通勤交通と住宅需要の関連について

金沢大学工学部　正員　松浦義満

1. まえがき

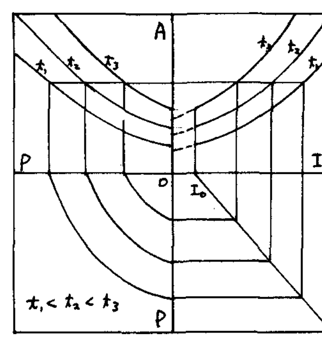
既に発表した如く、居住環境が一様であると仮定した都市空間において住宅需要メカニズムを構成する主要な因子と考えられるものは延べ床面積、世帯人員、世帯所得、住宅費負担力および通勤所要時間の5つの因子であり、それらの因子間には図－1に模式図で示す如き関係が成立している（民営借家を対象にした場合）[1]。図－1の第1象限において通勤所要時間tが一定の場合、世帯人員1人当り（以下、1人当りと呼ぶ）の延べ床面積Aは1人当りの所得Iが大きくなるにつれて増大しており、この関係は次の如く表わされる。

$$A = A_t \exp(\alpha I) \qquad (1)$$

ここにA_tは$I=0$の世帯が通勤所要時間tの地点に求める1人当りの延べ床面積であり、αは常数である。また図－1の第4象限は、通勤所要時間tの長短に関係なく、1人当りの住宅費Pが1人当りの所得Iに比例して変動することを示しており、この事象は次式の如く表わされる。

$$P = \beta'(I - I_0) \qquad (2)$$

ここにβ'は定数であり、I_0は住宅費$P=0$の世帯の1人当りの所得である。



図－1　通勤所要時間帯（t_1, t_2, t_3）別1人当りの延べ床面積A, 所得I, 住宅費Pの関係

今回は過去に口頭発表した住宅需要メカニズムに関する理論展開[2]を補充しつつ、かつその後に考察した住宅の規模と通勤所要時間の代替関係およびその理論に基づいて算出される持家の資産価値等について報告する。

2. 通勤所要時間が一定の場合の住宅需要価格（付け値）

2－1. 限界需要価格と全部需要価格

一般にある経済財の限界需要価格は、消費者の所得が大きくなるにつれて上昇し、財の購入量が多くなるとその財に対する限界効用が減少するために低下する。住宅は一つの経済財であるため、住宅に対してもこの法則を適用することができる。そこで、住宅の購入量の大きさは住宅の規模、すなわち延べ床面積で測るものとし、通勤所要時間tが一定の場合、住宅の限界需要価格（1人当りの）$\partial P/\partial A$は1人当りの住宅費負担力$(I-I_0)$に比例して上昇し、1人当りの延べ床面積Aに逆比例して低下すると仮定して次式の如く表わす。

$$\partial P/\partial A = \beta(I - I_0)/A \qquad (3)$$

ここにβは住宅費負担力性向を表わす係数である。式（3）をAについて積分して、全部需要価格Pを求めると

$$P = \beta(I - I_0)\ln(A/{}_I a_t) \qquad (4)$$

となる。ここに${}_I a_t$は1人当りの所得Iの世帯が通勤所要時間tの地点に求める住宅の最小延べ床面積（1人当りの）を表わす。${}_I a_t$は1人当りの所得Iおよび通勤所要時間tが大きくなるにつれて増大すると考えられる。なぜならば、1人当りの所得Iが大きくなれば、より大きな床面積を要求するようになり、また通勤所要時間tが大きくなると、その犠牲量に見合うだけの床面積の増大を欲求するようになると考えられるからである。

