

住替え連関モデルを用いた目標居住水準達成のための 住宅供給計画支援

PLANNING MODEL FOR SUPPORTING TO ACHIEVE HOUSING STANDARD GOAL USING THE DESCRIPTIVE MODEL OF HOUSEHOLD MOVEMENT

川上光彦*, 松井重樹**

Mitsuhiko KAWAKAMI and Shigeki MATSUI

In Japan the housing supply planning has been determined to achieve the two kinds of housing standard prescribed in the planning from the third one. The lower goal of them has ever been hardly achieved because the actual program of housing supply does not necessarily connected with housing standard movement of households. In this study a planning model is formulated for supporting the achievement of housing standard level by goal programming using the Descriptive Model of household movement, which has been formulated in the previous study by the authors and can describe household movement caused by new housing supply in a region.

As a result of this study the following remarks are concluded ; The model, which can describe housing standard of households, is developed by reforming the previous model. It can be used for predicting the housing standard level of households at the end of planning term and its descriptive ability is fairly good according to the applied result in Ishikawa Prefecture. The Goal Programming Model is also formulated using this descriptive model. The optimum numbers of new housing supply by housing types can be gained by using this model. Through its analysis of the results useful informations can be obtained for the housing supply planning in a region.

Keywords : *planning model, housing supply, housing standard, household movement, goal programming*

1. 研究の目的

わが国の住宅行政の中心となっている住宅建設計画では、第3期計画より2段階の目標居住水準を導入し、目標年次までの達成を前提として住宅供給計画などが立案されるような構造になってきており、第5期計画からは対象地域により異なる居住水準の設定を行っている。それらは計画手法として一定の前進であると評価できるが、実際の住宅供給などは必ずしも世帯の居住水準変動と連動していない。そのため、最低居住水準未達世帯の解消が計画どおり進まないこと、居住水準の変動と住宅供給がどのように連動しているのか明らかではないことなどが問題点としてあげられる。

一方、住宅統計調査（以下住調）では、最も重要な居住水準指標となっている居室数別の集計がなされており、また、昭和53年住調では最低居住水準を基準とする各世帯の居室数数の過不足の度合いを集計している。そのため文1)で提案した新規住宅供給に伴う世帯

の住替えを記述することのできる住替え連関モデル（以下連関モデル）を用いてそこでの住宅タイプを居室数階級とすることにより、住替えに伴う居住水準の変動を記述できる可能性がある。

本論文では、このような問題意識に基づいて、連関モデルを、住替えに伴う世帯の居住水準の変動を記述できるように改良し、一定の地域における新規住宅供給に伴う住替えによる居住水準⁽¹⁾の変動の分析・予測、および、目標居住水準を達成するための住宅供給計画を支援できるようなモデルの開発を行うことを目的としている。具体的には、連関モデルを上述のような既存統計資料の活用を前提として住替えに伴う居住水準の変動を記述できるように改良し、それを用いたケーススタディにより目標居住水準との関連で住替えによる居住水準の変動の分析を行う。さらに、現行の住宅建設計画で用いられている目標居住水準の達成を計画目標として設定し、目標計画法を用いて目標達成のための最適な住宅供給量

* 金沢大学 助教授・工博

** (株)INAX・工修

Associate Professor of Kanazawa Univ., Dr. Eng.
INAX Ltd.

を求めるための定式化を行い、同様のケーススタディにより計画支援モデルとしての有用性について考察している。

2. 研究の方法

主な研究の方法は文1), 2) を踏襲しているが^{註2)}、その主要点は以下のものである。

1) 対象期間内に生ずる世帯の住替えをモデル式として定式化するため、期間内に新規供給される住宅への住替えと、そうした住替えによって発生する空家とその他の空家を含む中古住宅への住替えの2段階に区分してとらえる。そのうち、前者の新規供給住宅への住替えを第1段階の住替え、後者の中古住宅への住替えを第2段階の住替えと呼ぶ。

2) 計画援用モデルとしての操作性、実用性を高めるため、住宅タイプ別の新規供給量を説明変量として住替えを記述できるような構造とし、線形式として定式化を行う。さらに、住調など既存統計資料の活用を前提とし、用いる変数と表章されている変量との対応をできるだけはかり、計画期間を5年とする。

3) 都道府県は必ずしも実際の住宅需給圏域とは一致しないが、わが国の住宅建設計画の中心的地域区分となっていること、既存統計資料から最も豊富にデータを得られること、その地域の住宅需給構造をある程度反映できることなどより、ここでは都道府県をモデルの適用地域とし、実際の計算は石川県をケーススタディの対象地域として行う。

4) 連関モデルの基本的性格は記述モデルであり、文1), 2) と同様に本論文においても、1期前など過去の調査値等から得られる比率、パラメータを用いて計画対象期間の予測値または計画値を得て、その精度、有用性などを考察しているものである。この方法は、住宅需給構造に大きな変動がない場合、一定の有効性を持つと思われる。本論文においても主要な比率は1期前の調査値から得たものを用いているが、資料上の制約もあり居住水準変動の記述に直接かわらないものについては計画対象期間の調査値から得たものを用いている。結果の考察に当たってはこのことに留意する必要がある。なお、これらの係数、パラメータについては、予測方法を検討しその予測値を用いたり、計画的に設定した値を用いることも考えられる。

3. 居住水準を考慮した住替え連関モデル^{註3)}

まず、主世帯を対象とし、住宅タイプを居室畳数の階級とする。さらに、文1) と同様に計画対象期間を時点 t から $t+T$ までとし、期間 T 内に生ずる住替えを住替え前の居住形態によって、①圏域内の住宅タイプ別主世帯の住替え、②圏域内で新たに形成される新規形成世帯、③圏域外からの転入世帯に分類し、それぞれの居住形態と新規供給住宅のタイプ間での住替えの比率を定

義することによって、各住替え量を定式化する。次に、住調に住宅の居室の畳数階級別に各世帯が最低居住水準達成のために必要な畳数が階級区分して表章されているため^{註4)}、それを活用して住宅タイプ別に居住水準との相対的關係を記述する。具体的には、畳数階級別に表章されている必要畳数との差を求め、それを適当な畳数に階級区分することにより行う。つまり、それは住宅タイプ別に居住水準達成の有無およびその達成のための過不足の度合いを表していることになる。ここではそれを「畳数階級で表した居住水準達成度」と称し、以下では単に「居住水準達成度」と表す。なお「居住水準達成度」とは、通常「居住水準を達成している世帯の割合」を意味すると思われるが、ここではそれと異なる意味で用いていることに留意する必要がある。その居住水準達成度を用いて、①の世帯に関しては従前の住宅タイプ別に、②、③の世帯に関しては住替え後の住宅タイプ別に目標居住水準の達成度別世帯数の構成比率を定義し、住替え後の目標居住水準の達成度別世帯数を定式化する。以上より、住替えによる世帯の居住構造の変化を説明し、時点 $t+T$ の世帯の目標居住水準達成度の状態を新規供給量を用いて表していく。なお、空家に関しては、詳細な記述を行うため住宅タイプ別の空家を定義するように変更している^{註5)}。さらに、文1) で考慮していた同居・非住宅居住世帯は、近年ではその絶対数も極めて少なく、モデルの複雑化を避け、より操作性、実用性の高いモデル化を行うために、これらを除いて主世帯のみを対象としてモデルの再定式化を行っている。

また、世帯と住宅との対応を目標居住水準達成度として記述できるモデルに改良するため、新たに次のような仮定を導入する。

1) 新規形成世帯を除く計画期間内の圏域内の住替え世帯は、住替え前後において居住水準に対応する世帯タイプは変動しない。また同様に、計画期間内に住替えない世帯も居住水準に対応する世帯タイプは変動しない。

2) 住替え前後のカテゴリーが同一の場合、それらの世帯の居室畳数の変化はないとし、カテゴリーが異なる場合、各カテゴリーの中央値の差の畳数だけ増大、あるいは減少する。

