

**道路政策の質の向上に資する技術研究開発  
【研究状況報告書（2年目の研究対象）】**

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職	
	ふじわら あきまさ 藤原 章正		広島大学		教授	
②研究 テーマ	名称	質の高い交通時代のモビリティの価値の計測手法開発に関する研究				
	政策 領域	[主領域] 新たな行政システムの創造	公募 タイプ	I		
	[副領域]					
③研究経費（単位：万円） ※H29は精算額、H30は受託額、 H31は計画額を記入。端数切捨。	平成29年度	平成30年度	平成31年度	総合計		
	3,350	4,298	3,800	11,448		
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）					
氏名	所属・役職					
加藤浩徳	東京大学・教授					
桑野将司	鳥取大学・准教授					
塩飽邦憲	島根大学・特任教授					
力石 真	広島大学・准教授					
張 峻屹	広島大学・教授					
吉野大介	広島大学・特任助教					
Do Canh	広島大学・研究員					
Wu Lingling	広島大学・研究員					
⑤研究の目的・目標	（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）					
<p>本研究では、異なる時間価値や時間制約を持つ移動主体が共生する超高齢社会における交通の時間価値の計測方法を再構築するとともに、この手法を事例研究へ摘要し、質の高い交通時代の同事業の包括的評価方法の有用性について、フィールド実験を通じて検証することを目的とする。</p> <p>平成30年度（2年目）は以下の3点の研究・開発を進めることを目標とする。</p> <p>（1）異質な主体間／貨客間混乗バスの時間価値計測手法の研究</p> <p>1）貨客混載サービスおよび異質な主体が混乗するバスに関するデータ収集</p> <p>2）異質な主体間の時間価値計測手法の検討</p>						

- 3) 貨客間混乗バスの時間価値計測手法の検討
- 4) ライドシェアサービスの成立可能性の検討
- (2) 高齢ドライバーの運転機能の計測手法の適用による運転免許保有価値の研究
  - 1) 高齢ドライバーの運転機能の計測手法の検討
  - 2) 高齢世帯の自動車運転免許保有に関するデータの分析
  - 3) 高齢ドライバーの運転免許保有価値に関する検討
- (3) 仮想現実選択実験によるConnected公共交通システムの社会的受容性の研究
- (4) 情報収集

⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

(1) 異質な主体間／貨客間混乗バスの時間価値計測手法の研究

1) 異質な主体が混乗するバスおよび貨客混載サービスに関するデータ収集

混乗バスに関しては、平成30年9～10月に島根県邑南町で無作為抽出の2,000世帯を対象とした「旅行時間信頼性の経済価値に関するSP調査」を実施し、1,265個人のデータを収集した。

調査目的	住民の目的別の移動実態、移動サービスに対する満足度や改善ニーズ、利用意向等を把握し、潜在及び顕在ニーズ、公共交通の課題抽出や個別路線の見直し検討に活用する目的で実施する。														
調査対象	○町内の2,000世帯(石見740世帯、瑞穂720世帯、羽須美540世帯)。 ○12地区別の世帯数を考慮し、人口が少ない地域からも一定以上の回答が得られるよう対象世帯を抽出する。														
調査方法	○調査票は郵送配布・回収とする。(回収は料金受取人払いとする) ○1世帯あたり2枚ずつ調査票を配布し、公共交通を必要としている高齢者を中心に回答を依頼(15歳以上) ※アンケートの実施に際しては、広報紙にアンケートを実施する旨の記事の記載や、自治会などを通じて回答の依頼を行い、回収率の向上を図る														
調査内容	<table border="1"> <tr> <td>個人属性</td> <td>○住所、性別、年齢、世帯構成、職業、自由に使える自動車の有無等</td> </tr> <tr> <td>免許証の保有</td> <td>○保有状況 ○今後の運転継続意向</td> </tr> <tr> <td>移動の実態</td> <td>○普段の主な移動手段 ○通院・買い物別の移動実態(目的施設名、交通手段、滞在時間、頻度) ○その他よく出かける場所</td> </tr> <tr> <td>おおなバス</td> <td>○利用頻度、利用しない場合はその理由 ○よく利用する路線・区間 ○項目別の満足度、総合満足度</td> </tr> <tr> <td>公共交通に対する考え(暮らしを見て)</td> <td>○バスのサービス水準と経費負担の考え方 ○バスの利用や支援の意向</td> </tr> <tr> <td>生活全般について</td> <td>○地域での暮らしに対する将来不安 ○生活においてあるとありがたいサービス</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>○自由意見</td> </tr> </table>	個人属性	○住所、性別、年齢、世帯構成、職業、自由に使える自動車の有無等	免許証の保有	○保有状況 ○今後の運転継続意向	移動の実態	○普段の主な移動手段 ○通院・買い物別の移動実態(目的施設名、交通手段、滞在時間、頻度) ○その他よく出かける場所	おおなバス	○利用頻度、利用しない場合はその理由 ○よく利用する路線・区間 ○項目別の満足度、総合満足度	公共交通に対する考え(暮らしを見て)	○バスのサービス水準と経費負担の考え方 ○バスの利用や支援の意向	生活全般について	○地域での暮らしに対する将来不安 ○生活においてあるとありがたいサービス	その他	○自由意見
個人属性	○住所、性別、年齢、世帯構成、職業、自由に使える自動車の有無等														
免許証の保有	○保有状況 ○今後の運転継続意向														
移動の実態	○普段の主な移動手段 ○通院・買い物別の移動実態(目的施設名、交通手段、滞在時間、頻度) ○その他よく出かける場所														
おおなバス	○利用頻度、利用しない場合はその理由 ○よく利用する路線・区間 ○項目別の満足度、総合満足度														
公共交通に対する考え(暮らしを見て)	○バスのサービス水準と経費負担の考え方 ○バスの利用や支援の意向														
生活全般について	○地域での暮らしに対する将来不安 ○生活においてあるとありがたいサービス														
その他	○自由意見														
調査期間	平成30年9月4日～平成30年10月2日														
回収票	回収率：45.0%(回収：899世帯/配布：2000世帯) (回収枚数1,265枚 1世帯当たり調査票を2通配布) 平成30年10月2日時点														

