

# 避難所の地震時使用性に基づく 避難所設備の評価と整備優先順位の決定手法

三上 卓<sup>1</sup>・君島 康太<sup>2</sup>・時沢 英明<sup>3</sup>・笹田 修司<sup>4</sup>

<sup>1</sup>群馬工業高等専門学校准教授 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 番地)

E-mail: mikami@cvt.gunma-ct.ac.jp

<sup>2</sup>千葉大学大学院生 工学研究科建築・都市科学専攻 (元群馬工業高等専門学校学生)

(〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33)

E-mail: k.kimishima@gmail.com

<sup>3</sup>ユニオン建設株式会社 横浜支店湘南出張所 (元群馬工業高等専門学校学生)

(〒153-0061 東京都目黒区中目黒2丁目10番1号)

E-mail: shounan@union-k.co.jp

<sup>4</sup>阿南工業高等専門学校准教授 建設システム工学科 (〒774-0017 阿南市見能林町青木265)

E-mail: sasada@anan-nct.ac.jp

平成16年に発生した新潟県中越地震では、約1万7千世帯の家屋が全半壊し、ピーク時には約10万人が避難所を利用していた<sup>1)</sup>。一方で、避難所での生活を避け、自家用車内で生活し、エコノミー症候群によって亡くなる人が出るという事態が生じた。その理由の一つとして、避難所の設備等に不十分な点が挙げられる。本研究では、避難所設備の重要度をアンケート調査から設定し、重要度に応じて避難所設備の現状を評価した。さらに、その結果に基づき避難所設備の効率的な改善方法を検討した。

**Key Words :** earthquake disaster prevention, evacuation center, usability, priority level

## 1. はじめに

平成7年に発生した、兵庫県南部地震では、約46万世帯の家屋が全半壊し<sup>2)</sup>、ピーク時には約32万人が避難所に避難した<sup>3)</sup>。また、平成16年に発生した、新潟県中越地震では約1万7千世帯の家屋が全半壊し<sup>1)</sup>、ピーク時には約10万人が避難所での生活を強いられた<sup>4)</sup>。一方で、新潟県中越地震では、避難所での生活を避け、自家用車内で生活する人が多数に上った。その結果、エコノミー症候群<sup>5)</sup>で亡くなる人が出るという事態が生じた。エコノミー症候群の原因となった自家用車内での生活を選択した理由として、避難所生活に慣れていないこと、避難所の設備が十分に整っていないことが挙げられる。

現在、各市町村の避難所は、設備等に数多くの不十分な点が見受けられる。平成20年4月1日時点の文部科学省調査によると、災害時に避難所となる小中学校施設の耐震化率は、全国平均で62.3%、群馬県内で58.1%となっている<sup>5)</sup>。これらは、地震大国の日本において、地震防災の面から考えて、早急に改善しなければならないと考えられる。しかし、

地方自治体の地震防災に対する設備投資には、「金銭的に限度がある」、「非日常的な投資のため市民の同意が得られにくい」、「全ての避難所をすぐに万全にするには時間的な面から不可能である」、といった問題点がある。

そこで、本研究では、新潟中越地震で被災した人々に対するアンケート調査を元に、避難所設備の重要度を設定し、その重要度に基づいて、避難所設備の充足度を評価する手法を提案する。その手法に基づき、群馬県高崎市における指定避難所の現状を評価する。さらに、その結果に基づいた避難所設備の有効かつ効率的な改善方法を提案し、群馬県高崎市の指定避難所に適用することでその有効性を検討する。

## 2. 使用性に基づく避難所設備充実化の考え方

三上らは、図-1のような、地震時使用性に基づいた避難所設備の改善方法に関する手法を提案した<sup>6)</sup>。はじめに、地震時に必要となる避難所設備を選定し、平成16年度新潟県中越地震の被災経験者にアンケート調査を行い、その結果に基づき、避難所設備の重

