

行動モデルに“当てはまらない人”の要因分析 Factor analysis of those who do NOT fit the behavioral model

東京大学 次世代インフラシステム研究室（福田研）

UTokyo LIIS

中村・上町・川崎・目賀

Nakamura, Uemachi, Kawasaki, Mega

あくまで数値的な離散選択モデルは、典型的な行動を表すのみである。

Numerical discrete choice models only represent typical behavior.

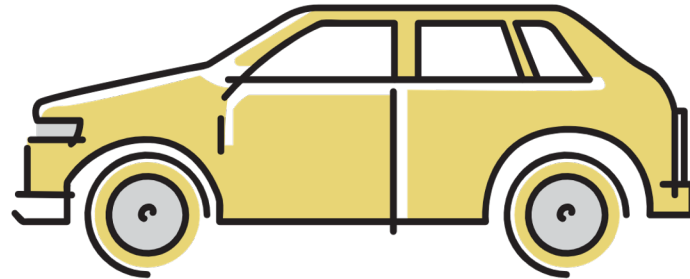
離散選択モデルでの予想に当てはまらない人とはどんな人か

What kind of people do not fit the predictions in the typical discrete choice model?



めっちゃ歩く人

Those who walk a lot



どこにでも
タクシー使う人

Those who take a taxi wherever they go



車いすの人

Those who use a wheelchair

目的 Purpose

従来の行動モデルに当てはまらない人の特徴を把握し、今後の政策への示唆を得る

Identify characteristics of those who do not fit the conventional behavioral model and obtain suggestions for future policies

手法 Methodology

1. 推定用データから典型的な離散選択モデルを作成
Create a typical discrete choice model from training data
2. モデルを判定用データに適用し、当てはまらない人の特徴を分析
Apply the model to the training data and analyze the characteristics of those who do not fit.
3. 当てはまらない人への的中率を上げるためモデルを改善
Improve the model to increase the fit predictive value for those who do not fit.

