

# アメニティ減少の高齢者歩数への影響

横浜市における準自然実験

Hongjik Kim, Hitotsubashi University  
Kimihiro Hino, The University of Tokyo  
Franz Fuerst, University of Cambridge  
Chihiro Shimizu, Hitotsubashi University

- ・ 歩行増進 → 健康リスクの低減 & well-being向上
  - ・ 加齢に伴う歩行距離の減少
  - ・ アメニティへの接近性が高齢者の歩行を促進
- ➡ 15分都市など、アメニティに歩いて行ける住環境整備

一方、アメニティの立地に影響する社会要因

1. 災害的イベント (e.g., COVID-19 pandemic)
2. 人口動態の変化 (e.g., 人口減少と高齢化)

※ COVID-19期間、都心部でのアメニティ接近性が減少 (Kim & Shimizu, 2022)

※ 人口減少はアメニティ減少 (Guerrieri et al., 2012, American Economic Review)

※ 高齢化はアメニティ集積 (Grafeneder-Weissteiner & Prettner, 2013, JUE)

アメニティ減少の高齢者歩数への影響  
➡ 持続可能で回復力のある住環境

- アメニティは短期間で大きく変わらない傾向  
→ 多くの既往研究では、移住前後のアメニティ変化を用いて分析
  - 長期間での変化を用いる際にも、都心部の減少はなかなか反映しづらい
- ➡ COVID-19 pandemic前後のアメニティ変化に注目

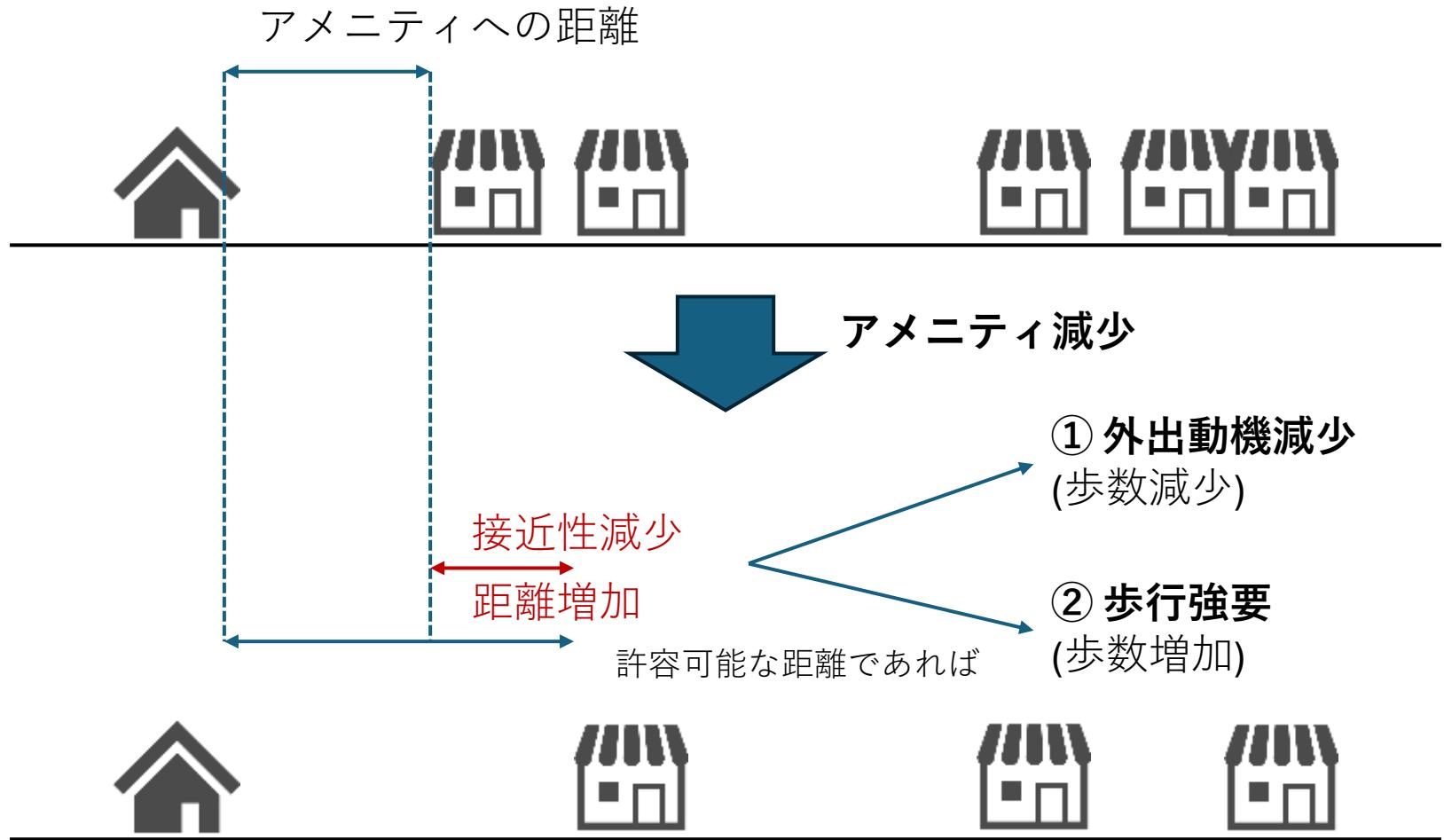
COVID-19 pandemicの影響

- 施設立地(都心部においても)
- 高齢者の外出行動



準自然実験からの強いエビデンス

より大きいアメニティの減少が高齢者の歩行をより減少させるのか？



## 地域と年齢によって影響差が存在する可能性

### アメニティの減少

#### 1) 地域: アメニティへの接近性の初期水準

- “高” → 影響が少 (一定の接近性水準は維持)
- “低” → 影響が大 (接近性低下)

