

第75回
情報処理学会 UBI 研究発表会

大規模移動履歴に基づく滞在推定結果を用いた 公園の定量的な特性評価手法

坂倉波輝※¹ 永田吉輝※¹ 田村直樹※¹ 庄子和之※¹ 浦野健太※¹ 米澤拓郎※¹ 河口信夫※^{1, 2}

※¹ 名古屋大学大学院 工学研究科

※² 名古屋大学未来社会創造機構



目次

01 研究概要

02 背景

03 関連研究

04 提案手法

05 結果

06 まとめ

滞在傾向から公園を分類

- 人の滞在データを用いて、公園の特徴分類を目指す

- 手法

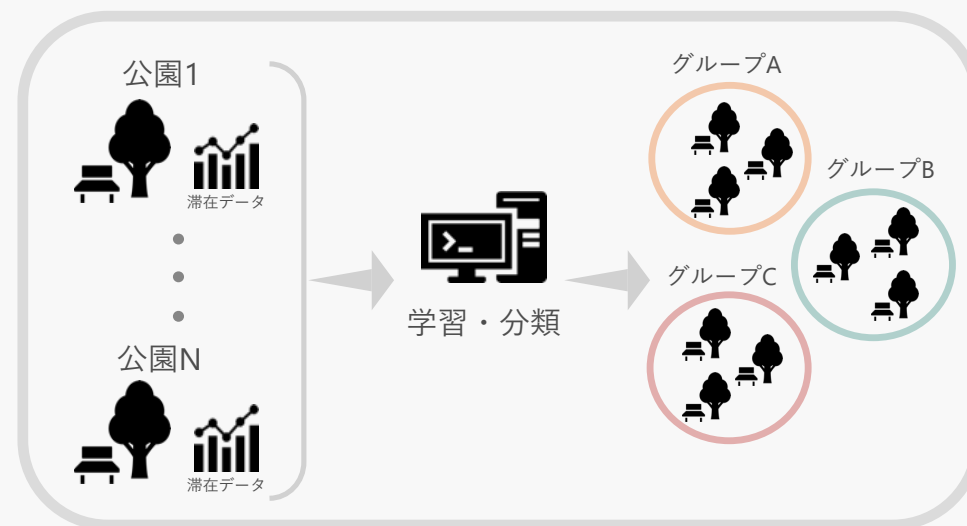
- 公園の滞在特徴を分散表現で抽象化・定量化

- 関連キーワード

- GPSデータ（時空間データ）
- Word2Vec（分散表現）
- クラスタリング

- ビジョン

- 公園の分析から地域の分析へ

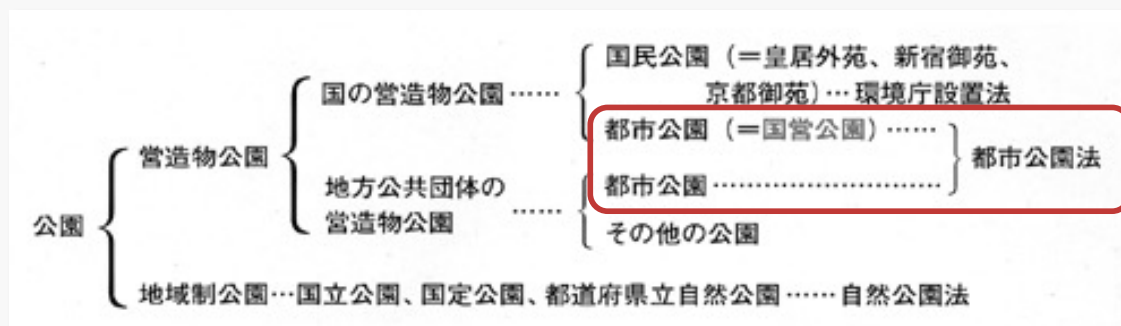


イメージ図

対象とする公園

● 都市公園を取り扱う

- 全国112,714箇所^[1] 総面積129,183ha^[1]



※以降、本発表では“公園”は都市公園を指す。

都市公園の種類^[2]

- 住区基幹公園
街区公園・近隣公園・地区公園
- 都市基幹公園
総合公園・運動公園
- 緩衝地公園
特殊公園・緩衝緑地・緑道

● 公園の多様な目的

- 遊び・運動・憩い、地域交流
- 都市景観、都市環境、防災、生態保全

[1]国土交通省 都市公園データベース R3年度

[2]国土交通省 都市局 公園緑地・景観課

画像引用：国土交通省関東地方整備局ホームページより

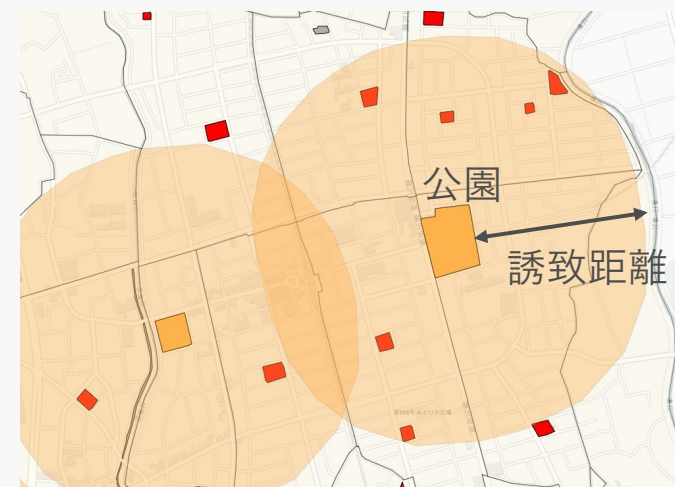
公園施策における現状と課題(1/2)

● 公園施策

- 新たな公園の設置・撤去
- 遊具や設備の交換・設置

● 誘致距離の廃止^[3]

- 新市街地の拡大が一段落→都市の再構築
- “都市公園体系”を考慮して適切な規模の公園を適切な位置に系統的合理的な配置が必要”^[3]



- 都市公園体系：どこにどのような種類の公園が配置されているのか。公園ネットワーク

公園施策における現状と課題(2/2)

- 経済的側面からの公園事業評価
 - 国土交通省：小規模公園費用対効果分析手法マニュアル
 - 国勢調査などの統計データから公園施策の効用を貨幣価値に換算
- 公園の**利用実態**の把握が困難
 - モニタリング・センシングも実施されているが高コスト
 - 時間的・空間的網羅性の担保が難しい
 - 担当者の経験則に依存する側面