3) 住替え世帯の従前の目標居住水準達成度別世帯数の比率は時点 t におけるストックの主世帯の目標居住水準達成度別世帯数の構成割合と同一である^{註6)}。

仮定1) に関連しては、世帯人員規模が全体的に縮小傾向にあるもとでは、居住水準未達世帯の過大推計につながる可能性がある。なお、計画期間内の子供の出産、単身世帯の結婚、世帯構成員の死亡、世帯構成員の独立などによる世帯人員の変化が考えられるが、そのうち、出産による世帯人員の増加は一定の計画期間以内の場合、計画終了時点においても子供と同室就寝が可能であ

り、目標居住水準の達成度は変化しない^(註7)。また、結婚による住替えに関しては、それを契機に住替えることが多いと思われ、そうした新規形成世帯については本モデルの場合住替え後の状態で記述している。これらから、上記の仮定はそれほど無理がないと思われるが、結果の分析などはこうした仮定を前提として行う必要がある。

3-1 第1段階のモデル化^(註8)

まず、時点 t における世帯と住宅の状態として、住宅タイプ i の住宅に居住する主世帯数を $H_i(t)$ 、空家数を $VS_i(t)$ とする。さらに、期間 T 内に新規に供給されるタイプ j の住宅数を S_j とし、そのうち入居世帯がなく空家として残される住宅を V_j とする。また、 M_{1ij} は住宅タイプ i から新規供給住宅タイプ j へ住替える圏域内の世帯数とし、 m_{1ij} を住宅タイプ j へ住替える世帯のうち住宅タイプ i からの住替え世帯の占める割合とする。同様に、 N_{1j} 、 Q_{1j} を新規供給住宅タイプ j へ住替える圏域内の新規形成世帯数、圏域外からの転入世帯数とし、 n_{1j} 、 q_{1j} を住宅タイプ j へ住替える世帯のうち新規形成世帯の占める割合、転入世帯の占める割合とする。住宅タイプ i から j への住替え世帯 M_{1ij} は、空家として残されるものを除く新規供給住宅タイプ j ごとに m_{1ij} をかけ、

$$M_{1ij} = m_{1ij}(S_j - V_j) \dots \dots \dots (1)$$

として表され、第1段階における住宅タイプ別住替え世帯数 M_{1i} は、式(1)を j について合計すれば得られる。また、新規形成世帯数および圏域外からの転入世帯数はそれぞれ次式で与えられる。

$$N_{1j} = n_{1j}(S_j - V_j) \dots \dots \dots (2)$$

$$Q_{1j} = q_{1j}(S_j - V_j) \dots \dots \dots (3)$$

ここで、圏域内の住替え世帯について従前の住宅タイプ i 、従前の住宅における目標居住水準達成度が k の世帯数を表す変数を AM_{ik} とし、これらの構成比率を am_{ik} (表一) とする。また、域内の新規形成世帯と圏域外からの転入世帯に関しては住替え後の住宅タイプ j 、水準達成度 k の世帯数をそれぞれ AN_{jk} 、 AQ_{jk} とし、これらの構成比率も同様にそれぞれ an_{jk} 、 aq_{jk} (表二、表三) とする。これらの am_{ik} 、 an_{jk} 、 aq_{jk} を用いて、

$$CM_{1ijk} = am_{ik} \cdot M_{1ij} \dots \dots \dots (4)$$

$$CN_{1jk} = an_{jk} \cdot N_{1j} \dots \dots \dots (5)$$

$$CQ_{1jk} = aq_{jk} \cdot Q_{1j} \dots \dots \dots (6)$$

と表す。これより式(4)で、域内の住宅タイプ間の住替え世帯について、住替え世帯の従前の住宅タイプ i 、住替え後の住宅タイプ j 、従前住宅における水準達成度 k が記述される。同様に式(5)、(6)から新規形成世帯と転入世帯の住替え後の住宅タイプ j 、住替え後の住宅における水準達成度 k が記述される。

また、第1段階の住替えによって仮想的に生ずる住宅タイプ別空家数 V_{1j} は式(7'^{註9})と同様に、

表一 住替え前の住宅タイプ別目標居住水準達成度別世帯

		水 準 達 成 度						合計
		1	2	...	k	...	K	
従前住宅タイプ	1	AM ₁₁ am ₁₁	AM ₁₂ am ₁₂	...	AM _{1k} am _{1k}	...	AM _{1K} am _{1K}	1.0
	2	AM ₂₁ am ₂₁	AM ₂₂ am ₂₂	...	AM _{2k} am _{2k}	...	AM _{2K} am _{2K}	1.0
i	i	AM _{i1} am _{i1}	AM _{i2} am _{i2}	...	AM _{ik} am _{ik}	...	AM _{iK} am _{iK}	1.0
	i	AM _{i1} am _{i1}	AM _{i2} am _{i2}	...	AM _{ik} am _{ik}	...	AM _{iK} am _{iK}	1.0

上段：世帯数
下段：構成比率

表二 新規形成世帯の住替え後の住宅タイプ別目標居住水準達成度別世帯

		水 準 達 成 度						合計
		1	2	...	k	...	K	
住替え後の住宅タイプ	1	AN ₁₁ an ₁₁	AN ₁₂ an ₁₂	...	AN _{1k} an _{1k}	...	AN _{1K} an _{1K}	1.0
	2	AN ₂₁ an ₂₁	AN ₂₂ an ₂₂	...	AN _{2k} an _{2k}	...	AN _{2K} an _{2K}	1.0
j	j	AN _{j1} an _{j1}	AN _{j2} an _{j2}	...	AN _{jk} an _{jk}	...	AN _{jK} an _{jK}	1.0
	j	AN _{j1} an _{j1}	AN _{j2} an _{j2}	...	AN _{jk} an _{jk}	...	AN _{jK} an _{jK}	1.0

上段：世帯数
下段：構成比率

表三 圏域外からの転入世帯の住替え後の住宅タイプ別目標居住水準達成度別世帯

		水 準 達 成 度						合計
		1	2	...	k	...	K	
住替え後の住宅タイプ	1	AQ ₁₁ aq ₁₁	AQ ₁₂ aq ₁₂	...	AQ _{1k} aq _{1k}	...	AQ _{1K} aq _{1K}	1.0
	2	AQ ₂₁ aq ₂₁	AQ ₂₂ aq ₂₂	...	AQ _{2k} aq _{2k}	...	AQ _{2K} aq _{2K}	1.0
j	j	AQ _{j1} aq _{j1}	AQ _{j2} aq _{j2}	...	AQ _{jk} aq _{jk}	...	AQ _{jK} aq _{jK}	1.0
	j	AQ _{j1} aq _{j1}	AQ _{j2} aq _{j2}	...	AQ _{jk} aq _{jk}	...	AQ _{jK} aq _{jK}	1.0

上段：世帯数
下段：構成比率

$$V_{1j} = M_{1j} = \sum_{i=1}^I m_{1ji}(S_i - V_i) \dots \dots \dots (7)$$

であり、空家総数 V_1 は、 M_{1j} を j で合計することにより得られる。これより、第1段階の住替えによる総空家数を VS_{1j} として表すと、

$$VS_{1j} = VS_j(t) + V_{1j} \dots \dots \dots (8)$$

として表される。また、第1段階の住替えによる住宅タイプ別主世帯数を $H1_i$ と表記すると、居住住宅数と主世帯数が等しいことを考慮して、次式のように表される。

$$H1_i = H_i(t) + (S_i - V_i) - V1_i \dots\dots\dots (9)$$

3-2 第2段階のモデル化^{註10)}

まず、計画対象期間内に圏域内で消滅および圏域外へ転出する世帯を考慮し式(12')と同様に、

$$H'_j = (1 - r_j)H1_j \dots\dots\dots (10)$$

のようにあらため、第2段階ではこれらの世帯が住替えの対象となる。ただし、 r_j は計画対象期間内の住宅タイプ j に居住する世帯の消滅率(圏域外への転出を含む)である。同様に、第2段階での住替えの対象となる空家を、

$$VS_j = e_j \cdot VS1_j \dots\dots\dots (11)$$

とする。ただし、 e_j は第1段階の住替えによる空家総数のうち居住可能な空家の占める割合を示し、この比率を有効空家率と呼ぶ。また、第2段階においても、 $M2_{ij}$ は住宅タイプ i から j へ住替える圏域内の住替え世帯数とし、 $m2_{ij}$ を圏域内の住替え世帯総数に占める住宅タイプ i から j へ住替える世帯数の割合とする。同様に、 $N2_j$ 、 $G2_j$ 、 $Q2_j$ は住宅タイプ j へ住替える圏域内の新規形成世帯数、圏域内の総世帯数、圏域外からの転入世帯数とし、 $n2_j$ 、 $g2_j$ 、 $q2_j$ を圏域内の住替え世帯総数に占める住宅タイプ j へ住替える新規形成世帯の割合、住宅タイプ j へ住替える世帯の割合、および、圏域外から住宅タイプ j へ転入する世帯の割合とする。

