

高速バスを考慮した都市間交通ネットワークの利用者便益の推計*

Estimation of User Benefits Considering Inter-City Buses in Inter-City Transportation Network *

下原祥平**・長谷部知行***・金子雄一郎****・島崎敏一*****

By Shohei SHIMOHARA**・Tomoyuki HASEBE***・Yuichiro KANEKO****・Toshikazu SHIMAZAKI*****

1. はじめに

我が国の都市間交通ネットワークは、これまで航空や新幹線等の幹線鉄道、高速道路を中心に発展してきている。このうち高速バスは、高速道路の整備とともに路線数が着実に増加しており^①、地域によっては主要な公共交通サービスの一つとして定着しつつある。具体的には、300km以下の近距離都市間を結ぶ路線や新幹線が運行していない地域の路線で、輸送人員が増加傾向にあることが示されている^②。

都市間交通における高速バスの特徴としては、鉄道や航空と比べ運賃が安価に設定されており^③、運賃を重視する利用者にとって有益な交通手段であること、鉄道などの軌道系交通機関と比べ、路線の参入が容易でかつ停留所の設置の自由度が高いことから、利用実態に合わせて、運行頻度の設定や停留所の設置ができるなど、サービスの改善が図りやすいことが挙げられる。

ここで、都市間を結ぶ鉄道、高速バス、自動車の各々の交通サービス水準（Level of Service, 以下 LOS と表記）に着目すると、本研究で評価対象期間とした 1990 年から 2005 年において、多くの都市間で各交通機関の LOS は改善されているが、中でも高速バスは鉄道に比べて運行頻度や所要時間でサービスの改善が進んでいる。しかし、高速バスを含めた交通事業者のサービス改善の取り組みが、都市間を移動する利用者にとどの程度の効果をもたらしているかという点については、必ずしも定量的に明らかされていない。したがって、都市間交通ネットワークにおいて、サービス改善がもたらした便益を推計することは、今後のわが国の都市間交通のサービス改善の方向を検討するうえで有益であると考えられる。そこで本研究は、高速バスを含めた各交通機関の LOS

の変化が、都市間交通ネットワークでの利用者便益の向上にどの程度寄与したかを推計することを目的とする。

ここで、都市間交通ネットワークの評価手法に関する既往研究として、屋井ら^④、栢元ら^⑤、村上ら^⑥の研究が挙げられる。このうち屋井らの研究では、仮想的な鉄道ネットワークにおいて、所要時間が短縮、輸送力が増強された 2 つのケースを想定し、その際の便益の試算を行っている。栢元らの研究では、空港までの鉄道によるアクセスに着目し、都市間旅客の利便性を最大化する鉄道の運行頻度を決定している。村上らの研究では、複数の経路が存在する場合の利用者便益を、全国幹線旅客純流動調査（以下旅客純流動調査と表記）の集計データを用いて推計する手法を提案している。

一方、高速バスの動向に関する既往研究として、野沢ら^⑦、廣野^⑧、寺田^⑨、加藤^⑩などの研究が挙げられる。これらは主に、規制緩和などの施策による高速バス市場への影響を取り上げており、バス路線の新規参入の動向など事業者への影響について言及している。しかし、これらバス事業者の動向が交通ネットワーク全体に与えた影響を評価したものは、著者らが知る限り見当たらない。

以上の既往研究に対して本研究では、都市間交通ネットワークを評価するうえで高速バスネットワークを考慮するとともに、都市間旅客の交通機関選択モデルを構築する際に、真の出発地と目的地を捉えた旅客純流動調査のトリップデータを用いること、また LOS を詳細に設定することで、より精緻な分析を行うものである。

2. 都市間交通ネットワークの利用者便益の推計方法

本章では、評価に用いるデータ、交通機関選択モデル、LOS の設定、代表一般化費用の算出、消費者余剰の推計方法について述べる。

（1）評価に用いるデータ

評価に用いるデータは、旅客純流動調査の第 1 回調査（1990 年実施）から第 4 回調査（2005 年実施）までの秋季平日 1 日の代表交通機関別旅行目的別流動表と、第 1 回および第 4 回調査のトリップデータである。なお 1990 年から 2005 年の間に市町村合併によって、ゾーン

*Key words: 都市間交通, 高速バス, 交通計画評価

** 正員 修（工） 日本大学理工学部土木工学科
（〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14,
TEL&FAX:03-3259-0989）

*** 正員 修（工） 東京都水道局

**** 正員 博（工） 日本大学理工学部土木工学科

***** フェロー員 工博 日本大学理工学部土木工学科

区分が見直された町村は 5 箇所存在したが、これらの町村を発着する流動数は、それら町村が区分されているゾーンの流動数の 1%未満であったため、ゾーンの見直しの影響は少ないと考えられる。