課題：都市公園体系を踏まえた公園の利用実態評価

実現したい公園分析（理想）

- 多数の公園を低コストで長期的に利用実態把握
 - 滞在目的、滞在時間、属性、アクセス方法
- 公園と公園の相対比較
 - 都市公園体系を考慮するために公園同士の比較を実現
- 公園と地域の関係性の評価
 - 公園施策によって、公園周辺地域にどのような貢献があるのか？
 - 公園周辺地域のどのような特徴により、公園利用が推進されるのか？
 - 地域内での公園（公共エリア）の価値とは？

実現したい公園分析（理想）

- 多数の公園を低コストで長期的に利用実態把握
 - 滞在目的、滞在時間、属性、アクセス方法
- 公園と公園の相対評価
 - 都市公園体系を考慮するために公園同士の比較を実現
- 公園と地域の関係性の評価
 - 公園施策によって、公園周辺地域にどのような貢献があるのか？
 - 公園周辺地域のどのような特徴により、公園利用が推進されるのか？
 - 地域内での公園（公共エリア）の価値とは？

公園分析の手法

● 経済的アプローチ

- 国土交通省：小規模公園費用対効果分析手法マニュアル
 - 国勢調査などの統計データから公園施策の効用を貨幣価値に換算

● 都市構造アプローチ

- Space syntax
 - 位相幾何学的な尺度で都市を分析
 - 木川らの研究^[4]：空間接続性に基づく空間の指標化・評価

→あくまで、シミュレーションに基づく利用実態把握

● 人流分析アプローチ

- 滞在傾向分析
 - 通行量センサー、携帯端末のGPSデータから公園内の滞在数を時間ごとに集計
 - 上野らの研究^[5]：公園の利用状況を来訪者数・来訪時間・公園への距離より分析

→個々の公園の絶対評価

[4] 木川剛志, 古山正雄. スペース・シンタックス理論による空間位相構成の抽出とその比較に関する研究：京都における町家と露地の解析とその比較を事例として. Journal of Architecture and Planning, Vol. 85, No. 5, pp. 585-588, 2021

[5] 上野裕介, 加藤禎久, 白土智子, 船本洋司, 中谷俊文. 人流ビッグデータで見た covid-19 流行後のグリーンインフラや観光地利用の変化. ランドスケープ研究, Vol. 85, No. 5, pp. 585-588, 2021

目的・ゴール

● 目的

- 都市公園体系を考慮した公園の利用実態を反映した大規模な分析手法の提案

● ゴール

- 多数の公園を低コストで長期的に利用実態把握
- 公園と公園の相対評価
- 公園と地域の関係性の評価

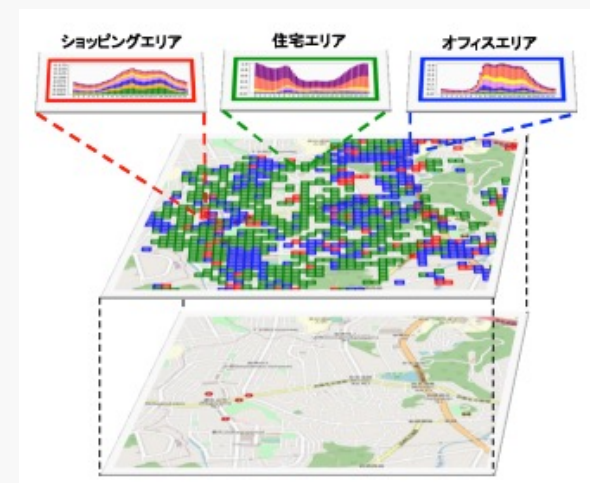
第1フェーズとして、

滞在推定データを基にした多数の公園を分類・評価したい

滞在データを用いたエリアの特徴づけ

● Area2Vec^[6]

- 滞在データから各エリアの分散表現を教師なし学習でモデリング
- Word2Vecを応用
 - 自然言語処理において、単語周辺の意味情報から単語の分散表現（固定ベクトル）を生成する手法
- 特徴
 - エリア間の類似度算出が可能
 - 正解ラベルデータの必要なし
 - 都市の全範囲を学習対象



エリアモデリングの概要図^[6]

