

Behavior Modeling Summer School 2024

# LUUPの効果計測

Measuring the Effectiveness of LUUP

山梨大学 計画系研究室

University of Yamanashi

B4 : 梶原 高橋 萩原 服部

M2 : 大西 徐 田村

## LUUPの現状 Current status of LUUP

- **LUUPの設置箇所は全国で約9000箇所**  
→ 交通手段選択の多様化  
About 9,000 LUUP locations nationwide → Diversification of transportation options
- **電動キックボードの普及により道路法が改正**  
→ 道路形態の変化  
Road Law Revised Due to Popularity of Electric Kickboards → Change in road form



電動キックボード  
Electric scooter



電動アシスト自転車  
Electric Assist Bicycle

参考 (<https://luup.sc/service/#mobility>)

## 目的 Objective

### LUUPによる経済効果を定量的に分析する

Measure the effect of bicycle sharing

## 分析の流れ Analysis Flow

**CESモデル**を用いてLUUPの導入による**便益**を計測  
Measuring the **benefits** of introducing LUUP using the **CES model**

LUUPの時間価値を算出する

Congestion occur

所要時間短縮による便益を計測する

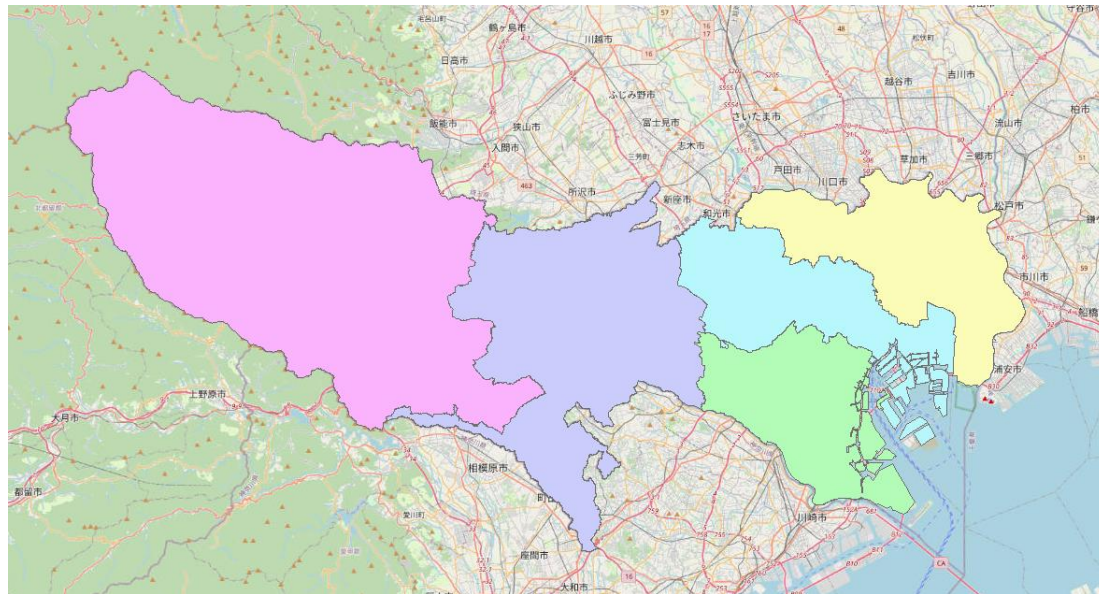
Benefits arises

### ■ 使用データ Current status of LUUP

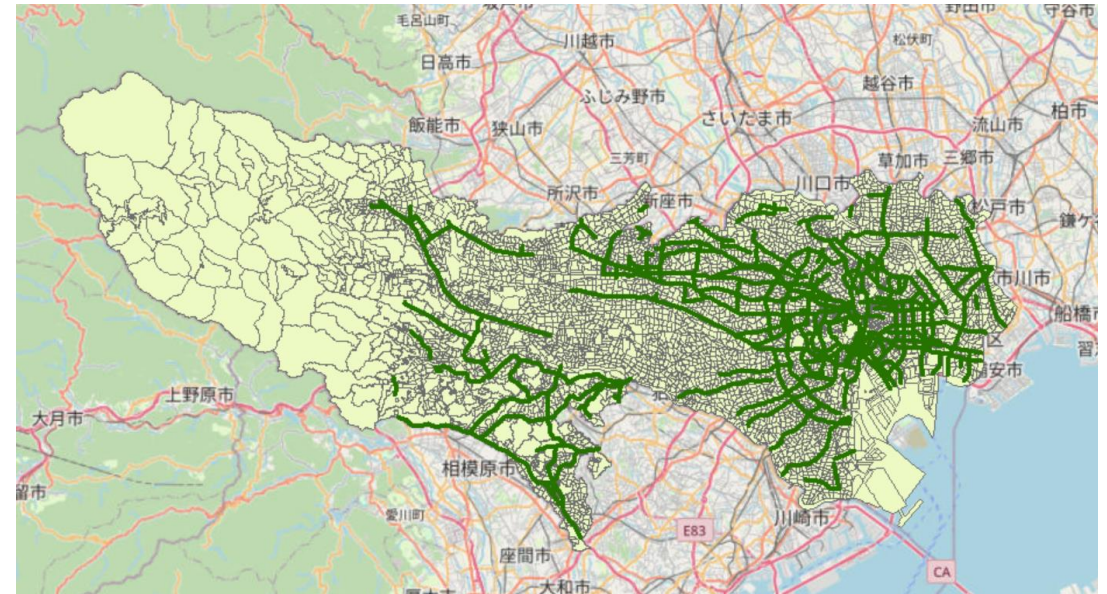
- 使用データ Usage Data : PTデータ(H20) PT Data
- 対象地域 Target Area : 東京都 Tokyo
- 対象交通手段 Means of transportation : 鉄道・自動車・徒歩 train, car, walk

**LUUPの導入により歩行者の交通転換が生じると予想**

The introduction and popularity of bicycle sharing is expected to lead to a shift in transportation

