

# 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

松山 晃久<sup>1</sup>・福井 のり子<sup>2</sup>・力石 真<sup>3</sup>・藤原 章正<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 学生非会員 広島大学 大学院国際協力研究科（〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 国際協力研究科）  
E-mail:m175008@hiroshima-u.ac.jp

<sup>2</sup> 正会員 株式会社バイタルリード（〒693-0013 島根県出雲市荻野町 274-2）  
E-mail: fukui\_n@vitallead.co.jp

<sup>3</sup> 正会員 広島大学准教授 大学院国際協力研究科（〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 国際協力研究科）  
E-mail:chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp

<sup>4</sup> 正会員 広島大学教授 大学院国際協力研究科（〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 国際協力研究科）  
E-mail:afujiw@hiroshima-u.ac.jp

免許返納に係る制度は、自動車もたらすトリップの価値（便益）と事故リスク（費用）の両者を評価し、社会厚生が最大となるように設計することが望ましいと考えられる。本研究では、便益の側面に着目し、Unmet needs 概念に基づくトリップの価値推計手法の提案を試みる。具体的には、移動制約の無い仮想的な状況において発生する潜在的な外出活動ニーズを Unmet needs と定義し、Unmet needs を目的変数、所得と実際の外出頻度を説明変数とする順序付けプロビットモデルを推定することでトリップの価値を推計する。

**Key Words:** *unmet needs, ordered probit, elderly people, mobility, trip*

## 1. はじめに

### (1) 研究背景

核家族化や自動車依存型社会化という生活様式の変化に伴い高齢者の運転免許保有率は増加し、加えて少子高齢化による人口構造の高齢化により、自動車ドライバーの高齢化が急速に進展している。自動車ドライバーの高齢化は、加齢に伴う心身機能の低下による交通事故の危険性を高めることが知られている。交通安全対策の一つとして運転免許の返納が検討されているものの、運転の停止はモビリティを著しく低下させ、結果的に社会厚生を低下させる恐れがあるため、慎重な実施が求められる。

免許返納に係る制度は、理論的には、自動車もたらすトリップの価値（便益）と事故リスク（費用）の両者を評価し、社会厚生が最大となるように設計することが望ましいと考えられる。一方、実用に耐えうる制度を構築するためには、①費用や便益を広く受け入れられる形で定義すること、②定義した費用・便益を正確に測定することが必要になる。

本研究では便益の側面に着目する。従来の移動に関す

る便益の評価は、交通時間の短縮に対する支払意思額に基づく時間価値の理論に基づいている。従来の手法は、移動に制約の無い就業者や旅行者の移動価値の評価には有効であった。しかし、移動制約が緩和され、新たな移動が発生することに伴い生じる便益については十分に考慮されていない。特に、自動車運転ができない高齢者などの交通困難者が移動できることから得られる便益は、制約が強ければ強いほど大きいものと想定されるため、従来の手法では過小に評価される恐れがある。

そこで本研究では、活動参加のための移動の価値を推計する手法を提案する。具体的には、活動参加に係る制約程度を表現する Unmet needs の観点から移動の価値推計を試みる。

## 2. 既往研究

欧米諸国においては、交通は活動の派生需要であるという考えに基づく Activity-based アプローチの考えが普及し、実務においても需要予測に利用されることが一般的

となりつつある。一方、Jones(2009)<sup>1)</sup>は、需要予測の視点からは Activity-based アプローチの普及が進んだものの、活動遂行の結果得られる便益については依然として移動時間短縮を利用して、活動参加の価値評価にまで議論を展開できていない点を指摘している。

高齢者の活動参加の価値評価に関して、Nordbakke and Schwanen (2014)<sup>2)</sup>は、福祉政策の観点から、満たされない外出活動を意味する Unmet Needs 概念を導入した。Nordbakke and Schwanen らは、モビリティの低下に伴う満たされない外出活動ニーズ（すなわち、行いたいが高齢者のモビリティを確保できないために行うことができない外出活動）を Unmet Needs と定義し、外出活動における Unmet Needs のレベルを目的変数として順序回帰分析を行い、モビリティと well-being 間のリンクを分析している。分析の結果、Unmet Needs の発生要因として、運転免許の保有、公共交通機関へのアクセス性などを指摘している。

