

港湾における避難行動と津波避難シミュレーションの活用



国土技術政策総合研究所
沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室
主任研究官 熊谷兼太郎

東北地方太平洋沖地震津波の避難行動

(被災地全体を対象にした調査の結果)

	国土交通省住宅局*1	内閣府・消防庁・気象庁*2
対象	青森～千葉県の 5,524人*3	岩手・宮城・福島県の 870人
時期	2011年9～12月	2011年7月
65歳以上率	-	43 %*4
グループ歩行率	-	75 %
避難開始時間	「14:55～15:00」が最多 (地震発生後9～14分後)	-
徒歩避難者の避難距離	423 m	450 m*5
// 避難速度	0.62 m/s	-
// 避難所要時間	11.6 分	「10分以下」が最多
徒歩避難率	42.9 %	39 %

*1 国土交通省都市局街路交通施設課: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(改訂版), 136p, 2012年12月.

*2 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第7回会合, 資料1及び参考資料1, 2011年8月16日.

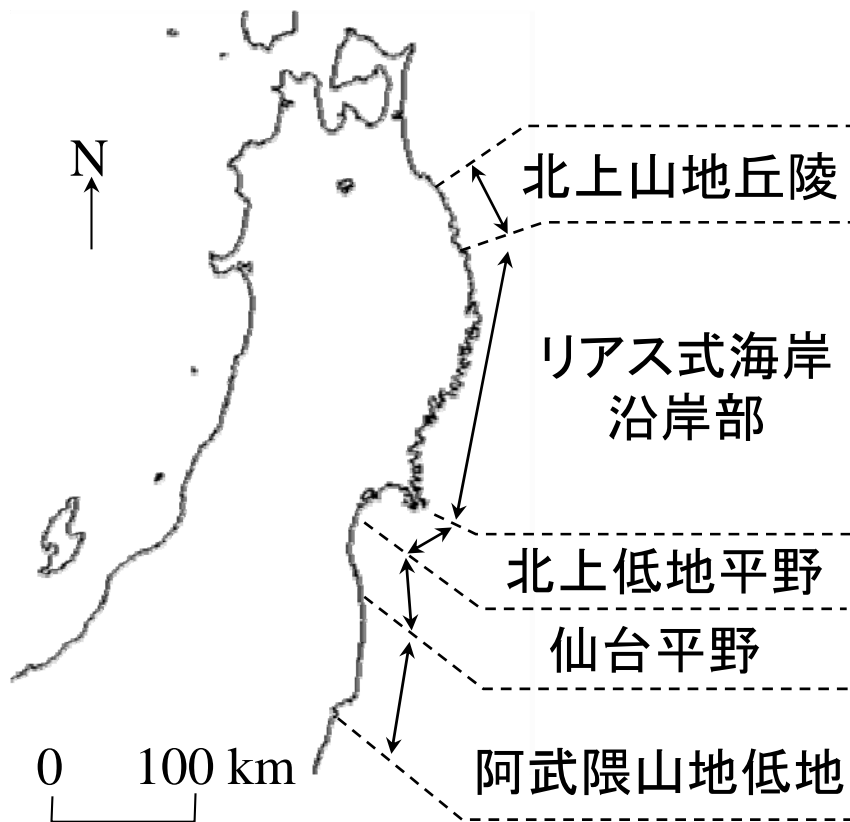
*3 調査対象の全体の10,603人のうち, 津波到達前に避難した避難を開始した人が対象.

