九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

応急仮設住宅の居住環境に関する課題の整理と夏期温熱環境実測調査

岡本, 直樹
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻 : 博士後期課程

赤司, 泰義
東京大学大学院工学系研究科建築学専攻

住吉, 大輔
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

https://doi.org/10.15017/1485051

出版情報：都市・建築学研究. 25, pp.67-74, 2014-01-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

都市・建築学研究　九州大学大学院人間環境学研究院紀要　第25号，2014年1月
J. of Architecture and Urban Design, Kyushu University, No.25, pp. 67～74, Jan. 2014

応急仮設住宅の居住環境に関する課題の整理と夏期温熱環境実測調査

Extraction of Problems about Residential Environment in Temporary Housing and Measurement of Thermal Environment in Summer

岡本直樹*1，赤司泰義*2，住吉大輔*3
Naoki OKAMOTO, Yasunori AKASHI, Daisuke SUMIYOSHI

When natural disasters such as an earthquake occur, temporary houses are supplied for its victims who lost their houses. This research aims at elucidating an ideal system of temporary housing in order to create sustainable urban structure strong against disasters. In this paper, we investigate literature and extract systems and problems from supply to demolition. And we analyze the result of questionnaires focusing on residential environment including thermal environment. In addition, we report the result of measurement of thermal environment in summer and air tightness of houses.

Keywords: *Temporary housing, Questionnaire, Measurement, Thermal environment, Air tightness*
応急仮設住宅，アンケート，実測，温熱環境，気密性能

1. はじめに

地震などの自然災害が発生した場合，住居を失った被災者が，恒久の住宅に移るまで一時的に住まう場所として，応急仮設住宅が供給される．2011 年の東日本大震災の際には，約 53,000 戸の応急仮設住宅が建設されたが，居住期間は延長され，居住環境にも数多くの問題を抱えている．

本研究では，災害に強い持続的な都市構造への転換に向けて，応急仮設住宅の今後のあり方を明らかにすることを目指す．そこで本報では，まず主に文献調査によりその生産から解消までの仕組みと課題を整理する．次に，温熱環境をはじめとする居住環境に着目をしたアンケート調査の結果について考察を行い，最後に夏期温熱環境および気密性能の実測調査により実際の性能を測定した結果について報告する．

2. 供給・運営・解体に関する現状とその課題

2-1 応急仮設住宅の供給

2-1-1 災害発生後の避難過程

まず，災害発生後の避難の過程を整理する．ここで，避難過程を以下の 4 つの空間の推移とする．

1：緊急避難所　最寄りの安全な施設などが指定される．食事等の保証がされておらず，震災後しばらくの期間を車中などで過ごす被災者も多い．

2：避難所　広い空間をパーテーションで区切っただけである場合が多く，暑さや寒さ，プライバシーや音の問題が顕著である．また，仮設のトイレなどにおける衛生面での問題，食事の量・栄養の問題なども顕在化している．

3：応急仮設住宅　行政が貸与する，次の生活への準備を行うための仮の住宅である．

4：恒久住宅　災害復興公営住宅や自力で建設した住宅などがこれにあたる．

2-1-2 供給システム

応急仮設住宅は，厚生労働省の所轄する災害救助法に基づいて供給される．**図 1** にその供給に携わる各機関の役割を示す．応急仮設住宅供与の主体である都道府県は，応急仮設住宅の発注や管理などの業務，敷地の確保，入居手続きやその後の管理などを市町村に委任できるとされている．また公団・公営住宅の提供や，民間賃貸住宅を借り上げる業務にも着手しており，東日本大震災ではその数が約 6 万戸と非常に多かった．

応急仮設住宅の建設は，その多くを（社）プレハブ建築協会（以下，プレ協）の規格建築部会の会員企業が担っている．プレ協は災害発生前から都道府県と協定を結んでおり，応急仮設住宅の建設における技術的計画について都道府県に協力するほか，発注を受けた際は会員企業をあっせんして，応急仮設住宅の建設を進めることとしている．東日本大震災では災害の大きさを受けて，主にハウスメーカーからなる住宅部会や，

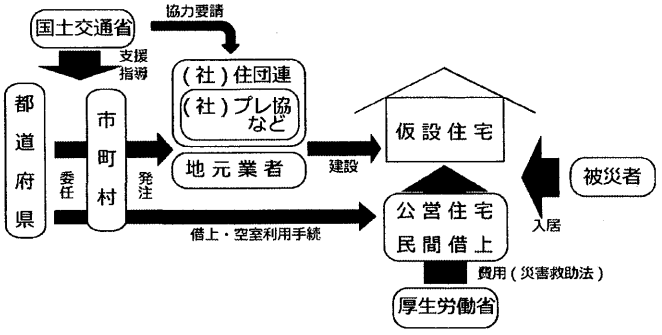


図 1　応急仮設住宅の供給に携わる各機関の役割 [2)]

*1 空間システム専攻　修士課程
*2 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
*3 都市・建築学部門

（社）日本木造住宅産業協会，（社）日本ツーバイフォー協会なども，応急仮設住宅の建設に参加した．地元の工務店の積極的な活用や，海外資材による応急仮設住宅受け入れのための窓口の開設なども，東日本大震災からの新しい取り組みである[1]．

2-1-3 供給に関する課題

(1) 供給対象

供給対象は，自らの資力では住家を得ることができないものとされている[3]が，実際は希望者全員への供給を行っている．また東日本大震災の場合，当初の約72,000戸という必要供給戸数は最終的に約53,000戸に落ち着いた．供給数の不足は問題であるが，余分な建設も避けるべきである．避難者数などの情報の効率的な収集や公営住宅・民間賃貸住宅との早期連携によって，供給対象と数を迅速に把握することが求められる．