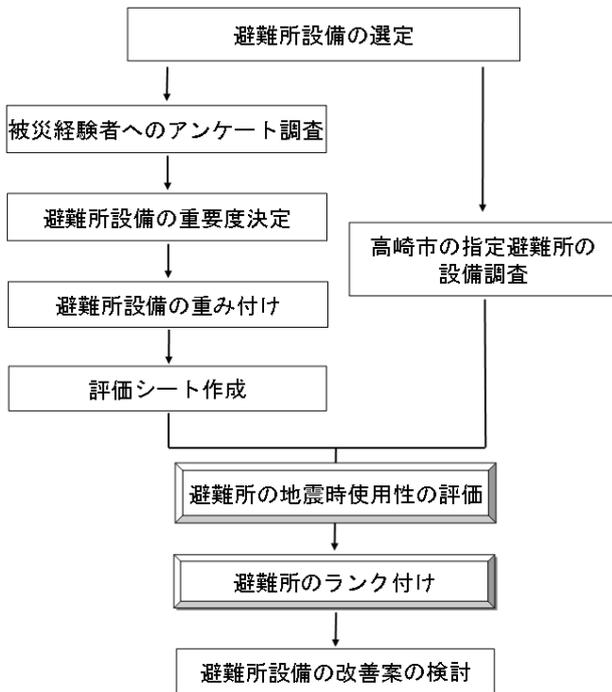


図-1 研究の流れ

要度を決定し、避難所設備の重み付けを行う。その一方で、群馬県高崎市の指定避難所の設備の現状調査を実施する。そして、決定した避難所設備の重み付けを用いて、高崎市の指定避難所の地震時使用性の評価を実施する。その評価結果より、避難所のランク付けを行い、そのランク付けを参考に、予算面や充足度合いを規準とした避難所設備の改善案を提案し、その有効性を検討する。

この手法が確立することにより、現在の避難所設備の充実度がランクで明瞭に表示されるだけでなく、地方自治体の予算や充実計画に対応した、避難所設備の整備優先順位を決定することができる。

### 3. 使用性の基づいた避難所設備の評価方法

#### (1) 被災経験者へのアンケート調査

地震防災の一つとして、避難所の耐震化はもちろんのこと、避難所設備の充実化が挙げられる。地震により家屋が倒壊し、避難所生活を余儀なくされることが考えられ、その避難所設備が十分でない場合、被災者が精神的に参ってしまうだけでなく、体調面に異常を来してしまう場合がある。さらに、避難所生活を敬遠し、自家用車内で生活することで、エコノミー症候群で亡くなってしまうことも考えられる。そのような背景より、避難所設備を優先的に改善すべき避難所を判定し、避難所の効率的な改善方法を考える上で、まず始めに、避難所設備の充実度の現状を知る必要がある。

本研究では、新潟県中越地震で被災した長岡技術科学大学の学生を中心にアンケート調査を行い、そのアンケート結果に基づいて、避難所設備の重要度を評価する手法を提案することとした。

表-1 選定した避難所設備

避難所の設備項目のハード面	避難所の設備項目のソフト面	
一人当たりのスペース	お風呂	医療用品類
避難所の耐震性	洗濯機	公衆電話
布団等の備蓄	台所	情報集器具
飲料水・食糧の備蓄	更衣室	非常発電装置
トイレの個数	(授乳室含)	ロッカー
冷暖房器具		(貴重品保管所)

表-2 設備項目のハード面の優先順位の平均値の順位

1位	3位
飲料水・食糧, 耐震性	冷暖房
4位	6位
トイレ	スペース
5位	
布団	

表-3 設備項目のソフト面の優先順位の平均値の順位

1位	2位	3位
発電装置	情報収集	医療用品
4位	5位	6位
公衆電話	更衣室	お風呂
7位	8位	9位
ロッカー	洗濯機	台所

避難所設備は、短期間の避難所生活の際に必要なとなるハード面と、長期間の避難所生活の際に必要なとなる付加的なソフト面に分類した。これは、選定した避難所設備の数が15項目となり分類をおこなわないと優先順位を付けづらくなるということ、また、一人当たりのスペースなどの避難所に必須であるものと、お風呂などの避難所生活に付加的に必要なものは、同じ評価ができないと考えたからである。表-1にハード面およびソフト面に分類した避難所設備を示す。アンケート調査では、ハード面およびソフト面の、それぞれ、本人が被災生活の中で必要であり、重要と感じた避難所設備から優先順位を付けてもらうこととした。アンケート調査の結果、15名から回答を得られ、避難経験者が示した避難所設備の優先順位の平均値から得られた優先順位は表-2および表-3のとおりである。

#### (2) 地方自治体(高崎市)の避難所設備の実態調査

高崎市の指定避難所の設備調査は、群馬県の市町村における各指定避難所の設備を把握し、本研究の評価方法に適用することを目的に、高崎市役所庶務課行政防災担当を通じ、高崎市の指定避難所の設備調査を行った。

##### a) 指定避難所の対象人口と規模

表-4に、高崎市の指定避難所の避難対象地域の人口と避難所(学校)の規模を示す。避難所(学校)の規模は、その学校に在籍している生徒数と比例関係にあると考えた。表からわかるように、避難所の規模に対して、避難対象地域の人口の割合が偏っていることがわかる。これは、避難所の避難対象地域を単に地区の区分けに基づいて行っているからであり、

