

AHSの費用便益分析

Cost Benefit Analysis of AHS

横田 敏幸^{a)} Toshiyuki YOKOTA

上田 敏^{b)} Satoshi UEDA

1. はじめに

AHSはサービスレベルやAHSの機能、道路種別、地域など導入にあたっての意志決定材料が多岐にわたるシステムである。このようなシステムの導入のための計画を策定するにあたっては、ニーズ調査や費用便益分析のような社会経済的分析がきわめて重要である。なかでも費用便益分析はシステムのパフォーマンス評価やシステムの導入・進化のシナリオを策定するにあたっての強力な分析ツールである。そのためB/Cを推定するためのツールとしてABCD Evaluation Modelを開発中である¹⁾。図-1にそのモデルの構成を示す。本論文ではABCD Evaluation ModelのうちSafety Benefit ModuleとMobility Efficiency Moduleの解説及び評価結果の報告を行う。

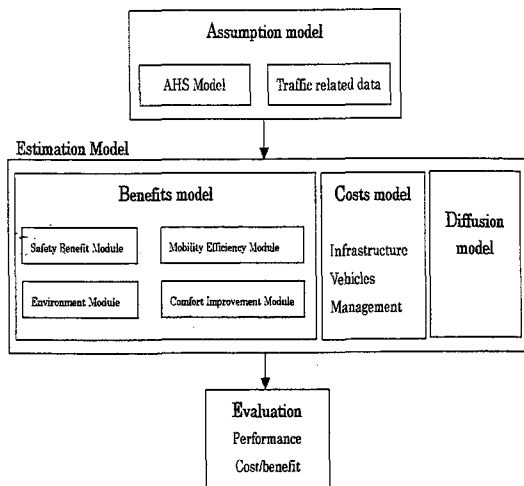


図-1 ABCD Evaluation Model

2. Safety Benefit Module

事故低減効果を安全性向上の評価軸とし、AHSの事故低減四段階推定法(MT法)によって事故低減効果を次の4つのStepで推定する。

Step 1: 機能と事故の基本対応 (機能—事故類型マトリックス)

AHSの基本機能(縦、横、交差)が事故類型(事故結果からみたカテゴリー化)と1対1の対応をとるように事故類型を改良し、AHSがすべての事故に機能するように表-1の様に設定する。

表-1 AHSの機能と安全のパフォーマンス

AHSのサービスレベル		AHS-i			AHS-c			AHS-a
基本機能		縦	横	交差	縦	横	交差	
機能の名称		衝突警告機能	車線逸脱警告機能	交差点危険警告機能(一般道)	衝突防止制御機能(高速)	車線逸脱防止制御機能(一般道)	交差点事故防止制御機能(一般道)	合流支援制御機能(合流道)
安全性の向上 (対応する事故類型)	人対車両	横断中(交差点)		○			○	
	横断中(単路部)	○			○			
	通行中	○			○			
	正面衝突(交差点)		○			○		
	正面衝突(単路部)		○			○		○
	追突(交差点)			○			○	○
	追突(単路部)	○			○			○
	出会い頭		○			○		
	追越・道路変更時(交差点)			○			○	○
	追越・道路変更時(単路部)	○			○			○
	右左折時等		○			○		
	工作物、路外逸脱等		○			○		○
車両単独	駐車車両	○			○			○
	落下物	○			○			○

AHSの基本機能は事故の結果と対応し、機能が

キーワード: ITS

^{a)} 正会員 工修, MPA 建設省土木研究所道路部高度道路交通システム研究室 主任研究員

^{b)} 正会員 工修 建設省土木研究所道路部高度道路交通システム研究室長

多くなればそれだけ多くの種類の事故に対応する。
Step 2：システムのサービスレベルと機能の
設定

分析しようとしている具体的なAHSシステムの
サービスレベルと保有している機能を明確化する。

Step 3：事故低減率の算定

事故は事故結果（事故類型）と事故原因（事故要
因）の観点から分析することが出来る。表－2に一
般国道（DID）における死亡・負傷事故の原因と
結果のマトリックスの事例を示す。

