

2017.07.22@東京大学工学部14号館141教室

スマートプランニング研究小委員会ワンデーセミナー  
スマート・プランニングの活用と今後の展望

# まちなか回遊行動の詳細分析と 政策シミュレーションのための予測モデル

An Analytical Method of Individual Excursion Behavior in the Central City Area

熊本大学大学院先端科学研究部

溝上 章志

# 研究の背景

## 中心市街地の衰退

- ・ 居住商業機能の郊外化
- ・ 歩行者通行量の減少
- ・ 商店数，年間商品販売額の減少

中心市街地の活性化

## まちなかでの回遊行動の促進

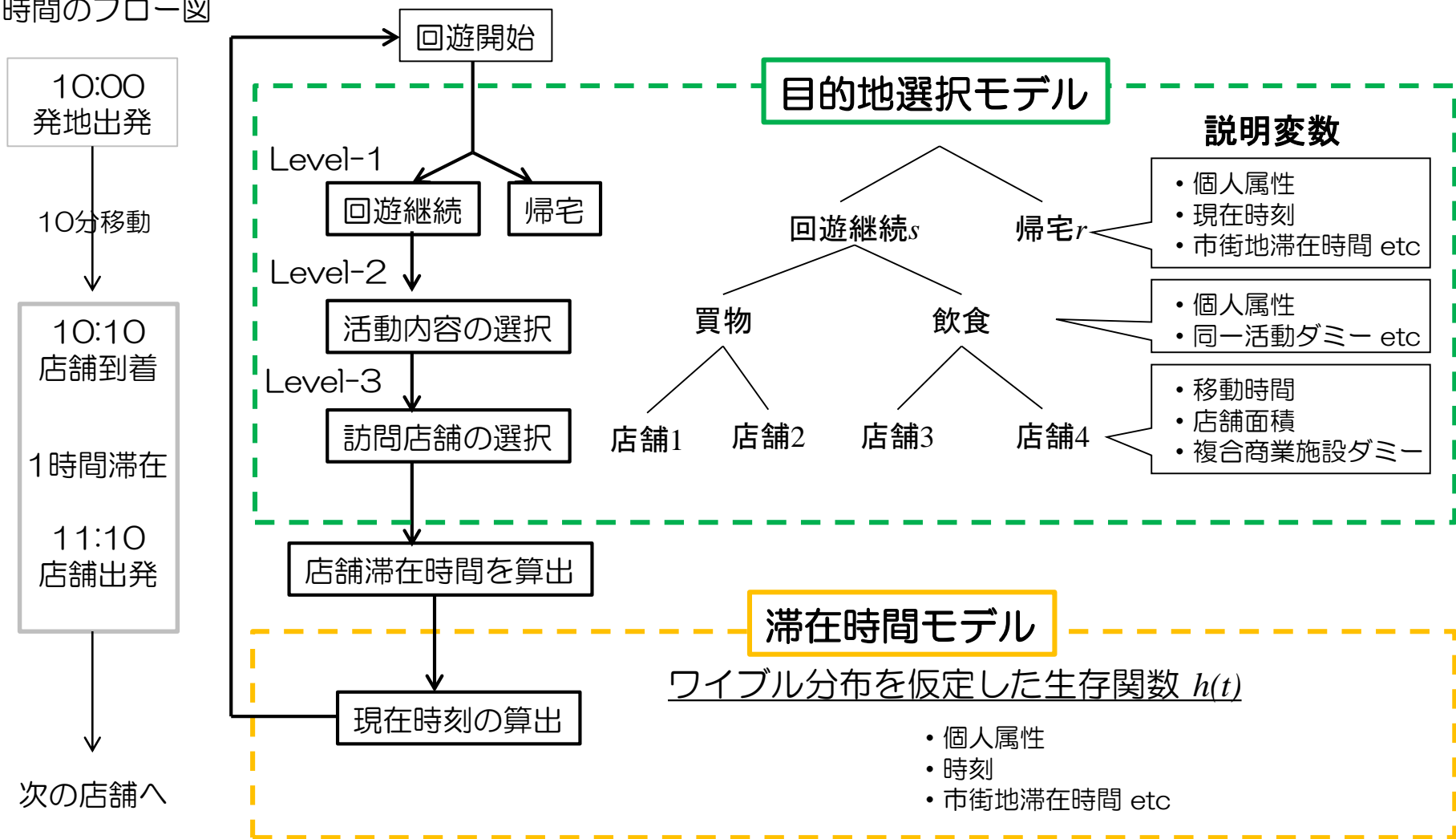
回遊を誘引する要因は？

- ・ 店舗自体の魅力度(店舗面積，複合商業施設)
- ・ 訪問店舗への移動時間

# 回遊行動モデルプロトタイプ

溝上ら：回遊ルートと滞在時間を予測する時空間回遊行動モデルを提案(2013)

## ■時間のフロー図



# 研究の背景

回遊を誘引する要因は？

複合商業施設などが存在しない  
奥まった空間，裏通りにも回遊が見られる



- ・地区の界索性
- ・地区，通り全体の雰囲気，空間的な魅力
- ・空間的アクセスのしやすさ

## 既往研究の課題

■ 導入された説明変数が単純で標準的なもののみ

- ⇒
- ・店舗への空間的アクセスのしやすさ
  - ・地区全体が持つ雰囲気，空間的な魅力

を考慮する必要あり

# 研究の目的

- ① 目的地選択モデルに街路構成指標を説明変数に追加的に導入しプロトタイプモデルを改良
- ② 平日および休日のサンプルによるモデル推定を行い、来街者のまちなかにおける回遊行動を詳細に分析
- ③ 花畑・桜町地区の再開発事業が回遊行動に与える効果について検証

# 研究对象地



# 街路構成指標

スペースシンタックス理論

人の空間認知は

「**見えること(視認可能)**」、

「**まっすぐたどり着けること(直線移動が可能)**」 に影響される

*Int*値 — 空間(アクシャルライン)の繋がり方から分析される他の空間からの位相幾何学的**行きやすさ**を表す指標

認知モデル

認識

直線的に認知可能(見える)な軸線(アクシャルライン) をひとつの空間とする

動線モデル

実態

直線で移動可能な軸線をひとつの空間とする

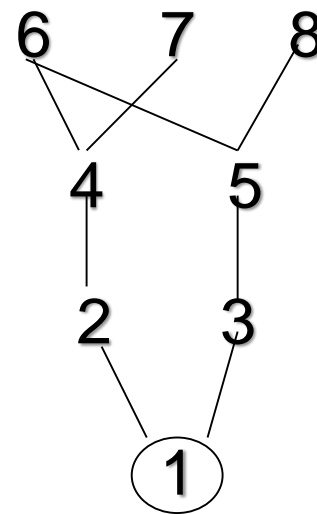
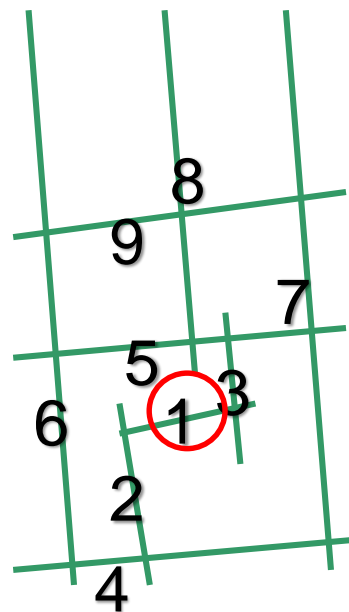
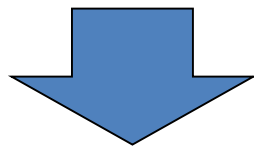
← 本研究

