

茨城県内における人口分布と 都市間通勤交通の変化に関する分析

上原 真之介¹・平田 輝満²

¹学生会員 茨城大学工学部 都市システム工学科 (〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1)
E-mail: 20t5009s@vc.ibaraki.ac.jp

²正会員 茨城大学大学院教授 都市システム工学領域 (〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1)
E-mail: terumitsu.hirata.a@vc.ibaraki.ac.jp (Corresponding Author)

人口減少下での都市の持続可能性の向上が求められている現在、都市内では郊外へのスプロールを防ぐ必要があり、都市間では広域での都市サービスの共有や交流促進のため人々の移動を円滑にする必要がある。今後、都市サービスが充実した中心市には自然に人口が集まってくる可能性がある一方で、地方都市ではモータリゼーションにより公共交通軸を無視した居住地の選択による都市内のスプロールや長距離都市間移動でも車利用が主となるなど、都市経営や環境に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、本研究では、都市内・都市間の両者の視点から、茨城県を対象に県内及び市町村内の人口分布の変化について把握を行った。加えて中心市から県内他市町村への通勤者と利用交通の変化を把握した後、都市間利用交通に影響する都市構造の要因について分析を行った。

Key Words: urban population distribution, urban sprawl, intercity transportation, commuter

1. 序論

現在我が国では、人口減少が社会問題として挙げられており、特に三大都市圏以外の人口減少はより顕著に表れている。人口減少は街の持続可能性に大きく影響を与え、解決策として「立地適正化計画」^{注1}や「地域公共交通計画」^{注2}に係る法制度が全国の市町村で施行された。以上の計画では、居住機能の向上や公共交通の利便性を高めることで、人々が安心して暮らせる地域を目指す「コンパクト・プラス・ネットワーク」の考え方が推進されている。

コンパクト・プラス・ネットワークには主に都市内と都市間での考え方がある。都市内では、駅や役場、市街地といった中心市街地の人口を維持し、郊外への人口流出を抑える必要がある。中心市街地への居住と各種都市機能の集約化には、暮らしやすさの向上、都心の活性化、自治体の行政費用抑制などのメリットが存在し、都市の持続可能性を向上させ、街の維持・発展へとつながる。一方で国や県レベルでの広域的な地域（都市間）では、人々や都市施設の集積による「都市の集積の経済」の視点が重要だと考えられる。ある自治体が広域的な地域拠点となり、そこへの人や物の移動が活発になることで、

都市施設の経営効率が良くなること、多様な人々が集まることによるイノベーションの創出など、様々な効果が得られる。

県レベルでの都市間の集積の経済であれば、①県内の1つの都市に人口を集中させる、②中心市とその他市町村での都市間の移動を円滑にして、仕事・買い物など、生活の中で人々の交流を促進する、2つの考え方があると考えられる。後者であれば交通網の整備によって人々の移動はより円滑になる可能性があり、都市間の交通サービスレベルの向上は、中心市以外の地元に残りつつ中心市への移動が容易になるため、中心市以外の人口をある程度維持しつつ、人々の集積を促すこともできる³。本研究で対象とする茨城県は、我が国でもトップクラスの人口分散型都市構造であり、また自動車移動に依存している傾向が強い。こうした自動車移動への依存は、公共交通を無視した居住地の選択による都市のスプロール、比較的長距離の自家用車による都市間移動とCO2排出量増加など、多くの悪影響を及ぼす可能性がある。よって、茨城県の将来のあるべき都市構造と交通体系を考えるうえで、都市内の人口分布の状況とともに、人口移動、都市間の利用交通の状況を分析する意義は一定程度あると考えられる。

そこで、本研究では茨城県を対象とし、県全体の人口分布及び県内市町村の人口分布を経年で把握すること、市町村間の人口移動と都市間通勤交通の変化を分析すること、の2点を大きな目的とした。市町村内の人口分布の把握には、国勢調査^{注3)}のメッシュ人口データを用いることで分析を行った。人口メッシュデータを用いた過去の研究では、高柳²⁾や近藤ら³⁾が人口増減と土地利用の変化についての研究や、北陸地方の中心市を対象とした人口分布の変化に関する研究が行われているが、いずれも同一県内の市町村全域についての分析は行っていない。また本研究では都市間の利用交通の変化に着目し、国勢調査より、「通勤・通学時の利用交通データ」を用いて、茨城県内の市町村間の利用交通について分析を行

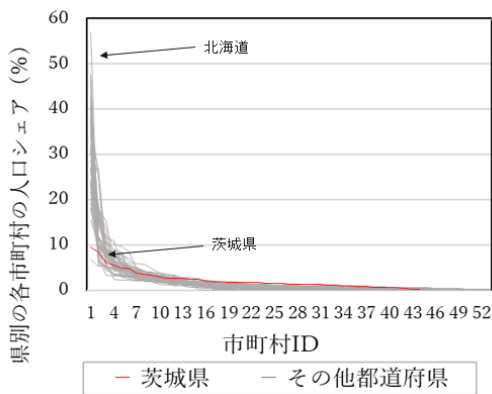


図-1 県別の各市町村の人口シェア

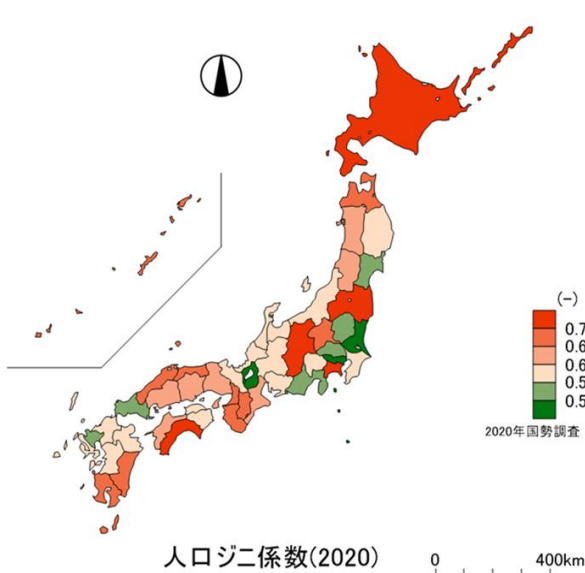
った。また都市間の通勤・通学者は、通勤者が多くを占めていることから、都市間利用交通データについては、主に通勤者の利用交通として分析を行った。湯川⁴⁾や坂西⁵⁾、高野⁶⁾は都市構造の変化と通勤者の利用交通についての分析を行っているが、各市町村での利用交通については分析されていない。本研究では中心市と各市町村ごとの利用交通傾向の把握と都市構造の分析を行う。