第1段階の住替えを考慮した圏域内の世帯総数に占める計画対象期間内における圏域内の第2段階の住替え世帯数の割合を λ とすると、第2段階における圏域内での住替え世帯数 $G2$ は

$$G2 = \lambda \sum_{j=1}^J H'_j \dots\dots\dots (12)$$

として与えられ、住宅タイプ j に住替える圏域内の世帯数は次式で表される。

$$G2_j = g2_j \cdot G2 \dots\dots\dots (13)$$

また、住宅タイプ i から住宅タイプ j へ住替える圏域内住宅タイプ間の住替え世帯数は次式で得られる。

$$M2_{ij} = m2_{ij} \cdot G2 \dots\dots\dots (14)$$

このうち第1段階の住替え後、住宅タイプが i であった世帯数は、 j について合計することにより得られる。同様に圏域内の新規形成世帯は次式より得られる。

$$N2_j = n2_j \cdot G2 \dots\dots\dots (15)$$

ここで、第2段階の住替えにおける住替え世帯総数に占める圏域外からの転入世帯数の割合を δ とし、この比率を用いると第2段階での圏域外からの転入世帯数は式(22')と同様に次式で得られる。

$$Q2 = \{\delta / (1 - \delta)\} G2 \dots\dots\dots (16)$$

さらに、住替え比率 $q2_j$ を用いると、式(23')と同様に

に転入先の住宅タイプ j 別に

$$Q2_j = q2_j \cdot Q2 \dots\dots\dots (17)$$

で与えられる。以上より、計画対象期間 T 内に住宅タイプ j に住替える世帯数は式(24')と同様に

$$K2_j = G2_j + Q2_j \dots\dots\dots (18)$$

となる。ここで、第2段階においても第1段階と同様に、

$$CM2_{ijk} = am_{ik} \cdot M2_{ij} \dots\dots\dots (19)$$

$$CN2_{jk} = an_{jk} \cdot N2_j \dots\dots\dots (20)$$

$$CQ2_{jk} = aq_{jk} \cdot Q2_j \dots\dots\dots (21)$$

とすると、第2段階の域内住宅タイプ間住替え世帯は式(19)により従前の住宅タイプ i 、住替え後の住宅タイプ j 、従前の住宅における水準達成度 k の世帯数が記述され、新規形成世帯、転入世帯に関しても式(20)、(21)により住替え後の住宅タイプ j 、住替え後の住宅における水準達成度 k の世帯数が記述される。以上より、第1、2段階を通じての住替え世帯の住替え前後の住宅タイプと水準達成度は、両段階の重ね合わせから次式のように表される。

$$CM_{ijk} = CM1_{ijk} + CM2_{ijk} \dots\dots\dots (22)$$

$$CN_{jk} = CN1_{jk} + CN2_{jk} \dots\dots\dots (23)$$

$$CQ_{jk} = CQ1_{jk} + CQ2_{jk} \dots\dots\dots (24)$$

ここで、最初に設けた仮定より、①同一カテゴリー間の住替えの時($i=j$)、居住室畳数の増減はない、②居住室畳数のより広い($i < j$)または狭い($i > j$)住宅タイプへの住替えにより、階級値間の畳数だけ広くまたは狭くなる。つまり、等幅の階級幅の場合、 $(j-i) \times$ (階級幅)分の畳数だけ広く、または、 $(i-j) \times$ (階級幅)の畳数だけ狭くなる。その場合、従前の住宅において目標居住水準達成度が k であった世帯は、住宅タイプ i から住宅タイプ j に住替えることにより、目標居住水準達成度は $(k+j-i)$ となる。以上より、計画期間における域内住宅タイプ間の住替えによる時点 $t+T$ における住宅タイプ別水準達成度別住替え世帯数は、

$$O_{j(k+j-i)} = \sum_{i=1}^J CM_{ijk} \dots\dots\dots (25)$$

と表される。上式左辺の $O_{j(k+j-i)}$ をあらためて O_{jk} と表記し、これに式(23)、(24)による新規形成世帯と圏域外からの転入世帯の住替え後の住宅タイプ j 、水準達成度 k の世帯数を加えれば計画期間中に住替えた世帯全体の住替え後の住宅タイプ j 、水準達成度 k が記述され、これを MH_{jk} (moved household) とおくと、

$$MH_{jk} = O_{jk} + CN_{jk} + CQ_{jk} \dots\dots\dots (26)$$

一方、住宅タイプ i に水準達成度 k のまま継続して居住している世帯を NMH_{ik} (non-moved household) とおくと、

$$NMH_{ik} = (1 - r_i) \left(AH_{ik}(t) - \sum_{j=1}^J CM1_{ijk} \right) - \sum_{j=1}^J CM2_{ijk} \dots\dots\dots (27)$$

$AH_{jk}(t)$: 時点 t において住宅タイプ i に居住し、水準達成度が k の世帯数

として表され、 NMH_{jk} の i を計画期間終了時点での j に変えて表記すれば、時点 $t+T$ における圏域内の居住世帯の居住室畳数別水準達成度別世帯数は、

$$AH_{jk}(t+T) = MH_{jk} + NMH_{jk} \dots \dots \dots (28)$$

として表される。そして、この時点における水準未満世帯数 ALH と水準以上世帯数 AUH は次式で求まる。

$$ALH = \sum_{j=1}^J \sum_{k=N+1}^K AH_{jk}(t+T) \dots \dots \dots (29)$$

$$AUH = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^N AH_{jk}(t+T) \dots \dots \dots (30)$$

ただし、 $AH_{jk}(t+T)$ において $k \leq N$ ($N \leq K$) に属する世帯は水準を満たしている世帯であり、 $k > N$ に属する世帯は水準を満たしていない世帯である。

また、第2段階の住替えにおいて住宅タイプ i に継続して居住する圏域内の世帯数 U_i は、

$$U_i = H'_i - M2_i \dots \dots \dots (31)$$

で与えられる。これより、時点 $t+T$ における圏域内の住宅タイプ別主世帯数は、

$$H_i(t+T) = U_i + K2_i \dots \dots \dots (32)$$

として表される。

4. 石川県におけるケーススタディ

本節では、居住水準を考慮した住替え連関モデルを、目標居住水準としては最低居住水準を設定し、ケーススタディとして石川県へ適用し、モデルの適用性と計画支援モデルとしての有用性について考察、検討する。なお、適用期間としては、記述モデルとしての検証を兼ねることおよびデータの制約から昭和53年10月から58年9月までを計画対象期間として設定する^{註11)}。

4-1 利用パラメータおよび外生変数

ここでは、モデルを適用するに当たって必要となるパラメータおよび外生変数について説明する。基本的には住調を主要データとして利用するが、パラメータに関してはそれから十分なデータが得られないため、住宅需要実態調査(以下住需調)を再集計したものをを用いる^{註12)}。居住室畳数のカテゴリー区分としては、「9畳未満」、「9畳以上15畳未満」、「15畳以上21畳未満」、「21畳以上27畳未満」、「27畳以上33畳未満」、「33畳以上」の6区分とする^{註13)}。なお、目標居住水準達成度のカテゴリー幅は居住室畳数のカテゴリー幅に対応させて6畳ごととする。

以下、各諸元について説明する。

1) 居住室畳数別主世帯数、居住住宅数、空家数：昭和53年10月時点における居住室畳数別主世帯数は昭和53年住調第24表より、また、居住住宅数は第8表より直接求まる。居住室畳数別空家数については直接求まらないため、空家の住宅規模分布はほぼストック分布と類