★ 使用したデータ : 豊洲PP2021のデータ

Data Used

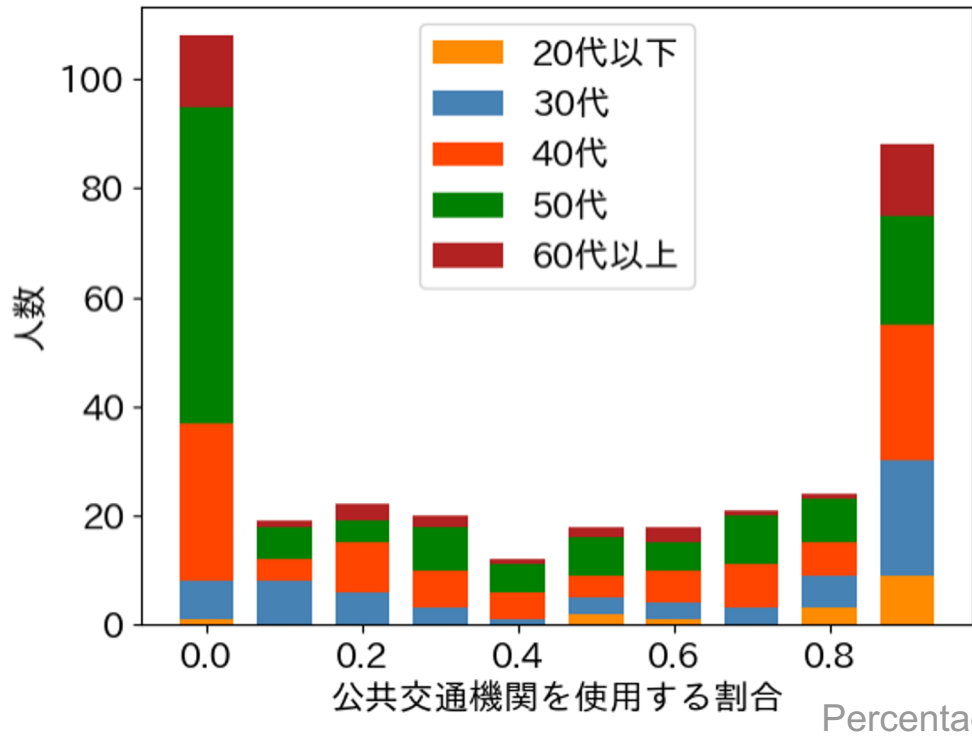
Data for Toyosu PP2021

★ データクリーニング Data cleaning

- 交通モードを 鉄道 (JR,私鉄,地下鉄,モノレール) バス 自動車 (自動車,貨物車,バイク) 自転車 (自転車,シェアサイクル) 徒歩 タクシー に分類 Classify transportation mode as rail, bus, car, bicycle, walking and bicycle
Other modes of transportation excluded due to small sample
- その他の交通手段は小サンプルのため除外 Remove data that are presumed to be anomalous (Appendix)
- 異常と推測されるデータを除去 (付録)

★ 検証のため、データを推定用と判定用に75:25で分割 Split data 75:25 for estimation and judgment for validation

- データ数 Number of data
 - ② 判定用データトリップ数 : 7610 Number of trips in test data
 - ② 推定用データトリップ数 : 22827 Number of trips in train data
- 推定用データに含まれる人の数 the number of people in test data
 - ② 総数 : 254人 total number



公共交通機関しか利用しない人と
全く使用しない人が綺麗に分かれている

There is a clean split between those who only use public transportation and those who don't use it at all.

Model for Estimation

Multinomial Logit Model

$$\begin{aligned}
 V_{train} &= \beta_1 + \beta_6 t_t + \beta_7 c_{tr} \\
 V_{bus} &= \beta_2 + \beta_6 t_{bus} + \beta_7 c_{bu} \\
 V_{car} &= \beta_3 + \beta_6 t_c + \beta_7 c_c + \beta_8 \sigma_{ca} \\
 V_{bike} &= \beta_4 + \beta_6 t_{bi} + \beta_9 \sigma_{bi} \\
 V_{walk} &= \beta_5 + \beta_6 t_w \\
 V_{taxi} &= \beta_5 + \beta_6 t_{ta} + \beta_7 c_{ta}
 \end{aligned}$$

t : Travel time c : Travel cost

$\sigma_{ca} = 1$ if individual has a car; 0 otherwise

$\sigma_{bi} = 1$ if individual has a bike; 0 otherwise

Independent Variable	Estimated Parameter
Travel time [hour/100]	-470.79**
Fare [yen/100]	-0.005*
Having a car	2.21**
Having a bike	1.99**
Constant (train)	-0.30**
Constant (bus)	-1.75**
Constant (car)	-3.20**
Constant (bike)	-2.97**
Constant (taxi)	-4.80**
N	22827
Log likelihood (initial)	-32729.61
Log likelihood (final)	-17277.43
Rho squared	0.472
Adjusted rho squared	0.472

**

1

*

p<0.0

仮説 Hypothesis

足腰の弱い、もしくは障害を持つ人はモデルに当てはまりにくい。

With vaccination, longer travel times are no longer avoided and value of time decreases.

