

統計的マッチングを用いた世帯と住宅の統合マイクロデータの生成

市川航也¹・鈴木 温²・杉木 直³・吉川慎吾⁴

¹学生会員 名城大学大学院 理工学研究科修士課程 建設システム工学専攻 (〒468-8502 愛知県名古屋
市天白区塩釜口1-501)

E-mail: 123437003@c alumni.meijo-u.ac.jp

²正会員 名城大学 理工学部社会基盤デザイン工学科 (〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501)

E-mail: atsuzuki@meijo-u.ac.jp

³正会員 株式会社ドーコン 交通部 (〒004-8585 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1)

E-mail: ns1491@docon.jp

⁴非会員 名城大学 理工学部建設システム工学科 (〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501)

E-mail: 100437068@c alumni.meijo-u.ac.jp

我が国では、世帯と住宅に関する詳細なマイクロデータは個人情報の保護等の問題から入手困難であるが、将来の人口分布、交通需要、エネルギー需要の予測等を行うために必要なデータである。近年では、様々なマイクロデータの整備が進められており、シミュレーションモデルの初期データとしても活用されている。本研究では、マイクロデータを用いた世帯の立地分析等を可能にするため、世帯と住宅の統合マイクロデータの生成手法の提案を行う。はじめに、世帯のマイクロデータと住宅マイクロデータの一次データおよび推定方法について述べる。次に世帯マイクロデータと住宅マイクロデータを結びつける統合マイクロデータを生成するため、統計的マッチングの考え方を応用し、入手可能な集計データから得られるマイクロデータ間とマイクロデータとの距離を用いた推計手法を提案する。

Key Words : statistical matching, , micro-data, micro-simulation

1. はじめに

世帯人数や世帯主年齢等、都市に居住する世帯の属性情報は、都市計画や交通計画を立案する際の基礎情報として、最も基本的な情報である。また、近年では、主体間の複雑な相互関係や将来の都市変化を予測するため、マイクロシミュレーション型都市モデルが先進諸国で開発されている^{1),2),3),4)}。各世帯の個票情報は、マイクロシミュレーションを構築する上でも極めて重要な基礎情報である。

我が国ではこのような世帯に関するマイクロデータは国勢調査や住民基本台帳などによって捕捉され、国や自治体によって管理されている。しかし、世帯に関する個票データは、一般に入手することが困難であるばかりでなく、個人情報保護の観点からも情報が流出することは望ましくない。そこで、入手可能な国勢調査の集計データや独自のアンケート調査等によって得られた世帯のサンプルデータから、世帯のマイクロデータを推定する方法が研究されてきた。杉木ら^{5),6),7)}は、マイクロシミュレーションの基準年におけるマイクロデータ生成を目的として、エージェントベースの世帯属性推定手法を提案してい

る。

一方、土地や住宅等の供給サイドの情報も計画立案やマイクロシミュレーションのインプット情報として必要な情報である。しかし、供給サイドのマイクロ情報は、世帯データ等の需要サイドの情報以上に一般には入手が困難であったが、近年では、空間情報の整備が進み、位置情報等を持った個々の建物に関するデータも入手可能となっている⁸⁾。

需要側のマイクロデータと供給側のマイクロデータは、それぞれ別の調査や推定によって得られる。しかし、都市モデルのインプット情報としては、需要側のマイクロデータと供給側のマイクロデータのクロスの情報が必要である。すなわち、世帯と住宅の例で言えば、どの世帯がどの住宅に居住しているかという情報である。このような世帯と住宅のクロスの情報は、一般に入手できるのは集計データのみである。

そこで本研究では、世帯のマイクロデータと住宅のマイクロデータから、世帯と住宅のクロスのマイクロデータ、すなわち、各世帯が現在居住している住宅に関するマイクロデータを推定する方法を提案する。本研究では、複数の調査から得られたマイク