# スペースシンタックス理論

人の空間認知は、「見えること(視認可能)」, 「まっすぐたどり着けること(直線移動が可能)」に影響

## インテグレーション値

1から、その他のアクシャルラインまで平均で何回で到達できるのか空間の深さを相対的に数量化したもの



高い → 他の空間からのアクセスが容易で、対象地域の中心的な役割を持つ賑やかな空間

低い → 他の空間から分離された空間でありアクセスが容易でなく、静かな空間

# 街路構成指標



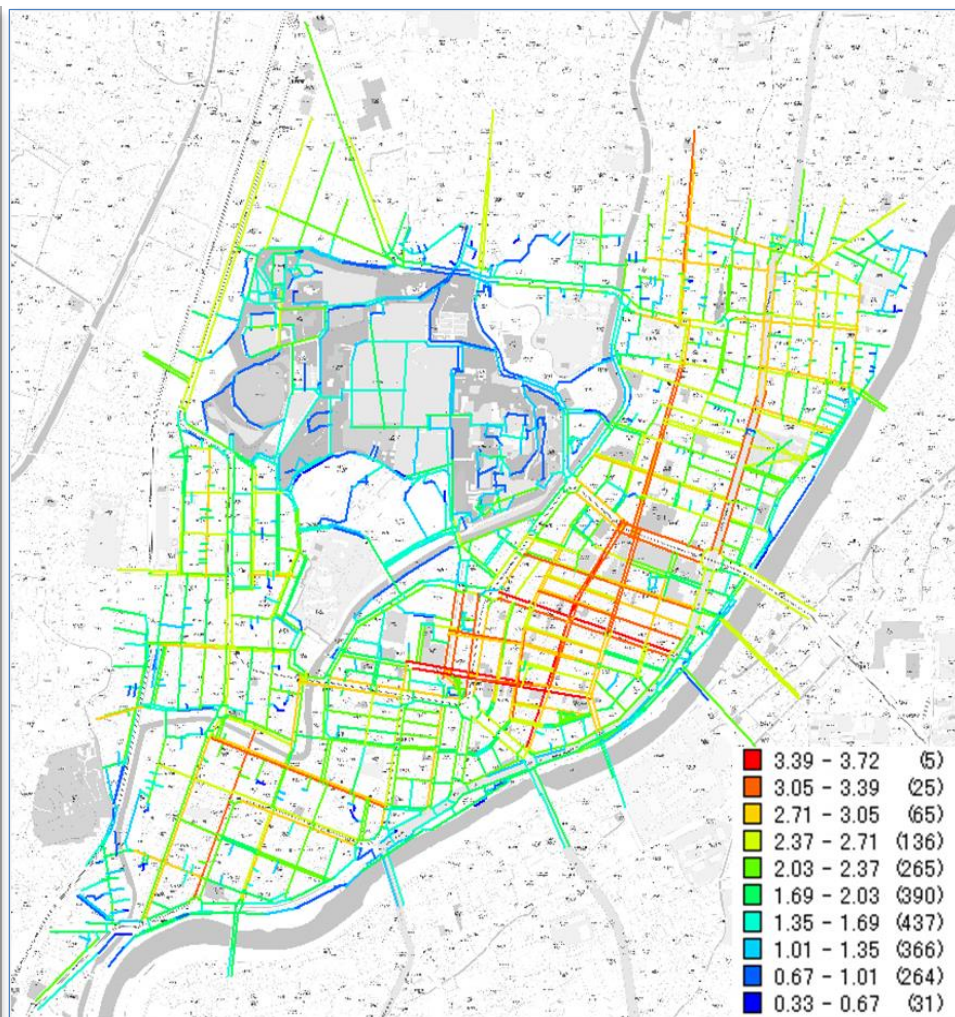
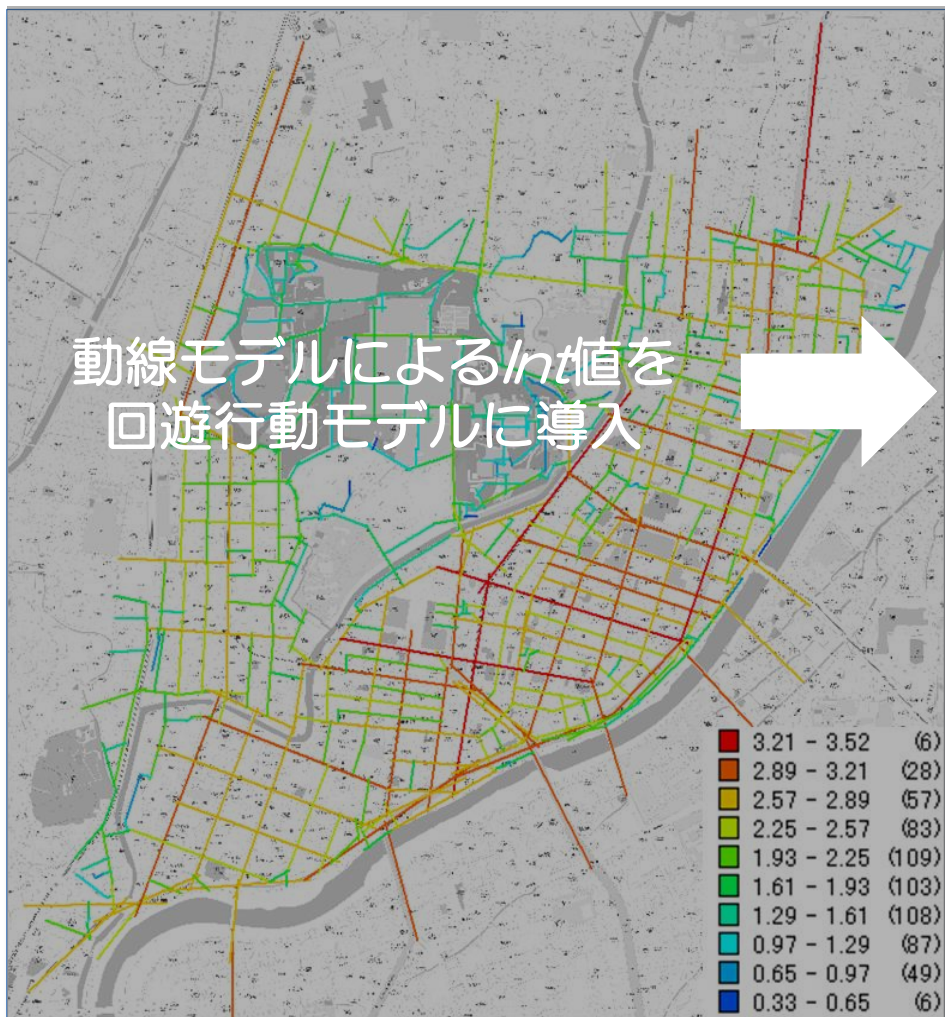
■ 認知モデルによる空間



■ 動線モデルによる空間

# 街路構成指標

動線モデルによる $Int$ 値を  
回遊行動モデルに導入

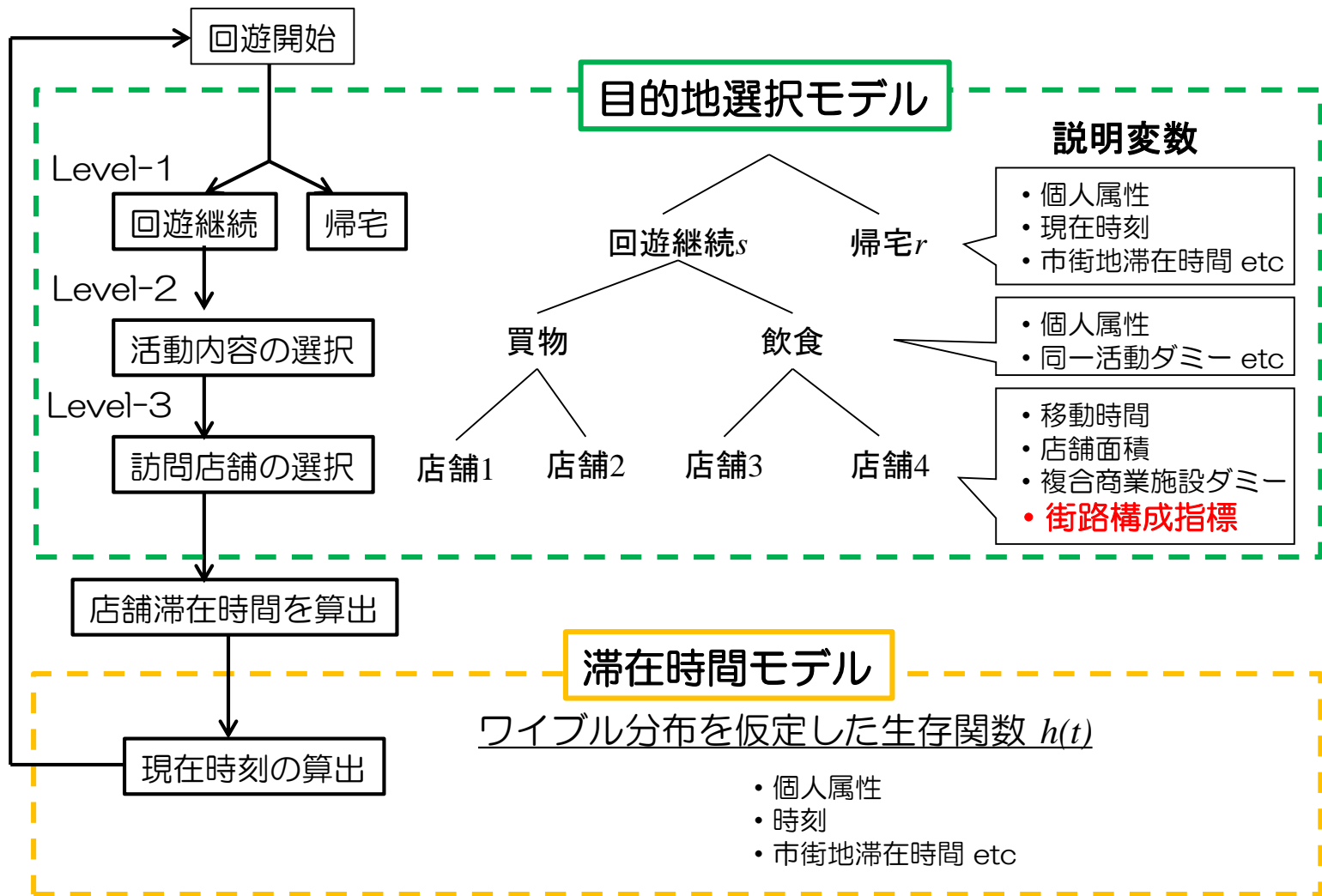
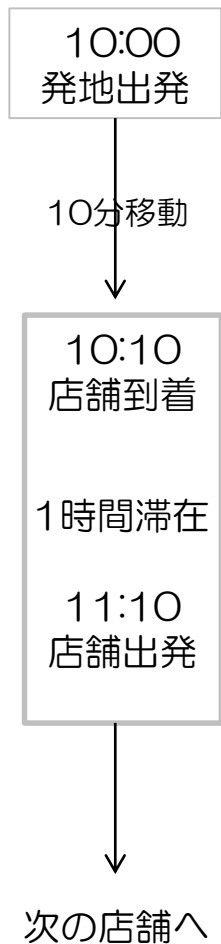


■ 認知モデルによる $Int$ 値の分布

■ 動線モデルによる $Int$ 値の分布

# 回遊行動モデル(改良)

■時間のフロー図



# データ収集①回遊行動調査

熊本中心市街地における  
歩行者回遊行動アンケート調査(2011)

