

「戸建てシェルター」の居住性に関する検討と新規試作品の開発

大災害を想定した組立て方式による早期設置型「戸建てシェルター」の開発（その2）

STUDY ON RESIDENCE PERFORMANCE OF THE SHELTER AND DEVELOPMENT OF A NEW SHELTER

Development of assembly compact emergency shelter for early supply in great disasters (No.2)

岡村精二^{*} , 三浦房紀^{**} , 村上ひとみ^{***}

Seiji OKAMURA, Fusanori MIURA and Hitomi MURAKAMI

In great disasters, people can hardly endure to stay in a mass refuge environment with no privacy and they felt the burden in mind and body because setting up disaster housing took long time. We tried to develop compact emergency shelter for family use which can be set up in limited time and space by method of assembly, can support recovery of houses by placing them beside damaged houses, and can be used complementarily until disaster housing is set up or can be used for volunteers.

We investigated questionnaires on the necessity and the residence performance of the sample shelter at Ube city in the tidal wave disaster area by typhoon and Ojiya city in the disaster area of the 2004 Niigata Chuetsu Earthquake. Temporal residents occupied the sample shelter in winter at Ojiya city and in summer at Ube city and tested the performance of the shelter.

Then we developed new compact emergency shelter based on the test results and temporal residents occupied in winter at Ube city. This paper reviewed the practical use and residence performance of the emergency shelters for early supply, for one of the emergency shelters or housings.

Keywords : *emergency shelter, disaster housing, sectional method, great earthquake disaster, evaluation, questionnaire*
緊急避難施設, 応急仮設住宅, 組立て方式, 大震災, 評価, アンケート

1. はじめに

(1) 研究の背景

1995年阪神・淡路大震災では、建物の倒壊数は全壊約11万棟、このうち住宅の全壊は約8万1,000戸、関東大震災以来の6,000名を超す犠牲者を出す大惨事となり、兵庫県では1月23日午前8時のピーク時には、小中学校の体育館や公民館、市役所のロビーなど1,153か所に約32万人の被災者が避難した¹⁾²⁾。

必要とされた応急仮設住宅は約5万戸だったが、1か月後に建設された応急仮設住宅はわずか1,250戸であり、4万8,300戸の完成には7ヶ月を要した。特に市街地では敷地の確保が難しく、応急仮設住宅が自宅から離れたところに建設され、自宅の修理などに支障をきたした事例も多くある³⁾。また、復興の初期の過程において、自力で従前居住地に仮設住宅(以下、自力仮設住宅^{注1)})を作り、住宅・店舗・工場の建設に取り組んだ被災者もいる⁴⁾。

2004年新潟県中越地震では死者68名、住宅被害は12万837戸、最大避難者数は約10万3,000名であり、応急仮設住宅は3,460戸建設され、9,649名が入居した⁵⁾。2007年新潟県中越沖地震では死者は15名、住宅被害は4万1,803戸、避難者数は1万2,000名であり、仮設住宅は1,222戸建設され、2,977名が入居した⁶⁾。

阪神・淡路大震災以降、応急仮設住宅の建設日数は短縮され、災害の規模にもよるが、2000年鳥取県西部地震の日野町や2000年北海道有珠山噴火の虻田町では被災後約20日、また新潟県中越

地震では被災後約30日で最初の入居が可能になった。しかし、それでも応急仮設住宅が必要な世帯は、最低20日間の避難所での生活を強いられることになり、新潟県中越地震では3,460戸の建設に2ヶ月を要した。

避難所生活は被災者の孤立化^{注2)}を防ぎ、情報を共有できるなどの利点もあるが、プライバシーのない生活を強いられ、心身の健康に影響を及ぼしている⁷⁾。その一方で、プライバシーを守るために自家用車等で避難生活を送る人もいるが、窮屈な生活によるエコノミークラス症候群が起り、新たな問題となっている。

(2) 既往の研究と本研究の目的

塩崎・他は阪神・淡路大震災における神戸市被災市街地での自力仮設住宅について、その建設棟数は少なくとも5,000棟であり、10年経った時点でも1,044棟存続し、そのうち専用住宅では「避難生活からの脱出」が、主たる建設動機であったことを報告している⁴⁾⁸⁾⁹⁾。

さらに塩崎・他は災害復興公営住宅入居世帯における社会的「孤立化」についての調査を行い、居住地や住宅の選択肢が限られ、従前居住地から遠く離れた場合には「生活の蓄積」をほとんど取り戻すことができず、従前居住地へのアクセスを保障することの必要性を報告している¹⁰⁾。

また、牧・他は応急仮設住宅の物理的実態と問題点に関して、復興の過渡期的段階として応急仮設住宅を位置付け、住宅を失っ

* 山口大学大学院理工学研究科 学生・工修
** 山口大学大学院理工学研究科 教授・工博
*** 山口大学大学院理工学研究科 准教授・工博

Graduate Student, Yamaguchi University, M.Eng.
Prof., Yamaguchi University, Dr.Eng.
Assoc.Prof., Yamaguchi University, Dr.Eng.

た人々が以前住んでいた敷地内に応急仮設住宅を供給し、そこで本格的な復興までの期間を過ごすことを考えるべきであると報告している³⁾。

平山は被災地の住まいの将来について、大規模都市災害においては、応急仮設住宅と災害復興公営住宅のみに依拠した住宅復興方式だけでは限界があると報告している¹¹⁾。

これらの研究では応急仮設住宅や復興住宅の建設に当って、避難所生活からの早期開放、従前居住地近くに居住すること、住宅復興の選択肢を増やすことの重要性を指摘している。

著者らはこの様な指摘を踏まえ、大災害を想定した組立て方式による早期設置型の戸建てシェルターの開発を行った¹²⁾。すなわち、従前居住地の敷地内もしくは近隣空き地に容易に設置でき、住宅設備をあらかじめ内部に備えた組立て方式による早期設置型戸建てシェルター(参考文献 12 における試作品 2)を試作し、新潟県中越地震発生直後に新潟県小千谷市に搬送し、災害ボランティア等を対象とした 1ヶ月間の冬季居住実験を行った¹²⁾。しかし、前論文では戸建てシェルターの開発に重点が置かれ、その評価と必要性に関する検討が不十分で、居住実験も冬季のみであった。

そこで、本研究では戸建てシェルター(試作品 2)に対する住民によるアンケート調査を行い、その居住性を検証した。さらに夏季居住実験を行い、改善点を検討し、それらを解決すべく新規戸建てシェルター(試作品 3)の開発に取り組んだ。

