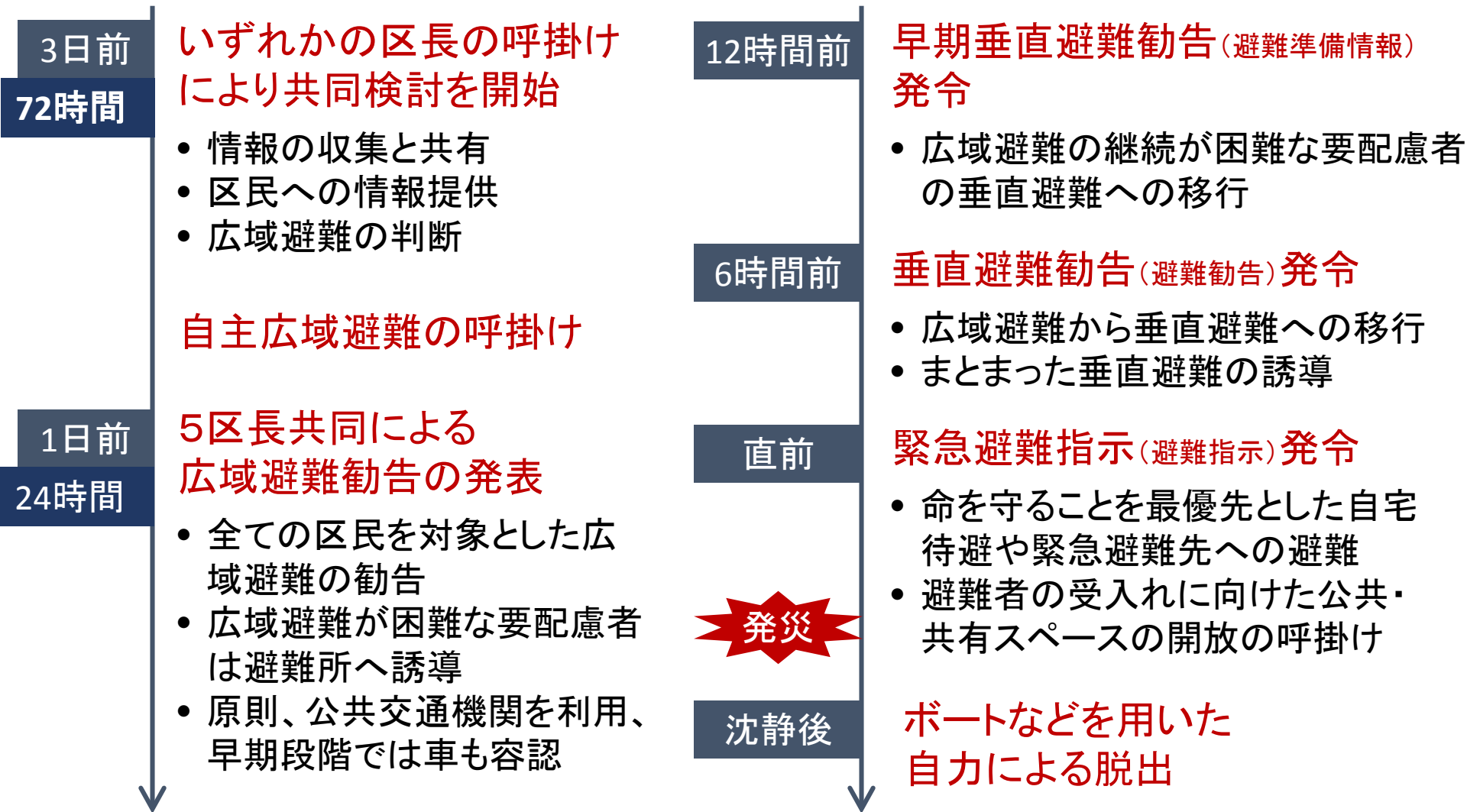
乗車時間の設定

- 避難対象地域の各駅から、最寄りの浸水範囲外縁駅までの乗車時間は、域外避難時のダイヤ・時間帯によって異なる。
- そこで、各駅から浸水範囲外縁駅までの営業キロを、駅での停車の時間も踏まえた表定速度で割ることにより、乗車時間の代表値を設定した。
- また、表定速度は、各路線・方向で個別に設定することも可能であるが、駅での乗降混雑による遅延等も考慮し、公表されている首都圏主要路線の表定速度を参考としつつ、下限側の値として全路線・方向で一律に30km/hと仮定した。