(2) 交通機関選択モデル

旅客純流動調査のトリップデータを用いて、交通機関選択モデルを利用目的別に構築する。目的別にモデルを構築する理由は、利用目的によって交通機関の分担率に差がみられるためである。モデルは公共交通機関である高速バスと、鉄道の 2 項ロジットモデル（以下 BL モデルと表記）、公共交通機関に自動車交通を加えた多項ロジットモデル（以下 MNL モデルと表記）を構築する。なお、OD ごとでサンプルの抽出率にばらつきがあるため、モデルのパラメータ推定には重み付き最尤推定法を用いることとする。

(3) LOS の設定

LOS の設定は、国土交通省により開発、提供されている総合交通分析システム（National Integrated Transport Analysis System, 以下 NITAS と表記）に基づいて行う。NITAS は道路・鉄道・航空・船舶の各交通機関を組み合わせ総合的に交通体系の分析を行うシステムであり、時刻表データや経路探索機能を有している。ただし、旅客純流動調査が実施された時点と NITAS のデータの更新時点が多少異なっており、1990 年の旅客純流動調査のデータを扱う際には、道路ネットワークと鉄道・航空ネットワークを 1991 年 3 月、2005 年の旅客純流動調査のデータを扱う際には、2006 年 3 月の道路ネットワークおよび 2006 年 10 月時点の鉄道・航空ネットワークを用いることとし、各々旅客純流動調査時点に合わせるために、JTB 時刻表¹¹⁾、高速バス時刻表¹²⁾を参照して修正する。

高速バスの LOS については、1990 年および 2005 年とも、ラインホール時間、バス停までのアクセス時間、目的地までのイグレス時間、平均待ち時間および運賃の 5 項目とし、以下のとおり算出する。

ラインホール時間と運賃は高速バス時刻表より、出発地からバス停までのアクセス時間とバス停から目的地までのイグレス時間は NITAS よりそれぞれ算出する。ラインホール時間は、速達型のバスと緩行型のバスが存在する OD 間では、速達型のラインホール時間と緩行型のラインホール時間を加重平均して算出する。運賃は、実際の交通行動では回数券などの割引券種を利用することが考えられるが、公開されているトリップデータには利用券種は含まれておらず、分析には片道の正規運賃を用いる。アクセス時間、およびイグレス時間は、徒歩 20 分以内であれば徒歩、それ以上であれば鉄道あるいは自

動車とし、目的地にバス停が存在する場合には 0 分とする。また平均待ち時間については、式(1)のとおり、高速バスの 1 日の運行時間を運行本数で除したものの 1/2 として算出し、運行本数が 1 日 10 本以下の路線が存在するため、最大値を 60 分とする。

$$T_{w_{ijm}} = \min \left(\frac{T_{s_{ijm}}}{f_{ijm}} \cdot \frac{1}{2}, 60 \right) \quad (1)$$

where $T_{w_{ijm}}$: ゾーン ij 間の交通機関 m の平均待ち時間

$T_{s_{ijm}}$: ゾーン ij 間の交通機関 m の運行時間

f_{ijm} : ゾーン ij 間の交通機関 m の運行本数

なお、運行時間、運行本数は高速バス時刻表より算出する。以上の高速バスの LOS の算出方法を整理したものが表-1 である。

鉄道の LOS については、1990 年および 2005 年とも、ラインホール時間、目的地から駅までのアクセス時間、駅から目的地までのイグレス時間、平均待ち時間および運賃の 5 項目とし、以下のとおり算出する。

基本的な算出方法は高速バスと同様であるが、運行時間および運行本数は旅客純流動調査の対象である特急列車のみを対象とし、JTB 時刻表より算出する。また経路の探索条件は、NITAS による所要時間が最小となる経路とする。以上の鉄道の LOS の算出方法を整理したものが表-2 である。

自動車の LOS については、1990 年および 2005 年とも、ラインホール時間と有料道路料金、燃料費、自動車諸費用の 4 項目とし、以下のとおり算出する。

ラインホール時間、高速道路料金は NITAS から算出する。燃料費については、NITAS より算出される道路距離に対して燃費を 10km/l として 1990 年および 2005 年の石油製品価格¹³⁾を乗じたものとする。自動車諸費用に

表-1 高速バスの LOS の算出方法

項目	参照元	備考
アクセス時間	NITAS	アクセス手段は徒歩 20 分以内で徒歩、それ以上は鉄道、自動車の所要時間の短い手段
平均待ち時間	式(1)	最大 60 分
ラインホール時間	高速バス時刻表	速達型と緩行型の加重平均
イグレス時間	NITAS	イグレス手段は徒歩 20 分以内で徒歩、それ以上は鉄道
運賃	高速バス時刻表	-
運行時間	高速バス時刻表	始発から終発までの時間
運行本数	高速バス時刻表	-