(3) 研究方法

図 1 に研究の手順・方法をフローチャートで示す。

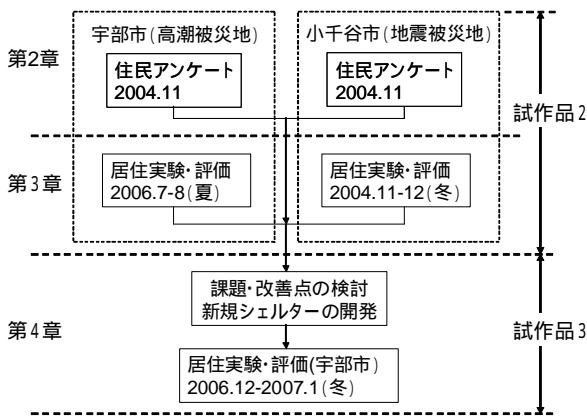


図 1 研究の手順・方法

まず、2004 年 11 月に山口県宇部市で早期設置型戸建てシェルター(試作品 2)の組立・解体の公開実験と、その必要性と活用方法、居住性に関するアンケート調査を行った。さらに 2004 年 11 月、新潟県中越地震が発生し、正に応急仮設住宅を必要としていた新潟県小千谷市に搬送・設置し、市民へ同様のアンケート調査を行った。

宇部市は 1999 年 9 月の台風 18 号で高潮被害により、仮設住宅を建設するまでには至らなかったが、多くの沿岸部民家や山口宇部空港、石油会社への浸水や護岸の倒壊など甚大な被害を受けた。これを契機に自主防災組織の結成率が 80%に達するほど、宇部市民は災害に対して、非常に強い関心を持っている。

一方、小千谷市は新潟県中越地震で震度 6 強を記録し、死者 17 名、負傷者 785 名、建物の被害は全 1 万 899 棟のうち、622 棟

(5.71%) が全壊する被害を受け、避難生活を経験し仮設住宅を必要としていた¹³⁾。

2004 年 11 月～12 月に試作品 2 を小千谷市に設置し、災害ボランティアと地域住民を被験者として、1ヶ月間の冬季居住実験を行った¹²⁾。さらに 2006 年 7 月～8 月に試作品 2 を、宇部市の山口大学工学部の構内に設置し、学生と住民を被験者として夏季居住実験を行った。

アンケート結果と居住実験から、戸建てシェルターの活用方法と居住性について検討するとともに、その問題点を明らかにし、これら問題点を解決するために、試作品 2 を改善した新規戸建てシェルター(試作品 3)を試作した。そして、2006 年 12 月～2007 年 1 月に試作品 3 を、山口大学工学部の構内に設置し居住実験を行い、その有効性について考察を行った。

2. 「戸建てシェルター」(試作品 2)のアンケート調査による評価

(1) 試作品 2 の仕様

図 2 に試作品 2 の平面図を、写真 1 にその外観を示す。写真(a)は組立後の外観、(b)は折り畳んで搬送中の様子である。

開発要件、機能の詳細については、参考文献 12) に詳しく報告しているので、ここではごく簡単に紹介するに止める。組立時の室内空間は間口 2.1m、奥行き 3.1m、床面積 6.7 m² (居住定員 4 名)、全重量は本体 500kg であり、保管時には幅 2.2m、全長 2.5m、高さ 0.8m の箱型になる。構造体にはポリプロピレンのハニカム状心材を強化プラスチック(FRP)で挟んだサンドイッチ工法を採用している。

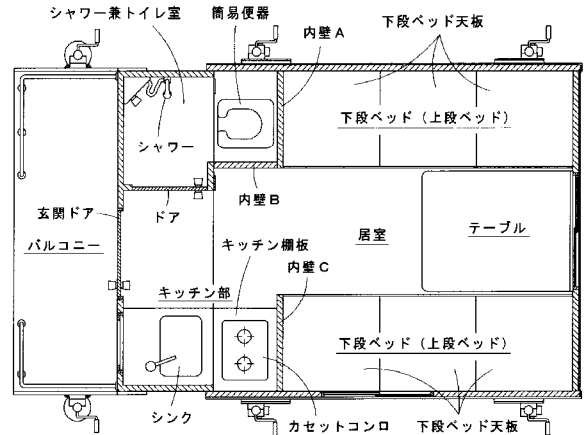


図 2 戸建てシェルター(試作品 2)の平面図



(a) 組立後の外観 (b) 搬送中の様
写真 1 戸建てシェルター(試作品 2)の外観

(2) アンケート調査の実施

新潟県中越地震(2004.10.23)の発生から約 1ヶ月後、テレビや

新聞で避難所や仮設住宅に関する報道が頻繁に行われていた 2004 年 11 月 20 日、宇部市役所玄関前にて組立・解体の公開実験を行い、宇部市民 57 名に対してアンケート調査を行った。写真 2 (a)にそのときの様子を示す。

さらに、2004 年 11 月 24 日、新潟県中越地震で被災した新潟県小千谷市に搬送し、小千谷市体育館近くの「さなぎ遊園地」の駐車場に設置して、市民 32 名に対してアンケート調査を行った。写真 2 (b)に小千谷市での設置状況を示す。周辺のテントは災害ボランティア用である。なお、アンケート調査の回答者には両地とも、居住実験に参加した被験者は含まれていない。



写真 2 戸建てシェルターの宇部市と小千谷市での設置状況

(3) アンケート調査の内容と回答者の属性

アンケート調査は、戸建てシェルター(試作品 2)を見学した後、内部のテーブルで記載してもらった。質問の内容は以下の通りである。表 1 にアンケート回答者の属性を示す。

- 問 1) 避難所生活で不自由、または不安そうだと感じるか。
- 問 2) 体育館やテントでの避難所生活は、何日くらいが限界と思うか。
- 問 3) 早期設置型の戸建てシェルターの必要性を感じるか。
- 問 4) 試作品 2 の内部に対する印象(広さ、住宅設備など)
- 問 5) 試作品 2 に何日くらいなら生活できるか。その理由。
- 問 6) 自宅そばに設置し、住宅復興に使えるとすれば希望するか。
- 問 7) 住宅復旧までの仮住まいとして、どんな方式が望ましいか。
(戸建てシェルターが備蓄されている場合、
どのような仮住まいの道筋での復旧を希望するか)
避難所 戸建てシェルター 補修住宅
避難所 補修住宅
避難所 戸建てシェルター 仮設住宅 補修・再建住宅
避難所 仮設住宅 補修・再建住宅
戸建てシェルター 補修住宅
- 問 8) 試作品の長所、短所について
- 問 9) 属性：性別、年齢、職業、被災者・被災経験の有無
- 問 10) その他、自由意見

表 1 アンケート回答者の属性(括弧内は人数を示す)

