Department of Policy and Planning Sciences

Discussion Paper Series

No.1366

「時間的都市回遊性」: 消費の量的時間制約で見る都市回遊性と都市形成の分析

(An Analysis of the Effect of Time Constraint on Consumption to Urban Structure)

by

村山　透
Toru MURAYAMA

December 2019

UNIVERSITY OF TSUKUBA
Tsukuba, Ibaraki 305-8573
JAPAN

「時間的都市回遊性」：消費の量的時間制約で見る都市回遊性と都市形成の分析

An Analysis of the Effect of Time Constraint on Consumption to Urban Structure

Toru Murayama*
University of Tsukuba

最終更新日：

2019 年 12 月 25 日

* 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 博士後期課程（都市政策科学研究室）
(torumurayama0224@gmail.com)

CONTENTS

0 Abstract

「都市回遊性」は都市設計や過疎化対策における指標として用いられるが、定義は幅広く、経済学的な研究も稀である。本研究では、都市回遊性を、消費行動と都市中心部へのアクセスに要する時間コストの指標として捉えて時間制約を導入し、財の消費量が予算ではなく時間によって制約される場合の単一中心都市モデルの均衡をもとめた。また、都市回遊性の改善を、財消費の時間コストの減少として捉えて比較静学分析を行い、地価の変化及び条件を考察した。

Keywords:
消費の時間制約、単一中心都市、都市回遊性

1 Introduction

1.1 「都市回遊性」という語句について

「回遊」という言葉は元来、大海における海洋生物の移動を意味する。「回遊性」はこの回遊の意味にならい、そうした魚などの性質を表現するのに用いられる。しかし、回遊性にはもう一つ、「買い物客が、店舗内や商店街を歩き回ること。」[*1]及び、その可能性の意味がある。

1.2 代表的な都市回遊性の分析

都市工学の研究としては、消費者の回遊行動のしやすさの評価を行う分析がある。例えば、歩道の設計を見直したり、ベンチのような設備の整備を行うことで、回遊行動がより活発になる、といった空間的な評価を行っている。Kawatsu(2015) や武田・有馬 (2010) のように、近年、衰

[*1] コトバンク（デジタル大辞泉の解説）https://kotobank.jp/word/回遊性-681046

退や縮小が著しい地方の商店街において、回遊性の改善によって、いわゆる「賑わい」を取り戻そうという、地域振興を目的とした対策に役立てることを念頭に分析する研究もある。

こうした研究では、回遊性向上の利として、「人口動員の増加」や「予期せざる消費行動の促進」などが想定され、具体的なハード面での設計が考察されている。Sueshige and Morozumi(2007) は、熊本市を対象にして、市街地の視覚情報と回遊行動の関係を分析している。Arakawa and Kaneda(2002) は、名古屋都心域を対象に、歩行者の属性別の、歩行行動の実態を調査している。Oiwa et al.(2005) では、名古屋市を対象として、財の種類を分類し、かつ、商店街ごとに、実態を調査している。

1.3　都市経済学における都市回遊性の定義

経済学の分野においても、都市回遊性の明確な定義な未だに確立されていない。上述の工学的視点では、回遊性の向上が消費の経済効果を活発にするという単純な構造が仮定されているが､回遊性の評価基準を詳しく見ると、厳密には因果関係が不明なものも多いことを Kawatsu(2015) が指摘している。例えば、回遊行動が増加したとしても、単に歩く距離が増えただけであったり、人入りが多いというだけで、消費につながらなければ、必ずしも目指すような経済の活性化には繋がらない。また、Saito and Yamashiro(2000) が主張するように、歩行者流入の増加が商業施設の売り上げ増加につながったという研究があるが、各消費者の効用を高めるという観点からは、消費の単純な絶対量的な増加を基準とするのではなく、同じ消費行動に対して、金銭、時間、心身の疲労などの諸々の費用がより少なくなるような、効率性という意味での、相対的な評価の方が重要である。

都市経済学の視点から、もう一つ注目したいのは、回遊性の変化が実体の経済に影響を与えるならば、それが、都市の構造を変化させる可能性がある、ということである。

以上の点を踏まえつつ、本論では、都市回遊性を、「消費財１単位の消

費を行なうために投じる必要がある時間」と、「都市の中心部（CBD）へのアクセスに必要な時間」の２つとして、都市の均衡とこれらの指標の変化がもたらす都市への影響を評価する。

ただし、注意点として、本論のモデルでは、消費財を合成財のみとしたことにより、前者については、都市内での買い物行動やサービスを利用するのに要する時間と、財を購入してから自宅に戻った後に消費を行う時間は一体的に表現されている。こうしたことにより、「複数の地点（店舗）を回る」という意味での「回遊」の特徴が捨象され、財の種類を省略した、時間の総量で全体的な傾向を分析していることに注意したい。

複数の地点や財のバラエティに関しては、企業側の意思決定を踏まえたモデルと分析が必要であり、今後の課題としたい。

1.4 時間と経済学

都市経済を時間的要素を踏まえて分析する試みとしては、Gordon, Kumar and Richardson(1989) のように、”commuting cost”として CBD への時間的アクセスコストを扱うものが主であり、消費に要する時間に注目したものは少ない。

時間を明示的に扱った経済理論の考察は、主に Becker(1965) の労働時間と余暇時間の配分の分析や、DeSerpa (1971) による財消費に伴う時間消費を踏まえた時間価値の種類の分別に始まり、そうして得られた時間価値の実証的検証とモデルの修正が行われ発展してきた。

既存研究では、時間制約についても労働時間が調整されると仮定することで、既存の金銭的評価の枠組みで分析がなされてきた。しかし、Shaw(1992) が指摘するように、現実には、必ずしもこのような完全な調整が可能ではない。

1.5 本研究の意義と貢献

本研究の意義及び貢献として、次の点を掲げて分析を進める。

- 都市回遊性の経済学的定義を提案している点。
- 財消費に投じる時間を踏まえた時間制約を導入している点。
- 時間制約が予算制約に先んじた制約となる単一中心都市モデルを用い、時間制約が都市の形成に及ぼす影響を分析している点。
- 消費者が CBD へ移動するためのコストを、金銭的コストと時間的アクセスコストに分離した分析である点。

