

地域における住宅需給計画支援モデルに関する研究(1) (梗概)

川上光彦

1. はじめに

1-1 研究の目的

戦後におけるいわゆる絶対的な住宅難の時代を終え、現在では、大都市とそれ以外の地域における居住構造とそれに基づく住要求の多様な展開に対応して、各地域でより木目細かな住宅政策が追求され、気候、風土、伝統といったより高次の計画理念の具体化への方策が試みられてきている。このようななかで、住宅政策立案を支える住宅需要及び供給構造の把握やそれへの計画的展開のための手法はまだ十分ではなく、科学的な手法を含め、一定の住宅需給圏域に対応した「地域」を対象とする計画理論の充実と質の向上が重要であると思われる。

一方、住宅統計調査や国勢調査など大規模で詳細な統計資料が蓄積されてきており、時系列的データとしての潜在的利用価値は非常に大きいものがある。また、科学的な計画手法や電子計算機関連技術の発達に伴って様々の計画分野においてもそうした計画手法の充実が必要であると判断される。

今後の住宅需給計画は、既存の住宅ストックの動向を十分に踏えて地域的な住宅需要の的確な把握を行い、それに対応した住宅供給計画を各地域においてそれぞれの自治体を中心となって策定し、その実現のための各種施策の基本的な方法論の体系を確立することが必要である。

本研究は、一定の共通した住宅需給構造を持つ圏域(地域)を対象として、そうした地域的な住宅需要の的確な把握および、それに対応した住宅供給計画立案のために用いることのできる数理的な計画モデルを開発し、それらの適用事例を通じて、住宅政策立案のための計画支援モデルとしての適用可能性、実用性、限界、問題点などを追究しようとするものである。その際、現実の計画への適用可能性を高めることから、既存統計資料である住宅統計調査(以上住調と称す)、国勢調査、住宅需要実態調査、および、一部の業務資料の活用を基本としている。なお、研究は2ヶ年度にわたり行う予定であり、第1年度である本年度は主として関連資料と既存研究の収集及び整理、現行及びこれまでの計画手法の検討、計画モデルの開発とその部分的適用を進めてきた。「その1」

としてその概要を以下に報告する。

1-2 研究の方法

まず戦後の住宅政策の中心となってきた住宅建設計画に用いられてきた計画手法を概括するとともに、現行の都道府県における住宅建設計画の方法を検討し、それらの特徴と問題点を明らかにしている。そのうえで、住宅需給計画を支援できる5つのサブモデルの開発・提案を試みている。

計画モデルを構築するにあたっての研究方法は以下の諸点を中心としている。①これまでも住宅建設計画立案の主要な基礎データとして用いられてきている住調その他の既存統計資料の活用をはかることにより、計画支援モデルとしての実用性、操作性を高めることを基本的な前提とする。②わが国の地域レベルにおける住宅政策は歴史的に住宅建設計画を主体として都道府県が中心となって行っていること、既存統計資料の集計地域区分として主として都道府県が用いられてきていること、都道府県レベルでその地域における住宅需給構造の特性をある程度反映することが可能と思われることなどにより、都道府県をここでの「地域」とする。③住宅フローとともにストックの動向を把握できるようなモデルをできるだけ追求する。

なお、本研究では、都道府県レベルを対象地域として想定したモデルの適用に際しては石川県を対象とするケーススタディを行っているが、基本的には全国の都道府県で同一モデルを用いた同様のアプローチが可能であることを前提としている。

内容は、第2章で住宅建設計画の評価などを行い、第3～7章で各サブモデルを論じている。

1-3 モデルの全体構造

住宅需給計画に関連する分野を図1-1に示すような連関構造に示すように整理できる。即ち、住宅のストックとフローの動向に関する分野、人口変動、世帯変動、住居移動など居住世帯の動向に関する分野、住宅と世帯の対応関係から居住構造を扱っている分野、住宅と居住世帯の対応関係から住宅供給を扱っている分野になり、各サブモデルはこれらのいずれかに対応することにな

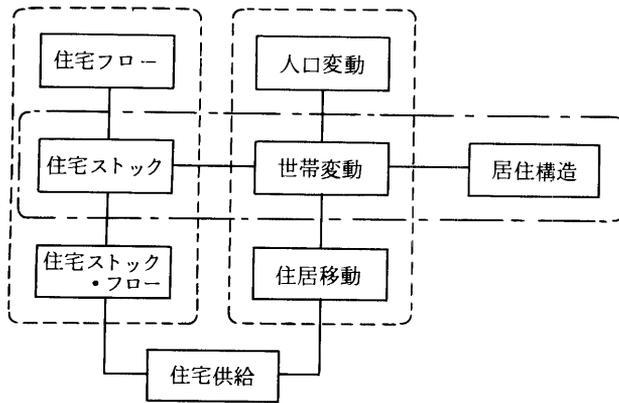


図1-1 住宅需給計画支援モデルの連関図

る。

2. 住宅建設計画の方法

2-1 戦後における住宅政策の問題点

戦後とられてきた住宅政策の問題点として、①新規住宅建設を中心とする「戸数消化主義」であったこと、②持家供給を中心とし、結果的に借家と持家の格差が拡大したこと、③民間住宅供給に対する具体的施策が欠除していたことなどがあげられる。

2-2 現行都道府県別住宅需要推計の方法に関する検討

現行の住宅建設計画の主要な柱のひとつとなっている都道府県別需要推計の方法としては、第五期で建設省が提示した方法をみると、主な特徴として以下の諸点があげられる。

- ①需要推計はいずれも回帰式などを用いたトレンド予測を主体としており、幾つかの要因についてそれぞれ独立的に各種の比率を用いたマクロな推計を行い、それらを積み上げる方式を用いている。
- ②需要推計は住宅ストック全体と公的住宅の2種類に分けて行われるが、実際の住宅供給は需要推計の方法と連動していないため、推計された需要を供給に結びつける理論的、政策的背景が脆弱である。
- ③新規に必要な建設量の推計を主体としているため、それによる居住構造の変動や住宅ストック全体に関わる計画への展開が困難である。
- ④住宅政策に要求される課題が変質しているにも関わらず、住宅建設計画の方法はこれまで用いられてきたものと基本的に変わっていない。

2-3 今後の住宅計画の方向

今後の住宅計画に必要と思われる基本的方向としては、①住宅ストックに対する計画方法論の確立、②「地域」を主体とする計画策定体制の確立、③需要推計に基づく住宅計画の立案と具体的住宅施策の連携化などがあげられる。

3. 住宅ストックの維持・更新の経済的最適性

3-1 研究の目的、方法

ここでは、経済的側面からみた住宅ストックの維持・更新にアプローチするためのひとつの手掛りとして単一の集合住宅棟を対象とし、一定の計画対象期間を設定することにより、その期間中における建て替え及び日常的な修繕を除く大規模な修繕（以下大修繕と称す）について経済性からみた最適時期の決定などを行う際に基礎資料として用いることのできる数式モデルの定式化を行い、仮想的データを用いたモデル計算によりモデルの特性、有用性などの分析を行う。

現実的な計画課題との対応を考慮してモデルは段階的に3種類考え、①一定の計画対象期間内に1回だけの建て替え又は大修繕を行う場合を想定し、そのうち、建て替える建物又は大修繕の種類があらかじめ与えられ、建て替え又は大修繕の経済的最適時期のみを決定するもの（建て替え時期決定モデル）、②その種類が複数考えられ、その種類を時期と同時的に決定するもの（建て替え種類決定モデル）、③複数の大修繕を行うことを想定し、どの大修繕をどの時期に行うと最適かを決定するもの（大修繕決定モデル）とする。

モデル定式化にあたり、「余剰」を経費と収入との差として用い、経済的最適性はこの多寡により判定することにする。さらに、大修繕とは、修繕、模様替え、改良などのうち日常的なものを除き、それを行う前後で経年と余剰の関係が変化するものとする。また、簡単のため建て替え、大修繕いずれも各年度当初において瞬時に行われるものとし、それに要する費用もその時に支払われるものとする。なお、その費用には建設費ばかりでなく、工事期間中の損失も含む総工事費用を考える。

3-2 建て替え時期決定モデル

(1) モデルの定式化

図3-1にモデルの概念図を示している。まず、次年度初め（ t_0 年）から T_1 年目の年度初めに建て替えが行われるとすると、建て替え前の建物の余剰の次年度初めの累積価値は、

$$X(t_0 \sim t_0 + T_1) = \sum_{n=1}^{T_1} (1+r)^{n-1} x(n) \quad (3 \cdot 1)$$

$x(n)$ ：次年度初めから n 年目の建物の年間余剰

r ：割引率

建て替え後の建物を最適化目標年（ $t_0 + T$ ）まで使用する累積余剰を $Y(t_0 + T_1 \sim t_0 + T)$ とし、（ $t_0 + T_1$ ）時点の価値で表わすとすると、

$$Y(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) = \sum_{n=1}^{T-T_1} (1+r)^{n-1} y(n) \quad (3 \cdot 2)$$

