

羽田空港アクセスバス需要変動に着目した 時間信頼性指標の比較考察

荻原 貴之¹・岩倉 成志²・野中 康弘³・石田 貴志⁴

¹学生会員 芝浦工業大学大学院 (〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5-09c32)

E-mail:me12018@shibaura-it.ac.jp

²正会員 芝浦工業大学教授 (〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5-09c32)

E-mail:iwakura@sic.shibaura-it.ac.jp

³正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2丁目13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail:y_nonaka@doro.co.jp

⁴正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2丁目13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail:t_ishida@doro.co.jp

羽田空港アクセスバスは、ほとんどの路線で復路（空港発）に対して往路（空港着）の利用率が低い状態にあり、道路交通状況による所要時間の変動が利用者へ不安を与えていることが一因と考える。道路の時間信頼性指標は、これまで数多くの統計学的指標が提案されている。また、利用者行動モデルへ時間信頼性指標を組み込んだ研究も数多くなされている。しかし、複数提案されている時間信頼性指標のうち、どの指標が利用者需要と整合的であるかを比較考察した研究は無い。

本研究は、羽田空港アクセスバスの路線別・便別所要時間変動の年間データに基づき、往復利用者数の差と所要時間信頼性指標との関係を分析し、各指標の有効性を比較評価する。

Key Words : Haneda airport bus, travel time reliability, probe data, outward and homeward trip

1. はじめに

羽田空港は、国際競争力や国内需要の創出の観点から今後ますますの発展が期待されており、離発着枠の拡大施策と、増加が見込まれる利用者を確実に捌くことができるアクセス交通機関の更なる利便性向上が求められる。そうした中、鉄道に対しフレキシブルな運用ができ、乗り換えなしで着席できるといった特徴を有した空港アクセスバスの需要が近年高まっており、羽田空港と首都圏各地を結ぶ新規路線がここ十数年で急増している。一方で、これらのほとんどの路線で復路（空港発）に対して往路（空港着）の利用者数が少ない状態にあり、道路交通状況による所要時間の変動が利用者へ不安を与えていることが一因であると言われている¹⁾。

空港アクセスバス（本稿では、アクセスバス、イグレスバスを併せて空港アクセスバスと呼称）の往復利用者数の差や所要時間変動の問題に言及した報告はあるものの、空港アクセスバスの所要時間信頼性を路線別・便別に分析した事例はない。また、これまで提案されている所要時間信頼性指標は、道路管理者と利用者の双方で評

価の異なることが報告^{2,3)}されており、利用者選好に即した評価を行うための指標が求められているところである。

本研究は、空港アクセスバスの路線別・便別の所要時間変動に着目するとともに、往復利用者数の差と所要時間信頼性との関係を分析し、空港アクセスバスの利用者選好と整合的な所要時間信頼性指標を考察することを目的とする。

2. 既存研究のレビュー

羽田空港アクセスバスの所要時間信頼性に関する既存研究及び、所要時間変動を評価するための所要時間信頼性指標に関する既存研究を整理する。

綾城ら⁴⁾は、羽田空港アクセス交通需要予測モデルを構築し、空港アクセスバスに関する利用実態や運行実態が十分把握されておらず、既存の調査研究が少ないことを指摘している。また、空港アクセスバスの分担率は往路より復路の方が多く、往路は航空機の出発時刻に制約があるため定時性の高い鉄道を選択しているが、比較的

時間の制約が少ない復路では、バスを選択している可能性を考察している。さらに、既存の航空動態調査等では得られない羽田空港アクセスの実態や利用意向、空港アクセス利用者数の把握を行うため、アンケート調査・聞き取り調査などを実施している。ここでは、バスの非選択理由として、時間通り正確につかない(19%)や所要時間が分からない(16%)の割合が高く、所要時間の不確かさがバスを選択しない理由として挙げられている。一方、バスの選択理由として、必ず座って行ける(21%)や荷物を運ぶのが楽(14%)、乗換の必要が無い(12%)といった空港アクセスバス特有の項目が挙げられている。定時性に不安を抱く利用者が多いことから空港アクセスバスの所要時間も分析されているが、分析対象日が1日のみであり、所要時間信頼性の分析までは行われていない。以上のように、羽田空港アクセスバスの定時性に対して問題が挙げられているにも関わらず、その所要時間信頼性を実証した既存研究はない。

一方、道路交通の所要時間信頼性に関する研究は数多くの報告があり、所要時間信頼性指標の問題提起と新たな指標が提案されている。表-1に、既往研究の所要時間信頼性指標を走行距離の異なる路線間比較の適否の視点から整理した。

