

2.2.9 住宅研究部

成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発

Development of regeneration technology and technique for residential suburb in a mature society

(研究期間 平成30年度～令和4年度)

住宅研究部		部 長	長谷川 洋
建築研究部	基準認証システム研究室	主任研究官	坂下 雅信
建築研究部	材料・部材基準研究室	主任研究官	土屋 直子
都市研究部	都市施設研究室	室 長	新階 寛恭
都市研究部	都市開発研究室	室 長	石井 儀光

[研究目的及び経緯]

都市郊外には高度経済成長期以降に大量の住宅団地が計画的に供給され郊外市街地を形成している。公共施設整備率の高い「まち」であるが、オールドタウン化（少子高齢化の進展、生活利便性の低下、住宅の老朽化）が進行しており、その再生が社会的課題となっている。そこで本研究では、「安全の確保」、「多世代コミュニティの形成」、「QOLの向上」という3つの再生目標を実現するため、①既存住宅の長寿命化に係る耐久性向上技術、②共同住宅の住戸の空間拡大技術、③生活支援機能（買い物、高齢者支援、子育て支援等）の誘導に係る計画技術、④新モビリティ（電動カート等）を活用した高齢者等の移動環境の向上技術についての研究開発を行う。

令和2年度は次の研究成果を得た。①RC造共同住宅の耐久性能の向上技術の開発に向けて、実験及び建物調査により既存RC部材の現況評価（素案）及び使用安全性に係る限界状態（案）の妥当性を確認した。また、耐久性の低下に影響を及ぼす要因について明らかにし、効果的な補修対策の方針についての知見を得た。②RC造壁式共同住宅の開口形成による空間拡大技術の確立に向けて、次年度に実施する施工実験・構造実験に使用する試験体を製作するとともに、試験体を対象としたFEM解析や想定建物を対象とした骨組解析を行い、鉄骨骨組による開口補強の効果や周辺部材に及ぼす影響についての知見を得た。③郊外住宅団地再生の2つのシナリオ（子育て世帯の流入促進、高齢者のQOL向上）の適用性を評価する指標を提案した。また、生活支援機能（商業、高齢者・子育て支援等）に係る施設立地・サービス供給の成立条件となる人口・世帯等の原単位を収集し、生活支援機能の誘導手法を検討するための知見を得た。④具体の郊外住宅市街地において、小型電動カートを用いて、地域住民の移動実態・ニーズや関係者協議を踏まえた運行ルート等を設定した上で実証実験を行い、新モビリティ導入に伴う効果等を評価・検証するためのデータ取得および持続的な運行に向けての知見を得た。

住宅確保要配慮者の推計プログラムの改良に関する研究

Study on Improvement for Estimation Program of Number of Persons Requiring Special Assistance in Securing Housing

(研究期間 令和2年度)

住宅研究部

Housing Department

住宅研究部 住宅計画研究室

Housing Department Housing Planning Division

部長

Director

主任研究官

Senior Researcher

長谷川 洋

HASEGAWA Hiroshi

内海 康也

UTSUMI Koya

NILIM has released the program to estimate the number of persons Requiring Special Assistance in Securing Housing, in order to support local government to develop a Plan for Prolonging Life of Public Housing, in 2016. In this study, Main points requested by local government is modified. Those are as follows: (1) to subdivide type of persons requiring special assistance in securing housing, (2) to increase options of type of household, (3) to support act and ordinance of ministry, (4) to provide programs for type of local government.

〔研究目的及び経緯〕

高齢者・低額所得者等の住宅の確保に特に配慮を要する者（以下「住宅確保要配慮者」という。）の居住の安定確保が重要な政策課題となっている。このため、「住宅確保要配慮者に対する賃貸住宅の供給の促進に関する法律（以下「住宅セーフティネット法」という。）」が平成29年10月25日に改正施行された。改正により、住宅確保要配慮者の入居を受け入れる賃貸住宅（以下「受入住宅」という。）の登録制度が創設され、従来の公営住宅の供給とあわせて、住宅セーフティネット機能の強化に向けたしくみが整備された。

国総研では、地方公共団体が公営住宅の必要戸数や民間空き家等を活用した受入住宅の登録戸数の目標を適切に設定することができるよう、「住宅確保要配慮者の世帯数の推計プログラム」（以下「推計PG」又は「PG」と表記する。）を開発し、平成28年8月に地方公共団体に配布した^{注1)}。本研究では、その後の政策ニーズや地方公共団体のPG利用上のニーズ変化等を踏まえ、推計PGの改良を行った^{注2)}。これにより、地方公共団体における公営住宅長寿命化計画や住生活基本計画の効果的な策定等を支援することを目的とする。

〔研究内容〕

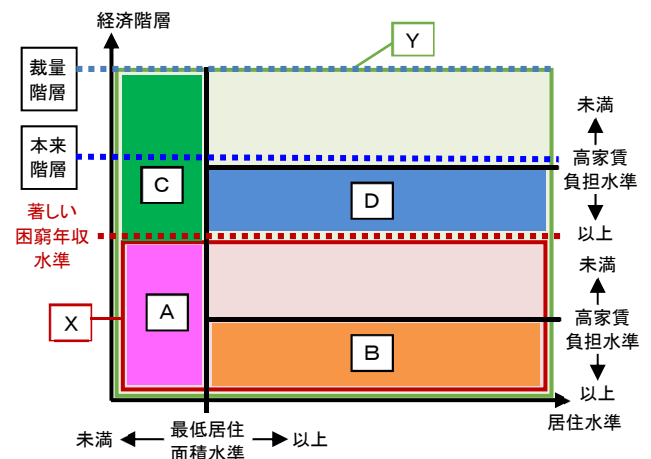
1. 推計PGの改良の概要

推計PGは、国勢調査や住宅・土地統計調査等の既存統計データをもとに、公営住宅の施策対象世帯（図1のY）のうち、著しい困窮年収の世帯数（図1のX）等の対象世帯を、2020年から2045年までの5年毎の時点で中長期的に推計できるものである。

本研究では次の機能を拡充した。

①推計できる世帯属性の拡充

図1のA～Dに示す、居住水準や家賃負担率からみた特定ニーズを有する世帯を推計対象に追加。



- Y: 公営住宅施策対象世帯(公営住宅法で定める世帯)
 - X: 公営住宅施策対象のうち「著しい困窮年収」の世帯※1
 - A: 「著しい困窮年収」の世帯のうち、最低居住面積水準未満の世帯
 - B: 「著しい困窮年収」未満の世帯のうち、最低居住面積水準以上であるが、「高家賃負担」の世帯※2
 - C: 著しい困窮年収以上の年収世帯であるが、「最低居住面積水準未満」の世帯
 - D: 著しい困窮年収以上の年収世帯で最低居住面積水準以上であるが、「高家賃負担」の世帯
- ※1 著しい困窮年収の世帯：適正家賃負担限度率（第7期住宅建設5箇年計画で設定）の範囲で、住生活総合計画（全国計画）で定める最低居住面積水準を満たす面積の住宅（各地域の民間賃貸住宅の平均家賃単価（㎡当たり家賃）の住宅）に居住するために必要な年収に満たない世帯
- ※2 高家賃負担の世帯：各地域における民間借家に居住する年収200万未満世帯の平均家賃負担率以上の家賃負担の世帯

図1 推計PGにおける推計対象世帯の概念

②推計対象とする世帯属性ごとの選択肢の拡充

単身世帯（公営住宅の本来階層及び裁量階層^{注3)}）及び夫婦世帯（裁量階層）について、当初PGでは60歳以上のみを対象に推計していたが、対象年齢を

25 歳以上、30 歳以上、40 歳以上、50 歳以上、60 歳以上、75 歳以上から選択して推計できるよう改良。

子育て世帯（裁量階層）についても、子どもの年齢を 6 歳未満、12 歳未満、15 歳未満、18 歳未満から選択して推計できるよう改良。また、子どもが 3 人以上の多子世帯についても選択できるよう改良。

③法律上の住宅確保要配慮者の自動算出

住宅セーフティネット法で定めている住宅確保要配慮者のうち、統計的に把握できる低額所得者（政令月収 15.8 万円以下）、高齢者、子育て世帯、外国人の世帯数を自動算出・表示する機能を追加。

④地方公共団体の属性別の P G の作成

地方公共団体の属性（都道府県、政令市、一般市区、町村）によって利用可能な統計表の精度が異なるため、地方公共団体の属性別に P G を作成。

2. 改良後の推計 P G を用いた推計結果の例

ある政令市を対象に推計した結果の例を示す。

（1）著しい困窮年収世帯数の推移

「著しい困窮年収世帯」数の推計結果の例を図 2 に示す。推計条件は次の通りである。①単身世帯は本来階層・裁量階層とも 60 歳以上を対象。② 2 人以上の本来階層は全世界帯を対象。③ 2 人以上の裁量階層については、夫婦世帯は 60 歳以上、子育て世帯は長子年齢 6 歳未満を対象。推計結果について「公営住宅施策対象世帯数（Y）」をみると、「2030 年度まで増加し以後減少に転ずるが、2040 年度までは 2020 年度よりも高水準で推移する。「著しい困窮年収世帯数（X）」も同様の傾向を示している。

（2）特定ニーズを有する世帯数の推移

居住水準や家賃負担率からみた特定ニーズを有する世帯数の推計結果を図 3 に示す。推計条件は（1）と同様である。図 1 に示す A～D の合計世帯数は 2025 年度をピークに以後減少していくが、2035 年頃までは 2020 年度値とほぼ同水準で推移する。

（3）法律上の住宅確保要配慮者の世帯数

図 4 は 2030 年時点の住宅セーフティネット法で定める住宅確保要配慮者の世帯数の推計結果を示している。住宅確保要配慮者の区分については、国勢調査及び住宅・土地統計調査で把握できる、「低所得世帯」、「高齢（60 歳以上・以下同様）単身世帯」、「高齢夫婦のみ世帯」、「子育て世帯（18 歳未満の子どもがいる世帯）」、子育て世帯のうちの「ひとり親世帯」、「外国人世帯」としている。

推計結果をみると、合計世帯数でみると約 267 千世帯であり、内訳は公営住宅本来階層までの低所得世帯（下記以外）が 82 千世帯、高齢単身世帯が 87 千世帯、子育て世帯が 68 千世帯等となる。なお、全世界帯を公営住宅本来階層までに限ると、合計は 205 千世帯となり、高齢単身世帯が 62 千世帯、子育て世帯が 41 千世帯等となる。

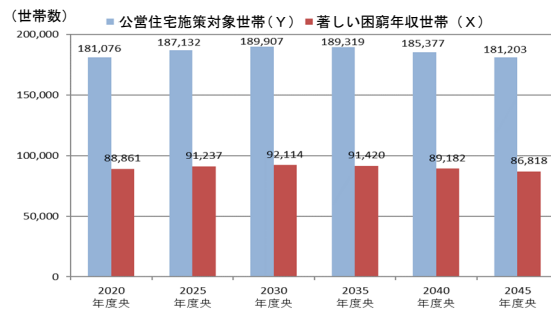


図 2 著しい困窮年収世帯数の推計結果例

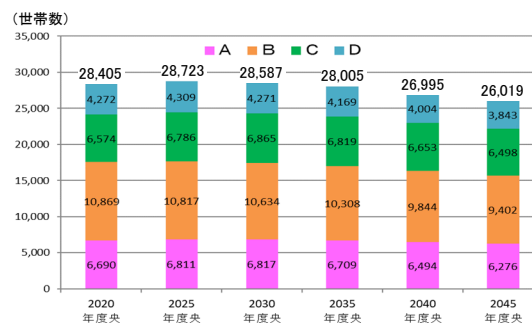


図 3 特定ニーズを有する世帯数の推計結果例

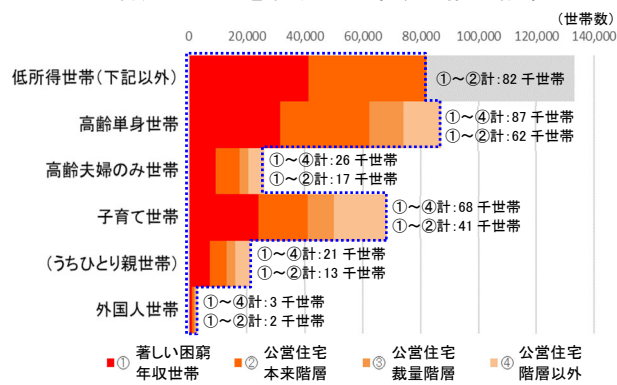


図 4 法律上の住宅確保要配慮者の世帯数の推計結果例（2030 年時点）

[成果の活用]

推計 P G の改良により、地方公共団体ごとの施策対象の違い等を踏まえた詳細な推計が可能となり、地域の実情に応じた住宅セーフティネット施策の強化に寄与することが期待される。なお、改良後の推計 P G は国総研ホームページでの公開を予定している。また、P G の利用マニュアルも作成・公表し、地方公共団体での活用を支援していく。

[注]

- 1) 国総研プロジェクト研究報告 No. 62、第 I 編・I-7～I-34 頁
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/kpr/prn0062.htm>
- 2) P G の改良作業は当初 P G の開発者である長谷川住宅研究部長が担当し、推計に必要な新たなデータの整備を内海主任研究官が担当した。
- 3) 本来階層とは収入分位 25% 以下の世帯。裁量階層とは住宅確保に配慮が必要として収入分位 50% を上限に条例で定める世帯。

仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進

一既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究一

Promotion of quick supply of temporary housing and public housing for disaster
-Development of criteria for judging houses which can be repaired and renovated while living-
(研究期間 平成30年度～令和2年度)

住宅研究部	部 長	長谷川 洋
Housing Department	Head	HASEGAWA Hiroshi
住宅研究部 住宅計画研究室	室 長	藤本 秀一
Housing Department	Head	FUJIMOTO Hidekazu
Housing Planning Division	主任研究官	渡邊 史郎
	Senior Researcher	WATANABE Shiro

In the event of a large-scale disaster, a large number of emergency temporary housing and public housing for disaster will be required. In order to quickly supply these houses and reduce the supply cost, it is also necessary to repair lightly damaged houses and use them as those houses. This study aims to present the criteria for evaluating the feasibility of existing housing for the quick supply of emergency temporary housing and public housing for disaster.