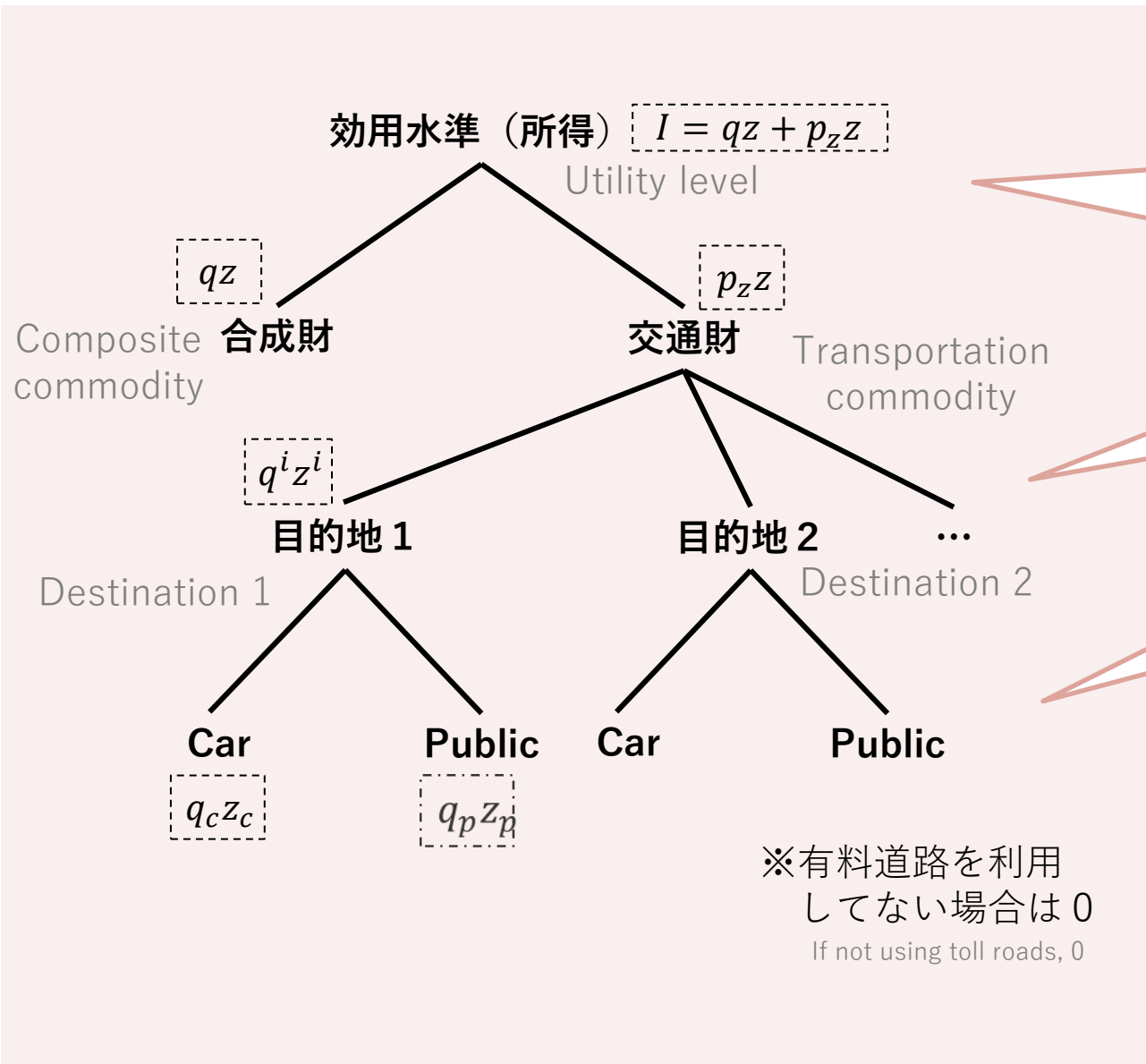


**対象地域：東京都5ゾーン**  
Target area : Tokyo 5 zones



**自転車専用レーンの整備**  
Establishment of bicycle lanes

参考 (<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000052545.pdf>)



### 交通財合成財パラメータ推定

- 東京都産業連関表(H27)より得た東京都の所得から各財の消費額を導出  
Derive the consumption amount of each good from the income of Tokyo obtained from the Tokyo Input-Output table (H17).

### 目的地選択パラメータ推定

Parameter estimation for Destination Selection

- PTデータから5×5のOD表を作成  
Create 5x5 OD table from PT data.

### 交通手段選択パラメータ推定

Parameter estimation for Transportation Selection

- 交通手段ごとにOD表を作成  
Create OD tables for each mode of transportation

**【一般化所要時間】** 阿部ら(2003)より  
Generalization time required

$$\tilde{t}^s_{ij} = t_{ij} + \frac{p_T l_{ij}}{w^s}$$

- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| $t_{ij}$ : 所要時間 (分)    | the time required (min)   |
| $p_T$ : 鉄道料金 (円/km)    | train fare (yen/km)       |
| $l_{ij}$ : 鉄道路線距離 (km) | train route distance (km) |
| $w$ : 時間価値 (旅客) (円/分)  | time value (yen/min)      |

## 【既往研究】

Previous research

小池淳司, 他「応用一般均衡モデルを利用した貨物輸送の時間短縮価値の推計」(2021)

Koike jyunji

Estimating the value of time savings in freight transport using an applied general equilibrium model(2021)

