

# 公共交通における規模の経済を考慮した居住地・通勤手段選択モデル

都市システム科学研究室  
金沢大学 理工学域 地球社会基盤学類

金沢大学 内山 瑛祐 高山 雄貴

## 1. 研究背景と目的

通勤時の交通混雑は、都市に生じている問題の一つです。この問題に対して、多くの既存研究で混雑料金といった交通混雑対策の提案がされています。しかし、こうした既存研究にはいくつかの課題が存在します。

①人々の居住地選択を考慮していない場合がほとんどであることです。40~50年といった長い目で見ると、人々は居住地を変更することが可能であり、交通の起点・混雑状況を大きく変化させます。

②自動車交通のみを考慮したモデルが大半であることです。実際に公共交通を用いる人は多く、そのことは混雑に大きな影響を与えます。また、公共交通は規模の経済がはたらく代表例です。規模の経済とは、利用者が多くなるほど一人当たりの費用が低下することです。そして、この規模の経済を考慮する／しないといった違いは、分析結果を根本的に変化させます。

そこで、本研究では、以下の2点を目的とします。

- 公共交通における規模の経済を考慮した居住地・通勤手段選択モデルを構築します。
- 存在し得る均衡状態と、各均衡状態の通勤手段選択・利用者数によって生じる人口流入の違いを確認します。

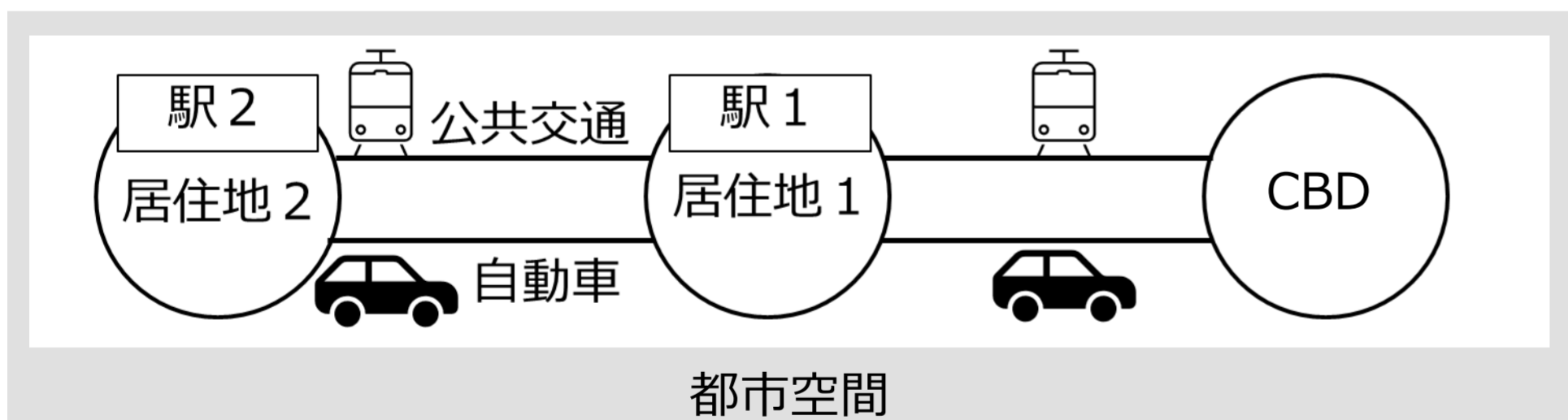


## 2. 居住地・通勤手段選択モデル

単一中心都市において、総数 $N$ の労働者が、自らの居住地から勤務地へ通勤する状況を考えます。

各労働者は、自らの効用 $v$ が最大となるように、自らの居住地 $a$ と、自動車・公共交通のいずれかの通勤手段 $i$ (Car・Train)を選択します。

また、公共交通の通勤費用の第3項は、一人当たりの固定費用負担分を表しています。公共交通の総利用者数が増加するほど、この費用は低下します。このようにして、公共交通の通勤費用に規模の経済が反映されています。



$$v = w - c_{a,i} + h(N_a)$$

$w$ :賃金  $c_{a,i}$ :通勤費用  $h(N_a)$ :住宅消費による効用増分 ( $N_a$ の単調減少関数)

