



持続可能な開発に向けた 交通システムのデザイン

2021年9月3日

システム創成部門 山本俊行

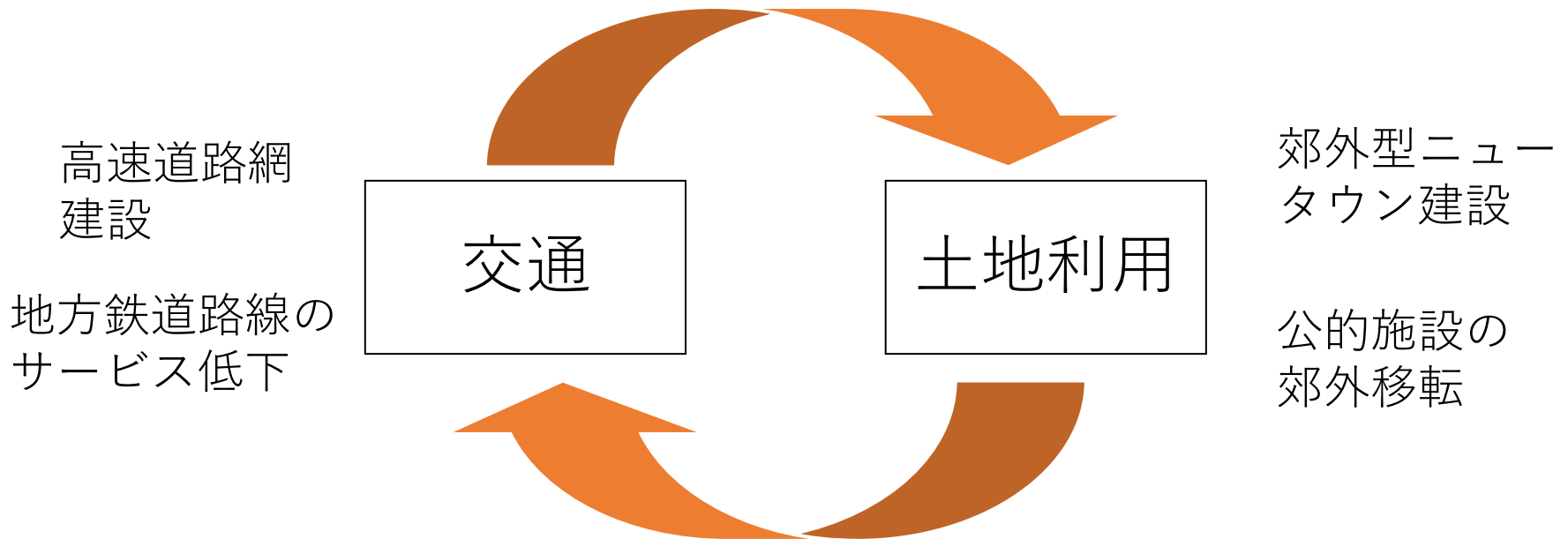


発表内容

- 交通行動の理解：ビッグデータの活用
- 交通安全
- 先進的モビリティ
- 自動車共同利用システム

背景

20世紀後半の状況



自動車社会化のポジティブフィードバック

交通事故, 交通渋滞, 環境負荷等の様々な負の影響

環境的に持続可能な都市交通システムのデザイン



環境的な交通の持続可能性：

- 再生可能なレベル以下でしか再生可能な資源を使用せず，再生可能な代替物の開発レベル以下でしか再生不可能な資源を使用しないことにより，人々の健康と生態系を危険にさらさずにアクセスに関するニーズを満たすこと



自動車依存からの脱却が求められている
CASEによる自動車革命

11 住み続けられる
まちづくりを



交通行動および運転行動の理解

- 将来都市交通システムのデザインのための交通行動および運転行動のより良い理解
- **GPS**や携帯電話端末位置，コネクティッドされた自動車の位置，公共交通ICカードの利用履歴等のビッグデータの活用
- 個々人が行動を起こす際の意識や感情の把握

携帯電話位置データからの交通行動データ抽出手法の開発



GPSデータ



トリップ
エンド抽出



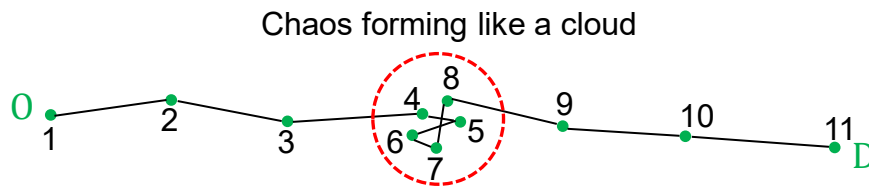
交通手段・
目的判別

トリップエンドの抽出

- 機械学習を組み合わせた二段階抽出

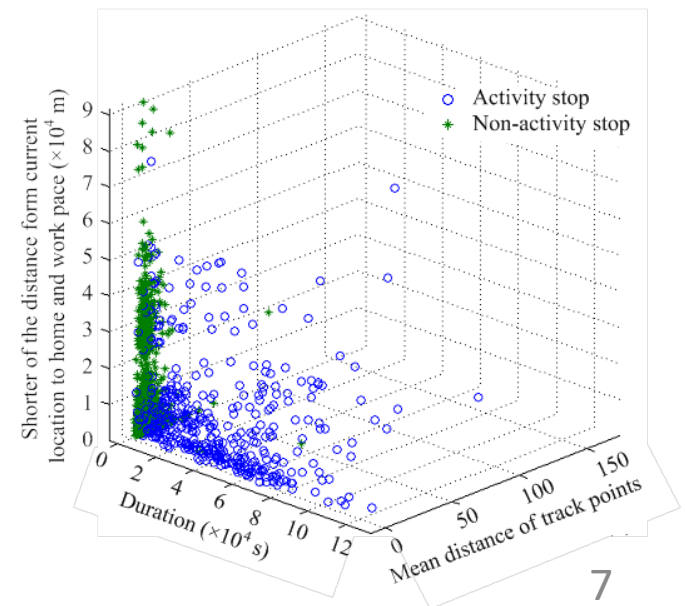
1. 停止地点の抽出

- 密度ベースのクラスタリング法, DBSCAN (Ester et al., 1996)に時間軸と方向制約を追加



2. トリップエンドの判定

- サポートベクターマシン



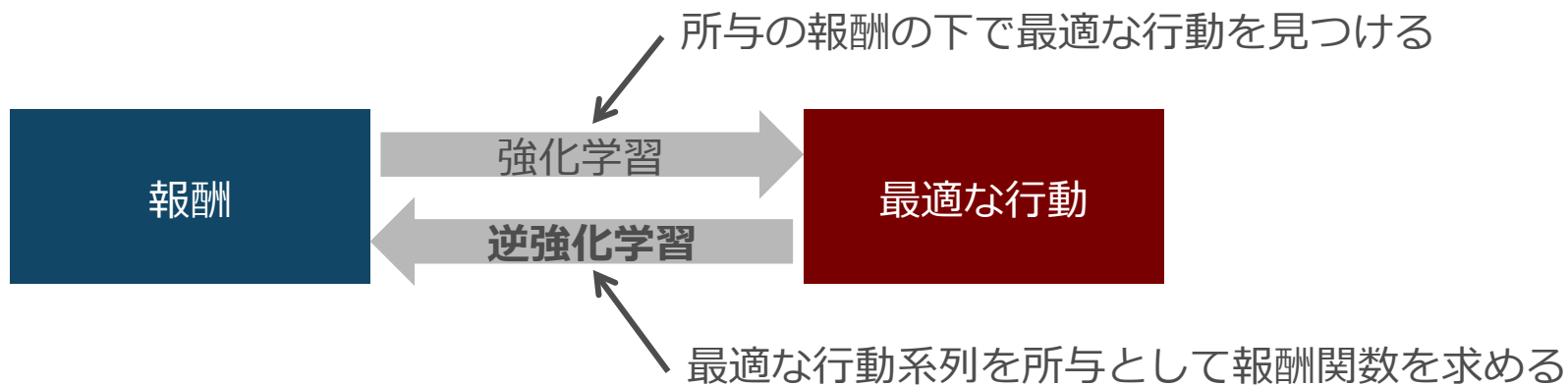
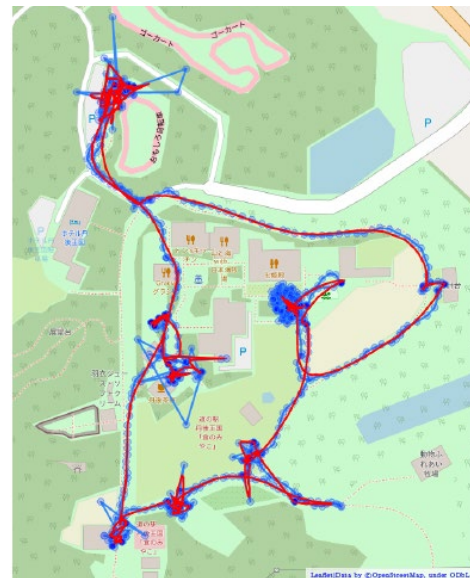
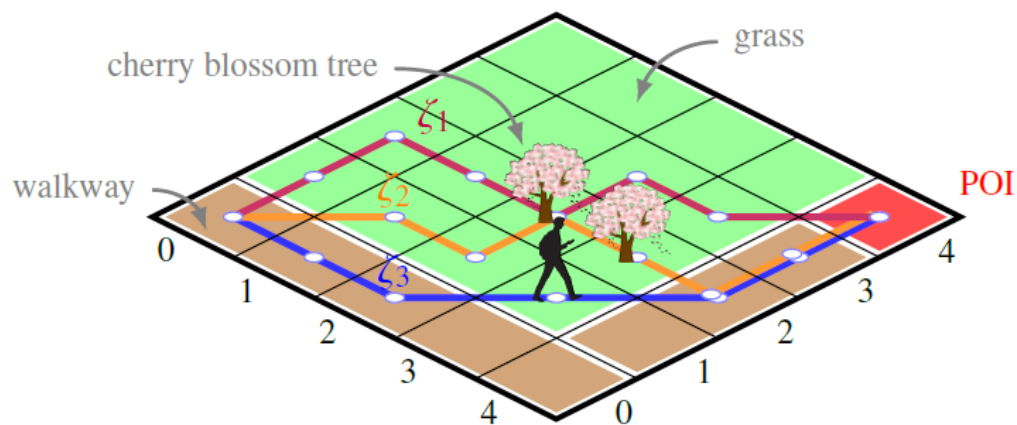
精度比較

