

豊橋市まちなか人流と 消費行動データの関係分析

令和6年度豊橋市大学研究活動費補助金報告会

2025年4月22日

大村 廉

研究目的

地域活性化に向けて**消費活動の分析**は重要

特に「予測」が可能となれば実務的な面でも多くの
メリットが得られる

例) 飲食における適切な仕入れ, シフト
適切なタイミングでの販促活動
など



仕入れ



シフトの決定

近年では様々な情報を活用した消費活動予測が行われている

[1]では、ユーザーの情報をを用いた購入の有無を予測

本研究では人流情報を活用した消費活動予測を試みる

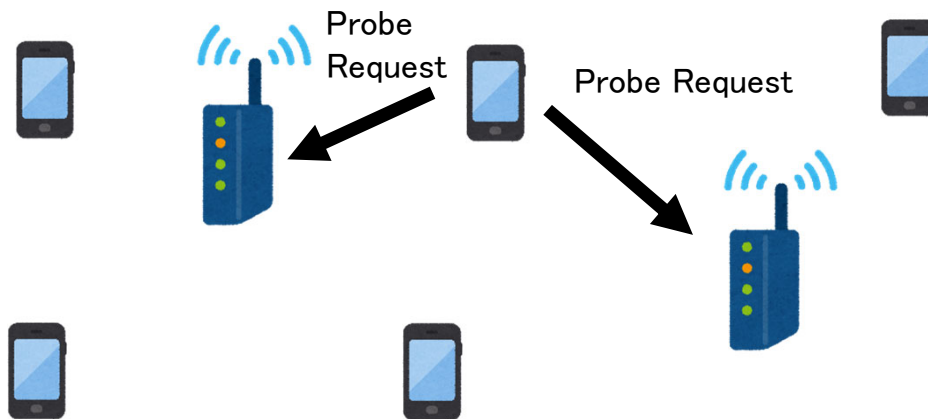
[1] GhorbanTanhaei Hamed et al. Predictive analytics in customer behavior: anticipating trends and preferences. Results in Control and Optimization 17 (2024): 100462.

豊橋市における人流データ

愛知県豊橋市では街中の人流データを収集のためのWi-Fiパケットセンサを設置（株）TSP）

- 広小路通りを中心に約30か所
- 端末がWiFiを探すために発信する「Probe Request」を収集
- Probe Requestと実際の人数の間に|
相関関係が存在[2]

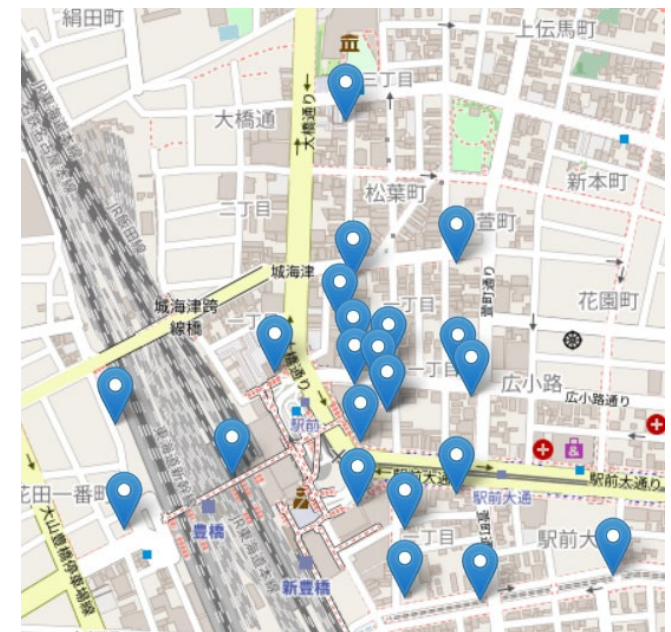
→ **WiFiパケットセンサ周囲の人流の把握が可能**



[2] 寺部 慎太郎ほか. “Wi-Fiパケットセンサを用いた歩行者行動・観光客周遊行動研究の包括的レビューとそれを踏まえた分析例示”. 土木学会論文集D3, Vol. 75, 2019.



Wi-Fiパケットセンサ



センサ設置位置(青ピン)

消費行動データ

2023年度プレミアム付電子商品券(TOYOPay)のデータを利用

- 実施期間：2023年10月30日(月)～2023年12月22日(金)
- 販売規模
 - ・ 第1期：9.75億円
 - ・ 第2期：2.81億円
- 購入者数：5.1万人
- 利用回数：約47万回

1回の利用額は様々であるため**利用回数に着目**

豊橋市プレミアム付電子商品券 2023 TOYOPay とよっパ〜

豊橋のお店でお買物をしよう!!

5,000円で6,500円分のお買物ができる!

TOYOPayがさらにお得になりました!

- 1人3セットまで買える!
- スマホで簡単に!
- 1円単位で支払い可能!

申込みから購入・利用までの流れ

申込み	購入	利用期限
4/19(日)12:00 ~ 7/14(金)23:59	7/24(金)12:00 ~ 8/18(金)23:59	7/24(金)12:00 ~ 12/22(金)23:59

申込・利用サポート会場も開催!!
詳細は公式サイトからご確認ください

二次販売申込期間：10月30日(月)12:00～12月22日(金)23:59

TOYOPayコールセンター ☎0532-26-2227

豊橋市プレミアム付電子商品券 2023 TOYOPay とよっパ〜

豊橋のお店でお買物をしよう!!

