

心理的効果に着目した走行支援道路システム導入の経済評価

岐阜大学大学院 学生会員 橋田将季
大阪工業大学 正会員 武藤慎一
岐阜大学 正会員 秋山孝正
岐阜大学 正会員 高木朗義

1. はじめに

情報化社会の進展とともに、交通安全対策においても、最新の技術を活かした走行支援道路システム(AHS: Advanced cruise-assist Highway Systems)に注目が集まっている。AHSの導入により、交通事故が抑止され、その被害費用も軽減する。それに加え、運転時の危険感や不安感の軽減、快適性の向上といった心理的効果も期待できるとされている¹⁾。しかし、そのような心理的効果が実際にどの程度生じるのか、それはAHSの導入費用に見合う効果と言えるのか、といった点では、まだ十分に検討されていないのが現状である。

そこで本研究では、心理的効果を中心としたAHSの導入効果を計量的に評価することを目的とする。具体的には、非市場評価手法として近年研究が盛んであるコンジョイント分析を用いて、AHS導入効果を貨幣タームで評価する。さらに、追加的な質問項目を設けることにより、被験者が選好を表明する際の判断構造も明らかにするものである。

2. AHSの概要と具体的サービス

AHSは、道路や自動車に取り付けられたセンサーにより、交通事故の原因となる情報を収集して、自動車運転者に提供し、注意喚起や警報を与える。さらに、場合によっては、ブレーキングやハンドル操作等の交通事故回避のための操作支援を行うシステムである(図-1)。

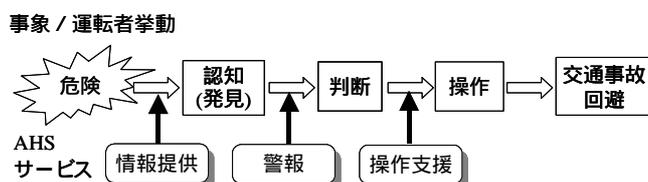


図-1 運転者挙動とAHSサービス

現在、国土交通省では7種類のAHSサービスが検討されている²⁾。この7種類のサービスのうち、次の4種類のサービスに着目して評価を行うこととした。1) 前方障害物衝突防止支援：見通し不良地点において障害物を道路インフラが検知し、車両へ伝える。そして車両は、自車のセンサー情報などと組み合わせて運転者に情報提供、警報、制御を行う。2) 車両逸脱防止支援：路面に設置したレーンマーカにより、車線内での位置情報を検知し、車両が車線を逸脱しそうになった時、運転者に情報提供、警報、操作支援を行う。3) 出会い頭衝突防止支援：交差点において、接近する車両や対向直進車両を検知し、運転者に情報提供、警報を行う。4) 横断歩行者衝突防止支援：横断歩道を渡っている歩行者を検知し、運転者に対し情報提供を行う。

本研究では以上のAHSサービスそれぞれについて、心理的側面に着目した評価を試みる。その上で、最終的には、それらの貨幣タームでの評価を行う。

3. AHS導入に伴う心理的効果とその評価

3.1 アンケート調査の概要

2章に示すAHSサービスに対し、どのような心理的項目の効果が高いと考えるのかを調査した。なお、ここでは次の5種類の心理的効果項目に着目した。交通事故に対する危険感の軽減、運転時の緊張感緩和、道路利便性の向上、歩行者・自転車事故の減少、住環境の向上である。

まず、危険感の軽減は、AHS導入による交通事故の減少が、運転者自身の生命や身体への危険感を軽減する場合の効果である。緊張感緩和は、常に道路交通状況に注意を払って運転している状

況に対し、AHS 導入が緊張感を緩和させる場合の効果である。道路利便性は、運転未熟者や高齢者に着目し、その人々の運転時の負担を軽減するという点で道路利便性を高める場合の効果である。

歩行者・自転車事故減少とは、そのような事故が即生命への危険に繋がるとの認識から取り上げたものである。ここで、歩行者・自転車事故は加害者にとっても不幸なものとなる。AHS の導入による事故減少は、結果として加害者側の精神的負担も緩和させるのではないかと考えたものである。住環境の向上は、交通事故の減少が地域社会の質的向上ももたらし、それによる住みやすさを向上させる場合の効果である。

3.2 アンケート調査の概要

アンケート調査は、平成 13 年 12 月に、岐阜大学の学生を対象として行った。調査では、155 名の学生にアンケートを実施し、そのうち有効となる回答が 141 得られた。なお、今回は運転者の立場に限定して、アンケートへの回答をお願いした。他の主体の評価は今後の課題としたい。

3.3 心理的効果の計測結果

得られたアンケートの調査結果を示す。項目からは、3.1 節の心理的効果項目に対応している。

表 - 1 個別評価結果(前方障害物)