		小千谷市	宇部市
性別	男	59% (19)	65% (37)
	女	41% (13)	35% (20)
年齢	40歳未満	44% (14)	23% (13)
	40歳-60歳	19% (6)	37% (21)
	60歳以上	38% (12)	40% (23)
職業	一般市民	72% (23)	56% (32)
	自治体職員	9% (3)	32% (18)
	学生	19% (6)	7% (4)
	その他(議員)	0% (0)	5% (3)
被災経験	被災者・被災経験者	88% (28)	2% (1)
	非被災者	12% (4)	98% (56)

居住実験の被験者は含まれていない

(4) 集計結果

1) 避難所生活での不自由・不安感と限界日数

図 3 は避難所生活で不自由・不安と思われる事柄について、小千谷市と宇部市の意識を比較して示す。両市とも入浴、プライバシーが高い比率を示しているが、小千谷市では不安感、乳幼児の育児、換気、騒音、ベットの扱いなど、全体的には将来への不安や子育てが大きな課題となっている。一方、宇部市ではテレビ報道から被災地の避難所での生活は厳しいとの印象が強いためか、トイレや食事、睡眠など直接生活面での不自由さを回答した人が多い。

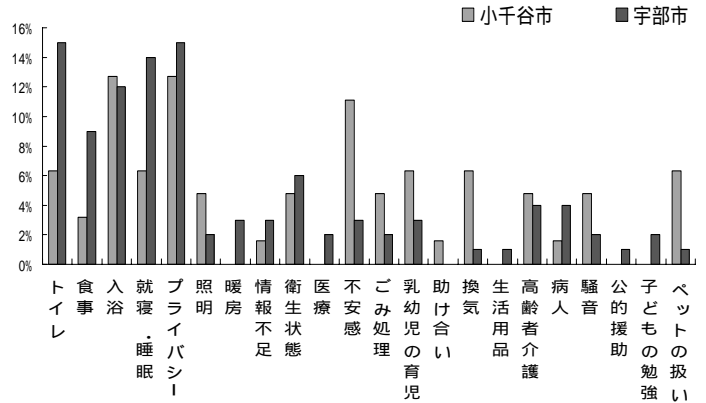


図 3 避難所生活で不自由・不安と思われる事柄(複数選択可)

図 4 は避難所生活の限界日数を示す。小千谷市は宇部市に比べ、限界日数が長く、その傾向は 60 歳以上で、より強く表われている。例えば、小千谷市では 1 ヶ月以上と回答した人は 60 歳未満で 40%、60 歳以上で 58% である。一方の宇部市では 1 ~ 2 週間程度が限界であると回答している人が多く、1 ヶ月以上と回答した人は 60 歳未満で 24%、60 歳以上で 17% である。限界日数が 60 歳未満に比べて 60 歳以上の方が長いのは、現役世代ではないこと、小家族世帯が多いことが影響し、また生活習慣と忍耐力の差もその理由として考えられる。

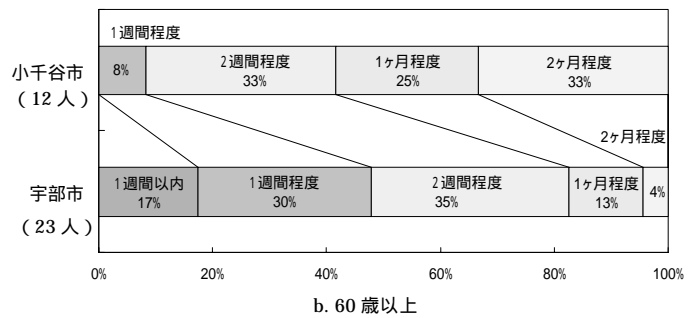
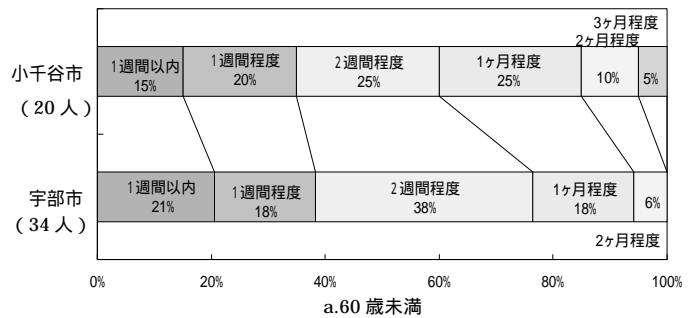


図 4 避難所生活の限界日数

一般的に限界日数が小千谷市の方が長いのは、テレビ報道から避難所での生活は厳しいと感じていた宇部市と、避難所以外の選択肢は少なく、現実的に対応していた小千谷市との意識の違いを示しているものと考えられる。

なお、1～2週間が限界と回答した主な理由として、両地域に共通して、以下のようなものがあった。これらを解決するための対策が必要であり、その1つが本研究で提案する戸建てシェルターである。

- 神経質な人は睡眠不足になり、精神的不安定になる。
- 生活のペースが崩れる。
- プライバシーの無さに耐えられない。ストレスがたまる。
- 集団生活は苦手、集団の中では落ち着かない、周りが気になる。

2) 早期設置型戸建てシェルターの必要性和使用希望

戸建てシェルターの必要性を表2に示す。小千谷市では56%が必要、44%が何とも言えないと回答している。一方、宇部市では96%が必要と答え、ほぼ全員が必要性を認めている。

表2 戸建てシェルターの必要性
(上段：比率、下段は人数を示す。以下同様。)

	感じる	感じない	何とも言えない
小千谷市 32人	56% 18	0%	44% 14
宇部市 57人	96% 55	0%	4% 2

千谷市で必要と回答した割合が56%に止まったのは、アンケート調査を行った時期が、地震発生から1ヶ月が過ぎ、生活が落ち着き応急仮設住宅への入居が始まった頃であり、様々な考えが往来したためと想像される。一方、宇部市では避難所生活は厳しいという認識が強く、あまり選択肢を考えずにその必要性について高い比率を示したと思われる。

戸建てシェルターの必要性を感じると回答した主な理由としては、両地域とも以下のようなものがあった。

- 避難所生活から早期に開放される。
- プライバシーの確保ができ、自分のペースで復旧活動ができる。
- 自宅のそばにあれば、自宅の片付けや補修ができる。
- 生活の柱として、住まいの確保は不可欠である。

表3は仮に戸建てシェルターが備蓄されており、使用することが可能な場合における希望の有無を示す。小千谷市では使用希望の有無について、希望するが88%と高い比率を示している。備蓄してあれば、使用したいという意識の表れだと思われる。一方、宇部市では表2で必要性について、感じるが96%と高い比率を示したにもかかわらず、表3の使用希望の有無について、希望するが47%に止まり、53%が何とも言えないと回答した。地震による大災害を経験したことがなく、避難生活にどう対応するべきかという判断ができなかったためと推察される。

