

土地利用形態が個人の交通行動に与える影響 ：ジャカルタを例に

2012年2月

主査：加藤浩徳 准教授

副査：中井祐 教授

国際プロジェクト研究室
井後貴博

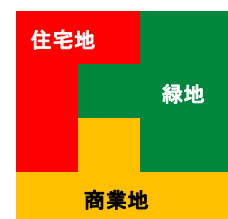
研究の背景

2

交通計画における土地利用混在化の重要性

- 土地利用の混在化とは
住宅地, 商業地, 工業地など多様な土地利用の土地を近接して立地させること

土地利用混在のイメージ



- 土地利用混在化の期待される効果
複数の活動をまとめて行えることや回遊性の向上により
 - ✓ 交通量の削減
 - ✓ 自動車から徒歩への転換→地球温暖化の影響緩和への貢献

一方で,

途上国の大都市における交通計画と土地利用計画の連携の欠如

- 無秩序な都市開発→交通混雑と地球環境への負荷
- 都市部での土地利用混在化の必要性 (Master Plan of Delhi, 2001)

ところが, 途上国の大都市において, 土地利用混在化が交通行動に与える効果は十分調べられていない

対象地	土地利用混在度の与える影響	文献
ドイツ	自動車総移動距離が減少	Hedel and Vance (2007)
オークランド	徒歩移動が増加	Badland, et al. (2007)
サンフランシスコ	公共交通の利用が増加	Cervero and Kockelman (1997)
ボゴタ	交通行動に影響を与えていない	Cervero, et al. (2009)

先進国と途上国との土地利用混在に関する特性の違い

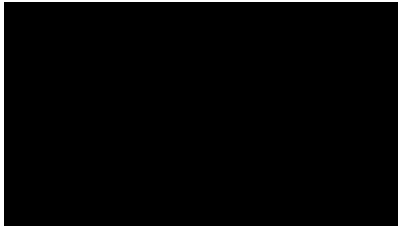
先進国

- 混在度増加→交通行動が地球環境に与える負荷を軽減
- 混在化を計画的に実現

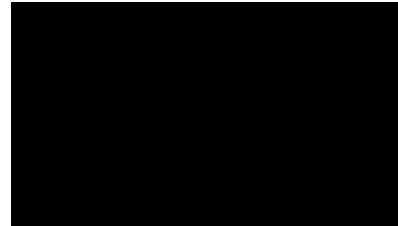
途上国

- 混在度と交通行動との関係が不明確
- 混在化が自然発生的に実現

レディング
(イギリス)



ジャカルタ
(インドネシア)



途上国における土地利用混在化は、自然発生的であるため、交通行動に与える影響が先進国とは異なる可能性

研究目的

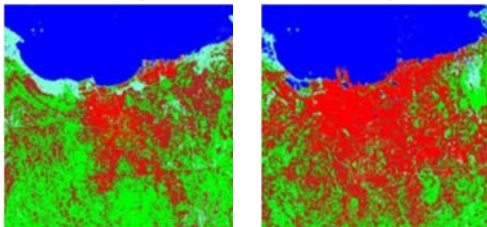
途上国の大都市を対象に、土地利用形態の分布が、居住者の交通行動に与える影響をミクロなアプローチから分析し、その影響を明らかにすること

研究の対象

ジャカルタ都市圏

- 人口2200万人を要する世界有数のメガ都市
- 急激な都市スプロール化にともなう深刻な交通渋滞

ジャカルタの都市部拡大の様子
1972年 2004年



Alinda(2005)

研究の方法

1. ジャカルタ固有の土地利用特性の把握
 - 現地インタビュー調査の実施
2. 土地利用特性・交通行動に関するデータ収集
 - 現地研究者との協力による大規模アンケート調査の実施
3. 土地利用形態の分布が交通行動に与える影響に関する仮説検証
 - 交通行動モデルの活用による仮説の統計的検定

