

街路景観のVLM言語化データと歩行者経路選択

Pedestrian route choice using verbalized streetscape data

豊洲地区のRecursive Logitモデルによる分析

A Recursive Logit analysis of Toyosu, Tokyo

PP 2018–2021 × michiyomi(VLM) × 歩道ネットワーク

Probe-person data × VLM descriptions × Pedestrian network

広島大学A

背景・目的：街路の「状況」を選択モデルへ

Background and objective: representing streetscape conditions

- ・距離に加え、見通し・歩きやすさを捉える

Capture visibility and walkability in addition to distance.

- ・画像の画素比率から、言語記述の語彙構成へ

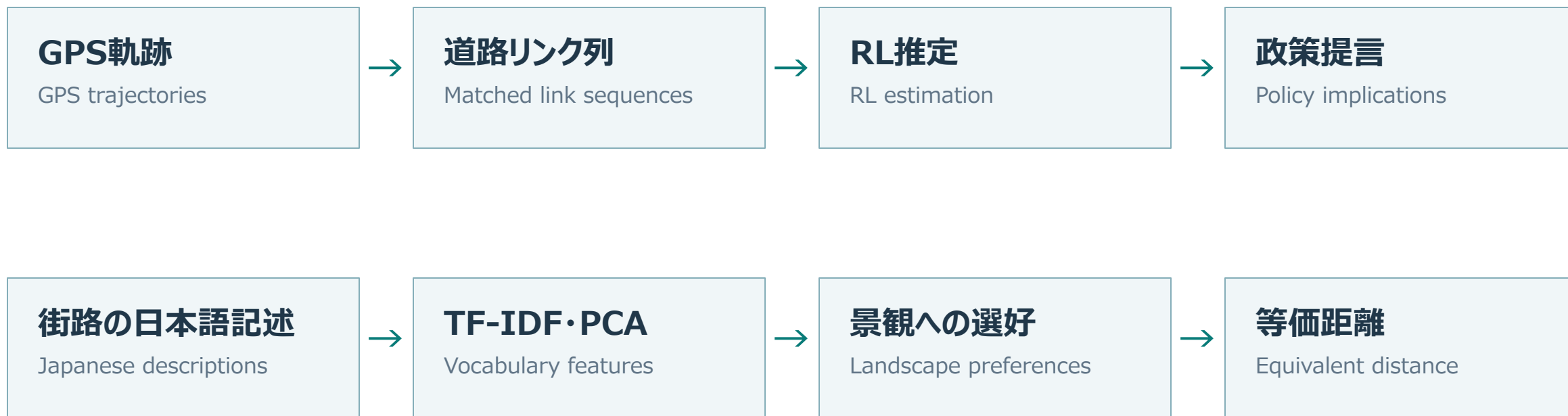
Use the vocabulary of image descriptions as streetscape features.

- ・景観への選好を推定し、歩行空間整備を検討

Estimate streetscape preferences to inform pedestrian improvements.

分析の流れ

Analysis workflow



使用データと対象地区

Data and study area

豊洲1～6丁目 198.8 ha

Toyosu 1-6 chome; study area: 198.8 ha

803トリップ

Trips used for estimation

998有向リンク

Directed pedestrian links

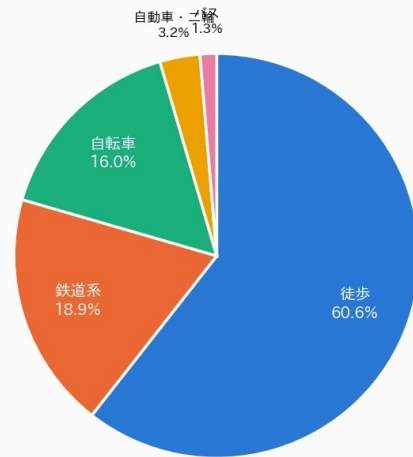
6,539シーン

VLM-described scenes

景観付与 : 487 / 499物理リンク (97.6%) PP : 2018-2021年

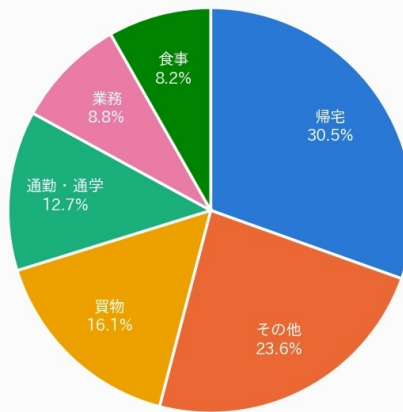
Streetscape coverage: 487 of 499 physical links (97.6%); PP survey: 2018-2021.