ロデータをある要因に着目してリンクさせ、一つの統合マイクロデータを生成するために用いられる統計的マッチング^{9),10),11),12)}という方法に着目する。また、筆者らは、これまでに世帯と住宅のマッチングに着目した世帯立地・住宅市場モデルを構築してきた^{13),14),15),16)}。本研究で推定される世帯と住宅の統合マイクロデータは、世帯立地・住宅市場モデルの初期データとしても活用することが可能である。

2. 世帯に関するマイクロデータの推定

(1) 世帯マイクロデータに関する推定方法

本研究では、年齢や世帯主との続柄等の世帯構成員属性に関する世帯属性を対象として初期マイクロ世帯データを推計する。このため、総合的属性を対象として開発された初期マイクロ世帯データ推計システム^{5) 6)}のうち、世帯人数別世帯数および年齢階層別人口を周辺制約とし、世帯構成員の属性を推定を行う機能を抽出して利用する。

推定手法においては、以下のような人口データ推定問題を前提条件として設定している。

- ・対象エージェントは世帯およびその構成員とする。
- ・対象とする世帯属性は世帯人数および世帯構成（世帯内の世帯主との続柄の組み合わせによって定義）であり、世帯内の各世帯構成員は年齢、性別、世帯主との続柄を属性として持つ。
- ・対象地域においては、周辺制約データとして性別5歳年齢階層別の人口データおよび世帯人数別の世帯数が国勢調査より利用可能であるものとする。
- ・すべての世帯の世帯構成、各世帯構成員の年齢、

性別、続柄情報を含む限定的な数の世帯サンプルが入手可能であるものとする。

推定手法の基本的な考え方は次のとおりである。

- ・世帯人数別の世帯数に対して、世帯サンプルより各世帯の構成員の質的属性である性別、続柄を決定する。
- ・十分なサンプルが得られる世帯タイプに対しては、属性（各世帯構成員の年齢）間の相関性を考慮して年齢を決定し、出現頻度の低い世帯タイプ（ C_{rare} ）については世帯サンプルと同様の年齢を与える。
- ・人口データ推計においては、周辺分布（性別5歳年齢階層別人口）に一致するように世帯構成および各世帯構成員の年齢に関して調整を行う。
- ・推定、データ生成、調整はすべてモンテカルロ法等を用いて確率的に行う。

