

道路政策の質の向上に資する技術研究開発 2年目研究評価（中間報告）

自動運転とシェアリングが融合した新しいモビリティサービスと社会・都市・生活の未来 についての研究開発

(1) 研究背景と2021年度2年目研究の内容

1. 研究背景

- 自動運転とシェアリングが融合した新たなモビリティサービスの導入可能性に関する理論・実証的検討の必要性
- MaaSを構成するモビリティとしての位置づけ、ビジネスとしての成立可能性の検討
- モビリティサービスとしての価値だけでなく、社会・都市・生活の変容についても検討

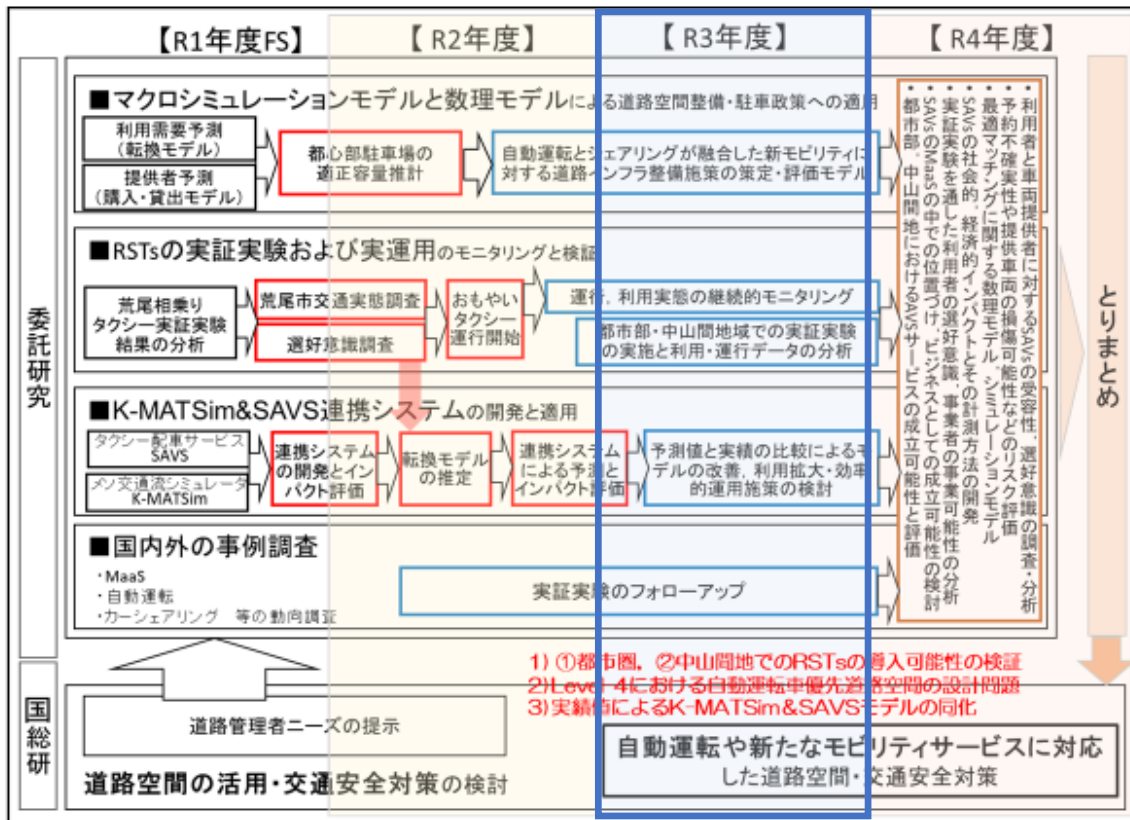
提供者	シェア	車	席
個人		個人間Car-Sharing	Ride-hailing
事業者		Car-Sharing	Ride-Sharing Taxi service
個人or事業者		Shared Autonomous Vehicle service	Autonomous Ride-Sharing service

2. 2021年度2年目研究の内容

- ①都市圏における乗継拠点へのアクセス、②中山間地での活動支援のためのRSTsの実証実験
- 荒尾おもやいタクシーの利用と運行の実態、および観測値によるK-MATSim&SAVS連携システムの同化手法の開発
- 自動運転車優先走行区間・運行設計領域を設計するための数理モデルの構築、K-MATSimによる実道路網へ整備効果の検証