〔研究目的及び経緯〕

首都直下地震、南海・東南海地震等の大規模災害時には大量の応急仮設住宅、復興住宅（災害公営住宅）が必要となる。これら住宅の供給コストの低減を図りつつ、被災者の早期の居住安定を実現するには、民間賃貸住宅ストックの空き家等の新たな活用が求められる。被災時に無被害の住宅に加え、軽微な被災住宅についても迅速に安全性確保による活用可能性の判定を行い、借上げ仮設住宅として活用するほか、借上げ仮設住宅を住みながら改修によって居住性を向上させることにより、借上げ復興住宅化することも求められる。

本研究では、既存住宅の安全性・居住性を向上させるための改修工法・施工方法の評価手法や、被災時の仮設住宅、復興住宅の早期整備のための既存住宅活用の可能性を評価・判断する基準を策定・提示することを目的としている。

〔研究内容〕

(1) 被災住宅の住みながら改修による使用継続性の判定基準の開発

1) 被災住宅の補修・改修の実態調査

2016年4月に発生した熊本地震において軽微な被災をした既存賃貸住宅を補修して借上げ仮設住宅とした事例（補修型みなし仮設住宅）の実態調査を行った。補修工事完了報告書、借上げ住宅賃貸借契約書等の資料調査を基に、建物諸元（建設年、構造、規模など）、建物の被災状況、補修状況（補修内容、工期、費用等）、借上げ仮設住宅としての入居開始時期等のデータを収集、分析した。

また、被災自治体（熊本市）、物件提供に関わった不動産事業者、被災住宅の補修を実施した建物改修業者へのヒアリング調査、補修型みなし仮設住宅として活用された建物の現地調査を行い、物件の情報提供から建物チェック、補修、入居に至るスキーム等を整理した。早期に入居が実現している事例では、4月の被災後1か月程の工事が多く、共用部分の外壁（非構造壁）ひび割れや受水槽の補修、住戸内部では内装や建具の補修、水漏れ補修等が多くみられた（図1）。

2) 住みながら改修による使用継続性の判定基準原案の策定

熊本地震時に現地で補修型みなし仮設住宅として活用可能な建物チェックを実施した住宅瑕疵担保責任保険法人の検査員へのヒアリング調査を行い、当時の調査方法、調査体制、建物の活用可能性の判定スキームの実態、課題等を把握、整理した。補修型みなし仮設住宅の実態調査結果等も踏まえ、住みながら改修によって軽微な被災住宅の安全性を確保し、応急仮設住宅等として使用継続が可能となる建物の判定に必要な項目、基準を検討し、判定基準原案を策定した。

判定基準原案は、被災直後からの段階的な建物チェックも想定し、①平常時に自治体で把握しておくべき基本情報（立地、建設年、間取り等）、②安全性の確認等（建物の構造安全性確認）、③使用継続性の判断基準（住戸アクセス、設備等）の3項目で構成している。

(2) 借上げ復興住宅として活用可能な建物の判定基準の開発

1) ストック型借上げ公営住宅の実態調査

公営住宅を管理する自治体へのアンケート調査（あわせて補足のための対面、電話等によるヒアリング）を実施し、既存住宅の借上げによる公営住宅（ストック型借上げ公営住宅）化の実態について、借上げ戸数や借上げ基準等を把握した（表1）。ストック型借上げは19自治体（うち復興住宅化は2自治体）で実施され、借上げ戸数は1,173戸であったストック型借上げに関して、独自の基準を有するのは8自治体で、耐震基準への適合、検査済証、借上げ期間（10年とする自治体が多い）満了時に耐用年数を超えないことのほか、玄関や水廻り部分への手摺り設置、共用部のEV設置を要求がほぼ共通する。その他の自治体においても需要世帯の特徴も踏まえ、バリアフリー基準は一定水準を要求しつつも、借上げ対象とする住宅の建設年代等に応じて緩和適用している実態が確認された。

2) ストック型借上げ復興住宅の整備基準原案の策定

既存住宅（住宅ストック）は建設年代に応じて性能・仕様が一律ではないため、個々の住宅ストックについて、公営住宅として必要な性能を有するか否かを判断することは容易ではなく、判断の拠り所となる基準やガイドラインが未整備な状況にある。このため上記の実態調査結果等を参考に、ストック型借上げ復興住宅の整備基準原案を策定した。復興住宅の必要戸数は災害規模によって、また確保可能な戸数は地域の賃貸住宅事情にも影響される事情も踏まえ、以下のように復興住宅としての基本基準（設定する性能項目や要求水準の基本的な考え方を提示）と、大規模災害後に発生する一時的な需要に対応するための緩和基準の二段階のレベルを設定し、自治体において災害規模や地域の実情に応じ、借上げ復興住宅化する対象の選定基準設定が容易となるような基準の構成とした。

①ストック型借上げ復興住宅整備基準（基本基準）

原則として性能項目毎の基本的な考え方を提示。具体的な性能や仕様は、災害の程度や地域の民間賃貸住宅市場の状況に応じて自治体において柔軟に設定することが可能な基準とし、設定する場合の参考例を例示。

②一時的な利用を想定した基準

大規模災害後に発生する一時的な公営住宅の需要（復興住宅の必要性）に対応するため、①の基準からさらに迅速、かつ、幅広に借上げを実現するための基準として設定する場合の参考例を例示。

【成果の活用】

今後、本研究成果をもとに判定基準を作成し、自治体への周知を通じて、被災時の早期の居住安定の実現に寄与することが期待される。

※本研究成果はPRISMの事業実施によるものである。

表1 ストック型借上げ公営住宅の状況

事業主体名	管理している借上げ公営住宅（戸数）		活用している住宅種別			公営住宅等整備基準の適用（○：適用、△：一部適用、▲：緩和適用、×：適用なし）							
	うちストック借上げ（戸数）	UR	公社	民間	独自基準の有無	温熱	遮音	劣化	維持管理	シックハウス	バリアフリー住戸	バリアフリー共用	
小樽市	4	4	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
千歳市	101	51	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
仙台市	11	11	-	-	○	-	×	×	×	×	×	×	×
石巻市	243	94	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
板倉町	8	8	-	-	○	-	×	×	×	×	×	△	×
埼玉県	1,055	120	○	-	-	-	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
船橋市	614	140	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○
松戸市	300	40	○	-	-	-	×	×	×	×	×	×	×
成田市	30	30	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○
流山市	144	50	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
八千代市	36	36	○	-	-	-	×	×	×	○	×	▲	○
横浜市	3,977	28	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
名張市	28	28	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
亀山市	74	25	-	-	○	-	×	×	×	△	×	△	△
吹田市	119	65	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
寝屋川市	161	63	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
貝塚市	11	11	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
兵庫県	732	285	○	○	-	-	×	×	×	×	×	×	×
伊丹市	84	84	-	-	○	-	×	▲	×	▲	▲	▲	▲

注1：公営住宅等整備基準への適用について、船橋市は借上げ対象が公的賃貸住宅の場合は状況に応じて緩和可能とするなど、実際には各自治体で借上げ対象住宅の建設年代等を勘案して緩和適用しているのが実情

注2：独自基準を有する自治体ではバリアフリー性能（EVや水廻り部分への手摺り設置等）を中心に規定

No. ※	総戸数	構造	階数	2016年												補修工事の内容
				4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月				
31	37	RC	7		★	○●									【共】共用部分 【住】住戸内 【共】外壁タイル補修・クラック補修・エントランス補修	
06	6	W	2		★	○							●		【住】地震により転倒した家財による網戸張替え/破損・漏水、各設備の取替/給湯器取替、洗面照明器具取替/衛生設備の取替/玄関ポスト取替	
30	34	RC	7			○●	★								【共】外壁クラック等補修、防水/給水配管を改修、下水配管やり直し/敷地舗装（埋設管の補修含む）、コンクリート樹嵩上げ 【住】居室フローリング/トイレ入替、洗面台入替工事/キッチン入替工事	
23	12	RC	3					★○					●		【共】外壁クラック補修工事 【住】居室フローリング/トイレ入替、洗面台入替工事/キッチン入替工事	
24	17	RC	3			○●		★							【共】外壁ひび割れ補修・塗装	
15	8	S	3			○		●	★						【共】外壁が滑落・クラックあり補修/共用廊下やエントランスの内壁が損傷⇒補修	
19	5	RC	2					○●★							【住】扉戸当たり修繕、下駄箱建付修繕/居室クロス/クラック補修、カーテンレール補修/浴室鏡交換・浴室換気扇修繕/エアコン故障取替	
14	5	S	3					○●★							【共】外壁西側にクラック⇒補修・塗装/屋根瓦が多数破損⇒屋根瓦葺替	
32	59	RC	8			○				★			●		【共】外壁補修工事/貯水槽給排水設備復旧工事、貯水槽揚水ポンプ取替工事、共用部照明配線・配管工事	
21	9	RC	3					○					●	★	【住】内壁クラック補修【共】外壁補修工事/給水不具合修理	

図1 補修型みなし仮設住宅の入居・工事の時期（例）

ライフステージに即したバリアフリー効果の見える化手法の確立

Establishment of the Visualization of the Barrier-free Effect in line with a Life Stage.

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

住宅研究部 Housing Department	住宅情報システム研究官 Research Coordinator for Housing Information System	布田 健 NUNOTA Ken
住宅研究部 住宅生産研究室 Housing Department Housing Production Division	室 長 Head 主任研究官 Senior Researcher	脇山 善夫 WAKIYAMA Yoshio 小野 久美子 ONO Kumiko
建築研究部 材料・部材基準研究室 Building Department Material and Component Standards Division	主任研究官 Senior Researcher	根本 かおり NEMOTO Kaori

We visualized the ease of activity in the living environment using physical activity (METs) as an evaluation index. In addition, we studied the visualization of barrier-free effects according to life stages. The results of this study are as follows. (1) We organized the attributes of elderly healthy people, wheelchair users, cane walkers, and caregivers, etc. We extracted the evaluation items of physical activity (METs), which are not handled by the Ministry of Health, Labor and Welfare, and measured and quantified the amount of activity from expiratory metabolism. (2) In order to understand the relationship between the attributes of residents and their daily life behavior, we created a model of daily life behavior using data from the NHK National Survey on Living Time (2015 edition) and a web-based questionnaire survey on living models conducted by the National Institute for Land and Infrastructure Management. (3) The amount of physical activity from daily life activities in actual houses and the lifestyle behavior model were linked using BIM (Building Information Modeling) technology. (4) Assuming the evaluation of an actual building, we input drawings using a tablet and verified its operability.

【研究目的及び経緯】

超高齢社会に向かう日本では、住宅におけるバリアフリー化が喫緊の課題となっている。近年、新築のバリアフリー化はだいぶ進んだ一方で、既存住宅については工務店などの個別の改修技術にとどまっておろ、活動負担の軽減、介護負担の軽減、改修コスト、介護コストといった、総合的なバリアフリーの観点からみた合理的な改修にまでは至っていない。そこで国土技術政策総合研究所では、平成 30 年度より 3 年のプロジェクトとして、住環境における活動のしやすさを METs (Metabolic equivalents) という身体活動量を評価指標として住宅のバリアフリー性能を見える化することで、「ライフステージに即したバリアフリー効果の見える化手法」の検討を行った。

【研究内容及び成果】

1. 評価方法の検討、評価項目の抽出、評価項目の数値化
 - 1) 生活行為における身体活動量の計測
評価方法の検討では、高齢健常者、車いす使用者、杖

歩行、介助者等といった属性の整理や、厚生労働省で取り扱っていない身体活動量 (METs) の評価項目の抽出を行い、例えば図 1 に示す建築物内における車いすの移動について、呼気代謝から活動量を計測し、評価項目を数値化した。



図 1 生活行為における身体活動量の計測
(車いすでの移動について呼気代謝計を用いて計測)

2) 生活行動モデルの作成

居住者の属性と日常生活行動の関係の把握するため、「NHK 国民生活時間調査 (2015 年版)」のデータ及び国総研が調査した WEB アンケート「生活モデルに関する調査」を用いて、図 2 のように住宅内における各行動の時間や頻度を平日と休日に分け 15 分おきに整理した。またそれらを、年齢を 7 世代に区分 (10 代~70 歳代以上)、男・女、平日・休日に分け、生活行動モデルとして提示した。

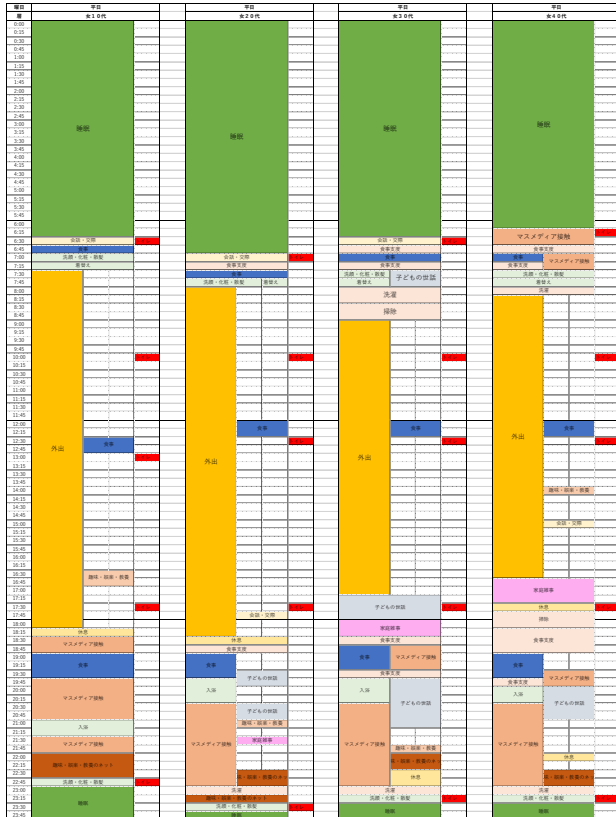


図 2 生活行動モデルの例 (平日 女性 (10~40 代))

2. 評価ツールの検討・開発

住宅内における日常生活動作による身体活動量と生活行動モデルについて、BIM (Building Information Modeling) 技術を援用し紐付けを行った。図 3 はバリアフリー環境評価ツールを用いて住宅内での活動量を算出している例であるが、部屋間の移動を線で、部屋内での活動を円で示しており、往復による活動量を線の太さで、部屋での活動量を円の大きさで表している。

