

高齢者の幸福感と共助による移動との関連分析

佐藤 仁美¹・董 佳文²・三輪 富生³・劔持 千歩⁴・森川 高行⁵

¹正会員 名古屋大学特任講師 未来社会創造機構（〒464-8603名古屋市千種区不老町）

E-mail:sato@trans.civil.nagoya-u.ac.jp

²非会員 株式会社竹中土木

³正会員 名古屋大学准教授 未来材料・システム研究所（〒464-8603名古屋市千種区不老町）

E-mail:miwa@nagoya-u.jp

⁴正会員 名古屋大学研究員 未来社会創造機構（〒464-8603名古屋市千種区不老町）

E-mail:chiho@trans.civil.nagoya-u.ac.jp

⁴正会員 名古屋大学教授 未来社会創造機構（〒464-8603名古屋市千種区不老町）

E-mail:morikawa@nagoya-u.jp

本研究では、高齢化率 38%の中山間地である愛知県豊田市足助町にて、平成 28 年から実施している共助のマイカー「あすけあいカー」の概要とこれまでの利用実態を報告する。また、利用者の日々の幸福度や主観的健康感、外出回数、会話の量について尋ねたデータを用いて「あすけあいカー」が高齢者の日々の幸福度に及ぼす影響について明らかとすることを目的として、個人内の系列相関を考慮したオーダープロビットモデルを分析を行った。その結果、健康感、会話、外出回数が上がるほど日々の幸福感が増すこと、あすけあいカーの利用により会話の量が増え、それにより幸福感を増していることなどが明らかとなった。

Key Words: Ride Share, Community Support System, Elder People, Daily Happiness

1. はじめに

日本は超高齢社会を迎え、平成26年には高齢化率は25%を超え4人に1人は65歳以上となった。高齢化がいち早く進んでいる中山間地域は、低密度で居住していることが多く、自動車が主な移動手段であることが多い。住み慣れた地域で暮し続けたいと考えている高齢者は多いものの、運転免許を返納していたり、そもそも運転免許を持っていない場合には、自動車以外のモビリティの確保が重要な課題となっている。

公共交通不便・空白地区においては、市町村が運営するコミュニティバスやデマンドバス、NPO法人等が運営する乗合タクシー等を導入するなどの取組みが行われているが、需要が分散しているために、乗車率を上げることが難しいことも多い。米田ら¹⁾は、デマンド型相乗りタクシーでは、近隣住民が同じ日に用事を済ませられるように予約日等を調整するなど医療施設や商業施設など地域全体での共助の体制が重要と指摘している。一方で、さらに共助の体制を進めた自家用車での相乗り（ライドシェア）について、佐々木ら²⁾は、長野県原村にて実証実験を行っている。また、三輪ら³⁾が行った共助型ライ

ドシェアの参加意向についての分析では、家族以外を乗せた経験や載せてもらった経験の有無が参加意向に影響を及ぼしていることを明らかとし、実証実験等を通じて参加経験を広めることが重要であると指摘している。

1970年代後半から高齢者の主観的幸福感が注目されるようになり、高齢者の主観的幸福感の規程要因を明らかにしようとする研究が進められてきた。健康や経済状況、個人属性との関係を明らかにした研究（前田ら⁴⁾）や、山間地域の高齢者を対象とした研究（川本ら⁵⁾）、後期高齢者を対象としたもの（長田ら⁶⁾）、家族とのコミュニケーションの重要性を明らかにした研究（岡本⁷⁾）、収入との関係を分析した研究（坊迫ら⁸⁾）等がある。主観的幸福感は政策の評価の指標にも用いている行政もあるほど一般的になっている。これらの研究や政策の評価に用いる場合には、アンケート調査を活用した1時点のデータを用いることが多い。一方で、日々の生活が日々の幸福感に及ぼす影響について着目した研究はない。

そこで、本研究では、平成28年1月より愛知県豊田市足助地区で行っている、ライドシェアシステムを含む一連の社会実験の概要とその結果について報告するとともに、利用者の日々の幸福感を用いてシステムの評価を行う。

2. 対象地域とプロジェクトの概要

(1) 対象地区

愛知県豊田市足助地区は、豊田市中心部からバスで1時間ほどの距離にある中山間地域である（図-1）。面積は193km²、人口約8,200人であり、他の中山間地と同様に、と低密度（人口密度は42人/km²）で、高齢化率は約38%と高齢化が進んだ地域である。