#### 2) 年齢

##### ①身体機能の低下

- 後期高齢者がより影響を受け、さらに大きい歩数の減少

##### ②時間的柔軟性

- より長い時間を歩行に割愛できるため、歩数減少の効果を緩和



アメニティの初期水準・年齢層を考慮して  
アメニティと歩数の関係を分析

## 〈横浜市居住の高齢者〉

### 全サンプル

- ①アメニティへの接近性が減少するほど、高齢者の歩数は減少しやすい
- ②歩数減少の程度は徐々に小さくなる（歩数減少の非線形性）

### 地域別分析

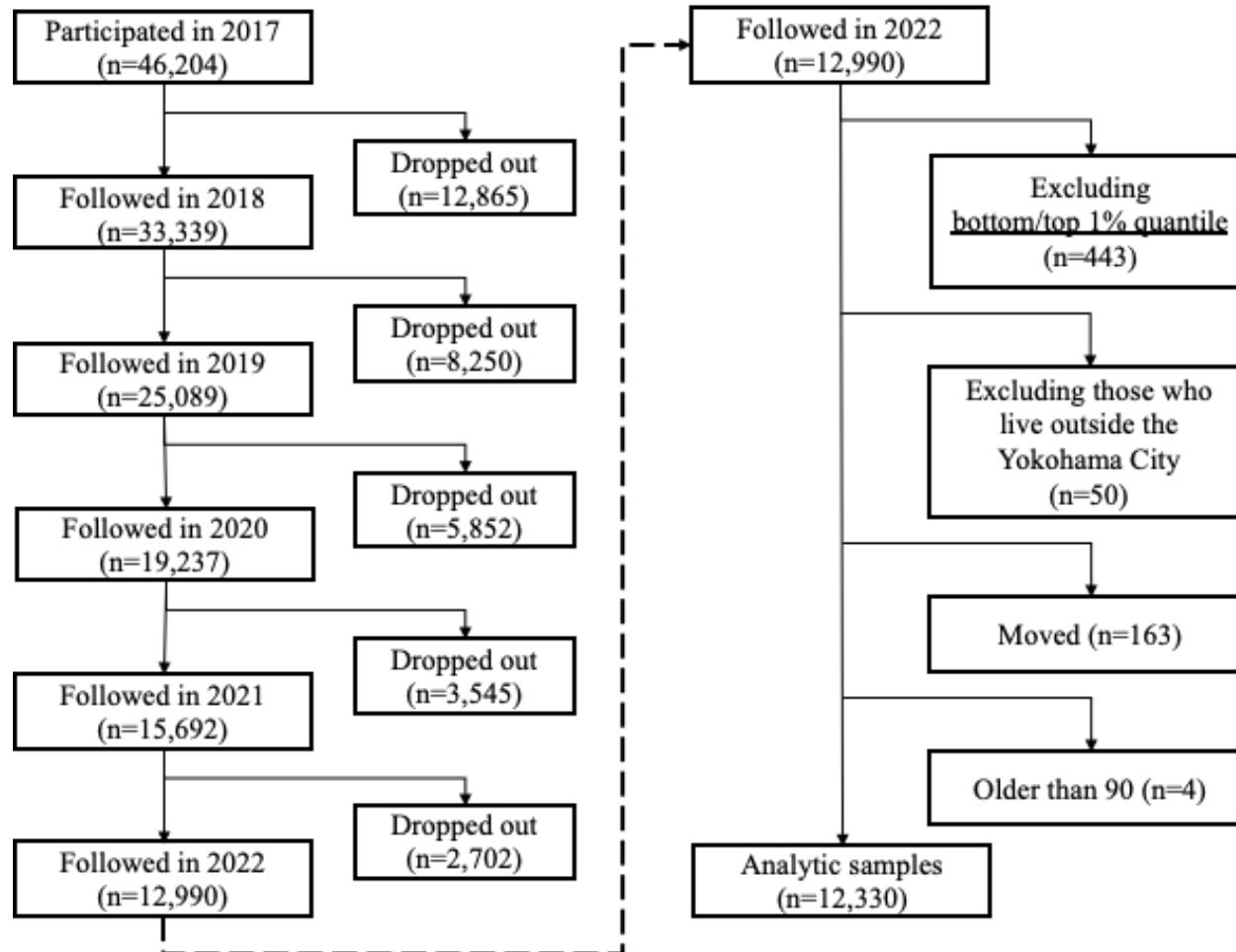
- ③接近性の初期水準が高い地域では、接近性の減少が有意味に影響しない  
→ 高齢者の歩数維持に対するアメニティ集積の意義

### 年齢層別分析

- ④後期高齢者において減少効果がより大きい  
→ 身体機能の低下と伴い、近隣環境がより重要になる（再確認）
- ⑤減少効果の緩和は後期高齢者にのみ有意  
→ 時間的柔軟性による緩和効果の可能性（追加調査・検証が必要）

- 「よこはまウォーキングポイント」の参加者 (2017年10月 – 2022年10月)
- 参加者には無料の歩数計を支給
- 月ごとの日当たり歩数、性別、年齢、住所(郵便番号)

20日以上参加した高齢者 (65 – 90)



## 対象とする施設類型 + 位置情報

1. Cafés
2. Restaurants
3. Recreation facilities: Museums, Theaters, Hobby schools, Community centers, Parks, Libraries
4. Sports facilities: Gyms and Sports courts
5. Food stores: Supermarkets and Convenience stores
6. Beauty salons: Esthetics, hair salons, and day spas
7. Shopping stores: Department stores, Shopping malls, clothing shops, and Boutiques