2　The Model

モデルの構造は、Alonso(1964) をはじめとする、線形の単一中心都市モデルを参考にし、時間制約を加えて拡張した。

消費者の効用と制約を次のように表す。

$$u = q^{\alpha} z^{1-\alpha} \tag{1}$$

ここで、u は効用、q は土地の消費量、z は合成財の消費量である。$\alpha \in (0,1)$ は、コブ＝ダグラス型効用関数の指数であり、本モデルでは、この値が大きいほど、合成財に比してより土地の消費を好む、ということを意味する。

消費者の制約は次の２つの式である。

$$Y \geq cx + pz + R(x)q \tag{2}$$

$$T_c \geq tx + az \tag{3}$$

１つ目の式は、消費者の予算制約を表している。Y は消費者の可処分所得、p は合成財の価格を表す。[*2] x は CBD からの距離を表し、$R(x)$ は x に応じた地代である。x は、都市の最も外側の境界の CBD からの距離 $\overline{x}$ に対して、$x \in [0, \overline{x}]$ を満たすものとする。c は距離あたりの金銭的アクセスコストである。

２つ目の式は、消費者の時間制約を表す。T_c はこの消費者の可処分時

[*2] この p をニュメレールとする。

間、a は合成財１単位あたりの消費行動に必要な時間である。t は距離あたりの時間的アクセスコストである。

3 均衡と比較静学分析

当該の消費者の効用最大化の結果において、上述の２つの制約のいずれか、もしくは両方が等式となる。常に予算制約のみが実効的な制約である場合、結果は従来のモデルと同じである。ここでは、予算制約による需要として、次のように、添え字の Y を用いて記す。

$$z^{*Y} = \frac{(1-\alpha)(Y-cx)}{p} \tag{4}$$

$$q(x)^{*Y} = \frac{\alpha(Y-cx)}{R(x)} \tag{5}$$

一方、時間制約が実効的な場合、需要はそれぞれ次のとおりである。

$$z^{*T} = \frac{T_c - tx}{a} \tag{6}$$

$$q(x)^{*T} = \frac{1}{R(x)}\left[Y - cx - p\left(\frac{T_c - tx}{a}\right)\right] \tag{7}$$

この場合においては、時間制約によって合成財の需要が決定された後、土地消費量によって調整されて予算制約もバインドする。

時間制約が先にバインドする条件は次のように、それぞれの制約がバインドする場合の合成財の需要を比較することで導くことができる。すなわち、次のとおりである。

$$z^{*T} < z^{*Y} \Leftrightarrow \frac{T_c - tx}{a} < \frac{(1-\alpha)(Y-cx)}{p} \tag{8}$$

これらを用いて、労働時間の調整が完全に可能で２つの制約が同時にバインドする場合と、時間制約が先にバインドし後から予算制約が満たされる場合を比較する。

また、時間制約下のモデルは一部、計算が複雑な箇所があるため、$R_A = 0$ として簡単化した解を導出して比較を行う。

3.1 予算制約下の均衡と比較静学分析

ここでは、後ほどの比較のため、予算制約下の均衡と比較静学分析の結果を導出しておく。

まず、前述の消費者の効用最大化の解を代入した効用水準を用いて、地代関数を導く。

$$R(x) = \frac{\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}(Y-cx)^{\frac{1}{\alpha}}}{p^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}u^{\frac{1}{\alpha}}} \tag{9}$$

次に、都市内の効用水準はすべての x において同じとして、都市の人口の条件を用いて、地代関数を N を用いた式に書き直す。

$$\begin{aligned} \overline{u} &\equiv u(x), \forall x \qquad (10) \\ N &= \int_0^{\overline{x}} \frac{h}{q(x)} dx \\ &= \frac{\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} h}{cp^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\overline{u}^{\frac{1}{\alpha}}} \left[Y^{\frac{1}{\alpha}} - (Y - c\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}} \right] \qquad (11) \end{aligned}$$

農業地代の条件 $R_A = R(\overline{x})$ による地代の式を前述の地代関数と連立し、$\overline{x}$ と $\overline{u}^{\frac{1}{\alpha}}$ を求める。

$$R_A = \frac{\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}(Y-c\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}}{p^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}u^{\frac{1}{\alpha}}} \tag{12}$$

$$\overline{x}^{*Y} = \frac{Y}{c}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha}\right] \tag{13}$$

$$\overline{u}^{*Y} = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha}Y}{p^{1-\alpha}(cN + hR_A)^{\alpha}} \tag{14}$$

また、これらを用いて、均衡での地代関数を求める。

$$R(x)^{*Y} = \left(\frac{cN}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \tag{15}$$

Propotision Y-1

予算制約下での均衡の地代、都市の境界、都市内の効用水準はそれぞれ次の通りである。

$$R(x)^{*Y} = \left(\frac{cN}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$
$$\overline{x}^{*Y} = \frac{Y}{c}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha}\right]$$
$$\overline{u}^{*Y} = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha}Y}{p^{1-\alpha}(cN + hR_A)^{\alpha}}$$

3.1.1 地代関数 $R(x)^{*Y}$ の比較静学分析

均衡においての地代関数が、外生変数によってどのように変化するかを調べる。地代関数を各外生変数で微分した結果は次に示すとおりである。

$$R(x)^{*Y} = \left(\frac{cN}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial a} = 0 \tag{16}$$
$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial t} = 0 \tag{17}$$
$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial T_c} = 0 \tag{18}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial h} = -\frac{cN}{h^2}\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}} < 0 \tag{19}$$
$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial N} = \frac{c}{h}\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{20}$$
$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial R_A} = \left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{21}$$
$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial x} = -\frac{c}{\alpha Y}\left(\frac{cN}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} < 0 \tag{22}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial c} = \left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left[\frac{\alpha N(Y - cx) - x(cN + hR_A)}{\alpha h Y}\right] \tag{23}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial p} = 0 \tag{24}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*Y}}{\partial Y} = \frac{cx}{\alpha Y^2}\left(\frac{cN}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{cx}{Y}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > 0 \tag{25}$$

