

土地利用の混在指標を用いたわが国の都市圏の形態分析

－ 埼玉県東部を対象とした Metropolitan Form Analysis—Land-Use Mix の適用 －

○川邊 晃大*¹ 渡辺 俊*²

キーワード：土地利用混在 住商混在 コンパクト・シティ GIS

1. 背景

わが国の都市施策が目指す「コンパクト・シティ」の基礎的条件の中に「土地利用の混在」がある。これは多様な土地利用を近隣に集積させることを意味し、自動車への依存度の低減や中心市街地の活性化を図るために重要であるとされる¹⁾。この「土地利用の混在」に関して都市圏を詳細な分析単位で経年的に分析し、土地利用混在地域の出現あるいは消失の発生規模やその立地条件に関する性質を実態に即して把握することは将来における高度な土地利用の混在の実現に向けた都市整備計画策定のために重要と言える。しかしながら広い範囲を対象に詳細な分析単位で土地利用混在地域を抽出し、その分布変容を考察した事例は少ない。

こうした中 Amindabari ら (2013)²⁾ は Metropolitan Form Analysis と題した 6 種類の都市圏形態計量手法群の中の一手法として、土地利用の混在度を評価する Land-Use Mix を提案した。詳細については後述するが Land-Use Mix は分析対象地に一定間隔でサンプルポイントを与え、各ポイントを中心とした指定面積をもつ走査円内の土地利用混在指標に基づき対象地域の土地利用混在を評価する。

この Land-Use Mix を詳細な指定面積で広範囲な都市圏に適用し、混在指標値に関する経年的変化分析を行うことで詳細な分析単位での高度土地利用混在地域の变容傾向を明らかにできる。また、同様な変化様相を呈する単位地域の連続に着目することで、その様相変化を発生規模の観点から考察できると考えられる。

2. 目的

本報はわが国の都市圏の広範囲に対して国外で開発された比較的新規の土地利用混在分析手法 Land-Use Mix を GIS 上で適用し、結果として得られた詳細単位での土地利用混在地域の近年における変容の基礎的傾向について報告する。なお本報では平成 6 年と平成 17 年における詳細な土地利用データ^{注 1)}が存在する埼玉県の東部を対象に、生活上での結びつきが特に強く、より高度な混在が望ましいと考えられる住居系土地利用と商業系土地利用の混在に着目して、具体的に以下について報告する。

- 平成 6 年時点での高度住商混在地域における平成 17 年にかけての住商混在指標値変化の基礎的傾向。

- 平成 6 年時点での「高度住商混在地域」の内、住商混在指標減少が見られた地域に着目した住商用途面積変化パターンと発生規模の基礎的傾向。

3. 研究の方法

まず 4 章にて Land-Use Mix における土地利用混在度分析の詳細を説明する。その後 5 章にて平成 6 年と平成 17 年における埼玉県東部全体の Land-Use Mix の適用結果に基づき、年間の住商混在度変化を俯瞰的に考察する。そして 6 章の 1 節にて平成 6 年時に高度に住居系土地利用と商業系土地利用が混在していた地域の混在度変化の基礎傾向を分析し、2 節にて混在が減少していた地域に着目した住商用途面積変化パターンと混在度減少発生地域規模に関する傾向把握を行う。

4. Land-Use Mix の詳細

4.1 分析単位の設定方法

前述の通り、Land-Use Mix では分析対象圏域に対して一定間隔のサンプルポイントを設置し、各サンプルポイントを中心とした走査円の内部領域における混在度を分析する。ここで各走査円は水平・垂直方向に隣接するサンプルポイントと接するように配置される。すなわち各走査円の半径はサンプルポイントの設置間隔と等しい。走査円の領域面積は分析者側が任意に設定でき、円面積に基づいてサンプルポイント間の間隔が決定される。本報ではサンプルポイント間の間隔が 100m になるように円面積を設定した。

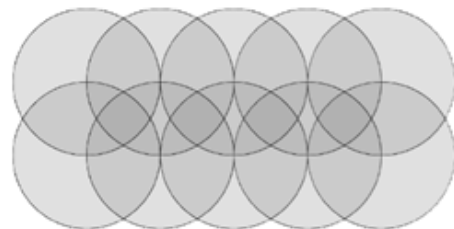


図 1 Land-Use Mix における走査円の設置イメージ
(参考文献 2 より引用)