同様に、福祉的観点から移動の価値計測を試みた研究として Stanley et al. (2011)<sup>3)</sup>の研究がある。具体的には、モビリティの低下に伴う社会的排除の危険度の大きさを目的変数とした Ordered Logit Model を用いてトリップ数と世帯収入の限界代替率を導出した結果より、1 トリップ移動できることの価値を\$A19.30（約 1500 円）と推計している。しかしながら、Stanley et al.の方法は、インタビューによる詳細な調査を通じた社会的排除の危険度の測定が必要であり、大規模なモビリティ価値推計が難しいことが実装上の問題となる。また、世帯収入に関する情報が目的変数である社会的排除指数と説明変数の両方に含まれており、推計結果の妥当性についてもさらに検証を加える必要がある。

以上を踏まえ本研究では、Stanley et al.の課題であった測定の簡略化（調査手法の工夫）、及び Nordbakke and Schwanen の課題であったモビリティの価値計測への展開を試みる。

### 3. 調査概要及び集計分析

#### (1) 調査概要

本研究では、中国地方に居住する 65 歳以上の高齢者を対象としてアンケート調査を実施した。調査内容と結果の概要を表 1, 2 に示す。調査では、モデル分析における説明変数となる世帯属性、個人属性といった設問に加えて、12 項目の外出目的ごとの現状の外出行動、モビリティが向上した場合を想定した外出行動の意向を質問した。本調査では、モビリティが向上した状況を「いつでも無料送迎を行う交通サービス（バスやタクシー）が利用できるようになり、自由に移動できる場合」とし、外出のニーズの把握を試みた。外出目的の選定は、高齢

者の外出に関する猪井ら(2004)<sup>4)</sup>や水野(2004)<sup>5)</sup>を踏まえて、目的の重複や漏れが少なくなるよう設定した。

表-1 調査の内容

世帯属性（世帯収入、住所、世帯構成員の個人属性）
個人属性（年齢、性別、免許証、免許返納意向等）
現状の外出行動（外出目的、頻度、主観距離 等）
モビリティが向上した場合を想定した外出行動の意向（外出目的、頻度）

表-2 調査結果概要

調査対象	島根県出雲市、雲南市、浜田市に居住の 65 歳以上の高齢者
調査日時	H28 年 11, 12 月
調査方法	市役所・集会所にて配布、郵送回収
配布数	589
回収数	221(回収率 37.5%)、有効回答 184
調査対象	中国地方に居住の 65 歳以上の高齢者
調査日時	H29 年 3 月
調査方法	Web 調査
回答数	600

#### (2) 集計分析

個人属性の集計結果を図 1 に示す。表 2 に示すように、本研究では二回調査を実施し、異なる調査方法を試みているが、同一の調査内容で実施したため、データを統合して分析を行なった。回答者の特徴として、男性が 6 割、前期高齢者が 7 割、運転免許保有者が 8 割以上を占めている、また、回答者の 7 割は 1km 以上負担を感じることなく歩行可能である。以上より、回答者の多くが活動的な高齢者であることが伺える。

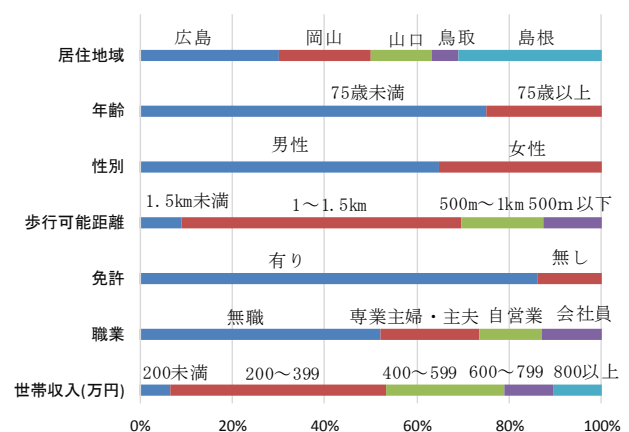


図-1 個人属性の集計結果

設定した 12 項目の外出目的ごとに、モビリティが向上した場合を想定した外出頻度と、現状の外出頻度との差である Unmet Needs を図 2 に示す。現状の外出頻度で

は「買い物（食料品・生活必需品）」がとりわけ高く、次いで「仕事（農作業を含む）」が高い。Unmet Needsに着目すると、「買い物（食料品・生活必需品）」「外食」「行楽」が他の項目に比べて大きい。