似していると仮定し^{註14)}、昭和53年第1表より得られる空家総数を居住室畳数別居住住宅数のストック比率で按分したものをを用いる。

2) 居住室畳数別水準達成度別世帯数とその比率：昭和53年10月時点における居住室畳数別水準達成度別世帯数は昭和53年住調第15表を再集計することにより求めることができる^{註15)}。一方、新規形成世帯と域外からの転入世帯の住替え後の居住室畳数別水準達成度別世帯数は、これに相当する集計が住調にないため、住需調を再集計して求める^{註16)}。

3) 各段階の住替え比率：第1段階、第2段階の住替え比率ともに住調からは相当するデータが直接求められないため^{註17)}、住需調を再集計し求めた比率を利用する^{註18)}。

なお、第1段階では新規供給住宅に対する住替え、第2段階では中古住宅に対する住替えのデータが必要となるが、ここではいずれの段階でもあまり変わらないと仮定し、各段階で同じ比率を用いている^{註19)}。

以上の比率等は第1期前の調査値から得ているが、以下のパラメータについては住調、住需調から直接求められないため、計画対象期間の調査値から求めたものをを用いている。これは、本論文の目的が居住水準とのかかわりで連関モデルの記述精度を検討しようとしているものであるため、それと直接かかわらないパラメータ値はあえてこのようにしている。この結果、主世帯総数などについてはモデル値と調査値とで近似値が得られると思われる。

4) 第2段階の居住世帯の消滅率(r_2)：文1)と同様にして、昭和50年、55年国勢調査報告を利用して人口の消滅率を求め、これを世帯の消滅率とし、すべての住宅タイプについて同じ値を用いる。

5) 第2段階の住替え世帯総数に占める第2段階での圏域外からの転入世帯の割合(δ)：昭和58年住調第43表の集計項目「他県からの入居世帯」の昭和54年以降に入居した普通世帯数に占める割合として求める。

6) 第2段階における空家のうち居住可能である空家の占める割合(e_2)：昭和58年住調第12表の集計項目のうち「修理を要さない」と「小修理を要する」を加えたものの住宅総数に占める割合とする。なお、ここではすべての住宅タイプについて同じ値を用いる。

7) 第1段階の住替えを考慮した圏域内の主世帯数に占める第2段階の圏域内住宅タイプ間住替え世帯総数の占める割合(λ)：この比率を求めるについては、第2段階のみの住替え世帯数が必要となるが、この段階は仮想的に設定しているため、それを表した統計資料が存在しないことから、昭和58年10月時点の主世帯数に一致するように本モデルから求めた。

4-2 モデルの適用結果と分析

ここでは、石川県(昭和53年10~58年9月)へのモ

デルの適用結果を示し、分析・考察を行う。まず、表—4に式(1),(2),(3),(14),(15),(17)より求まる住宅タイプ間および新規形成世帯と転入世帯の住替え世帯数を示す。全体的に同一カテゴリー間の住替えあるいはそれより一つ広いカテゴリーへの住替え世帯数が多く、住替えによる居室数改善傾向がわかる。また、住替え世帯総数では、モデル値88606世帯は住調調査値86700世帯にやはり近似している。両者の差約2000世帯は、連関モデルの場合、第1段階の住替え世帯数を新規供給住宅数に規定させ、ここではその空家をゼロとしているためやや多めに算出したと思われる。

次に、表—5に式(4),(19)より求まる住替え世帯の住替え前後の住宅タイプ別に従前住宅における水準達成度別世帯数を第1,2段階別に示す。これより、住替えによる水準達成度の変動が詳細に記述され、その分析

を通じて多くの住宅需給構造分析のための参考資料が得られる。例えば、住替えによって居住水準未満から以上となった世帯は4703世帯、逆に、水準以上から未満となった世帯は、2537世帯であったことがわかる。さらに詳しく検討考察するため表—6に、住替えによって最低居住水準以上となった世帯(上段)と最低居住水準未満となった世帯(下段)のみを抽出して示す。この表の縦横の合計欄を見ると、まず、「9~15畳」からの住替えが居住水準未満から以上へと改善された住替え世帯が最も多く、従前の居室数が増えるに従って改善された世帯数は少なくなり、逆に水準未満世帯となった住替え世帯が増えている。また、住替え後の住宅タイプ別には、「33畳以上」への住替えが居住水準未満から水準以上となった世帯が最も多くなり、次いで「21~27畳」、「27~33畳」の順となる。逆に、「9~15畳」への住替えは居住水準未満となった世帯が最も多くなっている。したがって、居室数改善が「9~15畳」のカテゴリーの住宅は居住水準達成度の変動が最も激しい。

同様に、式(5),(6),(19),

表—4 居室の畳数別住替え世帯数(石川県S53.10~58.9)

	(畳)	住替え後の居室の畳数						合計
		9未満	9~15	15~21	21~27	27~33	33以上	
住前の居室数	9未満	102 66	387 597	150 232	159 166	0 0	0 0	798 1,062
	9~15	50 33	1,007 1,526	1,156 1,161	1,144 1,294	650 631	2,107 1,095	6,114 6,272
	15~21	0 0	312 465	730 1,161	1,303 1,294	1,428 1,394	4,511 2,356	8,283 6,670
	21~27	0 0	154 232	227 365	631 631	939 896	4,646 2,456	6,596 4,579
	27~33	0 0	179 264	127 199	277 265	406 398	3,592 1,892	4,581 3,020
新規形成世帯	9未満	305 232	1,165 1,792	730 1,161	590 597	572 564	3,079 1,626	6,441 5,973
	圏域外からの転入世帯	50 108	670 2,685	526 2,166	708 1,852	489 1,235	1,269 1,754	3,713 9,801
合計		1,087	11,113	9,030	9,072	8,004	37,634	88,606

表—5 従前住宅タイプの最低居住水準達成度別住替え世帯数

		住替え後の住宅タイプ						合計
		9畳未満	9~15畳	15~21畳	21~27畳	27~33畳	33畳以上	
従前	9畳	0: 93	0: 353	0: 137	0: 145	0: 0	0: 0	0: 728
		0: 60	0: 545	0: 211	0: 151	0: 0	0: 0	0: 967
		0: 6	0: 23	0: 9	0: 9	0: 0	0: 0	0: 47
		0: 4	0: 35	0: 14	0: 10	0: 0	0: 0	0: 63
		0: 3	0: 11	0: 4	0: 4	0: 0	0: 0	0: 22
	未満	0: 2	0: 18	0: 7	0: 5	0: 0	0: 0	0: 32
		0: 102	0: 387	0: 150	0: 159	0: 0	0: 0	0: 797
		0: 66	0: 597	0: 232	0: 166	0: 0	0: 0	0: 1,062
		0: 16	0: 327	0: 376	0: 372	0: 211	0: 685	0: 1,987
		0: 11	0: 496	0: 593	0: 377	0: 205	0: 356	0: 2,038
前	9畳	0: 13	0: 260	0: 298	0: 295	0: 167	0: 544	0: 1,577
		0: 9	0: 394	0: 471	0: 300	0: 163	0: 282	0: 1,619
		0: 2	0: 49	0: 55	0: 55	0: 31	0: 101	0: 294
		0: 2	0: 73	0: 88	0: 56	0: 30	0: 53	0: 301
		18: 50	372: 1,007	427: 1,156	422: 1,144	240: 650	777: 2,107	2,256: 6,114
	15畳	13: 33	563: 1,526	673: 1,825	429: 1,161	233: 631	404: 1,095	2,315: 6,272
		0: 0	0: 124	0: 290	0: 517	0: 567	0: 1,791	0: 2,618
		0: 0	0: 184	0: 461	0: 514	0: 553	0: 935	0: 3,318
		0: 0	0: 31	0: 72	0: 129	0: 141	0: 447	0: 653
		0: 0	0: 46	0: 115	0: 127	0: 138	0: 233	0: 827
宅	21畳	0: 0	59: 2	139: 6	247: 11	271: 12	857: 36	1,253: 53
		0: 0	89: 4	220: 9	246: 10	265: 11	448: 19	1,588: 67
		0: 0	96: 312	224: 730	399: 1,303	437: 1,428	1,380: 4,646	2,019: 6,596
		0: 0	142: 465	355: 1,161	396: 1,294	426: 1,394	721: 2,456	2,557: 4,579
		0: 0	0: 26	0: 39	0: 108	0: 161	0: 795	0: 1,129
	タ	0: 0	0: 40	0: 62	0: 108	0: 153	0: 419	0: 782
		0: 0	14: 4	21: 6	58: 16	87: 24	428: 117	608: 167
		0: 0	22: 6	33: 9	58: 16	82: 22	225: 61	420: 114
		0: 0	39: 0	58: 0	160: 0	239: 0	1,182: 0	1,678: 0
		0: 0	59: 0	92: 0	160: 0	227: 0	622: 0	1,160: 0
イ	27畳	0: 0	70: 153	104: 228	289: 631	430: 911	2,126: 4,648	3,019: 6,601
		0: 0	106: 233	166: 362	289: 631	409: 893	1,119: 2,446	2,089: 4,565
		0: 0	10: 11	7: 8	16: 17	23: 26	205: 226	262: 289
		0: 0	15: 17	12: 13	15: 17	23: 25	108: 119	172: 190
		0: 0	30: 0	21: 0	46: 0	67: 0	596: 0	760: 0
	ブ	0: 0	44: 0	33: 0	44: 0	66: 0	314: 0	501: 0
		0: 0	83: 0	58: 0	129: 0	188: 0	1,667: 0	2,126: 0
		0: 0	123: 0	92: 0	123: 0	185: 0	878: 0	1,401: 0
		0: 0	45: 179	32: 127	70: 278	102: 406	898: 3,592	1,145: 4,581
		0: 0	66: 265	49: 199	66: 265	99: 398	473: 1,892	755: 3,020
以上	6: 3	32: 17	23: 12	36: 20	46: 25	890: 476	1,034: 553	
	4: 2	49: 27	38: 20	38: 20	46: 24	469: 251	643: 344	
	11: 0	63: 0	45: 0	71: 0	90: 0	1,740: 0	2,201: 0	
	8: 0	96: 0	74: 0	74: 0	89: 0	918: 0	1,258: 0	
	13: 0	76: 0	53: 0	85: 0	109: 0	2,084: 0	2,420: 0	
9: 0	115: 0	89: 0	89: 0	106: 0	1,088: 0	1,507: 0		
17: 50	95: 283	67: 200	107: 318	136: 406	2,622: 7,806	3,045: 9,063		
11: 33	145: 431	112: 332	111: 332	134: 398	1,383: 4,115	1,895: 5,641		