	DJ-cluster (Zhou et al, 2007)	TrajDBSCAN (Tran et al, 2011)	提案手法
抽出活動場所数／真値	1.46	6.62	1.02
抽出活動位置と真値の平均 距離	8.9m	3.4m	3.0m
正判定されたGPSポイント数 ／全GPSポイント	90%	93%	88%
トリップエンドと正判定さ れたGPSポイント数／真値	95%	94%	99%

従来法よりも高い精度でトリップエンドを抽出

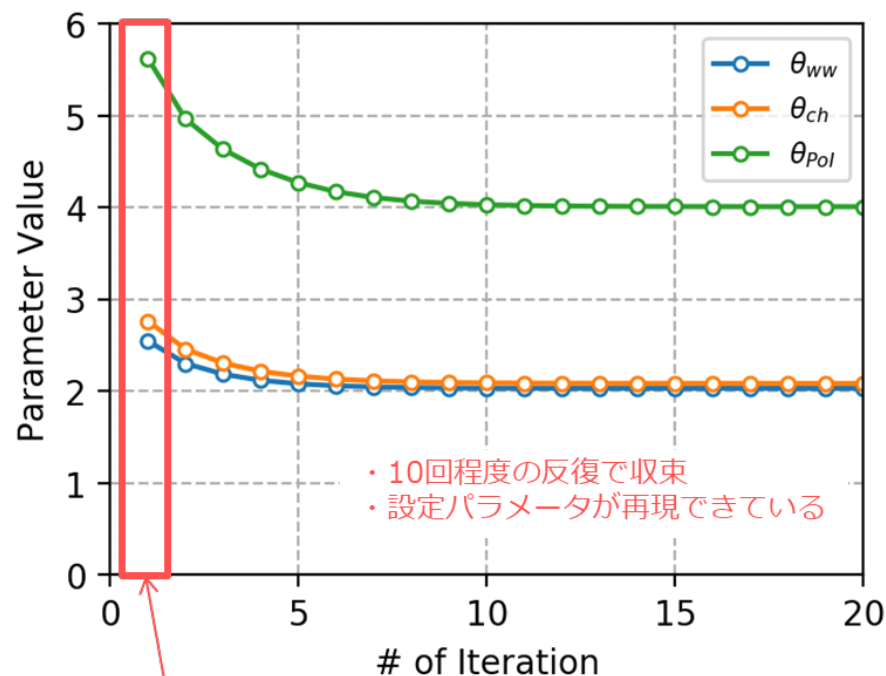
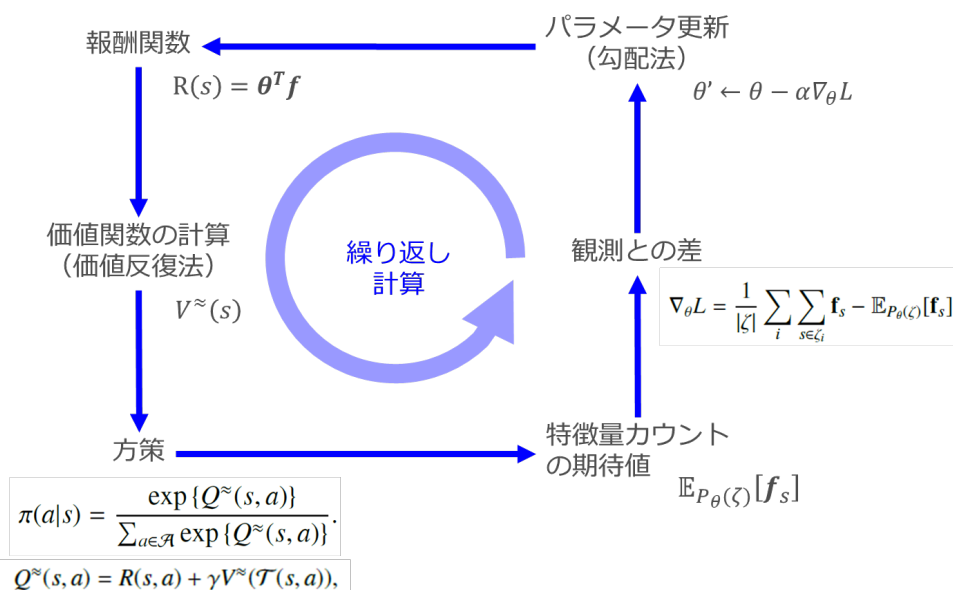
歩行者の経路選択行動の分析

道の駅：丹後王国



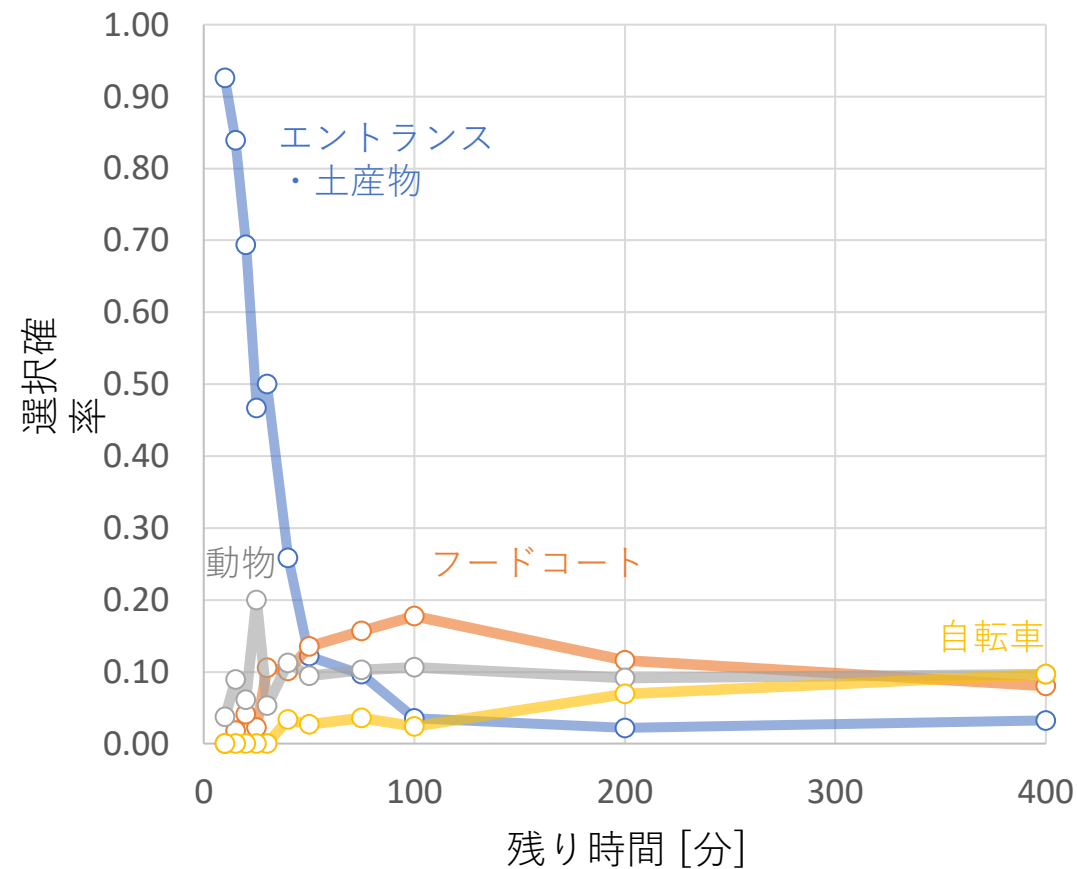
EMアルゴリズムによる パラメータ推定

- 報酬関数と到着時刻制約の繰り返し推定



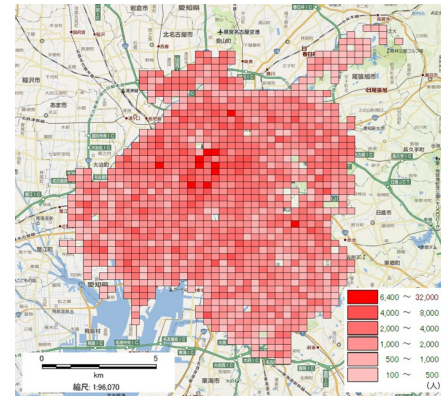
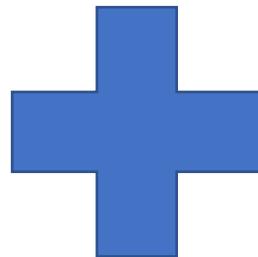
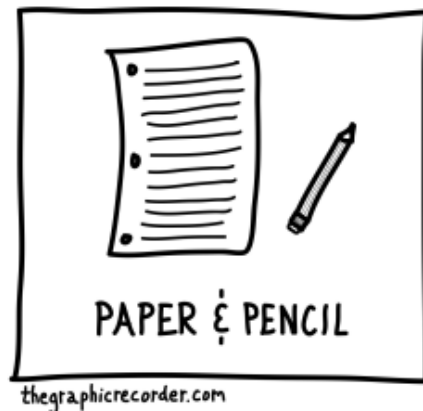
時間制約を考慮しない推定値

