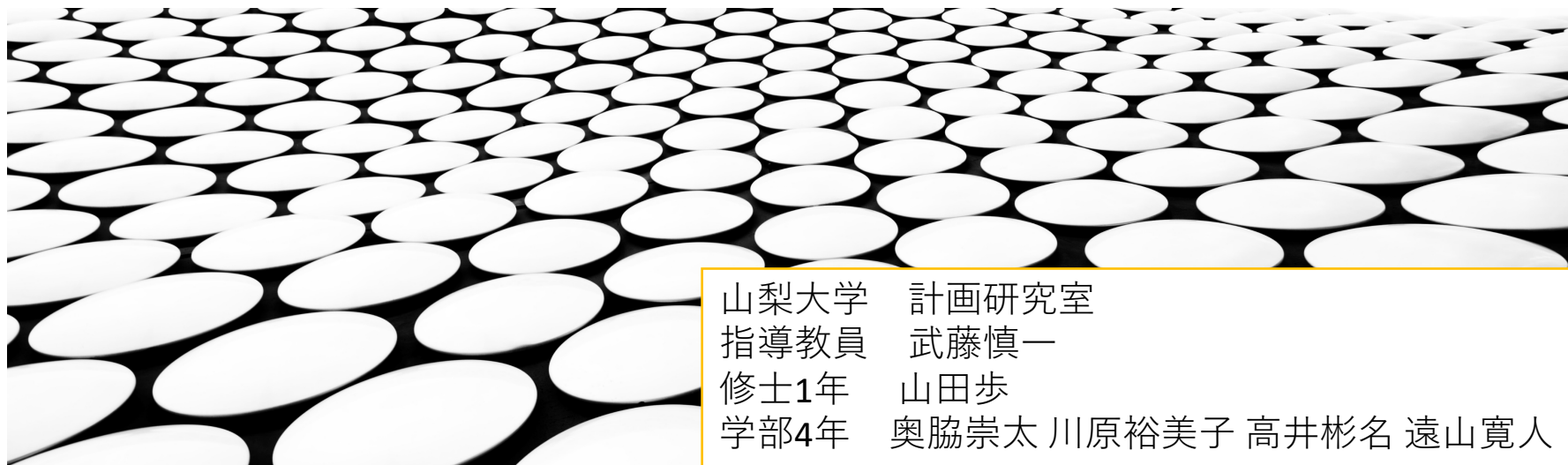


新型コロナウイルスの影響を 考慮した交通政策シミュレーション

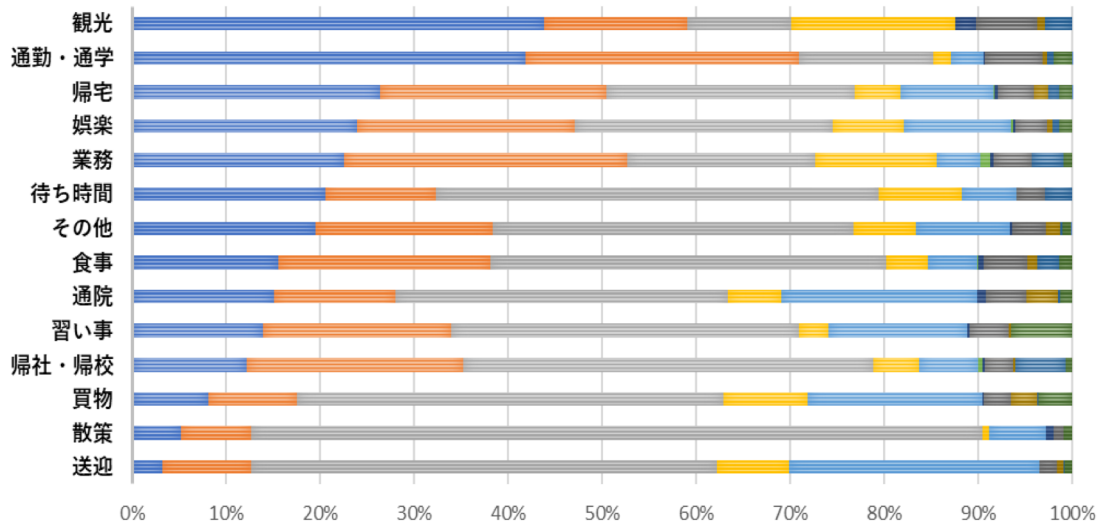
Traffic policy simulation considering
the effects of the COVID-19