しかしながら However

足腰のトラブルの有無、足の障害の有無はデータに含まれていない。

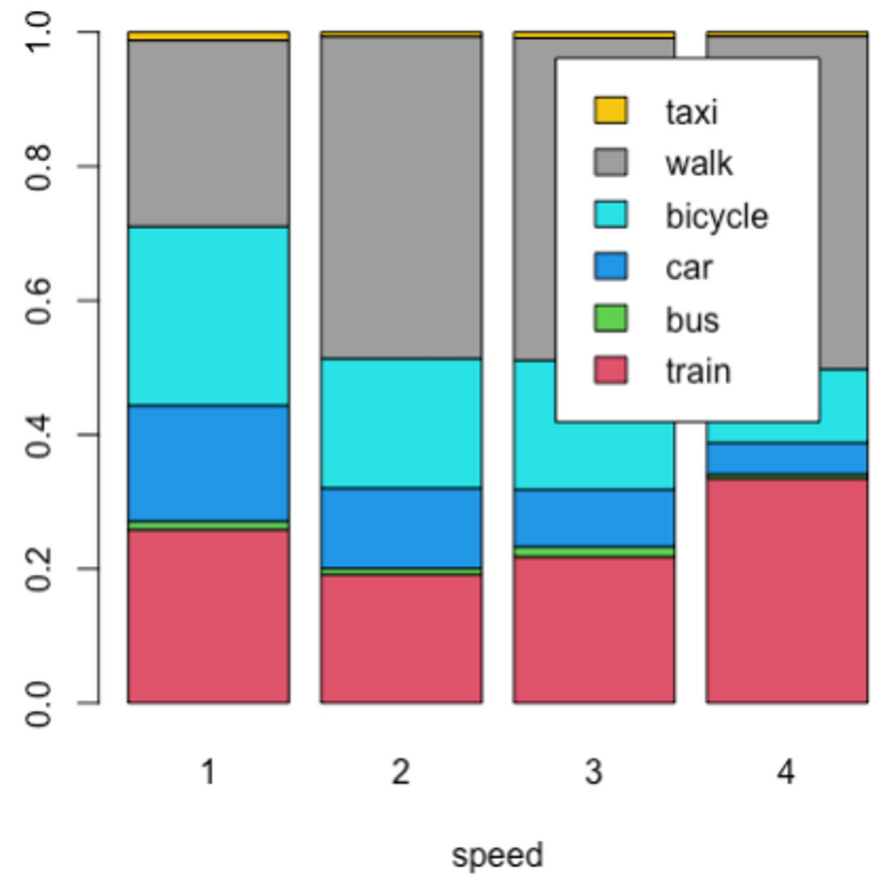
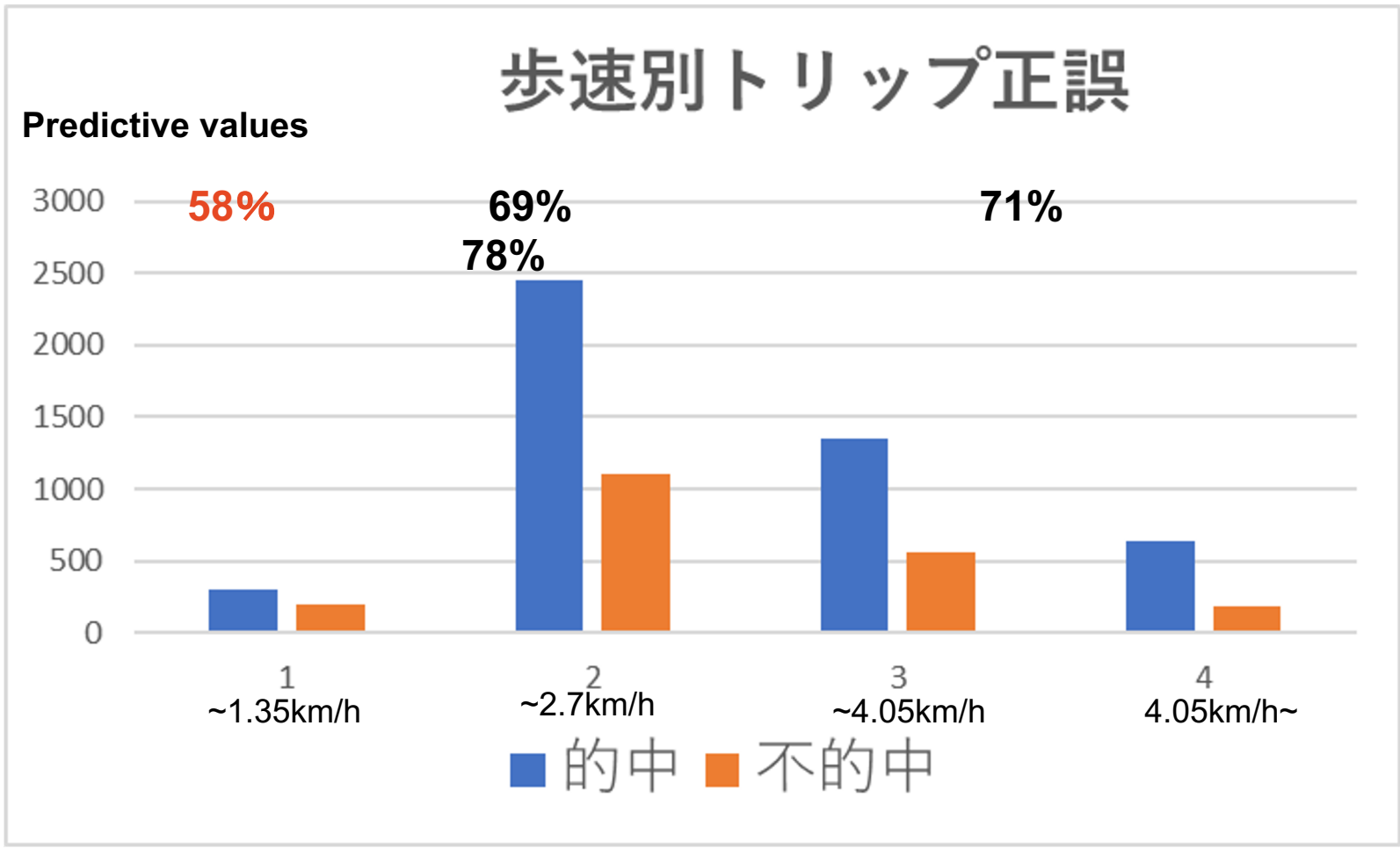
The data do not include the presence or absence of foot and leg problems or foot disorders.

