

注意喚起情報提供による安全性向上価値の計測 に関する研究

NGUYEN Thanh Tinh¹・倉内文孝²・織田利彦³

¹ 学生会員 岐阜大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

Email: thanhtinh90dn@gu-rsp.org

² 正社員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

Email: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³ 正会員 一般財団法人道路交通情報通信システムセンター (〒104-0031 東京都中央区京橋 2-5-7)

Email: oda@vics.or.jp

交通事故総合分析センターによると、年間交通事故死者数は 4400 人程度であり、交通事故削減に向けたさらなる努力が求められている。特に交通事故の大半は、ドライバーの「認知ミス」による危険要因の見落としが原因となっている。したがって、認知ミスを防止するためのハード対策とあわせて注意意識を喚起させる情報提供のソフト対策を実施することが必要といえる。本研究では、注意喚起情報に焦点を絞り、CVM を活用して安全性向上に寄与する情報提供の価値の計測を試みた。具体的には渋滞末尾情報、出会い頭衝突注意情報、道路冠水箇所注意情報、路面凍結注意情報の 4 種類の注意喚起情報を対象とした。支払意思額要因分析の結果、複数な要因の影響を分析することができ、さらに要因の間の相互効果なども考慮できるモデルを構築した。

Key words: 情報提供価値, CVM, 注意喚起情報, Web アンケート調査

1. はじめに

(1) 研究の背景

交通事故総合分析センター¹⁾によると、交通事故死者数は 4400 人にまで減少してきた。しかし、負傷者数は年間 80 万人前後を推移しており、交通事故削減に向けたさらなる努力が求められている。また、自動車運転中、ドライバーは、認知、判断、操作という作業を繰り返しており、これらのどれか 1 つでミスを犯せば交通事故につながるかもしれない。法令違反別死亡事故件数²⁾によれば、2012 年中には漫

然運転が最も多く、次が脇見運転、安全不確認、運転操作不快、安全不確認、歩行者妨害等、最高速度、信号無視という順番になる。いずれもドライバーの「認知ミス」による危険要因の見落としが原因となるケース最も多い。したがって、「認知ミス」を防止するためインフラ改良によるハード対策とあわせて注意意識を喚起させるソフト対策を実施することが必要といえる。

近年 ITS (Intelligent Transport Systems) 技術を活かした VICS (Vehicle Information and Communication System) 道路交通情報をはじめ、インフラと車両の

協調により必要時にドライバーの車両周辺の危険要因に対する注意を促す安全運転支援システム DSSS (Driving Safety Support Systems) 及び ETC2.0 サービス (旧 ITS スポットサービス) が実現されている。いずれも前方の事故誘発事象に関するリアルタイムの注意喚起情報を提供することで安全性向上が図られている。その他、場合によってブレーキやハンドル操作等の支援を行う走行支援道路システム AHS (Advanced Cruise-Assist Highway System) の実用化も進められている。

(2) 研究の目的と位置づけ

今まで注意喚起情報の効果に関する研究が多くなされているが、工学的アプローチでの評価が多く、運転行動のデータによる客観的評価^{3,4,5)}や、アンケート調査による主観的評価^{6,7,8,9)}であり、これらの研究の結果から、注意喚起情報の効果が確認できているといえる。また、交通安全対策の1つである注意喚起情報の妥当性を客観的に説明するためには、一般の公共政策と同じく、対策に要した費用とその効果を統一的な指標で定量的に把握することが望ましい。つまり注意喚起情報の提供による効果を便益として貨幣換算し、費用と効果を統一的な価値尺度で表し、交通安全対策の代替案を比較することで交通安全対策を最適化することが可能になる。便益を測定する際、市場で取引されている財の便益評価と非市場財の便益評価を区別する。市場財の便益評価は、消費者余剰などの尺度を用いながら厚生経済学的手法が採用される。一方非市場財の評価が困難であり、その計量化は非常に難しい。筆者の知る限り経済的評価まで実施されている研究が多くはなく、あつたとしてもそれぞれの情報の効果に注目せず、注意喚起情報を包括するシステム整備の有無¹⁰⁾に対する支払意思額に基づき評価するのが主な動向である。このアプローチのメリットが回答者の予算制約を考慮することができるが、情報そのものの価値を見出すことができない。