表3 戸建てシェルターの使用希望

	希望する	希望しない	何とも言えない
小千谷市 32人	88% 28	0% 0	12% 4
宇部市 57人	47% 27	0% 0	53% 30

3) 戸建てシェルターで生活した場合の限界日数

図5は戸建てシェルターで生活した場合の限界日数を示す。

小千谷市では60歳未満で、1ヶ月以上暮らせるとした人が85%、その内20%が何日でもと回答している。60歳以上でも1ヶ月以上暮らせるとした人が51%、その内17%が何日でもと回答している。

一方、宇部市では60歳未満では、1ヶ月以上暮らせるとした人が53%、60歳以上では48%である。また宇部市では2週間程度までと回答した人が60歳未満で48%、60歳以上で53%である。小千谷市では、宇部市に比べ、長期生活可能と回答した割合が高い。避難所同様に、現実的に対応していた被災地との意識の違いを示している。

1ヶ月以上生活可能と回答した主な理由としては、両地域とも以下のようなものがあった。

- 仮設住宅までの「仮」と思えば耐えられる。
- 自分(家族)の居場所があれば、精神的に落ち着く。
- 生活するだけなら、狭さは慣れる。

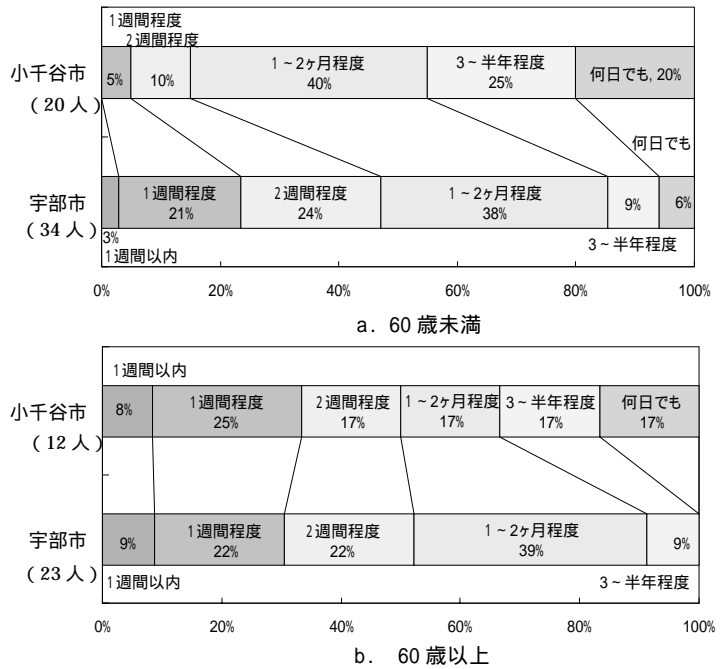


図5 戸建てシェルターで生活した場合の限界日数

4) 戸建てシェルター(試作品2)に対する印象と住宅設備

表4は避難施設と限定した場合における戸建てシェルター内部の印象を示す。室内の広さについては、小千谷市で41%、宇部市で56%が普通と回答し、狭いという評価もそれぞれ31%、21%あった。

表4 戸建てシェルター(試作品2)内部の印象(無回答有)

	室内の広さ			室内住宅設備		
	十分	普通	狭い	十分	普通	不足
小千谷市 32人	25% 8	41% 13	31% 10	31% 10	50% 16	16% 5
宇部市 57人	19% 11	56% 32	21% 12	40% 23	42% 24	14% 8

両地域とも、外観的には「小さい」という印象を持ち、室内に入ると印象より広く感じ、住宅設備も整っているという評価をした人が多かった。外部の色はベージュで暖かいという印象があり、一般

的に好評であった。この他、収納不足、トイレ、シャワールームの狭さに対する指摘もあった。

表5は戸建てシェルター(試作品2)の住宅設備の必要性と充足度を示す。小千谷市では流し台、トイレ、シャワー、コンロについては、53%~66%が必要と回答し、34%~41%が状況によると回答している。一方、宇部市では80%以上が必要であると回答している。

小千谷市民は、仮に戸建てシェルターを設置した場合でも、避難所や公園近くに仮設トイレや公衆トイレがあり、給食や弁当の配給もあることなど、現実的な災害支援を想定できたためと思われ、寝る場所、家族の居場所としての位置付けをしたと思われる。

表5 戸建てシェルター(試作品2)の住宅設備の必要性と充足度

小千谷市(32)		括弧内は人数を示す	
	必要	不要	状況による
流し台	53%(17)	6%(2)	41%(13)
トイレ	66%(21)	0%	34%(11)
シャワー	60%(19)	6%(2)	34%(11)
コンロ	66%(21)	0%	34%(11)
	十分	不足	状況による
ベッド(上下)	66%(21)	13%(4)	22%(7)
収納	66%(21)	34%(11)	0%
電気設備	75%(24)	25%(8)	0%

宇部市(57)		括弧内は人数を示す	
	必要	不要	状況による
流し台	82%(47)	0%	18%(10)
トイレ	90%(51)	2%(3)	5%(3)
シャワー	86%(49)	2%(3)	9%(5)
コンロ	86%(49)	0%	14%(8)
	十分	不足	状況による
ベッド(上下)	75%(43)	0%	25%(14)
収納	61%(35)	23%(13)	16%(9)
電気設備	77%(44)	18%(10)	5%(3)

5) 戸建てシェルター(試作品2)の長所と短所

図6にアンケート調査から得られた戸建てシェルター(試作品2)の長所と短所を示す。小千谷市と宇部市で大きな差はなく、長所としてプライバシーの確保、静かに眠れる、食事を作れる等の割合が高い。

短所として小千谷市では、寒冷・積雪対策、設備の状態、孤立等の割合が高い。コストについての課題を挙げている回答者が共に約30%おり、再使用の可能性や備蓄の是非を問う声も多かった。

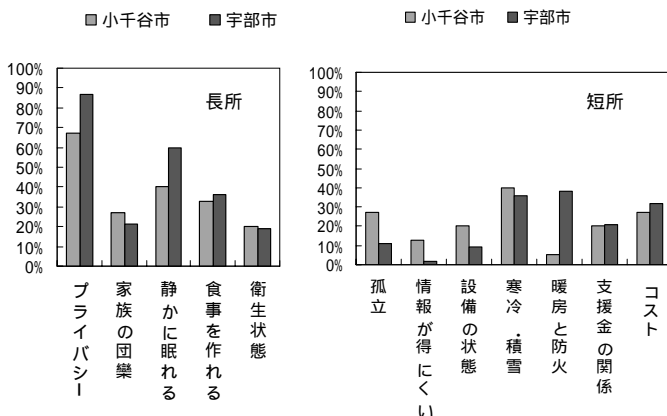


図6 戸建てシェルター(試作品2)の長所と短所(多項目選択)

