

# Effect of Commuter Pass on Regulating the Daily Activities

- Behaviours Without Commuter Pass in the Post-Covid-19 Society -

Univ. of Tokyo B

Takumi Suga (M1)  
Mizuki Ogawa (M1)      Taiki Suzuki (B4)  
Fuga Mayuzumi (M1)      Ayumi Maeda (B4)

# Background and Motivation

- 情報技術の進化やCOVID-19で勤務時間・場所が多様化  
Work hours and locations have become more diverse due to the IT evolution and COVID-19

- 会社支給の通勤定期券の支給がなくなり、費用負担が生じる

Companies no longer provide commuter passes and we have to pay transportation expenses

- 定期券制約が無くなることで行動範囲や交通手段が変化する可能性がある

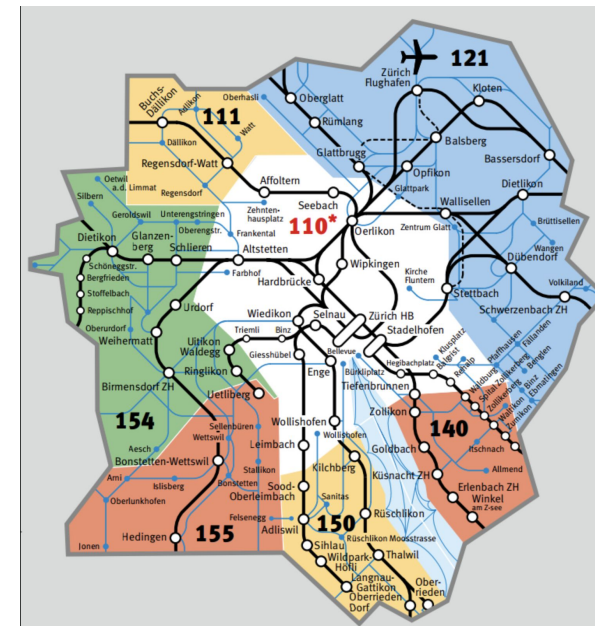
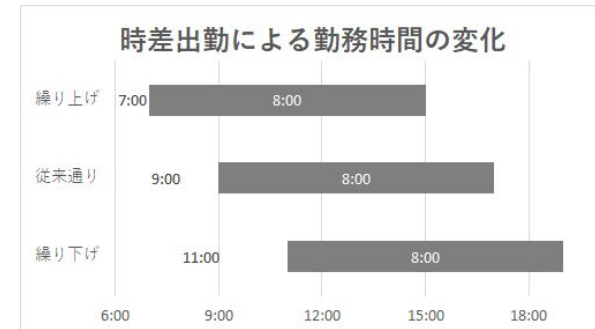
Activity areas and transportation modes tied to commuter pass may change

仮説: 定期経路から外れた商業地への寄り道や外出の増加

(hypothesis) Increase stops or outings to commercial areas off the pass route

=> 新形式の定期券導入の要件についての示唆を得たい

The possibility for introducing a new form of Commuter Pass



ゾーン単位の定期券  
(ヨーロッパの例)

[https://urtrip.jp/zurich\\_tram\\_bus\\_ticket/](https://urtrip.jp/zurich_tram_bus_ticket/)

# gRL Model on Time-Space Network

- 時空間制約付きgRL型アクティビティスケジューリングモデル  
Time-step restricted gRL type activity scheduling model
- 活動リンク選択を時空間制約付きgRLモデルでモデル化

$$V_t(a) = E \left[ \max_{a' \in A_t(a)} (v_t(a'|a) + \beta V_{t+1}(a') + \mu \varepsilon(a')) \right]$$

直近効用    将来効用    誤差項

$$v_t(a'|a) = \theta_1 D(a') + \theta_2 F(a') + \theta_3 U(a') + \theta_4 t$$

所要時間    運賃    滞在効用(場所依存)    (経過時間)