## 郵便番号境界レベルのアメニティへの接近性を計測

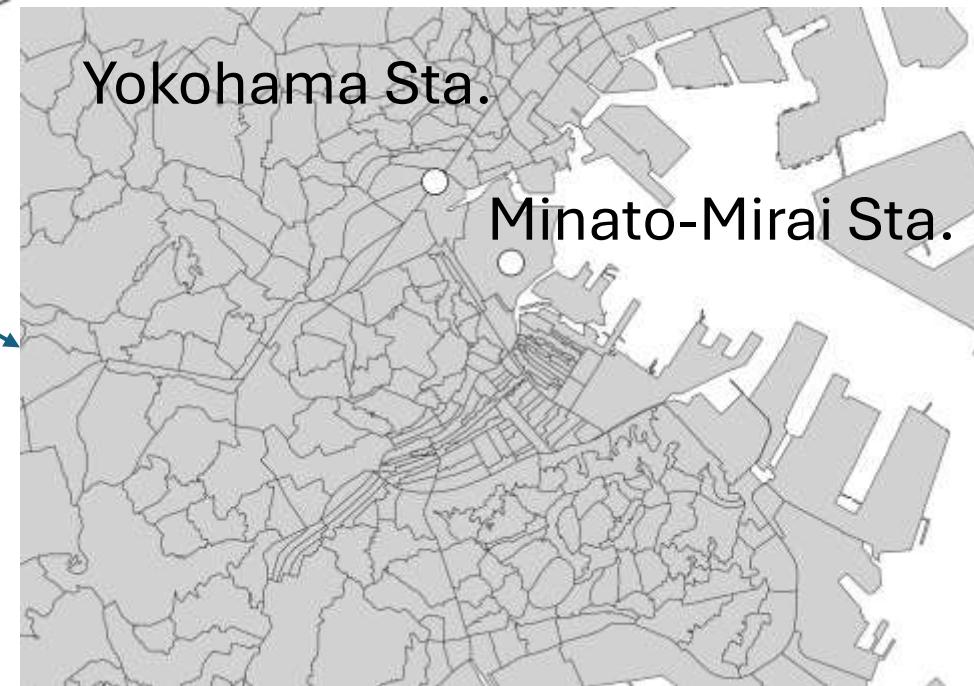
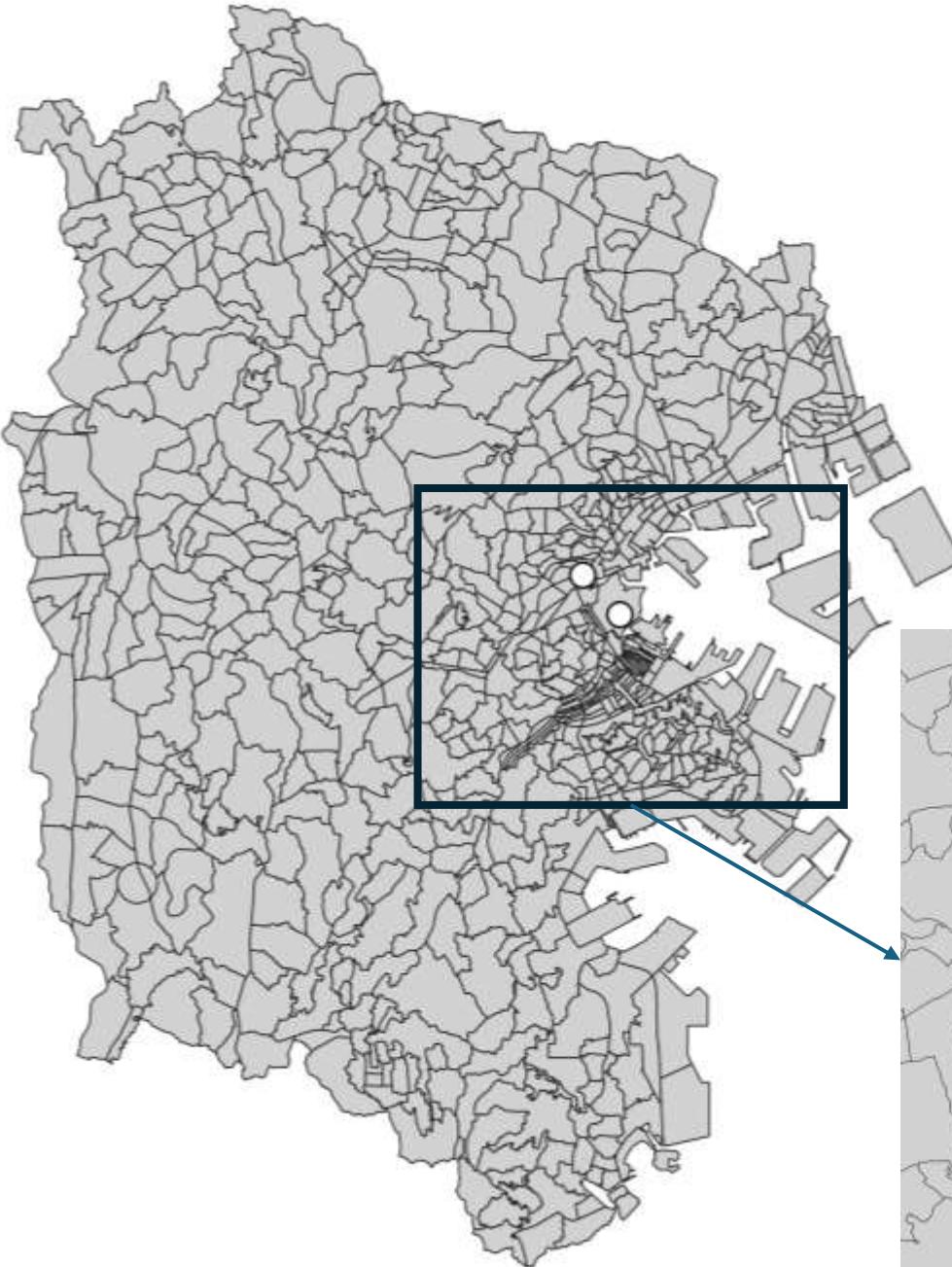
- 15分の歩行距離内にあるアメニティを対象
- アメニティ減少を測る総合指標 (施設類型別の接近性をまとめた指標)

郵便番号境界 (N=759)

Area (unit: ha)