上記の背景を踏まえ、注意喚起情報の金銭的な価値を評価する方法が確立されていないと考え、注意



図1 対象とした注意喚起情報

喚起情報提供事業の妥当性を説明する参考資料の一助になるために本研究では市場で取引できない注意喚起情報の交通事故安全性向上の便益を外部経済評価手法¹¹⁾である CVM (Contingent Valuation Method)¹²⁾を適応し、計測を試みる。

2. CVM アンケート調査

(1) 調査設計

CVM とは、市場で金銭取引されていない価値について、人々に支払意思額 (WTP) または受入補償額 (WTA) をたずねることで直接的に評価する手法である。CVM では、一般に WTP での評価が行われている。また CVM によって評価を行う場合には、評価対象の決定段階から便益の推計段階の間において、様々な段階で様々なバイアス¹³⁾が入り込む可能性がある。そのため、CVM の信頼性を確保するために満たされるべき条件をまとめたガイドライン (NOAA: 米国国家海洋大気管理局 National Ocean Atmospheric Administration) に基づき調査票を設計した。

本研究で対象とする注意喚起情報は、①渋滞末尾情報、②出会頭衝突注意情報、③道路冠水箇所注意情報、④路面凍結注意情報の4種類である。それらの情報がカーナビゲーションシステムを通じて適切

なタイミングで正確に提供されるとする(図1参照). それぞれの情報について, その情報を受け取る権利を得るための年間負担額に対してその金額を支払う意思があるかどうかを質問する. 調査は, Webアンケート形式とし, 所与の年間負担額に対して, それぞれの注意喚起情報の要不要を Yes/No 形式で回答していただく. 質問形式は回答者にとって答えやすく, なおかつバイアスが生じにくいダブルバウンド方式を採用した. ダブルバウンド方式は, 情報提供するために必要な負担額を提示し, それに賛成するか否かを2度尋ねる質問形式である. 提示額は表1の4種類の通りである. また, 負担額に関する質問に加え, Driving Behavior Questionnaire (DBQ) 質問¹³⁾や事故経験, 個人属性などを収集しその関係性についても分析する(表2参照). DBQとは運転行動の特性を自己評価する質問紙として, 特に近年しばしば用いられてきた. 駒田ら¹⁴⁾はDBQの回答結果から運転行動を「危険エラー」, 「危険」, 「非危険エラー」の3つに分類し, その行動と特性の関係について検討した. この結果を利用し運転行動の分類を試みる.

対象者は東海地方の3県(愛知県, 岐阜県, 静岡県)在住で車の運転免許または車を保有する方とした. 回収したサンプルが632サンプルである. 回答者属性は次のとおりである.

【性別】男性:女性 = 50%:50%

【年齢】10代:20代:30代:40代:50代:60代以上 = 1%:18%:31%:24%:15%:11%

【居住地】岐阜県:静岡県:愛知県 = 14%:24%:62%

(2) 支払意思額の推定手法

ダブルバウンド方式の支払意思額の推定方法は栗山¹⁵⁾の「Excelでできる環境評価」に添付されたソフトウェア, あるいは寺脇¹⁶⁾の「Limdepによる二段階二肢選択CVMの計測」がある. しかし, これらの解法では, 同一サンプルから複数回答を収集した場合に生じる系列相関が考慮されていないと見られる. 本研究において変数間の系列を考慮でき, ロジットモデルの推定に多用されているBiogemeを採用

表1 調査の属性及び水準

最初の提示額 (円)	「Yes」と回答した場合に提示する高い金額 (円)	「No」と回答した場合に提示する低い金額 (円)
500	1,000	100
1,000	2,500	500
2,500	5,000	1,000
5,000	10,000	2,500

表2 調査項目内容

調査内容	質問項目
スクリーニング	運転免許保有の有無
A. 運転状況	自由に使える車, 任意保険, 交通情報の有用度, etc
B. 支払意思額	
C. 運転行動	DBQ質問, ヒヤリ経験, 交通事故経験
D. 個人属性	年収, etc

するのが適切と考えた.