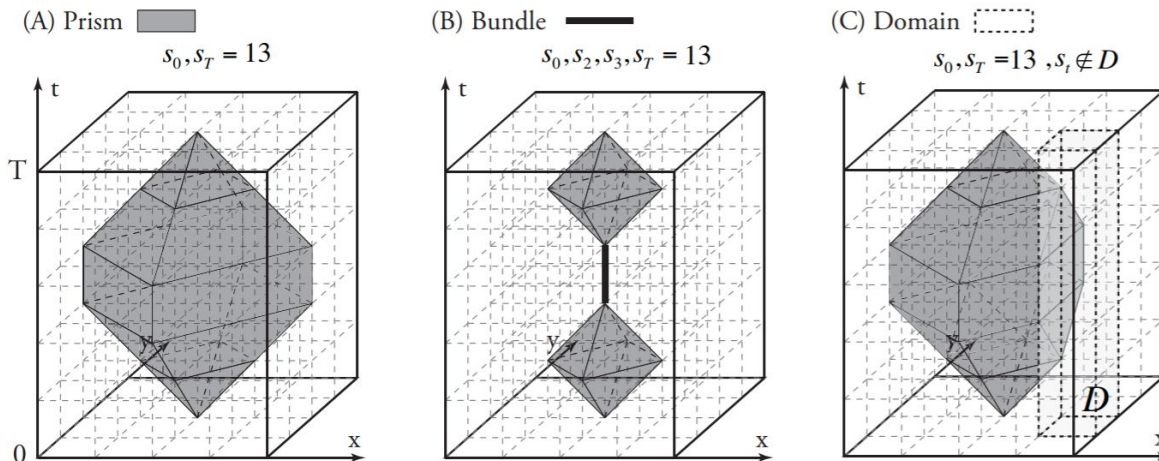


図2 時空間制約による活動経路集合の限定

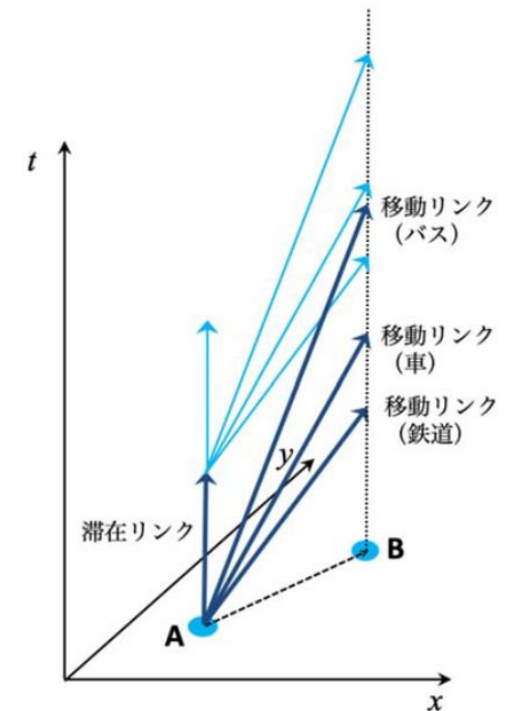
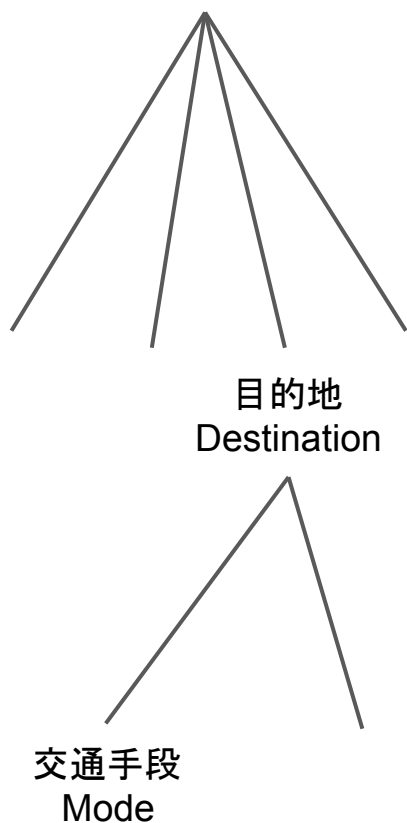


図 3.2-36 活動リンクの概念図

# NL Model

- NLモデルによる活動パターン選択  
Activity pattern choice by Nested Logit Model.



活動の選択確率 Probability of activity choice

$$P(d, m) = P(m|d)P(d)$$

条件付き確率 Conditional probability

$$P(m|d) = \frac{\exp\{\mu(V_m + V_{dm})\}}{\sum_{m'} \exp\{\mu(V_{m'} + V_{dm'})\}}$$

周辺確率 marginal probability

$$P(d) = \frac{\exp\{\mu^d(V_d + V'_d)\}}{\sum_{d'} \exp\{\mu^d(V_{d'} + V'_{d'})\}}$$

ログサム変数 Calculation of logsum

$$V'_d = \frac{1}{\mu^{dm}} \ln \sum_m \{\mu^{dm}(V_m + V_{dm})\}$$

# Specification of Utility Function(NL Model)

目的地d, 交通手段mの組み合わせの効用  
Utility of combination of destination d and mode m

$$U_{dm} = V_d + V_m + V_{dm} + \varepsilon_d + \varepsilon_{dm}$$

目的地dの効用の確定項 Determinant of utility of destination d

$$V_d = \beta_p \cdot poiU(d) + \beta_d \cdot duration(d)$$

交通手段mの効用の確定項 Determinant of utility of mode m

$$V_m = \beta_m + \beta_c \cdot cost(m) + \beta_t \cdot time(m)$$

目的地d, 交通手段mの組み合わせの効用の確定項  
Determinant of utility of combination of destination d and mode m

$$V_{dm} = 0$$

誤差項  
Error term

$$\varepsilon_d \sim Gb(0, \mu^d) \quad \varepsilon_{dm} \sim Gb(0, \mu^{dm})$$

*poiU(d)*

滞在効用 Utility of stay

*duration(d)*

滞在時間 Duration of stay

*cost(m)*

運賃 Fare

*time(m)*

所要時間 Duration

# MNL Model

- MNLによる交通手段の選択 Mode choice by MNL

交通手段mの効用 Utility of choosing mode m

$$U_m = V_m + \varepsilon_m$$

確定項      誤差項  
Determinant Error term

$$V_m = \beta_m + \beta_c \cdot \text{cost}(m) + \beta_t \cdot \text{time}(m)$$

$\text{cost}(m)$ : 運賃 Fare  
 $\text{time}(m)$ : 所要時間 Duration

$$\varepsilon_m \sim Gb(0, 1)$$

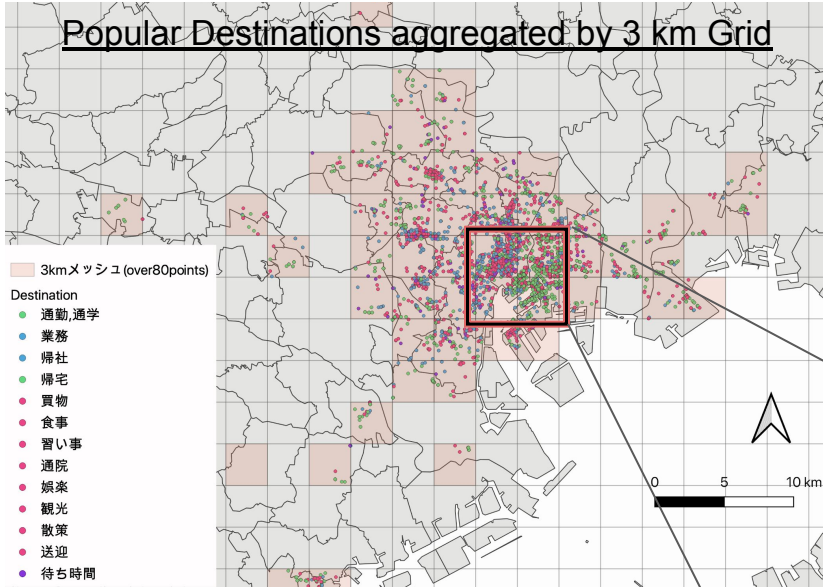
交通手段mの選択確率 Probability of choosing mode m