3. 研究の実施体制

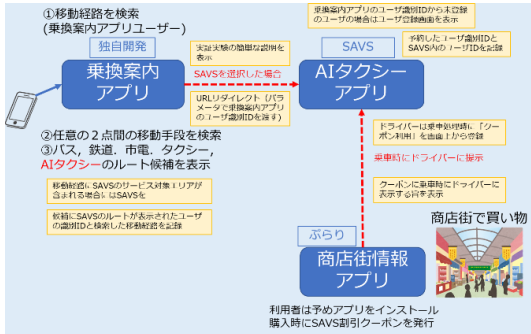
研究者氏名	分担内容
○溝上章志 (森俊勝)	SAVs運用シミュレーションモデルの開発と適用、導入による社会経済効果の計測
嶋本 寛	SAVsに対するマッチングパターン理論モデル開発
金森 亮 (松舘渉)	オンデマンド型RSTs実験による利用行動、システムの効率性評価分析
藤見俊夫	車両偏在による予約不可性や提供車両の損傷可能性などのリスク評価
安藤宏恵	自動運転有優先区間設定のための数理モデルの開発



(2) 2年目研究内容とその成果

1) 都市圏における乗継拠点へのアクセス、中山間地での活動支援のためのRSTsの実証実験

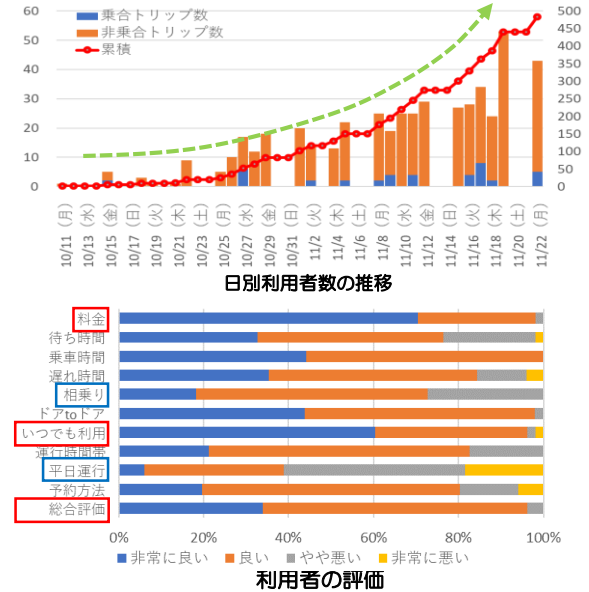
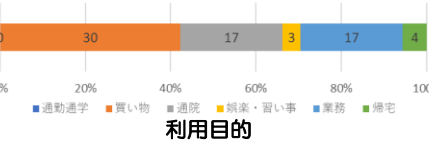
■商店街と連携した健軍地区AIデマンドタクシー実証実験



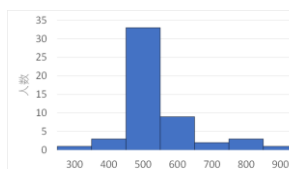
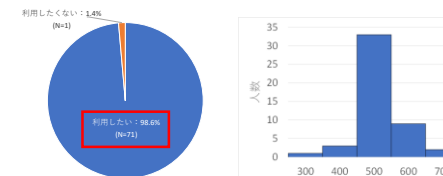
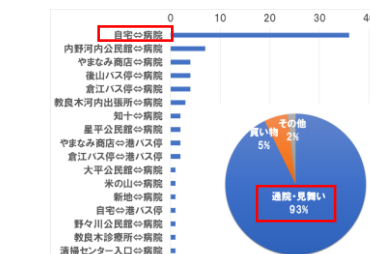
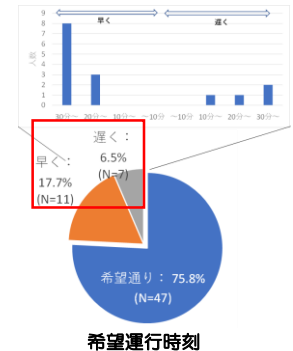
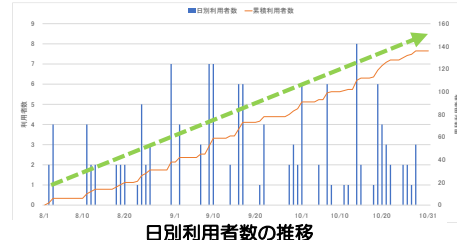
ピアクレスMaaSアプリの構成