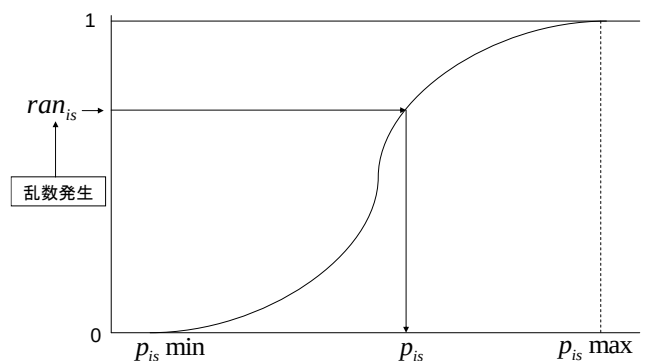


図-1 無相関変数を用いた相関の統合

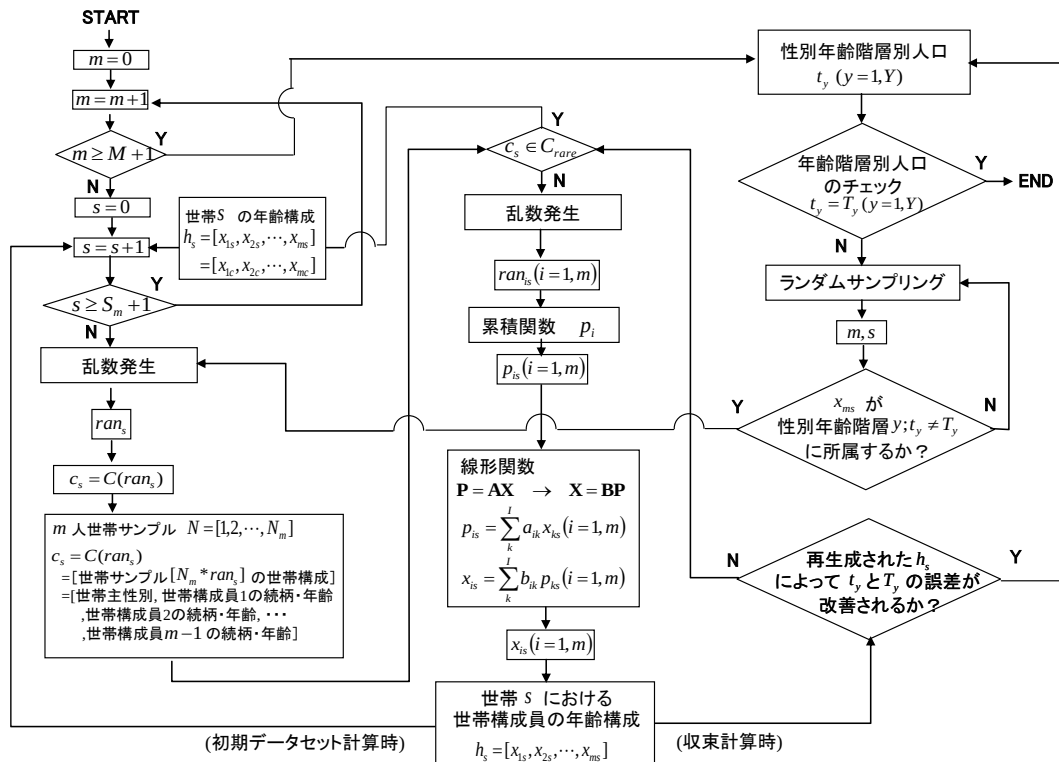


図-2 初期マイクロデータ推定システムのフロー

本推定手法の最も特徴的な点は、連続変数である属性間の相関性の処理方法である。まずサンプルにおける m 人世帯データの属性変数 ($\mathbf{X}_{is} = (x_{is}, \dots, x_{ms})$) を、主成分分析を用いて無相関変数 ($\mathbf{P}_{is} = (p_{is}, \dots, p_{ms})$) に変換する。

$$\mathbf{P} = \mathbf{a}\mathbf{X} \quad (1)$$

世帯サンプルの無相関変数 p_{is} の値に基づいて、図-1に示すように、 $i = 1 \sim m$ について累積曲線を作成する。式(1)より次式が導出される。

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{P} = \mathbf{B}\mathbf{P} \quad (2)$$

世帯を生成する際には属性 i に対して乱数 ran_i を発生させ、図-1の累積曲線より について生成世帯の各構成員に対する p_{is} を求める。生成世帯の $\mathbf{X}_i$ は式(2)より $i = 1 \sim m$ について求められる。同様の処理を対象地域内の全ての世帯人別世帯数に対して実行することで、世帯推定の初期データセットが作成される。この初期データセットは、周辺分布である性別5歳階級人口を満たさないため、モンテカルロ法を用いて世帯をランダム抽出し、世帯構成員の年齢が更新された新たなデータによって置き換える。このような調整処理を、周辺分布を満たすまで繰り返し実行する。本研究の初期マイクロデータ世帯データ推定に関するシステムの処理フローを図-2に示す。

(2) 世帯属性に関する一次データ

本研究では、以上の初期世帯マイクロデータ推定手法を、富山市を対象として適用し、住宅に関するマイクロデータと統合するための世帯マイクロデータを作成する。世帯マイクロデータの作成は、富山市の国勢調査小地域統計区ゾーンごとに実施する。

主成分パラメータの推定および推定システムで用いるサンプルデータについては、平成23年12月に対象地域において実施したアンケート調査の結果を用いた。本アンケート調査は、富山市および周辺一部地区に居住する140,734世帯よりの無作為に10%抽出した14,073世帯を対象に郵送送付、郵送回収で行ったものであり、有効回答として3,864世帯、9,747人分のマイクロ世帯データサンプルが得られている。

