

石井優輝, 河瀬理貴, 瀬尾亨 (東京科学大学)

背景・目的 貨客混載輸送を表すモデルの開発

背景

- 貨物配送の需要増加による交通混雑が懸念
- 解決策として**貨客混載輸送**が有望
- 混載輸送の効率的な運用の鍵

✓ 共有型自動運転車両

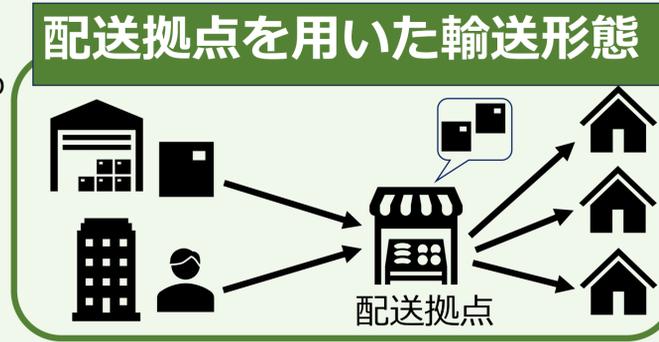
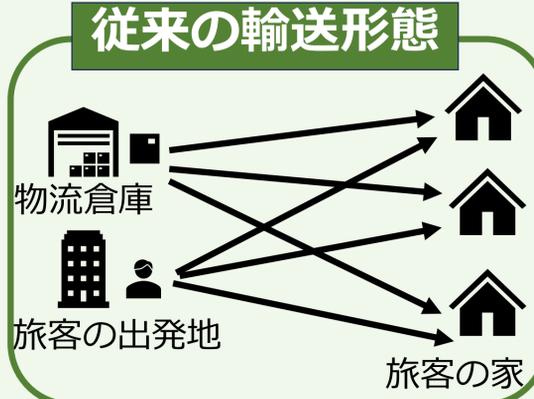
最適な経路やライドシェア運用で混載機会の増加

✓ 共有型配送拠点 (e.g., Amazon Hub)

貨客を集約する拠点の設置

目的

貨客混載輸送における多目的最適化モデルの構築



数値実験 NYCデータを用いたケーススタディ

使用データ

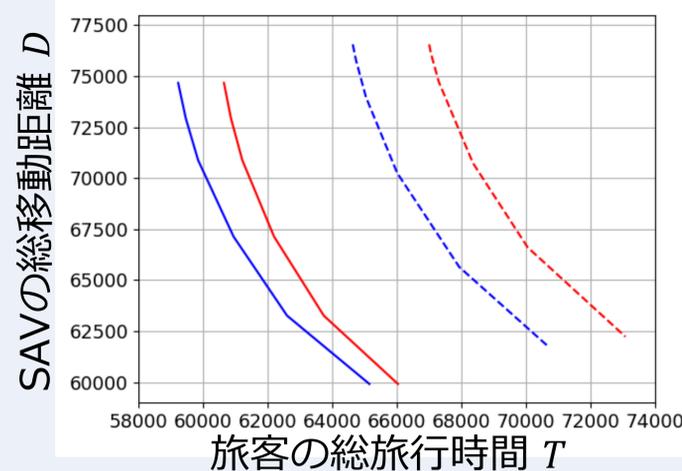
ニューヨークのタクシのトリップデータ^[1]

※生成手順は瀬尾・朝倉^[2]と同様

需要データ

- 2019年4月1日8時から9時まで
- 旅客需要：17,998人
- 貨物需要：1人当たり1単位の貨物を要望
- ネットワーク
- ノード数：67
- リンク数：254

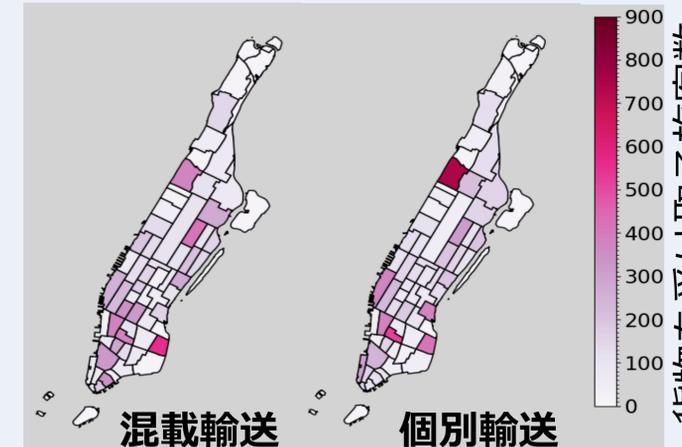
パレートフロンティア



	配送拠点67	配送拠点30
混載輸送	— (solid blue)	- - - (dashed blue)
個別輸送	— (solid red)	- - - (dashed red)

- 個別輸送から混載輸送にするとパレート改善
- 配送拠点の設置数を多くするとパレート改善
- 以上は数学的にも証明可能

貨物を受け取る旅客数の空間分布



- 混載輸送と個別輸送で空間分布の変化が大きい
- 個別輸送と混載輸送で車両の運用が大きく異なる。
- 効率的な運用を実現する最適なインフラ設計にも影響

定式化 貨客混載輸送の多目的最適化モデル

多目的最適化問題

$$\min\{T, D, N, C, S\}$$

旅客の利便性

T : 旅客の総旅行時間

トレードオフ関係

社会的コスト

- D : 車両の総移動距離
- N : 総車両台数
- C : 総インフラ建設費用
- S : 総在庫量

- モデルを構築する上でのポイント
 - 既存の混載輸送の最適化モデル (e.g., 整数計画問題) は**交通混雑**や**トレードオフ関係**の評価が困難
 - 交通混雑
 - 車両や旅客, 貨物を集約的フローで記述. 動的交通量配分アプローチを用いて線形計画問題として定式化
 - トレードオフ関係
 - 標準的な多目的最適化問題の解法 (e.g., 加重合計法) によりトレードオフ関係を評価可能 (定性的特性も数学的に証明可能)

結論

本研究の成果

- トレードオフ関係や交通混雑を捉えた混載輸送モデルを構築
- 混載輸送や配送拠点の採用によるパレート改善を数学的に証明
- 数値実験により, 個別輸送と比べ混載輸送における車両運用やインフラ設計の相違を定量化

参考文献 [1] 2019 Yellow Taxi Trip Data, Taxi and Limousine Commission, New York, NY, USA, 2020.

[2] Seo, T., Asakura, Y.: Multi-objective linear optimization problem for strategic planning of shared autonomous vehicle operation and infrastructure design. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 23(4), 3816–3828 (2022)