山梨大学	計画研究室
指導教員	武藤慎一
修士1年	山田歩
学部4年	奥脇崇太 川原裕美子 高井彬名 遠山寛人

背景

目的別交通手段分担率



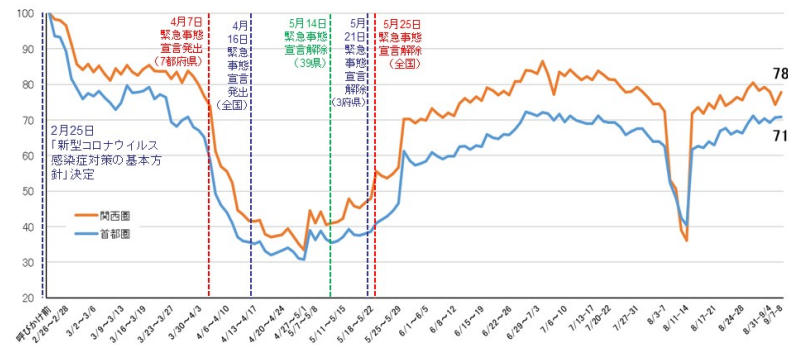
- 豊洲では鉄道・地下鉄の整備が進んでおり公共交通機関の中で利用率は高め
High utilization rate of public transportation in Toyosu
- その反面、乗用車の必要性が低く、小回りの利く自転車の方が利用されている
- 同地域内での移動が多いせいか徒歩の割合が大半の項目で高くなっている
- 通勤・通学においては70%が公共交通機関を利用している
70% of people in Toyosu use public transportation to commute to work or school

背景

駅の利用状況(首都圏・関西圏:速報値)

国土交通省

テレワーク・時差出勤呼びかけ後のピーク時間帯の駅利用状況推移

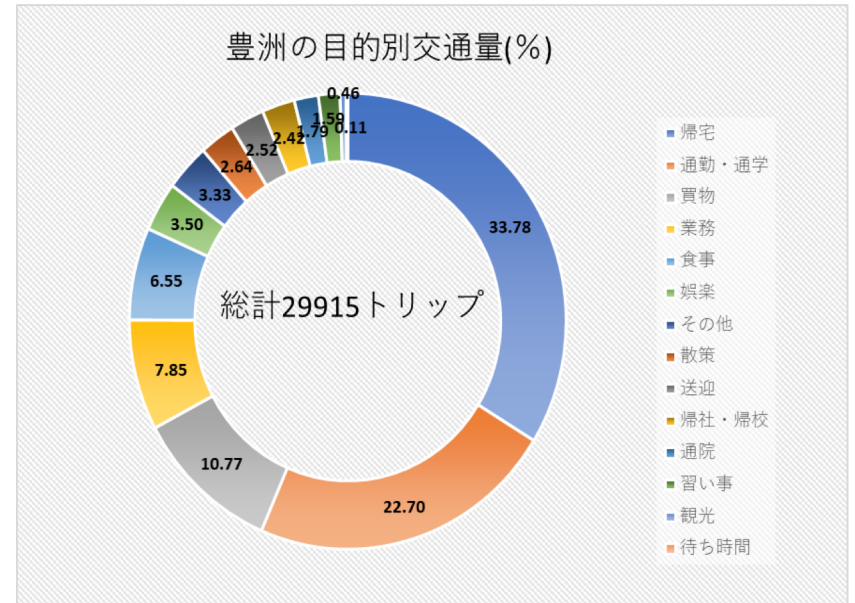


※ JR(JR東日本、JR西日本)、大手民鉄(東武、西武、京成、京王、小田急、東急、京急、東京メトロ、相鉄、近鉄、南海、京阪、阪神)の主なターミナル駅における平日ピーク時間帯の自動改札出場者数の減少率の平均値
 ※数値は、呼びかけ前を100とした場合の指数
 ※呼びかけ前は、2月17日の週の特定日
 ※ピーク時間帯は、各駅において7:30~9:30の間の1時間で最も利用者が多い時間帯
 ※主なターミナル駅は、以下のとおり
 首都圏:東京、新宿、渋谷、品川、池袋、高田馬場、大手町、北千住、押上、日暮里、町田、横浜
 関西圏:大阪、梅田、京都、神戸三宮、難波、京橋

国土交通省https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr1_000062.html

新型コロナウイルスの流行から、外出自粛、テレワークの実施がおり、通勤・通学にかかる交通量が減少している。

In order to prevent the infection of the new coronavirus, we are refraining from going out and teleworking. Therefore, the traffic volume is decreasing.