*4 「60代」との回答(27%)のうち, 65～69歳が半分(13.5%)を占めると仮定し推定した

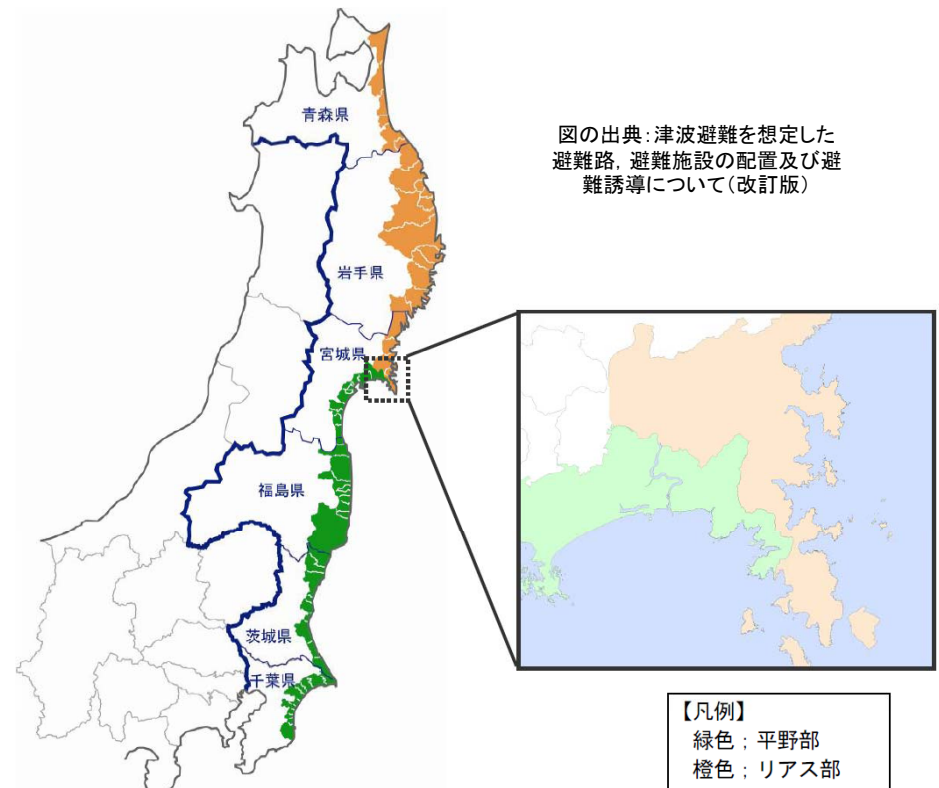
*5 この欄の数値のみ*2の専門調査会第9回会合の資料2(追加調査結果, 2011年9月10日)が出典. 50m単位の概数値である.

被災地の地形区分

鈴木・林による区分*1



国土交通省都市局による区分*2



図の出典：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(改訂版)

図3 対象地域と地域の分類

*1 鈴木進吾・林春男：東北地方太平洋沖地震津波の人的被害に関する地域間比較による主要原因分析，地域安全学会論文集，No.15，pp.179-188，2011.

*2 国土交通省都市局街路交通施設課：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(改訂版)，136p，2012年12月.

釜石市の避難行動

	釜石港湾事務所・釜石市 ^{*1}	国土交通省 都市局 ^{*2}	群馬大学 ・釜石市 ^{*3}	NPO法人環境防災 総合政策研究機構・ 東洋大学 ^{*4}
対象	431人	297人	6,854人	113人
時期	2011年5～6月	2011年9～12月	2011年11～12月	2011年4月
65歳以上率	18.0 %	52.1 % ^{*6}	38.2 % ^{*6}	-
グループ歩行率	84.8 % ^{*7}	66.7 %	-	-
避難開始時間	14.3分後 ^{*5}	10.8分後	-	14.0分後
徒歩避難者の 避難距離	-	393 m ^{*8}	-	-
// 避難速度	-	0.54 m/s ^{*8}	-	-
// 避難所要時間	6.1分 ^{*9}	12.2分 ^{*8}	-	-
徒歩避難率	68.5 %	68.6 %	64.2 %	64.8 %