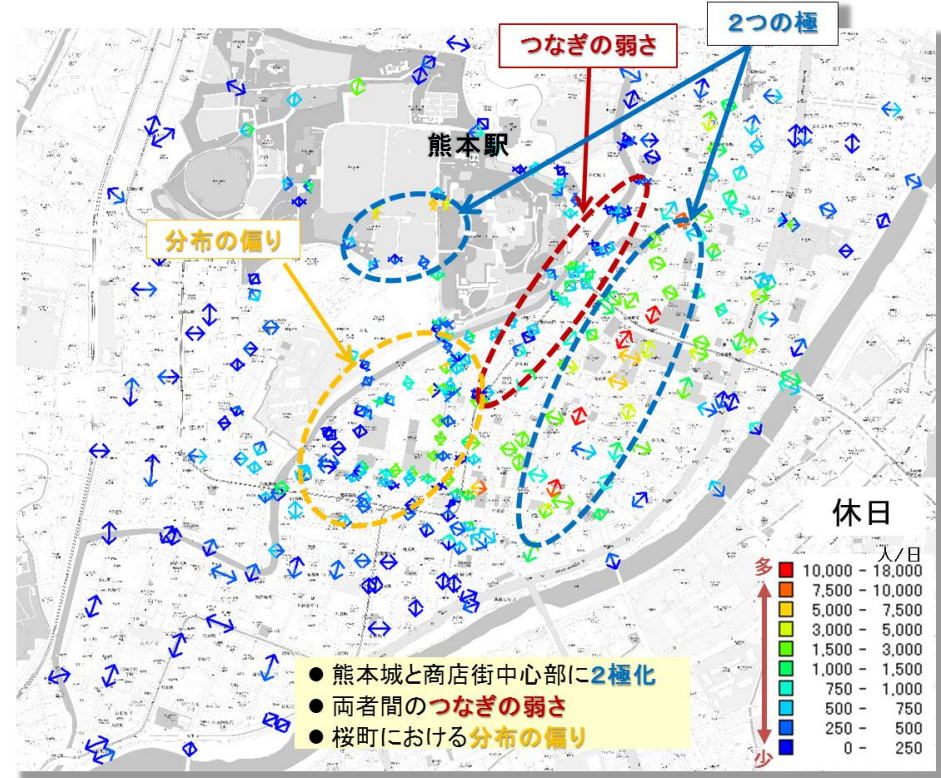
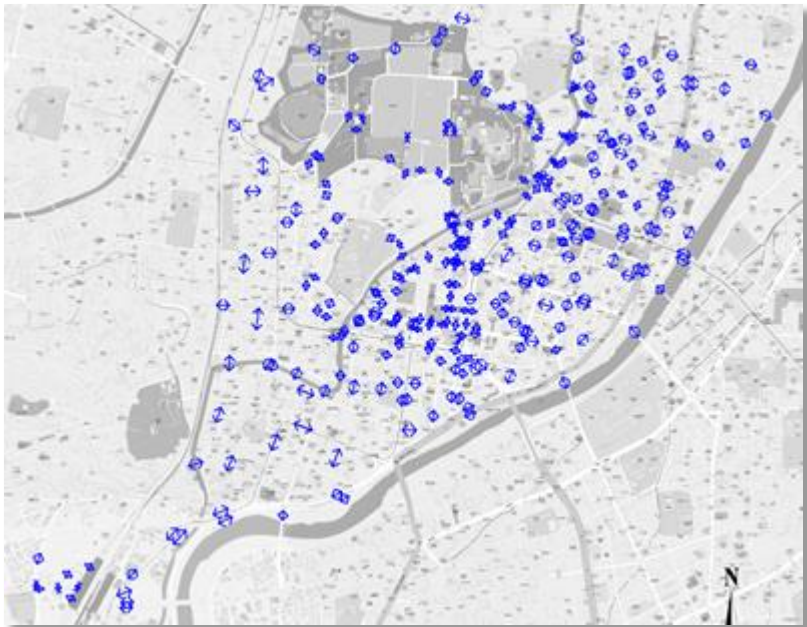
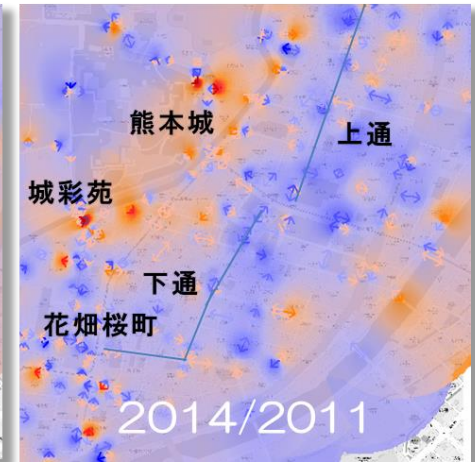
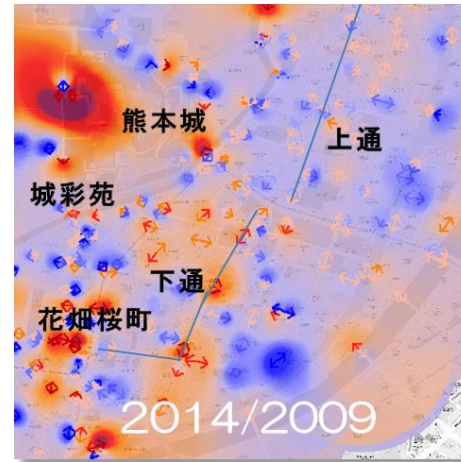
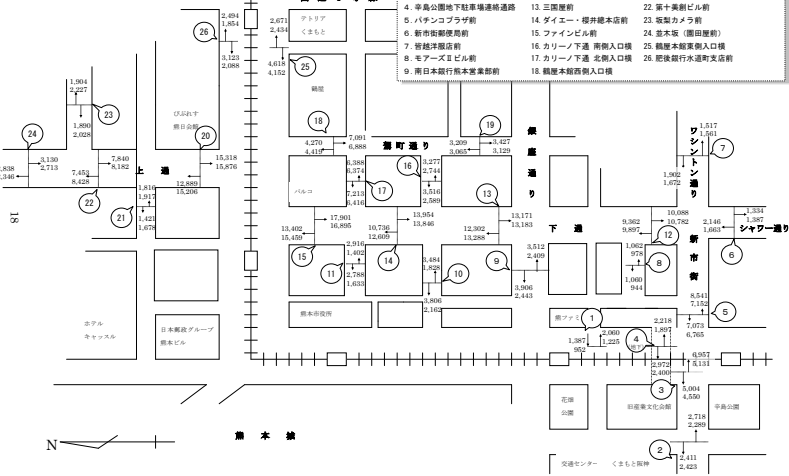
回遊行動アンケート調査	
調査日	2011.10.28(金) 2011.11.13(日)
調査時間	12:00~13:00 14:00~15:00 16:00~17:00 18:00~19:00
調査地点	中心市街地・熊本城の主要出口 全26地点(駐輪場など)
調査対象・ 調査項目	1.個人属性(性別、年齢、居住地) 2.来街目的 3.来街手段 4.訪問先 5.訪問先での活動、滞在時間 6.回遊ルート
サンプル数	平日325人分(642トリップ) 休日374人分(574トリップ)



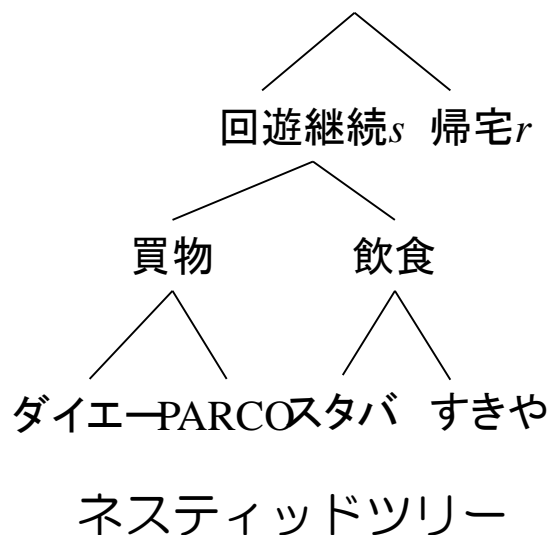
# データ収集②ゲートカウント調査

3・進行方向別通行人数 (上段 平日通行量/下段 日曜通行量)

◆中心商店街26地点



# 選択肢数と実績値



活動内容	訪問店舗数	
	平日(%)	休日(%)
1.買物	77(43.7)	60(51.7)
2.飲食交友	45(25.6)	43(37.1)
3.娯楽鑑賞	13(7.4)	18(15.5)
4.用事	34(19.3)	12(10.3)
5.美容	11(6.2)	8(6.9)
6.学習	21(11.9)	4(3.4)
7.観光	3(1.7)	2(1.9)
計	176(100)	116(100)
サンプル数	325	374
トリップ数	642	574
平均トリップ数	1.97	1.53

