

# 小地域における居住状況分析用データの推計方法

## Estimation Method of Multi-dimensional Census Data in Small District for Analyzing Housing Condition

○石坂公一\*1、内海康也\*2、大橋佳子\*3

ISHIZAKA Koichi, UTSUMI Koya, OHASHI Yoshiko

In this paper, the method to estimate multi-dimensional table data in the small district such as a neighborhood or the basic unit of Population Census, is developed. We developed the concrete algorithm related to each district hierarchy within the limitation of the computer capacity. Various kinds of analysis on characteristic of small district is able to be done by using this estimated data. We show some analyzing results using estimated data of each district level.

キーワード：国勢調査、小地域、多重クロス表、町丁目、基本単位区、IPF法

Keywords: Census, Small district, Multi-Dimensional Table, Neighborhood, Basic Unit, IPF Method

### 1. はじめに

我が国は本格的な人口減少と高齢化社会を迎え、人口減少により多くの住宅地では住宅ストック等のハードな居住資源には余剰が生じ、空家や空宅地が増加する一方、地域活動の担い手である人的資源の不足が顕在化しつつある。また、高齢単身世帯や高齢夫婦のみ世帯等、家族による支援が必ずしも期待できない要介護人口が増加するなどの様々な居住上の課題が増加している。これらの課題の内容は、同一の区市町村内でも町丁目や集落ごとに多様であり、有効な対応策もそれぞれの地域によって異なることが多い。このような状況のもとで地域の特性に応じた対応策を考えていくためには、町丁目以下の小さな地域単位ごとに居住状況の特性を的確に把握することが必要である。しかし、居住状況の把握のための基礎データである国勢調査、住宅・土地統計調査等の既存統計調査の主要な結果表の表象地域は区市町村レベルまで

であることが多く、表象結果から直接、区市町村以下の小地域の特性を把握することは困難である。小地域統計の充実の必要性は以前から認識されており、国勢調査では1995年以降、区市町村以下の表象単位として、町丁目と基本単位区が追加されているが、地域単位が小さくなるにつれて表象項目は次第に簡素化されるため町丁目以下のレベルでは表象項目の面での制約から、表象結果のままでは地域の居住状況を的確に把握することは困難となっている。この問題に対処するため、著者らは国勢調査データを対象に最も詳細な表象地域である基本単位区における居住状況を把握するための多重クロス表データを推計する手法を開発し、推計したデータを用いて町丁目以下の地域レベルを対象とした居住状況の分析を行うこととした。本研究では基本単位区における居住状況分析用データの推計方法および推計結果を用いた分析事例について報告することにした。

\*1 東北大学大学院工学研究科都市建築学専攻、教授、工博

\*2 東北大学大学院工学研究科都市建築学専攻、大学院生

\*3 東北大学大学院工学研究科都市建築学専攻、大学院生・工修

\*1 Prof. Dept. of Architecture, Univ. of Tohoku, Dr.Eng.

\*2 Graduate Student, Dept. of Architecture, Univ. of Tohoku

\*3 Graduate Student, Dept. of Architecture, Univ. of Tohoku, Mr.Eng.

小地域における国勢調査データの推計を扱った既往研究としては青木他<sup>(1)</sup>があるが、対象としている小地域は町丁目までである。これに対して、本研究では推計対象地域を基本単位区まで拡張することで基本単位区の位置情報を利用した分析が可能となるようなデータを推計した点および推計対象が高次元のクロス表であることに特徴がある。

## 2. 国勢調査を対象とした場合の基本単位区レベルの居住状況分析用データの推計方法

### 2-1 推計するクロス表の様式

本研究で、居住状況分析用データとして推計の対象としたクロス表は、以下の世帯状況に関する6次元表と居住状況に関する8次元表の2種類である。

世帯状況関連6次元表の項目：地域（区市町村・町丁目・基本単位区）×性別×年齢階級×配偶関係×家族類型×世帯主/世帯主外別人口

居住状況関連8次元表の項目：地域（区市町村・町丁目・基本単位区）×性別×年齢階級×家族類型×住宅所有関係×住宅建方・居住階数×延面積×世帯主/世帯主外別一般世帯人員

各項目の詳細を表1（世帯状況関連6次元表）、表2（居住状況関連8次元表）に示す。居住状況関連表では各アイテムの項目数は小地域になるほど簡略化されているが、これは公表データにおける表象項目と計算機の記憶容量両者の制約によっている。

### 2-2 国勢調査結果の表象項目

基本単位区別の2-1で述べた6次元および8次元のクロス表の各セルの値を推計することが目標であるが、国勢調査結果として表象されているのはこの表の周辺分布に対応する結果表のみである。平成7、12、17年の国勢調査結果のうち、小地域における表象結果が最も充実している平成12年の場合について関連する項目の地域別の表象状況を示すと表3のようになる。平成12年の場合、表象結果の地域別の段階は、①都道府県市部、郡部、人口50万人以上の区市、②政令都市の区、人口20万人以上の市、県庁所在地、③人口20万人未満の市町村、④町丁目、⑤基本単位区の5段階となっており、人口50万人