表-2 鉄道の LOS の算出方法

項目	参照元	備考
アクセス時間	NITAS	アクセス手段は徒歩 20 分以内で徒歩、それ以上は自動車の所要時間の短い手段
平均待ち時間	式(1)	最大 60 分
ラインホール時間	NITAS	-
イグレス時間	NITAS	イグレス手段は徒歩 20 分以内で徒歩、それ以上は自動車
運賃	JTB 時刻表	-
運行時間	JTB 時刻表	始発から終発までの時間
運行本数	JTB 時刻表	特急の最低運行本数

表-3 自動車のLOSの算出方法

項目	参照元	備考
ラインホール時間	NITAS	-
有料道路料金	NITAS	-
燃料費	石油製品価格情報	燃費は10km/l
自動車諸経費	小売価格統計調査	日割り換算

については、2005年の小売物価統計調査項目¹⁴⁾の自動車（新車、耐用年数10年）、自動車保険料（自賠責、任意）、自動車整備費をそれぞれについて日割した額の合計である。また、1990年の自動車諸費用については、消費者物価指数を用いて割り戻した値とする。なお、自動車利用者は、都市間の移動において諸費用を認識していない可能性があるが、本研究では諸費用を加えたLOSと加えないLOSを作成し、後述するモデルの再現性が高かった諸費用を加えたLOSを採用した。以上の自動車のLOSの算出方法を整理したものが表-3である。

(4) 代表一般化費用の算出

ゾーン*ij*間の代表一般化費用の算出は、まずロジットモデルより算出した時間価値を用い、各交通機関のゾーン*ij*間の一般化費用を算出する。次に、各交通機関の一般化費用を交通量で加重平均した値とし、式(2)より求める。

$$GC_{ij} = \frac{Q_{ijb}}{\sum_m Q_{ijm}} GC_{ijb} + \frac{Q_{ijr}}{\sum_m Q_{ijm}} GC_{ijr} + \frac{Q_{ijc}}{\sum_m Q_{ijm}} GC_{ijc} \quad (2)$$

where *m* : 交通機関（高速バス *b*, 鉄道 *r*, 自動車 *c*）

GC_{ij} : ゾーン*ij*間の代表一般化費用

Q_{ijb} : ゾーン*ij*間の高速バスの交通量

Q_{ijr} : ゾーン*ij*間の鉄道の交通量

Q_{ijc} : ゾーン*ij*間の自動車の交通量

(5) 利用者便益の推計

利用者便益の推計にはマーシャルの消費者余剰理論を用いる。式(3)に示したとおり、利用者の便益は1990年から2005年の期間にLOSが改善しないとする場合の代表一般化費用の総和から、LOSが向上する場合の代表一般化費用の総和を差し引いたものに相当する。

$$UB = \sum_{ij} \frac{1}{2} (Q_{ij}^b + Q_{ij}^a) (GC_{ij}^b - GC_{ij}^a) \quad (3)$$

where *UB* : 利用者便益

a : 1990年, *b* : 2005年

Q_{ij}^b : 1990年のゾーン*ij*間の交通量

Q_{ij}^a : 2005年のゾーン*ij*間の交通量

GC_{ij}^b : 1990年のゾーン*ij*間の代表一般化費用

GC_{ij}^a : 2005年のゾーン*ij*間の代表一般化費用

3. 九州地方を対象とした利用者便益の推計

(1) 九州地方の都市間交通の現状と時系列変化

本研究では九州地方の都市間交通ネットワークを対象に利用者便益の推計を行う。九州地方を対象とした理由としては、高速バスの路線数や運行本数が第1回の旅客純流動調査が実施された1990年から現在に至るまで増加傾向にあること、国土交通省九州運輸局より路線ごとの輸送データが公開されていることが挙げられる。

トリップ目的別に九州地方県間の各交通機関の分担率を示したものが図-1である。いずれの目的でも自動車の分担率が大半を占めており、利用者にとって自動車が主たる都市間移動の交通手段であることを示している。また、1990年より2005年の方が公共交通の分担率がやや高くなっており、自動車から公共交通機関への旅客が転換している傾向が伺える。一方、観光、私用目的については1990年、2005年とも自動車の分担率がほぼ90%以上と高く、仕事利用の方が公共交通機関の分担率が高い。

(2) 評価対象ネットワーク

九州地方は旅客純流動調査の207生活圏レベルで32のゾーン区分にされ、このうち代表交通手段として自動車、鉄道、高速バスの利用のない対馬、五島などを除くと28ゾーンとなり、一県あたり概ね4ゾーンに区分さ