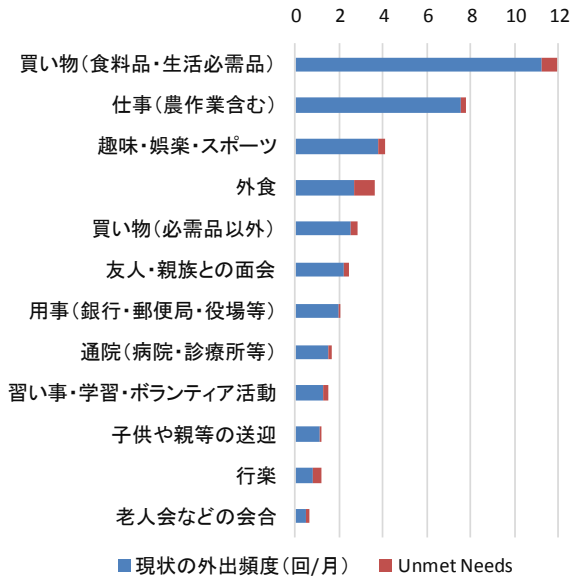


図-2 外出目的ごとの外出頻度と Unmet Needs

本研究では、12項目の外出目的ごとの Unmet Needs の合計を個人  $i$  の Unmet Needs の程度  $UN_i$  として定義する。ここで、Unmet Needs による不便益は、Unmet Needs の程度が等しくても、現状の外出頻度の増加に伴い逓減するであろうという、経済学の限界効用逓減の観点から、外出ニーズに占める Unmet Needs の割合で定義される Unmet Needs 率  $UNR_i$  により計測する。

$$UN_i = \sum_{j=1}^{12} (b_{ij} - a_{ij}), \quad j = 1, \dots, 12 \quad (1)$$

$a_{ij}$ : 現在の外出頻度

$b_{ij}$ : モビリティが向上した場合の外出頻度

$$UNR_i = \frac{UN_i}{\sum_{j=1}^{12} b_{ij}}, \quad j = 1, \dots, 12 \quad (2)$$

集計した Unmet Needs 率の分布を、図 3 に示す。モデル分析においては Unmet Needs 率を目的変数として推定を行うが、約半数の回答者は Unmet Needs が生じていないことが示されたため、回帰モデルは使用できない。従って、本研究では Unmet Needs 率を次のように順序付けられた目的変数として Ordered probit model によるモデル分析を試みる。UNR1: UNR=0 (48%), UNR2: 0.0 ≤ UNR < 0.1 (18%), UNR3: 0.1 ≤ UNR < 0.25 (22%), UNR4: 0.25 ≤ UNR (12%)。

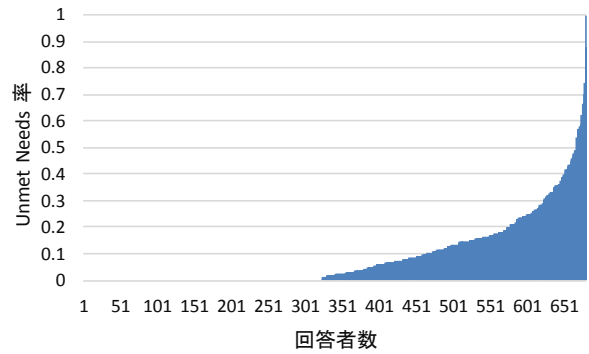


図-3 観測された Unmet Needs 率の分布

順序変数に変換した Unmet Needs 率と現状の外出頻度との相関関係を図 4 に、Unmet Needs 率と世帯収入との相関関係を図 5 に示す。図 4 より、Unmet Needs が生じている UNR2~4 の回答者間では、Unmet Needs 率が大きい人ほど現状の外出頻度が小さいという負の相関関係がある。しかし、UNR1 は Unmet Needs が生じていない人であるにも関わらず、外出頻度が少ないという特徴が見られた。このような傾向が見られた理由として、活動の抑制が続くと結果として活動ニーズそのものを減少させる方向に適応するといった可能性が考えられる。一方で、図 5 より、Unmet Needs 率と世帯収入にほとんど相関が無いことが確認できる。

