

広域避難計画における 災害時要援護性の適用に関する考察

中山 雄貴¹・秀島 栄三²

¹非会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科修士課程(〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail:cke18541@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科教授(〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: hideshow.eizo@nitech.ac.jp

広域避難を効率的に行うには災害時に支援を要する者の避難に目を向ける必要がある。全国の自治体では災害時要援護者名簿の作成や避難支援の取り組み方針を策定しようとしているが、一般的な災害時要援護者という捉え方では支援を要する者を正確に捉えることができていない。本研究では、支援を要する状況に着目し、いくつかの要件を「災害時要援護性」と呼ぶこととする。そして広域避難計画の事例を対象として従前の災害時要援護者の考え方と本研究で定義する災害時要援護性に基づく広域避難者の所要時間を比較考察し、災害時要援護性の考え方を所要時間に反映させることが広域避難を効率化に寄与することを示す。準備時間に差が生じるという災害時要援護性の特徴に着目することが広域避難の効率化に繋がることを本研究で明らかにした。

Key Words: Wide-area evacuation, Typhoon, Storm surge, Necessity to help

1. はじめに

2011年、東北地方太平洋沖地震が発生し、この地震によって発生した津波が原因で東京電力・福島第一原子力発電所事故が発生し、市町村そして都道府県の境界を越えて広域避難を実行せざるをえなくなった。このような事態を踏まえ、国の防災基本計画（原子力災害対策編）が改正され、原子力発電所を中心としておおむね半径30キロメートルの原子力災害対策重点区域にある地方公共団体は、広域避難計画を策定することとされた¹⁾。他方、巨大水害や地震については広域避難計画の策定が進まない。近年頻発している大型台風による高潮・洪水被害、近い将来に発生が予想されている南海トラフ巨大地震において広域避難は不可避的である。特に災害時に支援を要する者の広域避難について詳細に考えておく必要がある。政府は高齢者、障害者、乳幼児といった災害時に自力で避難することが困難な人を災害時要援護者として「災害時要援護者の避難支援ガイドライン」²⁾を定め、全国の自治体に災害時要援護者名簿の作成や避難支援の取り組み方針を策定するよう呼びかけてきた。しかし、災害時要援護者と指定されない者でも広域避難時には支援を要する場合が考えられる。逆に指定されている者で

も支援を要さない場合もある。支援すべき者を、災害時要援護者という属人的な考え方で捉えていては、効率的な避難支援策を広域避難計画に盛り込む事が出来ない。そこで本研究では広域避難時に支援を要する状況に着目して支援すべき者を捉えることが広域避難の効率化に繋がるという仮説を置く。広域避難時に支援を要する状況に着目し、後述するいくつかの要件を「災害時要援護性」と呼ぶこととする。そして広域避難計画の事例を対象として従前の災害時要援護者の考え方と本研究で定義する災害時要援護性に基づく広域避難者の所要時間を比較考察し、災害時要援護性の考え方を所要時間に反映させることが広域避難の効率化に寄与することを示す。

2. 事例「危機管理行動計画（第二版）」の概要

本研究では、東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会策定の「危機管理行動計画（第二版）」³⁾を広域避難計画の事例として取り上げる。「危機管理行動計画（第二版）」では、国内で発生した既往最大の台風である室戸台風（上陸時の中心気圧910hPa）級の超大型台風「スーパー伊勢湾台風」が伊勢湾台風と同じコースにて平均

満潮位に來襲し、高潮と洪水による複合災害が発生することが想定されている。避難勧告を発令する段階で、県等が指定している風水害広域避難場所への広域避難を各市区町村へ推奨している。図1に示すように、浸水域と想定されている地域を9つのエリアに分けて、各市区町村での広域避難者を算出する。

本事例では、各市区町村が属するエリア内で収容することができない避難者を広域避難者としている。

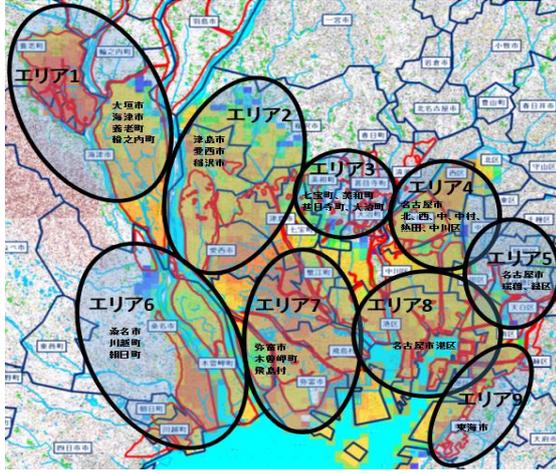


図-1 浸水域内のエリアの分類

「危機管理行動計画（第二版）」では式(1)(2)に示す計算式を用いて各市区町村での広域避難に要する時間を算出している。移動手段として自家用車、バス、または鉄道を使用すると想定している。移動手段の使用割合について自家用車：バス：鉄道=7:1:2, 4:4:2, 1:4:5, それぞれの場合について算出している。広域避難に要する時間は、乗用車（自家用車及びバス）による時間と鉄道による時間を算出し、より時間を要する方とする。また、各自治体で避難先となる自治体を想定して乗用車、鉄道による避難経路を仮定している。乗用車全体の1時間あたり交通量は、道路区分ごとの基準交通容量を距離の加重平均で算出している。複数の自治体と同じ避難経路を使用する場合、広域避難時の1時間あたり交通量は同じ避難経路を使用する自治体数に応じて減っていくことを想定している。駐車場は1時間に1万台を処理できるものとしている。鉄道の1時間あたり輸送量は、主要路線における各県が公表している統計値（1日あたり）を営業時間18時間で割ったもので算出している。複数の自治体と同じ避難経路を使用する場合、広域避難時の1時間あたりの輸送量は同じ避難経路を使用する自治体数に応じて減っていくことを想定している。