表6に住宅復旧までの仮住まいの道筋の希望を示す。小千谷市と宇部市での回答に大きな差はないが、小千谷市では「避難所 戸建てシェルター 仮設住宅 補修・再建住宅」が41%と最も多いのに対して、宇部市では「避難所 仮設住宅 補修・再建住宅」が41%と最も多く、小千谷市の方が、戸建てシェルターの必要性を認識する割合が高くなっている。

さらに、道筋に戸建てシェルターを含む割合は小千谷市で66%、宇部市で55%と共に過半数を超えている。これに対して戸建てシェルターを必要としない「避難所 仮設住宅 補修・再建住宅」という一般的な住宅復旧の希望者は小千谷市で34%であり、道筋に戸建てシェルターを含むと回答した人の約半数となっている。これにより、住宅復興支援の選択肢として、戸建てシェルターの利用を、実際に被災した小千谷市の方がより強く希望していることがわかる。

表6 住宅復旧までの望ましい仮住まいの道筋 (上段:比率、下段は人数を示す)

	小千谷市 32	宇部市 57
避難所 戸建てシェルター 補修住宅	6% 2	9% 5
避難所 補修住宅	0% 0	4% 2
避難所 戸建てシェルター 仮設住宅 補修・再建住宅	41% 13	35% 20
避難所 仮設住宅 補修・再建住宅	34% 11	41% 24
戸建てシェルター 補修住宅	19% 6	11% 6

(5) アンケート結果から得られた知見

得られた知見を以下にまとめる。

避難所生活について：小千谷市の住民は厳しい生活環境にも関わらず、環境への適応力や順応性から生まれる逞しさを持っていることが、避難所や戸建てシェルターの生活限界日数などからわかった。一方、宇部市の住民はテレビ報道などから、避難所での生活は厳しいという印象を持っており、避難所生活は耐えられないと思う傾向が強い。

戸建てシェルターでの生活可能日数：小千谷市の調査結果では、2週間程度までが限界という回答が60歳未満で、避難所の35%から、戸建てシェルターで15%に、60歳以上で41%から33%に減少している。

避難所の課題：図6に示す戸建てシェルターの長所から、プライバシー、睡眠、食事などの課題を解決しているが、家族の団楽、衛生状態は20%程度で、さらに改善が必要である。

住宅復旧までの望ましい仮住まいの道筋について：戸建てシェルターを含む割合は小千谷市で66%、宇部市で55%と共に過半数を超えている。

以上のことから、戸建てシェルターが避難所からの早期開放を可能にし、住宅復興にも有効な選択肢となりうるということがわかった。

3. 戸建てシェルター(試作品2)の居住実験

(1) 冬季居住実験(新潟県小千谷市)の概要

新潟県小千谷市でアンケート調査を行ったのち、同一場所で、1ヶ月間の居住実験を行った¹²⁾。複数名の評価を得る目的で、災害ボランティア等に貸与した。2004年11月24日~12月27日までの

約1ヶ月間設置した。当初、2005年3月までを予定していたが、利用していた公衆トイレが凍結し、除雪車が入れず、また災害ボランティアセンターも閉鎖したため、12月27日に撤収した。居住時の天候は12月7日に初雪を記録し、12月の降雪合計は52cm、平均気温は5.4だった。

災害ボランティアと地域住民2名を含む15名が入居し、冬季における貴重なデータを得ることができた。表7に被験者の入居期間と人数・属性を示す。設置中は戸建てシェルターが、彼らの情報伝達、コミュニティの中心的な役割を果たした。写真3に積雪30cmにおける戸建てシェルターの設置状況を示す。隣のトラックは撤収用のクレーン付きトラックである。

表7 被験者の入居期間と人数(小千谷市)



写真3 試作品2の設置状況(小千谷市)

入居期間 人数	内訳・属性 (カッコ内は年齢)
34日間 4名	男:2名(22、40) 女:2名(25、27) 災害ボランティア
1~3日間 11名	男:8名(18~63) 女:3名(22~35) 災害ボランティア9名 地域住民2名:男
平均生活者数:3~4名(最大5名) 被験者の年齢:平均年齢29.7歳	

(2) 夏季居住実験(山口県宇部市)の概要

冬の居住実験とはまったく逆の場合を想定して、猛暑の中での居住実験を行った。宇部市常盤台の山口大学工学部の構内と同じ戸建てシェルター(試作品2)を設置し、暑さ対策として屋根部にUVシルバーシートを張り、入口ドアに網戸を新設したが、エアコンは取り付けなかった。居住期間の2006年7月~8月は、平均気温が約22から30まで大きく変化しており、また湿度も70%から95%の変動があった。表8に被験者の入居期間と人数・属性を示す。写真4に戸建てシェルターの設置状況を示す。屋根にUVシルバーシートが見える。

表8 被験者の入居期間と人数(宇部市・夏季)



写真4 試作品2の設置状況(宇部市)

入居期間	人数・属性 (カッコ内は年齢)
17日間	男:2名(23、23)学生
13日間	男:2名(22、22)学生
4日間	男:1名(22)学生
3日間	男:2名(36、40)住民
被験者の年齢:平均年齢26.9歳	

(3) 居住実験による意見と課題

1) 冬季居住実験(新潟県小千谷市)

テント生活に慣れ、災害支援という使命感を持った災害ボランティアが中心に生活し、常時3~5名が入居していた。

12月中旬以降、積雪が30cmあったにもかかわらず、500Wの電熱器で十分な暖房効果があった。しかしながら、狭い空間は人体からの発汗、ガスコンロ使用によるヤカン等からの蒸気により高湿度となり、また室内と外気の温度差によって壁面と窓ガラスへの結露

が起こり、ときには寝袋や毛布が濡れるほどだった。特に寒冷地では給水・排水パイプの凍結、積雪によって孤立する可能性もあることがわかった。

2) 夏季居住実験(山口県宇部市)

猛暑対策(通風、エアコンの設置)、蚊などの害虫対策などが課題となった。被験者は晴れの日より雨の日のほうが暑さを強く感じ、室内の湿気で不快感が強く、また、トイレとシャワー室の風通しが悪く、カビも発生した。開放タイプの天窓は換気のためには有効だが、日差しの入りが強い。また、ガスコンロで料理すると室内温度が高くなり、臭いも残り、狭さが与える居住性への影響が課題となった。