3. 評価ツールの実用化に向けた検証と検討

バリアフリー環境評価ツールの実用化に向けた検証の様子を図 4 に示す。検証では、実際の建物の評価を想定して、タブレット型図面入力装置を用いて入力し、その操作性も含め検証し、またここで得られたデータ

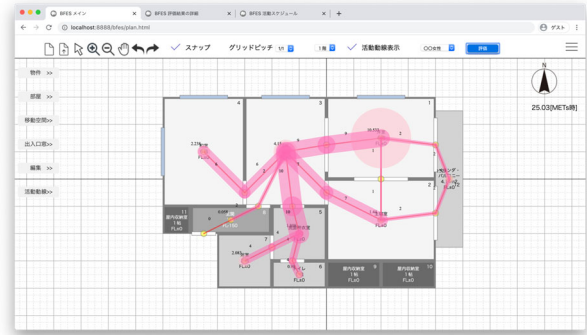


図 3 バリアフリー環境評価ツール

については、バリアフリー環境評価ツールのデータの一部としてシステムへのフィードバックを行った。

バリアフリー改修の費用対効果の可視化や、バリアフリー修繕計画に向け、評価ツールを有効に活用するための機能等の検討も併せて行った。

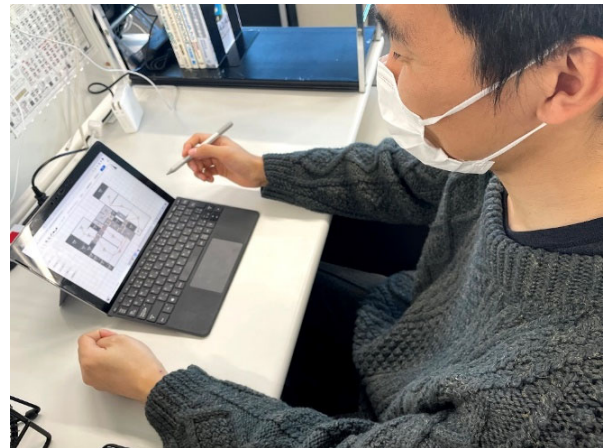


図 4 評価ツールの実用化に向けた検証 (入力画面の使いやすさの検証)

[成果の活用]

成果の活用の方向性として、評価ツールの活用を建築士だけでなく介護保険の住宅改修業者、自治体まで広げることを検討すれば、社会的な共通規範が示せる。そのためには「ケアマネジャー」「住宅改修業者」「自治体窓口」への認知も必要であり、新築では、特に中小企業・個人事業主の工務店・施工者への普及により、設計の時点からツールの使用を取り入れてもらう事が重要となる。また、バリアフリー改修は、建築の知識と高齢者・障がい者の知識、介護知識が必要となり、職場での OJT により実践しているサービス提供者が多いが、現在行われているバリアフリー改修は、事例を参考としたものが主であり、その効果が細かく書かれたものではない。今後、本評価ツールが発展充実し、将来これを活用する事で、住宅の改修を前に、バリアフリー効果の定量的な根拠を示すことが可能となる。

公共賃貸住宅に係る Building Information Modeling 検証調査に関する研究

Study of Building Information Modeling for public housing

	(研究期間	令和元年度～令和4年度)	
住宅研究部	部	長	長谷川 洋
住宅研究部 住宅ストック高度化研究室	室	長	大水 敏弘
住宅研究部 住宅計画研究室	室	長	藤本 秀一

[研究目的及び経緯]

人口減少時代における労働者の減少を背景に、建設事業における生産性の向上が求められており、国土交通省では「i-Construction」の取り組みを推進している。公共賃貸住宅分野においても建築技術職員や管理担当の人員の減少等による人材不足が進むことが予想されており、設計・施工・維持管理にわたる業務の合理化及び効率化が急務となっている。このため、本研究では、公共賃貸住宅事業（企画・設計から維持管理まで）に係る業務の高度化、効率化を図るためのBIMの導入及び活用の方策について検討を進めている。

今年度は、公共賃貸住宅における日常点検等の維持管理業務について、関係主体へのヒアリング調査等を行い、現場に図面を持参し紙媒体で実施し、点検記録・報告書は事務所に戻って清書作業を行っていること、その結果、記録・入力の手間・転記ミスの発生リスク等があることを確認した。こうした業務実態及び課題把握を踏まえて、日常点検等の効率化に向けた維持管理BIMモデルを作成し、データと位置情報をつなぐ方法等について試案として提示した。また、UR賃貸住宅の住棟において点検業務へのタブレット端末、維持管理BIMモデルの活用に関する検証実験を実施し、業務合理化の効果を確認した。

西日本豪雨災害等におけるトレーラーハウス型等の仮設住宅の導入結果の検証と今後の課題に関する研究

Research on Temporary Housing with Trailer Houses in the Torrential Rains in Western Japan

	(研究期間	令和2年度～令和3年度)	
住宅研究部	部	長	長谷川 洋
住宅研究部 住宅ストック高度化研究室	室	長	大水 敏弘

[研究目的及び経緯]

災害時において避難者の居住を確保するために、これまで災害救助法に基づく仮設住宅の建設が行われてきたが、仮設住宅建設の長期化は被災者の避難所生活の長期化を招くため、災害時に早期に仮設住宅を提供することは重要な課題である。こうしたなか、西日本豪雨災害においては、被災者ニーズに対応するため一般的なプレハブ仮設住宅に加え木造の仮設住宅が建設されたほか、倉敷市真備町に移動型（トレーラーハウス型・コンテナハウス型）の仮設住宅の設置が初めて行われ、現地における建設工事の期間短縮が図られた。

本研究では、西日本豪雨災害における仮設住宅の導入事例を中心に移動型の仮設住宅のニーズ及び評価を行い導入効果を検証するとともに、平時におけるストック確保など仮設住宅の設置迅速化に向けた方策の検討を行うものである。

本年度は、官民連携による設置事例について設置事業者ヒアリング調査等を実施した。その結果、温熱環境等の居住性能については居住者に高く評価されているが、平時のストックの確保はまだ途上段階で課題であること等が分かった。

来年度は、移動型の住宅等の平時における運営と災害時の活用について運用上の課題を考慮し、具体的導入方策について整理を行うこととしている。

復興住宅等への活用を考慮した賃貸共同住宅の性能基準設定に関する研究

Research on method to ensure the housing performance level to utilize rental apartment houses for public housing for disaster

住宅研究部 住宅計画研究室

(研究期間 令和2年度～令和3年度)
室 長 藤本 秀一

[研究目的及び経緯]

住宅品確法（2000年施行）以来、我が国の持ち家（分譲住宅を含む）については、住宅性能の向上や表示が進む一方、賃貸住宅については性能の向上、表示ともに課題となったままである。共同住宅でみれば、住宅ストックの約60%、新設着工住宅数では約70%が賃貸住宅であり、また、近年ではセーフティネット住宅や、大規模災害時の借上げ仮設住宅、借上げ復興住宅としての利用も必要とされるなど、賃貸住宅の質の向上は国民の住生活の安定・向上の観点から施策的な対応がより強く求められる傾向にある。本研究では、平時の賃貸住宅利用だけでなく、非常時の住戸単位での復興住宅等への活用を考慮した賃貸住宅（共同住宅）の性能基準設定及び性能向上に向けた施策展開（誘導方策）を図るための基礎資料を得ることを目的としている。

今年度は、建設住宅性能評価データ（2016年度～2018年度の3か年）の住宅利用形態別の分析及び住宅事業者へのヒアリング調査等から近年の賃貸共同住宅の仕様・性能について、維持管理対策、更新対策（躯体天井高）において分譲マンションに比して性能水準が低い実態を把握するとともに、住戸プラン等の特徴を整理した。また賃貸住宅ストックの借上げによる公営住宅供給の実態について、地方公共団体へのアンケート及びヒアリング調査から管理戸数は20自治体で約1,200戸あり、借上げ基準に関しては10自治体で独自基準を設定し、その他は公営住宅等整備基準の一部適用や緩和適用で対応している状況を把握したほか、借上げ経緯・課題等に関する情報収集及び整理を行った。

空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究

Study on quantification for effectiveness of prevention measures from housing abandonment

住宅研究部
住宅研究部 住宅計画研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)
部 長 長谷川 洋
室 長 藤本 秀一
主任研究官 内海 康也

[研究目的及び経緯]

空き家数、空き家率は継続して増加の傾向にある。このうち、管理不全な状態にある空き家については、空家特措法による代執行等の事後的な対応が主となっているが、市町村における対応には限界が見られてきており、空き家の管理不全化を予防するための対策が必要となる。そこで本研究では、①管理不全化を予防するために最低限必要な管理水準及びその実施手法の開発、②管理不全化の予防的対策の効果の定量的評価手法の開発を行うことにより、空き家の管理不全化の予防の推進、国や市町村、所有者の空き家対策コストの削減に資する基礎資料を得ることを目的とする。

令和2年度は、空き家が管理不全化することにより発生するコスト項目の整理、原単位データの収集等を行い、空き家の管理に関するコスト項目集として取りまとめた。また、一定のシナリオのもとでコスト推計を行い、所有者にとっては、管理不全化した場合の負担コストより、適切な管理コストの方が小さくなる試算結果等を得た。

被災した戸建住宅の修繕方法に関する調査研究

Study on repairing methods of detached houses affected by disasters

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 住宅計画研究室
Housing Department
Housing Planning Division

主任研究官 渡邊 史郎
Senior Researcher WATANABE Shiro

This study aims to clarify relationship between flood damage and repairing method of detached houses. The author examined what repair works were performed in 11 selected houses flooded above floor level in the heavy rain in 2018. He conducted quantitative analysis of repair costs and flood degrees. Based on the results, he considered simulated repairing methods for a model house and analyzed cost fluctuations at four flood levels. The findings indicate repairing methods are characterized by flood level rather than construction type. Regression analysis suggests repair cost can be estimated more accurately in a unit of flood water volume.

【研究目的及び経緯】

近年、台風や集中豪雨等により大規模な洪水被害が各地で発生しており、建築分野における水害対策の必要性が高まっている。一方、これまで住宅の浸水被害と補修方法との関係について十分な研究はみられなかったことから、施主（被災者）と建築工事業者とが共有できる補修方法に関する技術的な知見が不足している。

本研究では、災害態様のなかでも浸水被害に着目し、浸水被害をうけた戸建住宅の復旧事例を対象に調査を行った。調査結果を踏まえ、浸水被害とその後実施された補修工事との間にどのような関係があるかを分析し、被害の程度や物的な条件などがその後の補修方法にどのように影響するかについて明らかにすることを目的とする。これにより、施主と建築工事業者とが補修方法を検討する上で、相互の共通基盤となる技術的知見を示し、さらには今後の住宅における水害対策の方向性に示唆を与えることを目指している。

【研究内容】

1. 平成30年7月豪雨における現地調査

平成30年7月豪雨の被災地域の一つである広島県三原市で、戸建住宅の補修工事を行った建築工事業者 S 社に協力を得て、選定した対象物件 11 件の事例調査を行った。S 社に対して事前のアンケート調査を行った上で、2019年11月に現地で S 社のヒアリング調査を行った。また、選定物件のうち 2 件の住宅で現地調査を行い、被災時の状況やその後の復旧について把握した。

2. 浸水程度と補修方法に関する分析

S 社の補修物件 11 件を対象として、被害内容と補修方法を建物部位別に整理し、建物の物的条件・浸水程度と、その後の補修方法との関係を分析した。また、補修費用と浸水程度との定量的な関係について分析した。

3. モデル住宅を用いた浸水深別の補修方法に関する検証

2. で浸水深が工事費用の増加に寄与することを確認した上で、モデル住宅を用い、いくつかの浸水深に応じて想定される標準的な補修工事を検討し、広島県内

の別の建築工事業者 T 社の協力を得て、その工事費用を検証した。得られた結果より、浸水深の上昇により、具体の工事内容がどのように変容し、補修費用の増加にどのような影響を与えるかを分析した。

【研究成果】

1. 平成30年7月豪雨における現地調査

調査対象 11 件（A～Ks）の選定にあたっては、床上浸水被害を受けた戸建住宅で、基本的には原状復旧を目指した補修を行ったものを必須条件とし、浸水深に偏りがないように選定した。なお、建築年代に関しては、1990年以降に建設された住宅を中心に選定し、現在の住宅構法と共通性の高いものを調査対象とした。

S 社への聞き取り調査及び提供資料の分析にもとづき、具体の被害と補修方法の内容について、表-1 に整理した。浸水した建物各部の交換または再使用のいずれが選択されたかどうかに着目し、その補修の全体像を把握した。

調査対象とした広島県三原市での復旧事例 11 件では、いずれも外部の流速・動水圧が小さかったことから、構造材・外壁の損壊は確認されなかった。一方、建物内部の補修方法は、躯体構法の種類（木造・軽量鉄骨造）に比べ、浸水深の高さで特徴づけられることが示された。具体的には、浸水深の浅い範囲では、床、内壁、衛生設備、内部建具の更新が共通して行われた。また、浸水深の深い範囲では、内壁の更新範囲が広がり、階段・外部建具が更新される事例が多かった。床、衛生設備、階段などは構造上・機能上の問題がみられなかったとしても、衛生的な観点から更新が選択されていた。なお、一部の事例では、原状復旧のみならず間取り変更などのバリューアップも図られた。

2. 浸水程度と補修方法に関する分析

補修費用が、浸水程度とどのような関係にあるかについて分析するため、直接工事費の合計額（円）を被説

表-1 補修事例 A~Ks の諸元と主な建物部位における補修方法

住宅事例		A	Bs	C	D	E	Fs	G	H	I	J	Ks
基本	築年数	2年	39年	9年	15年	17年	22年	17年	32年	約25年	不明	24年
浸水	補修部床面積[m ²]	92.54	54.68	19.87	91.04	55.48	97.42	64.75	64.58	115.92	123	92.07
被害	床上浸水深[cm]	50	70	80	80	80	80	100	100	150	150	180
補修 工事 概要	床下空間の処置	排水・乾燥・清掃・防蟻処置										
	床材・床組の処置	床材・下地合板・断熱材の全面的な取替										
	壁の処置	断熱材・石膏ボードの部分的な取替										
	住宅設備の取替	キッチン	キッチン									
		UB	UB									
		洗面化粧台 便器	洗面化粧台 便器									
工事費(直工)[百万円]	7.41	4.46	1.76	6.24	4.79	8.71	8.02	5.31	14.98	13.34	13.69	