5,000円で6,500円分のお買物ができる!

TOYOPayがさらにお得になりました!

- 1人3セットまで買える!
- スマホで簡単に!
- 1円単位で支払い可能!

申込みから購入・利用までの流れ

申込み	購入	利用期限
9/25(日)12:00 ~ 10/9(月)23:59	10/30(日)12:00 ~ 11/24(金)23:59	10/30(日)12:00 ~ 12/22(金)23:59

二次販売申込期間：10月30日(月)12:00～12月22日(金)23:59

TOYOPayコールセンター ☎0532-26-2227

研究手法

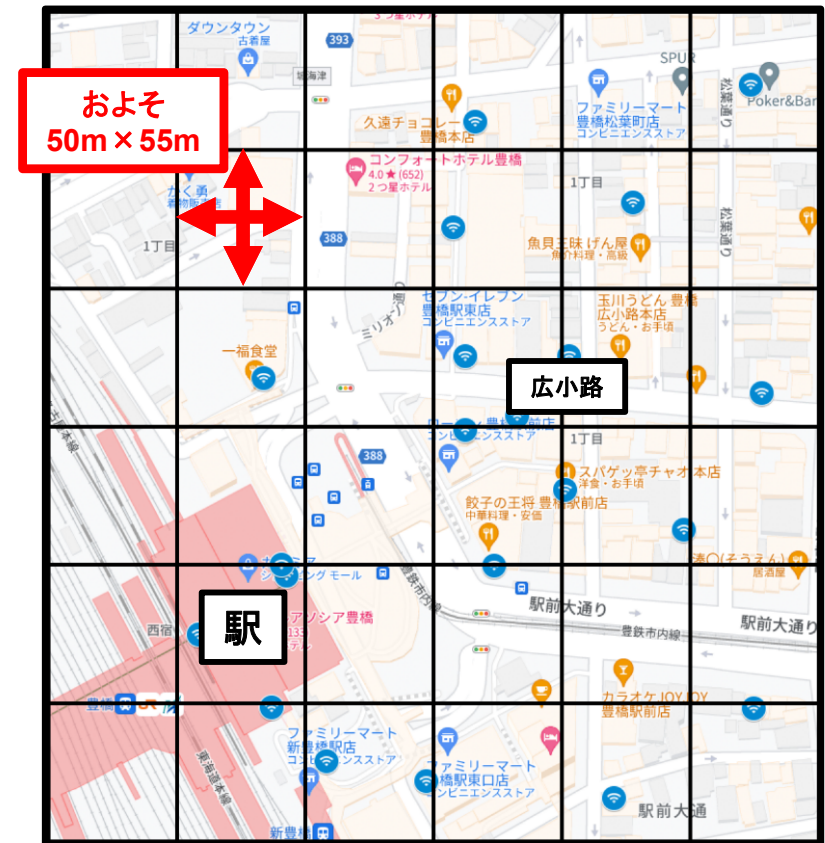
- 人流とTOYOPay利用回数の相関分析
(ナイーブな方法)
- 深層学習による予測
 - 分割区域単位で予測