乗り換え案内とAIタクシー予約画面



■上天草市教良木内野地区自家用有償運送サービス「のれな号」実証実験



現行バス路線と「のれな号」運行エリア

移動の実態に関するアンケート票の記入例

利用目的と主要OD

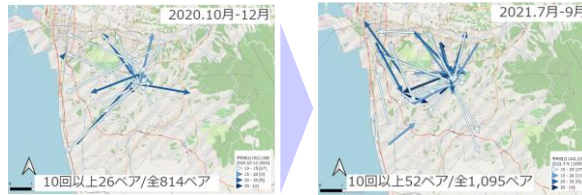
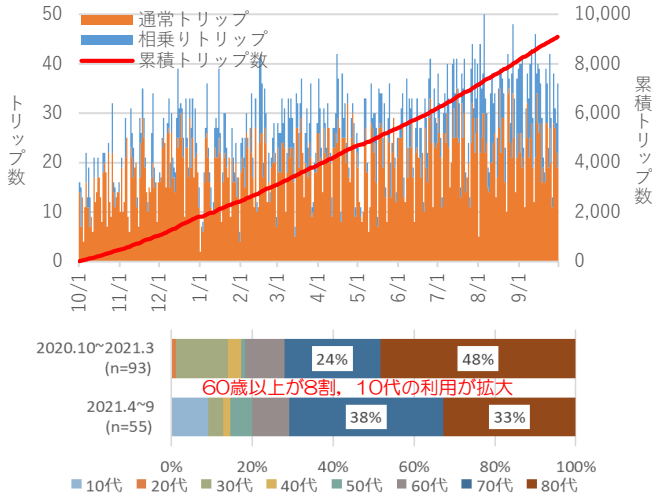
有償化に対する利用意向