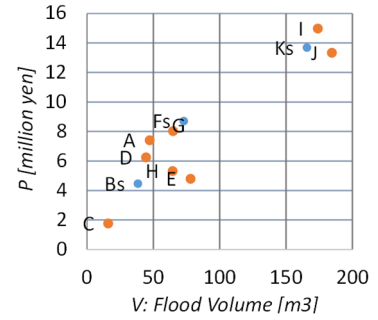


図-1 浸水容積 V と直接工事費 P の関係

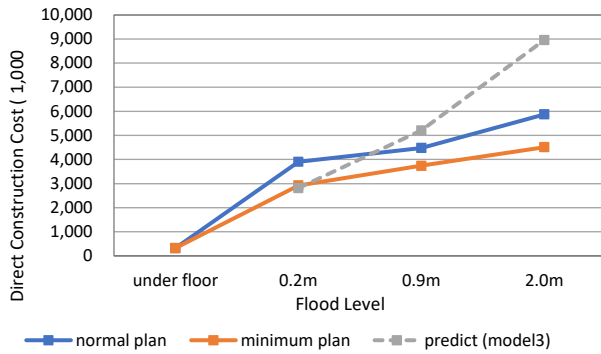


図-2 モデル住宅における浸水深別の直接工事費

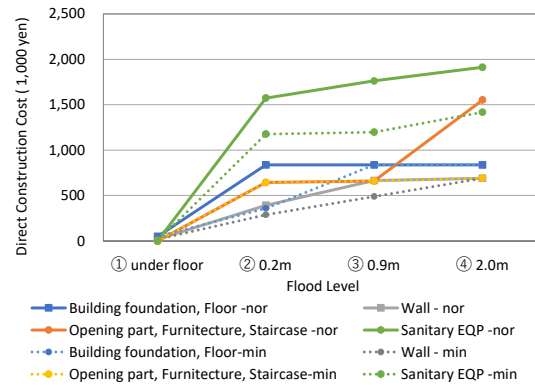


図-3 浸水深別の主な建物部位の復旧費用

明変数とし、浸水程度を表す補修部床面積 S (m²)、床上浸水深 L (m)、その積である浸水容積 $V=S \times L$ (m³) を説明変数として線形回帰分析を行った。model1, 2, 3 をそれぞれ、 $P-S$ 、 $P-L$ 、 $P-V$ の単回帰モデル、model4 を $P-S, L, V$ の重回帰モデル (model4 の V は S と L の交互作用項 $S \times L$) として、回帰分析を行った。

検討の結果、4 つのうち model3: $P = 68.70V + 2,132.78$ が直感的にも分かりやすく、かつ高い適合性を持つモデルとして評価された。調整済み決定係数 0.91 は、重回帰 model4 の値 0.92 に極めて近く、さらに唯一、定数項が正の値をとり、直感的にも分かりやすいモデルであった。以上から、浸水被害の補修費用は、補修した床面積に加えて、浸水深にも影響される傾向にある。さらに、浸水容積 V を原単位として、補修費用を把握することに合理性が認められる。

3. モデル住宅を用いた浸水深別の補修方法に関する検証

標準的な都市型住宅をモデルとして設定し、このモデル住宅に対して、異なる高さの浸水被害 (①床下浸水、②床上 0.2m、③床上 0.9m (腰窓下端付近)、④床上 2.0m (窓上端付近)) を受けたときの補修方法を検討し、その費用を算定した。補修方法は、原状復旧を目指す補修方法 (標準プラン) に加え、可能な限り既存部材を再使用し経済的負担を小さくする方法 (最低プラン) の2つの補修プランを設定した。

浸水深ごとの直接工事費の変化をみると (図-2)、①→②の増加が最も大きく、250 万円から 350 万円であ

った。②→③では、58~82 万円とその増分は小さく、③→④では 77~140 万円だった。前章の回帰モデル model3 ($P-V$) での予測値も図-2 中に示したが、②、③では概ね、算出値とフィットしているが、④では予測値が算出値に比べ 200~300 万円も高い値となった。

建物部位別の費用上昇をみると、①→②の浸水深上昇に伴う費用増加が、他の上昇区分に比べ大きく、とくに衛生設備、床、内部建具・造作家具等の更新による影響が大きかった (図-3)。また、③→④の浸水深上昇では、窓・玄関ドア、階段の更新に伴う費用増加が大きかった。いずれも、ある浸水深を超えることで、まとめて発生する工事内容であり、費用の離散的な増加に寄与した。これとは対照的に、内壁の更新範囲は、浸水深の高さに応じて広がるため、その費用は連続的な増加がみられた。

前記の回帰モデル (model3) の予測値と算定値を比較したところ、床上 0.2m から 0.9m までの範囲では概ね適合するものの、床上 2.0m では予測値が著しく大きくなった。その要因としては、先述した費用の離散的な増加や、対象事例のサンプルデータに含まれた追加費用が影響したと考えられる。

[成果の活用]

本研究で提示した浸水深別の標準的な補修方法は、今後、居住者と建築工事業者が、浸水被害を受けた戸建住宅の補修方法を検討する上で、基本案として活用され得る。

既存住宅ストックの再利用可能性の定量的評価手法に関する研究

Study on Quantification Method for Possibility to Reuse Existing Housing Stock

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

主任研究官

内海 康也

Housing Department Housing Planning Division

Senior Researcher

UTSUMI Koya

In order to consider effectively to handle increasing vacant housing, this study shows a quantification method possibility to reuse existing housing stock. This method evaluate three aspect as follows: (1) material quality of housing (resistance against earthquake, situation of dilapidation), (2) location, (3) sustainability (term to use as housing with comfortable). The number of vacant housing stock has possibility of reuse, estimated by using the method, shows that house demolition can be an important option against increasing vacant housing.

[研究目的及び経緯]

わが国では、人口減少及び空き家数の増加が進んでおり、中でも、利用目的のない、いわゆる「その他空き家」の増加が問題視されており、「利用できるものは利用し、除却すべきものは除却する」との考え方のもと、適切な対応が必要となる。その他空き家の活用については、住宅局において、①住宅の質（耐震性、腐朽・破損の有無）、②立地（最寄りの交通機関までの距離）により、「活用可能なその他空き家」数を推計している。本研究ではこれらに加え、③継続性（住宅として利用可能な期間）を考慮する形で、「その他空き家」の再利用可能性を定量的に評価するための手法を開発することを目的とする。また、近い将来における再利用可能性についても検討する。

[研究内容]

1. 再利用可能性の考え方

再利用可能性を評価するための要素は、①住宅の質、②立地、③継続性の3要素とし、利用データの最新時点である2018年における再利用可能性を検討する。①については、耐震性を有すること、腐朽・破損がないことを条件とし、空き家の建築の時期及び腐朽・破損の有無に基づき評価する。②については、最寄りの交通機関までの距離を条件として評価する。③については、建築の時期別、構造別に住宅資源量^{注1)}を算出し、評価時点における資源量に基づき評価する。なお、住宅資源量とは、ある住宅が一定期間内に提供する居住サービスの総量であり、住宅が提供するサービス量を時間の関数（住宅サービス提供関数）とし、これをある期間について積分することで得られ

る。住宅サービス提供関数は建物の構造別の耐用年数により定まる。①～③について一定の水準を満たすものを「一定の再利用可能性を有するその他空き家」とし、これを建て方、延床面積別に算出する。この算出のために必要な項目をまとめると表1ようになる。

2. 一定の再利用可能性を有するその他空き家数

1) 項目別その他空き家数の推計

一定の再利用可能性を有するその他空き家数を算出するため、その他空き家数について、表1に示した項目を有する多次元表を作成する。具体的には、住宅・土地統計調査（総務省）及び空き家所有者実態調査（国土交通省）の表1に示す項目を有する多次元表を作成した上で、これらを制約条件とする収束計算（IPF法）により求める。

ここで、腐朽・破損、なし建築の時期が1981年以降（耐震性を有する）かつ、駅から1km以内のその他空き家数は約452千戸となり、住宅局の推計する結果と概ね整合する^{注2)}。

2) 再利用可能性のランク付け

たとえば、最寄りの鉄道駅までの距離が多少遠いとしても、一定程度の住宅資源量を有する場合、一定の再利用可能性を有すると考えられる。また、住宅資源量が大きいのでも、鉄道駅までの距離が遠ければ、再利用可能性は低いと判断される。よって、再利用可能性のランクを、②立地および③継続性とのマトリックスにより判定し、再利用可能性が「中」以上のものを一定の再利用可能性を有すると考えることとする。判定表の例を表2に示す。なお、①住宅の質については、再利用可能性があるかないかの2択となるため、ランク付けに際しては考慮しない。

判定表に基づき構造別に一定の再利用可能性を有するその他空き家数を試算したところ、約363千戸という結果となった。平成30年住宅・土地統計調査によると、腐朽・破損のないその他空き家は約2,481千戸で

表1 再利用可能性の定量化に用いる項目

(A)その他空き家数に関する多次元表	(B)住宅・土地統計調査の利用項目	(C)空き家所有者実態調査の利用項目
・最寄りの交通機関までの距離 ・建て方 ・建物の構造 ・腐朽・破損の有無 ・建築時期 ・延べ面積	・最寄りの交通機関までの距離 ・建て方 ・建物の構造 ・腐朽・破損の有無	・建て方 ・建物の構造 ・腐朽・破損の有無 ・建築時期 ・延べ面積

あり、再利用が見込める住宅は約15%となり、それほど高くはない事がわかる。図1に延床面積別、建て方別、一定の再利用可能性を有するその他空き家数を示す。これを見ると、多くが共同住宅となっている。駅に近いほど共同住宅が多いこと、また、共同住宅は耐用年数が比較的長く、住宅資源量が高いことの影響が表れている。一方、腐朽・破損のないその他空き家のうち、一戸建・長屋は約1,816千戸、共同住宅・その他は約666千戸となっており、特に一戸建・長屋における再利用可能性が低くなっていることがわかる。空き家の利活用は重要な対策ではあるものの、利活用を見込みにくいものも相当数存在することから、除却・解体等も有力な選択肢となりうると言える。

3) 一定の再利用可能性を有するその他空き家数の将来推計

はじめに、将来のその他空き家数を推計する。住宅ストックは「居住ありの住宅」、「空き家」の2種類に分けられるとする。ある2時点について、期首時点における「居住ありの住宅」は、期末時点において、「居住ありの住宅」、「空き家」、「滅失」のいずれかの状態となっている。同様に、期首時点における「空き家」は、期末時点において3つの状態のいずれかとなる。期首時点における状態が変化(居住あり→空き家、空→居)する割合を p 、継続する割合を q 、滅失する割合を r 、時点ごとの居住ありの住宅数を $N_{j,t}$ 、空き家数を $N_{v,t}$ 、期末時点までに新築された戸数を $N_{j,new}$ 、 $N_{v,new}$ とすると、以下のように表すことができる。また、居住ありの住宅、空き家の状態変化のイメージを図2に示す。

$$p_j + q_j + r_j = p_v + q_v + r_v = 1$$

$$N_{j,t2} = q_j N_{j,t1} + p_{vj} N_{v,t1} + N_{j,new}$$

$$N_{v,t2} = q_v N_{v,t1} + p_{jv} N_{j,t1} + N_{v,new}$$

ここで、 $N_{j,t1}$ 、 $N_{v,t1}$ 、 $N_{j,t2}$ 、 $N_{v,t2}$ 、 $N_{j,new}$ 、 $N_{v,new}$ および $p_{vj} N_{v,t1}$ 、 $p_{jv} N_{j,t1}$ について住宅・土地統計調査から把握することができ、 p_j 、 q_j 、 r_j 、 p_v 、 q_v 、 r_v が求まる。この p_j 、 q_j 、 r_j 、 p_v 、 q_v 、 r_v は近い将来では変化しないと仮定して、次時点の居住ありの住宅数および空き家数を推計したところ、空き家数は約8,763千戸、その他空き家数は約3,821千戸となった。

続いて、表1(A)に示す項目別に、2023年のその他空き家数を推計した上で、これを制約条件とし、2018年のその他空き家数に関する多次元表を初期値とする収束計算により、2023年について推計した。これを用いて2023年時点の一定の再利用可能性を有するその他空き家数を推計したところ、結果は約380千戸となり、2018年時点よりやや増加する結果となった。これは、空き家が継続して増加傾向にあること、その中での共同住宅の増加分が主要因となっていると考えられる。このことは、除却・解体が近い将来でも変わらず有力な選

表2 再利用可能性ランクの判定表

その他空き家の再利用可能性ランク		建築の時期			
最寄りの交通機関までの距離		2016~2018年	2001~2015年	1981~2000年	1980以前
最寄りの鉄道駅までの距離が	200m以内	高	中	中	-
	200~500m	高	中	中	-
	500~1000m	高	中	中	-
最寄りの鉄道駅までの距離が1~2kmかつ最寄りのバス停までの距離が	100m以内	高	中	低	-
	100~200m	高	中	低	-
	200~500m	高	中	低	-
	500~1000m	高	中	低	-
最寄りの鉄道駅までの距離が2km以上かつ最寄りのバス停までの距離が	100m以内	中	低	-	-
	100~200m	中	低	-	-
	200~500m	中	低	-	-
	500~1000m	中	低	-	-
	1000m以上	中	低	-	-

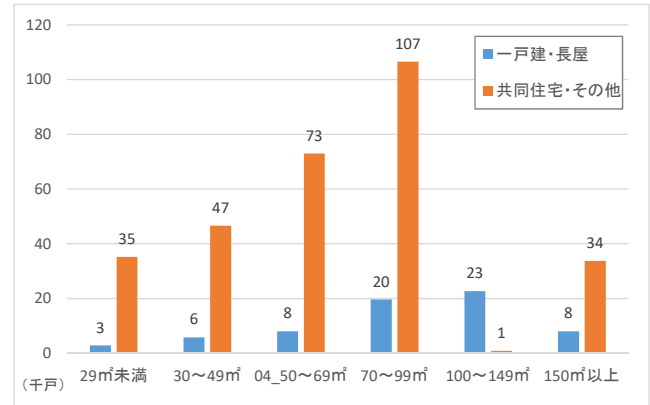


図1 延床面積別、建て方別、一定の再利用可能性を有するその他空き家数

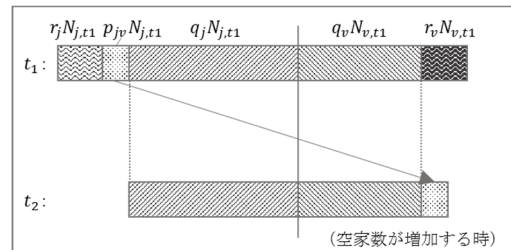


図2 住宅ストックの状態変化のイメージ

択肢であることを示しており、これらの対策の推進が今後より重要となってくると考えられる。

【成果の活用】

本研究の一部は、住生活基本計画（令和3年3月19日閣議決定）の検討に利用された。また、住宅の再利用可能性や空き家数の将来推計の精度向上等については今後の課題としたい。