表-4 避難対象地域の人口および避難所の規模

避難所名	対象地域の人口(A)	避難所の規模(B)※1	A/B (%)
A避難所	1,725	262	15.2
B避難所	1,615	325	20.1
C避難所	1,718	330	19.2
D避難所	3,208	164	5.1
E避難所	3,557	456	12.8
F避難所	5,170	656	12.7
G避難所	6,200	495	8.0
H避難所	9,016	431	4.8
I避難所	8,303	925	11.1
J避難所	10,196	757	7.4
K避難所	3,666	741	20.2
L避難所	4,751	510	10.7
M避難所	6,422	438	6.8
N避難所	3,937	502	12.8
O避難所	2,943	632	21.5
P避難所	5,516	504	9.1
Q避難所	4,451	301	6.8
R避難所	6,473	354	5.5
S避難所	7,963	629	7.9
T避難所	7,143	355	5.0
U避難所	6,869	500	7.3
V避難所	2,325	227	9.8
W避難所	12,100	817	6.8
X避難所	11,609	706	6.1
Y避難所	7,243	326	4.5
Z避難所	9,865	271	2.7
AA避難所	4,024	383	9.5
AB避難所	9,863	489	5.0
AC避難所	5,904	441	7.5
AD避難所	2,797	147	5.3
AE避難所	2,707	218	8.1
AF避難所	2,349	327	13.9
AG避難所	2,669	388	14.5
AH避難所	6,379	428	6.7
AI避難所	4,646	376	8.1
AJ避難所	6,507	618	9.5
AK避難所	1,857	594	32.0
AL避難所	2,027	441	21.8
AM避難所	8,735	361	4.1
AN避難所	2,201	502	22.8
合計	216,649	18,327	8.5

※1：学校に在籍している生徒数

※2：対象地域の人口に対する生徒数の割合

表-4 に示すような規模と対象人口の関係に基づいて設定するべきと思われる。なお、この区分けでは、国道や河川を越えて避難しなければならない区分けも存在していたことを補足しておく。

b) 調査対象とした避難所

調査対象とした避難所は、高崎市の指定避難所 53 箇所から S 避難所および W 避難所の 2 つの避難所を選定した。選定理由は、S 避難所は、高崎市内で耐震性貯水槽を有する指定避難所 8 箇所の内の 1

表-5 調査項目

	避難所の設備項目	
	ハード面	ソフト面
避難所設備項目	体育館の収容面積	お風呂の有無
	建設年	洗濯機の有無
	布団の備蓄数	台所の有無
	設置してある便器数	更衣室の有無
	冷暖房器具の台数	ロッカーの有無
	貯水槽の有無	発電装置の有無
		公衆電話の有無
		医療用品類の有無
		情報収集器具の有無

表-6 ハード面の避難所設備の重要度

ハード面の項目	優先順位 の 平均値	重要度
避難所の耐震性	2.6	高 ↑     ↓ 低
飲料水・食糧品	2.6	
冷暖房器具	3.1	
トイレの個数	3.6	
布団等の備蓄	4.1	
一人当りのスペース	5	

表-7 ソフト面の避難所設備の重要度

ソフト面の項目	優先順位 の 平均値	重要度
非常用発電装置	2	高 ↑     ↓ 低
情報収集器具	2.9	
医療用品類	3.6	
公衆電話	4.5	
更衣室（授乳室含）	5.5	
お風呂	5.7	
ロッカー（貴重品保管所）	6.4	
洗濯機	7.1	
台所	7.3	

つであり、W 避難所は、避難対象地域の人口が最も多い避難所であるからである。

c) 避難所設備の調査項目

避難所設備の調査項目は表-1 に対応するように、表-5 に示すハード面 6 項目、ソフト面 9 項目の計 15 項目を選定した。また、選定項目の調査方法に対する補足説明を以下に示す。建設年では、耐震補強工事を行っている場合には、その工事の完了年とした。情報収集器具の有無とは、インターネットを使えるパーソナルコンピュータ、AM および FM ラジオ、防災無線の有無とした。

(3) 避難所設備の重要度と項目点

新潟県中越地震の被災者に対するアンケート結果より、避難所設備の優先順位の平均値、すなわち、重要度は、ハード面が表-6、ソフト面が表-7 のようになった。

表-8 避難所設備のハード面の項目点

	避難所の設備項目	項目点
ハード面	飲料水・食糧品	21
	避難所の耐震性	21
	冷暖房器具	18
	トイレの個数	16
	布団等の備蓄	14
	一人当りのスペース	10
	合計	100

表-9 避難所設備のソフト面の項目点

	避難所の設備項目	項目点
ソフト面	非常用発電装置	18
	情報収集器具	16
	医療用品類	14
	公衆電話	12
	更衣室（授乳室含）	10
	お風呂	10
	洗濯機	8
	台所	6
	ロッカー(貴重品保管所)	6
	合計	100

a) 項目点の決定方法

各避難所の地震時使用性の評価については、他の避難所と比較することから、数値で表現することが望ましいと考えられる。したがって、2つに分類した避難所設備の充足度を、ハード面およびソフト面、それぞれ、100点満点で表すこととした。その際、アンケート結果から決定した前述の避難所設備の重要度を重みとして反映させることとした。