*1 国土交通省東北地方整備局釜石港湾事務所と釜石市が実施したアンケート調査の結果である。

*2 調査対象の全体10,603人のうち、「被災当日に釜石市の被災エリアにいたか、または出先等から釜石市の被災エリアに移動した」297人のデータの分析を行った。

*3 3.11東日本大震災市民アンケート調査結果、釜石市ホームページ、2012年4月19日時点。

*4 NPO法人環境防災総合政策研究機構：東北地方・太平洋沖地震、津波に関するアンケート調査分析速報、CEMI環境・防災研究所自主研究報告、2011年5月7日。

*5 逃げ遅れ・不明の8人を除く。*6 アンケート票選択枝が10歳刻みのため、「60代」の回答のうち半数を65歳以上と仮定。

*7 不明の40人を除く。

*8 調査対象の全体297人のうち、避難経路情報があり地震発生時に釜石市中心部に所在して徒歩で避難した24人から到着時刻不明の2人を除いた22人の平均値。

*9 不明(3名)を除くとともに、地震発生から大規模な浸水が発生するまでの時間が約45分程度であることを考慮して60分超(4名)を除いた。

釜石市中心部の主要町名と浸水範囲*



背景写真の出典: 国土地理院

*浸水範囲は「東日本大震災津波詳細地図 上巻」(原口強・岩松暉, 古今書院, 2011)を参考に描画した

沿岸部の避難行動（徒歩避難者）

	回答票 No.	年齢	在宅・就 労状況	避難開 始まで (分後)	避難前 の 行動	情報入手先	出発地	目的地	推定 距離 (m)	所要 時間 (分)	同行者 (人)	備考
1	122	59	自宅(店舗)	15	安否確認	自己判断	港町	港湾事務所	270	5	1	
2	124	70	自宅	3	-	自己判断	〃	港湾事務所	370	10	2	
3	133	77	外出	0	-	自己判断	〃	港湾事務所	420	15	1	
4	316	53	職場	15	-	ラジオ	〃	港湾事務所	200	5	6	避難してから車のために 戻り津波に遭遇
5	314	22	自宅	15	-	防災無線	〃	グランドホテル	50	1	3	
6	320	54	職場	15	-	ラジオ・防災無線	〃	グランドホテル	50	1	3	
7	412	41	職場	15	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	2	14	
8	414	43	職場	8	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	2	15	上司指示で避難
9	416	35	職場	8	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	2	15	上司指示で避難
10	417	25	職場	8	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	2	15	上司指示で避難
11	418	67	職場	5	-	ラジオ・防災無線	〃	グランドホテル	180	3	14	
12	422	32	職場	8	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	3	14	
13	423	58	職場	25	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	3	13	
14	426	55	職場	25	-	防災無線	〃	グランドホテル	180	5	13	
15	413	37	職場	25	陸間操作	防災無線	〃	グランドホテル	290	3	15	上司指示で避難
16	425	49	職場	25	-	防災無線	〃	グランドホテル	290	5	5	
17	429	51	職場	25	-	周囲の人	〃	グランドホテル	290	5	13	
18	238	59	職場	15	-	津波目撃	〃	グリーンセンター	100	3	11	
19	138	68	職場	5	-	自己判断	〃	仙寿院	950	10	0	
20	310	27	職場	15	-	防災無線	〃	小川町	-	-	3	
平均				13.8					248	4.5		平均避難速度0.92m/s

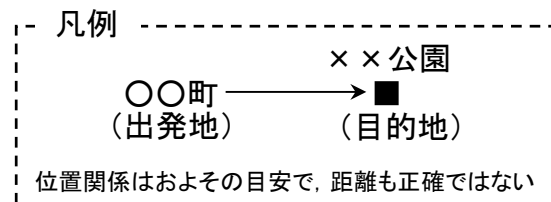
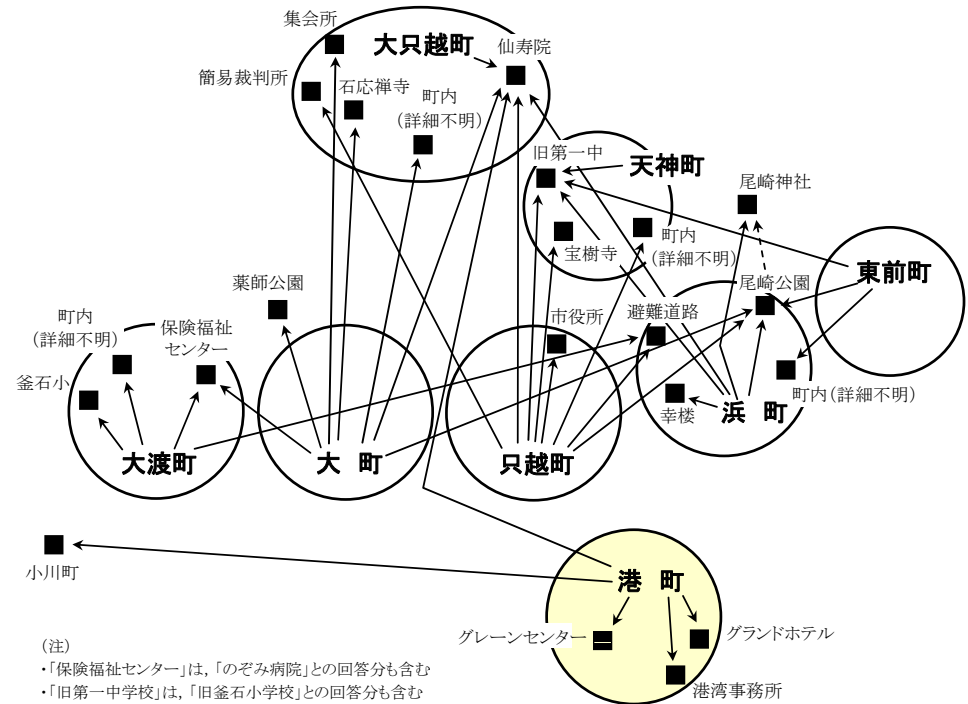
「市全体の避難行動」と「沿岸部の避難行動」の比較