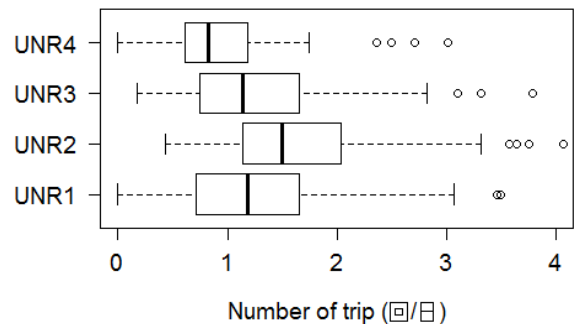


図-4 Unmet Needs 率-現状の外出頻度相関図

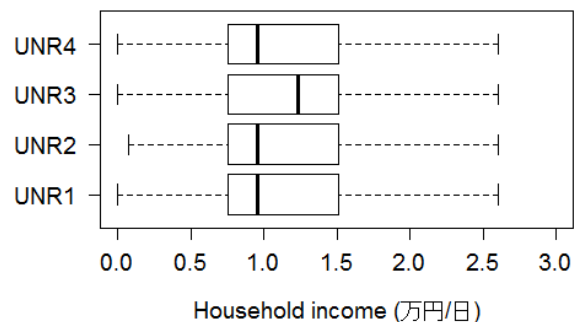


図-5 Unmet Needs 率-世帯収入相関図

次に、外出目的ごとの性質の違いを比較するため、回

答者の意識を調査した結果を図 6 に示す。具体的には、「運転免許を返納すると、公共交通やタクシーを使用しなければならず、移動する方の金銭負担が大きくなります。この時、交通費を税金で補助することが適切とお考えになりますか」と尋ねた。回答は 5 件法 (1. そう思わない, 2. 多少そう思わない, 3. どちらとも言えない, 4. 多少そう思う, 5. そう思う) により得た。肯定意見である「そう思う」「多少そう思う」の回答割合を図 6 に示す。図から、「通院」「買い物(必需品)」「用事」「買い物(必需品以外)」の 4 項目と他の項目には明確な差があることが確認できる。

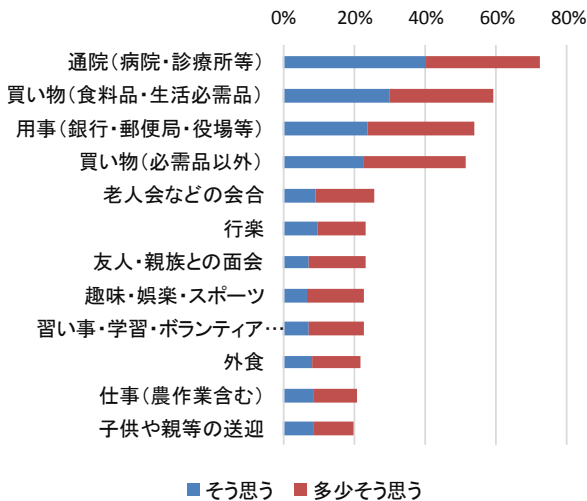


図 6 税金による移動の補助が適切だと考えるか

#### 4. 移動の価値の推計方法

##### (1) Ordered probit model

Ordered Probit Model は、順序ある 3 つ以上の選択肢を同じ説明変数で説明する時に使用される。以下、Ordered Probit Model についての概要を説明する。

観測された目的変数  $y_i$  は順序ある数で表される。

$$y_i = 1, 2, \dots, J \quad (1 < 2 < \dots < J) \quad (3)$$

このモデルの基盤は多項選択モデルであり、観測されない潜在変数  $y_i^*$  は次の様に決定される。

$$y_i^* = \beta' x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

$\beta'$ : 推定されたパラメータ

$x_i$ : 潜在変数で  $y_i^*$  の観測可能な説明変数

$\varepsilon_i$ : 誤差項

個人  $i$  について観測される目的変数  $y_i$  は、次のように未知の閾値  $\mu_j$  と連続な潜在変数  $y_i^*$  に対応する。

$$y_i = j \text{ if } \mu_{j-1} < y_i^* \leq \mu_j, \quad j = 0, 1, \dots, J \quad (5)$$

この対応関係は閾値メカニズムと呼ばれており、このとき、 $\mu_0 = -\infty$ ,  $\mu_J = +\infty$  である。 $y_i$  がある値をとる確率は次

のように表せる。

$$\begin{aligned} P(y_i = j | x_i) &= P(\mu_{j-1} < y_i^* < \mu_j) \\ &= P(\mu_{j-1} - \beta' x_i < \varepsilon_i < \mu_j - \beta' x_i) \\ &= F(\mu_j - \beta' x_i) - F(\mu_{j-1} - \beta' x_i) \end{aligned} \quad (6)$$

Ordered Probit Model では、パラメータ  $\beta'$  と閾値  $\mu_j$  を同時に推定する。 $\beta'$  は通常の重回帰の係数と同じような解釈ができ、モデルの推定は最尤推定法を用いる。 $n$  人の個人に対する対数尤度関数は次の様に定義できる。

$$\log L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^J m_{ij} \log [F(\mu_j - \beta' x_i) - F(\mu_{j-1} - \beta' x_i)] \quad (7)$$