(2) 費用

国の保証額は一戸当たり2,387,000円である[3]が，運送費や，資材不足による価格の高騰，寒冷地対策などを含め，実際は620~744万円程度[4]であった．

(3) 供与期間

供与期間は完成の日から2年間としている[3]が，阪神・淡路大震災の場合では最長で5年間まで延長され，東日本大震災の場合でも同程度の延長が予想される．

(4) 建設用地

市町村の挙げる候補地から都道府県が選定するものとしており，国有地・農地・民有地などの利用が検討される．用地の確保の早さ，自衛隊駐屯地と住宅建設地との配分，原子力災害に関わる避難区域への建設の問題が挙げられる．また応急仮設住宅を建設できる平地の用地の確保が難しく，事前情報の収集の重要性が浮き彫りとなった[5]．災害に備えて，土地のデータベース化や定期的な情報の整理を行う必要がある．

(5) 資材

断熱材・合板をはじめとする資材の不足と価格の高騰が問題となった一方で，予想必要戸数の過多による余剰資材の発生の問題もあった[5]．正確な需要実態の把握のための情報収集とその整理体制の確立，使用資材の見直しなどが求められる．また東日本大震災の場合では多くの資材工場も被災し復旧に時間を要したことや，建設スピードを最優先したことなどによって，地元産建材の利用への配慮があまりなされなかった．

(6) ライフライン・インフラ整備

用地や資材の確保ができても，電気配線や上下水道の整備によって建設が遅れる例が多くみられる．度重なる余震によって地盤がひび割れ，地盤の強化工事が必要となった例もあった．また東日本大震災では原子力発電所の事故が併発し，一般の電力供給量が著しく低下したため，資材などの生産体制の悪化を招いた．インフラ整備に関する項目もマニュアルに盛り込み，用地の検討と同様に事前情報の収集・整理をすることが求められる．

(7) 着工早さ・建設速度

着工は災害発生から20日以内[3]とされ，過去の例と比較すると東日本大震災ではやや遅れを生じたが，その後順調に建設は進んだ．**図2**に着工・完成・入居戸数の推移を示す．仕様や工期の再検討や建設環境の改善が課題である．また避難所の環境改善など，応急仮設住宅の完成が遅れることへの配慮も求められる．

(8) 仕様

応急仮設住宅の仕様はプレ協の定める標準仕様に，各都道府県による変更などが加えられて決定されている．プレ協の定める標準仕様の一例を**表1**に示す．実際に建設された応急仮設住宅は，その基準を満たすものではあるが，事業用から一般住宅に近い仕様を採用しているものまで，居住性能は建設業者によって大きくばらつく[1]．追加工事などが随時実施されているが，コストや工期との兼ね合いを考慮する必要もある．

(9) 入居システム

図2を見て分かるように，実際の応急仮設住宅の供給が需要戸数・住戸タイプ・場所と合わず，入居の大幅な遅れや，空き家の発生を招いている．建設・入居に関わる情報を随時適切に共有するための体制を整備し，円滑な入居の促進を図ることが求められる．また，二次避難先でのサポートや，入居のための交通手段の確保も必要である．

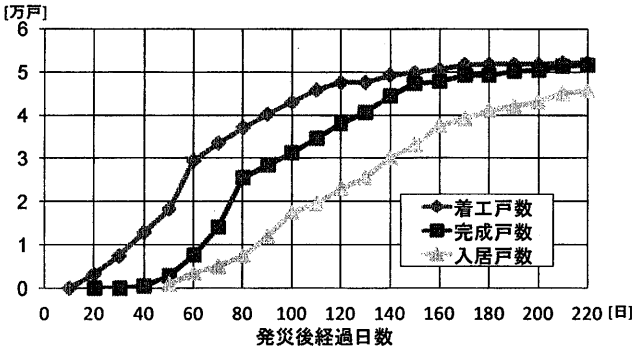


図2 着工・完成・入居戸数の推移[6]

表1 応急仮設住宅標準仕様書（一部抜粋）[7]

設計概要		
モジュール	1,800mm～1,840mm(各社モジュールによる)	
構造	軽量型鋼ブレース構造	
基礎	木杭	：長さ900～1,200mm @900 末口 85mm 幕板:ぬき板
床組	束	：木杭 長さ900mm @900 末口 85mm
床	床	：パネル敷 合板t=12
屋根	折板葺	：裏面ペフ t=4 貼り
壁	外壁パネル	：外 カラー鋼板 断熱材入り 内 カラー合板 又は カラー鋼板
	間仕切下地	：木製(30×40 縦@450 横@900)又は 鋼製下地(W45@450程度)
	準耐火界壁	：木製下地石膏ボードt=12.5＋化粧石膏ボードt=9.5 (小屋裏まで、各戸毎)
	世帯間仕切	：化粧石膏ボード t=9.5および12.5二重張り グラスウール入り(t=50 10kg同等品)
天井	カラー合板パネル式(グラスウール入り t=50 10kg)	
建具	引き違いアルミサッシ戸 上段:型板ガラスt=4 下段:腰パネル 引き違いアルミサッシ窓 透明ガラスt=3 (窓)アミ戸付き 内部建具 ：原則としてアコーディオンカーテン(単板式) H=1,740,	

2-2　応急仮設住宅の運営と生活

2-2-1　運営・生活の概要

避難所生活を終え，応急仮設住宅へ入居できることとなった被災者は，基本的には以前のような生活のタイムスケジュールを取り戻すこととなる．入居する住戸タイプは世帯人数によって，1DK・2DK・3K と分けられ，水道・光熱費は入居者の負担，団地の自治会は自主運営となっている．

規格化されることで，短期間で局所的に大量な供給ができるようになった応急仮設住宅であるが，それゆえに不十分な点が多く，各地で居住者による増築・改造などの住みこなしが見られる．

また，経済力のある者や，若く仕事もある者などは，会社や自分が用意した住宅へと移るため，必然的に社会的なハンディキャップを持つ者が応急仮設住宅へ長く居住する傾向にある．

2-2-2　居住に関する課題

(1)　室内温熱環境

まず，夏期の暑さが問題となる．グラウンドなどに設置されるため日差しを遮れないことや，庇が不十分であること，窓が一つしかないことによる通風不良などが原因であると考えられる．エアコンがない部屋もあり，エアコンが設置されている場合でも光熱費は居住者の負担であることから，利用を控える者も多くいるという．十分な庇の設置や風通しのよくなる平面計画の検討などが必要である．居住者による対策としては，庇の増設（**写真 1**）やへちまなどの緑のカーテンによる壁面緑化（**写真 2**），すだれの設置などがある．