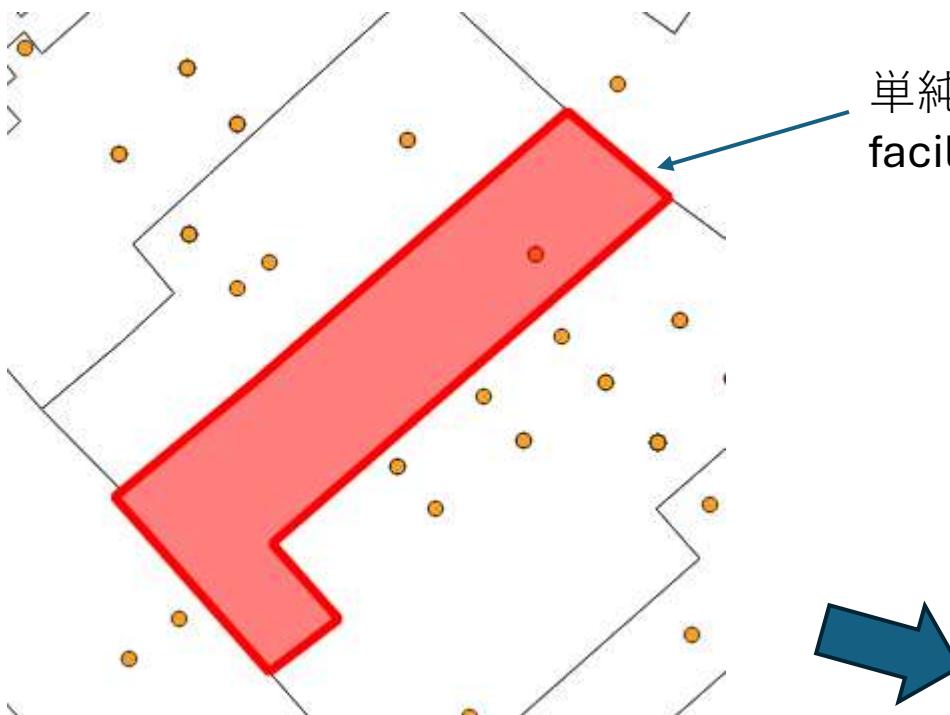
Mean: 57.53, SD: 64.95

Min: 0.18, Max: 536.29



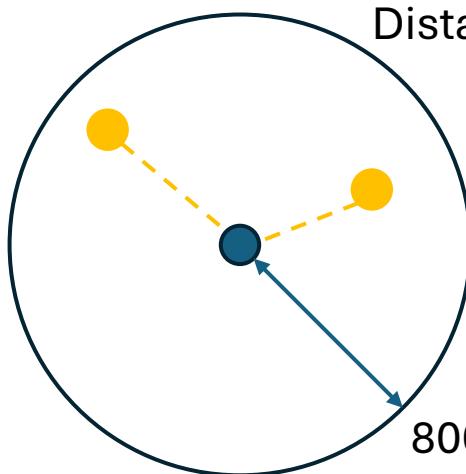
単純な施設密度で計算すると過小評価  
facility # / area

平均スコア\*を計算するために  
50m間隔の点群を設ける



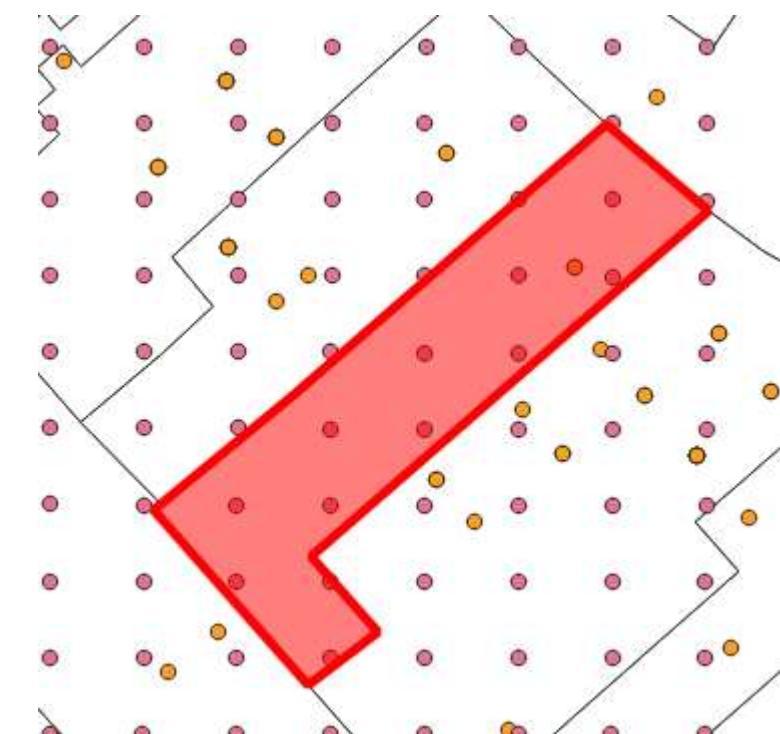
\*各点では、  
施設のカーネル密度を測定

Distance-decay: Quartic



歩行距離外の施設

800m, 高齢者の15分歩行距離



	Postcode Districts (N=759)			
	Mean	SD	Min	Max
Cafés	0.822	0.822	0	3.661
Restaurants	2.313	1.252	0	5.924
Leisure facilities	1.289	0.932	0	4.101
Sports facilities	0.774	0.547	0	2.752
Food stores	1.932	0.885	0	4.321
Beauty salons	1.744	0.987	0	4.561
Shopping stores	1.096	0.976	0	4.748

$$\ln(1 + \text{Kernel Score}_k)$$

各施設類型に対する重み  
(主成分分析)



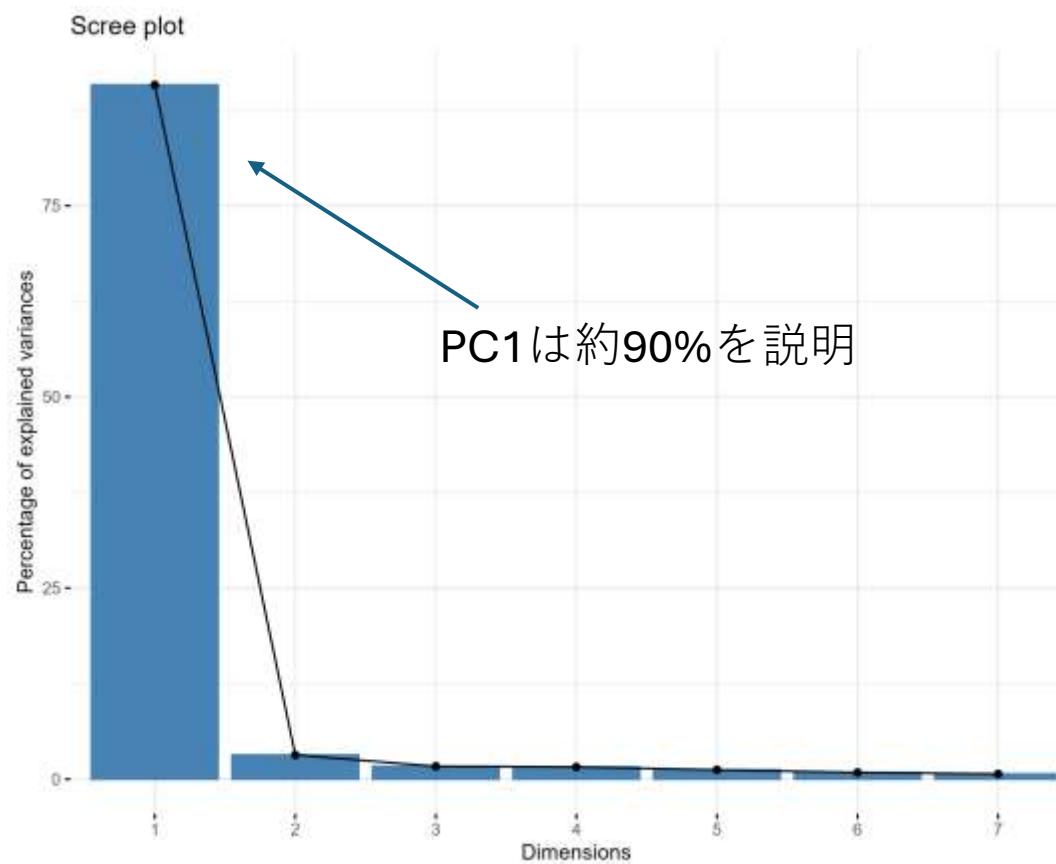
$$\sum_{k=1}^7 \lambda_k \ln(1 + \text{Kernel Score}_k)$$