図1 島根県邑南町で実施した調査概要

問 11 以下の(1)～(4)の設問では、仮想的なバス(A～H)を示します。これらは運行に関して、それぞれ路線の枠内で回った特徴を持っています。

(1) 以下の①～③の移動目的に対して、次のバスAとバスBの特徴がある場合、どちらのバスを利用したいと思いますか。

① 移動の目的が通院で、9時00分から診察の予約をしている場合	1.バスAが望ましい 2.バスBが望ましい
② 移動の目的が私用で、9時00分から友人と待ち合わせをしている場合	1.バスAが望ましい 2.バスBが望ましい
③ 移動の目的が通勤で、9時00分から始業の場合	1.バスAが望ましい 2.バスBが望ましい

<バスAとバスBの特徴>  
・バスA、バスBはタクシーのようにあなたの希望する出発地から目的地まで直接運行します。  
・バスA、バスBの運行における到着時刻と所要時間は、利用状況により変動する可能性があります。以下のカードに示す5つの到着時刻と所要時間の特徴が等しい確率で起こります。

バスA		バスB	
出発時刻	所要時間	出発時刻	所要時間
8時20分		8時15分	
到着時刻		到着時刻	
5回に1回は約束の時間よりも2分早く到着	38分	5回に1回は約束の時間よりも12分早く到着	33分
5回に1回は約束の時間よりも1分早く到着	39分	5回に1回は約束の時間よりも11分早く到着	34分
5回に1回は約束の時間 ぴったり到着	40分	5回に1回は約束の時間よりも10分早く到着	35分
5回に1回は約束の時間よりも1分遅く到着	41分	5回に1回は約束の時間よりも9分早く到着	36分
5回に1回は約束の時間よりも2分遅く到着	42分	5回に1回は約束の時間よりも8分早く到着	37分
運賃：300円		運賃：200円	
所要時間の平均：40分		所要時間の平均：35分	

(2) 以下の①～③の移動目的に対して、次のバスCとバスDの特徴がある場合、どちらのバスを利用したいと思いますか。

① 移動の目的が通院で、9時00分から診察の予約をしている場合	1.バスCが望ましい 2.バスDが望ましい
② 移動の目的が私用で、9時00分から友人と待ち合わせをしている場合	1.バスCが望ましい 2.バスDが望ましい
③ 移動の目的が通勤で、9時00分から始業の場合	1.バスCが望ましい 2.バスDが望ましい

<バスCとバスDの特徴>  
・バスC、バスDはタクシーのようにあなたの希望する出発地から目的地まで直接運行します。  
・バスC、バスDの運行における到着時刻と所要時間は、利用状況により変動する可能性があります。以下のカードに示す5つの到着時刻と所要時間の特徴が等しい確率で起こります。

バスC		バスD	
出発時刻	所要時間	出発時刻	所要時間
8時20分		8時20分	
到着時刻		到着時刻	
5回に1回は約束の時間よりも18分早く到着	22分	5回に1回は約束の時間よりも12分早く到着	28分
5回に1回は約束の時間よりも13分早く到着	27分	5回に1回は約束の時間よりも11分早く到着	29分
5回に1回は約束の時間よりも10分早く到着	30分	5回に1回は約束の時間よりも10分早く到着	30分
5回に1回は約束の時間よりも7分早く到着	33分	5回に1回は約束の時間よりも9分早く到着	31分
5回に1回は約束の時間よりも2分早く到着	38分	5回に1回は約束の時間よりも8分早く到着	32分
運賃：300円		運賃：300円	
所要時間の平均：30分		所要時間の平均：30分	

図2 旅行時間信頼性の経済価値に関するSP質問

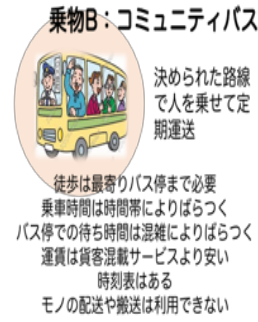
次に、貨客混載サービスに関しては、平成30年11月に鳥取県岩美町で全4,200世帯を対象とした「貨客混載サービスに関するSP調査」を実施し、1,732個人の有効データを収集した。

表1 鳥取県岩美町で実施した調査概要

調査名	岩美町住民の交通実態に関するアンケート
対象地区	鳥取県岩美町
調査期間	2018年11月1日～16日
対象者	町内全世帯主(4,200世帯)
調査方法	紙面調査票郵送配布・回収
有効回答数	1,732サンプル



人とモノと一緒に移動する貨客混載サービス



条件が異なる4つのケースについて、それぞれあなたは乗物Aと乗物Bのどちらを選びますか。

ケース1	乗物A	乗物B
総所要時間	30分	62分
徒歩距離(時間)	---	800m(12分)
乗車時間	25分	45分
総遅れ時間	5分	---
バス待ち時間	---	5分
料金	320円	210円

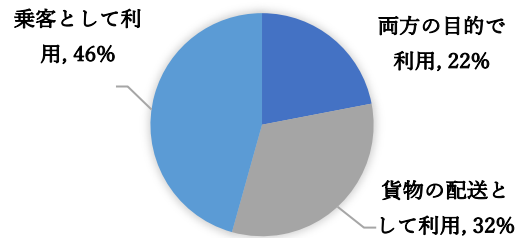


図3 貨客混載サービスの利用意向のSPアンケート質問

図4 貨客混載サービスの利用意向

## 2) 異質な主体間の時間価値計測手法の検討

まず、島根県邑南町データを用いて、通勤、通院、私用目的の乗客のスケジュール効用関数の検討を行った。混合2項ロジットモデルにより、異なる時間価値を有する個人間で、公共交通サービスの早着/遅着/旅行時間/費用に対する感度を計測、比較した。異質な集団 $g$ に属する個人 $n$ の線形効用関数 $U_{ng}$ は次式の通りと仮定する。

$$U_{ng} = \mu + \alpha_g \times ESDE_{ng} + \beta_g \times ESDL_{ng} + \gamma_g \times FARE_{ng} + \delta_g \times TT_{ng} + \epsilon_{ng} \quad (1)$$