交通手段分担率 (豊洲地区内々・2018-2021)



7,405トリップ

移動目的分担率 (豊洲地区内々・2018-2021)



7,405トリップ

使用データ：VLMで街路を言語化した「みちよみ」

Data: michiyomi, a streetscape dataset described by a vision–language model

VLM：画像の内容を認識し、言葉で説明するAI

A vision–language model processes images and language to describe visual content.



データの規模・範囲

Dataset scope

東京23区・約101万シーン

23 Tokyo wards; approximately 1.01 million scenes

撮影年：2016–2026年

Capture years: 2016–2026

収録情報と今回の利用

Contents and use in this study

位置・撮影年・方位 + 道路環境の記述

Location, year and heading + streetscape descriptions

豊洲6,539シーンの語彙をTF-IDF・PCAへ

TF-IDF and PCA using descriptions of 6,539 Toyosu scenes

出典：michiyomi公開データ（2026-08-28-r1）／Mapillary CC BY-SA 4.0

Source: michiyomi open data (2026-08-28-r1), based on Mapillary imagery; CC BY-SA 4.0.

Street types by link and representative vocabulary



01 

データ整備：連続した徒歩経路を抽出

Data preparation: extracting coherent walking routes

地区内徒歩 4,485

Within-area walking trips



マッチ成功 3,771

Successfully matched



品質OK 2,358

Passed quality screening



推定対象 803

Destination-oriented trips

・HMM：GPSへの近さと、道路上の移動の自然さを評価

HMM combines GPS-to-link proximity and transition consistency.

・最短距離300m以上・迂回率1.6以下に限定

Restrict to shortest-path distance ≥ 300 m and detour ratio ≤ 1.6 .

803トリップ、9,476リンク遷移。散策・回遊への一般化は別途検討

803 trips and 9,476 transitions. Applicability to strolling requires further study.

豊洲リンク対応付け 提供道路とMapillaryを目標で照合

対応表をCSVで出力 作業履歴をJSONで保存 JSONから再開 直前の判定を戻す 候補半径: 40 m 撮影年: 全年度

①左表で道路を選択 ②右表の近傍候補を選択 ③Mapillaryを別タブで確認 ④採択/見送り ⑤ファイル出力。複数候補の採択が可能です。判定はこのブラウザに自動保存されます。

全域 選択道路へ + -

青: 提供道路 灰: 撮影区画 橙: 近傍候補 緑: 採択済み 赤: 選択道路 紫: 選択候補
ドラッグで移動、ホイールで拡大。背景地図なしでオフライン表示可能。

提供道路リンク (998 / 998)

LinkIDで検索 全リンク

LinkID	長さ	採択数
10196834	40.4 m	3
10196840	7.7 m	3
10196841	4.3 m	3
10196851	27.7 m	5
10196852	46.9 m	3
10196853	172.8 m	12
10196854	152.8 m	0
10196855	18 m	0

近傍のMapillary区画 (79件)

経同士の最短距離で並べます。距離だけで同一道路と判断しないでください。

画像ID (地点)	年	距離	方向差	判定
1605002083028469	2018	0.0 m	22°	未判定
518690429513407	2018	0.0 m	54°	未判定
455589379057465	2016	0.0 m	64°	採択
496084585167690	2018	0.2 m	24°	未判定
299935021782677	2016	3.4 m	20°	採択
1163745457420023	2018	4.5 m	26°	未判定
517240672602404	2016	5.2 m	21°	採択
494290694947285	2016	5.7 m		未判定

候補を選択し、画像を確認してください。

特徴量：頻出語を抑え、道路間の違いを残す

Feature engineering: emphasizing differences between streets



・出現リンク率5%未満・85%超の語を除外

Exclude terms appearing on <5% or >85% of links.