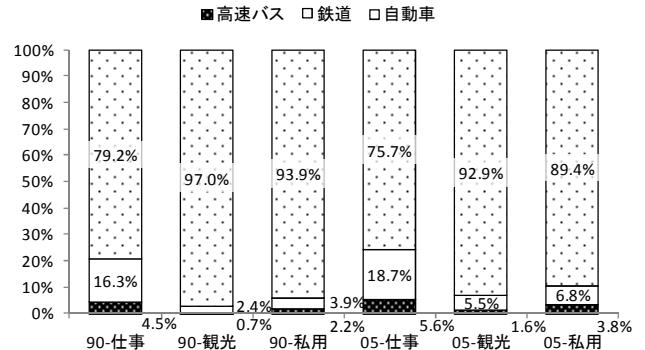


図-1 九州地方のトリップ目的別の分担率の時系列変化

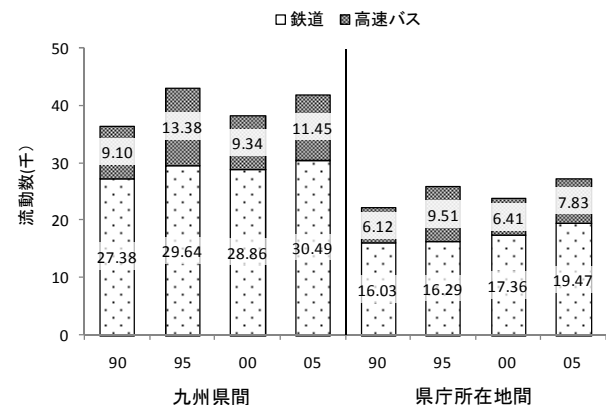


図-2 九州の県間および県庁所在地間の公共交通の流動数の時系列変化

また、分析対象とする交通機関は、高速バス、幹線鉄道（JR 特急・新幹線）、自動車とし、対象ゾーン間を直接結ぶ路線が少ない航空は対象外とする。その際、対象とする高速バス路線は、旅客純流動調査において調査の対象となっている「都市間バス・高速バス」の路線とした。ここで、公共交通の流動数については、九州の県間および県庁所在ゾーン間でほぼ横ばいである。一方、分担率に着目すると、県間と県庁所在ゾーン間とも自動車が-highい、両者を比較すると、県庁所在ゾーン間の方が公共交通の分担率が高い値を示している（表-4 参照）。

1990 年および 2005 年の各交通機関のそれぞれの結果を示したものが表-5, 表-6, 表-7 である. LOS の算出の

まず高速バスおよび自動車のラインホール時間の変化に着目すると、ほとんどの OD 間で短縮している。これは、1995 年に九州自動車道が全線開通し、2004 年には全線で 4 車線以上となったことや、宮崎自動車道、大分自動車道の延伸など高速道路ネットワークの拡充によるものと考えられる。また鉄道のラインホール時間の変化に着目すると、2004 年に九州新幹線（鹿児島ルート）の新八代ー鹿児島中央間が開業した結果、新幹線が利用可能なゾーン間では時間が短縮している。しかし、その他ではラインホール時間に変化はみられない。

一方運賃・料金の変化については、高速バスではほぼ全路線で横ばい、鉄道は新幹線が利用可能な区間では上昇している。

	県間の流動の分担率				県庁所在地間の流動の分担率			
	1990	1995	2000	2005	1990	1995	2000	2005
自動車	89.5%	88.0%	91.7%	90.1%	72.2%	70.9%	82.4%	77.5%
鉄道	7.9%	8.3%	6.2%	7.2%	20.1%	18.4%	12.8%	16.1%
高速バス	2.6%	3.7%	2.0%	2.7%	7.7%	10.7%	4.7%	6.5%

[illegible]