注) 1: 5 1: 最低居住水準を24~30畳上回っていた世帯 5: 最低居住水準を0~6畳上回っていた世帯
 2: 6 2: 最低居住水準を18~24畳上回っていた世帯 6: 最低居住水準を0~6畳下回っていた世帯
 3: 7 3: 最低居住水準を12~18畳上回っていた世帯 7: 最低居住水準を12~6畳下回っていた世帯
 4: 8 4: 最低居住水準を6~12畳上回っていた世帯 8: 1~7の合計値

表一六 住替えによって水準達成度の変動する世帯数

上段: 「水準未達」→「以上」
下段: 「未達」となる世帯

	(畳)	住 替 え 後 の 住 宅 タ イ プ						合 計
		9未満	9~15	15~21	21~27	27~33	33以上	
住替え前の住宅タイプ	9未満	—	58	34	28	0	0	120
	9~15	0	—	769	706	391	980	2,846
	15~21	0	0	—	257	302	735	1,294
	21~27	0	0	0	—	46	178	224
	27~33	0	0	0	0	—	0	0
	33以上	0	0	0	0	0	—	0
	合計	0	58	803	991	739	1,893	4,484
	137	1,695	324	49	0	0	2,205	

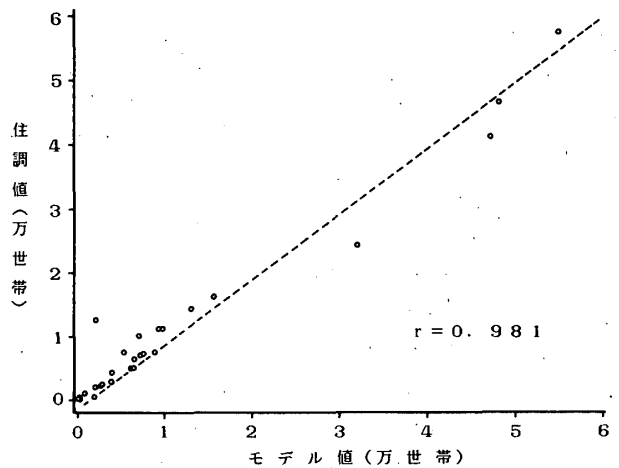
(20) から求まる新規形成世帯と転入世帯の住替え後の住宅タイプ別に住替え後における水準達成度別世帯数を第1, 2段階別に表一七に示す。全体的に住替え後の居室畳数の小さい住宅タイプで最低居住水準を下回る世帯が多く現れている。合計欄をみると、新規形成世帯では居住水準未達となるような住替え世帯は比較的少なかったのに対して、圏域外からの転入世帯では居住水準を「0~6畳」下回る住宅への住替え世帯が比較的多くなっていった。これらは、新規形成世帯の場合、世帯人数が比較的少人数であり、転入世帯では世帯人数が相対的に多く住宅事情がやや困窮していることを反映しているものと思われる。

表一八は住替え後の住宅タイプ*j*に着目したものであり、それぞれ式(26), (28)より求まる。上段には住替え後の居室畳数別水準達成度別住替え世帯数(新規形成, 転入世帯含む)を、下段には計画期間中住替えなかった世帯も含む同じものを示した。図一に昭和58年住調から得られる対応する調査値との相関をみると、相関係数0.981と良好に記述していることがわかる。また、表一八より時点*t+T*における最低居住水準未達世帯、最低居住水準以上世帯を算出すると、それぞれ13800

表一八 計画期間終了時点における住宅タイプ別最低居住水準達成度別世帯数

上段: 住替え世帯数
下段: 全世帯数

	(畳)	住 宅 タ イ プ					
		9未満	9~15	15~21	21~27	27~33	33以上
最 低 水 準 達 成 度	30以上	—	—	—	—	0	3,452
	24~30	—	—	—	0	1,314	11,492
	18~24	—	—	0	2,061	2,257	13,835
	12~18	—	0	2,400	2,395	3,791	8,130
	6~12	0	4,694	2,784	3,702	2,512	4,668
	0~6	722	3,043	3,754	2,925	480	727
	-6~0	205	3,075	2,085	305	49	0
	-12~-6	45	1,015	229	40	0	0
	-12以下	59	328	32	0	0	0
		59	328	32	0	0	0



図一 住宅タイプ別最低居住水準達成世帯数の比較(全世帯)

世帯, 300900世帯となり、住調調査値の11500世帯, 299200世帯に近似し、比較的良好に記述している。そのうち、最低居住水準未達世帯については、前述のように、居住水準に対応する世帯タイプが変動しないと仮定したことにより、調査値よりやや多い推計値になったと思われる。

5. 目標計画法の適用

現行建設計画との関連では、計画期間終了時点までの最低居住水準未達世帯の解消、および、平均または誘導居住水準の一定数の達成が住宅供給計画の主要目標である。また、一般的に一定の地域を対象とする住宅供給計画に際しては、制約条件として総建設費用、総供給宅地面積、

表一七 住替え後の住宅タイプの最低居住水準達成度別住替え世帯数

上段: 第1段階、下段: 第2段階

	住 替 え 後 の 住 宅 タ イ プ										合 計		
	9畳未満	9~15畳	15~21畳	21~27畳	27~33畳	33畳以上							
新規	0: 305	0: 502	0: 348	0: 224	46: 45	1,903	45	1,903	1,949	1,425			
	0: 232	0: 722	0: 554	0: 226	45: 46	1,005	0	1,005	1,050	1,829			
形成	0: 0	0: 141	0: 83	61: 0	68: 0	841	0	841	970	224			
	0: 0	0: 217	0: 133	61: 0	68: 0	444	0	444	573	350			
世帯	0: 0	0: 61	66: 0	61: 0	252: 0	280	0	280	659	61			
	0: 0	0: 93	106: 0	61: 0	248: 0	148	0	148	563	93			
域外	0: 305	463	1,166	232	730	245	590	160	56	1,156	6,439		
	0: 232	711	1,794	369	1,161	247	597	158	29	1,514	5,972		
転入	0: 0	0: 79	0: 153	0: 438	0: 0	575	0	575	575	670			
	0: 0	0: 317	0: 628	0: 1,144	0: 0	795	0	795	795	2,089			
世帯	0: 50	0: 236	0: 237	42: 0	43: 0	230	0	230	315	523			
	0: 108	0: 948	0: 977	109: 0	107: 0	320	0	320	536	2,033			
合計	0: 0	0: 59	68: 0	62: 0	128: 0	462	0	462	720	59			
	0: 0	0: 236	279: 0	163: 0	822: 0	639	0	639	1,403	236			
合計	0: 50	296	670	68	525	166	708	319	489	0	1,269	849	3,711
	0: 108	1,184	2,685	279	2,163	436	1,852	805	1,235	0	1,755	2,704	9,796

