

首都圏大震災後の住宅喪失世帯の応急住宅選択モデルの構築

○佐藤 慶一¹⁾, 中林 一樹²⁾, 翠川 三郎³⁾

- 1) 東京工業大学 都市地震工学センター ksato@enveng.titech.ac.jp
 2) 首都大学東京 大学院都市環境科学研究科 nakabasi@comp.metro-u.ac.jp
 3) 東京工業大学 都市地震工学センター smidorik@enveng.titech.ac.jp

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、49,681 戸の応急仮設住宅が供給されたが、居住環境の劣悪さや従前の地域コミュニティの分断など多くの問題が指摘されることとなった¹⁾。その後、国土庁に設置された「被災者の住宅再建支援の在り方に関する検討委員会」では、震災後の仮住まいにおいて既存住宅ストックをもっと活用すべき、という提言が出された²⁾。国外へ目を向けると、例えば、台湾 921 地震では被災者の約 9 割が家賃補助を利用しているなど³⁾、仮設住宅供給は必ずしも普遍的ではない。そのような中、我が国でも、2004 年に被災者生活再建支援法が改正され、賃貸住宅仮住まいのための家賃補助が認められることとなった。

現在、首都直下地震をはじめ東南海・南海地震、東海地震など巨大地震の発生が危惧されている。現行の我が国の応急居住支援体制は、そのような巨大地震においていかに機能するのか定かではない。想定被害に対して、どのような応急居住推移が発生す

るのかを事前にシミュレーションし、様々な政策実験を行ないながら、事後対策の検討や体制整備をしておくことが望ましい。平成 18 年度は、①はじめに、我が国の応急居住支援制度について整理し、②次に、想定される首都圏直下地震における応急居住推移のマイクロシミュレーションモデルの構築を狙いとして、首都圏広域での住民の応急住宅選択行動モデルの構築を図った。

2. 応急居住支援の制度と実態

2.1. 応急居住支援の制度

我が国の応急居住支援の制度は、図 1 に示すとおり 2 つに分かれる。災害救助法では、都道府県自治体が対策主体として位置づけられるが、必要戸数の要望や入居者選定などの実務は市町村自治体が行うこととなる。応急住宅対策としては、仮設住宅の供給、公営住宅の空家の一時的提供、借り上げによる民間賃貸住宅の提供があり、地方自治体の地域防災計画に定められる。仮設住宅については、関連団

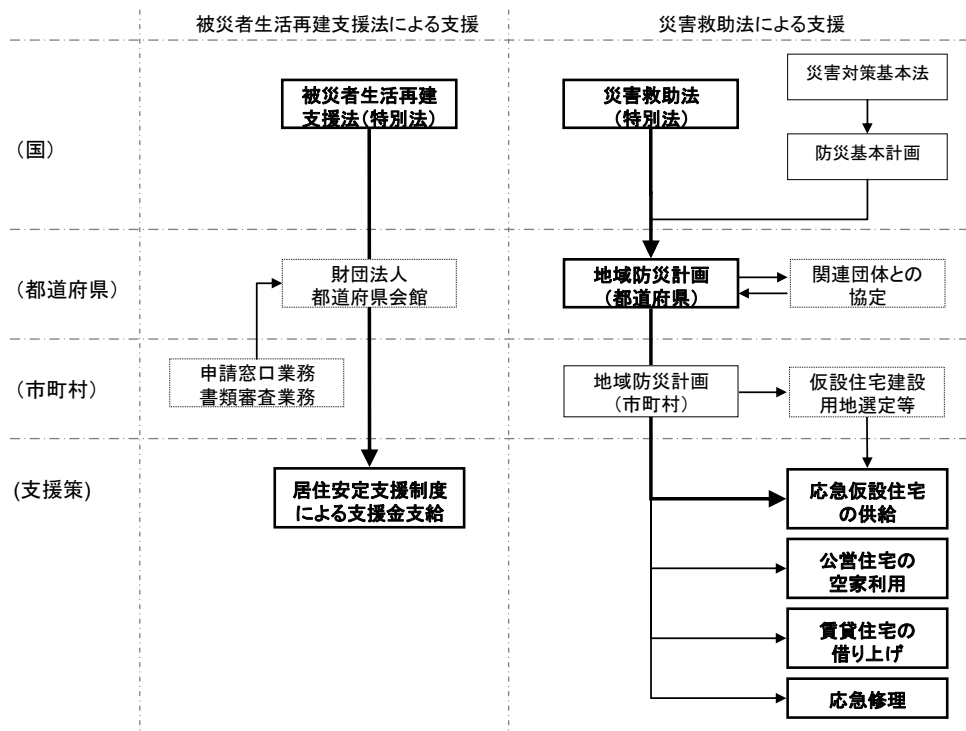


図 1 我が国の応急居住支援の制度⁴⁾

体との協定が締結されており、また、市町村自治体により建設予定地の選定作業も進められている。賃貸住宅借上げは、宅地建物取引業協会と事前協定を締結している自治体も多い。

2004年より被災者生活再建支援法が改正され、居住安定支援制度が導入された。これにより、全壊世帯には最大300万円の支援金が支給されることとなり、その中で賃貸住宅入居の家賃として最大50万円の支援が認められることとなった。表1に示すように、被害程度、世帯年収、世帯構成により支給額は異なる。生活関係経費は、冷蔵庫や冷暖房器具など生活に必要な物品や、引越し費用などに当てられる。居住関係経費は、被災住宅の解体費や整地費、借入金の利息、仮住まいの家賃などに利用される。家賃については、支払った家賃から2万円を差し引いた額に利用月数を乗じた額が支給されるが、表1に示すような限度額が設定されている。