効用関数

### ➤ 自動車の通勤費用

・居住地 1

$$c_{1,c} = \alpha_c(n_{1,c} + n_{2,c}) + c_{fuel}$$

・居住地 2

$$c_{2,c} = \alpha_c(n_{1,c} + 2n_{2,c}) + c_{fuel}$$

$\alpha_c$ : 係数

$c_{fuel}$ : 固定費用

$n_{1,c}$ : 居住地 1 の

自動車利用者数

$n_{2,c}$ : 居住地 2 の

自動車利用者数

### ➤ 公共交通の通勤費用

・居住地 1

$$c_{1,t} = \alpha_t(n_{1,t} + n_{2,t}) + m + \frac{F}{N_t}$$

・居住地 2

$$c_{2,t} = \alpha_t(n_{1,t} + 2n_{2,t}) + m + \frac{F}{N_t}$$

$\alpha_t$ : 係数

$F$ : 固定費用

$m$ : 限界費用

$n_{1,t}$ : 居住地 1 の

公共交通利用者数

$n_{2,t}$ : 居住地 2 の

公共交通利用者数

規模の経済を表現

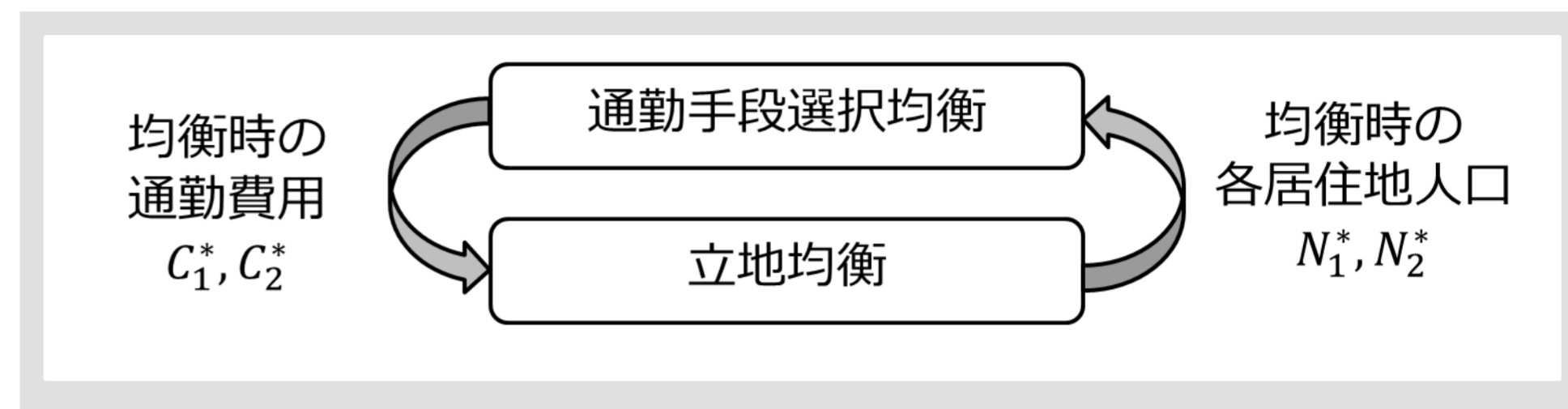
通勤費用

## 3. 通勤手段選択均衡・立地均衡

本モデルでは、2段階の均衡状態を考えます。

まず、各居住地の人口 $N_1, N_2$ のもとで、労働者は通勤費用が最小となるように通勤手段を選択します。これによって、各通勤手段の利用者数 $n_{a,i}$ と通勤費用 $c_1^*, c_2^*$ が決まります(通勤手段選択均衡)。

そして、通勤費用 $c_1^*, c_2^*$ に応じて、労働者は効用が最大となるように居住地を選択します。これによって、各居住地の人口 $N_1^*, N_2^*$ が決まります(立地均衡)。

