

27th May 2022

理論談話会

土地所有行動のモデリング

小林 里瑛

発表のアウトライン

1

イントロダクション

2

土地所有資料のデジタイズ

3

Model1: 土地所有形態選択モデルの提案と多時点推定

4

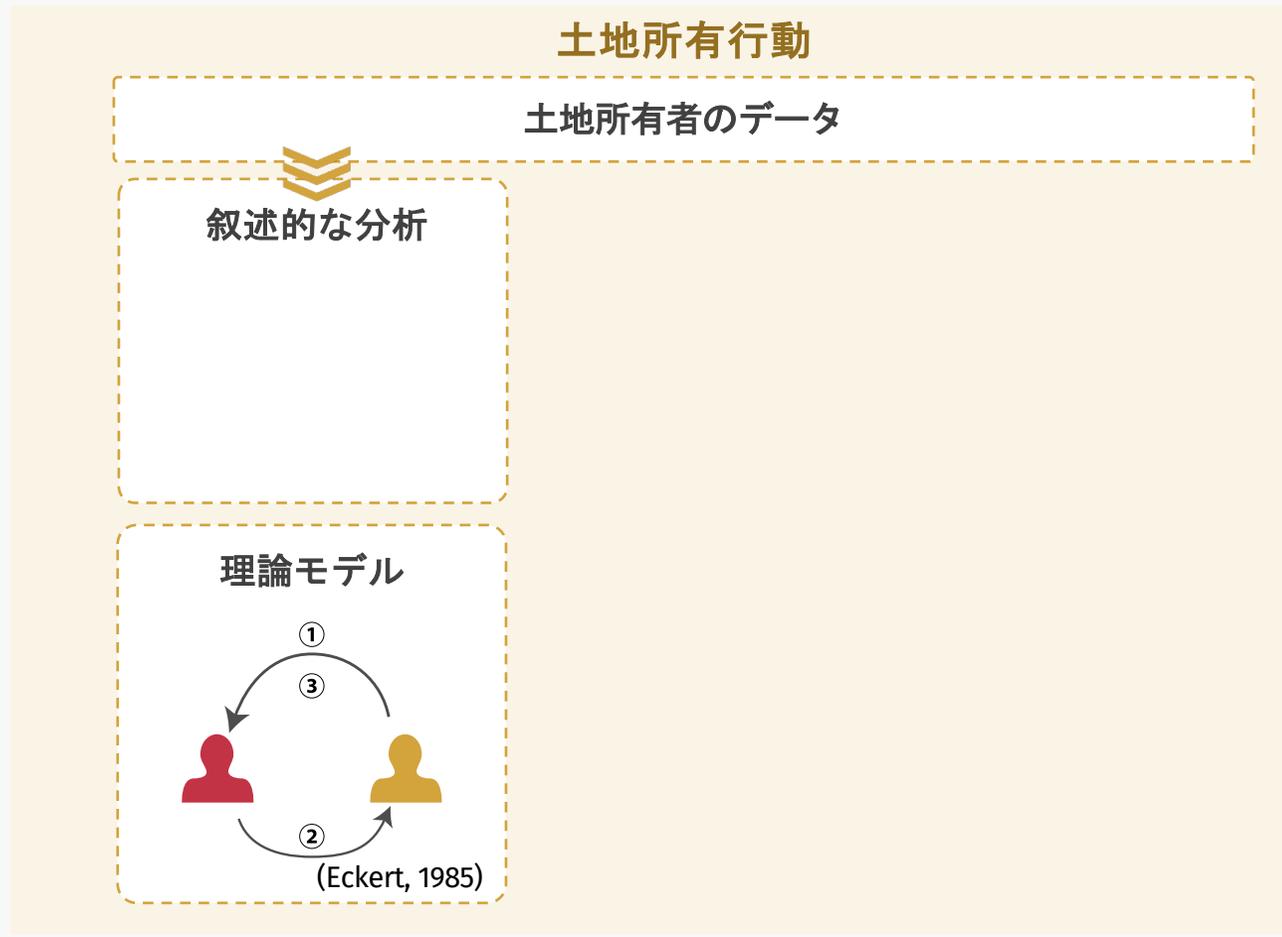
Model2: 土地取引と再帰的なトリップチェーン選択モデルの提案

5

結論と課題

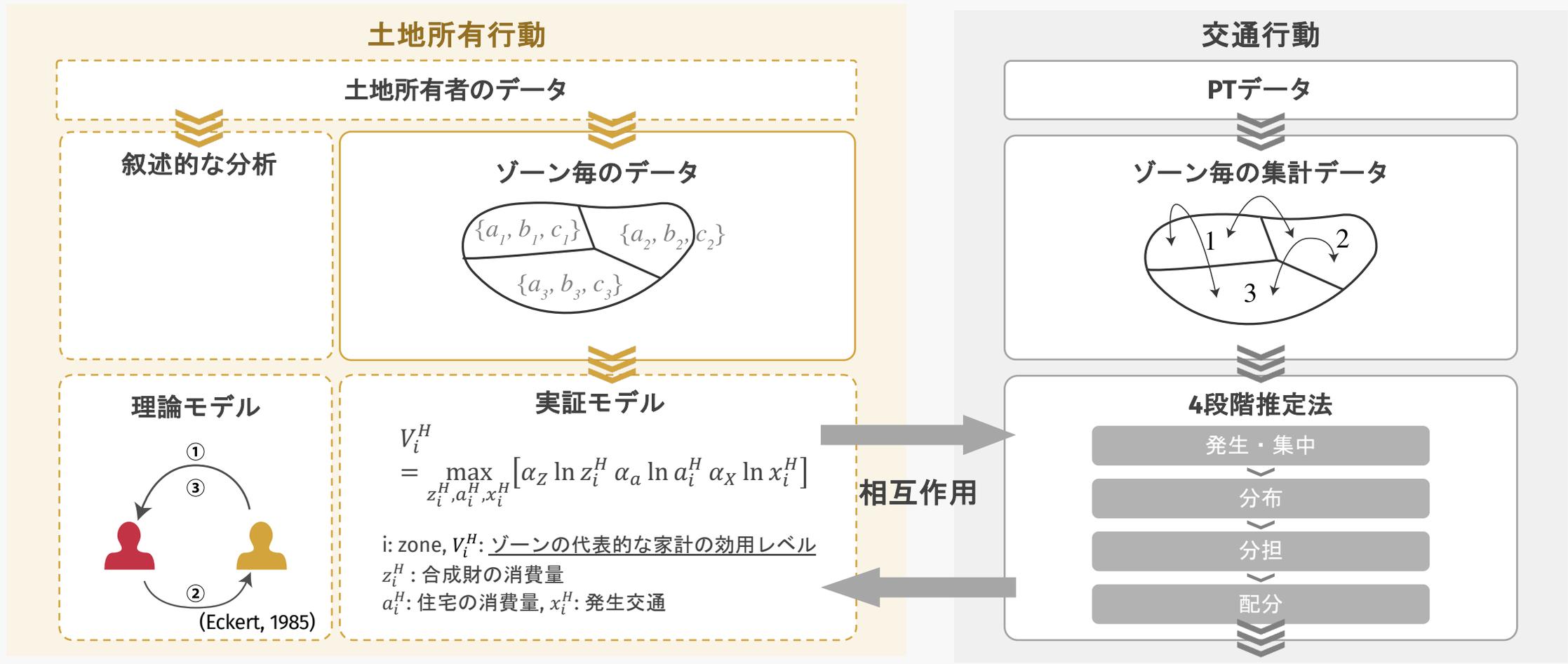
区画と区画に対する意思決定が都市を構成している

- 地主の行動分析：都市成長と諸現象の解明に寄与



交通モデルも土地に対する決定を扱う

- 従前の土地利用-交通モデルはゾーンを単位としている



近年の交通行動モデルと土地所有モデル

実際のデータを用いた
土地所有モデルの不足



近年の交通行動分析

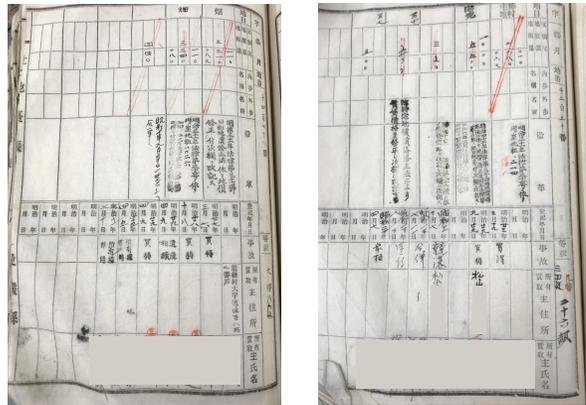


本研究の目的とスコープ

- 目的：土地所有行動の実証分析フレームワークの提案

土地所有行動

土地所有者のデータ
時系列データ = 軌跡データ



モデル

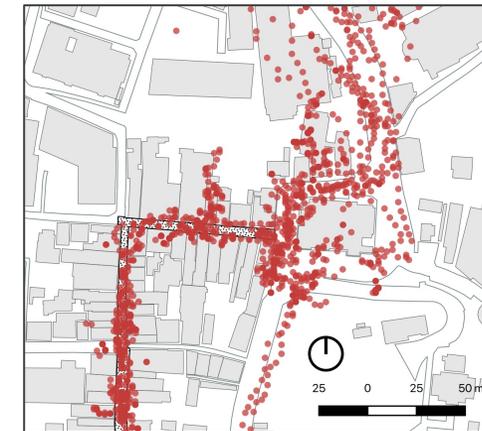
土地所有形態選択

土地取引

相互作用

交通行動

個人の移動軌跡データ (GPS)



モデル

逐次的経路選択

土地所有行動の特徴

➤ 行動の長期性, 異質性, 動学性, 地主間と地主-交通行動の相互性に着目

① 消費者であり受益者である ▶ 異質性, 相互性

土地所有者は売り手でもあり買い手でもあり, その行動は相互作用的.

② 長期にわたる予見的な意思決定 ▶ 長期性, 動学性

土地所有者は長期にわたって土地の売買を繰り返す.

都市計画事業予定に応じて所有する土地や売買する土地を決定する (Springett 1982, 森田2007)

③ 他の行動に応答的な選択 ▶ 交通行動との相互性

土地所有者は人々の滞在や安定的な利用を考慮して土地所有を行う

特に土地利用が商業系・業務系では顕著に現れる

再帰的な土地所有行動モデリングの課題

➤ 離散選択モデルによる定式化と実証の際に生じる課題は以下のとおり

① データの不足とハンドリング手法

統一的なフォーマットを持つ土地所有記録へのアクセスと定量的に扱う方法論の開発

② 行動の異質性

地主の行動には異質性が存在することが既往研究で指摘されている

③ 選択肢集合の定義

全ての選択肢集合を定義することは数学的に不可能かつ認知的にも妥当ではない

④ 相互推定アルゴリズムの提案

再帰的な構造を持つモデルを解くには数学的な工夫が必要

本研究における課題解決のアイデア

① データの不足とハンドリング手法

▶ データの変換手法: 非集計的かつ時系列データを土地台帳及び不動産登記全部事項から抽出する方法の提案 (Today's Topic)

② 行動の異質性

▶ 静的な土地所有形態選択モデル: 潜在クラスつきCross Nested-Logit モデルによる土地所有形態＝パターン選択問題の定式化 (Today's Topic)

③ 選択肢集合の定義

▶ 動的な土地所有形態選択モデル: 再帰的な意思決定を考慮したDiscounted Recursive Logit モデルによる動的な土地所有形態選択問題の定式化

④ 相互推定アルゴリズムの提案

▶ ミクロな土地取引-交通相互作用モデル: 土地の売り手-買い手-再帰的な訪問行動の相互作用の定式化 (Today's Topic)

使用データの概要

- 土地台帳

- 使用年代：1889 - 1960年



- 不動産登記全部事項

- 使用年代：1960年 - 現在
- 2004年にコンピュータ化

2021/01/19 14:46 現在の情報です。

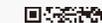


表 題 部 (土地の表示)	調製	平成6年5月26日	不動産番号	5000000143690
地図番号	1374 S4・21-2	筆界特定	[余白]	
所 在	松山市道後湯之町			[余白]
① 地 番	② 地 目	③ 地 積 m ²	原因及びその日付〔登記の日付〕	
甲 [余白]	宅地	99:17	[余白]	
[余白]	[余白]	[余白]	:	昭和63年法務省令第37号附則第2条第2項の規定により移記 平成6年5月26日
[余白]	[余白]	107:39	:	③ 錯誤 地図作成 〔平成18年3月14日〕

権 利 部 (甲 区) (所 有 権 に 関 す る 事 項)			
順位番号	登 記 の 目 的	受付年月日・受付番号	権 利 者 そ の 他 の 事 項
1	所有権移転	昭和23年5月10日 第4959号	原因 昭和23年3月19日売買 所有者 [余白] 順位1番の登記を移記
	[余白]	[余白]	昭和63年法務省令第37号附則第2条第2項の規定により移記 平成6年5月26日
2	所有権移転	平成11年2月5日 第4711号	原因 平成10年4月5日相破 所有者 松山市 [余白]
3	所有権移転	平成24年12月5日 第38990号	原因 平成18年7月30日相続 所有者 松山市 [余白]
4	所有権移転	平成27年12月17日 第36914号	原因 平成27年8月6日買取 所有者 松 山 市

土地台帳のデジタイズ

Fig. 土地台帳の一部



Table: 土地所有者と土地の属性のクロスセクショナルデータテーブル

LotNo.	Year	Owners' names	Size	Land-use type	Tax
1540	1889	i	13	Residential	0.087
1540	1890	i	13	Residential	0.087
1540	1891	j	13	Residential	0.087
...
1540	1906	j	13	Residential	0.087
...
1544	1889	i	63	Farm	0.109
...
1600	1889	j	80	Residential	0.221

家毎の土地所有履歴

Lot no. 1540 is transacted between i and j in 1890

地主 $i = [\{1540, 1544\}_{1889}, \{1540, 1544\}_{1890}, \{1544\}_{1891} \dots, \{1544\}_{1960}]$

地主 $j = [\{1600\}_{1889}, \{1600\}_{1890}, \{1540, 1600\}_{1891} \dots, \{1540\}_{1960}]$

台帳データ生成を自動化できないか？：文字認識

- CNN based なfeature-extraction による転移学習

くずし字の学習データは豊富になりつつあるが、文字出現回数の偏り / スクレイピング環境に頑健な手法が望ましい→転移学習による認識精度の向上を試みる

実験 KMNISTデータセット, 「〇」のみ土地台帳よりスクレイピングして訓練

データ

訓練データの一例



検証データの一例

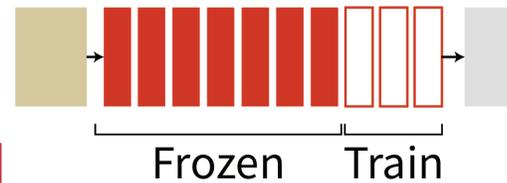


学習方法

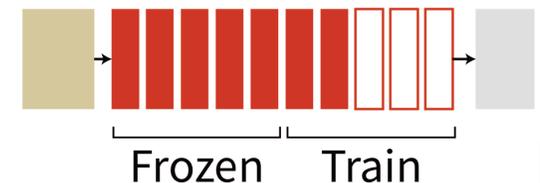
1. 転移学習を行わないCNN



2. pre-trained Feature Extraction



3. pre-trained Fine tuning



事前に学習させたCNNを特徴抽出器とする手法

不動産登記全部事項のデジタイズ

➤ 土地所有者と土地の属性のクロスセクショナルデータと売買ネットワークデータ

- 非集計モデルのための土地所有者と土地の属性のクロスセクショナルデータ
- 取引関係を明確化するための売買ネットワークデータ

2021/01/19 14:46 現在の情報です。

表題部 (土地の表示)		調製	平成6年5月26日	不動産番号	5000000143690
地図番号	1374 S4・21-2	筆界特定	[余白]		
所在	松山市道後湯之町 [余白]				
①地番	②地目	③地積	㎡	原因及びその日付〔登記の日付〕	
甲 [余白]	宅地	99	17	[余白]	
[余白]	[余白]	[余白]	:	昭和63年法務省令第37号附則第2条第2項の規定により移記 平成6年5月26日	
[余白]	[余白]	107	39	③錯誤 地図作成 [平成18年3月14日]	
権利部 (甲区) (所有権に関する事項)					
順位番号	登記の目的	受付年月日・受付番号	権利者	その他の事項	
1	所有権移転	昭和23年5月10日 第4959号	原因 昭和23年3月19日売買 所有者 松山市	[余白]	
	[余白]	[余白]	順位1番の登記を移記		
2	所有権移転	平成11年2月5日 第4711号	原因 平成10年4月5日相続 所有者 松山市	昭和63年法務省令第37号附則第2条第2項の規定により移記 平成6年5月26日	
3	所有権移転	平成24年12月5日 第38990号	原因 平成18年7月30日相続 所有者 松山市		
4	所有権移転	平成27年12月17日 第36914号	原因 平成27年8月6日買取 所有者 松山市		