本調査では, 「交通環境水準をQ'からQ''へ改善する情報提供事業を実施している. 情報提供を使用するためにはあなたが年間T[円]を払うとする. あなたは購入するか否か」という質問を行う. 回答者の間接効用関数Uを確定効用Vと誤差項に分けるとする.

$$U = V + \varepsilon \quad (1)$$

回答者iが「YES」と答える確率をとすると以下のように表現できる.

$$\begin{aligned} \Pr[Yes] &= \Pr[U_Y > U_N] \\ &= \Pr[V_Y + \varepsilon_Y > V_N + \varepsilon_N] \\ &= \Pr[\varepsilon_Y - \varepsilon_N > V_N - V_Y] \\ &= \Pr[\varepsilon > \Delta V] \\ &= 1 - \Lambda(-\Delta V) \\ &= 1 - \Lambda(T) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで, $U_Y, U_N, V_Y, V_N, \varepsilon_Y, \varepsilon_N$:それぞれが「Yes」, 「No」と答える場合の間接効用関数, 確定効用, 誤差項, T:提示額である. そして Λ は誤差項の差 ε の累

積分布関数である。誤差項が二重指数分布で表現可能であるならばロジットモデルになり、ロジットモデルでは、回答者が Yes と答える確率は、次の通りとなる。

$$\Pr[Yes] = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta V)} \quad (3)$$

ここでは、 ΔV は対数線形関数モデルと仮定し、次のように表現した。

$$\Delta V = \alpha + \beta \ln T + \sum_k \beta_k X_k \quad (4)$$

ここで、 α : 選択肢の定数項、 β , β_k : 提示額の対数及び属性 k に関するパラメータである。また、CVM での WTP の推定に関しては、中央値を用いる場合と平均値を用いる場合の 2 通りがある。本研究において安定した評価額である中央値を採用した。

$$WTP_{median} = \exp\left(-\frac{\alpha + \sum_k \beta_k X_k}{\beta}\right) \quad (5)$$

3. 利用者の分類

次節での支払意思額の推定を行うにあたり、影響を及ぼす可能性がある要因をモデルに導入する。一般的な分析する方法は多変量データを総合し、新たな総合指標を作り出すことである。DBQ 質問の得点を用い、SPSS の K-mean クラスタ分析で運転者の運転行動の分類を行った。各運転タイプは安全型、違反型、危険型と名付けた。同様な手法で交通情報の有用度、ヒヤリ経験から運転者を分類した。利用した変数及びクラスター名は表 4 に示す。

4. 推定結果の考察

(1) 基本モデルの結果

ここで、効用差関数はそれぞれの情報の定数項と提示額の対数の項のみであると仮定し、支払意思額を推定した。推定に用いるデータは、個人に複数回質問したパネルデータである。このようなパネルデータを用いる場合には、系列相関を考慮するために、

表 3 DBQ 質問文

エラー分類	質問文
危険 エラー	発進したり、車線変更したり、曲がったりする際ミラーを確認し忘れた 幹線道路から横道に入る時に、横断している歩行者に気がつかなかった
違反	追い越し車線の遅いドライバーにいらして、内側から追い抜いた 夜遅く、あるいは早朝に、わざと制限速度を無視した 片側一車線の道路でゆっくり運転する車の後ろにつき、いらして危険な状況なのに追い越そうとする衝動にかられた
非危険 エラー	ルートの選択が悪かったため、避けることのできた渋滞に巻き込まれてしまった 立体駐車場の中の、どこに車を止めたか忘れた ほとんど動かない車の列を追い越したところ、道路工事や一車線の道路を通過するための列だったことに気がついた