重みの大きい避難所設備の有無は、評点への影響が大きくなり、重みが小さい避難所設備の有無は、評点への影響が小さくなる。重みの小さい避難所設備を多く満たしていても評点は、低いものとなり、重みの大きい避難所設備を満たしていれば評点は、高いものとなる。このように、避難所設備ごとの項目点に差を付けることにより、避難所の地震時使用性の評価が、より現実的な評点となる。

b) 項目点の決定

項目点は、避難所設備の重要度を反映させ決定し、項目点の合計が、避難所設備のハード面およびソフト面、それぞれ100点になるように決定した。各項目点は以下の式で求めた。

$$y_i = \frac{100}{\sum x_i} \{ (n+1) - x_i \} \quad (1)$$

$y_i$ : 項目点

$x_i$ : 優先順位の平均値

$n$ : 避難所設備の項目数

決定した避難所設備のハード面およびソフト面の項目点を表-8 および表-9 に示す。

表-10 新潟県中越地震時の避難勧告

	避難勧告人口	総人口	勧告割合 (%)
長岡市	9,768	236,574	4.13
小千谷市	1,784	39,918	4.47
十日町市	43,186	61,972	69.69
見附市	76	42,641	0.18
栃尾市	363	23,088	1.57
魚沼市	800	43,463	1.84
川口町	5,676	5,202	109.11
合計	61,653	452,858	13.61

表-11 指定地域人口と予想避難者数

避難所名	総人口(人)	予想避難者数(人)
S避難所	8,153	1,109
W避難所	11,691	1,590

(4) 評価シート作成

a) 評価に用いる仮定事項

地方自治体の各避難所を評価する上で、各避難所に避難してくる避難者数を考慮しなければならないが、群馬県ではこれまで大規模地震が発生したことがないため、前例がない。そこで、新潟県中越地震時に避難勧告を受けた主な市町村の避難者数を参考として、高崎市の各指定避難所の予想避難者数を算出した。新潟県中越地震の際に避難者数の多かった地域の人口に対する勧告割合を表-10 に示す。大規模地震が発生したときに避難所に避難してくる人数は、群馬県でも新潟県の勧告割合と同様と仮定し、市町村の人口の約13.6%が避難するとした。S避難所およびW避難所の指定避難地域人口および算出した予想避難者数を表-11 に示す。

b) 設備項目の充足度合いの判断基準

避難所設備のハード面の各項目は、以下に示す充足基準を基に、○、△、×の3段階で充足を評価することとする。○の場合は、避難所の各項目の重みを付けた項目点の最大の点数とし、△の場合は、避難所の各項目の重みを付けた項目点の半分の点数とし、×の場合は、0点とした。この充足基準を表-12 にまとめた。また、避難所設備のソフト面の各項目は有無のみで、○、×の2段階で充足を評価することとする。なお、各項目の判断基準とその意味合いを以下に示す。

・一人当たりのスペース

一人当たりのスペースが大人の寝ることのできる一畳分の面積縦1.8×横0.9である1.62㎡を満たしているか、または、半畳分の面積である0.81㎡を満たしているかどうかとする。

・避難所建物の耐震性

1981年または、1996年の耐震基準法改正以降に造られたかどうかとする。

・布団など寝具の備蓄

布団など寝具の備蓄は、毛布、枕、布団で布団1セットと考え、体育館等の収容面積の一畳分の面

表-12 避難所設備の充足基準

	○	△	×
スペース	1.62 m <sup>2</sup> 以上/人	0.81~1.62 m <sup>2</sup> 未満/人	0.81 m <sup>2</sup> 未満/人
耐震性	1996年以降	1981~1995年	1980年以前
布団	1セット以上/1.62 m <sup>2</sup>	0.5~1セット未満/1.62 m <sup>2</sup>	0.5セット未満/1.62 m <sup>2</sup>
水・食糧	耐震性貯水槽がある	貯水槽がある	貯水槽が無い
トイレ	60人以下/個	61~120人/個	121人以上/個
冷暖房	2機以上	1機	無い

積、縦 1.8 m×横 0.9 mである 1.62 m<sup>2</sup>当たりの備蓄数から充足を判断する。充足基準は、1.62 m<sup>2</sup>当たりに布団が 1 セット、または、0.5 セットあるかどうかとする。

・水、食糧などの備蓄

高崎市の場合、市で食糧の備蓄を保管していることから、貯水槽の有無から充足を判断する。充足基準は、耐震性貯水槽または、貯水槽があるかどうかとする。

・トイレの個数

便器一個当たりの使用人数が 60 人または、120 人かどうかとする。この数値は、以下のように求めた。避難者が、24 時間のうち 9 時間の睡眠を取り、起きている 15 時間に、1 回 5 分のトイレを 3 回行くと考えると、一人当たりのトイレを使用する時間は一日 15 分と考えられる。1 つのトイレに対して、15 時間では 60 人が使用できることとなり、これを充足基準とした。