表1 被災者生活再建支援制度の支援金額

世帯年収等	世帯人数	住宅被害	生活関係経費	居住関係経費	
				総額	家賃
年収500万円未満	单身以外	全壊	100	200	50
		大規模半壊	0	100	50
	单身	全壊	75	150	37.5
		大規模半壊	0	75	37.5
年収500万～700万で世帯主が45歳以上、又は要援護世帯。もしくは、年収700万～800万で、世帯主が60歳以上、又は要援護世帯	单身以外	全壊	50	100	25
		大規模半壊	0	50	25
	单身	全壊	37.5	75	18.75
		大規模半壊	0	37.5	18.75

2.2. 新潟県中越地震後の長岡市における応急居住支援の実態

2004年の新潟県中越地震により、長岡市では、96,048世帯のうち、9,627世帯の住宅が半壊以上となった。全壊世帯数1,537、大規模半壊世帯数1,290、より概ね2,000から3,000世帯が住宅喪失世帯（自宅に戻れず仮住まいが必要な世帯）と推定される。その住宅喪失世帯に対して、災害救助法を根拠とした従来型の応急居住支援が大きな力を果たし、仮設住宅は1,809戸も建設された。賃貸住宅借上げは、新潟県住宅地取引業協会に依頼してリストアップされた280件について募集を出し、145世帯が利用したに留まった。

被災者生活再建支援制度は、長岡市では、2020世帯が申請しており、計25億4千万円が支給された（平成18年3月時点）。内訳は、生活関係経費が55%、居住関係経費が45%であった。制度上では、

居住関係経費の支出は、生活関係経費より多く認められているが、実際には十分に利用されていないことが伺える。平成17年中は、申請から支給まで4ヶ月程度かかった（直後はそれ以上）。被災者の申請書提出後、長岡市、新潟県、財団法人道県会館の3機関に審査され、その後財団から被災者へ直接給付される、という手続きに多くの時間を要する点が課題となった。

家賃としての利用については、旧長岡市分について、平成18年8月時点での支給額内訳についての集計がある。総支給総額16億9900万円で、そのうち生活関係経費に9億5800万円、居住関係経費に7億4100万円が支給されている。居住関係経費のうち、家賃として利用されたのは6170万円で、266世帯が利用した。家賃補助額の詳細な傾向は不明だが、概ね1世帯あたり23万円を家賃補助として利用したこととなる。家賃補助額としては、3～4ヵ月分に満たず、2年間という期限の仮設住宅とは位置づけが異なるものと言える。旧長岡市と合併後の長岡市の住宅被害世帯数と家賃補助利用世帯数の比率が同程度と仮定すると、長岡市で被災者生活再建支援法の家賃補助を利用した世帯は約400世帯程度ということになる。

被災者生活再建支援法改正後、初めての応急住宅支援を講じることとなった新潟県中越地震の事例を見ると、仮設住宅が応急居住支援策の中心であるが分かる。想定される首都圏大震災では、建設能力・用地などから見て、仮設住宅中心の体制では対応しきれない可能性が高く、既存ストックの活用方を事前検討する必要性が指摘できる。

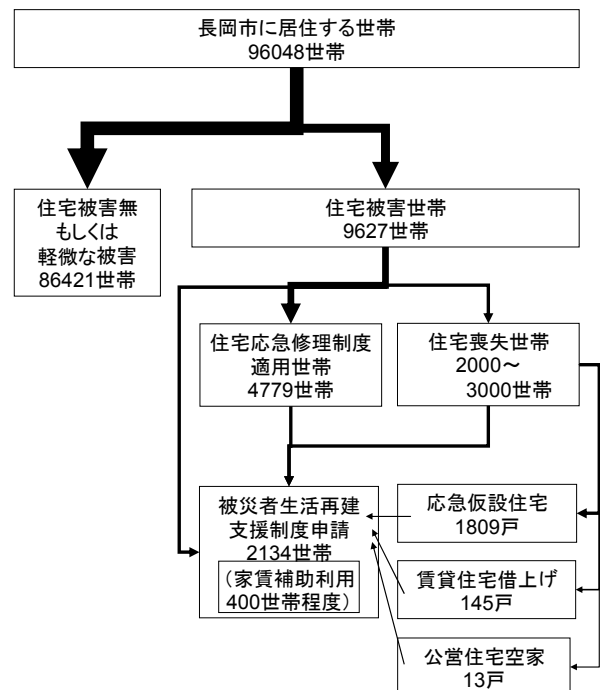


図2 長岡市における応急居住支援⁵⁾

3. 賃貸住宅空家活用に向けた支援制度比較評価

震災後の応急居住支援制度の検討基盤として、今西・佐藤ら⁶⁾が構築を進めた経済モデルでは、基礎モデル構築の試みとして、被災者を一様に合理的な行動をするものと捉えるという仮定の下で、検討を行った。

3.1 災害前/支援制度利用無の場合の住宅選択行動

住居に関する消費水準を x_1 (以下、居住水準と呼ぶ)、住居以外の消費水準を x_2 、居住水準 1 単位あたりの住居価格を p_1 で表す。居住水準が x_1 の住居家賃は、 $p_1 x_1$ である。モデルの簡便化のために、住居以外の消費をニューメレール財と仮定し、価格を 1 に基準化する。住民の所得を y 、所得に対する税率を t で表すと、住民の可処分所得 y_d は $(1-t)y$ となる。住民の効用関数は、次のようなコブ・ダグラス型効用関数を仮定する。

$$u(x_1, x_2) = x_1^a x_2^{1-a} \quad (1)$$

市場における単位住居価格が p_1^* であるとき、借家/持ち家の住民が直面する効用最大化問題は次式で表される。

$$\max_{x_1, x_2} u(x_1, x_2), \quad s.t. \quad p_1^* x_1 + x_2 \leq y_d \quad (2)$$