4.2 混在度の算出法

続いて詳細な混在度指標値の算出過程について説明する。Amindabari ら (2013) の研究の中では、各サンプルポイントの土地利用混在度を一致指標 (matching index) とい

う指標概念を用いて計算している。これは、分析者が設定する期待混在比率（expected mixing ratio）と実態との一致度合い（あるいは乖離度合い）を定量化したものである。

それぞれの混在を分析したい土地利用（分析対象土地利用）の集合を N とする。 N の一要素である土地利用 n の走査円 i における一致指標 $M_{n,i}$ は次式のように定義される。

$$M_{n,i} = 1 - |S_{n,i} - ES_{n,i}|$$

ここで、 $ES_{n,i}$ は「 i 内における n の期待される分析対象土地利用面積総計に占める割合（すなわち期待混在比率）」であり、 $S_{n,i}$ は「 i 内における n の現実的分析対象土地利用面積総計に占める割合」である。 $S_{n,i}$ を式で表すと次のようになる。

$$S_{n,i} = \frac{A_{n,i}}{\sum_N A_{k,i}} \quad (k \in N)$$

$A_{n,i}$ は i 内に存在する土地利用 n の面積を表す。 i 内に分析対象土地利用が全く存在しない時、 $S_{n,i}$ の分母が0となるため、 $M_{n,i}$ は定義されず、土地利用混在度も算出されない。

走査円 i 内の各分析対象土地利用の一致指標が算出された後、それらの積に「 i 内の分析対象土地利用面積総計が i の円面積全体に占める割合： S_i 」を掛けることで i における分析対象土地利用間の土地利用混在度 MX_i を算出する。 S_i および MX_i を式で表すとそれぞれ次のようになる。

$$S_i = \frac{\sum_N A_{k,i}}{A_i} \quad (k \in N)$$

$$MX_i = S_i \cdot \left(\prod_N M_{n,i} \right) \quad (n \in N)$$

A_i は走査円 i の面積を表す。 MX_i は0より大きく1以下である値をとり、各分析対象土地利用が期待混在比率に近い程高く、走査円 i 内に分析対象外の土地利用が含まれている程低くなる。なお各走査円における指標値を平均すること

で対象地域全体での土地利用混在を評価できるとされる。

各分析対象土地利用の期待混在比率の設定方法に関して Amindabari らは「分析対象地域全体での各分析対象土地利用の混在比率を用いる方法」や「分析者側で任意に固定した混在比率を用いる方法」、そして「混在用途間の組み合わせごとに混在比率を変化させて用いる方法」を提案している。本報における分析では単純かつ直感的な混在状態を表現できる「分析者側で任意に固定した混在比率を用いる方法」を採用し、「住居系土地利用面積：商業系土地利用面積＝1：1」を期待混在比率として設定する。そしてこの条件で算出される土地利用混在度 MX_i を本報における住商混在指標として定義する。住商混在指標は0より大きく1以下である値をとる。そして走査円内の住商土地利用面積比が1：1に近い程高く、走査円内に住商以外の土地利用が含まれている程低くなる（図2）。

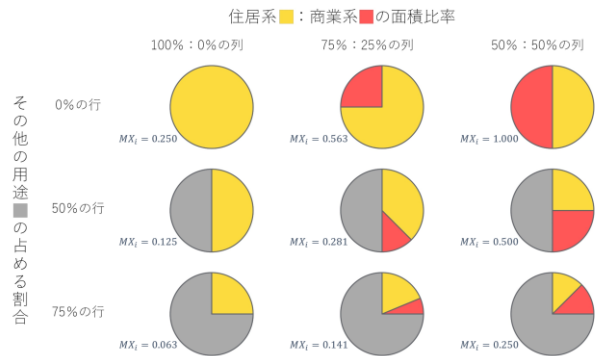


図2 各混在状況時における住商混在度指標の値

5. 埼玉県東部における住商混在地域の分布と変化

図3に平成6年及び平成17年時の埼玉県東部の各サンプルポイントにおける住商混在指標を示し、図4に各ポイントの年間の指標値の変化を示す。分析範囲全域を俯瞰すると、住商混在指標の増加が目立つ。

ここで各サンプルポイントにおける平成6年時における住商混在指標と年間の指標値変化の散布図（図5）を見ると、平成6年時点で混在指標が高い地域ほど平成17年にかけて指標値が減少する傾向にあることが分かる。また平