・冷暖房器具

冷暖房器具の充足基準は、床暖房、エアコン、電気もしくはガスストーブ等が、2 機または、1 機あるかどうかとする。

表-13 作成した評価シート

	充足基準		点数	評点		充足基準		点数	評点
	○	△				○	△		
水、食糧等の備蓄	耐震性貯水槽がある	○	21点		非常用発電装置	有る	○	18点	
	貯水槽がある	△	10点			無い	×	0点	
	貯水槽がない	×	0点						
避難所建物の耐震性	1996年以降	○	21点		情報収集器具	有る	○	16点	
	1981年~1995年	△	10点			無い	×	0点	
	1980年以前	×	0点						
冷暖房器具	2機以上	○	18点		医療用品類	有る	○	14点	
	1機	△	9点			無い	×	0点	
	無い	×	0点						
トイレの個数	60人以下/個	○	16点		公衆電話	有る	○	12点	
	61人~119人/個	△	8点			無い	×	0点	
	120人以上/個	×	0点						
布団等の寝具の備蓄	1セット以上/1.62m <sup>2</sup>	○	14点		更衣室	有る	○	10点	
	0.5~1セット未満/1.62m <sup>2</sup>	△	7点			無い	×	0点	
	0.5セット未満/1.62m <sup>2</sup>	×	0点						
一人当たりのスペース	1.62m <sup>2</sup> 以上/人	○	10点		お風呂	有る	○	10点	
	0.81~1.62m <sup>2</sup> 未満/人	△	5点			無い	×	0点	
	0.81m <sup>2</sup> 未満/人	×	0点						
合計点					合計点				
ランク	100点	S			ロッカー	有る	○	8点	
	80~99点	A				無い	×	0点	
	59~79点	B							
	50~58点	C							
	0~49点	D							
ランク	100点	S			洗濯機	有る	○	6点	
	80~99点	A				無い	×	0点	
	59~79点	B							
	50~58点	C							
	0~49点	D							
ランク	100点	S			台所	有る	○	6点	
	80~99点	A				無い	×	0点	
	59~79点	B							
	50~58点	C							
	0~49点	D							

(5) 避難所設備の評価および避難所のランク付け

作成した評価シートを表-13 に示す。この評価シートに各避難所の設備を当てはめることで、各避難所の評点が求められる。

a) ランク付け基準

各避難所の評点は、その大小でランク付けをし、S~D で表した。全ての項目を満たしている場合は S ランク、評点が 80~99 点の完璧ではないが、避難所としての機能を十分に満たす避難所は A ランク、評点が 59~79 点の避難所は B ランク、評点が 49~58 点の避難所は C ランク、評点が 49 点未満の避難所は D ランクとした。この各ランクの範囲は、重要度の高い避難所設備が満たされない場合はランクが低くなるように設定した。また、全ての項目が△であるときの評点となる 49 点未満を優先的に改善すべき避難所である D ランクとした。

b) 避難所のランク付け

評価シートに高崎市の指定避難所の設備を当てはめた評価シートの一例を表-14 および表-15 に示す。

S 避難所のハード面の評点は、「耐震性貯水槽」および「冷暖房器具」の項目が十分に満たされてお

り、「避難所建物の耐震性」および「一人当たりのスペース」の項目がやや満たされているため、54 点となった。この評点は、C ランクとなるので、避難所として最低限の機能を満たした避難所と言える。同避難所のソフト面の評点は、「情報収集器具」「医療用品類」「公衆電話」「更衣室」「洗濯機」「台所」の項目が十分満たされているため、64 点となった。この評点は、B ランクとなるので、同避難所のソフト面の設備は整っていると言える。

一方、W 避難所のハード面の評点は、「冷暖房器具」の項目が十分に満たされているのみで、「一人当たりのスペース」の項目がやや満たされているため、23 点となった。この評点は、D ランクとなるので、優先的に改善すべき避難所であると言える。また、同避難所は、指定避難地域の人口が市内で最も多い避難所であるので、早急に避難所設備のハード面の設備を改善する必要があると言える。同避難所のソフト面の評点は、「情報収集器具」「医療用品類」「公衆電話」「更衣室」「お風呂」「ロッカー」「洗濯機」「台所」の項目が十分満たされて