【注釈】

- 1) 内海康也，石坂公一「住宅資源量の評価手法」日本建築学会計画系論文集 Vol. 79, No. 697, pp. 763-771, 2014. 3
- 2) 住宅局推計では、建築の時期が昭和55年以前のその他空き家についても、耐震性を有するものを計上しているが、研究では簡単のため考慮していない。

移住支援にみる戸建持家の自律的な賃貸流通の可能性に関する研究

Research on making rental circulation of detached houses autonomously working through immigration supports

(研究期間 平成 30 年度～令和 4 年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

主任研究官 渡邊 史郎

[研究目的及び経緯]

年々、我が国の空き家が増加する中、個人所有の戸建住宅を移住者向けの賃貸住宅に転用する試みが増えている。これらは、借主が改修費を負担し、所有者側のリスク低減が図られることで実現している。ところが、改修部位の付合の問題、長期間にわたる修繕費用の負担など、様々な事業リスクが顕在化している。本研究では、借主主体の改修を伴う戸建持家の賃貸利用化の実態を整理した上で、改修工事（モノ）・契約事項（権利）に基づく戸建持家の賃貸利用化モデルを示し、戸建空き家が当事者間の健全な関係をもって自律的に賃貸流通するための要件と限界を解明するものである。

令和 3 年度は、愛媛県松山市を中心として戸建賃貸事業を展開している T 社を対象として聞き取り調査を行い、事業の観点から賃貸物件化に望ましい立地・土地の条件を把握し、さらに住宅の図面調査より建物仕様の特徴を明らかにした。また、T 社が建設した戸建賃貸住宅の居住者に対して住まいの満足度に関するアンケート調査を実施した。居住世帯は夫婦＋子供の 30～50 代の家族世帯が多く、総合的な満足度は全体的に高かった。重回帰分析を通じて、建物単体の居住性能に満足する傾向にある一方、周辺環境に対する不満が指摘された。また、施設統計情報を用いて、居住物件からの各種施設（病院、学校、公園など）までの距離データと、満足度との相関を分析した。その結果、施設の種類によって満足度を高める適正な距離があることが示唆された。

マッチング理論を用いた既存住宅ストック活用可能性の定量化手法に関する研究

Study on Quantification Method by using Matching Theory for Possibility to Utilize Existing Housing Stock

(研究期間 令和 2 年度～令和 4 年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

主任研究官 内海 康也

[研究目的及び経緯]

本研究は、世帯と住宅を、それぞれ「入りたい住宅」、「入居してほしい世帯」といった「選好」を有する主体と捉え、中長期的な将来における地域ごとの既存住宅ストックの活用可能性を「世帯と住宅のマッチング」の結果として定量化する手法を開発することで、地域の実態に即した住宅ストックマネジメント方策を検討するものである。

令和 2 年度は、定量化手法の開発に向け、①世帯および住宅に関する基礎データの整理、②マッチングの検討に必要な世帯および住宅の選好リストの作成、③世帯と住宅のマッチングの具体的な手順・ルールの整理を行い、定量化手法の原案を構築した。

低層鉄骨造建築物の大判ガラスに見られる地震被害の被害低減のための研究

Research on Reduction of the Earthquake Damage to Glass Screen System in Low-Rise Steel-Framed Buildings

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

住宅研究部 住宅生産研究室

室 長 脇山 善夫

[研究目的及び経緯]

近年の地震の際に、震度5強程度の地震から大判ガラスを用いたガラススクリーンの開口部における被害が、構造体に被害の見られない低層鉄骨造建築物を中心に報告されている。ガラススクリーンは道路に面した開口部に設けられることが多く、地震被害によって破損した大判ガラスによる人身への危害という点からも、被害低減のための検討が求められる。本研究課題は、大判ガラスによるガラススクリーンを用いた低層鉄骨造建築物で実際に過去の地震で被害を受けたものを対象に、強震観測等による振動特性の把握、モデル解析等による構造安全性の検討、観測及び解析等を踏まえた総合的な検討を実施して、被害発生プロセスの解明および耐震安全性確保のための設計上の配慮事項について検討することを目的としている。

本年度は、昨年度に引き続いて、実際に大判ガラスの地震被害を生じた建築物を対象に、強震観測等及びモデル解析等を実施して対象建築物の振動特性の把握を継続するとともに、モデル解析等を踏まえて被害低減方法について検討した。

水害等被災住宅の復旧に併せた住宅性能向上促進方策に関する研究

Research of Improve housing performance in conjunction with the restoration of homes damaged by floods and other disasters.

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅生産研究室

主任研究官 小野 久美子

[研究目的及び経緯]

台風や水害等による災害の復旧時に、被災住宅の改修と併せて既存住宅の耐震性や断熱性の性能向上の改修を行うことは合理的かつ効果的であるが、現状では、制度的・施策的な取り組みはほとんど行われていない。本研究は、災害復旧をきっかけとした既存住宅の性能向上の促進を図るため、水害等被災住宅の復旧に併せた住宅性能向上促進方策を提案することを目的として、すでに実施された事例の調査を中心に、行政側・民間側（改修工事の施工者等）の対応のあり方を検討するものである。今年度は、令和元年秋に発生した台風による被災からの復旧対応状況について、神奈川県や千葉県の工務店等のヒアリングを行い、行政の対応状況（県内で約1,700件の申請があった被災住宅耐震性向上に係る補助金支給の枠組み等）及び具体的な復旧工事のプロセス等を把握した。

超高齢社会における AI・IoT 技術の住宅活用への ニーズと課題に関する研究

Study on needs and issues for the application of AI/IoT technology to house
in a super-ageing society

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 住宅生産研究室
Housing Department
Housing Production Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher

脇山 善夫
WAKIYAMA Yoshio
小野 久美子
ONO Kumiko

住宅研究部

住宅情報システム研究官

布田 健

Housing Department Research Coordinator for Housing Information System NUNOTA Ken

With the aim of developing a better living environment for an aging society, this study clarified and summarized the needs and issues in introducing AI/IoT technologies to housing. In addition, we conducted a basic study on the applicability of these products to home renovation in the elderly and the possibility of applying them as evaluation items for the Housing Performance Indication System, assuming that they will become standard equipment in the future.

〔研究目的及び経緯〕

超高齢社会におけるわが国の高齢者の暮らし方の1つに、“施設から在宅へ” (“Aging in Place”) という考え方があり、施策の1つとして整備が進められている。今後、住まいが居住者にとっての終生の生活の場となるだけでなく、医療・介護サービス等を受ける場ともなることから、住まい環境の整備はより重要な意味を持つことになる。一方、昨今のわが国における AI・IoT 技術の進歩は目覚ましく、住宅においてもこれらの技術を備えた AI・IoT 化が急速に進んでおり、快適な空間の提供をはじめ、日常生活行動の支援や見守り、一部の介護サービスの代替手段として、高齢世帯においてもこれらの技術の活用が期待できる。このような技術的進展を踏まえ、本研究は高齢社会におけるより良い住環境を整備することを目的として、住宅への AI・IoT 技術を導入する上でのニーズや課題等を明らかにし、それらを整理した。また高齢期における住宅改修への応用や、今後それらが標準的な装備となることを想定して、住宅性能表示制度等への評価項目への適用可能性についての基礎的な検討を行った。

〔研究内容〕

1. 関連技術の動向調査およびエンドユーザーに対する意識調査

AI・IoT 技術に関連した新しい技術の動向調査として、活用事例等の収集のほか、高齢者介護施設、在宅介護等に関連する有識者に対してヒアリング調査を行い、在宅高齢者の住環境における AI・IoT 技術活用について実態把握を行った。また、ユーザー側のニーズを把握するための調査として、エンドユーザー（一般市民）を対象としたアンケート調査を実施した。

2. 既存住宅の改修等における AI・IoT 技術の活用にもつれた検討

個人の住宅に取り入れる AI・IoT 技術の中でも特に、高齢世帯に対する「見守り支援技術」について重点的に検討することとして、見守り支援機器・サービスについての事例、これらの技術を取り入れた住宅事例等について事業者へのヒアリングや関連情報の収集等を行った。

3. 住宅における高齢者等配慮のための評価指標に関する検討

今後、AI・IoT 技術を導入した住宅・建築の普及が進むことを想定して、現行の評価基準（例えば、住宅性能表示制度等で定められている評価基準等）において、これらの新しい技術や住宅性能・機能を評価する枠組みについての検討を行った。

〔研究成果〕

1. 関連技術の動向調査およびエンドユーザーに対する意識調査の結果

1) ヒアリング調査

高齢者介護施設、在宅介護・看護の各分野の学識経験者、介護サービス事業を展開している住宅メーカーの担当者および高齢者向け見守りサービス機器メーカーの担当者にヒアリングを行った。得られた知見の概括を以下に記す。

① 高齢者の AI・IoT 技術活用の可能性

訪問看護・介護を行う主体は、高齢者の生活に関する情報はすべて重要であることから、情報の取得に AI・IoT が活用できることを望んでいる。また、被介護者は介護に対する遠慮の気持ちがあるため、機器であれば自分の意志で時間を気にせず使えることから、高齢者と AI・IoT 機器は親和性が高いとの見方もある。また、

「見守り」機能には見守られる側の安心感が得られると同時に、見守る側（子世帯等）がコミュニケーションをとるきっかけにもなる。

②高齢者のAI・IoT技術活用に関する課題

高齢者は非常に多様で、AI・IoT機器も多種多様かつ発展途上であるため、活用するか否か、活用すべきか否かは人それぞれで正解はない。そこで、福祉用具の中にAI・IoT機器も認められるようになれば、普及が進むと考えられる。

2) エンドユーザーを対象とした意識調査

①調査内容

本調査では、IoT機器のエンドユーザーを対象として（全国の40代以上の男女計1,000人）、現在のIT利用状況、高齢期の在宅生活の不安や住宅に関する困り事、IoTのイメージ、IoT機器の活用意向等を聞いた。

②調査結果

調査結果の一例として、回答者自身が高齢期に入った際のIoT機器・サービスに対する利用意向の集計結果を図-1に示す。この結果から、利用意向の高い機器・サービスに「自身の異常事態を第三者につたえるサービス」「機器による省エネ対策」「鍵の開閉状況の通知」等が挙げられた。また、年代に限らず介護実施者、被介護者の利用意向が高いものとなった。

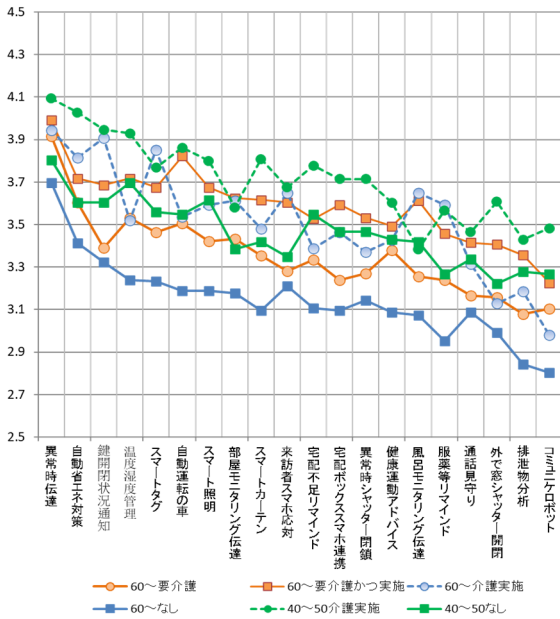


図-1 高齢になった際のIoT機器・サービス利用意向

2. 既存住宅の改修等におけるAI・IoT技術の活用に向けた検討

事業者（エネルギー供給事業、介護事業、警備事業）へのヒアリングにより得られた知見として、高齢者向けの見守り支援機器・サービスおよび見守り支援技術を取り入れた住宅は、一般的に表-1のような構成が多い。表に記したものの他、基本的な構成に含めている事業者は少ないが、介護施設同様にベッドセンサーも住宅用に提供されている。また、住宅の外の見守り支援機器として、位置情報を発する携帯デバイスも提供されている（図-2は通報システムの例）。

表-1 住宅における見守り支援機器・サービスの構成

- ・居間など、よく使う部屋に非接触デバイスを設置
 - 人感センサー（高齢者の運動量や動きを感知）
 - 温湿度センサー等（居住環境を感知）
 - プッシュボタン（何かあった時に通話ができる）
- ・玄関ドアやトイレにドア開閉センサーを設置
- ・各高齢者宅のデータをクラウド等に蓄積して解析
 - 医療・介護分野の専門的知見が用いて解析、各居住者の状態・リスク等を判断
- ・蓄積されたデータ、解析の結果を見守る側のスマートフォン等にわかりやすく表示
 - 情報は介護施設版よりも簡略化され、必要なものに絞られていることが多い
 - 事前に設定した条件になるとアラートが飛ぶ

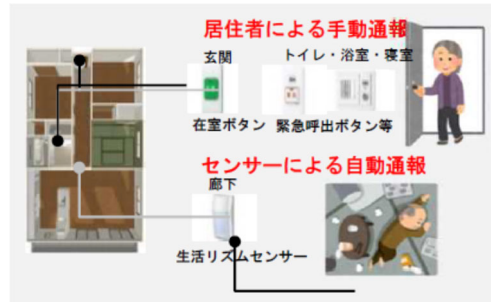


図-2 シニア向け通報システムの例

3. 住宅における高齢者等配慮のための評価指標に関する検討

これまでの検討をふまえ、AI・IoT機器に求められる性能（要求性能）とその水準を検討した。根幹をなす要求性能を「安全性（命を守ること）」とし、高齢者が住宅（自宅）内で倒れたり動けなくなった際の対応方法から要求性能を検討した。要求性能は、①異常検知の方法（プッシュ型/センサー型）②通知方法（住宅内/遠隔地へ通知/駆付け者へ通知）③見守り範囲（空間限定～住宅内すべて）を考え、これより検討した要求性能水準の一例を表-2に示す。

表-2 要求性能水準（例）

LV	要求性能	機器の機能
Ⅲ	住宅内での異常に対して、機器が周囲に知らせることができる。	・センサー型+住宅内全空間+駆付け通知
Ⅱ	限定された居室での異常に対して、機器が周囲に知らせることができる。	・センサー型+空間限定+プッシュ型+駆付け通知
Ⅰ	限定された居室での異常に対して、本人が周囲に知らせることができる。	・プッシュ型+遠隔地通知 ・プッシュ型+住宅内通知

※「プッシュ型」とは本人がボタンを押すなどして知らせるタイプで、「センサー型」とは人感センサー等で人の異常を機器が察するタイプを指す。

【成果の活用】

本研究は、住宅に取り入れられているAI・IoT技術について、現時点での市場動向およびそれらの技術・機器に対するニーズや課題を整理し、さらにAI・IoT技術を取り入れた住宅における高齢者等配慮のための評価指標を検討した。本研究の成果は、今後、住宅性能表示制度等の見直し時の基礎資料に資するものである。

木造住宅の水分の非破壊調査手法に関する研究

Study on non-detractive survey technique for moisture condition in of the wooden house.