効用最大化問題の解は 1 階の条件より次式となる。

$$\begin{aligned} x_1^{BFR} &= \frac{a}{p_1^*} y_d \\ x_2^{BFR} &= (1-a)y_d \end{aligned} \quad (3)$$

3.2 賃貸住宅空家活用に向けた応急居住支援制度

3.2.1 一括補助金の給付

行政は、被災者に対して、一括で補助金 s を給付する。補助金は、住居と住居以外の消費に使うことができる。一括補助金を行うことで、一戸あたり s の費用が必要となる。

3.2.2 賃貸住宅家賃補助

行政は、単位住居価格 p_1 に対して r の家賃補助を行う。住民の家賃は $(p_1^* - r)x_1$ となる。家賃補助を行うことで、1 戸あたり rx_1 の費用が必要となる。

3.3 支援制度と住宅選択行動

3.3.1 一括補助金給付の場合

災害後の住民の効用最大化問題は次式で表される。

$$\max_{x_1, x_2} u(x_1, x_2), \quad s.t. \quad p_1^* x_1 + x_2 \leq y_d + s \quad (4)$$

効用最大化問題の解は 1 階の条件より次式となる。

$$\begin{aligned} x_1^{SUB} &= \frac{a}{p_1^*} (y_d + s) \\ x_2^{SUB} &= (1-a)(y_d + s) \end{aligned} \quad (5)$$

支援制度を利用しない場合とくらべて、一括補助金の給付を利用すると、居住水準と住居以外の消費水

準ともに高まることが説明される。

3.3.2 賃貸住宅家賃補助の場合

被災者が、賃貸住宅の家賃補助を利用した場合、災害後の住民の効用最大化問題は次式で表される。

$$\max_{x_1, x_2} u(x_1, x_2), \quad s.t. \quad (p_1^* - r)x_1 + x_2 \leq y_d \quad (6)$$

効用最大化問題の解は 1 階の条件より次式となる。

$$\begin{aligned} x_1^{SUB} &= \frac{a}{(p_1^* - r)} y_d \\ x_2^{SUB} &= (1-a)y_d \end{aligned} \quad (7)$$

支援制度を利用しない場合とくらべて、居住水準は高まるが、住居以外の消費水準は変わらないことが説明される。

3.4 賃貸住宅空家活用に向けた支援制度比較評価

一括補助金と家賃補助とが住民にとって無差別であるためには、政策変数 r, s は次式を満たさなければならない。

$$r = p_1^* \left(1 - \left(\frac{y_d}{y_d + s} \right)^{\frac{1}{a}} \right) \quad (8)$$

この下で、一括補助金と家賃補助との費用を比較することで、効率的な制度を検討する。

一括補助金の費用－家賃補助の費用

$$\begin{aligned} &= rx_1^{PRT} - s \\ &= ay_d \left(\left(\frac{y_d}{y_d + s} \right)^{\frac{1}{a}} - 1 \right) - s < 0 \end{aligned} \quad (9)$$

式 (9) は、 s に関する減少関数であり、 $s=0$ のとき、この式の値は 0 なので、すべての s に対して負となる。言い換えると、一括補助金よりも、家賃補助のほうが住民に同じ効用をもたらし、かつ、費用が少なくなる、と説明できる。

以上より、現行の被災者生活再建支援法の居住安定支援制度よりも、効果的な家賃補助制度が存在し得ることが示された。これに関して、実証的な研究を行うことを背景として、次章でアンケート調査の設計を行った。

4. アンケート調査の設計

4.1 調査対象地区の設定

調査区分は、調査票回収の単位とすると同時に、応急住宅選択行動調査の際の他地区への移住の意向を聞く際にも用いる。それは、都道府県区分だと 4 つと少なすぎ、市区町村区分だと 266 と細かすぎるため、首都圏 (1 都 3 県プラス茨城県一部) を、独自に 24 区分に分けることとした。

内閣府被害想定で被害最大となる「東京湾北部地震」を見ると、被害は東京都だけでなく、隣接する神奈川県、千葉県、埼玉県に及ぶ。同地震の被害分布より、被害が発生する地区を選定し、調査対象地区とした。

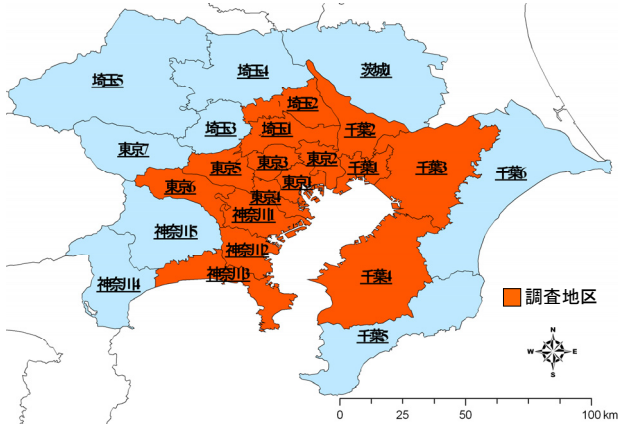


図3. 調査対象地区

4.2 調査方法

本調査は、調査対象地区を首都圏広域を対象とし、調査票数も小数では不十分なため、従来型の印刷紙の郵送配布形式の調査では、コスト（人的、資金的）が非常に大きくなる。被験者がインターネットユーザーに限定されるというサンプリングの課題はあるが、広域で大量の調査を実施するにはインターネット調査が有効である。不足するサンプルがあると判断される場合には、今後、別途、調査対象者を選定し、印刷紙を用いた調査を行い、サンプルを追加するという方法が考えられる。