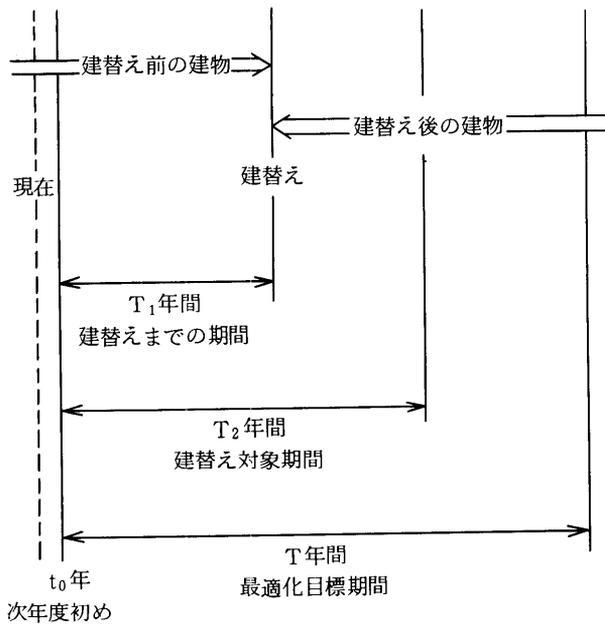


図3-1 建て替え時期決定モデルの概念図

$y(n)$; 建て替え後の建物の年間余剰

建て替え時の損失を含む建て替え費用(C)を考慮すると、建て替え後の建物の累積余剰は、

$$Y_c(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) = Y(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) - C \quad (3 \cdot 3)$$

この Y_c を次年度初め (t_0) の価値に換算すると、

$$Y_{rc}(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) = (1 + r)^{T_1} Y_c(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) \quad (3 \cdot 4)$$

以上より、最適化目標期間全体における総余剰 $B(t_0 + T_1)$ は、

$$B(t_0 + T_1) = X(t_0 \sim t_0 + T_1) + Y_{rc}(t_0 + T_1 \sim t_0 + T) \quad (3 \cdot 5)$$

それゆえ、最適な建て替え時期 T_m は、総余剰 $B(t_0 + T_1)$ が最大になる T_1 を選択すればよい。

$$T_m = \underset{T_1}{\text{Max}} B(t_0 + T_1) \quad (0 \leq T_1 \leq T_2) \quad (3 \cdot 6)$$

(2) モデル計算

モデル計算に用いる余剰は図3-2に示すものとする。最適化目標期間を75年、建て替え対象期間を50年、建て替え費用を10,000、割引率を4.5%とした。

建て替え時期(T_1)と総余剰(B)の関係を図3-3に示す。最適建て替え時期は37年目となっている。

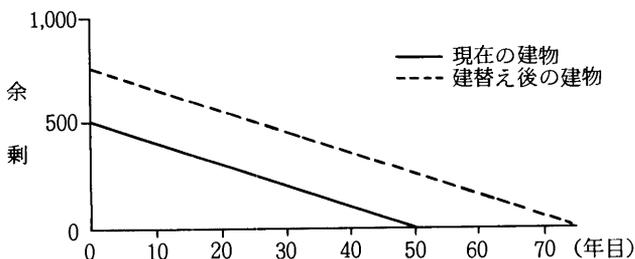


図3-2 更新前の建物と更新後の建物の余剰

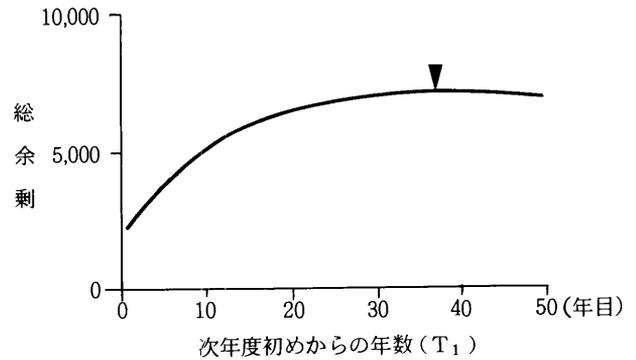


図3-3 建て替え時期と総余剰

3-3 建て替え種類決定モデル

(1) モデルの定式化

建て替え前は建て替え時期決定モデルと同様であり、建て替え後について複数の種類を考えて定式化を行うが、具体的な記述は略す。

(2) モデル計算

ここでは図3-4のような典型的なふたつを想定してモデル計算を行う。

図3-5によると、最適な建て替えの種類はケース①で37年目の建て替えがよいことになる。

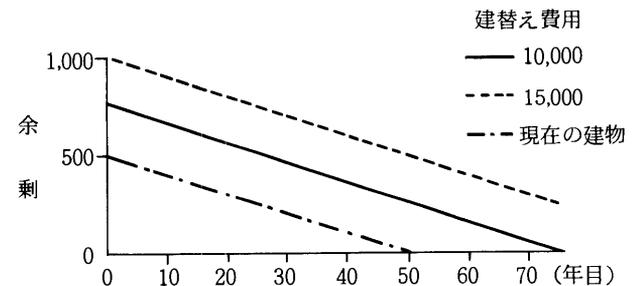


図3-4 建て替え前と建て替え後の建物の経年と余剰

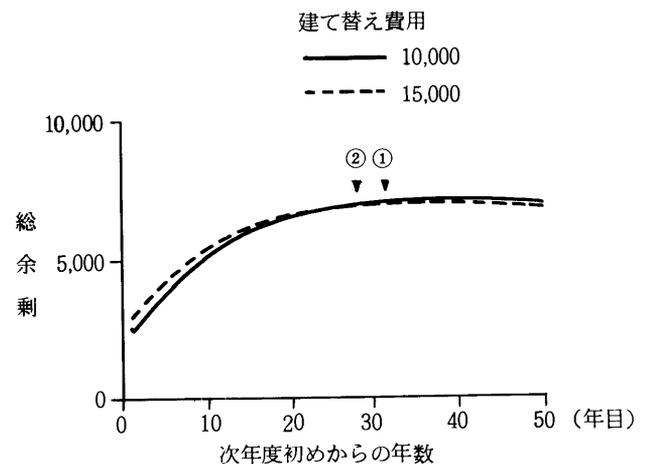


図3-5 建て替えの種類と時期と総余剰

3-4 大修繕決定モデル

(1) モデルの定式化

各年度初めにおいていずれの大修繕も行うことが可能であると仮定すると、建物の使用期間(n 年)に応じて最適化目標期間での最適計画は以下ようになる。

①使用期間が1年 ($n=1$)

次年度初めにおいての決定は維持するか、あるタイプ i の大修繕を行うかのどちらかである。それぞれの余剰は、

a. 維持した場合, $x_0(1)$ (3・7)

$x_0(t)$: 大修繕を行わなかった場合の次年度初めから t 年目の1年間の余剰

b. タイプ i の大修繕をした場合,

$x_i(1) - R_i$ (3・8)

$x_i(t)$: タイプ i の大修繕を行ってから t 年目の建物の1年間の余剰

R_i : タイプ i の大修繕を行うのに要する費用以上より、使用期間が1年間の場合の最大余剰は、

$$FX_{0,1}(1) = \text{Max} \begin{cases} x_0(1) \\ x_i(1) - R_i \end{cases} \quad (3 \cdot 9)$$

$FX_{0,n}(t)$: 次年度初めから t 年目の建物をその後 n 年間使用した場合の最大余剰

②使用期間が一般の n 年

動的計画法の最適性の原理より次のように定式化できる。

すべての大修繕タイプ i , 経年 t に対して

$$\left. \begin{aligned} FX_{0,0}(t) &= 0 \\ FX_{i,0}(t) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3 \cdot 10)$$

とすると、

$$FX_{0,n}(t) = \text{Max} \begin{cases} x_0(t) + (1+r)^{-1}FX_{0,n-1}(t+1) \\ x_i(1) + (1+r)^{-1}FX_{i,n-1}(2) - R_i \end{cases} \quad (3 \cdot 11)$$

$$FX_{i,n}(t) = \text{Max} \begin{cases} x_i(t) + (1+r)^{-1}FX_{i,n-1}(t+1) \\ x'_i(1) + (1+r)^{-1}FX'_{i,n-1}(2) - R'_i \end{cases} \quad (3 \cdot 12)$$

$$FX'_{i,n}(t) = \text{Max} \begin{cases} x'_i(t) + (1+r)^{-1}FX'_{i,n-1}(t+1) \\ x_i(1) + (1+r)^{-1}FX_{i,n-1}(2) - R_i \end{cases} \quad (3 \cdot 13)$$

式(3・11)~(3・13)の上側の式は維持した場合の最大余剰を示し、下側の式は大修繕した場合の最大余剰を示している。

各年度初めでの最適決定は、最適化対象期間 n 年に対して $FX_{0,n}(1)$ より順にたどっていけば得られることになる。

(2) モデル計算

大修繕のタイプを図3-6に示すような典型的な3種類とした。図3-7によると、最適化目標期間(n)が1~16年は現状のまま維持し続けることが最適な選択になり、17年から40年までは大修繕タイプいずれか1回をいずれかの年度に行うことが最適となる。そのうち17年の場合は9年目にタイプ3、18~19年では9年目にタイプ1を、20年以降はタイプ2となっている。41年以上では、タイプ2を最初に行い、一定期間においてタイプ1を行うことが最適な決定になることがわかる。