(徒歩避難者について)

注:この表中に挙げた数値は、調査対象者の偏りなどについて考慮していないため、あくまで参考である。

	釜石港湾事務所・釜石市 (港町)	釜石港湾事務所・釜石市 (市全体)	国土交通省 都市局 (市全体)
対象	20人	431人	297人
時期	2011年5～6月	2011年5～6月	2011年9～12月
65歳以上率	20.0 %	18.0 %	52.1 %
グループ歩行率	95.0 %	84.8 %	66.7 %
避難開始時間	13.8分後	14.3分後	10.8分後
徒歩避難者の 避難距離	248 m	-	393 m
〃 避難速度	0.92 m/s	-	0.54 m/s
〃 避難所要時間	4.5分	6.1分	12.2分
徒歩避難率	50.0 %	68.5 %	68.6 %

(再掲) (再掲)



徒歩避難者の出発地と目的地*

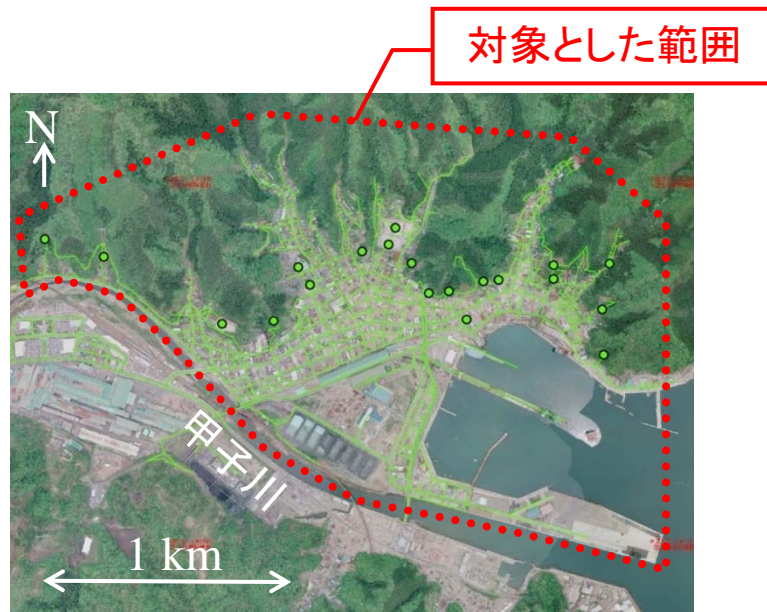
*釜石港湾事務所・釜石市のアンケート結果を釜石港湾事務所より提供を受け、国土技術政策総合研究所が整理・作成したものである

津波避難シミュレーション

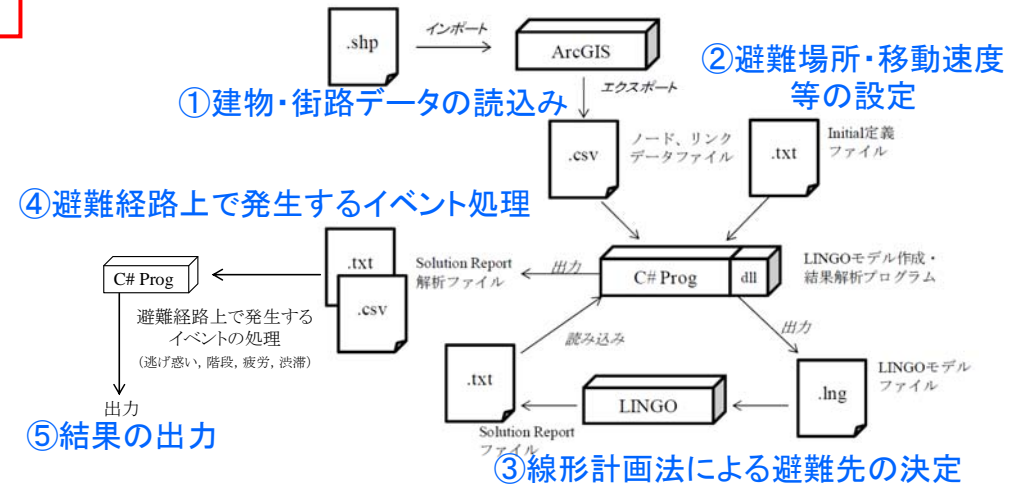
(東北地方太平洋沖地震津波の避難行動の再現性検証)