$$\text{貨物輸送の時間価値} = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b} \quad \text{Time value of cargo transportation}$$

 $EV^r$  : 地域別便益 (円)

Regional Benefits

 $TF$  : 貨物の総輸送時間 (分)

Total transit time of the cargo

 $a$  : 道路整備なし (without),  $b$  : 道路整備あり (with)

No road construction

Road construction available

## 【LUUPの時間価値】

Time Value of LUUP

$$\text{LUUPの時間価値} = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b}$$

Time value of LUUP

 $TF$  : LUUPによる総移動時間(分)

Total travel time by LUUP (minutes)

 $a$  : 自転車道整備なし (without)

without bike path maintenance

 $b$  : 自転車道整備あり (with)

bike path maintenance

EV : 全ての歩行者がループに交通転換した場合の便益を使用 (円)

Uses the benefit if all pedestrians were to divert to the loop (yen)

$$\text{LUUPの時間価値} = 4.67983 \text{ (円/分)}$$

Time Value of LUUP = 4.67983 (yen/min)

## 【一般化所要時間を考慮した公共交通の最短経路探索】

Searching for the shortest public transport route considering generalized travel time

一般化所要時間： $\tilde{t}_{ij}^s = t_{ij} + \frac{p_T l_{ij}}{w^s}$

$p_T$  : 料金 (円/km)      fare (yen/km)  
 $l_{ij}$  : 距離 (km)      distance (km)  
 $w$  : 時間価値 (円/分)      time value (yen/min)

- 鉄道  
 Railway  
 (一般化所要時間)=(距離)/70(km/h)+32.3772<sup>※1</sup> × (距離)/37.4<sup>※2</sup>  
 (Generalized time required)=(distance)/70(km/h)+32.3772×(distance)/37.4
- LUUP  
 (一般化所要時間)=(距離)/15(km/h)+(50+60 × (距離))/(4.67983\*A)