若林ら³⁴⁾は、東名高速名古屋IC～名神高速吹田JCT間を対象に既存の各種時間信頼性指標値PT, PTI, BT, BPI及び、新しい指標値を推定し比較分析を行っている。このうちBPIは、複数の道路で比較した際、指標の構造上「平均旅行時間からの変動」が同じであれば、「平均旅行時間」が小さい道路の方が、BPI値が大きく算出されて所要時間信頼性が低くなるという問題点を指摘している。この点は梶原ら⁹⁾も指摘している。一方、歪度の代替指標「λskew指標」や分散の代替指標「λvar指標」、「TTV指標」は安定した傾向を示しており、旅行時間変動曲線から直観的に期待される旅行時間を素直に表現していると述べている。また、BPI等は道路管理者側の指標であるとして、新たな指標として利用者側の「平均旅行時間±10分」という指標を提案している。これによりドライバーは旅行時間の平均値周りのブレを知ることができ、行動判断の意思決定に利用できるとしている。TT80-TT20, TT70-TT30の指標も併せて提案している。しかしながら、利用者ニーズは多様性があり、単独ではなく複数の指標による所要時間信頼性の評価が必要であることも記述している。

これ以外にも、標準的な時間を見込む場合と、異常時を想定して余裕時間を見込む場合に分けて評価指標を提案した宗像ら⁹⁾の「Index(normal)」、「Index(ubnormal)」や、割田ら⁷⁾の既存指標に対して広域(多種)な旅行時間を対象とした指標「WRT」などが提案されている。

選好モデルに時間信頼性指標を組み込んだ研究も数多

表-1 既存時間信頼性評価指標

	評価指標	定義式
他路線との比較可能	PTI	$TT95/T_{min}$
	BPI	$(TT95 - Tave.) / Tave.$
	Index(normal)	$(Tave. - T_{min}) / T_{min}$ or $(TT50 - T_{規制}) / T_{規制}$
	Index(ubnormal)	$(T_{max} - T_{min}) / T_{min}$ or $(TT95 - T_{規制}) / T_{規制}$
	λskew	$(TT90 - TT50) / (TT50 - TT10)$
	λvar	$(TT90 - TT10) / TT50$
	WRT _A -I	$\sqrt{TT5^2 + TT50^2 + TT95^2} / (TT5)\sqrt{3}$
WRT _B -I	$\sqrt[3]{TT5 * TT50 * TT95 / TT5}$	
他路線との比較不可能	PT	TT95
	BT	TT95 - Tave.
	TTV	TT90 - TT10
	TT80-TT20	TT80 - TT20
	TT70-TT30	TT70 - TT30
	P(Tave+ATTV)	$x TTx(Tave.+ATTV)$, ATTV:許容旅行時間変動
	P(Tave+DTTR)	$x TTx(Tave.+DTTR)$, DTTR:希望旅行時間変動
備考	TTx: x%タイル旅行時間, Tave.:平均旅行時間, T _{max} :最大旅行時間, T _{min} :最小旅行時間, T _{規制} :規制速度走行時の所要時間	

くなされており、福田ら⁸⁾によって網羅的なレビューがされている。空港アクセスにおける時間信頼性をスケジューリングモデルでアプローチした最近の研究成果として、Tam et al.⁹⁾やKoster et al.¹⁰⁾の研究があるが、より適切な時間信頼性指標の検討を目的としたものではない。

本研究では、羽田空港アクセスバスの複数路線を対象に時間帯別の所要時間変動の比較を行い、空港アクセスバスの所要時間信頼性の実態を評価するために上記複数の指標と空港アクセスバスの往復利用率の差と比較し、利用者評価と整合的な所要時間信頼性指標を考察する。

3. 本調査で扱う往復利用率の留意点

本稿で用いている往復利用率については、分析を進める上でいくつか考慮しなければならない点がある。本章ではこのうち、航空旅客動態調査を用いて羽田空港利用者のアクセス・イグレスのトリップパターンの特性について把握を行い、次章以降で分析を進めていく上での参考とする。

(1) 往復利用率データの特性

本研究では、空港アクセスバスの利用者需要を示すデータとして、東京空港交通株式会社が収集した空港アクセスバスの往路と復路の利用率(以下、往復利用率という。)を用いている。この値は、乗車率を表すものではなく、年間の往路、復路それぞれの利用者数を往路と復路の利用者数の合計値で除した値であり、往路利用率と復路利用率の和は1.0となる。往復利用率データは、各バス運行路線の運行実績を基に作成され、空港アクセスバスの利用者需要の特徴を表した貴重なデータである。往復利用率のデータから、ほとんどの路線で復路に比べて往路の利用率が低い傾向にあることを確認している。一方、このデータを用いる上での留意点として、自宅

から羽田空港に到着するまでの1日のトリップチェーンを把握できないため、例えば郊外居住地から羽田空港に行く際に、業務活動を挟んで空港へ行く場合は鉄道を利用する可能性が高いといった、そもそも往路利用率が低い理由を把握できないこと、トリップ目的が不明であること、年間の往復利用率であって、運行便利といった詳細な需要量ではないことなどがあげられる。