2. 市町村間・市町村内人口分布の経年分析

(1) ジニ係数を用いた人口分布評価

本章では全国の中での茨城県の市町村間人口分布、及び茨城県内の各市町村人口分布についての分析を行う。本節ではまず、市町村別人口を用いた各県の市町村間人口バランスについてジニ係数を指標に分析を行う。次節ではメッシュ人口データを用いた中心点からの居住平均距離指標による人口分布の分析を行う。

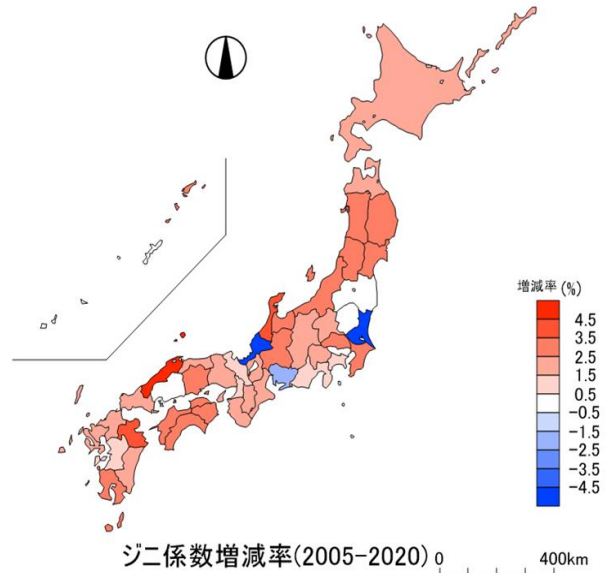
図-1には全国各県の市町村の人口分担率を降順に示したものとなっている。人口データは2020年度国勢調査を用いている。第一都市の人口分担率が最も高い都道府県は北海道となっており、札幌市の分担率が約58%となっている。一方で茨城県は人口分担率が緩やかに上昇しており、最も分担率の高い市町村である水戸市でも分担率約9%を示していることから、県内に中小規模の都



人口ジニ係数(2020) 0 400km

ジニ係数 上位5都道府県		ジニ係数 下位5都道府県	
北海道	0.764	茨城県	0.424
高知県	0.710	東京都	0.443
福島県	0.706	滋賀県	0.481
長野県	0.706	佐賀県	0.530
神奈川県	0.703	静岡県	0.532

図-2 全国の都道府県ジニ係数分布 (2020)



ジニ係数増減率(2005→2020) 0 400km

ジニ係数増減率(%) 上位5都道府県		ジニ係数増減率(%) 下位5都道府県	
島根県	7.272	茨城県	-8.490
大分県	4.296	福井県	-7.843
石川県	3.547	愛知県	-1.838
山形県	3.494	広島県	0.000
岩手県	3.361	東京都	0.000

図-3 ジニ係数増減率 (2005→2020)

市が広く分布していることが分かる。

一般的に所得配分の不平等さで使うことが多いジニ係数を用いて、図-1の人口分担率を数値化し、県内の人口の集中・分散度合いを表すことができる。本分析に用いるデータは2005年及び2020年の国勢調査人口データを用いており、市内の特別区については計算から除いてジニ係数を算出した。県内の人口分布を示す場合、市町村人口を人数の多い階層ごとに並べ替え、累積人数の分布形状（ローレンツ曲線）から市町村内の人口のバランスを表す指標を算出する。人口が分散しており偏りが全くなく、一様分布の場合には0となり、人口が1つの市に集中しているほど1に近づくものとなっている。茨城県人口分布の算出式を以下の式(1)に示す。

$$G = \frac{1}{44} \sum_{n=1}^{44} \left\{ \left(\frac{n-1}{44} - \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{44\bar{p}} \right) + \left(\frac{n}{44} - \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{44\bar{p}} \right) \right\} \quad (1)$$

G : ジニ係数

n : 44市町村の人口数を昇順に並び替えた後の階級番号 ($n=1\sim 44$)

p_i : 44市町村の累積人口数

$44\bar{p}$: 44市町村の人口数の統計

算出したジニ係数及びジニ係数増減率の分布を図-2、図-3に示した。ジニ係数が高い値を示したのは北海道、高知県、福島県、長野県となっており、それぞれ0.764, 0.710, 0.706, 0.706となっている。ジニ係数が低い値を取ったのは、茨城県、東京都、滋賀県、佐賀県であり、茨城県は最も低い0.424という値を取っており、現状で県内の人口が最も分散しているといえる。またジニ係数増減率についても、多くの都道府県は中心市以外の人口が減少していることから、ジニ係数は正の値を取っているが、愛知県、福井県、茨城県は負の値を取っている。減少率も茨城県は最も低い値を取っており、人口分散度合いも年々強まっている。ジニ係数の変化から、茨城県全体が超人口分散型都市であることが分かる。

(2) 居住平均距離指標の設定

(1)節ではジニ係数によって茨城県内の市町村間人口バランスから分散都市構造になっており、年々分散度合いも上昇していることを示した。本節では各都市内の人口分布の集中度合いを分析する。人口の集中度合いを表す指標の1つに「人口集中地区(DID)」があるが、人口が集中している地域のみの評価であり、市内全域の人口分布の評価にはなっていない。そこで本研究では国勢調査より、茨城県内の各市町村のメッシュ人口データを用いて、都市内の居住人口の役所・役場を基点とした平均居住距離の指標（居住平均距離指標）を式(2)で設定する。