意思決定タイミングと 活動場所選択



携帯電話位置データからの OD交通量の予測手法開発

- 対象ゾーン間の交通量（OD交通量）は交通計画における重要な情報
- 従来のアンケート方式による調査結果と携帯電話位置データからOD交通量予測



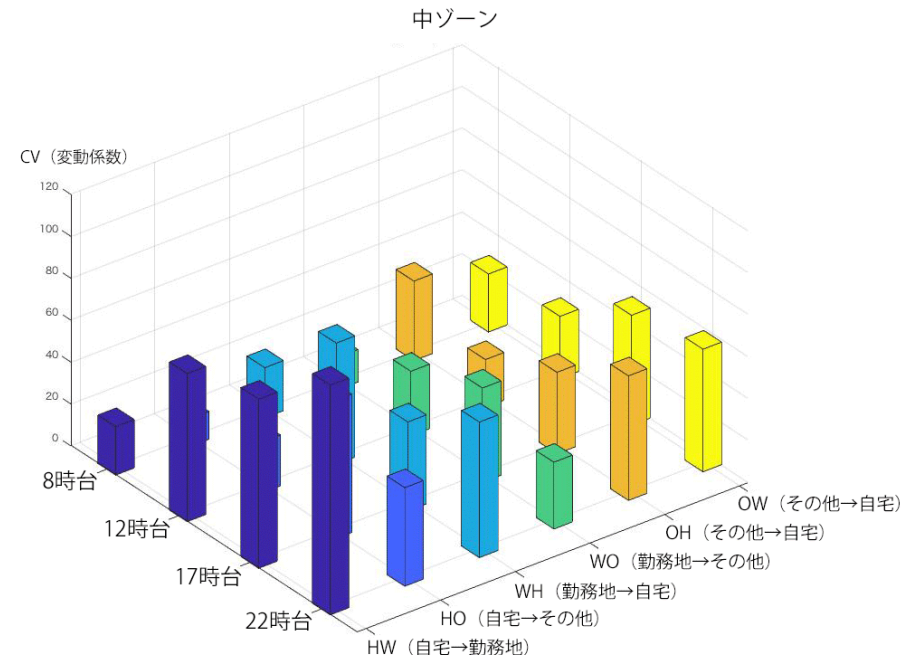
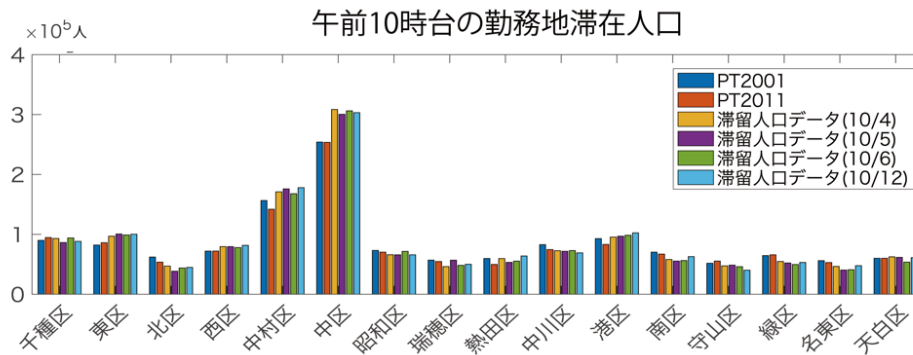
エントロピー最大化法によるOD交通量の更新₁₂

OD交通量の変動

携帯電話位置情報は被験者に負荷なく継続的に収集が可能



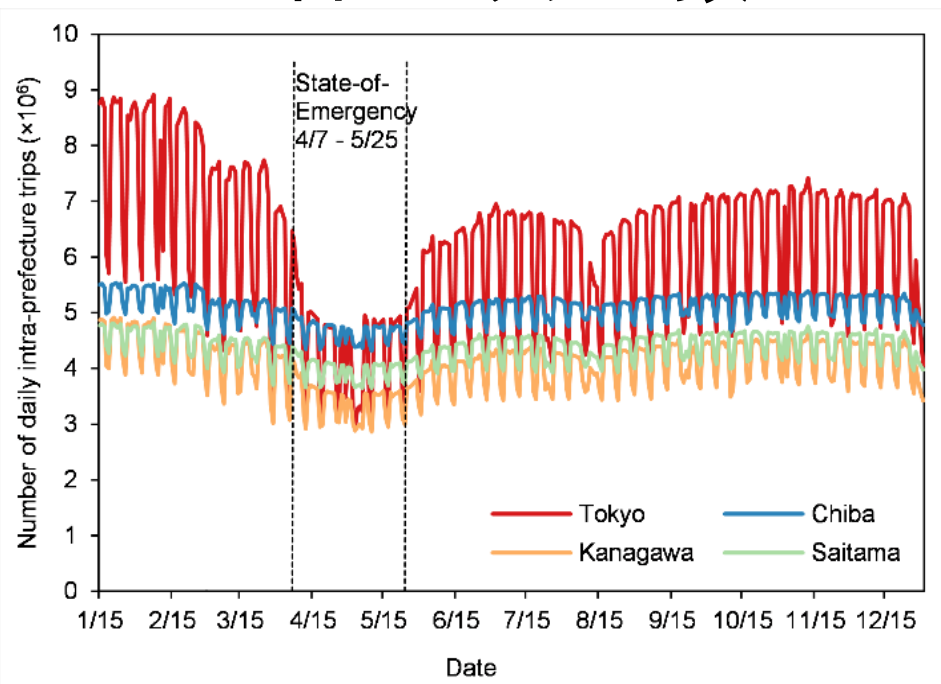
交通量の日々の変動が観測可能



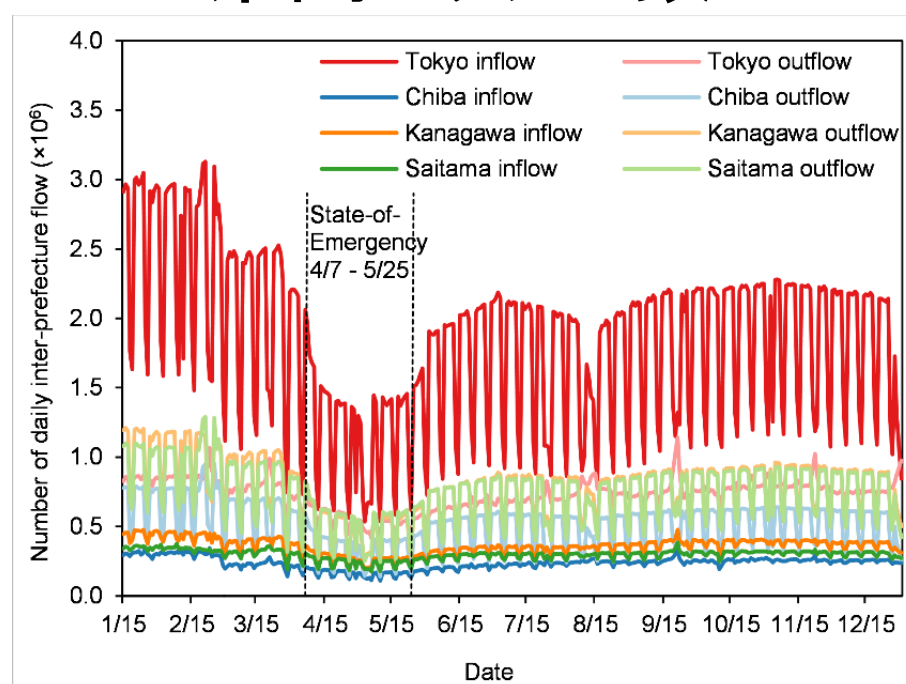
よりきめ細かな交通施策の立案が可能に

県間移動自粛と外出自粛が新型コロナの感染に及ぼす影響の分析 (Liu & Yamamoto, 2021)

外出トリップ数



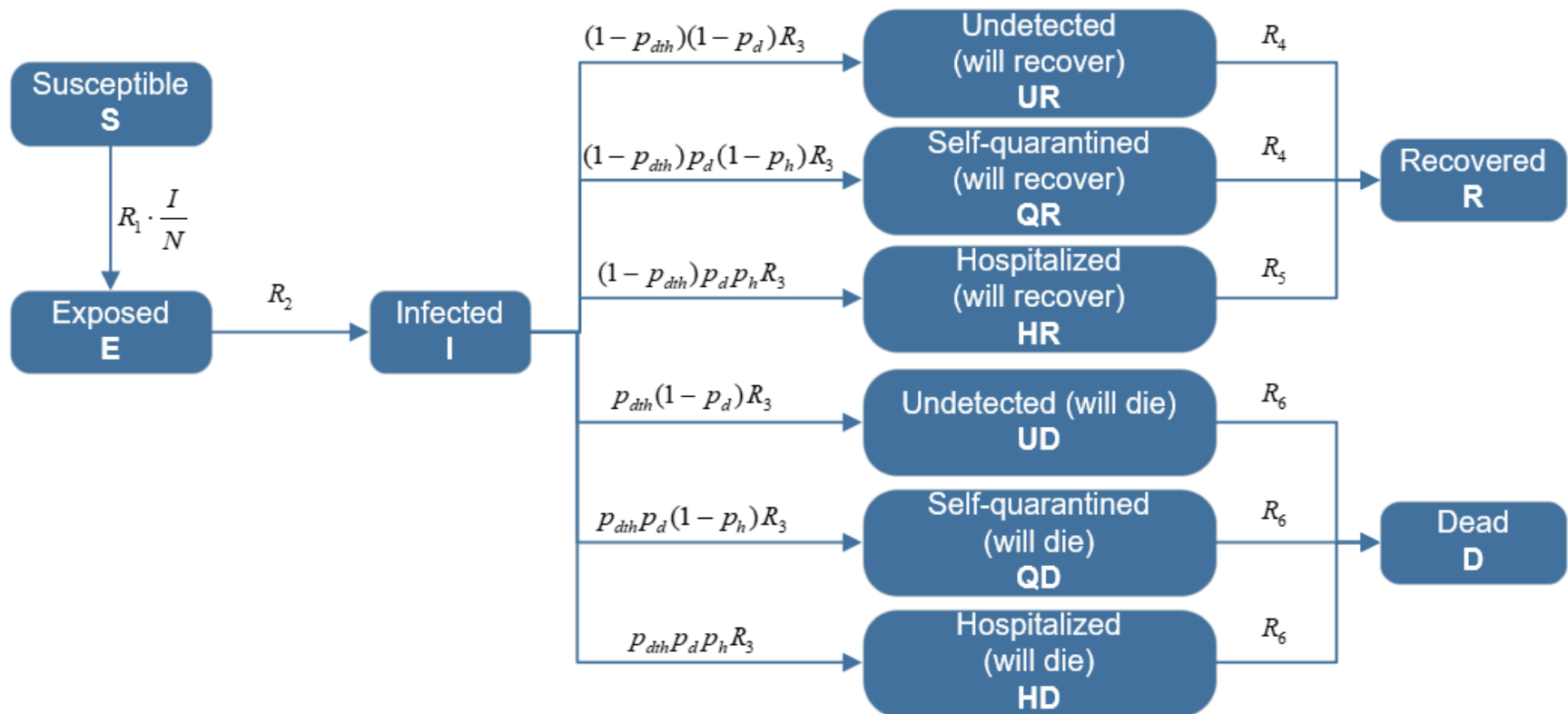
県間トリップ数



- モバイル空間統計データ: 2020/1/15-12/31, 首都圏4県
- 最小移動仮定での近似トリップ数 (Hara and Yamaguchi, 2021)