第5回中京都市圏パーソントリップ調査の集計結果から、足助地区住民の全トリップのうち83%で代表交通手段は自動車である。地区内には路線バスのほかに、地域バス（あいまー）が13路線あり、運賃は200円である。このうち12路線は週に1日のみの運行であり、サービスレベルは高くない（図-2）。あいまーの利用者数は



図-1 足助地区の位置



図-2 足助地区のバス路線

年々減少傾向にあり、平成26年は年間8,087人であった。

その他の移動手段としては、タクシーがある。豊田市では、介護認定を受け、独居、または、家族等の補助による移動が困難な高齢者へのタクシー料金補助制度があり（タクシー料金の半額まで負担され、年額16,000円/人まで）があり、多く利用されている。

(2) コミュニティ・サポート・システムの概要

平成28年1月から実施されたコミュニティ・サポート・システム（以下、CCS）は、高齢者を地域でサポートする仕組みであり、健康見守り、移動支援、お出かけ促進の3つで構成されている（図-3）。1月から3月までのプレ実験を経て、現在も継続中である。実験はシステムの改良と参加者数を拡大しつつ、平成30年度まで行われる予定である。

健康見守りサービスは、主に独居の高齢者や独居ではないが高齢者のみの世帯が対象である。家庭内にセンサーを付け高齢者の活動をセンシングし、緊急時には遠方に暮らす家族に代わって、近隣の居住者からなる地域サポート隊が駆けつける仕組みである。また、参加者に配布してあるタブレットの中に、日々の幸福感や健康感などの申告アプリ（以下、幸せアプリ、図-4）がインストール