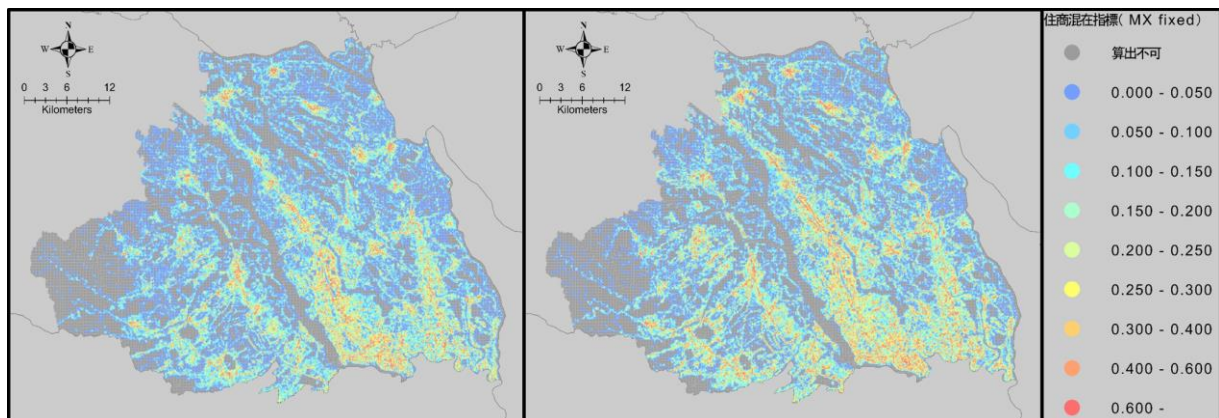


図3 各年における住商混在指標（左：平成6年，右：平成17年）

平成6年時点での住商混在指標が0.4以上の地域に着目すると、年間で指標値が減少した地域数が増加した地域数を上回る（図6、図7）。

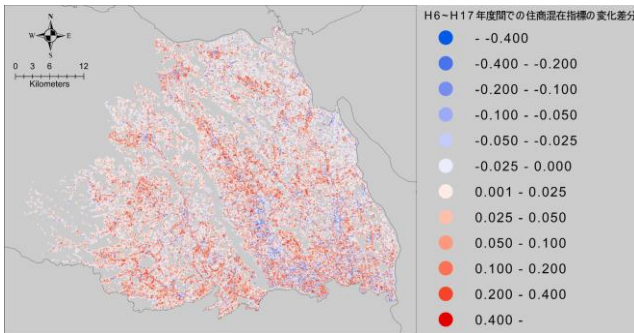


図4 平成6~17年間における指標値の変化値

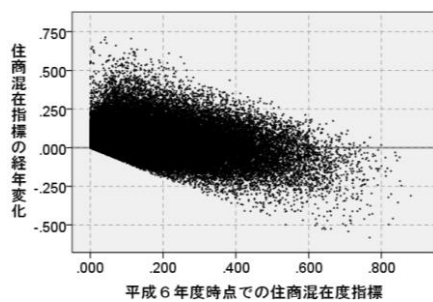


図5 平成6年時における住商混在指標と年間の指標値変化の散布図

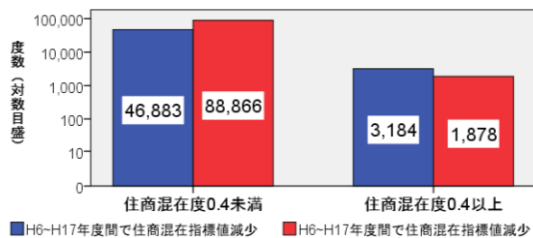


図6 平成6年時点での住商混在指標区分(0.4以上・未満)ごとの住商混在指標増加・減少地域数

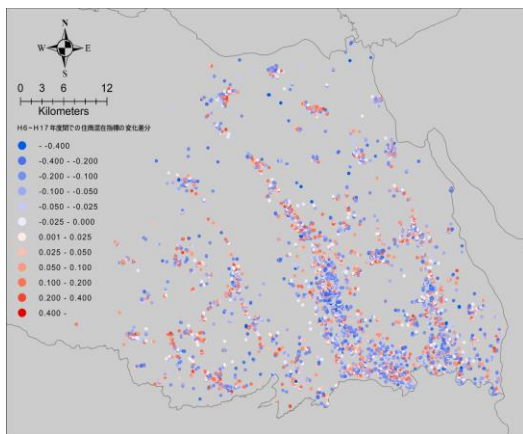


図7 平成6年時点で混在度指標が0.4以上のポイントにおける平成6~17年間における指標値の変化値

6. 平成6年の高度住商混在地域に着目した分析

6.1 高度混在地域の住商用途面積増減と指標値変化

平成6年時点で住商混在指標が0.4以上である地域(サンプルポイント)を平成6年時点における「高度住商混在地域」とする。この地域に絞った住居系土地利用と商業系土地利用の平成6年から平成17年間の面積変化の散布図(図8)を確認すると、住居系土地利用面積増減と商業系土地利用増減には負の相関が見られる。また、年間に住居系と商業系の両土地利用の面積がともに増加している場合には住商混在指標は増加し、反対に両者とも減少している場合には住商混在指標は減少するという性質が確認された。ただし住居系・商業系土地利用面積のどちらか一方が増加し、もう一方が減少する地域群に関しては住商混在指標が増加するケースと減少するケースの両方が存在している。