表 4 クラスタ分析変数及び結果

	変数	クラスター名
運転行動	危険エラー	危険
	違反	違反
	非危険エラー	安全
交通情報の有用度	渋滞情報	低評価 中評価 高評価
	所要時間情報	
	交通障害情報	
	交通規制情報	
ヒヤリ経験	交通情報を入手しない	経験なし 追突・飛び出しあり 冠水のみがない
	追突	
	飛び出し	
	冠水	
	スリップ	

選択肢固有ダミー変数に個人差を表す分散を仮定して推定することが多い。本研究でもそれにならない、

渋滞末尾情報の選択肢固有ダミー変数 ASC2 とその分散を同時に推定することとした。また ASC2 はすべてのサンプルに対して 1 をとるダミー変数とする。つまり、推定した結果 (表 5 参照) に示される ASC3 ~ASC5 は ASC2 と ASC2 との差分の和になる。表からわかるように、すべての変数が 5%有意となっている。最も大きいのが出会い頭情報であり、次が渋滞末尾情報、道路冠水情報、路面凍結情報との順番になる。そして情報に対する定数項のパラメータの符号はプラス、提示額の対数のパラメータの符号はマイナスである。つまり、情報提供により効用を増大させるが、一方で提示額の対数値が大きくなると回答者の効用が低下し、賛成する確率が低下することを示している。図 2 はそれぞれの情報の提示額ごとに減衰曲線を表し、これらの減衰曲線から支払意思額の中央値を図 3 に示す。図より、最も大きいのが出会い頭情報 (289 円/年) で、道路冠水と路面凍結がほぼ同値になる。

(2) 個人属性等の影響

支払意思額は、回答者の個人属性等によって異なると考えられる。そのため、回答者の個人属性や利用特性から有意である変数を取り出し、支払意思額の要因分析を行い、その後で有意な変数のみで推定を繰り返した。試行錯誤の結果得られた最も適合度の高いモデルを表 6 に示す。表より、次のような知見が得られる。事故経験 (BETA2) は正の値であり、事故経験のほうが事故経験なしより情報提供に前向きな回答をしている。運転タイプに関しては、違反型 (BETA3) >危険型 (BETA4) >安全型との順番になる。同乗人数 (2人以上) (BETA9) はプラスの値であることから同乗人数が多いほど安全性を重視しており、注意喚起情報に賛成することが多いようである。ヒヤリ経験については、ヒヤリ経験なし型 (BETA10) や追突・飛び出しのヒヤリ経験がある型 (BETA11) がマイナスである。これより、冠水のみヒヤリ経験がない型>追突・飛び出しのヒヤリ経験のみある型>ヒヤリ経験なし型との順番になる。注意喚起情報に関しては、どちらもプラスの値で、高

表 5 基本モデルの結果

説明変数	パラメータ	推定結果
渋滞末尾情報	ASC2	6.47**
出会い頭情報	ASC3	6.744**
道路冠水情報	ASC4	5.673**
路面凍結情報	ASC5	5.649**
提示額の対数	BETA1	-1.19**
分散	SIGMA	-2.51**
尤度比		0.411