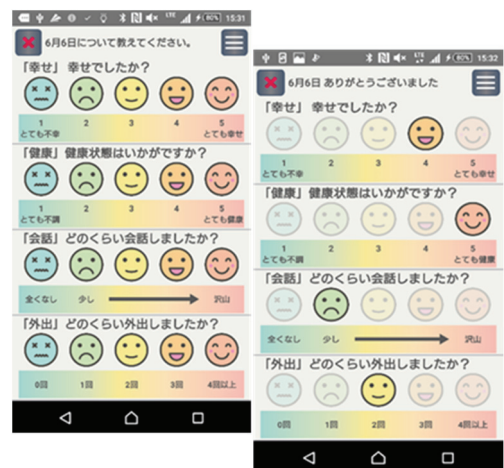


図-4 幸せアプリ

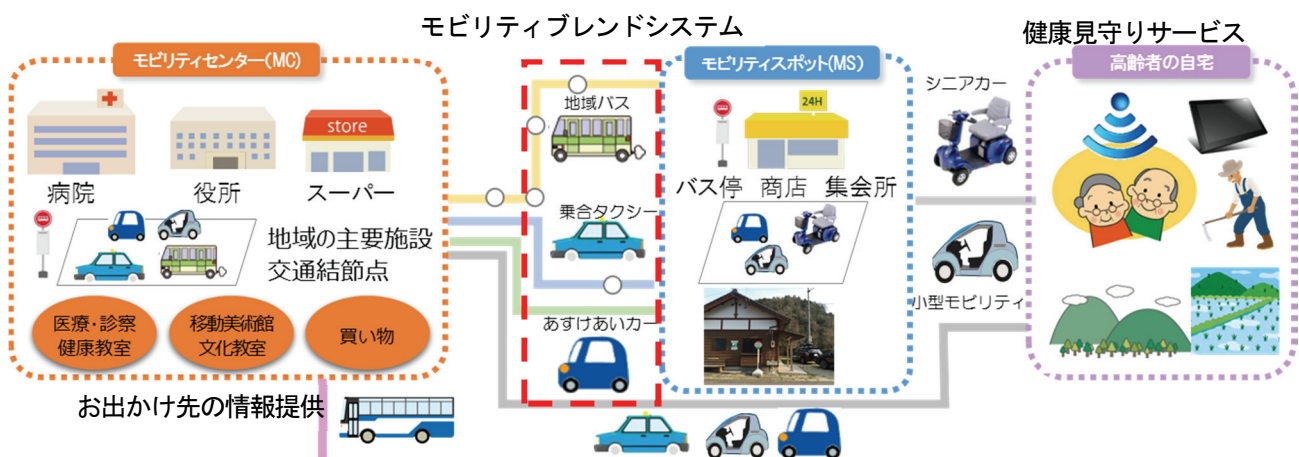


図-3 コミュニティ・サポート・システムのイメージ

ールされており、参加者に毎日入力してもらうように依頼している。アプリでは主観的幸福感、主観的健康感、会話の回数や外出回数の4つを5段階で尋ねている。回答があった日は、遠方に暮らす家族にメールで回答値をお知らせしている。また、足助病院と連携しており、得られたデータを用いて、健康アドバイス等も受けられる。登録から1年間は実験期間中のため無料としており、2年目からは人感センサー利用料1,000円/月と管理費1,500円/月に加えて、インターネット通信の環境がない世帯ではインターネット使用料1000円～2000円/月を利用者が負担する。家庭内にセンサーの設置をしない簡易見守りサービスも行っている。

移動支援では、共助によるライドシェアシステム（あすけあいカー）を実施している。マイカーの提供者と利用者は事前に登録を行い、タブレット等からwebサイトへアクセスし、出発時刻や目的地等を選択すると、自動的にマッチングを行い、結果をタブレットへ表示する。図-5は、あすけあいカーの提供及びリクエストを行うwebの画面である。出発地や目的地として選択可能な地点は、各参加者の自宅のほか、病院やスーパーマーケット、足助支所、バス停等の18地点である。登録地点は、利用者の希望や提供者の居住地や移動可能性を踏まえて設定されている。現在のあすけあいカーは、ICカードを用いてガソリン代相当額を利用者が運転者にポイントで支払うシステムとしている。貯まったポイントは地域で利用できる商品券と交換することができる。平成29年4月からは、あすけあいカーだけでなくタクシーの相乗りもマッチングするシステムの運用も始めた。



図-5 あすけあいカーの提供、リクエスト登録画面

3. あすけあいカーの利用状況

(1) 参加者の属性

健康見守りサービスの参加者とあすけあいカーの運転提供者数の推移を図-6に示す。平成29年3月末時点での参加者のうち男性は7名で、ほとんどが女性である。年

齢は68歳から93歳までで、平均は83.2歳である。約25%は運転免許を保有している、自身で運転が可能である。また、バスが利用しやすい地区に居住している人やバスは少ないが足りていると感じている人が40%程度おり、あすけあいカーを利用したいと思っている人は参加者うち20%程度である。ドライバーは52名で、男性が35名、女性が17名、年齢は28～74歳までおり、平均は61.9歳である。

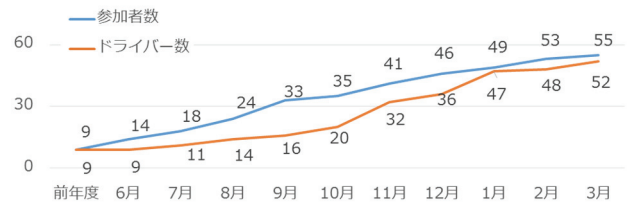


図-6 参加者とドライバー数の推移

(2) あすけあいカーの利用状況

平成29年3月末までのあすけあいカーの利用状況を図-7に示す。縦軸はトリップ数であり、往復の場合は2トリップとなる。平成28年9月からリクエストが徐々に増えていることがわかる。これは参加者を対象としたタブレット教室を9月から開催したことが主な要因である。

図-8はあすけあいカーでの出発地と目的地を示している。約87%は自宅と病院の間の移動であるが、出発時間を見ると午後に自宅を出発する場合は86%であり、通院目的というよりは、足助病院で開催されている健康教室やタブレット教室等への参加が目的であると考えられる。