世帯属性に関する一次データとしては、周辺分布データとして、各小地域統計区ゾーンごとの人員別世帯数および性別年齢階層別人口が必要である。これらの周辺分布データについては、平成22年国勢調査小地域データを利用する。ここで、国勢調査においては、7人以上の世帯人員についてはカテゴリが統合されていること、一般

世帯に対する施設等の世帯については世帯人員が不明であること等の理由により、世帯人員別世帯数によるゾーン別総人口と、性別年齢階層別人口の集計値として算出されるゾーン別総人口が一致しない。このため、適用においてはこれらが一致するように、世帯人員別世帯数を基準として年齢階層別人口を調整して周辺分布データを作成した。

表-1 対象地域における周辺分布データの設定

地域	世帯数	人口	小地域統計区ゾーン数
富山地域	315,540	127,785	991
大沢野地域	21,411	7,260	52
大山地域	10,513	3,519	47
八尾地域	20,374	6,559	111
婦中地域	38,725	12,754	86
山田地域	1,542	445	20
細入地域	1,516	511	9

富山市の7地域別の世帯数、人口、国勢調査小地域統計区ゾーン数を表-1に示す。

(3) 世帯マイクロデータの生成

推定属性における年齢階層カテゴリは、5歳階級であり85歳以上を統合した計18カテゴリである。世帯主との続柄による世帯構成員タイプは、表-2に示す20タイプを設定した。また、世帯内の世帯主との続柄の組み合わせによって定義される世帯タイプは、表-3のように33タイプを設定した。

主成分分析によるパラメータ行列 $\mathbf{A}$ の逆行列より導出するパラメータ $\mathbf{B}$ については、既存研究において推定された結果⁷⁾を用いる。

図-2の初期マイクロ世帯データ作成フローに従って、各国勢調査小地域統計区ゾーンごとに実施する世帯の構成員データの推定結果については、講演時に報告する。

表-2 世帯主との続柄による世帯構成員タイプの設定

1	世帯主・男	11	妻
2	子供・男1	12	子供・女1
3	子供・男2	13	子供・女2
4	子供・男3	14	子供・女3
5	孫・男	15	孫・女
6	兄弟	16	姉妹
7	父	17	母親
8	その他・男1	18	子の妻
9	その他・男2	19	その他・女1
10	世帯主・女	20	その他・女2

表-3 世帯タイプの設定

世帯人数	コード	世帯構成員の組み合わせ
単身世帯	11	単身・男
	12	単身・女
2人世帯	21	夫婦
	22	世帯主・男+子供・男
	23	世帯主・男+子供・女
	24	世帯主・女+子供・男
	25	世帯主・女+子供・女
	26	世帯主・男+母親
	20	その他2人世帯
3人世帯	31	夫婦+子供・男
	32	夫婦+子供・女
	33	夫婦+父親
	34	夫婦+母親
	35	世帯主男+子供・男+子供・女
	36	世帯主男+姉妹+母親
	30	その他3人世帯
4人世帯	41	夫婦+子供・男2人
	42	夫婦+子供・男+子供・女
	43	夫婦+子供・女2人
	44	夫婦+子供・男+母親
	45	夫婦+子供・女+母親
	46	夫婦+子供夫婦
	40	その他4人世帯
5人世帯	51	夫婦+子供・男2人+子供・女
	52	夫婦+子供男+子供女2人
	53	夫婦+子供女3人
	54	夫婦+子供男2人+母親
	55	夫婦+子供男+子供女+母親
	56	夫婦+子供夫婦+孫・男
	50	その他5人世帯
6人世帯	61	夫婦+子供夫婦+孫男+孫女
	60	その他6人世帯
7人世帯	70	7人世帯