目的	津波避難シミュレーションの適用性の検証 (東日本大震災の避難行動をシミュレーションでどこまで再現できるか?)
対象	リアス式海岸沿岸部の市街地*1 (東西約2km×南北1.5km, 昼間人口約4,700人, 建物2,690棟, 街路1,094個)
方法	1) アンケート・現地調査の結果をもとにした入力パラメータの決定 2) 避難シミュレーションによる再現計算 3) 比較・検証
備考	津波避難シミュレーションシステム「NILIM-TES2」*2を利用

*1 土木計画学研究発表会, 2013. *2 国土技術政策総合研究所資料No.675(2012)を一部改良している。



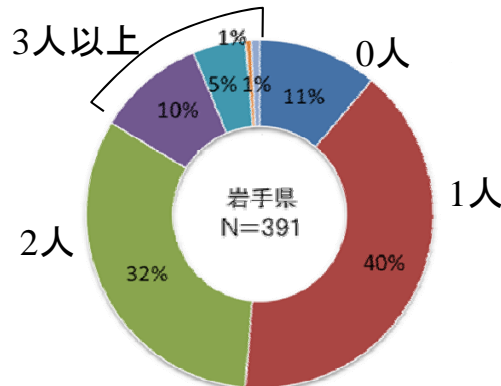
背景写真の出典: 国土地理院



NILIM-TES2の構造

避難者の初期配置と歩行速度

地震が起きたときに
自宅にいた人数



<初期配置のルール>

- 1) 小規模建物には1人または2人を配置
- 2) 大規模建物に残りの昼間人口を等分配置

<配置結果>

小規模建物(1人配置): 1,332
 " (2人配置): 1,329
 大規模建物(25人配置): 29

図の出典: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 第7回会合, 参考資料1, 2011年8月16日.

	アンケート① (市全体)	アンケート② (市全体)
対象	431人	297人
時期	2011年5~6月	2011年9~12月
65歳以上率	18.0%	52.1%
グループ歩行率	84.8%	66.7%
避難開始時間	14.3分後	10.8分後
徒歩避難者の 避難距離	-	393 m
" 避難速度	-	0.54 m/s
" 避難所要時間	6.1分	12.2分
徒歩避難率	68.5%	68.6%