ここで、ESDEは期待早着時間、ESDLは期待遅着時間、FAREは運賃、TTは所要時間で、 $\mu$ は効果を表す選択肢固有確率項であり、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ は固定効果を表す集団固有の係数、 $\epsilon_{ng}$ はiid極値分布に従う確率項である。効用関数の負値は不効用を、正値は満足度の大きさを表す。なお、推定は552人から得た6624サンプルのSP回答値を用いた。ここでは、異質な集団を規定する要因として移動目的を取り上げる。

表2のモデル推定結果を比較すると、通勤、通院、私用の順で時間価値が高くなっている。また、図4のスケジュール効用関数の形状を比較すると、早着および遅刻に対する感度も通勤、通院、私用の順で敏感であることが分かる。

表2 混合2項ロジットモデルを用いた異質な主体の時間価値の推定結果

異質な主体	通勤		通院		私用	
	係数	z値	係数	z値	係数	z値
定数項 $\mu$	-0.065	-0.90	0.048	0.71	-0.112	-1.23
期待早着時間 $\alpha$	0.104	7.88	0.084	6.75	0.025	27.8
期待遅着時間 $\beta$	-0.247	-6.02	-0.198	-5.42	-0.158	-1.72
運賃(100円) $\gamma$	-0.164	-3.56	-0.272	-6.07	-0.351	-9.32
所要時間 $\delta$	-0.066	-5.77	-0.055	-4.90	-0.037	-40.6
早着時間価値	-63.4(円/分)		-30.9(円/分)		-7.1(円/分)	
遅着時間価値	150.6(円/分)		72.8(円/分)		45.0(円/分)	
所要時間価値	40.2(円/分)		20.3(円/分)		10.6(円/分)	

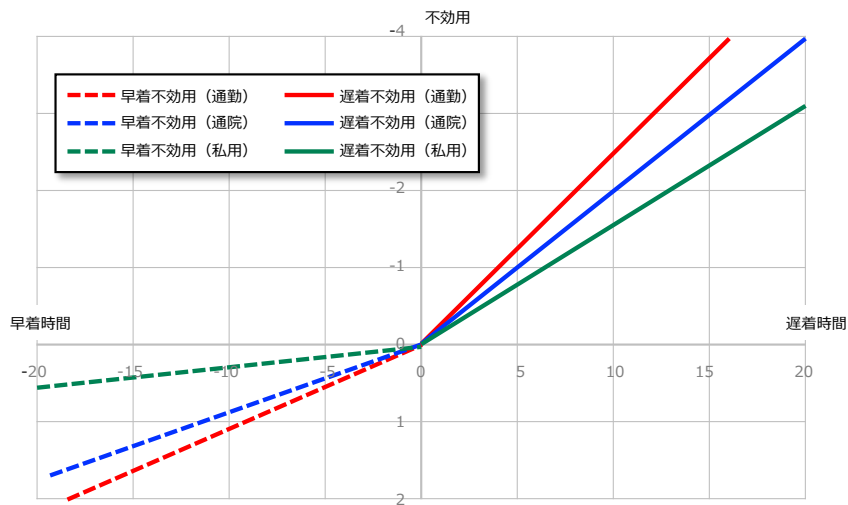


図4 異質な主体間のスケジュール効用関数の比較

3) 貨客間混乗バスの時間価値計測手法の検討 (資料2)

鳥取県岩美町データを用いて、貨客混乗バスの利用意向モデルを構築した。住民 $n$ が選択肢集合 $t$ から選択肢 $i$ を選択する確率 $P_{nit}$ および線形効用関数は以下の式で表される。前節の異質性を考慮するために、コミュニティバスと貨客混乗バスとの混合2項ロジットモデルとする。

$$P_{nit} = \int_{\mu_i} \frac{\exp(\beta x_{nit} + \mu_i)}{\sum_j \exp(\beta x_{njt} + \mu_j)} f(\mu_i) d\mu_i \quad (2)$$

$$U_{nit} = \beta x_{nit} + b\mu_i + \epsilon_{nit} \quad (3)$$

ここで、 $\beta$ は固定効果を表す係数、 $\mu_i$ は確率密度 $f(\mu_i)$ に従う選択肢固有確率項であり、 $\epsilon_{nit}$ はiid極値分布に従う確率項である。 $x_{nit}$ は旅行費用と旅行時間（総所要時間、徒歩アクセス時間、乗車時間、総遅れ時間、バス停待ち時間）からなる説明変数である。

貨客混乗サービスとコミュニティバスとの交通機関選択意向のSPモデルを、マーケットセグメント（年齢、通勤・通学行動、買物行動、通院行動、道の駅への農作物の搬送販売農家）毎に推定し（表3）、係数比をとって時間価値を算定した（表4）。

