

## 1. 研究背景と目的

時差出勤制度とは、交通需要のピークを時間的にずらすことで通勤混雑の緩和を図る、交通需要マネジメント施策の一つである。時差出勤に関する最近の話題では、東京都で時差Bizが実施されたことが挙げられる。時差出勤制度が交通面に与える影響は知られているが、土地利用面に与える影響は明らかになっていない。

交通・土地利用の相互作用を考慮した、都市内空間構造の規則性に関する基礎理論(e.g., Alonso, Fujita, Arnott)が長年に渡り発展しているが、これらは居住地のみ選択可能で、始業時刻を固定した分析しか行われていない。したがって、時差出勤制度そのものが与える影響を表現できない。Henderson, 奥村ら, Arnott et al.は、時差出勤制度に関する分析を行っている。しかし、始業時刻のみ選択可能で、居住地を固定した分析しか行われていない。したがって、時差出勤制度が土地利用面に与える影響を表現できない。

そこで、本研究では、居住する地域と始業時刻の両者を選択可能にしたモデルを構築し、時差出勤制度が都市空間構造に与える影響を考察する。そのために、AlonsoモデルとHendersonモデルを統合したモデルを構築する。さらに、このモデルにポテンシャル関数が存在することを利用して、モデルの安定均衡状態の性質を示す。

## 3. 均衡状態と安定性

2. で示した、労働者、企業の最大化問題より、間接効用関数 $v_{li}$ は $n_{li}$ の関数で表すことができる。また、本モデルの均衡状態は、以下の条件を満たすように定義する。なお、均衡状態は複数存在する。

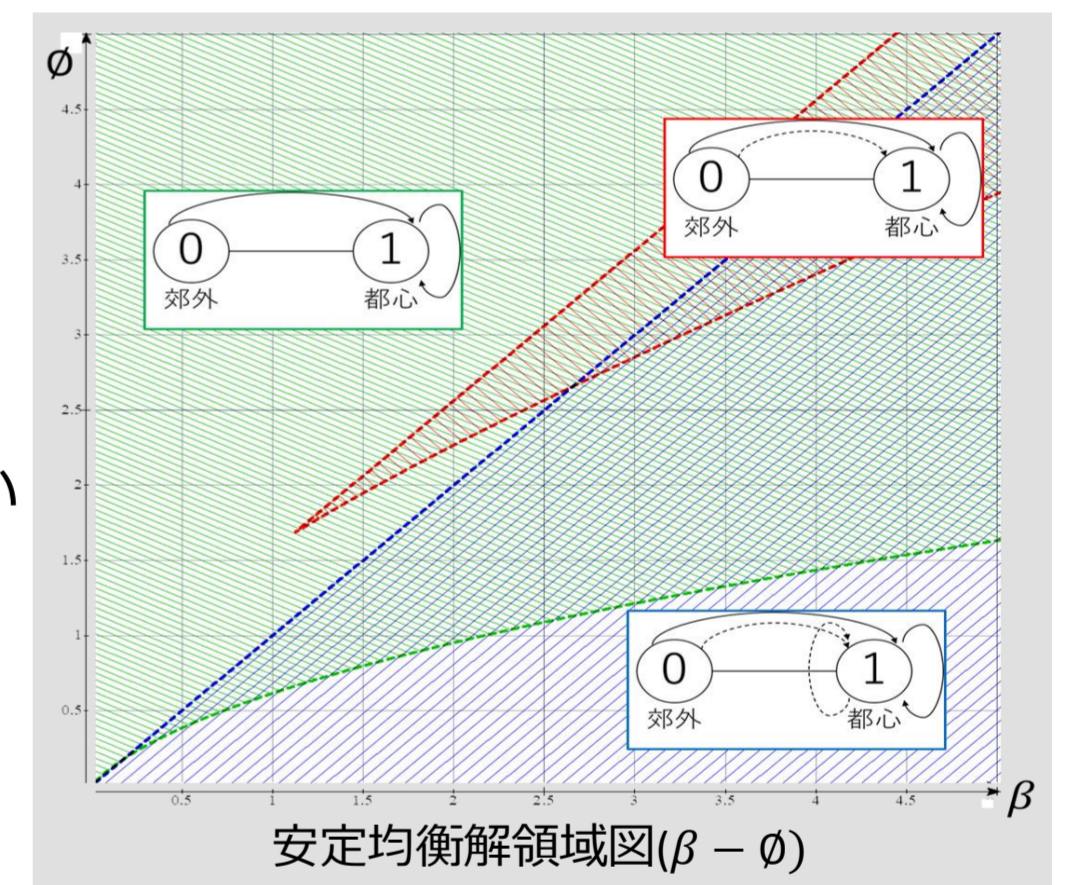
$$\begin{cases} v^* = v_{li}(\mathbf{n}) & \text{if } n_{li} > 0 \\ v^* \geq v_{li}(\mathbf{n}) & \text{if } n_{li} = 0 \end{cases} \quad \sum_l \sum_i n_{li} = N$$