以上の計算から得られる結果の中から、主なものを次に続く命題にまとめた。特に注目したいのが、次の時間制約に関するパラメータによる比較静学分析である。

Propotision Y-2

予算制約下での均衡の地代に対し、消費の時間パラメータ a や時間的アクセスコスト t、及び可処分時間 T_c の変化は影響を与えない。

これはすなわち、予算制約下にあり、時間が余ってしまう場合、回遊性の変化が実体経済に何ら影響を与えないことを意味している。次節以降で、時間制約下の場合との比較を行なう。

このほかに注意したいものは次の通りである。

Propotision Y-3

予算制約下の均衡において、金銭的交通コスト c の変化は、$x < \frac{\alpha NY}{c(\alpha+N)hR_A}$ のときは正に、$x > \frac{\alpha NY}{c(\alpha+N)hR_A}$ のときは負に変化させる。

つまり、予算制約下では、$x = \frac{\alpha NY}{c(\alpha+N)hR_A}$ を境に、都市の内側では金銭的なアクセスコストの増加は地代を高めるが、この境よりも外側では逆に地代を低下させることを意味している。

3.1.2　都市の境界 $\overline{x}^{*Y}$ の比較静学分析

$$\overline{x}^{*Y} = \frac{Y}{c}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha}\right]$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial a} = 0 \tag{26}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial t} = 0 \tag{27}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial T_0} = 0 \tag{28}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial h} = -\frac{\alpha NY}{h(cN + hR_A)}\left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha} < 0 \tag{29}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial N} = \frac{\alpha Y}{cN + hR_A}\left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha} > 0 \tag{30}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial R_A} = -\frac{\alpha NY}{(cN + hR_A)R_A}\left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha} < 0 \tag{31}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial c} = \frac{Y}{c^2}\left[\left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha}\frac{(1+\alpha)cN + hR_A}{cN + hR_A} - 1\right] \tag{32}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial p} = 0 \tag{33}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial Y} = \frac{1}{c}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{cN + hR_A}\right)^{\alpha}\right] > 0 \tag{34}$$

c による変化は α の値に依るが、$\alpha = \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ のときは $\frac{\partial \overline{x}^{*Y}}{\partial c} < 0$ となる。

Propotision Y-4

予算制約下での均衡の都市の境界 $\overline{x}^{*Y}$ に対し、消費の時間パラメータ a や時間的アクセスコスト t といった回遊性や、可処分時間 T_c の変化は影響を与えない。

都市の境界についても、時間制約に関するパラメータの変化が影響を与えない。

3.1.3 都市内の効用水準 $\overline{u}^{*Y}$ の比較静学分析

$$\overline{u}^{*Y} = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha}Y}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha}}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial a} = 0 \tag{35}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial t} = 0 \tag{36}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial T_0} = 0 \tag{37}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial h} = \frac{\alpha^{\alpha+1}(1-\alpha)^{1-\alpha}ch^{\alpha-1}NY}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha+1}} > 0 \tag{38}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial N} = -\frac{\alpha^{\alpha+1}(1-\alpha)^{1-\alpha}ch^{\alpha}Y}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{39}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial R_A} = -\frac{\alpha^{\alpha+1}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha+1}Y}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{40}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial c} = -\frac{\alpha^{\alpha+1}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha}NY}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{41}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial p} = -\frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{2-\alpha}h^{\alpha}Y}{p^{2-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha}} < 0 \tag{42}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*Y}}{\partial Y} = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}h^{\alpha}}{p^{1-\alpha}(cN+hR_A)^{\alpha}} > 0 \tag{43}$$

Propotision Y-5

予算制約下での均衡の都市内で一定の効用水準 $\overline{u}^{*Y}$ に対し、消費の時間パラメータ a や時間的アクセスコスト t といった回遊性や、可処分時間 T_c の変化は影響を与えない。

予算制約下では、時間制約に関するパラメータの変化は都市内の効用水準に影響を与えない。

3.2 時間制約下の均衡と比較静学分析

本節では、時間制約が先にバインドする状況を想定して分析を進める。

Assumption T-1

$\frac{T_c - tx}{a} < \frac{(1-\alpha)(Y-cx)}{p}$ であり、時間制約が予算制約に先んじてバインドする。

効用水準は次のように書き直される。

$$u(x) = R(x)^{-\alpha}\left[Y - cx - p\left(\frac{T_c - tx}{a}\right)\right]^{\alpha}\left(\frac{T_c - tx}{a}\right)^{1-\alpha} \tag{44}$$

都市内の全ての地点で効用水準が等しくなるように裁定されると、一定の効用水準 $\overline{u}$ によって、各距離での地代は次のような関数で表される。

$$R(x) = \overline{u}^{-\frac{1}{\alpha}}\left[Y - cx - p\left(\frac{T_c - tx}{a}\right)\right]\left(\frac{T_c - tx}{a}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \tag{45}$$

ここで、都市全体の均衡を考える。都市の人口が N、を h 線形都市の幅とすると、次の関係が成り立つ。

$$N = \int_0^{\overline{x}} \frac{h}{q(x)} dx \tag{46}$$

均衡の解を代入して整理すると、次のとおりである。

$$N = \frac{\alpha h}{t a^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \overline{u}^{\frac{1}{\alpha}}}\left[T_c^{\frac{1}{\alpha}} - (T_c - t\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}\right] \tag{47}$$

これを用いて、地代関数を書き直すと次のようになる。

$$R(x) = \frac{Nt\left[a(Y-cx) - p(T_c - tx)\right](T_c - tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{\alpha a h\left[T_c^{\frac{1}{\alpha}} - (T_c - t\overline{x})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right]} \tag{48}$$

この地代を代入し、効用水準も書き直される。

$$u(x) = a^{\alpha-1}\left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha}\left[T_c^{\frac{1}{\alpha}} - (T_c - t\overline{x})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right]^{\alpha} \tag{49}$$

農業地代の条件 $R_A = R(\overline{x})$ より、次の関係が成り立つ。

$$R_A = R(\overline{x}) = \frac{Nt\left[a(Y-c\overline{x}) - p(T_c - t\overline{x})\right](T_c - t\overline{x})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{\alpha a h\left[T_c^{\frac{1}{\alpha}} - (T_c - t\overline{x})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right]} \tag{50}$$