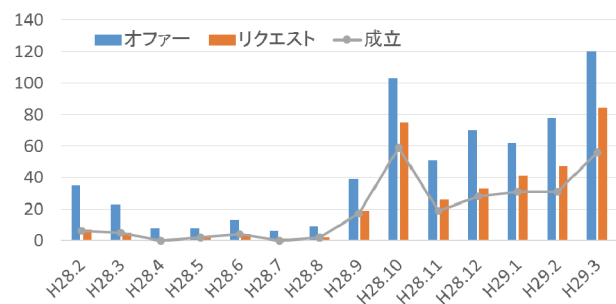


図-7 あすけあいカーの利用状況の推移

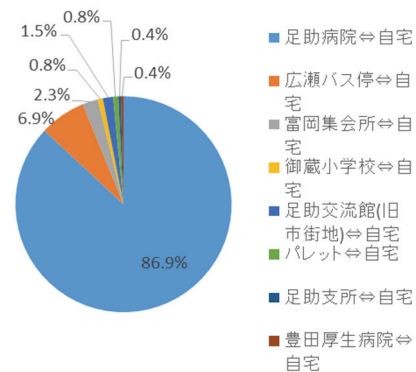


図-8 あすけあいカー利用時の出発地と目的地

4. 利用データ

高齢者の日々の幸福度を規定する要因を明らかにすることと、あすけあいカーが日々の幸福度に及ぼす影響を把握するために、幸せアプリのデータを用いて分析を行う。

幸せアプリでは主観的幸福感、主観的健康感、会話の量や外出回数の4つの項目を5段階で尋ねている。回答があった日は、遠方に暮らす家族にメールで回答値をお知らせすることで、家族のコミュニケーションの促進や簡易見守りにも用いられている。家族へ回答値を知らせることが毎日の入力のインセンティブとして働いており、アプリの配布を始めた平成28年6月から平成29年3月末までで5399人日分のデータが収集された。

参加者うち1回以上回答しているのは48名おり、3月に回答があったのは37名である。最初の回答日から最後の回答日、または3月末までの回答頻度は、2日に1回以上回答している人が35名、3日に1回程度が5名、1週間に1回が2名と続けている人の回答頻度は比較的高い。

回答の平均値と標準偏差を表-1に示す。幸福度に関しては、参加者は3.86と幸せな日々を過ごしていることが分かる。健康は平均3.50で、健康だと感じる日は多いことがわかる。また、会話の量は1（まったくなし）から5（非常にたくさん）までの5段階評価で、平均は3.55と参加者は毎日よく会話しているようである。外出も1（0回）から5（4回以上）の5段階であり、平均毎日2.85という結果であった。各項目の相関係数を表-2に示す幸福と健康は比較的相关があるが、その他は低い相関がある。

表-1 あすけあいカーの提供、リクエスト登録画面

	幸せ	健康	会話	外出
平均	3.86	3.50	3.55	2.85
標準偏差	0.95	0.92	1.18	1.16

表-2 あすけあいカーの提供、リクエスト登録画面

	幸せ	健康	会話	外出
幸せ	1			
健康	0.71	1		
会話	0.59	0.50	1	
外出	0.44	0.36	0.45	1

あすけあいカーの利用日と利用していない日の日々の幸福度と会話の量を比較した結果を図-9と図-10に示す。あすけあいカーの利用日で日々の幸福度の回答があるサンプルは104である。幸福度については、とても幸せと回答している割合が多くなっており、会話の量については、明らかに増加していることが分かる。

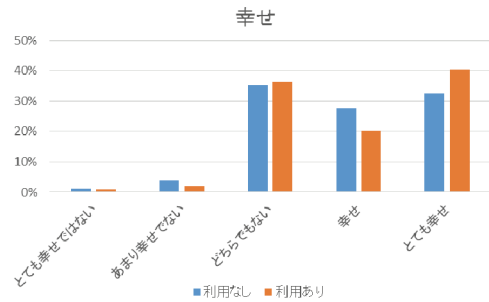


図-9 あすけあいカーの利用と日々の幸福度

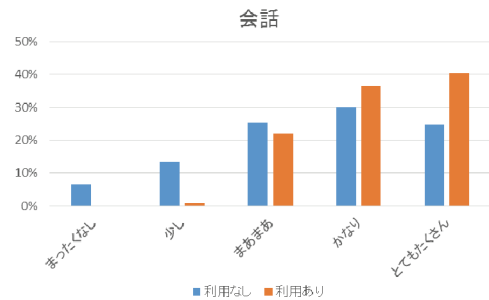


図-10 あすけあいカーの利用と会話の量

5. モデル

幸福度のデータはカテゴリカルデータであることと、同一個人が複数回回答をしているため、個人の系列相関が存在することが考えられる。そのため、個人の系列相関を考慮したオーダードプロビットモデルを以下の式を用いて構築する。