$$Tc = \frac{(N\alpha \frac{1}{R_1} \beta_1 + N\alpha \frac{1}{R_2} \beta_2)}{C\gamma_1\gamma_2} + t_1 + t_p \quad (1)$$

$$Tt = \frac{N\alpha\beta_3}{C\gamma_3\gamma_4} + t_3 \quad (2)$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1 \quad (3)$$

Tc：自動車（自家用車及びバス）による避難完了時間[h]

N：広域避難者人口[人]

α：避難率

R1：自家用車1台あたりの乗車人数[人/台]

R2：バス1台あたりの乗車人数[人/台]

β1：自家用車での避難率

β2：バスでの避難率

Cc：単位時間あたりの交通量（乗用車）[台/h]

γ1：広域避難時交通量の換算率

γ2：路線重複による混雑悪化の換算率（=1/重複自治体数）

t1：避難開始までの準備時間（自家用車およびバス）[h]

tp：駐車場収容にかかる時間[h]

Tt：鉄道による避難完了時間[h]

β3：鉄道での避難率

Cγ：単位時間あたりの輸送量（鉄道）[人/h]

γ3：広域避難時輸送量の換算率

γ4：路線重複による混雑悪化の換算率（=1/重複自治体数）

t3：避難開始までの準備時間

「危機管理行動計画（第二版）」で広域避難に要する時間が算出されている。その一例として自家用車：バス：鉄道=7:1:2の場合の乗用車（自家用車及びバス）の結果を表1に示す。このように各移動手段の使用割合別に各移動手段の避難に要する時間を算出し、避難時間が12時間を越えるような場合はバスの調整・配置について検討すべきとしている。

表-1 危機管理行動計画（第二版）での算出結果の一例

エリア	県名	市町村名	広域避難者数N(人)	避難完了時間(h)	避難先までの距離(km)	避難先	使用路線
1	岐阜県	大垣市	300				
2	愛知県	津島市	35200	38.6	33.1	大口町	国道155号
2	愛知県	愛西市	44200	48.4	34.8	大口町	国道155号
4	愛知県	北区	7300	4.3	10.3	春日井市	名高速1名二環 国道19
4	愛知県	南区	46000	25.1	13.6	春日井市	名高速6名二環 国道19
4	愛知県	中川区	44400	26.1	23.1	守山区	名二環
4	愛知県	蟹江町	12600	6.2	29	守山区	東名阪・名二環
4	愛知県	熱田区	10200	12.9	7.7	天白区	県道221
4	愛知県	中川区	43600	39.1	13.9	天白区	国道1号・県道221
5	愛知県	南区	26200	20.7	4.2	緑区	国道1
8	愛知県	港区	49900	48.4	10.3	緑区	国道23, 国道1
7	愛知県	弥富市	27600	14.2	32.8	豊明市	県道71, 伊勢湾岸
7	愛知県	飛島村	3300	2.3	24.8	豊明市	国道23, 伊勢湾岸
6	三重県	桑名市	20100	24.4	13.1	四日市市	国道1
6	三重県	朝日町	200				
6	三重県	川越町	5200	7.0	8.8	四日市市	国道1
7	三重県	木曾岬町	800	1.3	19.4	四日市市	国道23

3. 災害時要援護者

広域避難は一時避難や緊急避難と比べ避難に時間を要し、移動距離が長い。よって広域避難時には、災害時要援護者とされる、高齢者、障害者等に、より一層の支援が必要となる可能性が高い。このような被害を受けやすく避難時に支障が生じる者への援護の重要性が認識されてきた。1986年、1987年に立て続けに起こった福祉施設の火災がきっかけとなっている⁴⁾。自力で避難ができなかった高齢者・障害者が多数犠牲となり「災害弱者」という言葉が生まれた。平成3年度版防災白書⁵⁾では、「災害弱者」とは次の条件の一つでも当てはまる人とされている。

- (i) 自分の身に危険が差し迫った場合、それを察知する能力が無い、または困難な者
- (ii) 自分の身に危険が差し迫った場合、それを察知しても適切な行動をとることができない、または困難な者
- (iii) 危険を知らせる情報を受け取ることができない、または困難な者
- (iv) 危険を知らせる情報を受け取ることができても、それに対して適切な行動をとることができない、または困難な者