DELPHI model (Li et al., 2020)

SEIRモデルの発展：無症状や自宅療養を考慮



外出と県間移動自粛の考慮

- 県間移動による影響

- 来訪者からの感染

- 来訪地での感染

$$\frac{dS_k}{dt} = -R_{1,k}(t)S_k(t) \frac{I_k(t) + \sum_{g \neq k, g \in R} Q_{gk}(t)I_g(t)/N_g(t)}{N_k} - \sum_{g \neq k, g \in R} R_{1,g}(t) \frac{Q_{kg}(t)S_g(t)/N_g}{N_g} \frac{I_g(t) + \sum_{j \neq g, j \in R} Q_{jg}(t)I_j(t)/N_j(t)}{N_g}$$

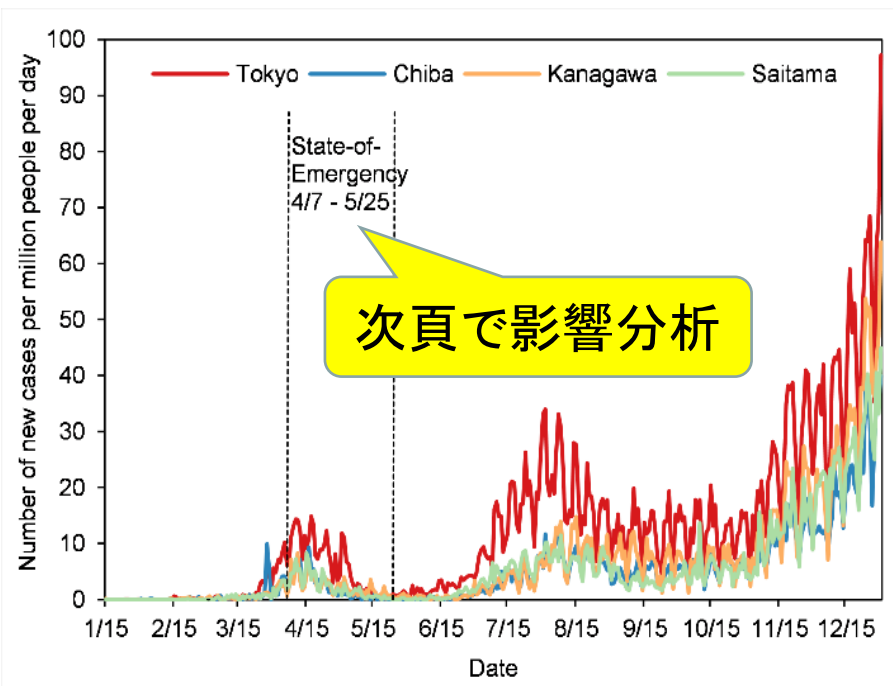
$$R_{1,k}(t) = \lambda_k \frac{Q_k(t)}{Q_k^N(t)}$$

外出トリップの影響

推定結果

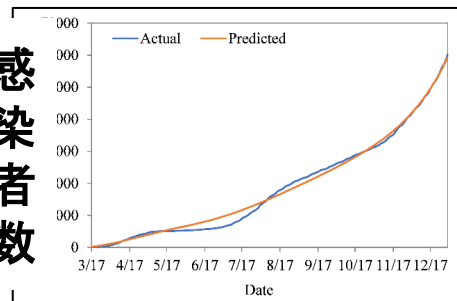
MAPE	東京	千葉	神奈川	埼玉
感染者数	19.9%	16.7%	17.8%	17.7%
死者数	7.9%	33.1%	18.3%	19.6%