Fig. 不動産登記全部事項

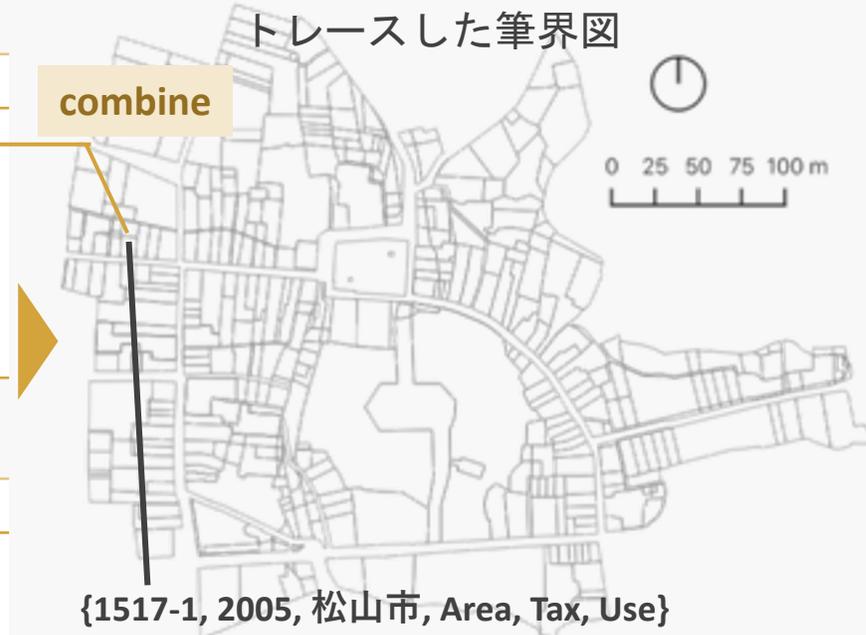
土地所有者と土地の属性

Lot. No	Year	Name
1517-1	2004	Xxx, xxx
1517-1	2005	松山市
1517-1	2006	松山市
...
1517-2	2005	松山市

売買ネットワーク

Year	Seller	Buyer
2004	Xxx, xxx	松山市
...

トレースした筆界図



combine

{1517-1, 2005, 松山市, Area, Tax, Use}

ケーススタディ: 道後温泉周辺の沿革

- 土地取引が活発／交通行動の影響あり／区画の再編なし
 - 18世紀以来の温泉観光地であり戦争や災害による被害がほとんどない

▶モデルケーススタディに最適

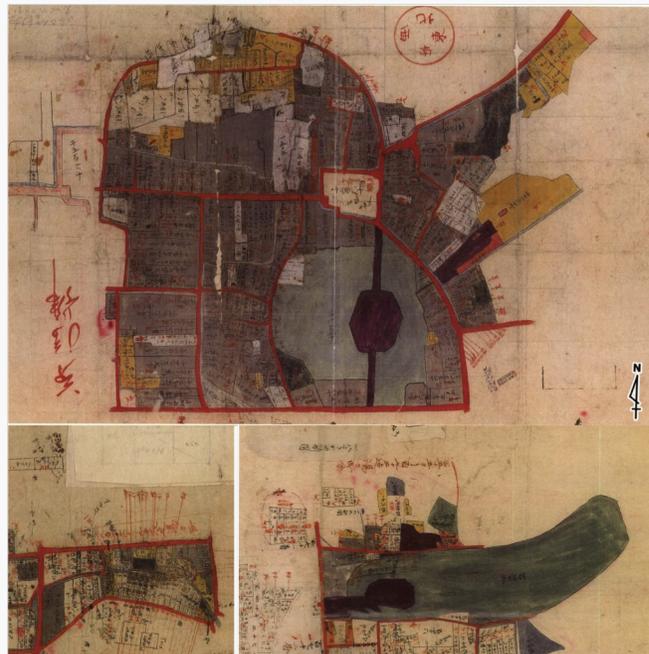


Fig: 筆界図 (1873)

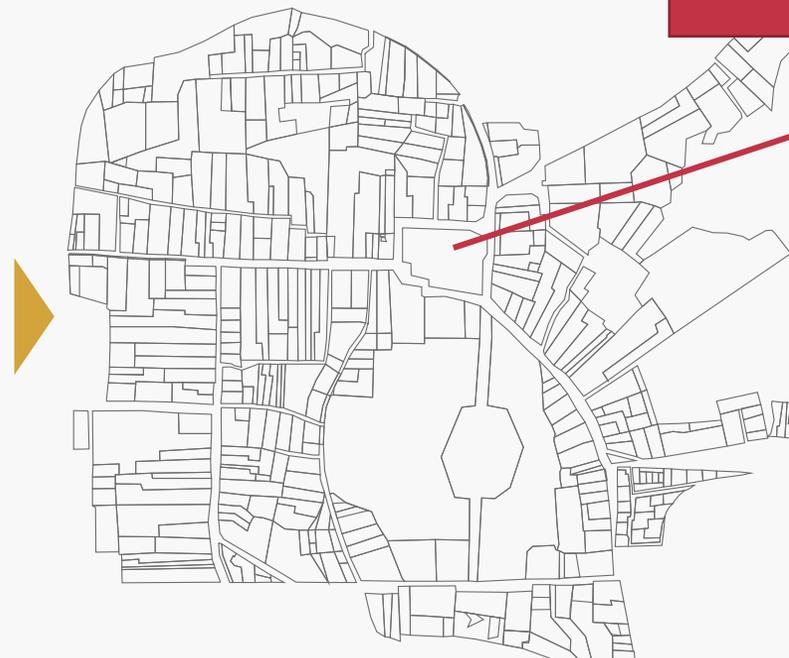


Fig: 筆界図(1873) をトレースした地図

道後温泉本館: 地域にとって地理的、
経済的、心理的中心

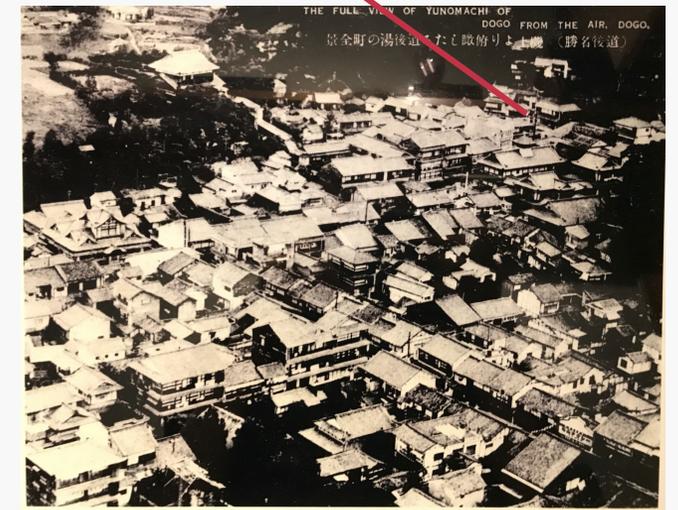


Fig: 19世紀初頭の道後温泉空撮

EM-CNLモデルによる土地所有形態選択問題の定式化

Model1: 土地所有形態選択モデルの提案と多時点推定

EM-CNLモデルによる土地所有形態選択問題

➤ 主体＝土地所有者は土地所有形態（パターン）を選択

目的

- 効用を最大化するためにどのような土地所有形態を選択するかを解明

選択肢集合

- 他者の土地所有形態
- 前年の土地所有形態

貢献

- 70年にわたる土地所有行動の変化の解明
- 土地所有行動の異質性と選択肢の重複の考慮

Example,

選択肢集合 {Pattern1, Pattern23, Pattern24}, から 土地所有者B は Plot 2 と Plot 4 から成る Pattern24 を 選択する

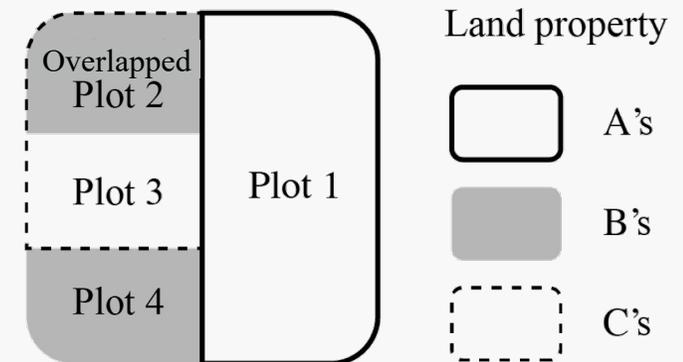


Fig. : 選択肢のイメージ

土地所有形態選択モデルのフレームワーク

➤ CNL モデルベース アロケーションパラメータによる空間相関の構造化

- 選択肢 i を選択する効用:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

- 土地所有形態の選択確率:

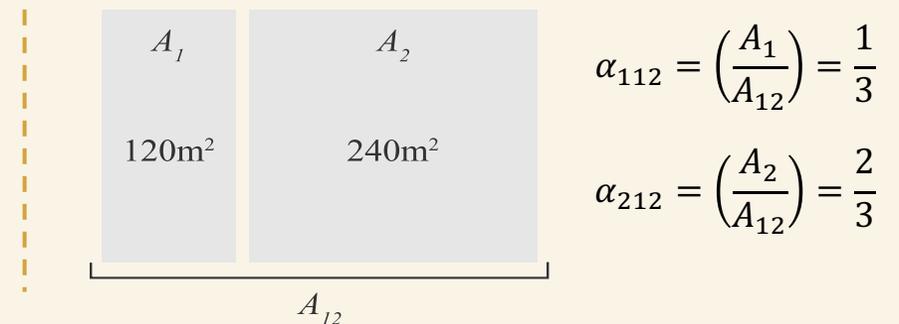
$$P'_i = \sum P'(i|j)P'(j), \quad P'(i|j) = \frac{(\alpha_{ji} \exp(V_i))^{\frac{1}{\mu_j}}}{\sum_{i \in I} (\alpha_{ji} \exp(V_i))^{\frac{1}{\mu_j}}}$$

i : 土地所有形態
 V_i : 効用の確定項
 ε_i : 誤差項

j : 筆 (区画)
 $P'(i|j)$ 条件付き選択確率
 μ_j : 筆のスケールパラメータ
 α_{ij} : アロケーションパラメータ

アロケーションパラメータの設定:

$$\alpha_{ij} = \left(\frac{A_j}{A_i} \right) \delta_{ij} \quad \begin{array}{l} A_j : \text{筆の面積} \\ A_i : \text{所有している筆の総面積} \end{array}$$



土地所有形態選択モデルのフレームワーク

観測できない異質性を潜在クラスモデルで抽出

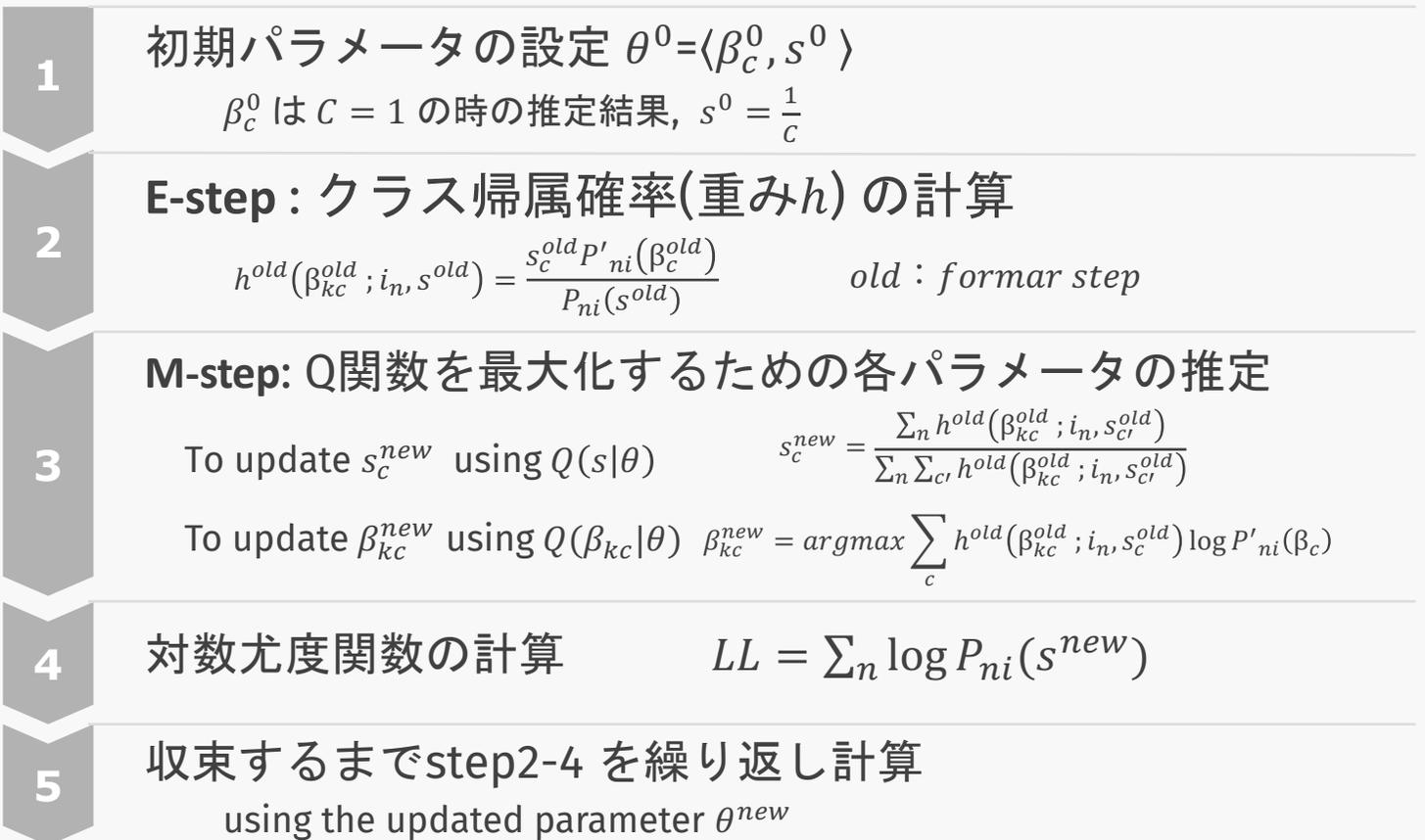
- 各クラス c ごとの土地所有形態選択の確率

$$P'_{ni}(\beta_{kc}) = \frac{\exp(\beta_{kc}x_{kc})}{\sum_{i \in I} \exp(\beta_{kc}x_{kc})}$$