2004年7月から2005年3月には新潟・福島豪雨、台風23号、新潟中越地震が起きた。その犠牲者の年齢分布を見ると高齢者の割合が高かった。この事実が新たな概念を生むきっかけとなった。災害弱者にならないために援護する必要性が認識され、「災害弱者」から「災害時要援護者」という概念が導入された。2005年に作成された「災害時要援護者の避難支援ガイドライン」では、「災害時要援護者」とは「必要な情報を迅速かつ的確に把握し、災害から自らを守るために安全な場所に避難するなどの災害時の一連の行動をとるのに支援を要する人々」とされた。

4. 広域避難時への災害時要援護性の概念の適用

広域避難は一時避難、緊急避難に比べ移動に時間を要し、移動距離は長い。よって、災害時要援護者とされる、高齢者、障害者、外国人等は援護が必要となる可能性が高い。しかし、実際の広域避難時には要援護者とされていない者でも援護が必要となる状況が考えられる。災害時要援護者という一括りの捉え方では本当に援護すべき対象を的確に把握できず、対応に遅れが生じることが懸念される。具体的には、一時的な傷病者や、広域避難をしなければならない地域に滞在している土地勘の無い旅行者などといった災害時要援護者とされていない者にも

援護が必要となる状況が考えられる。災害時要援護者の説明が無く、災害時要援護者がどのような人を指しているかが曖昧な広域避難計画があり、これも援護すべき対象を的確に把握できず、対応に遅れが生じることが懸念される。

この解決策として、援護が必要な状況に着目して援護すべき対象を捉えることが有効ではないかと考える。属人的な概念よりも状況に対応した概念を用いた方が援護すべき対象を的確に把握でき、広域避難を効率的に行うことができると考える。支援を要する状況に着目した場合で支援を要する者を考慮した場合の広域避難に要する時間と「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている広域避難に要する時間を比較することで、広域避難時に支援を要する状況に着目することで広域避難の効率化に繋がるかを考察する。計算式の変数の値を変化させることで、支援を要する状況に着目した場合で支援を要する者を考慮した計算式を作成し、支援を要する状況に着目した場合で支援を要する者を考慮した場合の広域避難に要する時間を算出する。移動手段の使用割合は危機管理行動計画で算出されている自家用車：バス：鉄道＝7:1:2と4:4:2の場合を考え、同じ割合での広域避難に要する時間の比較を行う。

5. 災害時要援護性を適用させる方法

(1) 広域避難時に支援を要する状況

広域避難を行う際には、避難先などの情報を受信すること、避難情報などを理解すること、長期滞在のための準備を行うこと、移動手段を使用することが必要である。これらの行動を自身で行うことができない場合、広域避難時に支援を要する状況に置かれていると言える。以下、避難情報などを受信することを情報受信、避難情報などを理解することを情報理解、長期滞在のための準備を行うことを避難準備、移動手段を使用することを移動手段使用と云うこととする。情報受信時、情報理解時、避難準備時、移動手段使用時のいずれか一つでも支援を要する状況に置かれる場合、災害時要援護性を有しているとする。

(2) 情報受信時または情報理解時に支援を要する状況

内閣府が公表している「災害時要援護者の避難支援ガイドライン」には、災害時要援護者の避難支援は自助・地域（近隣）の共助を基本とすることが明記されている。また石川ら⁶⁾は、災害時要援護者に対する適正な支援体制、及びその上位計画である市町地域防災計画について調査・考察を行う中で、対象としている市町村に対してアンケート調査を行って、表2に示すように援護者像を

明らかにしている。この調査では、行政は援護者選定には深く関与していないことが分かる。その他の項目を見ると、市町村が持つ援護者のイメージは近くに住み、互いに面識がある人と思われる。よって、情報受信または情報理解で支援を要する者へは、近隣住民が自身の避難準備行動が終わったら声がけや訪問によって情報伝達を行うと考えるのが自然と考えられる。

表-2 市町村が想定している援護者像

災害時において要援護者を主として援護する役割として登録される援護者はどのような人を条件にしていますか。優先されるものから順番に3つ選んでその順位を入力してください。		第1条件	第2条件	第3条件
1	できるだけ要援護者の近くに住む人。	12	5	4
2	近辺に住み、店舗兼用住宅等に住み、在宅していることが多い人。	0	2	2
3	要援護者と親しい人。	3	6	8
4	責任感があり、頼りになりそうな人。	0	2	0
5	災害時守るべき子供等がおらず、援護に確実に専念できる人。	0	0	0
6	自宅に耐震性があり、自らが被災する危険性の少ない人。	0	0	0
7	快く引き受けてくれる人。	0	3	3
8	要援護者の介助等に慣れた人。	1	1	3
9	要援護者の要望する人。	8	6	2
10	報告を受けるのみで選定には関与していない。	15	0	2
11	その他	5	2	2

声がけや訪問によって情報伝達を行われてから広域避難に向けての準備を行うと考えると、通常よりも準備時間を要する。よって先述の計算式(式(1)(2))の準備時間の値を変化させることで情報受信または情報理解で支援を要する状況を反映させる。