※1)JR山手線の料金をもとに算出  
 ※2)<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/2pdf/3.pdf>

A : LUUPポート密集度 LUUP Port Density

※各ゾーンにLUUPポートがどれだけ密集しているかを表す指標

Indicator of how dense the LUUP ports are in each zone

$$A = \frac{i\text{ゾーンのポート密度} \left(\frac{\text{個}}{\text{km}^2}\right)}{\text{東京都の平均ポート密度} \left(\frac{\text{個}}{\text{km}^2}\right)}$$

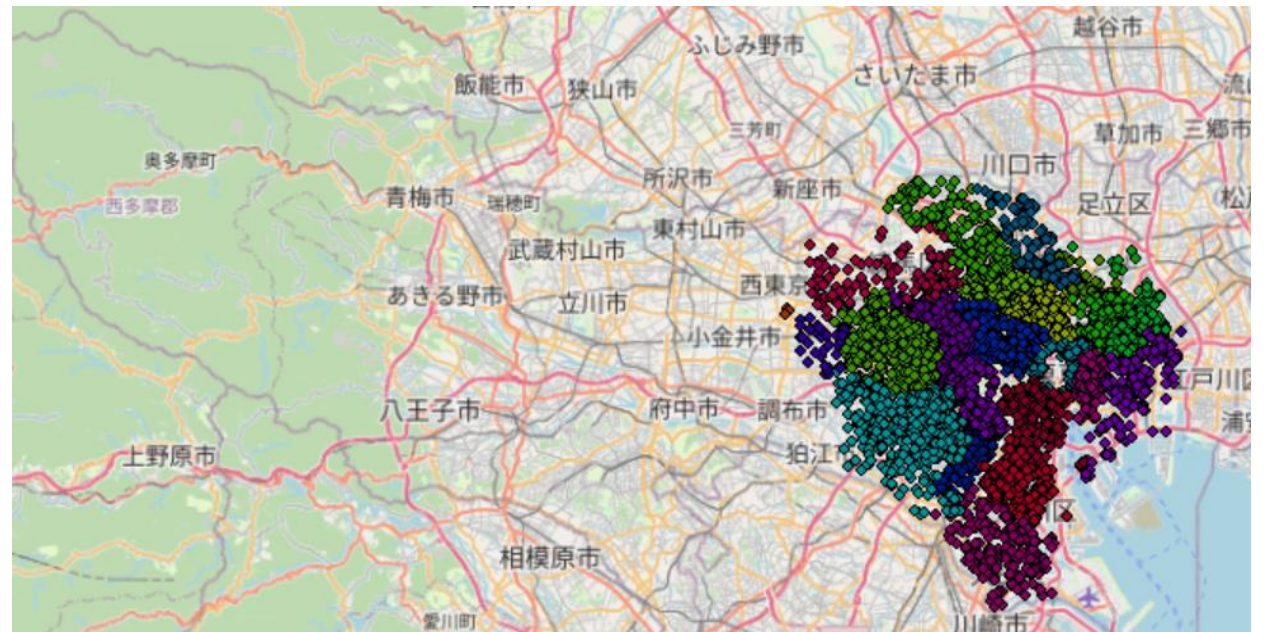
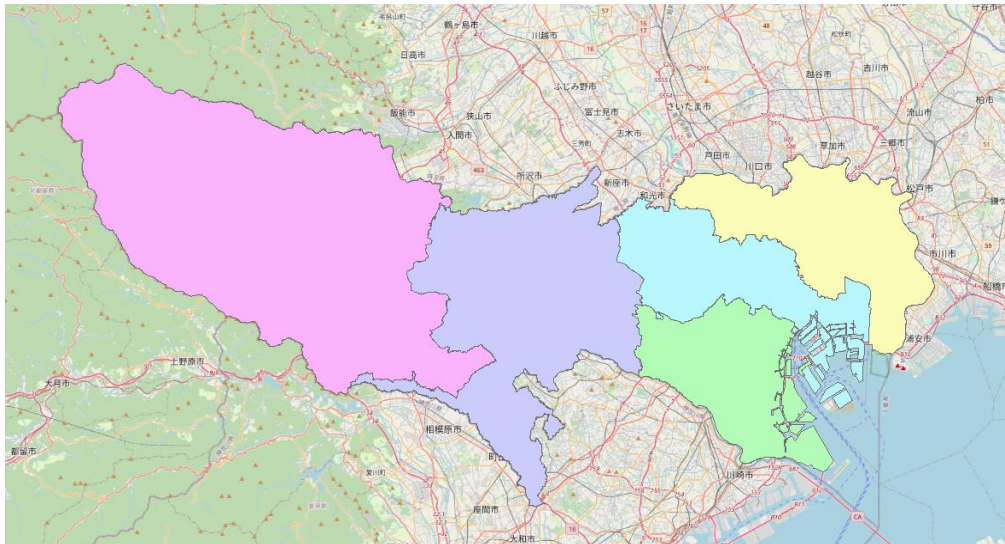
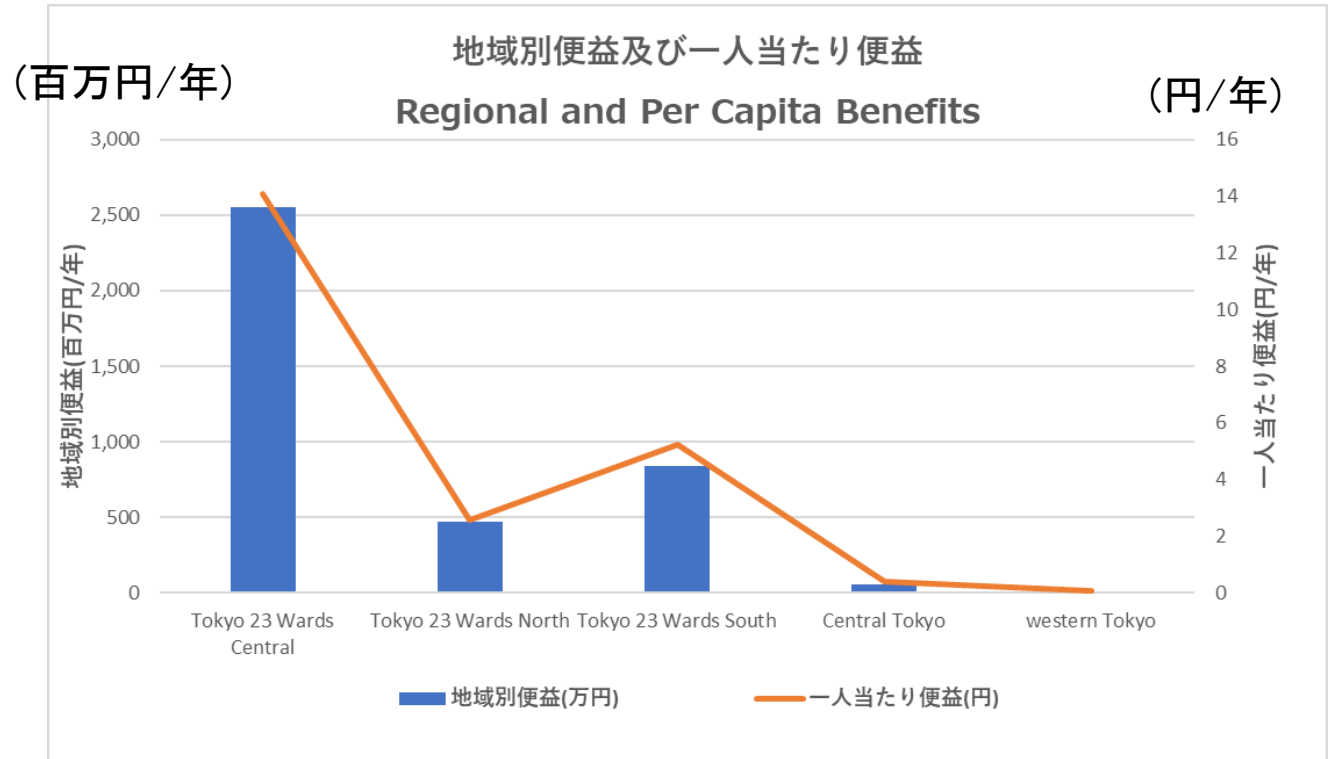