・487リンク × 250語を、景観の主成分軸に圧縮

Compress a 487-link × 250-term matrix into streetscape axes.

カテゴリ	含まれるセクション	語数構成比
A 通行空間の形状・舗装	road_structure, geometry, pavement, markings_wear	19.2%
B 歩行者配慮・移動手段	accessibility, mobility	11.7%
C 沿道・景観文脈	townscape, zone_cues, road_context, objects_permanent	37.8%
D 設備・維持管理	infrastructure, infrastructure_issues	5.9%
E リスク・不安	risk_cues, objects_temporary, needs_close_inspection	19.5%
F 好ましい特徴	positive_features	5.9%

撮影条件は除外。6成分でも累積寄与率27.1%であり、情報の一部を抽出

Capture metadata excluded. Six PCs explain 27.1% of variance, retaining only part of the information.

主成分の意味：正負をセットで読む

Interpreting principal components: read both ends of each axis

PC1 7.8%

Variance explained

車道併設歩道 (+)

Sidewalk beside traffic (+)



専用空間・水辺 (-)

Pedestrian space / waterfront (-)

PC2 6.4%

Variance explained

設備・リスク記述 (+)

Infrastructure / risk cues (+)



無電柱化・開放空間 (-)

Undergrounded utilities / openness (-)

PC3 高架下・幹線 (+) と住宅街 (-) の対比

PC3 contrasts elevated / arterial roads (+) with residential streets (-).

主成分は語彙の合成軸。特定の物理的整備を直接表す指標ではない

PCs combine vocabulary; they do not directly measure a specific physical intervention.

基礎分析：実経路は最短路と異なる景観を通る

Descriptive analysis: observed and shortest routes differ

2019年：321トリップ^o 迂回率中央値1.09

2019: 321 trips; median detour ratio = 1.09

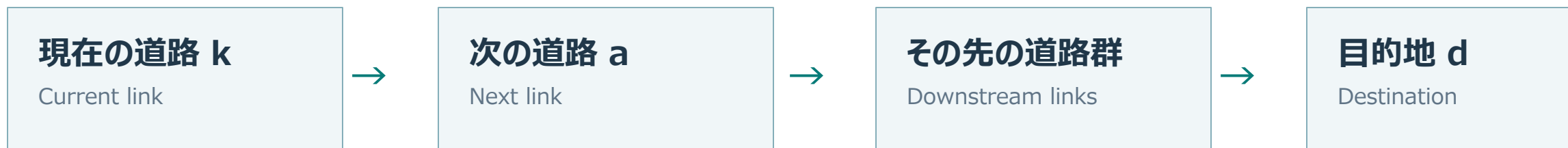
変数	実経路	最短路	差	t値
PC1（+車道併設 歩道）	+0.358	+0.756	-0.398	-4.9
PC2（+設備・リスク 記述）	+0.836	+1.249	-0.413	-4.0
PC3（+高架下・幹 線）	-1.614	-1.418	-0.195	-4.4
B 歩行者配慮	+0.126	+0.051	+0.075	+3.8
E リスク記述量	+0.181	+0.225	-0.043	-2.1

リンク長で重み付けした平均。選好の識別は距離などを含むモデルで検討

Length-weighted averages. Preference inference also requires controlling for distance and other factors.

Recursive Logit : 目の前と、その先を評価

Recursive Logit: evaluating the next link and what follows



$$Q^d(a|k) = v(a|k) + V^d(a)$$

総合評価 = 目の前の効用 + 将来の期待価値

Total evaluation = immediate utility + expected downstream value

標準RL : 将来価値の割引率1、誤差尺度 $\mu = 1$

Standard RL: future-value discount factor = 1; error scale $\mu = 1$.