→それぞれのトリップの所要時間から、歩く速度の平均を計算

Calculate the average walking speed based on the time required for each trip

歩速を指標として使用して、モデルの推定結果を考察

Consider the model's estimation results using step speed as an indicator



- 歩くのが遅い人のモデルによる交通手段的中率は他に比べて低い
People who walk slower have a lower transportation target rate by model than others.
- 歩くのが遅い人は、他の人とは異なる交通手段を選択している傾向がある
People who walk slower tend to choose different modes of transportation than others

Multinomial Logit Model

$$V_{train} = \beta_1 + \beta_6 t_t + \beta_7 c_{tr}$$

$$V_{bus} = \beta_2 + \beta_6 t_{bus} + \beta_7 c_{bu}$$

$$V_{car} = \beta_3 + \beta_6 t_c + \beta_7 c_c + \beta_8 \sigma_{ca}$$

$$V_{bike} = \beta_4 + \beta_6 t_{bi} + \beta_9 \sigma_{bi} + \beta_{10} PW$$

$$V_{walk} = \beta_6 t_w + \beta_{11} PW$$

$$V_{taxi} = \beta_5 + \beta_6 t_{ta} + \beta_7 c_{ta}$$

t : Travel time c : Travel cost

$\sigma_{ca} = 1$ if individual has a car; 0 otherwise

$\sigma_{bi} = 1$ if individual has a bike; 0 otherwise

$PW = 1$ if individual doesn't have physical strength

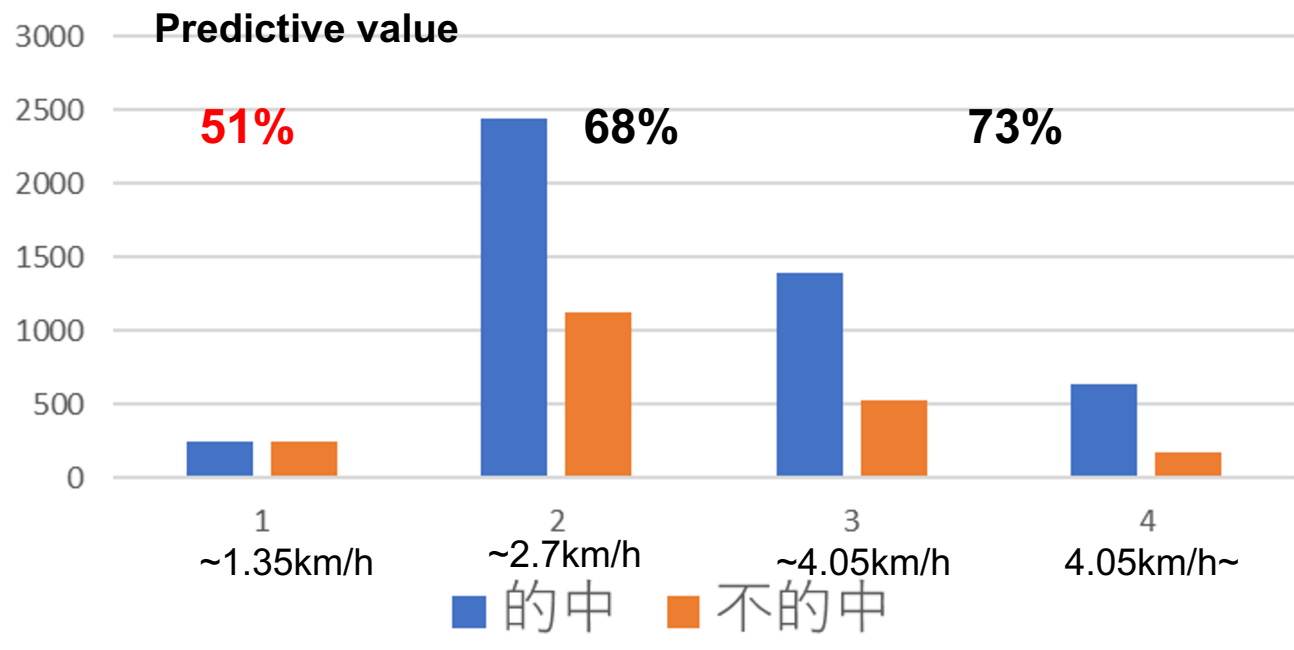
Independent Variable	Estimated Parameter
Travel time [hour/100]	-282.45**
Fare [yen/100]	-0.003
Having a car	2.14**
Having a bike	1.99**
Physical Weakness for bike	-1.52**
Physical Weakness for walk	-0.71**
Constant (train)	-0.52**
Constant (bus)	-2.27**
Constant (car)	-3.31**
Constant (bike)	-3.09**
Constant (taxi)	-4.96**
N	22827
Log likelihood (initial)	-32729.61
Log likelihood (final)	-17310.85
Rho squared	0.471
Adjusted rho squared	0.471

- **パラメータの符号は妥当**
The signs of the parameters are reasonable.
- **移動コストの項では有意性なし**
There was no significance in the travel cost.