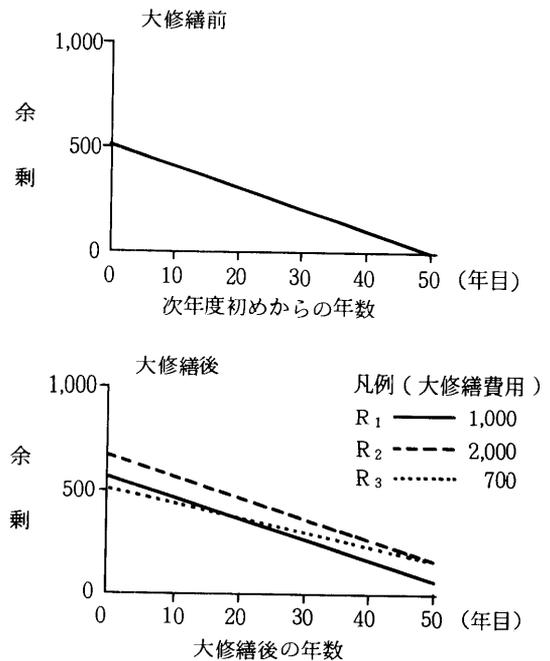


図3-6 大修繕前と大修繕後の建物の経年と余剰

最適化目標期間 (年間)	大修繕タイプ									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
~ 16
17
18~19
20~23
24~26
27~28
29~32
33~36
37~40
41
42~43
44~45
46~47
48~50

注: 表中で.....は維持あるいは期間外であることを示す。

図3-7 最適化目標期間毎の最適大修繕のタイプ

4. 住宅の敷地規模とその利用面積の分布構造

4-1 研究の目的, 方法

本章では、住宅の物的大きさとして敷地面積、延床面積を取り上げ、それぞれの分布構造の分析とともに、敷地面積階級ごとの延床面積の分布構造などについて分布モデル式を用いた現状分析を行い、さらに、計画手法へと展開していく可能性を考察する。

4-2 分布モデル式の選定と検定

敷地面積、延床面積の階級別分布数を表わす住調データを用いてヒストグラムとして表わすと、その分布形状は図4-1のように、ほとんどすべての場合において分布が左に片寄った山状の分布となる。このような形状を持つ既存の確率密度関数の分布モデルとして、ベータ分布、ガンマ分布、対数正規分布などが主に考えられる。このうち、対数正規分布は、パラメータ λ 、 ξ で分布構造が決定される。以上3つの分布モデル式について、実際の分布との適合の度合をカイ二乗検定した結果、対数正規分布におけるカイ二乗値が最も小さく、このなかでは一番適合していると言える。また、対数正規確率紙上に標本データをプロットした結果、回帰直線への相関係数が延床面積においては非常に高く、このことから分布モデルとして対数正規分布を採用することの妥当性が得られる。さらに、コルモゴロフ=スミルノフ法によ

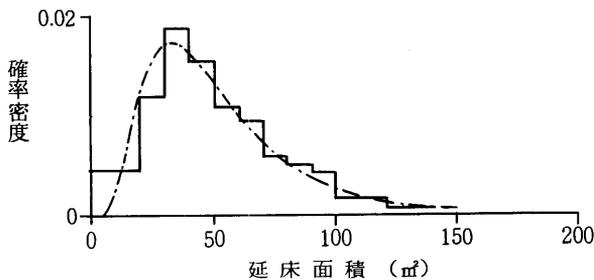


図4-1 延床面積のヒストグラムと分布関数
(昭和58年度〔全国〕、持家専用住宅、
建築時期〔戦前〕)

り統計的検定を行った。その結果、すべての場合において対数正規分布は妥当であることが明らかにされた。

4-3 分布モデル式による分析

対数正規確率紙より求めたパラメータによって決定される分布形状は、図4-1のように視覚的にもよく適合したものとなっている。

都道府県別の分布モデル式のパラメータを用いて各都道府県をグループ分けし、敷地面積の分布構造に関する各グループの特性を分析する。グループ化の基準としては両パラメータの全国平均値を用いた。パラメータ λ 、 ξ とも全国平均以上の都道府県をAa、 λ が全国平均以上で ξ が全国平均未満の都道府県をAb、 λ が全国平均未満で ξ が全国平均以上の都道府県をBa、 λ 、 ξ とも全国平均未満の都道府県をBbとして分類した。

表4-1に示すように、グループAaは、昭和48年、53年ともに千葉県のみで形成されており、敷地規模が大きく、そのばらつきも大きいことを表わしている。グループAbは、昭和48年では31県、昭和53年では34県により形成されており、このグループに属する県が最も多く、わが国における一般的な敷地規模を示すものと思われる。特徴としては、敷地規模が大きく、平均敷地面積に近い敷地面積を持つ住宅が多く分布することを示している。グループBaは、東京都、大阪府など大都市地域と、埼玉県、神奈川県など大都市周辺地域から形成されている。このグループには敷地規模の小さい住宅がかなり多く分布していると思われる。グループBbは、静岡県、兵庫県、広島県といった各地方の中心的地域と徳島県、愛媛県、高知県、長崎県などの西日本の諸県より形成されており、敷地規模は比較的小さいが、平均敷地面積に近い敷地面積を持つ住宅が多いグループであると思われる。

次に、延床面積において、対数正規分布のパラメータ λ 、 ξ の値の変動に伴う分布形状の変化を分析する。図4-2に示すように持家は、経年とともにモードが大きくなり、そのモードにおける確率密度は経年とともに小さくなり、形状が平坦になってゆくことがわかる。この

表4-1 敷地面積における都道府県別の分布モデル式のパラメータによるグループ化

グループ	年	県数	1973年		1978年	
			県名	県数	県名	県数
Aa		1	千葉	1	千葉	
Ab		31	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、栃木、群馬、新潟、富山、石川、福井、山梨、長野、岐阜、愛知、三重、滋賀、鳥取、島根、岡山、山口、香川、福岡、佐賀、熊本、大分、宮崎、沖縄	34	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、栃木、群馬、新潟、富山、石川、福井、山梨、長野、岐阜、静岡、愛知、三重、滋賀、鳥取、島根、岡山、山口、徳島、香川、福岡、佐賀、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄	
Ba		5	埼玉、東京、神奈川、京都、大阪	5	埼玉、東京、神奈川、京都、大阪	
Bb		10	静岡、兵庫、奈良、和歌山、広島、徳島、愛媛、高知、長崎、鹿児島	7	奈良、和歌山、広島、愛媛、高知、兵庫、長崎	

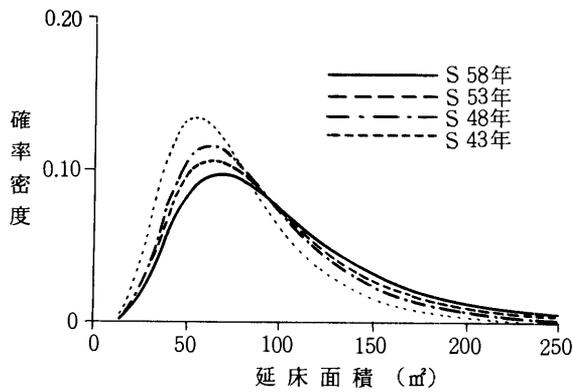


図4-2 延床面積のパラメータの経年変化による分布形状の変動(全国持家専用住宅)

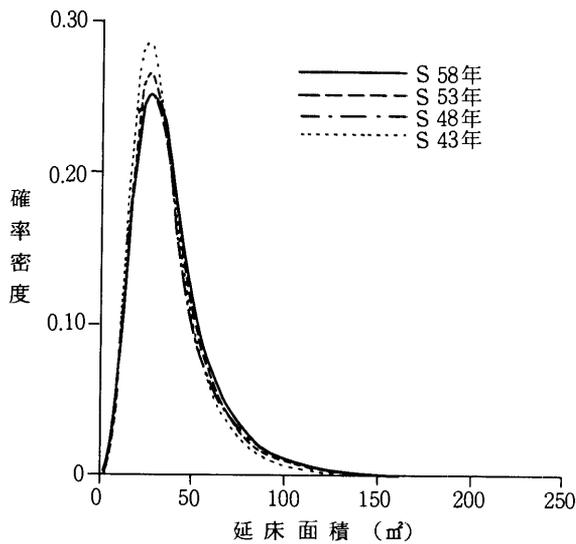


図4-3 延床面積のパラメータの経年変化による分布形状の変動(全国借家専用住宅)

ように、持家においては明確な延床面積の分布における規模の上昇を知ることができる。借家は、持家に比較してモードが小さく、そのモードにおける確率密度はかなり大きい。分布形状は持家に比較して尖り、モード付近に収斂している様子が見受けられる。また、図4-3に示すように借家は経年によるモードの変化や形状の変化が小さく、分布規模の上昇もかなり小さい。その結果、持家と借家の分布規模の格差はますます拡大してきていることがわかる。

また、パラメータ λ 、 ξ の経年的な変化には直線的傾向があり、トレンド的に次期のパラメータを推測することが可能である。

図4-4に示すように、敷地面積階級別の延床面積分布は、敷地面積階級が大きくなるにつれてそれぞれの延床面積分布やモードも大きくなってゆく。分布形状は大きく変化しながら敷地面積階級が大きくなるにつれて延床面積が平坦な分布形になっていくのを確かめることができる。