また，冬期は非常に寒くなる．壁・床・天井・屋根と開口部の断熱不足が原因であり，居住者は気泡シートなどで対策している（**写真 3**）．また床がフローリングである場合も多く，その上に直接布団を敷くのでは寒いという声もある．断熱材の追加工事や開口部の二重サッシ化，毛布や衣類などの支援物資による対策などが求められる．冬期は積雪や雪おろしの手間なども問題となる．自治体や団地のコミュニティなどによる雪おろしのシステムの構築も必要である．

次に，サッシや剥き出しとなった鉄骨部，天井裏などにおける結露やカビの発生の問題がある．断熱性の向上や熱橋部のカバー，居住者による機械換気の計画的な利用などの対策が考えられる．

(2)　プライバシーの問題

間仕切り壁が薄いことによる音漏れの苦情が多く，居住者は段ボールなどで対策している．また住み慣れないコミュニティでの生活を強いられることによる心理的な負担も少なくない．必要に応じて目隠しを設置するなどの対策が取られているが，過度なプライバシーの尊重はそこでのコミュニティの生成を妨げることになるため，バランスが重要である．

(3)　コミュニティの問題

入居がコミュニティ単位である場合は，以前からそこに属していなかった者にとっては辛い環境となる．また集会所の戸数や配置，多くの団地における自治組織の不在などが問題となっている．

(4)　敷地内の問題

敷地内が舗装されていないことによる歩きにくさや，U 字溝が設置されていないことによる排水不良の問題が発生した．住宅が床下浸水した例もあり，工事が急がれたが，水道管などによって敷地内を深く掘れず[8]，十分な排水設備を設けられない場合もある．これらを考慮したインフラの整備が求められる．

(5)　交通

住み慣れた土地から離れた場所へ移動するため，被災者の通勤や買い物に支障が出ている．この問題を受けて，各コンビニエンスストア・食品スーパーは，被災地での出店，移動型の店舗や ATM サービス，応急仮設住宅と店舗を結ぶバスの運行などを開始した．また（株）ゼンリンは住宅地図配信サービス『ZNET TOWN』で，東日本大震災の被災地における応急仮設住宅の地図情報を追加するとした．岩手，宮城，福島，茨城，栃木，千葉，長野の 58 市町村，890 地区に設置された約 51,000 戸の位置・名称・住所・各戸の居住者名を網羅[9]しており，交通における問題の解消の一助となっている．

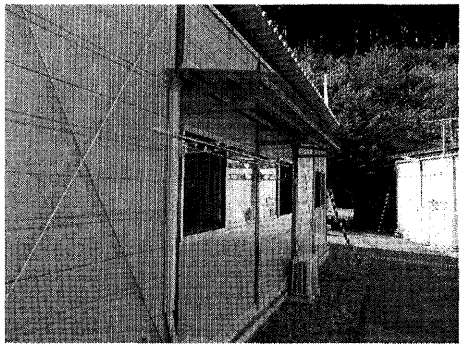


写真 1　庇の増設

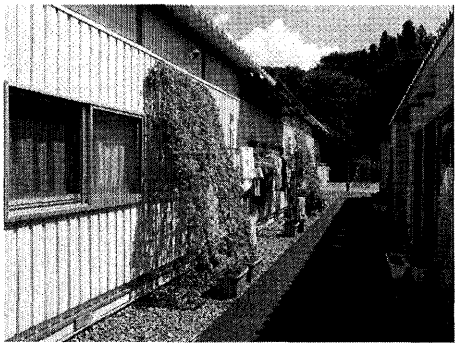


写真 2　緑のカーテン

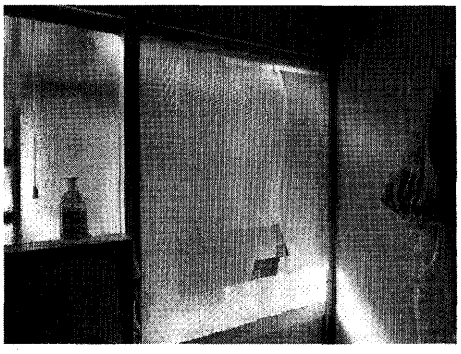


写真 3　気泡シートによる対策

2-3　応急仮設住宅の解消

2-3-1　解体システム

応急仮設住宅は居住者の退去が完了すると解体され，土地も整地して返される．建材別の再利用の現状を**表 2**，再利用手法のフローを**図 3** に示す．再利用可能とされる部材はあるものの，そのほとんどが廃棄されているのが実情である．

2-3-2　解体に関する課題

応急仮設住宅の解体について，最も問題となるのはそのコストと資材の消費，地球環境への負荷である．対策としては，まず応急仮設住宅の建設をなるべく減らすことである．この建設量の多さは，応急仮設住宅への避難を主とする行政のシステムに原因があると考える．避難所から恒久住宅への移行期に居住する空間の選択肢が少なすぎるのである．近隣の旅館やホテルの空きは存在するが，数カ月で退去しなければならず，特に金銭的援助を受けられないという状況に比べて，無償で提供される応急仮設住宅への数年間の居住の方が好まれるのは当然であると言える．しかし応急仮設住宅は，建設・解体・その他に約 600 万円以上かかる．場合によっては近隣施設への入居者に現金支給を行うなど，全被災者に同等の価値の援助ができるシステムを整えなければ，応急仮設住宅の建設量を減らすことは難しい．各方面と連携して，早期に必要供給戸数を把握し，最低限の戸数で迅速に応急仮設住宅を建設することが望まれる．

次に，建材のリユース・リサイクルを極力進めることである．そのためにはまず，再利用を前提とした工法や建材，設備を取り入れることが必要となる．また，応急仮設住宅をそのまま転用する例もあるが，輸送方法やコスト，アフターケア，他の環境に対応できる仕様であるかなどの問題も考えられ，いまだに確立したシステムとは言えない．