計算式で避難開始までの準備時間は1時間と設定されている。避難情報を受けてから1時間後に避難準備を完了した広域避難者が、情報受信または情報理解で支援を要する近隣住民へ訪問などの手段で情報伝達を行うと考えると、情報受信または情報理解で支援を要する者に情報面での支援が完了するのは、避難情報発令1時間後となる。避難情報発令1時間後から1時間かけて避難準備を行うと考え、式(1)(2)の避難開始までの準備時間を1時間から2時間に変更することで情報面での災害時要援護性の考え方を適用させるとする。広域避難者全員が避難を完了する時間を算出するため、準備時間に2時間要する者がいれば、全体の準備時間を2時間と考えても問題は無い。情報受信時に支援を要する状況と情報理解時に支援を要する状況は、式に災害時要援護性の考え方を適用させる方法は同じであるが、支援方法や状況に置かれる対象者は異なると考えられるため、分類して検討する。

(3) 避難準備時に支援を要する状況

避難準備時に支援を要する場合、情報受信または情報理解時に支援を要する場合に近隣住民が情報伝達を行

うのと同じ理由で、避難準備を完了した近隣住民が支援を行うと考えられる。そのように考えると支援を行った近隣住民と避難準備時に支援を要した者の避難開始時刻は同時刻となる。避難準備時に支援を要する場合、移動手段使用時にも支援を要すると考えられる。以上のことから、支援を行った近隣住民を準備支援を要した者の介添人と考え、避難行動を共にすると仮定する。また避難情報発令1時間後に避難準備を完了した近隣住民が1時間を要して準備支援を行うので準備支援が完了するのは避難情報発令2時間後となる。式(1)(2)の避難開始までの準備時間を1時間から2時間に変更することで情報面での災害時要援護性の考え方を適用する。

(4) 移動手段使用時に支援を要する状況

自家用車を自身で運転できる者はバス・鉄道も自身で使用できるとする。自家用車を自身で運転できない者はバス・鉄道を自身で使用できる者とできない者に分類される。全ての移動手段を自身で使用できない場合、介添人が必要とする。

(5) 広域避難者の分類

支援を要する状況に着目することで、広域避難者を分類することができる。情報受信、情報理解、避難準備、移動手段使用の4つの事象を時間軸上に並べ、支援を要するか否かでイベントツリー解析を行うことで分類を行った。表3に結果を示す。支援を要さない場合は○で示し、支援を要する場合は×で示す。分類によって広域避難者をA～Gまでの7つの場合に分類することができる。

このように支援を要する状況を検討し、その状況に置かれる性質が災害時要援護性である。表3より災害時要援護者とされている者が災害時要援護性を有している場合もあれば、災害時要援護者とされていない者でも災害時要援護性を有していることが分かる。各場合について介添人の有無、準備時間を表4に示す。介添人が必要な場合は○で示し、必要でない場合は×で示す。

場合Aはどの状況においても支援を要さない者が該当する。自家用車、バス、鉄道を自身で使用することができる。場合Bは避難準備時と移動手段使用時に支援を要する者が該当する。肢体障害者、内部障害者、精神障害者、妊婦、難病患者が該当する。自身では移動手段が使用できないが、3.(3)より、避難準備時に支援を要する場合は介添人がいる。介添人によって全ての移動手段を使用することができる。避難準備時に支援を要するので避難準備時間は2時間であるとする。場合Cは情報理解時に支援を要する者が該当する。言語障害者、外国人居住者が該当する。情報理解時に支援を要するので避難準備時間は2時間である。場合Dは情報理解、避難準備時、移動手段使用時に支援を要する者が該当する。認知症患者、

知的障害者が該当する。避難準備時に支援を要するので介添人によって全ての移動手段を使用することができる。情報理解時と避難準備時に支援を要するので避難準備時間は2時間である。場合Eは情報受信時に支援を要し、自家用車を自身で使用できない者が該当する。聴覚障害者が該当する。道路交通法施行令第33条の2の3に免許の拒否又は保留の事由となる病気等について「自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかに係る能力を欠くこととなるおそれがある症状を呈する病気」とある⁷⁾。よって聴覚障害者（第1級、第2級）の者は自身で自家用車は使用できないと考える。しかし、バスや鉄道は自身で使用できるとする。バスの集合場所や駅などへの移動に支障は無いと考えたためである。情報受信時に支援を要するので避難準備時間は2時間である。場合Fは情報受信時、避難準備時、移動手段使用時に支援を要する者が該当する。視覚障害者が該当する。避難準備時に支援を要するので介添人によって全ての移動手段を使用することができる。情報受信時と避難準備時に支援を要するので避難準備時間は2時間である。場合Gは、情報受信時、情報理解時、避難準備時、移動手段使用時に支援を要する者が該当する。乳幼児が該当する。避難準備時に支援を要するので介添人によって全ての移動手段を使用することができる。情報受信時と情報理解時と避難準備時に支援を要するので避難準備時間は2時間である。

表-3 広域避難時に置かれる状況別に分類した広域避難者

広域避難時の行動	情報伝達		避難準備	移動手段使用		該当広域避難者
	情報	情報		自家用車	バス、鉄道	
場合 A	○	○	○	○	○	支援が必要でない広域避難者
B	○	○	×	×	×	肢体障害者、内部障害者、精神障害者、妊婦、難病患者
C	○	×	○	○	○	言語障害者、外国人居住者
D	○	×	×	×	×	認知症患者、知的障害者
E	×	○	○	×	○	聴覚障害者
F	×	○	×	×	×	視覚障害者
G	×	×	×	×	×	乳幼児