ジャカルタの土地利用特性に関する調査

現地調査(2011年7月3日～7日, 2011年9月12日～16日)及び文献調査により土地利用特性を把握

カンポン(Kampung)の点在

- 低所得者が多く居住
- 農村から流入者が多い
- 狭小な家屋が密集した高密度地域

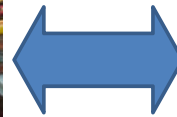
大規模商業施設とカンポンの隣接

- ハイパーマーケットと呼ばれるショッピングモールが、カンポンの直近に建てられるケースが増加
- 開発規制が非常に緩いため、地代の安いカンポン周辺に立地

典型的なカンポンの路地



カンポン(左)の真横にHM(右)が立地



ジャカルタの土地利用の特性を加味した土地分類

250mメッシュを1単位とした土地の7分類の作成と適用

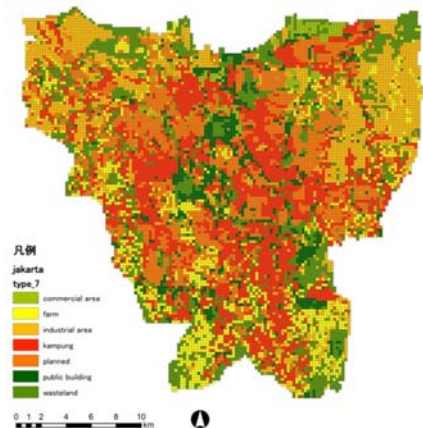
【住宅地の3分類】

既往研究(林, 2010)による分類を目的変数, 土地利用, 土地被覆, 人口密度を説明変数として, 統計的分類により, 3分類に類型化

- 1. カンポン型
- 2. 計画配置型
- 3. 農村型



都市圏全体の土地分類の分布

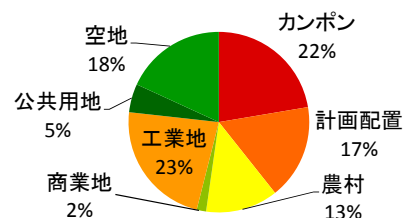


【非住宅地の4分類】

18種類の土地利用(緑地, 荒地など)をその特徴に基づき, 4分類に類型化

- 4. 商業地
- 5. 工業地
- 6. 公共用地
- 7. 空地


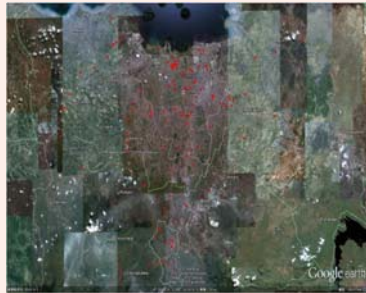
ジャカルタ都市圏の土地分類の内訳



交通行動・個人属性データの収集

7

ジャカルタ都市圏全域で、合計1,401人の回答を収集

	プレ調査	本調査
日程	9月23～29日 11月10日～15日	11月25日～12月8日
サンプル	255人	1146人
対象地域	ジャカルタ市内の2地域 (Cikini, Tangerang) 	ジャカルタ都市圏全域 
対象者	15歳以上の世帯構成員	
調査方法	対面式インタビュー	
質問項目	交通行動(交通手段, 目的地など), 個人属性(収入, 住居など)	

研究仮説

8

仮説1

目的地周辺の土地利用が混在しているほど目的地周辺での活動による単位滞在時間当たりの効用が高い

目的地周辺においてより多様な活動を行うことができる

仮説2

目的地周辺の土地利用が混在しているほど徒歩でアクセスする

目的地周辺における徒歩での回遊性が高まる可能性がある

仮説3

自宅周辺の土地利用が混在しているほど外出頻度が高まる

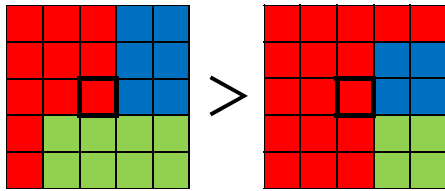
自宅近隣での活動機会の多様性が高いと、より積極的に活動に参加する可能性がある

土地利用形態分布の指標

- 種類と個数の混在状況を表現する土地分類混在度指標
 - Entropy Index: 大きいほど混在度大
- 対象とする範囲
 - 目的地周辺の混在度: 750m X 750m
 - 居住地周辺の混在度: 5km X 5km