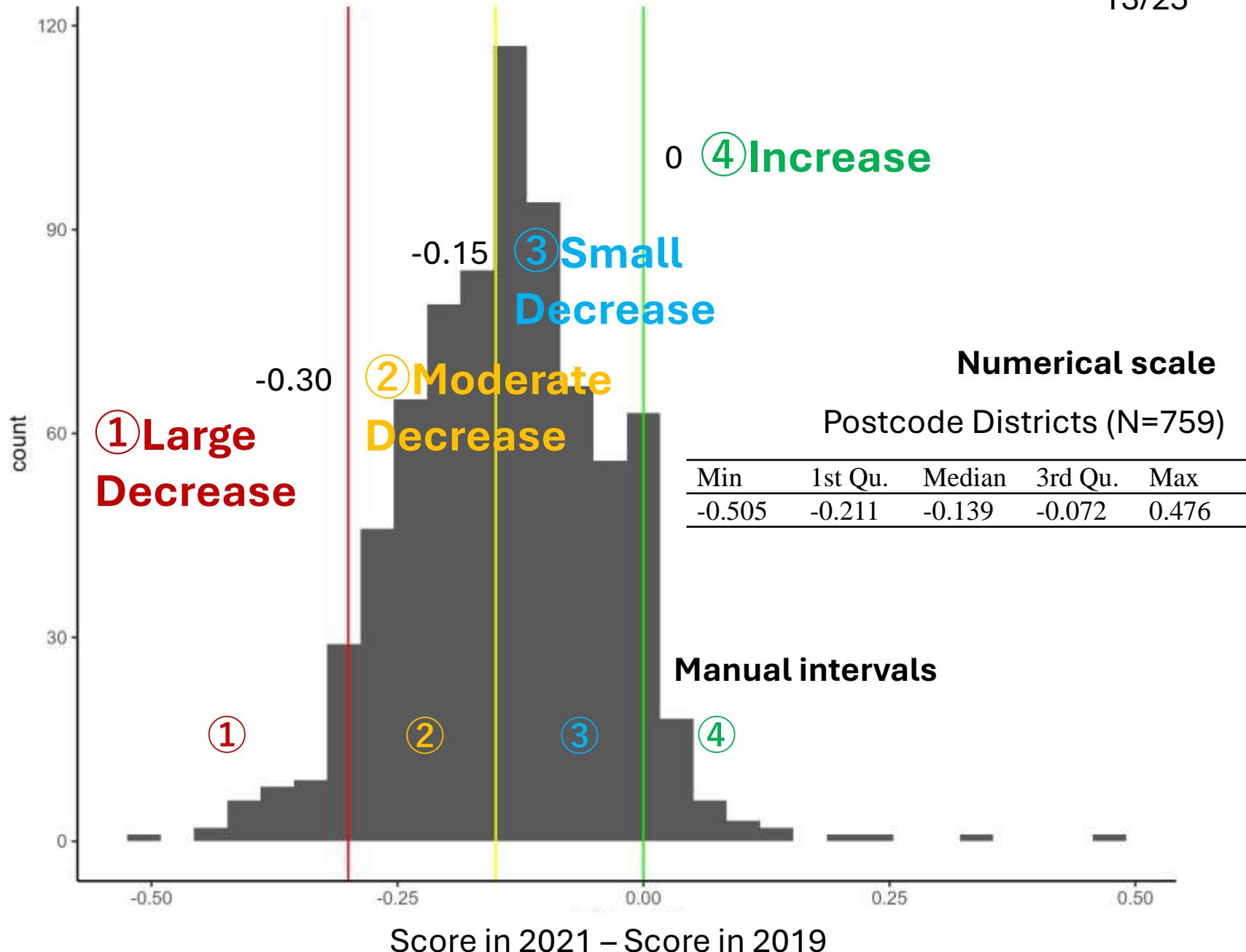
スコア変化を測る総合スコアを計算

Type	Loadings (PC1)
Cafés	0.331
Restaurants	0.523
Leisure facilities	0.381
Sports facilities	0.190
Food stores	0.354
Beauty salons	0.400
Shopping stores	0.387

$$\ln(1 + \text{Kernel Score})$$

7施設類型に対する線形結合





Ordinal scale of score change	Manual intervals	Jenks natural breaks	Quartiles
LD (a large decrease)	[-0.505, -0.3)	[-0.505, -0.263)	[-0.505, -0.211)
# of neighborhoods	43	85	190
# of participants	400	974	2121
MD (a moderate decrease)	[-0.3, -0.15)	[-0.263, -0.162)	[-0.211, -0.139)
# of neighborhoods	293	215	190
# of participants	4572	1014	3619
SD (a small decrease)	[-0.15, 0)	[-0.162, -0.056)	[-0.139, -0.072)
# of neighborhoods	363	300	189
# of participants	6384	5419	3299
I (an increase or a minimal change)	[0, 0.476]	[-0.056, 0.476]	[-0.072, 0.476]
# of neighborhoods	60	159	190
# of participants	974	2599	3291

スコア変化の分類方法に依存しない結果を得るために、複数の尺度を採用

※ 2019年10月から2021年10月までのアメニティへの接近性変化  
直後の一時的な損失でなく、長期間の変化を測るため

(N=759)

	Variables	Mean $\pm$ SD	Min	Max
Neighborhood socioeconomic status	Percentage of homeowners in 2015	0.568 $\pm$ 0.229	0	1
Centrality	Distance to the major stations (km)	6.981 $\pm$ 4.326	0.248	17.020
Public transportation availability	Distance to the nearest station (km)	0.725 $\pm$ 0.617	0.004	3.188
	Distance to the nearest bus stop (km)	0.196 $\pm$ 0.141	0.004	1.065
	Bus frequency density (No. per km <sup>2</sup> )	0.225 $\pm$ 0.477	0	4.800
Topographic feature	Mean elevation (m)	28.937 $\pm$ 21.916	0.584	106.62