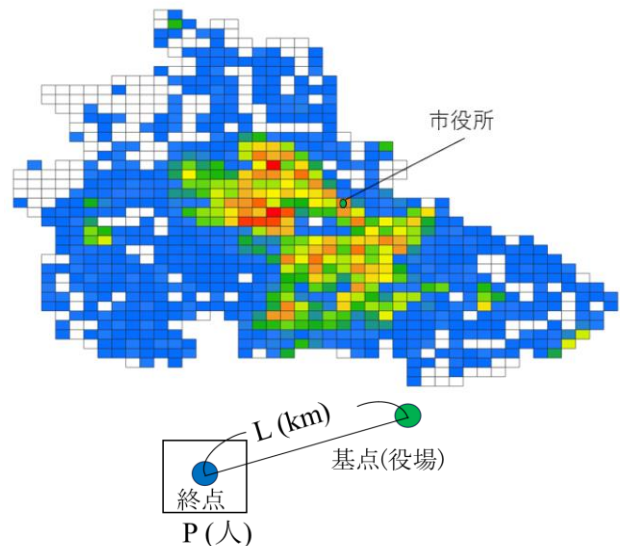


図-4 メッシュ人口分布（例：2020年水戸市人口分布）

$$S_t = \frac{\sum_0^m (P_{mt} \cdot L)}{P_t \cdot L_{\max}} \quad (2)$$

S_t : t 年の居住平均距離指標

P_{mt} : t 年のメッシュ m の人口 (人)

P_t : t 年の全メッシュの合計総人口 (人)

L : 基点 (役所) から各メッシュ m の中心までの距離 (km)

L_{\max} : 各市町村内の最大距離 (km)

対象地域は茨城県全44市町村であり、人口データは国勢調査の2005年・2010年・2015年・2020年の人口メッシュデータ、茨城県内の各市町村の500mメッシュデータを用いており、指標の経年分析を行った。役場の位置情報については国土数値情報市区町村役場データ^{注4)}を用いた。本研究では市内の役場を中心部と定義し、役場を基点、市内の各メッシュの中心までを終点とし、各メッシュの距離を緯度経度の計算より求め、メッシュ人口及び距離の掛け合わせを、総人口と、市内の人口のいないメッシュも含めた基点からの最大距離で割ることで正規化を行った。またメッシュデータの境界部分は考慮されておらず、市内にわずかでも属しているメッシュデータは、対象とする市町村のデータとして計算を行った。

本指標では、0に近いほど役場からの居住範囲が小さく、1に近づくほど居住範囲が大きくなるものとなっており、これにより市町村内の人口の平均的な居住距離の把握を行った。また図-4に示すような市町村内人口分布をQ-GISを用いて可視化し、指標と図の2つの要素から市町村内の人口分布を把握した。茨城県44市町村の2005年～2020年の居住平均距離指標を表-1に示す。全体として0.2～0.5の値が多い結果となった。2020年時点で最も指標の大きい市町村は「五霞町」、最も小さい市町村は「高萩市」となっている。五霞町は人口の規模はそ

れほど大きくはないが、比較的街全体に少数の人口が分布していることを示している。一方で高萩市は、人口が市内の小さい範囲に分布しているが、これは市内の多くを森林が占めていることも一因であり、可住地の範囲を考慮した指標への改善も必要であるが、今回はこの指標で考察を行う。茨城県市町村で人口が比較的多い水戸市、つくば市、日立市について、指標自体については平均的な値を取っている。水戸市、日立市は指標自体にあまり変動がないものの、つくば市は2005年～2020年にかけて居住平均距離が短くなっていることが分かる。

(3) 人口増減と居住平均距離指標

図-5 に示したのは、各市町村の2005年～2020年の居住平均距離指標増減率と市内人口増減率をプロットしたものととなっている。指標の増減と人口の増減の両方を照らし合わせることで、人口の影響による市町村内の平均居住距離の広がり把握をすることができ、市町村が人口分散型都市または人口集中型都市であるかを評価することができる。加えて人口増減率・居住平均距離指標増減率の増加・減少ごとに分類を行い、それぞれ

- ① ゾーン1 (人口増加・居住距離指標減少)
- ② ゾーン2 (人口減少・居住距離指標減少)
- ③ ゾーン3 (人口減少・居住距離指標増加)
- ④ ゾーン4 (人口増加・居住距離指標減少)

として分類し、各市町村の人口分散・集中を評価した。

ゾーン1に属する市町村は、人口が増加しているが居住平均距離指標が減少しており、役場を中心とした都市のコンパクト化が進んでいるといえる。特に特徴的であるのはつくば市(図-6)である。県内で最も人口が増えている市町村であり、人口増加メッシュが多くを占めている。また居住距離指標の減少率は最も高く、市内のコンパクト化が急激に進んでおり、これはつくばエクスプレスの開発による影響であると考えられる。ゾーン2は人口が減少しているものの、市内中心部から離れた郊外部や山間部での人口が減少しており、相対的に中心部の人口集中が進んでいる地域である。ゾーン3は人口減少しているが、中心部・役場周辺での人口減少により居住平均距離の増加がある。日立市を例とすると(図-7)、市内全体で人口が減少しており、役場周辺でも人口が減少していることから、相対的に居住平均距離の増加につながっており、市内のコンパクト化は起こっていないといえる。ゾーン4は人口・居住平均距離ともに増加しており、市内の役場以外での人口増加によって指標が増加していることがいえる。ゾーン4に属している市町村はす

表-1 44 市町村の居住平均距離指標 (2005→2020)