表1 世帯状況関連6次元表の項目

	区市町村	町丁目	基本単位区
性別	01: 合計 02: 男 03: 女	01: 合計 02: 男 03: 女	01: 合計 02: 男 03: 女
年齢	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 ..... 19: 85歳以上 20: 不詳	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 ..... 19: 85歳以上 20: 不詳	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 ..... 19: 85歳以上 20: 不詳
配偶関係	01: 合計 02: 未婚 03: 有配偶 04: 死別 05: 離別 06: 不詳	01: 合計 02: 未婚 03: 有配偶 04: 死別 05: 離別 06: 不詳	01: 合計 02: 未婚 03: 有配偶 04: 死別 05: 離別 06: 不詳
家族類型	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 男親と子 05: 女親と子 06: 夫婦両親 07: 夫婦と一 08: 夫婦子 人親 両親 09: 夫婦子 10: 夫婦と他 一人親 親族 11: 夫婦子 12: 夫婦親と 他親族 他親族 13: 夫婦子 14: 兄弟姉妹 親他親族 15: 他の親族 16: 非親族世 世帯 17: 単身世帯 18: 寮宿舎 19: 病院等 20: 社会施設 21: 自衛隊者 22: 矯正施設 23: その他 24: 不詳	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 男親と子 05: 女親と子 06: 夫婦両親 07: 夫婦と一 08: 夫婦子 人親 両親 09: 夫婦子 10: 夫婦と他 一人親 親族 11: 夫婦子 12: 夫婦親と 他親族 他親族 13: 夫婦子 14: 兄弟姉妹 親他親族 15: 他の親族 16: 非親族世 世帯 17: 単身世帯 18: 寮宿舎 19: 病院等 20: 社会施設 21: 自衛隊者 22: 矯正施設 23: その他 24: 不詳	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 男親と子 05: 女親と子 06: 夫婦両親 07: 夫婦と一 08: 夫婦子 人親 両親 09: 夫婦子 10: 夫婦と他 一人親 親族 11: 夫婦子 12: 夫婦親と 他親族 他親族 13: 夫婦子 14: 兄弟姉妹 親他親族 15: 他の親族 16: 非親族世 世帯 17: 単身世帯 18: 寮宿舎 19: 病院等 20: 社会施設 21: 自衛隊者 22: 矯正施設 23: その他 24: 不詳
世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: その他 世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: その他 世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: その他 世帯主

以上の区市については都道府県レベルとほぼ同等の情報が得られるが、地域レベルが小さくなるにつれて、表象結果項目は次第に簡略化され、表象対象は、④町丁目では基本的な項目の2次元表、⑤基本単位区では性別×年齢5歳階級別人口と世帯の種類別世帯数と世帯人員のみとなる。それでも平成12年は小地域における表象結果が充実している方であり、平成7年の場合には、基本単位区での表象項目は、性別×年齢階級3区分（15歳未満、15~64歳、65歳以上、年齢不詳）別人口と世帯の種類別世帯数、平成17年の場合は、男女別人口と世帯総数のみとなっている。

### 2-3 推計方法

推計の目標とするクロス表および推計の基礎となる表象結果は、上記のとおりであり、①の表象結果は②の周辺分布、②、③の表象結果は④の周辺分布、④の表象結果は⑤の周辺分布となっているので、推計作業の内容は「周辺分布が与えられた場合にそれを制約条件としてより高次のクロス表の各セルの値を推計する」ことになる。このような場合に通常使われる方法としてはIPF