表3 セグメント別混合2項ロジットモデルの推定結果（年齢の例）

セグメント	全サンプル				60歳以上				60歳未満			
	モデルA		モデルB		モデルA		モデルB		モデルA		モデルB	
変数	係数	Pr(> z )	係数	Pr(> z )	係数	Pr(> z )	係数	Pr(> z )	係数	Pr(> z )	係数	Pr(> z )
定数項平均	0.239	0.085	0.375	0.32	0.994	0.00016 ***	0.781	0.20	-0.197	-0.302	0.143	0.80
定数項分散	13.2		13.9		13.2		17.6		12.5		13.4	
費用	-0.018	<2e-16 ***	-0.020	<2e-16 ***	-0.018	<2e-16 ***	-0.019	<2e-16 ***	-0.020	<2e-16 ***	-0.022	<2e-16 ***
総所要時間	-0.152	<2e-16 ***			-0.104	<2e-16 ***			-0.203	<2e-16 ***		
徒歩時間			-0.127	5.44e-05 ***			-0.122	-0.014 *			-0.141	0.002 **
乗車時間			-0.140	<2e-16 ***			-0.099	<2e-16 ***			-0.188	<2e-16 ***
総遅れ時間			-0.261	<2e-16 ***			-0.176	<2e-16 ***			-0.176	<2e-16 ***
待ち時間			-0.383	3.24e-09 ***			-0.253	-0.012 *			-0.525	9.5e-08 ***
初期尤度	-3114		-3114		-1326		-1326		-1562		-1562	
最終尤度	-2094		-2082		-867		-865		-1022		-1013	
調整尤度比	0.327		0.330		0.344		0.343		0.344		0.348	
サンプル数	4493				1913				2254			

表4の結果をまとめると、貨客混乗サービスとコミュニティバスを選択する際、対象地域の住民全体の総所要時間の短縮価値は8.4円/分であり、属性セグメントを比較すると、60歳以上の高齢者、日頃買物行動を行わない人、月1回以上通院を行う人、

農作物の搬送販売農家は、相対的に時間価値が低くことを確認した。また、総所要時間を徒歩アクセス時間、乗車時間、総遅れ時間、バス停での待ち時間に区分して時間価値を測ると、この順で大きくなるのがわかる。これら各種所要時間価値には4.4円/分から24.0円/分の範囲にわたり広く異質性が存在することを確認した。

表4 各種時間価値（円/分）の異質性

セグメント	全体	年齢		通勤行動		買物行動		
		60歳以上	60歳未満	通勤者	非通勤者	しない	週1~2回	週3回~
総所要時間	8.4	5.9	9.9	9.7	6.3	7.3	8.2	10.0
徒歩時間	6.5	6.5	6.4	8.2	5.7	10.5	5.9	2.0
乗車時間	7.2	5.3	8.6	9.1	5.4	6.7	6.9	8.0
総遅れ時間	13.4	9.4	8.1	14.9	10.7	10.5	12.5	19.4
待ち時間	19.6	13.5	24.0	20.6	17.8	15.6	23.5	21.6
セグメント		通院行動		搬送販売農家				
		通院無し	月1回~	搬送者	非搬送者			
総所要時間		9.0	7.2	7.0	8.5			
徒歩時間		5.4	7.9	-7.5	7.9			
乗車時間		14.1	6.2	7.3	6.2			
総遅れ時間		11.2	12.4	4.4	12.4			
待ち時間		22.6	15.7	11.9	15.7			

#### 4)ライドシェアサービスの成立可能性の検討

利用者のモビリティ水準を高め、時間利用の効用を高めるために導入する新しいモビリティサービス「ライドシェアサービス」の利用意向を尋ねた。ここでは、ライドシェアサービスを、地域の住民が運転する自動車に乗せてもらう「配車型ライドシェア」と自分または自分の家族が運転する自動車に地域住民に乗っていただく「相乗り型ライドシェア」とに区分し、それぞれの利用意向を調べた（図5）。

回答者のうち55%が配車型ライドシェアに、65%が相乗り型ライドシェアについて肯定的であった。このことは乗客間のシェアリングについては実現可能性が高いことを示唆する。また、配車型ライドシェアだけではなく、相乗り型ライドシェアも受け入れ可能性があることを示す。図6は回答者を通勤、買物、通院、搬送の移動目的別に自動車利用者と公共交通利用者に区分し、配車型ライドシェアサービスの利用意向を示したものである。いずれの移動目的に対しても、公共交通利用者に比べて自動車利用者の利用意向が高いことが明らかである。また、通勤目的の移動者は配車型ライドシェアサービスの利用意向が高い。

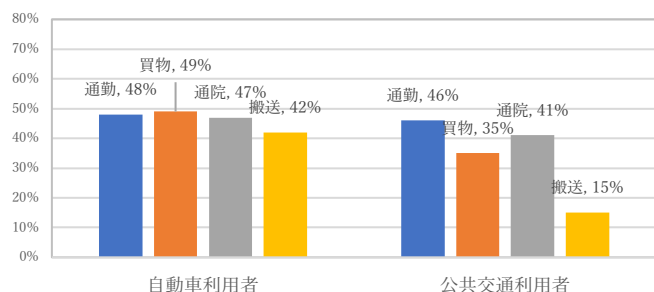
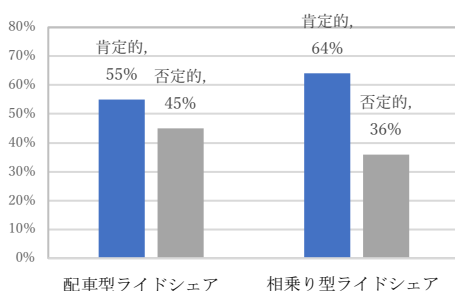


図5 ライドシェアサービスの利用意向 図6 現在の利用交通手段別配車型ライドシェアサービスの利用意向

中山間地域での展開を念頭に、住民間のボランティアな送迎を前提としたライドシェアサービスの成立可能性について理論的な検討を行う。具体的には、(1)ドライバーが利用者をピックアップする地点（ミーティングポイントMP）を予め限定（空間的ミスマッチの緩和）

し、(2)利用者とドライバー間の事前のスケジュール調整（時間的ミスマッチの緩和）を行うライドシェアシステムの成立可能性を検証する数値シミュレーション解析を行った。