2-3-3　復興計画について

応急仮設住宅は，恒久住宅が完成して，あるいは完成が見込めてはじめて解消へと向かう．つまり応急仮設住宅は，恒久住宅の適地には極力建設しないなど，復興の支障とならないよう供給される必要がある．阪神・淡路大震災の際の住宅復興に関しては，『ひょうご住宅復興 3 カ年計画』が震災発生より 7 カ月後に策定された．基本的な供給方針から，必要戸数，家賃低減化対策，型別供給，民間住宅や被災マンション等の再建支援などを含むものであった．東日本大震災においても，岩手・宮城・福島の 3 県はそれぞれ復興のための基本計画案を作成し，安全の確保や暮らしと生業の再建に取り組むとしている．住宅の復興に関しても，公営集合住宅に加え，応急仮設住宅の建設に携わった各ハウスメーカーも，プラン等を規格化することで低コスト・短工期化を可能にした復興支援住宅を提案し，各被災地域で自ら住宅を再建しようとする者への支援を行っている．

表 2　建材別の再利用に関する現状 [10)]

再利用可能なもの	
建材	備考
柱などの鉄材架構	スクラップ処理あるいはリユース解体
エアコン等リース品	居住者が退去時に持ち出す例あり
再利用が難しいもの	
建材	備考
壁パネル	設備設置の際の穴などが問題になりやすい
内装や建具	プレ協がアコーディオンカーテン等再利用可能なものを推進
ユニットバス等水まわり設備	一般住宅用でない規格で循環経路存在せず
接合部・木材・断熱材	産業廃棄物として廃棄

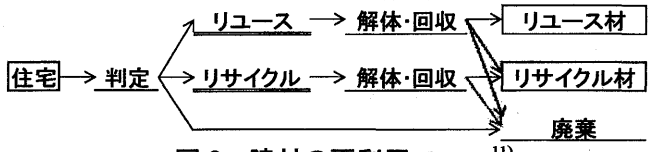


図 3　建材の再利用フロー [11)]

3.　居住環境に関するアンケート調査

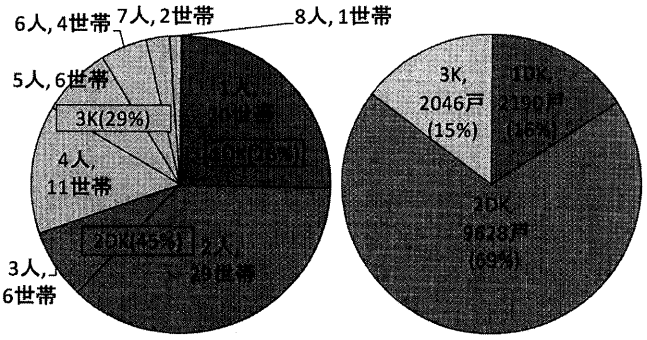
3-1　アンケート調査概要

前述のとおり，東日本大震災の際に建設された応急仮設住宅への居住期間は 5 年間，あるいはそれ以上への延長が想定されている．長期間の居住の可能性がある現在の応急仮設住宅においては，入居期間中の生活水準の向上が喫緊の課題であり，居住環境に関するアンケート調査を行った．

調査対象は，岩手県陸前高田市内に設置されている応急仮設住宅地 3 団地であり，いずれもプレ協規格建築部会会員企業による建設である．

アンケートの配布は，2013 年 8 月 21 日から 23 日に訪問による手渡しとポスティングによって行い，200 件の配布に対し 79 件の回答を得た（回収率 39.5%）．なお，79 件の住戸タイプの内訳は**図 4** に示すとおりとなっており，岩手全域に建設された住戸タイプの割合とは異なっている．

調査項目は，応急仮設住宅居住者の震災前後での生活スタイルの変化や居住環境への意識などを明らかにするためのものである．これらは，応急仮設住宅の居住環境改善のための対策を提案する際の，一般住宅の場合とは異なる特有の環境や条件を洗い出すことを目的としている．



(a)　アンケート結果　　**(b)　岩手全域** [12)]

図 4　住戸タイプの内訳

3-2 アンケート調査結果

(1) 居住環境に関する不満

居住者が不満だと感じている項目を 5 つまで選択する形で回答を得た結果を**図 5** に示す．「部屋の広さ」，「部屋の暑さ」，「部屋の湿気」，「結露やカビの発生」，「通風の悪さ」，「部屋の寒さ」の順に不満度が高いという結果となった．これらは，供給された応急仮設住宅の仕様のみならず，暑がり・寒がりなどの温熱感の地域性や，後述する震災前の生活水準とのギャップなども影響していると考えられる．「その他」では，玄関の軒や物干しスペースが不十分，電気がつかないなどの設備上の不備，戸外に水道がなく外で水が使えない，全部屋に畳がほしい，家族内でのプライバシー，ペットや子供による音の問題などが挙げられた．

(2) 不満な点に対して居住者自身で改善・工夫した点

棚や衣類等を干す竿の増設，庇の新設，除湿剤や除湿機の設置などが主な回答であった．その他にも，簀子の上に布団を敷いて就寝する，通風や省スペースのために物を極力買わない，アコーディオンカーテンの隙間埋め，断熱シートや結露防止シートの設置，結露のこまめなふき取りなどが挙げられた．

(3) 使用している冷暖房器具

居住者が応急仮設住宅で使用している冷暖房器具についての結果を**図 6** に示す．ルームエアコン普及率が 41.8%（H21）[13]，電気こたつ普及率が 83.5%（H16）[13]である岩手県では，従来一年を通してエアコンはあまり使用せず，夏期は住戸の窓を開放し通風によって涼を取っており，冬期はこたつとファンヒーター・ストーブ・電気カーペット・床暖房などで暖を取っていた．しかし，応急仮設住宅は居室に開口部が 1 つしかなく，夏期は十分な通風を確保できないために，蒸し暑さを感じる者が多い．これに対して，冬期は多くの居住者がこたつを利用しており，必要に応じてファンヒーターやストーブ，電気カーペットを併用するなど，概ね従来のような暖房方法を取っていることがわかる．また，冬期の寒さが厳しい地域であるものの，気積の小さな居室に数名が在室するため，以前より暖まりやすいと感じているとの回答もあった．