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室
Housing Department
Housing Stock Management Division

室 長 大水 敏弘
Head OOMIZU Toshihiro
研 究 官 西田 和生
Researcher NISHIDA Kazuo

To reduce the deterioration risk of wooden house, it is indispensable to control the moisture change of of external envelope of buildings. This report considered non-detractive survey technique.

〔研究目的及び経緯〕

木造住宅の劣化リスクを低減するには、建物外皮内での水分の把握が必要である。本研究では、高周波容量式含水率計を用いて、外皮内の水分の状況を把握する方法について調査した。

〔研究内容〕

木造住宅では、雨水浸入、結露が発生し、構造躯体、下地材、接合金物などが劣化して住宅全体の耐久性が損なわれている。しかも、居住者が気づく時には劣化は進行しており損失が大きくなっている。従って、雨水浸入、結露の発生を早期に調査・検知する手法とその運用についての技術情報が必要である。

1. 室内から壁内部の下地材の含水率の測定方法

非破壊での調査が困難な外壁内部の水分の測定方法として高周波容量式含水率計を利用した壁内の木材の含水状況の観測方法について実験的な検討を行った。実験は、内装材を想定した石膏ボードや構造用合板、断熱材（ボード）と間柱などの内装下地となる木材（下地材）を用意し、高周波容量式含水率計を用いて、ボードのみ、ボードと下地材、下地材のみについて測定した。高周波容量式含水率計は、測定深さ20～40mm センサー寸法丸形 80×72mm である。測定の状況を写真-1 に示す。測定値は、含水率として表示されているが、本来の測定条件とは異なるので、ボードのみ、ボードと下地材の値は測定値とした。ボードと下地材の測定値とボードの測定値の差を求めた。



写真-1 試験体と測定方法の状況

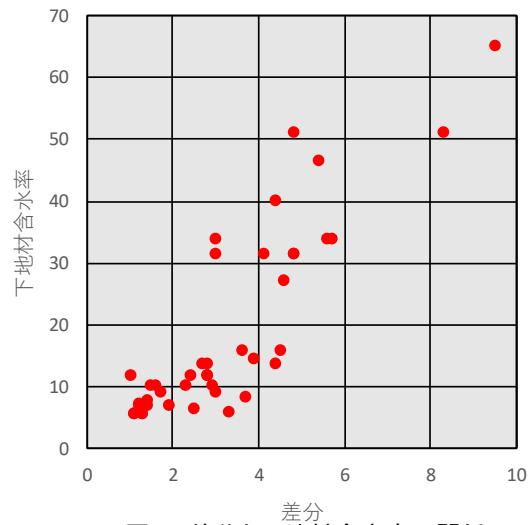


図-1 差分と下地材含水率の関係

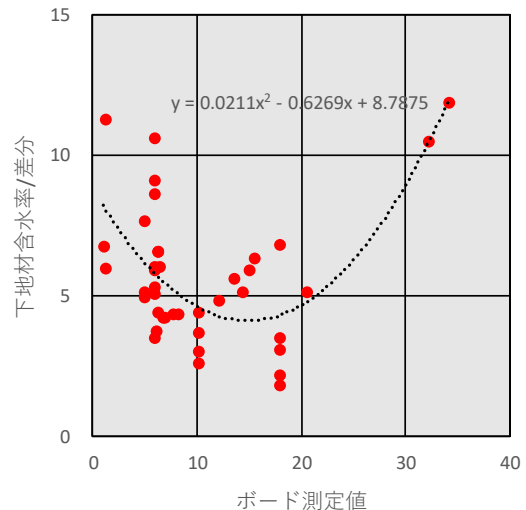


図-2 ボード測定値と下地材含水率/差分の関係

図-1 に差分と下地材含水率の関係を示す。差分の値だけで下地材含水率を判断するには不十分であった。図-2 にボード測定値と下地材含水率と差分の比

の関係を示す。ボードの測定値に伴って下地材含水率と差分の比が変化しているためその関係から2次の回帰を求めた。この回帰式をもとにボードの測定値から下地材含水率と差分の比を求め差分との積をボードのみの測定値とボードと下地材の測定値から下地材含水率の推定値として求めた。図-3に下地材含水率の推定値と下地材含水率の関係を示す。30%以下では、下地材の含水率とほぼ対応している結果であった。30%以上では精度が下がる傾向にあるが、使用した高周波容量式含水率計の仕様でも30%以上は目安値との表記があるのでこの部分に精度を求めるのは困難と思われる。

表-1 測定データ一覧

	ボード測定値	ボード越し測定値	差分	下地材含水率	比率	下地材含水率推計
断熱	0.9	2.4	1.5	10.2	6.8	12.4
断熱	1.1	2.3	1.2	7.2	6.0	9.7
断熱	1.1	4.1	3.0	33.9	11.3	24.4
石こう	4.8	7.2	2.4	11.9	5.0	15.0
石こう	4.9	6.0	1.1	5.7	5.2	6.8
石こう	4.9	9.0	4.1	31.6	7.7	25.5
石こう	5.8	7.0	1.2	7.3	6.1	7.0
石こう	5.8	7.5	1.7	9.1	5.4	10.0
石こう	5.8	8.5	2.7	13.8	5.1	15.8
石こう	5.8	8.7	2.9	10.2	3.5	17.0
石こう	5.8	10.4	4.6	27.3	5.9	27.0
石こう	5.8	10.2	4.4	40.3	9.2	25.8
石こう	5.8	11.2	5.4	46.6	8.6	31.7
石こう	5.8	10.6	4.8	51.1	10.6	28.1
石こう	6.0	7.9	1.9	7.2	3.8	11.0
石こう	6.1	8.4	2.3	10.2	4.4	13.2
石こう	6.1	10.9	4.8	31.6	6.6	27.6
石こう	6.2	11.0	4.8	31.6	6.6	27.4
石こう	6.3	11.9	5.6	33.9	6.1	31.8
石こう	6.6	9.4	2.8	11.9	4.3	15.6
石こう	6.8	9.6	2.8	11.9	4.3	15.4
石こう	7.7	9.0	1.3	5.7	4.4	6.8
石こう	8.1	9.4	1.3	5.7	4.4	6.6
石こう	10.0	12.5	2.5	6.6	2.6	11.6
石こう	10.0	13.0	3.0	9.2	3.1	13.9
石こう	10.0	13.9	3.9	14.5	3.7	18.1
石こう	10.0	13.6	3.6	15.9	4.4	16.7
石こう	12.1	14.9	2.8	13.7	4.9	12.0
石こう	13.5	14.9	1.4	7.9	5.6	5.8
合板	14.3	15.7	1.4	7.2	5.1	5.8
合板	15.0	20.7	5.7	33.9	5.9	23.5
合板	15.4	17.0	1.6	10.2	6.4	6.6
合板	17.9	21.2	3.3	6.1	1.8	14.3
合板	17.9	21.6	3.7	8.3	2.2	16.0
合板	17.9	22.3	4.4	13.8	3.1	19.0
合板	17.9	22.4	4.5	15.9	3.5	19.5
合板	17.9	27.4	9.5	65.2	6.9	41.1
合板	17.9	26.2	8.3	51.1	6.2	35.9
石こう	20.4	21.5	1.1	5.7	5.2	5.3
石こう	32.2	35.2	3.0	31.6	10.5	31.4
石こう	34.1	35.1	1.0	11.9	11.9	11.9

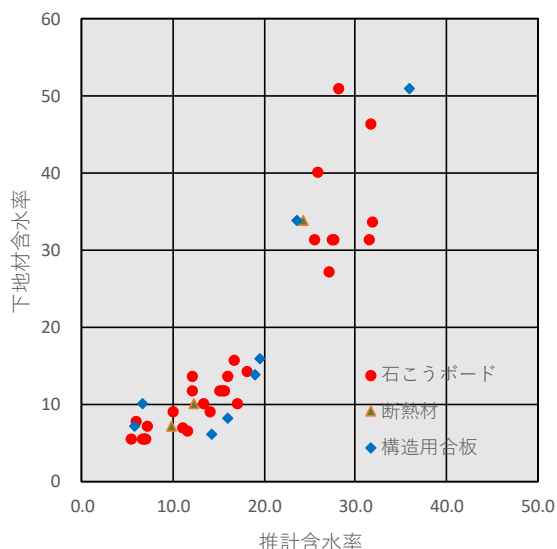


図-3 下地材含水率と推計含水率の関係

2. 下地材含水率測定手順 (案)

下地材の含水率を以下の手順で推定する。

用具は、高周波水分計、計算機と必要によって間柱センサーや磁石などを用意する。

使用する高周波水分計の特性を想定される仕上げ材の厚さについて求める。

- ① 図面や構造から間柱のある位置を推定し測定部位を決める
- ② 当該位置の間柱を確認するとともに釘の位置を把握する
- ③ 釘を避けた位置と横に100mmずれた位置の含水率を測定する
- ④ 事前に求めた関係式により含水率を推定する

[研究成果]

1. 調査結果

本研究では、木造住宅の劣化危険性判定のための水分測定手法について、軽微な非破壊の調査では観察が困難であった外壁内部について、高周波容量式含水率計を用いて、石こうボードや構造合板などの壁材越しに間柱の含水率変化に伴った値を得ることができた。

本調査方法を実際に活用するには、適応できる工法や壁材の含水率等の条件、測定手順や判定基準などの整備を進める必要がある。

[成果の活用]

本調査結果は、放流水の水質の技術上の基準や下水処理水の再利用水質基準等 マニュアル、設計指針等の改定に資する基礎資料として活用する予定である。

[参考文献]

「木造住宅の外壁の水分環境調査手法に関する研究」(その2)、2020年度日本建築学会大会梗概集(千葉)材料施工、1047-1048

室内環境の質と省エネ性の両立に資する

光・熱の空間分布性状の把握に関する研究

Study on visualization of spatial distribution of light and heat to understand relation between indoor environmental quality and energy saving performance

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 建築環境研究室
Housing Department
Building Environment Division

室 長
Head

三木 保弘
MIKI Yasuhiro

To improve environmental quality and energy efficiency of buildings, it is necessary to consider the spatial distribution of indoor environment. However, in most cases, relationships between indoor environment and energy saving have been grasped by two-dimensional distribution such as planar or cross-section contours. Therefore, in this study, the three-dimensional spatial distribution of light and heat are visualized locally and in the entire space by graphical representation with cube as a motif.

〔研究目的及び経緯〕

近年、建築物における室内環境の質と省エネ性の向上を両立させようとする試みが増えている。

特に注目されているのが、屋外からの熱や光の影響を考慮して、不足する部分に局部的に空調や照明設備を配置し、必要な時間・場所に温度や明るさを確保する手法である。人にとっての快適性を確保しつつ空間全体としてエネルギーを削減できる。

しかし、それらにより形成される3次元的な室内環境と省エネ性の関係の理解は、これまでは2次元的な分布（断面や平面のコンター図等）での把握となる場合がほとんどであり、不十分であった。

そこで本研究では、室内環境（光と熱の放射に関する要素）と省エネ性との関係把握を容易にするため、室内中空の3次元的な光・熱環境の空間分布を、立方体をモチーフとした図の表現により局所・空間全体で可視化する試みを行った。

〔研究内容〕

1. 光・熱環境の中空部分の方向別量を局所で可視化する図法の検討

従前の研究で試行的に示した局所における中空部分の光環境の3次元的な視覚的表示案（以下、既往表示）を基に、視覚認知的観点から見え方を根拠づけ、現時点での光・熱環境を可視化する図法として再現性があるようにした。さらに、図法の空間全体としての表示の可能性を検討するためのプログラム作成も行った。

2. 光・熱環境の中空部分のスカラー量を空間全体で可視化する図法の検討

局所における中空部分において、局所と異なる図法を用いて、空間全体にわたって光環境をスカラー量として表示する方法を検討し、光・熱環境の空間分布の表示の試行を行った。

〔研究成果〕

1. 光・熱環境の中空部分の方向別量を局所で可視化する図法の検討

局所における中空部分の方向別の光環境については、3次元的な既往表示を自身の主観に基づき示している。ここでは、この既往表示を基に、光・熱環境の3次元的な図として再現性を有する図法にするため、まず視覚認知的な見え方に立ち返って考察した。

放射による光や熱の表現は、空間のある点に異なる方向から異なる強さの光や熱が入射する状態で存在するため、周辺からの様々な方向からのベクトル表示が考えられるが、様々な方向を3次元的にわかりやすく表示することは困難である（図-1左）。本研究では、室内において基本的な方向である、上下、左右、奥手前の6方向に集約した。また、方向別の光や熱の強さが把握しやすいように、空間の座標位置が明確で全体を見やすいIsometric図（以下、アイソメ図）を採用した。ただし、6方向のベクトルの同時表示では、光や熱の様相が直感的にわかりづらい（図-1中）ことから、光・熱の明るさや色を表しやすい「面」を有する立法体の表示が適切と考えられた。しかし、通常の立方体は3面しか見ることができず、知覚される図としての凸凹が反転する（図-1右）。そこで、面を離散的に配置する方法を考えた。図-2は、離散的な配置の方法を、視覚認知の理論に紐づけて整理したものである。まず、立方体を構成する6面を、同じ間隔で小さく離散させ重ねると、エッジ（稜線）の重なりで、高次視覚認知として絵画的手がかりによる奥行き知覚が生じる（図-2左）。しかし、小さい離散では奥の面が見えにくく、奥の面は立方体を構成する面の形状として知覚できない。逆に6面を同じ間隔で大きな離散にした場合、奥の3面の奥行き知覚が少なく、立方体として認識されにくい（図-2中）。