表-4 各場合の介添人の有無と準備時間

場合	利用できる移動手段	介添人	準備時間(h)
A	自家用車、バス、鉄道	×	1
B	自家用車、バス、鉄道	○	2
C	自家用車、バス、鉄道	×	2
D	自家用車、バス、鉄道	○	2
E	バス、鉄道	×	2
F	自家用車、バス、鉄道	○	2
G	自家用車、バス、鉄道	○	2

6. 災害時要援護性を考慮した場合の広域避難者数と避難に要する時間の算出

(1) 広域避難者数の算出

「危機管理行動計画（第二版）」で広域避難が想定さ

れている市町村において、A～Gの各場合に該当する広域避難者数の算出を行う。算出結果を表5に示す。各市町村で想定されている広域避難者数と、支援が必要な場合B～Gに置かれる者の人口比との積を支援が必要な広域避難者数とする。場合B, D, F, Gは該当する広域避難者1人につき1人の介添人がいると考えるので介添人を含む人数を場合B, D, F, Gに該当する広域避難者数とする。以下に示す式(4) (5) (6) (7)のように算出する。

$$\text{場合Bの広域避難者数} = 2 \{ \text{広域避難者数} \times (\text{肢体障害者の人口比} + \text{内部障害者の人口比} + \text{精神障害者の人口比} + \text{妊婦の人口比} + \text{難病患者の人口比}) \} \quad (4)$$

$$\text{場合Dの広域避難者数} = 2 \{ \text{広域避難者数} \times (\text{認知症患者の人口比} + \text{知的障害者の人口比}) \} \quad (5)$$

$$\text{場合Fの広域避難者数} = 2 \{ \text{広域避難者数} \times (\text{視覚障害者の人口比}) \} \quad (6)$$

$$\text{場合Gの広域避難者数} = 2 \{ \text{広域避難者数} \times (\text{乳幼児の人口比}) \} \quad (7)$$

表-5 各場合に該当する広域避難者数

	広域避難者数							
	津島市	愛西市	北区	西区	中村区	蟹江町	熱田区	中川区
A	21674	27123	4480	28228	27246	7732	6259	26755
B	5701	7134	1178	7425	7166	2034	1646	7037
C	588	736	122	766	740	210	170	726
D	1314	1644	272	1711	1652	469	379	1622
E	45	56	9	58	56	16	13	55
F	133	167	28	173	167	48	38	164
G	5865	7340	1212	7639	7373	2092	1694	7240

	広域避難者数							
	南区	港区	弥富市	飛島村	桑名市	朝日町	川越町	木曾岬町
A	16078	30621	16937	2025	12334	123	3191	491
B	4229	8054	4455	533	3244	32	839	129
C	436	831	460	55	335	3	87	13
D	975	1856	1027	123	748	7	193	30
E	33	63	35	4	25	0	7	1
F	99	188	104	12	76	1	20	3
G	4351	8286	4583	548	3338	33	864	133

(2) 災害時要援護性の考えを適用した計算

5. (5)で広域避難者を災害時要援護性の考え方を適用して分類することで、自家用車を使用することができるのは、場合A, B, C, D, F, Gに該当する広域避難者となる。鉄道を使用できるのは場合A～Gの全ての広域避難者である。

バスを使用できるのも場合A～Gの全ての広域避難者である。場合Eに該当する広域避難者は自家用車を使用することができないので、鉄道またはバスを使うと考え、鉄道を使用する者とバスを使用する者に均等に分離するとする。よって災害時要援護性の考え方を適用すると式(8) (9)のように変形できる。式(8) (9)から災害時要援護

性を反映させた場合の広域避難に要する時間を算出する。

$$T_c = \frac{\left\{ \frac{(A+B+C+D+F+G)\beta_1}{R_1} + \frac{(A+B+C+D+E+F+G)\beta_2 + \frac{E\beta_3}{2}}{R_2} \right\}}{C_c\gamma_2} + t_1 + t_2 + t_p \quad (8)$$

$$T_t = \frac{(A+B+C+D+E+F+G)\beta_3 + \frac{E}{2}\beta_1}{C_\gamma\gamma_4} + t_3 \quad (9)$$

Tc：自動車(自家用車及びバス)による避難完了時間[h]

R1：自家用車1台あたりの乗車人数[人/台]

R2：バス1台あたりの乗車人数[人/台]

β1：自家用車での避難率

β2：バスでの避難率

β3：鉄道での避難率

A：場合Aに該当する広域避難者数

B：場合Bに該当する広域避難者数 (介添人を含む)

C：場合Cに該当する広域避難者数

D：場合Dに該当する広域避難者数 (介添人を含む)

E：場合Eに該当する広域避難者数

F：場合Fに該当する広域避難者数 (介添人を含む)