(4) 震災前に住んでいた住宅

居住者が震災前に住んでいた住宅の形式・構造および間取りについての結果を**図 7** に示す．震災前は，通風性能に優れていると考えられる木造戸建て住宅に住んでいたという者が約 9 割を占めた．また居室を多く持ち，1 人当たりの居室面積が約 24.5 ㎡（H20）[14]と比較的広い住宅に住んでいた者が多い．震災前の生活環境やライフスタイルと，現在の応急仮設住宅での生活とのギャップが，上位に挙げられた不満を引き起こす大きな要因となっていると考えられる．

(5) 毎月の電気代への意識

毎月の電気代への意識について回答の結果を**図 8** に示す．光熱費が居住者負担という現在の運営システムに関わる部分であるが，特別月々の電気代に不満があるという結果ではなかった．しかし，給湯や暖房などによる冬期のガス代が負担であるという回答もあった．

(6) 退去後に入居する住宅の希望

応急仮設住宅の居住者が退去後に入居を希望する住宅について複数回答可の形で回答を得た結果を**図 9** に示す．戸建の持家を購入したいと考える者が最も多く，中でも地場の工務店による建設を望む者が約 5 割を占めた．また，以降長くは住まない，財力がないなどの主に消極的な理由で復興公営住宅への入居を希望する者が約 3 割であった．これに対してアンケート調査を行った陸前高田市の現状は，高台の整備と公営住宅の建設が優先され，新規道路の計画やその他の土地の整地などについての情報が少なく，被災者がどこに家を建てられるのかが分かりにくい状況となっている．

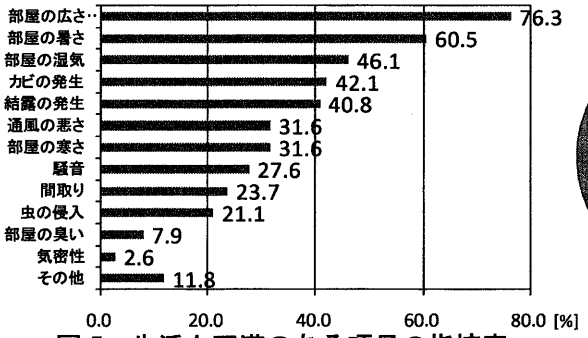


図 5 生活上不満のある項目の指摘率

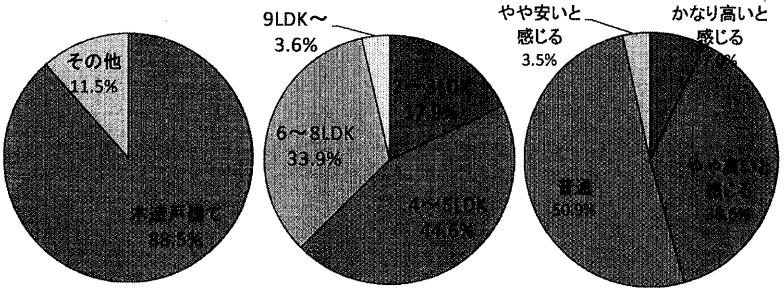


図 7 震災前に住んでいた住宅の形式・構造および間取り

図 8 毎月の電気代への意識

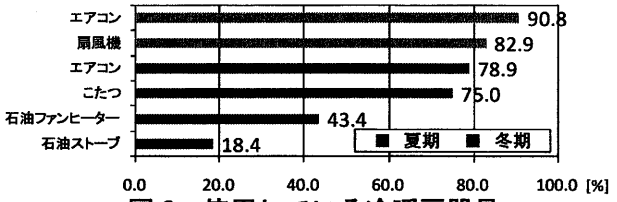


図 6 使用している冷暖房器具

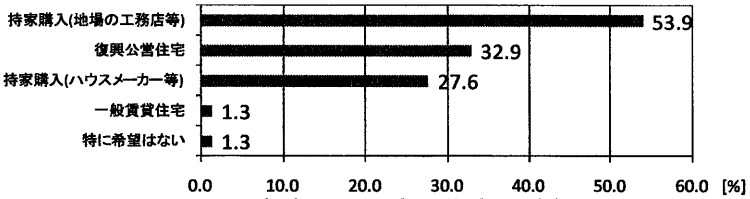


図 9 退去後に入居する住宅の希望

3-3 アンケート調査まとめ

アンケート調査では生活上の不満について，震災前の住宅性能や生活と現状との差が引き起こしていると考えられる指摘が目立った．まず，「居室の広さ」の指摘率が最も高く，住戸タイプに関わらず，部屋の狭さが収納の困難や精神的苦痛に繋っているという回答が多く見られた．次に室内温熱環境に関する項目への指摘率が高く，「部屋の暑さ」や「結露・カビの発生」が特に問題とされている．寒さが厳しい地域でありながらも，「部屋の寒さ」の指摘率は「部屋の暑さ」の半分程度であった．またペットや子供たちの遊び声，プライバシーに関する指摘も多いなど，住宅性能だけでなく入居の仕方やコミュニティ形成の問題が顕在化した．

4. 夏期温熱環境実測調査

4-1 実測調査概要

陸前高田市内の応急仮設住宅2戸（A邸，B邸）を対象に，夏期温熱環境実測調査を行った．建物外観を**写真4**に，配置図を**図10**に，測定項目を**表3**に，平面図および空気温湿度測定位置を**図11**に示す．空気温湿度はFL（床からの高さ）+1.2m，垂直温度分布はFL+0.4m，0.8m，1.2m，1.6m，2.0mの5点，各表面温度は任意の3点を計測し，局所的な熱的弱点を明らかにするために適時サーモカメラによる撮影を行った．住戸タイプはいずれも2DK（2人居住）で，建物仕様は概ねプレ協の標準仕様と変わらないが，居間には750mmの庇が増設され，窓はアルミサッシ（外側）と樹脂サッシ（内側）の二重サッシである．測定期間は2013年8月20日から23日である．また，それぞれの住戸について，気密測定器を用いた減圧法で気密測定を実施した．