### 統制変数

近隣レベルSES: 持ち家率

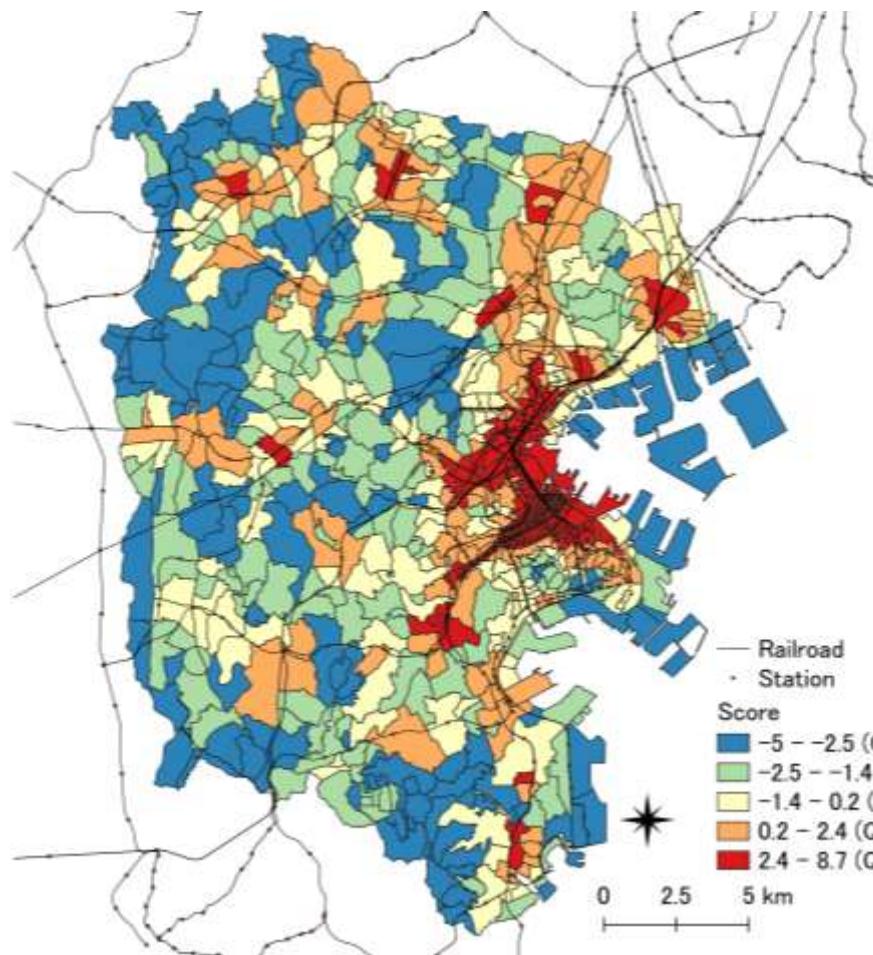
中心性: 横浜駅・みなとみらい駅までの距離と近隣駅までの距離

公共交通の利用可能性: 最寄り駅までの距離、最寄りバス停までの距離、バスの運行頻度

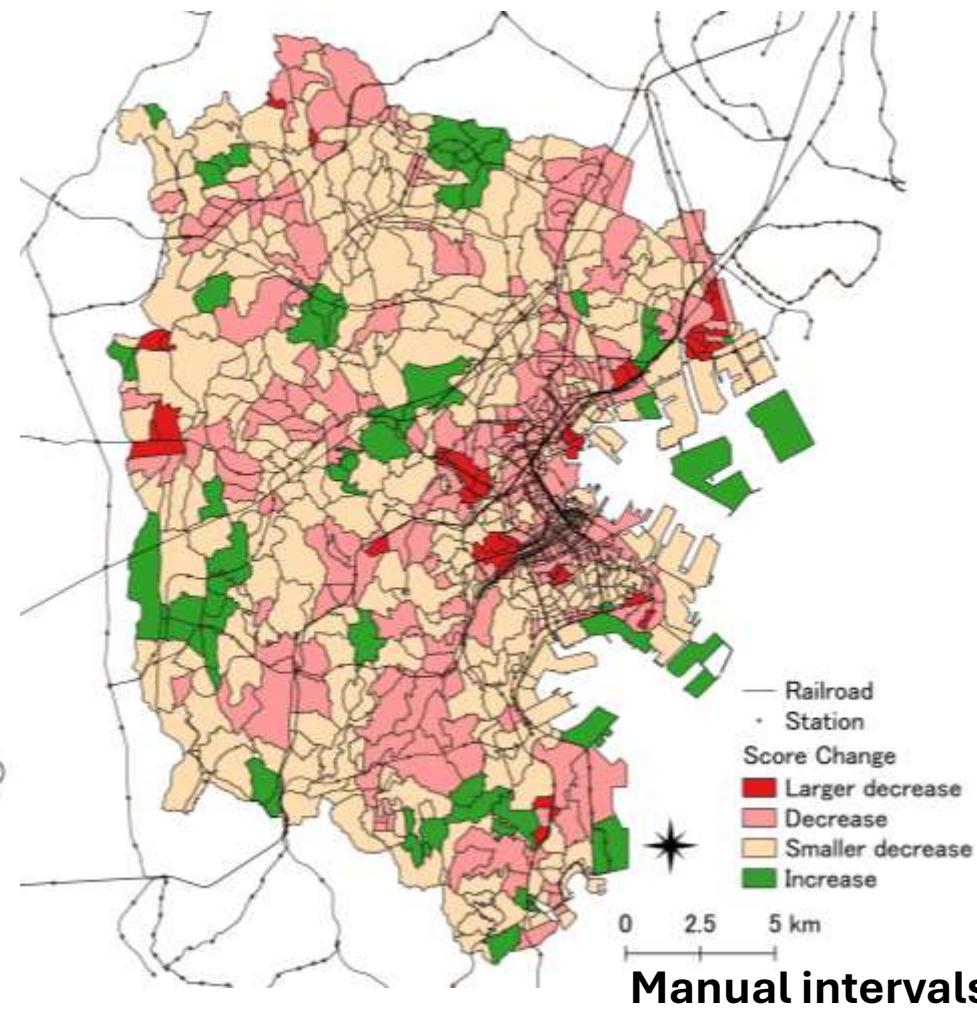
地形: 平均標高

2017年では低いスコアの地域で、2019年から2021年の間、スコアが増加

Accessibility score in 2017



Score changed between 2019 and 2021



Latent variable

Step counts      Time loadings

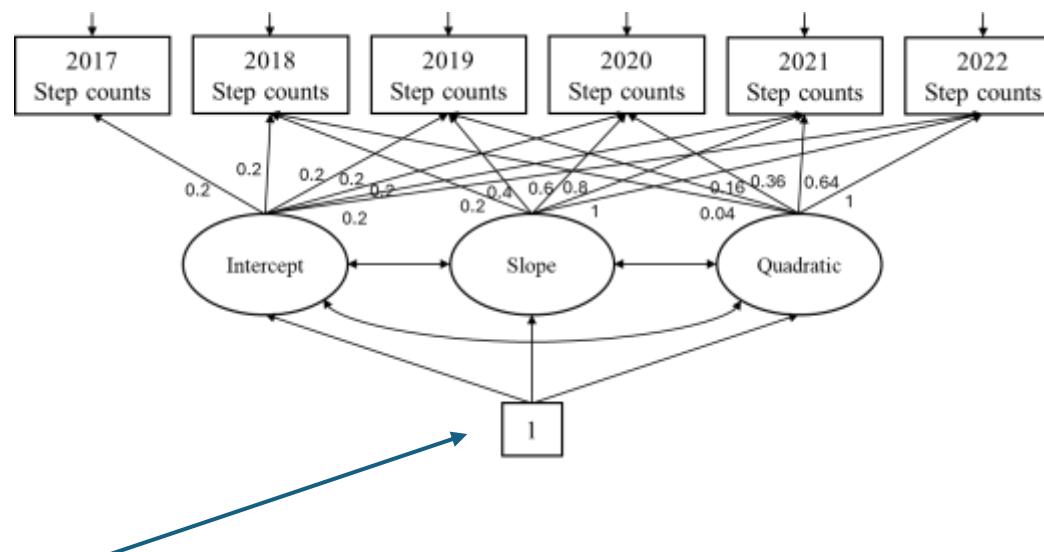
$$\ln S_{ijt} = \alpha_i + \lambda_t \beta_i + \lambda_t^2 \gamma_i + \epsilon_{it}$$

Intercept      Slope      Quadratic

$$\alpha_i = \mu + \Gamma X + \zeta$$

$$\beta_i = \mu' + \Gamma' X + \zeta'$$

$$\gamma_i = \mu'' + \Gamma'' X + \zeta''$$



スコア変化は 1) 順序変数 と 2) 数値変数



a) manual intervals, b) quartiles, c) Jenks natural breaks

(N=12330)