表-6 1990 年および 2005 年における鉄道の LOS

起点	終点	年次	ラインホール時間(分)	アクセス時間(分)	イグレス時間(分)	平均待ち時間(分)	運賃(円)	起点	終点	年次	ラインホール時間(分)	アクセス時間(分)	イグレス時間(分)	平均待ち時間(分)	運賃(円)
福岡県庁	佐賀県庁	1990	43	9	6	20	2500	長崎県庁	熊本県庁	1990	181	5	17	56	7740
		2005	43	9	6	16	2500			2005	181	5	17	45	7740
福岡県庁	長崎県庁	1990	131	9	5	36	5010	長崎県庁	大分県庁	1990	228	5	17	56	11450
		2005	131	9	5	31	5010			2005	227	5	17	49	11650
福岡県庁	熊本県庁	1990	99	9	17	29	4440	長崎県庁	宮崎県庁	1990	444	5	16	60	14700
		2005	99	9	17	22	4440			2005	357	5	16	60	16050
福岡県庁	大分県庁	1990	103	9	17	29	6750	長崎県庁	鹿児島県庁	1990	420	5	17	60	12010
		2005	102	9	17	26	6950			2005	249	5	17	60	12660
福岡県庁	宮崎県庁	1990	319	9	16	60	10530	熊本県庁	大分県庁	1990	166	17	17	60	4750
		2005	318	9	16	51	10730			2005	166	17	17	60	4750
福岡県庁	鹿児島県庁	1990	338	9	17	60	9330	熊本県庁	宮崎県庁	1990	362	17	16	60	10920
		2005	167	9	17	46	9580			2005	208	17	16	60	11700
佐賀県庁	長崎県庁	1990	88	6	5	32	4040	熊本県庁	鹿児島県庁	1990	269	17	17	60	5610
		2005	88	6	5	27	4040			2005	100	17	17	60	7470
佐賀県庁	熊本県庁	1990	91	6	17	39	4790	大分県庁	宮崎県庁	1990	196	17	16	77	6270
		2005	91	6	17	30	4790			2005	196	17	16	42	6270
佐賀県庁	大分県庁	1990	138	6	17	39	9160	大分県庁	鹿児島県庁	1990	342	17	17	60	10300
		2005	137	6	17	34	9360			2005	249	17	17	60	11130
佐賀県庁	宮崎県庁	1990	354	6	16	60	12470	宮崎県庁	鹿児島県庁	1990	146	16	17	60	4450
		2005	267	6	16	60	13520			2005	146	16	17	48	4450
佐賀県庁	鹿児島県庁	1990	330	6	17	60	9470								
		2005	159	6	17	54	10130								

表-7 1990 年および 2005 年における自動車の LOS

起点	終点	年次	ラインホール時間(分)	総距離(km)	有料道路料金(円)	起点	終点	ラインホール時間(分)	総距離(km)	有料道路料金(円)	起点	終点	ラインホール時間(分)	総距離(km)	有料道路料金(円)
福岡県庁	佐賀県庁	1990	78	67.8	950	佐賀県庁	熊本県庁	102	89.2	1650	長崎県庁	鹿児島県庁	375	406.8	7300
		2005	58	60.1	1550			102	89.2	1650			303	381.9	7700
福岡県庁	長崎県庁	1990	155	170.2	3660	佐賀県庁	大分県庁	196	169.5	1250	熊本県庁	大分県庁	165	125.9	0
		2005	113	153.6	3950			161	210.1	4350			165	125.9	0
福岡県庁	熊本県庁	1990	113	123.7	2650	佐賀県庁	宮崎県庁	294	296.4	5100	熊本県庁	宮崎県庁	220	221.0	3600
		2005	103	119.5	3250			244	270.2	5550			172	195.3	4500
福岡県庁	大分県庁	1990	200	174.4	1300	佐賀県庁	鹿児島県庁	307	282.1	4350	熊本県庁	鹿児島県庁	222	207.4	3050
		2005	136	161.4	4200			250	258.1	5150			176	182.7	4050
福岡県庁	宮崎県庁	1990	434	365.8	3420	長崎県庁	熊本県庁	173	213.6	4710	大分県庁	宮崎県庁	336	240.9	770
		2005	235	298.4	6800			163	212.4	4700			330	399.2	8250
福岡県庁	鹿児島県庁	1990	318	317.1	5350	長崎県庁	大分県庁	261	265.8	3960	大分県庁	鹿児島県庁	468	377.2	1950
		2005	241	285.1	6150			216	264.0	5600			331	387.0	7850
佐賀県庁	長崎県庁	1990	119	115.9	2760	長崎県庁	宮崎県庁	363	419.6	7910	宮崎県庁	鹿児島県庁	152	161.6	3850
		2005	97	107.5	2600			308	392.5	8150			148	135.8	3050

(4) 交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

BL モデル, MNL モデルによる仕事目的の交通機関選択モデルのパラメータ推定結果と時間価値を表-8, 表-9 に示す. 各変数の符号条件は整合しており, t 値も有意であり, 尤度比, 的中率も問題はない. しかし, 2005 年の仕事目的以外の観光目的, 私事目的, 1990 年の仕事目的, 観光目的, 私事目的については尤度比, 的中率とも低く, 統計的に有意なパラメータが得られなかった.