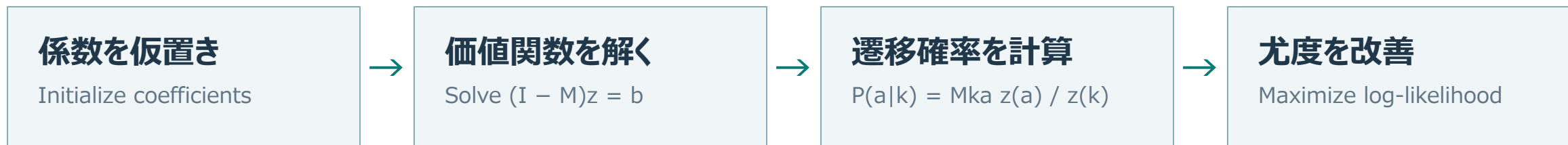
効用と推定：実際の選択を説明する係数を探す

Utility and estimation: fitting observed link choices

$$v(a|k) = \beta L L_a + \sum_j \beta_j PC_j a + \beta E \cdot z E_a + \beta_E z_a^E + \beta_F z_a^F + \beta_u \delta_u$$

距離（100m）・景観PC1～3・記述量E/F・Uターン

Length (100 m), PC1-3, risk / positive-description intensity, and U-turns



多点初期値16回／モデル 標準誤差は数値ヘッセ行列

Nelder-Mead with 16 starts per model. Standard errors use the numerical Hessian.

推定結果：PC1・PC2は単年・プールともに負

Estimation: negative PC1 and PC2 coefficients in both samples

変数

Variable

2019年：係数 / t値

2019 estimate / t-statistic

2018–21年：係数 / t値

Pooled estimate / t-statistic

距離（100m）

Length (100 m)

−3.044 / −36.9

−2.768 / −62.4

PC1：専用空間・水辺の対比

PC1: pedestrian / waterfront axis

−0.176 / −9.67

−0.167 / −15.65

PC2：開放空間の対比

PC2: open-space axis

−0.097 / −5.39

−0.145 / −14.66

803件：景観追加のLR検定 $p < 0.001$ 。リスク記述量の $t = 1.21$

Pooled N=803: LR test for landscape variables $p < 0.001$. Risk-description intensity: $t = 1.21$.



交互作用：開放空間側の係数に属性・時期差

Interactions: differences in the open-space coefficient

コロナ期： $-0.112 + (-0.060) = -0.172$

COVID period: baseline + interaction = -0.172

係数の絶対値は約1.5倍 交互作用 $t = -3.02$

Coefficient magnitude: about 1.5×; interaction $t = -3.02$

子ども同居：-0.088から約-0.228へ

Living with children: approximately -0.088 to -0.228

係数の絶対値は約2.6倍 交互作用 $t = -3.37$

Coefficient magnitude: about 2.6×; interaction $t = -3.37$

変数	子ども同居 なし	交互作用	t値	合計（同 居あり）
PC1	-0.241	+0.109	+2.57	-0.132
PC2	-0.088	-0.139	-3.37	-0.228
E リスク記 述量	-0.068	+0.095	+2.12	+0.027

倍率は確率の倍率ではない。同居は当該移動の同行を意味しない。性別差は未検出

Ratios describe coefficients, not probabilities. Co-residence does not imply accompaniment; no gender difference detected.



MNLとの比較：候補経路の作り方が課題

Comparison with MNL: sensitivity to route-set construction

- ・観測経路のみMNL：105件、距離係数 +0.064（非有意）

Observed-route MNL: N=105; length coefficient +0.064 (not significant).

- ・生成代替路MNL：321件、距離係数 +0.741／+0.505

Generated-route MNL: N=321; length coefficients +0.741 / +0.505.

- ・RL：321トリップ、距離係数 −3.044

RL: 321 trips; length coefficient −3.044.

選択肢・基準尤度が異なる p^2 の直接比較は避ける。原因の切り分けは今後の検証

Avoid directly comparing p^2 across different choice sets and null likelihoods; causes require further testing.