2－2．住宅の規模の決定．

一般に経済財の取引量は需要曲線と供給曲線の交わる点で決る．このとき取引量はその財の１個当りの大きさで表わされる場合もあり、個数で表わされる場合もある。住宅の需要、供給に関しても、如何なる規模の住宅が取引されるかという側面と、それらが何戸取引されるかという側面がある．何戸取引されるかという問題は需要者グループと供給者グループの間に生ずるものであり、如何なる規模の住宅が取引されるかという問題は住宅需要者個人と供給者グループの間に生ずるものである。ここでは後者の問題、すなわち住宅の規模決定の問題を検討する。

住宅供給者は収益最大を目指すため、供給する住宅の規模を単位延べ床面積に対して最高の付け値となるように決定すると考えられる。このときの住宅の規模を求める．１人当りの所得 I の世帯が求める住宅の単位延べ床面積当りの全部需要価格 p は、式（４）から

$$p=\frac{P}{A}=\frac{\beta(I-I_0)}{A}\ln\frac{A}{{}_I a_t} \qquad (5)$$

と表わされる。式（５）で与えられる p を最大にする１人当りの延べ床面積 A は式（５）を A で微分することによって得られる。$\partial p/\partial A=0$ は

$$-\frac{1}{A^2}\ln\frac{A}{{}_I a_t}+\frac{1}{A^2}=0$$

であるから、p を最大にする１人当りの延べ床面積 A は

$$A={}_I a_t\exp(1)=2.7183\,{}_I a_t \qquad (6)$$

となり、このときの A は ${}_I a_t$ の大きさに依存する．

住宅は人間の生活に直接的に結びついた典型的な優等財であるため、通勤所要時間 t を一定にしたとき、住宅として求める最小床面積 ${}_I a_t$ は、１人当りの所得 I が大きくなるにつれ、ある限界までは加速度的に増大するものと考えられる．そこで ${}_I a_t$ を次式の如く仮定する．

$${}_I a_t={}_0 a_t\exp(\gamma I) \qquad (7)$$

ここに ${}_0 a_t$ は $I=0$ の世帯が通勤所要時間 t の地点に求める最小延べ床面積であり、また γ は定数である．

式（７）を式（６）に代入して A を求めると，

$$A={}_0 a_t\exp(\gamma I+1) \qquad (8)$$

となる。式（８）で与えられる A は実態調査[1]から得られた式（１）に合致しなければならない。式（１）と式（８）から γ と A_t を求めると，

$$\gamma=\alpha \quad \text{および} \quad A_t={}_0 a_t\exp(1)$$

となる。これらを式（７）に代入すると

$${}_I a_t=A_t\exp(\alpha I-1) \qquad (9)$$

を得る。

2－3．所得 I と全部需要価格 P の関係．

住宅供給者が単位延べ床面積当りに最高の付け値をする需要者に住宅を供給するとしたときの需要者の１人当りの所得 I と全部需要価格 P の関係を求める．単位延べ床面積当りの全部需要価格の最大値 p_{max} は式（６）を式（５）に代入することにより，

$$p_{max}=\beta(I-I_0)/A \qquad (10)$$

となる，このときの１人当りの全部需要価格は $P=p_{max}\cdot A$ であるから，

$$P=\beta(I-I_0) \qquad (11)$$

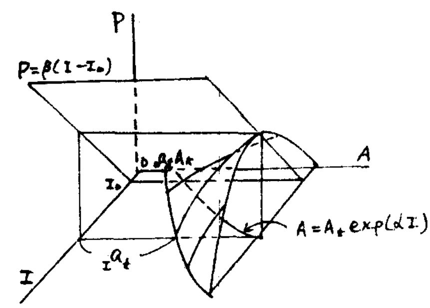
となる。式（11）は式（2）に相当するものである。従って $\beta=\beta'$ となる。