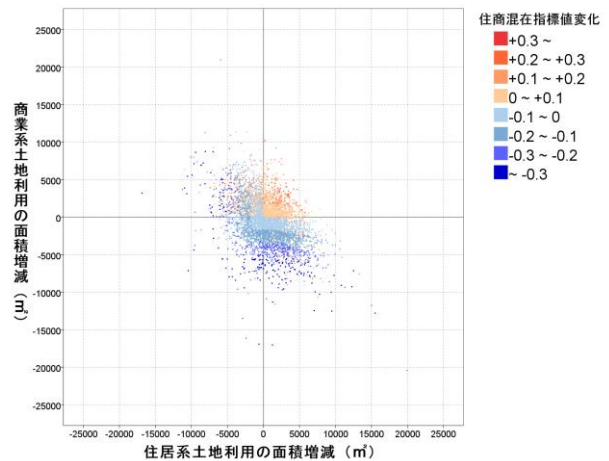


図8 平成6年時点の「高度住商混在地域」の各走査円内の住商土地利用面積変化の散布図(色は年間の住商混在指標変化)

ここで「高度住商混在地域」の各ポイントを「住居系・商業系土地利用面積の増加・減少」の組み合わせに基づいて「住居系増加&商業系増加」地域、「住居系減少&商業系増加」地域、「住居系減少&商業系減少」地域、「住居系増加&商業系減少」地域の4種に分類し、各用途面積増減パターン分類での混在指標の増加あるいは減少を示した地域数を比較する。

図9を確認すると、最も地域数の多い項目は『年間での混在指標減少を示す「住居系増加&商業系減少」地域』であり、平成6年時における「高度住商混在地域」全体の約32%、住商混在指標減少地域に範囲を絞るとその約51%がこの区分が占めることが明らかとなった。

また「住居系減少&商業系増加」地域では指標値が増加した地域と減少した地域がほぼ同程度の割合で存在している一方で、「住居系増加&商業系減少」地域では指標値が減少した地域の方が増加した地域よりも大幅に数多く存在していることが明らかとなった。

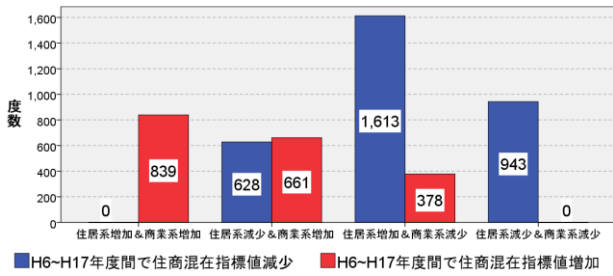


図9 平成6年時点における「高度住商混在地域」の住商用用途面積変化パターン毎の混在指標増加減少地域数

6.2 住商用用途面積増減に基づく指標値減少地域の傾向

前節より、地域数が多い順に「住居系増加&商業系減少」地域、「住居系減少&商業系減少」地域、「住居系減少&商業系増加」地域の3種の用途面積変化パターン分類で平成6年時の「高度住商混在地域」の混在指標減少が確認された。本節では混在指標減少が確認された地域群について互いに交差し合う同用途面積変化クラスター分類の地域（走査円）を一つの同系混在指標値減少地域クラスターと見なし、各分類におけるクラスター規模の性質を考察する。