項目	ない	あまりない	ふつう	ある	大いにある
	2 (1.42%)	6 (4.26%)	20 (14.18%)	84 (59.57%)	29 (20.57%)
	1 (0.71%)	17 (12.06%)	29 (20.57%)	67 (47.52%)	27 (19.15%)
	10 (7.09%)	17 (12.06%)	34 (24.11%)	64 (45.39%)	16 (11.35%)
	13 (9.22%)	21 (14.89%)	34 (24.11%)	55 (39.01%)	18 (12.77%)
	10 (7.09%)	33 (23.40%)	65 (46.10%)	29 (20.57%)	4 (2.84%)

表 - 2 個別評価結果(車線逸脱)

項目	ない	あまりない	ふつう	ある	大いにある
	4 (2.84%)	12 (8.51%)	32 (22.70%)	74 (52.48%)	19 (13.48%)
	15 (10.64%)	19 (13.48%)	35 (24.82%)	62 (43.97%)	10 (7.09%)
	14 (9.93%)	26 (18.44%)	31 (21.99%)	58 (41.13%)	12 (8.51%)
	9 (6.38%)	13 (9.22%)	40 (28.37%)	67 (47.52%)	12 (8.51%)
	15 (10.64%)	30 (21.28%)	52 (36.88%)	37 (26.24%)	7 (4.96%)

表 - 3 個別評価結果(出会い頭)

項目	ない	あまりない	ふつう	ある	大いにある
	3 (2.13%)	4 (2.84%)	19 (13.48%)	75 (53.19%)	40 (28.37%)
	6 (4.26%)	13 (9.22%)	28 (19.86%)	64 (45.39%)	30 (21.28%)
	2 (1.42%)	15 (10.64%)	39 (27.66%)	63 (44.68%)	22 (15.60%)
	12 (8.51%)	18 (12.77%)	29 (20.57%)	55 (39.01%)	27 (19.15%)
	5 (3.55%)	20 (14.18%)	57 (40.43%)	50 (35.46%)	9 (6.38%)

表 - 4 個別評価結果(歩行者・自転車)

項目	ない	あまりない	ふつう	ある	大いにある
	2 (1.42%)	10 (7.09%)	34 (24.11%)	64 (45.39%)	31 (21.99%)
	9 (6.38%)	16 (11.35%)	41 (29.08%)	60 (42.55%)	15 (10.64%)
	7 (4.96%)	15 (10.64%)	42 (29.79%)	64 (45.39%)	13 (9.22%)
	2 (1.42%)	8 (5.67%)	28 (19.86%)	59 (41.84%)	44 (31.21%)
	1 (0.71%)	14 (9.93%)	41 (29.08%)	57 (40.43%)	28 (19.86%)

この結果について、AHS サービス間および項目間で比較できるよう各評価値の得点化を行った。ここでは、その上で考察を行うこととする。

3.4 得点化による集計結果

各効果の評価は、効果が「ない」: 0 点、「あまりない」: 1 点、「ふつう」: 2 点、「ある」: 3 点、「大いにある」: 4 点のように得点化した。そして、結果を集計したものが図-2 である。

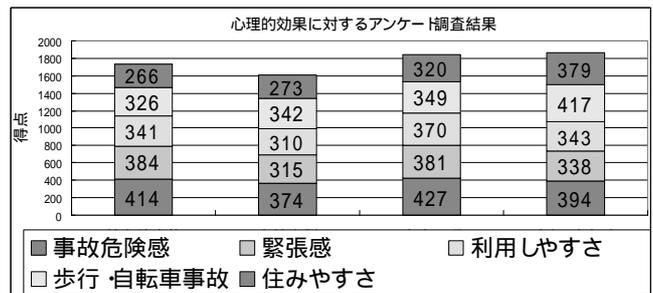


図-2 心理的効果項目得点付け評価結果

この結果を見ると、総合的には(4)横断歩行者衝突防止と(3)出会い頭衝突防止支援サービスに対する評価が高い。これについて、さらに個別の心理的効果の項目ごとに見ると、(4)横断歩行者衝突防止は歩行者・自転車事故の減少効果、住みやすさの向上効果に対する評価が高く、(3)出会い頭衝突防止では、交通事故危険感緩和効果、利用しやすさの向上効果が、他の AHS サービスと比較して高くなっている。