図 ゾーン別のLUUPのポートの設置個所 Figure: Location of LUUP ports by zone

## 【結果】 Result

**便益:** **3925万円/年**  
 benefit (ten thousand yen/year)

**一人当たり便益:** **22.37円/年**  
 Benefit per capita (yen/year)



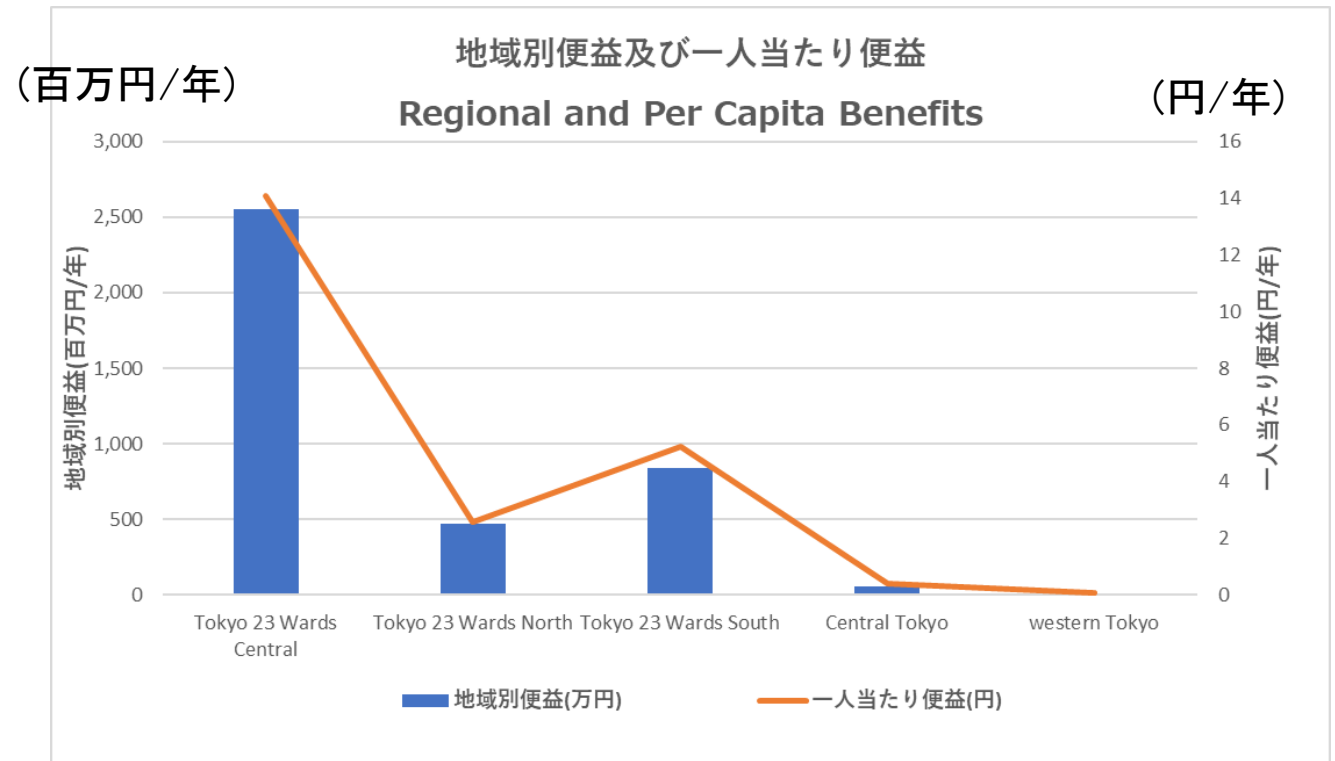
- LUUP密集度が高い地域に、便益が大きく帰着した  
 The higher the LUUP density, the greater the benefits generated.

## 【結果】 Result

**便益: 3925万円/年**  
benefit (ten thousand yen/year)

一人当たり便益: 22.37円/年  
Benefit per capita (yen/year)

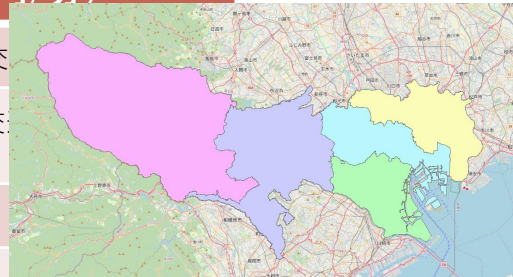
**時間価値: 3.4524円/分**  
time value (yen/year)



## 【車種別の時間価値原単位の比較】

Comparison of time value intensity by vehicle type

車種 vehicle type	時間価値原単位(円/分)
鉄道 train	37.4 出典: 国土交
乗用車 car	40.1 出典: 国土交 (以下同じ)
バス bus	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18



集中度が高い地域に、便益が大きく帰着した  
The higher the LUUP density, the greater the benefits generated.