表-14 S避難所の評価シート

充足基準			点数	評点	充足基準			点数	評点															
水、食糧等の 備蓄	耐震性	○	21点	○	非常用 発電装置	有る	○	18点	×	0点														
	貯水槽がある	△	10点			無い	×	0点																
	貯水槽がない	×	0点			情報収集 器具	有る	○			16点	○	16点											
避難所建物の 耐震性	1996年以降	○	21点	無い	×	0点	医療用品 類	有る	○	14点														
	1981年～1995年	△	10点	無い	×	0点		有る	○	14点														
	1980年以前	×	0点	2機以上	○	18点		無い	×	0点														
冷暖房器具	2機以上	○	18点	○	18点	1機	有る	○	12点	○	12点													
	1機	△	9点				無い	×	0点															
	無い	×	0点				更衣室	有る	○			10点	○	10点										
トイレの 個数	60人以下/個	○	16点	無い	×	0点	お風呂	有る	○	10点	×	0点												
	61人～119人/個	△	8点	無い	×	0点		有る	○	10点														
	120人以上/個	×	0点	ロッカー	有る	○		8点	×	0点														
布団等の 寝具の備蓄	1セット以上 /1.62㎡	○	14点	無い	×	0点	洗濯機	有る			○	6点	○	6点										
	0.5～1セット未満 /1.62㎡	△	7点	無い	×	0点		有る			○	6点												
	0.5セット未満 /1.62㎡	×	0点	台所	有る	○		6点	○	6点														
一人当たりの スペース	1.62㎡以上/人	○	10点	無い	×	0点	合計点	100点			S	合計点	64点		合計点	54点		合計点	82点					
	0.81～1.62㎡未満/人	△	5点	ランク	80～99点	A		合計点			100点		S	合計点		64点			合計点	82点				
	0.81㎡未満/人	×	0点		59～79点	B			合計点	100点			S			合計点	64点			合計点	82点			
合計点	100点		S		80～99点	A	合計点			100点		S	合計点		64点		合計点	82点						
ランク	80～99点	A	合計点	100点		S		合計点		100点		S		合計点	64点			合計点	82点					
	59～79点	B		80～99点	A	合計点			100点		S	合計点			64点				合計点	82点				
	50～58点	C		59～79点	B		合計点		100点		S		合計点		64点		合計点			82点				
	0～49点	D		50～58点	C				合計点	100点					S	合計点				64点		合計点	82点	
				0～49点	D					合計点	100点				S					合計点	64点		合計点	82点
				合計点	100点			S			合計点			64点				合計点			82点			

表-15 W避難所の評価シート

充足基準			点数	評点	充足基準			点数	評点															
水、食糧等の 備蓄	耐震性	○	21点	×	非常用 発電装置	有る	○	18点	×	0点														
	貯水槽がある	△	10点			無い	×	0点																
	貯水槽がない	×	0点			情報収集 器具	有る	○			16点	○	16点											
避難所建物の 耐震性	1996年以降	○	21点	無い	×	0点	医療用品 類	有る	○	14点	○			14点										
	1981年～1995年	△	10点	無い	×	0点		有る	○	14点														
	1980年以前	×	0点	2機以上	○	18点		無い	×	0点														
冷暖房器具	2機以上	○	18点	○	18点	1機	有る	○	12点	○	12点													
	1機	△	9点				無い	×	0点															
	無い	×	0点				更衣室	有る	○			10点	○	10点										
トイレの 個数	60人以下/個	○	16点	無い	×	0点	お風呂	有る	○	10点	×	0点												
	61人～119人/個	△	8点	無い	×	0点		有る	○	10点														
	120人以上/個	×	0点	ロッカー	有る	○		8点	×	0点														
布団等の 寝具の備蓄	1セット以上 /1.62㎡	○	14点	無い	×	0点	洗濯機	有る			○	6点	○	6点										
	0.5～1セット未満 /1.62㎡	△	7点	無い	×	0点		有る			○	6点												
	0.5セット未満 /1.62㎡	×	0点	台所	有る	○		6点	○	6点														
一人当たりの スペース	1.62㎡以上/人	○	10点	無い	×	0点	合計点	100点			S	合計点	64点		合計点	82点								
	0.81～1.62㎡未満/人	△	5点	ランク	80～99点	A		合計点			100点		S	合計点		64点		合計点	82点					
	0.81㎡未満/人	×	0点		59～79点	B			合計点	100点			S			合計点	64点		合計点	82点				
合計点	100点		S		80～99点	A	合計点			100点		S	合計点		64点		合計点			82点				
ランク	80～99点	A	合計点	100点		S		合計点		100点		S		合計点	64点			合計点		82点				
	59～79点	B		80～99点	A	合計点			100点		S	合計点			64点				合計点	82点				
	50～58点	C		59～79点	B		合計点		100点		S		合計点		64点		合計点			82点				
	0～49点	D		50～58点	C				合計点	100点					S	合計点				64点		合計点	82点	
				0～49点	D					合計点	100点				S					合計点	64点		合計点	82点
				合計点	100点			S			合計点			64点				合計点			82点			