この原因として, 各 OD 間のトリップデータ数にばらつきがあることで, 1 トリップデータあたりの拡大係数がゾーンにより大きく異なることで, モデルの安定性に影響を及ぼした可能性が考えられる. 旅客純流動調査のトリップデータについては拡大係数の設定など課題が指摘されており¹⁵⁾, その点を踏まえたモデルの構築方法の検討が今後必要である. なお MNL のモデル構築の際には, ネスティッドロジットモデルの構築も試みたが, こちらについても統計的に有意なパラメータが得られなかった. また, 交通機関選択において, 性別, 年齢, 免許保有の状況などの個人属性は選択結果に影響を与える要因であるが, 今回用いたトリップデータには欠損が多く, サンプル数を確保するため導入は行わなかったことも原因として挙げられる.

MNL モデルについては, 符号条件, t 値には問題ないが, モデルの選択結果に高速バスの利用がないという結果となった. この原因として, LOS の設定において自動車にはアクセス・イグレス時間, 待ち時間を導入していないため, ラインホール時間が高速バスと自動車で大きな差がないことより, 自動車の方の効用が高くなったこ

表-8 BL モデルのパラメータ推定結果

2005仕事				
	パラメータ	t 値	時間価値 (円/分)	
アクセス時間 (分)	-0.0200	-3.14	74.1	(66.7)
待ち時間 (分)	-0.0255	-3.03	94.4	(85.0)
ラインホール時間 (分)	-0.0290	-11.58	107.4	(96.7)
イグレス時間 (分)	-0.0231	-3.64	85.6	(77.0)
運賃 (円)	-0.00027	-6.04	-	
高速バス定数項	-1.59	-8.64	-	
尤度比			0.288	
的中率			85.0	

※括弧内は1990年の時間価値

表-9 MNL モデルによるパラメータ推定結果

2005仕事				
	パラメータ	t 値	時間価値 (円/分)	
アクセス時間 (分)	-0.0193	-3.89	160.8	(144.8)
待ち時間 (分)	-0.0260	-8.51	216.7	(195.0)
ラインホール時間 (分)	-0.0146	-13.78	121.7	(109.5)
イグレス時間 (分)	-0.0177	-3.56	147.5	(132.8)
運賃 (円)	-0.00012	-4.13	-	
自動車定数項	-1.70	-7.97	-	
高速バス定数項	-1.38	-12.42	-	
逆数距離 (m)	178	16.60	-	
尤度比			0.297	
的中率			66.6	

※括弧内は1990年の時間価値

とが挙げられる. 以上を踏まえ一般化費用の算出にあたり, 1990 年の時間価値については, 2005 年の GDP と 1990 年の GDP の比で割り戻した値とする.

(5) 一般化費用の算出

各交通機関の OD 間の一般化費用は, BL モデルより得られた時間価値をもとに算出する. 具体的には式(4)のとおり, 各サービス水準に算出した時間価値を乗じ, 貨幣換算したものに運賃・料金を加えたものとする.

$$GC_{ijm} =$$

$$T_{vA}T_{A_{im}} + T_{vW}T_{W_{ijm}} + T_{vL}T_{L_{ijm}} + T_{vE}T_{E_{jm}} + C_{ijm} \quad (4)$$

where GC_{ijm} : ゾーン ij 間の交通機関 m の一般化費用

$T_{vA}, T_{vW}, T_{vL}, T_{vE}$: 各時間価値

$T_{A_{im}}$: 交通機関 m のアクセス時間

$T_{W_{ijm}}$: ij 間の交通機関 m の平均待ち時間

$T_{L_{ijm}}$: ij 間の交通機関 m のラインホール時間

$T_{E_{jm}}$: 交通機関 m のイグレス時間

C_{ijm} : 交通機関 m の ij 間の運賃・料金

(6) 代表一般化費用の算出

代表一般化費用の算出は, 交通機関選択モデルにロジットモデル, ネスティッドロジットモデルなどの離散型選択モデルを用いている場合には, ログサム効用による算出方法が妥当である^{16)~18)}. しかし, 各交通機関の LOS の変化がネットワーク全体の利用者便益の向上にど

の程度寄与しているかを推計するため、各交通機関の OD 間の一般化費用を各交通機関の交通量で加重平均する式(2)に基づいて求める。

代表一般化費用の算出は、2005 年の仕事目的のモデルしか構築できなかったため、仕事目的のみについて行う。また、OD 間の交通量にはモデルの推計値を用いたが、1990 年については、旅客純流動調査の代表交通機関別旅行目的別流動表の仕事目的の交通量を用いる。