<対象エリア>

豊橋駅前 約10km²

東西: 萱町通り~豊橋駅

南北: 水上ビル~ときわ通り出口付近
約50m四方で36分割



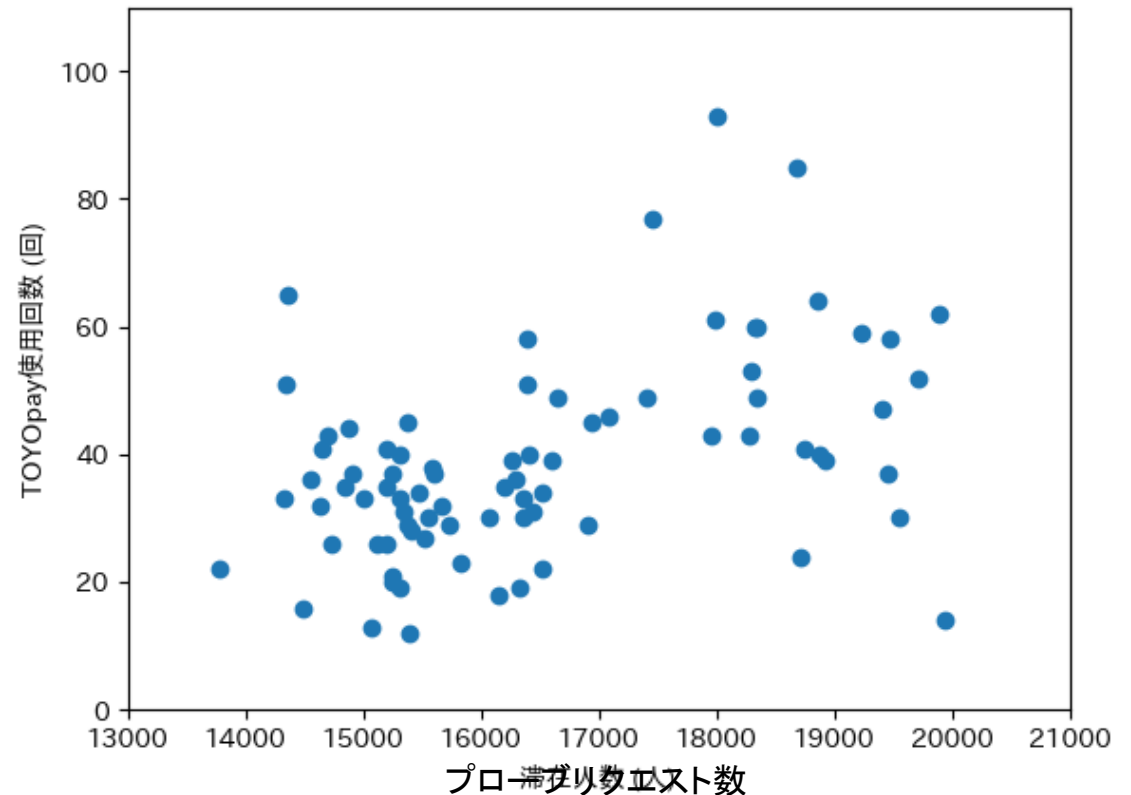
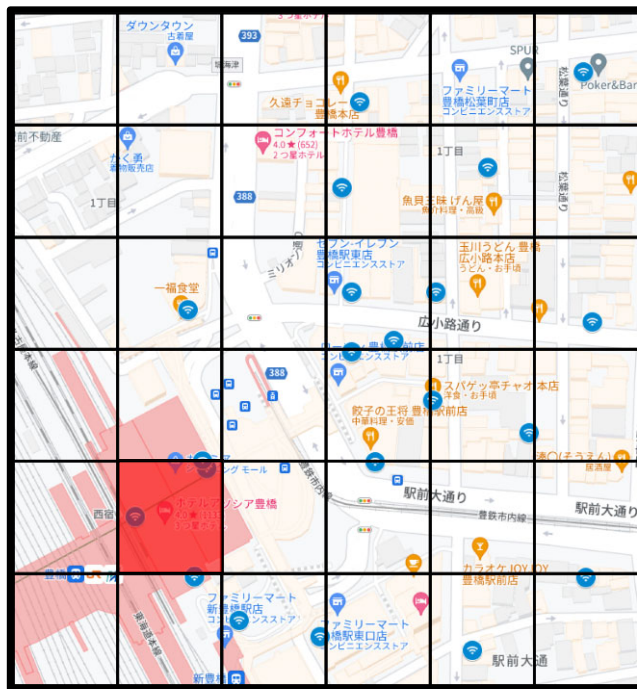
6×6に分割した駅前エリア

人流とTOYOPay使用回数の相関

全体の相関係数は0.1

豊橋駅付近に限れば約0.5

➡ ナイーブな方法での予測は困難



駅における滞在人数とTOYOPay使用回数の散布

深層学習による予測：類似技術

類似例：POI(Point-of-Interest)訪問者数予測

※POI - 施設や名所などの、人が集まる地点のこと

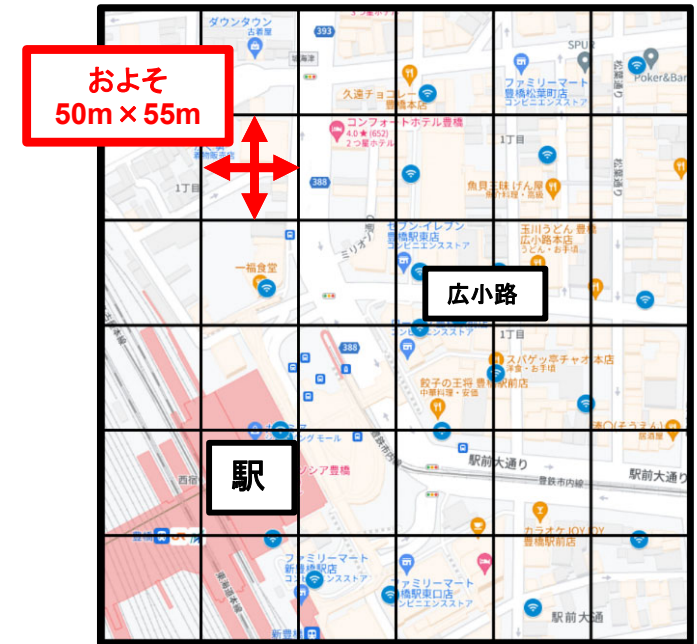
- 先行研究にてBysGNN_[3]が提案
 - 予測にPOI間関係性を活用
(POI説明や, POI間距離によるもの)



→ 消費活動予測に**転用**し**地域関係情報**を活用

[3] Arash Hajisafi et al. Learning Dynamic Graphs from All Contextual Information for Accurate Point-of-Interest Visit Forecasting. In Proc. of the 31st ACM Intl. Conf. on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL 2023). pp.1-12.