3. 住宅に関するマイクロデータ

(1) 住宅に関する一次データ

住宅に関する集計データは、前述のように国勢調査や住宅・土地統計調査・不動産取引情報等から入手可能であるが、個々の住宅の位置情報等のマイクロデータはこれまで一般には入手困難であったが、近年では、一般にも入手可能な住宅のデータが販売されるようになっている。本研究では、入手可能な市販の住宅位置情報に、不足する属性情報を追加することにより、詳細な住宅のマイクロデータの生成を行う。本研究では、株式会社ゼンリンの住宅ポイントデータ2012⁹⁾を用いて住宅の部屋数や階数、住宅の建物面積、位置情報、建物タイプのデー

タを作成し、位置情報から最寄り駅までの時間、住宅が属している小地域名等の情報を追加した。

(2) 住宅のマイクロデータの生成

本研究では、世帯と住宅の統合マイクロデータを生成するため、2012年時点で富山市内に含まれるすべての住宅マイクロデータを対象とし、2章で推定した世帯のマイクロデータとの統計的なマッチングを行う。世帯データを住宅データに関連付けるには、各世帯がどの住宅に居住しているかという情報が必要である。住宅ポイントデータから入手可能な情報は、住宅属性の情報のみであるため、世帯マイクロデータとの統合を行うためには、住宅に居住している世帯に関する第三の情報を参照することによって、世帯と住宅のデータに関連付けることが可能であると考えられる。本研究では、2011年度に富山市の約14,000世帯を対象に筆者らが行った居住地等に関するアンケート調査¹⁹⁾や、国勢調査、住宅・土地統計調査等の集計データから、世帯属性と住宅属性の関係を分析し、それらを参照することで、住宅に居住している世帯についての情報を住宅のマイクロデータに追加した。図-3に富山市内のすべての住宅マイクロデータを地図上にプロットした分布図を示す。富山市内のポイントデータの総数は124,504である。図中の黒い点が住宅を示している。図-3より、中心市街地である富山市北部に住宅が集中していることがわかる。なお、個々の住宅マイクロデータには、位置情報の他、住宅タイプ、建物面積、最寄り駅までの時間、小地域名、居住している世帯についての情報が含まれている。

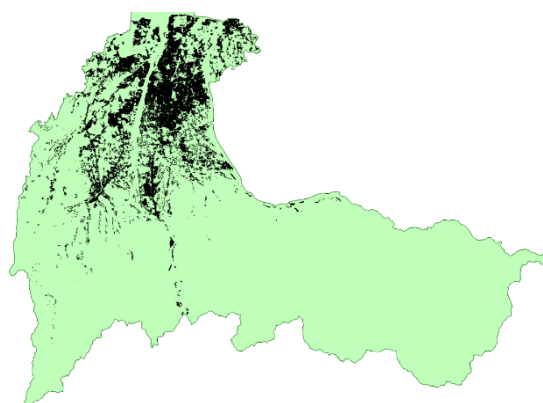


図-3 住宅マイクロデータ（富山市）

4. 世帯と住宅の統合マイクロデータの生成

前述のように、我が国では、どの世帯がどの住宅に住んでいるかといった詳細な情報は、個人情報の保護等の問題から入手困難である。そのため、そのようなデータ

を用いた分析や予測を行う場合には、国や自治体、民間企業などによって公表されている入手可能なデータから世帯と住宅との関係性を分析し、それらを反映したマイクロデータを推定することが必要である。本研究では、国勢調査等の入手可能な集計データから推定を行った世帯マイクロデータと住宅マイクロデータを統合させることで、世帯と住宅の統合マイクロデータの生成を行う。マイクロデータの統合には、複数のミクロ的な調査結果を高い精度で結合することが可能な統計的マッチングの理論⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾を採用した。