4-2 実測調査結果

(1) 気象条件

外気温と外気相対湿度，水平面全天日射量の推移を**図12**に示す．天気は8月20日が雨～曇り，8月21日以降は晴れであった．高温多湿であり，日較差が比較的大きな3日間であることが見て取れる．なお，外気相対湿度と水平面全天日射量は一部データの欠損があり，8月20日13時50分から8月21日15時50分までの外気相対湿度は気象庁（大船渡）のデータを用いた．

(2) 室温，相対湿度

居間，寝室，台所の室温の推移を**図13**に示す．A邸，B邸共にほとんど冷房を行っておらず，概ね終日窓とアコーディオンカーテンは開放しており，各室温に大きな差は見られない．いずれも7時から15時は外気温を下回っており，最高室温もA邸で30℃程度，B邸で28℃程度と，天井等の断熱と小屋裏空間の強制換気は十分であると考えられる．窓を開放しているので室内外の絶対湿度は同程度であり，室内相対湿度は終日70%以上と高いため，蒸し暑さやカビの発生などが懸念される．

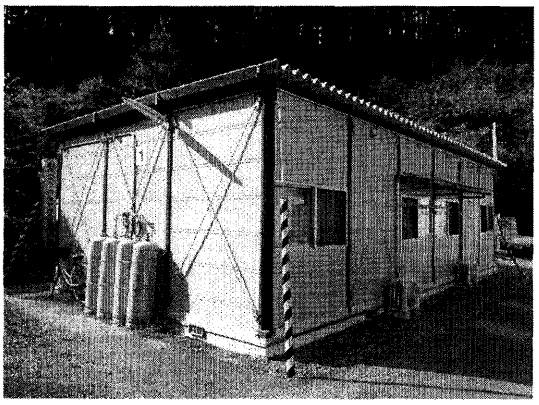


写真4　建物外観

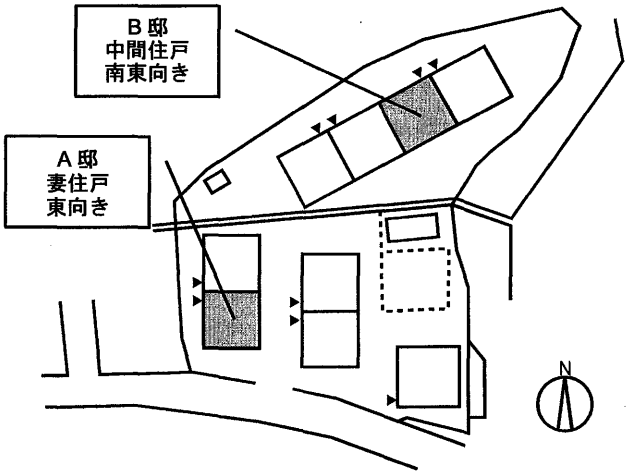


図10　配置図

表3　測定項目

	測定項目	使用器具	観測点	計測間隔
外気	外気温度	おんどとり	1点	1分
	外気湿度	おんどとり	1点	1分
	水平面全天日射	日射計	1点	1分
室内（一住戸）	室内空気温度	おんどとり	1点×2	1分
	台所空気温度	熱電対	1点	1分
	室内空気湿度	おんどとり	1点×2	1分
	垂直温度分布	熱電対	5点×2	1分
	床表面温度	熱電対	3点×2	1分
	天井面温度	熱電対	3点×2	1分
	壁面温度	熱電対	3点×2	1分
	窓面温度	熱電対	3点×2	1分
	サーモグラフィ	サーモカメラ		適時

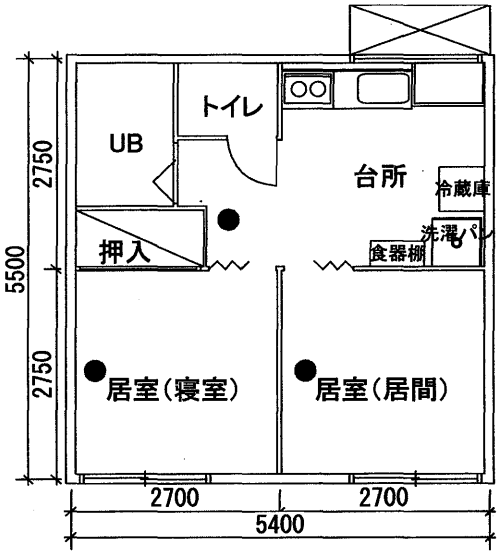


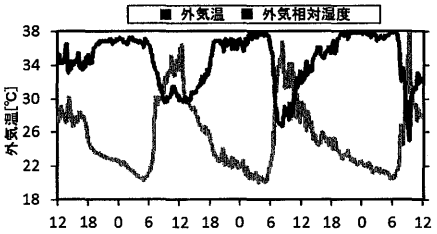
図11　平面図および空気温湿度測定位置

(3) 居間・寝室垂直温度分布

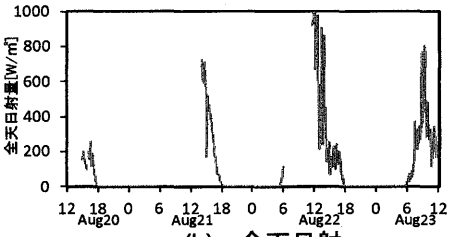
居間の垂直温度分布および相対湿度を**図 14** に，寝室の垂直温度分布および相対湿度を**図 15** に示す．なお，B 邸の相対湿度データは欠損である．概ね均一であるが，妻住戸で 2 面外気に接する A 邸の寝室の上部の温度上昇が目立つ結果となった．

(4) 床面温度

居間（カーペット）と寝室（畳）の床面温度のそれぞれ 3 点の平均値の推移を**図 16** に示す．居住者がセンサーに接し，温度が急上昇した部分についてはデータから除いた．居間と寝室で，床面温度に大きな差は見られず，いずれも室温より概ね終日低く推移している．