各クラスターについて連続地域数と用途面積変化に基づいてクロス集計を行ったところ、「住居系減少&商業系増加」地域に関して相対的に単一地域が多く、中規模クラスターが少ないことや、反対に「住居系増加&商業系減少」地域に関して相対的に単一地域が少なく、大規模クラスターの占める割合が多いことが明らかとなった。これらの結果は高度住商混在地域における一般的な混在指標減少要因として大型店の点在的な出店や、既存商店街などの一定の面的広がりを持つ住商混在地域全体での個々の商店の閉業・一般住宅化の進行があることを示唆するものと考えられる。

続いて用途面積変化クラスター分類ごとのクラスター規模と鉄道駅までの距離の関係を見る。図10を見ると、「住居系減少&商業系増加」地域についてクラスターの規模が大きくなるにつれて、そのクラスターの鉄道駅までの距離が小さくなる傾向が確認できる。これは開発圧力の大きい駅周辺部の商住混在地域にて大規模かつ連続的に商業開発がなされてきたことが反映されたものと考えられる。

表1 連続地域数分類と用途面積変化分類による指標値減少地域クラスターのクロス集計

	単一地域	2~3地域の連続クラスター	4地域以上の連続クラスター	合計
住居系減少&商業系増加	281 (2.274**)	83 (-2.257**)	29 (-0.327)	393
住居系増加&商業系減少	570 (-2.268**)	239 (1.287)	80 (1.896*)	889
住居系減少&商業系減少	385 (0.441)	151 (0.605)	35 (-1.762*)	571
合計	1236	473	144	1853

X²乗検定: X²乗値=9.895 自由度=4 有意確率=0.042
○内は調整済み残差 ** 5%水準で有意 * 10%水準で有意

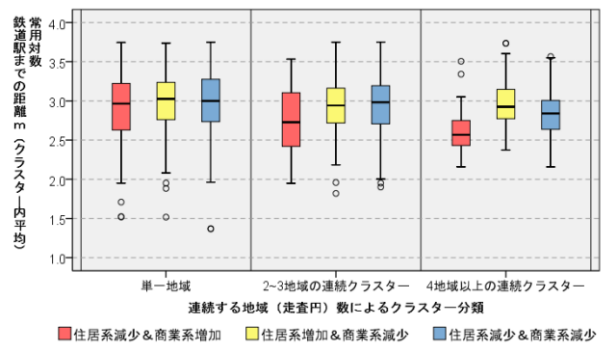


図10 平成6年時点の「高度住商混在地域」の内、住商混在指標減少地域に関する連続地域数分類と住商用用途面積変化パターン毎の駅までの距離の箱ひげ図

7. まとめ

本報にて得られた知見の代表的なものを下にまとめる。

- 平成6年から平成17年にかけての住居系土地利用と商業系土地利用の混在の変化に関して、全体的では混在指標増加地域が多かった一方、平成6年の時点で既に混在指標が高かった地域は指標値が減少する傾向にあった。
- 住居系土地利用と商業系土地利用の混在減少のパターンとしては商業系が住居系に置き換わる場合が最も多く、混在減少地域の半数以上を占める。
- 住居系土地利用面積が増加し、商業系土地利用面積が減少することで商住の混在が失われる地域は一定規模以上の広がりを持って発生する割合が相対的に高い。
- 反対に商業系土地利用面積が増加し、住居系土地利用面積が減少することで商住の混在が失われる地域の中で発生規模が多いものは相対的に鉄道駅に近い地点で発生している場合が多い。

分析の課題としては実地的な都市現況との対比を踏まえた混在減少要因の考察が不足していること等が挙げられるが、本報では詳細な土地利用混在地域の変化を俯瞰的に可視化し現況把握を行う上での Land-Use Mix の一定の有用性を示せたものとする。

【注釈】

注1) 「細密数値情報(10mメッシュ土地利用):首都圏」及び「数値地図5000(土地利用):首都圏」を指す。

【参考文献】

- 1) OECD: “Compact City Policies: A Comparative Assessment”, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, 2012
- 2) Amindarbari, R. and Sevtsuk, A.: Measuring Growth and Change in Metropolitan Form, City Form Lab at the Singapore University of Technology and Design UAA2013 in San Francisco, 2013

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究科 博士前期課程

*2 筑波大学システム情報系 教授 博士(工学)