平均値

→ 35%
→ 75%

<歩行速度のルール>

- 1) アンケート結果から,
 ①グループ歩行者
 ②65歳未満単独歩行者
 ③65歳以上単独歩行者
 の人数比を推定

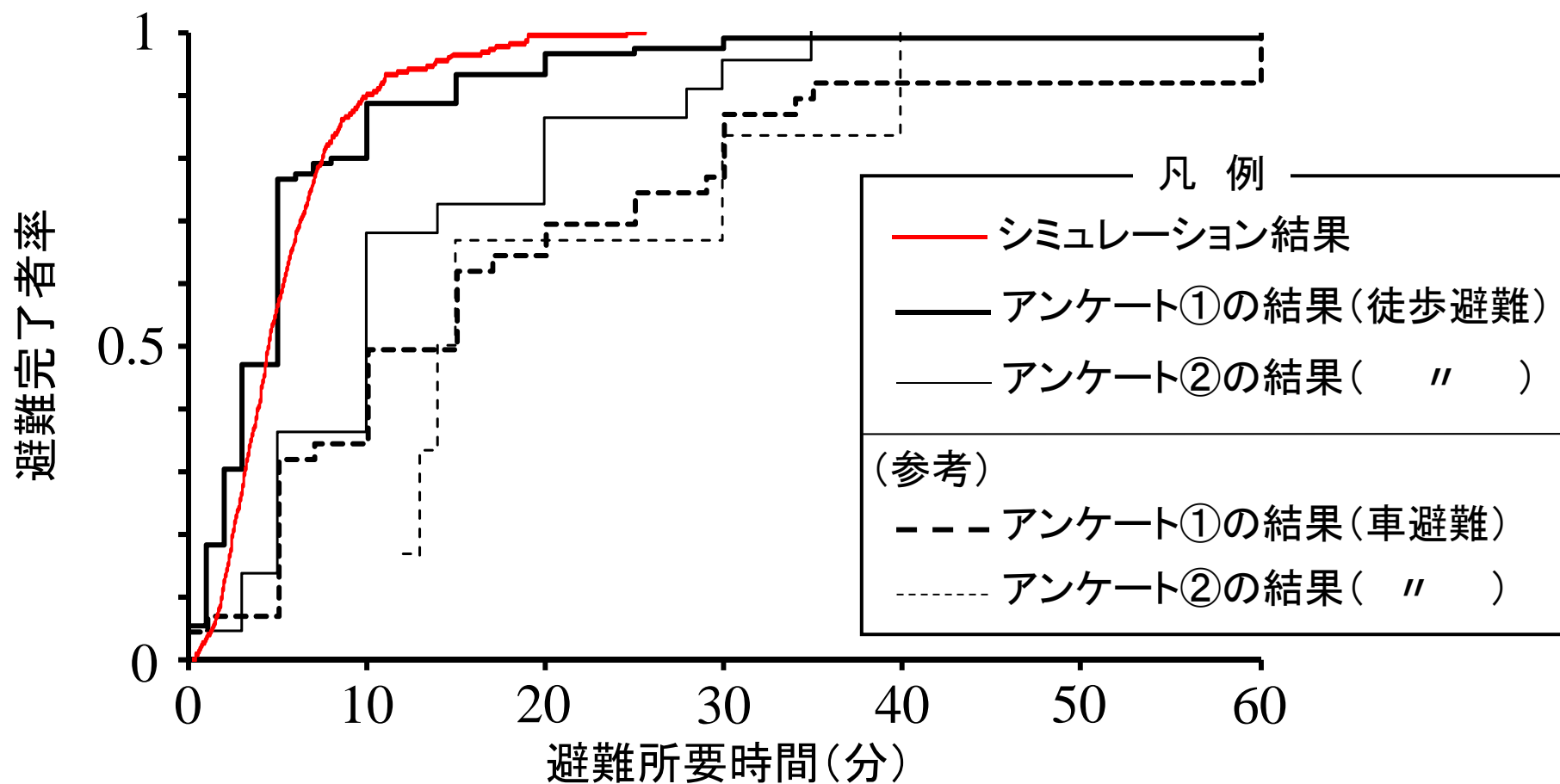
- 2) 既往研究より歩行速度*を設定

避難者の75% 0.88 m/s (=①)
 " 16% 1.30 m/s (=②)
 " 9% 1.20 m/s (=③)
 (単純平均0.98 m/s) 9

* 「建築人間工学事典」(日本建築学会編, 彰国社, 1999), 「加齢に伴う歩行速度の変化」(山本ら, 金沢大学教育学部教科教育研究, 第32号, pp.13-18, 1994)等より設定.

シミュレーション結果

(シミュレーションによる東北地方太平洋地震津波の避難行動の再現性)



ガイドラインの検討にあたって考慮が必要な事項(私稿)

- 対象者の明確化
- 避難に係る既存の体系(例:消防庁・津波避難対策推進マニュアル検討報告書改訂版)との関係の整理
- 「港湾の避難対策」に求められる特性の把握(一般的な避難対策と比較してどの点が特殊なのか)
- 東日本大震災の避難行動に関する知見の適用範囲の把握(そのまま南海トラフ地域, 千島海溝地域等に適用できるか)

注:ここに挙げた事項はあくまで委員会における議論のための例であり、政策決定において考慮する項目を具体的に示すものではありません。

東日本大震災の避難行動に関する知見の適用範囲

(そのまま南海トラフ地域, 千島海溝地域等に適用できるか)

地域間で違いが想定される事項(例)		影響が及ぶ主な事項
ハザードと それに影響する事項	第一波の到達時間	避難開始時間
	想定される津波高さ	避難ビルの要求性能
	海岸と背後の地形	避難場所の配置
避難者に関する事項	65歳以上人口の比率	避難速度
	家族・地域との紐帯の強さ	単独・集団避難率
	日常生活での車依存度	車避難率
	人口密度(昼間・夜間)	避難場所の配置
		避難速度
津波リテラシーの水準	避難開始時間	
社会的環境に関する 事項	土地利用 (市街地・一次産業・二次産業の別)	単独・集団避難率
	資産の集積度	構造物による防護水準の上限値
	津波観測網の整備状況 (リアルタイムモニタリング可能性)	避難開始時間