$$P(m) = \frac{\exp(V_m)}{\sum_{m' \in M} \exp(V_{m'})}$$

$$M = \{\text{鉄道(定期なし)}, \text{鉄道(定期あり)}, \text{バス}, \text{自動車}, \text{徒歩}\}$$

# Data Cleaning

## 1 地区選別 Target area



## 2 定期内外判別 Identification of Commuter Pass Route

定期ルート判定

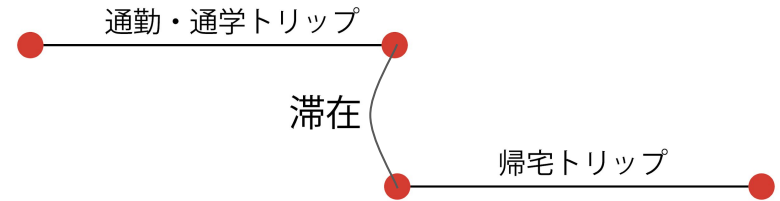


定期圏内駅

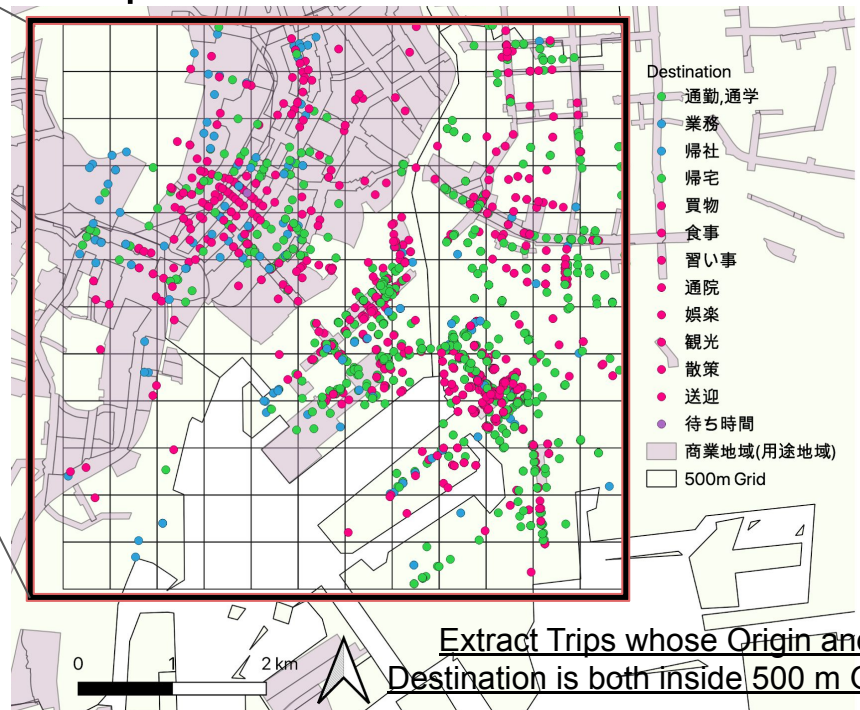
定期内外判定



## 3 移動と滞在データの作成 Prepare Trip and Stay data

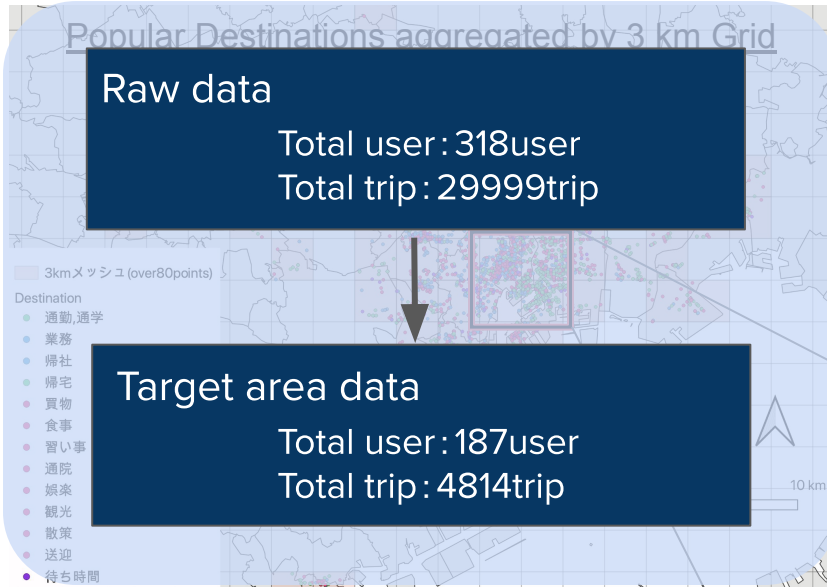


## 4 活動リンク作成 Prepare Activity Link for parameter-estimation



# Data Cleaning

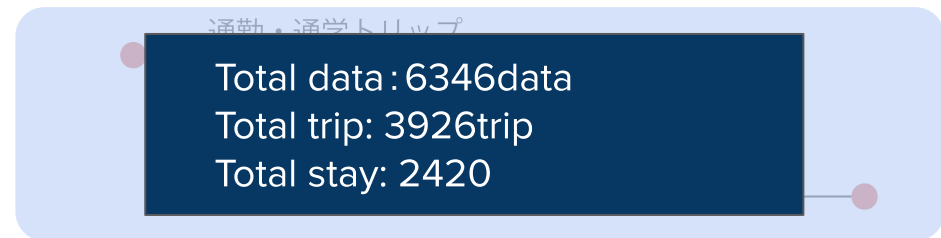
## 1 地区選別 Target area



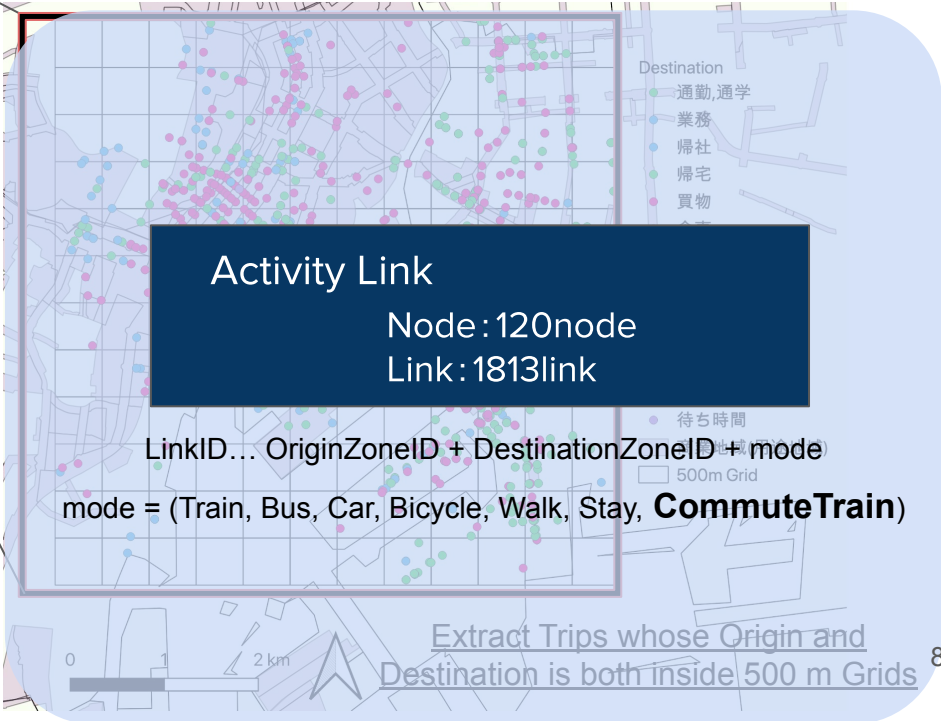
## 2 定期内外判別 Identification of Commuter Pass Route