いるため、82点となった。この評点は、Aランクとなるので、同避難所のソフト面の設備は整っているとされる。

#### 4. 避難所設備の効率的な改善方法

各避難所設備の改善方法を検討するにあたり、避難所設備のハード面における「貯水槽」および「避難所建物の耐震性」の改善には、膨大な費用がかかる。また、「一人当たりのスペース」も体育館自体を増築あるいは改築しなければならないため膨大な費用と時間がかかるため、実際には特別な予算で実施されることから、改善方法の検討からは除外した。さらに、避難所設備の中で、短期間の避難所生活の際に必要なハード面が重要項目であると考え、ここでは、避難所設備のハード面のうち、「貯水槽」を「水の備蓄」で代替した上で、

- ・水、食糧などの備蓄
- ・トイレの個数
- ・布団など寝具の備蓄

の3つの項目を対象とした改善案を考える。

改善案の項目として設定した「水の備蓄」および「トイレの個数」、「布団などの寝具の備蓄」の3項目の改善に必要な費用と、改善した際に3.

(3)b)で示した項目の評点に反映される効果は次のとおりである。

- ・「水、食糧などの備蓄」

「貯水槽」の代わりに、収容した人達が1日生活するのに必要な「水」約4500ℓを保管用タンクに備蓄することで不足分を補うと考えた場合、合計47万円の費用となり、評点は21点上がる。

- ・「トイレの個数」  
「テント付き仮設トイレ」を不足分を補うと考える。W避難所では22セット、費用110万円で備蓄することで、評点は16点上がる。S避難所では13セット、費用65万円で備蓄することで、評点は16点上がる。

- ・「布団など寝具の備蓄」  
収容人数分の「布団」を不足分を補うと考える。W避難所では1480セット、費用740万円で備蓄することで、評点は14点上がる。S避難所では650セット、費用325万円で備蓄することで、評点は14点上がる。

避難所設備の充実を図る優先順位を決定する方法は、地方自治体の意向を反映させることや限られた予算内で効率的に避難所設備を補充することが出来るように、以下に示す4つの方法を考えた。それぞれの方法の説明を以下に示す。

##### (1) 特定の避難所設備を優先的に補充する方法

この方法は、地方自治体が、優先的に補充する避難所設備を1つ決め、その設備に不備がある避難所から、避難所設備の補充を行う方法である。具体的には、優先的に補充する避難所設備を1年目「トイレの個数」、2年目「水」、3年目「布団などの寝具」と条件設定した結果を、表-16および表-17に示す。

##### (2) 一定の予算内で避難所設備を補充する方法

この方法は、定められた予算内で、避難所の評点が最も上がる避難所設備から補充を行う方法である。具体的には、地震防災に充てる予算を400万円と仮定する。評点の低いW避難所の設備の中で、最も

表-16 避難所設備を補充する方法のシミュレーション結果  
(費用)

(1) 特定の避難所設備を優先的に補充する方法

避難所名	1年目		2年目		3年目	
	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)
S避難所	トイレ	33	—	—	布団	325
W避難所	トイレ	52	飲料水	200	布団	740
費用の合計	85万円		200万円		1065万円	

(2) 一定の予算内で避難所設備を補充する方法

避難所名	1年目		2年目		3年目		4年目	
	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)
S避難所	トイレ	34	布団	325	—	—	—	—
W避難所	トイレ	52	—	—	布団(50%)	370	布団(50%)	370
費用の合計	286万円		325万円		370万円		370万円	

(3) 避難所の目標ランクを設定し、設備補充する方法

避難所名	1年目		2年目	
	補充する設備	費用(万円)	補充する設備	費用(万円)
S避難所	—	—	トイレ	34
W避難所	トイレ	52	—	—
費用の合計	252万円		34万円	

(4) 特定の避難所を優先的に補充する方法

避難所名	1年目	
	補充する設備	費用(万円)
S避難所	—	—
W避難所	トイレ	52
費用の合計	992万円	

評点が上がる設備は、「飲料水の備蓄」である。W避難所の「飲料水の備蓄」をすることで、21点の評点が追加され、必要な経費は200万円である。残り200万円の予算で、S避難所およびW避難所の「トイレの個数(16点)」を補充することが出来る。2年目には、S避難所の「布団などの寝具」を325万円で補充する。同様に、3年目および4年目にそれぞれ、W避難所の「布団などの寝具」を半分ずつ補充することとなる。

### (3) 避難所の目標ランクを設定し、設備補充する方法

この方法は、各避難所の目標ランクを設定し、その目標ランクに到達してない避難所の中で、評点が最も低い避難所から、避難所設備を補充していく方法である。最初に、最も評点の低い避難所から、その避難所のランクが目標ランクに達するように、避難所設備の評点が高い設備から補充を行う。具体的には、避難所の目標ランクをBランクに設定する。表-17のようS避難所およびW避難所ともに、避難所のランクがBランクより低いので、避難所設備の補充対象となる。その中で、W避難所は、評点が23点でDランク、S避難所は、評点が54点でCランクであることから、W避難所から、避難所設備の補充を行う。W避難所では、「飲料水の備蓄(21点)」および「トイレの個数(16点)」を補充することにより、避難所の評点が60点となりBランクになる。S避難所では、「トイレの個数(16点)」を補充することにより、避難所の評点が70点となり、Bランクになる。