(1) 統計的マッチング⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾

既存のマイクロデータを用いて、より広範で詳細な分析を可能にすることを目的として、様々な調査によって得られているマイクロデータの時系列情報や調査項目を拡張する研究が行われている。データの拡張手法には、複数を調査から得られたマイクロデータのある要因に着目してリンクさせ、一つの統合マイクロデータを生成する手法が提案されている。データの統合は、複数の調査から得られる共通あるいは類似した変数を媒介変数を用いて行われる。マイクロデータの統合方法は、完全照合マッチングと統計的マッチングがある。複数の調査で確実に固体を識別できる場合には、完全照合マッチングを用いてデータを結合する。一方、確実に固体を識別できないが、マッチング変数として類似する尺度が存在する場合には、統計的マッチングを用いたデータの結合が行われる。統計的マッチングでは、マッチング変数との距離（絶対値、マハラノビス距離、ユーグリット距離）を関数として定義し、その値を用いて割当を行い、最適なマイクロデータの生成を行う。割当方法についても様々な手法が提案されており、確率的にランダムに割当を行う確率ホットデック法や、データ間の距離を最小にするように割当を行う無制約距離最少化法、さらに、要素に利用制約を設けた制約付き距離最少化法等がある。本研究では、アンケート調査や、国勢調査等から世帯と住宅のマイクロデータにマッチング変数を追加し類似する尺度を設け、データ間の距離を算出を行い、無制約距離最少化法を用いて統合マイクロデータの生成を行う。

(2) 統合マイクロデータの生成

本研究では、以下のように世帯のマイクロデータ集合と住宅マイクロデータ集合を定義する。

$S = \{1, 2, 3, \dots, s, \dots\}$: 世帯のマイクロデータ集合

$H = \{1, 2, 3, \dots, h, \dots\}$: 住宅のマイクロデータ集合

なお、世帯と住宅のマイクロデータ集合は、 $\{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}, \{H_1, H_2, H_3, \dots, H_n\}$ というように小地域に分割することが可能である。また、世帯と住宅のマイ

クロデータはそれぞれ属性集合についての情報を持っている。世帯 s の属性集合 X_{si} と住宅 h の属性集合 Y_{hj} は以下に示す式(3)のように表される。

$$\begin{aligned} X_{si} &= \{x_{s1}, x_{s2}, \dots, x_{si}, \dots\} \\ Y_{hj} &= \{y_{h1}, y_{h2}, \dots, y_{hj}, \dots\} \end{aligned} \quad (3)$$

統計的マッチングの概念図を図4に示す。本研究で統合に用いるデータは、世帯マイクロデータと住宅マイクロデータである。世帯マイクロデータと住宅マイクロデータは、それぞれ、いずれかの小地域（ゾーン）に含まれている。世帯マイクロデータに関する属性情報として、世帯員年齢、世帯人数、性別を保持している。また、住宅マイクロデータの属性として、住宅の位置情報、建物面積、住宅タイプ、空き家か否かを持っている。さらに、世帯と住宅のマイクロデータを結びつけるための情報として、年齢別の平均床面積等の集計データを採用し、統計的マッチングに用いた。年齢別の平均床面積等の集計データは富山市アンケート調査から得られるカテゴリー別の属性平均値の情報を用いた。以上のような情報を用いて世帯と住宅のデータ間の距離の算出を行う。本研究では、小地域（ゾーン） n 内の s 番目の世帯と h 番目の住宅との距離 D_{sh} は式(4)のように定義した。なお、(4)式では小地域（ゾーン）を表す上付き記号 n を省略する。

$$D_{sh} = \sum_i \left(\frac{\bar{x}_{y_{hj,i}} - x_{si}}{\sigma} \right)^2 \times w_x + \sum_j \left(\frac{\bar{y}_{x_{si,j}} - y_{hj}}{\sigma} \right)^2 \times w_y \quad (4)$$

ここに、 x_{si} は世帯 s の属性、 y_{hj} は住宅 h の属性、 $\bar{x}_{y_{hj,i}}$ は y_{hj} が属するカテゴリーの平均世帯属性、 $\bar{y}_{x_{si,j}}$ は x_{si} が属するカテゴリーの平均住宅属性、 w は属性についてのウエイトである。ウエイトは、各項毎にデータのばらつき等によって求められる。本研究では、世帯属性と住宅属性を反映した距離関数を設定することで、双方向の距離を考慮したマッチングを行う。 $\bar{x}_{y_{hj,i}}, \bar{y}_{x_{si,j}}$ に用いるカテゴリー別の平均属性は、アンケート調査等の結果から算出を行った。例として、図5に2011年12月に行ったアンケート調査から得られた世帯主年齢カテゴリー別の平均建物面積を示す。また、地域に関する項を距離関数に追加することで、地域で別のマッチングの違いを行うことが可能である。

