

マルチスケールな交通連携を想定した拠点配置と交通マネジメントについての技術研究開発

研究代表者: 東京大学 日下部貴彦

全体目的

- 対象: 次世代モビリティによるラストワンマイルから都市間の様々な移動に対応するための交通機関連携でのキーとなる交通結節点

多様な交通関連ビッグデータおよび、ETC2.0などのセンシング技術を活用して、

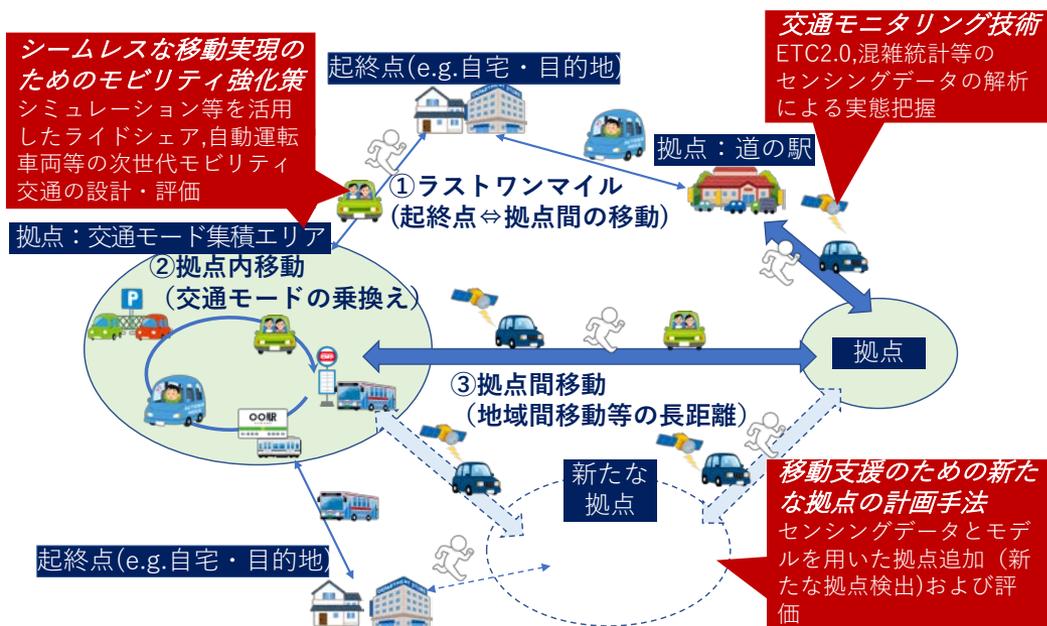
i. 道の駅等のマネジメント施策の検討を想定した拠点利用状況のモニタリング手法の開発

を実施する。これにより、拠点を利用する利用者の特性を捉えたうえで、交通結節点からのラストワンマイル、拠点内及び拠点間の移動を想定し、

ii. 道の駅等の中山間地域の地域内・地域間交通に関する拠点のモビリティ強化策の提案

iii. 次世代モビリティを想定した中心市街地をはじめとした拠点内での移動支援のための結節点の計画手法の開発

を実施することで、ラストワンマイルを考慮した拠点間から拠点内に至るマルチスケールな交通網のシームレスな機能評価を可能とし、次世代モビリティが導入された社会における総合的な施策検討のための技術開発を行うことを目的とする。



研究体制

研究者(所属・役職)

日下部貴彦(東大CSIS・准教授)
[代表・統括]

柳沼秀樹(東京理大・講師)

山口裕通(金沢大・助教)

福田大輔(東大・教授)

内田賢悦(北大・教授)

瀬尾亨(東大・助教)

川崎洋輔(東北大・助教)

三谷卓摩(東大CSIS・客員研究員)

Peque Genaro Jr (東大CSIS・特任研究員)

1年目の中間評価指摘事項への対応

中間評価結果での研究計画に関する指摘内容である

1. 研究成果目標の明確化
2. 研究全体の見直しをクリアにし、研究内容を絞った研究計画とすること
3. 外注の割合が大きすぎるので再考すること
4. 国際ジャーナル掲載を必須目標とすること

をうけ、研究目的・内容の見直しを行った。特に、道路を活用する次世代モビリティの導入を見据えた、拠点利用状況のモニタリング手法、中山間地域・市街地でのモビリティの強化や結節点の計画・評価手法を開発することに集中する内容とした。