G：場合Gに該当する広域避難者数 (介添人を含む)

t1：避難開始までの準備時間 (自家用車およびバス) [h]

t2：バスの集合場所までの平均移動時間 [h]

t_p：駐車場収容にかかる時間[h]

Tt：鉄道による避難完了時間[h]

C_c：単位時間あたりの交通量 (乗用車) [台/h]

γ1：広域避難時交通量の換算率

γ2：路線重複による混雑悪化の換算率 (=1/重複自治体数)

C_γ：単位時間あたりの輸送量 (鉄道) [人/h]

γ3：広域避難時輸送量の換算率

γ4：路線重複による混雑悪化の換算率 (=1/重複自治体数)

t3：避難開始までの準備時間

(3) 比較

「危機管理行動計画 (第二版)」と災害時要援護性の考え方を適用した場合とで所要時間を比較する。ともに自家用車：バス：鉄道=7:1:2の割合である。次に、危機管理行動計画 (第二版) に示される自家用車：バス：鉄道の割合を4:4:2に変更する。その上「危機管理行動計画 (第二版)」と災害時要援護性の考え方を適用した場合とで所要時間を比較する。図2に示すように前者を比較1とする。後者を比較2とする。



図-2 比較方法

自家用車：バス：鉄道=7:1:2の割合同士での比較の結果を図3に示す。

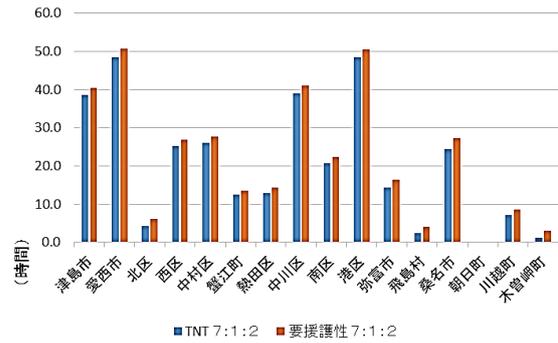


図-3 比較1の結果

ともに自家用車：バス：鉄道=7:1:2の割合で比較する。全ての市町村で災害時要援護性の考え方を適用することで避難時間が増加することが分かる。避難時間が増加した要因は準備時間の増加である。避難時間が減少する要因は、災害時要援護性の考え方を適用すると「自家用車を自身で利用できず、バス・鉄道は自身で利用できる者」がいて、この災害時要援護性を有する広域避難者の人数だけ、自家用車の使用者が減り、減った分だけ均等にバス使用者と鉄道使用者が増えることが挙げられる。避難時間が増加する要因が避難時間が減少する要因より大きくなるため災害時要援護性の考え方を適用したほうが、この場合の避難時間は増加する。

自家用車：バス：鉄道=4:4:2の割合同士での比較の結果を図4に示す。

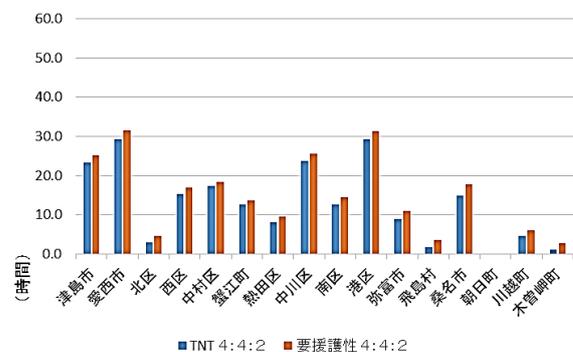


図-4 比較2の結果

7:1:2の場合同様、避難時間が増加する要因が避難時間が減少する要因より大きくなるため、災害時要援護性の考え方を適用したほうが避難時間は増加する。また、各市町村の避難時間の差は7:1:2の場合とほぼ等しい。よって移動手段の使用割合に関わらず「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている避難時間と災害時要援護性の考え方を適用した場合の避難時間の差は一定である。移動手段の使用割合に関わらず災害時要援護性を考慮すると避難時間は増加すると言える。

$$Tt = \frac{(B+C+D+E+F+G)\beta_3 + \frac{E}{2}\beta_1}{C\gamma_3\gamma_4} + t_1 \quad (13)$$

移動手段の使用割合は「危機管理行動計画（第二版）」と同じ7:1:2と4:4:2の場合を考える。

式(10)(11)(12)(13)から算出した避難時間の中で最も時間を要した場合を避難開始時刻が準備時間に応じて決まる場合の広域避難に要する時間とする。

(2) 比較

図5に示すように「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている広域避難に要する時間と災害時要援護性の考え方を適用して避難開始時刻が準備時間に応じて決まる場合の広域避難に要する時間を比較する。7:1:2の割合で移動手段を使用した場合の避難に要する時間の比較を比較3とする。4:4:2の割合で移動手段を使用した場合の避難に要する時間の比較を比較4とする。比較3の結果を図6に示し、比較4の結果を図7に示す。