## 3 移動と滞在データの作成 Prepare Trip and Stay data

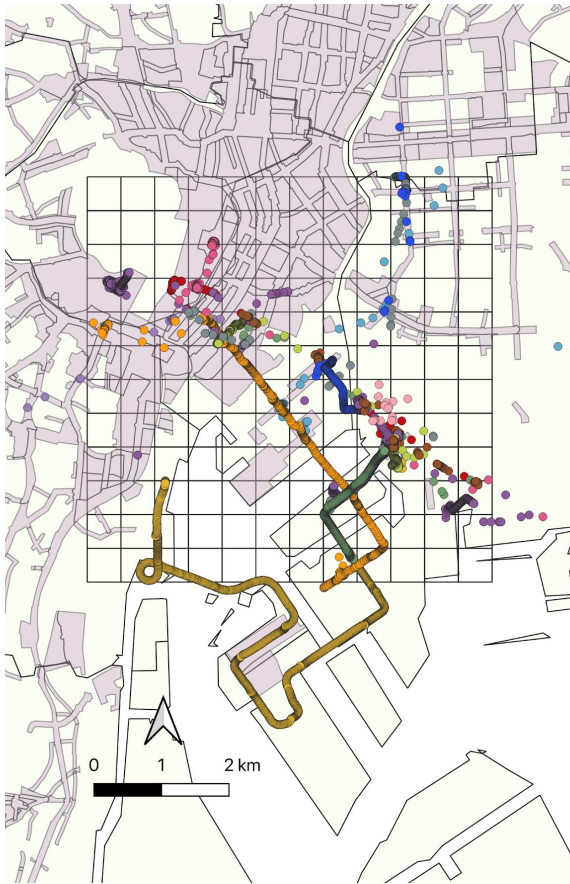


## 4 活動リンク作成 Prepare Activity Link for parameter-estimation



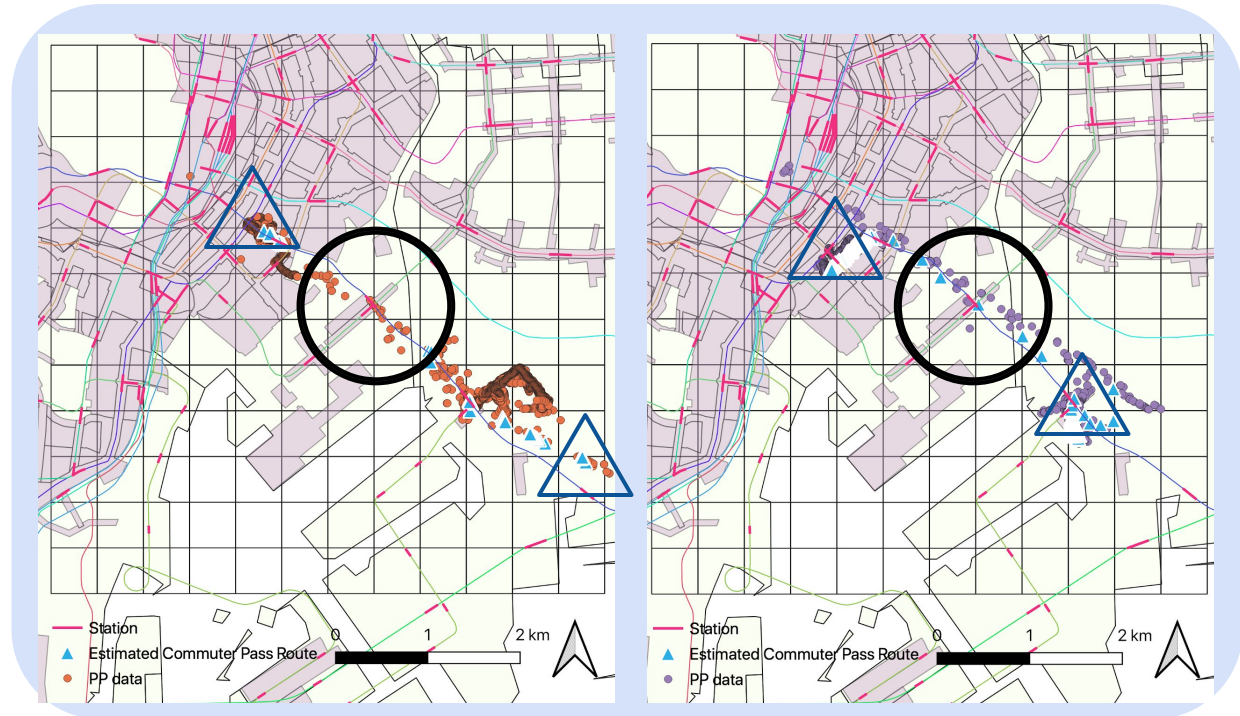


# Basic Research



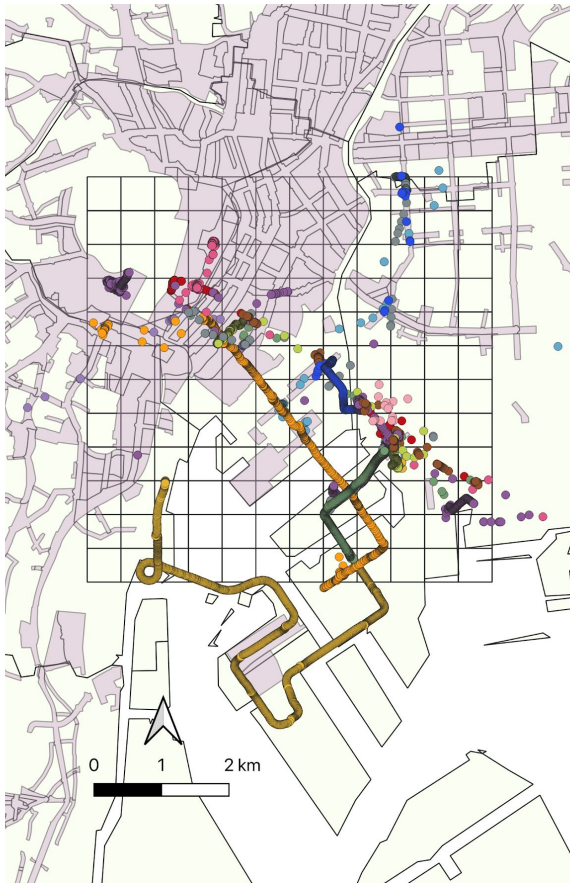