これらの影響による経済的損失を補填する必要がある。

しかし交通とのバランスを考えなければならない。

その実態調査にCESモデルを用いて交通量を推計する

The actual situation will be investigated using the CES model while considering the balance between transportation and economy.

目的

CESモデルを用いて交通機関選択のパラメータ推定を行う。

Estimate parameters for transportation selection using the CES model



ここで、コロナによる環境被害額を補填するため、
ピグー税を導入する。

Introduce Pigovian tax to cover the amount of environmental damage caused by COVID-19.



このときの交通量の変化を計測し、交通と経済のバランスが
取れる値を計測する。

Measure changes in traffic volume and measure values that balance traffic and economy

※なお、計測に当たってロジットモデルとの比較を行い、数値の妥当性を検討する。

When measuring, compare with the logit model and examine the validity of the numerical values.

※ピグー税：外部不経済が存在するとき外部不経済の元となる生産に課税をするか、汚染軽減の補助金を出す。この課税をピグー税、補助金をピグー補助金と呼ぶ

使用データ

使用データ

- P P データ
- 豊洲
- 2019

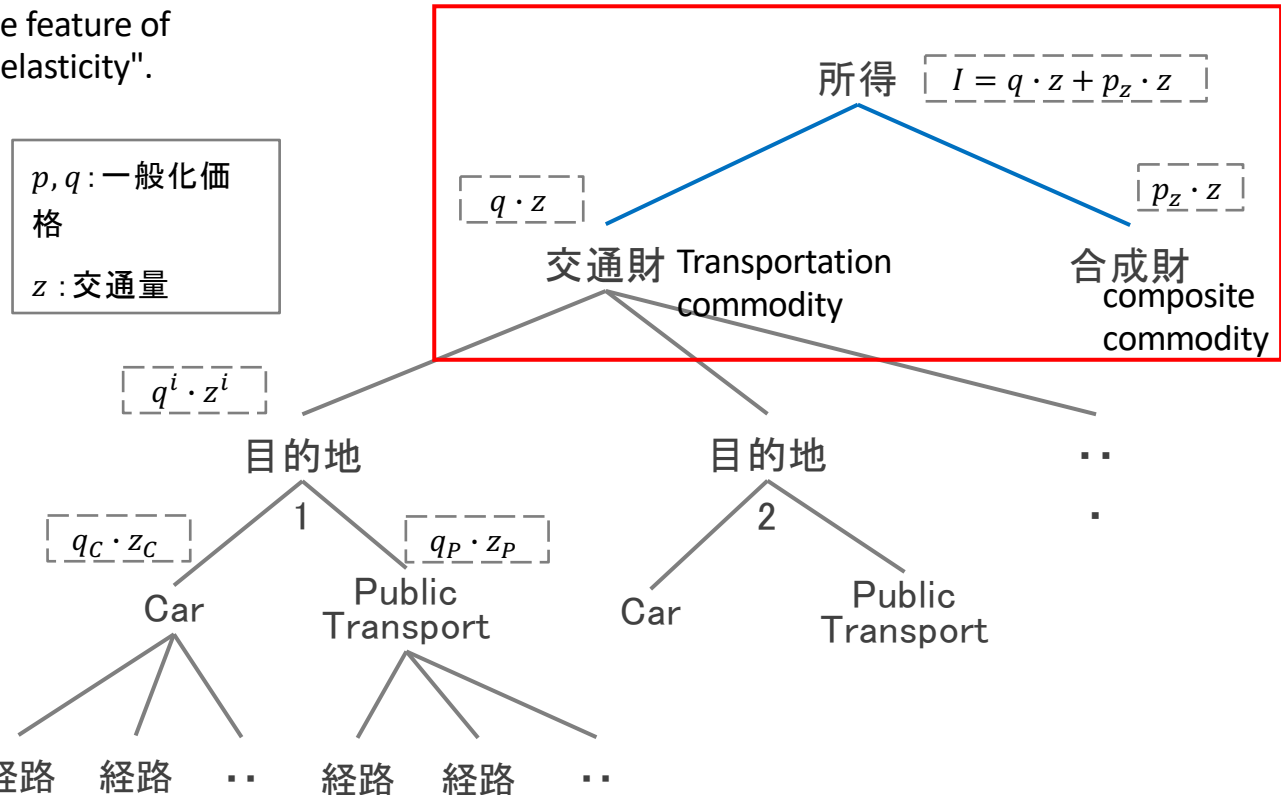
- 自転車：自転車、シェアサイクリング
- 公共交通：鉄道、地下鉄、バス

- 目的：通勤

CESモデル

「代替弾力性が一定」の経済モデル

The CES model has the feature of "constant alternative elasticity".