表2 居住状況関連8次元表の項目

	区市町村	町丁目	基本単区
性別	01: 合計 02: 男 03: 女	01: 合計 02: 男 03: 女	01: 合計 02: 男 03: 女
年齢	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 05: 15~19歳 06: 20~24歳 07: 25~29歳 08: 30~34歳 09: 35~39歳 10: 40~44歳 11: 45~49歳 12: 50~54歳 13: 55~59歳 14: 60~64歳 15: 65~69歳 16: 70~74歳 17: 75~79歳 18: 80~84歳 19: 85歳以上 20: 不詳	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 05: 15~19歳 06: 20~24歳 07: 25~29歳 08: 30~34歳 09: 35~39歳 10: 40~44歳 11: 45~49歳 12: 50~54歳 13: 55~59歳 14: 60~64歳 15: 65~69歳 16: 70~74歳 17: 75~79歳 18: 80~84歳 19: 85歳以上 20: 不詳	01: 合計 02: 0~4歳 03: 5~9歳 04: 10~14歳 05: 15~19歳 06: 20~24歳 07: 25~29歳 08: 30~34歳 09: 35~39歳 10: 40~44歳 11: 45~49歳 12: 50~54歳 13: 55~59歳 14: 60~64歳 15: 65~69歳 16: 70~74歳 17: 75~79歳 18: 80~84歳 19: 85歳以上 20: 不詳
家族類型	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 両親と子 05: 女親と子 06: 夫婦両親 07: 夫婦と一親 08: 夫婦子供 09: 夫婦子供一人親 10: 夫婦と他親族 11: 夫婦子供と他親族 12: 夫婦親と他親族 13: 夫婦子供親他親族 14: 兄弟姉妹親他親族 15: 他親族世帯 16: 非親族世帯 17: 単独世帯	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 片親と子 05: 他の親族 06: 非親族世帯 07: 単独世帯 施設等世帯類型 01: 合計 02: 施設等世帯 03: 世帯種類不詳	01: 合計 02: 夫婦のみ 03: 夫婦と子 04: 片親と子 05: 他親族 06: 非親族世帯 07: 単独世帯 施設等世帯類型 01: 合計 02: 施設等世帯 03: 世帯種類不詳
住宅所有関係	01: 合計 02: 持家 03: 公営借家 04: 公団公社 05: 民営借家 06: 給与住宅 07: 間借り	01: 合計 02: 持家 03: 公営公団公社 04: 民営借家 05: 給与住宅 06: 間借り	01: 合計 02: 持家 03: 公営公団公社 04: 民営借家 05: 給与住宅 06: 間借り
住宅建方居住階	01: 合計 02: 一戸建 03: 長屋建04: 共同建 1~2 05: 共同建 3~5 (1~2) 06: 共同建 3~5 (3~5) 07: 共同建 6~10 (1~2) 08: 共同建 6~10 (3~5) 09: 共同建 6~10 (6~10) 10: 共同建11階~ (1~2) 11: 共同建11階~ (3~5) 12: 共同建11階~ (6~10) 13: 共同建11階~ (11階~) 14: その他 共同建の場合は建物階数(居住階数)	01: 合計 02: 一戸建 03: 長屋建04: 共同建 1~2 05: 共同建 3~5 (1~2) 06: 共同建 3~5 (3~5) 07: 共同建 6~10 (1~2) 08: 共同建 6~10 (3~5) 09: 共同建 6~10 (6~10) 10: 共同建11階~ (1~2) 11: 共同建11階~ (3~5) 12: 共同建11階~ (6~10) 13: 共同建11階~ (11階~) 14: その他 共同建の場合は建物階数(居住階数)	01: 合計 02: 一戸建 03: 長屋建04: 共同建 1~2 05: 共同建 3~5 (1~2) 06: 共同建 3~5 (3~5) 07: 共同建 6~10 (1~2) 08: 共同建 6~10 (3~5) 09: 共同建 6~10 (6~10) 10: 共同建11階~ (1~2) 11: 共同建11階~ (3~5) 12: 共同建11階~ (6~10) 13: 共同建11階~ (11階~) 14: その他 共同建の場合は建物階数(居住階数)
住宅延べ面積	01: 合計 02: 0-19㎡ 03: 20-29㎡ 04: 30-39㎡ 05: 40-49㎡ 06: 50-59㎡ 07: 60-69㎡ 08: 70-79㎡ 09: 80-89㎡ 10: 90-99㎡ 11: 100-119㎡ 12: 120-149㎡ 13: 150-199㎡ 14: 200-249㎡ 15: 250㎡以上	01: 合計 02: 0-29㎡ 03: 30-49㎡ 04: 50-69㎡ 05: 70-99㎡ 06: 100-149㎡ 07: 150㎡以上	01: 合計 02: 0-29㎡ 03: 30-49㎡ 04: 50-69㎡ 05: 70-99㎡ 06: 100-149㎡ 07: 150㎡以上
世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: 世帯主外 世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: 世帯主外 世帯主	01: 合計 02: 一般世帯 03: 世帯主外 世帯主