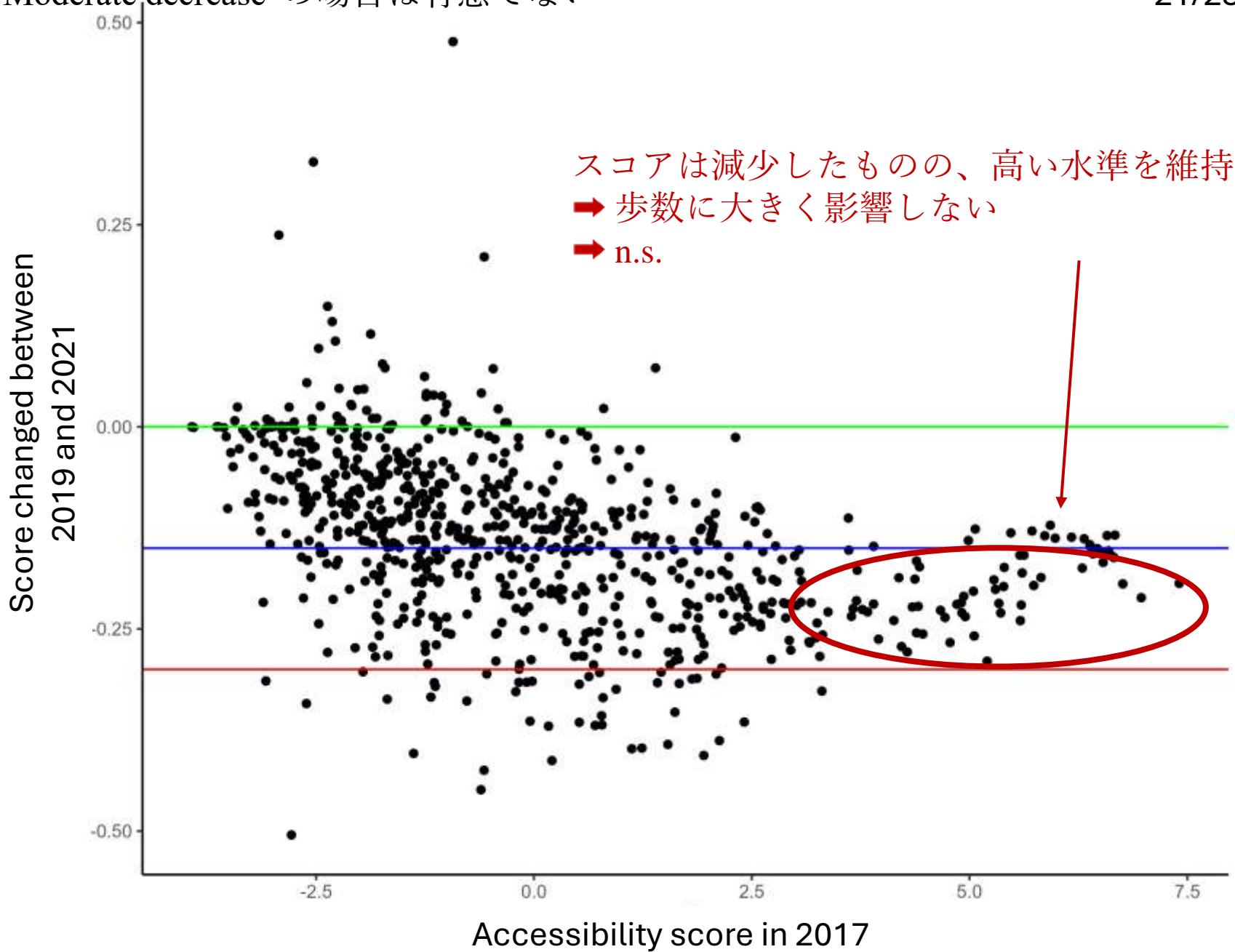
	Intercept		Slope		Quadratic	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Score in 2017	0.009**	0.003	-0.001	0.001	0.000	0.000
Score changed between 2019 and 2021 (Ref.: Increase)						
Small decrease	0.017	0.013	-0.013*	0.006	0.001	0.001
Moderate decrease	0.015	0.013	-0.006	0.006	0.000	0.001
Large decrease	0.027	0.023	-0.029**	0.011	0.005*	0.002
Individual characteristics					Yes	
Neighborhood SES					Yes	
Centrality					Yes	
Public transportation availability					Yes	
Topographic feature					Yes	

- アメニティへの接近性が減少するほど、高齢者の歩数は減少  
("Moderate decrease"の場合は有意でない)
- 減少の速度が遅くなる

	Intercept	Slope	Quadratic	AIC	2096.954
Manual interval (Ref.: Increase)					
Small decrease	0.017	<b>-0.013*</b>	0.001	RMSEA	0.070
Moderate decrease	0.015	-0.006	0.000	SRMR	0.016
Large decrease	0.027	<b>-0.029**</b>	<b>0.005*</b>	CFI	0.961
Quartile (Ref.: 4th quartile)				AIC	2097.754
3rd quartile	-0.003	<b>-0.013**</b>	<b>0.002*</b>	RMSEA	0.070
2nd	-0.004	-0.003	0.000	SRMR	0.016
1st	<b>Larger decrease</b> 0.011	<b>-0.017**</b>	<b>0.002*</b>	CFI	0.961
Jenks natural breaks (Ref.: B4)				AIC	<b>2096.217</b>
B3	0.003	<b>-0.015***</b>	<b>0.002*</b>	RMSEA	0.070
B2	0.002	-0.008†	0.000	SRMR	0.015
B1	<b>Larger decrease</b> 0.023	<b>-0.018**</b>	<b>0.003*</b>	CFI	0.961
Numerical scale (positive: increase)	-0.042	<b>0.030†</b>	-0.003	AIC	2105.443
				RMSEA	0.074
				SRMR	0.017
				CFI	0.961

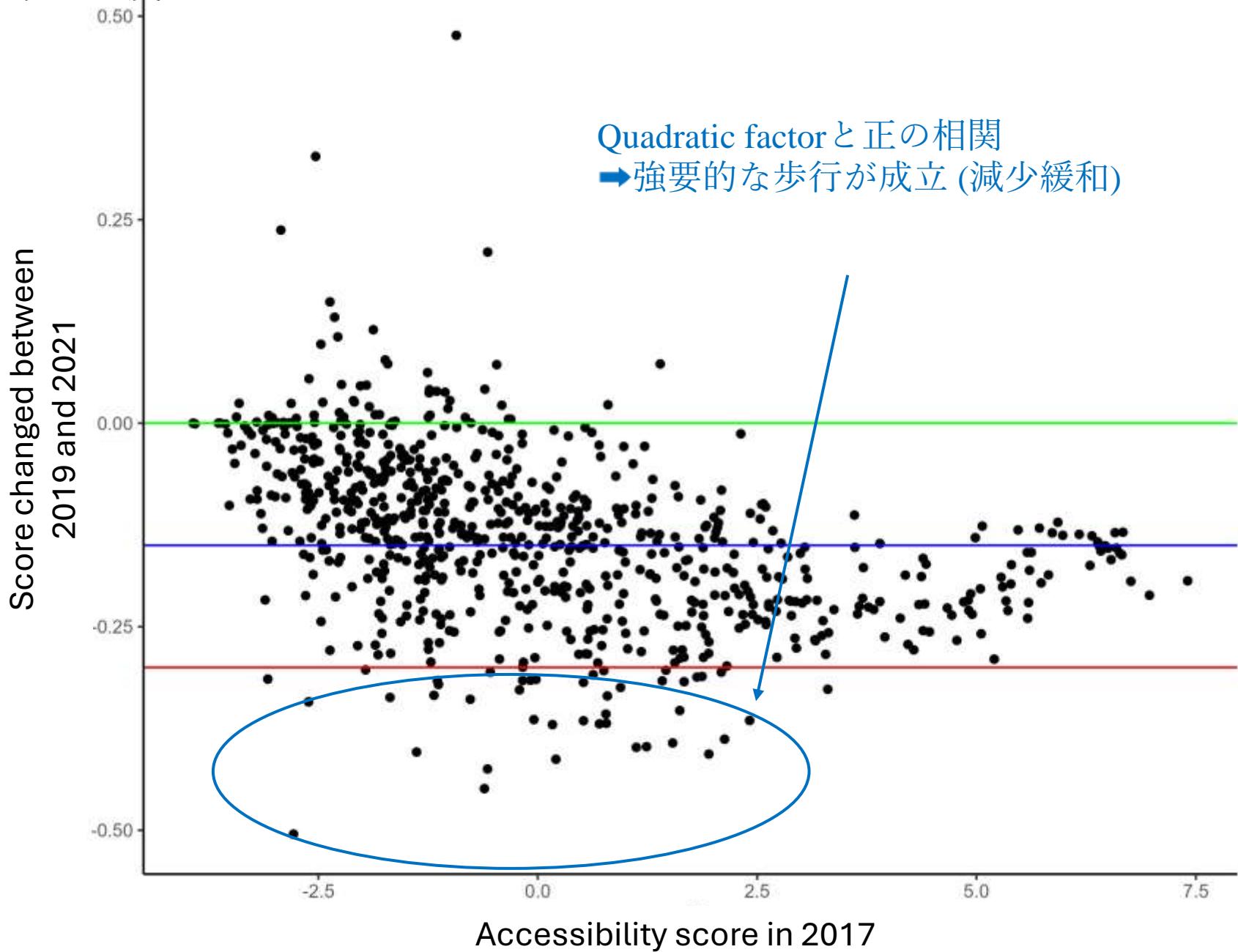
Relationships (variable → factor)	Areas with lower scores (<2/3 quantile)		Areas with higher scores ( $\geq 2/3$ quantile)	
	(a) Jenks natural breaks	(b) Quartiles	(a) Jenks natural breaks	(b) Quartiles
<i>Score change from 2019 to 2021 (Ref.: I)</i>				
LD → Slope	-0.020 (0.009) *	-0.019 (0.006) **	-0.019 (0.015)	-0.014 (0.014)
LD → Quadratic	0.004 (0.002) *	0.003 (0.001) *	0.002 (0.003)	0.000 (0.003)
MD → Slope	-0.006 (0.005)	-0.002 (0.005)	-0.010 (0.014)	-0.003 (0.014)
MD → Quadratic	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.003)	-0.001 (0.003)
SD → Slope	-0.016 (0.004) ***	-0.015 (0.004) **	-0.003 (0.014)	-0.006 (0.015)
SD → Quadratic	0.002 (0.001) **	0.002 (0.001) **	-0.001 (0.003)	-0.001 (0.003)
N	9,735		2,595	
AIC	2965.361	2967.509	-898.566	-901.947
RMSEA	0.071	0.071	0.066	0.066