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } y_i = j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

##### (2) 限界代替率 (移動の価値)

本研究では、Unmet Needs 発生モデルは次の関数により成り立つと考えている。

$$UNR_i = \beta_{Inc} X_{Inc} + \beta_{Trip} X_{Trip} + \dots \quad (8)$$

$UNR_i$ : 観測された Unmet Needs 率

$\beta_{Trip}$ ,  $\beta_{Inc}$ : 外出頻度及び世帯収入のパラメータ

$X_{Trip}$ ,  $X_{Inc}$ : 外出頻度及び世帯収入の説明変数

(8) 式を効用関数と捉え、説明変数  $X_{Trip}$ ,  $X_{Inc}$  でそれぞれ偏微分を行うことで次の限界効用 (marginal utility: MU) が得られる。

$$MU_{Inc} = \frac{\partial UNR_i}{\partial X_{Inc}} \quad (9)$$

$$MU_{Trip} = \frac{\partial UNR_i}{\partial X_{Trip}} \quad (10)$$

得られた限界効用の比をとることで、限界代替率 (marginal rate of substitution: MRS) が算出される。

限界代替率 MRS は、Unmet Needs を一定に維持しながら、外出数  $X_{Trip}$  を 1 単位増加させたとき、収入  $X_{Inc}$  をいくら減らさなければならないかを表す。すなわち、外出数が 1 増えることに対する支払い意思額を反映する。

#### 5. 推定結果

##### (1) 効用関数の形状

本研究では、(12) のモデル式 Model 1 を基本として、世帯収入と外出頻度の説明変数を変化させて推計を試みる。説明変数と限界代替率の関係を表 3 に示す。

Model 1:

$$U_{UN} = \beta_{Inc} X_{Inc} + \beta_{Trip} X_{Trip} + \dots \quad (11)$$

$$MRS = \frac{MU_{Trip}}{MU_{Inc}} = \frac{\beta_{Trip}}{\beta_{Inc}} \quad (12)$$

い意思額がすべてのモデルにおいて推計された。これは図 5 に見られるように Unmet Needs と世帯収入の相関関係が弱いことに起因するものと考えられる。

表-3 各モデルの説明変数と MRS

モデル	説明変数	MRS
Model 1	$X_{Inc}$ $X_{Trip}$	$MRS = \frac{\beta_{Trip}}{\beta_{Inc}}$
Model 2	$X_{Inc}^2$ $X_{Trip}$	$MRS = \frac{\beta_{Trip}}{2 \beta_{Inc} X_{Inc}}$
Model 3	$X_{Inc}$ $X_{Trip}^{0.5}$	$MRS = \frac{\beta_{Trip}}{2 \beta_{Inc} X_{Inc}^{0.5}}$
Model 4	$X_{Inc}$ $\ln(X_{Trip}+1)$	$MRS = \frac{\beta_{Trip}}{\beta_{Inc} X_{Inc}}$

表 4 に各モデルでの推定結果を示す。Dage75 は 75 歳以上を説明するダミー変数、Dfem は女性を説明するダミー変数、Dwal は 1.5m 以上歩行可能であることを説明するダミー変数、Dclie は運転免許書保有を説明するダミー変数、thr1,2 は閾値を示す。相関関係に焦点を当てると、どのモデルにおいても、75 歳以上、女性は Unmet Needs を生じやすく、高所得者、外出頻度の大きい人、1.5m 以上歩行可能、運転免許書保有者は生じにくい傾向が見られる。しかし、t 値が示すように世帯収入と外出頻度の有意水準は低い。

図 7 にトリップ数と世帯収入の限界代替率を示す。推計された限界代替率より、世帯収入が本調査における平均収入(1.52 万円/日)である個人は、もう一回外出できることに対して 3~4 万円前後という非常に大きな支