本調査では、仮設住宅や賃貸住宅など震災後の応急居住について、より精緻な意向を把握するため、属性（間取り、立地、家賃、駅からの距離など）の詳細を扱う。本調査では、計測した住民意向を用いて、どのような居住推移が発生するかシミュレーションすることを狙いとしている。交通計画分野で発展してきた非集計行動モデルは、計量意識による選択肢への選択確率の導出が可能であり、シミュレーションとの親和性が高い。本調査では、非集計行動モデルを用いることとして、調査票の設計を行った。

4.3 調査のデザイン

震災後の応急住宅選択行動については、木村⁵⁾の研究に詳しい。木村の研究を参考として、住宅喪失世帯の、応急住宅選択行動について、図4のようにモデル化を行った。災害救助法による仮設住宅や公営住宅空家の提供、賃貸住宅、仮住まいの当てや住宅購入などの行動の大きく3つに分けた。

図4のモデルに従い、図5のようなインターネット調査システムを構築した。仮設住宅、賃貸住宅については、選択肢属性を提示する。そのいずれかか、

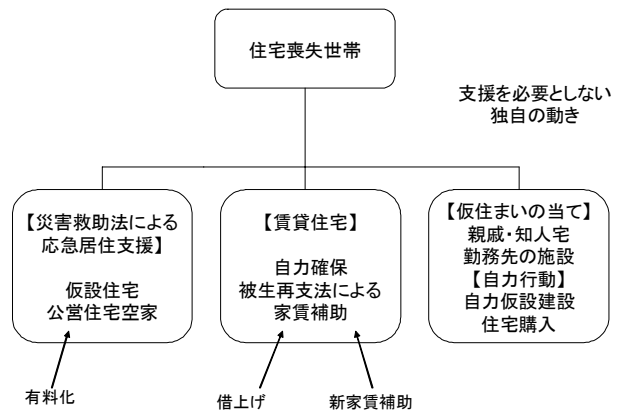


図4. 応急住宅選択行動モデル

適当なものがない場合には、それ以外を選択してもらおう、という形としてある。本調査は仮想調査となるが、提示する物件の情報など、なるべく現実に近づけたものとして、精緻なシミュレーションの実現につなげたい。そこで、実際の賃貸住宅空家データと連動させることを考えた。賃貸住宅空家データは、インターネット上の賃貸住宅サイト CHINTAI (<http://www.chintai.net/>) を利用して、物件情報を収集した。詳細は下記の通りである。

対象地区：1都3県（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）全域+茨城県一部

収集期間：平成18年9月～10月

収集件数：14万4902件（異常データ除去後）

仮設用地データについては、データ機密性から調査での利用が困難であったため、仮想的に示すこととした。行政補助については、世帯属性から被災

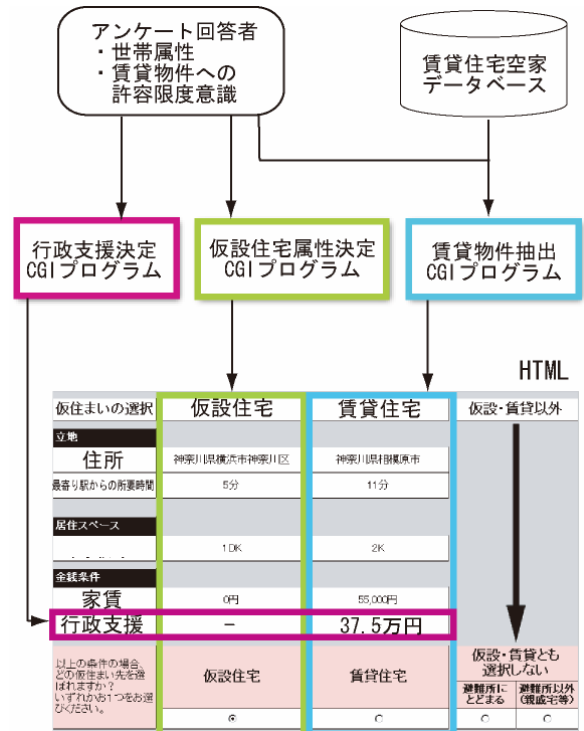


図5. インターネット調査システムの概要

者生活再建支援法による支援金額を提示するなどのプログラムを構築した。画面は、選択肢属性をシャッフルして、4 回繰り返すこととした。それは、行政支援制度として、支援無し、災害救助法による借上げ、被災者生活再建支援法による家賃補助、新しい家賃補助制度と仮設住宅の一部有料化、という 4 タイプについて被験者の反応を見るためである。

5. アンケート調査集計結果

5.1. 回答世帯の属性

居住地区は、概ね各地区で 200 票以上を確保できた。東京 6 では 130 票、千葉 4 では 68 票に留まった。1 サンプルから 4 つの選択データがあるので、東京 6 では 520、千葉 4 で 272 の選択行動データがある。森地らの研究⁷⁾では、非集計分析には 300~500 程度のサンプル数が必要としており、千葉 4 地区でのパラメータ推計にはサンプル数が不足している。他地区は十分なサンプル数が確保できた。

世帯人数、世帯年収では、多様な世帯属性を確保することができた。世帯主年齢では、70 歳代を確保することができなかった。今後、サンプルの補強を行う余地が指摘できる。

表 2. 回答世帯の属性

世帯属性	票数	%	票数	%	票数	%	票数	%	票数	%	
居住地区	東京1		東京2		東京3		東京4		東京5		
	200	7.0%	200	7.0%	200	7.0%	200	7.0%	268	9.3%	
	東京6		神奈川1		神奈川2		神奈川3		埼玉1		
	130	4.5%	204	7.1%	200	7.0%	200	7.0%	200	7.0%	
	埼玉2		千葉1		千葉2		千葉3		千葉4		
	200	7.0%	200	7.0%	200	7.0%	199	6.9%	68	2.4%	
世帯主年齢	20歳台		30歳台		40歳台		50歳台		60歳台		
	250	8.7%	759	26.5%	694	24.2%	577	20.1%	589	20.5%	
	世帯人数	単身		2人		3人		4人		5人以上	
		363	12.7%	714	24.9%	766	26.7%	732	25.5%	294	10.2%
		住宅所有	持家		借家						
1905			66.4%	964	33.6%						
世帯年収	300万未満		300万円台		400万円台		500万円台		600万円台		
	307	10.7%	263	9.2%	354	12.3%	343	12.0%	323	11.3%	
	700万円台		800万円台		900万円台		1000-1499万円		1500万円以上		
	305	10.6%	215	7.5%	234	8.2%	409	14.3%	115	4.0%	