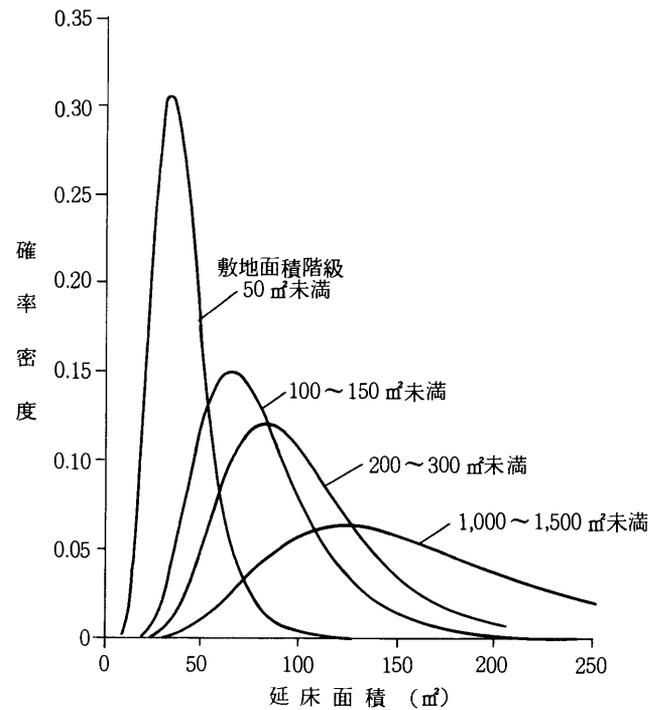


図4-4 延床面積における敷地面積階級別確率密度分布曲線

4-4 分布モデル式の計画手法への適用

(1) 分布モデル式による敷地規模コントロールの可能性

近年、戸建住宅地における過小敷地に伴う居住環境悪化の防止のため、最小限敷地規模規制を採用する自治体が増えてきている。具体的な規制値としては100m²を採用するところが多いが、その根拠は必ずしも明確ではない。前節で分析したように各地域の敷地面積の分布構造が異なるため、それも考慮した設定が必要であると考えられる。ここでは、分布モデル式を用いた規制値設定の方法を考察する。

まず、前節で求めた都道府県別の分布モデル式を用いて、それぞれの都道府県において敷地面積の小さい方から一定の割合を占める住宅の敷地面積がどれほどになるのかを推定する。全国において100m²未満の敷地面積を持つ住宅は約13%存在していることから、仮に最小限敷地規模規制に対応する敷地規模占有率として15%を採用すると、全国平均の場合103.7m²が算出され、100m²はこうした分布構造を踏えても妥当であると評価される。ところが、敷地規模が大きいとされる東北、北関東地方では、占有率15%はいずれも150m²台になる。一方、大都市及び大都市周辺では、同じ占有率で考えると、80m²前後のかなり小さい規制値となる。なお、実際の最小限敷地規模規制に関しては、多方面からのアプローチが必要となるであろう。

(2) 分布モデル式によるストック及びフローの定式化住宅ストックおよびフローの規模別戸数分布について

て、分布モデル式を用いた定式化を行うことができる。

(3) 計画手法としての援用

現在の住宅に関する規模の分布形状を、ある目標とする居住水準達成のために設定される目標分布形状へ変容させるという計画課題が考えられた場合の、分布モデル式の計画手法への適用可能性について考察を行う。

今、ある目標とする居住水準を反映した規模水準を I (m^2) とし、それをはさむ延床面積区分 $x \sim x + \alpha$ (m^2) を考えると(図4-5)、延床面積が $x \sim I$ にかけては(a)部の面積で表わされる戸数は、「居住水準達成へ向けての更新計画戸数」となり、(b)部の面積で表わされる戸数は、「目標分布形状達成へ向けての更新計画戸数」となる。更新計画としては(a)部の戸数が優先的に計画対象となると思われる。

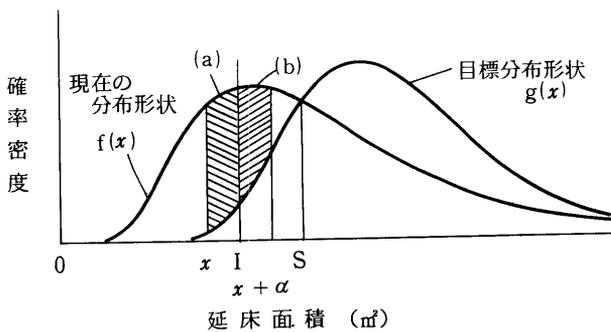


図4-5 分布モデル式に基づく計画への展開例

また、現在の分布形状を表わす確率密度関数を $f(x)$ 、目標分布形状のそれを $g(x)$ とすると、その交点を表わす延床面積 (S とする) が図4-6のように通常求められる。さらに、延床面積を I と S により3区分に分け、それぞれの一定の意味づけを考えられる区分を用いた更新戸数を求めることができる

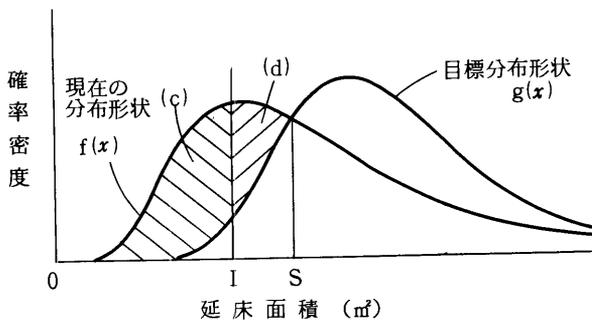


図4-6 分布モデル式に基づく計画への展開例

5. 住宅居住構造の予測

5-1 研究の目的, 方法

本章では、世帯と住宅の対応関係を定量的に記述できる住宅居住構造予測モデルを開発、提案する。具体的には、図5-1に示すように、地域における居住予測モデルの前段階として地域人口予測モデルと地域世帯予測モデルを考える。これらを用いた石川県でのケーススタディを通じてモデルの検討を行っている。さらに数種類の傾向予測の手法を用いてトレンド予測を行い、最も適切と思われる予測手法を用いて住宅居住構造予測モデルを全国都道府県へ適用し、モデルの有用性等を評価している。

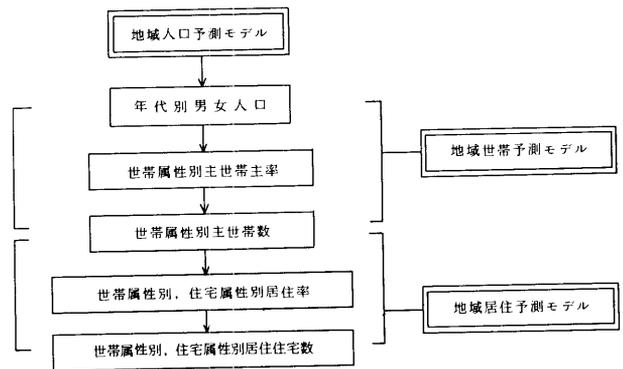


図5-1 地域居住構造予測モデルの全体構造

5-2 モデル構造

(1) 地域人口予測モデル

居住構造予測モデルの前段階の前半を構成する地域人口予測モデルとして、既存のコホート生存法(要因分析法)を用いる。

(2) 地域世帯予測モデル

地域居住予測モデルの前段階の後半の地域世帯予測モデルにおいて、前節の地域人口予測モデルにより予測した当該地域における男女別年齢階級別人口をもとに、世帯属性別主世帯数を求めることを考える。ここで、主世帯は、住調による定義を用いており、世帯属性は居住予測の目的に関わるものを用いることになる。

まず、世帯属性を考慮しない場合は、

$$\mathbf{H}(t) = \begin{pmatrix} h_1^F(t) h_1^M(t) \\ h_2^F(t) h_2^M(t) \\ \vdots \\ h_n^F(t) h_n^M(t) \end{pmatrix} = \mathbf{h}(t) \cdot \mathbf{P}(t) \tag{5.1}$$

$P_n^F(t), P_n^M(t)$: 時点 t における n 番目コホート人口 ($n = 1, 2, \dots, N$)

$h_n^F(t)$, $h_n^M(t)$: 時点 t における年代グループ n の女性, 男性が主世帯の世帯主となっている比率

$$(h_n^F(t), h_n^M(t) \leq 1.0)$$

P: 人口マトリックス

次に, 世帯属性を考慮し世帯属性ごとの主世帯数が記述できるモデルを考えると,

$$\mathbf{H}(t) = \begin{pmatrix} H_1(t) \\ H_2(t) \\ \vdots \\ H_n(t) \\ \vdots \\ H_i(t) \\ \vdots \\ H_N(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}^F(t)h_{11}^M(t)h_{12}^F(t)h_{12}^M(t)\cdots h_{1n}^F(t)h_{1n}^M(t) & \cdots & P_{11}^F(t) \\ h_{21}^F(t)h_{21}^M(t) & \cdots & P_{21}^F(t) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{n1}^F(t)h_{n1}^M(t) & \cdots & P_{n1}^F(t) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{i1}^F(t)h_{i1}^M(t) & \cdots & P_{i1}^F(t) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N1}^F(t)h_{N1}^M(t) & \cdots & P_{N1}^F(t) \end{pmatrix} = \mathbf{h}(t) \cdot \mathbf{P}(t) \quad (5 \cdot 2)$$

$P_n^F(t)$, $P_n^M(t)$: 時点 t における n 番目コホート人口 ($n=1, 2, \dots, N$)

$h_{in}^F(t)$, $h_{in}^M(t)$: 時点 t における年代グループ n の女性, 男性が, 世帯属性 i の主世帯の世帯主である比率

$H_i(t)$: 時点 t における世帯属性 i の主世帯数

H: 世帯マトリックス

h: 人口・世帯対応マトリックス

P: 人口マトリックス

ただし, 式 (5・2) で記述している世帯属性は, ひとつの指標に関するものである。この人口・世帯マトリックス $\mathbf{h}(t)$ は, 三宅醇氏らがライフサイクルマトリックスと呼んでいるものに相当する。