Entropy Indexの定義(Shannon, 1948)

$$\text{Entropy Index} = - \sum_{k=1}^K P_k \log P_k$$



P_k : 土地分類kの数の全数に対する割合
 K : 土地分類の総種類数

交通行動モデルによる仮説検証

モデルA

目的地での時間配分モデル

- 目的地周辺のEntropy Indexを効用関数の変数の1つに導入

モデルB

目的地への交通機関選択モデル

- 目的地周辺のEntropy Indexを効用関数の変数の1つに導入

モデルC

1日当たりのトリップ頻度モデル

- 自宅周辺のEntropy Indexを効用関数の変数の1つに導入

仮説 1 の検証

目的地周辺の土地利用が混在すると目的地での単位滞在時間当たりの効用が高い

モデルA: 目的地での時間配分モデル

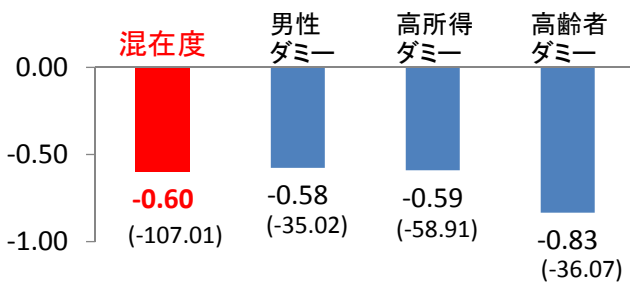
- Tobit-based Time Allocation Model (Kato and Matsumoto, 2009)

【最尤推定法による未知係数推定】

個人の活動への時間配分行動を時間制約下の効用最大化問題として定式化し、非線形Tobitモデルとして解くモデル

$$L_n = \prod_{k=1}^K \prod_{l=1}^L \frac{1}{\sigma(T_{n,k}+1)} \phi \left[\frac{B(Y_l - Y_k) + C(Z_{n,l} - Z_{n,k}) + \log\left(\frac{T_{n,k}+1}{T_{n,l}+1}\right)}{\sigma} \right]$$

【パラメータ推定結果 ($\rho^2=0.71$, $N=499$)】



仮説1の検証結果

「仮説は棄却される」

- 目的地周辺の土地分類混在度が高いと、目的地滞在時間に関する限界効用が統計的に有意に低い

予想される結果と逆の結果

考えられる原因

- ジャカルタの人々が、活動の多様性よりも、単一の活動目的を達成することをより重視する傾向があるため

都市別の1日当たり活動内容の数



出典: Kato, et al. (2012)及び今回調査データ

仮説 2 の検証 11

目的地周辺の土地利用が混在するほど徒歩でアクセス

モデルB: 目的地への交通機関選択モデル

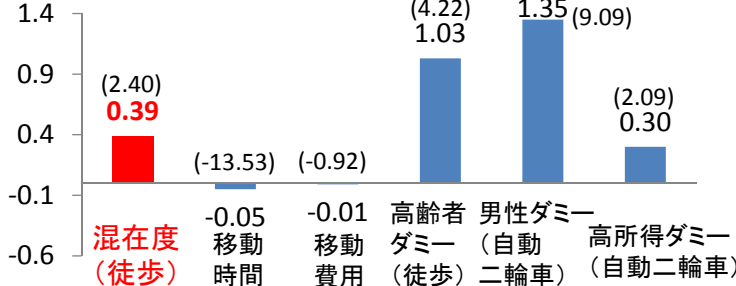
• Mixed Logit Model (Train, 2000)