### (4) 特定の避難所を優先的に補充する方法

この方法は、地方自治体が優先的に補充を行いた

表-17 避難所設備を補充する方法のシミュレーション結果  
(評点とランク)

(1) 特定の避難所設備を優先的に補充する方法

避難所名	現状	1年目	2年目	3年目
	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数
S避難所	C:54	B:70	A:84	A:84
W避難所	D:23	C:39	B:60	B:74

(2) 一定の予算内で避難所設備を補充する方法

避難所名	現状	1年目	2年目	3年目	4年目
	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数
S避難所	C:54	B:70	A:84	A:84	A:84
W避難所	D:23	B:60	B:67	B:74	B:74

(3) 避難所の目標ランクを設定し、設備補充する方法

避難所名	現状	1年目	2年目
	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数
S避難所	C:54	A:95	B:70
W避難所	D:23	B:60	終了

(4) 特定の避難所を優先的に補充する方法

避難所名	現状	1年目	2年目	3年目
	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数	ランク:点数
S避難所	C:54	A:95	終了	終了
W避難所	D:23	A:90	終了	終了

い避難所を1ヶ所決め、その避難所の評価がAランクになるように、避難所設備の評点が高い設備から補充を行う方法である。具体的には、W避難所が指定地域の総人口が多いことから優先に補充する避難所として考える。W避難所の設備の中で、不備であり、かつ、評点が高い設備から補充することとし、「飲料水の備蓄(21点)」および「トイレの個数(16点)」、「布団などの備蓄(14点)」の順に補充することとなる。その結果、W避難所の評点は74点にしかならず、Bランクまでである。したがって、W避難所については、建物の耐震化や避難所の増改築を行う必要があることがわかる。

## 5. おわりに

本研究では、新潟県中越地震の被災者に対するアンケートを参考に、地震時使用性に基づいた避難所設備の重要度を決定し、その重要度に基づいて、既存の避難所の設備の充実度を判定するシートを作成した。群馬県高崎市の指定避難所の設備の充実度を評点を用いて評価することができた。さらに、避難所設備の整備優先順位の決定する条件を4パターン提案し、テストケースとして、2つの避難所の評価結果を用いて、シミュレーションを実施した。その結果、4とおりの違った避難所設備補充パターンが確認された。

本研究で行った避難所設備の地震時使用性に基づく評価方法と整備優先順位の決定手法は、一部分の設備および避難所での検討ではあったが、有用性が確認でき、地方自治体の避難所設備の充実化に役立つと考えられる。

今後は、建物の耐震化や避難所の増改築を考慮するとともに、群馬県高崎市の指定避難所全てをシミュレーションできるようなシステムの構築を行うことが必要と思われる。

**謝辞**：被災経験者へのアンケート調査の際に，東日本旅客鉄道株式会社(当時：長岡技術科学大学大学院生)河野(旧姓井上)由美子さんにご協力頂きました。また，高崎市の指定避難所の実態調査の際に，高崎市役所庶務課行政防災担当者にご協力頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 新潟県庁 web サイト：新潟県中越大震災の被害状況  
[http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai\\_new.html](http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai_new.html)
- 2) 神戸新聞 web サイト：阪神・淡路大震災.  
<http://www.kobe-np.co.jp/sinsai/kiroku/higai0012.html>
- 3) 兵庫県庁 web サイト：兵庫県防災と消防.  
<http://web.pref.hyogo.jp/syoubou/shiori/np3.html>
- 4) 朝日 web サイト：新潟県中越地震. 2004.11.2.  
<http://www.asahi.com/special/041023/TKY200411020275.html>
- 5) 群馬県前橋市 web サイト：前橋市立学校施設の耐震化状況について  
<http://www.city.maebashi.gunma.jp/kbn/14100082/14100082.html>
- 6) 君島康太：地震時避難所のあり方と充実化の考え方，平成18年度卒業研究報告書，群馬高専環境都市工学科，2007.2.

## EVALUATION OF EVACUATION CENTER BASED ON USABILITY OF FACILITY UNDER EARTHQUAKE AND THE METHOD OF DECIDING PRIORITY LEVEL FOR MAINTAINED FACILITY

Taku MIKAMI, Kota KIMISHIMA, Hideaki TOKIZAWA and Shuji SASADA

In this study, the questionnaire survey for setting the importance of evacuation center facilities were executed. So the evaluation of evacuation center based on usability of the facility under earthquake and the method of deciding priority level for maintaining facility were presented.