5.2. 賃貸住宅への許容限度意識

アンケート調査では、応急住宅選択問題の前に、賃貸住宅の条件（最寄り駅からの所要時間、間取り、立地）について許容限度を尋ねている。この許容限度意識に従い、選択問題が生成されている。従って、非集計分析を利用したシミュレーションを実施する際には、はじめに世帯属性値から賃貸住宅への許容限度意識を生成する必要がある。立地条件については、応急居住推移シミュレーションで地区ごとの居住移動を扱うことと、地区ごとに立地条件への許容限度意識は異なると考えられることより、地区ごとに許容限度意識を生成することが望ましい。シミュレーションでは、各地区ごとの世帯統計を国勢調査

から求める。本調査と国勢調査で対応する世帯属性変数は、世帯人数、住宅所有形態、住宅タイプの 3 つである。間取り、最寄り駅からの所要時間については、上記の 3 変数から説明する必要がある。以上の視点より、世帯属性ごとに許容限度意識生成テーブルを作成してある。今後、この部分についてもロジックモデルを構築するなど、検討を加えたい。

5.3. 応急住宅の選択結果

賃貸住宅データベースと連動した応急住宅選択問題への回答について、提示した制度ごとの集計結果を図 4 にまとめた。補助無しの場合は、仮設住宅が 54%と半数以上を占める。被災者生活再建支援法による仮住まい利用可能額を示すと、賃貸住宅を選択する世帯が 5%アップした。月ごとに家賃補助額をランダムに提示したところ、賃貸住宅入居世帯は更に増えた。災害救助法による借上げをする場合には、賃貸住宅を選択する世帯が仮設住宅を選択する世帯を上回った。

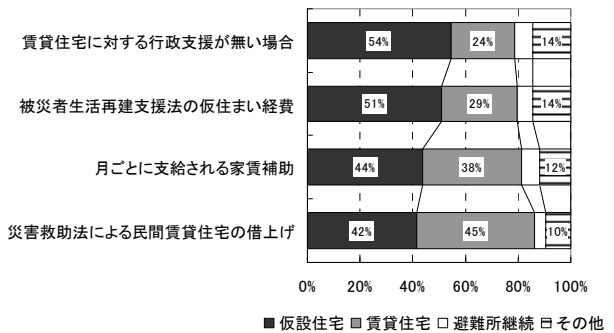


図 6. 応急住宅の選択結果

6. パラメータ推計

6.1 応急住宅選択行動モデルの定式化

選択肢属性変数は、全ての確定的効用式に挿入可能であるが、世帯属性変数は相対的な比較により表現するため、全ての確定的効用式に挿入することができない。そこで、選択結果と世帯属性の関係性を、 χ^2 乗検定ならびに残差分析によりチェックし、最も平均的な分布をしている選択肢を基準として（＝確定的効用式から除去）、下記のように確定的効用式を構築した。

仮設住宅の確定的効用

$$V_{i \text{ prefab}} = \beta_1 \text{time}_{i \text{ prefab}} + \beta_2 \text{floor}_{i \text{ prefab}} + \beta_3 \text{rent}_{i \text{ prefab}} + \beta_4 \text{tokyo}1_{i \text{ prefab}} + \dots + \beta_{27} \text{ibaragi}_{i \text{ prefab}} + \gamma_{3_ \text{prefab}} \text{own} + \gamma_{4_ \text{prefab}} \text{income} + \gamma_{5_ \text{prefab}} \text{month} + \gamma_{6_ \text{prefab}} \text{leads} \quad (10)$$

賃貸住宅の確定的効用

$$V_{i \text{ rental}} = \beta_1 \text{time}_{i \text{ rental}} + \beta_2 \text{floor}_{i \text{ rental}} + \beta_3 \text{rent}_{i \text{ rental}} + \beta_4 \text{tokyo}1_{i \text{ rental}} + \dots + \beta_{27} \text{ibaragi}_{i \text{ rental}} + \gamma_{1_ \text{rental}} \text{age} + \gamma_{2_ \text{rental}} \text{number} + \gamma_{3_ \text{rental}} \text{own} + \gamma_{4_ \text{rental}} \text{income} + \gamma_{7_ \text{rental}} \text{s1} + \gamma_{8_ \text{rental}} \text{s2} + \gamma_{9_ \text{rental}} \text{s3} + d02 \quad (11)$$

避難所継続の確定的効用

$$V_{i \text{ shelter}} = \gamma_{1_ \text{shelter}} \text{age} + \gamma_{2_ \text{shelter}} \text{number} + \gamma_{4_ \text{shelter}} \text{income}$$

$$+ \gamma_{5_shelter} month + \gamma_{6_shelter} leads + d03 \quad (12)$$

その他の確定的効用

$$V_{i\ other} = \gamma_{1_other} age + \gamma_{2_other} number + \gamma_{4_other} income + \gamma_{5_other} month + \gamma_{6_other} leads + d04 \quad (13)$$

