

6. 鉄道通勤者における交差通勤に関する分析

首都圏においては、東京中心部への一極集中依存構造を是正するため、近郊地域の業務核都市等との適切な機能分担と提携を図る分散型都市構造の構築が必要とされてきた。

一方で、低エネルギー型で持続可能な都市構造のあり方として、職住が近接し、日常交通が狭いエリアで完結するコンパクトシティのコンセプトの重要性が叫ばれている。分散型都市構造を基本としつつコンパクトシティ化を図るには、それぞれの就業者が常住地に近接した業務地に通勤先を持つことが必要である。しかし、分散型都市構造においては、それぞれの通勤者がより遠くの業務地に通勤し合うといった交差通勤（クロスコミューティング）を行うといった非効率的な通勤形態が生じる危険性もある。

前段での分析によって、首都圏における平均通勤距離（鉄道乗車距離）が伸びているという結果が得られており、近年において鉄道通勤者のクロスコミューティングが増えている可能性がある。

そこで、ここでは既存の研究事例¹⁾ ²⁾を参考にしつつ、都市構造に関するいくつかの関連指標を鉄道通勤者に対して経年的に算定することにより、鉄道通勤者のクロスコミューティングの進展の実態を明らかにする。

なお、本分析では、鉄道通勤者のみを対象としていることに留意されたい。

6-1 分析方法と指標

(1) 職住割り当て問題の定式化

都市圏における就業者の常住地分布（発生交通量）と従業地分布（集中交通量）を与件として、総移動コスト（距離）を最小・最大化させるように常住地と従業地間の OD 交通量を求める問題を職住割当問題という。

職住割当問題は、以下の線形計画問題として定式化される。

$$\begin{aligned} \text{Max, Min } D &= \sum_i^N \sum_j^N T_{ij} d_{ij} \\ \text{s.t. } \sum_j^N T_{ij} &= G_i \\ \sum_i^N T_{ij} &= A_j \\ T_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

ここで、

N : ゾーン数

d_{ij} : ゾーン間における距離 (km)

T_{ij} : ゾーン間の通勤交通量

G_i : 常住地における通勤者数 (発生交通量)

A_j : 従業地における通勤者数 (集中交通量)

¹⁾ 李 召 熙 ; 大都市圏の通勤交通と環境負荷低減型都市空間構造に関する研究, 筑波大学学位論文, 2009年3月

²⁾ 菊池光貴 他 ; 交通サービスの多様性がコンパクトシティ形成に与える影響, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010年6月 など

この線形計画問題は、通勤者の常住地分布と従業地分布が現実と同じという制約条件の下で、コスト（通勤距離）を最大にする OD 分布と、コスト（通勤距離）を最小にする OD 分布を求める問題である。

この問題の解から得られる最大通勤距離を D_{max} 、最小通勤距離を D_{min} とし、実際の平均通勤距離を D_{obs} とすると、以下に示すような職住空間分布の構造や、現実の通勤距離の相対的な水準を表わす基本的な指標を計算することが可能となる。

(2) 職住空間構造を表わす指標

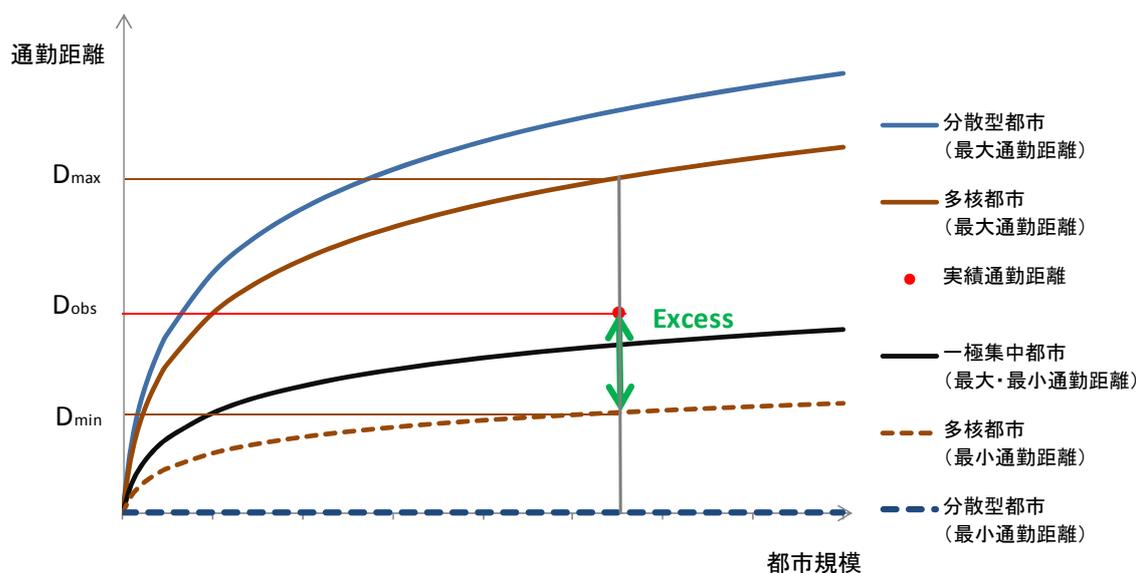
① 都市統合指数：UCI (Urban Consolidation Index)