表3 平成12年の地域別の項目表象状況

表象地域	性別	年齢5歳階級	配偶関係	家族類型	施設等種類	住宅所有関係	住宅建方	共同階数居住階	住宅延べ面積	世帯主/外	集計対象 国勢調査表番号
都道府県市部	○	○	○	○	○						総人口 700
郡部	○	○	○	○	○					○	一般世帯人員 901 他
人口50万人以上区市	○	○	○	○	○					○	施設等人口 1000
	○	○	○	○	○						一般世帯世帯主 1600
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 1800
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2101 他
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2201
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2301
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2301
	○	○	○	○	○						一般世帯世帯主 2400
	○	○	○	○	○						一般世帯世帯主 2501 他
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2800
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2800
	○	○	○	○	○						主世帯人員 2900
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 3100
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 3100
	○	○	○	○	○						一般世帯主 3301
	○	○	○	○	○						主世帯人員 3400
	○	○	○	○	○						60~単身者数 4901
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						高齢夫婦世帯 5201
人口20~50万人の市	○	○	○	○	○						総人口 401 他
政令指定市区	○	○	○	○	○					○	一般世帯人員 901 他
	○	○	○	○	○						施設等人口 1000
	○	○	○	○	○						一般世帯世帯主 1700
県庁所在地	○	○	○	○	○						一般世帯人員 1900
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2101 他
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2203
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2303
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2303
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2600
	○	○	○	○	○						主世帯人員 3000
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 3200
	○	○	○	○	○						一般世帯主 3302
	○	○	○	○	○						主世帯人員 3400
	○	○	○	○	○						60~単身者数 4905
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						高齢夫婦世帯 5205
人口20万人未満市町村	○	○	○	○	○						総人口 401 他
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 901 他
	○	○	○	○	○						施設等人口 1000
	○	○	○	○	○						一般世帯世帯主 1700
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2101 他
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2203
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2303
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2303
	○	○	○	○	○						一般世帯人員 2600
	○	○	○	○	○						主世帯人員 3400
	○	○	○	○	○						60~単身者数 4905
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						60~単身者数 5001
	○	○	○	○	○						高齢夫婦世帯 5205
町丁目	○	○	○	○	○						総人口
	○	○	○	○	○						世帯の種類別人口
	○	○	○	○	○						一般世帯人員
	○	○	○	○	○						単身世帯
	○	○	○	○	○						一般世帯人員
	○	○	○	○	○						一般世帯人員
	○	○	○	○	○						一般世帯人員
基本単区	○	○	○	○	○						総人口
	○	○	○	○	○						一般世帯数(単身/他)
	○	○	○	○	○						世帯種類別人員

(Iterative Proportional Fitting) 法がある。I P F 法ではある初期値から出発して、周辺分布で与えられる制約条件を満足するような値に収束するまで高次のクロス表のセルの値を比例的に修正していく。特に、初期値としてすべてのセルを同一の値(たとえば1)として適用するものは対数線型モデルにおけるパラメーターの最尤解を求める標準的なアルゴリズムとなっている。換言す

れば周辺分布の表象結果とI P F 法(各セル同一の値を初期値とするもの)を用いて、高次のクロス表のセルの値を推計することは、対象となる高次クロス表に対して情報が得られる周辺分布の制約を表現するパラメーターのみを用いた対数線型モデルを仮定して各セルの最尤推定値を求めることに対応しており、この方法で求められる各セルの値は周辺分布の表象状況から外的に規定され

るモデルを仮定した場合の「期待値」となっている。推計結果が「期待値」であることは「実際に得られた値の推定値」という意味では限界を持っているとも言えるが、「現実の調査結果は別の値をとる可能性もあったある確率変数の実現値」と解釈する立場に立てばモデルが確率変数の構造を適切に表現している場合には、分析用の値としてはむしろ好ましいと考えることもできる。また、対数線型モデルを用いた場合、飽和モデル以外では各セルの推計値は、より低次の周辺分布の結果から得られるパラメータ値の重ね合わせで表現されることから、得られる推計値はある種の「平滑化」を受けた結果となる。この特徴からむしろ大局的な構造が理解し易いという利点も有していると考えられる。しかし、一方で周辺分布の表象状況から外的に規定されるモデルが現実の構造を表現するモデルとしては不適切な場合（周辺分布に関する表象データが少なく、得られる情報が不十分で表象状況から規定されるモデルが単純過ぎる場合）は、この方法による推計結果は現実のデータ構造を的確に表現できず、実現値の推計値としても、確率変数の「期待値の推定値」としても適切なものではなくなってしまう。周辺分布と I P F 法を用いた場合の推計値の精度（真の値の再現性）に関する浅見他による研究<sup>20</sup>でも周辺分布から得られる情報が十分ではない場合には、推計値の精度には限界があることが指摘されている。したがって、ここで問題となるのは国勢調査の表象結果に基本単位区における居住状況データを推計するだけの十分な情報が含まれているかどうかであるが、居住状況を表現する項目間の関連性（世帯主年齢、家族型、住宅所有関係、住宅延面積、住宅の建方等々）にはかなり強いものがあること、同様の特徴を持つ住宅地は地理的に連続して分布しているのが一般的であること、平成 12 年の国勢調査結果の町丁目、基本単位区における表象結果はかなり充実しており、相対的に情報が少ない平成 7 年と平成 17 年の結果の推定にあたっては平成 12 年の推計結果が有効に活用できる可能性があること等から、本研究では、十分ではないにしても公表されている国勢調査の表象結果からある程度の質を持った小地域における居住状況分析用データを推計することは可能であると判断して推計を行った。た

だ、基本単位区レベルにおいては表象結果から得られる情報は十分ではなく、基本単位区の推計結果は基本的には表象されている周辺分布の値を当該単位区が属する町丁目におけるプロポーションで比例的に按分したものとならざるを得ない。このことから基本単位区の推計データの利用にあたっては、個々の基本単位区のデータをそのまま用いるよりは何らかの形で集計し「周辺化」した結果を用いた方が望ましいと考えられる。