(10)から(13)式の各変数の定義は表3の通りである。

表3. 説明変数の定義

①選択肢属性	
time	最寄り駅からの所要時間(分)
floor	間取り(1:1R・1K, 2:1DK・2R・2K, 3:1LDK・2DK, 4:2LDK・3DK, 5:3LDK以上)
rent	家賃(万円)
tokyo1	立地(1:東京1, 0:東京1以外) 他も同様
d02	選択肢定数(賃貸住宅)
d03	選択肢定数(避難所継続)
d04	選択肢定数(その他)
②世帯属性	
age	世帯主年齢(1:20代以下, 2:30代, …5:60代以上)
number	世帯人数(人)
own	住宅所有形態(0:借家, 1:持家)
income	世帯年収(1:300万円未満, …10:1500万円以上)
month	震災経過月(0:1ヵ月後, 1:半年後)
leads	仮住まい当ての有無(0:無し, 1:有り)
③政策変数	
s1	災害救助法による賃貸住宅の借上げ
s2	被災者生活再建支援法による仮住まい経費額(万円/1回)
s3	想定家賃補助額(万円/月)

6.2. 多項ロジットモデル(ML)によるパラメータ推計

(10)~(13)式をMLの(14)式へ適用することで、選択肢属性値や世帯属性から、各選択肢の選択確率を求めることが可能となる。対数尤度関数は選択結果 d_{ij} と選択確率の P_{ij} の総積の対数で、式(15)で表される。

$$P_{ij} = \exp(V_{ij}) / \sum_k \exp(V_{ik}) \quad (14)$$

$$LL = \ln(L) = \sum_i \sum_j d_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (15)$$

アンケート回答結果と前節での定式化を用いて、R言語 optim 関数のBFGS法(準ニュートン法)で対数尤度関数を最大化し、パラメータ推定を行なった。推定結果を表4.に示す。的中率は、0.435と決して高くなかった。的中率は、モデル上で最大確率を持つ選択肢と実際に選んだ選択肢とが一致するサンプルの割合のことで、感覚的には理解しやすい指標であるが、尤度最大化と的中率最大化とが異なる基準であるため、推定したモデルの評価指標には用いられないものである。一般には、尤度比を用いてモデルの説明力を判断する。0.2~0.3以上でかなり良好な結果と言われる⁸⁾ 自由度調整済み尤度比は、0.235となり、モデルの適合性が示された。

得られたパラメータ値を表5にまとめた。立地パラメータについては、地区ごとの選好の差を吸収してしまうので、推計値の掲載は省略する。駅から

の所要時間や家賃は、増加するほど効用は減少する。間取りが大きくなれば効用が増加する、という正しい関係を確認できた。選択肢定数は、賃貸、避難所、その他とも仮設住宅より低くなる関係と推定された。世帯属性については、まず、世帯主年齢および世帯人数が増えると、賃貸住宅やその他を好まなくなる(=仮設住宅を好む)という関係を確認できた。次に、持家世帯は、賃貸住宅を選好しないことが確認できた。それから、世帯年収が増えると、賃貸住宅を選好する、仮住まいの当てがある場合は、仮設・賃貸ともに選好が低くなることが確認できた。災害救助法による賃貸住宅借上げ、被災者生活再建支援法による仮住まい経費額、想定する月ごとの家賃補助とともに、賃貸住宅の効用を上げることが確認された。被災者生活再建支援法による応急居住支援の効果は、相対的に極めて低いことが示された。

表4. MLモデルの推定結果

LL(0)	-15909.11
LL(β)	-12149.13
自由度調整済み尤度比	0.235
AIC	24400.26
的中率	0.435

表5. MLモデルの推定パラメータ

選択肢属性		パラメータ	t値	p値
変数名	詳細	推定値		
time	-	-0.021	-13.316	0.000 ***
floor	-	0.179	7.058	0.000 ***
rent	-	-0.101	-16.781	0.000 ***
d02	-	-0.331	-2.906	0.004 ***
d03	-	-2.071	-9.729	0.000 ***
d04	-	-2.491	-13.246	0.000 ***
age	賃貸住宅	-0.056	-2.886	0.004 ***
	避難所	0.073	2.073	0.038 **
	その他	-0.097	-3.689	0.000 ***
number	賃貸住宅	-0.090	-4.167	0.000 ***
	避難所	0.095	2.513	0.012 **
	その他	-0.043	-1.539	0.124 .
own	仮設住宅	0.158	1.587	0.112 .
	賃貸住宅	-0.211	-2.068	0.039 **
	その他	0.239	2.071	0.038 **
income	仮設住宅	-0.110	-2.949	0.003 ***
	賃貸住宅	0.279	7.263	0.000 ***
	避難所	-0.314	-4.972	0.000 ***
month	仮設住宅	-0.101	-2.255	0.024 **
	避難所	-0.162	-1.924	0.054 *
	その他	0.013	0.203	0.839
leads	仮設住宅	0.079	1.470	0.141
	避難所	-0.583	-6.466	0.000 ***
	その他	1.188	11.551	0.000 ***
s1	賃貸住宅	0.890	15.620	0.000 ***
s2	賃貸住宅	0.008	4.658	0.000 ***
s3	賃貸住宅	0.086	4.823	0.000 ***

6.3. 地区ごとのパラメータ推計

次に、複雑な立地関係の表現を可能とするため、回答を14地区それぞれに分けて、パラメータ推定を行なった。紙幅の都合上、全推定結果の紹介は省略する。図5に、各地区モデルの自由度調整済み尤

度比を示す。全ての地区モデルにおいて、全データを用いたモデルよりも高い自由度調整済み尤度比が得られた。これは、全データを用いたモデルでは記述が困難であった地区により異なる立地条件への選好を、地区ごとに推定することにより表現できていることを示すものと解釈でき、本調査における立地区区分が適切に機能していると判断できる。