- 土地所有形態の選択確率

$$P_{ni}(s) = \sum_{c \in C} s_c P'_{ni}(\beta_c)$$

- EM algorithm によるパラメータ推定手順(Train, 2008)

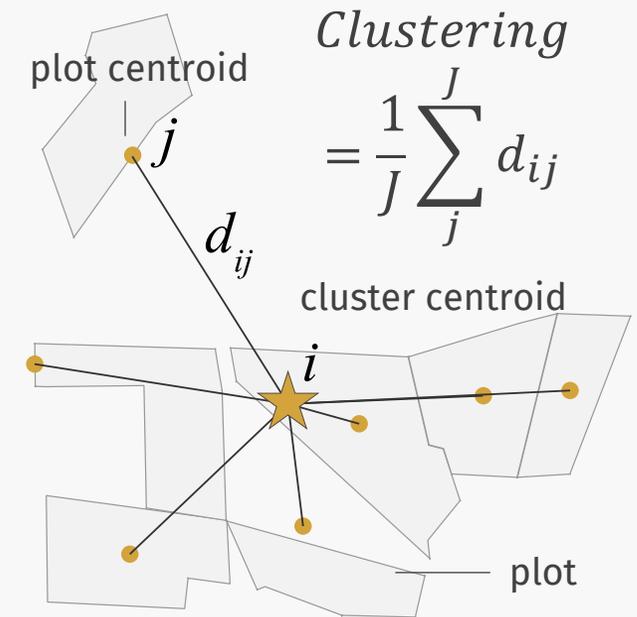


効用関数の定義

➤ 面積, 距離, 宅地率, クラスタ平均距離の4つの属性を設定

$$V_i = \theta_A Area + \theta_D Distance + \theta_H Housingratio + \theta_c Clustering$$

- *Area*: 所有土地の総面積
- *Distance*: 道後温泉本館からの距離 地価の代替変数
高いほど距離が離れていることを表す
- *Housingratio*: 所有土地の宅地率 (面積ベース)
- *Clustering*: 筆クラスタ重心からの平均距離
小さいほど集積的な土地所有形態を選択している
土地の集約化 (land assembly) の指標



Estimation result of CNL model

- 減少する総面積や増大する距離など，選好の経年変化を説明
- *Clustering* はすべての年で負の値 → 土地の集約化選好は安定的

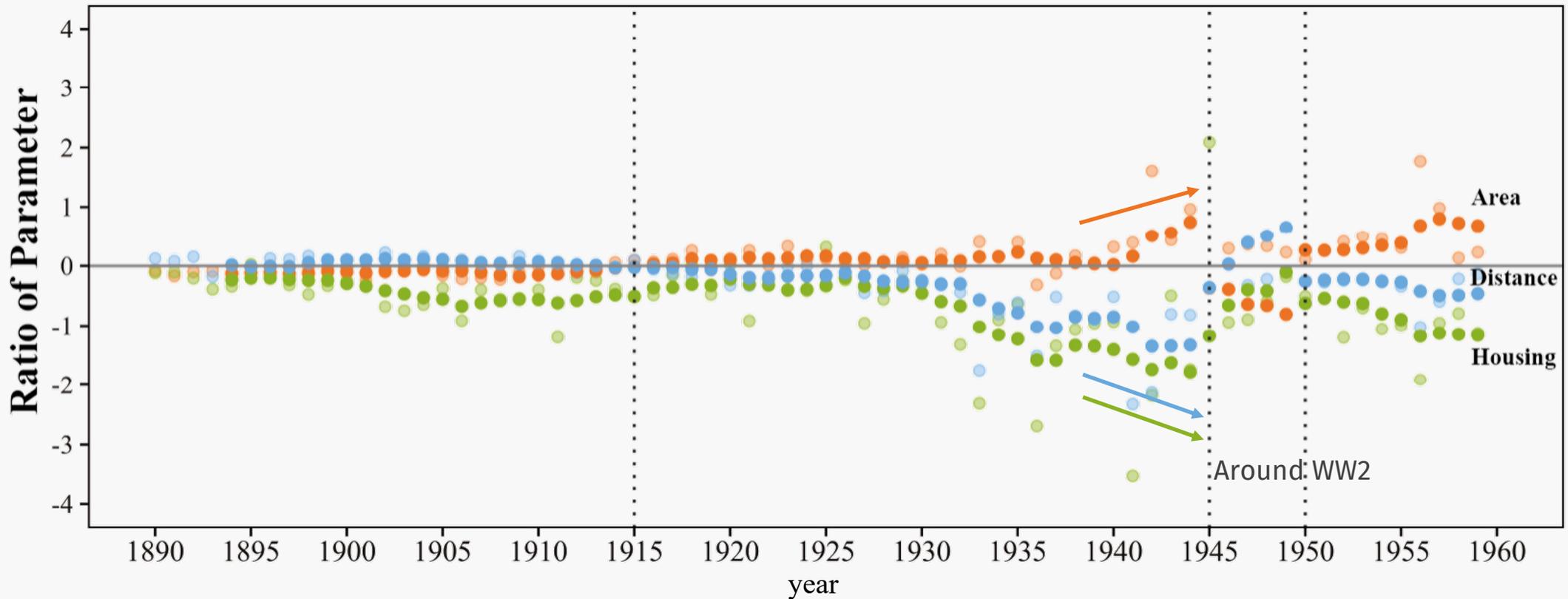


Fig. Parameter Ratios Estimated by the CNL Model and Their Moving Averages, 1890-1960

時間的転移性の検証

➤ 時間的転移性は年によって異なるものの、1914年は20年ほど転移性がある

$$\text{指標} : \rho_{transfer}^2 = 1 - LL_v(\widehat{\theta}^e) / LL_v(\widehat{\theta}^v)$$

1890年は15年程度の予測に有効

1896年はユニークな傾向

1910-1930年は時間的転移性高

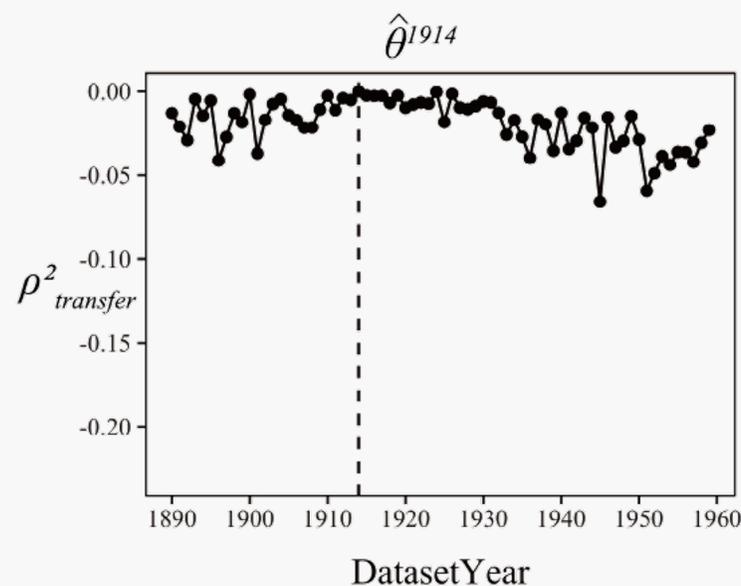
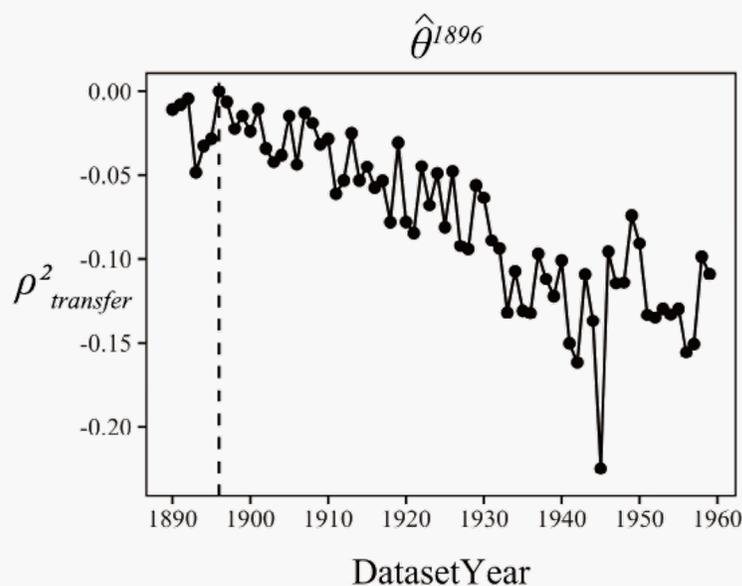
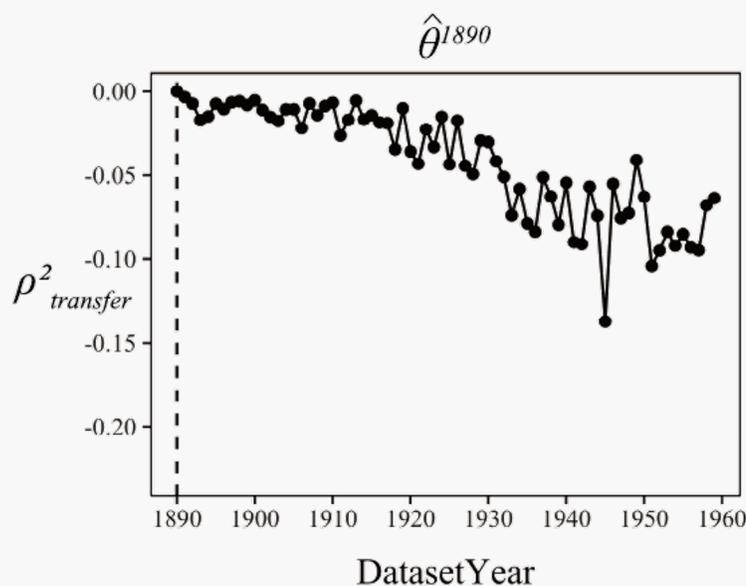


Fig. Temporal transfer performance measure of estimated parameter in 1890, 1896 and 1914

モデルの貢献と課題

貢献

- CNL モデルをベースにし土地所有形態の選択肢の重複を明示化
 - ✓ アロケーションパラメータによって空間相関を構造化
- 実データによる70年にわたる土地所有行動の変化の解明
- *Clustering* パラメータから土地の集約化トレンドを解明
 - ✓ *Distance* パラメータは一般的な都市の発展過程との整合性を提示

課題

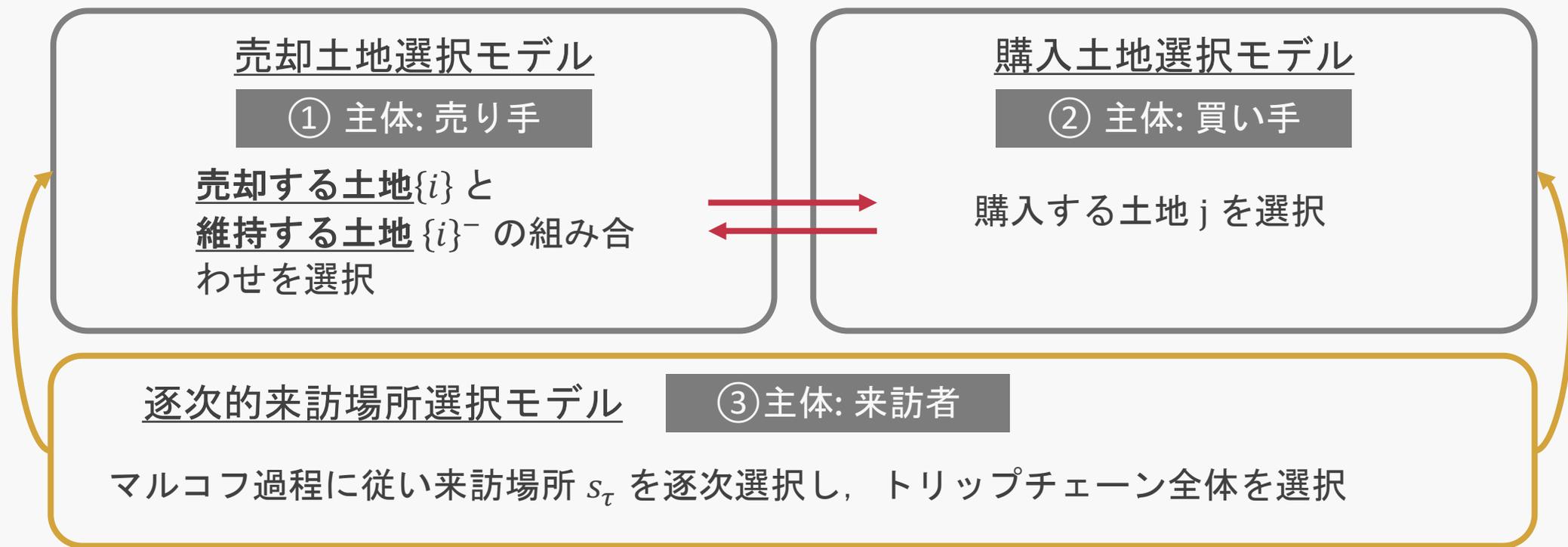
- EM algorithm を用いることで生じる収束性とバリデーション
- ネスト係数パラメータの推定

ミクロな土地取引-交通相互作用モデル

Model2 : 土地取引と再帰的なトリップチェーン選択モデルの提案

ミクロな土地取引-交通相互作用モデル

- 目的: 3つの主体から構成される土地取引と来訪行動の相互作用性を解明



貢献

- 実売買データと行動データからゾーン内の相互作用が生じていることを明らかにした

ミクロな土地取引-交通相互作用モデル

- 2つの相互作用を考慮 ①土地の売りと買い ② 土地取引と来訪場所選択

売却土地選択モデル

$$V_{\{\{i\},\{i\}^-\}} = \theta_{\{i\}^-}^T X_{\{i\}^-} + \alpha_{\{i\}^-} \sum_{r, i_r \in I^s} N Q_r + \gamma_{\{i\}} \sum_{r, i_r \in I^s} \delta_r^{buy}(\hat{\theta}_{buy})$$

土地属性項 交通行動項 相互推論項

購入土地選択モデル

$$V_j = \theta_j^T X_j + \alpha_j \sum_{r, i_r \in J} N Q_r + \gamma_j \sum_{r, i_r \in J} \delta_r^{sell}(\hat{\theta}_{sell})$$

土地属性項 交通行動項 相互推論項

①

②

逐次的来訪場所選択モデル

$$P^d(s_{\tau+1}|s_\tau) = \frac{e^{\frac{1}{\mu}\{v(s_{\tau+1}|s_\tau; \theta) + \beta V^d(s_{\tau+1})\}}}{\sum_{s'_{\tau+1} \in \mathcal{S}(s_\tau)} e^{\frac{1}{\mu}\{v(s'_{\tau+1}|s_\tau; \theta) + \beta V^d(s'_{\tau+1})\}}}$$