Area2Vecを公園エリアのみに適用

● Park2Vec

● 構成

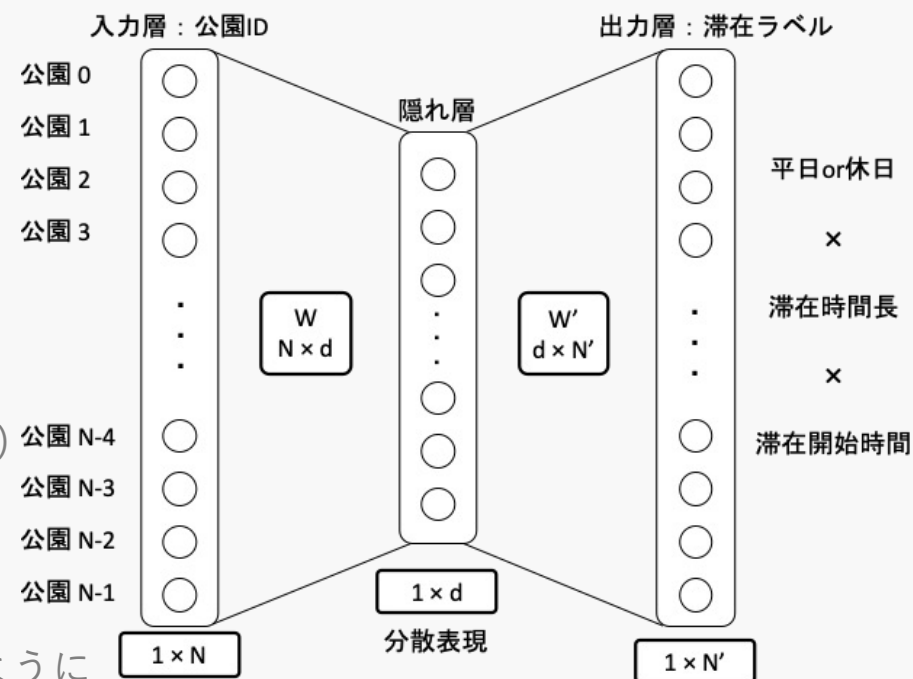
- 入力層：公園ID

● 出力層：

- 平日or休日
- 滞在時間長(0~2分, 2分~5分, 5分~10分, etc...)
- 滞在開始時間

● 学習

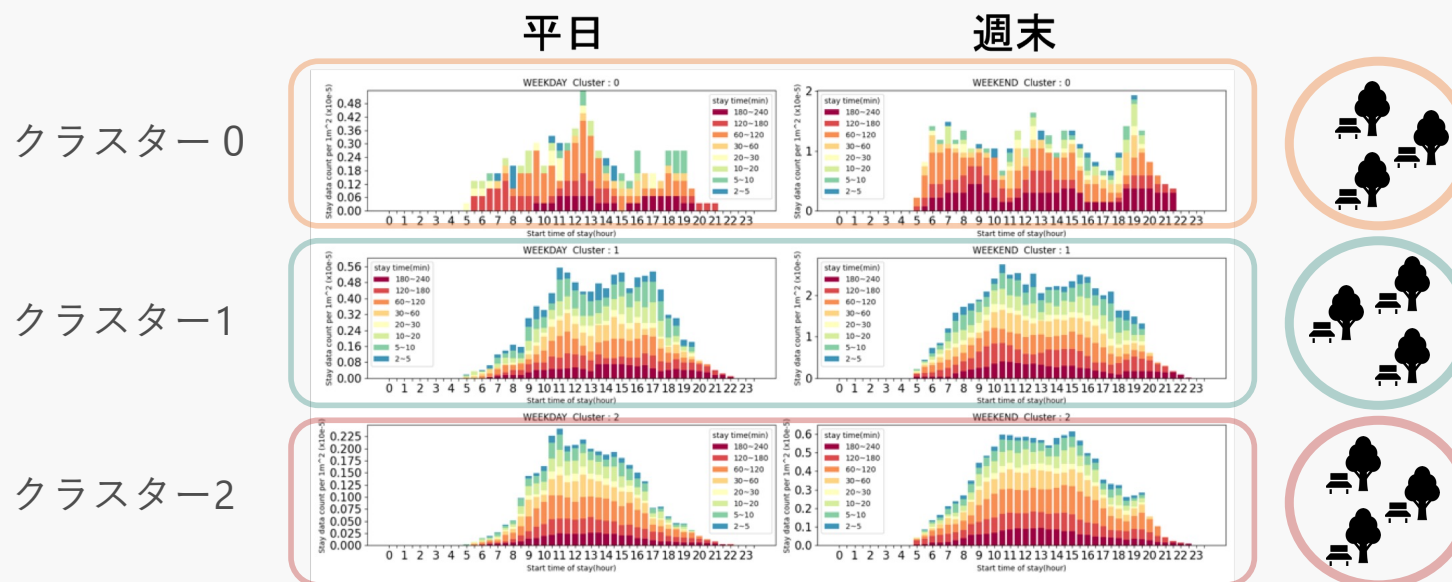
- 滞在特徴を反映した潜在表現を構成できるように重みを公園ごとに学習



公園の分散表現をクラスタリング

● K-means++法を用いてクラスタリング

- 多次元ベクトルで表現(分散表現)された公園をクラスタリングする（正規化を実施）
 - 似た滞在特徴をもつ公園同士が同じクラスターに所属する



使用データの概要

● 神奈川県藤沢市 2019・2020・2021の各4月のデータ

● 滞在データ

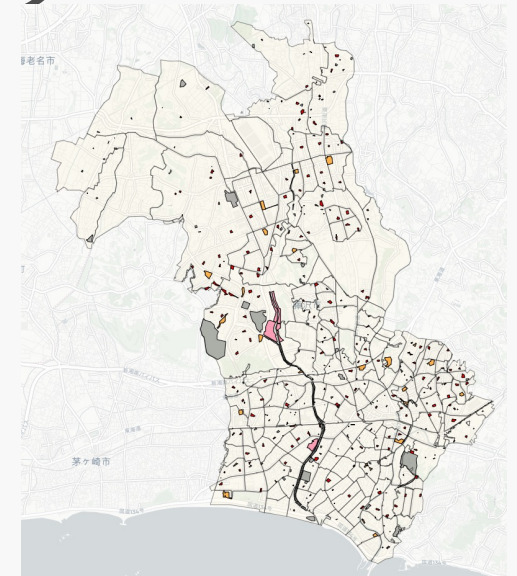
- (株)Blogwatcher社の滞在履歴データ
- クエリの意図
 - COVID-19流行の前後の比較
 - 4月：気候が良く、外出が多いと推測
- 滞在数の豊富な30公園を選択（藤沢市内に313公園）

● 公園滞在判定（データのフィルタリング）

- 公園の周囲10m内の滞在も公園内の滞在と判定
 - 2分未満・360分以上の滞在は対象外（公園滞在として不適切）
 - 滞在開始時間が5時~19時の滞在のみ採用（深夜の滞在は住宅滞在の可能性）
- 神奈川県藤沢市の公園

● モデル

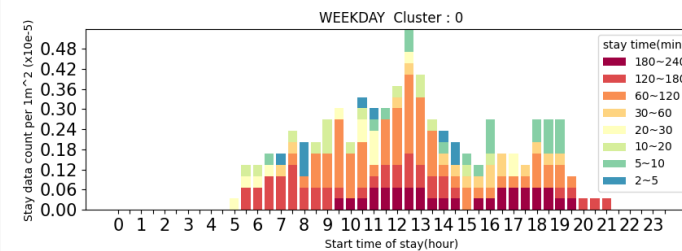
- 入力層 90 次元, 隠れ層 10 次元, 出力層 240 次元
- 有効な滞在データ：約1.5万個



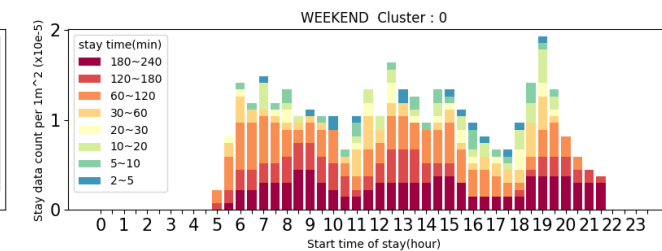
結果 3クラスター（全年度集計）

クラスター0 →

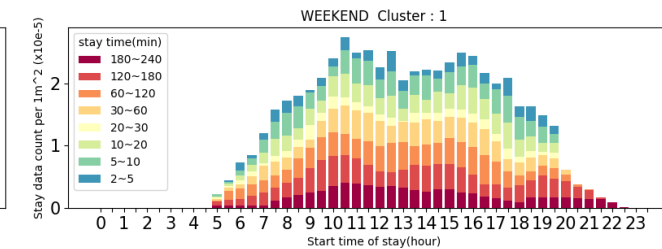
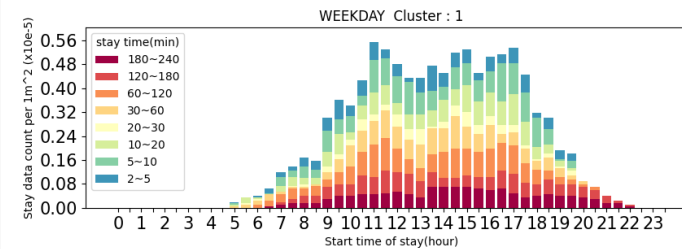
平日の滞在