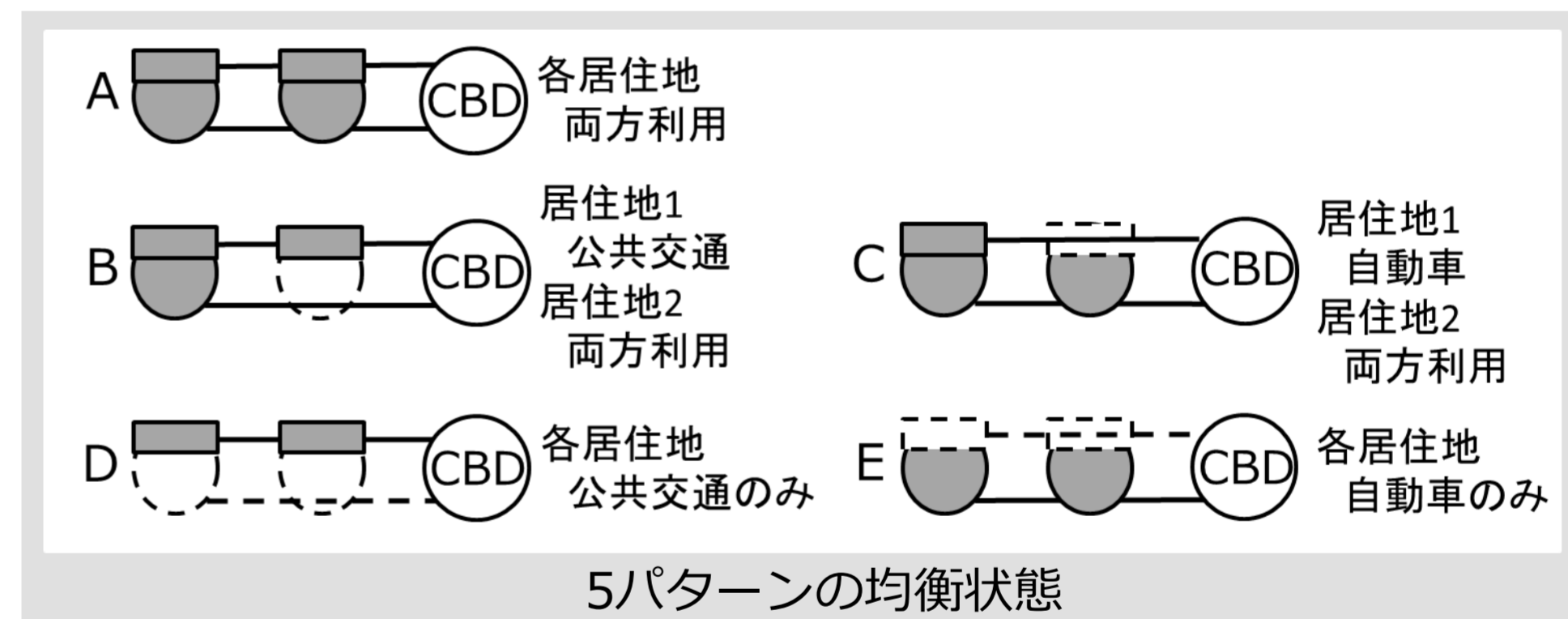


## 4. 均衡状態

3.で定義した均衡状態について、まずは通勤手段選択均衡を求めます。

いくつかのパターンが考えられますが、以下の5パターンの均衡状態のみが存在し得ることが確認されました。ただし、各均衡状態にはそれぞれの存在条件があります。このように、複数の均衡状態が存在し得るといふ、既存研究にはない性質が確認されました。

続いて、成立した通勤手段選択均衡について立地均衡を考えます。例えば、全員が自動車を利用する均衡状態Eは、居住地2からの通勤が最も不便であるため、他の均衡状態に比べて都心部の人口がより多くなります。それに対し、各居住地で両方の交通手段が用いられる均衡状態Aは、居住地2からの通勤が便利であるため、他の均衡状態に比べて郊外部の人口がより多くなります。このように、各均衡状態の通勤手段選択・利用者数によって、人口流入の違いが生じることが確認されました。



続いて、各パラメータが $c_{fuel} = 400, F = 100000, m = 100, \alpha_c = 2, \alpha_t = 1$ であり、各居住地の人口が $N_1 = 700, N_2 = 300$ のとき、存在し得るいくつかの均衡状態のうちどの均衡状態が存在するのか、そして人口流入にどのような違いが生じるのか確認しました。

まず、成立する通勤手段選択均衡は以下の3つになります。

全員が自動車を利用する均衡状態Eは、居住地2からの通勤が最も不便であるため、他の均衡状態に比べてコンパクトになります。それに対し、各居住地で両方の交通手段が用いられる均衡状態Aは、居住地2からの通勤が最も便利であるため、他の均衡状態に比べてスプロールするということがわかりました。