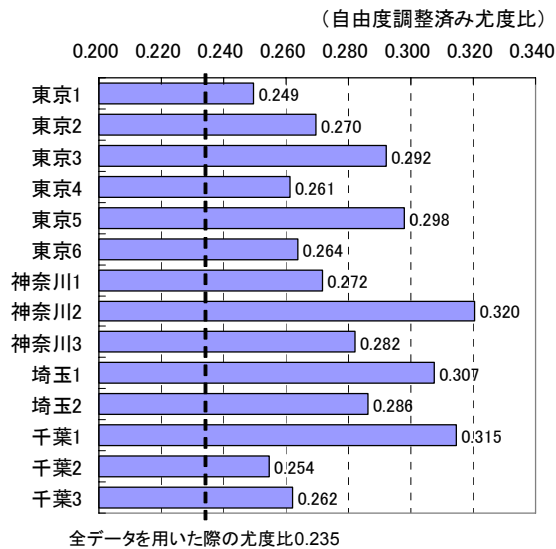


図7 地区 ML モデルの尤度比

6.4. 選択確率算出例

構築した地区モデルによる応急住宅選択確率の算出例を確認し、モデルの実用性を確かめる。演算では、神奈川2(横浜市南部)の地区モデルを利用する。地区モデルにおいて、推定パラメータが統計的に有意でないものは、全データを使ったモデルによる推定値に置き換えた。全データを使ったモデルにおいても統計的に有意でない変数は、モデルから除外した。神奈川2に居住する世帯の確定的効用式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 V(\text{仮設住宅}) &= -0.023 \times \text{time} + 0.179 \times \text{floor} - 0.156 \times \text{rent} \\
 &\quad - 1.303 \times \text{tokyo2} \dots (\text{途中省略}) - 1.672 \times \text{ibaragi1} \\
 &\quad - 0.954 \times \text{own} - 0.446 \times \text{income} - 0.189 \times \text{time} \\
 V(\text{賃貸住宅}) &= -0.023 \times \text{time} + 0.179 \times \text{floor} - 0.156 \times \text{rent} \\
 &\quad - 1.303 \times \text{tokyo2} \dots (\text{途中省略}) - 1.672 \times \text{ibaragi1} \\
 &\quad - 0.150 \times \text{age} - 0.090 \times \text{number} - 0.962 \times \text{own} \\
 &\quad + 0.012 \times \text{income} + 0.964 \times \text{s1} + 0.008 \times \text{s2} \\
 &\quad + 0.132 \times \text{s3} \\
 V(\text{避難所}) &= -0.056 \times \text{age} - 0.095 \times \text{number} - 0.314 \times \text{income} \\
 &\quad - 0.583 \times \text{leads} - 3.297 \\
 V(\text{その他}) &= -0.455 \times \text{age} - 0.043 \times \text{number} - 0.239 \times \text{own} \\
 &\quad - 0.406 \times \text{month} - 1.961 \times \text{leads} - 3.571
 \end{aligned}$$

ここで、表6に示すように、応急住宅選択の状況を変えながら、選択確率の算出を行った。世帯は、

若い借家層を設定している。ケース1は、仮設住宅が「東京5」(立川市、国分寺市等)と遠方に立地するが、賃貸住宅は「神奈川2」(横浜市南部)に立地する場合である。選択確率は、仮設住宅19%、賃貸住宅41%となった。ケース2は、仮設住宅が「神奈川2」、賃貸住宅が「神奈川5」(厚木市、大和市等)に立地する場合である。選択確率は逆転し、仮設住宅が49%、賃貸住宅が14%となる。ここに行政支援を設定することで選択確率の変動を捉えることができる。このケースでは、災害救助法による借上げ無償提供の場合でも、賃貸住宅の選択確率は30%にとどまる。家賃補助を5万円とすると、賃貸住宅選択確率は10%程度上昇することが確認された。被災者生活再建支援法による仮住まい経費支給は、ほとんど効果がない、という結果となった。ここでは、選択確率算出の一例を示したが、同様に他の世帯属性でも他地区でも演算可能であり、首都圏大震災後の応急居住推移シミュレーションの基盤として、応急住宅選択行動モデルを構築できたことを確認した。

表6. 選択確率算出例

	ケース1	ケース2			
		補助無し	被災再支法	家賃補助	借上げ
世帯属性	世帯主年齢	34歳	34歳	34歳	34歳
	世帯人数	3人	3人	3人	3人
	住宅所有形態	借家	借家	借家	借家
	世帯年収	500万円台	500万円台	500万円台	500万円台
	時期	1ヵ月後	1ヵ月後	1ヵ月後	1ヵ月後
	仮住まいの当て	有り	有り	有り	有り
	居住地区	神奈川2	神奈川2	神奈川2	神奈川2
の仮設住宅	最寄駅所要時間	21分	21分	21分	21分
	間取り	2DK	2DK	2DK	2DK
	家賃	0円	0円	0円	0円
	立地	東京5	神奈川2	神奈川2	神奈川2
の賃貸住宅	最寄駅所要時間	12分	12分	12分	12分
	間取り	2DK	2DK	2DK	2DK
	家賃	10万円	10万円	10万円	10万円
	立地	神奈川2	神奈川5	神奈川5	神奈川5
変政策	賃貸住宅借上げ	-	-	-	借上げ
	被災再支法による補助	-	-	25万円	-
	月ごとの家賃補助	-	-	-	5万円
確定的効	仮設住宅	-3.04	-2.00	-2.00	-2.00
	賃貸住宅	-2.27	-3.25	-3.04	-2.59
	避難所継続	-4.53	-4.53	-4.53	-4.53
	その他	-2.41	-2.41	-2.41	-2.41
選択確率	仮設住宅	19.0%	49.2%	47.7%	43.5%
	賃貸住宅	41.0%	14.2%	16.9%	30.2%
	避難所継続	4.3%	3.9%	3.8%	3.5%
	その他	35.7%	32.7%	31.6%	28.9%