居住平均距離指標				
	2020	2015	2010	2005
水戸市	0.314	0.316	0.316	0.317
日立市	0.387	0.385	0.386	0.384
土浦市	0.314	0.315	0.313	0.312
古河市	0.431	0.432	0.437	0.441
石岡市	0.242	0.247	0.250	0.254
結城市	0.273	0.281	0.291	0.299
龍ヶ崎市	0.284	0.286	0.287	0.287
下妻市	0.400	0.407	0.409	0.413
常総市	0.409	0.412	0.408	0.405
常陸太田市	0.141	0.147	0.153	0.157
高萩市	0.095	0.099	0.100	0.099
北茨城市	0.182	0.184	0.185	0.187
笠間市	0.342	0.350	0.356	0.362
取手市	0.375	0.386	0.387	0.380
牛久市	0.213	0.214	0.213	0.212
つくば市	0.340	0.352	0.368	0.383
ひたちなか市	0.377	0.385	0.390	0.396
鹿嶋市	0.286	0.287	0.290	0.289
潮来市	0.360	0.363	0.365	0.366
守谷市	0.430	0.439	0.446	0.459
常陸大宮市	0.253	0.262	0.276	0.282
那珂市	0.362	0.369	0.378	0.384
筑西市	0.368	0.373	0.377	0.380
坂東市	0.326	0.330	0.334	0.337
稲敷市	0.356	0.357	0.358	0.356
かすみがうら市	0.270	0.274	0.280	0.285
桜川市	0.436	0.437	0.438	0.438
神栖市	0.308	0.322	0.332	0.341
行方市	0.445	0.444	0.442	0.440
鉾田市	0.451	0.450	0.452	0.450
つくばみらい市	0.490	0.481	0.478	0.476
小美玉市	0.467	0.469	0.471	0.473
茨城町	0.403	0.404	0.405	0.406
大洗町	0.215	0.212	0.214	0.212
城里町	0.201	0.207	0.212	0.215
東海村	0.230	0.233	0.235	0.237
大子町	0.236	0.240	0.244	0.248
美浦村	0.234	0.234	0.234	0.236
阿見町	0.354	0.349	0.342	0.329
河内町	0.358	0.352	0.355	0.356
八千代町	0.457	0.463	0.469	0.471
五霞町	0.508	0.504	0.506	0.506
境町	0.377	0.388	0.390	0.394
利根町	0.283	0.285	0.281	0.275

人口－居住平均距離指標増減

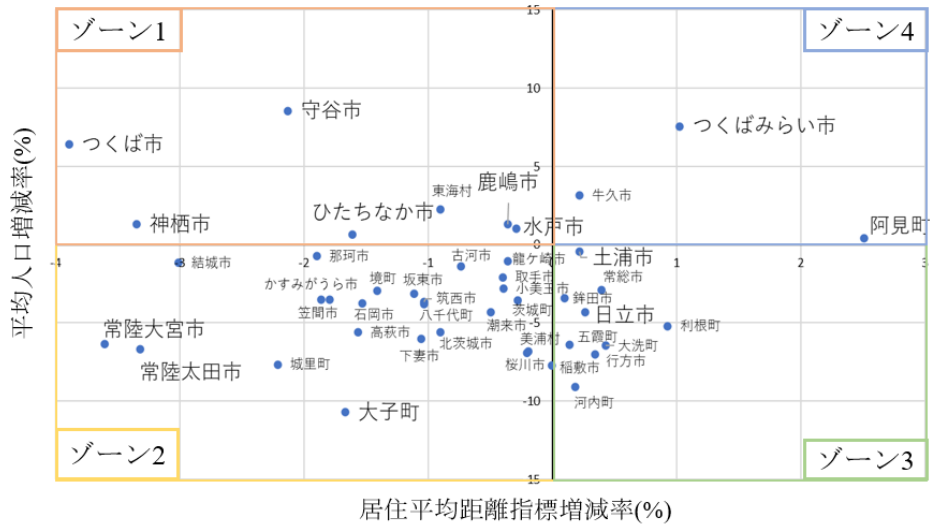


図5 人口－居住分散指標増減率 (2005→2020)

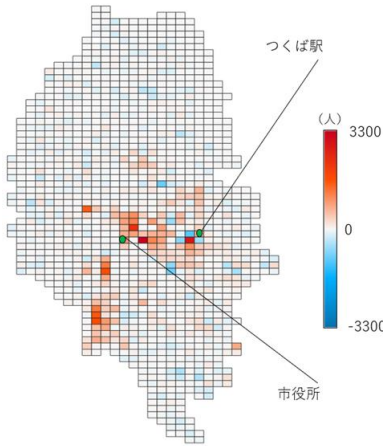


図6 つくば市の人口増減メッシュ(2005→2020)

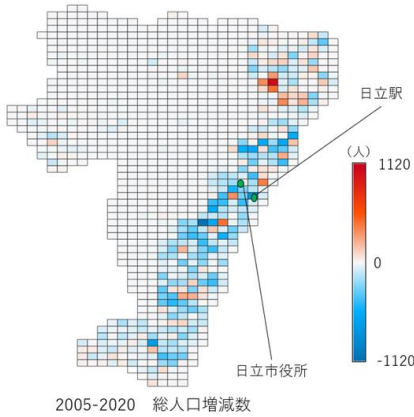


図7 日立市の人口増減メッシュ(2005→2020)

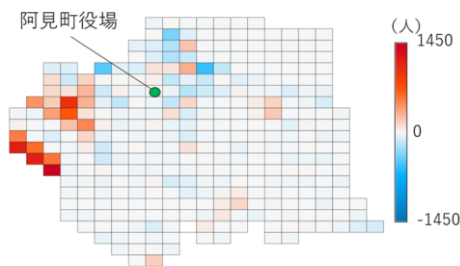


図8 阿見町の人口増減メッシュ(2005→2020)

べて県南地域の市町村となっている。例として阿見町では(図-8)、阿見町役場周辺では人口増加・減少しているメッシュが混在しているが、町内の西側で人口が大きく増加している。これは阿見町西側では隣接市の土浦市の荒川沖駅があり、荒川沖駅周辺の人口増加といえる。阿見町の居住指標増加は、町外の拠点周辺の人口増加が影響している可能性がある。