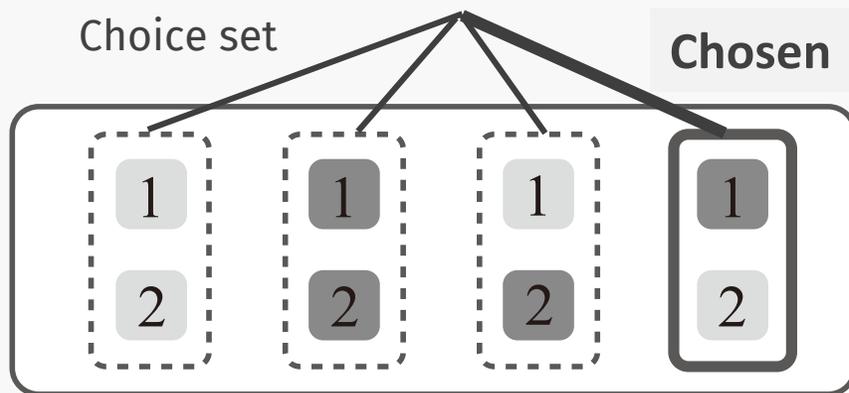
売却土地選択モデル

● 選択行動

売却する土地 $\{i\}$ と維持する土地 $\{i\}^-$ の組み合わせを選択

● 選択肢集合

所有する土地に対する売り／維持の組み合わせ



● 効用の確定項

$$\begin{aligned}
 & V_{\{\{i\}, \{i\}^-\}} \\
 &= \underbrace{\theta_{sell}^T X_{\{i\}^-}}_{\text{土地属性項}} + \underbrace{\alpha_{sell} \sum_{l, i_l^- \in I^s} N Q_l}_{\text{交通行動項}} \\
 &+ \underbrace{\gamma_{sell} \sum_{l, i_l \in I^s} \delta_l^{buy} (\hat{\theta}_{buy})}_{\text{相互推論項}}
 \end{aligned}$$

- l : リンク
- $\hat{\theta}_{Buy}$: 購買モデルの推定値
- 推定パラメータ : $\theta_{sell} = (\theta_{sell}, \alpha_{sell}, \gamma_{sell})$

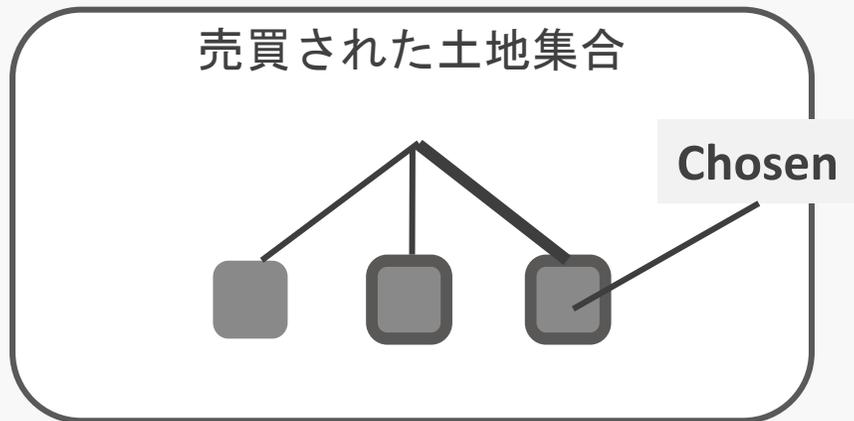
購入土地選択モデル

● 選択行動

買い地主は購入する土地 j を選択

● 選択肢集合

売買された土地の中からランダムサンプリング



● 効用の確定項

$$V_j = \theta_{buy}^T X_j + \alpha_{buy} \sum_{l, j_l \in I^s} N Q_l$$

土地属性項

交通行動項

$$+ \gamma_{buy} \sum_{l, j_l \in J} \delta_l^{sell} (\hat{\theta}_{sell})$$

相互推論項

- l : リンク
- $\hat{\theta}_{sell}$: 売却モデルの推定値
- 推定パラメータ: $\theta_{Buy} = (\theta_{buy}, \alpha_{buy}, \gamma_{buy})$

逐次的来訪場所選択モデル

- 選択行動

マルコフ過程に従い来訪場所 s_t を逐次選択し、トリップチェーン全体を選択

- 選択肢集合

状態推移が観測された来訪場所

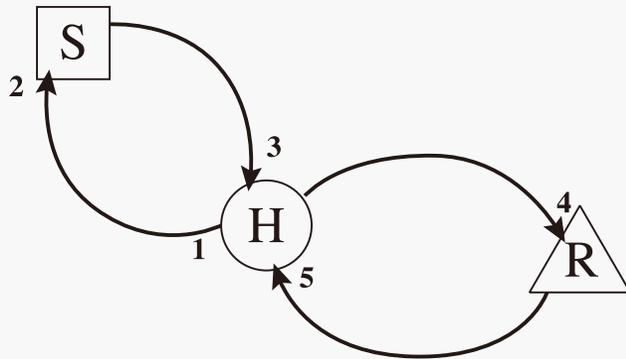


Fig: 逐次的な来訪場所選択モデルの模式図

- 期待効用 (Bellman equation)

$$\begin{aligned} V^d(s_t) &= \mathbb{E} \left[\max_{s_{t+1} \in \mathcal{S}(s_t)} \left\{ \underbrace{v(s_{t+1}|s_t)}_{\text{即時効用}} + \beta \underbrace{V^d(s_{t+1})}_{\text{期待最大効用}} + \underbrace{\mu_{s_t} \varepsilon(s_{t+1})}_{\text{誤差項}} \right\} \right] \quad (1) \end{aligned}$$

- 来訪場所 s_t から s_{t+1} への遷移確率

$$P^d(s_{t+1}|s_t) = \frac{e^{\frac{1}{\mu}\{v(s_{t+1}|s_t; \theta) + \beta V^d(s_{t+1})\}}}{\sum_{s'_{t+1} \in \mathcal{S}(s_t)} e^{\frac{1}{\mu}\{v(s'_{t+1}|s_t; \theta) + \beta V^d(s'_{t+1})\}}} \quad (2)$$

各モデルの説明変数

● 土地取引モデル（売却土地選択モデル・購入土地選択モデル共通）

<i>Selling and buying land choice</i>			
	Parameter	Attribute	Description
土地属性項	CC dist.	Cluster centroid distance	Average distance from the centroid of land sale or purchase to the centroid of clusters calculated from Ward's method clustering of previously owned land(/10m)
	FL	Length of frontage	The length of the side facing the road, or 0 if the parcel does not face the road (/10m)
交通行動項	Est visit vol.	The volume of visits	the value obtained by allocating the estimated parameters of the visit place choice model for each year according to Fosgerau(2013) and aggregating the allocation results for each link (/10)
相互推論項	Est land vol.	Estimated volume of buys or sales	the number of lands purchase and sale per link, calculated respectively from the land buying and selling model estimation parameters

● 逐次的来訪場所選択モデル

<i>Visit place choice</i>			
	Parameter	Attribute	Description
場所の属性	S	Bathing facilities	Dummy variable with 1 being Bathing facilities.
	R1	Store & Shop	Dummy variable with 1 being the store & shop for visitor
	R2	Historical site	Dummy variable with 1 being the historical site.
	Trans dum	Dummy variable of land transactions	Dummy variable becomes 1 when a land transaction for each link to which the location belongs (for each period). For the "non-interaction" and "One-way" method
	Trans land	The transaction coefficient	The land transaction coefficient defined Eq(19). Based on the estimated volume.
開発プロジェクトダミー	Dist.	Distance	Distance between the location of visit place(/100m)
	PJ1	Project in front public bath house	Dummy variable with 1 being the location to visit within the project area (1) 50m buffer shown in Fig.6.3.
	PJ2	Project in front of the station	Dummy variable with 1 being the location to visit within the project area (2) 50m buffer shown in Fig.6.3.

各モデルの説明変数

各モデルにおける相互作用項

- 土地取引モデル

交通行動項

- Est visit vol. : 交通行動側の推定パラメータを用いた配分結果をリンクごとに集計した値

相互推論項

- Est land vol. : 推定パラメータから算出されたリンクごとの土地取引数

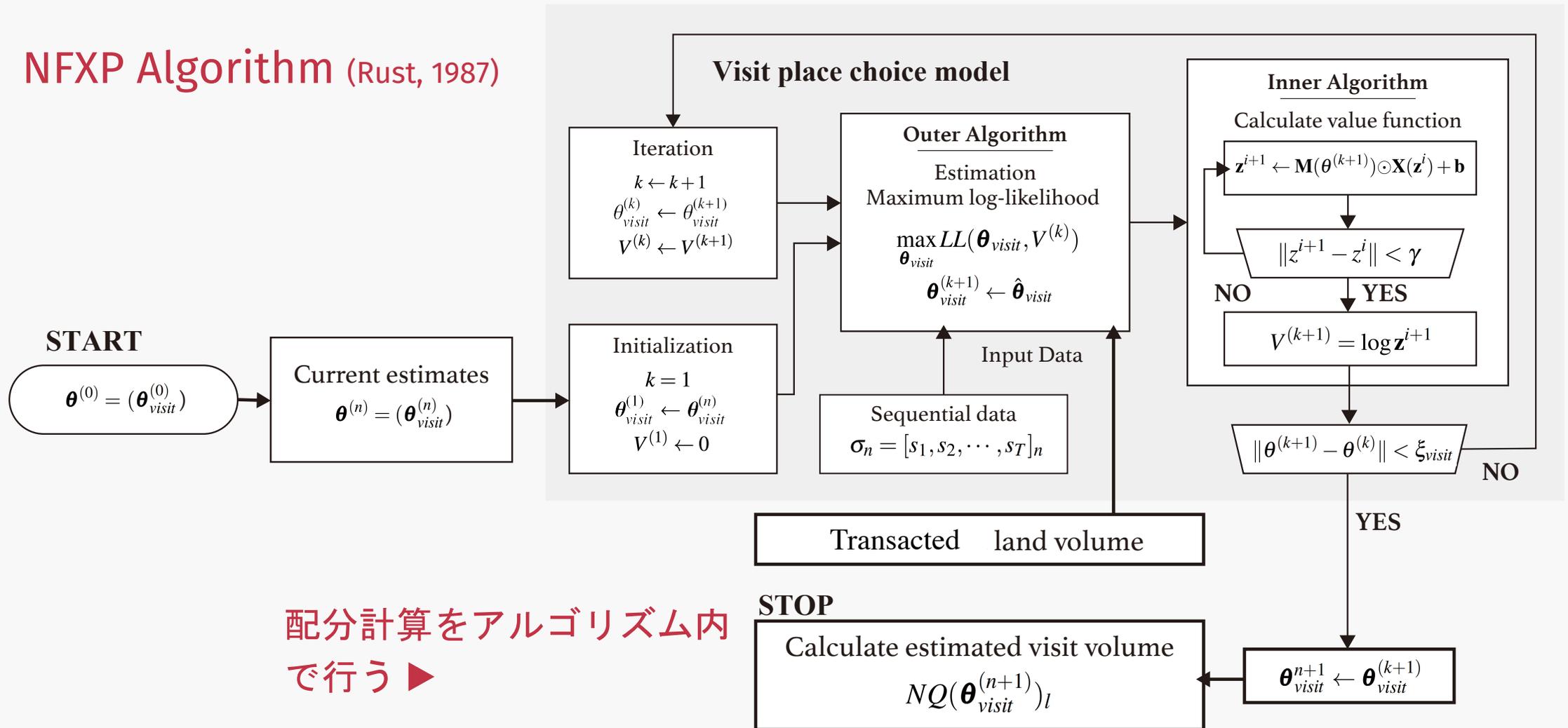
- 逐次的来訪場所選択モデル

Attributes of place

- Trans dum : 各リンクに土地取引があった場合に1になるダミー変数
- Trans land : 土地取引係数 -- 買い量 > 売り量の時に正, 買い量 < 売り量の時に負

推定アルゴリズム: 逐次的な来訪場所選択モデル

NFXP Algorithm (Rust, 1987)



配分計算をアルゴリズム内で行う ▶

Fig.: Transacted land volume を用いた逐次的な来訪場所選択モデルの推定アルゴリズム

推定アルゴリズム: 土地取引モデル

提案アルゴリズム

Nested pseudo-likelihood

estimation Algorithm (Aguirregabiria, and Mira, 2002) を元で作成

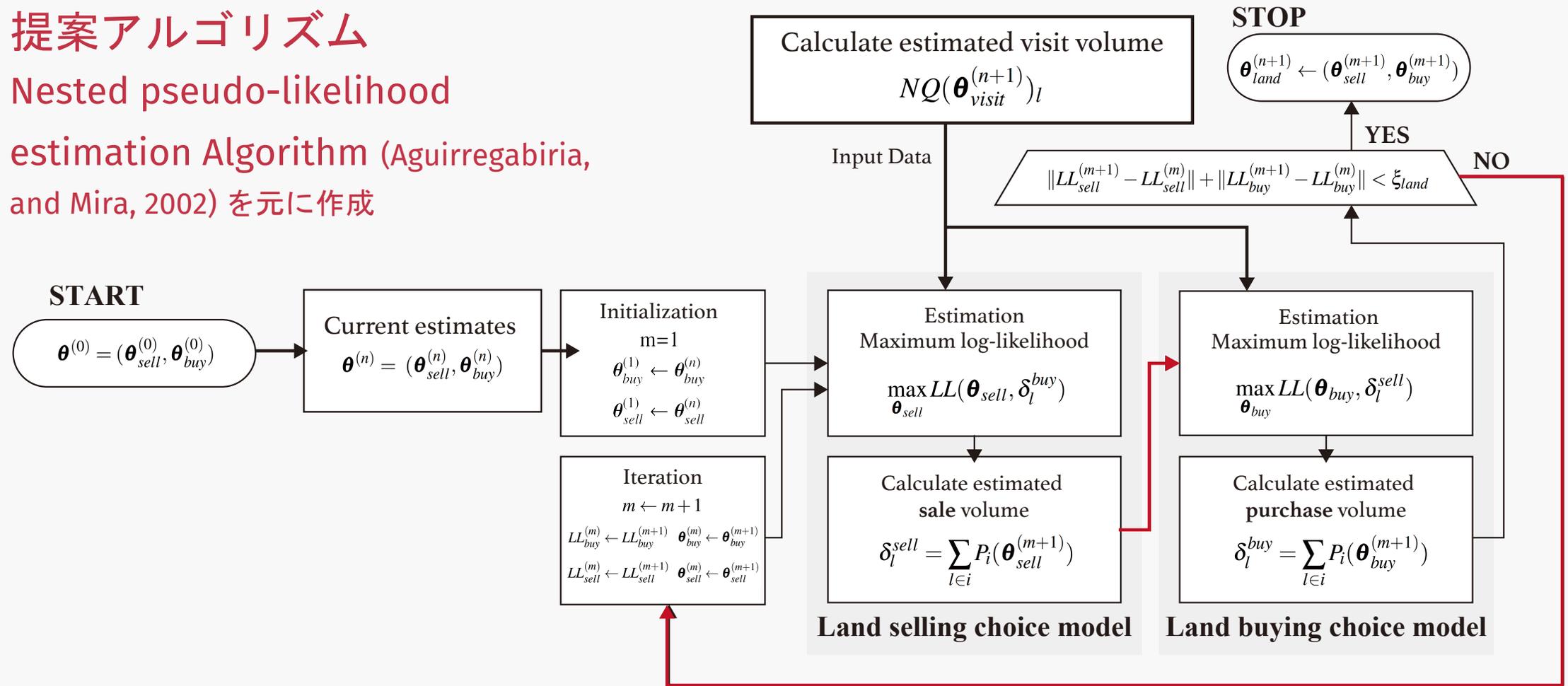


Fig.: 来訪者量を推定した土地取引モデルの部分の推定アルゴリズム

第1期（2009）データの推定結果

➤ 購入=需要の少ないリンクの土地が購入される，負の相互作用

Param.	Non-interaction				One-way				Integrated					
	Selling	Buying	Param.	Visit	Param.	Selling	Buying	Param.	Visit	Param.	Selling	Buying	Param.	Visit
CC dist.	-2.29	-1.30	S	1.76	CC dist.	-2.53	-1.21	S	1.76	CC dist.	-2.47	-1.25	S	1.58
t-value	-6.85	-3.24	t-value	5.30	t-value	-5.71	-3.23	t-value	5.30	t-value	-5.60	-3.29	t-value	4.49
FL	2.62	0.67	R1	1.35	FL	1.50	0.38	R1	1.35	FL	1.59	0.51	R1	1.42
t-value	22.28	1.65	t-value	4.99	t-value	10.63	0.85	t-value	4.99	t-value	11.49	1.12	t-value	5.27
Est visit vol.	-	-	R2	1.91	Est visit vol.	2.43	-1.86	R2	1.91	Est visit vol.	1.11	-2.11	R2	1.88
t-value	-	-	t-value	7.69	t-value	2.76	-0.55	t-value	7.69	t-value	3.91	-0.89	t-value	7.49
Est land vol.	-	-	Trans dum.	0.73	Est land vol.	-7.17	-1.03	Trans dum.	0.73	Est land vol.	-6.32	-0.53	Trans. land	0.17
t-value	-	-	t-value	2.49	t-value	-13.61	-1.41	t-value	2.49	t-value	-12.66	-0.80	t-value	1.68
			Dist.	-0.03				Dist.	-0.03				Dist.	-0.02
			t-value	-0.39				t-value	-0.39				t-value	-0.34
			PJ1	0.98				PJ1	0.98				PJ1	1.07
			t-value	3.25				t-value	3.25				t-value	3.26
			PJ2	1.40				PJ2	1.40				PJ2	1.45
			t-value	6.42				t-value	6.42				t-value	6.16
L(0)	-1541.35	-79.02		-399.09	-1541.35	-79.02		-399.09		-1541.35	-79.02		-399.14	
LL	-928.86	-37.93		-314.26	-722.24	-36.29		-316.96		-727.53	-37.14		-315.78	
ρ^2	0.40	0.51		0.20	0.53	0.53		0.19		0.53	0.52		0.19	
BIC	1872.86	83.95		659.86	1474.76	88.75		665.26		1485.33	90.46		662.88	
Sample	1938	57		88	1938	57		88		1938	57		88	
Time(sec.)	364.34	41.56		161.67		1620.48		161.67					7398.94	