幸福度を式(4.1)に示す関数で表す。

$$y_{in}^* = \beta x_{in} + \varepsilon_{in} \quad (4.1)$$

ただし、 y_{in}^* は実際の幸福度、 β は未知パラメータベクトル、 x_i は説明変数ベクトル、 ε_{in} は標準正規分布に従う誤差項である。

また、誤差項 ε_{in} は、森川ら⁹⁾と同様に、系列相関を表す項と独立で同一の分散を持つ項とに分けると以下のよう表される。

$$\varepsilon_{in} = \lambda_n + v_{in} \quad (4.2)$$

ここで、 λ_n は正規分布に従う個人 n の相関を表す誤差項、 v_{in} は標準正規分布に従うすべてのサンプルに独立な誤差項である。

アンケートの結果として記録された幸福度は閾値 θ を用いて以下の式で表される。

$$\begin{aligned} y_i &= 1 \quad (\text{if } y_{in}^* < \theta_1) \\ &= 2 \quad (\text{if } \theta_1 < y_{in}^* < \theta_2) \\ &\quad \dots \\ &= 5 \quad (\text{if } \theta_4 < y_{in}^*) \end{aligned} \quad (4.3)$$

幸福度が $k(=1,2,3,4,5)$ である確率は式(4.4), (4.5)で表される。

$$P_n(k|\lambda_n) = \frac{\Phi(\theta_k - \beta x_{in} - \lambda_n) - \Phi(\theta_{k-1} - \beta x_{in} - \lambda_n)}{\lambda_n} \quad (4.4)$$

$$P_n(k) = \int_{-\infty}^{\infty} P_n(k|\lambda) f(\lambda_n) d\lambda_n \quad (4.5)$$

従って、サンプル i の対数尤度関数は、

$$l_i(\theta, \beta) = \ln(P_n(k)) \quad (4.6)$$

と表される。従って標本全体の対数尤度関数は、 $L = \sum l_i(\theta, \beta)$ であり、これを最大化する (θ, β) が求める推定量である。

(4.5)式に示すとおり、確率の導出式の中に積分系が残るため、解析的には計算できない。そのため、パラメータの推定には、Train¹⁰⁾に示されている乱数を用いたシミュレーションを行う必要がある。(4.7)式に示すシミュレーション対数尤度 $Ln SL$ を最大化するパラメータを推定する。

$$Ln SL = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \ln(P_n(k)) \quad (4.7)$$

6. 推定結果

推定結果を表-3に示す。まず、修正 ρ^2 が 0.49 であり、推定精度は高いといえる。

主観的健康感、会話の量、外出回数の推定値はいずれも有意に正であり、予想通り、健康感、会話の量や外出回数が増えると日々の幸福感が増すことが明らかとなった。これら 3 つの推定値のうち主観的健康感の値が最も高く、幸福感に与える影響が大きいことが分かる。会話の量と外出回数の推定値の差の検定を行ったところ、2 つの推定値は有意水準 1% で有意に異なるという結果となった。つまり、外出回数が 1 回増えるよりも会話の量のカテゴリが 1 つ上がるほうが、日々の幸福度はより高くなることと言える。

あすけあいカーの利用が日々の幸福感に及ぼす影響を明らかとするために、あすけあいカー利用日の会話の量の増加分（あすけあいカー利用日の会話の量-利用日以外の会話の量の平均値）のパラメータを推定したところ、10% 有意で正に推定された。この結果から、あすけあいカー利用日はその他の日より会話の量が多くなることで日々の幸福度が上昇すると解釈することができる。一方、会話の量と会話の量の増加分のパラメータの差を検定したところ、有意な差は見られなかったため、会話の量の増加分による幸福度の上昇量は、あすけあいカー利用日

でも他の日でも同じとみなすことができる。

日々の幸福度と個人属性については、男性ダミーが有意に負であることから男性のほうが女性よりも幸福度が低いこと、年代/10 の推定値が有意に正であることから、年代があがるにつれ日々の幸福度が高いことが分かった。これは、高齢者の主観的健康感や年齢や性別での違いはないとする既往研究（例えば、前田らや川本らなど）とは異なる結果である。この原因のひとつとしては、本研究の対象者は CSS 参加者であるため、独居ではあるが家族との関係が良好であることが多いことためではないかと考えられる。