3. 県内の人口移動と都市間通勤交通の変化

(1) 茨城県の人口移動と都市間通勤について

全国的に三大都市圏を除いた多くの都道府県では転出超過の傾向が強くなっている。2020年から2021年において、茨城県はCOVID-19の影響により都心から移動する人口が増加しており、結果として転入超過傾向であった^{注5)}。しかし、2023年には3年ぶりに転出超過になるなど、茨城県の人口は県外へ向かう傾向が再度強まっている。

茨城県では主に県外からの転入により、県南地域での人口が増加している。つくばエクスプレスの開発によりつくば市、守谷市をはじめとした市町村に人口が多く集まっているが、このような人口移動は県外からのみではなく、県内からも多く人口が集まっていると考えられる。県内の人口移動の多くは主に「就職・転勤」、「結婚・離婚」、「住環境」の3つの要素が重要視されており^{注6)}、それぞれの要素が影響し、人々が移動していると考えられる。例えば、結婚・子育てを理由に、住環境がよい場所を選ぶ場合、居住地選択として比較的住環境の整っている中心市への移動が考えられる。就職場所は多少離れていても、住環境を優先した居住地選択を行い、その場

合勤務地への通勤移動が比較的長距離の都市間移動となる。鉄道駅やバス停留所まで比較的近い距離に居住する場合は都市間移動も公共交通の利用も可能となるが、自家用車移動の多い茨城県では、駅や停留所などの場所を考慮しない市内の居住地選択も多いと考えられ、結果として都市内のスプロールにつながるるとともに、都市間通勤でも車利用が増え、渋滞増加、CO2排出量増加などの悪影響につながることも考えられる。以降では都市間の通勤時利用交通が、都市内の人口や都市施設の分布からも影響を受けていると考え、県内の中心市からその他市町村の通勤時利用交通について把握を行った後、都市構造との関係性について分析を行う。

(2) 中心市への転入者と通勤者の変化

茨城県内の人口数上位3市である水戸市、つくば市、日立市を茨城県内の中心市とし、通勤者について分析を行う。図-9には県内他市町村から中心市への「転入者数」について、図-10には中心から県内他市町村の「通勤者数」について示している。人口データについては、国勢調査より、移動人口データは2010年～2020年、通勤・通学者データについては2005年～2020年のデータを用いている。水戸市、日立市は県内からの転入者が年々減少しているが、つくば市は県内他市町村からの転入者も増加しており、県外・県内両方からの人口転入が表れている。つくば市は転入者が増加しているが、水戸市の総数とほとんど同じ値を示しており、中心市への移動者の多くは水戸市とつくば市への移動となっている。図-10より、日立市→他市町村通勤者は変化が少ないが、水戸市、つくば市では県内他市町村への通勤者数が増加しており、これら2市に関しては中心市を生活拠点に県内他市町村へ通勤する人が増えていることが分かる。

(3) 中心市→県内他市町村の通勤時利用交通

国勢調査より、10年ごとに調査されている「15歳以上自宅外就業者・通学者の常住地―従業地別利用交通手段」データを用いて、中心市から県内他市町村についての利用交通について分析を行う。本データには15歳以上通勤者のみの利用交通データはないが、表-2より、県内他市町村の通勤者の割合が多くを占めており、水戸市94%、つくば市・日立市約87%であるため、本研究では利用交通傾向は主に通勤者のものとして分析を行う。また利用交通については、都市間の主な交通移動手段である「鉄道」と「自家用車」について利用傾向を分析する。

図-11、図-12には、2020年の水戸市及びつくば市から県内他市町村の車分担率、表-3、表-4には水戸市及びつくば市から各市町村の通勤者・鉄道利用者・車利用者の増減数を示している。また通勤者及び利用交通集計時には以下の方法での集計をしている。

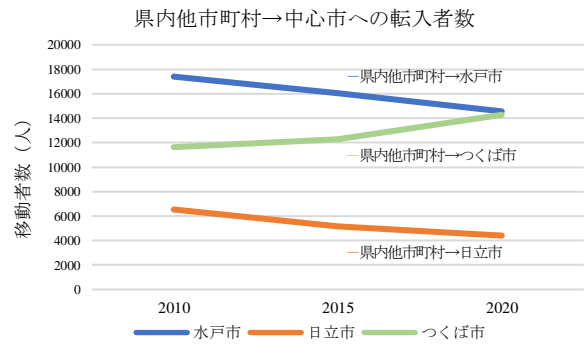


図-9 県内他市町村→中心市転入者 (2010→2020)

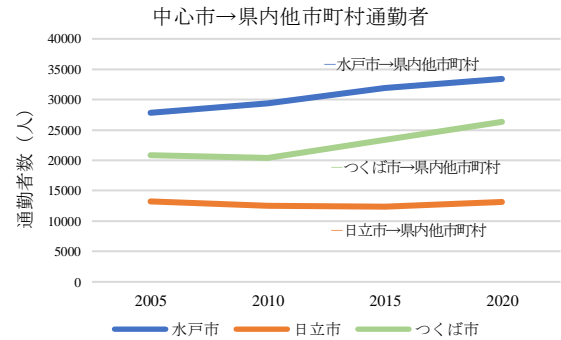


図-10 中心市→県内他市町村通勤者 (2005→2020)

表-2 2020年県内他市町村通勤者割合

	水戸市	日立市	つくば市
総数 (人)	35414	14955	29972
15歳以上通勤者(人)	33404	13160	26337
15歳以上通学者(人)	2010	1795	3635
通勤者割合 (%)	94.32	88.00	87.87

- ・「利用交通が2種類」の交通利用者は、すべてが鉄道利用を含んでいること、都市間の利用交通を把握することから、すべて「鉄道利用者」とする
- ・2000年から2020年で合併が起こっている市町村のデータについては、現在の市町村に合わせ合算している
- ・2000年の利用交通データについては、通勤・通学者が50人以上のデータを利用している