2－4．全部需要価格

通勤所要時間 t が一定の場合の1人当りの全部需要価格Pは式（9）を式（4）に代入することにより、次のように求まる。

$$P=\beta(I-I_o)\left\{\ln(A/A_t)-\alpha I+1\right\} \qquad (12)$$

式（12）は、t が一定の場合の1人当りの全部需要価格P，1人当りの所得I，1人当りの延べ床面積Aの3つの因子で構成される3次元空間における住宅需要曲面を表わしている。その概念図を図－2に掲げる。この3次元空間に式（11）で表わされる平面を描き、A～I平面に式（1）で表わされる曲線を記入すると、それぞれ図－2にみられる如くになり、式（11）の平面と式（12）の曲面が交差することによって描かれる曲線をA～I平面へ投影したものが式（1）で表わされる曲線であることになる。



図－2　住宅需要価格曲面
（通勤所要時間一定）

3．通勤所要時間が住宅需要価格に及ぼす影響

式（12）のPは通勤所要時間 t を固定した際の1人当りの全部需要価格を表わす。通勤所要時間 t は通勤者に対して負の効用をもたらすと考えられるため、1人当りの所得Iと1人当りの延べ床面積Aを一定にしたとき、Pは t が大きくなるにつれ低下すると考えられる。1人当りの所得Iが一定のとき通勤の時間価値が、通勤所要時間 t の長短に関係なく一定であると仮定すれば、Pの低下勾配は一定となる。そこで式（12）を t で偏微分して、IとAが一定であるときのPの低下勾配を求めると、

$$\partial P/\partial t=-\beta(I-I_o)(1/A_t)(\partial A_t/\partial t) \qquad (13)$$

となる。$\partial P/\partial t$ は一定であるから

$$(1/A_t)(\partial A_t/\partial t)=\nu \qquad (14)$$

とおくことができる。ここに ν は定数である。式（14）を解いて A_t を求めると

$$A_t=A_o\,exp(\nu t) \qquad (15)$$

を得る。ここに A_o はI＝0の世帯が t ＝0の地点に求める1人当りの延べ床面積である。式（15）を式（12）に代入して、1人当りの全部需要価格Pを求めると

$$P=\beta(I-I_o)\left\{\ln\left(\frac{A}{A_o}\right)-\alpha I+1-\nu t\right\} \qquad (16)$$

となる。

4．各因子間の相互関係

前節までの理論解に基づいて各因子間の相互関係を求める。式（11）を式（16）に代入してPを消去すると、

$$A=A_o\,exp(\alpha I+\nu t) \qquad (17)$$

となり、AはIあるいは t が大きくなるにつれ指数関数に沿って増大することになる。また式（17）を書き替えてIを求めると、

$$I=(1/\alpha)\left\{\ln(A/A_o)-\nu t\right\} \qquad (18)$$

となり、Aが一定のとき、Iは t が大きくなるにつれ単調に低下することになる。

式（11）を式（16）に代入してIを消去すると

$$P=\beta/\alpha\{\ln(A/A_0)-\nu t\}-\beta I。 \qquad (19)$$

を得る。式（19）は、tが一定のとき、Aが大きくなるにつれ全部需要価格Pは対数関係に沿って上昇することを示している。これは図－1の第2象限の現象を説明している。

5．住宅の規模と通勤所要時間の間における代替関係

5－1．無差別曲線

1人当りの所得Iの世帯に対する1人当りの延べ床面積Aと通勤所要時間tの間における無差別曲線は式（17）で与えられる。この無差別曲線は、一般にみられる2つの財の組合せにおける無差別曲線とは異なっている。一般的な無差別曲線は原点に対して凸であるけれども、式（17）は、Iが一定の場合、tが大きくなるにつれてAが加速度的に増大している（図－3参照）。その理由は通勤所要時間tが通勤者に負の効用をもたらすところにある。

5－2．価格線

上述の如く、通勤所要時間tは通勤者に負の効用をもたらすため、価格線を導く際には少しばかり工夫を要する。この研究においては通勤者の自由時間に着目して、より多くの自由時間を要求する通勤者は事業所の近くに住居を定め、通勤所要時間を短縮することにより所期の自由時間t_fを獲得しようとするという観点から価格線を導く。