本研究では、式(4)を用いて小地域内の全ての世帯と住宅のデータ間の距離を算出し、小地域内の割り当てられたデータ間の距離の合計が最小となるようにマイクロデータの生成を行い、現実の傾向に近い統合データの生成を行う。世帯の住宅への割当方法は、以下に示す方法で行う。

世帯 s が住宅 h に割当てられるかどうかを M_{sh} とし、割当てられる場合を $M_{sh}=1$ 、割当てられない場合を $M_{sh}=0$ 、

とする。また、小地域 n 内の s 番目の世帯と h 番目の住宅との距離は D_{sh} であるので、以下の式(5)から式(8)を解くことにより、マッチングを行うことができる。

$$\text{目的関数: } \min \sum_{s=1}^k \sum_{h=1}^l M_{sh} D_{sh} \quad (5)$$

$$\text{制約条件: } \sum_{s=1}^k M_{sh} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{h=1}^l M_{sh} \leq 1 \quad (7)$$

$$M_{sh} \geq 0, \quad s=1,2,3,\dots,k, \quad j=1,2,3,\dots,l \quad (8)$$

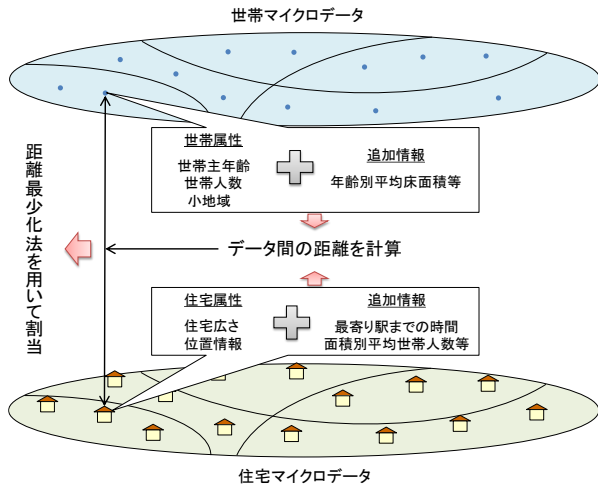


図-4 統計的マッチングの概念図

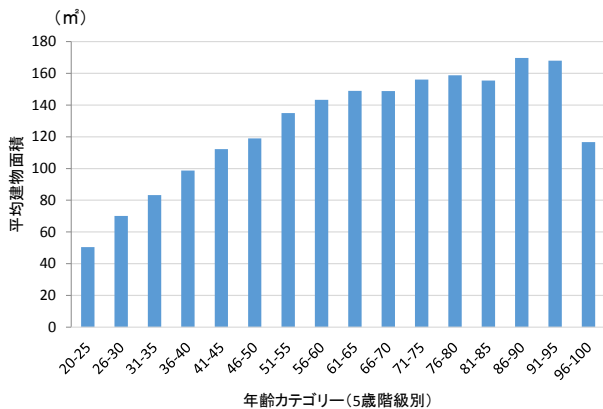


図-5 年齢カテゴリー別平均建物面積

5. おわりに

本研究では、マイクロデータの利用可能性を向上させ、より詳細な分析を可能にするため、世帯と住宅の統合マイクロデータの生成手法の提案を行った。世帯と住宅の統合マイクロデータの生成は世帯マイクロデータと住宅マイクロデータを用いて行った。また、世帯のマイクロ