AHS－i、AHS－c、AHS－aのサービス
レベルは事故原因（発見の遅れ、判断の誤り、操作
上の誤り、運転能力等の欠如、その他）と対応する。

AHS－iは発見の遅れを解消し、AHS－cは発
見の遅れ、判断の誤り、操作上の誤り、運転能力等
の欠如を解消する。また、AHS－aはすべての基
本機能を有するとともに、すべての自動車のドライ
バーに原因のある事故原因を解消する。すなわち、
サービスレベルは事故の原因と対応し、AHSのサ
ービスレベルが向上することによって多くの事故原
因を解消する。（表－3において解消する事故原因
の事故低減係数を1とし、解決できないものを0と
した。）

この考えに基づきAHSの基本機能の事故低減率
を算出する。同じく表－3にその計算結果の事例を
示す。

表－2 事故類型－事故要因マトリックス（事例紹介）

			人的要因										合計	
			自動車（乗用車及び貨物車、ただしミニカーを除く）				二輪車等その他車両 人的要因あり		自転車 人的要因あり		歩行者 人的要因あり			その他
			発見の遅れ	判断の誤り 等	操作上の 誤り	運転者自身の 運転能力・運 格の欠如等								
人対車両	横断中	単路部	1,285	467	6	17	337	1	523	23	2,659			
		交差部	3,697	541	22	75	396	16	732	83	5,562			
接触事故	通行中	単路部	464	123	63	15	126	32	26	17	866			
		交差部	1,005	302	481	149	104	43	0	33	2,117			
	正面衝突	単路部	517	146	196	46	64	23	0	3	995			
		交差部	194	75	69	10	33	20	0	6	407			
	すれ違い時	単路部	37,449	9,812	3,474	275	1,093	14	0	144	52,261			
		交差部	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	追突	単路部	12,320	1,759	94	594	1,295	1,084	0	127	17,273			
		交差部	2,952	879	138	46	519	87	0	27	4,648			
	出会い頭	単路部	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		交差部	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
車両単独	追越・道路 変更時等	単路部	26,365	4,413	198	383	1,470	382	0	110	33,321			
		交差部	1,024	395	1,004	195	1,067	80	0	22	3,787			
	右左折時等	単路部	146	14	34	9	132	3	0	1	339			
		交差部	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
列車	駐停車間 落下物	単路部	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		交差部	2	2	0	0	0	1	2	0	7			
小計			87,420	18,928	5,779	1,814	6,636	1,786	1,283	596	124,242			
合計				113,941			9,705							

表－3 事故低減率（事例紹介）

			AHS-i						AHS-c						AHS-a	
			縦		横		交差		縦		横		交差		合分 流事	
			機能	衝突 警告	警告 機能	車線 逸脱	能 能	能 能	能 能	能 能	能 能	能 能	能 能	能 能		能 能
事故低減率	人的 要因	運転者が 原因	発見の遅れ	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0					
			判断の誤り	0.0	0.0	0.0			1.0	1.0	1.0					
			操作上の誤り	0.0	0.0	0.0			1.0	1.0	1.0					
			運転能力等の欠如	0.0	0.0	0.0			1.0	1.0	1.0					
		その他車両が原因	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0						
		自転車の運転が原因	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0						
		歩行者が原因	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0						
		その他	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0						
		道路種別：一般国道（DID）														
		事故低減率	事故 類型	人対車両	横断中	単路部	0.48			0.66		0.67				
交差部												0.78				
接触事故	通行中			単路部	0.54					0.77						
	正面衝突			単路部			0.47					0.91				
	交差部							0.52					0.91			
	すれ違い衝突			単路部	0.48					0.86						
	追突			単路部	0.72					0.98						
	出会い頭			単路部				0.71					0.85			
車両単独	追越・道路変更時等			単路部	0.64					0.86						
	交差部															
	右左折時等				0.27						0.94					
	工作物・路外逸脱等															
合計			0.69	0.34	0.75			0.95	0.77	0.90						