路線	ピーク1時間あたり	
	運行本数(本/h)	ピーク時速達列車表定速度(km/h)
東海道線	19	64.3
東北線・高崎線	20	57.3
常磐線	19	56.1
総武線	19	53.5
東武伊勢崎線	19	52.2
中央線	30	46.6
北総線	11	71.4
つくばエクスプレス	22	56.8
西武池袋線	24	53.5
京成本線	18	49.2
京急本線	27	48.4
東武東上線	24	45.8
西武新宿線	26	43.6
小田急線	29	39.3
東西線	27	38.9
東急東横線	24	40.3
東急田園都市線	29	38.1
京王線	30	32.6

主要路線の表定速度(出典 速達性の向上の現状と今後の取組のあり方について(国土交通省))

大規模水害を対象とした災害時の対応



洪水予報河川における避難勧告等の発令基準例

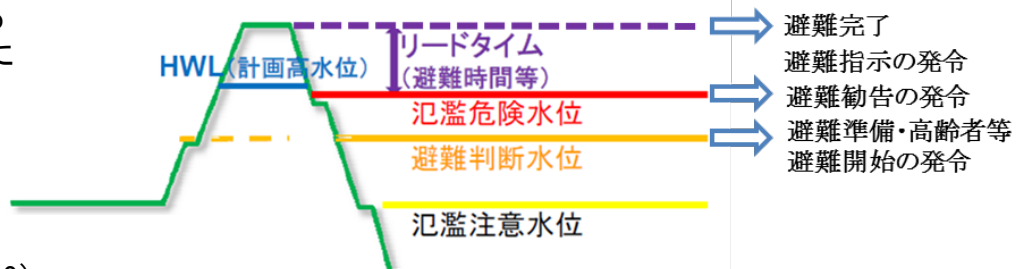
※避難勧告等に関するガイドライン②(発令基準・防災体制編)より抜粋

洪水氾濫における避難勧告等の発令基準について

【洪水予報河川の場合】(P12)

洪水予報河川については、洪水のおそれがあると認められるときは、国・都道府県が水位等を示して警戒を呼びかけることになっている。具体的には、河川の主要な水位観測所毎に国・都道府県が設定した氾濫危険水位、避難判断水位等に到達したとき、または到達する見込みのときに水位情報が提供されるため、これを判断基準とする。

洪水予報河川における「避難判断の目安となる水位」



▶洪水予報河川における避難勧告等の発令基準の設定例(P26)

避難準備・高齢者等避難開始	避難勧告	避難指示(緊急)
1: 指定河川洪水予報により、A川のB水位観測所の水位が避難判断水位である〇〇mに到達したと発表され、かつ、水位予測において引き続きの水位上昇が見込まれている場合 2: 指定河川洪水予報の水位予測により、A川のB水位観測所の水位が氾濫危険水位に到達することが予想される場合(急激な水位上昇による氾濫のおそれのある場合)	1: 指定河川洪水予報により、A川のB水位観測所の水位が氾濫危険水位である〇〇mに到達したと発表された場合(又は当該市町村・区域の危険水位に相当する〇〇mに到達したと確認された場合) 2: 指定河川洪水予報の水位予測により、A川のB水位観測所の水位が堤防天端高(又は背後地盤高)を越えることが予想される場合(急激な水位上昇による氾濫のおそれのある場合)	1: 決壊や越水・溢水が発生した場合 2: A川のB水位観測所の水位が、氾濫危険水位である(又は当該市町村・区域の危険水位に相当する)〇〇mを越えた状態で、指定河川洪水予報の水位予測により、堤防天端高(又は背後地盤高)である〇〇mに到達するおそれが高い場合(越水・溢水のおそれのある場合)

【水位上昇の見込みの把握について】(P12)

洪水予報河川については、雨量の実況値と予測値、流域形態、地質等によって異なる流出・流下過程を勘案し、さらにダム等の貯留施設の運用も考慮した上で、水位予測が提供されるため、これを活用して、その後の水位上昇の見込みを把握し、発令の判断材料とする(水位予測は3時間程度先までであることが多い)。

▶洪水予報での水位予測の提供例

(H27.9.10 0時15分発表 鬼怒川洪水予報第3号)

(雨量)

多いところで1時間に80ミリの雨が降っています。
この雨は当分この状態が続くでしょう。

流域	07日23時40分～09日23時40分までの流域平均雨量	09日23時40分～10日02時40分までの流域平均雨量の見込み
鬼怒川流域	272ミリ	30ミリ

(水位)