Table: Estimation Result of the 1st term (2009-2013) Compared to Algorithm Type Non-interaction, One-way, and Integrated

第2期（2017）データの推定結果

➤ 購入=需要の少ないリンクの土地が購入される，負の相互作用

Param.	Non-interaction				One-way				Integrated					
	Selling	Buying	Param.	Visit	Param.	Selling	Buying	Param.	Visit	Param.	Selling	Buying	Param.	Visit
CC dist.	-2.80	-2.59	S	0.22	CC dist.	-2.52	-2.00	S	0.22	CC dist.	-2.55	-2.02	S	-0.05
t-value	-4.53	-1.94	t-value	0.43	t-value	-3.86	-1.40	t-value	0.43	t-value	-3.84	-1.41	t-value	-0.11
FL	2.40	0.40	R1	1.47	FL	1.82	0.23	R1	1.47	FL	1.84	0.22	R1	1.82
t-value	17.68	1.26	t-value	2.33	t-value	11.91	0.69	t-value	2.33	t-value	11.95	0.67	t-value	2.85
Est visit vol.	-	-	R2	0.78	Visit vol.	0.86	-1.53	R2	0.78	Visit vol.	0.90	-7.73	R2	0.91
t-value	-	-	t-value	1.60	t-value	2.07	-0.40	t-value	1.60	t-value	3.80	-0.40	t-value	1.81
Est land vol.	-	-	Trans. dum.	0.28	Est land vol.	-4.03	-1.33	Trans. dum.	0.28	Est land vol.	-4.02	-1.16	Trans. land	-2.94
t-value	-	-	t-value	0.46	t-value	-7.80	-1.61	t-value	0.46	t-value	-7.78	-1.44	t-value	-2.53
			Dist.	0.20				Dist.	0.20				Dist.	0.22
			t-value	3.93				t-value	3.93				t-value	4.09
			PJ1	1.09				PJ1	1.09				PJ1	-1.36
			t-value	2.63				t-value	2.63				t-value	-1.26
			PJ2	-0.05				PJ2	-0.05				PJ2	-0.21
			t-value	-0.08				t-value	-0.08				t-value	-0.33
L(0)	-957.45	-58.22		-122.81	-957.45	-58.22		-122.81		-957.45	-58.22			-122.77
LL	-601.65	-31.13		-107.07	-549.50	-28.77		-106.84		-538.96	-28.82			-103.57
ρ^2	0.37	0.45		0.07	0.42	0.49		0.07		0.43	0.44			0.10
BIC	1217.45	69.74		247.54	1127.29	72.48		247.07		1106.21	72.59			240.53
Sample	1180	42		118	1180	42		118		1180	42			118
Time(sec.)	237.76	21.62		132.581		1032.85		132.581						8157.43

Table: Estimation Result of the 2nd term (2017-2021) Compared to Algorithm Type Non-interaction, One-way, and Integrated

モデルの貢献と課題

貢献

- 土地所有者間 / 土地取引と逐次来訪場所選択の相互作用をモデル化
- 実売買データと行動データからゾーン内の相互作用が生じていることを明らかにした
 - ✓ 売りと買いの間に負の相関関係があることを提示

課題

- 解の一意性の保証
- 価格決定のメカニズム
- 土地利用モデルとの結合

貢献

- 集計分析だけではわからなかった地主の行動を推定によって解明
 - 小規模地主の増加 (Model 1)
 - 土地の集約化への正の選好:
 - 約150年間にわたり、一貫して土地の集約化が好まれていた (Model 1, 2).
 - 個々の土地の取引が存在し、取引には負の相関がある (Model 2).
 - 多くの人を訪れるほどその土地を維持しようとする (Model 2).
- 提案モデルは、土地所有制度が正確に運用されている地域で、ケーススタディと似た商業地域であれば応用可能

Conclusion and Discussion

今後の課題

- 他地域への応用: ヨーロッパの観光地なら可か
 - 古くからの観光地
 - 土地所有状況が正確に記録されている地域
 - 大規模な区画の再編が存在しない
 - 交通行動の影響が相互的にある
- 土地利用モデルとの結合
 - 土地取引と土地利用の関係をモデリングし、同時推定を行う
- 市場精算アルゴリズムの提案
 - 土地の需要と供給について

道後における土地取引状況

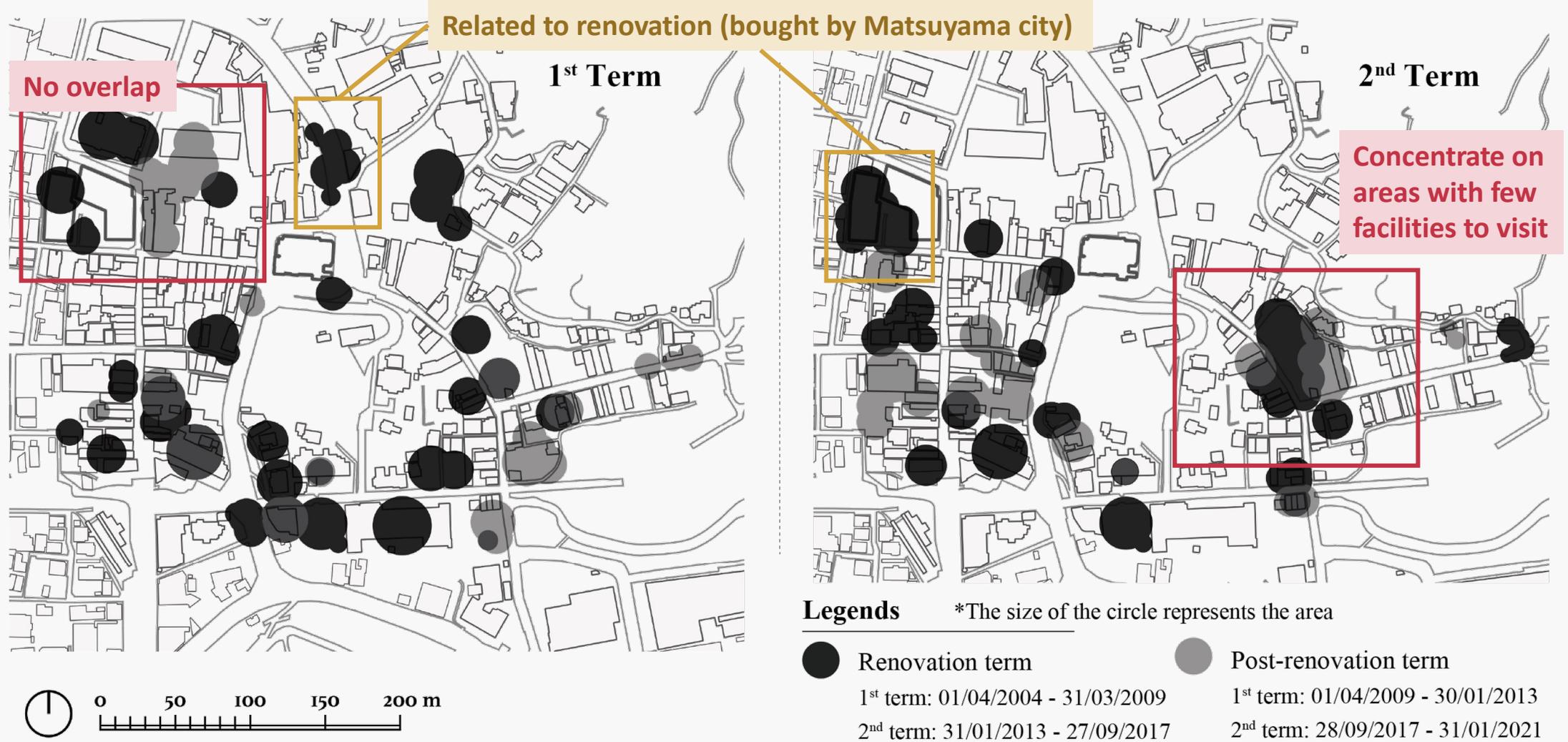


Fig: Parcels for which the transfer of ownership was registered by reason of [purchase and sale] [acquisition] during the period from April 1, 2004 to January 31, 2021, according to the entire real estate registration

YRMH-IGYT アルゴリズム

- You Request My House - I Get Your Turn
- マッチングアルゴリズムのうち逐次独裁 (serial dictatorship :SD) アルゴリズムの一種
 - 逐次独裁アルゴリズム=各ステップにおいて他人を考慮せずに自分にとって良いものを選ぶ
- 混合所有の場合を考慮している
 - 混合所有：私的所有と公的所有が混在している状態。既に財を所有している人とそうでない人と誰にも所有されていない財が同時に存在する状態。
- パレート効率的かつ耐戦略性を満たしている (証明略)

YRMH-IGYT アルゴリズム

ステップ1：新規申込者と現テナントからなる全ての個人に対して、ランダムに優先順序を決定する

ステップ2：優先順位1番目の個人は全ての家の中で最も好きな家を要求し配分される。順位2番目の個人は残っている家のなかで好きな家を要求し配分される。これを誰かが既に所有している家を要求するまで繰り返す。

ステップ3：もし現テナントに既に家が配分されているならば、次の個人に進む。そうでない場合、対立を起こす個人以降の全員の配分を取り消し、現テナントと対立を起こす個人の順序を入れ替える。入れ替えてステップ2を実行する。

ステップ4：サイクルが形成された時、個人が要求する家を配分し、サイクルにいる全ての個人を除いたあと、アルゴリズムを続ける。

参考文献

- Ward, D., 1962. The pre-urban cadaster and the urban pattern of leeds. *Annals of the Association of American Geographers* 52, 150–166.
- Mortimore, M., 1969. Landownership and urban growth in bradford and its environs in the west riding conurbation, 1850-1950. *Transactions of the Institute of British Geographers* , 105–119.
- Springett, J., 1982. Landowners and urban development: the ramsden estate and nineteenth-century huddersfield. *Journal of Historical Geography* 8, 129–144.
- Goodchild, R.N., Munton, R.J.C., 1985. *Development and the landowner: an analysis of the British experience*. Taylor & Francis.
- Kobayashi, S., 1971. *Tokyo ni okeru Toshichi-Shoyu to Toshi-Keisei* (urban land ownership and urban formation in tokyo). *Journal of the City Planning Institute of Japan* 6, 15–20.
- Natake, N., 1999. *Senzenki ni Okeru Osaka Toshin no Tochi Shoyu Kouzou* (the structure of land ownership in central osaka in the prewar period). *Tochi-Seidoshi-Gaku* 41, 33–48.
- Morita, T., 2007. *Kindai Tochi-Seido to Fudousan Keiei* (Modern Land System and Real Estate Management). Hanawa Shobou.
- Matsuyama, M., 2014. *Edo Tokyo no toshi-shi: Kindai ikouki no toshi, kenchiku, shakai* (Urban History of Edo and Tokyo: Cities, Architecture, and Society in the Modern Transition). Tōkyō Daigaku Shuppankai.

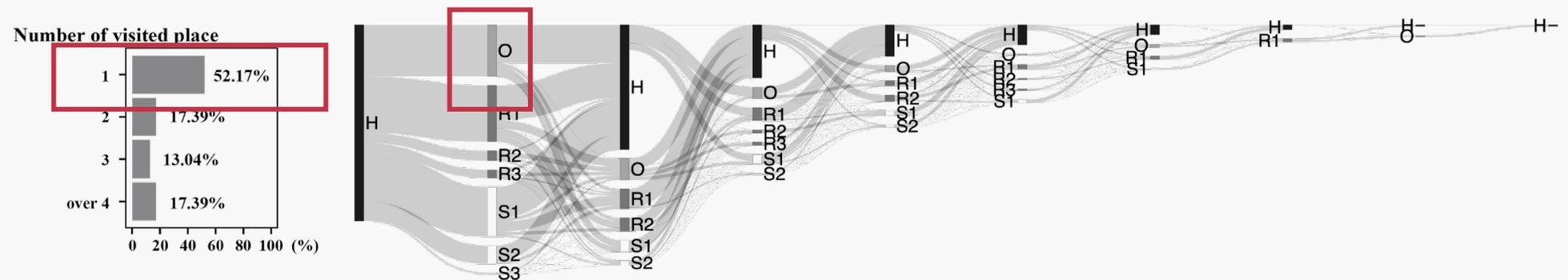
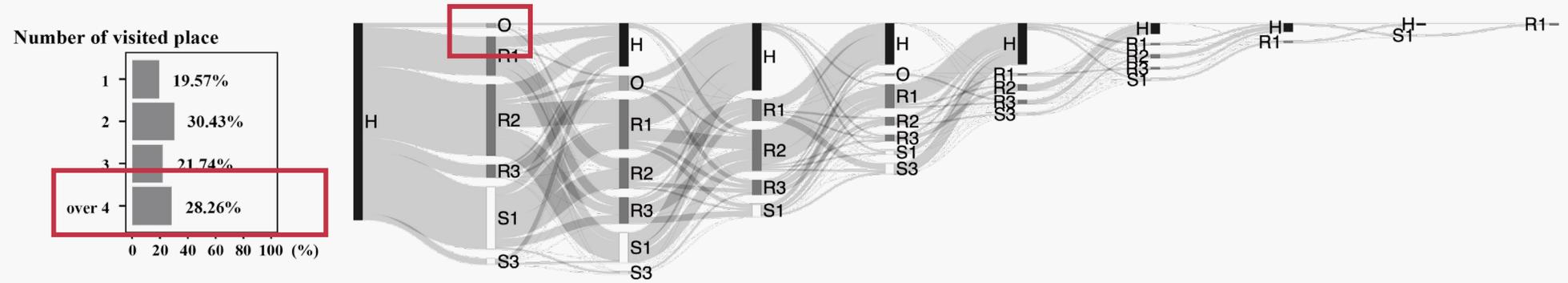
参考文献

- Eckart, W., 1985. On the land assembly problem. *Journal of Urban Economics* 18, 364–378.
- Strange, W.C., 1995. Information, holdouts, and land assembly. *Journal of urban Economics* 38, 317–332
- Jana, A., Basu, R., Mukherjee, C., 2020. A game theoretic approach to optimize multi-stakeholder utilities for land acquisition negotiations with informality. *Socio-Economic Planning Sciences* 69, 100717.
- Brooks, L., Lutz, B., 2016. From today's city to tomorrow's city: An empirical investigation of urban land assembly. *American Economic Journal: Economic Policy* 8, 69–105.
- Lindenthal, T., Eichholtz, P., Geltner, D., 2017. Land assembly in amsterdam, 1832–2015. *Regional Science and Urban Economics* 64, 57–67.
- Train, K.E., 2008. Em algorithms for nonparametric estimation of mixing distributions. *Journal of Choice Modelling* 1, 40–69.
- Oyama, Y., Hato, E., 2017. A discounted recursive logit model for dynamic gridlock network analysis. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 85, 509–527.
- Rust, J., 1987. Optimal replacement of GMC bus engines: An empirical model of harold zurcher. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* , 999–1033.
- Aguirregabiria, V., Mira, P., 2002. Swapping the nested fixed point algorithm: A class of estimators for discrete markov decision models. *Econometrica* 70, 1519–1543.