(3) 地域居住予測モデル

地域居住予測モデルは, 地域世帯予測モデルより得た主世帯数を用いて, 将来期における居住構造を把握することを目的としている。なお, ここでの居住構造とは, 世帯属性・住宅属性別の居住住宅数を意味する。地域世帯予測モデルにより世帯属性別主世帯が与えられたとすると, 居住世帯のある住宅数と主世帯数が等しいことを考慮すると, 住宅属性別居住住宅数は,

$$\mathbf{D}(t) = \begin{pmatrix} D^1(t) \\ D^2(t) \\ \vdots \\ D^k(t) \\ \vdots \\ D^N(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1^1(t)C_1^2(t)\cdots & C_1^1(t)\cdots & C_1^1(t) \\ C_2^1(t)C_2^2(t)\cdots & C_2^1(t)\cdots & C_2^1(t) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ C_k^1(t)\cdots & C_k^1(t)\cdots & C_k^1(t) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ C_N^1(t)\cdots & C_N^1(t)\cdots & C_N^1(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_1(t) \\ H_2(t) \\ \vdots \\ H_i(t) \\ \vdots \\ H_N(t) \end{pmatrix} = \mathbf{C}(t) \cdot \mathbf{H}(t) \quad (5 \cdot 3)$$

$H_i(t)$: 時点 t における世帯属性 i の主世帯数

$C_i^k(t)$: 時点 t における世帯属性 i の世帯が住宅属性 k の住宅に居住している比率 ($\sum_k C_i^k(t) = 1.0$)

$D^k(t)$: 時点 t における住宅属性 k の居住住宅数

C: 世帯住宅属性対応マトリックス

H: 世帯マトリックス

D: 住宅マトリックス

ここで, 住宅属性 k の居住住宅のうち他の住宅属性 j の

占める割合を $e_j^k(t)$ ($\sum_j e_j^k(t) = 1.0$) とすると, 式 (5・3) は,

$$\mathbf{D}_j(t) = \begin{pmatrix} D_j^1(t) \\ D_j^2(t) \\ \vdots \\ D_j^k(t) \\ \vdots \\ D_j^N(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_j^1(t) & & & & \\ & e_j^2(t) & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & e_j^k(t) & \\ & 0 & & & \ddots & \\ & & & & & e_j^N(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D^1(t) \\ D^2(t) \\ \vdots \\ D^k(t) \\ \vdots \\ D^N(t) \end{pmatrix} = \mathbf{E}_j(t) \cdot \mathbf{D}(t) = \mathbf{E}_j(t) \cdot \mathbf{C}(t) \cdot \mathbf{H}(t) \quad (5 \cdot 4)$$

さらに,

$$\mathbf{F}_j(t) = \mathbf{E}_j(t) \cdot \mathbf{C}(t) \quad (5 \cdot 5)$$

とおくと, 式 (5・4) は次のように書き改められる。

$$\mathbf{D}_j(t) = \mathbf{F}_j(t) \cdot \mathbf{H}(t) \quad (5 \cdot 6)$$

式 (5・5) で定義される $\mathbf{F}_j(t)$ の要素 $f_{ij}^k(t)$ は, 全居住住宅数に対する住宅属性 k , j の住宅に居住する世帯属性 i の主世帯数の割合であり, 次式を満たす。

$$f_{ij}^k(t) = C_i^k(t) \cdot e_j^k(t) \quad (\sum_j \sum_k f_{ij}^k(t) = 1.0) \quad (5 \cdot 7)$$

次に, 時点 t において世帯属性 i の世帯の居住する住宅のうち住宅属性 j である割合を $C_{ij}(t)$ ($\sum_j C_{ij}(t) = 1.0$) とすると, 世帯属性 i の世帯の住宅属性 j 別居住住宅数 $D_{ij}(t)$ は, 次式で表わされる。

$$\mathbf{D}_i(t) = \begin{pmatrix} D_{i1}(t) \\ D_{i2}(t) \\ \vdots \\ D_{ij}(t) \\ \vdots \\ D_{iN}(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{i1}(t) & & & & \\ & C_{i2}(t) & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & C_{ij}(t) & \\ & 0 & & & \ddots & \\ & & & & & C_{iN}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_1(t) \\ H_2(t) \\ \vdots \\ H_i(t) \\ \vdots \\ H_N(t) \end{pmatrix} \quad (5 \cdot 8)$$

以上のように, 地域居住予測モデルは, 数式構造的に大きく式 (5・3) の (K, I) 型対応マトリックスを用いたモデルと, 式 (5・8) の J 次対角対応マトリックスを用いたモデルとに分類される。

5-3 ケーススタディ

(1) 地域居住予測モデルの適用

石川県を対象とし, 昭和58年の世帯属性別住宅属性別居住住宅数を予測する。モデルの適用にあたり, 本来ならば地域世帯予測モデルで得た主世帯数を用いるが, ここでは地域居住予測モデル自体の適合度を評価するため, 住調より得られる昭和58年の住宅属性別データを用いることにする。予測はトレンド的方法により行い, その結果得られる昭和58年予測値と住調調査値との比較を図5-2に示した。それによると, 持家・借家の「18.0~23.9畳」や借家の「6.0~11.9畳」など幾つかのカテゴリーで多少の誤差がみられるが, 全体的にみてもほぼ妥当な値を示していることがわかる。

(2) 予測方法の検討

前節ではマトリックス構成要素の予測に回帰直線を用いて計算を進めたが, ここでは4通りのトレンド的予測手法を用いて行った結果, 図5-3に示す分布状況を得

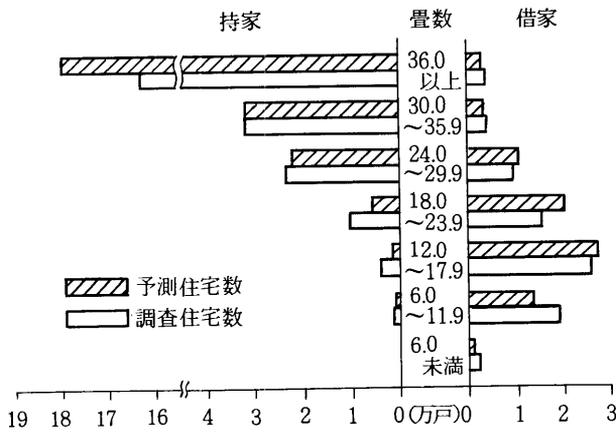


図5-2 モデルによる予測値と住調査値との比較（住宅所有関係別住宅規模別居住住宅数）

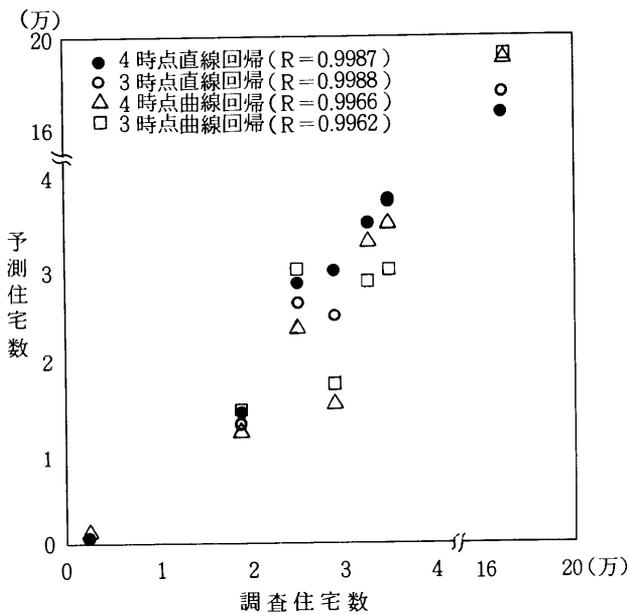


図5-3 モデル予測値と住調査値

た。これより、すべての方法において比較的高い相関を得ていることがわかるが、過去3時点のデータを用いた直線回帰による予測が、これらの方法の中でデータ量が少なく済むこと、近年の居住状況の変化をより適切に反映していると思われることから、トレンド的予測方法としてやや優れていると思われる。

(3) 全国都道府県へのモデル適用結果

前節において比較的有效だと認められた3時点直線回帰の予測方法を用い、各都道府県における世帯住宅規模対応マトリックスより、全国都道府県への地域居住予測モデルの適用を行った。

計算結果より、全体的にモデルによる予測精度は全国都道府県においても比較的高い値を示し、トレンド的予測モデルとしての目的をほぼ達していると考えられる。

6. 新規住宅供給による住み替え連関モデル

6-1 研究の目的・方法

ここでは新規住宅供給による世帯の住み替えを記述することのできる住み替え連関モデルを開発、提案し、石川県におけるケーススタディ的な適用を通じて計画モデルとしての有効性、限界などを考察している。

モデル構築に際しては、実際の計画への適用性を考慮して次の点に留意している。①一定期間内に生ずる世帯の住み替えを新規供給によるものと中古住宅によるものの2段階に分けてとらえる。②住宅タイプ別の新規供給量を説明変数として住み替えを記述できるような構造とする。③世帯の変動と住宅の状態の変化を連動させて線形で定式化する。