感染状況



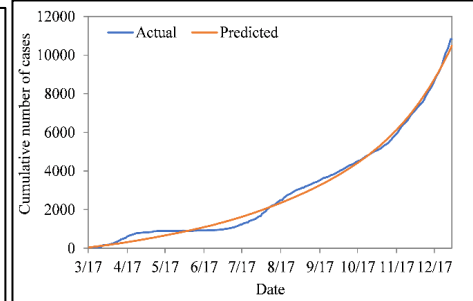
東京都

感染者数

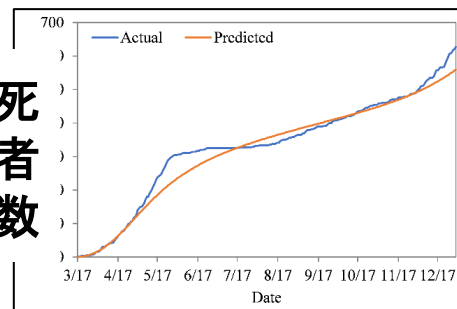


千葉県

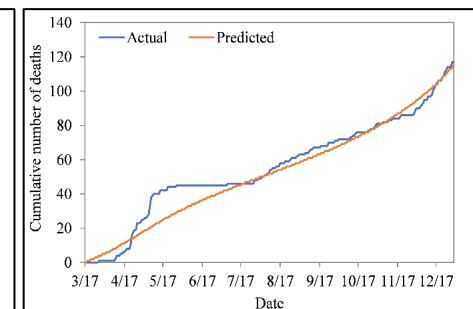
感染者数



死者数

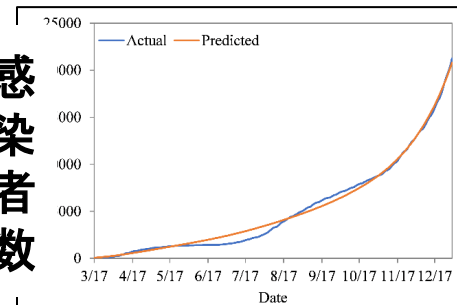


死者数



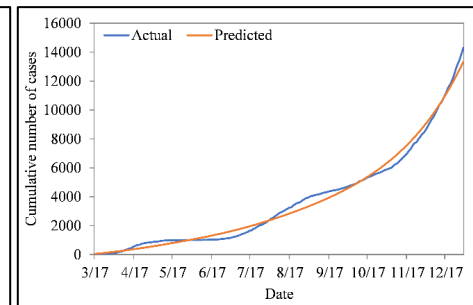
神奈川県

感染者数

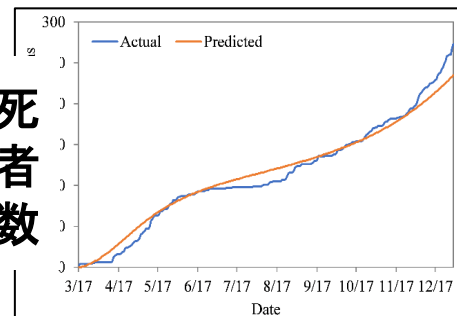


埼玉県

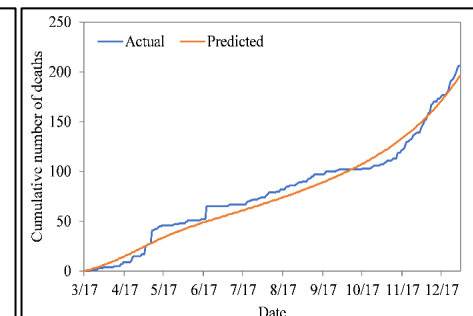
感染者数



死者数



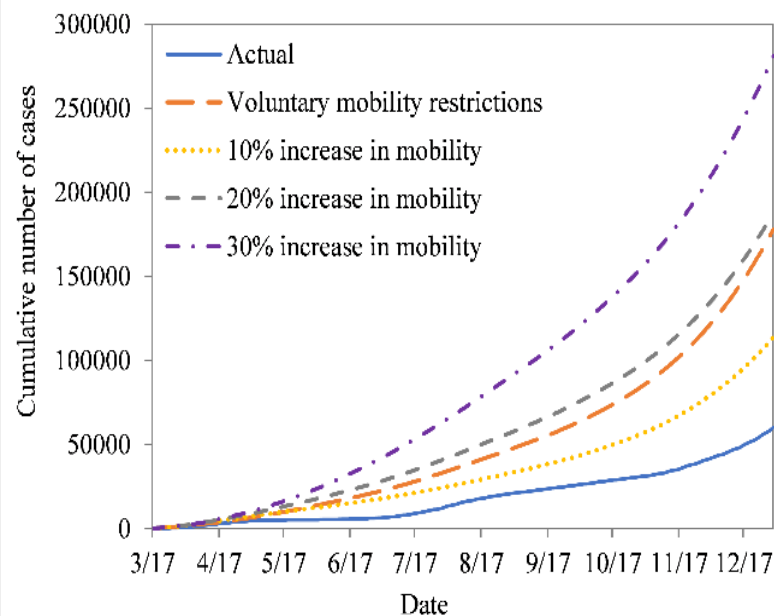
死者数



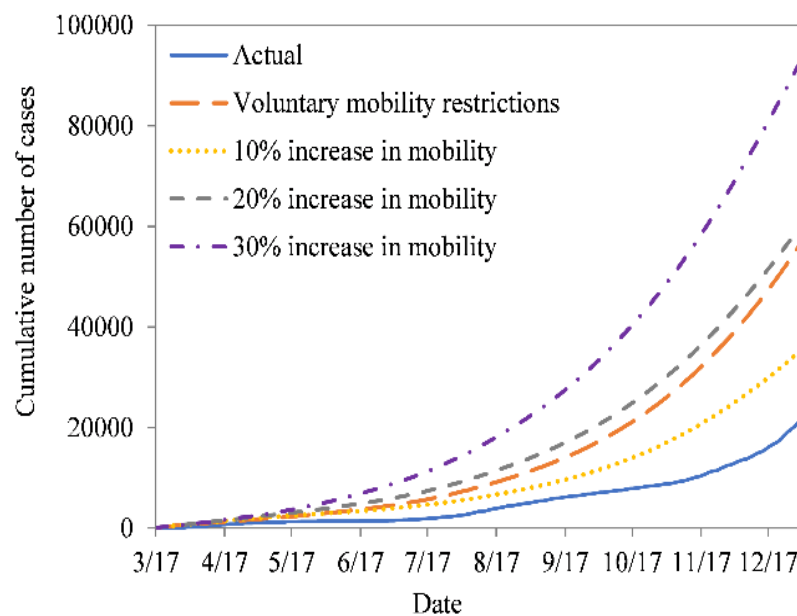
動

県間移動自粛と外出自粛の効果

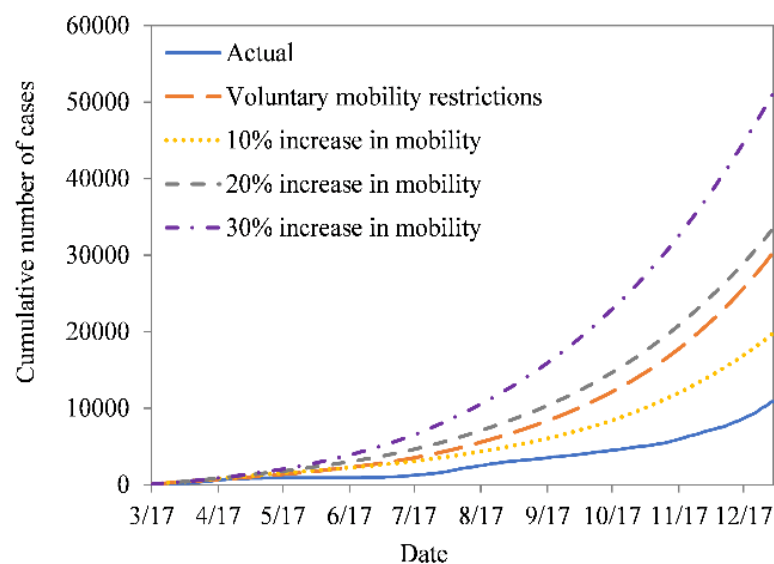
東京都



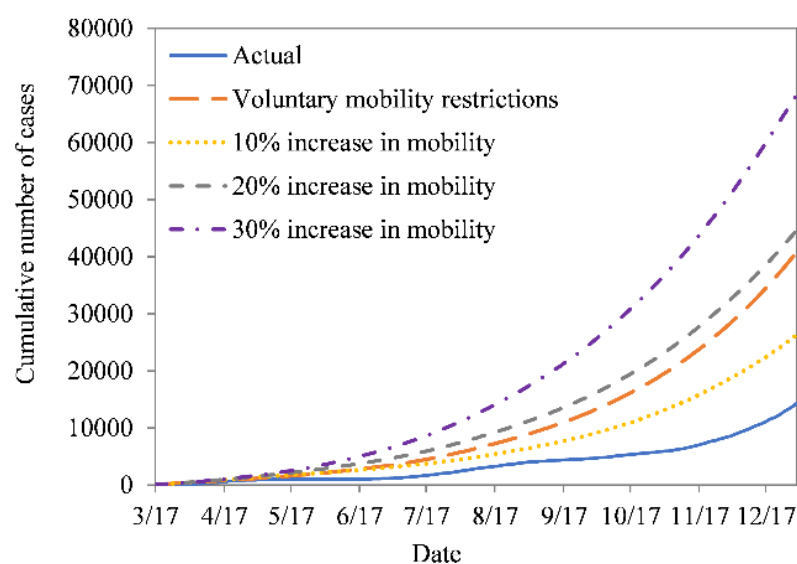
千葉県



神奈川県

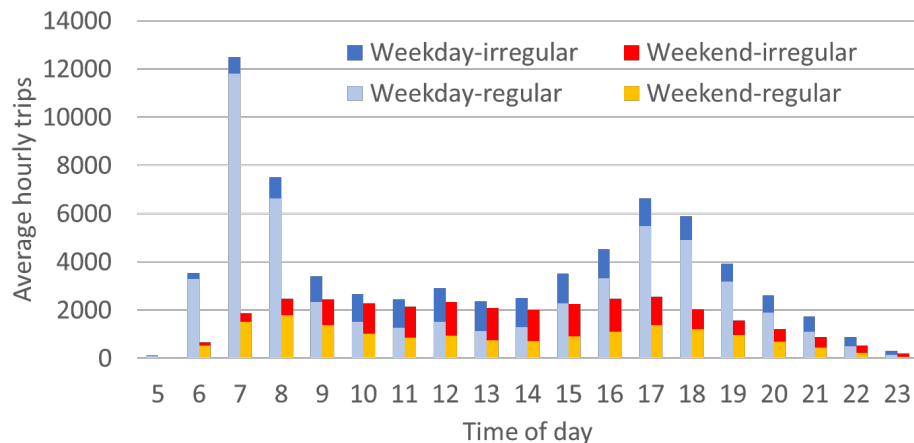


埼玉県

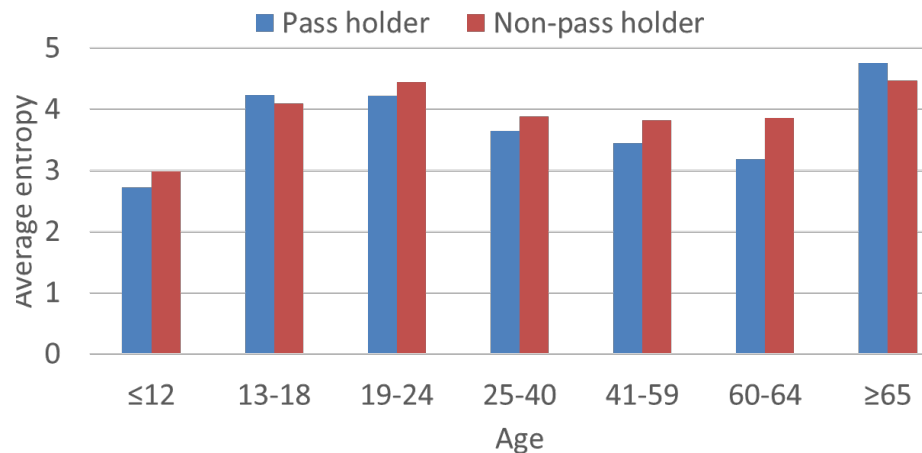


ICカードデータの活用

- 長期間の連続データによる行動パターンの把握
- 大規模データへのデータマイニング手法の適用
例：静鉄LuLuCaカードの分析（**7.5万人の2千万トリップ**）



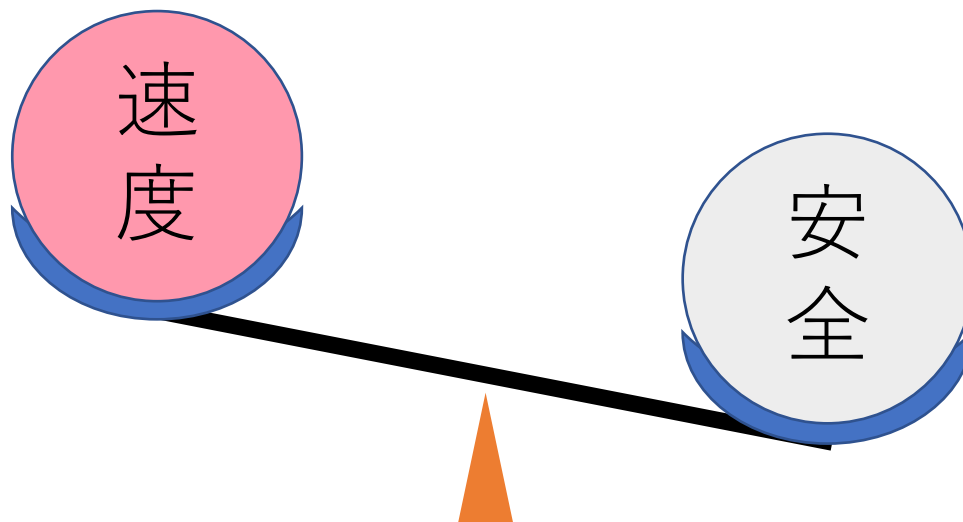
定常利用と非定常利用の分布



年齢別のトリップの非定常性

交通安全

- 道路交通事故は自動車交通の負の側面の一つ
- 交通事故による交通渋滞は環境負荷をもたらす
- 車両安全装備の開発が進むが、運転行動も変化する（リスクホメオスタシス）