Appendix

実データによるトリップチェーン分析

➤ 2009年と2017年ではチェーンの長さや遷移可能性が大きく異なる



Legends

H:Hotel S1: Dogo Onsen Honkan S2:New bathing facility S3:Other and foot-baths R1:Stores, souvenir shops, restaurant
 R2:Temples, shrines, historic sites, and famous places R3:Other facilities O:Outer area

Fig. ホテルを発着とするトリップチェーンを形成した回答者の来訪場所の遷移図（ホテルを出発しホテルに戻らない回答者を除く）

Data Description

➤ Average size of land holdings had decreased, and many landowners owned land

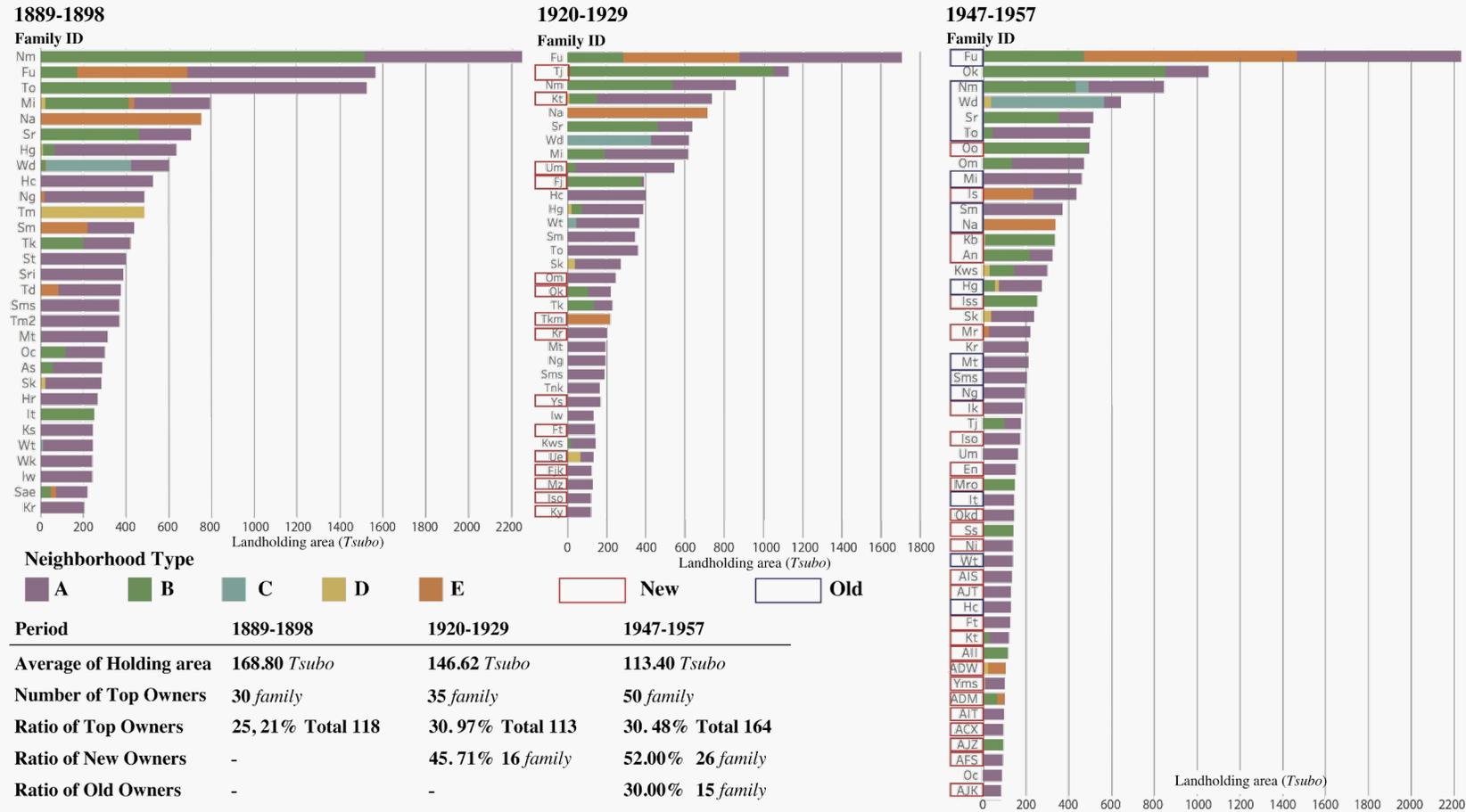


Fig. Rank of Land Area Owned by Top Landowners with 80% of the City's Total Land Area and Land Area Owned by Each District

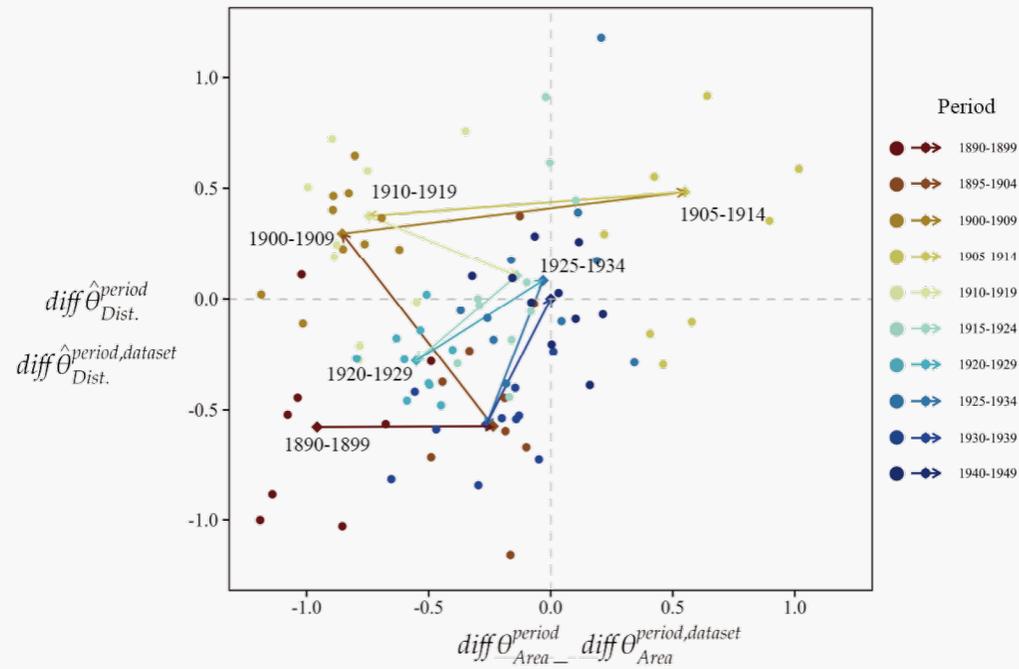
Estimation Result of EM-CNL model

TABLE 4.1: Estimation Result CNL model and CNL model using EM Algorithm

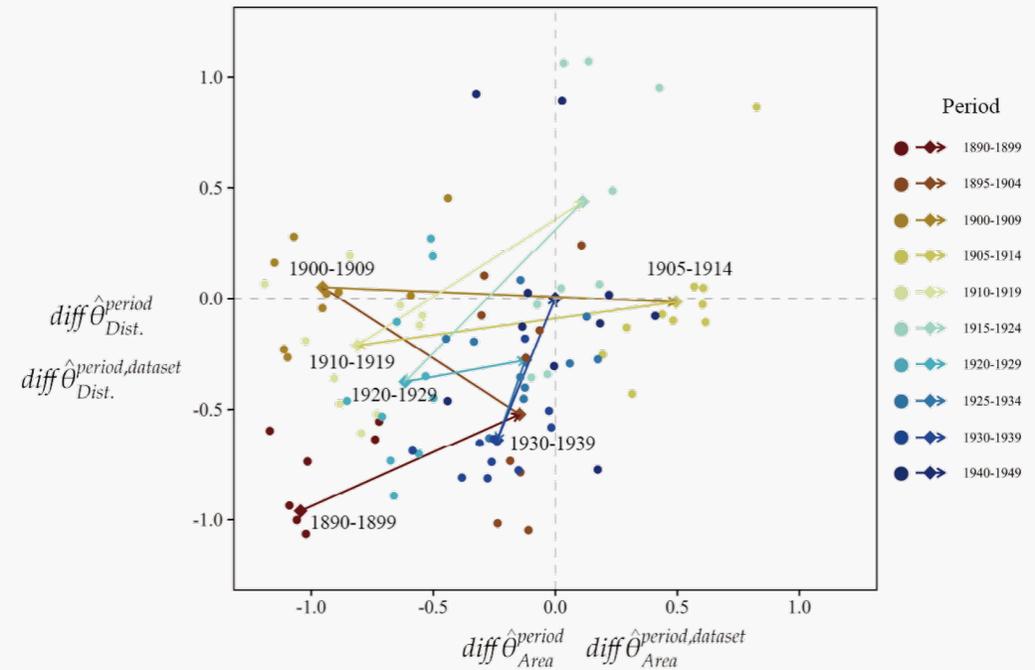
Year	1890			1929			1959			
	Model	CNL	EM-CNL Class1	Class2	CNL	EM-CNL Class1	Class2	CNL	EM-CNL Class1	Class2
Share			0.503	0.4		0.604	0.4		0.6	0.4
β_S Est.		0.091	0.425	-0.209	-0.118	-0.403	0.35	-0.151	-0.033	-0.368
t -value		0.613	-0.889	1.78*	-0.827	1.241	-2.059**	-1.639	-2.398**	-0.273
β_D Est.		-0.141	-0.568	-0.09	0.074	-0.249	0.774	0.086	-0.31	0.6
t -value		-0.873	-0.35	-2.012**	0.534	2.805***	-1.342	0.801	3.465***	-1.919*
β_H Est.		0.132	2.528	-2.013	0.21	-0.597	1.936	0.743	1.948	-0.132
t -value		0.429	-3.204***	3.927***	0.658	2.778***	-1.418	2.69***	-0.331	3.595***
β_C Est.		-1.14	-0.628	-2.04	-0.874	-0.569	-1.747	-0.662	-1.991	0.761
t -value		-3.474***	-3.188***	-1.416	-2.969***	-3.015***	-1.481	-3.087***	2.185**	-5.365***
Count		89	89		109	109		169	169	
$L(0)$		-125.101	-125.101		-154.007	-154.007		-235.558	-235.558	
LL		-114.527	-112.228		-135.856	-134.928		-200.947	-198.18	
ρ^2		0.085	0.103		0.118	0.124		0.147	0.159	
adj. ρ^2		0.053	0.039		0.092	0.072		0.13	0.125	

Validation of Sampling Protocol for dRL Model

● Random Sampling



● MCMC sampling



Bootstrapping Result: Random or MCMC sampling

	1890-1899		1895-1904		1900-1909	
	Random	MCMC	Random	MCMC	Random	MCMC
Bias	0.010	-0.223	0.094	0.965	0.277	-0.232
σ^2	0.117	0.199	0.385	0.327	0.051	0.047
	1905-1914		1910-1919		1915-1924	
	Random	MCMC	Random	MCMC	Random	MCMC
Bias	0.189	0.011	0.652	-0.277	0.104	0.393
σ^2	0.348	0.116	0.233	0.071	0.181	0.423
	1920-1929		1925-1934		1930-1939	
	Random	MCMC	Random	MCMC	Random	MCMC
Bias	-0.008	0.357	-0.091	0.015	-0.038	0.172
σ^2	0.024	0.150	0.203	0.040	0.036	0.036
	1940-1949					
	Random	MCMC				
Bias	0.090	0.128				
σ^2	0.042	0.289				

$$Bias = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_b^* - \hat{\theta}$$