注) 表中の居住水準達成度を示す欄は、表一五と同じである。

総供給居住室畳数をできる限り少なくすることなどがあげられる。文2)では、線形計画法を用いてこうした制約条件のもとで目的とする住替えによる効用を最大化するための最適住宅供給量を求めたが、ここでは、これらの制約条件も目標のひとつとして取り扱いながら、一定の居住水準未満世帯数の達成を目標とすることのできる目標計画法を適用できるように発展させる^{注20)}。目標計画法では、これらの社会経済的制約条件も目標とするなど相反する複数の目標を同時的に取り扱い、居住水準を含むそれらの目標を数値で明示的に設定し、最適な住宅タイプ別供給量の算出が可能である。また、目標を達成していなくても目標達成のための最適解に最も近い最良解を、その達成の度合いとともに得ることができる。さらに、各目標に計画目的との関連で重要度や社会的価値を反映させて目標相互間に相対的な重みづけを行うことも可能である。連関モデルが線形で定式化されており、目標居住水準を明示的に設定することが必要であり、住宅供給計画を策定するためには各種の制約条件を含め多くの目標を取り扱う必要があることから、ここでは連関モデルを目標計画法を用いることができるように定式化を行う。

5-1 計画目標の設定

新規住宅供給に伴う住替えによって計画期間終了時点における目標居住水準未満世帯の解消という目標に関連して、連関モデルの特性から次のふたつの目標指標を設定できる。①新規住宅供給により時点 $t+T$ における目標居住水準未満世帯が一定数以下となるようにする。②住替えによって新たに目標居住水準未満世帯となる住替え世帯数を一定数以下となるようにする。また、制約条件として、①供給住宅の全居住室畳数、②供給住宅の総宅地面積、③供給する総供給住宅数、④供給住宅の総建設費用、などがあげられる。このような制約条件を目標とし、それらを含む計画目標を、住宅タイプ別新規供給量を説明変数とする目標関数の定式化を行う。

5-2 目標関数の定式化

ここでは、前節の計画目標1)である時点 $t+T$ における一定の目標居住水準未満世帯数の達成に関連する定式化を行う。まず、時点 $t+T$ における居住水準未満世帯数は式(28)で表されるため、

$$Y1 = \sum_{j=1}^J \sum_{k=N+1}^K AH_{jk}(t+T) \dots \dots \dots (33)$$

として、Y1を時点 $t+T$ における目標居住水準未満世帯数 H_{GN} (goal number of household) に近づけるための住宅タイプ別供給住宅数を求めるような定式化を目標計画法を用いて行う。このとき、 NMH_{ik} は式(27)へ式(4)、(19)を代入することにより、

$$NMH_{ik} = (1 - r_i) AH_{ik}(t)$$

$$- \sum_{j=1}^J \{ am_{ik} \cdot M1_{ij}(1 - r_i) + am_{ik} \cdot M2_{ij} \} \dots \dots \dots (34)$$

となり、一方、 MH_{jk} は式(26)に式(25)と式(22)、(23)、(24)を代入し、さらに、式(4)、(5)、(6)と式(19)、(20)、(21)を代入することにより

$$MH_{jk} = \sum_{i=1}^I (am_{ik} \cdot M1_{ij} + am_{ik} \cdot M2_{ij}) + an_{jk} \cdot N1_j + an_{jk} \cdot N2_j + aq_{jk} \cdot Q1_j + aq_{jk} \cdot Q2_j \dots \dots \dots (35)$$

となる。ここで、上式の第1段階の住替え世帯数 $M1_{ij}$ 、 $N1_j$ 、 $Q1_j$ にそれぞれ式(1)、(2)、(3)を代入し、第2段階の圏域内住替え世帯 $M2_{ij}$ に式(12)、(14)を、新規形成世帯 $N2_j$ に式(12)、(15)を、圏域外からの転入世帯 $Q2_j$ に式(12)、(16)、(17)を代入すると、

$$NMH_{ik} = (1 - r_i) AH_{ik}(t) - \sum_{j=1}^J am_{ik} \cdot m1_{ij}(1 - r_i)(S_j - V_j) - am_{ik} \cdot m2_{ij} \cdot \lambda \sum_{j=1}^J H'_j \dots \dots \dots (36)$$

$$MH_{jk} = \left(\sum_{i=1}^I am_{ik} \cdot m1_{ij} + an_{jk} \cdot n1_j + aq_{jk} \cdot q1_j \right) \cdot (S_j - V_j) + \left(\sum_{i=1}^I am_{ik} \cdot m2_{ij} + an_{jk} \cdot n2_j + aq_{jk} \cdot q2_{jk} \frac{\delta}{1 - \delta} \right) \lambda \sum_{j=1}^J H'_j \dots \dots \dots (37)$$

の形となり、 S_j によって目的関数を表すことができる。

また、制約条件として、総建設費用は総供給戸数と総供給居住室畳数の関係からある程度規定されること、総供給宅地面積は総供給居住室畳数である程度代用できることから、総居住室畳数と総供給戸数をここでは取り上げると、まず、計画期間内に供給される住宅の総供給戸数の目標値を D_{GN} (goal number of dwelling) とすると、目標関数は次式で与えられる。

$$Y2 = \sum_{j=1}^J S_j \rightarrow D_{GN} \dots \dots \dots (38)$$

供給住宅の総居住室畳数については、計画期間内に供給される住宅タイプ j の1戸当たりの居住室畳数の平均的な値を NT_j とし、目標値を T_{GN} (goal number of tatami unit) とすると、目標関数は次式で与えられる。

$$Y3 = \sum_{j=1}^J NT_j \cdot S_j \rightarrow T_{GN} \dots \dots \dots (39)$$

以上のような制約条件を含む目標関数を設定してモデルの構築を行い、計画変数である住宅タイプ別供給量 S_j の非負条件のもとで最適または最良な住宅タイプ別供給量を求めることになる。なお、各目標値ごとに補助制御変数が定義され、目標値が達成されない場合は、目標値に対する超過分または不足分が数値的に求められる。

6. 石川県におけるケーススタディ

6-1 目標と制約の設定

ここでは計画目標として、前述のケーススタディと同様に最低居住水準未満世帯（以下未満世帯）の解消を設定する。また、制約条件として総供給戸数と総供給居室畳数について設定する。以下、それぞれについて具体的に述べる。

1) 時点 $t+T$ における未満世帯の解消

モデルの定式化においては時点 $t+T$ における未満世帯を H_{GN} とすることを目標としているが、住宅建設計画と同様に全数解消を目標とする $H_{GN} = \text{ゼロ}$ 、および、若干の余裕をもたせた $H_{GN} = 5$ 千の 2 ケースを設定してモデルの適用を行う。連関モデルを用いて式 (33) より目標関数を求めると、

$$Y1 = \begin{bmatrix} 0.047 \\ -0.032 \\ -0.039 \\ -0.115 \\ -0.091 \\ -0.059 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 - V_1 \\ S_2 - V_2 \\ S_3 - V_3 \\ S_4 - V_4 \\ S_5 - V_5 \\ S_6 - V_6 \end{bmatrix} + 11\,000 \dots\dots (40)$$

