

## ルートスケジューリングとシミュレーションによる評価

政野 博紀<sup>1</sup>, 柴田 直樹<sup>1</sup>, Juntao Gao<sup>1</sup>, 南 和宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, <sup>2</sup>統計数理研究所

### 背景・目的

#### 地方交通の問題点

- 路線バス
  - 大都市部以外で**83%の事業者が赤字** (H27年度)
  - 廃止路線の増加
- コミュニティバス
  - 多くが元々採算が成り立たない地域で運行
  - 費用の大半を補助金で補填し**市町村の財政を圧迫**
- 渋滞の問題・**高齢者等の交通弱者等の諸問題**

↓ コミュニティバスの効率化

- デマンドバス
  - ユーザの要求に応じて運行するバス
  - 自動運転を見据えて実証実験も実施
  - ✓広いエリアをカバーし**交通空白地域解消**
  - ×実用化自治体で**採算性・利便性の確保が不十分**



### 研究目的

地方小規模都市デマンドバス事業者の採算性向上

### 既存研究

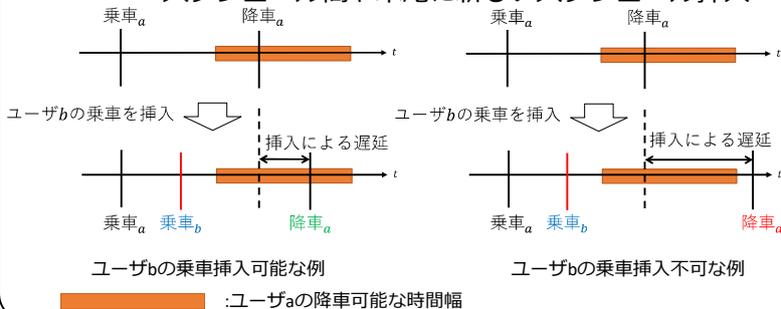
- デマンドバスの迂回削減・効率化
  - デマンドバス同士で乗換[1]
  - 小型デマンドバスが巡回・大型車両に集約[2]
    - ×車両台数が確保し、十分な需要がある前提
  - ライドシェア分野におけるスケジューリング効率化
    - 徒歩移動を含む非ドアツードア型ライドシェア[3]
    - ✓デマンドバス分野に**応用可**, ✓少ない車両である程度可

中規模都市を対象  
×収益の評価

[1] Masson他, An adaptive large neighborhood search for the pickup and delivery problem with transfers, 2012.  
 [2] 上原他, デマンドバスと大型車両による協調型交通システムの提案, 2015.  
 [3] Stiglic他, The Benefits of Meeting Points in Ride-sharing Systems, 2015.

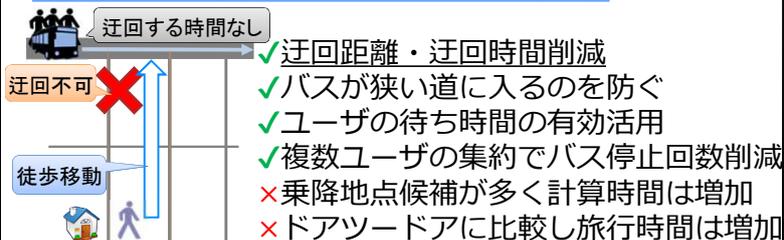
### 従来手法

- Dial a Ride Problem (DARP)**: デマンドバス巡回問題
- Advanced Dial-A-Ride with Time Windows (ADARTW)**: 乗客のバス降車時刻に時間制約幅を設けDARPを解く
- 逐次挿入法**: 既に決定したスケジュールは変更せずスケジュール間や末尾に新しいスケジュール挿入



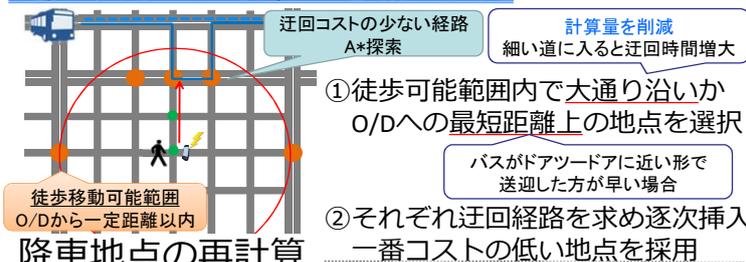
### 提案手法

#### 徒歩移動を含むデマンドバスの提案



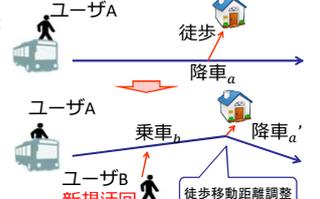
手法: ADARTWと逐次挿入法に徒歩移動を追加拡張

#### 徒歩移動による乗降地点の決定



#### 降車地点の再計算

- 迂回減少するよう**降車後も徒歩**
  - ドアツードアより**旅行時間増加**
  - 目的地到着時刻の制約達成困難
  - 他のユーザを挿入しにくい
- 目的地に早く着くよう**徒歩移動距離を調整し縮める**



### シミュレーション評価

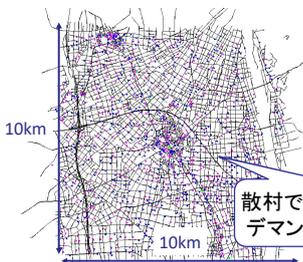
#### 評価概要

- 評価目的: 徒歩移動による**収益向上効果見込み**を得る
- 比較対象: ドアツードアデマンドバス(DS), タクシー(TX)
- 評価項目: ユーザのリジェクト率, バス事業者の収益
  - 支出: 事業費のうち非固定費 (人件費・燃料費・車両費)
    - 燃料費: 軽油98円/L, 人件費: 1280円/h×バス台数×営業時間, 車両費: ハイエース約350万円 耐用年数10年と仮定
  - 収入: 距離ベースの路線バス料金の実数倍
    - 初乗り150円, 60円/km (~2km) 30円/km (2km~)
- 制約: 徒歩1km以下, 目的地直接車移動時間の3倍+300秒以内
- クエリ: 800件/10000s, O/Dは建物分布利用, 1-4名ランダム
- 交通流シミュレータSUMO利用し, 車両と人を動的に制御
- OSMより取得した砺波平野の実際の地図を利用

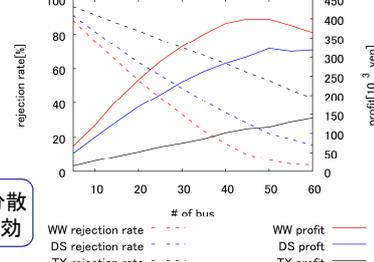
#### 評価結果: 提案手法(WW)とDSの比較

- DSに比較し**受理率10~18%向上**, **収益は15~40%向上**
  - 同様の支出で多くのユーザの時間制約満たし収入増
- バス走行距離はWW・DS同様, バス走行時間**5%~22%減**
- 旅行時間は28%~42%増加**, **計算時間は10倍に増加**

利用した地図とクエリ発生地点



リジェクト率及び収益評価結果



散村でユーザが分散  
デマンドバスが有効