3) 試作品2に対する課題と意見

試作品2に対する両地域の被験者が指摘した問題点を表9に示す。

表9 試作品2に対し被験者が指摘した問題点

	被験者から得られた主な課題	冬季	夏季
構造 本体	1.組立部材が擦れる軋み音大きい(騒音) 2.人が動いたとき全体が振動する(剛性不足) 3.壁面の断熱効果が低い(結露、高温多湿) 4.天井が低い(2.05m) 5.火気の使用が不安(火災・延焼が不安) 6.組立解体の方式が複雑で素人にはできない	67%10* 80%12* 80%12* 33%5 40%6 13%2*	71%5 86%6 71%5 29%2 71%5
トイレ シャ ワー	1.シャワー室は必要ない 2.トイレ・シャワー室が狭い 3.ヨット式トイレの使い方が難しい 4.シャワーは温水でなければ使えない 5.トイレ、シャワー室の換気、風通しが悪い	67%10* 不使用 不使用 不使用	86%6 86%6 71%5 71%5
ベッド	1.ベッドごとにカーテンがほしい 2.テーブルを使用して上のベッドに上がることに抵抗がある 3.上下のベッドの空間が狭い。 4.ベッドの幅は65cmだが、70cmはほしい 5.ベッド下の収納は使いにくい 6.上のベッドの転落防止はベルトでは危ない	53%8 33%5 40%6* 33%5* 33%5 20%3	57%4 29%2 71%5 71%5
窓 ドア	1.玄関ドアに網戸が必要 2.開放タイプの天窓は換気には有効だが、日差しの入りが強い 3.窓は2重サッシか、2重ガラスにしたほうが良い		57%4 71%5 57%4
台所	1.もう少し広いほうが有難い 2.流し台のシンクが小さく食材置き場がない 3.ガス漏れが心配 4.コンロを使って調理すると室内気温が高くなり、臭いも残る	73%11* 33%5 40%6*	57%5 57%5 57%5
その他	1.TVなどを置くと、基本的にテーブルは収納できない 2.エアコンが必要(除湿もできる) 3.ベランダ部分に下足箱が必要、雨や雪のとき、靴で室内が濡れる 4.太陽電池式の換気扇では、コンロを使用したとき、吸入不足 5.洋服掛けや日用品置場となる空間がほしい 6.別途、収納倉庫が必要	33%5 67%10* 80%12* 73%11*	71%5 71%5 43%3 57%4 43%3

被験者は冬季(小千谷市)15名(内2名地域住民)、夏季(宇部市)7名であり、表の右欄は冬季・夏季における意見の割合(%)と人数、*印は地域住民の意見を含むことを示し、「-」は意見がなかったことを示す。

表9を要約すると、以下の設計課題が明らかになった。

戸建てシェルター本体の構造的課題:試作品2は強化プラスチック(FRP)を使った構造であり、軽くて大量生産・再使用に適している反面、剛性不足により振動や音が伝わり易い。また、可燃性の素材であり、火気に対する注意や延焼など防火対策が必要である。

組立て方式による課題:回転部分と構造部材の歪、部材の接触

による擦れや軋みによる音が発生しやすい。クレーンを使用せず、容易に組立・解体が出来る反面、床と壁面を構成する基部に歪が起らないだけの剛性と、蝶番を使用する連結部分の強度が必要である。また製作費が割高になる。

床面積（室内空間）に起因する課題：6.7㎡という狭い生活空間による課題として、台所、トイレ、シャワーの狭さや収納不足、また寒冷地における室内外の温度差による壁面への結露、夏季の蒸し暑さによるカビの発生、臭いなどが挙げられる。

また、戸建てシェルターの運用について以下のような意見・課題があった。

避難所には、皆同じ境遇だから頑張れるという共同体意識がある。（複数で居住することが条件）

再使用可能なら使い捨てにはならないので、税金の無駄遣いにならない反面、備蓄にかかるコスト面や保管管理が課題である。

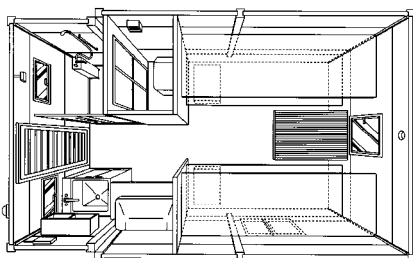
避難所から仮設住宅に移り、急に自分自身と向い合う時間が出来ると、精神的に不安定に陥ることがある。一人暮らしの老人が、災害直後に戸建てシェルターに一人で住むと、精神的に孤立してしまう可能性がある。

4. 新規戸建てシェルター（試作品3）の開発と居住実験

(1) 仕様と改善点

試作品2の冬季、夏季居住実験から得た上記の課題を解決することを目的として、2006年10月、組立て方式による新規早期設置型戸建てシェルター（以下、試作品3と呼ぶ）を試作した。

室内配置は試作品2とほぼ同様なので見取図を図7に示し、主な仕様を記載する。外観と組立て中の様子を写真5に示す。開発にあたっては、災害用の戸建てシェルターに加えて、平常時の使用も念頭におき、より長期の使用に耐えられる機能を持たせた。例えば、仮設の工事事務所などが考えられる。このように平常時にも活用すれば、需要増による製作コストの削減が期待できる。



保管時：全長2.9m、幅2.1m、高さ1.2m
 （脚部の高さは倉庫内移動時0.2m、輸送時は取り外す）
 組立時：全長3.6m、幅2.1m、高さ2.5m（天井高2.3m）
 全重量700kg、内部床面積8.4㎡（居住定員4名）
 組立時間：約1時間 解体時間：約45分（クレーン必要）

図7 新規戸建てシェルター（試作品3）の見取図と主な仕様

主な改善点は以下の通りである。

本体の剛性強化と防火対策、断熱性の向上等の課題を解決するために、構造材を強化プラスチック（FRP）から軽量鉄骨に変更し、建築基準法上の強度を満たし、剛性を向上させた。壁・屋根材には硬質ウレタンフォームを鋼板で挟んだ部材（厚さ35mm）を使用した。

組立て方式をより簡素化するために、吹き出し部分（台所・シャワー）以外を蝶番方式から部材差込方式に変更し、製作費の削減を図った。これは参考文献12におけるモデルCの組立て方式を採用したものである。

保管時のサイズは幅を0.1m狭め、通常の4トトラックの荷台幅に納め、全長は0.4m伸ばした。4トトラックの荷台（ロング）に、2個並べて積載できる。4トトラックでの効率的な搬送を検討すると、最大限の大きさである。床面積は試作品2に比べ、6.7㎡から8.4㎡へと25%拡げ、課題となっていたトイレ、シャワー室、台所部分の狭さを解決し、収納場所も確保することで居住性を高めた。