【最尤推定法による未知係数推定】

個人の選好の異質性を考慮するために、効用関数の係数パラメータ中に誤差項を導入した離散選択モデル

$$\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K d_{n,k} \ln \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \frac{\exp(V_{n,k}(\beta^r))}{\sum_{m=1}^K \exp(V_{n,m}(\beta^r))}$$

【パラメータ推定結果 (ρ²=0.44, N=1,579)】



仮説2の検証結果

「仮説は支持される」

- 目的地周辺の土地利用が混在している方が、統計的にみて有意に徒歩でアクセス

予想通りの結果

ただし原因は先進国と異なる可能性

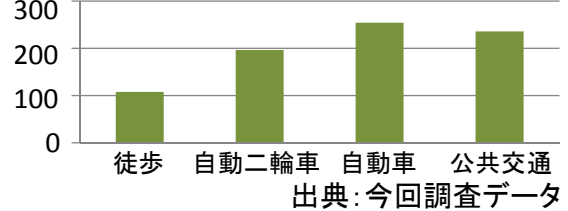
先進国における原因

高混在度の目的地は活動の多様性が高いので、魅力も高い→徒歩による回遊が増加

ジャカルタにおける原因

高混在度の目的地は、魅力が低い(仮説1)→近隣の居住者のみが訪れるため、徒歩で行く

分 交通手段別の目的地滞在時間



仮説 3 の検証 12

自宅周辺の土地利用が混在すると外出頻度が高まる

モデルC: 1日当たりのトリップ頻度モデル

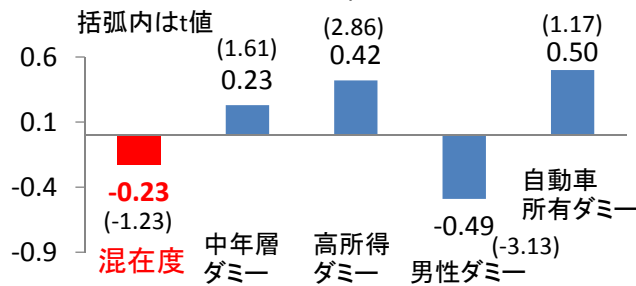
• Ordered Logit Model (Greene, 2003)

【最尤推定法による未知係数推定】

トリップ頻度を特定の尺度で表したとき、個人のトリップ頻度は、既定の順序に従うと考えるモデル

$$\log L = \sum_{j=1}^{k-1} \sum_{i=1}^N \delta_{i,j} \left(\frac{\exp(\alpha_j + \beta x_i)}{1 + \exp(\alpha_j + \beta x_i)} - \frac{\exp(\alpha_{j-1} + \beta x_i)}{1 + \exp(\alpha_{j-1} + \beta x_i)} \right)$$

【パラメータ推定結果 (ρ²=0.34, N=763)】



仮説3の検証結果

「仮説は棄却される可能性が高い」

- 統計的有意性は低い(有意水準70%)ものの、居住地周辺の土地分類混在度が高いとトリップ頻度が低い

先進国の事例とは逆の結果

考えられる原因

- ジャカルタの人々は、多様性を重視していない(仮説1)→混在度が高い場所で、外出頻度が高まらない

- 目的地周辺の0.75 km X 0.75 km の範囲だけでなく、自宅周辺の5 km X 5 km の範囲においても、多様性が重視されていない

成果

ジャカルタにおいては、土地利用の混在化により活動の多様性が増加することによる、土地の魅力向上効果が観察されない

混在化の活用に関する示唆

土地利用の画一化VS混在化

土地利用規制による、画一的な土地利用



単一の活動目的の達成を重視する傾向が見られるため、交通発生量の増加を加速

自由な土地開発の容認による、混在的な土地利用



活動の多様性を重視していないため、交通発生量の増加に寄与しない