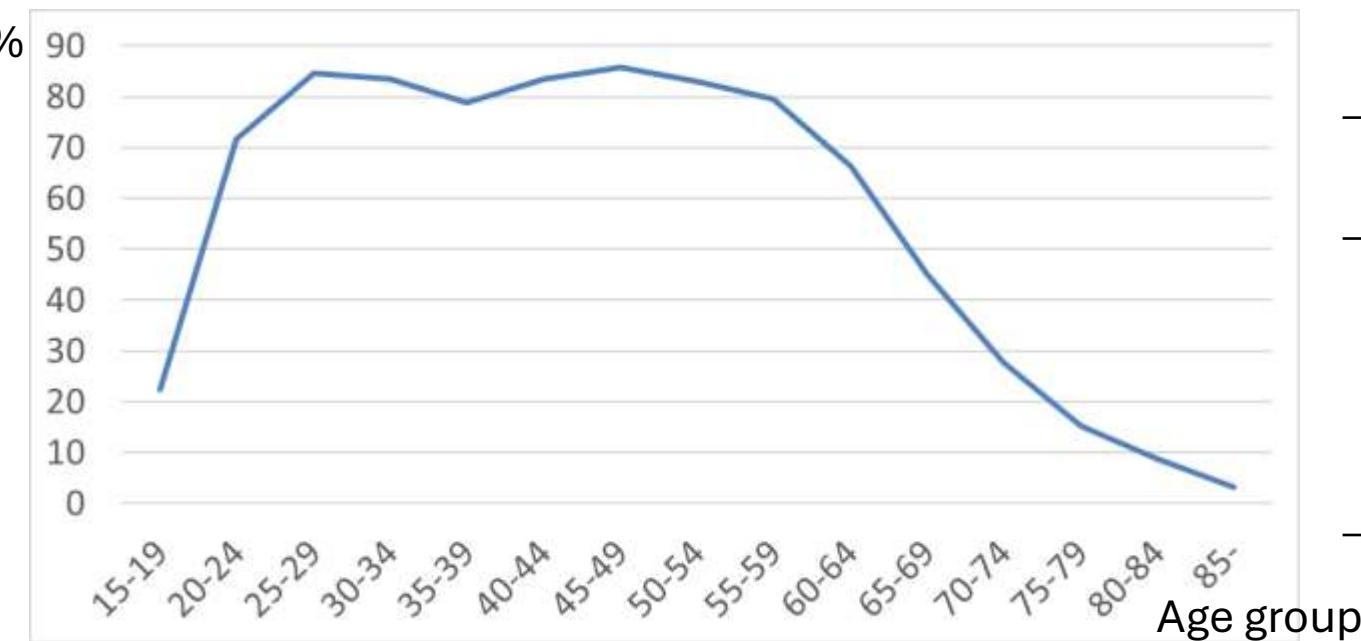
- 接近性の初期水準が高い地域では、接近性の減少が有意味に影響しない
- 低い地域では、同様の結果



Relationships (variable → factor)	Younger seniors			Older seniors		
	(65–74)			( $\geq 75$ )		
	(a) Manual intervals	(b) Jenks natural breaks	(c) Quartiles	(a) Manual intervals	(b) Jenks natural breaks	(c) Quartiles
<i>Score change (Ref.: I)</i>						
LD → Slope	-0.025 (0.012) *	-0.015 (0.007) *	-0.014 (0.006) *	-0.042 (0.023) †	-0.025 (0.014) †	-0.024 (0.010) *
LD → Quadratic	0.004 (0.002) †	0.002 (0.001)	0.001 (0.001)	<b>0.008</b> (0.004) †	<b>0.006</b> (0.003) *	<b>0.004</b> (0.002) *
MD → Slope	-0.002 (0.007)	-0.008 (0.005)	-0.001 (0.005)	-0.019 (0.011) †	-0.011 (0.009)	-0.008 (0.008)
MD → Quadratic	-0.001 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.002 (0.002)	0.001 (0.002)	0.001 (0.002)
SD → Slope	-0.008 (0.007)	-0.012 (0.005) **	-0.010 (0.005) *	-0.028 (0.010) **	-0.021 (0.008) **	-0.022 (0.008) **
SD → Quadratic	0.000 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	<b>0.004</b> (0.002) *	<b>0.004</b> (0.001) **	<b>0.004</b> (0.002) *
N	8935			3395		
AIC	450.870	449.794	450.847	1637.683	1635.081	1641.661
RMSEA	0.072	0.072	0.072	0.067	0.067	0.067

- 後期高齢者において減少効果がより大きい
- 減少効果の緩和は後期高齢者にのみ有意





Age group	Employment rate (%)
15-24	48.4
25-44	82.5
45-64	79.9
65-74	37.2
≥75	9.9

時間的柔軟性が後期高齢者を歩行に時間を割愛できるようにする  
→アメニティの減少が歩行動機を減少させるが、歩行を強要する  
→減少効果の緩和

アメニティの変化は高齢者の歩数変化と関係あるだろうか？

**Yes**, より大きいアメニティの減少が高齢者の歩行をより減少させる

しかし、物理的環境・社会的環境で、その減少効果を緩和させる余地がある

その主要な要因として、**充分なアメニティへの接近性と時間的柔軟性**を提案

→ 健康増進のための持続可能で回復力のある住環境を議論する際に、  
両要因も考慮する必要がある