6-2 モデルの構造

モデルの全体構成を図6-1に示す模式図を用いて説明すると、第1段階は計画期間内に供給される新規住宅に対する住み替えを表わすものであり、便宜的に時点*t*から*t+ΔT*のΔ*T*期間を設ける。このとき生ずる住み替えを住み替え前の世帯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み替え、②圏域内で新たに形成される世帯、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住み替えの比率を定義することによって、各住み替え量を定式化する。ここで、②を圏域内の新規形成世帯と呼ぶ。

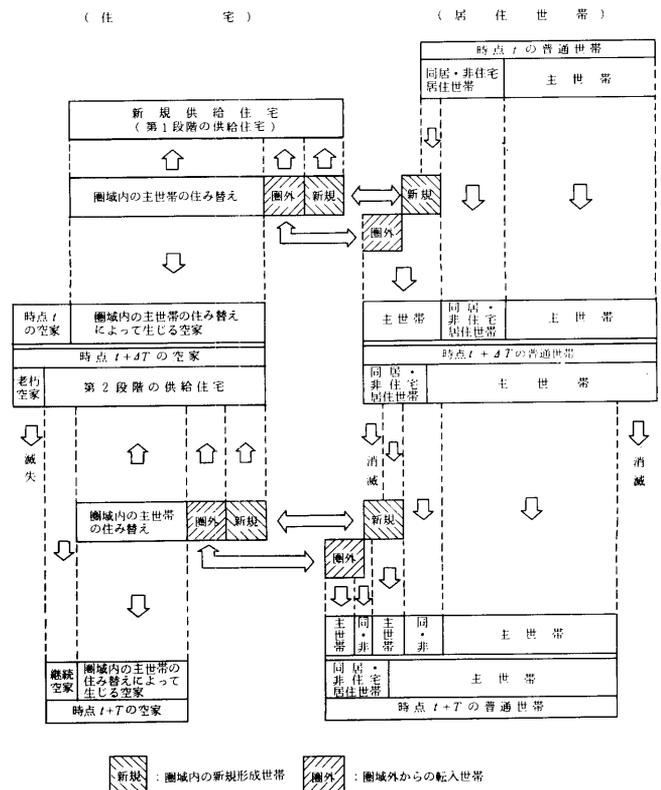


図6-1 住み替え連関モデルの模式図

さらに、そうした住み替えによる世帯の居住構造の変化を主世帯と同居・非住宅居住世帯の量的な対応関係から説明し、時点 $t+\Delta T$ における世帯と住宅の状態を新規供給量を用いて表わす。

第2段階では、第1段階で生じた空家と時点 t で存在する空家のうち居住可能な住宅が住み替えの対象として供給されると考え、それに対する住み替えをモデル化するものであり、ここでも便宜的に時点 $t+\Delta T$ から $t+T$ の $T-\Delta T$ 期間を設ける。このとき、住み替えの対象となる空家を有効空家とし、そうでない空家を老朽空家と定義して、老朽空家は期間 $T-\Delta T$ 内に減失するものとして扱っている。

第2段階での住み替えは第1段階とは異なり、一定期間 $T-\Delta T$ 内の世帯の移動としてとらえ、時点 $t+\Delta T$ から $t+T$ への2時点間での居住形態間における住み替えの比率を定義し、それにより住み替え量を表わすものである。そして、この住み替えによる世帯の変動を第1段階と同様な手法で求め、時点 $t+T$ の世帯と住宅の状態を新規供給量を用いて表わしていく。ただし、第2段階では世帯の変動要因として圏域外へ転出する世帯および圏域内で消滅する世帯を考慮する。

ここでは具体的なモデル構造の記述を略すが、モデルの全体構造は図6-2のようになる。

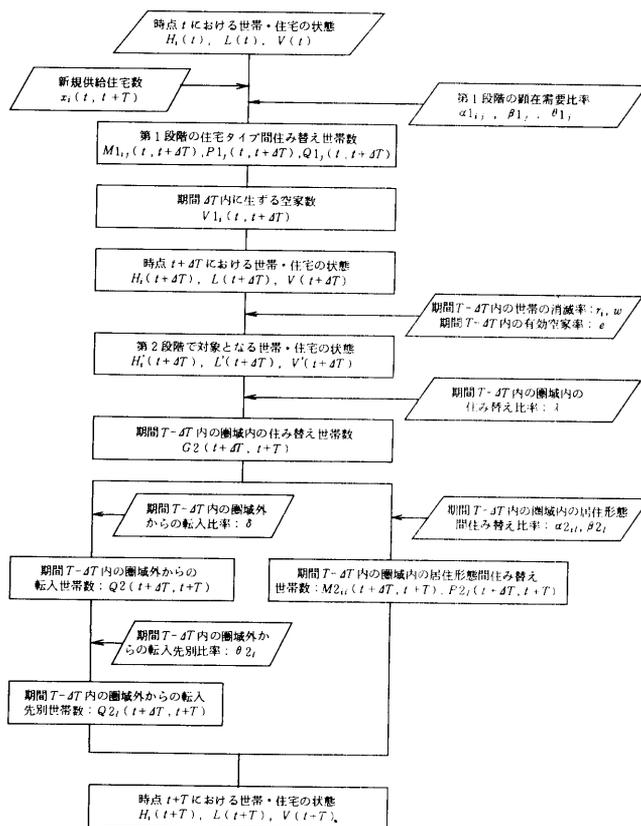


図6-2 住み替え連関モデルの全体構造

6-3 モデルの特性分析

昭和48年10月から53年9月までの既存統計資料よりモデルのパラメータを求め、次の期間(昭和53年10月~58年9月)にモデルを適用し、計画最終時点でのモデル値と住調調査値とを比較する。なお、住宅タイプとして住宅の所有関係を用いており、新規住宅供給量は実際に供給され、入居者のある住宅数としている。

結果を図6-3に示す。図より世帯数の少ない居住形態では適合度が高く、世帯数の多い持家、民営借家といった居住形態ではモデル値と住調調査値の差が大きくなっていることがわかる。これは、パラメータ算出期間の前5年間に比較して計画対象のモデル適用期間の方が、持家化の傾向が鈍化し、民営借家化の傾向が強まっていることを反映したものであると思われる。

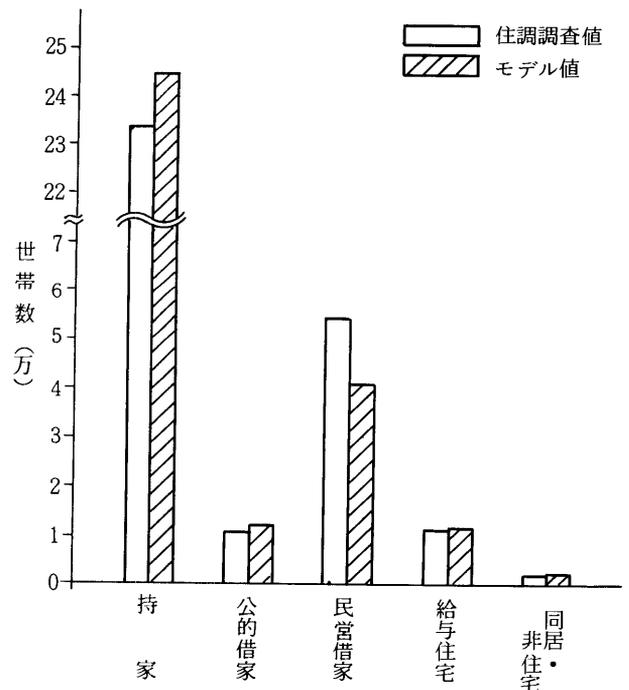


図6-3 モデル値と住調調査値の比較 (昭和58年石川県)

いずれにしても全体を概観すると、モデル値はほぼ全体の傾向に適合しており、計画を支援するモデルとしては、一定の有用性を認めることができる。

この住み替え連関モデルの最も主要な特徴は、住宅タイプ別の新規供給量によって住み替え構造を記述することができる点にある。

(1) 新規住宅供給が世帯の住み替え構造に及ぼす影響

新規住宅供給量と住み替えを行う世帯の住み替え前の居住形態別世帯数との関係を住み替え連関モデルを用いて考察する。具体的には、5年間にあるひとつの所有関係の住宅しか供給しない場合を想定し、供給する住宅の所有関係別に供給戸数千戸当りの住み替え世帯数を算出した。結果を表6-1に示す。これにより石川県におけ

表6-1 供給住宅の所有関係別供給戸数千戸当たりの
 住み替え前の居住形態別住み替え世帯数
 (石川県)

住み替え前の 居住形態		供給住宅の所有関係			
		持家	公的借家	民営借家	給与住宅
県内の 住み 替え 世帯	持家	470	30	110	110
		46.1	2.8	10.0	10.1
	公的借家	70	110	20	20
		6.9	10.3	1.9	1.8
	民営借家	230	460	380	140
		22.5	42.9	34.5	12.8
	給与住宅	60	80	40	270
		5.9	7.5	3.6	24.8
	新規形成世帯	170	280	330	60
		16.7	26.2	30.0	5.5
小計	990	960	880	600	
	97.1	89.7	80.0	55.0	
県外からの転入世帯	30	110	220	490	
	2.9	10.3	20.0	45.0	
合計	1020	1070	1100	1090	
	100.0	100.0	100.0	100.0	

上段：世帯数
 下段：構成比(%)