いま単位延べ床面積当りの価格をp、通勤者の自由時間価値（世帯人員で割った値）をa、住宅と自由時間を獲得するために予め用意された経費（時間費用を含む）をE（世帯人員で割った値）で表わすと、住宅と自由時間の代替関係における価格線は次式の如く設定できる。

$$E=pA+at_f \qquad (20)$$

平均的な就業者が通勤（片道）に費やしうる時間の大きさには限界があると考えられる。その最長の通勤所要時間をt_{max}とおく。このとき通勤所要時間tを短縮することによって獲得する自由時間t_fは

$$t_f=t_{max}-t \qquad (21)$$

と表わされる。式（21）を式（20）に代入すると

$$pA-at=E-at_{max}$$

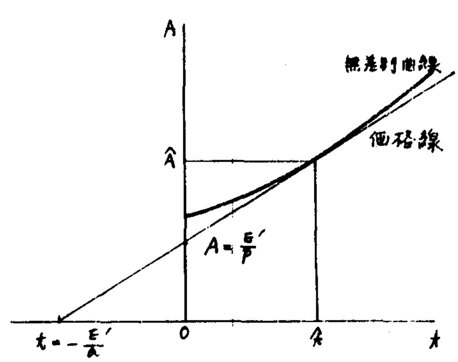
となる。ここで数式を簡略化するために

$$E'=E-a\,t_{max} \qquad (22)$$

とおく。このとき住宅の規模と通勤所要時間の代替関係における価格線は

$$pA-at=E' \qquad (23)$$

と表わされる。



図－3　$\hat{t}$と$\hat{A}$の均衡

図－3に掲げる如く、式（23）で表わされる価格線が無差別曲線に接する点（$\hat{A}$，$\hat{t}$）において効用が極大となり、獲得する延べ床面積$\hat{A}$と通勤所要時間$\hat{t}$が決定することになる。

つぎに、a、E、pを求める．1人当りの所得Iが一定の場合の無差別曲線に（$\hat{A}$，$\hat{t}$）で接する接線の方程式は

$$A=\{A_0\exp(\alpha I+\nu\hat{t})\}\{1+\nu(t-\hat{t})\} \qquad (24)$$

となる。また、式（23）は

$$A=E'/p+(a/p)t \qquad (25)$$

と書き改められる。式(24)と式(25)は符合しなければならない。従って

$$E'/p=\{A_0 \exp(\alpha I+v\hat{t})\}(1-v\hat{t}) \qquad (26)$$

$$a/p=A_0 v \exp(\alpha I+v\hat{t}) \qquad (27)$$

の2つの方程式が成立する。また無差別曲線と価格線の接点$(\hat{A},\hat{t})$におけるpは式(11)と式(17)から

$$p=P/A=\{\beta(I-I_0)/A\}\{\exp(-\alpha I-v\hat{t})\} \qquad (28)$$

と表わされる。式(28)を式(26)、(27)に代入してE'とaを求めると

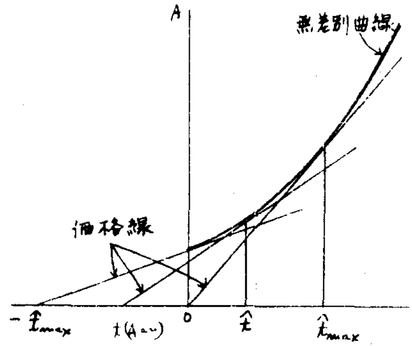
$$E'=\beta(I-I_0)(1-v\hat{t}) \qquad (29)$$

$$a=v\beta(I-I_0) \qquad (30)$$

となり、Iが一定のとき、E'は通勤所要時間$\hat{t}$が大きくなるにつれ減少し、$\hat{t}=1/v$のとき$E'=0$となる。自由時間価値aはIのみの関数となっている。これは1人当りの所得Iの通勤者の自由時間価値aが通勤所要時間$\hat{t}$の長短の影響を受けないことを示している。