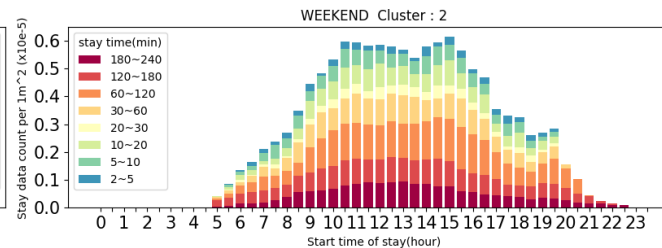
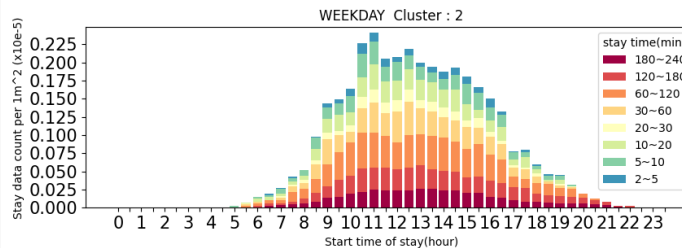
週末の滞在



クラスター1 →



クラスター2 →



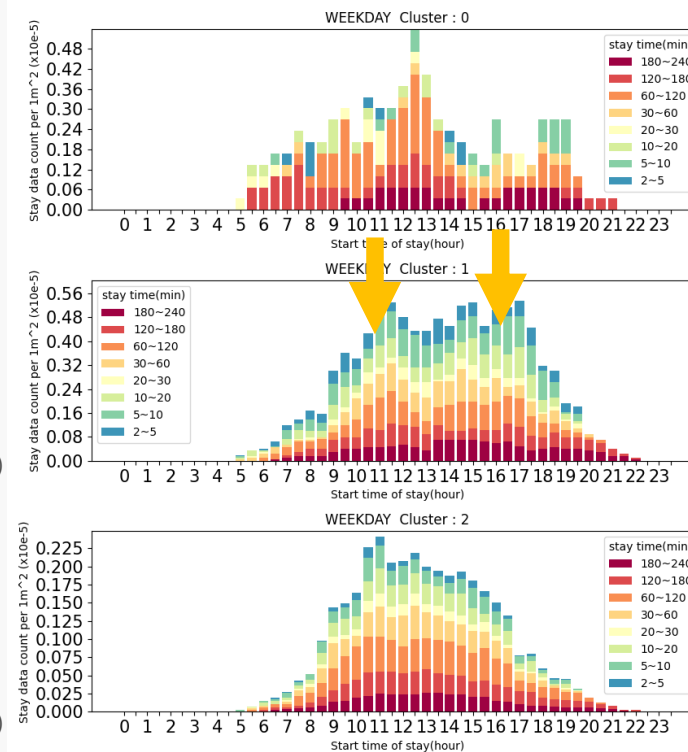
結果 3クラスター（全年度集計）

クラスター0 →
6公園
(2019:1, 2020:3, 2021:2)

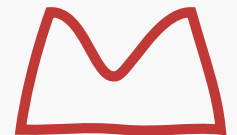
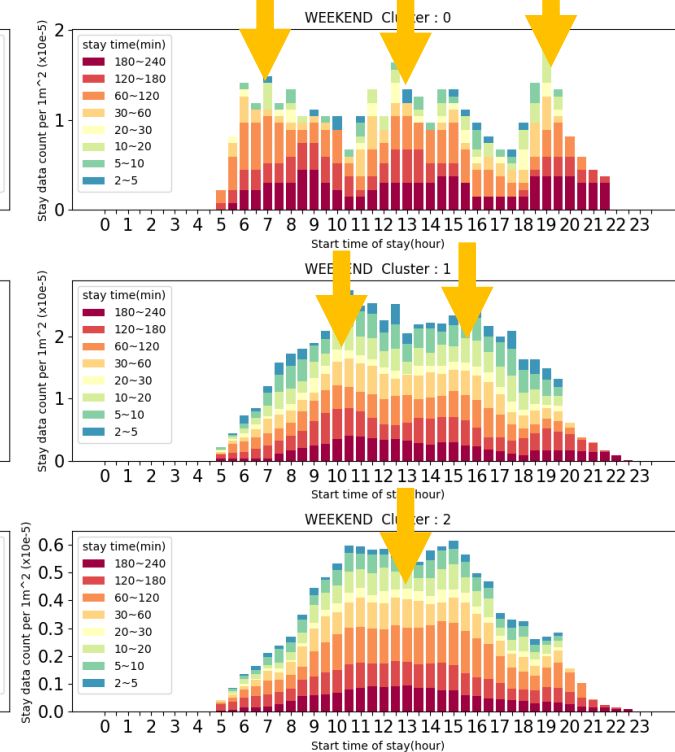
クラスター1 →
39公園
(2019:13, 2020:15, 2021:11)

クラスター2 →
45公園
(2019:16, 2020:12, 2021:17)

平日の滞在



週末の滞在



結果 3クラスター

<クラスター0>



用田東原公園(2020)

<クラスター2>



第二花立公園(2019)



奥田公園(2021)