# モデル推定のためのデータ②

## ▪ 店舗面積

GIS を用いて算出

## ▪ 店舗間移動時間

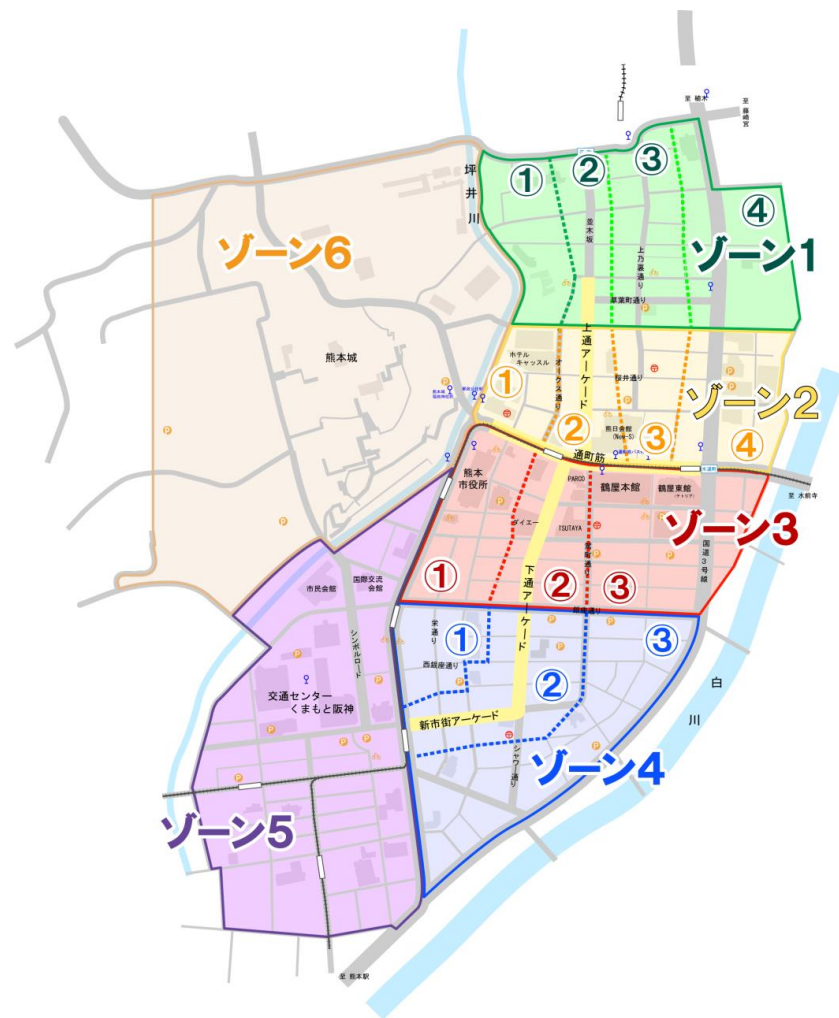
ネットワーク上に全サンプルのまちなかへの入出地点(26箇所)+  
全店舗(267箇所)からなるセントロイドを設定  
セントロイド間の最短経路探索による移動時間マトリクスを作成

## ▪ *Int*値

- 各地区ごとの*Int*値の平均値 → 地区ごとの賑やかさ
- 各地区ごとの*Int*値の分散値 → 地区ごとの界隈性
- 店舗間の最短経路を構成するリンクの*Int*値の分散値 → 経路の連続性



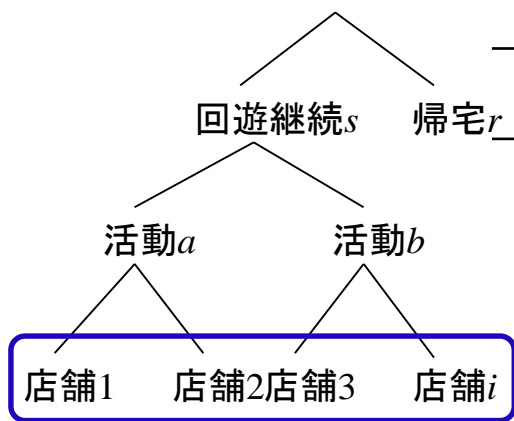
# 地区別Int平均値と分散値



地区名	地区	主な通り, 建物	Int平均値	Int分散値
上通北	1-①	上林町	1.84	0.179
	1-②	並木坂	2.69	0.126
	1-③	上之裏通り(北)	2.48	0.184
	1-④	3号線(北)	2.27	0.252
上通南	2-①	オークス通り	2.14	0.168
	2-②	上通り	2.85	0.0887
	2-③	上之裏通り(北)	2.31	0.113
	2-④	3号線(中)	2.34	0.278
下通北	3-①	市役所	2.44	0.131
	3-②	下通り(銀座北)	2.61	0.185
	3-③	駕町~3号線	2.48	0.281
下通南	4-①	西銀座, 栄通り	2.86	0.0628
	4-②	下通り~新市街	3.03	0.156
	4-③	シャワー通り, 3号線(南)	2.38	0.319
桜町	5	交通センター	2.16	0.314
熊本城	6	熊本城	1.34	0.101

# 回遊モデルLevel-3の推定結果

## Level-3：訪問店舗選択モデル



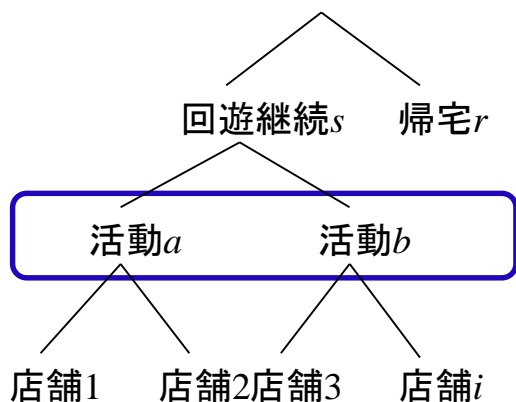
説明変数	平日		休日	
	推定値	t値	推定値	t値
最短経路の所要時間(h)	-7.91	-9.02	-3.08	-3.49
店舗面積(1000m <sup>2</sup> )	0.054	3.87	0.036	2.87
複合商業施設ダミー(複合商業施設=1)	5.18	15.1	3.68	18.6
目的地のある地区の $Int$ 平均値	-0.44	-2.78	0.235	1.17
目的地のある地区の $Int$ 値の分散	1.05	1.61	3.37	4.73
目的地までの最短経路上リンク $Int$ 値の分散	-0.76	-2.11	-1.42	-3.57
自由度修正済尤度比	0.589		0.397	
サンプル数	642		574	

地区の賑やかさ指標  
 地区の界隈背指標  
 経路の連続性指標

- 平日には地区平均 $Int$ 値が低い裏通りや奥まった空間にまで入り込む休日には $Int$ 値が高い(辿り着きやすい, 見通しが良い)地区に存在する店舗の方が効用が高い
- 地区全体の $Int$ 値分散が高い(街路の猥雑性が高い)地区に存在する店舗の方が効用が高い
- 訪問する店舗までの経路上の $Int$ 値の変化率が小さい方が効用が高い

# 回遊モデルLevel-2の推定結果

## Level-2：活動内容選択モデル

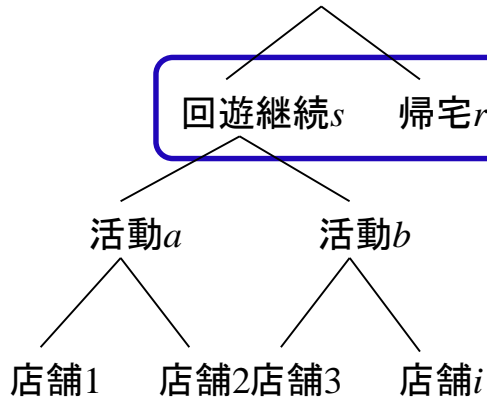


説明変数		平日		休日	
		推定値	t値	推定値	t値
定数項	買物	3.65	2.36	4.01	2.62
	飲食交友	-0.57	-0.51	-0.56	-0.58
	娯楽鑑賞	-2.37	-1.73	-	-
	用事	-0.96	-0.86	-2.73	-2.45
	美容	-3.03	-2.03	-2.64	-2.04
	学習	-	-	-2.66	-1.97
	観光	3.09	2.33	2.06	2.11
	活動人数	買物	-0.71	-2.81	-0.71
年齢	娯楽鑑賞	-	-	-0.041	-1.56
	学習	-0.043	-1.44	-	-
同一活動ダミー	買物	0.94	1.97	-0.12	-0.30
$\lambda_1$		0.48	4.25	0.52	4.95
自由度修正済尤度比		0.497		0.558	
サンプル数		642		574	

- 買物活動では同伴人数が小さい方が効用が高い
- 娯楽鑑賞・学習活動は年齢が低いほど効用が高い
- $0 \leq \lambda_1 \leq 1$ でツリー構造は妥当

# 回遊モデルLevel-1の推定結果

## Level-1：回遊継続・帰宅選択モデル



説明変数		平日		休日	
		推定値	t値	推定値	t値
回遊継続	現在時刻	-5.42	-2.44	-3.71	-1.67
	市街地滞在時間(h)	-0.634	-2.58	-1.86	-3.53
	居住地ダミー(熊本市在住=1)	-0.199	-0.691	-0.365	-0.864
帰宅	定数項	-1.04	-0.554	-3.18	-1.67
	公共交通ダミー(公共交通機関=1)	0.320	1.12	0.240	0.581
$\lambda_2$		0.650	2.70	0.422	3.58
自由度修正済尤度比		0.172		0.236	
サンプル数		642		574	