5－3．最長通勤所要時間$\hat{t}_{max}$

まずE'と$\hat{t}$の関係を検討する。図－4にみられる如く式(25)のE'/pは価格線がA軸($t=0$)を切る切片の大きさを表わしている。I＝一定のときのE'/pの最大値は、式(29)から、通勤所要時間$\hat{t}=0$のとき得られる。このとき無差別曲線と価格線は$t=0$のA軸上で接することになり、自由時間t_fは式(21)から$t_f=t_{max}$となる。



図－4　通勤所要時間$\hat{t}$と自由時間t
（A＝0）

また、E'/pの最小値は零となる。なぜならば、$E'/p<0$のとき$t=0$においてAが負になり、負の床面積Aに正の単位価格pをつけていることになるからである。この状態は存在し得ない。従ってE'/pの最小値、すなわちE'の最小値は零となる。

$E'=0$のときの価格線は原点を通る。この価格線と無差別曲線との接点により最長通勤所要時間$\hat{t}_{max}$が決ることになる。式(29)から$E'=0$のときの$\hat{t}=\hat{t}_{max}$を求めると

$$\hat{t}_{max}=1/v \qquad (31)$$

を得る。この$\hat{t}_{max}$は1人当りの所得Iの大小に関係なく一定である。

5－4．1人当りの延べ床面積$\hat{A}$が一定の場合の無差別曲線と価格線の接点の移動

実態調査の結果、通勤所要時間帯別にみた1人当りの平均延べ床面積は通勤所要時間の長短に関係なくほぼ一定であった[1]。このため、ここで1人当りの延べ床面積が一定の場合、通勤所要時間の長短に応じて無差別曲線と価格線の接点がどのように移動するかについて検討しておく。

いま無差別曲線と価格線の接点の座標を$(\hat{A},\hat{t})$とおくと、$\hat{A}$と$\hat{t}$の関係は式(17)から

$$\hat{A}=A_0 \exp(\alpha I+v\hat{t}) \qquad (32)$$

と表わされる。これを式(27)に代入して価格線の勾配を求めると

$$a/p=v\hat{A} \qquad (33)$$

となる。また、1人当りの床面積$\hat{A}$が一定の場合、価格線の勾配は一定となる。このときの接点の移動状況を図示すると図－5のようになる。また式(32)を式(26)に代入してE'/pを求めると

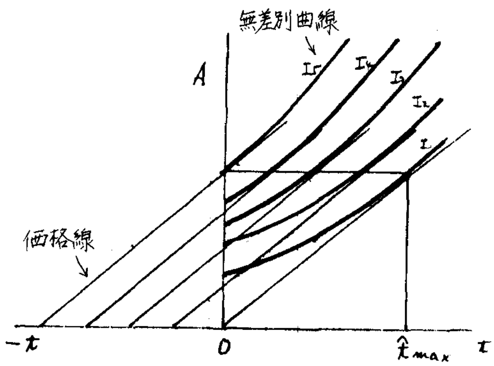
$$E'/p=\hat{A}(1-v\hat{t}) \qquad (34)$$

となり、E'/pは$\hat{t}$が大きくなると単調に減少し、$\hat{t}=1/\nu = t_{max}$において零となる。

式(32)と式(28)からIを消去して、1人当りの床面積$\hat{A}$が一定の場合の単位床面積の価格pを求めると

$$p=\frac{\beta}{\hat{A}}\left\{\frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{\hat{A}}{A_0}\right)-\frac{\nu}{\alpha}\hat{t}-I_0\right\} \qquad (35)$$