生体反応データによる 運転ストレスの分析

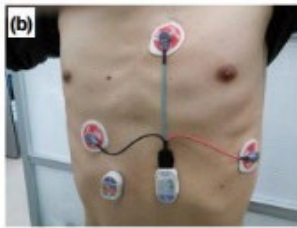
- 実道路における生体反応データの取得

様々な生体反応データとドライビングレコーダによる運転挙動の観測

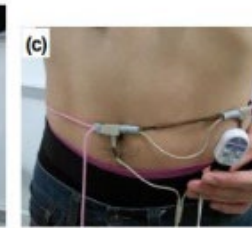
【脳血流】



【心電】



【呼吸】



【皮膚温】

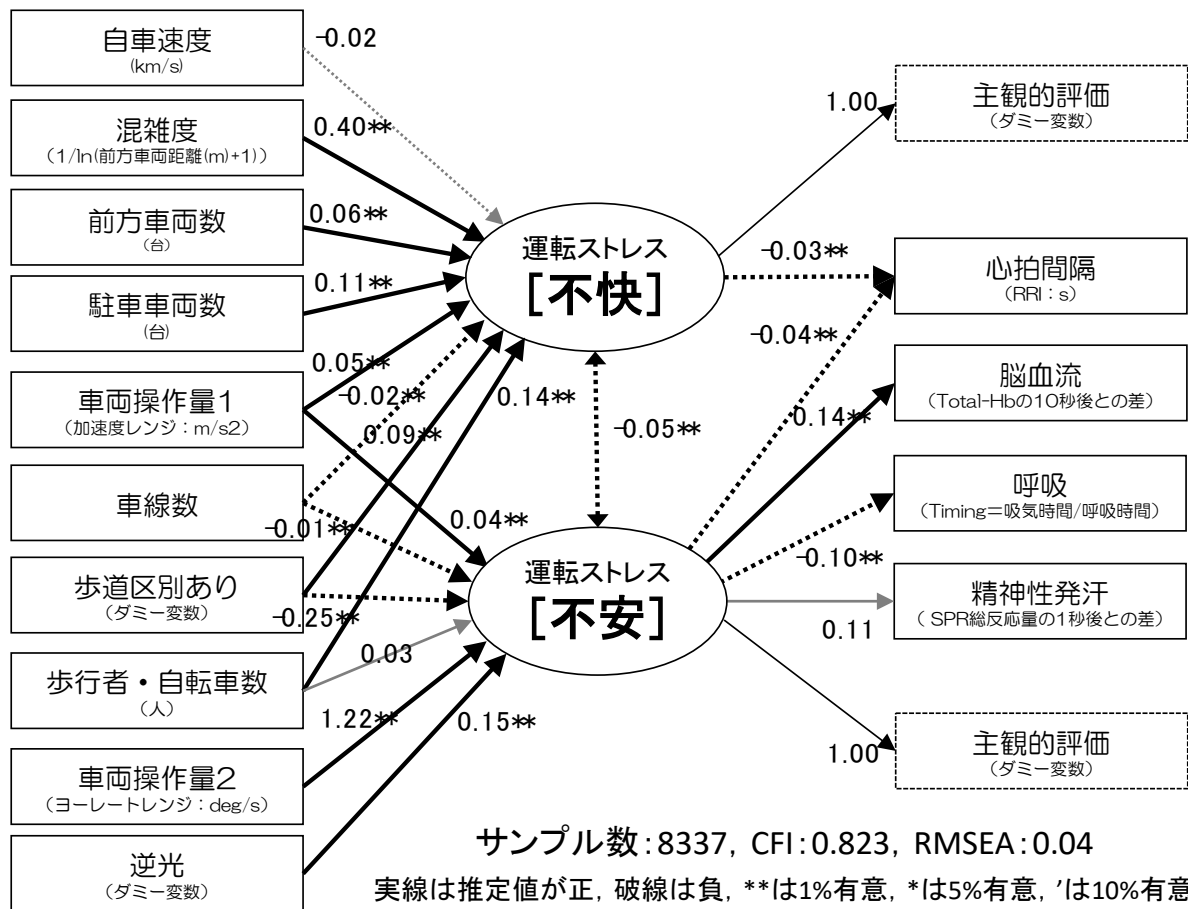


【発汗】



アイトラッキング

構造方程式モデルによる 運転ストレスの因果構造分析



先進的モビリティ

- 超小型自動車，電気自動車，自動運転車等の先進的モビリティが交通に及ぼす影響の分析
- 交通シミュレーションによる車両間の相互作用の表現

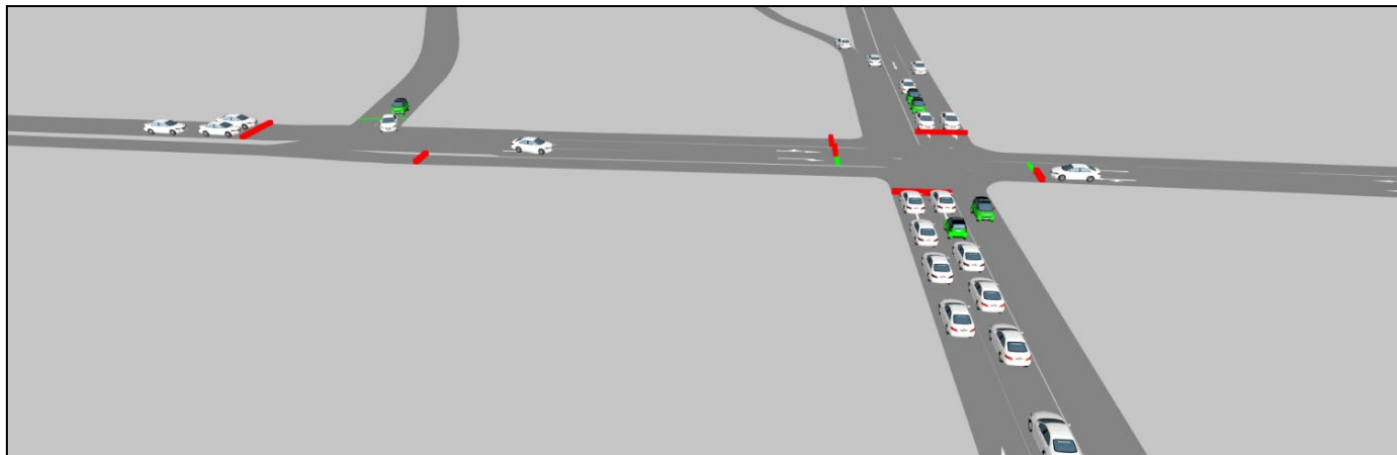


超小型自動車と一般車両の混在

超小型車

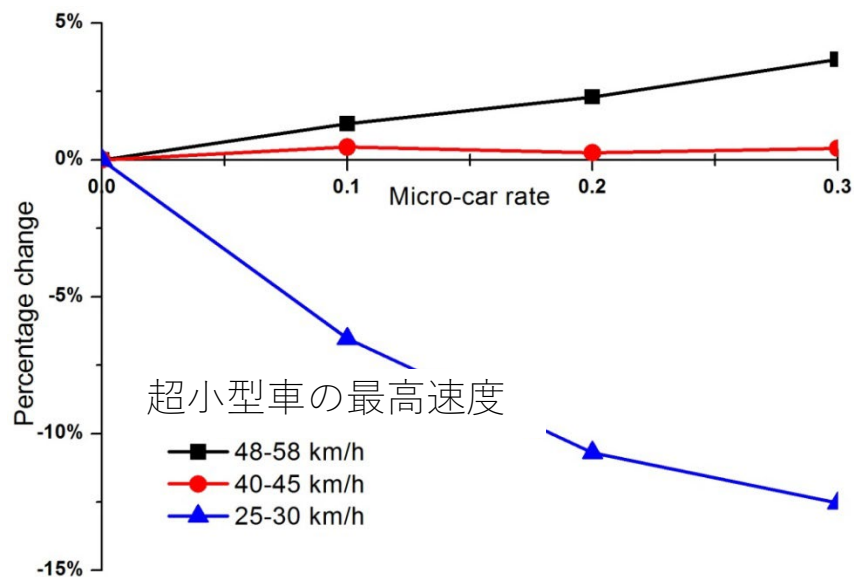
- 燃費が良い，車長が短い，速度が遅い
- 普通車との混在が交通流に与える影響の分析