- ・ 滞在時間が短く，現在時刻が早いほど回遊継続しやすい
- ・  $0 \leq \lambda_2 \leq 1$  でツリー構造は妥当

# 滞在時間モデルの推定結果

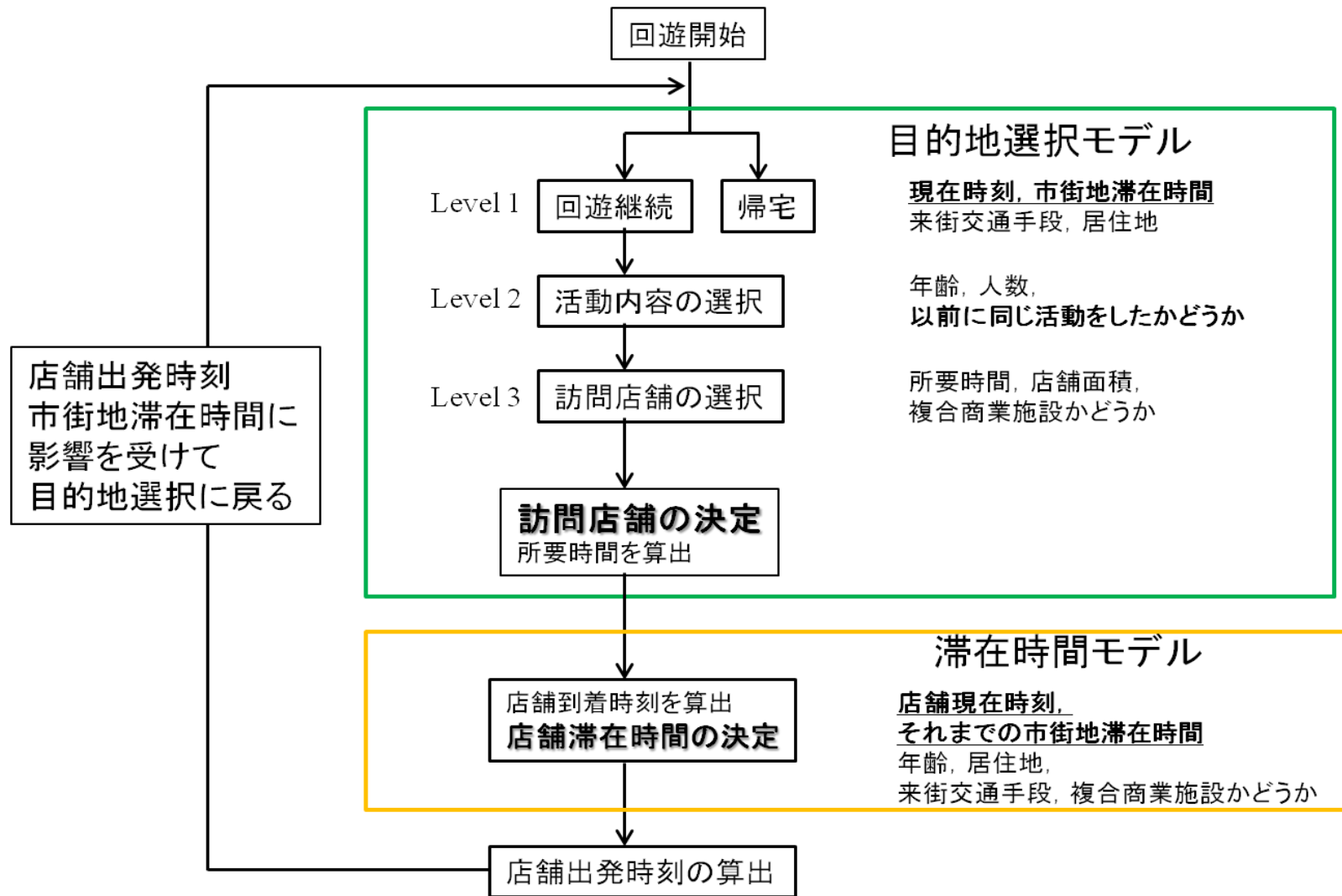
## 店舗滞在時間モデル

$$h(t) = \exp\left\{- (\beta t)^\alpha\right\} \quad \beta = \exp(b_0 + b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_n y_n)$$

説明変数		平日		休日	
		推定値	t値	推定値	t値
形状パラメータ $\beta$	居住地ダミー(熊本市内在住=1)	-0.295	-2.53	0.312	3.35
	公共交通機関ダミー(公共交通=1)	-0.364	-3.39	-0.213	-2.41
	性別(男性=1)	-0.212	-1.72	0.0742	0.82
	市街地滞在時間(h)	0.202	6.72	0.227	5.87
	現在時刻	0.528	2.35	-0.799	-4.42
形状母数 $\alpha$		0.253	8.30	-0.0558	-1.82
最大対数尤度		-647		-594	
サンプル数		570		545	