るモデル適用期間に関する新規の住宅供給が地域における住み替えに与える影響について様々な点が分析できる。

即ち、住み替え連関モデルを用いることにより、新規住宅供給が世帯の住み替えに作用する働きを一定の仮定のもとである程度定量的に把握することが可能となり、住宅供給計画立案の際に用いることにより幾つかの有益な指標を得ることが出来るものと思われる。

(2) 同居・非住宅居住世帯の解消について

現行の住宅建設計画における建設必要戸数ひとつとしてあげられている同居・非住宅居住世帯について、住み替え連関モデルを用いて検討する。具体的には、あるひ

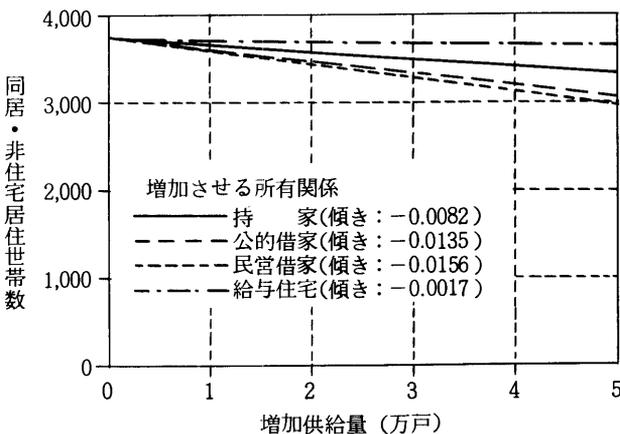


図6-4 新規住宅供給による同居・非住宅居住世帯の解消(石川県)

とつての所有関係の住宅供給量を増加させ、その時他の所有関係の供給量は一定として、計画期間最終時点の同居・非住宅居住世帯数をモデルにより算出している。

その結果を図6-4に示す。これより、傾きの最も大きい民営借家、次いで公的借家を供給した場合が同居・非住宅居住の解消に大きく貢献することがわかる。

7. 線形計画法を用いた住宅供給計画支援モデル

7-1 研究の目的, 方法

本章では、前章の住み替え連関モデルによって記述される世帯の住居移動構造に基づいて、地域の住宅供給計画の立案に関わる政策的、物理的な制約のもとで、計画期間内にできるだけよい効果を期待できる最適なタイプ別の新規供給量を決定するために線形計画法を適用する。モデルのフローチャートを図7-1に示す。また、モデルを昭和53年10月から58年9月の5年間を対象として石川県へ適用しモデル特性を分析する。

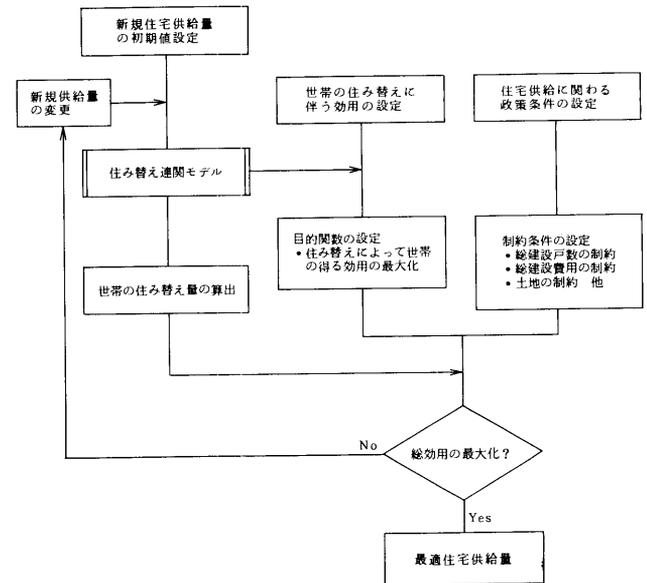


図7-1 線形計画法を用いた住宅供給計画支援モデルのフローチャート

具体的な研究の方法は以下のようなものである。①住宅のタイプとしては持家、公的借家、民営借家、給与住宅の4つの所有関係を設ける。②世帯が住み替えによって得る効用は、基本的には居住形態間の居住水準の差として定義し、その際指標として、1世帯当たりの畳数を用いた場合と1人当たりの畳数を用いた場合の2つのケースを設定する。③制約条件として与えるデータは、石川県の特性を反映した仮想的な値とする。④以上より、外生的に与える政策変数や物理的制約を変動させることによって所有関係別の最適供給量や総効用がどのように変化するかを、上記の2つのケースについて比較検討する。

7-2 モデルの構造

(1) 目的関数

世帯の住み替えが住宅需要として顕在化する背景には種々の要因が考えられるが、住宅とそれをとりまく環境の質の改善要求の結果として狭義に住み替えをとらえると、世帯は住み替えによって何らかの心理的あるいは物理的な効用を得ると考えることができる。

一方、住宅供給政策は新規住宅供給によって世帯の住み替えを誘導し、対象地域の居住水準を向上させることがひとつの目的であり、前述の効用の概念に基づくと、住宅供給に伴う住み替えによってもたらされる効用を最大にすることが政策目標のひとつとなりうる。さらに、計画期間内に生じる住み替えがすべて新規住宅供給によるものであると仮定する。なお、具体的なモデル構造の記述は略する。

(2) 制約条件

住宅供給に関わる政策的、物理的な制約で現実的なものとして次のものが考えられる。①総住宅供給量の制約、②住宅タイプ別供給量の制約(非負条件)、③総住宅建設費用の制約、④総供給宅地面積の制約、⑤同居・非住宅居住世帯の解消、なお、この同居・非住宅居住世帯は量的には少ないが、ここでは政策的な制約のひとつの例として設定するものである。

7-3 シミュレーションによる特性分析

(1) モデルケースの設定

適用期間は昭和53年10月を予測起点、58年9月を予測終点とする5年間とし、線形計画モデルのサブモデルとして位置づけられる住み替え連関モデルに含まれるパラメータは予測起点より過去5年間に相当する期間に関連する既存統計資料より得たものを用いる。

線形計画モデルは外生的に与える制約条件や政策変数によって種々のケースが考えられるが、ここでは次のようなモデルケースを設定する。

(a) 目的関数

目的関数における効用としては基本的に居住形態間の居住水準の差を用いることにする。この居住水準には種々の指標が考えられるが、世帯が住み替えることによって得る効用であることから、次の2つのケースを設定する。①1世帯当たり畳数(ケース1)、②1人当たり畳数(ケース2)、効用については住宅統計調査をもとに設定する。

(b) 制約条件

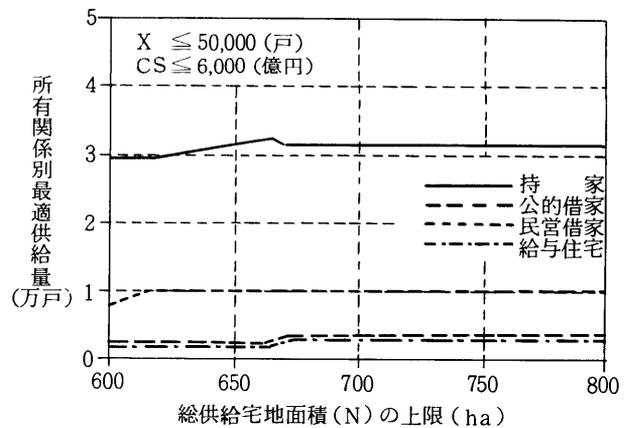
制約条件については7-2(2)に示したものを同時的に設定する。①総住宅供給量の制約は50,000戸以下、②所有関係別供給量の制約は昭和48年10月から53年9月までの供給実績の所有関係別構成比に対する±20%の範囲を設定する、③総住宅建設費用の制約は固定せずに、ある

一定の範囲の中で変動させることによって、モデルの挙動を分析する、④総供給宅地面積の制約も③と同様固定せずに、ある一定の範囲の中で変動させる、⑤同居・非住宅居住の解消は計画期間内に1割解消するものとした。

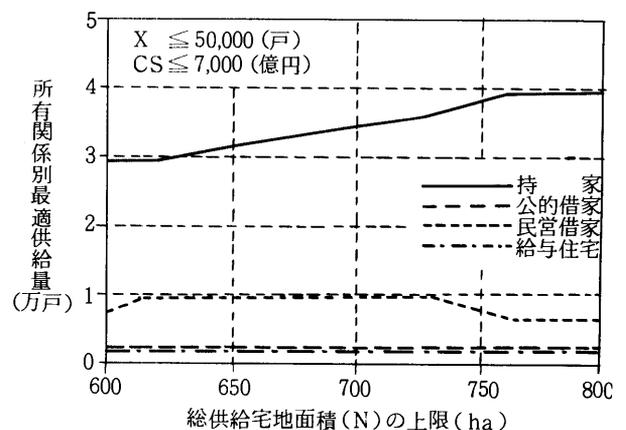
(2) モデルシミュレーション

以上のような目的関数と制約条件のもとで、モデルのシミュレーションを行う。まず、総建設費用の上限(CS)として6,000億円と7,000億円の2つのケースを設定し、総供給宅地面積を600から800haまで変化させた場合についてそれぞれの最適供給量を示したのが図7-2である。このとき、図7-2(1)は目的関数の効用を表わす指標として1世帯当たり畳数を用いた場合(ケース1)であり、図7-2(2)は1人当たり畳数を用いた場合(ケース2)である。