Trip-routes of **Commuter Pass** holders in Toyosu-Yurakucho area  
:Trips estimated to be completed only within the grid

## Travel pattern 1: Stopover



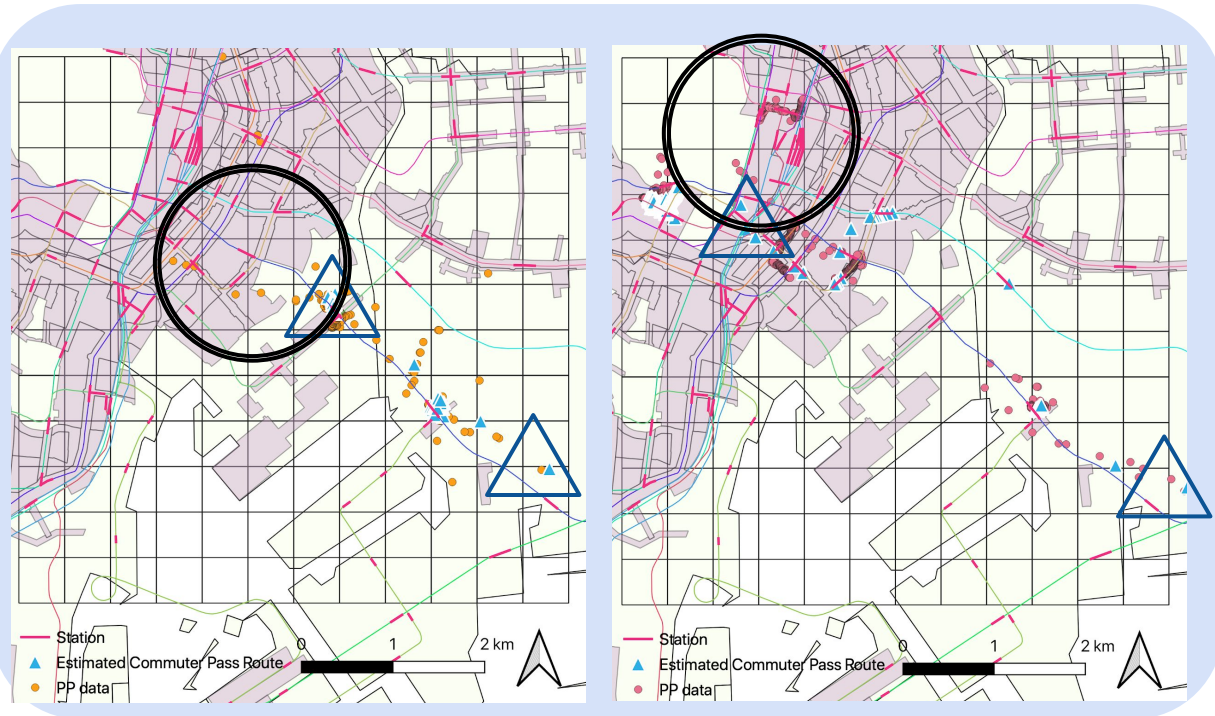
: The end of Commuter Pass Route(Estimated)