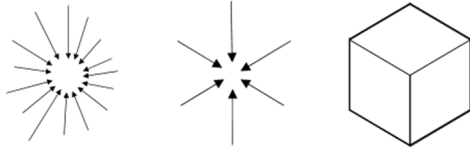


図-1 局所的な光・熱放射の3次元表示の限界

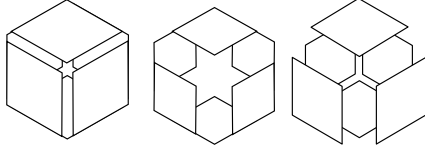
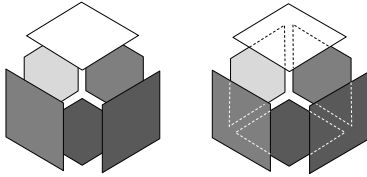


図-2 立方体面の離散的な配置による表示



非感性的補完 (amodal completion)

図-3 明暗面と非感性的補完による局所的奥行き知覚

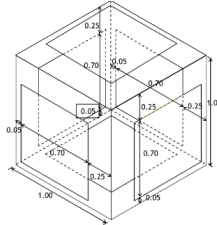


図-4 アイソメ図上への作図法

したがって、手前の3面を大きく離散させ、奥の3面は小さく離散させた表示が適していると考えられた(図-2右)。光の事例として、入射する光量に応じた面の濃淡で表したものが図-3左である。別の面で遮蔽されている面が、存在する面として知覚される非感性的補完(amodal completion)が生じ(図-3右)、奥の3面の面全体が見え、面によるエッジと濃淡の重なりで得られる絵画の手がかりとあわせ、反転しない奥行きで知覚される。空壁が大きい手前の3面は、奥の3面で埋められ、絵画の手がかりにより、同様に反転しない奥行き知覚が得られる。アイソメ図では、奥にある同じ大きさは相対的に大きく感じられるため、奥の面の3面のまともりは、手前の3面のまともりより少し小さいが違和感はない。これらより、局所的な6方向からの面全体が知覚され、直感的に局所的分布が把握できる。

以上を図法として再現性があるようにするため、図-4のような作図法を作成した。アイソメ図上の立方体に対し、図に示す比率で奥の3面、次いで手前の3面を描画すると作図が可能になる。6面に入射する光の量や熱の放射量に応じた面の明度や適した色を反映すると、局所的奥行きのある方向別の光環境や熱環境を表示することができる。この光環境の表示で複数の点による水平面の層に展開した例が図-5左、局所的な熱環境の表示の例が図-5右である。

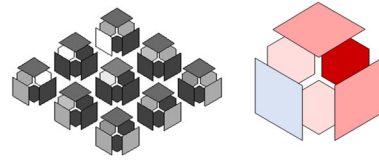


図-5 複数の局所的な光及び局所的な熱の表示

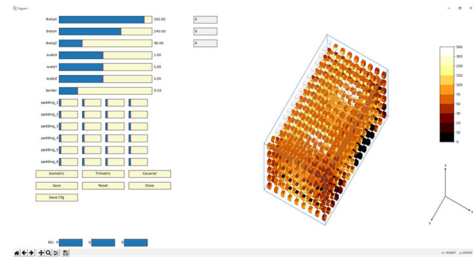


図-6 図法の可能性検討のためのプログラム

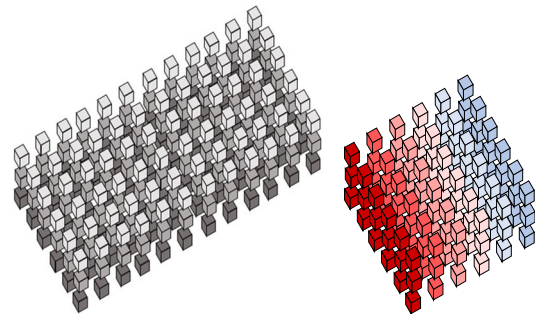


図-7 空間全体にわたる光・熱環境の試行的表示

さらに、方向別の表示で空間全体としての表示の可能性を検討するためのプログラム(図-6)を作成し、試行した。アイソメ図では複数の層を重ねると立方体自体に重複が生じるため全体が可視化されず、局所の表示自体も限界があるため、他の図法で、スカラー量としての可視化について検討することとした。

2. 光・熱環境の中空部分のスカラー量を空間全体で可視化する図法の検討

ここでは、スカラー量としての光・熱環境について、空間全体での立方体表示を考案し試行した。全体を俯瞰するAxonometric図(以下、アクソメ図)の特徴と表示される立方体の歪みにより、空間全体で各立方体が重なった場合でも部分的に面が見えて把握できる方法を考案した。光・熱環境のそれぞれの試行的な表示を図-7に示す。光環境は天井から床に近づくにつれ明るさが減衰、熱環境は壁面から室内へと温度が変化している状況を空間全体で把握できる。

[成果の活用]

本研究は、室内中空の3次元的な奥行きを、2次元の図的表現で可視化する試みである。今後は、様々な室内の形状や光・熱環境を有する事例に適用して図法を改良し、最終的に、室内環境の質と省エネ性の関係が把握しやすい図法として公開していく予定である。

建築設計プロセスに配慮した省エネファサードの 設計資料に関する研究

Research on design guideline of energy-saving facade in consideration of architectural design process

(研究期間 令和2年度)

住宅研究部 建築環境研究室
Housing Department
Building Environment Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher
主任研究官
Senior Researcher

三木 保弘
MIKI Yasuhiro
宮田 征門
MIYATA Masato
羽原 宏美
HABARA Hiromi

The purpose of this research is to make a design guideline of energy-saving façade to contribute to further energy saving of buildings. We examined the concept of air-conditioning system energy-saving design, and consideration to thermal environment and light environment for the design process, based on our previous research results on the façade. The results were summarized in the draft of design guideline that are useful for architectural designers.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、屋外からの熱や光を遮蔽・利用して空調設備等の負荷を減らすファサード（建物外皮）の技術により、建築物の更なる省エネ化を図るため、既往の研究成果に新たな知見を加え、設計実務者向けの省エネファサード設計資料を作成することを目的としている。

これまで、事項立て研究「建築物のエネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法に関する研究」（平成29年度～令和元年度）において、非住宅建築物の開口部廻りに着目したファサード設計の工夫によって、室内環境の質を損なわずに、従来よりも省エネ効果が得られることを系統的なシミュレーションを実施して定量的に示し、設計上の施工・運用等の留意点等も加え、技術資料として一通りまとめた。

この成果をもとに、技術的な点、資料の見せ方として足りない部分を加え、一般の建築設計者に参考になる実用的な設計資料（＝ガイドライン）の形にして社会実装につなげていきたい。また、ファサード設計は、建築設計プロセスの上流側であるため、設計者にとっては、より使いやすくわかりやすい設計資料とするためには、建築設計の早期計画内容との関係から必要な内容を追加検討する必要がある。

そこで本研究では、技術的な点で、ファサード設計と建物規模、設備容量・効率等に着目したよりシミュレーション、建築設計プロセスにおけるファサード設計技術の調査、室内環境の状況の検討など、足りない部分の検討を実施し、設計者目線での計画に配慮した、省エネファサード設計資料を作成した。

〔研究内容〕

1. 建物規模と空調負荷の関係に基づく空調設備設計による省エネ効果

既往の事項立て研究成果を参考に、建物規模（大規模、中規模）の場合の庇など外部遮蔽物・内ブラインドの使い方の組合せによるファサード設計における、照明の消費を反映した空調負荷の関係に基づき、現状で効率が向上した空調設備の性能を考慮した設備設計による一次エネルギー消費量の検討を行う。

2. 建築設計プロセスを考慮した設計資料の作成

既往の事項立て研究の技術資料及び1. で得られた空調負荷、照明と空調の一次エネルギー消費量、設計者にとって省エネ性とあわせて必要な温熱環境、光環境などの室内環境のデータ、さらに、設計の上流側であるファサードを中心とした建築設計プロセスの観点から、ファサード設計を踏まえた設備設計の考え方を集約し、全体を整理して設計資料の体裁で作成する。

〔研究成果〕

1. 建物規模と空調負荷の関係に基づく空調設備設計による省エネ効果

既往の事項立て研究では、代表的な外部遮蔽物として（庇、横・縦ルーバー、ライトシェルフ、格子ルーバー）及び窓ガラス、屋内ブラインド設定（固定・自動制御に加え手動制御）の組み合わせで熱と光を連動して制御するファサードを対象とし、H29年度は室内環境を損なわない評価の前提条件を設定、H30年度は大規模建物のファサード（一品受注：仕様をパラメトリックに検討）、R1年度は、中規模建物のファサード（既製品：ケーススタディーとして絞り検討）の空

調・照明設備への複合的影響を詳細シミュレーションで定量的に示した。これらの結果でファサードによる空調負荷及び空調一次エネルギー消費量の変化は、中規模の影響が大きかったため、中規模建物について空調設備設計（設備容量と効率）が、より現実的になるよう、負荷計算の方法も含めて検討することとした。

空調負荷の計算は、昼光・照明計算で得られた照明発熱量を与条件の一つとして、昼光計算と同様の外部遮蔽部材を設定し、その他の空調・発熱条件は原則として省エネ基準における事務所等-事務室の条件に従い計算を実施した。EnergyPlus を用いて空調負荷を計算し、空調一次エネルギー消費量計算は建築研究所ウェブサイトで公開されている Excel ファイルを使用した。なお、後述する熱源容量等の算定を現実的なものとするため、EnergyPlus の負荷計算段階で外気導入を行った（顕熱・潜熱交換効率 60%を考慮）。また暖房期は設定湿度に至るまでの加湿のみを行い、中間期・冷房期は除湿のみを行う設定とした。

空調設備の一次エネルギー消費量計算における設定は、既往の事項立て研究と同様に「飲食店等」の「事務室」の基準仕様である EHP+室内機という構成を採用、また、熱源の定格冷却暖房能力および COP は表-1 のように設定した。容量高、容量低、効率高、効率中という 4 パターンを想定し、熱源容量と COP の違いによる空調一次エネルギー消費量に対する影響の比較検討を行った。なお、実際の計算対象については、容量低・効率高の組み合わせを除く①容量高・効率高、②容量高・効率中、③容量低・効率低の 3 つの組み合わせについて、空調一次エネルギー消費量を計算した。

表-1 熱源容量と効率の設定

		熱源容量設定			
		高		低	
効率設定	高	冷房能力 暖房能力	冷房能力 暖房能力	冷房能力 暖房能力	冷房能力 暖房能力
	高	冷房COP 3.50 暖房COP 3.82	名ケースの時刻別冷房空調負荷の最大値 [kW]×1.11	11189 × 冷房能力 [kW]×0.0828	基準ケースの時刻別冷房空調負荷の最大値 [kW]×1.11
中	冷房COP 3.24 暖房COP 3.24	〇(計算実施) 「外皮+空調設備」の省エネ効果のポテンシャル		〇(計算実施) 外皮の工夫を活かしていない省エネ効果	

2. 建築設計プロセスを考慮した設計資料の作成

ファサード設計は、建築設計プロセスの中で上流に位置づけられるため、早期計画段階に想定される建物規模や方位などの関係で、どのようなファサードを選択し、どのような設備を設置すると、どのような省エネ効果と室内環境が得られるかのイメージがつかみやすい資料とする必要がある。また、一般の建築設計者にとって、シミュレーション等を行わなくても、その検討した信頼性の高い年間での室内環境を確保した場合の省エネ効果を設計の目安として参考にできる必要がある。以上を考慮して、まず、既往の事項立て研究

の技術資料及び 1. で得られた空調負荷、照明と空調の一次エネルギー消費量のデータから、各ファサードの省エネ設計のポイントの配慮事項や空調負荷、一次エネルギー消費量の計算結果を見やすく整理した(図-1)。計算の条件についても詳細に示し、さらに、資料として設計者が理解しやすいよう、省エネ性とあわせて必要な温熱環境、光環境などの室内環境のデータを追加した(図-2)。次いで、設計の上流側であるファサードを中心とした建築設計プロセスの観点から、建物の配置や方位等と年間空調負荷の関係や、ファサードにおける環境のトレードオフ、ファサード設計が行われる時期などのファサード設計の前提を整理した。最後に、これら全体について、資料の前半でファサード設計の前提、後半で上述のファサードごとの技術と省エネ効果、室内環境への影響を具体的に解説していく構成として、設計資料の体裁でとりまとめた。

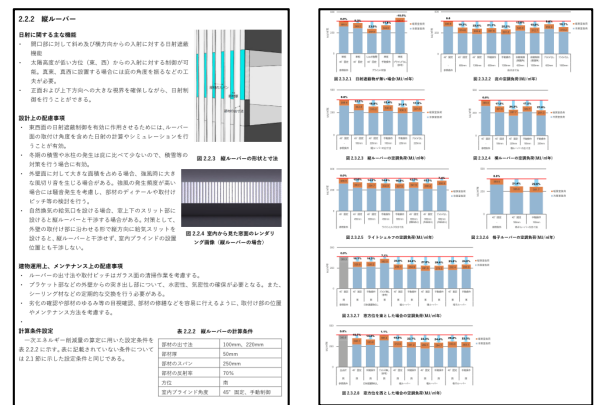


図-1 ファサード設計のポイントの例（左：縦ルーバーの場合）及びファサード種類による空調負荷削減の比較例（右）

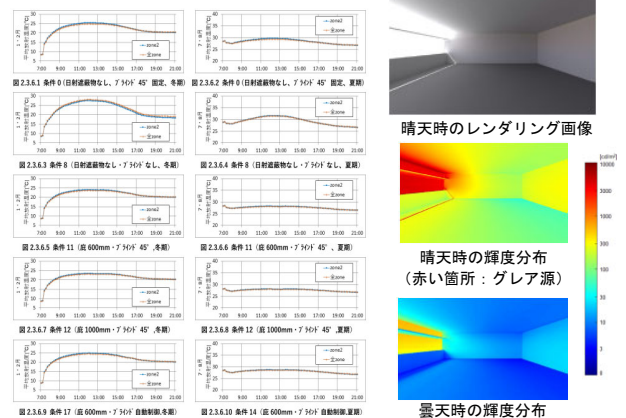


図-2 ファサードによる室内表面温度の比較例（左）とライツェルフの春分 12 時の室内光環境・輝度分布の例（右）

【成果の活用】

本研究の成果は、脱炭素との関係や、働き方改革といった社会的な動静への配慮を加え、建築物の省エネファサード設計ガイドラインとしてとりまとめ、公開して普及を図る予定である。