Step 4 : 事故削減効果の算定

Step 3 で計算された事故低減率および道路関連データから次式によって事故削減効果を算定する。

$$\text{事故削減数} = \text{当該箇所の事故率} \times \text{事故低減率} \times \text{交通量/年} \times \text{システム延長}$$

3. Mobility Efficiency Module

走行時間短縮、走行経費減少を効率の評価軸とし、AHS の効果である反応時間の減少、車間距離の短縮による交通流の改善によつての旅行速度の向上による効率化を以下の4つの効果に分類し3つのStep で評価する。ただし、交通容量の増加に伴う需要の増加分は考慮しない。

Effect 1 : プラトーニングによる効果

Effect 2 : 適切な車間距離の確保によるトンネルなどのボトルネックの解消

Effect 3 : 安全性の向上による事故渋滞の解消

Effect 4 : 通行規制の解消

Step 1 : 機能と効率の基本対応

AHS の基本機能(縦、横、交差)が上記 Effect 1 ~ 4 について、現状の旅行速度をどのように改善するか定義する。各効果から生じる速度差を次のように設定する。

Effect 1 : 旅行速度→法定速度

Effect 2 : 渋滞速度→旅行速度

Effect 3 : 渋滞速度→旅行速度

Effect 4 : 50 km/h で走行可能とする

旅行速度はセンサス旅行速度等より算出する。ボトルネックにおける交通容量と速度の関係から、今回は渋滞速度は法定速度の1/3とした。

Step 2 : AHS 車両普及率と旅行速度

AHS 混在道においてAHS 車両普及率が効果(目標とする旅行速度)に与える影響を補正するためのAHS 普及率補正係数を算定する。

Step 3 : 効率効果の算定

目標旅行速度、AHS 普及率補正係数、道路関連データより走行時間短縮便益、走行経費減少便益の

推定を行う。推定は建設省の費用便益の推定のためのマニュアル¹⁾に準ずる。

4. ABCD Evaluation Model を用いた評価

(1) 評価したシステム及び評価の前提

道路区分を Case1: 国土開発幹線自動車道、Case2: 指定自動車専用道路、Case3: 一般国道(DID以外)、Case4: 一般国道(DID)とし、表-1で整理した9つの機能について評価を実施した。なお、今回は環境負荷の低減効果は評価結果だけを報告する。

(2) 評価結果

(a) AHS 普及曲線の予測

Diffusion Model^{3) 4)}を用いて普及率を予測している。その結果は2000年を基準年とすると2010年での普及率は約35%、2020年での普及率は約95%、2030年での普及率は約100%と予想されている。⁴⁾

(b) AHS の評価

ABCD Evaluation Model によるAHS の事故低減率、全路線延長のAHS の便益/year、普及率を100%としたときのB/C、AHS の普及率がゼロからスタートした30年間のB/Cについての評価結果を表-3に示す。ただし次の点に留意が必要である。1つ目は、AHS-i、AHS-cのほとんどの便益は安全性の向上でだが、今回の推計は事故率について道路区分ごとの全国の平均値を用いている。そのため、B/Cで計算上1を切っている推定値もあるが、各CaseでB/Cが1を上回る路線は数多く存在する。2つ目は、30年間のB/Cの計算にあたっては普及率が0%からスタートしているため30年間のB/Cとしては最小値となる。