具体的な推計方法は以下に示すとおりで、基本的には通常の I P F 法の手順と同様であるが、通常とは下記の点が異なっている。

#### (a) 収束計算を地域階層ごとに分割した点

通常の I P F 法における収束計算では、推計対象の高次のクロス表をそのまま計算対象とするが、本研究における対象表は、居住状況関連 8 次元表の場合、地域（区市町村・町丁目・基本単位区）×性別×年齢階級×家族類型×住宅所有関係×住宅建方／居住×延面積×世帯主／世帯主外別一般世帯人員 であり、最終的な目標である基本単位区を推計対象地域区分とした場合には、記憶容量、計算回数とも研究室レベルで使用可能な計算機的能力をはるかに超えてしまう<sup>21</sup>。そのため、以下のように地域レベルを 3 階層に分けて計算を行うこととした。

第 1 段階：地域単位の周辺分布＝都道府県市部、郡部、50 万以上市、その他の項目の周辺分布＝区市町村別の表象結果、推計対象地域単位＝区市町村、初期値の設定＝全セルとも 1

第 2 段階：地域単位の周辺分布＝区市町村、その他の項目の周辺分布＝町丁目別の表象結果、推計対象地域単位＝町丁目、初期値の設定＝各町丁目とも区市町村全体の推計結果

第 3 段階：地域単位の周辺分布＝町丁目、その他の項目の周辺分布＝基本単位区別の表象結果、推計対象地域単位＝基本単位区、初期値の設定＝各基本単位区とも町丁目全体の推計結果

第 3 段階までで一応、各地域レベルにおける表象結果と矛盾しない推計結果が得られるが、地域階層間の情報の受け渡しは初期値の設定のみを通じて行われているため表象対象以外のセルについては、推計結果の地域的な

整合性は一般的には保証されない（たとえば、ある属性を持ったセルについて基本単位区別の推計値を合計した結果は町丁目の推計値に合致する保証はない）。これは各地域階層における推計をそれぞれ独立の過程として取り扱っているためであり、計算能力の制約に起因している。しかし、これを防止しようとして上位の地域階層における推計結果を下位の階層の周辺分布とすると下位の階層における表象結果と上位の階層における推計結果の間に矛盾が生じ（たとえば区市町村の推計結果ではある属性を持つセルの値は0ではないのに町丁目別の表象結果からは当該セルの値は0となる等）、計算の続行が不可能となる。このため、計算の当初においては上記のような初期値の設定方法を採らざるを得ず、推計結果における地域的な不整合の発生は計算の継続性確保のための代償であるとも言える。しかし、地域的な不整合の発生は望ましいことではなく、本研究ではこれを緩和するため、(b)に示す循環的な収束計算過程を導入することとした。

#### (b) 循環的な収束計算過程の導入

前述したように、(a)の収束計算だけでは推計結果の地域的な整合性は保証されない。そのため、(a)の推計結果を初期値として用いる以下の計算過程を導入した。

第1段階：地域単位の周辺分布＝都道府県市部、郡部、50万以上市、その他の項目の周辺分布＝区市町村別の表象結果、推計対象地域単位＝区市町村、初期値の設定＝前回の基本単位区別推計結果のセルごとの区市町村別合計

第2段階：地域単位の周辺分布＝区市町村、その他の項目の周辺分布＝町丁目別の表象結果および区市町村別の推計結果、推計対象地域単位＝町丁目、初期値の設定＝前回の基本単位区別推計結果のセルごとの町丁目別合計

第3段階：地域単位の周辺分布＝町丁目、その他の項目の周辺分布＝基本単位区別の表象結果および町丁目別の推計結果、推計対象地域単位＝基本単位区、初期値の設定＝前回の基本単位区別の推計結果

この過程では、上位の推計結果が下位の推計計算の制約条件となるので、地域階層間の不整合は緩和される。また、前回の基本単位区別の推計結果を初期値として用いることで0になるべきセルは初期値の段階で0となる

ことからどの地域階層でも収束計算の実行が可能となる。本方法によっても地域的な不整合は完全には解消されないが、不整合の値の大きさは最大の場合でも数人程度となり、分析用のデータとしては許容できる水準にまで緩和することができる。また、さらに新たな基本単位区別の推計結果を初期値としてこの計算過程を繰り返すことも可能である。

(a)、(b)ともそのそもその原因は、計算機能力の不足であり、(a)、(b)はいわば苦肉の策ではあるが、この計算過程の導入によって、一応、許容可能な質の水準の推計値を得ることが可能となったと考えられる。