研究計画

【令和元年度】	【令和2年度】	【令和3年度】	
i. 拠点利用状況のモニタリング手法の開発			各パートで目標とする国際ジャーナル ビッグデータを活用した、交通結節点の配置計画・ 拠点機能の評価手法
①拠点機能のモニタリング 複数情報の融合的活用による道の駅開業効果の分析	複数の道の駅を対象とした利用層の抽出・類型化	③利用実態による道の駅の類型化及び変化のモニタリングのケーススタディ	
②拠点の利用のされ方のモニタリング 拠点抽出方法 拠点の利用実態の詳細なモニタリング手法	②拠点の利用のされ方のモニタリング 拠点抽出方法 拠点の利用実態の詳細なモニタリング手法 拠点情報の可視化	③利用実態をもととした類型化・利用実態に関連する変数の抽出 周遊パターン抽出	
ii. 中山間地域における拠点からのラストワンマイルのモビリティ強化策の提案			
①中山間地域での交通行動データの収集 常陸太田市高倉地区でのBLEを用いた長期間の行動データ収集	②地域内交通の設計・評価モデル構築 地域交通と拠点、ラストワンマイルの設計・評価方法の構築 ラストワンマイル（ライドシェアリング）の設計・運用モデル	③地域内交通の設計・評価のケーススタディ 中山間地域の拠点提案 拠点間、拠点への移動を対象とした検証	交通行動調査（日下部・柳沼） IATBR延期に伴い再検討 設計モデルを用いたケーススタディ（瀬尾） Transportation Research Part C (IF: 6.0)
iii. 中心市街地における拠点内及び拠点周辺での移動支援の導入に関する評価手法の構築			
①都市内でのケーススタディ実施と行動データ収集 さいたま新都心での自動運転車両等を用いたモビリティ実験	②評価用シミュレーション及びモデルの構築 都市への導入を行う場合の評価シミュレーションの構築 ラストワンマイル交通の設計モデル構築	③シミュレーションを用いた拠点整備の検討・評価 結節地点・拠点追加方法の提案 シミュレーションによるケーススタディ・評価	次世代モビリティシミュレーション International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies等 (IF: Impact Factor)

i. 拠点利用状況のモニタリング手法の開発

① 拠点機能のモニタリング

ビッグデータ

モバイル空間統計データ
(1kmメッシュ)

施設: 道の駅(136か所), 主要高速SA(9か所), 主要駅(8か所), 空港(5か所), 市街地(常陸太田市, さいたま新都心)

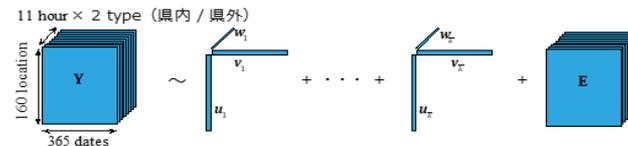
日付: 2019年1月1日
~2019年12月31日
時点: 1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23時台
居住地属性: 施設と同県居住者 / 県外居住者



モニタリング指標

令和元年度で検討した, 非負値テンソル因子分解を応用して, モデルを構築

施設, 日付, 時間帯・居住地を属性とした.



結果: 各拠点での来訪者パターンの自動抽出

- パターン1: 施設とその周辺の常在人口(周辺に居住している人など)
- パターン2: 同じ県内から平日昼間に施設に来訪する行動
- パターン3: 同じ県内から休日昼間に施設に来訪する行動
- パターン4: 週末夜の施設周辺での飲食行動・週末旅行のための移動の経路滞在
- パターン5: 過半数を県外居住者が占める, 毎日・安定的な来訪行動
- パターン6: 過半数を県外居住者が占める, 休日昼間の来訪行動
- パターン7: ほぼ県外居住者による, 平日昼間の来訪行動

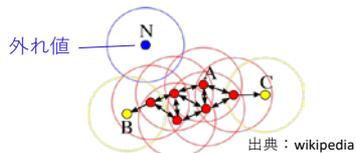


② 大規模プローブデータからの拠点抽出アルゴリズム

網羅的な拠点の列挙を目指し, 既往アルゴリズムでの技術的課題を解決し, プローブデータをもとに滞在が発生する地点・地域を拠点として抽出する手法を新規開発した.

DBSCAN

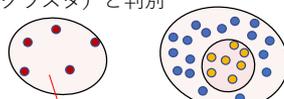
- ✓ 一定の半径r(閾値)以内に存在する点(=到達可能)を同じクラスタとして検出
- ✓ 半径r以内でない点(低密度箇所)は外れ値として処理(クラスタリングされない)



出典: wikipedia

提案手法

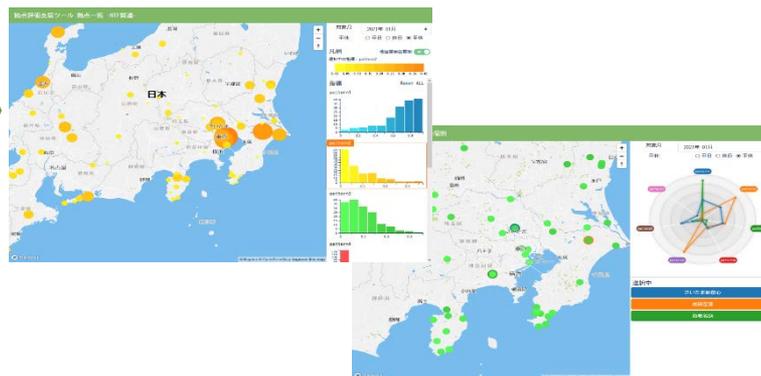
- ✓ 点密度(点の数÷半径^2)が一定の場所を検出
- ✓ あるクラスタに近接の点を追加した際に密度が変化する場合をクラスタ境界面(別のクラスタ)と判別