- 市街地滞在時間が長くなれば、休日の方が店舗から離れやすい
- 現在時刻が遅くなったとき、平日の方が店舗から離れやすい

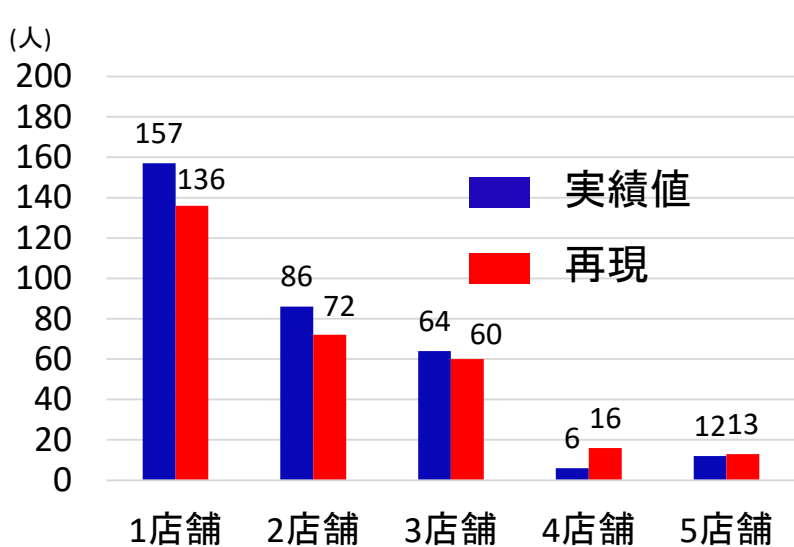
# シミュレーションフロー



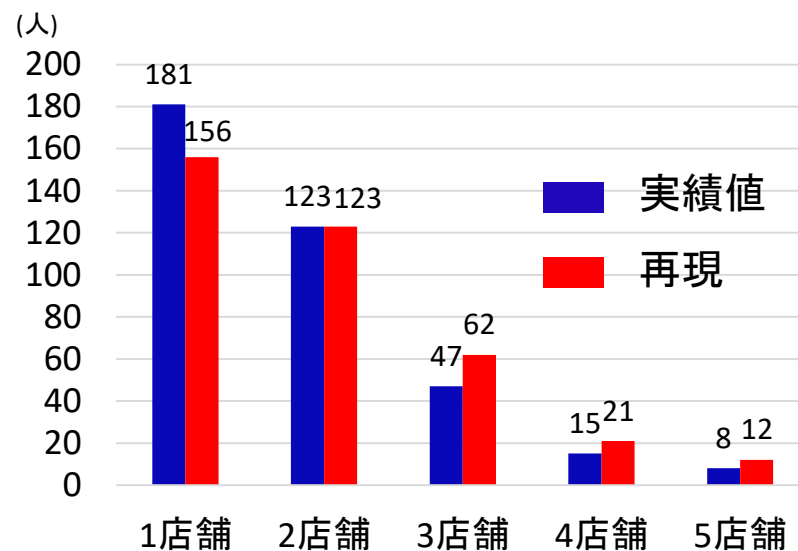
帰宅を選択 = 回遊終了するまで繰り返す

# 現況再現性の検証①

## 立ち寄り店舗数の再現性



平日

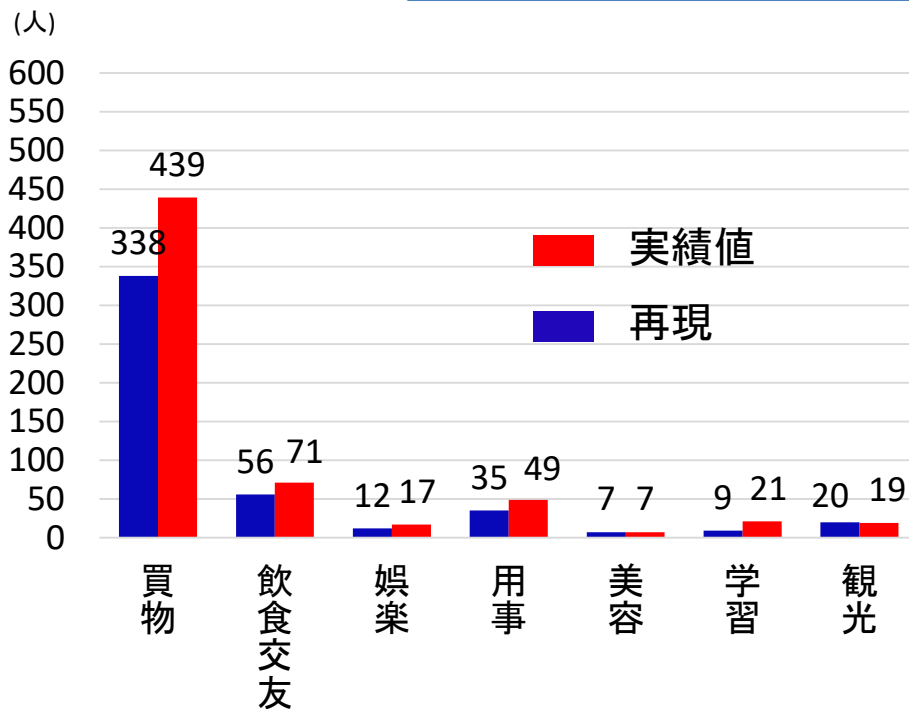


休日

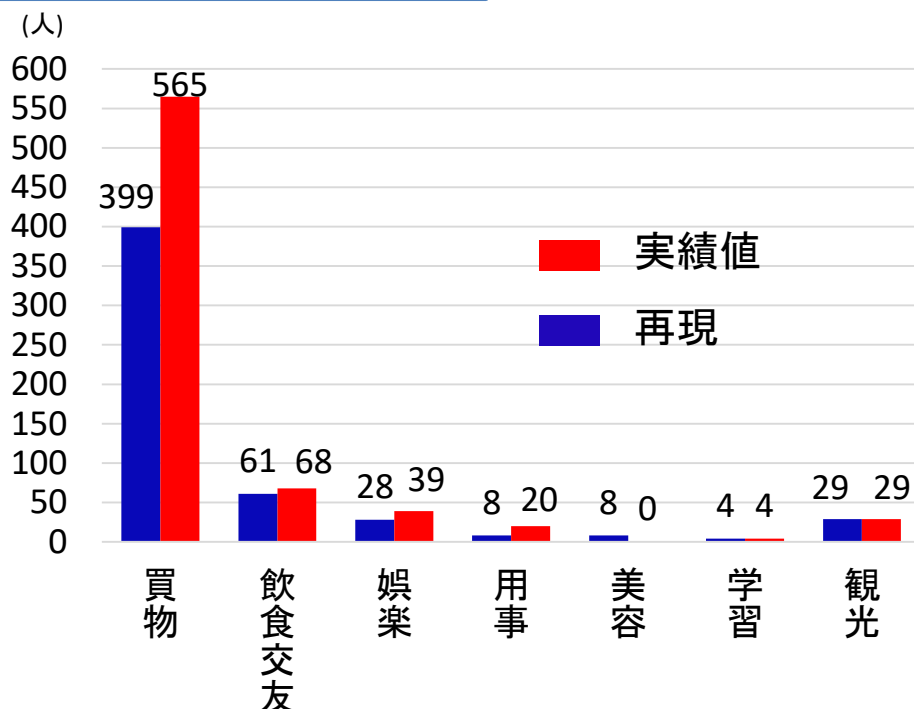
実績値と再現値はおおよそ一致

# 現況再現性の検証②

## 全活動別訪問店舗数の再現性



平日

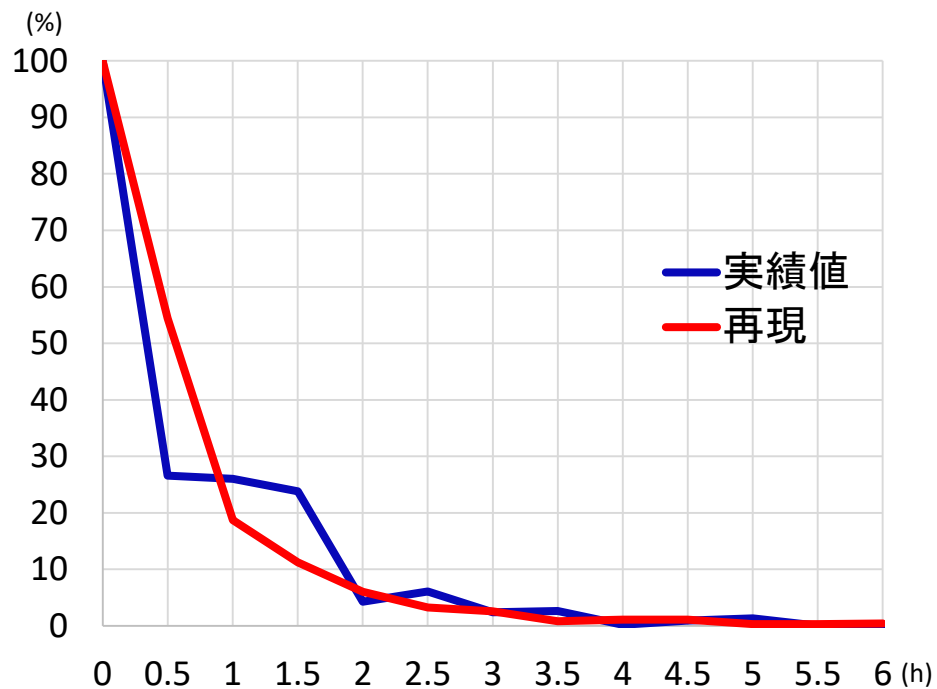


休日

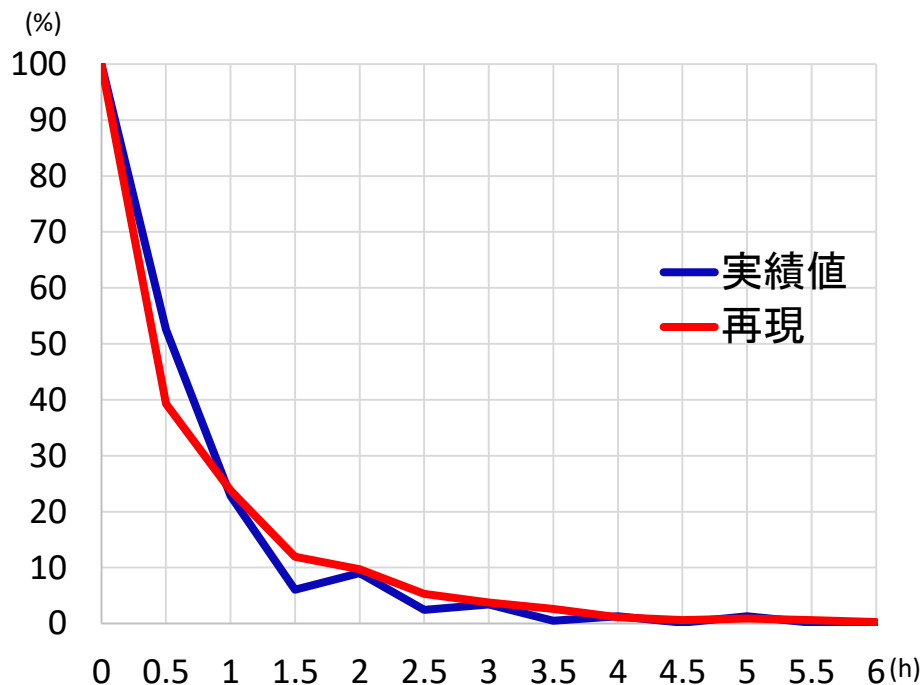
- 実績値と再現値は形状はおおよそ一致
- 買物活動をやや多めに推計

# 現況再現性の検証③

## 滞在時間分布の再現性



平日

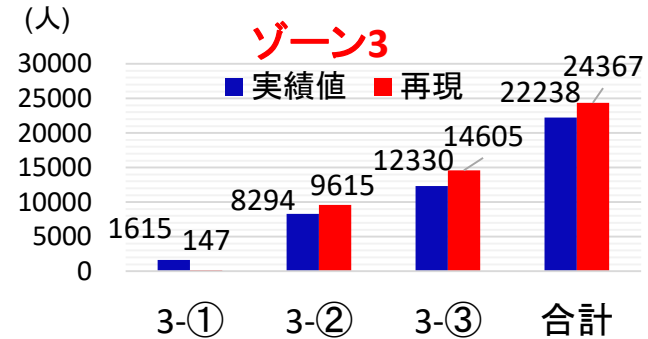
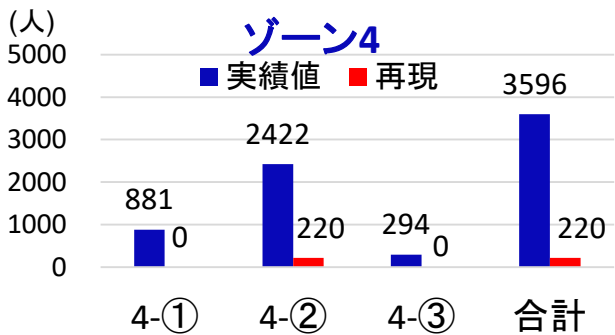
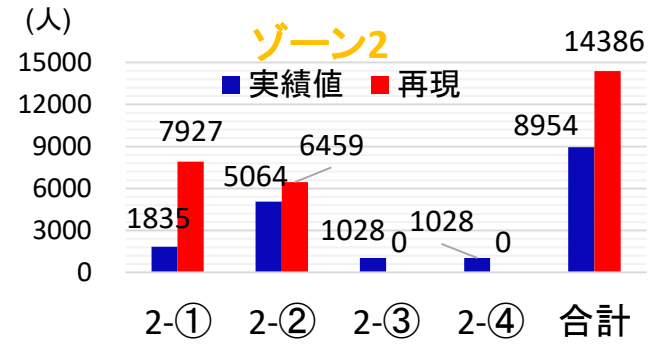
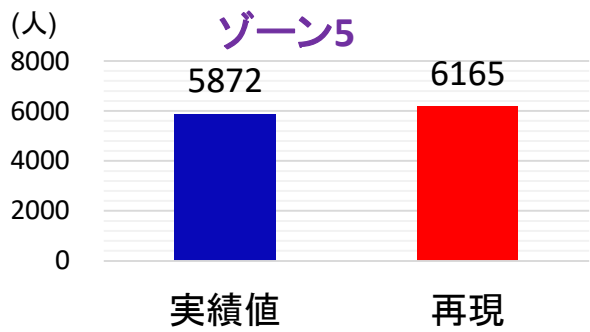
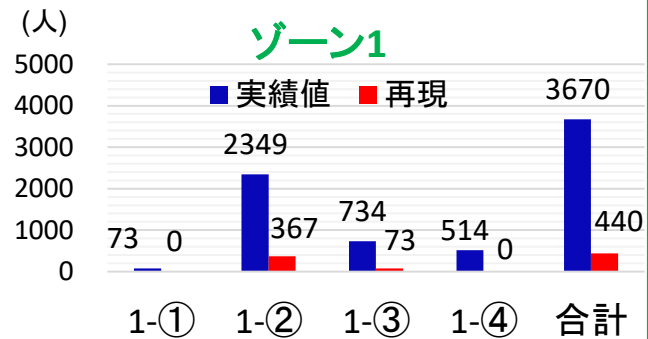
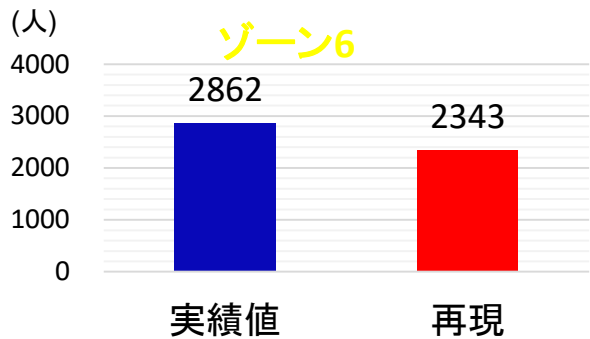
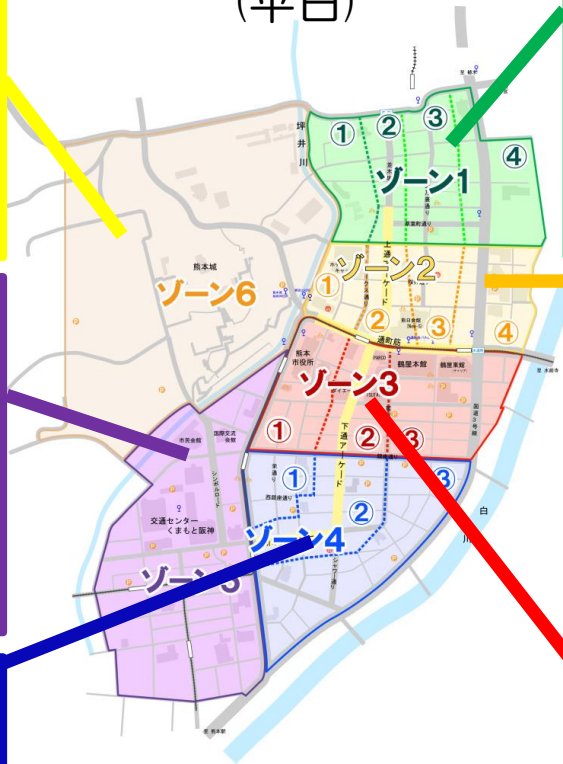