3.2.1 $R_A = 0$ の場合の均衡と比較静学分析

$R_A = 0$ の時、$\overline{x} = \frac{T_c}{t}$ となり、地代関数と効用水準は次の通りである。

$$R(x)^{*T}|_{R_A=0} = \frac{Nt\left[a(Y-cx)(T_c - tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - p(T_c - tx)^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{\alpha a h T_c^{\frac{1}{\alpha}}} \tag{51}$$

$$u(x)^{*T}|_{R_A=0} = \left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha}\frac{T_c}{a^{1-\alpha}} \tag{52}$$

Propotision T-1

$R_A = 0$ のとき、時間制約下での均衡の地代、都市の境界、都市内の効用水準はそれぞれ次の通りである。

$$R(x)^{*T}|_{R_A=0} = \frac{Nt\left[a(Y-cx)(T_c - tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - p(T_c - tx)^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{\alpha a h T_c^{\frac{1}{\alpha}}}$$

$$\overline{x}^{*T}|_{R_A=0} = \frac{T_c}{t}$$

$$\overline{u}^{*T}|_{R_A=0} = \left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha}\frac{T_c}{a^{1-\alpha}}$$

比較静学分析の結果は以下にまとめた通りである。

3.2.2 地代関数 $R(x)^{*T}|_{R_A=0}$ の比較静学分析

$$R(x)^{*T}|_{R_A=0} = \frac{Nt\left[a(Y-cx)(T_c-tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - p(T_c-tx)^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{\alpha ahT_c^{\frac{1}{\alpha}}}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial a} = \frac{Ntp}{\alpha a^2 h}\left(1-\frac{tx}{T_c}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{53}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial t} = \frac{N(T_c-tx)^{\frac{1}{2-\alpha}}}{\alpha^2 ahT_c^{\frac{1}{\alpha}}} * \left(\alpha\left[a(Y-cx)T_c - p(T_c-tx)^2\right] - \left[a(Y-cx)-p(T_c-tx)\right]tx\right) \tag{54}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial T_c} = -\frac{Nt\left[a(Y-cx)(\alpha T_c - tx) + p(T_c-tx)\right]}{\alpha^2 ahT_c^3}\left(1-\frac{tx}{T_c}\right)^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}} \tag{55}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial h} = -\frac{Nt\left[a(Y-cx)(T_c-tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - p(T_c-tx)^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{\alpha ah^2T_c^{\frac{1}{\alpha}}} < 0 \tag{56}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial N} = \frac{t\left[a(Y-cx)(T_c-tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - p(T_c-tx)^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{\alpha ahT_c^{\frac{1}{\alpha}}} > 0 \tag{57}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial x} = -\frac{Nt(T_c-tx)^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}}\left[(1-\alpha)at(Y-cx) + (\alpha ac - pt)(T_c-tx)\right]}{\alpha^2 ahT_c^{\frac{1}{\alpha}}} < 0 \tag{58}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial c} = -\frac{Ntx(T_c-tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{\alpha hT_c^{\frac{1}{\alpha}}} < 0 \tag{59}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial p} = -\frac{Nt}{\alpha ah}\left(1-\frac{tx}{T_c}\right)^{\frac{1}{\alpha}} < 0 \tag{60}$$

$$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial Y} = \frac{atN(T_c-tx)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{\alpha ahT_c^{\frac{1}{\alpha}}} > 0 \tag{61}$$

$$\tag{62}$$

t による変化は、$f(x) \equiv \frac{[a(Y-cx)-p(T_c-tx)]tx}{a(Y-cx)T_c-p(T_c-tx)^2}$ とすると、$\alpha > f(x)$ の

ときは正、$\alpha < f(x)$ のときは負となる。$f(0) = 0$ かつ $f(x) \in [0, 1)$ であり、$\frac{\partial f(x)}{\partial x} > 0$ あるため、$f(x)$ と α の関係を基準としたある x を境に、より x が小さければ、$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial t} > 0$、$x$ が基準よりも大きければ、$\frac{\partial R(x)^{*T}|_{R_A=0}}{\partial t} < 0$ となる。

T_c による変化については、$\frac{T_c}{t} < \frac{Y}{c}$ であるので、$0 < x < \frac{\alpha T_c}{t}$ のときは負の方向に、$\frac{\alpha T_c}{t} < x < \frac{T_c}{t}$ のときは正の方向に変化する。

x の変化については、仮に $(1-\alpha)at(Y-cx)+(\alpha ac-pt)(T_c-tx) < 0$ とすると、$\frac{(1-\alpha)atY+(\alpha ac-pt)T_c}{(1-\alpha)atcx+(\alpha ac-pt)t} > x$ となるが、これはすなわち $\frac{Y}{c} < \frac{T_c}{t}$ となるが、これは時間制約の仮定に矛盾する。よって、全体としては負の値をとる。

ここで、特に注目すべき結果を命題とした。

Propotision T-2

> $R_A = 0$ のとき、時間制約下での均衡の地代に対して、消費に要する時間の増加は地代を上昇させる。

すなわち、回遊性の改善の効果は、地代の減少として表される。後に確認するが、回遊性の改善によって都市内の効用水準は上昇する。従来の予算制約下を想定した場合には、効用水準は金銭的評価を通じて地代に表れ、正の相関関係にあった。時間制約下では、地代に表れる金銭的評価は、直接には、効用水準を直接的には表していない。時間制約によって予算制約下よりも合成財消費が抑制された結果、土地の価格が上昇し、経済厚生を直接に反映しない、バブルの如き減少が起こっていたためである。

Propotision T-3

> $R_A = 0$ のとき、時間制約下での均衡の地代に対して、金銭的アクセスコスト及び合成財価格の上昇は負の変化を起こす。

これもまた、予算の余りが地代として回収されるため、他の金銭的支出の増加が地代を下げたのである。

3.2.3 都市の境界 $\overline{x}^{*T}|_{R_A=0}$ の比較静学分析

$$
\begin{aligned}
\overline{x}^{*T}|_{R_A=0} &= \frac{T_c}{t} \\
\frac{\partial \overline{x}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial t} &= -\frac{T_c}{t^2} < 0 \qquad (63)\\
\frac{\partial \overline{x}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial T_0} &= \frac{1}{t} > 0 \qquad (64)
\end{aligned}
$$