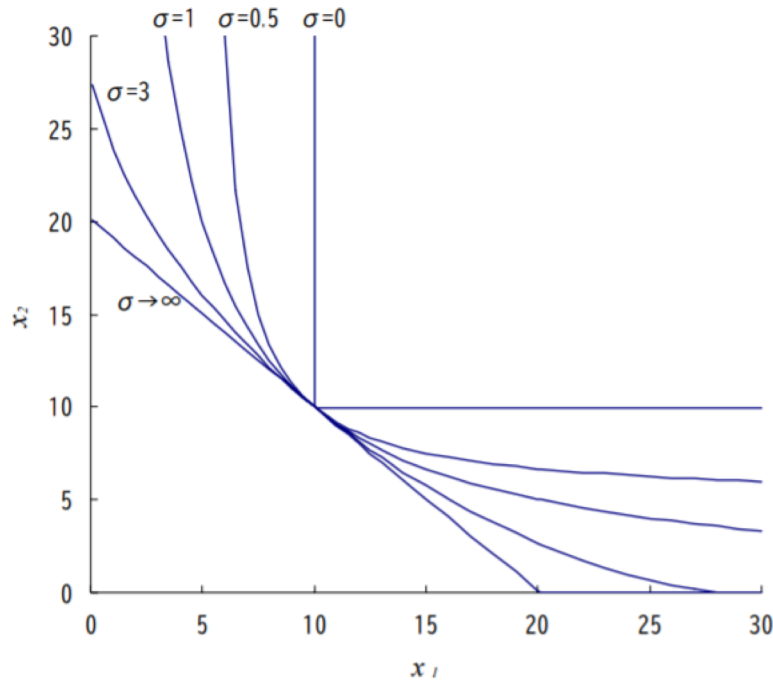


- 総所得のうち、交通にかかる費用を各交通機関に分配

CESモデル

代替の弾力性が一定
代替の弾力性を自由に選ぶことができる
⇒消費選択をより柔軟に表現できる

CES 型効用関数の無差別曲線の例とその特殊ケース



出典) 政策評価のための小規模ミクロ経済モデル
～乗用車部門における温暖化対策の評価～

藤原 徹／蓮池勝人／[金本良嗣](#)
(ファカルティフェロー)

CESモデル

- x_1^{ij} : 自転車のトリップ数
- p_1^i : x_1^{ij} の財価格
- x_2^{ij} : 公共交通のトリップ数
- p_2^{ij} : x_2^{ij} の財価格
- α_n^{ij}, β_n^i : 自転車のトリップ数に係る配分パラメータ
- γ_T^{ij} : 効率パラメータ
- σ_T^{ij} : 代替弾力性パラメータ

$$p_T^{ij} x_T^{ij} = \min_{x_1^{ij}, x_2^{ij}} [p_1^{ij} x_1^{ij} + p_2^{ij} x_2^{ij}]$$

$$\text{s.t. } x_T^{ij} = \gamma_T^{ij} \left[(\alpha_n^{ij}) \left\{ \beta_n^{ij} x_1^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_T^{ij}-1}{\sigma_T^{ij}}} + (1 - \alpha_n^{ij}) \left\{ (1 - \beta_n^{ij}) x_2^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_T^{ij}-1}{\sigma_T^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma_T^{ij}}{\sigma_T^{ij}-1}}$$

$$x_1^{ij} = \frac{1}{\gamma_T^{ij} (\beta_n^{ij})^{1-\sigma_T^{ij}}} \left(\frac{\alpha_n^{ij}}{p_1^i} \right)^{\sigma_T^{ij}} \Psi_T^{ij} \frac{\sigma_T^{ij}}{1-\sigma_T^{ij}} x_T^{ij}$$

$$x_2^{ij} = \frac{1}{\gamma_T^{ij} (1-\beta_n^{ij})^{1-\sigma_T^{ij}}} \left(\frac{1-\alpha_n^{ij}}{p_2^{ij}} \right)^{\sigma_T^{ij}} \Psi_T^{ij} \frac{\sigma_T^{ij}}{1-\sigma_T^{ij}} x_T^{ij}$$

$$\text{ただし、} \Psi_T^{ij} = (1 - \alpha_n^{ij})^{\sigma_T^{ij}} \left(\frac{p_1^i}{1 - \beta_n^{ij}} \right)^{1 - \sigma_T^{ij}} + (\alpha_n^{ij})^{\sigma_T^{ij}} \left(\frac{p_2^{ij}}{\beta_n^{ij}} \right)^{1 - \sigma_T^{ij}}$$