休日

- 分布形状はおおよそ一致
- 実績値, 再現ともに3時間程度で店舗滞在者はほぼ0に

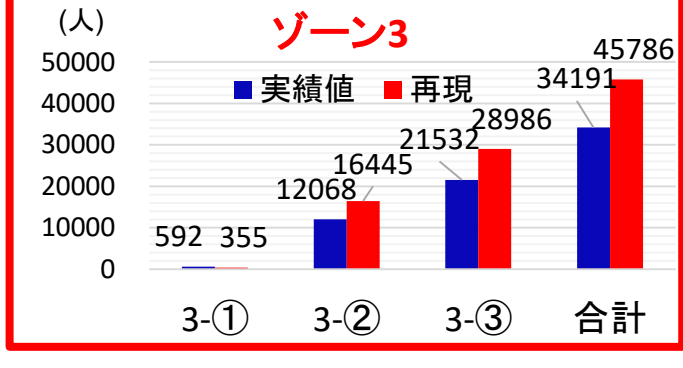
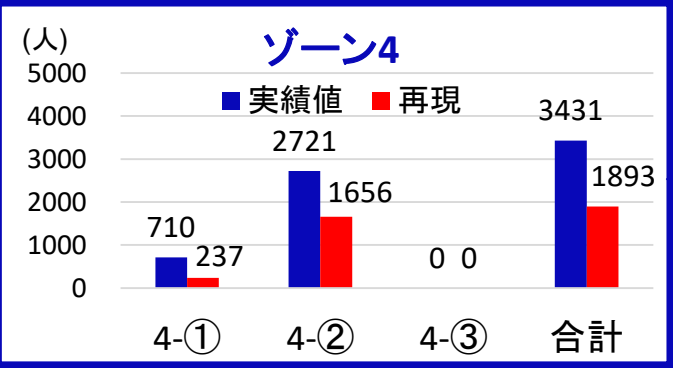
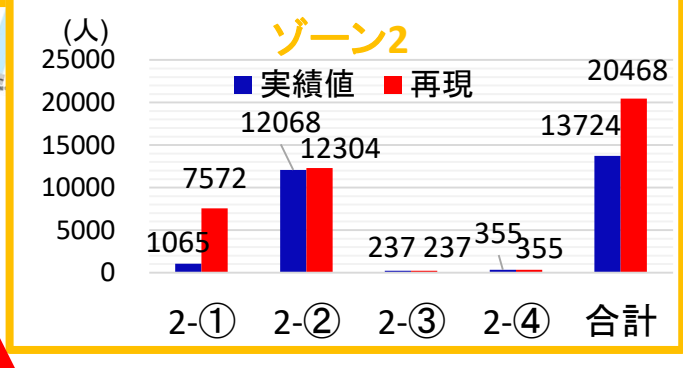
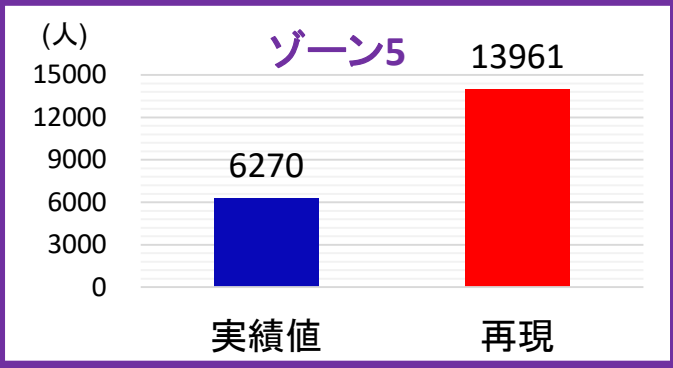
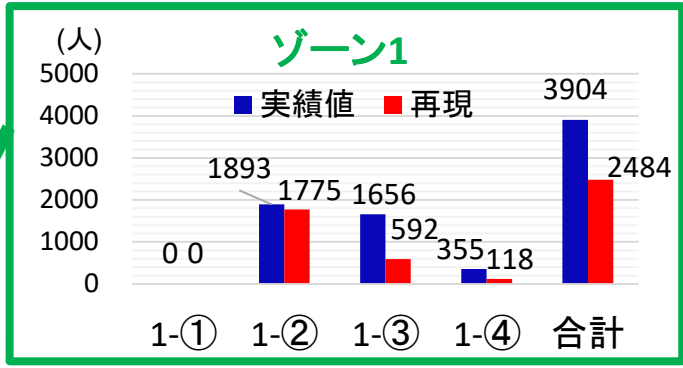
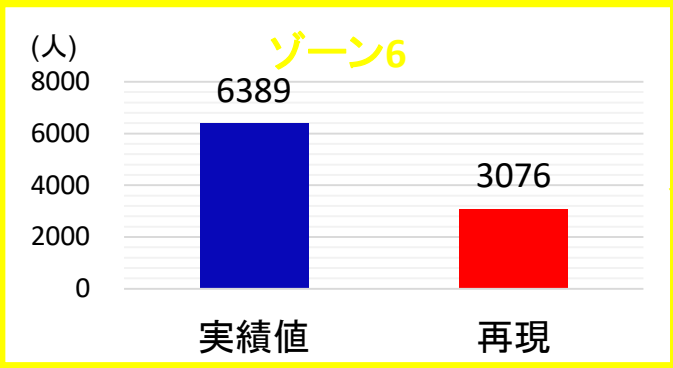
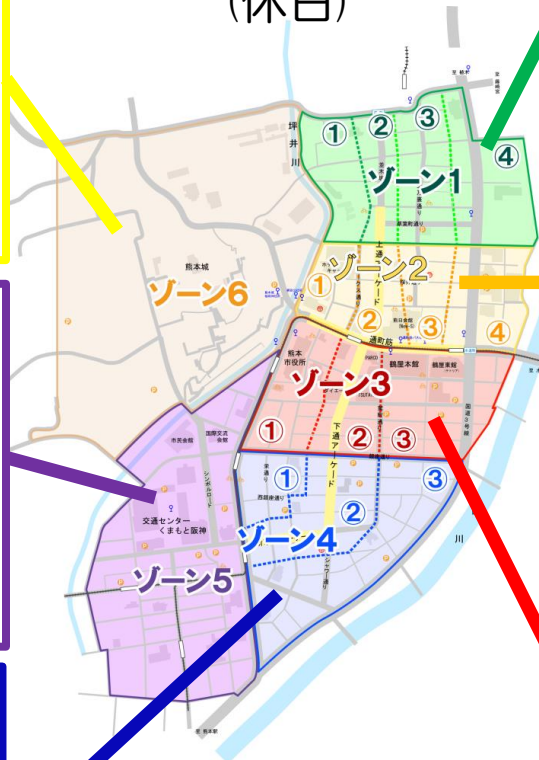
# 地区別入れ込み人数(平日)

地区別入れ込み人数  
(平日)



# 地区別入れ込み人数(休日)

地区別入れ込み人数  
(休日)