他の AHS サービスについて、(1)前方障害物衝突防止は、緊張感緩和効果と、交通事故危険感緩和効果が比較的高い評価であるが、(2)車線逸脱防止は、どの心理的効果も高い評価とはなっていない。また、(2)は、総合的な評価でも最も低い結果となっている。ただし、これはあくまで被験者の主観的な評価によるものであり、実際に AHS を導入した場合の交通事故軽減効果とは区別して考える必要がある。例えば、現実には AHS が導入され、仮に車線逸脱防止支援サービスの物理的観点からの交通事故抑制効果が高かった場合には、ここで示された被験者の主観的評価も変化する可能性がある。これはアンケート調査での限界とも言え、本結果にある程度の曖昧さが含まれている点には注意が必要である。

4. コンジョイント分析による AHS 導入の支払い意思額の計測

4.1 コンジョイント分析の概要

続いて、コンジョイント分析により、AHS 導入に対する支払い意思額の計測を行う。コンジョイント分析は、市場調査(マーケティング)、環境経済学の分野で研究蓄積がある。ただし、1980年代に交通需要予測の分野で研究された非集計モデル分析と理論ベースは同じものである。

コンジョイント分析³⁾は、1)プロファイルの作成、2)プロファイル選択確率の定式化、3)アンケート調査による調査、4)調査データに基づくモデルのパラメータ推定、5)支払い意思額の算定、のように進められる。

4.2 プロファイルの作成

本研究で用いるプロファイルは、4種類の AHS 支援サービスの有無と、整備に必要な負担額とした。なお、負担額は自動車を購入する際、購入代金とともに支払われるものとした。図-3に例を示し、これをプロファイル A とする。

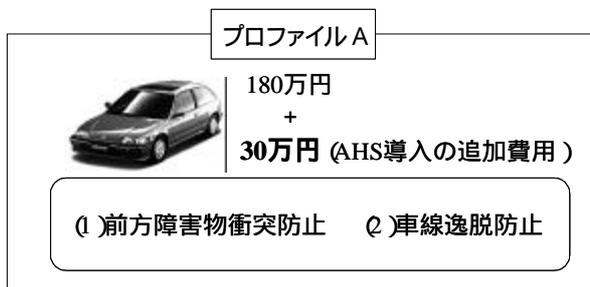


図-3 コンジョイント分析にて用いたプロファイルの例

同様の内容で AHS サービスの内容と負担金とが異なるプロファイル B を作成し、被験者にはプロファイル A,B のうち、どちらが望ましいかを尋ねる。こうしたプロファイルの組み合わせを一人10通り提示し、回答をお願いした。

4.3 プロファイル選択確率の定式化

前節のプロファイルの選択について、選択確率の定式化を行う。その定式化にロジットモデルを用いる。すなわち、プロファイル A の選択確率を以下のように表されるものとした。なお、効用関数は、(2)式のように線形式とする。

$$P_A = \frac{\exp(qV_A)}{\exp(qV_A) + \exp(qV_B)} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_j = \sum_k a_k x_k + bZ_j \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 P_A : プロファイル A の選択確率、 q : ロジットパラメータ($q=1$)、 V_A, V_B : プロファイル A, B を選択した場合の効用、 V_j : プロファイル j ($j=A, B$) を選択した場合の効用、 Z_j : プロファイル j の負担金、 x_k : AHS 支援サービス k 整備の有無を表すダミー(整備あり: $x_k=1$, 整備なし: $x_k=0$)、 a_k, b : パラメータ

4.2 節に示したプロファイル選択について、アンケートで回答を求めた。それにより、AHS の整備条件と負担金との組み合わせに対する被験者の選択の有無がデータとして得られる。それをもとに、最尤推定法により(1),(2)式のパラメータを推定する。

4.4 支払い意思額の算定

パラメータが決定すれば、(2)式の効用関数の式を展開することにより、支払い意思額が導出される。(2)式を全微分して整理すると AHS 支援サービス k の単位変化に対する限界的な支払い意思額が以下のとおり求められる。

$$\frac{dZ_j}{dx_k} = -\frac{a_k}{b} \dots \dots \dots (3)$$

4.5 AHS 支援サービス導入に伴う支払い意思額の計測結果

4.5.1 パラメータ推定結果

まず、パラメータの推定結果を示す(表-5)。

表-5 パラメータ推定結果

パラメータ	推定結果	値
1	0.342	8.824
2	0.028	0.380
3	0.390	4.670
4	0.602	9.838
	-0.016	-4.525

的中率 58.0%

表-5の結果をみると車線逸脱防止の t 値が低い。心理的効果項目の評価結果と併せて考えると、車線逸脱防止は、他の AHS サービスと比較するとそれほど重要と考えられていない可能性がある。ただし、繰り返しになるがこれはあくまで被験者の主観的な意識であり、この結果から直ちに車線逸脱防止支援サービスの重要性が否定されるものではない。今後のさらなる実地実験等により、車線逸脱防止の物理的効果が確認されることにより、