となり、pは$\hat{t}$が大きくなると単調に低下する。



図－5　1人当りの延べ床面積一定の場合の無差別曲線と価格線

6. 無差別曲線と価格線の計算例による検討

6－1. 諸係数の設定

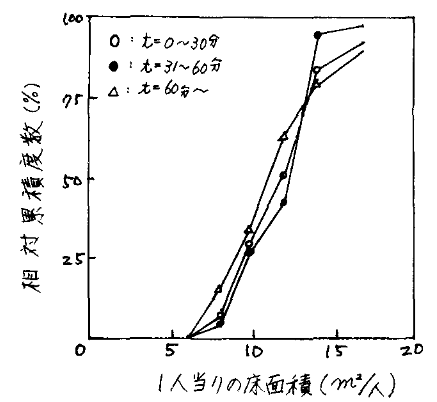
文献1)に発表した調査結果に基づき、民営借家に住み、かつ就業者が1人のみの世帯(標本数：157票)を対象にしてα、β等の諸係数を求めると表－1の如くになる。

表－1. 諸係数(民営借家)

α 1/円	β	A_0 (m²/人)	I_0 (m²/人)	ν (1/分)
0.390×10^{-4}	0.1875	2.20	5000	0.858×10^{-2}

6－2. 1人当りの延べ床面積の分布

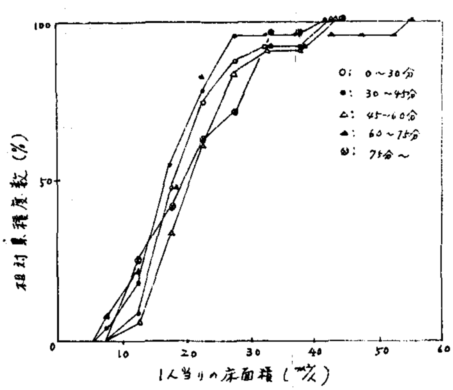
前項と同様な調査結果に基づき、就業者が1人のみの世帯を対象にして、民営借家と持家の1人当りの延べ床面積の分布を通勤所要時間帯別に求めると図－6(a)、(b)の如くになる。これら2つの図をみると、それぞれ通勤所要時間帯別の1人当りの延べ床面積の分布には大きな差異は認められない。このため、それらの分布は同一の分布形をなしているものと考えられる。これらの現象は通勤所要時間帯別の平均延べ床面積が通勤所要時間の長短に関係なくほぼ同一であるという調査結果1)(民営借家：11㎡/人、持家：20㎡/人)からも納得できる。また、これらの現象は前節の式(31)に示した「最長通勤所要時間$\hat{t}_{max}$は延べ床面積$\hat{A}$の大小に関係なく決定する」という理論解を裏付ける現象である。図－6(a)、(b)から相対累積度数5%および95%周辺の1人当りの延べ床面積をそれぞれ最小値A_{min}および最大値A_{max}とみたすと表－2の如き値が得られる。



図－6(a)　1人当りの床面積の分布(民営借家)

表－2. 1人当りの延べ床面積の最大値と最小値

	最大値 A_{max}	最小値 A_{min}
民営借家	14.0 m²/人	7.5 m²/人
持　　家	42.5 m²/人	7.5 m²/人



図－6(b)　1人当りの延べ床面積の分布(持家)

6－3．最長通勤所要時間$\hat{t}_{max}$の算出

式（31）に表－1のひを代入して$\hat{t}_{max}$を求めると

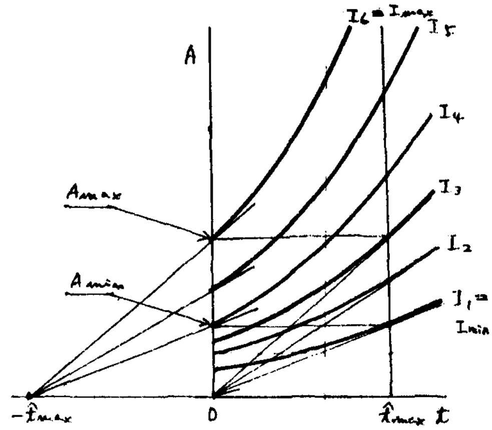
$$\hat{t}_{max} = 1/0.858 \times 10^{-2} = 116.5\text{分}$$