これより、持家と民間借家で最適供給量に変動があるものの、公的借家、給与住宅はあまり変化していないことがわかる。さらに、総供給宅地面積の上限を上げていけばいくほど持家の最適供給量は増加している。これは



(a) 総建設費用(CS)の上限が6,000億円の場合



(b) 総建設費用(CS)の上限が7,000億円の場合

図7-2(1) 総供給宅地面積の変動による所有関係別最適供給量の推移(ケース1, a=0.1)

現状の住み替えパターンでは持家への住み替えが最も大きいことに帰因するためであろう。

次に(1)と(2)ではいずれの場合にもほとんど差はみられないが、(a)の $CS \leq 6,000$ (億円)の場合に、ケース2では公的借家の最適供給量は変化していないのに対して、ケース1では給与住宅とともに最適量は上昇している。

また、建設費用の制約別にみると、総建設費用の上限の大きい $CS \leq 7,000$ (億円)の方が最適供給量の変化が全般にわたっているが、これはある意味で当然のことと言えるだろう (図7-2(b))。

次に、総供給宅地面積の上限(N)に700haと800haの2つのケースを設定し、総建設費用を5,500から7,000億円まで変化させた場合についてシミュレーションした。その結果を図7-3に示す。

これを総供給宅地面積の制約別にみると、(a)の $N \leq 700$ (ha)の場合、民間借家供給量は変化していないのに対して、(b)の $N \leq 800$ (ha)の場合、総建設費用の上限が6,500億円を越えたあたりで民間借家供給量は減少し、そ

のぶん持家供給量が増加している。これより、過去の住み替えの構造に基づくと、土地に余裕があれば、民間借家より持家を供給した方が効用が大きいと言えるであろう。

また、図7-3(1)と(2)を比較すると、図7-2と同様にケース2では公的借家供給量は一定して変わらないのに対して、ケース1では給与住宅とほぼ同様な動きを示している。これは、ケース2の場合、目的関数の公的借家供給量にかかる係数が全所有関係の中で最も小さい値であるのに対し、ケース1では公的借家よりも民間借家の方が係数が小さいことから、世帯単位で考えた場合には個人単位の場合よりも公的借家を供給することにより多くの効用が期待されることによるものであろう。

また、図7-2、3に示したいずれのケースについても、目的関数の値はほぼ一定の割合で増加していることがわかった。

以上のように、簡単なモデルケースを設定してのシミュレーションであったが、政策変数の変動や目的関数の設定の仕方による影響が最適供給量に見られ、得られ

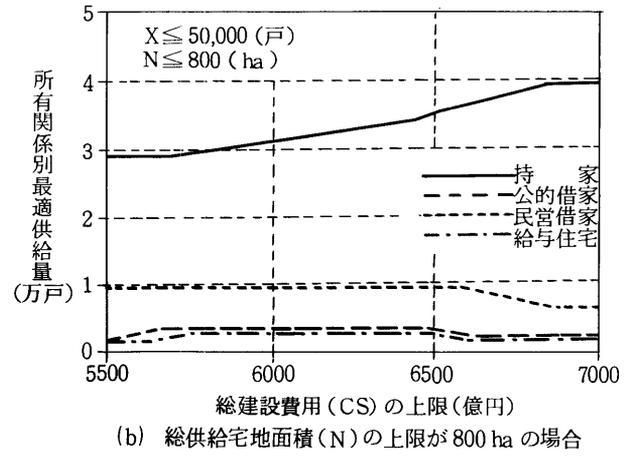
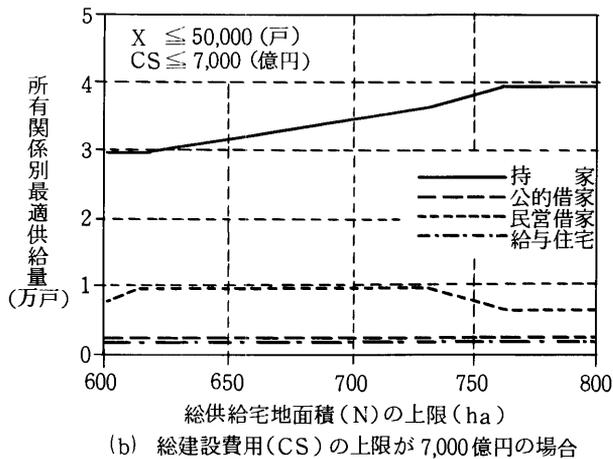
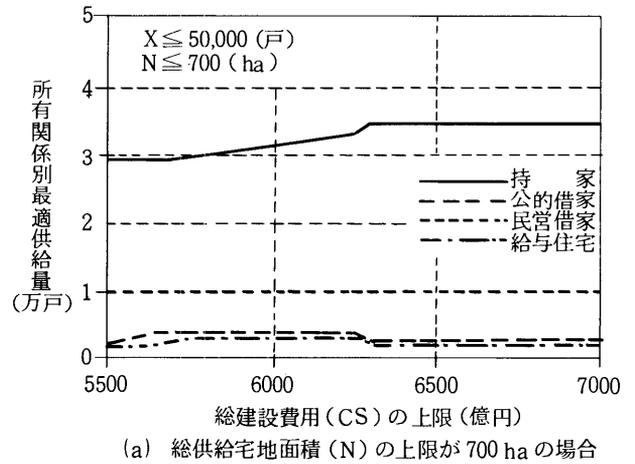
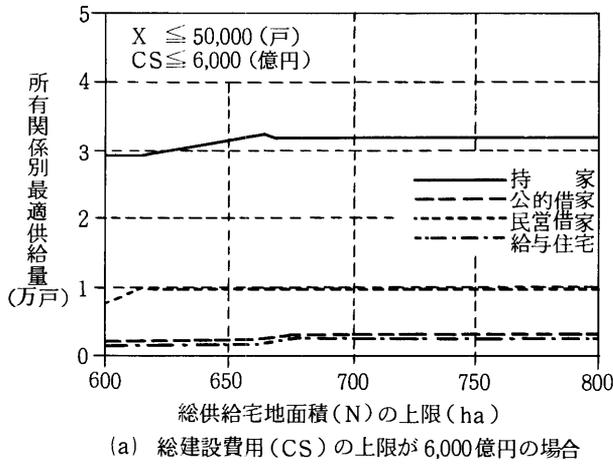


図7-2(2) 総供給宅地面積の変動による所有関係別最適供給量の推移 (ケース2, $a=0.1$)

図7-3(1) 総建設費用の変動による所有関係別最適供給量の推移 (ケース1, $a=0.1$)

た解もほぼ妥当な傾向を示していることから、最適供給量の決定問題に線形計画法を適用することに一定の有用性を認めることができたと思われる。

謝 辞

本研究を進めるにあたっては、石川県土木部建築住宅課の沖村恒雄課長をはじめ、住宅建設計画担当者との幾度かの討議の機会を持つことができ、資料上の便宜を受けた。また、京都大学工学部三村浩史教授、福井大学工学部玉置伸悟教授、豊橋技術科学大学三宅醇教授、建設省建築研究所森本信明室長には研究内容全般にわたり直接、間接に多くのご助言と示唆を賜わった。深く感謝したい。

〈研究組織〉

主査	川上 光彦	金沢大学工学部助教授
委員	西田 康隆	日建設計
	鹿毛 達也	NTT
	鈴木 伸夫	金沢大学大学院生
	畠 茂雄	金沢大学大学院生

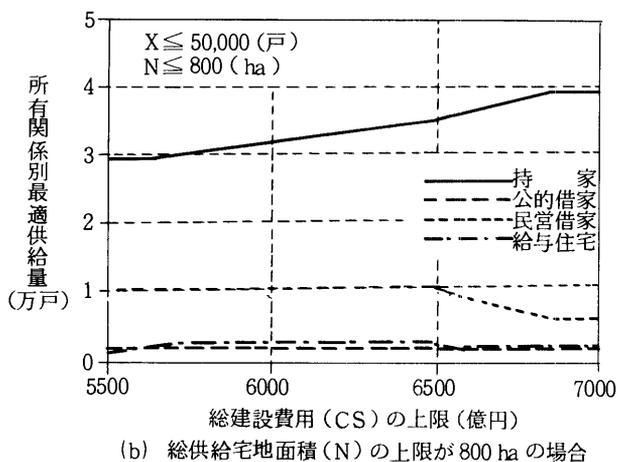
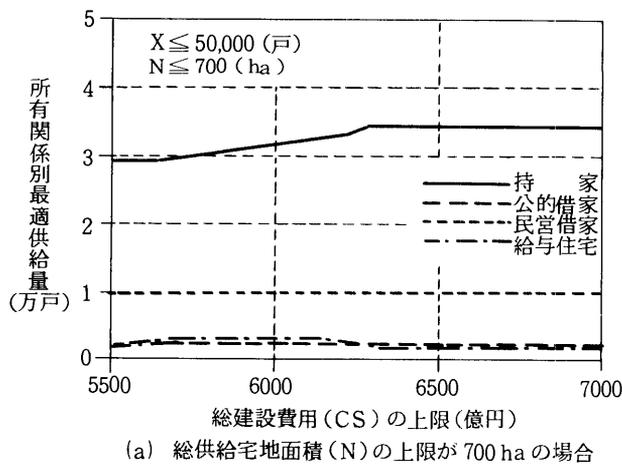


図 7-3(2) 総建設費用の変動による
所有関係別最適供給量の推移
(ケース 2, a=0.1)