表-4 AHSの評価

AHSのサービスと機能 AHSの評価		AHS-i					AHS-c					AHS-a	
		縦	横	交差		合計	縦	横	交差		合計	自動付機能 (合連)	
		衝突防止機能	車線変更機能	交差点優先機能 (一般道)	合流優先機能 (高速)		衝突防止機能	車線変更機能	交差点優先機能 (一般道)	合流優先機能 (高速)			
AHSの事故削減率	Case1	0.6	0.2	-	0.7	0.6	1.0	0.9	-	1.0	1.0	1.0	
	Case2	0.7	0.2	-	0.7	0.6	1.0	0.9	-	1.0	1.0	1.0	
	Case3	0.7	0.4	0.7	-	0.6	1.0	0.9	0.9	-	0.9	-	
	Case4	0.7	0.3	0.8	-	0.7	1.0	0.8	0.9	-	0.9	-	
各Caseごと全道網延長のAHSの便益/year 億円	Case1	安全	250	50	-	3	303	380	200	-	4	584	600
		効率	40	10	-	0.3	50	310	20	-	1	331	7,600
		環境	0.1	0	-	0	0.1	1	0	-	0	1	-200
		計	290	60	-	3	353	691	220	-	5	916	8,000
	Case2	安全	170	10	-	1	181	240	60	-	2	302	300
		効率	50	2	-	0.2	52	80	10	-	0.3	90	11,000
		環境	0.2	0	-	0	0.2	0.3	0	-	0	0.3	30
		計	220	12	-	1	233	320	70	-	2	392	11,300
	Case3	安全	1,400	600	1,100	-	3,100	2,000	1,500	1,400	-	4,900	-
		効率	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		環境	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		計	1,400	600	1,100	-	3,100	2,000	1,500	1,400	-	4,900	-
	Case4	安全	2,400	300	2,800	-	5,500	3,200	600	3,300	-	7,100	-
		効率	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		環境	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		計	2,400	300	2,800	-	5,500	3,200	600	3,300	-	7,100	-
(B/year)/(C/year) 普及率100%	Case1	1.2	0.5	-	0.1	0.9	1.9	1.9	-	0.1	1.7	2.0	
	Case2	5.1	0.7	-	0.0	2.4	5.0	3.3	-	0.0	2.8	16.9	
	Case3	0.7	0.3	0.1	-	0.3	0.7	0.4	0.1	-	0.3	-	
	Case4	5.4	0.5	1.4	-	1.8	5.0	0.6	1.2	-	1.6	-	
B/C 30年間	Case1	0.7	0.3	-	0.1	0.5	1.2	1.2	-	0.1	1.1	1.3	
	Case2	3.0	0.4	-	0.0	1.4	2.9	1.9	-	0.0	1.6	9.9	
	Case3	0.5	0.2	0.1	-	0.2	0.4	0.2	0.1	-	0.2	-	
	Case4	3.3	0.3	0.9	-	1.1	3.1	0.4	0.7	-	1.0	-	

5. 結論

AHS-i、AHS-cでは安全性の向上が便益のすべてもしくはほとんどを占める。そのため、AHSの導入当初は安全面にウエイトをおいた整備を行う必要がある。特にパフォーマンスの高い都市内(高速、一般国道)から整備し、それによりAHS普及率の向上が期待される。このように安全に重点をおいた普及を図ることによってAHS-aへつながる普及が可能となる。効率はAHS-aになって大きな効果を上げる。その効果は非常に大きなものであるが導入当初から効率の効果を見込むことは難しい。30年間のB/Cが1以上のものはおおむね路線に関わらず導入可能である。それ以外は路線の交通状況、AHSの普及率などの状況によっては導入可能である。

本論文ではAHS導入の大きなシナリオを示した。今後の課題としてはAHS-i、AHS-c、AHS-aへと順次ステップアップした場合のシナリオの検討が必要である。また Mobility Efficiency

ModuleのAHS車両普及率と旅行速度など精緻なパラメータ設定等を行い推定の精度を向上させるとともに、今後のB/C作業が容易となるように費用便益分析マニュアルを作成する必要がある。

本研究を進めるにあたり、東京大学生産技術研究所の桑原雅夫先生には多大なるご指導を賜り、ここに深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Toshiyuki Yokota, Hideo Tokuyama, Satoshi Ueda: "Cost Benefit Analysis for Implementation of AHS", 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, 1997
- 2) 建設省: "道路投資の効果分析手法の検討", 1996
- 3) Vijay Mahajan, Eitan Muller, & Frank M. Bass: "New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research" Journal of Marketing Vol.54, 1990
- 4) 森川高行, 村山杏子: "DIFFUSION MODEL を用いた海外観光旅行者数の予測" 土木計画学研究・講演集 No.15(1), 1992