鬼怒川の水位観測所における水位は次の通りと見込まれます。

観測所名	水位危険度				
	水位(m)又は流量(m ³ /s)	レベル1 水防団待機	レベル2 はん濫注意	レベル3 避難判断	レベル4 はん濫危険
佐貫(下) 水位観測所 (塩谷郡塩谷町)	09日23時30分の状況	2.08			
	10日00時00分の予測	***			
	10日01時00分の予測	***			
	10日02時00分の予測	***			
石井(右) 水位観測所 (宇都宮市)	09日23時30分の状況	2.26			
	10日00時00分の予測	2.16			
	10日01時00分の予測	2.51			
	10日02時00分の予測	2.61			
川島 水位観測所 (筑西市)	09日23時30分の状況	2.59			
	10日00時00分の予測	2.85			
	10日01時00分の予測	3.28			
	10日02時00分の予測	3.57			
鬼怒川水海道 水位観測所 (常陸市)	09日23時30分の状況	-0.01			
	10日00時00分の予測	1.10			
	10日01時00分の予測	2.49			
	10日02時00分の予測	3.54			

【参考:特別警報の考え方について】(P14)

特別警報については、避難勧告等の具体的な発令判断材料としては用いることは適切ではない。雨量を基準とする大雨特別警報(浸水害)については、それが発表された時には、既に避難勧告等が発令されていることが想定され、適切な区域に発令されているか等、実施すべき措置がとられているかを再確認することに活用する。台風等を要因とする大雨等の各特別警報については、台風の気圧と最大風速を基準に、台風の接近している段階で、対象となる地域における大雨警報、暴風警報、高潮警報、波浪警報が特別警報として発表される。発表時点では各河川の水位や雨量が避難勧告等の基準に達していない場合が多いと想定されるため、暴風等により避難が困難となることを想定して、早めの避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告の発令を検討する。

避難勧告等における関係機関からの協力・助言

※避難勧告等に関するガイドライン②(発令基準・防災体制編)より抜粋

判断基準の設定にあたっての関係機関の協力・助言(P8)

気象、河川、土壌等がどのような状況となった場合に危険と判断されるかは、降雨や水位等の状況に加え、災害を防止するための施設整備の状況によって異なる。これらの施設の管理者は国や都道府県である場合が多く、また、施設の管理者は、施設計画を策定するにあたって、過去の災害における降雨量や水位等のデータを保有している。

災害対策基本法では、市町村は国・都道府県等に対し、資料又は情報の提供、意見の表明その他必要な協力を求めることができることとされていることから、避難勧告等の判断基準を設定する際は、これらの機関の協力・助言を積極的に求める必要がある。

▶ 協力・助言を求めることのできる対象機関（以下「専門機関」という。）

【洪水】 一級河川指定区間外の区間 国土交通省河川事務所等

【気象、高潮、地震・津波の警報等に関する事】管区・地方气象台等

避難勧告等の発令時における助言(P45)

災害対策基本法では、避難勧告等を発令しようとする場合において、必要があれば、市町村長は、指定地方行政機関の長や都道府県知事に対して、助言を求めることができるとされている。これらの者は、リアルタイムのデータを保有しており、地域における各種災害の専門的知見を有していることから、状況に応じて、河川堤防の状況や今後の水位や降雨の見通し、災害により危険が生じることが予想される区域、避難勧告の発令のタイミング等について、助言を求めることは有効である。

このため、災害時にこの規定に基づく対応が円滑かつ迅速に実行できるように、市町村は平常時から国の関係機関や都道府県と連絡を密にとり、いざという時に的確に運用できる体制を構築するべきである。

また、これらの機関からは、市町村長からの求めの有無にかかわらず、必要に応じてその専門的知見から能動的な情報提供がなされる場合があるので、これも判断の参考にする必要がある。

災害対策基本法

(関係行政機関等に対する協力要求)

第二十一条 都道府県防災会議及び市町村防災会議は、その所掌事務を遂行するため必要があると認めるときは、関係行政機関の長及び関係地方行政機関の長、地方公共団体の長その他の執行機関、指定公共機関及び指定地方公共機関並びにその他の関係者に対し、資料又は情報の提供、意見の表明その他必要な協力を求めることができる。

(指定行政機関の長等による助言)

第六十一条の二 市町村長は、第六十条第一項の規定により避難のための立退きを勧告し、若しくは指示し、又は同条第三項の規定により屋内での待避等の安全確保措置を指示しようとする場合において、必要があると認めるときは、指定行政機関の長若しくは指定地方行政機関の長又は都道府県知事に対し、当該勧告又は指示に関する事項について、助言を求めることができる。この場合において、助言を求められた指定行政機関の長若しくは指定地方行政機関の長又は都道府県知事は、その所掌事務に関し、必要な助言をするものとする。