図-5 比較方法

7. 所要時間の変化に関する分析

(1) 準備時間に応じての避難

災害時要援護性の考え方を適用すると、適用しない場合と比べ準備時間を多く要するため広域避難に要する時間が増加することが分かった。ところで、災害時要援護性の考え方を適用すると、広域避難時に置かれる状況によって準備時間に差があることが表3から分かる。差があるということは準備が完了した者から避難を開始するということも考えられる。すなわち災害時要援護性の考え方を適用すると避難開始時刻が準備時間に応じて決まることも考えられる。避難開始時刻が準備時間に応じて決まる場合の広域避難に要する時間を算出し、「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている広域避難に要する時間との比較を行う。

まず、準備時間が1時間の場合の計算式を考える。準備時間が1時間なのは場合Aに該当する広域避難者であり、以下に示す式(10)(11)で準備時間に1時間要する者の避難時間を算出する。

$$Tc = \frac{\frac{A\beta_1}{R_1} + \frac{A\beta_2}{R_2}}{C\gamma_1\gamma_2} + t_1 + t_2 + t_p \quad (10)$$

$$Tt = \frac{A\beta_3}{C\gamma_3\gamma_4} + t_1 \quad (11)$$

次に、準備時間が2時間の場合の計算式を考える。準備時間が2時間なのはB,C,D,E,F,Gに該当する広域避難者であり、以下に示す式(12)(13)で準備時間に2時間要する者の避難時間を算出する。

$$Tc = \frac{\frac{(B+C+D+F+G)\beta_1}{R_1} + \frac{(B+C+D+E+F+G)\beta_2 + \frac{E}{2}\beta_1}{R_2}}{C\gamma_1\gamma_2} + t_1 + t_2 + t_p \quad (12)$$

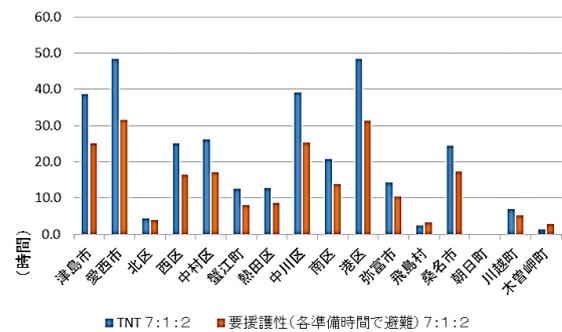


図-6 比較3の結果

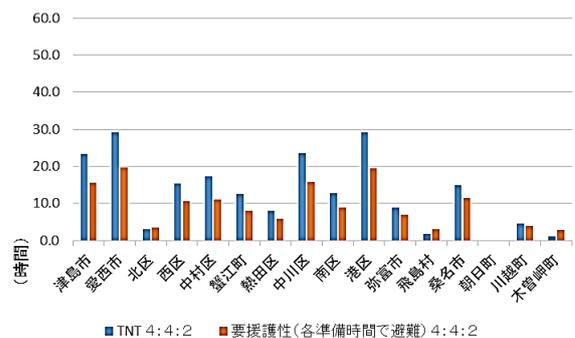


図-7 比較4の結果

7:1:2で移動手段を使用した場合、飛島村と木曾岬町を除く市区町村で「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている広域避難に要する時間よりも災害時要援護性の考え方を適用して避難開始時刻が準備時間に応じて決まる場合の広域避難に要する時間の方が小さいことが分かる。

4:4:2で移動手段を使用した場合、飛島村と木曾岬町と名古屋市北区を除く市区町村で「危機管理行動計画（第二版）」で算出されている広域避難に要する時間よりも災害時要援護性の考え方を適用して避難開始時刻が準備時間に応じて決まる場合の広域避難に要する時間の方が小さいことが分かる。準備時間に応じて広域避難を開始することで渋滞が緩和されるため避難時間を減少させることができると考えられる。

準備時間に差が生じるという災害時要援護性の特徴に着目することで広域避難を効率化することができ、避難に要する時間を短縮させることができる。したがって広域避難時に災害時要援護性の考え方を適用することは広域避難の効率化と短縮化に繋がると考えられる。

8. バス増台の効果に関する分析

災害時要援護性の考え方を適用した場合で移動手段の使用割合が自家用車：バス：鉄道=7:1:2と4:4:2と1:7:2の場合を比較して災害時要援護性を考慮した場合のバスの増台について考える。この比較を比較5とする。比較結果を図8に示す。

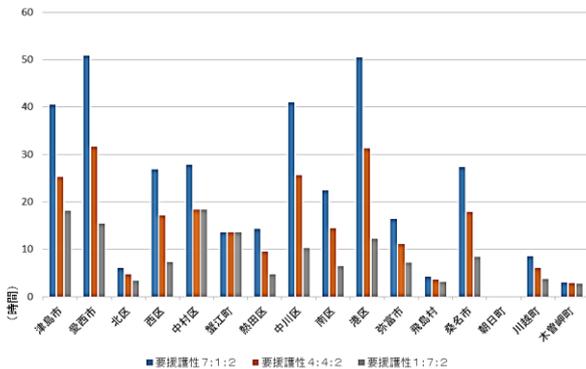


図-8 比較5の結果

図9より、7:1:2から4:4:2へ移動手段の割合を変え、バスを増台させると避難時間が大きく減少する地域とあまり変化しない地域があることが分かる。減少率には広域避難者数が関係していると考え、7:1:2で移動手段を使用した場合の避難に要する時間と4:4:2で移動手段を使用した場合の避難に要する時間の差と各市区町村の広域避難者数の関係を考える。各市区町村での7:1:2で移動手段を使用した場合の避難に要する時間と4:4:2で移