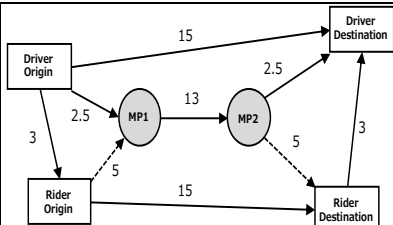


図7 ミーティングポイント

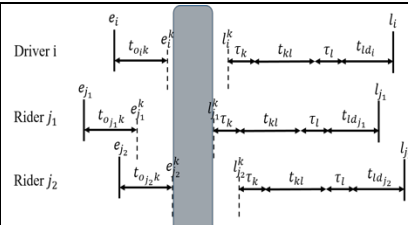


図8 タイムウィンドウによるマッチング

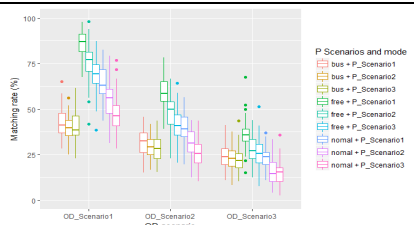


図9 ライダーのマッチング率

ミーティングポイントを導入したライドシェアシステムの中山間地域における成立可能性を数値計算を通じて確認した結果、(1)既存の路線バスに比べてライドシェアサービスの方がサービスを楽しむ総数が多い可能性があること、(2)ただし、その効率は地区の人口分布や高齢化率に依存しており、状況によっては路線バスのような形態の方が望ましい場合も存在することが確認された。

## (2) 高齢ドライバーの運転機能の計測手法の適用による運転免許保有価値の研究

### 1) 高齢ドライバーの運転機能の計測手法の検討

運転能力診断の簡易化を念頭に、スマートフォンデータを用いた運転能力計測システムを提案した(図9-11)。2017年度(初年度)に行った精度検証結果をもとに、本年度(2年目)は指定自動車教習所指導員の視点を加えて、運転機能の計測システムの改良を行う。島根県出雲市に在住の運転免許返納の可能性のある高齢運転者を抽出し、市内の指定自動車教習所の協力のもと、2019年1月に一般道路上で運転機能の計測を行う予定である。開発した計測システムの診断結果とプロの指導員の診断結果の整合性を確認し、同システムの市場への実装可能性について検討する予定である。

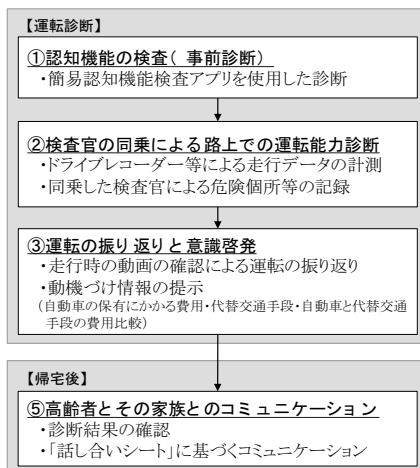


図9 高齢者運転診断の流れ

I 通常走行		III 交差点		IV 周囲を無視した行動	
左右偏り	0	右折時	一時停止標識	合図なし	0
ふらつき	2	不適切走行位置	一時停止見落とし	車線変更・追越し	0
車線またぎ	0	前方状況確認・判断	一時停止侵入	不必要減速・停止	0
車間距離	0	不適切停車	0		
ブレーキが遅い	0	左折時	その他	V 特異的事項	
カーブ不適切走行	0	大回り	不適切交差点進入	行き先が分からない	0
		左後方意識	信号標識見落とし	道に迷う	0
II 走行速度			歩行者意識	幻視	0
低速運転	1		反対車線進入	脇見	0
高速運転	0			危険運転	0
速度不安定	0				

図10 タブレット端末による記録画面



図11 ドライブレコーダーの動画の確認画面

## 2) 高齢世帯の自動車運転免許保有に関するデータの分析

2019年1月現在、運転機能を公道上で計測中であるため、ここでは、過去に健常者4名、高次脳機能障害者9名の計13名に対して行った予備走行実験データの分析を行う。使用するデータは、スマートフォンより観測された移動軌跡（速度、縦加速度、横加速度）である。計測は秒ごとに行われており、それぞれ健常者4名の測位点数が6,616、高次脳機能障害者の測位点数が19,453であった。機械学習の分野で発展してきた密度比推定（杉山, 2010）を援用して危険な運転挙動を検出する。

$$r(x) = \frac{p_{te}(x)}{p_{tr}(x)} \quad (4)$$

ここで、運転挙動 $x$ における密度比 $r(x)$ が大きいということは、高次脳機能障害者は健常者と比較して運転挙動 $x$ を頻繁に行う傾向にあることを示すことを意味する。

スマートフォンで自動的に観測されるGPSデータから導き出した異常検知率（危険運転挙動率）を図12に示す。指標間の相関係数は0.7を超えており、6つの指標間で大きな差異は確認されなかった。また、専門家が危険運転挙動だと判断した回数と密度比推定による危険運転挙動検知回数の相関関係（表5）より、両者の相関係数は0.3~0.6であり、提案手法と専門家の診断結果の間に一定の相関が確認された。

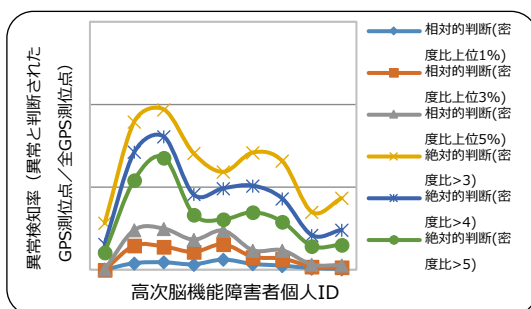


図12 被験者のリンク毎異常検知数

表5 計測システムと専門家による挙動判断の相関関係

	スイッチ（交差点含む）	スイッチ（交差点含まない）	密度比上位1%	密度比上位3%	密度比上位5%	$r(x)>3$	$r(x)>4$	$r(x)>5$
スイッチ（交差点含む）	1.00							
スイッチ（交差点含まない）	0.96	1.00						
密度比上位1%	0.48	0.40	1.00					
密度比上位3%	0.52	0.44	0.96	1.00				
密度比上位5%	0.54	0.46	0.93	1.00	1.00			
$r(x)>3$	0.58	0.41	0.74	0.84	0.88	1.00		
$r(x)>4$	0.48	0.32	0.80	0.89	0.91	0.98	1.00	
$r(x)>5$	0.47	0.32	0.71	0.82	0.86	0.97	0.99	1.00