データについても入手が困難であるため、世帯のマイクロデータは入手可能な国勢調査等の統計情報から推定を行った。住宅マイクロデータは、市販の住宅ポイントデータを元に情報を追加し生成した。本稿では、世帯マイクロデータと住宅マイクロデータの統合を行うために、入手可能な集計データからマイクロデータ間との距離を計算し、その距離を最小にするように割り当てる距離最小化法を用いた割り当てる推定手法の枠組みを示した。今後は、生成した世帯と住宅のマイクロデータの統合を行い、富山市内の全ての世帯と住宅の再現を行いたいと考えている。

謝辞：本論文は、平成 23～25 年度科学研究費補助金（基盤研究 (B)、課題番号：23360228、研究課題名：縮退状況における都市マネジメントのための世帯マイクロシミュレーションシステム）の研究成果の一部を取りまとめたものである。

参考文献

- 1) Waddell, P.: UrbanSim Modelling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning, Journal of American Planning Association, Vol.68, No.3, pp.297-443,2002.
- 2) Salvini, Paul and Eric Miller: ILUTE: An Operational Prototype of a Comprehensive Microsimulation Model of Urban Systems, Networks and Spatial Economics, Vol. 5, No. 2, 217 – 234, 2005.
- 3) Hunt, J.D., Abraham, J.E. : Design and application of the PECAS land use modelling system. Paper presented at the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Sendai, Japan, 2003.
- 4) Wagner, P., Wegener, M.: Urban Land Use, Transport and Environment Models: 27 Experiences With an Integrated Microscopic Approach. disP 170, 45-56, 2007.
- 5) 杉木直, 宮本和明, 大谷紀子, Varameth VICHIANSEN: 総合的属性からなる世帯マイクロデータの推計方法, 第42回土木計画学研究発表会論文集, CD-ROM, 2010.
- 6) Sugiki, N., Vichiensan, V., Otani, N., and Miyamoto K. : Agent-Based Household Micro-Datasets: An Estimation Method Composed of Generalized Attributes with Probabilistic Distributions from Sample Data and Available Control Totals by Attribute, Asian Transport Studies, Vol.2, No.1, pp.3-18, 2012.
- 7) 杉木直・村中智哉・宮本和明：実都市を対象とした初期マイクロデータの推定手法の適用と検証，土木計画学研究・講演集,47, CD-Rom,2013
- 8) 株式会社ゼンリン：住宅ポイントデータ, <http://www.zenrin.co.jp/product/gis/marketing/marketing05.html>

- 9) Marcello D'Orazio, Marco Di Zio and Mauro Scanu: Statistical Matching: Theory and Practice, John Wiley & Sons, Ltd, 2006
- 10) 河田正樹：統計的マッチングの適用可能性，早稲田経済学研究，1998
- 11) 栗原由紀子：相関特性推定における統計的マッチングの有効性についてーモンテカルロシミュレーションによる精度検証ー，中央大学経済研究所年報，2012
- 12) 坂田幸繁・栗原由紀子：統計的マッチングによる疑似パネルデータの作成と精度検証ー中小企業景況調査マイクロデータを利用してー，法政大学 日本統計研究所 オケーショナル・ペーパー，2011
- 13) Suzuki, A., Kitazume, K. and Miyamoto, K. : A Model of Individual Transactions in a Housing Market for Land-Use Micro-Simulation, Selected Proceedings of the 12th WCTR, No.1774, 2010.
- 14) 鈴木温・北詰恵一・宮本和明：マッチングモデルを用いた住宅市場のマイクロシミュレーション土木計画学・講演集，Vol.42，2010.
- 15) 市川航也・鈴木温・北詰恵一・宮本和明：選択型コンジヨイントを用いた住宅市場マッチングモデルの推定，土木計画学研究・講演集，2012
- 16) Atsushi SUZUKI, Koya ICHIKAWA: Micro-simulation of household location choice with matching based housing market model, Selected Proceedings of the 12th WCTR, No.1327, 2013

(2013.8.1. 受付)

ESTIMATION OF COMBINEDED MICRO-DATA OF HOUSEHOLDS WITH HOUSINGS BY STATISTICAL MATCHING

Koya ICHIKAWA, Atsushi SUZUKI, Nao SUGIKI and Shingo YOSHIKAWA