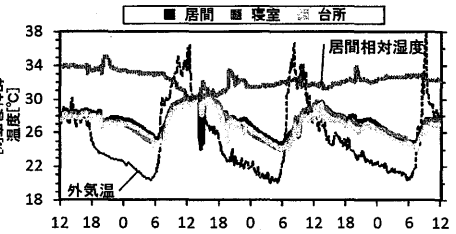


(a) 外気温湿度

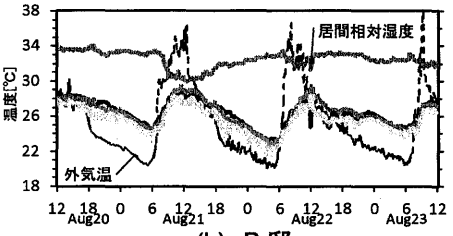


(b) 全天日射

図 12 気象条件

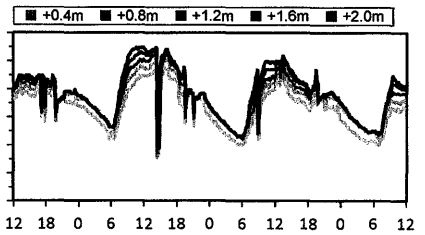


(a) A 邸

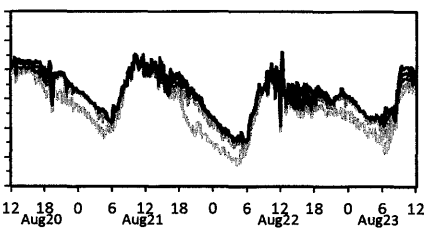


(b) B 邸

図 13 室温および居間相対湿度

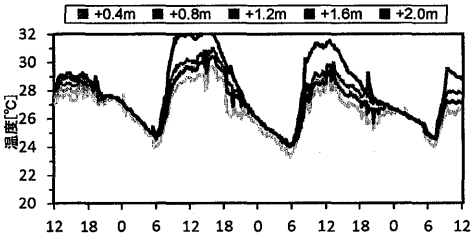


(a) A 邸

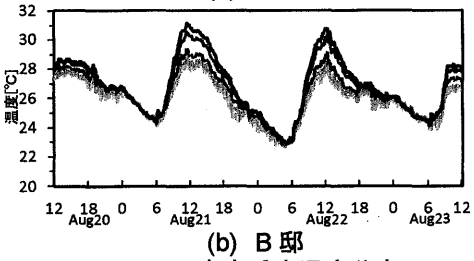


(b) B 邸

図 14 居室垂直温度分布

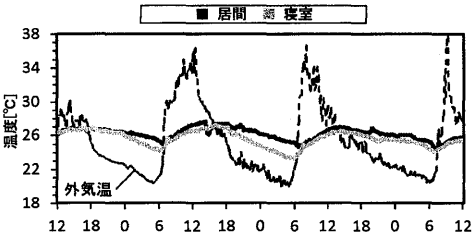


(a) A 邸

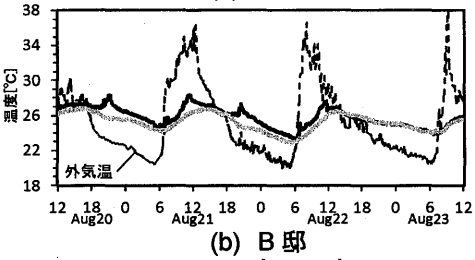


(b) B 邸

図 15 寝室垂直温度分布

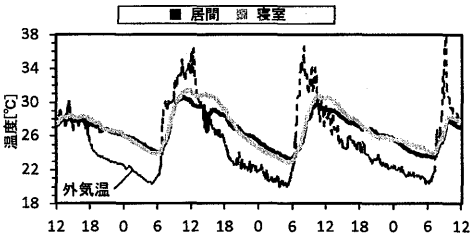


(a) A 邸

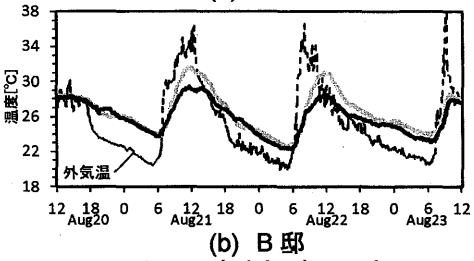


(b) B 邸

図 16 床面温度

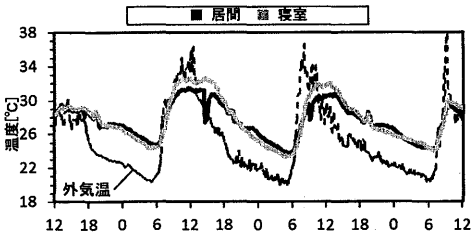


(a) A 邸

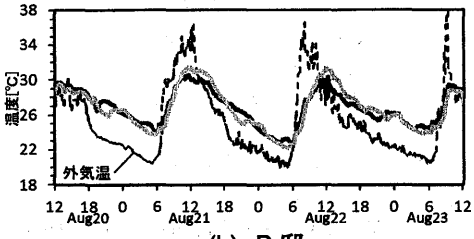


(b) B 邸

図 17 室内側壁面温度

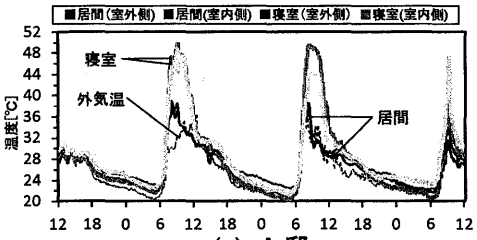


(a) A 邸

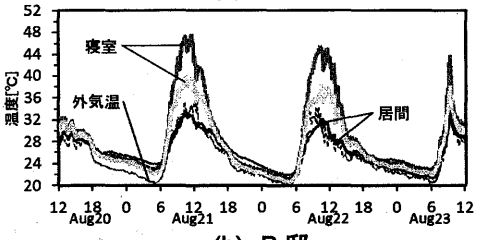


(b) B 邸

図 18 天井面温度



(a) A 邸



(b) B 邸

図 19 窓面温度

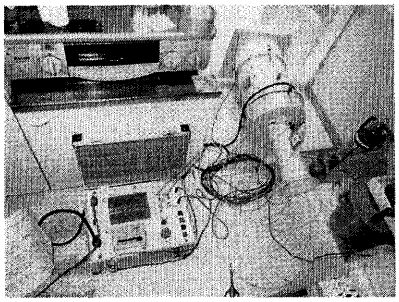


写真 5 気密測定器を用いた減圧法による気密性能測定

表 4 気密測定結果（相当隙間面積）

単位[cm²/m²]