## 3) 高齢ドライバーの運転免許保有価値に関する検討

モビリティの低下に伴う満たされない外出活動ニーズ（Unmetニーズ：非負）を目的変数に、2017年度に収集したアンケート調査データを用いて、打ち切りデータのバイアス補整に適するTobitモデルを適用して再分析した。

分析結果は大きく変化は無かった。中国地方の65歳以上の高齢者184サンプルの分析結果からは、運転免許を維持し活動参加頻度が1増えることに対して、平均的な世帯収入世帯にとっては1.52万円/日、高齢者世帯にとっては3~4万円の価値があることを確認した。

また、昨年度の研究結果より、この基本データである支払意思額の意思決定主体は、

必ずしも高齢者自身であるだけでなく、時には同居する家族などの他者の意思が働くことがあることが分かっている。そのため、分析を更に進め、免許返納の集団意思決定モデルの構築に成功した。この研究成果は2018年国際交通行動学会で評価され、“Mapping the Travel Behavior Genome: The Role of Disruptive Technologies, Automation, and Experimentation”, (Goulias K.G. and Davis A.W., eds) のBook chapterとして、Elsevierより出版されることが決定している。

集団世帯意思決定モデルは、7段階の閾値をもつordered probit modelである。世帯*h*の個人*i*の免許返納意向の強さは潜在変数 $\tilde{y}_h^i$  ( $i = d, p$ )により表現できるものとする。

$$\tilde{y}_h^i = x_h^i \beta^i + \varepsilon_h^i \quad (5)$$

ここで、 $x_h^i$ は説明変数ベクトル、 $\beta^i$ は係数ベクトル、 $\varepsilon_h^i$ は平均0、分散1の正規分布に従う誤差項である。ただし、説明変数 $x^p$ は個人*d*の利他性を表す属性を含む。意向の程度*j*の選択確率は：

$$\begin{aligned} \Pr(y_h^i = 1 | x_h^i) &= \Phi(\tau_1 - x_h^i \beta^i) \\ \Pr(y_h^i = j | x_h^i) &= \Phi(\tau_j - x_h^i \beta^i) - \Phi(\tau_{j-1} - x_h^i \beta^i), \quad j = 2, 3, 4, 5, 6 \\ \Pr(y_h^i = 7 | x_h^i) &= 1 - \Phi(\tau_6 - x_h^i \beta^i) \end{aligned} \quad (6)$$

高齢者と家族の推定係数 $\hat{\beta}^d$ と $\hat{\beta}^p$ を用いて、潜在変数をもつ集団世帯意思決定モデルは以下の通りとなる：

$$\tilde{y}_h = \theta(w_h^d \hat{V}_h^d + w_h^p \hat{V}_h^p) \quad (7)$$

ここで、 $\hat{V}_h^d = x_h^d \hat{\beta}^d$ 、 $\hat{V}_h^p = x_h^p \hat{\beta}^p$ であり、 $w_h^d$ および $w_h^p$ は各々個人*d*と*p*に対する重み（非負）、 $\theta$ は尺度係数である。表6と7に高齢者及び家族の免許返納の意思決定モデルを、表8に免許返納の集団世帯意思決定モデルの推定結果を示す。

表6 高齢者の免許返納意思決定モデル

変数	係数	t-値	
年齢	-0.042	-3.646	**
性別(男性:1/ 女性:0)	0.482	2.846	**
過去3年間の交通事故経験の有無(yes:1/ no:0)	-0.239	-1.231	
有職者(yes:1/ no:0)	0.460	2.428	*
公共交通サービスに対する主観的評価	-0.017	-0.271	
閾値 1: $\tau_1$	-4.041	-4.382	**
閾値 2: $\tau_2$	-3.861	-4.202	**
閾値 3: $\tau_3$	-3.721	-4.063	**
閾値 4: $\tau_4$	-3.216	-3.540	**
閾値 5: $\tau_5$	-2.875	-3.172	**
閾値 6: $\tau_6$	-2.402	-2.659	**
サンプル数	196		
初期/最終対数尤度	-381.398/-324.173		
尤度比	0.150		

有意水準: \*\*1%, \*5%, +10%

表7 家族の免許返納意思決定モデル

変数	係数	t-値	
<家族の属性>			
同居の子ども(yes:1/ no:0)	-0.735	-3.771	**
非同居の子ども(yes:1/ no:0)	-0.372	-1.651	+
性別(男性:1/ 女性:0)	0.040	0.200	
免許保有(男性:1/ 女性:0)	-0.139	0.634	
<高齢ドライバーの属性>			
年齢	-0.047	-3.914	**
性別(男性:1/ 女性:0)	0.111	0.551	
過去3年間の交通事故経験の有無(yes:1/ no:0)	-0.424	-2.126	**
有職者(yes:1/ no:0)	0.341	1.823	+
閾値 1: $\tau_1$	-4.768	-4.934	**
閾値 2: $\tau_2$	-4.603	-4.778	**
閾値 3: $\tau_3$	-4.433	-4.618	**
閾値 4: $\tau_4$	-3.723	-3.927	**
閾値 5: $\tau_5$	-3.484	-3.682	**
閾値 6: $\tau_6$	-3.002	-3.181	**
サンプル数	196		
初期/最終対数尤度	-381.398/-319.198		
尤度比	0.163		