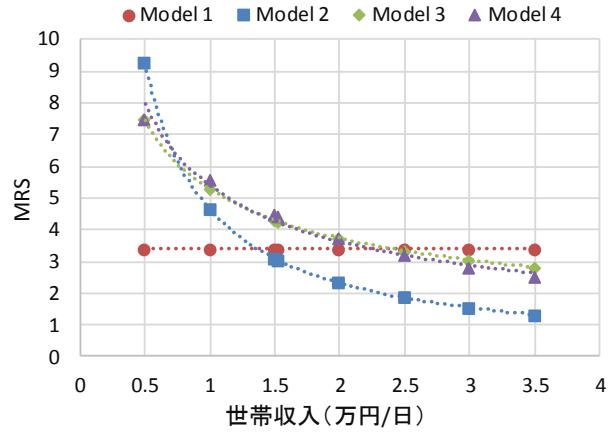


図-7 世帯収入とトリップ数の限界代替率

なお、Model 1 の MRS は、世帯収入に関わらず一定であるが、その他のモデルは MRS が世帯収入の増加の伴い減少することを示している。世帯収入の増加に伴う支払意思額の逓減は、英国財務省(2003)<sup>9)</sup>による個人が消費から得られる効用は、所得の増加に伴い逓減するとの報告に基づき、MRS が世帯収入と逆比例するよう、外出頻度と世帯収入の説明変数を操作したためである。

## 6. おわりに

本研究では、高齢者が活動参加によりえられる便益を計測するため、モビリティの低下を表現する指標として Unmet Needs 概念を導入し、移動の価値を推計する手法

表-4 モデル推定結果

説明変数	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
Const	0.360	1.939	0.301	1.843	0.397	1.953	0.360	1.939
Income	-0.014	-0.255			-0.014	-0.253	-0.014	-0.255
Income <sup>2</sup>			-0.0054	-0.379				
Trip			-0.050	-0.834				
Trip <sup>0.5</sup>					-0.151	-1.107		
ln(Trip+1)	-0.162	-1.120					-0.162	-1.120
Dage75	0.322	3.199	0.322	3.197	0.322	3.202	0.322	3.199
Dfem	0.249	2.590	0.246	2.553	0.250	2.593	0.249	2.590
Dwal	-0.161	-1.812	-0.163	-1.837	-0.161	-1.810	-0.161	-1.812
Dclie	-0.237	-1.798	-0.247	-1.875	-0.236	-1.791	-0.237	-1.798
thr1	0.707	24.688	0.707	24.689	0.707	24.688	0.707	24.688
thr2	0.918	27.642	0.917	27.651	0.918	27.641	0.918	27.642
Sample size	677		677		677		677	
LL0	-849		-849		-849		-849	
LL1	-831		-831		-831		-831	
rho	0.0209		0.0211		0.0213		0.0213	
MRS	34061		30368		42705		44305	

を提案した。具体的には、満たされない活動ニーズを把握するために高齢者の外出行動実態及び Unmet Needs を訪ねる調査を行い、測定された Unmet Needs を目的変数として Ordered Probit Model による分析を行った。個人属性等の説明変数を用いて Unmet Needs の説明を試みたが、外出頻度および世帯収入は有意とはならず、安定した推定結果を得ることはできなかった。今後、金額面に関しては、移動と関係の無い収入ではなく、期間内の交通費や交通機関に対する支払い意思額等の変数に置き換えることにより再度分析を行う必要があると考えられる。

**謝辞：**本研究を進めるにあたり、多くの外部関係者の方々に大変お世話になりました。どらいぶケアの山本昌弘様をはじめとして、調査の実施を快く許可して下さった自治体の方々に厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Jones, P.: Changing perspectives: Challenges for research and practice, Proceedings of the Scottish Transport Applications and Research Conference, 1<sup>st</sup> May 2009, Glasgow, 2009.
- 2) Nordbakke, S. and Schwanen, T.: Transport, unmet activity needs and wellbeing in later life: exploring the links, Transportation, 42(6), pp. 1129-1151, 2015.
- 3) Stanley, J., Hensher, D.A., Stanley, J., Currie, G., Greene, W.H., Vella-brodrick, D.: Social exclusion and the value of mobility, Journal of Transport Economics and Policy, 45(2), pp. 197-222, 2011.
- 4) 猪井博登, 新田保次, 中村陽子: Capability Approach を考慮したコミュニティバスの効果評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, 21, pp. 167-474, 2004.
- 5) 水野映子: 高齢者の外出の現状・意向と外出支援策, ライフデザインレポート, 第一生命経済研究所ライフデザイン研究本部, (163), pp. 4-15, 2004.
- 6) 英国財務省: グリーンブック: 中央政府による事前評価及び事後評価, 付録 5—分配面の影響—, pp. 104-108, 2003.

(2014.?? 受付)

## ESTIMATING THE VALUE OF TRIP BASED ON THE CONCEPT OF UNMET NEEDS: CASE OF LOCAL SMALL CITIES

Akihisa MATSUYAMA, Noriko FUKUI, Makoto CHIKARAISHI and Akimasa FUJIWARA