$R_A = 0$ においては、都市の境界は可処分時間と時間的アクセスコストによって決まる。すなわち、合成財消費に充てる時間が残されないほど都市の中心から離れている地点の効用と地代はゼロとなり、都市内の住人は立地しない。

3.2.4 都市内の効用水準 $\overline{u}^{*T}|_{R_A=0}$ の比較静学分析

$$
\begin{aligned}
\overline{u}^{*T}|_{R_A=0} &= \left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha} \frac{T_c}{a^{1-\alpha}} \\
\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial a} &= -\frac{(1-\alpha)T_c}{a^{2-\alpha}} \left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha} < 0 \qquad (65)\\
\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial t} &= -\frac{T_c}{a^{1-\alpha}} \left(\frac{\alpha}{t}\right)^{\alpha+1} \left(\frac{h}{N}\right)^{\alpha} < 0 \qquad (66)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial T_c} &= \frac{1}{a^{1-\alpha}} \left(\frac{\alpha h}{Nt}\right)^{\alpha} > 0 \qquad (67)\\
\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial h} &= \frac{\alpha^{\alpha+1} T_c}{(ah)^{1-\alpha}(Nt)^{\alpha}} > 0 \qquad (68)\\
\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial N} &= -\frac{T_c}{a^{1-\alpha}} \left(\frac{\alpha}{N}\right)^{\alpha+1} \left(\frac{h}{t}\right)^{\alpha} < 0 \qquad (69)
\end{aligned}
$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial c} = 0 \tag{70}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial p} = 0 \tag{71}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^{*T}|_{R_A=0}}{\partial Y} = 0 \tag{72}$$

Propotision T-4

$R_A = 0$ のとき、時間制約下での、消費に要する時間及び時間的アクセスコストの増加は、都市内で一定の効用水準を低下させる。

すなわち、時間制約下においては、回遊性の改善は、効用水準を上昇させる。

Propotision T-5

$R_A = 0$ のとき、時間制約下での、合成財価格、金銭的アクセスコスト、所得と言った、予算制約を構成する外生変数の変化は、都市内で一定の効用水準に影響しない。

3.3 労働時間の調整が完全な場合の均衡

前節までは、所得と可処分時間を所与とした分析を行ってきた。ここで、市場によってそれらの資源が調整できるような、理想的な場合と比較してみたい。すなわち、労働時間が完全に調整可能で、時間制約と予算制約の 2 つが同時に満たされるような最適化が行われる場合の均衡を求め、結果を比較してみる。

労働時間を含めた総可処分時間を T_0、賃金率を w とすると、所得 Y を書き換えることができる。

$$Y = w(T_0 - T_c) \tag{73}$$

これを用いると、制約を 1 つの式の形で表すことができる。

$$w(T_0 - tx - az) = cx + R(x)q + pz \tag{74}$$

この場合の効用最大化の解と最適化された時の効用水準は次の通りである。

$$z = \frac{(1-\alpha)w(T_0 - tx)}{aw + p} \tag{75}$$

$$q = \frac{\alpha w(T_0 - tx)}{R(x)} \tag{76}$$

$$u = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}w(T_0 - tx)}{(aw+p)^{1-\alpha}R(x)^{\alpha}} \tag{77}$$

地代も最適化された効用水準によって表すことができる。

$$R(x) = \frac{\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} w^{\frac{1}{\alpha}} (T_0 - tx)^{\frac{1}{\alpha}}}{(aw+p)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} u^{\frac{1}{\alpha}}} \tag{78}$$

ここで、都市全体の均衡を考える。都市の人口が N、を h 線形都市の幅とすると、次の関係が成り立つ。

$$N = \int_0^{\overline{x}} \frac{h}{q(x)} dx \tag{79}$$

均衡の解を代入して整理すると、次のとおりである。

$$N = \frac{\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} w^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} h \left[T_0^{\frac{1}{\alpha}} - (T_0 - t\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}\right]}{(aw+p)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} t u^{\frac{1}{\alpha}}} \tag{80}$$

この関係を用いて地代関数を書き直す。

$$R(x) = \frac{wNt(T_0 - tx)^{\frac{1}{\alpha}}}{h\left[T_0^{\frac{1}{\alpha}} - (T_0 - t\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}\right]} \tag{81}$$

都市の境界では、地代が農業地代と等しく、$R_A = R(\overline{x})$ とする。この関係を用いると、均衡での $\overline{x}$ を外生変数によって表現することができる。

$$R_A = R(\overline{x}) = \frac{wNt(T_0 - t\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}}{h\left[T_0^{\frac{1}{\alpha}} - (T_0 - t\overline{x})^{\frac{1}{\alpha}}\right]} \tag{82}$$

$$\overline{x}^* = \frac{T_0}{t}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A}\right)^{\alpha}\right] \tag{83}$$

以上より、地代関数の均衡も次の通りである。

$$R(x)^* = \left(\frac{wNt}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \tag{84}$$

均衡の効用水準については次に示す。

$$\overline{u}^* = \frac{a^{\alpha}(1-a)^{1-\alpha}h^{\alpha}wT_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt + hR_A)^{\alpha}} \tag{85}$$

Propotision W-1

労働時間の調整が完全な場合の均衡地代、都市の境界、都市内の効用水準はそれぞれ次の通りである。

$$R(x)^* = \left(\frac{wNt}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$
$$\overline{x}^* = \frac{T_0}{t}\left[1 - \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A}\right)^{\alpha}\right]$$
$$\overline{u}^* = \frac{a^{\alpha}(1-a)^{1-\alpha}h^{\alpha}wT_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt + hR_A)^{\alpha}}$$

比較静学分析の結果は次にまとめたようになる。

3.3.1　地代関数 $R(x)^*$ の比較静学分析

$$R(x)^* = \left(\frac{wNt}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial a} = 0 \tag{86}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial t} = \left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \frac{\alpha wNT_0 - [(1+\alpha)wNt + hR_A]x}{\alpha hT_0} \tag{87}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial T_0} = \frac{tx}{\alpha T_0^2}\left(\frac{wNt}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > 0 \tag{88}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial h} = -\frac{wNt}{h^2}\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}} < 0 \tag{89}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial N} = \frac{wt}{h}\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{90}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial R_A} = \left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{91}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial x} = -\frac{t}{\alpha T_0}\left(\frac{wNt}{h} + R_A\right)\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} < 0 \tag{92}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial c} = 0 \tag{93}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial p} = 0 \tag{94}$$

$$\frac{\partial R(x)^*}{\partial w} = \frac{Nt}{h}\left(1 - \frac{tx}{T_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}} > 0 \tag{95}$$