提案手法



6 × 6に分割した駅前エリア

消費行動予測

➡ POI訪問者数予測より複雑な要因

(訪問してもTOYOPayは使用しない, など)

BysGNNに対し、地域関係の情報に加えて

人流データ・日に関する情報を利用するよう拡張

人流データ: Wi-Fiパケットセンサから導出した区域滞在人数

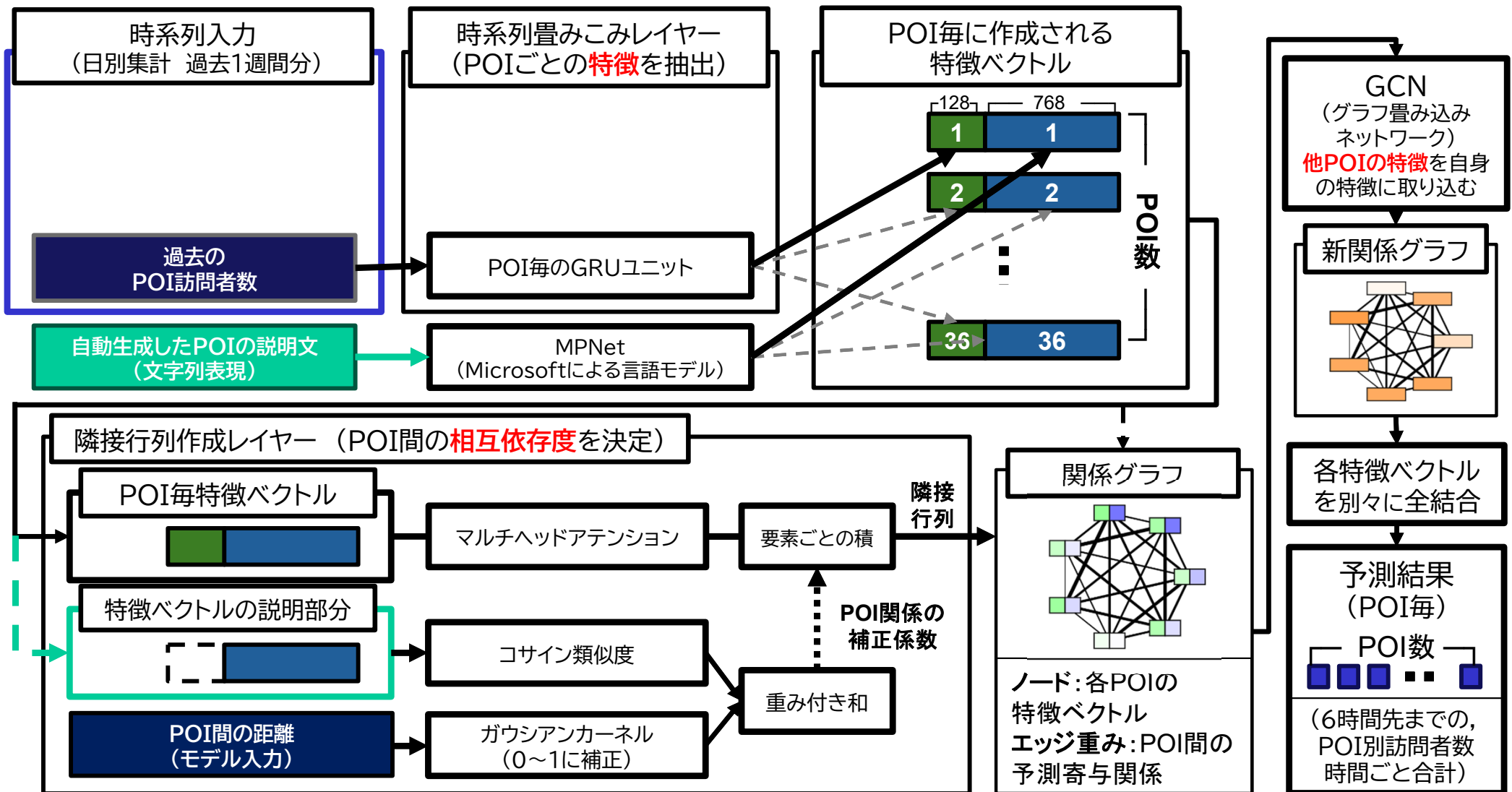
日に関する情報: 曜日, 平日／休祝日, 降水量

データ量の制限から、区域毎に1日毎(※)の予測を行う

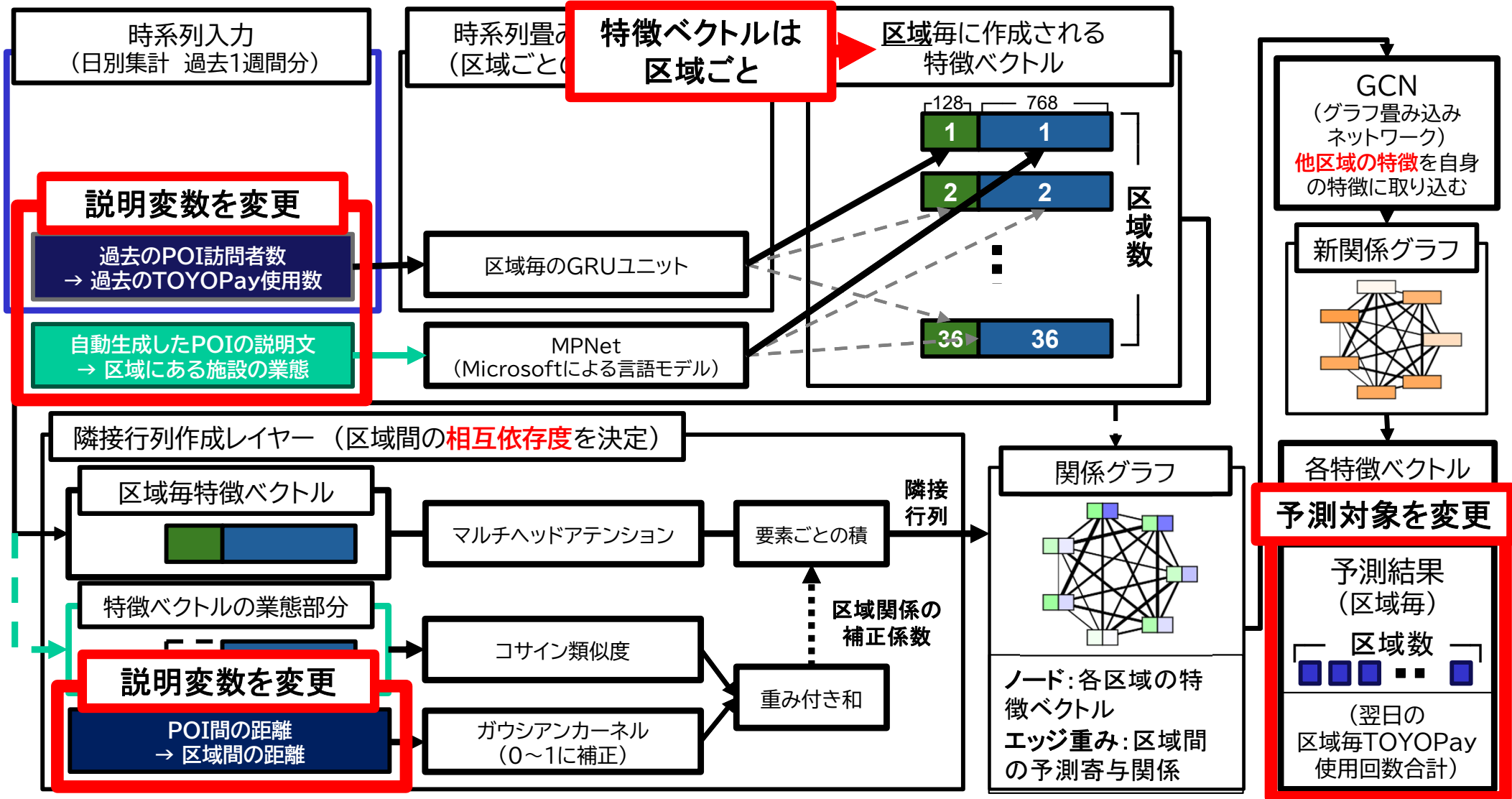
入力: 直前1週間のデータ(TOYOPay利用回数, 人流など)