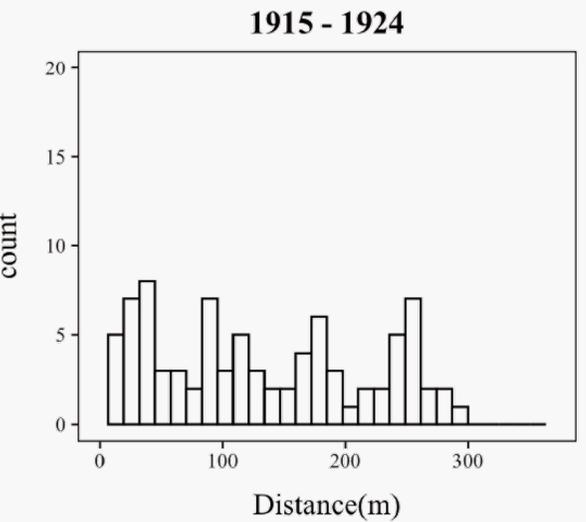
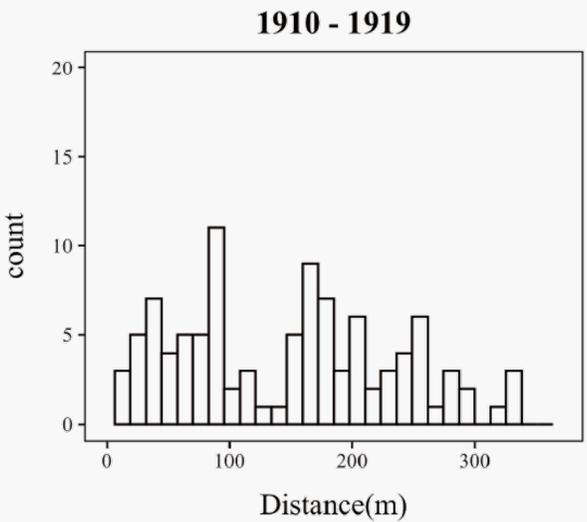
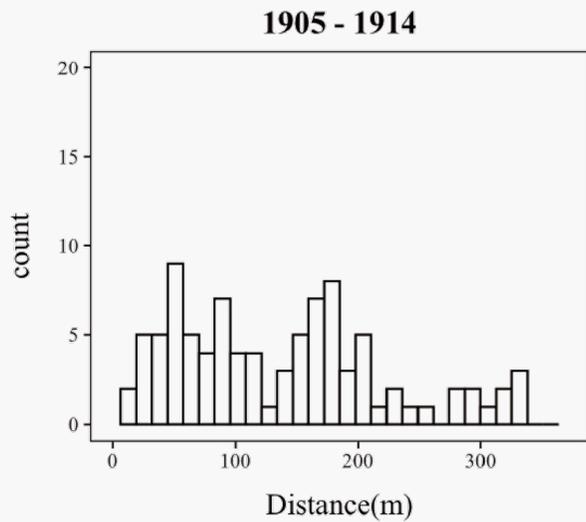
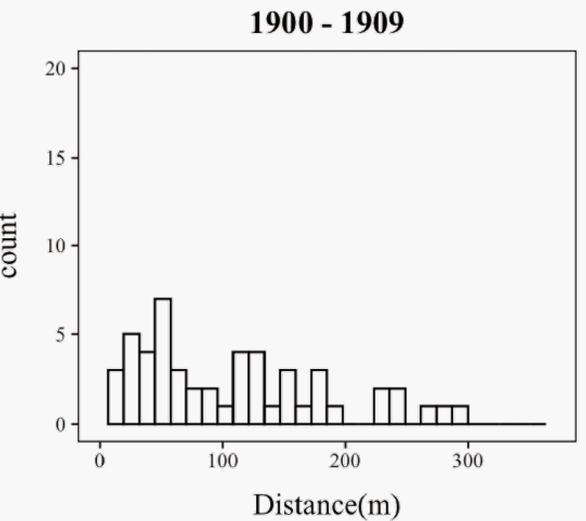
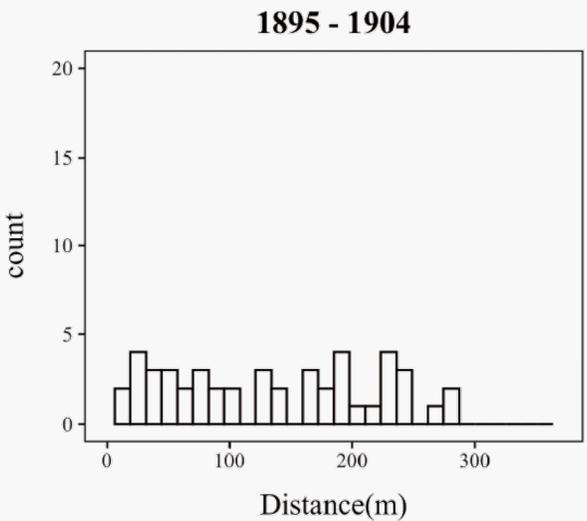
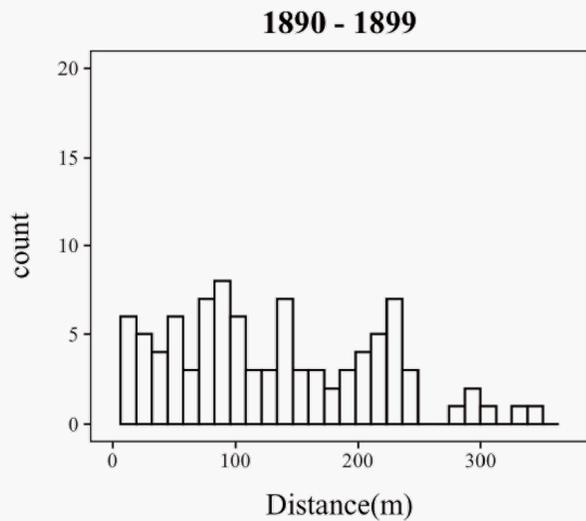
$$\bar{\theta}^* = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_b^*$$

$$\sigma^2 = \sqrt{\frac{1}{B-1} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_b^* - \bar{\theta}^*)^2}$$

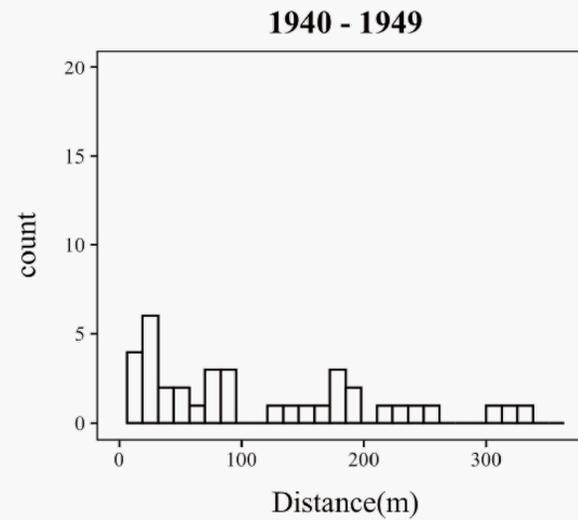
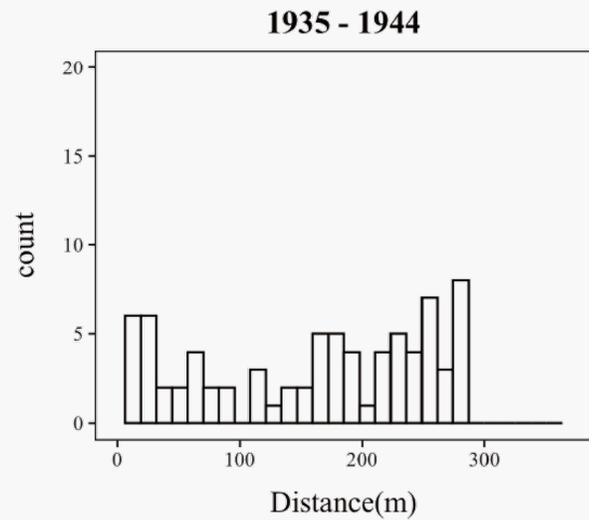
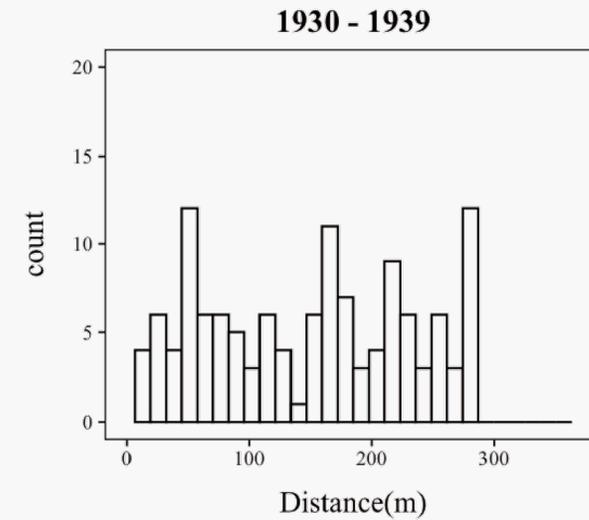
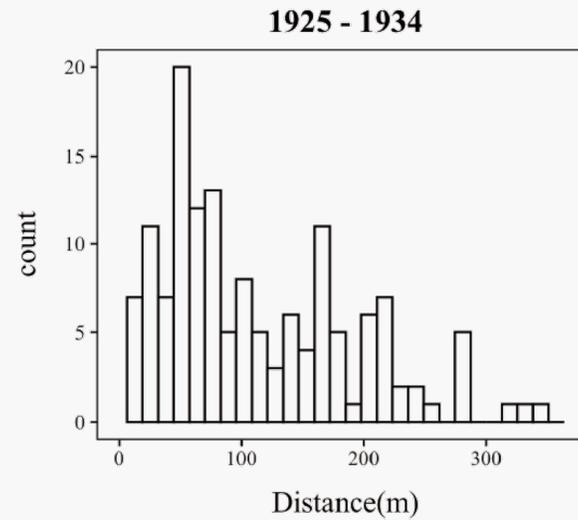
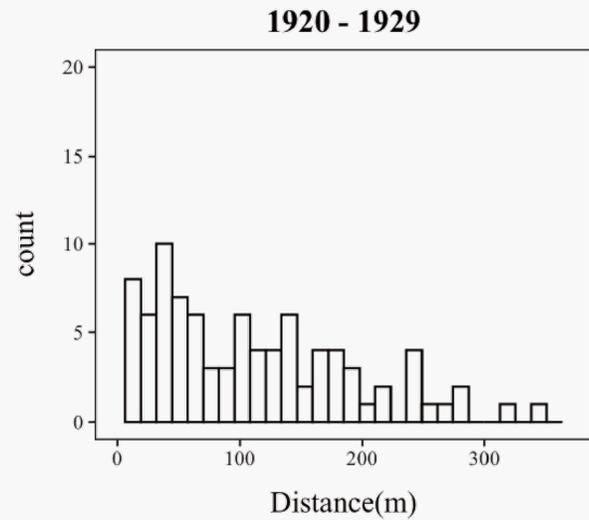
$\hat{\theta}$ is estimated parameter
 $B=10$

- Significant improvement in some terms
- No guarantee of solution stability, even with MCMC sampling
- Suggests that even if we assume distribution, there is multimodality

Distance distribution

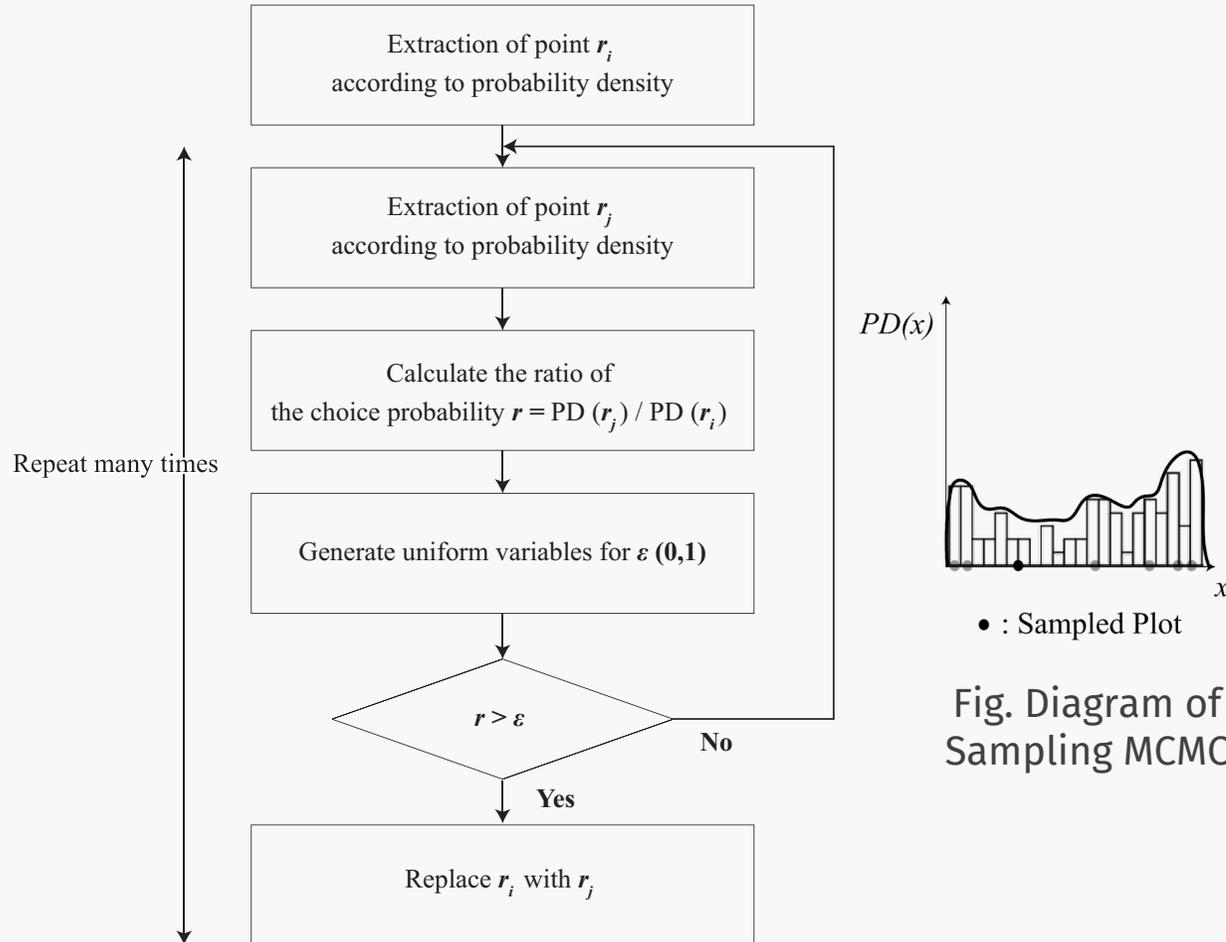


Distance distribution



Sampling: MCMC method Sampling

➤ Decide which plots to acquire according to distance distribution



Sampling the plots to be acquired according to the choice probability

- Assume that the choice probability follows a distance distribution from the plot with the largest area owned to the plot actually acquired
- Repeat 10000 times for each sample

Compare random sampling case and MCMC sampling case

Estimation Result of RL vs. dRL vs. Latent Class-dRL

➤ EM-dRL is highest ρ^2 but, parameter is not stable and extreme.

	1890-1899				1895-1904				1900-1909				1905-1914			
	RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class	
	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.
Share			0.333	0.667			0.376	0.624			0.270	0.730			0.145	0.855
Area/1000	0.075	-0.086	-1.659	-0.227	-0.488	-0.272	9.414	-5.215	0.772	0.781	110.353	0.473	0.541	0.487	-6.727	2.812
t-test	-0.351	-0.357	-	-0.838	-1.080	-0.583	3.182***	-3.957***	3.824***	3.462***	4.687***	1.815 *	4.590***	4.042***	-2.841**	6.773***
Std err.	0.214	0.242	-	0.271	0.451	0.467	2.958	1.318	0.202	0.226	23.544	0.260	0.118	0.121	2.368	0.415
Dist./100(m)	-1.053	-1.191	-337.204	-0.580	0.006	0.027	-12.982	1.364	-0.458	-0.536	-33.128	-0.152	0.582	0.565	-74.955	0.803
t-test	-4.440***	-1.191	-0.852	-2.024	0.038	0.152	-3.796***	3.726***	-3.030 ***	-3.220 ***	-3.592 ***	-0.695	4.517***	3.969***	-2.547**	5.110***
Std err.	0.237	0.253	395.772	0.286	0.169	0.179	3.419	0.366	0.151	0.166	9.224	0.219	0.129	0.142	29.429	0.157
β	0.000	0.437	0.000	0.940	0.000	1.000	0.602	1.000	0.000	1.000	0.172	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
t-test	-	0.437	-	8.035	-	7.770***	3.502***	6.848***	-	11.602***	1.170	10.277***	-	12.718***	-	12.329***
Std err.	-	0.076	-	0.117	-	0.129	0.172	0.146	-	0.086	0.147	0.097	-	0.079	-	0.081
Samp.	113	113	113	113	94	94	94	94	113	113	113	113	117	117	117	117
LL(0)	-574.856	-574.856	-574.856	-574.856	-383.958	-383.958	-383.958	-383.958	-701.687	-701.687	-701.687	-701.687	-874.621	-874.621	-874.621	-874.621
LL(θ)	-562.607	-546.781	-496.948	-496.948	-383.330	-301.986	-297.670	-297.670	-682.425	-562.465	-479.886	-479.886	-853.850	-632.146	-605.024	-605.024
ρ^2	0.018	0.044	0.125	0.206	-0.004	0.206	0.209	0.209	0.025	0.194	0.308	0.308	0.021	0.274	0.301	0.301
BIC	1134.669	1103.017	1012.806	775.747	613.059	613.059	613.513	613.513	1374.305	1134.385	978.682	978.682	1717.224	1273.816	1229.097	1229.097