労働時間の調整が完全な場合、本論の都市回遊性を示す、合成財の単位あたり必要投入時間の変化は地代を変化させない。

Propotision W-2

> 労働時間の調整が完全な場合、合成財消費に要する時間の変化による回遊性の改善は、均衡地代に影響を与えない。

時間的アクセスコスト t による変化は、$\frac{\alpha wNT_0}{(1+\alpha)wNt+hR_A} < x < \frac{T_0}{t}$ において $\frac{\partial R(x)^*}{\partial t} < 0$、かつ、$0 < x < \frac{\alpha wNT_0}{(1+\alpha)wNt+hR_A}$ において $\frac{\partial R(x)^*}{\partial t} > 0$ である。すなわち、一定の距離 $x = \frac{\alpha wNT_0}{(1+\alpha)wNt+hR_A}$ より内側の都市内では時間的アクセスコストの上昇は地代を増加させ、それよりも遠い範囲では逆に低下させるのである。この結果は、時間制約下の変化と類似している。

また、予算制約を構成するパラメータのうち、時間的アクセスコストが地代に影響しないのは、予算制約下や時間制約下と異なる特徴である。

Propotision W-3

労働時間の調整が完全な場合の均衡地代は、金銭的アクセスコストの変化の影響を受けない。

合成財価格の変化が与える影響は、予算制約下と同様である。

Propotision W-4

労働時間の調整が完全な場合の均衡地代は、合成財価格の変化の影響を受けない。

3.3.2 都市の境界 $\overline{x}^*$ の比較静学分析

$$\overline{x}^* = \frac{T_0}{t}\left[1-\left(\frac{hR_A}{wNt+hR_A}\right)^{\alpha}\right]$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial a} = 0 \tag{96}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial t} = \frac{T_0}{t^2}\left[\left(\frac{hR_A}{wNt+hR_A}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{(1+\alpha)wNt+hR_A}{wNt+hR_A} - 1\right] \tag{97}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial T_0} = \frac{1}{t}\left[1-\left(\frac{hR_A}{wNt+hR_A}\right)^{\alpha}\right] > 0 \tag{98}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial h} = -\frac{\alpha w N T_0}{h(wNt + hR_A)} \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A} \right)^{\alpha} < 0 \tag{99}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial N} = \frac{\alpha w T_0}{wNt + hR_A} \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A} \right)^{\alpha} > 0 \tag{100}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial R_A} = -\frac{\alpha T_0}{t(wNt + hR_A)R_A} \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A} \right)^{\alpha} < 0 \tag{101}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial c} = 0 \tag{102}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial p} = 0 \tag{103}$$

$$\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial w} = \frac{\alpha N T_0}{wNt + hR_A} \left(\frac{hR_A}{wNt + hR_A} \right)^{\alpha} > 0 \tag{104}$$

t による影響は α の値によるが、$\alpha = \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ の場合については $\frac{\partial \overline{x}^*}{\partial t} < 0$ である。

以下、主な結果を命題にまとめた。

Propotision W-5

労働時間の調整が完全な場合、合成財消費に要する時間の変化による回遊性の改善は、都市の境界に影響を与えない。

この結果は予算制約下及び時間制約下と同様である。

予算制約に関するパラメータのうち、金銭的アクセスコストと合成財価格の変化の結果は、時間制約下と同じとなった。

Propotision W-6

労働時間の調整が完全な場合の都市の境界は、金銭的アクセスコストの変化の影響を受けない。

Propotision W-7

労働時間の調整が完全な場合の都市の境界は、合成財価格の変化の影響を受けない。

3.3.3 都市内効用水準 $\overline{u}^*$ の比較静学分析

$$\overline{u}^* = \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} h^\alpha w T_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^\alpha}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial a} = -\frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{2-\alpha} h^\alpha w^2 T_0}{(aw+p)^{2-\alpha}(wNt+hR_A)^\alpha} < 0 \tag{105}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial t} = -\frac{\alpha^{\alpha+1} (1-a)^{1-\alpha} h^\alpha w^2 N T_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{106}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial T_0} = \frac{\alpha^\alpha (1-a)^{1-\alpha} h^\alpha w}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} > 0 \tag{107}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial h} = \frac{\alpha^{\alpha+1} (1-\alpha)^{1-\alpha} h^{\alpha-1} w^2 N t T_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} > 0 \tag{108}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial N} = -\frac{\alpha^{\alpha+1} (1-\alpha)^{1-\alpha} h^\alpha w^2 t T_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{109}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial R_A} = -\frac{\alpha^{\alpha+1} (1-\alpha)^{1-\alpha} h^{\alpha+1} w T_0}{(aw+p)^{1-\alpha}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} < 0 \tag{110}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial c} = 0 \tag{111}$$

$$\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial p} = -\frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{2-\alpha} h^\alpha w T_0}{(aw+p)^{2-\alpha}(wNt+hR_A)^\alpha} < 0 \tag{112}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial \overline{u}^*}{\partial w} &= \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} h^\alpha T_0 \left[(1+\alpha)wNtp + 2\alpha a w(2wNt+hR_A) + phR_A\right]}{(aw+p)^{(2-\alpha)}(wNt+hR_A)^{\alpha+1}} \\ &> 0\end{aligned} \tag{113}$$