	A邸(妻住戸)	B邸(中間住戸)
1回目	7.07	5.45
2回目	7.04	5.72
3回目	6.90	5.72

(5) 室内側壁面温度

居間と寝室の室内側壁面温度のそれぞれ3点の平均値の推移を**図 17** に示す．なおデータの不具合により，B邸の寝室室内側壁面温度は1点のデータを示している．日中に温度上昇するものの，いずれも 32℃程度であり，夜間には室温以下まで冷却されるケースも見られる．

(6) 天井面温度

居間と寝室の天井面温度のそれぞれ3点の平均値の推移を**図 18** に示す．壁面温度より高く推移しているものの差は 1℃から 2℃程度であり，夜間の冷却も見られる．小屋裏空間の強制換気と断熱材の効果が表れているものと考えられる．

(7) 窓面温度

窓面温度に関しては居間と寝室のそれぞれ室外側1点と室内側2点を計測した．居間と寝室の室外側窓面温度と，室内側窓面温度のそれぞれ 2 点の平均値の推移を**図 19** に示す．夜間は外気温程度で推移しているものの，寝室の窓には庇がないために日中は最高 50℃程度まで上昇している．二重サッシ間では対流が発生するために，ペアガラスよりは断熱効果が小さいものと考えられる．

(8) 気密性能

A 邸および B 邸のそれぞれ 3 回の気密性能測定の様子を**写真 5** に，結果を**表 4** に示す．長屋の中間住戸である B 邸の方が，妻住戸である A 邸よりも高気密であるという結果となった．また，これらは次世代省エネルギー基準のⅢ地域以南の値である相当隙間面積（C 値）5 ㎠/㎡に近い値である．

4-3 実測調査まとめ

アンケートでは指摘率の高かった「部屋の暑さ」の問題であるが，室温は 28~30℃程度に抑えられていた．床面温度や室内側壁面温度，天井面温度も比較的低く推移しており，十分な小屋裏の強制換気や夜間の放熱，日射遮蔽が行われていると考えられ，放射環境も含めてそれほど劣悪な環境ではないことが明らかになった．しかし，窓を開放しているため，相対湿度が概ね終日 70%から 80%を推移しており，また効果的な通風も得られないため不快感の原因となっていると考えられる．気密性能は C 値 5.45~7.07 ㎠/㎡と住戸位置によってばらつくものの，中程度の性能は確保している．

5. おわりに

本報では，文献調査と居住者へのアンケート調査をもとに，主に応急仮設住宅の居住環境に関する現状と課題について整理した．また，夏期の温熱環境の実測調査より考察を行った．

応急仮設住宅の居住環境への不満は，応急仮設住宅の建物仕様のみならず，震災前の，広くて通風性能に優れている木造戸建て住宅での生活と，現在の応急仮設住宅での生活とのギャップによるものも大きいと言える．不満として最も指摘率が高かった項目は「部屋の広さ」であり，コストや建設スピードを維持しながら現在のものより広い住戸を供給することが求められている．次に温熱環境に関する項目の指摘率が高かった．夏期の不快感については，窓を開放することによって室内の相対湿度が概ね終日 70%を超えることと通風性能の悪さが最も問題であり，室温は 28℃から 30℃程度に抑えられているなど，それほど劣悪な環境ではないことが実測調査によって明らかになった．断熱不足や床面温度の低下，コールドドラフトなどが懸念される冬期の実測調査も必要である．気密性能に関しては，隙間風が流入したり計画的な換気が全く行えないほどのではなく，十分な気密性能があることが分かった．

また，居住環境への不満は，物理的な要因のみならず，入居や運営システム，長期間の居住による心理・精神的な負担から来るものも大きいということがアンケート調査によって示唆された．孤立防止のために，高齢世帯と子供・ペットのいる世帯を同じ長屋に入居させるのではなく，同敷地内で分けて配置する，被災者の希望に沿った復興計画を進めるなど，応急仮設住宅の供給から解消までのあり方をガイドラインとしてまとめる必要がある．

【謝辞】

アンケート及び実測調査にご協力頂いた陸前高田市内の応急仮設住宅居住者の方々に，記して謝意を表します．

【参考文献】

1) 高見真二：「東日本大震災における応急仮設住宅の建設について」，『建築雑誌』Vol.126,No.1623（2011 年 10 月号），pp.48-49，日本建築学会，2011 年
2) 国土交通省住宅局住宅生産課：資料「東日本における応急仮設住宅の建設に係る対応について」，2011 年
3) 災害救助法による救助の程度，方法及び期間並びに実費弁償の基準
4) 『河北新報』2012 年 10 月 5 日
5) 国土交通省住宅局住宅生産課：資料「東日本における応急仮設住宅の建設に係る対応について」，2011 年
6) 国土交通省住宅局住宅生産課：資料「応急仮設住宅の着工・完成状況」，2011 年
7) 社団法人プレハブ建築協会より提供
8) 被災地仮設住宅居住改善ネットワークウェブサイト（http://blog.livedoor.jp/kasetsu123/）
9) 株式会社ゼンリンウェブサイト（http://www.zenrin.co.jp/）
10) 黒川めぐみ他：「応急仮設住宅の供給システムに関する考察」，『日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）』（2009 年 8 月），pp.1361-1362，日本建築学会，2009 年
11) 藤田正則他：「建築鋼構造のリユースシステムに関する研究」，『日本建築学会環境系論文集』第 604 号（2006 年 6 月），pp.109-114，日本建築学会，2006 年
12) 岩手県：「応急仮設住宅の建設に係る進捗状況について，建設着工状況一覧」，2012 年
13) 総務省統計局ホームページ「全国消費実態調査」（http://www.stat.go.jp/index.htm），2013 年 12 月参照
14) 総務省統計局ホームページ「住宅・土地統計調査」（http://www.stat.go.jp/index.htm），2013 年 12 月参照

（受理：平成25年11月14日）