都市統合指数 (UCI) は、職住割当問題から得られる通勤距離の最大値に対する最小値の比であり、以下の式で定義される。

$$UCI = \frac{D_{min}}{D_{max}} \quad (0 \leq UCI \leq 1)$$

UCI は 0 に近づくほど職住近接的な分散形都市構造を表わし、1 に近づくほど従業地が単核な一極集中的な都市構造であることを表わす。完全な一極集中的な都市の場合は図IV-6-1の黒線に示すように D_{max} と D_{min} が一致し、 $UCI=1$ となる。したがって、UCI の値を出すことによって、現状の大都市圏ではどのような都市空間構造を持っているのかを（相対的に）判断することができる。

しかし、多核の都市空間構造では、職住バランスがよく取れていて、通勤距離が短くなるかもしれない（効率的である）が、逆に、クロスコミューティングが誘発されることにより、通勤距離は長くなる（効率的ではない）こともありうる。これを判断するためには、以下に示すような指標を用いる必要がある。



出典：前頁脚注 1 の文献の図 3-3(P.73)を和訳して掲載。

図IV-6-1 通勤距離と都市空間構造の関係

② 超過通勤：Excess

超過通勤（Excess）は、職住割当問題によって求められる最小の通勤距離と現状の通勤距離との差が、現状の通勤距離に対してどの程度の割合を占めるかを示す指標であり、以下の式で定義される。

$$Excess = \frac{D_{obs} - D_{min}}{D_{obs}}$$

超過通勤（Excess）は、職住割当問題によって求められる最小の通勤距離に対して、現実の平均通勤距離が超過している割合で定義される（図IV-6-1参照）。Excessは0に近づくほど、効率的な通勤構造であると考えられ、1に近づくほど移動コストの面から非効率的な通勤構造であり、業務地の適切な選択により、通勤距離を減少可能な通勤交通が多く存在することを表わす。

③ 交通流動率：TFR

交通流動率（TFR）は、職住割当問題によって求められる通勤距離の最大値と最小値の差であるレンジに対して、現状の通勤距離がどの程度の位置にあるかを示す指標である。具体的には、以下の式で定義される。

$$TFR = \frac{D_{obs} - D_{min}}{D_{max} - D_{min}} \quad (0 \leq TFR \leq 1)$$

TFRが0に近づくほど、通勤距離を減少させる通勤交通があまり存在しない状況を表わし、効率的な通勤構造を意味する。一方、TFRが1に近づくほど、通勤距離を減少させる通勤交通が多く存在しており、クロスコミューティングが多く行われていることを表わす。

したがって、TFRの値を求めることによって現在の通勤距離が現実の都市構造のもとで、どの程度効率的かを知ることができる。

6-2 算定結果

(1)算定条件

① 通勤 OD 表

平成 12 年、17 年、22 年の大都市交通センサス定期券・普通券等利用者調査データより、センサス基本ゾーン間の通勤定期券利用者 OD 表を用いた。

② 通勤距離

ゾーン間の道路の最短距離を用いてゾーン間の通勤距離とした（各年次共通）。ゾーン中心は、ゾーンの図心を用いた。また、ゾーン内々の通勤距離 d_{ii} は、腰塚¹⁾の方法に従って、各ゾーンと同積の円の半径 α の期待値の約 0.905 倍とする。計算式は以下の通りである。

$$d_{ii} = \frac{128}{45\pi} \alpha$$

(2)算定結果

年次ごとに職住割当問題を解き²⁾、各指標を計算した結果を以下に整理する。(表IV-6-1、図IV-6-2、図IV-6-3)