均衡の効用水準については、回遊性の 2 つの指標の変化がいずれも負の方向に作用し、時間制約下と同じ結果となった。

Propotision W-8

> 労働時間の調整が完全な場合、合成財の単位あたり消費に必要な時間及び時間的アクセスコストの変化は、都市内で一定の効用水準に対して負の方向に働く。

金銭的アクセスコストによる変化は時間制約下と同様に変化を与えな

い一方で、合成財価格の変化は負の影響を与える点で、予算制約下と同様の挙動が見られた。

Propotision W-9

労働時間の調整が完全な場合、都市内で一定の効用水準は、金銭的アクセスコストの変化に対して、負の影響を受ける。

Propotision W-10

労働時間の調整が完全な場合、都市内で一定の効用水準は、合成財価格の変化の影響を受けない。

3.4 比較静学分析の結果一覧と比較

以上の制約に関する３つの場合の下に、比較静学分析の結果を一覧にまとめた。

時間制約に関するパラメータ、都市の構造に関するパラメータ、予算制約に関するパラメータの３段に分けて表記した。

一意に正負が求められない場合については、ある基準よりも x が小さい時に正、それよりも大きい時には負になるものを「+/-」、逆にある基準よりも x が小さい時に負、それよりも大きい時には正になるものを「-/+」で表した。$\alpha = \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ のときに負の変化をするものは $(-)$ で表した。T_c と T_0、w と Y のように、労働時間が完全調整の時とそれ以外の場合で該当する変数がない場合は、「N/A」と記した。

ここでは、３つの場合の結果をそれぞれ比較して考察していく。

3.4.1 地代関数の変化の比較

３つの場合のうち、地代が財消費に関する回遊性改善、すなわち a の減少の影響を受けるのは時間制約下のみである。

線形都市の幅 h、都市内の人口 N、都市の中心からの距離 x といった、都市の形成に関するパラメータの変化については、３つの場合について、地代に与える変化の方向はそれぞれ同じであった。

表 1　地代関数 $R(x)$ の比較静学分析の結果一覧

	予算制約	時間制約 ($R_A = 0$)	完全調整
$\frac{\partial R(x)}{\partial a}$	0	+	0
$\frac{\partial R(x)}{\partial t}$	0	+/-	+/-
$\frac{\partial R(x)}{\partial T_c}$	0	-/+	N/A
$\frac{\partial R(x)}{\partial T_0}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial R(x)}{\partial h}$	-	-	-
$\frac{\partial R(x)}{\partial N}$	+	+	+
$\frac{\partial R(x)}{\partial R_A}$	+	N/A	+
$\frac{\partial R(x)}{\partial x}$	-	-	-
$\frac{\partial R(x)}{\partial c}$	+/-	-	0
$\frac{\partial R(x)}{\partial p}$	0	-	0
$\frac{\partial R(x)}{\partial w}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial R(x)}{\partial Y}$	+	+	N/A

金銭的アクセスコストの変化は 3 つの場合でそれぞれ異なり、労働時間の調整が完全の場合は地代に影響を与えない一方で、時間制約下では負に働き、予算制約下では都市の中心からの距離に依存して変化の方向は逆である。

合成財価格の変化は、時間制約下でのみ地代に影響を与え、その方向は負である。

3.4.2　都市の境界の変化の比較

回遊性指標のうち、財消費に関する時間パラメータ a はいずれの場合についても都市の境界を変化させない。一方で、時間的アクセスコストは、予算制約下では影響しないものの、時間制約下及び労働時間が完全に調整可能な場合は負の影響を与える。

金銭的アクセスコストの変化は、予算制約下でのみ影響する。

合成財価格は常に都市の境界を変化させない。

表 2　都市の境界 $\overline{x}$ の比較静学分析の結果一覧

	予算制約	時間制約 ($R_A = 0$)	完全調整
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial a}$	0	0	0
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial t}$	0	-	(-)
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial T_c}$	0	+	N/A
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial T_0}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial h}$	-	0	-
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial N}$	+	0	+
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial R_A}$	-	N/A	-
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial c}$	(-)	0	0
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial p}$	0	0	0
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial w}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial \overline{x}}{\partial Y}$	+	0	N/A

3.4.3　都市内の効用水準の変化の比較

２つの回遊性指標 a と t は、予算制約下では都市内の効用水準に影響しない一方で、時間制約下及び労働時間の完全調整下においてはいずれも負の変化をもたらしている。すなわち、時間制約を考慮する後者２つの場合には、回遊性の改善は効用水準を上昇させる。

Proposition C-1

時間制約下及び労働時間が完全に調整される下では、財消費及び都市中心へのアクセスの回遊性の改善は、都市内の効用水準を上昇させる。

金銭的アクセスコストの増加は、予算制約下においては効用水準を低下させるが、他の２つの場合では効用水準に影響を与えない。

合成財の価格の上昇は、時間制約下のみ効用水準に影響を与えず、他の場合では低下させる。

表 3　都市内の効用水準 $\overline{u}$ の比較静学分析の結果一覧

	予算制約	時間制約 ($R_A=0$)	完全調整
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial a}$	0	-	-
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial t}$	0	-	-
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial T_c}$	0	+	N/A
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial T_0}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial h}$	+	+	+
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial N}$	-	-	-
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial R_A}$	-	N/A	-
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial c}$	-	0	0
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial p}$	-	0	-
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial w}$	N/A	N/A	+
$\frac{\partial \overline{u}}{\partial Y}$	+	0	N/A

4　Further Applications

4.1　計算上の課題

時間制約下の分析は、計算が困難だったため、$R_A=0$ として農業地代の仮定をおいて単純化した。この農業地代が正である場合、都市の境界における地代はゼロよりも大きく、都市の境界自体もより都市の中心に近くなる。農業地代が変化したときの影響を確かめるためには、例えば、コブ＝ダグラス型効用関数の指数 α など、他の条件を固定するといった工夫が必要となる。

また、比較静学分析の検算においても計算が困難な箇所があり、α を特定の値に固定した場合の結果から傾向を判断した。

4.2 予算制約により地代決定される区域が並存する都市

本論では、都市全体の消費者が、予算制約に直面する場合、時間制約に直面する場合、労働時間が調整できる場合、の 3 つに分類されるとして分析をした。しかし、労働時間の調整が完全にはできない場合、予算制約に直面する主体と時間制約に直面する主体が都市内に混在することが考えられる。こうした直面する制約が異なる経済主体がどのように都市内に分布するかについても考慮することで、より現実的なモデルに近づけることが考えられる。