# Basic Research



Trip-routes of  
**Commuter Pass** holders  
in Toyosu-Yurakucho area  
:Trips estimated to be  
completed only within the grid

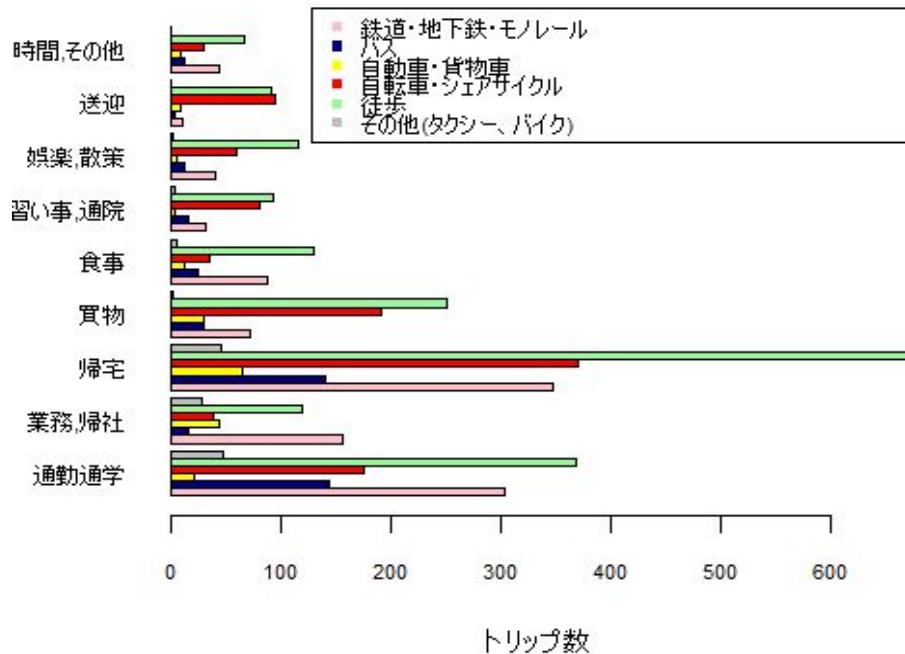
Travel pattern 2:  
Travel broader at the end(s) of the  
Commuter Pass Route



: The end of Commuter Pass Route(Estimated)

# Basic Research

## 目的別分担率



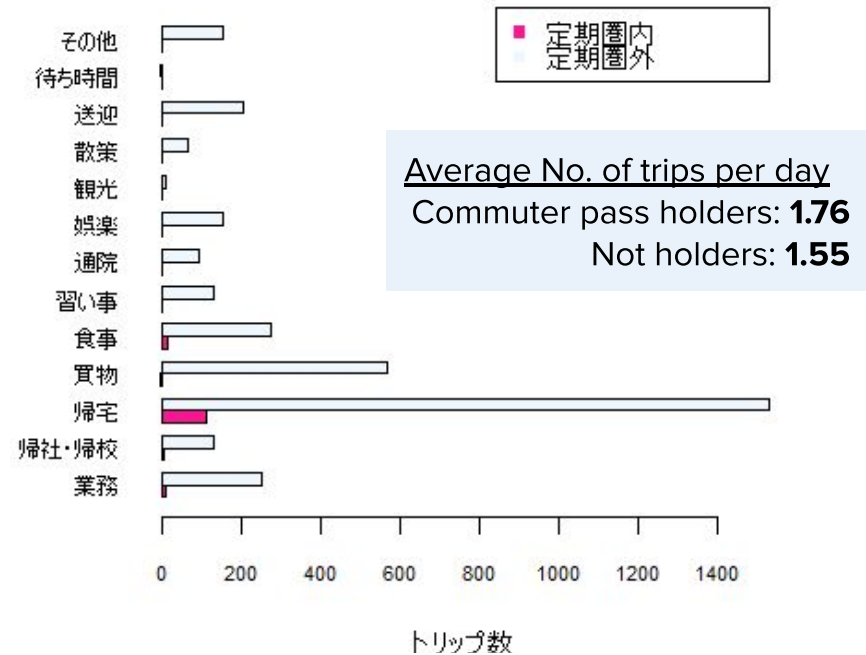
## 目的別分担率

Traffic share by purpose

- ほぼ全ての目的で徒歩が最大 Walking's proportion is largest in almost all purposes.
- 公共交通を見ると、全ての目的でバスより鉄道が多い

Looking at public transport, train's proportion is larger than bus's in all purpose.

## 定期圏内移動割合



## 定期割合(通勤・通学以外)

Percentage of commuter pass trips

- 多くのトリップで定期圏外行動が見られる Many trips with regular out-of-area behaviors.
- 定期圏内行動は帰宅トリップに多く、会社や学校から直帰する行動が見られる Because most regular intra-zone behaviors are on homecoming trips, there should be a lot of behaviors going straight home from work or school.

# Estimation Results (MNL model)

Explanatory variable	Parameter	T-stat
Constant term rail	-1.420	-15.92**
Constant term bus	-1.364	-13.58**
Constant term car	-1.776	-14.48**
Constant term Commuter pass rail	-0.910	-2.817**
cost(/100yen)	-0.066	-0.744
time(/100min)	-0.405	-5.280**
L0	-1366.6	
LL	-994.72	
Rho-square	0.272	
Adjusted Rho-square	0.268	

\*10% significant

\*\*5% significant

## 交通機関選択のパラメータ推定

### Parameter estimation of transportation mode choice

・交通機関選択に関しては時間による影響が有意に

There is a significant effect of time on transportation choice.

・費用は有意な変数でない

Cost is not a significant variable.