交通手段別のトリップ数と
その一般化価格を与える

パラメータが推定される

σ の値を決める

需要関数 x_1^{ij}, x_2^{ij} が再現

CESモデル パラメータ推定結果

Parameter estimation

Variables	Parameters
α	0.0022
β	0.9294
γ	3232.9150
σ	0.5240
サンプル数	5185
Number of samples	

CESモデル

- x_1^{ij} : 自転車のトリップ数
- p_1^i : x_1^{ij} の財価格
- x_2^{ij} : 公共交通のトリップ数
- p_2^{ij} : x_2^{ij} の財価格
- α_n^{ij}, β_n^i : 自転車のトリップ数に係る配分パラメータ
- γ_T^{ij} : 効率パラメータ
- σ_T^{ij} : 代替弾力性パラメータ

$$p_T^{ij} x_T^{ij} = \min_{x_1^{ij}, x_2^{ij}} [p_1^{ij} x_1^{ij} + p_2^{ij} x_2^{ij}]$$

$$\text{s.t. } x_T^{ij} = \gamma_T^{ij} \left[(\alpha_n^{ij}) \left\{ \beta_n^{ij} x_1^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_T^{ij}-1}{\sigma_T^{ij}}} + (1 - \alpha_n^{ij}) \left\{ (1 - \beta_n^{ij}) x_2^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_T^{ij}-1}{\sigma_T^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma_T^{ij}}{\sigma_T^{ij}-1}}$$

$$x_1^{ij} = \frac{1}{\gamma_T^{ij} (\beta_n^{ij})^{1-\sigma_T^{ij}}} \left(\frac{\alpha_n^{ij}}{p_1^i} \right)^{\sigma_T^{ij}} \Psi_T^{ij} x_T^{ij}$$

$$x_2^{ij} = \frac{1}{\gamma_T^{ij} (1-\beta_n^{ij})^{1-\sigma_T^{ij}}} \left(\frac{1-\alpha_n^{ij}}{p_2^{ij}} \right)^{\sigma_T^{ij}} \Psi_T^{ij} x_T^{ij}$$

$$\text{ただし、} \Psi_T^{ij} = (1 - \alpha_n^{ij})^{\sigma_T^{ij}} \left(\frac{p_1^i}{1-\beta_n^{ij}} \right)^{1-\sigma_T^{ij}} + (\alpha_n^{ij})^{\sigma_T^{ij}} \left(\frac{p_2^{ij}}{\beta_n^{ij}} \right)^{1-\sigma_T^{ij}}$$

ピグー税を課す



トリップ数
(分担率)
の変化

ロジットモデル

交通量を配分していく
Logit model distributes traffic

CESモデル

交通にかかる金額を配分していく
CES model allocates transportation costs

① 最適化問題の定式化 Formulate an optimization problem

選択確率導出のための
効用最大化問題

Utility maximization problem for
solving a selection probability

$$S = \max \left[(P_B v_B + P_T v_T) - \frac{1}{\theta} \sum_i P_i (\ln P_i - 1) \right]$$

S : Demand function
 p : Selection Probability
 v : Utility Function
 θ : Parameter

交通需要関数導出のための
費用最小化問題

Cost minimization problem for
solving a traffic demand function

$$q^{ij} z^{ij} = \min [q_B^{ij} \cdot z_B^{ij} + q_T^{ij} \cdot z_T^{ij}]$$
$$\text{s.t. } z^{ij} = \gamma^{ij} \left[\sum_m \alpha_m^{ij} \left\{ \beta_m^{ij} z_m^{ij} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}-1}{\sigma^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}}{\sigma^{ij}-1}}$$

q : Price
 z : Traffic volume
 α, β, γ : Parameter
 σ : Alternative elastic parameter