換気効果と広い生活空間を確保するため、天井高を2.3mにし、窓のサイズを大きくし、換気扇を大型化した。

トイレは小千谷市の被験者からの意見により、その必要性は初期段階のみであることから、ポータブル簡易トイレに変更した。

上部ベッドの下の空間を広くするために天井を高くした。さらに上部ベッドには昇降用のはしごと、転落防止の柵を取り付けた。



(a) 搬送中の様子



(b) 入口の吹き出し部分の組立



(c) 側壁：差込方式による組立て



(d) 組立て後の外観

写真5 試作品3の外観と組立て中の様子

(2) 新規戸建てシェルター（試作品3）の居住実験

居住実験は2006年12月～2007年1月にかけて、山口大学工学部の構内（試作品2の夏季居住実験と同一場所）に設置して実施した。

表11に被験者の入居期間と人数・属性を、写真6に戸建てシェルター（試作品3）の設置作業状況を示す。試作品3を組立てた状態で搬送し、クレーンで吊って設置する実験を試みたが、問題なく作業を完了した。最低気温は0～7、最高気温は8～15だった。

表11 被験者の入居期間と人数（宇部市・冬季）



写真6 試作品3の設置作業状

入居期間	人数・属性 (カッコ内は年齢)
17日間	男：1名(22)学生
13日間	男：1名(22)学生
4日間	男：2名(22)学生
被験者の年齢：平均年齢22歳	

被験者のうち3名は、試作品2の夏季居住実験に参加したメンバーであり、主に改善点に対する検証を行った。図8に被験者（夏季と冬季）の戸建てシェルターの住宅設備に対する評価の結果を示す。

居住性については、トイレ、シャワー、室内の広さの項目で評価が上がっている。

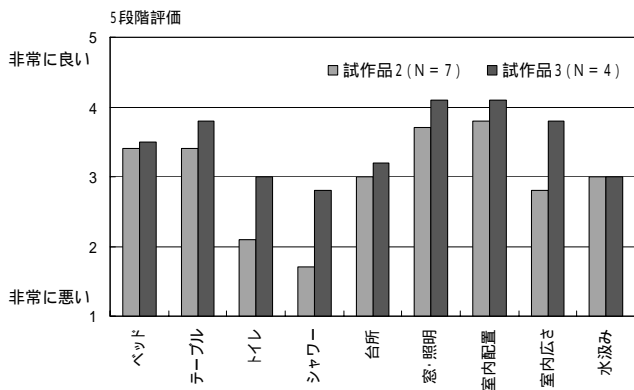


図8 被験者の戸建てシェルターに対する評価平均点

これは、試作品2に比べて床面積を1.7㎡広くし、天井も0.35m高くなったことで、トイレ、シャワー室が広く、ベッドの幅も5cm広がったためである。

居住性について試作品2と比較した被験者の意見を下記に示す。

火災・延焼に対する不安を解消できた。また剛性が増したことで、歩行時に発生した組立部材の擦れによる軋み音が減少した。

食材・洋服などの収納部が増え、生活空間にゆとりができた。

暖房は小型電気ストーブ（500W）で十分であり、結露もほとんど無かった。

トイレ、シャワー室が広く、天井も高くなり、衣類の着衣が容易になった。

しかし、ポータブル簡易トイレの汚物処理と臭気、またシャワー室の防水などの課題も出た。室内空間を広くすることで解決できる課題もあるが、保管・輸送効率を検討すると、戸建てシェルターの組立前の大きさとしては、試作品3が限界と思われる。

組立ては差込み方式に変更したことで簡単になった反面、天井部分の組立てにはクレーンが必要になった。しかし、組立て前に戸建てシェルター本体をトラックから降ろすためには、いずれにしてもクレーンが必要であり、新たな負担とはならない。

硬質ウレタンフォームを鋼板で挟んだ壁材は、壁面内部に水が浸透しないため、居住実験後は試作品2と同様、内外を水洗いして再使用できることを確認した。

以上より、戸建てシェルター（試作品3）は避難施設として、安全に活用できるものと思われる。

5. 実用化に向けた課題の考察

前論文¹²⁾においては「早期設置型戸建てシェルターの運用」として、保管システム、運用システム、設置方法、戸建てシェルターの再使用、複数ユニットの連結による活用（連結ユニットによる活用）について述べた。ここでは、実用化に向けた課題について考察する。

1) 生産コストの実用性から見た評価

試作品2の製作コストは178万円であり¹²⁾、試作品3の製作コス

トは136万円である^{参考資料}。ともに量産化すれば、一般に3分の2程度になり、この割合で考えると、試作品3は90万円程度になることから、実用性があると思われる。

2) 戸建てシェルターの備蓄と、必要時の即時生産システム

専用の備蓄倉庫での保管以外に、仮設の工事事務所、青少年や自衛隊などの野営宿泊施設として常設設置して備蓄しておくことも可能である。また、試作品3は構造材が軽量鉄骨であり、住宅メーカーの工場における生産ラインを活用すれば、必要時の即時生産が可能と思われる。

3) 設置に際しての安全性（技術支援体制）

試作品2・3の組立て設置に要する時間は共に、1戸45分程度であるが、トラックから降ろす時、さらに試作品3は屋根を取り付ける時にはクレーンが必要である。戸建てシェルター本体の組立も容易であるが、作業を安全に行うには、メーカー等の専門技術者の立会いが望ましい。備蓄に当たっては、その技術者の育成も求められる。

4) 被災者の特性に対応した室内の変容性（大家族や障害者対応）

戸建てシェルターを連結して使用することによって、小家族から大家族まで人数に応じた対応が可能である。また、障害者や高齢者用としても、ユニットをバリアフリー化して活用することによって災害弱者への対応も可能である。

5) 過去の行政の対応からみた戸建てシェルター備蓄の必要性

2004年新潟県中越地震において、新潟県は震災発生から15日後の11月7日、被災者の自宅敷地内に設置する小型（2～4坪）ユニットハウス等を利用した「分散型避難所」を、被災者に貸出し設置することとし、各市町に事業通知を行った。新潟県は約180戸準備したが、11月末までの貸出し設置戸数は約50戸であった¹⁴⁾。

設置戸数が少なかった主な理由は、新潟県が市町に通知したのが11月7日であり、被災者に告知するために新聞に掲載されたのが11月10日であった。10月23日の震災発生から18日も経過しており、さらに申し込みから設置までに要する日数を考えると、被災から設置まで、少なくとも20日以上経過することになる。また、ユニットハウス自体も事務所用であり、室内にはベッドやトイレ、水回りの設備もなく、すでに仮設住宅の建設が行われていた時期だけに、あえてその必要性を感じなかったためと思われる。

震災発生直後、1週間以内程度に設置可能なら、多少居住性は低くても、分散型避難所のニーズも高かったのではないかとと思われる。このようなことを考えると、著者らの提案する戸建てシェルターは被災直後、数日以内に設置可能であり、しかも基本的な生活のための居住性を有していることから、実用性は高いものと思われる。

地震の活動期に入り、各地で被災地震の発生が考えられ、また集中豪雨の多発による風水害も頻発している我が国にあっては、戸建てシェルターを全国に分散して備蓄保管することが望ましく、そのためには公的機関の連携が必要である。