<クラスター1>



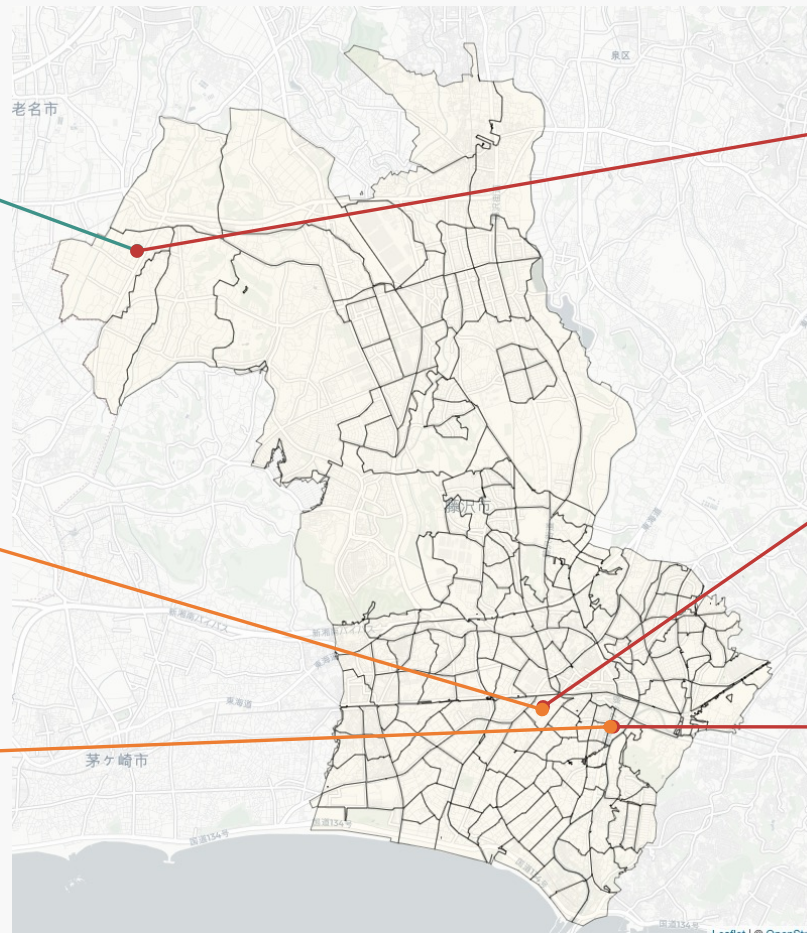
用田東原公園(2019, 2021)



第二花立公園(2020, 2021)



奥田公園(2019, 2020)



公園画像：子どもとお出かけ情報サイト「いこーよ」、Google mapより

考察

● 滞在傾向ごとの分類を確認

- Area2Vecに比べ滞在データの総数が少ないPark2Vecでも、滞在の分散表現による類似度比較を実施

● クラスターに所属する公園に一貫性は不明瞭

- 公園種類、地域性、公園面積、遊具情報、年度（滞在データ）
→ 公園の**周辺地域**の情報も分析対象にすべき (Future work)

● コロナ前後の比較

- 同一の公園でも、年度によって別のクラスターに所属
 - コロナ前後でも似た滞在傾向を持つ公園は同じクラスターに所属
 - 2019→2021で同じクラスターに所属するものもあれば、2019→2020で同じクラスターに所属する場合もある。

まとめ

- **モチベーション**

- 滞在推定データを基にした多数の公園を分類・評価したい

- **公園内の滞在推定データを用いて、似た滞在特徴を持つ公園の分類**

- Word2Vecをベースとした滞在特徴の分散表現
- 公園の滞在特徴を多次元ベクトルで表現
 - 公園同士の類似度比較が可能
 - クラスタリングによる分類

- **評価の準備**

- 各クラスター内の公園と公園周辺情報の地道な検証
 - 遊具情報、面積、アクセス距離
- 公園同士の比較

今後

● クラスタリング結果の検証・評価

- 現状ではクラスタリング結果の解釈は人間に委ねられる
- Wifiパケットセンサーを用いた現場比較

● 公園の周辺地域情報を反映したモデルの作成

- 公園周辺エリアの滞在傾向・統計情報を公園に集約し、inputに活用
 - 滞在傾向：Area2Vecの活用
 - 統計情報：土地利用データ、国勢調査、学校・保育園情報

● データ拡張（対象期間の延長・他都市との比較）

- 季節ごとの公園の滞在特徴の反映
- 同程度の都市公園持つ都市同士の比較

ご清聴ありがとうございました。

大規模移動履歴に基づく滞在推定結果を用いた 公園の定量的な特性評価手法

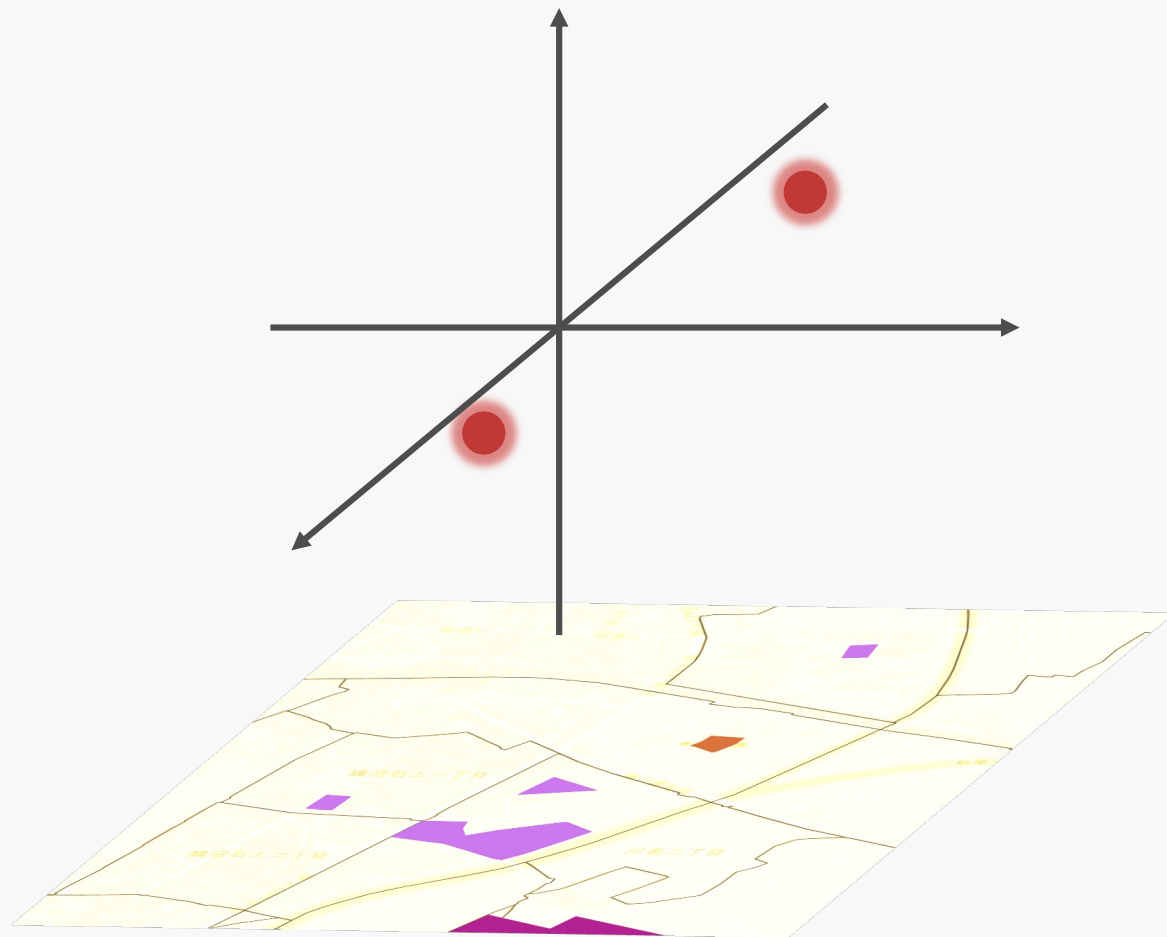
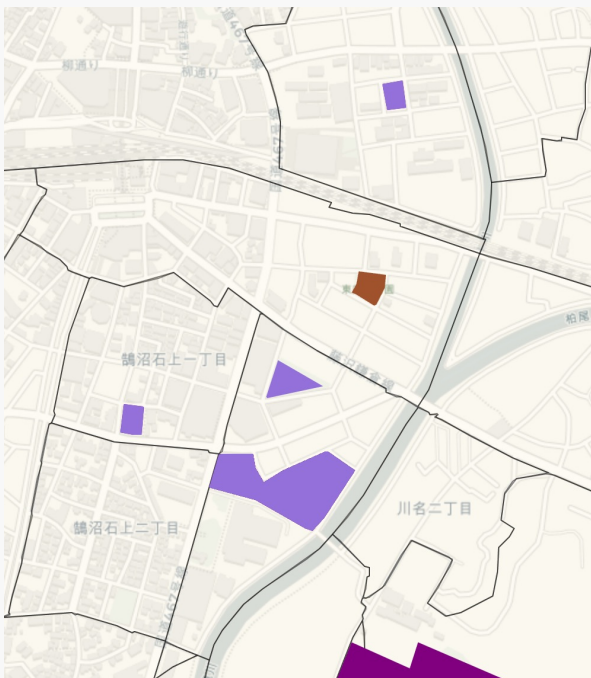
※名古屋大学：坂倉波輝，田村直樹，永田吉輝，庄子和之，浦野健太，米澤拓郎，河口信夫