都市部の交通ネットワークを対象とした
交通シミュレーション

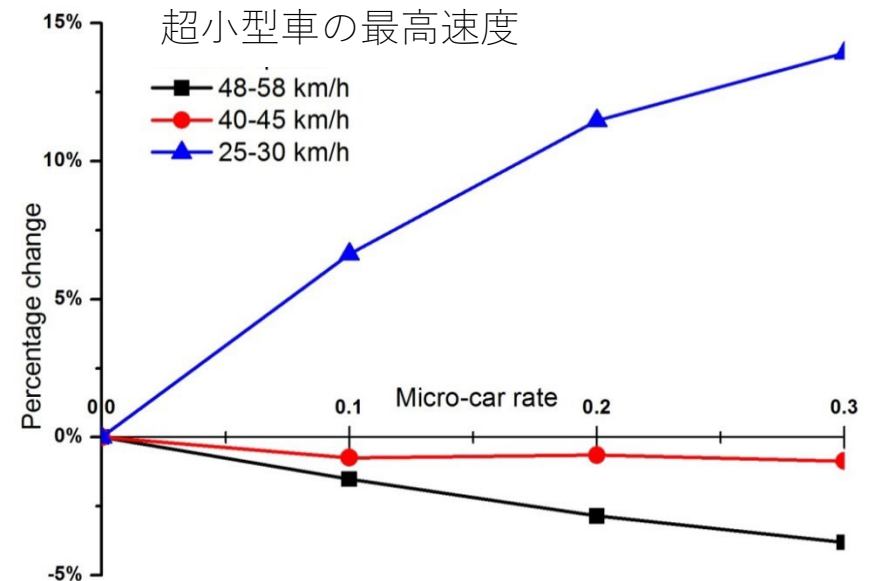


最高速度により異なる影響の把握

平均速度の変化



総走行時間の変化



最高時速が40km/h以上であれば
交通流に負の影響を及ぼさない

自動運転車両と一般車両の混合交通

対象道路：高速道路単路部

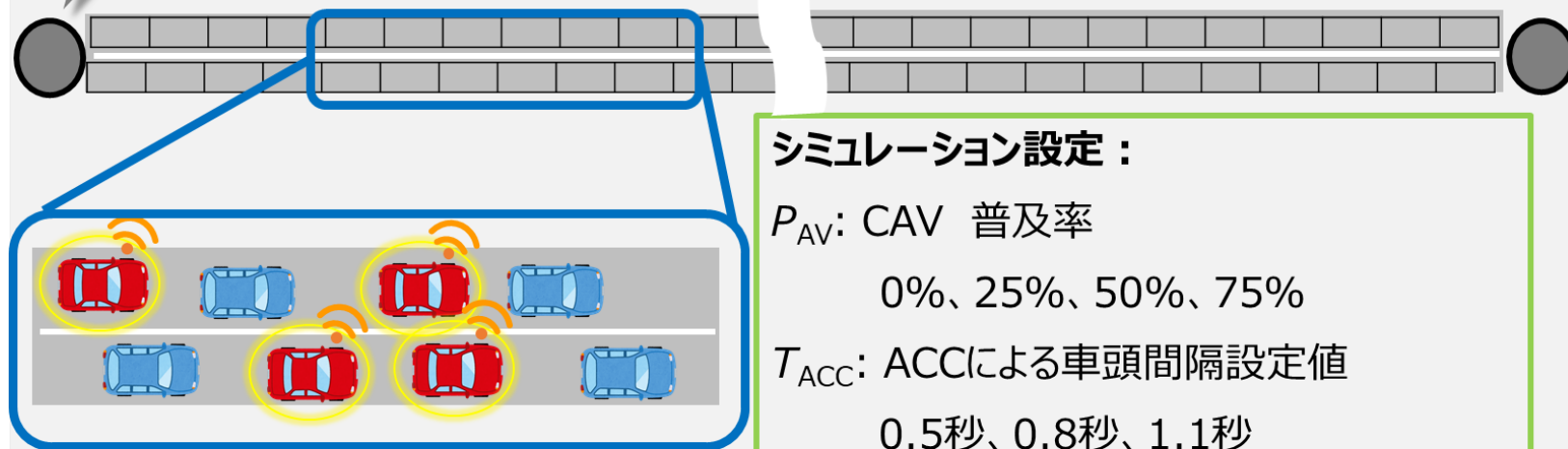
車両：CAV  一般車  が混在

セントロイド
(起終点)

リンク長10km
片側2車線

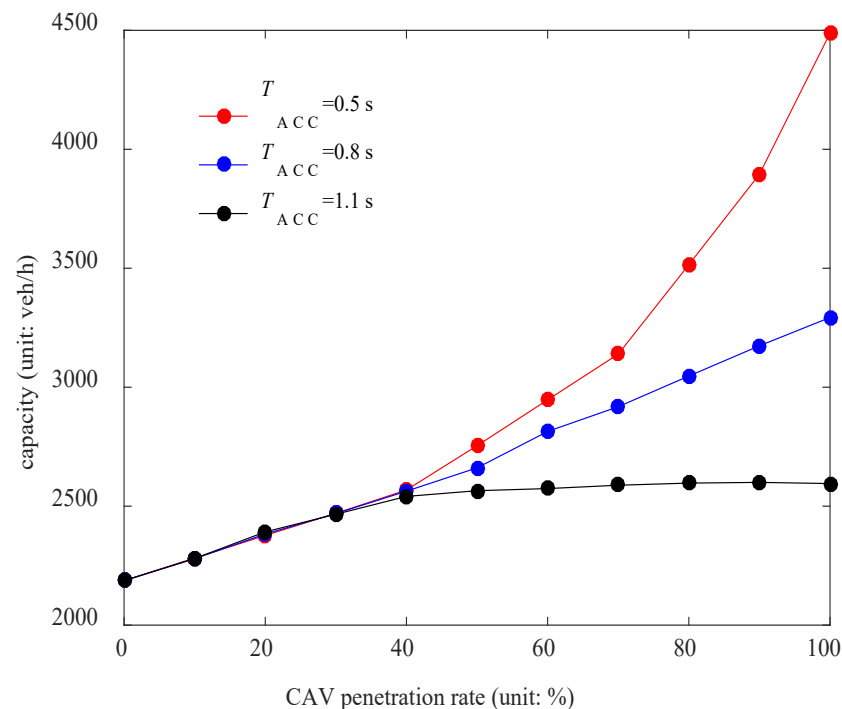
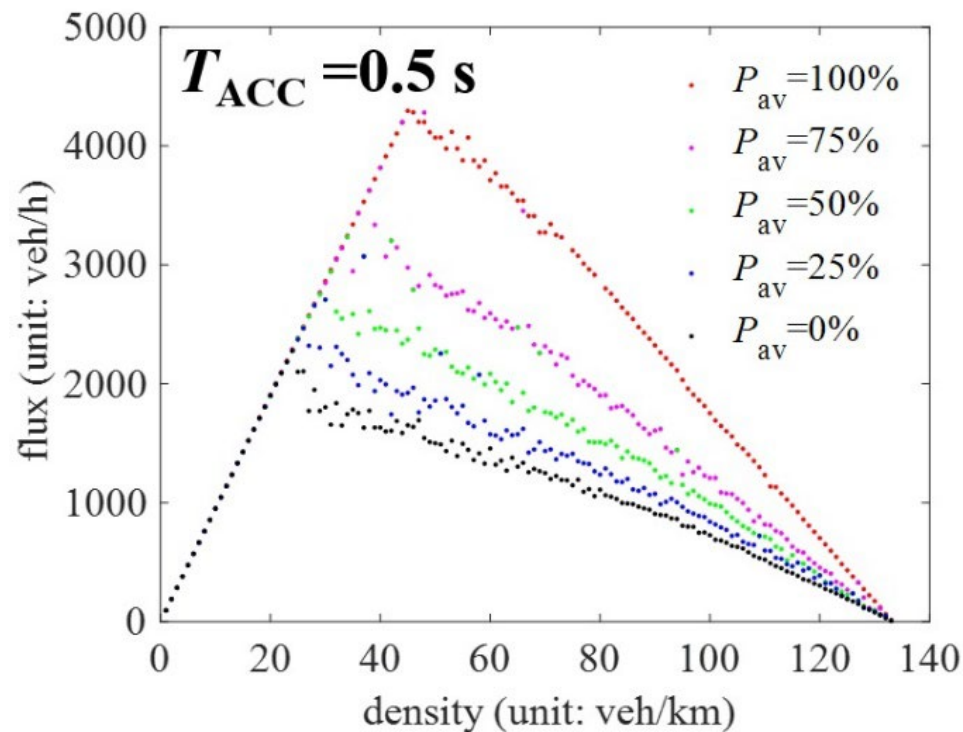
セル長0.5m
 $v_{\max}=97.2\text{km/h}$

ランダムに車両を発生



(ACC：オートクルーズコントロール)

交通容量の増加

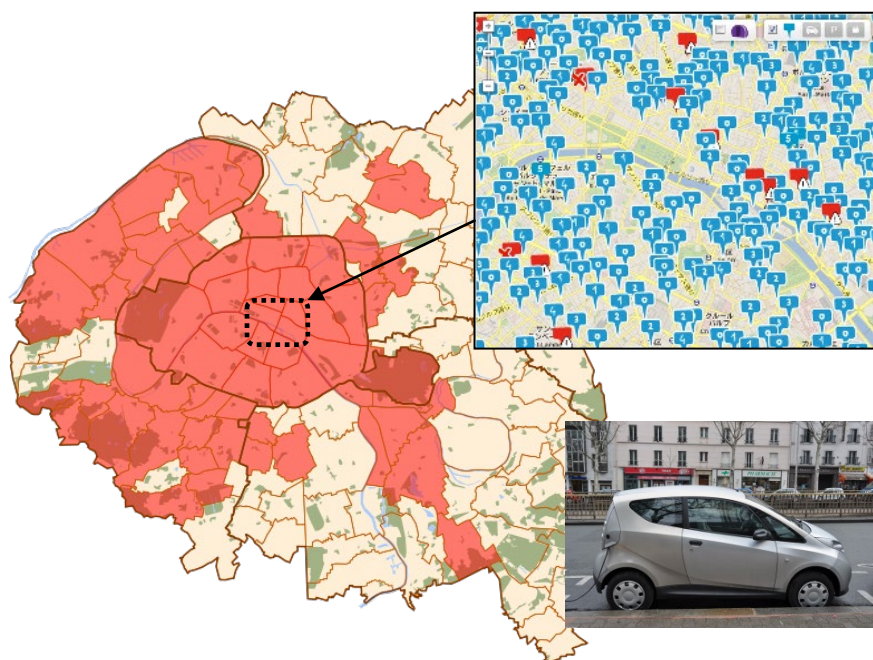


- 自動運転車の普及により交通容量は増加
- ACCの設定によって交通容量増加率は変化

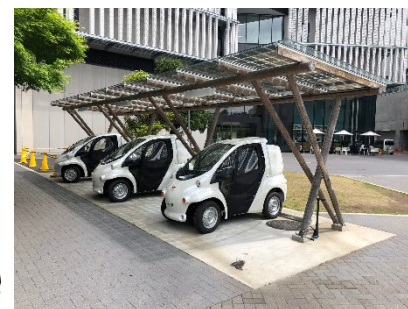
(ACC：オートクルーズコントロール)

自動車共同利用システム

- 利点：自動車・駐車場削減，自動車依存脱却
- 近年：電気自動車化，片道利用のシステム
- 将来：自動運転車の活用



フランス・パリと周辺市: Autolib'