出力: 翌日のTOYOPay利用回数

オリジナルBysGNN

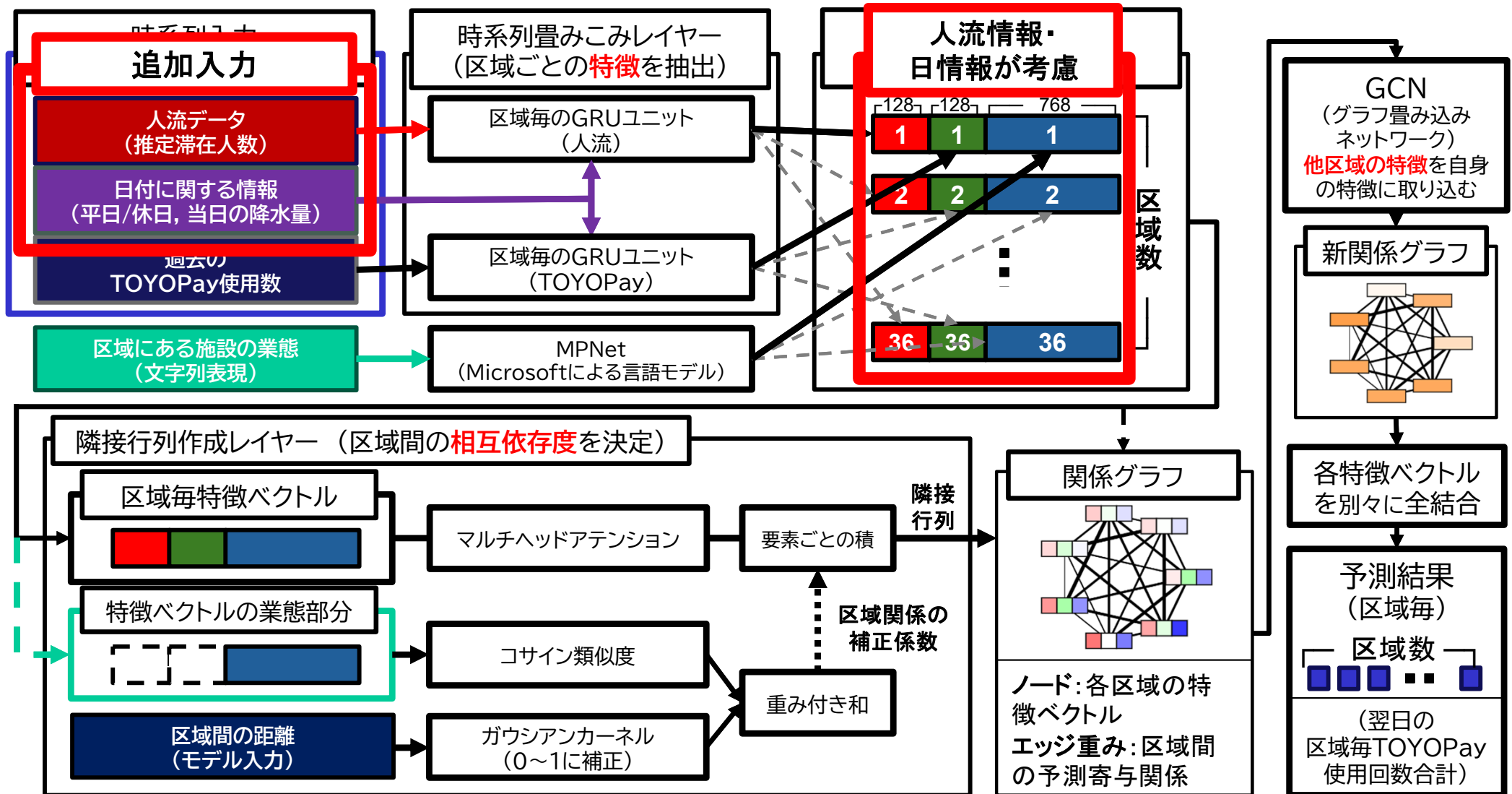


本研究での拡張(1/2)



BysGNNを, TOYOPay使用数予測に転用したモデル

本研究での拡張(2/2)



区域毎の特徴ベクトルが持つ情報

人流データ (推定人数)

各日にち, 各区域ごとに集計
一週間分を入力

TOYOPay使用回数

各日にち, 各区域ごとに集計
一週間分を入力

業態を説明する文字列

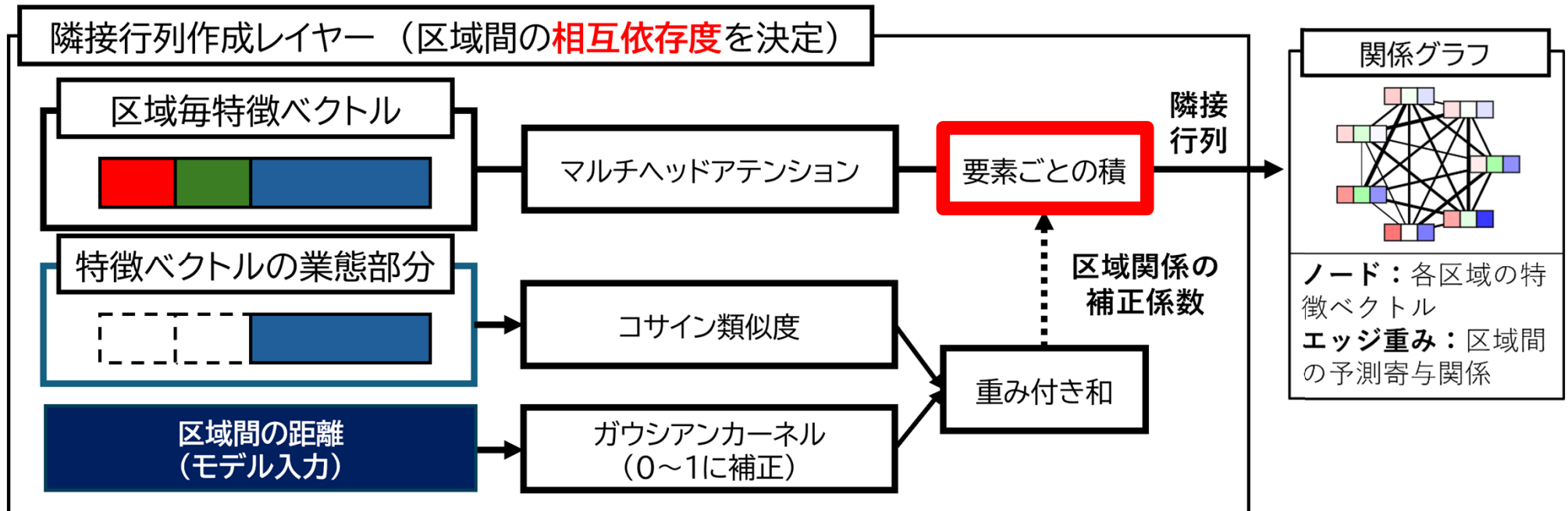
- 区域1 – “飲食店, デリバリー・テイクアウト専門店”
- 区域2 – “ショッピング(その他)”
- ...
- 区域36 – “趣味・娯楽, …, ライフ(くらし)&サービス”

日付に関するデータ (2つのデータを補正)

[平日フラグ・土日祝フラグ・降水量]