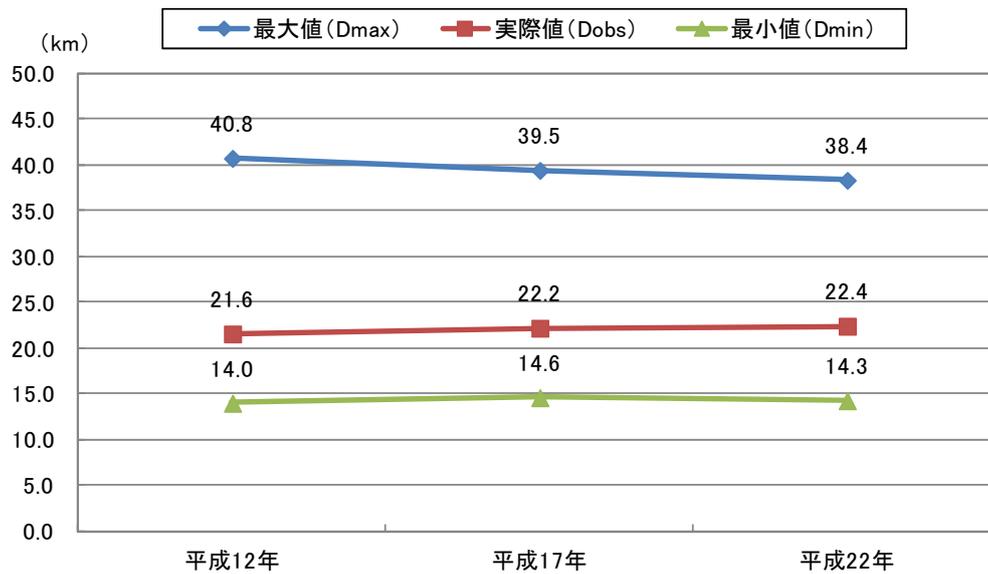
- ・鉄道通勤定期券利用者の平均通勤距離は、平成 12 年の 21.6km から平成 22 年の 22.4km と増加傾向にある。
- ・都市構造を表わす UCI 指標は、平成 12 年から平成 17 年にかけて増加しており、鉄道通勤流動はどちらかといえば一極集中型の流動構造に変化している。
- ・平成 12 年から平成 17 年にかけての超過通勤 (Excess) は、実際の平均トリップ長が伸びているにもかかわらず一旦減少している。これは、一極集中型の都市構造への変化によって、通勤距離を改善できる鉄道通勤者の割合が減少したためと考えられる。
- ・交通流動率 (TFR) は、平成 12 年から平成 22 年にかけて一貫して増加しており、クロスコミューティングの傾向が強まっている。このことが鉄道通勤定期券利用者の平均通勤距離が増加傾向にある要因の一つと考えられる。

表IV-6-1 平均トリップ長および各種指標の算定結果

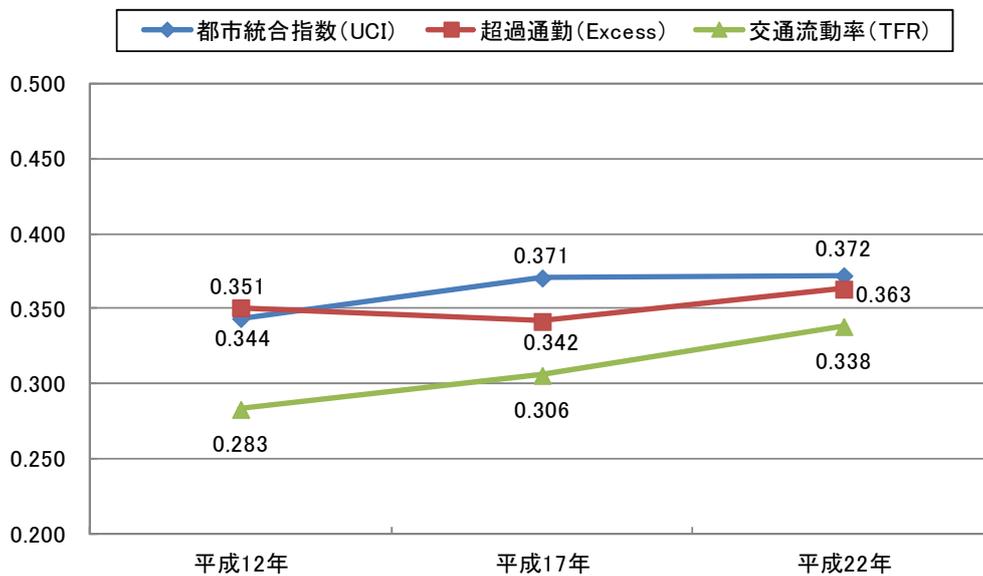
項目		年次		
		平成12年	平成17年	平成22年
総通勤定期利用者数		5,462,074	5,735,326	5,651,586
通勤 平均距離 (km)	最大値: D_{max}	40.8	39.5	38.4
	実際値: D_{obs}	21.6	22.2	22.4
	最小値: D_{min}	14.0	14.6	14.3
指標	都市統合指数: UCI	0.344	0.371	0.372
	超過通勤: Excess	0.351	0.342	0.363
	交通流動率: TFR	0.283	0.306	0.338
ゾーン数: N		1,606	1,626	1,637

1) 腰塚武志：地域内距離，Journal of the Operations Research Society of Japan，21，pp.302-319，1978

2) “R”の輸送問題の求解関数である lp.transport 関数を用いた。



図IV-6-2 各年次における通勤平均距離



図IV-6-3 各年次における指標(UCI, Excess, TFR)