動手段を使用した場合の避難に要する時間の差をプロットして直線で結んだものを図9に示す。各市区町村の広域避難者数をプロットして直線で結んだものを図10に示す。

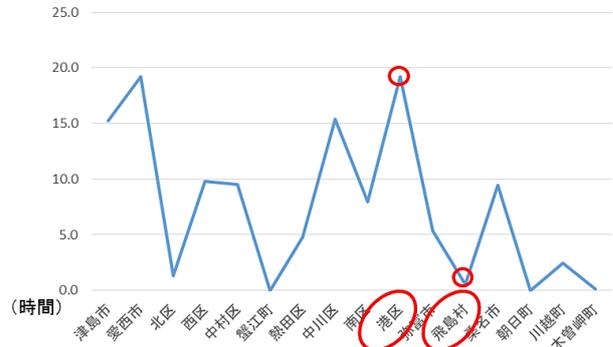


図-9 各市区町村での2ケースの避難時間の差

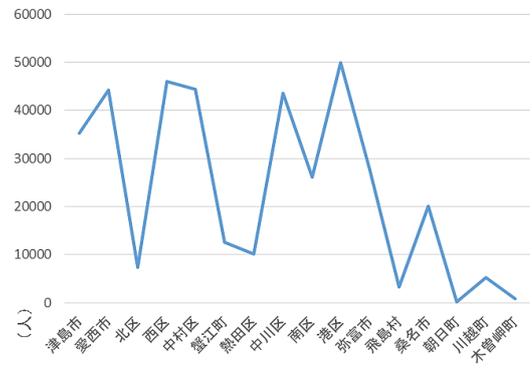


図-10 各市区町村の広域避難者数

図9、図10のグラフの形からバスを増台させた場合の避難時間の減少率と広域避難者数は相関関係があることが分かる。また、移動手段の割合を変更した時に避難時間が最も減少する港区と最も減少しない飛島村を比較する。港区と飛島村はやはり広域避難者数に大きな違いがあることに加え、飛島村は単位時間あたりの交通容量が港区と比べ約2倍の大きさである。災害時要援護性の考え方を適用させた計算式(8)(9)からも、単位時間あたりの交通容量が少ないほどバスの割合を増加させるときの避難時間の減少率は大きくなることが予測できる。以上から災害時要援護性の考え方を適用している場合、広域避難者が多い地域で、交通容量が少ない避難経路を選択するほどバスの増台対策の効用が大きいと言える。また災害時要援護性の考え方を適用させた鉄道の計算式(式(9))より、自家用車の割合を減らし、バスの割合を増やし、鉄道の割合は変えない場合、場合Eに該当する「自家用車を自身で使用できず、バス・鉄道は自身で使用できるという災害時要援護性を有する者」が鉄道を使用する人数も減ることが分かる。よって災害時要援護性の考え方を適用すると、自家用車の使用割合の変化が鉄

道の避難時間に影響し、バスの増加対策は鉄道の避難時間短縮にも繋がると言える。このことから「自家用車は自身で利用できないが、バス・鉄道は自身で利用できる」という災害時要援護性を持つ広域避難者が多い地域ほど、バス増加対策による鉄道の避難時間緩和の効果が大きいと推測できる。

9. おわりに

本研究では東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会策定の「危機管理行動計画（第二版）」を事例として取り上げ、広域避難時に災害時要援護性の考え方を適用することで広域避難の効率化に繋がるか検証した。災害時要援護性の考え方を適用することで支援を要する者を捉えきることができ、そのために全ての市区町村で事例よりも広域避難に要する時間は増加した。しかし準備時間に差が生じるという災害時要援護性の特徴に着目し、広域避難を開始することで渋滞が緩和されるため避難時間を減少させることができた。また、状況に応じて要支

援者を特定するため効率的な支援方法を検討できる。したがって広域避難時に災害時要援護性の考え方を適用することは広域避難の効率化に繋がると考えられる。避難時間算出において、各市区町村の人口構成や地理的条件は反映させることができなかったため、反映させていくことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 内閣府：防災基本計画, 2014 年改正.
- 2) 内閣府：災害時要援護者の避難支援ガイドライン,
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/youengo/060328/index.html> (2015.7.22. 閲覧)
- 3) 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会：危機管理行動計画（第二版）,2009.
- 4) 早稲田大学災害社会研究グループ：災害研究の動向（概説）, 1998.
- 5) 内閣府：防災白書, 2013 年改正.
- 6) 石川星児, 北川博巳, 杉本義己：災害発生時における視聴覚障害者向け避難情報支援システムに関する研究, 兵庫県立福祉のまちづくり研究所報告集, 57-66, 2010
- 7) 内閣府：道路交通法施行令, 2015 年改正.

(2015. 7. 29 受付)

WIDE-AREA EVACUATION CONSIDERING NECESSITY TO HELP AT DISASTER

Yuki NAKAYAMA and Eizo HIDESHIMA