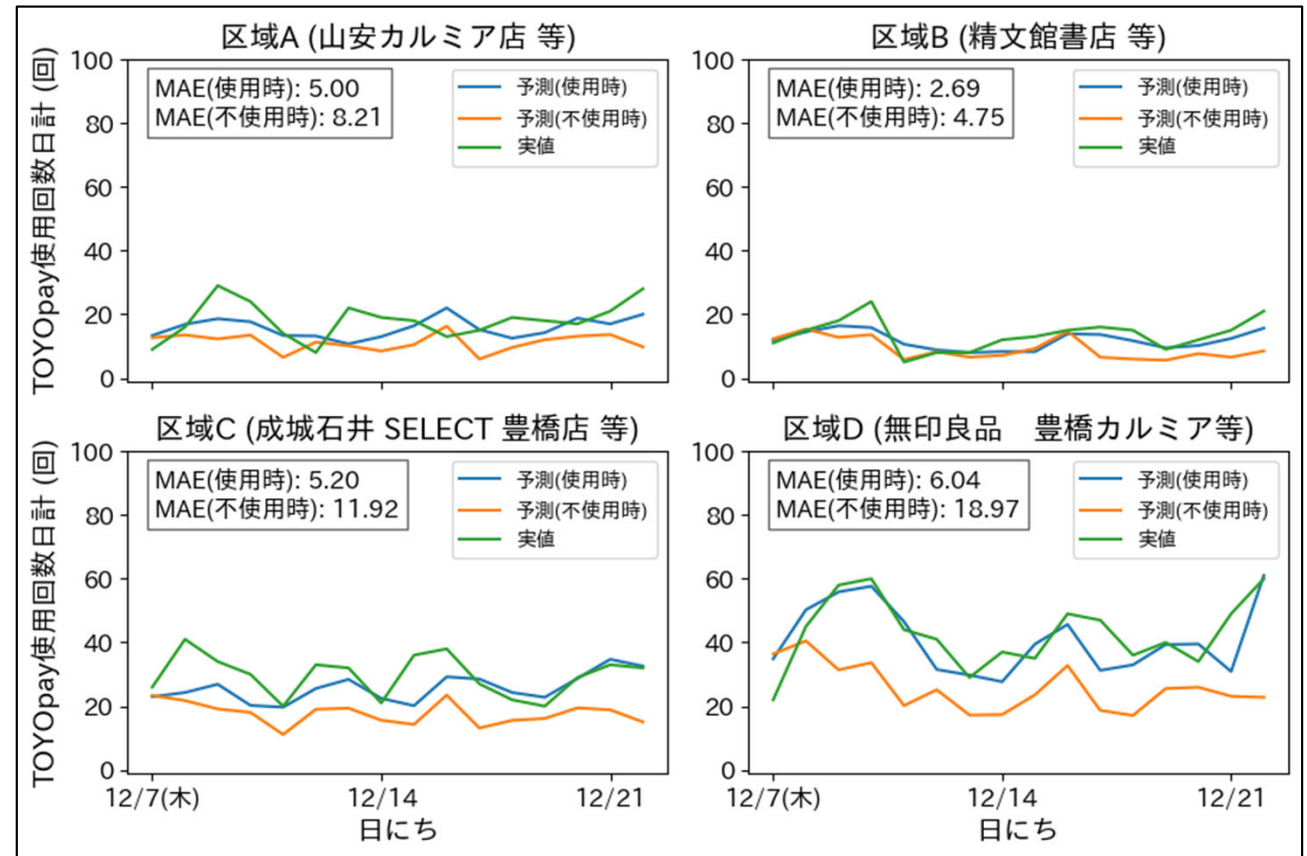
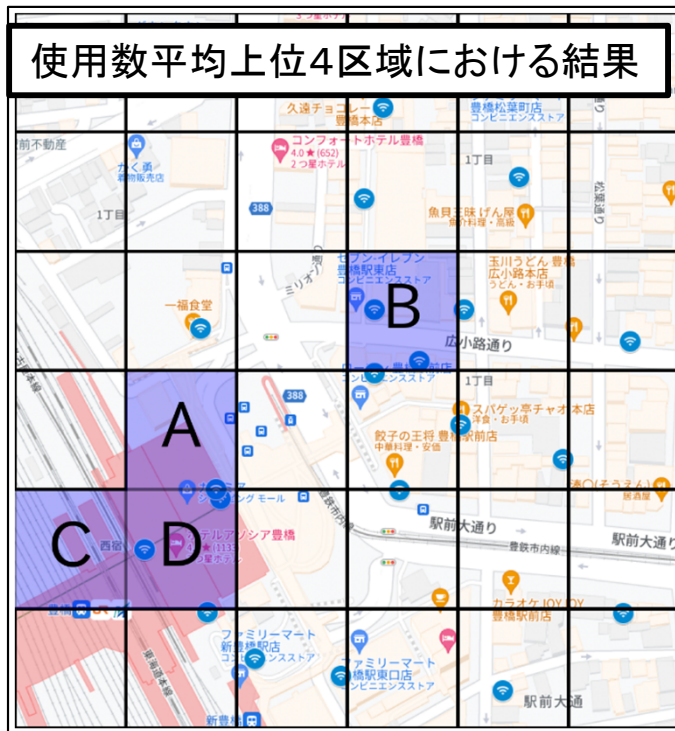
隣接行列が持つ情報