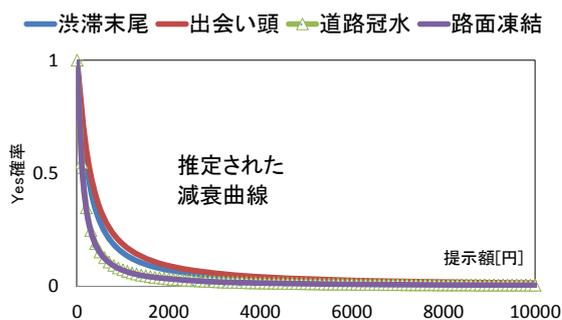


図 2 提示額ごとに賛成する確率

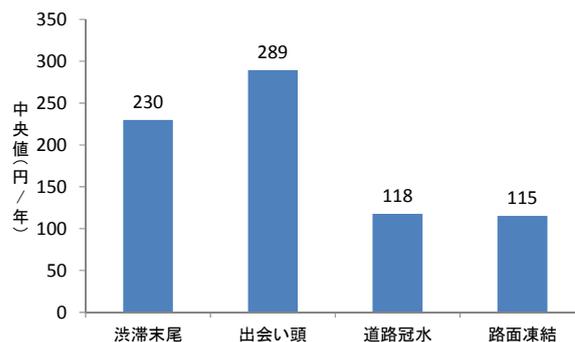


図 3 支払意思額の中央値

表 6 個人属性等の影響の結果

説明変数	パラメータ	係数
渋滞末尾	ASC2	6.190**
出会い頭	ASC3	6.494**
道路冠水	ASC4	5.396**
路面凍結	ASC5	5.362**
提示額の対数	BETA1	-1.220**
事故経験	BETA2	0.366**
違反	BETA5	0.956**
危険	BETA6	0.539**
同乗人数(2人以上)	BETA9	0.523**
ヒヤリ経験なし型	BETA10	-1.190**
追突・飛び出しのヒヤリ経験がある型	BETA11	-1.000**
交通情報(高評価型)	BETA12	1.000**
交通情報(中間評価型)	BETA13	0.601**
分散	SIGMA	-2.360**
尤度比		0.425

**5%有意、*10%有意

評価型 (BETA12) > 中間型 (BETA11) > 低評価との順番である。このように複数の属性要因により支払意思額の影響を明らかにすることができた。

(3) 情報と属性との組み合わせによる支払意思額の推定

前節においては、個人属性、利用特性はダミー変数として取り入れたため、直接年会費に関わる感度には影響しない。この問題点を解決するため、注意喚起情報と居住地の属性との組み合わせを例とし、属性別の支払意思額の推定を行った。なお渋滞末尾情報×岐阜県 (ASC2_1) を選択肢固有ダミー変数とした。表 7 には、有意な変数のみを載せている。表から次のような知見が得られる。岐阜県では、渋滞末尾、路面凍結、道路冠水の降順になる。静岡県では、出会い頭>道路冠水>路面凍結の順番になる。愛知県では、出会い頭>渋滞末尾>路面凍結>道路冠水との順に小さくなる。このように、居住地によって重要視される情報が異なることが明らかとなった。この理由として全国の交通事故類型別で、愛知県、静岡県が高いランクにあると考えられる。注意喚起情報に着目すると、路面凍結情報のニーズは岐阜県のほうが大きいとの結果である。この結果から、情報と属性を組み合わせることで属性別の支払意思額の推定をすることができるといえる。

5. おわりに

本研究では注意喚起情報の交通事故安全性向上の便益を推計するために CVM 手法を採用し、注意喚起情報に対する支払意思額推定モデルを推定した。その結果、支払意思額要因分析では複数の要因の影響を分析することができた。さらに、情報と居住地の属性との組み合わせを例として推定を行ったが、その他の要因の間のモデルを考慮する必要があると考える。また、調査するにあたり発生しているバイアスを整理する課題が残っている。

参考文献

1) 交通事故総合分析センター, <http://www.itarda.or.jp/>,

表 7 居住地特性の影響

	説明変数	パラメータ	係数	
渋滞末尾	岐阜県	ASC2_1	6.620**	**
	愛知県	ASC2_3	6.594**	**
出会い頭	静岡県	ASC3_2	6.527*	*
	愛知県	ASC3_3	6.956**	**
道路冠水	岐阜県	ASC4_1	5.678**	**
	静岡県	ASC4_2	5.622*	*
	愛知県	ASC4_3	5.810**	**
路面凍結	岐阜県	ASC5_1	6.152**	**
	静岡県	ASC5_2	5.170**	**
	愛知県	ASC5_3	5.823**	**
提示額の対数	BETA1	-1.140**	**	**
分散	SIGMA	-2.380**	**	**
尤度比			0.412	