(7) 利用者便益の推計

以上を踏まえ、高速バスおよび鉄道の LOS の改善による仕事目的の利用者便益の推計を行う。ここで、仕事目的のトリップを対象に便益を推計することから、改めて県庁所在ゾーン間のみで推計を行う妥当性について検討する。具体的には、県庁所在ゾーンへの業務立地の集積状況について、全産業の事業所の立地が県庁所在ゾーンに占める割合は 7 割以上に及ぶ地域があるなど、集積の傾向が見られる¹⁹⁾。また、各都市の県庁と業務集積地との位置関係については、両者の距離は最大で 3km 程度であり、交通機関の選択に与える影響はほとんどないと考えられる。以上より、県庁所在ゾーン間を対象とすることに大きな問題はないものと判断した。

ここで仕事目的の利用者便益を、式(3)に基づいて推計した結果を表-10 に示す。これより、高速バスおよび鉄道の LOS の改善により、1 日当たり 1390 万円の便益が発生していることがわかる。これを 1 人当たりの便益に換算すると 872 円となった。なお、推計した便益の有効数字は LOS の設定で用いた (1) 式の有効数字が 2 桁であるため、2 桁程度であると考えられる。

次に、ネットワーク全体の利用者便益の交通機関ごとの内訳を算出した結果を表-11 に示す。これより、高速バスおよび鉄道の 1 日当たり利用者便益は、それぞれ 320 万円、1071 万円となり、高速バスの LOS の改善により、鉄道の 1/3 程度の便益が発生していることが確認できた。また 1 人当たりの便益については、高速バスが 5,472 円、鉄道が 697 円と両者に大きな差があるが、これは高速バスと鉄道の流動量が大きく異なるためである。

さらに LOS を構成する各項目の便益を算出した結果を表-12 に示す。これより高速バスについては、運賃を含むラインホール時間の利用者便益が 297 万円と最も高く、次に平均待ち時間、アクセス時間の順に便益の増加に寄与していることがわかる。一方鉄道についても、運賃を含むラインホール時間の利用者便益が 804 万円と最も高く、次いで平均待ち時間、イグレス時間、アクセス時間の順で便益の増加に寄与している。

このことから高速バス、鉄道ともラインホール時間、待ち時間の短縮が便益の増加に寄与していることがわかる。このうちラインホール時間については、高速道路網

表-10 利用者便益の推計結果 (仕事目的)

利用者便益 (百万円/日)	流動数 (人/日)	利用者便益 (円/人)
13.90	15,952	872

表-11 交通機関別の利用者便益の推計結果 (仕事目的)

Mode	利用者便益 (百万円/日)	流動数 (人/日)	利用者便益 (円/人)
バス	3.20	584	5,472
鉄道	10.71	15,368	697

表-12 利用者便益の内訳 (仕事目的)

Mode	時間	利用者便益 (百万円/日)	流動数 (人/日)	利用者便益 (円/人)
バス	アクセス時間	0.57	584	10
	平均待ち時間	26.2		449
	ラインホール時間	297.47		5094
	イグレス時間	-4.66		-80
鉄道	アクセス時間	26.42	15,368	17
	平均待ち時間	204.21		133
	ラインホール時間	804.28		523
	イグレス時間	46.47		30

の整備や、鉄道設備の改良による短縮による便益と考えられる。待ち時間については、運行本数の増加や乗り継ぎの向上による便益と考えられる。なおアクセス時間、イグレス時間については低い値となったが、これはいずれの県庁舎、および県庁舎の最寄り駅とも移設していないため、LOS の変化がほとんどなかったためである。

4. おわりに

本研究では、高速バスを含めた都市間交通ネットワークにおいて、各交通機関の LOS の改善による利用者便益の推計を行った結果、全体として利用者便益が発生していることが確認され、高速バスについても一定の便益増加に寄与していることがわかった。また、各交通機関の LOS の変化がもたらす便益については、高速バス、鉄道ともにラインホール時間、待ち時間の短縮の影響が大きく、高速道路網の整備や新幹線の開業による時間短縮、運行本数の増加による平均待ち時間の短縮による便益が多く占めていることがわかった。

ただし以上の推計結果については、県庁が所在するゾーン間のみを対象としたものであり、例えば鉄道の不便地域における高速道路の整備や高速バスの運行等による効果を含めた九州地方全域での評価には至っていない。この点については、引き続き検討が必要である。

最後に都市間交通における今後の課題として、人口減少社会に入ったわが国においては、将来の輸送人員の伸びは期待できないことから、様々な需要喚起策を講じて

していく必要があるほか、現在検討されている高速道路の無料化施策は、高速バスや鉄道など公共交通機関に大きな影響を及ぼす可能性がある。このような課題へ対応していくためには、本研究で構築したモデルをベースに、これを精緻化していく必要がある。具体的には、往復での利用交通手段の違いや利用券種、出発時刻選択など交通行動に関するより詳細なデータを取得するとともに、本研究にて構築したトリップ目的別の交通機関選択モデルに、ラインホール時間の信頼性に関わる変数を導入することや、費用に実勢運賃を用いることなどが挙げられる。また、道路交通における渋滞の影響を考慮するために、交通量配分モデルと統合した分担・配分統合均衡モデルの構築なども必要である。