表-3より、2000年から2020年にかけて水戸市から他市町村への通勤者は9499人増加しており、前述の水戸市への移住もこの都市間通勤者数の増加に影響していると考えられる。また、鉄道利用者910人、車利用者8377人増加となっており、都市間の車利用の増加も顕著である。隣接市町村であり比較的通勤者が多く増加している笠間市、ひたちなか市、茨城町では、20年間で通勤者が約1500～2000人増加しているのに加え、車利用者もそれに近い値で増加していることが分かる。よって比較的近い距離であっても居住地を水戸市、就業地を隣接市町村と分け（職住分離）、それに伴って車利用の通勤者は年々増加している可能性が高い。一方で水戸から日立及

び水戸から取手に関しては、車利用よりも鉄道利用者が増加しており、日立市に関しては鉄道利用者が車利用者の2倍以上増加している。また図-11より、水戸市から日立市、取手市への通勤は車の利用率が比較的低く、これら地域では鉄道利用がしやすく、車利用を抑制で来ている傾向が分かる。

表-4より、つくば市から他市町村への通勤者数は9654人増加、鉄道利用者760人、車利用者9205人増加している。つくば市からは車の利用増加が顕著で、鉄道の利用者増加は車に比べてわずかである。またつくば市から東京へと続いているつくばエクスプレス沿線に駅があるつくばみらい市、守谷市でも、車利用者の増加が大きく出

表-3 水戸市から他市町村への通勤者と鉄道・車利用の変化

	通勤者 増減(人)	鉄道利用 者増減(人)	車利用者 増減(人)
日立市	966	599	245
土浦市	39	24	66
石岡市	239	22	239
龍ヶ崎市	8	-31	14
常陸太田市	184	2	192
高萩市	-3	-15	13
北茨城市	82	22	48
笠間市	1739	42	1702
取手市	48	39	20
牛久市	44	17	43
つくば市	235	41	159
ひたちなか市	2097	297	1709
鹿嶋市	26	-12	28
常陸大宮市	267	-24	288
那珂市	357	19	365
筑西市	-2	-47	61
かすみがうら市	62	12	49
桜川市	51	6	41
神栖市	131	2	117
行方市	50	-2	72
鉾田市	246	-11	260
小美玉市	784	12	737
茨城町	1573	2	1546
大洗町	51	-21	109
城里町	111	0	136
東海村	100	-73	81
天子町	-6	-11	5
阿見町	20	-1	32
合計	9499	910	8377

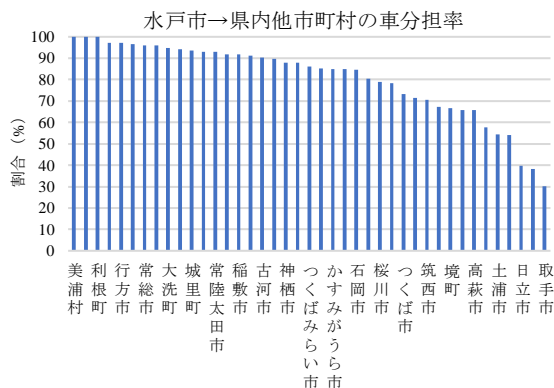


図-11 水戸市→県内他市町村の利用交通分担率

ており、通勤者の利用交通として車での移動が多くを占めている。また隣接市である牛久市、土浦市では、鉄道路線が直接通っていないことから多くが車利用の増加となっている。図-12より車分担率を見ると、利用率が50%以上ではあるものの、水戸市同様に日立市、取手市については他市町村と比べて分担率が低くなっている。このことから出発地の都市構造だけではなく、当然ながら到着地側の都市構造の特性によって、利用交通に違いが出ている可能性が考えられる。

(4) 車利用増加が環境に与える影響

3章(2)節で述べた通り、茨城県内の中心市→県内他市町村の通勤者は増加している。また利用交通についても表-5より、水戸市・日立市・つくば市のすべてで車利用者は増加しており、また日立市に関しては鉄道利用が減

表-4 つくば市から他市町村への通勤者と鉄道・車利用の変化

	通勤者 増減(人)	鉄道利用 者増減(人)	車利用者 増減(人)
水戸市	415	9	340
日立市	49	11	20
土浦市	795	120	987
古河市	186	0	170
石岡市	295	0	277
結城市	43	-1	43
龍ヶ崎市	550	18	502
下妻市	386	15	427
常総市	778	91	814
取手市	475	174	393
牛久市	1589	39	1468
守谷市	797	180	630
筑西市	451	2	450
坂東市	427	1	421
稲敷市	286	1	286
かすみがうら市	279	0	281
桜川市	80	1	90
つくばみらい市	1089	86	899
阿見町	512	12	530
八千代町	97	0	102
境町	75	1	75
合計	9654	760	9205

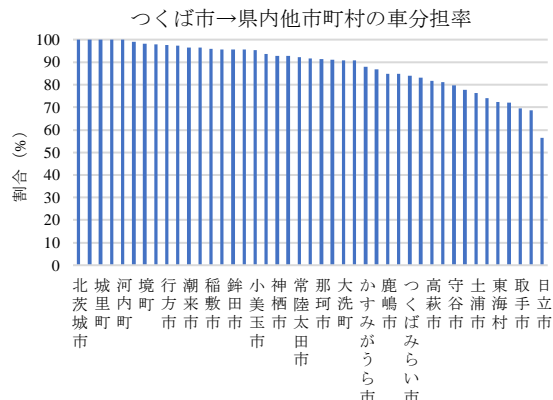


図-12 つくば市→県内他市町村の利用交通分担率

少している一方で車利用が増加しているなど、今後も車利用者が増加することが考えられる。表-6 及び図-13 には中心市→県内他市町村の車利用によって発生しているCO2 排出量（1日当たり往復距離）とその増減を示している。中心市とした水戸市・日立市・つくば市に加え、2000年～2020年の利用交通データのあるひたちなか市、土浦市についても示している。また集計は通勤・通学者が50人以上のものとなっているため、全44市町村の正確な排出量集計とはなっていない。CO2 排出量に関しては、国土交通省^{注7)}より、1人が1km移動する際に排出されるCO2 排出量（2016年度）の141（g-CO2/人 km）を用いて計算を行い、距離に関しては都市間の道路の移動距離を採用している。集計を行った5市いずれでも20年間でCO2 排出量は増加しており、特に水戸市、つくば市ではそれぞれ約1.5倍、約1.8倍CO2 排出量が増加している。つくば市では、つくばエクスプレスの開発の影響で市内の人口が増加しているが、通勤時の車利用増加が特徴として表れており、結果としてつくばエクスプレスの開発が県内の都市間移動におけるCO2 排出量の増加へとつながっていることがいえる。つくばエクスプレス路線が県内への接続性が低いいため、多くの県内通勤者が車利用を強いられているといえる。