・定期券の有無で鉄道の定数項同士を比較すると、定期ありの方が不効用が小

When comparing the constant terms for railroads with and without commuter tickets, the ineffectiveness of the term with commuter tickets is smaller than that of the term with commuter tickets.

# Limitations

- ・時空間制約付きgRLモデルの課題 Time-space restricted Recursive Logit Model
  - 活動選択肢により所要時間＝タイムステップ数が異なる問題への対処  
Time-step is different among “activity” in activity model
  - ただし、活動リンクを分割するとリンク数が増え、計算コストが急増  
BUT, splitting activity links increases the number of links and the computational cost
  - ネットワークが大きくなる、タイムステップを増やすと計算コストが急増し計算できなくなる  
The large size of network and short(=elaborate in terms of model’s accuracy) time-step critically affects calculation cost
- ・Nested Logitモデルの課題 Nested Logit Model
  - 目的地選択のように、選択肢数が増えるとコーディングや計算が大変  
When the number of choices increases (such as destination choice), coding and computation becomes more difficult

TRASH

# Data Cleaning

## 1) 地区選別 : Target area

- 豊洲2019PPデータのうちO,Dが多く見られた豊洲-有楽町エリアに限定  
Limit the toyosu-yurakucho area

## 2) 定期圏内/外の判定 : Identification of Commuter Pass Route

- 各ユーザーのゾーン間の通勤・通学トリップから最もマップマッチング精度の高い1日を選択し、通過駅リストを作成しそのルートを定期ルートと定義
- 通勤・通学トリップ以外のトリップにおいてリストに含まれる駅の通過の有無で判別  
Aggregate as movement/ stay between zones + Determine within/out of commuter pass

## 3) 活動リンク作成 : Prepare Activity Link for parameter-estimation and allocation in gRL

- 移動データ(点)にゾーン番号(500mメッシュ)を付与し、ゾーン間移動を抽出
- 用途地域が商業地域である面積を、滞在効用の指標として定義

## 4) 移動と滞在データの作成 : Making Trip and Stay data

- 一日の移動を表すトリップデータから当該トリップと次トリップの到着時刻と出発時刻との差を取ることで滞在時間を算出し、滞在データを作成  
Calculate Stay time by taking the difference between the arrival time and departure time of the trip and the next trip

# Data Cleaning

元データ

trip.csv

318user

29999trip

1)

豊洲-有楽町周辺を500mメッシュ分割し、活動リンク,ノードデータを作成

ノード数:120node

リンク数:1813link

2)メッシュ分割したときトリップのO,Dが豊洲-有楽町内に存在するものを抽出

4814trip

187user

3)アクティビティデータ作成

データ数:6346データ

トリップデータ:3926trip

滞在データ:2420

定期圏内トリップ:255trip

定期圏外トリップ:540trip

滞在トリップ2420trip

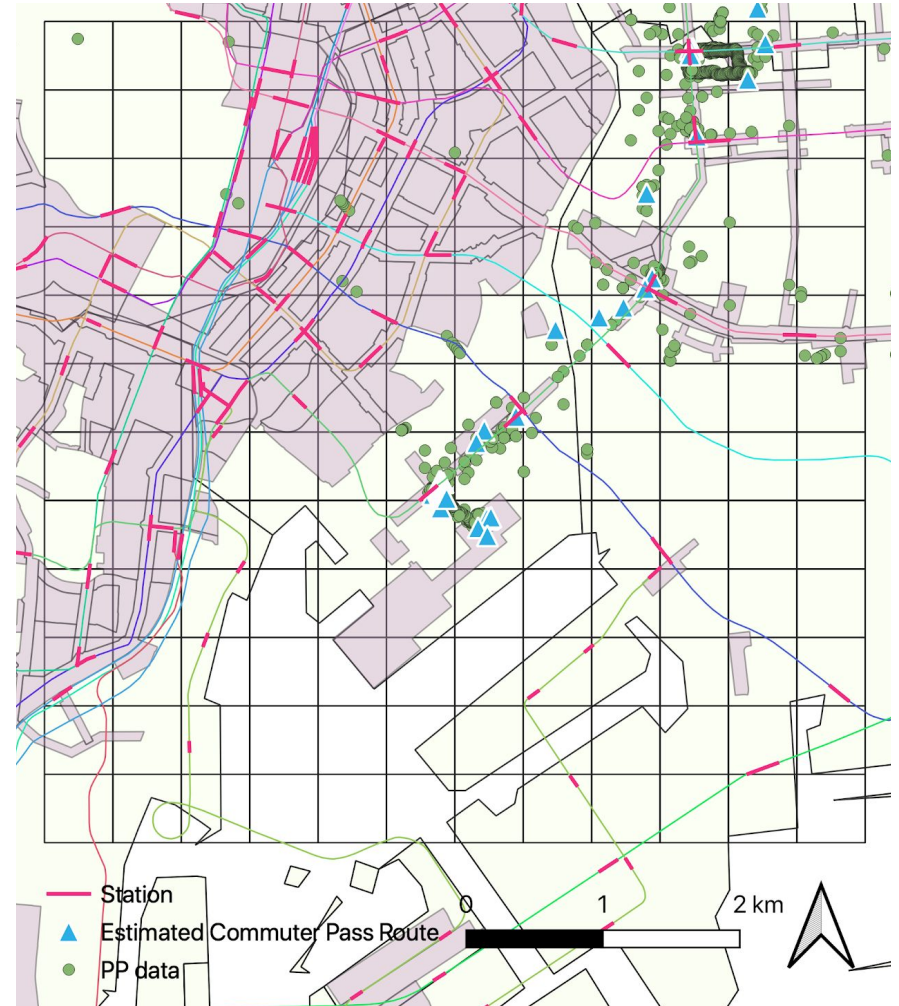
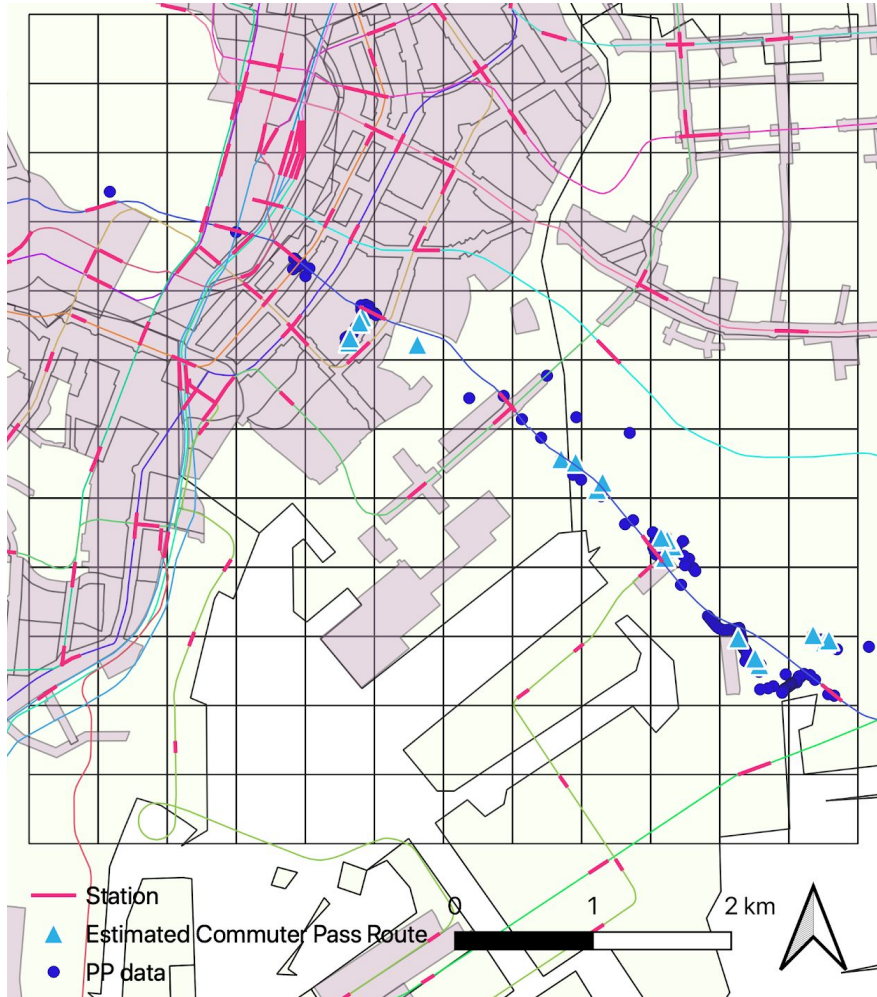
36user:定期を持つトリップ