安定均衡状態の解析は一般的に困難とされているが、ポテンシャル関数を用いることで解析が可能である。本モデルでは以下のようなポテンシャル関数が存在するので、それを利用して安定均衡状態の解析を行う。

$$P(\mathbf{n}) = \underbrace{\frac{1}{2} \sum_i \sum_j \left\{ \tau_{ij} \sum_l n_{li} \sum_l n_{lj} \right\}}_{\text{賃金}} - \underbrace{\frac{\beta}{2} \sum_i \left\{ \sum_l n_{li} \right\}^2}_{\text{混雑}} - \underbrace{\frac{\mu}{2} \sum_l \frac{\{\sum_i n_{li}\}^2}{A_l}}_{\text{地代}}$$

## 4. 安定均衡状態の解析結果

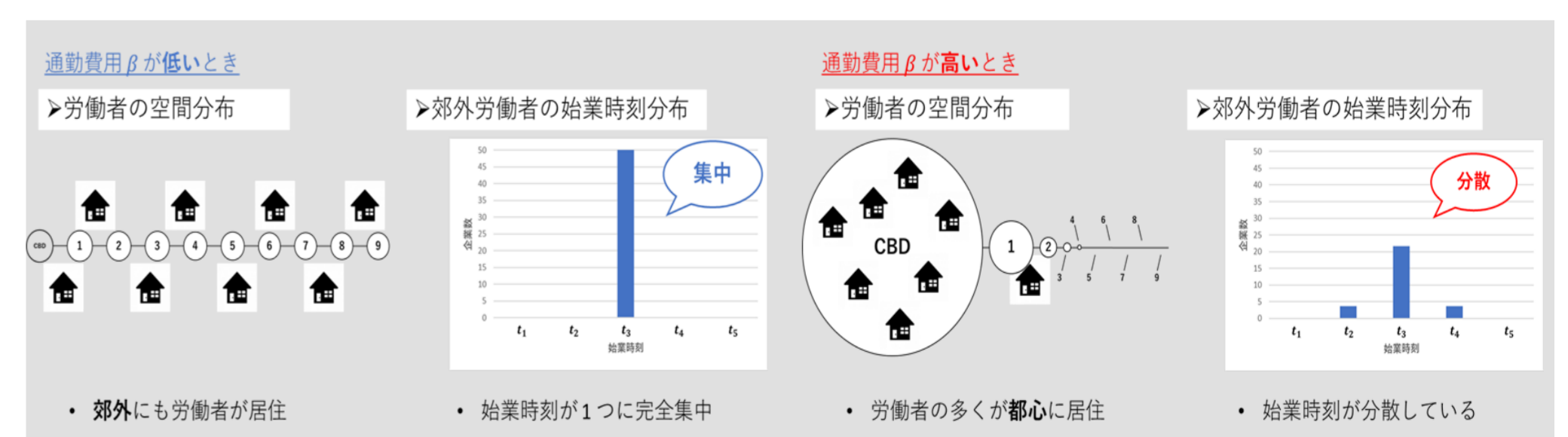
2始業時刻・2立地点モデルの安定均衡解の領域を示す。なお、横軸は通勤費用 $\beta$ 、縦軸は同時始業による生産性向上の効果 $\phi$ を表す。 $\beta$ 軸に着目すると、通勤費用が高いと時差出勤が起こりやすく、低いと起こりにくいことがわかる。これは、労働者は自らの効用を最大化するために、通勤費用を抑えられる企業 $i$ を選択するためではないかと考える。 $\phi$ 軸に着目すると、生産性向上の効果 $\phi$ が大きいと時差出勤が起こりにくく、小さいと起こりやすいことがわかる。これは、企業は利潤を最大化するために、生産性を高められる始業時刻 $i$ を選択するためではないかと考える。また、通勤費用、生産性向上の効果ともに大きいとき、郊外で時差出勤が起こりやすいことがわかる。