## 2-4 推計結果の加工

2-3の推計作業の結果、区市町村別、町丁目別、基本単位区別の各地域レベルで世帯状況関連6次元表と居住状況関連8次元表の各セルの推計値が得られるが、特に基本単位区の場合のデータ量は膨大なものになる。基本単位区の特徴である位置情報を積極的に活用するようなタイプの分析（たとえば駅や病院からの距離帯別の居住状況の分析等）の場合は基本単位区別の結果を直接用いることが必要であるが、都市内の地域的な構造の分析のためには町丁目等の地域単位のデータを用いた方が有効な場合も多い。ただ、町丁目の場合は、その広さに極端な差があること（都心では狭く、山間部では広い）や新設・分割等により時系列的な安定性に難があるといった問題点もある。

これに対処するため本研究では地域構造分析用の加工データとして、基本単位区の推計結果を地域的に集計したメッシュ単位のデータを作成した。

対象としたメッシュ単位は標準3次メッシュを16分割したおおむね250m×250mの1/4メッシュであり、ほぼ都心部における町丁目一つ分の広さに相当する。基本単位区のデータには位置座標が含まれているので、さらに細分化した125m×125mメッシュごとの集計も可能であるが、あまりメッシュサイズを細かくすると各メッシュに含まれる基本単位区数がひとつだけとなるメッシュが多くなり、基本単位区データをそのまま用いるのと大差なくなるので、メッシュサイズは分析の目的にあわせて適切に設定する必要がある<sup>注2)</sup>。

### 3. 分析例

#### 3-1 区市町村別の推計結果を用いた分析例

区市町村別単位の推計結果はいわゆる小地域に関するものではないが、今回の推計では居住状況に関する高次元のクロス表を対象としているので表象結果には含まれていない項目の組み合わせのクロス表についての推計値も得られる。図1は、仙台市における住宅所有関係×住宅の建方×年齢階級別人口の推計結果を用いて、平成12年から17年の間の住宅所有関係別コーホート変化率を求め、それから安定人口増加率と安定人口分布<sup>注3)</sup>を計算した結果である。図から戸建持家では高齢化が進展するものの民営借家では居住者の年齢分布は現在とあまり変わらない形で人口変動が進んでいることがわかる。

#### 3-2 町丁目別の推計結果を用いた分析例

筆者らは既報<sup>注4)</sup>で平成17年の町丁目別の性別×年齢×家族型×住宅建方・居住階×世帯主/外別人口の推計結果を用いて、仙台市における総介護需要、家族介護供給量、地域介護力指数を計算した。この計算の実施にあたってはコミュニティレベルの地区ごとの居住状況に関する様々な情報が必要となるが、町丁目別の高次元のクロス表の推計値を用いることで計算が可能となった。

#### 3-3 250 mメッシュ別の推計結果を用いた分析例

図2は、基本単位区の推計結果を集計した250 mメッシュ別の住宅所有関係×住宅の建方×世帯主年齢別世帯数のデータを用いて作成した居住上の問題の発生が懸念される高齢者世帯の分布状況(2005年)を示したものである。該当する世帯は、比較的早い時期に開発された都心周辺部の住宅地で多いことがわかる。250mメッシュを用いることで、人が居住している地域のみを表示対象とするとともに町丁目の大きさや境界の変更の影響を排除した分析が可能となる。また、地域的な構造を大局的に把握するための平滑化作業も比較的容易となる。

#### 3-4 基本単位区別の集計結果を用いた分析例

図3は、石巻市について東日本大震災にともなう津波で浸水した地域の基本単位区データの推計結果を集計することで作成した2005年の世帯主年齢別、家族型別世帯数および世帯主年齢別、家族型別浸水率を示したものである。図より、被災した世帯は2005年時点で55～59歳の世帯

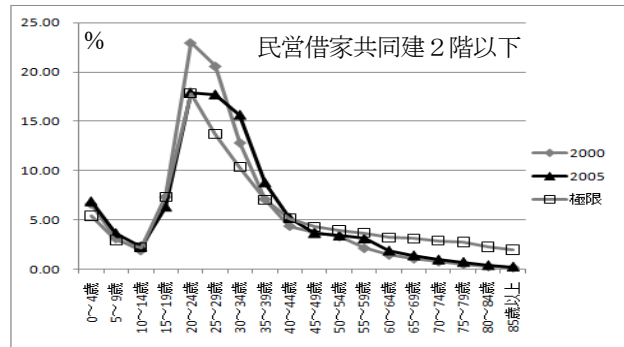
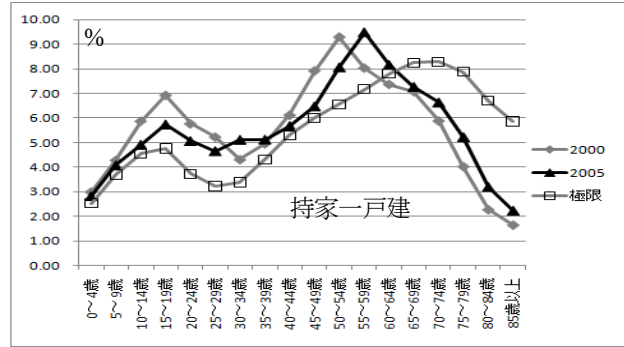