郊外部のようなドット数が少なく, 比較的, 低密度の場所もクラスタリング可能

③ 可視化システム

本研究の成果の活用を目指して, 結果をデータベース化し, Webベースで可視化するためのシステムを構築.



ii. 中山間地域の地域内・地域間交通に関する拠点のモビリティ強化策の提案

① 交通需要データの取得

令和元年度に常陸太田市高倉地区で実施したBLE (Bluetooth Low Energy)タグを用いた交通行動調査結果をもとに活動発生モデルを構築。

調査データの概要

対象者: 高倉地区在住の52名
 期間: 2020年7月29日～2021年2月29日
 常陸太田市内19カ所に設置された受信機で対象者の来訪を検知

※期間内に観測された来訪は延べ9649人日であり、買い物が2869人日、病院が1510人日、生活(役所・郵便局等)が2590人日。

モデル

ある日に活動を行うか行わないかを前回の活動からの日数に応じて選択する二項選択のロジットモデルを構築
 → 推定結果と国土数値情報の人口分布メッシュを用いること需要を推計

② 拠点設計モデル構築

ラストワンマイルの次世代モビリティの設計方法として, Seo and Asakura (2020)*による, シェアリングシステムの設計問題を活用。

①で求めた交通需要に基づき, 次世代モビリティの設計に必要な要素である

- ・道路容量
 - ・停車場
 - ・車両台数をモデルで決定する。
- 定員の異なるモビリティ等のシナリオを作成し拠点及びシステムに必要な要件を整理する。

$$\min N + \alpha \sum_{i,j,s,t,k} y_{s,ij}^{k,t} + \beta \sum_{i,j,t} x_{ij}^t$$

s.t.

$$\sum_j x_{ij}^{t-1} - \sum_j x_{ij}^t = 0 \quad \forall i, t \in (0, t_{max}) \quad (\text{車両の保存則})$$

$$\sum_j y_{s,ij}^{k,t-1} - \sum_j y_{s,ij}^{k,t} + y_{s,0i}^{k,t} - y_{s,0i}^{k,t} = 0 \quad \forall i, s, k, t \in T_k = \{t \in (0, t_{max}) \mid (k, k + d_{max})\} \quad (\text{乗客の保存則})$$

$$\sum_{s,k} y_{s,ij}^{k,t} \leq \rho x_{ij}^t \quad \forall i, j, i \neq j, t \quad (\text{リンクでの乗客の容量制約})$$

$$x_{ij}^t \leq \mu_{ij} \quad \forall i, j, i \neq j, t \quad (\text{道路リンクの容量制約})$$

$$x_{ij}^t \leq \kappa_i \quad \forall i, t \quad (\text{ノードでの駐車可能台数制約})$$

$$\sum_i x_{0i}^t \leq N \quad (\text{車両数の制約})$$

$$y_{s,0i}^{k,t} = M_{rs}^k \quad \forall r, s, k \quad (\text{乗客の出発制約})$$

$$\sum_{t \in \{(k, k + d_{max})\}} y_{s,0i}^{k,t} = \sum_s M_{rs}^k \quad \forall s, k \quad (\text{乗客の到着制約})$$

$$\sum_{i,j} C_{ij} \mu_{ij} + \sum_i C_i \kappa_i \leq C \quad (\text{費用制約})$$

* Seo and Asakura (2020) Linear Programming for Strategic Optimization of Shared Autonomous Vehicle Operation and Infrastructure Design, The 8th International Symposium on Dynamic Traffic Assignment.

iii. 中心市街地をはじめとした拠点内での移動支援のための結節点の計画手法の開発

① さいたま新都心での実験準備状況 (令和元年度研究開発)

試乗や走行実験の対象:

- ・自動運転車両の走行実験 (1日4往復 さいたま新都心バスターミナル～大宮区役所)
- ・シェアサイクル
- ・シェアスクーター
- ・小型EV

※さいたま市スマートシティ推進コンソーシアムが行う社会実験と連携

実施時期: 令和3年2月中旬

試乗モニタ, Webモニタ計150人程度に対し, Stated Preference調査によるモビリティの利用意向調査を実施し, ラストワンマイル交通機関選択モデルを構築

Stated Preference調査画面

② シミュレーション, 拠点設計モデル構築

- ・マルチエージェントシミュレータMATSimを活用し評価を行うための環境構築
- ・①で構築した交通機関選択モデルを適用予定
- ・ラストワンマイルに対応した詳細なデータ整備
- ・iiでの拠点設計モデルをマルチモーダル化の改良を加えてシナリオを作成・評価

シミュレーション環境構築状況

- ・交通需要: 500m単位に詳細化したパーソントリップ調査によるODデータ (研究代表者開発)
- ・交通ネットワーク・施設情報: DRM(デジタル道路地図)・国土数値情報・大型小売店ポイントデータ(東洋経済新報)