## 5. 多始業時刻・多立地点モデルの数値解析結果

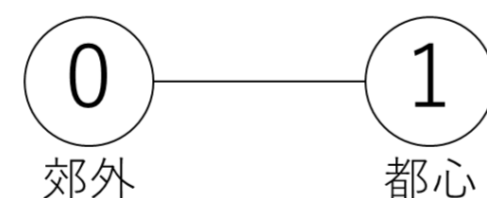
始業時刻及び立地点を増やしたときに、労働者の空間分布と郊外労働者の始業時刻分布がどう変化するか検証した。企業は5つの始業時刻を選択でき、労働者はCBDを含む10立地点から居住地を選択できる。また、立地点は同一直線上に並び、その片端にCBDがあると設定する。労働者の空間分布では、立地点の円の大きさが大きいほど、居住する労働者が多いことを表す。

通勤費用に着目すると、高い方がコンパクト化、時差出勤が起こりやすいという結果となった。これは、2始業時刻・2立地点モデルの解析結果と一致した。同時始業による生産性向上の効果に着目した場合においても、同様の結果が得られた。



## 2. モデルの概要

立地点0,1 (各々、郊外・都心を想定) が存在する経済を考える。立地点 $l(l=0,1)$ の面積を $A_l$ とする。企業は全て都心に立地し、 $l$ 種類の時刻から始業時刻を選択する。総数 $N$ の労働者は、労働を供給する企業居住地を選択できる。このときの労働者、企業の効用、利潤最大化問題は次のように表される。



・労働者  $\max_{x_l, y_l} u(z_l, y_l) = z_l + \mu \frac{1}{2y_l} \quad \text{s.t.} \quad w_i - c_{li}(\mathbf{n}) = z_l + r_l y_l$

$z_l$ : 合成財消費量       $y_l$ : 住宅面積       $w_i$ : 所得  
 $c_{li}$ : 通勤費用       $r_l$ : 地代

・企業  $\max_i \pi_i = \sum_j \tau_{ij} (\sum_l n_{lj}) - w_i$

$\tau_{ij}$ : 企業が同時に業務を行う時間間隔  
 $n_{lj}$ :  $l$ に居住し $j$ に人数  $w_i$ : 賃金

また、利潤ゼロ条件から賃金 $w_i$ が得られる。 $w_i = \sum_j \tau_{ij} (\sum_l n_{lj})$   
労働者の効用最大化行動、企業の利潤ゼロ条件を用いると、間接効用関数 $v_{li}(\mathbf{n})$ は次式で表される。

$$v_{li}(\mathbf{n}) = \sum_j \tau_{ij} \left( \sum_l n_{lj} \right) - c_{li}(\mathbf{n}) - \frac{\mu \sum_i n_{li}}{A_l}$$