# 政策シミュレーション

## ■花畑・桜町地区の再開発事業が回遊に与える効果を分析



## 花畑・桜町地区再開発事業

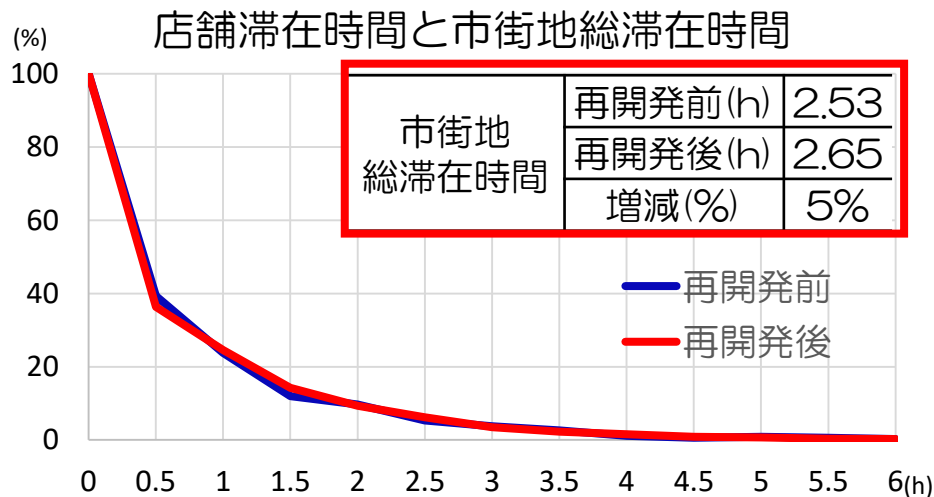
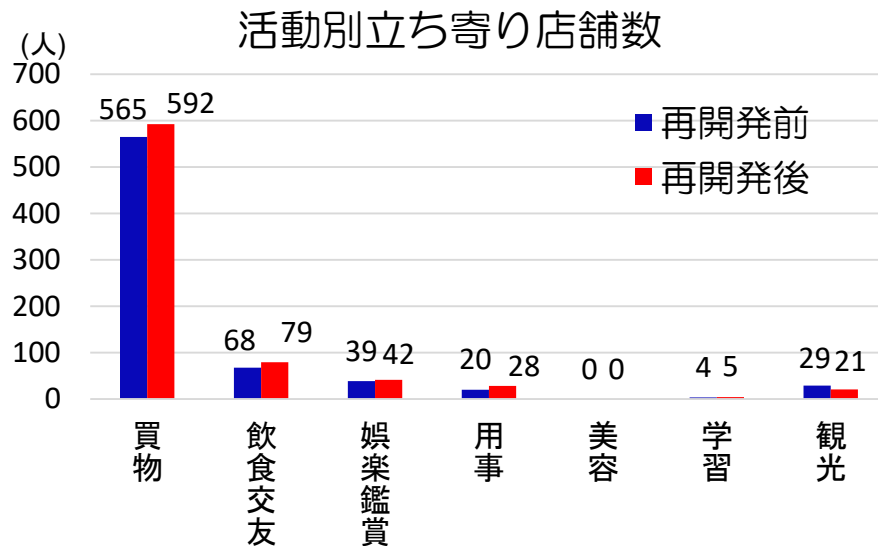
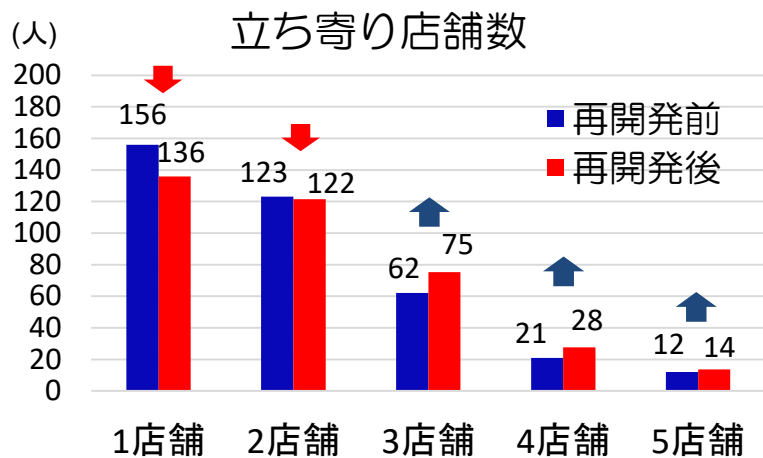


図 完成予想図

## シナリオ

- 敷地面積増大
- 複合商業施設化(複合商業施設ダミー)
- 地区Int平均値の変化  
→空間の連続性の創出

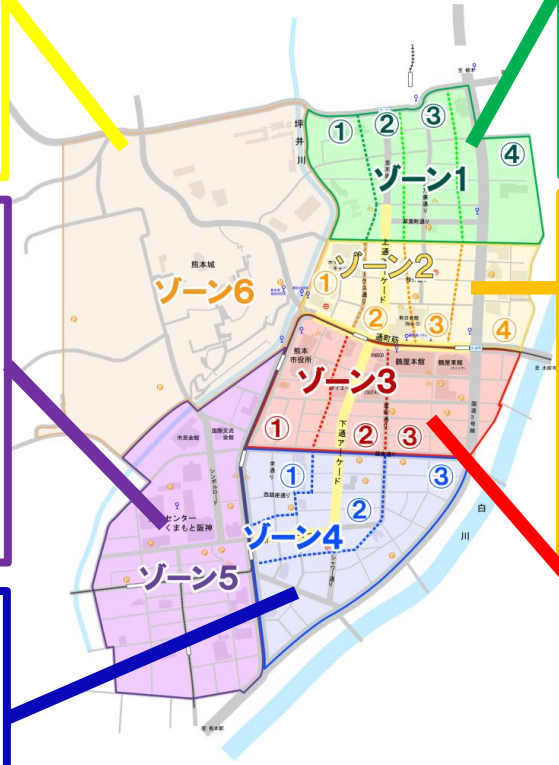
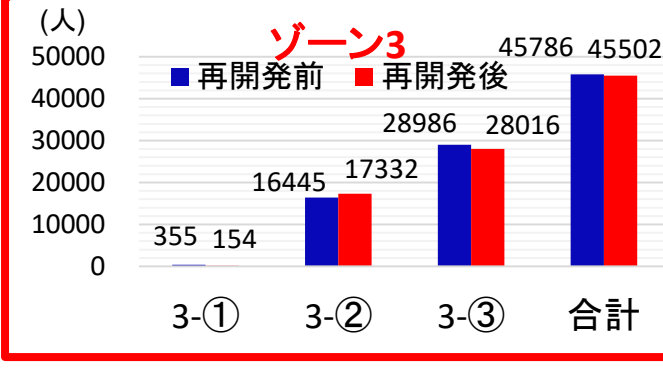
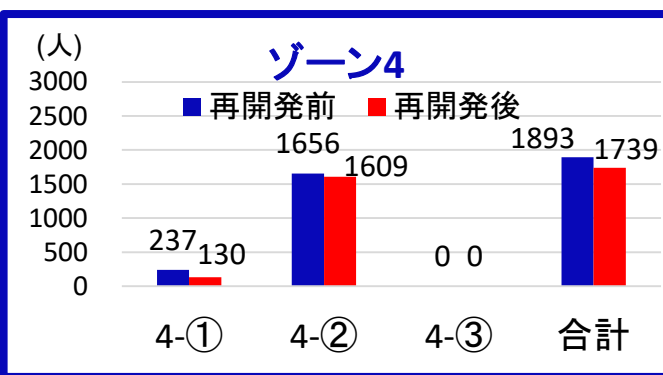
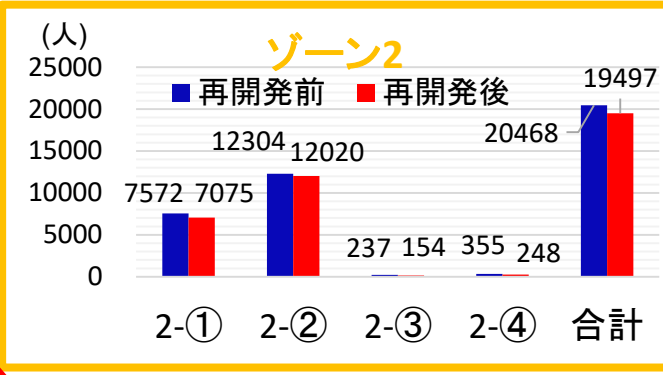
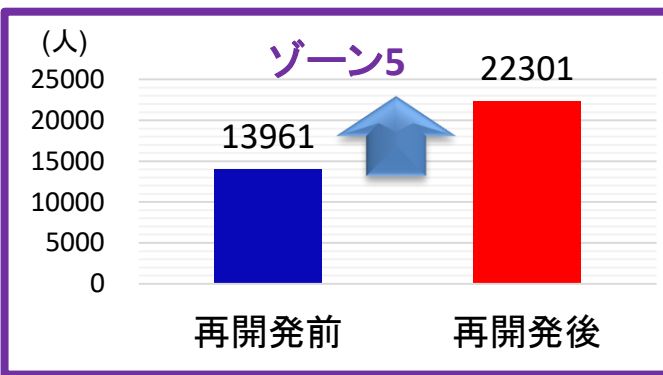
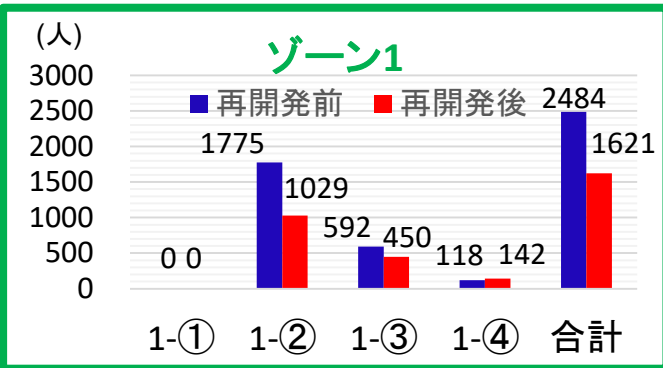
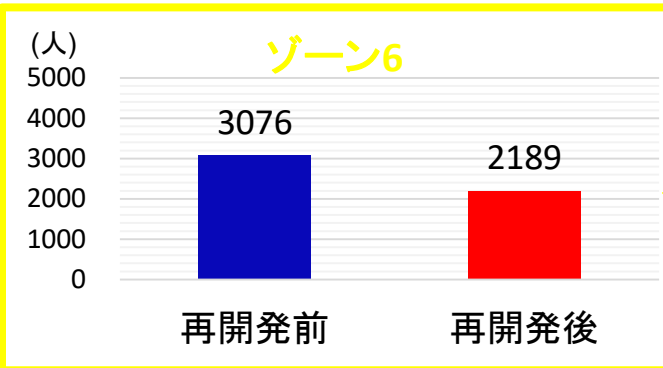
# シミュレーション結果(休日)①



- 1,2店舗で帰宅する人は減少
- 3,4,5店舗目まで回遊する人が増加
- 平均市街地滞在時間は約7分間増加

# シミュレーション結果(休日)②

シミュレーション結果②  
入れ込み人数(休日)



# まとめ

- 街路構成のもつ魅力度が回遊に与える影響を考慮したモデルを構築
- 時間経過を考慮した回遊行動を精度よく表現
- 花畑・桜町地区再開発によって訪問店舗数，市街地滞在時間，入れ込み人数の変化の予測