等価距離：景観の効用をメートルに換算

Equivalent distance: expressing streetscape utility in meters

$$\Delta L_{eq} = \frac{|\hat{\beta}_{PC}|}{|\hat{\beta}_L|} \cdot 100[m]$$

PC2を1標準偏差改善

Improve PC2 by 1 SD



効用 +0.145

Utility gain: +0.145



約5.2mの短縮と等価

Equivalent to ~5.2 m shorter

18リンク全てを改善：PC1 約108m / PC2 約94m

If all 18 links improve: PC1 ≈108 m / PC2 ≈94 m

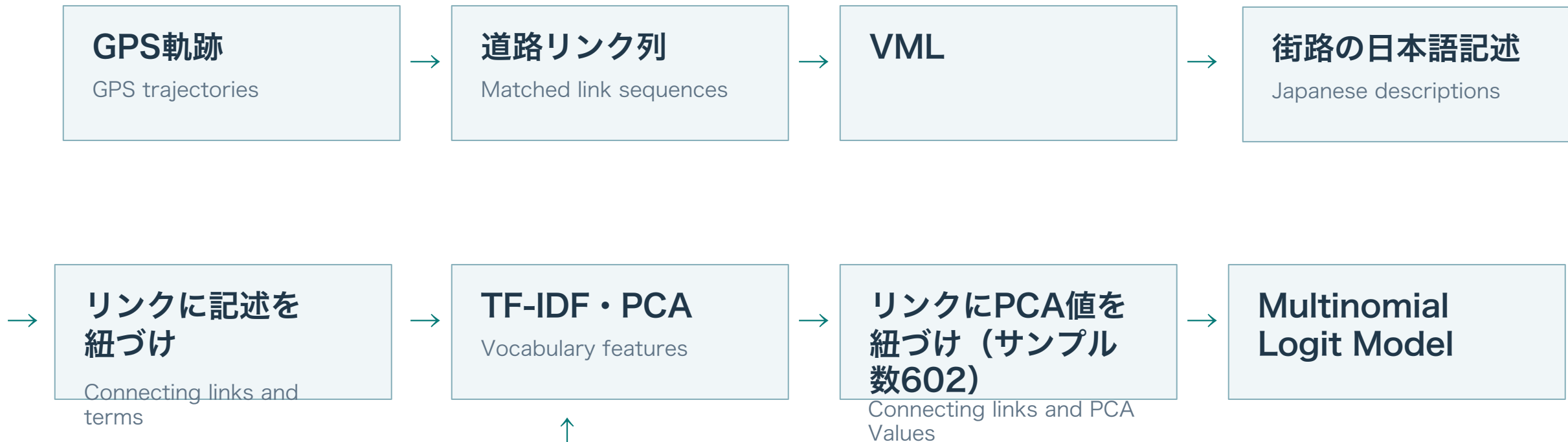
一定のリンク分割・他条件固定の換算。実測の迂回量や物理的整備効果ではない

Conditional on fixed link segmentation and other attributes; not observed detours or causal intervention effects.



渋谷区 分析の流れ

Analysis workflow



PCAで次元圧縮した際の解釈について

On Interpretation of Results Obtained Through PCA Dimension Reduction

5次元

PC1: ネットワークの複雑さ ⇔ 狭小部

PC2: 歩行空間の広さ・ゆとり（歩道のゆったり感）感）

PC3: 道路構造・特殊インフラの傾向

PC4: 車道スケール（車道幅の広さ・幹線道路

PC5: 長距離かつタイトな歩道空間



推定結果 (MNL)

パラメータ (説明変数)	係数 (Coef.)	z値	p値	有意水準
PC1 (交差・ネットワーク複雑性 ⇔ 狭小空間)	-0.0215	-1.54	0.1236	
PC2 (歩行空間の広さとゆとり)	0.1209	7.678	< 0.001 ***	
PC3 (道路構造・特殊インフラ特性)	-0.0426	-2.55	0.0108 **	
PC4 (車道スケール・幹線道路的性格)	0.1098	5.183	< 0.001 ***	
PC5 (長距離・タイト歩道リンク)	0.0073	0.328	0.7428	
サンプル数	602			
初期尤度	-573.476			
最終尤度	-518.638			

政策提言と今後の課題

Policy implications and next steps

・主要動線の見通し確保、水辺・専用空間への接続を検討

Consider visibility improvements on key corridors and better waterfront connections.

・歩行者は距離を抑えつつ、無電柱化された見通しの良い開放空間を選好し、その傾向はコロナ期および子ども同居世帯で強まることが示された

The results showed that pedestrians preferred open, clear spaces without utility poles while keeping walking distances short, a tendency that intensified during the COVID-19 pandemic and among households with children.

・次段階：現地確認・個人内反復／撮影年の検証・施策予測

Next: field checks, person-level dependence, image-year alignment, and policy simulation.