付記

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究 B）の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 社団法人日本バス協会ホームページ (<http://www.bus.or.jp/>)
- 2) 下原祥平, 金子雄一郎, 島崎敏一: 幹線旅客純流動データを用いた近距離高速バスの特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, CD-ROM, 2008.
- 3) 亀崎元治: 九州地区における高速バスの歴史と現状, 運輸と経済, 3月号, pp.53-60, 2009.
- 4) 屋井鉄雄, 岩倉成志, 伊東誠: 鉄道ネットワークの需要と余剰の推計法について, 土木計画学研究・論文集, Vol.11, pp.81-88, 1993.
- 5) 戸元淳平, 塚井誠人, 奥村誠: 複数経路を考慮した鉄道・航空ネットワークの評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.255-260, 2003.
- 6) 村上直樹, 竹内太郎, 奥村誠, 塚井誠人: 航空との補完的サービスを考慮した最適鉄道運行計画, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, pp.629-634, 2006.
- 7) 野沢誠, 日比野直彦, 森地茂: 高速バスの時系列動向・東北地方を対象として-, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, pp.671-677, 2009.
- 8) 廣野恵夫: 成熟期を迎える高速バス, 運輸と経済, 第56巻, 第2号, pp.58-67, 1996.
- 9) 寺田一薫: バス事業者への新規参入と規制緩和後に残された制度上の課題, 運輸と経済, 第65巻, 第4号, pp.14-22, 2005.
- 10) 加藤博和: 日本における高速バスの現状と課題—アババス台頭を踏まえて—, 運輸と経済, 3月号, 2009.
- 11) JTB 時刻表: JTB パブリッシング, 1990/10月号, 2005/10月号.
- 12) 高速バス時刻表: 弘済出版社, 1990 春・夏号, 2005 夏・秋号.
- 13) 財団法人日本エネルギー経済研究所石油情報センターHP (<http://oil-info.ieej.or.jp/>)
- 14) 総務省統計局 HP: <http://www.stat.go.jp/>
- 15) 内山久雄・毛利雄一: 純流動データの特徴とそれを用いた OD 特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.16(2), pp.271-274.
- 16) 上田孝行, 森杉壽芳, 林山泰久: 交通整備事業の便益計測に関するいくつかの留意事項—城所論文を踏まえた再検討—, 運輸政策研究, Vol.5, No.2, 2002.
- 17) 家田仁, ファン・レ・ピン: ロジットモデルによる経路選択を前提とした交通ネットワーク改善プロジェクトにおける利用者便益のリンク別内訳計算法, 土木計画学研究・講演集, Vol.23(2), pp.219-222, 2000.
- 18) 加藤浩徳, 金子雄一郎, 井上真志: 交通間 OD プロジェクトの利用者便益評価における OD 間代表一般化費用に関する諸問題—ロジットモデルを用いる場合のケーススタディー—, 運輸政策研究, Vol.6.No.1, pp.23-38, 2003.
- 19) 地域経済データ 2006: 東洋経済新報社, CD-ROM.

高速バスを考慮した都市間交通ネットワークの利用者便益の推計*

下原祥平**・長谷部知行***・金子雄一郎****・島崎敏一*****

我が国の都市間交通ネットワークは、航空、幹線鉄道、高速道路を中心に発展してきている。このうち高速バスは、高速道路の整備とともに路線数、旅客数が着実に増加しており、地域によっては主要な公共交通サービスの一つとして定着しつつある。本論文では、高速バスを含めた各交通機関の交通サービス水準の向上が、都市間交通ネットワーク全体の利用者便益の発生にどの程度寄与しているかを分析した。さらにラインホール時間や待ち時間などの各サービスの改善が利用者便益の増加に及ぼす影響を分析した。

Estimation of User Benefits Considering Inter-City Buses in Inter-City Transportation Network *

By Shohei SHIMOHARA**・Tomoyuki HASEBE***・Yuichiro KANEKO****・Toshikazu SHIMAZAKI*****

Inter-city transportation network develops with expansion of individual transportation network such as aviation, railway, and highway. As highway network expands, inter-city bus also expands the network. Because the long-distance passenger and the route of inter-city bus are increasing steadily, it is necessary to add the inter-city bus to evaluation of inter-city transportation network. The paper estimates user's benefit which is brought by the improvement of each transportation service. The result of the estimation shows that shortening of travel time and waiting time contribute to user's benefit.