複雑な光環境の質を評価する新たな空間分布指標の開発： 光のむらと方向性に着眼して

Development of new spatial distribution index to evaluate quality of complex lighted environment:
Focusing on non-uniformity and directionality of light

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

住宅研究部 建築環境研究室
Housing Department
Building Environment Division
建築研究部 設備基準研究室
Building Department
Equipment Standards Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher

三木 保弘
MIKI Yasuhiro
山口 秀樹
YAMAGUCHI Hideki

The purpose of this study is to develop a spatial distribution index that enables impression evaluation of complex light environments based on non-uniformity and directionality of light in indoor spaces. Subject evaluation experiments focusing on the perception of the spatial distribution of light were conducted in the living rooms and offices. Then quantitative impression evaluation structures were derived. From the relationship between these evaluation results and luminous quantity, some proposed indices using spatial illuminances were examined.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、空間全体の局所的な光の密度変化を「むら」、空間全体の方位に応じた光の偏りを「方向性」とする着眼で、複雑な光環境の質（印象評価等）を評価する空間分布指標の開発を目的とした研究である。指標に必要なのは、多様な空間分布の印象評価結果である。生活行為や雰囲気に応じ多様な照明環境を形成する住宅の居間と用途が限定される執務空間を対象に、光の空間分布知覚に着目した被験者評価実験を行い、好ましさや快適性等の総合評価に至る定量的な印象評価構造を導いた。次いで、実験を行った空間の光の空間的位置を考慮した物理量を把握し、空間分布特性と知覚評価との関係を指標として導くための検討を行った。

〔研究内容〕

1. 住宅居間の多様な照明環境の評価構造の導出

住宅居間の夜間の照明環境において、多様な光の分布となる照明環境の全天球画像を用いた調査を行い、好ましさを軸とした定性的な評価構造を導出した。その結果を基に、実空間での印象評価実験で、光環境の空間分布知覚から印象や行為を通じて最終的に総合評価の好ましさに至る定量的な評価構造を導出した。

2. 執務空間の多様な照明環境評価構造の導出

用途が限定される執務空間の照明環境の定量的な評価構造について、既往研究の定性的評価構造を基に、住宅と同様に実空間での実験を行い、快適性を軸とした定量的評価構造を導出した。

3. 光環境の質を評価する空間分布指標の検討

住宅居間・執務空間の定量的評価構造のうち光の空間分布特性に関する評価を含む知覚評価と、それら空間の物理的な光環境に基づく指標の関係性を検討した。

〔研究成果〕

1. 住宅居間の多様な照明環境の評価構造の導出

住宅居間で多様な照明環境の分布となる 23 条件を作成した。光の立体的な分布を把握し易い全天球画像（図-1）を使用し、評価グリッド法という面接調査で画像を 20 名の被験者に比較させ、「照明環境の好ましさ」の観点で定性的評価構造として体系化した（図-2）。上位の「好ましさ」は「落ち着き」評価が関係、中位は「生活しやすい」「くつろげる」等の印象に繋がる行為に関する項目があげられた。その他「広さ感」「明るさが均一」「明るさ分布の滑らかな変化」「光の方向性」等、空間分布関連の項目が挙げられた。次に定性的評価構造を基に、7つの住宅で 32 条件の実際の照明環境を、定性的な『光の偏在、局所・全体の方向性』、物理的な『机上面平均照度と変動係数、壁面輝度』等を考慮し設定した。評価項目は定性的評価構造を参考に作成、行為に関する項目も付け加え 46 項目で 20 名に評価実験を行った。結果を数値化して観測変数とし、構成概念の潜在変数を用いて整理、因果関係をパス図で表す構造方程式モデリングを行った（図-3）。評価項目を「行為」「印象」「知覚」に分け因子分析し、知覚は「暗さ」「明るさ」「眩しさ」「明暗の空間分布」、印象は「広がり」「心地よさ」「面白さ」、行為は「家庭的」「嗜好的」という潜在変数とした。モデルの適合度は GFI=0.813, RMSEA=0.085 となり、変数が 30 以上としては有意性のあるモデルとなった。「好ましい」に直接繋がる潜在変数は「心地良さ」のみで、定性的評価構造の「落ち着く」が最も関係があるという結果と類似、また「明るさ」「暗さ」の関係は「明暗の空間分布」と「眩しさ」への因果関係に差があることが示された。

2. 執務空間の多様な照明環境評価構造の導出

執務空間として、建築研究所の模擬オフィスを使用し、定量的評価構造導出のための実験を行った。各照明条件は作業空間として指定位置での机上面照度を500lxに統一、照明器具及び配置の違いで局所や空間全体で方向性がある、均一等の光環境を10条件設定し、評価項目は、既往研究の評価構造から抽出した項目に加え、面白さなど雰囲気に関する項目、光の空間分布を表す項目を追加した。被験者19名に実空間を歩きながら印象を評価させ、得たデータで構造方程式モデリングを実施した。「印象」「知覚」に分類して因子分析を行い、知覚は「明るさ」「均一さ」「眩しさ」「暗さ」、印象は「広々さ」「心地よさ」「面白さ」「疲れやすさ」という潜在変数となった(図-4)。最上位の「快適さ」は「心地よさ」「広々さ」からなり、知覚評価では「均一さ」が無い、つまり空間的な明暗の分布があるほど「疲れやすさ」の潜在変数と関係し、一方で「均一さ」は「面白さ」とも関係する。すなわち光の分布が総合評価に対し正負にしている。モデルの適合度はGFI=0.771, RMSEA=0.089で高くなく、参考としての結果である。

3. 光環境の質を評価する空間分布指標の検討

上述の住宅居室及び執務室に関する実験結果に基づく定量的評価構造のうち、光の空間分布特性に関する評価を含む知覚評価と、それら空間の物理的な光環境に基づく指標の関係性を検討した。2つの住宅と模擬オフィス空間について、照明条件は実験時に使用した居室18条件、執務空間10条件を対象とした。中空部分の測定及び算出が可能である物理的な測光量として、6方向からの照度値(6面照度)については計測した反射率や光源の特性等を確定しシミュレーションで補うことで、グリッドで区切り取得するとともに、輝度分布画像も取得した。仮説として考案した指標の案は、空間全体の明るさに影響する光の量をベースとして、光の方向性、光のむらを、6方位面の照度に基づき光の偏在、局所的な方向性と細かな不均一性、それらの数量・位置で構成したものであった。光の「方向性」については、6面照度を各点で集約したベクトルや、ベクトル・スカラー比を応用した指標案では関係が読み取れなかったため、6面照度を空間全体や部分として直接的に評価する指標の可能性としての検討が必要と考えられた。一方、光の「むら」については、各点のスカラー照度(Esr)とその変動係数を検討したところ、空間全体で平均的に暗い場合や変動係数が高い場合に「むら」が大きくなるという関係性が見られた。

[成果の活用]

本研究の成果は、実測や予測の方法確立とあわせ適用例を重ね、輝度分布等と合わせた総合的に光環境の質を評価する実用的な手法として改善・公開していく。



図-1 住宅居室の全地球画像例

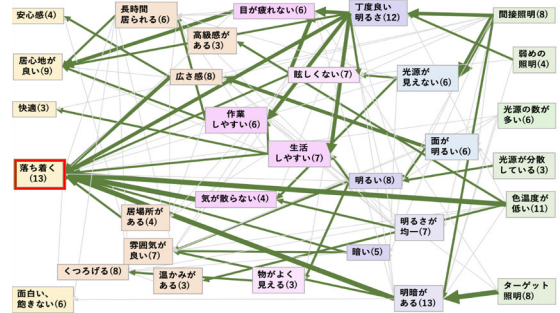


図-2 住宅居室における定性的評価構造図

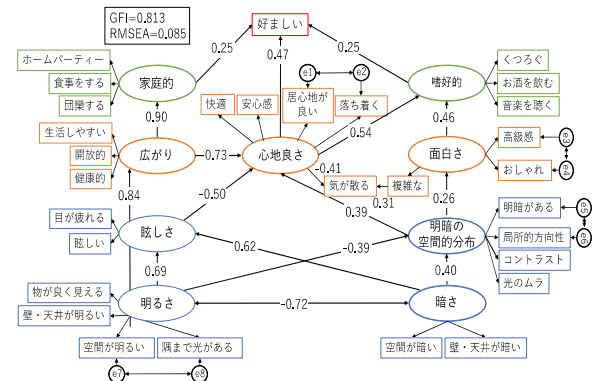


図-3 住宅居室における定量的評価構造図

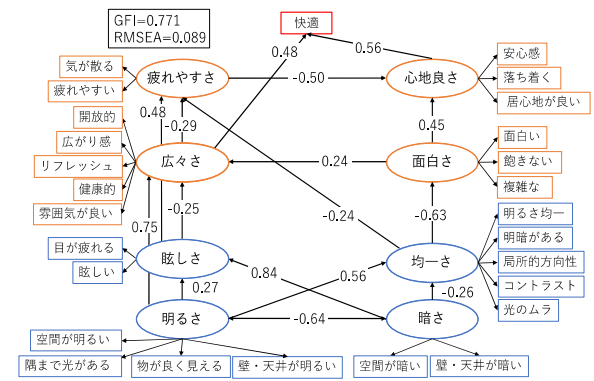


図-4 執務空間における定量的評価構造図

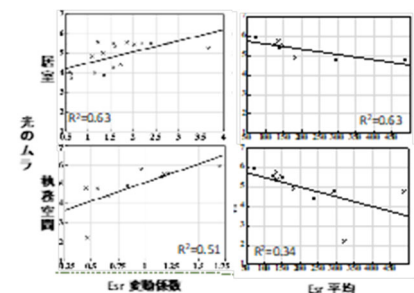


図-5 光のむらの検討物理量と評価の関係

住宅におけるライフライン途絶への対応技術・手段に関する研究

Survey on alternative apparatus and means in case of lifeline service disruptions.

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官 羽原 宏美

[研究目的及び経緯]

大規模災害への対策から、ライフライン途絶に対しては新たな対応技術・手段の開発・整備が進められており、選択肢が増えつつある。本課題では、住宅におけるライフライン途絶への対応技術・手段について、最新の情報を収集・整理し、現状を把握して課題を明らかにする。

令和2年度においては、ライフライン途絶への対応技術・手段に関する民間事業者による取り組みについて資料調査を行い、現状と課題を把握した。

省エネ基準申請データを活用した建築設計仕様の現状分析と省エネ化に向けた施策に関する研究

Analysis of the building design specifications using building energy code application data and research on measures for energy conservation

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官 宮田 征門

[研究目的及び経緯]

建築物の更なる省エネルギー化を達成するためには、エネルギー消費性能に影響を与える外皮や設備の設計仕様の実態を的確に把握し、有効な施策を講じることが重要である。この施策検討に必要な実態データを収集することを目的として、国総研では国土交通省住宅局と連携し、省エネルギー基準への適合性判定プログラム（Webプログラム）の入出力データの収集及び分析を2018年度より実施している。

本研究では、2019年度に申請のあった計14,490件の非住宅建築物を対象として、Webプログラムの入出力データを入手して地域毎、建物用途毎、規模毎等に集計し、外皮の断熱性能や設備機器の効率、エネルギー消費性能評価結果等の平均値や分布などを分析した。また、分析結果を国総研資料第1143号として取りまとめ公表した。

浄化槽の性能評価における試験用汚水調整方法の拡充に関する基礎的検討

Basic Study on Concentration Ajustment for Wastewater of Performance Evaluation Method of JOKASO

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室

研究官 山海 敏弘

[研究目的及び経緯]

浄化槽に関する技術的基準は建築基準法令に基づき規定されており、その処理性能の評価は、旧建築研究所が開発した「浄化槽の性能評価方法」に基づき実施されている。

「浄化槽の性能評価方法」では、実施設から排出される実汚水（一定の水質範囲のものに限る）をベースとして、調整用の薬剤の投入等により、汚濁成分ごとに規定の濃度に調整した試験用汚水を作成し、温度、流量パターンを制御して評価対象の浄化槽（実装置又はモデル）に流入させている。

「浄化槽の性能評価方法」では、人間のし尿が含まれた実汚水を要求しており、かつ、要求される汚水の水質範囲が厳しいが、そもそもオンサイトに設置される浄化槽に流入する汚水の濃度は通常の下処理場に流入する汚水の濃度と比較して高いため、評価を実施できる施設の確保自体が非常に難しい、という問題がある。

これは、濃度が高い実汚水については、希釈して試験用汚水を調整することが容易に可能であるが、濃度が低い実汚水を調整剤によって濃度上昇させた場合、調整剤の比率が高くなると汚水の生分解性が変化してしまうという問題があるためである。

このため本研究においては、最終的には実汚水を使用しない浄化槽の性能評価も視野に入れ、実汚水に対して要求する水質要件の緩和、汚水濃度の調整可能範囲の拡大を実現できるよう、試験用汚水調整方法の拡充について基礎的検討を進めている。

令和2年度の研究においては、国土技術政策総合研究所（立原）の研究本館から排出された実汚水を用いて、精密膜を用いた濃縮によって濃度の高い試験用汚水を作成し、この試験用汚水に含まれる有機物の生分解性について、定量的知見を得ることができた。

災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究

Required specifications of off-grid power system for staying at home during a blackout.

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官 羽原 宏美

[研究目的及び経緯]

災害後における居住継続に必要な電力用途の把握および自立型エネルギーシステムに対する住宅設計上の要求事項の定量化を行い、災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標として整理することに取り組む。

令和2年度においては、過去に発生した災害において停電を経験した世帯を対象としたアンケート調査を実施し、居住継続に必要な電力用途について経過時間による変化や優先度を整理した。また、停電復旧までの行政・事業者による対応について資料調査を実施し、本研究が対象とする停電状況を設定するための情報を整理した。