となる。この値は概ね納得のできる値である。

6－4．無差別曲線と価格線の算出

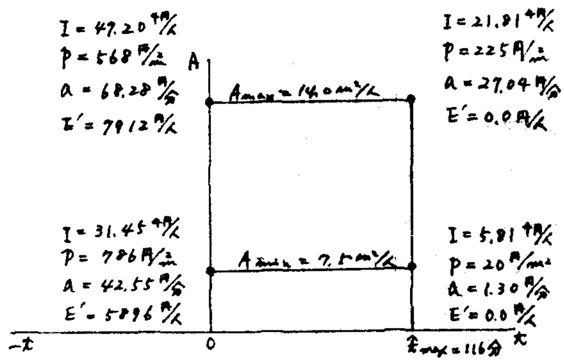
式（32）は1人当りの所得Iの世帯に対する1人当りの延べ床面積$\hat{A}$と通勤所要時間$\hat{t}$の組合せにおける無差別曲線である。この曲線はIが変動すると移動する。いま、各世帯をI_1、I_2、……I_5、I_6 の6つの所得層に分け、I_1は最低の所得層、I_6は最高の所得層であるとする。

前節における考察の結果、通勤所要時間の最長値は所得Iおよび延べ床面積$\hat{A}$の大きさに関係なく一定（$t_{max} = 1/ひ$）であり、また、この節の冫ス項でみてきたように通勤所要時間帯別の延べ床面積の最小値A_{min}と最大値A_{max}はほぼ一定であった（表－2参照）。これらの結果に基づいて所得層別の無差別曲線と価格線を模式的に描くと図－7のようになる。



図－7　1人当りの延べ床面積の最大値A_{max}と最小値A_{min}の決定

図－7における（$\hat{t}=0$、$\hat{A}_{max}$）、（$\hat{t}=0$、$\hat{A}_{min}$）、（$\hat{t}_{max}$、$\hat{A}_{max}$）、（$\hat{t}_{max}$、$\hat{A}_{min}$）の各点のI、p、a、E′を民営借家を対象にして求めると図－8の如くになる。このときIは式（18）、pは式（28）、aは式（30）、E′は式（29）を用いて算出した。



図－8　計　算　例（民営借家）

図－8に掲げた諸係数は概ね妥当な値である。（$\hat{t}_{max}$、$\hat{A}_{min}$）においては$I = 5{,}000$円、$p = 0.00$ 円/m²、$a = 0.0$ 円/分 となるべきであるが、図－8の値はこれらの値に比べ、わずかに大きい。その原因はA_{min}として与えた7.5 m²/人 の値がわずかに大きかったことによると考えられる。$I = 5000$円、$\hat{t}_{max} = 116.5$分とおいて式（32）からA_{min}を求めたところ、$A_{min} = 7.26$ m²/人となった。このとき$p = 0.00$ 円/m²、$a = 0.00$ 円/分となる。

図－8に算出した自由時間価値aは非常に大きく出ている。これは、この時間価値が1ヶ月当りの合計値であるためである。世帯人員4人、1ヶ月の就業日数25日として通勤者の実際の自由時間の価値を図－8の4つの点について算出すると表－3のようになる。また各就業者の1ヶ月当りの就業時間を200時間として、就業時の時間価値を算出すると表－4のようになる。

表－3．通勤所要時間を短縮することによって獲得する自由時間の価値（昭和45年）

	$\hat{t}=0$	$\hat{t}_{max}$
A_{max}	5.462 円/分	2.163 円/分
A_{min}	3.404 円/分	0.104 円/分

表－4．就業時の時間価値（昭和45年）

	$\hat{t}=0$	$\hat{t}_{max}$
A_{max}	15.733 円/分	7.27 円/分
A_{min}	10.483 円/分	1.936 円/分