4. 都市間通勤利用交通と居住地・就業地の都市構造の関係性に関する分析

(1) 利用交通と居住地・就業地の分析

図-11、図-12で示した車利用分担率により、水戸市、つくば市の双方で、日立市、取手市、土浦市などの地域への通勤は車分担率が低いことが分かった。これは鉄道路線が通っていることに加え、居住地や勤務地の駅からのアクセスの良さが影響していると考えられる。

(2) 集計ロジットモデルによる車利用の要因分析

本分析では、茨城県内の中心市から他市町村への通勤時の車の分担率に関して、集計ロジットモデルによる分析を行った。パラメータ推定には「加重最小二乗法」を用いた。集計ロジットモデル及び加重最小二乗法に用いる分散の定義式を式(3)、式(4)に示す。

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N_i P_i (1-P_i)} \quad (4)$$

P_i : 車の選択確率（都市間の車分担率）(%)
 X_i : 説明変数 α : 誤差項
 α, β : パラメータ σ_i : 分散
 N_i : 確率算出に用いたサンプル数（利用交通総数）

表-5 中心市の通勤者・鉄道利用・車利用増減(2000→2020)

	通勤者増減(人)	鉄道利用者増減(人)	車利用者増減(人)
水戸市	9499	910	8377
日立市	1514	-871	1778
つくば市	9654	760	9205

表-6 車利用によるCO2 排出量の比較と集計数

他市町村車利用によるCO2 排出量 (t/day)				
	2000	2020	比率	集計数
水戸市	102.1	148.1	1.45	28/44
日立市	32.1	37.9	1.18	13/44
つくば市	73.1	128.0	1.75	21/44
ひたちなか市	79.9	92.4	1.16	17/44
土浦市	69.9	88.3	1.26	22/44

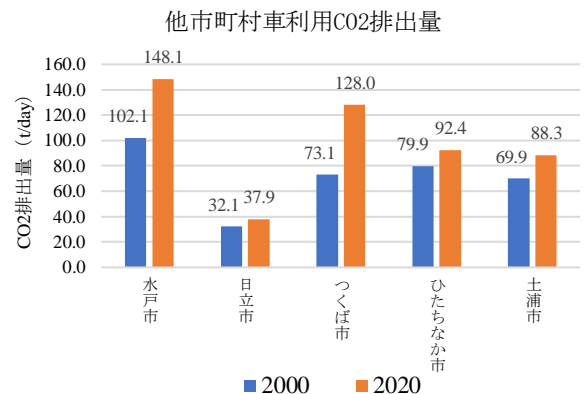


図-13 都市間車利用によるCO2 排出量（2000→2020）

また説明変数として用いた変数を表-7に示す。水戸から日立などの都市間の利用交通について全50サンプルを用いて分析を行った。利用データは2020年国勢調査利用交通データを用いている。「到着地就業者平均距離 A_i 」及び「居住地就業者平均距離 D_i 」に関しては、前述した「居住平均距離指標」の考えを応用しており、以下の式(5)、(6)に定義式を示す。

$$A_i = \frac{\sum_0^m (P_{et} \cdot L)}{P_t} \quad (5)$$

$$D_i = \frac{\sum_0^m (P_{wt} \cdot L)}{P_t} \quad (6)$$

A_i : t年の到着地就業者平均距離 (km)
 D_i : t年の居住地就業者平均距離 (km)
 P_{et} : t年のメッシュmに勤務している雇用人口 (人)
 P_{wt} : t年のメッシュmに常住している就業人口 (人)
 P_t : t年の全メッシュの合計総人口 (人)
 L : 基点（最寄り駅）から各メッシュmの中心までの距離 (km)

2020年度国勢調査より、「雇用者メッシュデータ」及び「常住している就業者メッシュデータ」を用いて、それぞれの平均距離を算出した。また基点からメッシュの距離は、最寄り駅から各メッシュの中心の距離を採用して

いる。表-7に示した説明変数を基本の変数とし分析を行った。また他にもこれらに対数変化させた変数や、距離と時間の交互作用項も採用した。

表-8に加重最小二乗法によるパラメータ推定結果を示す。決定係数 0.5516 であり一定程度の説明力があると考ええる。有意であった変数は「車と鉄道の時間差と直線距離の交互作用項」であった。係数が負となっていることから、時間差が大きく、距離が長いほど車の選択確率が下がる、すなわち都市間であれば鉄道の選択確率が上がり、これは距離と時間が多いほど鉄道の利便性が上がる影響と考えられ、感覚に合う結果である。また2つの平均距離に関しては、「到着地平均距離」が有意であることから、車の選択確率に影響しているといえ、通勤先の駅から勤務地までの距離が大きくなるほど、車の選択確率が上がることが示された。一方で「居住地就業者平均距離」については、有意な値は得られなかった。

以上の結果から、車の選択確率には「時間差×距離」が大きく影響していることが分かった。比較的離れた距離であれば鉄道利用が増加する結果となったが、一方で近距離では車の選択確率が上がる可能性があり、都市間の近い距離での車利用は今後も増加する可能性が高い。また居住地から駅までの距離より、駅から勤務地までの距離が多いほど車が選択されることから、就業地の郊外化によって車利用はさらに増加する可能性がある。居住地の郊外化のみではなく、就業地の郊外化についても考えることが、車利用を抑制するために必要であると考えられる。