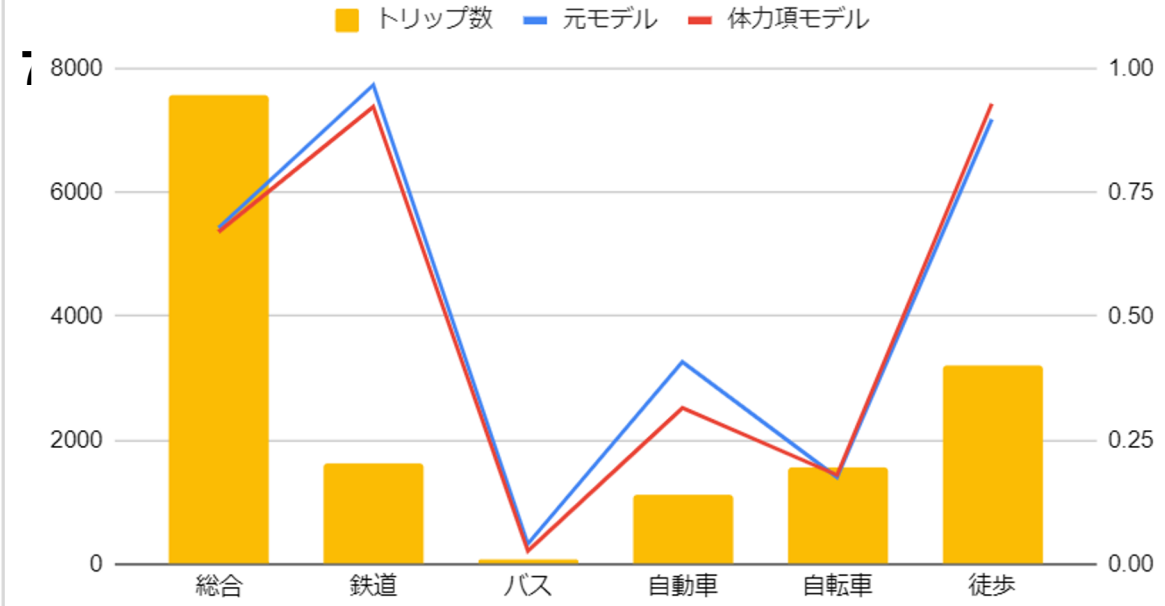
** p < 0.01

* p < 0.05

歩速別トリップ正誤(体力項込み)



Change of predictive value 適合率の変化



歩速による体力項を含んだMNLの的中率は、体力項を入れなかったMNLの的中率から改善しなかった

The Predictive value of MNL that included a fitness term due to walking speed did not improve from the target rate of MNL that did not include a fitness term.

当てはまらない人の1分類である「歩く速度が遅い人」に着目

Focus on one category of people who do not fit this category: slow walkers.

⇒少数派だが、配慮が必要である人に着目したモデルは必ずしも全体の精度をよくするものとは言えない

Models that focus on a minority of people who need to be taken into account do not necessarily improve overall accuracy.

Future Works

We would like to consider new variables and methods for transportation analysis for those who do not fit.

- 当てはまらない人のための交通手段分析に向けて、新たな手法の検討
 - ① 最大尤度以外の変数の決定方法（Maximin等）
- 当てはまらない人の行動を予測するための変数の模索
 - ① 歩行速度以外

Seeking variables to predict the behavior of those who do not fit.

Appendix | Data Cleaning

データクリーニング Data cleaning

- 実トリップの時間が0秒のトリップを除外
Exclude trips with a real trip time of 0 seconds
- 実トリップの時間が半日を超えるトリップを除外
Exclude trips where the actual trip time exceeds half a day
- 交通手段がベロタクシー、路面電車、飛行機、船、その他、不明のトリップを除外
Exclude trips where mode of transportation is velotaxi, tram, plane, boat, or other unknown
- 実際に使用した交通手段の「選択可否」が0となっているトリップを除外
Exclude trips where the "Availability of choice" of the transportation method actually used is 0.