支払意思額

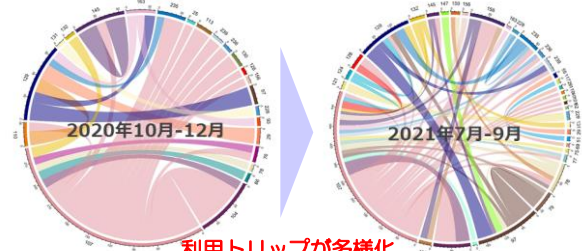
(2) 2年目研究内容とその成果

2) 荒尾おもやいたクシーの利用と運行の実態、および観測値によるK-MATSim&SAVS連携システムの同化手法の開発

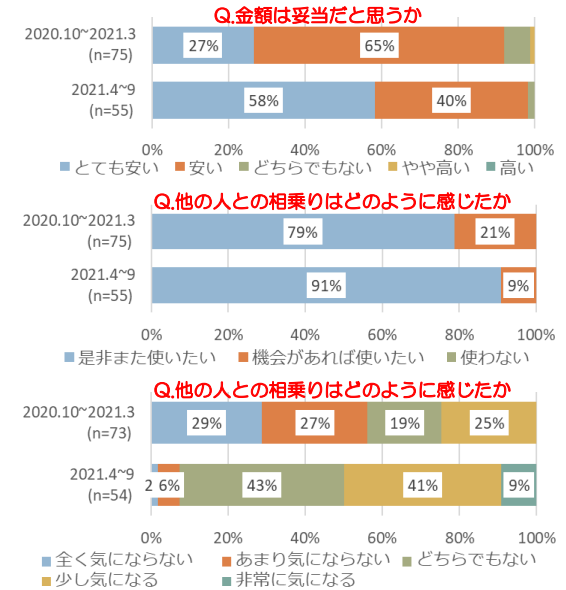
■ 荒尾「おもやいたクシー」の利用/運行、および利用者の実態とその評価



利用トリップが広域化



利用トリップが多様化



■ 観測値によるK-MATSim & SAVS連携運用シミュレーションの同化手法の開発

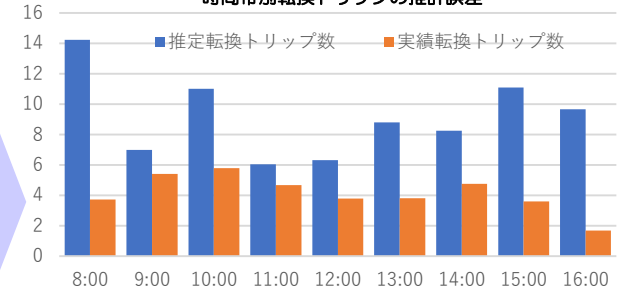
K-MATSim&SAVS連携運用シミュレーションシステム



K-MATSimの転換モデル

転換する	説明変数	パラメータ (t値)
	料金 (円)	-0.008 (7.46)
	同乗者の選択可能タミー (同性のみ=1)	0.643 (2.26)
	到着予定時刻からの到着遅れ時間 (分)	-0.091 (2.75)
	年齢 (歳)	0.066 (3.81)
	現利用手段による所要時間 (分)	0.034 (2.96)
	性別タミー (男性=1)	1.107 (3.20)
	現利用交通手段タミー (車=1)	2.264 (2.96)
	(公共交通=-1)	2.615 (3.20)
	自宅から最寄りのバス停までの距離 (km)	0.537 (1.77)
しない	定数項	3.246 (2.03)
	サンプル数	312
	尤度比	0.218
	的中率	0.724

時間帯別転換トリップの推計誤差

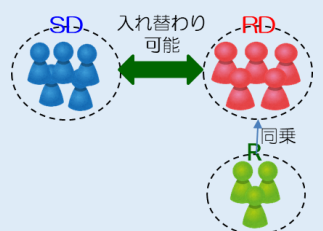


$$\max: L = \prod_{k=1}^K p_k^{x_k} \cdot (1 - p_k)^{T_k - x_k}$$

3) 自動運転車優先走行区間・運行設計領域を設計するための数理モデルの構築、K-MATSimによる実道路網での整備効果の検証

■モデル1：ライドシェアリングを考慮した利用者均衡問題

構造と設定



時空間ネットワーク上における主体ごとの交通量とシェアリングが成立する場合の運賃を求める利用者均衡問題

数理モデル

$$\text{Min: } Z(\mathbf{x}) = \sum_{s \in S} \sum_{a \in A} c_a^s x_a^s$$

subject to:

$$\sum_{a \in \text{IN}(i)} x_a^s - \sum_{a \in \text{OUT}(i)} x_a^s = -q_{is}, \forall i \in R, s \in S$$

$$\sum_{a \in \text{IN}(s)} x_a^s - \sum_{a \in \text{OUT}(s)} x_a^s = \sum_{r \in R} q_{rs}, \forall s \in S$$

$$\sum_{a \in \text{IN}(i)} x_a^s - \sum_{a \in \text{OUT}(i)} x_a^s = 0, \forall s \in S, i \in \{I - R - S\}$$

$$\sum_{s \in S} (x_{a_{l,t}^{SD}} + x_{a_{l,t}^{RD}}) \leq v_l^t, \forall l \in L, t \in T$$


$$\sum_{s \in S} x_{a_{l,t}^{SD}} \leq \kappa \sum_{s \in S} x_{a_{l,t}^{RD}}, \forall l \in L, t \in T$$

$$\sum_{s \in S} x_{a_{l,t}^{RD}} \leq \sum_{s \in S} x_{a_{l,t}^{SD}}, \forall l \in L, t \in T$$