表 8 免許返納の集団世帯意思決定モデル

変数	係数	t-値
高齢ドライバーの事故に関する会話 (高齢者と家族の重みに共通)	-0.275	-3.100 **
身体機能の低下, 運転能力の低下に関する会話 (高齢者と家族の重みに共通)	0.228	2.619 **
家族による送迎可能性に関する会話 (高齢者の重み)	-0.247	-0.725
家族による送迎可能性に関する会話 (家族の重み)	0.594	1.925 +
定数 (高齢者の重み)	-1.252	-3.827 **
定数 (家族の重み)	-1.774	-3.453 **
閾値 1: $\tau_1$	-3.890	-5.917 **
閾値 2: $\tau_2$	-3.673	-5.681 **
閾値 3: $\tau_3$	-3.582	-5.558 **
閾値 4: $\tau_4$	-3.131	-4.986 **
閾値 5: $\tau_5$	-2.886	-4.620 **
閾値 6: $\tau_6$	-2.198	-3.605 **
サンプル数	196	
初期/最終対数尤度	-381.398/-290.682	
尤度比	0.238	

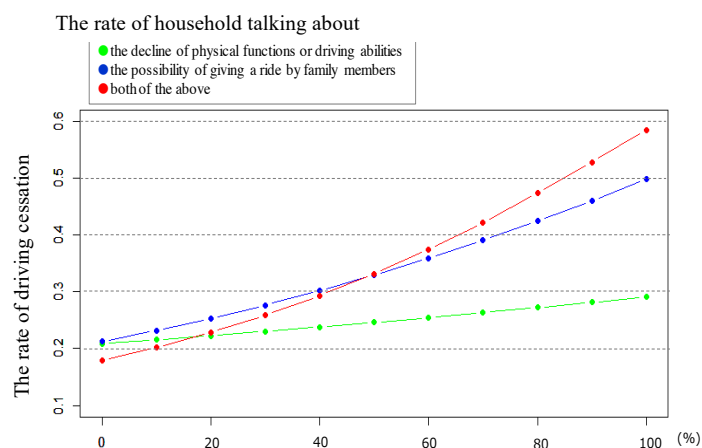


図 13 異なる内容の会話率の変化に伴う免許返納率の変化の推計

### (3) 仮想現実選択実験によるConnected公共交通システムの社会的受容性の研究

Connected公共交通システムの一つであるLRTと自動運転バスの協調型システム(以下, 協調型AB-L)(図14)の社会的受容性を明らかにするために, 2017年度(初年度)には仮想現実(VR)選択実験の画像開発を行った。ここでいうVR選択実験とは, 仮想空間上に協調型AB-Lを再現し, 利用者として情報収集や乗車行動をとってもらうものである。2018年度は開発した画像の改良を行っ

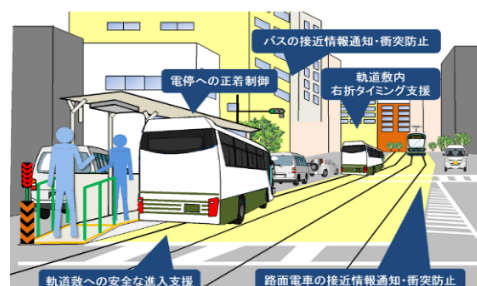


図 14 協調型 AB-L のイメージ

た※(図15)。主な改良点は、画像解像度の高度化、画像間のストーリーの見直し、効果音の付加、注視点記録機能の追加などである。

2018年9～12月、イベント時、平休の日買物施設において、合計90名のモニターを対象にVR選択実験を実施した。モニターは原則として自発的な参加者であり、VR体験終了後には、将来協調型AB-Lシステムが実現したときの選択意向を質問した。図16に示すように、自動運転バスの利用に対して正の回答を示した割合は80%を数え、自動運転バスの分担率はVR実験前後で29%から52%に増加した。協調型AB-Lの社会的受容性が高いことがうかがわれる。



**VR 体験アンケート** — 広島大学大学院 —

本日はひろしまバスまつり広島大学大学院出展ブースにお越しいただきありがとうございます。以下の質問に関して、各質問につづつ〇をお願いします。

問1 あなたご自身についておたずねします。

年 齢	1. 10 歳代 2. 20 歳代 3. 30 歳代 4. 40 歳代 5. 50 歳代 6. 60 歳以上
性 別	1. 男性 2. 女性
職 業	1. 会社員(パート含む) 2. 公務員 3. 自営業(農林漁業・商工業等) 4. 専門職 5. 学生 6. 専業主婦(主夫) 7. 無職 8. その他( )