として表され、 $Y1 \rightarrow H_{GN}$ とする。

表—9 目標値と住宅タイプ別の最良供給量（重みづけなし）

目 標 値			供 給 住 宅 タ イ プ						補助制 御変数	最低居 住水準 未満世 帯数
水準未 満世帯 (H_{GN})	総供給 戸数 (D_{GN})	総供給 畳数 (T_{GN})	9 畳 未 満	9 畳 15 畳	15 畳 21 畳	21 畳 27 畳	27 畳 33 畳	33 畳 以 上	ξ1	
0 千	4 万	80万	8,888	1,000	1,000	27,111	1,000	1,000	7,788	7,788
0 0	4	90	2,000	1,000	5,000	30,000	1,000	1,000	6,975	6,975
0 0	4	100	1,000	1,000	1,000	25,333	10,666	1,000	6,727	6,727
0 0	5	80	22,222	1,000	1,000	23,777	1,000	1,000	8,805	8,805
0 0	5	90	16,666	1,000	1,000	29,333	1,000	1,000	7,894	7,894
0 0	5	100	8,666	1,000	8,333	30,000	1,000	1,000	7,161	7,161
0 0	6	80	30,000	9,333	1,000	17,666	1,000	1,000	10,169	10,169
0 0	6	90	30,000	1,000	1,000	26,000	1,000	1,000	8,911	8,911
0 0	6	100	23,666	1,000	3,333	30,000	1,000	1,000	8,056	8,056
5 5	4	80	8,888	1,000	1,000	27,111	1,000	1,000	2,788	7,788
5 5	4	90	2,000	1,000	5,000	30,000	1,000	1,000	1,975	6,975
5 5	4	100	1,000	1,000	1,000	25,333	10,666	1,000	1,727	6,727
5 5	5	80	22,222	1,000	1,000	23,777	1,000	1,000	3,805	8,805
5 5	5	90	16,666	1,000	1,000	29,333	1,000	1,000	2,894	7,894
5 5	5	100	8,666	1,000	8,333	30,000	1,000	1,000	2,161	7,161
5 5	6	80	30,000	9,333	1,000	17,666	1,000	1,000	5,169	10,169
5 5	6	90	30,000	1,000	1,000	26,000	1,000	1,000	3,911	8,911
5 5	6	100	23,666	1,000	3,333	30,000	1,000	1,000	3,056	8,056

注) 補助制御変数のうち、η1, η2, η3 はすべて0であるため表から省略している。

表—10 目標値の組合せと住宅タイプ別の最良供給量（重みづけあり）

目 標 値			供 給 住 宅 タ イ プ						補助制 御変数			最低居 住水準 未満世 帯数
水準未 満世帯 (H_{GN})	総供給 戸数 (D_{GN})	総供給 畳数 (T_{GN})	9 畳 未 満	9 畳 15 畳	15 畳 21 畳	21 畳 27 畳	27 畳 33 畳	33 畳 以 上	ξ1	ξ3	η3	
0 千	4 万	80万	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	7,187	0	5,916	7,187
0 0	4	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	6,838	0	2,400	6,838
0 0	4	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	6,528	933	0	6,528
0 0	5	80	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	7,187	0	15,916	7,187
0 0	5	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	6,838	0	12,400	6,838
0 0	5	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	6,528	0	9,066	6,528
0 0	6	80	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	7,187	0	25,916	7,187
0 0	6	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	6,838	0	22,400	6,838
0 0	6	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	6,528	0	19,066	6,528
5 5	4	80	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	2,187	0	5,916	7,187
5 5	4	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	1,838	0	2,400	6,838
5 5	4	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	1,528	933	0	6,528
5 5	5	80	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	2,187	0	15,916	7,187
5 5	5	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	1,838	0	12,400	6,838
5 5	5	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	1,528	0	9,066	6,528
5 5	6	80	1,000	1,000	1,000	29,083	1,000	1,000	2,187	0	25,916	7,187
5 5	6	90	1,000	1,000	1,000	30,000	3,600	1,000	1,838	0	22,400	6,838
5 5	6	100	1,000	1,000	1,000	30,000	6,933	1,000	1,528	0	19,066	6,528

注) 補助制御変数のうち、η1, η2, η3 はすべて0であるため表から省略している。

2) 計画期間内の総供給戸数に関する目標

総供給戸数の目標についてはモデルの制御変数自体が住宅タイプ別の供給戸数であるので、目標関数は次式のように表される。

$$Y2 = \sum_{j=1}^6 S_j - D_{GN} \dots\dots\dots (41)$$

ここで D_{GN} の設定に当たって、昭和 58 年住調第 9 表より過去の供給住宅数を推定し、それに基づいてここでは、 $D_{GN} = 4$ 万戸、5 万戸、6 万戸の 3 ケースを設定する。

3) 計画期間内の総供給居室畳数に関する目標

総供給居室畳数の目標については各住宅タイプのカテゴリーの代表値として順に 6 畳、12 畳、18 畳、24 畳、30 畳、36 畳とし、目標関数を式 (38) のようにして、 $Y3 \rightarrow T_{GN}$ とする。ここでは、 $T_{GN} = 80$ 万畳、90 万畳、100 万畳の 3 ケースを設定する。

次に制御変数に関する制約条件を設けるが、制御変数の非負条件のみを設定した場合は未満世帯の解消に最も影響が強く、目標関数の係数としてもそれが現れている「21~27 畳」の住宅タイプのみ供給すればよいことになってしまうため、住宅タイプ別供給量の上下限を設定する。ただし、住宅タイプ別供給量について既存統計資

料等より適当な情報が得られないこともあり、ここでは未満世帯を解消することに重きを置いてシミュレーションを行うことにして幅広く設定し、

$$1\,000 \leq S_i \leq 30\,000 \quad (i=1 \sim 6) \dots\dots\dots (42)$$

とする。さらに、重みづけした場合としない場合の 2 とおりのケースについてモデルの適用を行う。重みづけを行う場合は、未満世帯を計画期間内に解消することを最も重要として重みを与える。重みづけせずほかの目標と同様と考えた場合の最良の供給量の違い、未満世帯数の違いなどの考察を行う。

なお、未満世帯の解消に関する目標を便宜的に 100 の重みを与えた。

6-2 モデルの適用と結果の分析

前節で具体的に設定を行った目標関数と制約条件のもとで最良のタイプ別新規住宅供給量の算出を行った。結果を表—9, 10 に示す。ただし、表—10 では未満世帯の解消に関する目標に対して 100 の重みづけを行っている。まず、目標値の欄は、未満世帯、総供給戸

数、総供給居住室畳数に関して設定した目標値の組み合わせを表しており、供給住宅タイプの欄は各居住室畳数別の最良供給量を表している。また、補助制御変数の欄の添え字の1, 2, 3は順に未満世帯、総供給畳数、総供給戸数に関する目標をそれぞれ表しており、 ξ は目標値に対する超過分、 η は目標値に対する不足分を表している。

まず、表—9において未満世帯の解消の目標別に見ていくと当然のことながら目標値を0とした場合より5千世帯とした場合のほうが $\xi 1$ の値が小さくなり、目標の5千をよく達成していることがわかる。しかし、未満世帯の解消の目標値と $\xi 1$ の値を合計した時点 $t+T$ における未満世帯数および最良供給住宅量は両ケースでまったく等しくなり、水準未満世帯の目標値はほかの目標値が同一ならばその設定は結果に直接影響しないことがわかる。また、このことは未満世帯の目標にのみ重みづけを行った表—10でも同様である。

次に、住宅タイプ別最良供給量についてみると、「21～27畳」の住宅を中心に供給することが、ここで設定した目標の達成には最も有効であることがわかる。また、未満世帯の解消については、重みづけをしない場合、6 727世帯から10 169世帯まで、重みづけをした場合、6 528世帯から7 187世帯まで減少させることができる。このように、本研究の連関モデルを用いたシミュレーションでは適用上の仮定のもとで、未満世帯を最大約6 500世帯までに減少させることができる。ひとつの参考であるが、昭和58年住調調査値11 500世帯よりかなり小さい数値を得ることができた。また、この結果から、現在の住宅需給構造では、水準未満世帯をゼロとする目標が本来的に無理であることが明らかにされたと思われる。

表—9と10を比較すると重みづけをした場合、 $\xi 1$ の値が小さくなり居住水準の達成度が向上する。ただし、その度合いはそれほど大きくなく、137世帯(2.0%)から2 982世帯(29.3%)である。なお、重みづけをした場合、水準未満世帯の目標が重視され、補助制御変数にみるようにその分総供給戸数に目標超過分、不足分として現出してくることになる。