ロジットモデル

交通量を配分していく
Logit model distributes traffic

② 機関選択確率 P の導出

Derivation of institution selection probability

$$P_m = \frac{\exp \theta v_m}{\exp \theta v_P + \exp \theta v_C}$$

P_m : Selection Probability

v_m : Utility Function

θ : Parameter

③ 最大期待効用値 S の導出

Derivation of maximum expected utility value
(log sum variable)

CESモデル

交通にかかる金額を配分していく
CES model allocates transportation costs

② 交通量 z の導出

Derivation of traffic volume

$$z_m^{ij} = \frac{1}{\gamma_P^j \beta_m^{ij1-\sigma_P^j}} \left(\frac{\alpha_m^{ij}}{q_m^{ij}} \right)^{\sigma_P^{ij}} \Psi_P^{ij \frac{\sigma_P^{ij}}{1-\sigma_P^j}} \cdot z^{ij}$$

z : Traffic volume

β, γ : Parameter

σ : Alternative elastic parameter

③ 合成財価格 q の導出

※重み付き平均交通一般化価格

Derivation of synthetic transportation prices

ロジットモデル

2項ロジット (BL) モデル

$V_B - V_T$ から、

$$V_B = \theta_1 + \theta_3 \cdot \underline{Cost_B}$$

$$V_T = \theta_2 \cdot \underline{Cost_T}$$

ダミー変数

一般化価格

説明変数

V : 効用関数

[B : Bicycle, T : Train]

ロジットモデル パラメータ推定結果

Variab les	Param eters	t-value	Standard deviation
定数項 Constant(Bicycle)	1.0758	13.2148 *	0.0066
費用 Cost(Bicycle)	-4.4648	-1.6651	7.1903
費用 Cost(Train)	-32.5878	-1.6845	374.2962
サンプル数 Number of samples			5185.0000
L (0)			-3593.9681
L (c)			-1.2933
L (θ)			-136.2405
- 2(L (0)-L (θ))			-3457.7276
- 2(L (c)-L (θ))			134.9472
的中率 Predictive value(All samples)			0.8154
的中率 Predictive value(Bicycle)			0.3185
的中率 Predictive value(Train)			0.8552
ρ^2			0.9621
ρ^2			0.9615

* 5%有意

政策シミュレーション (Pigovian tax)

仮定 Hypothesis

電車に乗って移動することで、電車内で新型コロナウイルスの感染が拡大する

By moving by train, COVID-19 spreads on the train

考慮しない点 Do not consider

- 車を使用して目的地に着き、目的地で感染が拡大する
- 夜の街やクラスター感染など

- Use a car to reach your destination and infection spreads at your destination
- Infection in the city where night life thrives or cluster infection

政策シミュレーション

Policy simulation

ピグー税 0.54 (円/km) を公共交通に課す

Add 0.54 yen/km to public transportation prices as Pigovian tax

政策なし	CES	ロジット
自転車	0.07059	0.008028
公共交通	0.92941	0.991972
分担率の変化：	0.141%	0.0002%
政策あり	CES	ロジット
自転車	0.07200	0.008030
公共交通	0.92800	0.991970

差：0.063

• The share of public transport is 6.3% higher in the logit model than in the CES model.

• the probability of choosing a bicycle increased by 0.141% (CES).

• the probability of choosing a bicycle increased by 0.0002% (Logit).

結果の解釈

政策なし	CES	ロジット
自転車	0.07059	0.008028
公共交通	0.92941	0.991972

差：0.063

政策なしでの分担率が一致しなかった

→ 比較することができなかった

- ロジットモデルの計算の際、エクセルでの計算処理がうまくいかなかったのではないか
- CESが集計データを扱い、ロジットが非集計データを扱うからではないか

まとめと今後の展望

Summary and future works

まとめ

ピグー税を0.54円/km課したとき、CESモデルにおいて自転車の選択確率が0.141%上昇した

When the Pigovian tax is 0.54 yen/km, the probability of choosing a bicycle increased by 0.141%.

今後の展望

- ・今回は2財(自転車と公共交通)のみ抽出したが、3財以上での抽出も行いたい

This time, we extracted only 2 goods (bicycle and public transportation), but we will extract 3 or more goods.

- ・自転車の選択確率を0.5にするためにはピグー税をいくらにすればよいのかなどの検討

Considering how much the Pigovian tax should be in order to increase the probability of selecting a bicycle to 50% from 7%.