	1910-1919				1915-1924				1920-1929				1925-1934			
	RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class		RL	dRL	Latent Class	
	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.
Share			0.056	0.944			0.977	0.023			0.106	0.894			0.222	0.778
Area/1000	-0.008	0.021	-76.002	0.300	0.414	0.467	0.500	-4.224	0.149	0.096	-49.762	0.384	0.270	0.371	-32.506	0.206
t-test	-0.038	0.088	-3.873***	1.262	2.450**	2.553**	2.747***	-0.961	0.774	0.447	-4.707***	1.551	1.635	2.110**	-4.741***	1.015
Std err.	0.219	0.239	19.626	0.238	0.169	0.183	0.182	4.395	0.192	0.214	10.571	0.248	0.165	0.176	6.857	0.203
Dist./100(m)	-0.459	-0.623	-42.274	-0.367	0.109	0.038	0.152	-29.411	-0.234	-0.270	-75.063	-0.178	0.220	0.230	-187.051	0.896
t-test	-3.502***	-3.997***	-2.895**	-2.362**	1.102	0.342	1.340	-0.480	-2.394 **	-2.487 **	-4.614 ***	-1.586	1.775*	1.686	-3.521***	4.580 ***
Std err.	0.131	0.156	14.600	0.155	0.099	0.110	0.113	61.294	0.098	0.108	16.270	0.112	0.124	0.136	53.121	0.196
β	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
t-test	-	12.458***	-	11.300***	-	10.599***	10.618***	-	-	11.790	0.001	11.445	-	11.992	-	11.384
Std err.	-	0.080	-	0.088	-	0.094	0.094	-	-	0.085	0.007	0.087	-	0.083	-	0.088
Samp.	130	130	130	130	126	126	126	126	128	128	128	128	141	141	141	141
LL(0)	-892.289	-892.289	-892.289	-892.289	-779.343	-779.343	-779.343	-779.343	-864.105	-864.105	-864.105	-864.105	-867.750	-867.750	-867.750	-867.750
LL(θ)	-883.974	-799.93	-708.477	-776.292	-605.884	-594.656	-594.656	-594.656	-859.773	-705.244	-652.153	-652.153	-865.340	-654.052	-585.747	-585.747
ρ^2	0.007	0.100	0.199	0.001	0.219	0.229	0.229	0.229	0.003	0.177	0.238	0.238	0.000	0.242	0.318	0.318
BIC	1777.683	1609.595	1436.424	1562.257	1221.441	1221.441	1208.657	1208.657	1729.250	1420.19	1323.71	1323.71	1740.578	1318.002	1191.289	1191.289

Estimation Result of RL vs. dRL vs. Latent Class-dRL

	1930-1939				RL	dRL	Latent Class	
	RL	dRL	Latent Class					
	Est.	Est.	Est.	Est.				
Share			0.330	0.670			0.143	0.857
Area/1000	0.032	0.064	-8.579	1.812	-0.349		-58.915	-0.014
\textit{t}-test	0.306	0.563	-6.218***	5.118***	-2.906***		-4.696***	-0.123
Std err.	0.103	0.114	1.380	0.354	0.120		12.546	0.113
Dist./100(m)	-0.089	-0.228	-5.330	0.940	-0.420		-11.557	-0.142
t-value	-0.926	-2.101**	-6.227***	4.167***	-4.958***		-4.932***	-1.330
Std err.	0.097	0.108	0.856	0.226	0.085		2.343	0.106
β	0.000	1.000	0	1.000	0.000		0.086	1.000
t-value	-	10.223	-	8.248	-		2.433	9.456
Std err.	-	0.098	-	0.121	-		0.035	0.106
Samp.	136	136.000		136	142	142		142
LL(0)	-687.839	-687.839	-687.839	-687.839	-777.918	-777.918	-777.918	-777.918
LL(θ)	-687.355	-585.0115	-512.217	-512.217	-763.883		-582.949	-582.949
ρ	-0.002	0.145	0.247	0.247	0.015		0.243	0.243
BIC	1384.535	1179.848	1044.085	1044.085	1537.678		1185.721	1185.721

	1940-1949			
	RL	dRL	Latent Class	
	Est.	Est.	Est.	Est.
Share			0.087	0.913
Area/1000	0.167	0.247	-124.904	0.663
\textit{t}-test	0.898	1.237	-2.666**	2.744**
Std err.	0.186	0.200	46.846	0.242
Dist./100(m)	0.228	0.205	-34.019	0.550
t-value	1.741*	1.441	-1.617	3.106***
Std err.	0.131	0.142	21.042	0.177
β	0.000	1.000	0.000	1.000
\textit{t}-test	-	10.728***	-	10.714***
Std err.	-	0.093	-	0.093
Samp.	126	126		126
LL(0)	-690.328	-690.328	-690.328	-690.328
LL(θ)	-688.781	-513.662	-478.144	-478.144
ρ	-0.001	0.252	0.299	0.299
BIC	1387.235	1036.997	975.6331	975.6331

- 1930-1939 was relatively stable.
- In 1935-1944 solution is not unique because of no assumption of latent class.
- EM algorithm can be used to find the solution.
- But it suggests parameters of other class is sacrificed.

Estimation Results: Land transaction model

Land Model	Parameter	Seller		Buyer	
		Est.	t-value	Est.	t-value
1st.	CC dist.(m)	-5.97	-8.68**	-0.83	-3.02**
	Area size(m ²)	12.30	11.74**	1.06	2.89**
	Frontage length(m)	0.87	5.50**	0.87	1.77*
	Stay vol.	0.29	2.13**	-0.15	-0.50
	Est buy/sell vol.	-3.84	-9.69**	0.16	1.22
	<i>L</i> (0)	-1542.34		-79.02	
	<i>LL</i>	-619.34		-27.81	
	ρ^2	0.60		0.64	
	No. of sample	1938		57	
2nd.	CC dist.	-8.94	-6.12**	-2.18	-1.92*
	Area size (m ²)	48.50	12.23**	1.40	2.51**
	Frontage length	-0.17	-0.73		
	Stay vol.	0.13	0.26	-0.33	-0.17
	Est buy/sell vol.	-2.67	-7.13**	0.19	0.46
	<i>L</i> (0)	-954.11		-58.22	
	<i>LL</i>	-263.50		-16.51	
	ρ^2	0.72		0.70	
	No. of sample	1180		42	

- Nested Pseudo-Likelihood algorithm
- Computation times*:
 - Term1 -- 1383.50 sec.
 - Term2 -- 1554.60 sec.
 - ▶ Converged in a realistic amount of time
- Preference for buying and selling land may not match

* CPU is Intel® Core™ i9-9900K

Estimation Results: sequential location choice model

	Trip Chain	Location Choice		
	Parameter	Est.	t-value	
1st.	S	1.63	4.47**	
	R1	1.41	4.91**	
	R2	1.75	6.00**	
	Est land vol.	0.44	2.50**	
	Dist.(m)	-0.01	-0.08	
	PJ1	0.85	2.93**	
	PJ2	1.30	6.05**	
	β	0.10		
	$L(0)$	-398.74		
	LL	-313.15		
	ρ^2	0.19		
	No. of sample	88		
	2nd.	S	1.44	0.99
		R1	3.38	2.50**
R2		2.74	2.48**	
Est. land vol. (1st)		0.70	1.14	
Est. land vol. (2nd)		0.11	0.37	
Dist.(m)		0.16	1.74*	
PJ1		0.26	0.39	
PJ2		-1.07	-0.89	
PJ art		1.80	2.26**	
PJ3		-0.19	-0.15	
β		0.10		
$L(0)$		-124.27		
LL		-88.57		
ρ^2		0.20		
No. of sample	118			

- Calculate the value function by inverse matrix
- Result
 - Term1 -- The facilities around the station were clearly selected
 - Term2 -- It is suggested that the location of the project and the place to visit may coincide

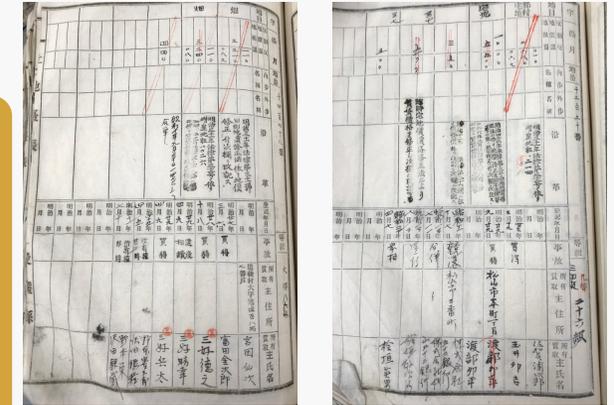
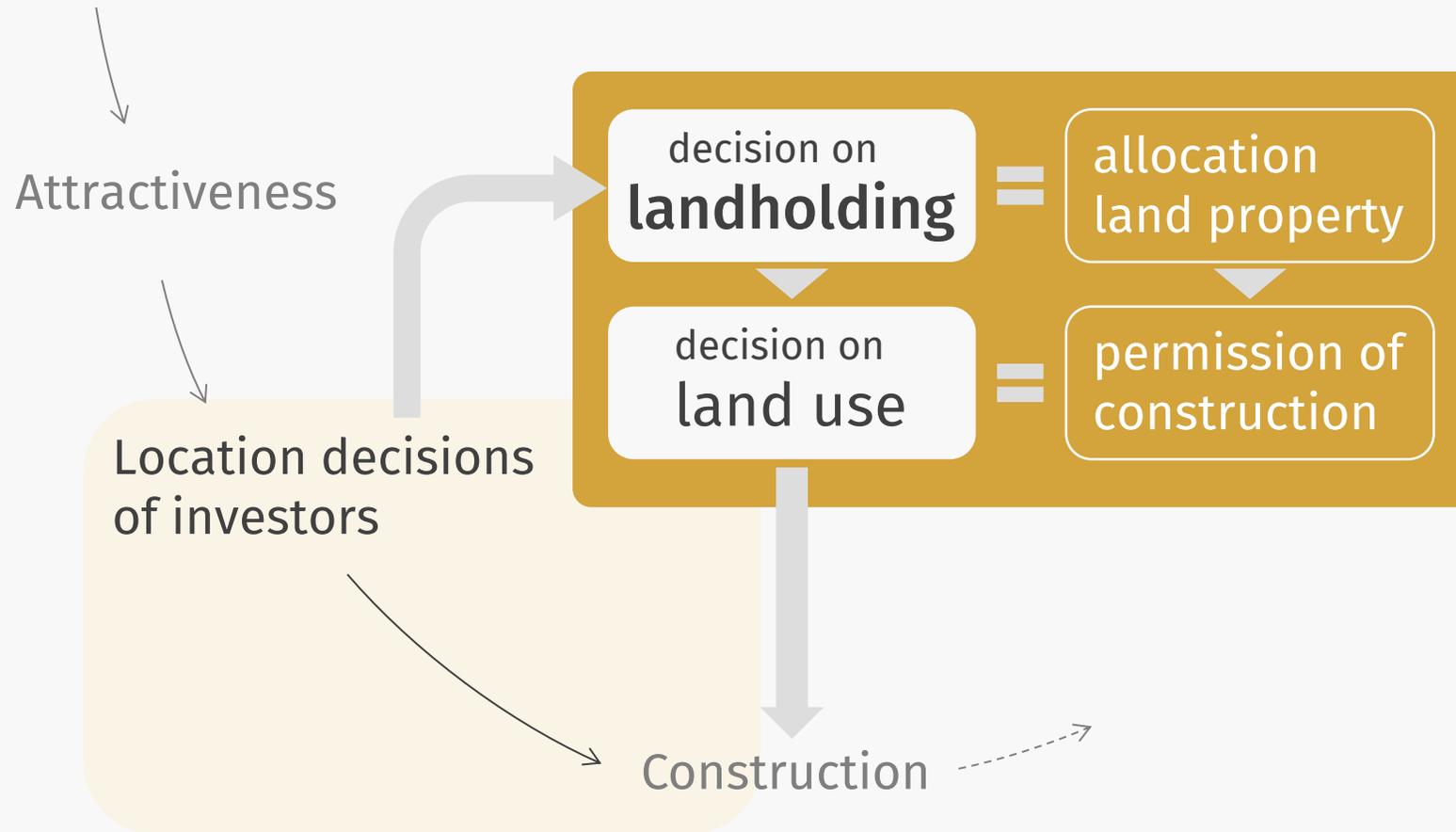
Is Visitors' behavior Responsive to Land Transactions?

➤ Actual transaction variables for 2013-2017 are significant

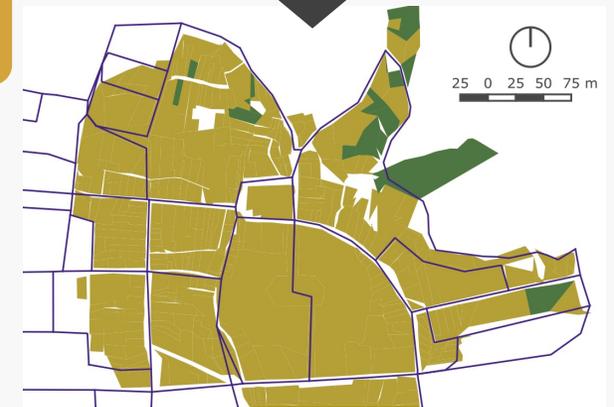
2001-2003		1st. Term (2009) 2004-2009		2004-2009		2009-2013		2nd. Term (2017) 2013-2017		2013-2017	
Param.	Visit	Param.	Visit	Param.	Visit	Param.	Visit	Param.	Visit	Param.	Visit
S	1.89	S	1.87	S	1.81	S	0.34	S	0.07	S	-0.28
t-value	5.76	t-value	5.46	t-value	5.50	t-value	0.74	t-value	0.14	t-value	-0.47
R1	1.62	R1	1.44	R1	1.57	R1	1.50	R1	1.26	R1	1.33
t-value	6.14	t-value	5.25	t-value	5.98	t-value	2.32	t-value	1.99	t-value	2.28
R2	1.98	R2	1.91	R2	1.89	R2	0.77	R2	0.77	R2	0.83
t-value	7.53	t-value	7.35	t-value	7.41	t-value	1.57	t-value	1.57	t-value	1.68
Trans dum.	0.40	Trans dum.	-0.40	Trans vol.	0.05	Trans dum.	0.07	Trans dum.	0.63	Trans vol.	0.11
t-value	2.28	t-value	-1.31	t-value	1.14	t-value	0.35	t-value	1.15	t-value	1.63
Dist.	-0.03	Dist.	-0.02	Dist.	-0.02	Dist.	0.20	Dist.	0.20	Dist.	0.20
t-value	-0.42	t-value	-0.37	t-value	-0.35	t-value	3.87	t-value	3.90	t-value	4.00
PJ1	0.76	PJ1	0.79	PJ1	0.81	PJ1	1.02	PJ1	1.15	PJ1	1.37
t-value	2.72	t-value	2.67	t-value	2.82	t-value	2.50	t-value	2.82	t-value	3.15
PJ2	1.32	PJ2	1.54	PJ2	1.27	PJ2	-0.09	PJ2	0.11	PJ2	0.14
t-value	6.11	t-value	5.40	t-value	5.85	t-value	-0.14	t-value	0.18	t-value	0.23
<i>L</i> (0)	-399.09	<i>L</i> (0)	-399.29	<i>L</i> (0)	-399.06	<i>L</i> (0)	-122.77	<i>L</i> (0)	-122.81	<i>L</i> (0)	-122.81
<i>LL</i>	-315.05	<i>LL</i>	-316.18	<i>LL</i>	-316.53	<i>LL</i>	-107.08	<i>LL</i>	-106.63	<i>LL</i>	-106.04
ρ^2	0.19	ρ^2	0.19	ρ^2	0.19	ρ^2	0.07	ρ^2	0.07	ρ^2	0.08
Sample	88	Sample	88	Sample	88	Sample	118	Sample	118	Sample	118
Time(sec.)	162.11	Time(sec.)	185.26	Time(sec.)	153.98	Time(sec.)	87.77	Time(sec.)	101.53	Time(sec.)	152.47

Research Background : Why focus on landholdings?

- Landholdings precedes land use



Cadastre which show landholding



land use of Dogo in 1959

Fig: Based on The land-use transportation feedback cycle by Wegener (2004)