区域毎ベクトルの類似度 (アテンション) を業態や距離の類似度で補正
→ 区域内の特徴に依存しすぎない予測
例) 場所として離れていても区域内の店舗構成が同じ

区域ごとの予測結果

15



人流・日情報使用有無での、予測精度比較

訓練用データ60日間: 10月30日～12月6日
 評価用データ16日間: 12月7日～12月22日

全体の予測結果

人流・日情報を入力しないモデルと結果を比較

MAEが1.08低下

→人流・日情報を加味することで予測精度が上昇

人流・日情報の使用有無での予測結果の比較

人流・日情報	MAE	MAPE(%)	RMSE
使用 (拡張 BysGNN)	<u>1.42</u>	<u>55.08</u>	<u>2.87</u>
不使用	2.50	66.28	5.41

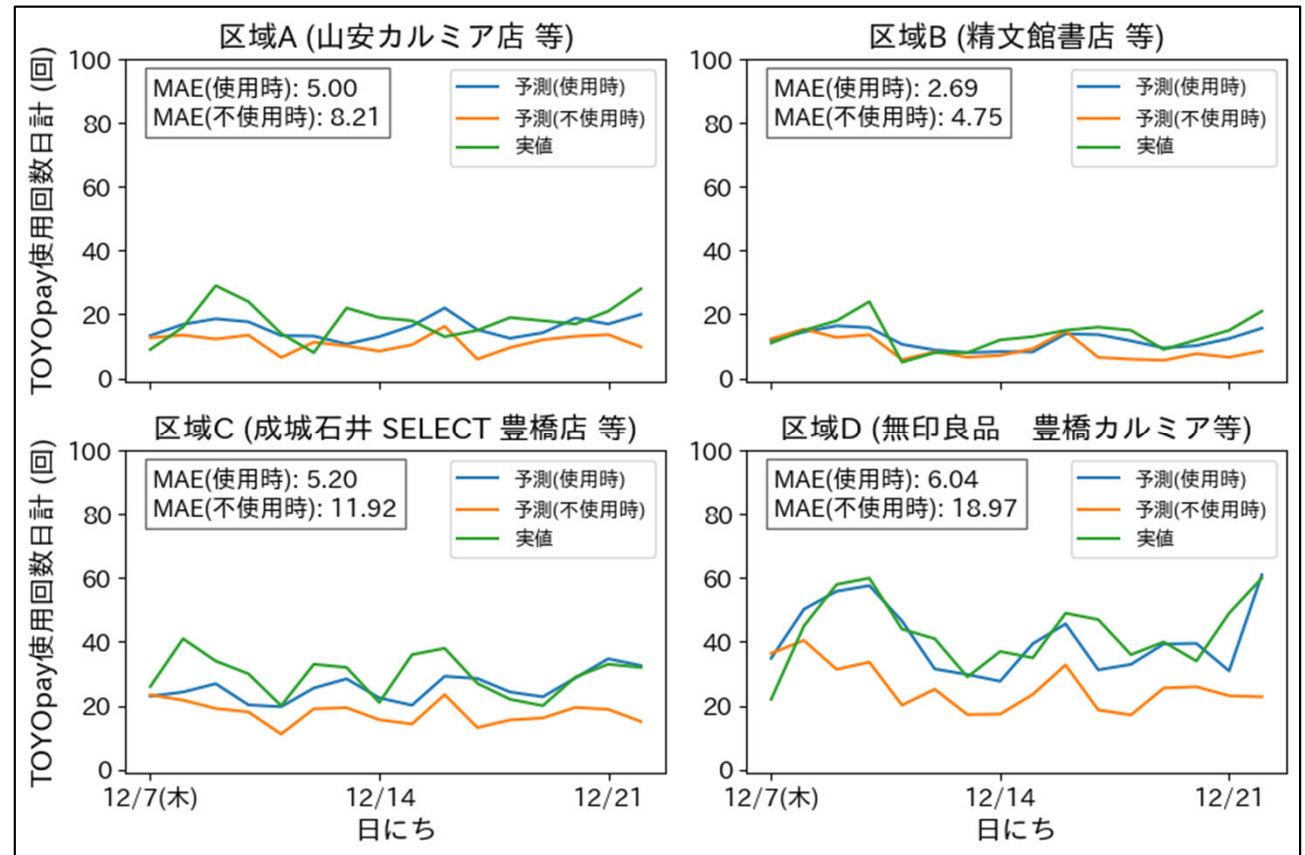
考察

人流・日情報を利用した方が精度良く予測

入力しないモデルは過小予測の傾向、かつ、各区域で同じような傾向

→ 区域の差を学習可能になった

課題：
突発的な増加への対応
(区域Cで顕著)



人流・日情報使用有無での、予測精度比較

まとめ

- 本研究では2023年度TOYOPayデータを使用し、人流データを用いたまちなかの消費行動予測を行った
 - 単純な相関分析では予測が困難であることが分かった
 - 深層学習による予測として、既存のPOI訪問者数予測手法(BysGNN)について人流データ・日の情報を利用するよう拡張した
- ➡ MAE: 1.42と高精度での予測が可能

<今後の見込み>

- データの蓄積による予測精度向上
- 店舗ごとやより細かい時間ごとの予測
- イベント情報等の考慮
 - 豊橋まちなか情報ステーション
<https://1484machinaka.jp/event-guide>