本研究の一部は
・ NICT 委託研究 222C0101,
・ 科研費 22H03580/H03696/K18422,
・ JST CREST(JPMJCR21F2)
に支援いただいています。

補足

構想 公園の相対評価（イメージ）



構想 隠れ層の次元数選定

[6, 7]

$$embedding_dimensions = number_of_categories^{0.25}$$

[6] 庄子和之, 青木俊介, 米澤拓郎, 河口信夫. 大規模ユーザの滞在情報に基づくエリアの特徴付けと covid-19 による影響分析. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 10, pp. 1644–1657, 10 2021.

[7] Google Developers: Blog of our latest news, updates, and stories for developers (2017), available from [https:// developers.googleblog.com/2017/11/introducingtensorflow-feature-columns.html](https://developers.googleblog.com/2017/11/introducingtensorflow-feature-columns.html)

“多様な滞在が発生する公共スペース：公園”の分析


● 公園施策の判断材料

- 既存：統計データに基づく公園の経済的側面からの評価
- 現状：公園の利用実態は施策担当者の経験則に基づく側面もある

● 公園と地域のつながり

- 公園：幅広い年齢層、多様な目的、徒歩圏内
 - ライフスタイル：遊び・運動・憩い、地域交流
 - インフラ：都市景観、都市環境、防災、生態保全

公園を起点としたライフスタイル分析

- 
- ・住民属性と地域性の関係
 - ・ライフスタイル変化の観察
 - ・地域間の比較検証
 - ・公共スペースのあるべき姿

第1フェーズとして、

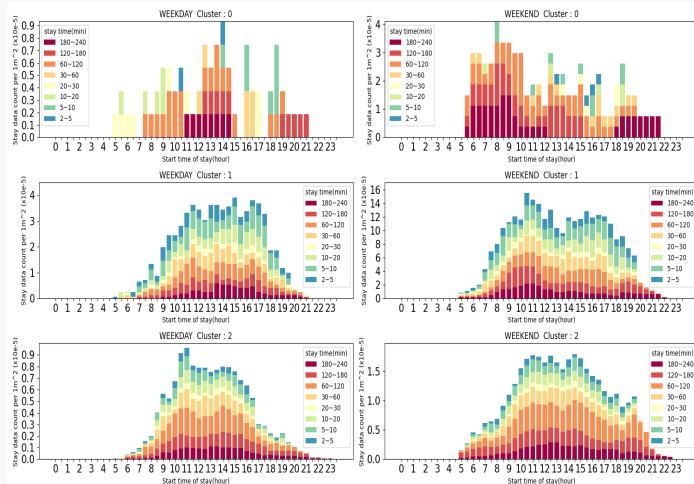
公園の利用実態を分析し、公園同士の相対的な比較を実現したい

結果 3クラスター（各年度ごと）

2019 4月

平日

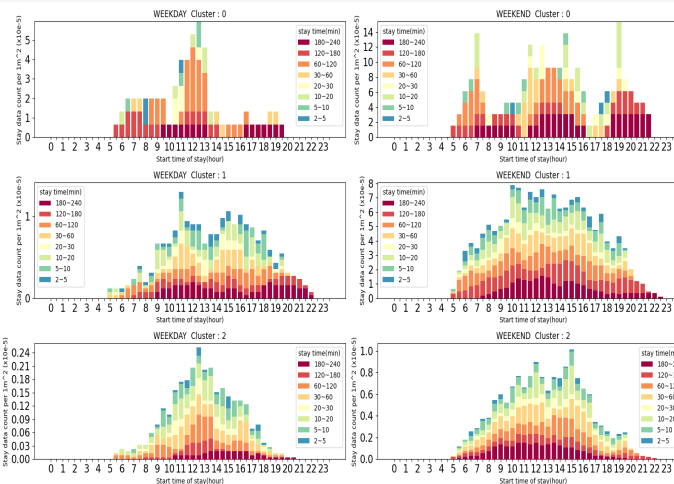
週末



2020 4月

平日

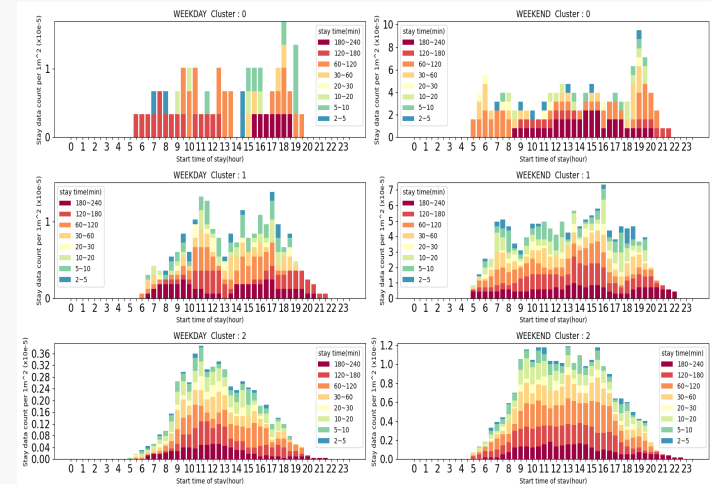
週末



2021 4月

平日

週末



上段から順にクラスター0, 1, 2

結果 6クラスター（全年度集計）

クラスター0 →

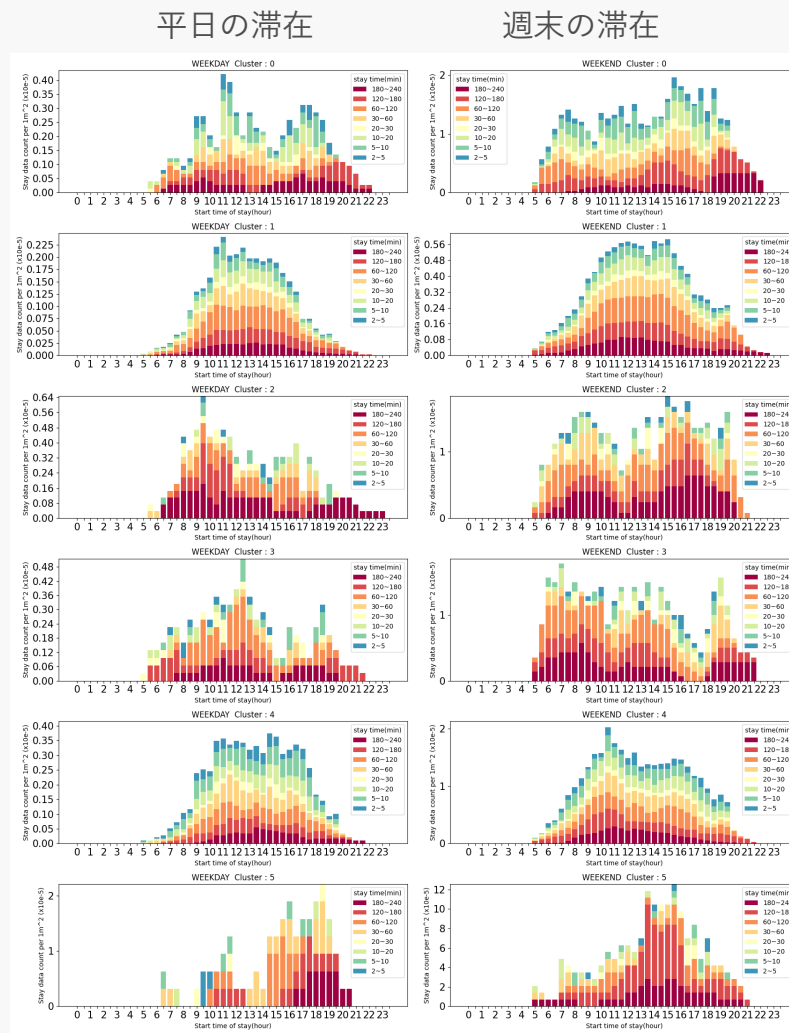
クラスター1 →

クラスター2 →

クラスター3 →

クラスター4 →

クラスター5 →



結果 6クラスター（各年度ごと）

2019 4月

平日

週末

2020 4月

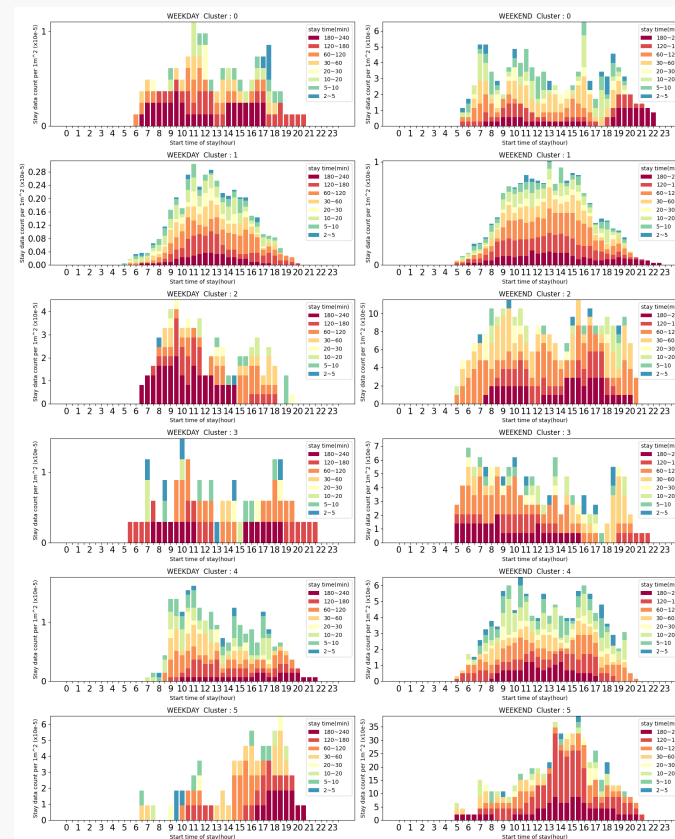
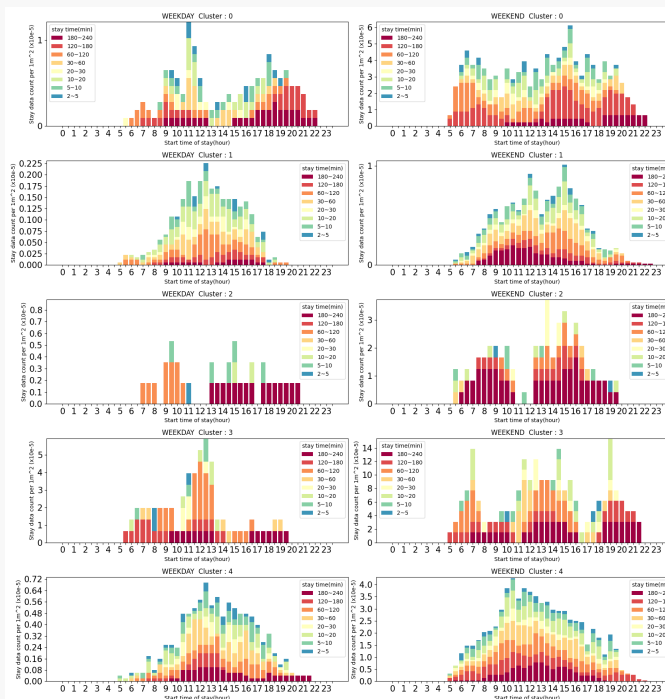
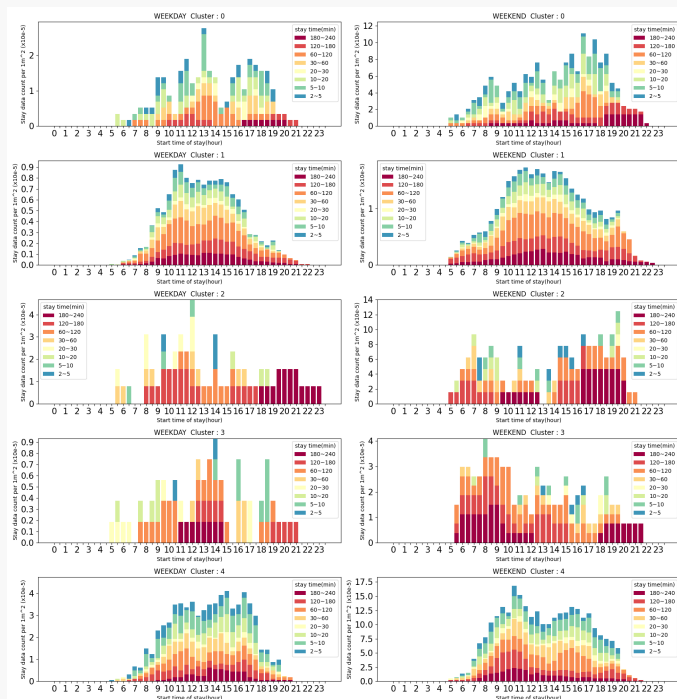
平日