4user:通勤通学以外で定期内行動

32user:通勤通学のみで定期使用

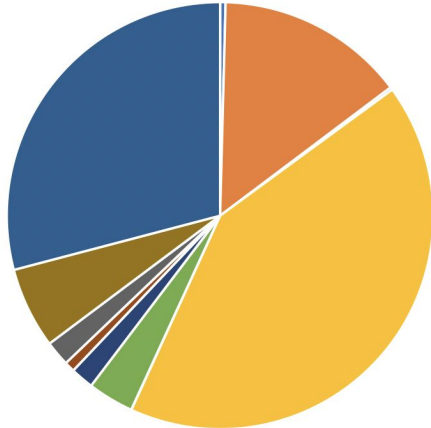


# Travel pattern appendix.

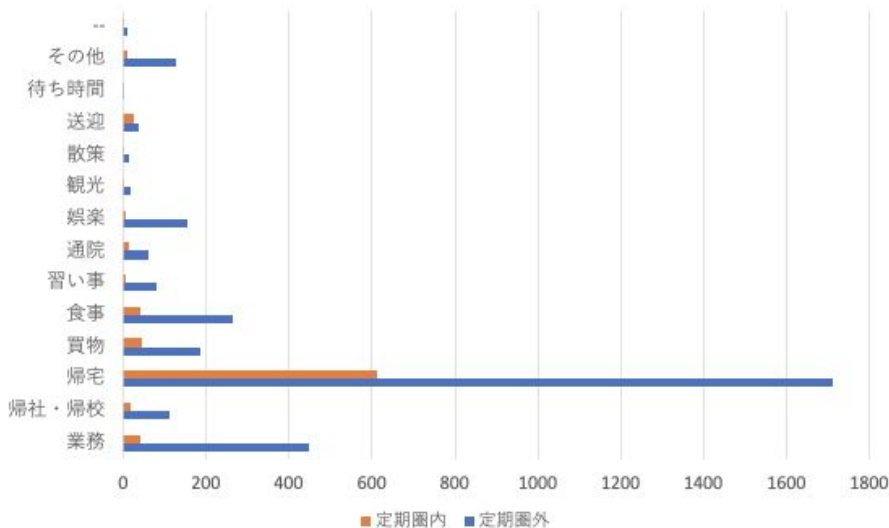


# Basic Research

通勤通学における交通手段分担率



定期内外比較



## バスを排して鉄道のみを扱った理由

Reason we exclude buses and deal only with the railways

- 代表交通手段では鉄道 > バスとなっている  
Representative transportation: train > bus
- バスの交通手段分担率が通勤・通学について低くなっている  
The share of bus transportation is lower for commuting to work and school

## 定期割合(通勤・通学以外)

Percentage of commuter passes

- 多くのトリップで定期圏外行動が見られる  
Many trips show regular out-of-area behavior
- 帰宅トリップで定期圏内行動が他の目的トリップと比較し多く見られ、会社や学校から直帰する行動が見られる  
More regular intra-zone behavior on homcoming trips than on other destination trips. More behavior of going straight home from work or school.