- アクセスした 2015 年 2 月 2 日
- 2) 警察庁 HP, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001106841>, アクセス 2014 年 11 月 30 日
 - 3) 塚田悟之, 一時停止規制存在『注意喚起』の予防安全効果とその持続性, 第 30 回交通工学研究発表会論文集, No.34, 2010 年 9 月
 - 4) 鈴木桂輔, 山田喜一, 右折衝突防止支援情報の事故低減効果の分析手法, 第 8 回 ITS シンポジウム, 2009
 - 5) 齊藤裕一, 古川修, 車車間通信を利用した安全運転支援システムの受容性, 第 8 回 ITS シンポジウム, 2009
 - 6) 松村成和, 遠藤蔵人, 佐々木卓, 三好孝明, 首都高速道路での新たな情報提供サービスに関する簡易 DS 実験, 第 31 回交通工学研究発表会論文集, No.42, 2011 年 8 月
 - 7) 橋本幸樹, 尾崎悠太, 金子正洋, 交通事故対策を目的とした路面表示の設置効果に関する研究, 第 31 回交通工学研究発表会論文集, No.22, 2011 年 8 月
 - 8) 岩武宏一, 鈴木一史, 松田奈緒子, 牧野浩志, ETC2.0 サービス概要及びモニタ調査結果の有効性検証, 第 12 回 ITS シンポジウム, 2014
 - 9) 自動車安全運転センター, 安全運転支援のための情報提供が運転行動に与える影響に関する調査研究, 調査研究報告書, 2008
 - 10) Akiyoshi Takagi, Shinnichi Muto, Takamasa Akiyama, Economic Evaluation of Advanced Cruise-Assist Highway Systems Focusing on Psychological Effects, World Conference on Transport Research ; 10 (Istanbul) : 2004.07.04-08
 - 11) 国土交通省国土技術政策総合研究所: 外部経済評価の解説 (案) 第 2 編各手法の解説, 2004
 - 12) 栗山浩一, 環境の価値と評価手法—CVM による経済評価, 北海道大学図書刊行会, 1998
 - 13) Reason J., Manstead A., Starding S., Baxter J., Campbell, K.: Errors and Violations the road: a real distinction?

Ergonomics,33, pp.1315 - 1332, 1990

- 14) 駒田悠一, 篠原一光, 木村貴彦, 三浦利章, 運転行動の自己報告による運転行動と行動特性の分類の試み, 国際交通安全学会誌, Vol.34, No.2, 2009年
- 15) 栗山浩一, EXCEL できる CVM 3.1 版, 環境経済

学ワーキングペーパー#07-03,

<http://kkuri.eco.coocan.jp/research/introtxt/index.html>, アクセス 2015 年 1 月 24 日

- 16) 寺脇拓, Limdep による二段階二肢選択 CVM の計測, 研究ノート

Estimation the Value of Traffic Safety Improvement by Providing Warning Information

Nguyen Thanh TINH, Fumitaka KURAUCHI and Toshihiko ODA

According to Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis (ITARDA) , annual traffic fatalities are about 4400 people, and further efforts to reduce traffic accidents has been demanded. Especially the majority of traffic accidents are caused by the cognition miss of drivers. Therefore, it is necessary to implement countermeasures that call attention to prevent cognitive errors. In this study, we focused on caution information, and attempted to measure the value of providing such information to improve traffic safety by using the CVM. Specifically, we considered tail-of-congestion information, collision warning information at intersections, road flooding caution information, road freezing caution information. Results of willingness to pay factor analysis suggests that it is possible to analyze the effects of multiple factors such as personal attributes.