総供給戸数別にみていくと、表—9の重みづけをしない場合、同じ供給戸数では総供給畳数の多い方が未満世帯の達成度が高く、逆に、同じ総供給畳数で供給戸数が増えると未満世帯の達成度が低下する。つまり、小規模な住宅を多く供給するより、規模の大きい住宅を量的には少なくとも的確に供給する方が、より未満世帯の解消につながることを示している。また、表—10の重みづけした場合、総供給畳数が増えると未満世帯の達成度が同様に高くなるが、供給戸数が増えても最良供給戸数は変化せず、未満世帯数も変化しない。これは、未満世帯解

消の目標への重みづけによる効果であると考えられる。

以上のように、連関モデルを用いたモデル・シミュレーションを通じて、住宅政策と連動した計画目標との関連で、一定の住宅供給計画による対象地域の各世帯の住替えによる居住水準の変動を予測することができ、それらを分析することにより住宅供給計画を支援するための有用な基礎的資料を得ることができると思われる。

7. まとめ

本研究の成果は以下のようにまとめられる。

1) 新規住宅供給に伴う世帯の住替え構造を記述することのできる住替え連関モデルを用い、既存統計資料を活用することを前提として、住宅タイプとして居住室畳数を用い居住水準達成度という概念を導入して、新規住宅供給に伴う居住室畳数にかかわる居住水準の変動を記述することのできるモデルへと発展させることができた。

2) この連関モデルを石川県へ適用したケーススタディにより、対象地域における計画終了時点の最低居住水準未満世帯数および水準以上世帯数、水準達成度別住宅タイプ間住替え世帯数等の記述が行えること、さらに、それらから住宅タイプ別新規供給住宅による目標居住水準達成世帯数の記述が可能なことなど、住宅供給計画の評価への援用など目標居住水準を考慮した住宅供給計画の支援モデルとして一定の説明力を有することがわかった。

3) この連関モデルを用いて目標計画法を適用することにより、目標居住水準を含む住宅政策と連動した複数の計画目標に関連した最適または最良の住宅タイプ別供給数を求めることができる住宅供給計画支援モデルを構築することができた。

4) 本モデルをケーススタディとして石川県に適用することにより、最低居住水準を目標としたモデル・シミュレーションを行うことができ、その結果の分析を通じて、居住水準の変動の予測とその解釈による住宅供給計画に有用な資料を得ることができる。

5) ただし、これらは、モデル定式化のためのいくつかの仮定による限界、および、モデル適用上のデータ上の制約などから、結果の解釈はそれらを前提として行う必要がある。また、ここでのモデル・シミュレーションは1期前のパラメータ値を用いるなど、大きく住替え構造が変化しないことを前提としたものである。

なお、今回のケーススタディは目標居住水準として既存統計資料の関係から最低居住水準を設定したが、同様な手法で平均または誘導居住水準に関する目標についてもモデル適用が可能である。ただし、住調では、平均居住水準に関する集計表と居住室畳数別主世帯数のカテゴリー区分が異なり統一したカテゴリーの設定が行えないなど、それらに関する集計が未整備であるため、現時点

では適用できない。今後の統計資料の整備と充実が望まれる。また、目標関数の重みづけに関しては、住宅供給計画の政策的理念、あるいは社会経済的側面などから十分に検討する必要がある。

注

- 1) ここでいう居住水準とは、現行の住宅建設計画で用いられているのと同じ意味で用いている。
- 2) 文1)に述べている「研究の方法」(pp. 86~87), 注13), 14) (p. 95) など参照。
- 3) 文2)でも述べているように、文1)ではわかりやすい表記のため第1段階に対応する ΔT を便宜的に用いたが、一部の式の時点表記でやや矛盾がみられたこと、時点の表記がやや複雑になったことから、ここでは ΔT の表記を用いないであらためて定式化を行う。
- 4) 昭和53年住調第15表に、「最低居住水準に必要な畳数」が表彰されている。
- 5) 文1)のように空家を総数としてのみ記述すると、第2段階の住替えにおいて、あるタイプの空家については存在している戸数以上の住替えを発生させる危険性があったが、タイプ別の記述をすることによりそれを取り除くことが可能となる。
- 6) カテゴリー区分された居住室の畳数から主世帯数に応じて一様に住替えが発生すると仮定していることになる。ただし、実際には居住水準の低い世帯ほど多くの住替えが発生するなど居住水準に応じた住替えが行われていると考えられるため、データ整備を含め今後の検証が必要である。
- 7) 最低居住水準は5歳以下、平均居住水準は3歳以下の子供が夫婦と同室就寝可とされている。後述のケーススタディでは利用可能データから最低居住水準で行っており、その場合5年間の居住水準の変動はないことになる。
- 8) 文2)のpp. 39~40に住替え連関モデルで用いている変数名とその定義についてまとめている。
- 9) 文1)の式を引用する場合は、このように(′)を付けて式番号を区別する。
- 10) 注8)参照。
- 11) 昭和53年住調では「最低居住水準に必要な畳数」の統計が掲載されているが、昭和58年住調では非収録表となっている。
- 12) 昭和53年住調の個票データの再集計を意味する。
- 13) 昭和53年住調第15表では4.5畳から12.5畳までは不規則に、昭和53年住調第24表では6畳から30畳までは3畳ごとに、それ以上は6畳、12畳ごとに、また、昭和58年住調第29表では6畳から36畳まで6畳ごとのカテゴリー区分となっているため、これら3表のカテゴリーの整合の操作を最小限にとどめてこのように設定している。
- 14) この仮定は、本研究の範囲内でそれほど無理がないと思われるが、今後の検証が必要である。
- 15) 昭和53年住調第15表より、居住室畳数のカテゴリー区分ごとに居住室の畳数の水準達成度別世帯数を求め、これらを本研究で設定しているカテゴリー区分ごとにまとめている。
- 16) 転入世帯に関しては住調の個票データより、従前の居住地が石川県以外の世帯とし、新規形成世帯に関しては同様に個票データより従前の居住地が石川県内の世帯で従前の居住形態が「親その他親族の家」、「下宿・間借」、「寮・寄宿舎」、「その他」の世帯とし、それらの世帯の住替え後の住宅における居住室畳数と世帯人員とから求める。
- 17) 昭和53年住調第38表に住替えデータが掲載されているが、これらは住替え前後の居住室畳数別のみで圏域内の住替え世帯、新規形成世帯、転入世帯の区別が明らかでない。
- 18) 住調の個票データより住替え前の居住地が石川県で「親・子・親族の家に移った」世帯を除いて住替え前後の居住室畳数から求める。
- 19) ここでは、文1)と同様に計画期間の住替え比率は1期前と同様と仮定した場合のシミュレーションを行っている。この方法は、住替え構造やそれに影響する住宅需給構造が大きく変化しないと思われる場合に有効で、結果の分析もそれを前提として行う必要がある。なお、これらの比率を外生的に与えることも考えられる。
- 20) 制約条件とした場合、解を求めるためにはそれを満足することが必要条件となるが、目標計画法ではそれを含み目標として設定した場合、それが達成できないときは不達成の度合いとともに最良解が求められる。

参考文献

- 1) 川上光彦, 西田康隆, 松井重樹: 新規住宅供給による世帯の住替え連関モデル—住替えを考慮した住宅供給計画モデルに関する研究(その1)—, 日本建築学会計画系論文報告集, 第388号, pp. 86~97, 1988.6
- 2) 川上光彦, 西田康隆, 松井重樹: 住替え連関モデルを用いた住宅供給計画支援モデル—住替えを考慮した住宅供給計画モデルに関する研究(その2)—, 日本建築学会計画系論文報告集, 第394号, pp. 32~41, 1988.12
- 3) 田中 勝, 三宅 醇, 小川正光: 居住者の住宅評価による現行居住水準の再検討, 日本建築学会計画系論文報告集, 第385号, pp. 76~87, 1988.3
- 4) 坂田龍範: パソコン・システム工学ライブラリ, HBJ出版局, pp. 170~179, 1987.6
- 5) 近藤次郎: 最適化法, コロナ社, pp. 103~104, 1984.6

(1989年9月8日原稿受理, 1990年2月17日採用決定)