週末

2021 4月

平日

週末



クラスター5 該当なし

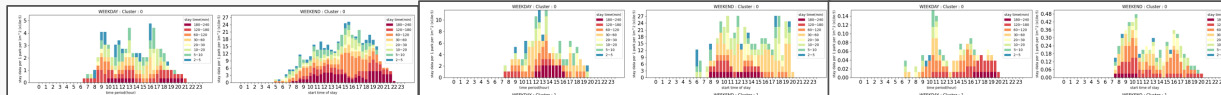
クラスター5 該当なし

上段から順にクラスター0, 1, 2, 3, 4, 5

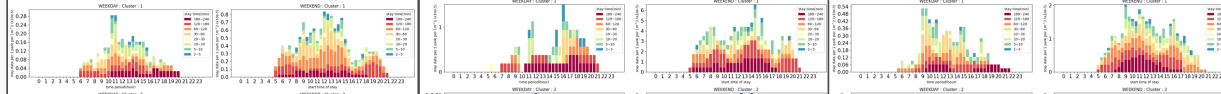
結果 10クラスター（各年度ごと）

2019 4月 2020 4月 2021 4月
平日 週末 平日 週末 平日 週末

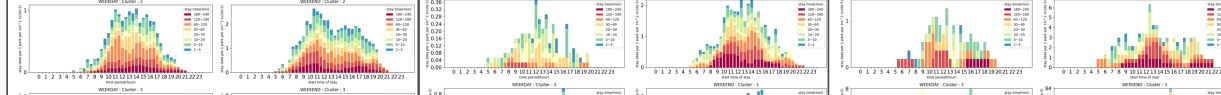
クラスター0 →



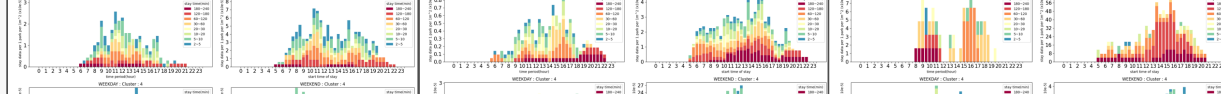
クラスター1 →



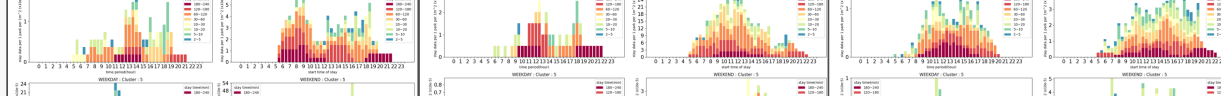
クラスター2 →



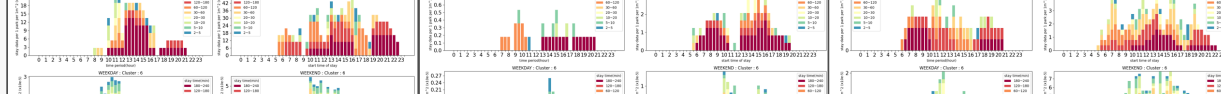
クラスター3 →



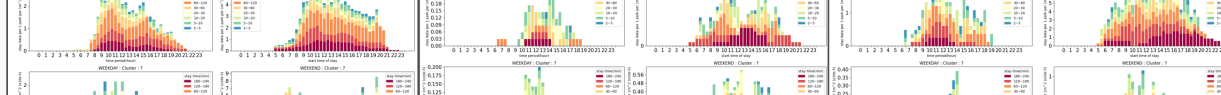
クラスター4 →



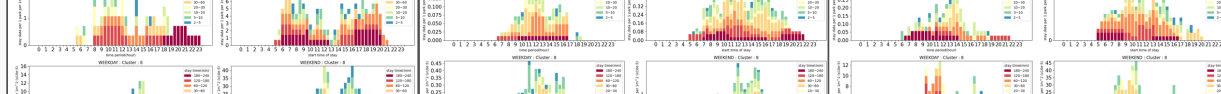
クラスター5 →



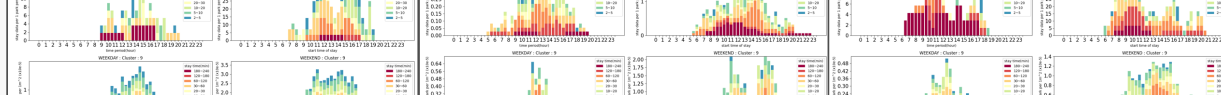
クラスター6 →



クラスター7 →



クラスター8 →



クラスター9 →



上段から順にクラスター0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9