図1 仙台市における住宅型別の年齢別人口分布

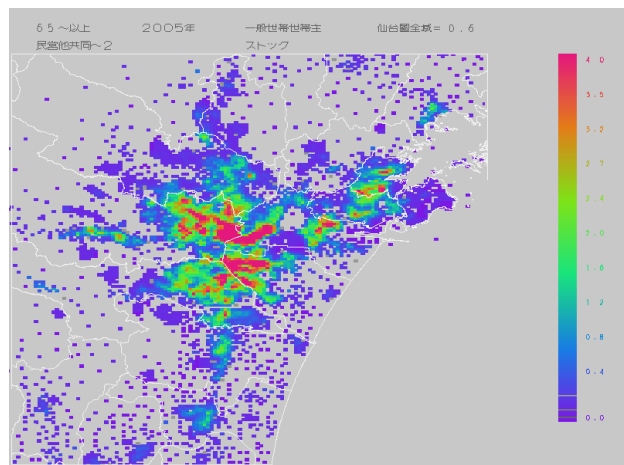


図2 民営借家共同建2階以下居住高齢者世帯数

を中心とする世帯主年齢が30～60歳の夫婦と子世帯、世帯主年齢50～59歳の3世代世帯、20代の単身世帯が中心となっている。震災発生時にはこれらの世帯の年齢は5歳以上にずれることになり、同時に流出と流入も発生するのでこのデータから被災世帯の状況を推定するには別途作業が必要となるが、いずれにしても今回の津波で被災した世帯は、働き盛りの年代のファミリー世帯が主体であると推計される。本来、復興計画の立案のための現状把握資料としては2010年の国勢調査結果を使用すべきであるが、まだ公表されていない<sup>注5)</sup>段階では2005年のデータから得

られる情報もそれなりの意味を有しているのではないかと思われる。もちろん、本格的な復興計画の策定のためには、居住者全員を対象とした悉皆調査等、現地に即した調査が必要なことは論を待たない。しかし、その場合でも本研究の方法で作成したデータは、被災地域が時系列的に辿ってきた状況を把握するための基礎資料として活用可能であると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、国勢調査データを対象に最も詳細な表象地域である基本単位区における居住状況を把握するためのクロス表データを推計する手法について述べるとともに推計結果を用いた分析例を示した。「2-3 推計方法」で述べたように本手法による推計結果は「実際に得られた値の推定値」という意味では限界を有しており、利用にあたっては推計値の特性に応じた注意が必要であるが、今後、人口の減少とともにその必要性が増加する町丁目以下の小地域単位ごとの居住状況の把握を行うための資料としては、それなりに活用できると考えられる。

本研究で採用した推計方法は基本的には従来から使われてきたIPF法であるが、通常の計算機環境のもとで国勢調査の表象結果を最大限活用して基本単位区別の高次元クロス表を推計する具体的な手順を開発した点、および推計方法を対数線型モデルの最尤解を求めるアルゴリズムと対比することで、得られる推計値の性格が明確になった点で成果があったと考えている。

一方で、計算機能力に起因する問題が大きいことも明らかとなった。その一部は本文中でも述べたが、それ以外にも町丁目 が 900 を超えるような場合はアドレスの制約から居住状況分析用 8次元表の計算ができない（たとえば八戸市、秋田市では計算できない）という問題や別の体系で表象されている地域メッシュ統計を周辺分布として活用していないという問題もある。これらの問題は計算機能力の向上によって解決可能なものもあるので今後の機器の進歩に期待することにした。