問2 あなたは普段の生活で最も多くする移動手段はどれですか？

1. バス 2. JR 3. 路面電車 4. タクシー 5. 自家用車 6. その他(具体的に: )
---

以下は、バーチャルリアリティ(以下VR)に関する質問です。

問3 あなたは VR をこれまでに使用したことがありますか？

1. 使用したことがある(問4へ) 2. 使用したことがない(問5へ)
-------------------------------------

問4 VR をどこで使用したことがありますか？

1. 仕事 2. ゲーム(PS4など) 3. 公共施設・イベント(VR 体験会など) 4. その他(具体的に: )
--

問5 VR という技術自体は知っていましたか？ ←

1. 知っていた 2. 知らなかった
--------------------

問6 VR が日常生活に導入されたら、使用してみたいですか？

1. 積極的に使用したい 2. まあ使用したい 3. あまり使用したくない 4. 使用したくない 5. その他(具体的に: )
--

図15 協調型AB-Lに対する仮想現実選択実験

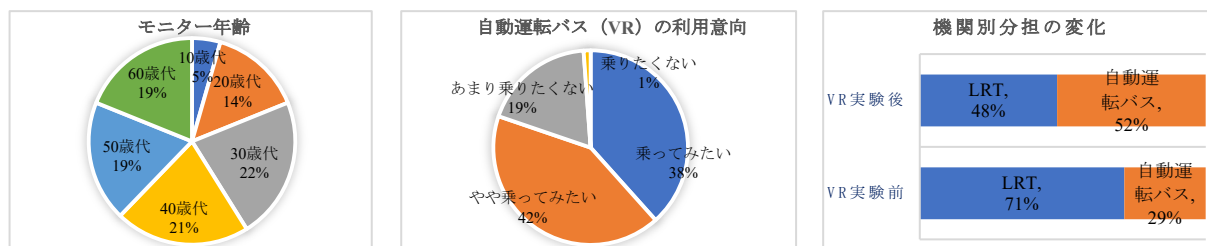


図16 VR選択実験の結果

※ 評価会の発表時に VR デモの体験可能

## ⑦研究成果の発表状況

(本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

### <論文(査読付き)>

1. 福井のり子・力石真・藤原章正(2017)農村地域の活性化にむけた初動期における個人とコミュニティの成長プロセス-グラウンデッド・セオリー・アプローチ(GTA)と複線経路・等至性アプローチ(TEA)による検証-,都市計画論文集,52(2).
2. Jiang Y, Zhang J, Wang Y, Wang W. (2018) Capturing ownership behavior of autonomous vehicles in Japan based on a stated preference survey and a mixed logit model with repeated choices, International Journal of Sustainable Transportation, <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1517841>.
3. Fukui N, Chikaraishi M, Fujiwara A. (2019) A collective household model of driving cessation of older adults, in "Mapping the Travel Behavior Genome: The Role of Disruptive Technologies, Automation, and Experimentation", Goulias K.G. and Davis A.W. (eds), Elsevier. (forthcoming)

### <論文(査読なし)>

4. 松山晃久・福井のり子・力石真・藤原章正(2017)Unmet Needs概念に基づくトリップの価値推計:地方小都市を例に,土木計画学研究・講演集,55,CD-ROM.
5. 福井のり子・力石真・藤原章正(2018)高齢ドライバーと家族間のコミュニケーションの促進に向けた基礎的分析,土木計画学研究・講演集,57,CD-ROM.
6. 安田万里・力石真・藤原章正(2018)動画を用いた自動運転システムに対するリスク認知の分析,土木計画学研究・講演集,57,CD-ROM.
7. 角城竜正・力石真・藤原章正(2018)自動運転技術の導入形態が居住地選択行動に及ぼす影響のモデル分析,都市計画学会中国四国支部研究講演集,16,41-44.
8. 安田万里・藤原章正・力石真(2018)自動運転技術のリスク認知に関する実証分析,都市計画学会中国四国支部研究講演集,16,45-49.

### <口頭発表>

9. Fujiwara A. (2018) Utility and disutility of time spent traveling in the era of self-driving, Invited Lecture, International Seminar, KOTI, Sejong, Sep.10,2018.
10. 福井のり子・力石真・藤原章正,高齢ドライバーと家族を対象とした家族療法的MM~その展開に向けた基礎的研究~,JCOMM講演論文集,13.

## ⑧研究成果の活用方策

(本研究から得られた研究成果について、実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等を記入。また、研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開等をどのように確保するのかについて記述。)

### 1. 貨客混載サービスの社会実装

主として移動困難者を対象とした中山間地域の新しいモビリティサービスとして、2019年度中に、グリーンスローモビリティ車両を活用したライドシェアサービスを、①中山間地域の住民集落(島根県邑南市)、②都市郊外のオールドニュータウン(広島市安佐北区)、③施設周遊型観光地区(石見銀山地区)、で社会実装するための実験を準備中である。

### 2. 高齢ドライバーの運転機能計測

今年度開発した一連の運転機能計測技術を、地方の指定自動車教習所にビジネスモデルとして提案し、普及させるためのプロモーション事業を開始する予定である。

### 3. Connected公共交通システムの社会実験

広島県AI/IoT実証プラットフォーム事業を活用し、広島市中区の公道上で、LRTと自動運転バスの協調サービス(協調型AB-L)の走行実験を行うため、広島地区に産学官のコンソーシアムを結成し、広島県警等と協議を開始している。

## ⑨特記事項

(本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

### 1. 研究目標の到達度

平成30年度に実施した結果として、いずれも平成31年度以降の研究に繋がる成果や知見、データ等の蓄積を進めることができたと考えられる。

### 2. 研究成果の情報発信

限られた時間の中で、平成30年度に実施した研究成果は、既往研究で得られていない重要な結果であり、学会発表や学術論文出版を通じて学内外へ成果の発表を進めていく予定である。

### 3. 平成29年度中間評価の参考意見への対応状況

(1) 自動運転システムの導入によるモビリティの価値の変化(向上)の計測にどのように収斂していくか。より具体的な道筋を示していただくとよい。

→ 平成31年度において、居住地選択・発生・手段選択・経路選択・マルチタスク行動のモビリティの価値を総括する。

(2) 自動運転システムを活用した新しい交通サービス(公共交通と私的交通の間、多様なシェアリング)の可能性の議論と価値の計測に期待したい。

→ 今年度研究目標(1)のなかでライドシェアに関する理論研究を研究対象に加えた。平成31年度は、グリーンスローモビリティ(GSM)等について試行実験結果を分析し、報告する予定

(3) 多様な時間価値や時間制約をもつ移動主体が混在する社会の時間価値の計測においては、どのような価値の違いや時間制約の可能性があるかを整理することにより、今後の計測技術開発に資する成果としてほしい。

→ 今年度研究目標(1)で対応した。

(4) Connected 公共交通というシステムは、交通技術としては興味深いですが、単なる自動運転バスとの違いは何かなど、本研究で目指している超高齢社会に相応しい交通システムとしての意義を示すことが望ましい。

→ 平成31年度の研究目標のなかで対応する予定。