6.5. 他モデル適用の試み

応急住宅選択行動モデルは、多項ロジットモデルだけでなく、ネスティッドロジットモデル(NL)や多項プロビットモデル(MP)など他の非集計行動モデルでも記述が可能である。研究の主眼は、応急居住推移シミュレーションを実現し、事前に対策を検討することにあるが、その基盤となる住宅喪失世帯の応急住宅選択行動モデルの信頼性の向上にも努める必要がある。

ここでは、図8に示すネスティッドロジットモデル(NL)の適用結果を示す。モデルは、図4の基礎モデルに従い、避難所継続とその他をまとめる形で、入れ子構造と

した。選択肢は、(仮設住宅, 賃貸住宅, その他)と、(避難所継続, その他)の2つのレベルから構成させる。上のレベルを i , 下のレベルを j とすると、選択肢ペア i, j が選択されるときに同時選択確率 $P(i, j)$ は、選択肢 i の選択確率 $P(i)$ と、 i を選択したときに j を選択する条件付確率 $P(j|i)$ の積で表される。

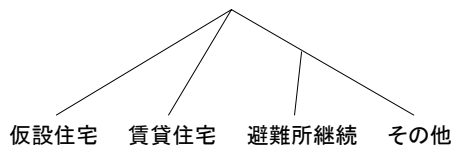


図 8. NL モデル

$$P(i, j) = P(i) \cdot P(j | i) = \frac{\exp[\lambda_2(V_i + V_i^*)]}{\sum_i \exp[\lambda_2(V_i + V_i^*)]} \cdot \frac{\exp(\lambda_1 V_{ji})}{\sum_i \exp(\lambda_1 V_{ji})} \quad (16)$$

$$V_i^* = \frac{1}{\lambda_1} \ln \sum_j \exp(\lambda_1 V_{ji}) \quad (17)$$

λ_1, λ_2 : 確率項が従うガンベル分布のパラメータ

V_i^* : ログサム変数

パラメータ推定結果は表 7 の通りとなった。自由度調整済み尤度比は ML モデルと同じとなった。AIC では、NL モデルの方が若干小さくなった。モデル上で最大確率を持つ選択肢と実際に選んだ選択肢とが一致するサンプルの割合である的中率は、ML モデルが 0.435 であったのに対し、NL モデルでは 0.548 と向上した。同じ尤度比であるので、AIC が小さく的中率が高い NL モデルの方が良いモデルと判断できる。

表 7. NL モデルの推定結果

L(0)	-15909.11
Lmax	-12147.14
自由度調整済み尤度比	0.235
AIC	24398.27
的中率	0.548

多項プロビットモデル(MP)は、ML モデルや NL モデルよりもモデルの当てはまりが良くなるケースが報告されている⁹⁾。今後、MP モデルの適用や比較評価を行い、最終的にシミュレーションで用いる応急住宅選択行動モデルを決定したい。

7. まとめ

平成 18 年度は、①我が国の応急居住支援の制度と実態を調べ、②首都圏大震災後の応急居住推移シミュレーションに向けて、住宅喪失世帯の応急住宅選択行動モデルを構築した。

①では、我が国の応急居住支援制度が、災害救助法による仮設住宅供給と、被災者生活再建支援法による仮住まい経費支給に分かれるが、現行体制や新潟県中越地震の事例を見ると、仮設住宅供給が中心となることを示した。

②では、賃貸住宅データベースと連動したインターネット調査システムを開発し、非集計行動モデルにより住宅喪失世帯の応急住宅選択行動モデルを構築した。

平成 19 年度は、構築した応急住宅選択行動モデルの説明力の向上に努めた後、首都圏大震災後の応急居住推移シミュレーションを実施し、どのような対策や事前準備が望まれるのか、具体的な検討を進め、行政担当者へも報告をしていきたい。

謝辞

本研究の推進にあたり、東京都庁、神奈川県庁、埼玉県庁、千葉県庁、ならびに新潟県庁、長岡市役所の防災担当の方々へヒアリング調査を実施させていただいた。アンケート調査の設計にあたり、東京工業大学室町泰徳助教授にご助言いただいた。関係各位に御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 牧紀男：自然災害後の応急居住空間の変遷とその整備手法に関する研究，博士論文（京都大学），1997。
- 2) 国土庁「被災者の住宅再建支援の在り方に関する検討委員会報告書」http://www.bousai.go.jp/oshirase/rase/h13/130126chubo/shiryo5_mokuji.html (07. 3. 15)
- 3) 邵珮君，室崎益輝：台湾地震における応急仮設住宅の対策に関する研究，地域安全学会論文集 No. 3, pp. 157-162, 2001.
- 4) 佐藤慶一：住居の復旧・復興(8 章 3 節)，都市防災学，学芸出版社，pp. 230-242, 2007.
- 5) Keiichi Sato：Observations of Emergency Housing Countermeasures in Nagaoka City, Niigata Pref., The 11th Inter-University Seminar of Asian Megacities, CD-ROM, 2006.
- 6) 今西衛，佐藤慶一，石橋健一，他：経済学的アプローチによる災害応急居住支援の制度分析の試み，名古屋産業大学論集第 10 号，p15-23, 2007.
- 7) 森地茂・屋井鉄雄：非日常的交通への非集計行動モデルと選択肢別標本抽出法の適用性，土木学会論文報告集，No. 343, pp. 161-170, 1984.
- 8) 交通工学会：やさしい非集計分析，丸善，pp. 27, 1993.
- 9) 兵藤哲朗，章翔：Mixed Logit モデルの汎用性に着目した特性比較分析，土木学会論文集，No. 660, IV-49, pp. 89-99, 2000