7. 持家の資産価値と実質所得

既に発表した如く、持家と民営借家を対象にして、1人当りの所得が同一の場合の1人当りの延べ床面積を比較すると持家の方が民営借家に比べおよそ2倍大きい。この現象を逆にみると、1人当りの延べ床面積が同一の場合の1人当りの所得は持家に比べ民営借家の方が高いことになる。その差額は持家自体を蓄積資本とみたときの、その資本のもたらす潜在化した所得であると考えられる。すなわち、その差額は、持家に住む世帯がその土地および家屋を売却して得た金額に対する1ヶ月当りの利子を世帯人員で除した額に相当すると考えられる。この見解のもとに持家の資産価値と、その持家を民営借家にみたてたときに持家に居住する世帯が獲得するであろう所得（この所得を実質所得と呼ぶことにする）の大きさを推定する。

いま、実態調査の結果[1]を用い、1人当りの延べ床面積を17.5～22.5 ㎡/人の範囲に限定して、持家の1人当りの所得I（この所得を見かけ上の所得と呼ぶことにする）と通勤所要時間tの関係を求めると図-9のドットの如くになる。この図に、それらの持家が民営借家であったと仮定した場合に各世帯が獲得していなければならない1人当りの所得、すなわち1人当りの実質所得を式（18）を用いて算出し、記入すると図にみられる右下りの直線となる。図-9にみられる如く、実質所得と見かけ上の所得の間にはかなりの差がある。この差額は持家の資産価値のもたらす所得であるとみなされる。

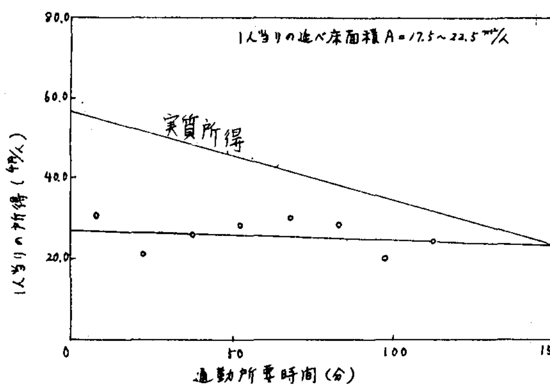


図-9　1人当りの延べ床面積一定のときの1人当りの所得と通勤所要時間の関係（持家）

実質所得の概念を数式および図で示すと式(36)および図-10の如くになる。

$$I' = I + V \cdot i \qquad (36)$$

ここに

I'：実質所得

I：見かけ上の所得

V：持家の資産価値

i：月当りの利子率

である。式（36）を用いて、次の条件のもとに持家の資産価値を算出すると表-5の如くになる。

（条件）1人当りの延べ床面積：20（㎡/人）

世帯人員：4人

1ヶ月当りの利子率：0.005（1/月）

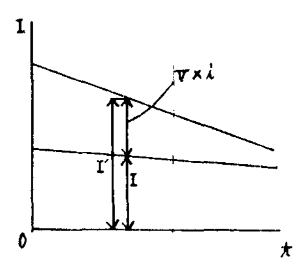


図-10　1人当りの延べ床面積が一定の場合の実質所得I'と見かけ上の所得I

表-5. 持家の資産価値（昭和45年度）

（延べ床面積：80㎡）

通勤所要時間(分)	0	30	40	60	80	100	120
資産価値(万円)	2192	1899	1607	1315	1023	731	439

表-5の値は東京都杉並区で従業する就業者を対象にしたものである。概ね妥当な値であると判断される。

参考文献

1). 松浦義満：住宅需要メカニズムに関する考察、第3回土木計画学研究発表会講演集、1981.

2). 松浦義満：通勤距離が住宅需要価格に及ぼす影響について、第36回土木学会講演会概要集、1981.