は車種別と比較し、極度に低い値が得られた

Extremely low values were obtained for time value compared to vehicle type.



### 【まとめ】 summary

- LUUPの時間価値を求めることで、一般化所要時間を考慮した最短経路探索を可能とした。  
By obtaining the time value of the LUUP, it is possible to find the shortest route considering the generalized travel time.
- CESモデルを用いて、自転車専用レーンが拡大された場合のLUUPの効果計測を行った。  
The CES model was used to measure the effectiveness of the LUUP if the bike lanes were expanded.

### 【課題】 issue

- 最短経路探索の簡易化のため、バスを除いた分析を行ったが、精緻なLUUP効果の分析には公共交通全体での交通手段選択を考慮する必要がある。  
For simplification of the shortest route search, buses were excluded from the analysis. However, a sophisticated analysis of the LUUP effect requires consideration of transportation choices for public transportation as a whole.

表 5-1:我が国の車種別の時間価値原単位  
(単位:円/分・台)

車種	時間価値原単位
乗用車	40.1
バス	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18

注:平成 20 年価格

出典:国土交通省道路局 都市・地域整備局<sup>161)</sup>



## 【既往研究】

Formula for calculating the time value of freight transportation

### 【貨物輸送の時間価値算出式】

$$\text{貨物輸送の時間価値} = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b}$$

$$TF_a = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs}{}_a$$

$$TF_b = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs}{}_b$$

$$QR_i^{rs} = qf_i^{rs} + \sum_j q_{ij}^{rs}$$

- $EV^r$ : 地域別便益(円)
- $TF$ : 貨物の総輸送時間(分)
- $T_i^{rs}$ : 地域間道路所要時間(分) (非製造業は0)
- $QR_i^{rs}$ : (産業別)地域間物流量(円)
- $qf_i^{rs}$ 、 $q_{ij}^{rs}$ : 財の最終需要量、中間投入量
- $a$ : 道路整備なし(without)、 $b$ : 道路整備あり(with)

出所) 小池淳司、他「応用一般均衡モデルを利用した貨物輸送の時間短縮価値の推計」(2021)をもとに作成

$$\text{LUUPの時間価値} = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b}$$

Time value of LUUP

仮想的に徒歩交通がすべてLUUPに変換  
Virtual walking traffic all converted to LUUP



LUUPによる総便益を総短縮時間で除す  
Total benefit from LUUP divided by total shortened time



時間価値の算出

Calculation of time value

$a$ : 自転車道整備なし(without)  
without bike path maintenance

$b$ : 自転車道整備あり(with)  
bike path maintenance

$EV^r$ : 交通変換による(徒歩→LUUP)ゾーン別総便益(円)  
Total convenience benefit by zone (yen) due to traffic conversion (walk → LUUP)

$TF$ : LUUPによる総移動時間(分)  
Total travel time by LUUP (minutes)

【貨物輸送の時間価値算出式】

$$\text{貨物輸送の時間価値} = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b}$$

$$TF_a = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs}_a$$

$$TF_b = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs}_b$$

$$QR_i^{rs} = qf_i^{rs} + \sum_j q_{ij}^{rs}$$

- $EV^r$ : 地域別便益(円)
- $TF$ : 貨物の総輸送時間(分)
- $T_i^{rs}$ : 地域間道路所要時間(分) (非製造業は0)
- $QR_i^{rs}$ : (産業別)地域間物流量(円)
- $qf_i^{rs}$ 、 $q_{ij}^{rs}$ : 財の最終需要量、中間投入量
- $a$ : 道路整備なし(without)、 $b$ : 道路整備あり(with)

出所) 小池淳司、他「応用一般均衡モデルを利用した貨物輸送の時間短縮価値の計測と評価」

$EV^r$

↓  
: 交通変換による(徒歩→LUUP)ゾーン別総便益(円)

$TF$

: LUUPによる総移動時間(分)

**a**: 自転車道整備なし(without) **b**: 自転車道整備あり(with)

時間価値・短縮時間を更なる  
労働や余暇に充てることができる  
ことによる価値

: LUUPの時間価値

$$\frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b}$$

仮想的に徒歩交通がすべてLUUPに変換