歩行速度（歩速）の計算 Calculation of walking speed

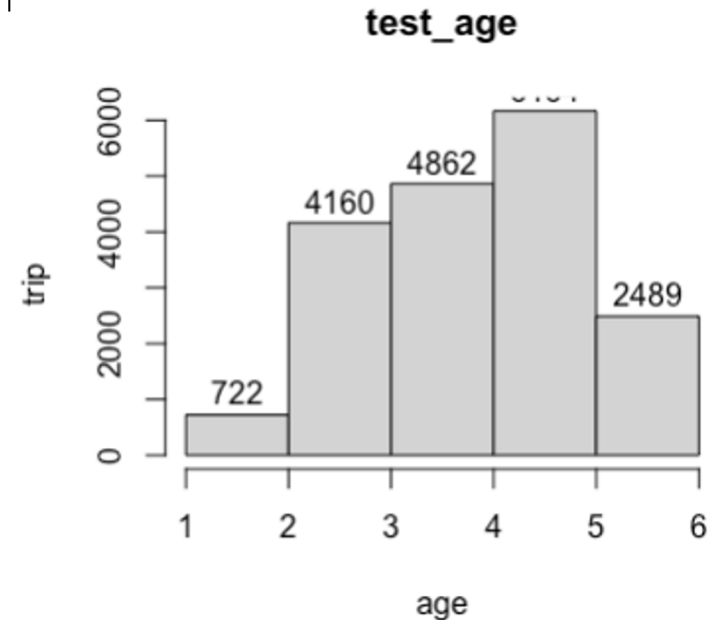
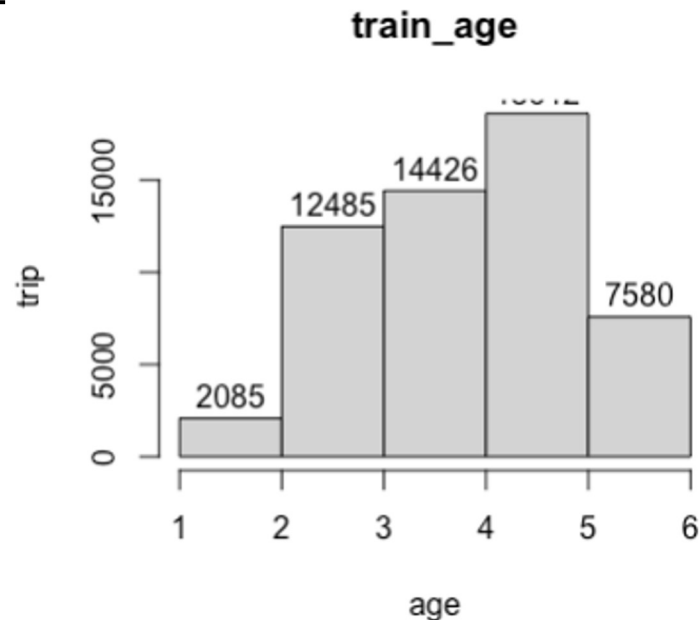
- トリップを各人ごとに分割し、以下の方法で一人ひとりの歩速を計算
Divide the trip into individual trips and calculate each person's step speed using the following method
 - ① 実際に選択された交通手段が「徒歩」であるトリップを抽出
Extract trips where the actual transportation method selected is "walking".
 - ② 抽出されたトリップごとに、「距離walk（歩いた場合の道のり）」を「実トリップ時間」で割り、歩速を計算
For each trip extracted, divide the "distance walk" (the way he would go if he walked) by the "actual trip time" to calculate the walking speed.
 - ③ 個人単位で歩速の平均をとり、これを「歩速」として個人属性の一つに追加
Average the step speed for each individual and add this as "step speed" as one of the personal attributes.

- データ数 Number of data
 - ❑ 判定用データトリップ数 : 7610 Number of trips in test data
 - ❑ 推定用データトリップ数 : 22827 Number of trips in train data

- 推定用データに含まれる人の数 the number of people in test data

- ❑ 総数 : 254人 total number
- ❑ 自動車またはバイクを保有する人 : 117人 those who have cars or bikes
- ❑ 自転車保有者 : 137人 those who have bicycles

- 年齢構成



Appendix | Variation and Predictive Value

タクシー Taxi

- 代替手段生成可否 与えられたデータにおける自動車と同様

Whether_alternatives_can_be_generated_Taxi are same as those of cars'.

- 費用 Cost 初乗り(OD距離<1.096km)で500円、以降100円/0.255km加算

500 yen for the first ride (OD distance <1.096 km), additional 100 yen/0.255 km there after

- 所要時間 自動車と同じ

Travel time: same as automobile

自転車 Bicycle

- 代替手段生成可否 常に1

Whether_alternatives_can_be_generated_Bicycle are always 1.

- 所要時間 徒歩の場合の距離を参照し、一律時速15kmとして計算

Travel time: calculated by dividing distance_walk with 15 km/h

的中率の計算方法 Calculation of Predictive value

Example: train

The number of trips (used train **AND** MNL estimated correctly)

The number of trips (used train **AND** MNL estimated correctly)

+

The number of trips (used train **BUT** MNL estimated wrong)