表-3 モデルの推定結果

説明変数	推定値
閾値 1	2.76***
閾値 2	3.89***
閾値 3	7.06***
閾値 4	8.76***
主観的健康感	1.34***
会話の量	0.479***
あすけあいカー利用日の 会話の量の増加分	0.316*
外出の回数	0.333***
男性ダミー	-0.635***
年代/10	0.151***
介護支援認定ダミー	-0.202
リクエスト不成立	-0.383
相関係数	0.883***
サンプル数	5399
修正 ρ^2	0.49

*10%有意, **5%有意, ***1%有意

7. おわりに

本研究では、まず、愛知県豊田市足助地区で実施しているあすけあいカーを含む一連の取組みとその結果を報告した。実験開始当初のあすけあいカーの利用は、タブレット利用に対する抵抗感や遠慮もあり、月に数回程度と非常に少なかった。そのため、事務局主催のタブレット教室を開催したところ、タブレット教室の行き来での利用が増加した。その後、徐々に他の目的地での利用も見られるようになってきた。

次に、参加者の日々の幸福感のデータを用いて、高齢者の日々の幸福感を規定する要因やあすけあいカーが日々の幸福度に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、個人の系列相関を考慮したオーダードプロビットモデルを用いて分析を行った。

その結果、日々の幸福感には、主観的健康感、会話の量、外出回数が有意に正に影響を及ぼしており、影響度の大きさは健康感＞会話＞外出回数の順であることが明

らかとなった。また、あすけあいカーの利用と日々の幸福度の関係については、あすけあいカー利用日の会話の量の増加により日々の幸福度が増すことが明らかとなった。

今後の課題としては、あすけあいカー利用のダミー変数を用いて推定を試みたが、このパラメータは有意には推定されなかった。推定値が有意でない原因としては、あすけあいカー利用は他の外出と同じ影響を幸福度を与えており、それ以上でもそれ以下でもないためかも知れないが、全体のサンプル数が 5400 に対して、あすけあいカー利用日のデータはそのうち 100 程度であることも影響している可能性は否定できない。そのためデータをさらに蓄積して分析をすることが必要であると考えられる。

謝辞：本論文は一般財団法人トヨタ・モビリティ基金の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 米田正人, 山中英生, 中村博：中山間地域における移動制約者の交通特性と相乗りシステムの可能性—徳島県三好市でのヒアリング調査をもとに—, 土木計画学研究・講演集, No.43, CD-ROM, 2011.
- 2) 佐々木邦明, 二五啓司, 山本理浩, 四辻裕文：低密度居住地域における交通制約者の移動手段としてのライドシェアの可能性, 社会技術研究論文集, Vol.10, pp.54-64, 2013.
- 3) 三輪富生, Chu Tien Dung, Zheng Yan, 剣持千歩, 佐藤仁美, 森川高行：中山間地域における高齢者のための共助交通システムに関する基礎分析, 土木計画学研究・講演集, No.53, CD-ROM, 2016.
- 4) 前田大作・野口裕二・玉野和志・中谷陽明・坂田周一・Jersey Liang(1989):高齢者の主観的幸福感の構造と要因」,東京都老人総合研究所編『社会老年学』, No.30, PP.3-16, 1989.
- 5) 川本龍一, 土井貴明, 山田明弘, 岡本雅信, 鶴岡浩樹, 佐藤元美, 梶井英治：山間地域に在住する高齢者の主観的幸福感と背景因子に関する研究, 日本老年医学会雑誌, 36 巻 12 号, pp.861-867, 1999.
- 6) 長田篤, 山縣然太郎, 中村和彦, 宮村季浩, 浅香昭雄：地域後期高齢者の主観的幸福感とその関連要因の性差, 日本老年医学会雑誌, 36 巻 12 号, pp.868-873, 1999.
- 7) 岡本和士：地域高齢者における主観的幸福感と家族とのコミュニケーションとの関連, 日本老年医学会雑誌, 37 巻 2 号, pp.149-154, 2000.
- 8) 坊迫吉倫, 星旦二：都市在宅高齢者における等価収入と幸福感・生活満足度・主観的健康感の構造分析, 社会医学研究, 27 巻 2 号, pp.45-52, 2010.
- 9) 森川高行・山田菊子：系列相関を持つ RP データと SP データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, 土木学会論文集 No.476/IV-21, PP.11-18, 1993.
- 10) Train, K. : Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press, 2009.

(?????.??受付)