6. 結論

本研究では、戸建てシェルターに対するアンケート調査および居住実験を行い、その結果を基に新規戸建てシェルターを開発し、試作品による居住実験を行い、活用方法と居住性に関する検討を行った。その結果、得られた知見は以下の通りである。

1) アンケート結果により、小千谷市と宇部市では、災害に対する意識の違いから、戸建てシェルターの必要性、使用限界日数、求める住宅設備にも、差があることがわかった。

避難所生活の限界日数より、戸建てシェルターの限界日数の方が長いことから、住民の期待に応えられる可能性が示された。また、避難所生活の不自由さとして、プライバシー、睡眠、食事、入浴、不安感などが課題となるが、戸建てシェルターはプライバシー、睡眠、食事などの課題を改善できることがわかった。

2) 居住実験から、試作品2は輸送に耐え、数週間の避難施設としての役割を果たせることが確認できた。しかしながら、本体構造の剛性、防火対策の必要性、組立て方式の簡素化、床面積の狭さに起因する問題点も明らかになった。

3) 新規戸建てシェルター(試作品3)の開発では、上記2)で指摘された問題点を解決するとともに、火災からの安全性、また余震対策等に対する強度も考慮し、構造材料を軽量鉄骨にし、壁・屋根材も鋼板製に変更した。試作品3の居住実験により、設備・居住性について改善されたことが確認された。

著者らが提案している戸建てシェルターは、仮設住宅が完成するまで、プライバシーの確保、最低限の居住性の確保が可能であり、また設置場所を選ばず早期設置が可能である。戸建てシェルターを活用することで、避難所からの早期開放が可能になり、家族で集まれる場所を確保できる。

4) 戸建てシェルターは基本的な生活のための居住性を有しており、さらに連結可能であることから、障害者や高齢者、大家族にも対応できる。全国に分散して備蓄することによって、災害時での早期設置が可能となり、戸建てシェルターの実用性は高いものと思われる。

以上のことから、戸建てシェルターは1章(2)の「既往の研究」で指摘された3項目、避難所生活からの早期開放、従前居住地近くに居住すること、住宅復興の選択肢を増やすことを満足するとともに、被災直後の避難施設の選択肢の一つとして、有効であることがわかった。

今後の課題として、戸建てシェルターを使用することによる「情報不足の解消」「孤立化対策」などがあり、これらの問題の解決に取り組みたい。

謝辞

本研究を実施するにあたり、戸建てシェルターの試作品の製作に、ご協力下さった日立建設(株)、沖村建設(株)、岡村工務店、新潟県小千谷市への搬送にご協力下さった吉村運送(株)、アンケート調査会場を提供して下さった宇部市役所防災危機管理課、小千谷市災害ボランティアセンター、そして居住実験にご協力下さった災害ボランティア、山口学生の皆様にお礼申し上げます。なお、本研究には文部科学省大都市大震災特別プロジェクトより研究費の一部を得たことを付記します。

注

注1) 阪神・淡路大震災の被災市街地では、復興の初期の過程において、個人の力による住宅・店舗・工場等の建設が行われた。その仮設の建設を「自力仮設住宅」と呼ぶ。参考文献4)を参照。

注2) 「孤立化」とは近隣地域において存在していた人的な相互交流の関係が変化し、人と人との接触の機会が減少あるいは消滅することをいう。文献10)を参照。

参考文献

- 1) 国土庁:平成8年版防災白書,大蔵省印刷局,1996
- 2) 消防庁:阪神・淡路大震災の記録(2),1996
- 3) 牧紀男,三浦研,小林正美:応急仮設住宅の物理的実態と問題点に関する研究(災害後に供給される住宅に関する研究,その1),日本建築学会計画系論文集,476,pp.125-133,1995.10
- 4) 塩崎賢明,原田賢使:被災地における自力仮設住宅の建設実態(阪神・淡路大震災における自力仮設住宅に関する研究,その1),日本建築学会計画系論文集,No.519,pp.179-186,1999.5
- 5) 新潟県中越大地震災害対策本部:平成16年新潟県中越大地震による被害状況について(第172報),2007.8
- 6) 新潟県災害対策本部:平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖大地震による被害状況について(第230報),2008.1
- 7) 柏原土郎,上野淳,森田孝夫:阪神・淡路大震災における避難所の研究,大阪大学出版会,1998
- 8) 塩崎賢明,原田賢使,矢田博美:被災地における自力仮設住宅の居住者属性とその居住実態(阪神・淡路大震災における自力仮設住宅に関する研究,その2),日本建築学会計画系論文集,No.538,pp.165-172,2000.12
- 9) 塩崎賢明:災害復興と地域再生,兵庫自治学,14,pp.88-95,2008.3
- 10) 塩崎賢明,田中正人,目黒悦子,堀田祐三子:災害復興公営住宅入居世帯における居住空間特性の変化と社会的「孤立化」(阪神・淡路大震災の事例を通して),日本建築学会計画系論文集,No.611,pp.109-116,2007.1
- 11) 平山洋介:「被災地の住まいの将来」,日本建築学会建築経済委員会「大震災1年半・住宅復興の課題」,pp.1-24,1996
- 12) 岡村精二,三浦房紀,村上ひとみ:大災害を想定した組立て方式による早期設置型「戸建てシェルター」の開発,日本建築学会計画系論文集,No.611,pp.123-130,2007.1
- 13) 新潟県小千谷市 H.P.:新潟県中越大地震の記録・小千谷の被災状況
- 14) 内閣府:「平成16年度新潟中越地震における防災関係機関の活動実態調査報告書」,2005.3

参考資料

試作品3の製作コスト

	摘要	数量	金額	金額	備考
1	仮設工事 電気水道 足場損料 その他	1式 1式 1式	10,000 10,000 30,000	50,000	原寸型板 機械損料 足場損料
2	鉄骨工事 軽量鉄骨 ペランダ	1式 1式	250,000 80,000	320,000	本体軽量 鉄骨工事
3	木工事 構造・内装材 大工手間	1式 1式	150,000 200,000	350,000	
4	防水塗装工事	1式		60,000	
5	アルミ建具 窓、出入口 網戸、ガラス	1式 1式	130,000 30,000	160,000	ガラス共
6	木製建具 トイレ建具 造付家具	1式 1式	20,000 120,000	140,000	ベッド 机
7	設備工事費 設備器材 取付配管	1式 1式	100,000 50,000	150,000	トイレ 流し台 配管
8	電気設備工事 電灯配線工事	1式	50,000	50,000	電灯設備
9	雑備品費	1式		30,000	
10	諸雑費	1式		50,000	
11			合計	1,360,000	

備考:構造体は軽量鉄骨であり、量産化すれば、製作原価は90万円程度になると考えられる。