$$x_a^s \geq 0, \forall a \in A, s \in S$$

フロー保存則
リンク容量制約
シェアリング成立条件

拡張ネットワーク

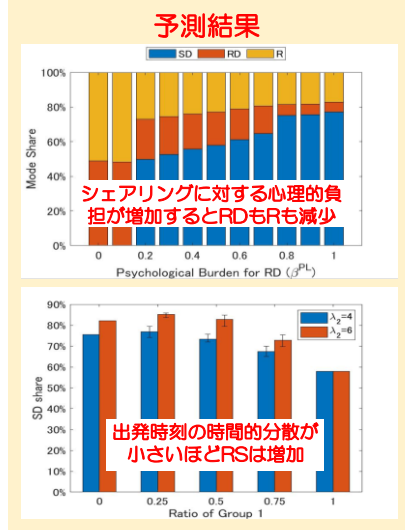


- In-vehicle arc

$$c_a^s = \begin{cases} t_a(1 + \beta^{TC}) & (\forall a \in A_1^{SD}) \\ t_a(1 + \beta^{TC} + \beta^{PL} - \beta^{BF}) & (\forall a \in A_1^{RD}) \\ t_a(1 + \beta^{BF}) & (\forall a \in A_1^R) \end{cases}$$

t_a : リンク旅行時間, β^{TC} : ガソリン代, β^{PL} : シェアリングに対する心理的負担(RDのみ), β^{BF} : ペース運賃
- Waiting arc

$$c_a^s = \begin{cases} dt & (n(s) \neq n(\text{IN}(a))) \\ 0 & (n(s) = n(\text{IN}(a))) \end{cases}, \forall a \in A_3$$

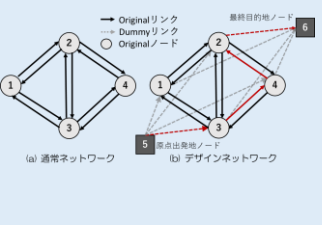


専用レーン設計モデルへの展開

■モデル2：普及率既知の場合の自動運転車優先走行レーンの設置区間決定問題

設定と解ネットワーク

インプットデータ	普通車OD交通量 自動運転車OD交通量 リンクごとの交通容量
パラメータ	専用レーン設置による普通車の交通容量減少率 専用レーン設置による自動運転車の交通容量増加率 専用レーンの連続距離下限値
変数	リンクごとの普通車交通量 リンクごとの自動運転車交通量 専用レーン設置デザイン変数



数理モデル

$$\text{Min: } \sum_{a1 \in A1} \gamma_{a1} x_{a1} + \sum_{a2 \in A2} \gamma_{a2} x_{a2}$$

subject to:

$$\sum_{a \in \text{IN}(n)} x_{h1a1} - \sum_{a \in \text{OUT}(n)} x_{h1a1} = \sum_{d \in \text{OUT}(n)} v_{h1d} - \sum_{o \in \text{IN}(n)} v_{h1o}$$

$$\sum_{a \in \text{IN}(n)} \mu x_{h2a2} - \sum_{a \in \text{OUT}(n)} \mu x_{h2a2} = \sum_{d \in \text{OUT}(n)} v_{h2d} - \sum_{o \in \text{IN}(n)} v_{h2o}$$

$$\sum_{b \in \text{IN}(n)} y_b - \sum_{b \in \text{OUT}(n)} y_b = \begin{cases} -1 & \text{if } n = s \\ 1 & \text{if } n = t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \forall n \in N$$

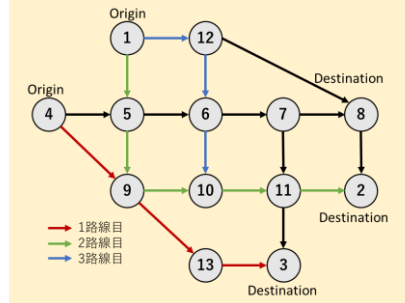
$$x_{a1} + x_{a2} \leq (1 - \alpha y_{b(a)}) c_a + \beta y_{b(a)} c_a$$

$$x_{a1} \leq (1 - \alpha y_{b(a)}) c_a$$

$$\sum_{b \in B} \gamma_b y_b \geq \lambda$$

$$y_b \in \{0, 1\}, x_{h1a1}, x_{h2a2} \geq 0$$

最適設計結果



ケース	1	2	3	4	5
普通車容量減少率	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
自動運転車容量増加率	2	1.5	1.5	1.5	1.5
優先走行ライン本数	1	1	1	2	3
目的関数値	910	925	931	918.5	918.5

■K-MATSimによる実道路網での整備効果の検証