また、本研究の方法で得られる推計値の精度（実際に集計した場合の値の再現性）については、検証用の値が得られないのでチェックする術がないが、推計値を用いた

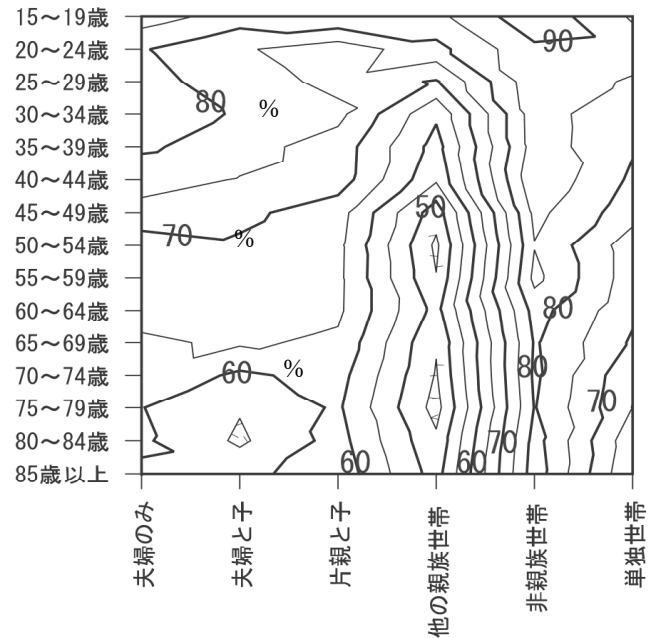
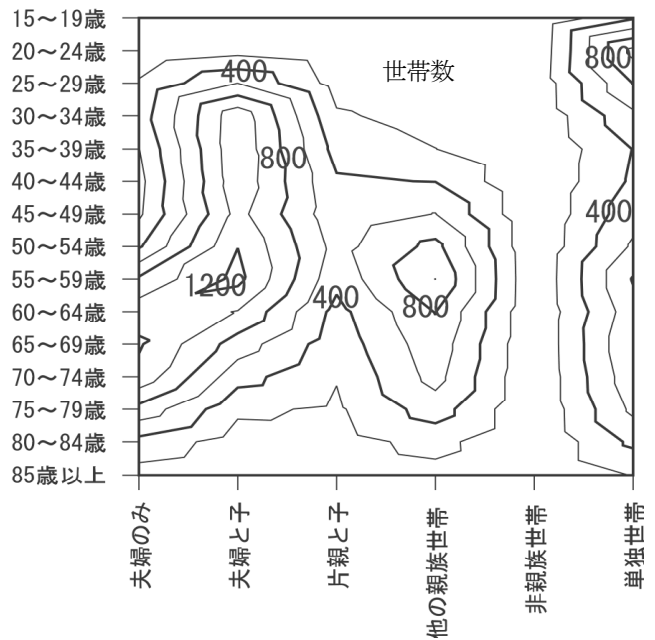


図3 石巻市における東日本大震災津波浸水地域の世帯年年齢別、家族型別世帯数および世帯年年齢別、家族型別浸水率

分析ではそれほどおかしな結果は得られていないことから、推計結果は小地域における居住状況の分析用の値（「確率変数の期待値」）としてそれなりの質を持っていると考えられる。

今後の課題としては、国勢調査の職業関連や人口移動の項目を取り込んだ多次元クロス表の推計方法を開発することおよび区市町村までの表象結果しかない住宅・土地統計調査の結果を取り込んだ小地域データの推計方法を考えることが挙げられる。

注)

- 1) 基本単位区数は仙台市全体で 18939 であり、基本単位区を地域単位とした場合の仙台市の居住状況関連 8 次元表の格納に必要な記憶領域は 88 G Byte となる。このため、一般的な計算機の記憶容量では、最終的な目標である基本単位区を地域単位とする多次元表をそのまま推計することは困難である。外部記憶装置の利用も考えられるが、この場合は計算時間を実用的な範囲内に納めることが難しくなる。
- 2) 適切なメッシュサイズの設定方法や最適な領域分割の方法に関しては既に多くの研究がある。(文献 3～7)
- 3) 安定人口増加率と安定人口分布は出生率とコーホート変化率が変化しないとした場合に収束する総人口の増加率(減少率)と年齢別分布を示すものであり、地域の人口変化のスピードと方向を示すものとして解釈できる。
- 4) 計算方法の詳細に関しては、著者らによる既報(文献 9)を参照されたい。
- 5) 総人口と総世帯数は総務省より公表されている。

#### 参考文献

- (1) 青木俊明他、小地区単位における詳細属性別世帯数の予測、土木学会論文集 IV 巻: 646 巻号: IV-47 号, pp. 27-36、2000 年 4 月
- (2) 浅見泰司他、国勢調査住宅関連統計の IPF 法による度数分布表推計の精度—東京大都市圏を例として—、日本建築学会計画系論文集 514 号, pp. 185-189、1998 年 12 月
- (3) 青木義次他、都市メッシュデータ解析におけるメッシュサイズの効果、日本都市計画学会学術研究論文集 21, pp. 247-252、1986 年
- (4) 玉川英則、土地利用比率の同質性からみた最適メッシュ規模に関する考察、日本都市計画学会学術研究論文集 22、p. 229-234、1987 年
- (5) 樋口忠彦他、連続変数の最適メッシュ区分について—メンタルマップを用いたケーススタディ、都市計画論文集 (23), pp. 37-42、1988 年
- (6) 田頭直人、空間集計問題—データを空間的に集計することによるモデル推定への影響、都市計画論文集 25、pp. 361-366、1990 年
- (7) 阪田知彦他、GIS 建物データとメッシュシステムに立脚した東京都区部における延べ床面積規模別事業所系建築物の地理的分布の分析、日本建築学会計画系論文集 545 号, p. 189-196、2001 年 7 月
- (8) 伊藤香織、時空間を特徴づける領域分割の最適化に関する研究、日本建築学会計画系論文集 556 号, pp. 341-348、2002 年 6 月
- (9) 黒岩 宏、石坂公一、地域介護力の指標化—地域介護力向上のための基礎として—、日本建築学会計画系論文集 656 号, pp. 2431-2440、2010 年 10 月