4.3 計量分析へ向けて

データによる実証として、財消費の必要時間 a と時間的アクセスコスト t に相当するデータを説明変数とした回帰分析を行うことでモデルを検証し、予算制約と時間制約について、本論で示した 3 つの場合のうちのいずれなのかを判別することが考えられる。ただし、財消費のパラメータ a を表すデータとして、何を用いるのが適切かについては、十分に検討が必要である。都市内の消費者に大きく影響するような変化が望ましいが、そういったものは少なく、用いるデータの発見と選定が課題となる。また、Kanasugi and Ushijima(2017) が行っているように、十分に多くの地点について、時系列データを確保し、パネルデータ DID 分析を行うことで、より精度の高い因果推論を行って検証することが望ましいと思われる。

4.4 「回遊」の特徴

本論のモデルでは、消費財を合成財のみとし、「複数の地点（店舗）を回る」という意味での「回遊」の特徴を捨象した分析を行った。複数の地点や財のバラエティに関しては、企業側の意思決定を踏まえたモデル分析が今後の課題である。

5 Concluding Remark

都市回遊性の経済学的定義の提案、また、都市回遊性が改善した場合に都市経済や都市の形成にどのような影響があるかを考察するため、時間制約を加えた、コブ＝ダグラス型効用関数を用いた単一中心都市モデルによって分析を行った。

合成財の１単位あたりの消費に必要な時間と CBD へアクセスするための時間的アクセスコストの２つのパラメータの減少が都市回遊性の改善を表すものとし、時間制約を組み立てモデルに加えた。予算制約と時間制約のうち、予算制約のみがバインドする場合、時間制約が先にバインドし、余った予算が地代に吸収される形で後から予算制約がバインドする場合、労働時間の調整が完全に可能で、２つの制約が同時にバインドする場合、の３つの場合について、均衡を求めた。さらに、均衡における比較静学分析によって、都市回遊性の変化が地代、都市の境界、都市内での一定の効用水準にもたらす影響をそれぞれ分析した。

結果として、３つの場合のうち、予算制約下では回遊性指標の変化は都市に影響を与えないことがわかった。

都市の外側の農業地代がゼロという仮定をおきつつも、時間制約下では、財消費の回遊性の改善は、効用水準を上昇させる一方で、地代を低下させることがわかった。これは、時間制約によって余っていた予算が地代に吸収されていたためと考えられる。

労働時間が完全に調整できる理想的な場合についても均衡の導出と比較静学分析を行い、他の２つの場合と比較した。結果として、財消費の回遊性の改善は予算制約下と同様に地代と効用水準を変化させず、時間的アクセスコストによる変化は時間制約下と同様の変化であった。

問題点及び課題として、計算上の困難のため、時間制約下では農業地代をゼロにする仮定をおいたこと、比較静学分析において一部、土地消費と財消費のバランスを表す効用関数のパラメータ α の値を固定した限定的な確認にとどまった点が挙げられる。

さらなる応用として、予算制約のみに直面する主体と、時間制約に直面する主体が都市内に混在する場合を考慮し、より現実的な分析を行うことが考えられる。また、計量分析を用いて実際のデータによるモデルの検証を行うことも考えられるが、パネルデータを構成するだけの十分なデータを確保すること、財消費の時間パラメータを表す適切な説明変数を選定することが課題である。

また、本論では捨象した、複数の地点や財のバラエティといった、回遊の他の特徴を踏まえた分析が今後の課題である。

References

[1] Alonso, W. (1964) "Location and Land Use", *Cambridge, Mass.: Harvaed University Press*

[2] Arakawa Masaya and Toshiyuki, Kaneda (2002) "Analyses on Redundancy of Shop-around Bhavior in Nagoya CBD", 日本建築学会計画系論文集 No. 556 (Jun., 2002), pp. 227-233

[3] Becker, Gary S. (1965) "A theory of the allocation of time", *The Economic Journal*, Vol. 75, No. 299 (Sep., 1965), pp. 493-517

[4] DeSerpa, A.C. (1971) "A Theory of the Economics of Time", *The Economic Journal*, Vol. 81, No. 324 (Dec., 1971), pp. 828-846

[5] Gordon Peter, Ajay Kumar and Harry W. Richardson (1989) "The Influence of Metropolitan Spatial Structure on Commuting Time", *Journal of Urban Economics* No. 26 (1989), pp. 138-151

[6] Kanasugi Hiroshi and Koichi, Ushijima (2017) "The impact of a high - speed railway on residential land prices", *Papers in Regional Science* Vol. 97, No. 4 (Apr., 2017), 10.1111/pirs.12293

[7] Oiwa Yukari, Tetsuya Yamada, Tomohiko Misaka and Toshiyuki, Kaneda (2005) "A Transition Analysis of Shopping District from the View Point of Visitors' Shop Around Behaviors: A Case Study of Ohsu District, Nagoya", 日本建築学会技術報告集 No. 22 (Dec., 2005), pp. 469-474

[8] 川津昌作 (2015) ”都市の回遊性の概念化に関する考察”, 日本不動産学会誌 Vol. 29, No. 1 (June, 2015), pp. 95-104

[9] Shosaku, KAWATSU (2015) ”A Considerations Concerning Pedestrian Flow Concept and Shop-around Behavior”, 名古屋学院大学論集 社会科学篇 Vol. 51, No. 3 (Jan., 2015), pp. 177-192

[10] Takeda Hiroyuki and Takafumi, Arima (2010) ”The Visualization and Quantification of the Performance for Pedestrian Rambling in City Center: Case Study of Oita City and Nagasaki City”, *Journal of the City Planning Institute of Japan* Vol. 45, No. 3 (Oct., 2010), pp. 73-78

[11] Saito Saburo, Kousuke Yamashiro (2000) ”Economic Impacts of the Downtown One-Dollar Circuit Bus Estimated from Consumer's Shop-Around Behavior: A Case of the Downtown One-Dollar Bus at Fukuoka City”, *Studies in Regional Science*, Vol. 31, No. 1 (2000), pp. 57-75

[12] Shaw, W. Douglass (1992) ”Searching for the Opportunity Cost of an Individual's Time”, *Land Economics*, Vol. 68, No. 1 (Feb., 1992), pp. 107-115

[13] Sueshige Yuichi and Mitsuo, Morozumi (2007) ”The Visual Information Which Encourage or Restrain Citizens' Strolling Activities in Urban Space: On the relationship of strolling activities and visual information given by the environment in downtown Kumamoto Part II”, 日本建築学会計画系論文集 No. 614 (Apr., 2007), pp. 191-197