5. 結論

本研究では、茨城県を対象に、県内の人口分散の把握、居住平均距離指標を用いた都市内の人口分布の経年分析、さらに中心市への移動者と他市町村への通勤者及び利用交通についての分析を行った。分析の結果として、

- (1) 茨城県内の市町村では、ジニ係数より人口が分散していることが分かり、また分散度合いも年々上昇していることを示した。
- (2) 茨城県市町村内の都市内の人口分布に関しては、人口メッシュデータと、役場を基点としたメッシュ間距離を用いて居住平均距離指標を設定し、人口増減率と照らし合わせることで、数値を用いて都市内の人口分布の変化を4つのグループに分けて経年での把握を行った。結果として、つくば市、水戸市、ひたちなか市などでは人口増加に加えて、人口が中心部に集まっていること、県北の地域では人口減少に伴って、相対的なコンパクト化、反対に中心部の人口減少による相対的なスプロール化の二極化が起きていること、県南の一部地域では、役場から離れた

表-7 説明変数の定義とデータ出典

説明変数	定義とデータ元
到着地就業者平均距離 (km)	都市間移動の到着駅から就業地までの平均距離 国勢調査「雇用者人口メッシュデータ」と駅から各メッシュまでの距離から算出
居住地就業者平均距離 (km)	都市間移動の居住地から駅までの平均距離 国勢調査「常住している就業者人口メッシュデータ」と駅から各メッシュまでの距離から算出
車と電車の時間差 (min)	駅間の車移動時間を駅間の電車移動時間で引いた値 ^{注8)} 、googlemap
直線距離 (km)	出発地-就業地の直線距離 市役所間の直線距離を用いた

表-8 集計ロジットモデルの推定結果の例

重相関係数		重決定係数		サンプル数	
0.5791		0.5516		50	
	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値	
到着地就業平均距離 (km)	0.2047	0.0921	2.224	0.0311	
居住地就業平均距離 (km)	0.0464	0.0879	0.528	0.6003	
時間差 × 直線距離 (min・km)	-0.0007	0.0001	-6.296	1.04E-07	
切片	0.7306	0.3632	2.011	0.0502	

場所での人口増加が起こっていることが分かった。

- (3) 中心市→県内他市町村の通勤者が年々増加しており、それに伴って都市間の利用交通において車利用が大きく増加している。これによって中心市でのCO2排出量は20年で最大約1.8倍増加している。また都市間移動の車の選択確率の要因について分析を行った結果、「距離×時間差」と「到着地就業平均距離」で有意な値が得られ、距離と時間差が多いほど電車が選択されること、駅から勤務地までの距離が遠いほど比較的車が選択されることが示された。

今後の課題としては、対象地域を茨城県にしているが、中心市から県内他市町村への通勤者の増減、利用交通に車が多く用いられているかなどの全国的な傾向の把握も必要であると考ええる。また利用交通と都市構造の要因分析をさらに他の変数でも行う必要がある。

NOTES

注1) 国土交通省 都市計画：立地適正化計画の意義と役割～コンパクト・プラス・ネットワークの推進～
https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network2.html (2023/06/20 閲覧)

注2) 国土交通省 地域公共交通計画等・共同経営計画の

作成と手引きについて

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/so-sei_transport_tk_000058.html (2024/02/05 閲覧)

注3) 総務省統計局, 政府統計の総合窓口

<https://www.e-stat.go.jp/> (2024/02/10 閲覧)

注4) 国土数値情報 | 市区町村役場データ

<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P34.html> (2023/12/06 閲覧)

注5) 総務省統計局 住民基本台帳人口移動報告 2022 年 (令和 4 年) 結果

<https://www.stat.go.jp/data/idou/2022np/jissu/youyaku/index.html> (2024/01/24 閲覧)

注6) 茨城県 HP, 「市町村における住民の転入・転出理由に関するアンケート調査」 (令和元年 9 月実施調査) の結果について (結果の概要)

<https://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/tokei/fu-kyu/tokei/betsu/jinko/idoriyu/riyu01/gaiyou.html> (2024/01/24 閲覧)

注7) 国土交通省 公共交通政策 エコ通勤実施のメリット

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/so-sei_transport_tk_000079.html (2024/02/01 閲覧)

注8) Googlemap より, 通勤時刻に合わせ午前 7 時のピーク時, 有料道路無しの平均時間としている

スと地元定住度に関する研究—茨城県を対象として—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No5, 第 32 巻, pp.I-305-I-312, 2015

2) 高柳誠也, 国土数値情報土地利用細分メッシュデータを用いた人口動態と土地利用変化の関係性

メッシュ人口密度・メッシュ人口変化率に着目して-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.52, No.3, pp.459-466, 2017

3) 近藤智士, 数井航平, 川端章均, 野際大介, 地域メッシュデータを用いた地方都市における人口分布の集約・拡散に関する分析 —富山市・金沢市・福井市を対象として—, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.56, No.3, pp.579-586, 2021

4) 湯川創太郎, 都市構造の変容と公庫湯交通—地方都市の郊外化と通勤・通学交通—, 交通学研究/2008 年研究年報, pp.151-160, 2008

5) 坂西明子, 就業地の郊外化と通勤交通手段の変化—個人属性を含めた考察—, 交通学研究/2009 年研究年報, pp.165-174, 2009

6) 高野祐作, 自治体別通勤・通学時利用交通手段構成の変化パターンとコンパクトシティ政策との関係性—2000 年・2010 年・2020 年国勢調査を基にした基礎的分析, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.58, No.3, pp.1654-1661, 2023

(Received ?)

(Accepted ?)

REFERENCES

1) 後藤菜月, 平田輝満, 市町村単位の年齢構成バラン

ANALYSIS OF THE CHANGE IN POPULATION DISTRIBUTION AND INTERCITY COMMUTERS TRANSPORTATION IN IBARAKI PREFECTURE

Shinnosuke UEHARA, Terumitsu HIRATA