心理的効果も変化する可能性は十分考えられる。

4.5.2 支払い意思額の算定結果

表-5にて示されたパラメータの推定結果を用いて、各 AHS 支援サービスの支払い意思額を算定した(図-4)。

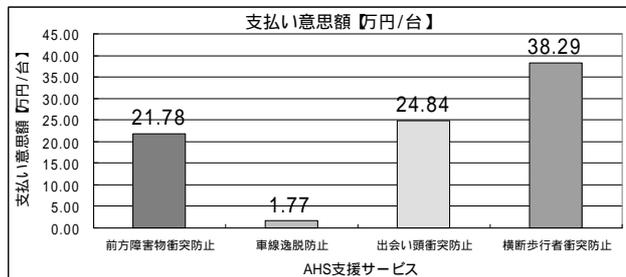


図-4 購入自動車一台あたりの支払い意思額

これを見ると、横断歩行者衝突防止サービスに対する支払い意思額が突出している。横断歩行者衝突防止サービスは、次に評価が高い出会い頭衝突防止サービスより13万円ほど価値が高いことがわかる。歩行者衝突事故は、多大な被害をもたらす可能性があるため、その防止サービスに対する評価が高くなったものと考えられる。なお、以上の結果は、前節の個別心理的効果項目の調査結果とも整合したものである。

4.5.3 AHS サービス導入の経済評価(岐阜市)

続いて、岐阜市を対象として交差点に着目した AHS サービスの導入効果を示す。

まず、図-4の結果は一台あたりの支払い意思額である。ここで、例えば当該自動車の使用期間を7年とすると、その支払い意思額も7年分となる。割引率を4%として年あたり支払い意思額を算定した。その結果、各 AHS サービスの年あたりの導入効果は、(1)前方障害物衝突防止：3.63 [万円/台・年]、(2)車線逸脱防止：0.29 [万円/台・年]、(3)出会い頭衝突防止：4.14 [万円/台・年]、(4)横断歩行者衝突防止：6.38 [万円/台・年]となった。

これに、岐阜市の自動車保有台数を乗じることにより、岐阜市全体での総支払い意思額が得られる。さらに、これを岐阜市の主要交差点数⁴⁾で割ることにより、一交差点あたりの AHS 導入効果が求められる。その結果を表-6に示す。表-6には、一台あたりの支払い意思額(WTP)と、岐阜市全体での支払い意思額および交差点あたりの AHS 導

表-6 交差点あたり AHS 導入効果(岐阜市)

自動車保有台数(H5)	204,253台
主要交差点数	450箇所

	一台WTP	市全体WTP	交差点WTP	交差点総WTP
前方障害物衝突防止	3.63	74.1	1,647	2.40
車線逸脱防止	0.29	6.0	133	0.19
出会い頭衝突防止	4.14	84.5	1,878	2.74
横断歩行者衝突防止	6.38	130.3	2,895	4.22

(万円/年・台) (億円/年) (万円/年・交差点) (億円/交差点)

入効果が示されている。なお、交差点あたりの AHS 導入効果は、単年度分とそれを対象期間20年、社会的割引率4%として計算した総便益額を示した。それによれば、例えば、岐阜市の主要交差点450箇所に、横断歩行者衝突防止用 AHS サービスが整備されたとすると、一交差点あたり2,900(万円/年)弱の便益が得られる。なお、20年の対象期間の下では4.2(億円)の便益が得られる結果となる。

5. おわりに

本研究では、コンジョイント分析を用いて心理的効果に着目した AHS 導入効果の計測を行った。これまで、心理的効果まで含め、さらにその計量評価という点ではほとんど議論がされて来なかった。これに対し、本研究の結果によれば、歩行者衝突防止支援サービスは、20年の対象期間で交差点あたり4.2億円の効果となることが示された。

今後の課題としては、コンジョイント分析で用いた効用関数の形状に対する検討が挙げられる。ここでは、操作性の高い線形関数を採用した。今後は、高度な非線形を有するニューラルネットワークモデルや属性間の相互関係を表現するために加法性の一般化を図ったファジィ積分の導入が必要と考える。

なお、本研究は、土木学会・土木計画学研究小委員会「ITS社会に向けた交通事故分析」における研究成果の一部である。本研究に関して、ご意見をいただいた研究小委員会の各委員に感謝の意を表する次第である。

【参考文献】

- 川崎茂信・横地和彦(2001): 走行支援システムの実証実験, 交通工学, Vol.36, No.6, 交通工学研究会, pp.23-29.
- 国土交通省道路局 ITS ホームページ: <http://www.its.go.jp/ITS/j-html/ahs/20010607-4.html>.
- 大野栄治(2000): 環境経済評価の実務, 勁草書房.
- 国土交通省道路局(2001): 平成11年度道路交通センサス, 交通工学研究会.