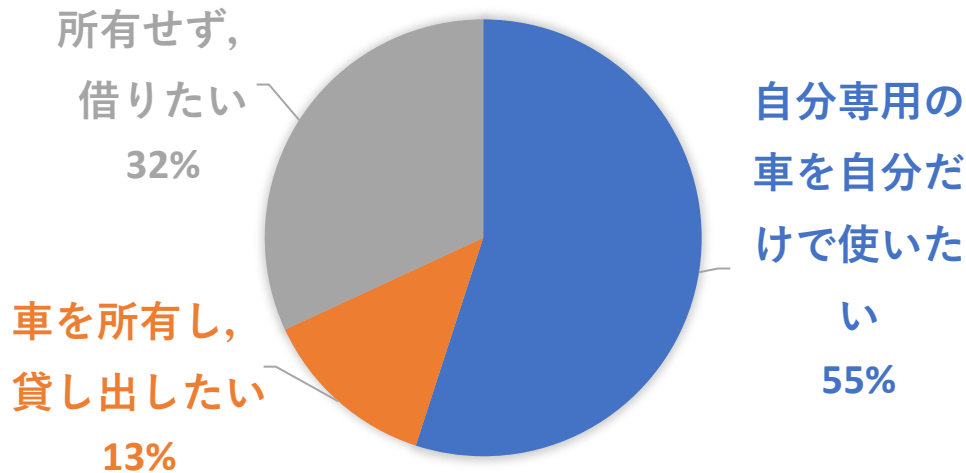


名大キャンパス: e-MoShare

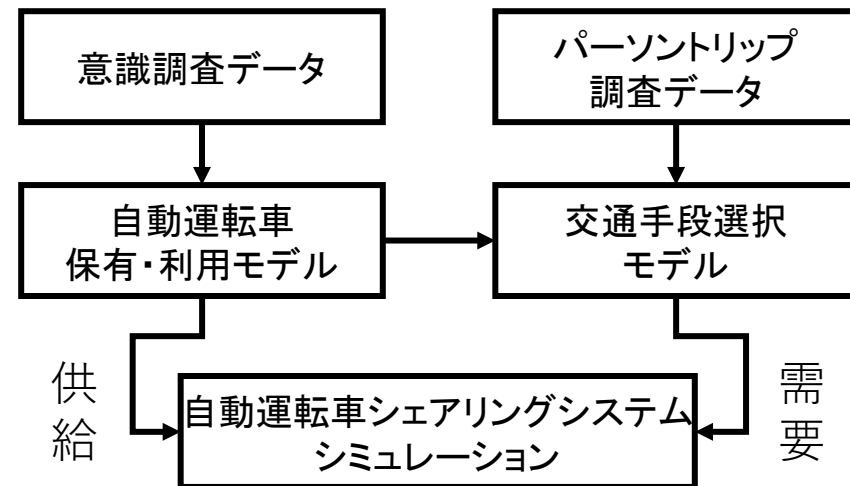
自動運転時代の自家用車保有とカーシェアリング

- 自家用自動運転車共同利用：
自家用車の非利用時の貸し出し

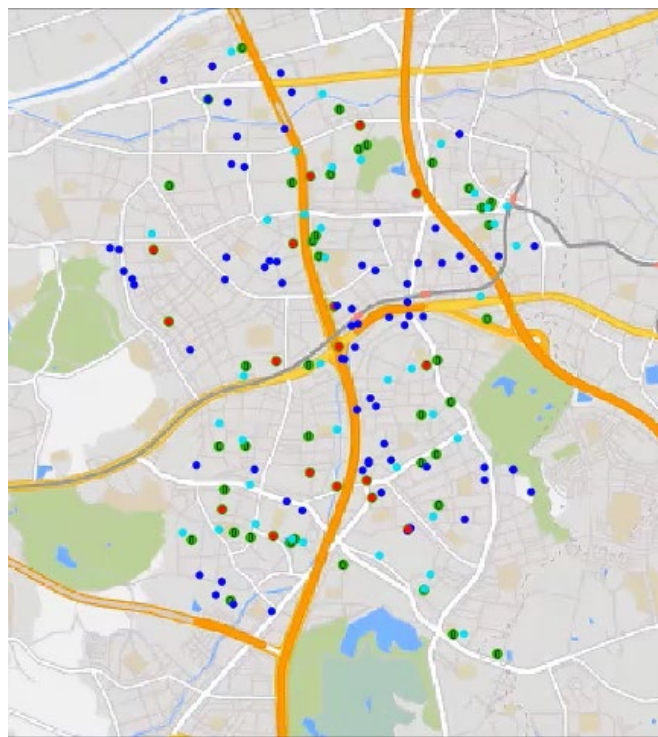
自動運転車シェアリングが普及した場合の
自動車保有・利用意向 (N=803)



自動車保有の変化を考慮した
シミュレーション分析

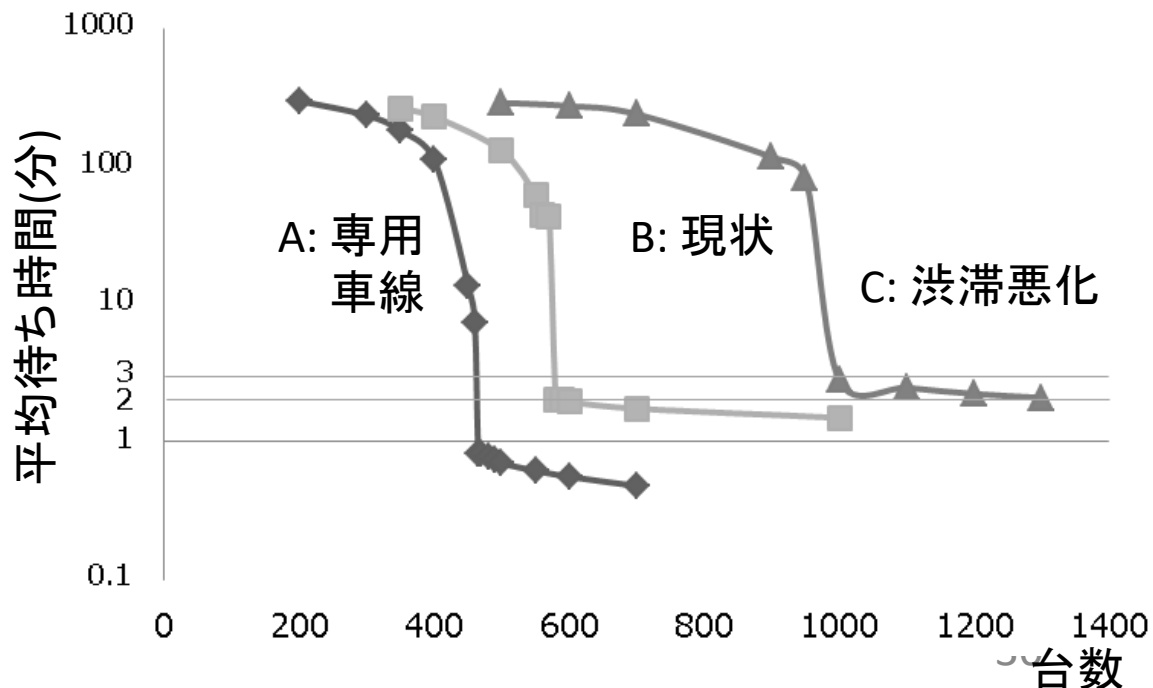


名古屋市名東区を対象とした 交通シミュレーション

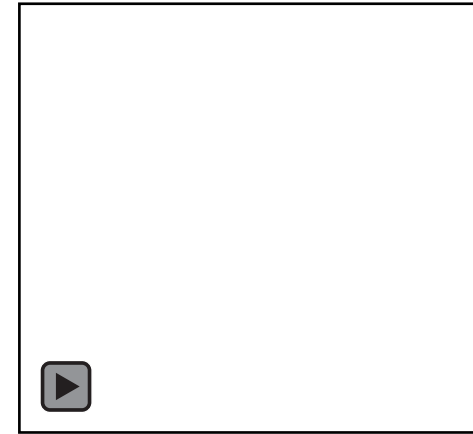


- 空車 (Empty vehicle)
- 迎車 (Waiting for passenger)
- 実走 (In motion)
- 待っている乗客 (Waiting passenger)

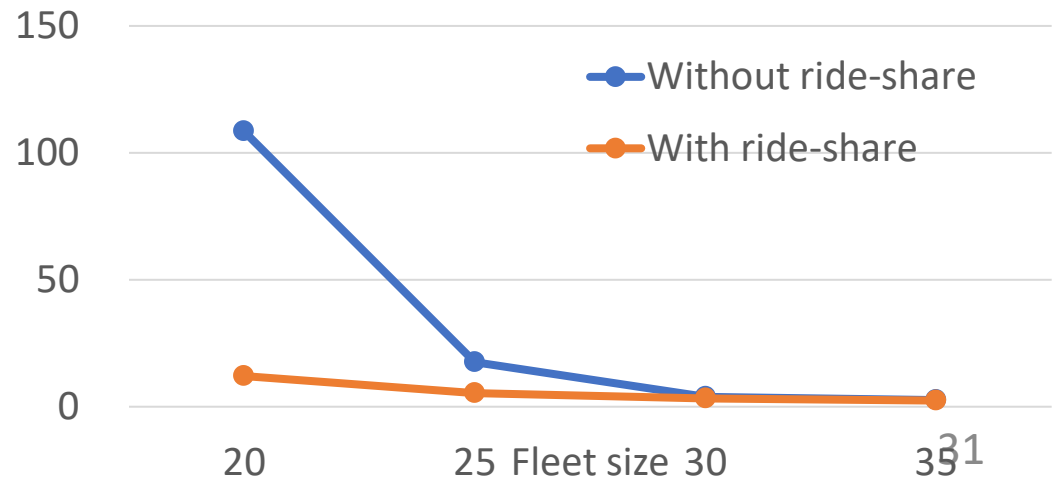
速度設定 (km/h)	A: 専用 車線	B: 現状	C: 渋滞 悪化
ピーク時	30	18.9	9.5
オフピーク	30	24.0	12.0



高蔵寺ニュータウンを対象とした スローモビリティのケース



Average waiting time (minute)

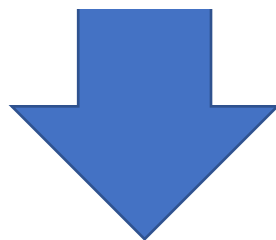


材料関連研究との関連性

- **材料関連研究**：自動車の車体の軽量化素材や電気自動車の充電池の高効率化に関する研究



単体としての省エネルギー効果に加え，自動車の利用パターンの変化による影響評価の必要性



- **システム研究**：車両の軽量化による交通事故被害の削減や充電池高効率化による普及促進等の評価