(2) 羽田空港利用者のトリップパターン分析

(1)であげた問題に対し、国土交通省航空局が実施している航空旅客動態調査の平成22年度個票データを用いて、羽田空港利用者のアクセス・イグレスのトリップパターンの傾向を把握する。分析には、航空旅客動態調査より得られた、出発地、目的地、現住所、利用アクセス・イグレス交通機関、旅行目的等の回答を用いてトリップパターンを把握する。出発地、目的地、現住所については、市区町村ベースでの分析であること、調査はサンプリング調査であるため、需要量そのものは実績の需要量ではないことに留意されたい。

主要なアクセス・イグレスのトリップパターンとして、表-2に示す8パターンが挙げられる。なお、ここでは郊外を東京23区外、都心を東京23区内と設定する。往路では、郊外に現住所を持つ郊外居住者、都心に現住所を持つ都心居住者ともに、直接羽田空港にアクセスするトリップパターンと、一度都心に立ち寄った後羽田空港にアクセスするトリップパターンが存在している。また、復路についても直接自宅に帰宅するパターンと、都心に立ち寄った後帰宅するパターンが存在している。

(3) 旅行目的別・交通機関別トリップパターン分析

上記で挙げたトリップパターンについて、旅行目的別、利用交通機関別にどのような差異があるかについて考察を行う。表-3では、各トリップパターンについてaとbのように発着地点のパターン（郊外→羽田空港）が同じトリップの利用者合計を100%として、aやeのように居住地から途中立ち寄りをせずに、直接空港にアクセス・イグレスする利用者（直行）と、bやfのように居住地から空港までの間に一旦都心部で立ち寄りをして、その後再度空港にアクセスする利用者（立ち寄り）の割合を百分率で示したものである。

旅行目的で比較すると、直行する全てトリップパターン（a, c, e, g）において、業務目的に対して業務以外の目的での利用の割合が大きい。これは、業務目的の利用者が、出張の際に自宅から一旦会社等に立ち寄り、その後空港に向かうというトリップパターンが想定され、この影響で業務目的での直行するトリップパターンの割合が低くなっていると考えられる。また、この直行するトリップのバスについてみてみると、両旅行目的でアクセス

表-2 主要トリップパターン

T.P.	往路(空港行):Acc	T.P.	復路(空港発):Egr
a	郊外自宅→直接羽田空港	e	羽田空港→直接郊外自宅
b	郊外自宅→都心立ち寄り→羽田空港	f	羽田空港→都心立ち寄り→郊外自宅
c	都心自宅→直接羽田空港	g	羽田空港→直接都心自宅
d	都心自宅→都心立ち寄り→羽田空港	h	羽田空港→都心立ち寄り→都心自宅

表-3 直行と立ち寄りのトリップパターン割合

		Acc.				Egr.			
		郊外→羽田(%)		都心→羽田(%)		羽田→郊外(%)		羽田→都心(%)	
		a	b	c	d	e	f	g	h
業務	全	76	24	85	15	75	25	83	17
	バス	96	4	94	6	94	6	94	6
	鉄道	71	29	83	17	65	35	80	20
業務以外	全	97	3	97	3	97	3	97	3
	バス	99	1	98	2	99	1	99	1
	鉄道	96	4	97	3	96	4	97	3

表-4 トリップパターン別交通機関分担率

T.P.	業務 (%)				業務以外 (%)										
	Acc.		Egr.		Acc.		Egr.								
	バス	鉄道	他	他	バス	鉄道	他	他							
a	27	63	10	e	39	51	10	a	27	48	26	e	29	41	30
b	4	84	12	f	7	82	10	b	8	71	22	f	11	52	37
c	12	71	18	g	18	65	17	c	12	65	23	g	15	63	23
d	4	81	15	h	5	79	16	d	7	70	23	h	4	70	26

において郊外の利用割合の方が高くなっている。これは、空港から距離がある郊外では、乗換抵抗等により直行バスの利用者が都心に比べて多い傾向にあるためと考察される。

表-4は、トリップパターンごとに各交通機関の利用割合を百分率で示したものである。業務目的におけるアクセスとイグレスでの比較を行う。直行トリップパターンであるaのアクセスバスと鉄道の分担率をみると27%対63%であるのに対し、イグレスは39%対51%となっており、空港アクセスバスの往復利用率と同様に、往路に対して復路のバスで分担率が高くなる傾向がみられる。また、業務目的に対して業務以外の目的において、バス、鉄道以外の他の交通機関の分担率が高くなっており、これは旅行等で自家用車を利用して空港にアクセスする利用者が多いためと考える。空港近傍の大田区、港区、世田谷区で自家用車の分担率が高いことがわかった。

表-3より、郊外から羽田空港へ向かうトリップ（a, b）のうち、24%が都心部への立ち寄り利用者（b）であり、表-4から、そのbの交通機関の分担率に着目すると、鉄道の利用が84%にも及ぶ。即ち、郊外の居住者が都心部へ立ち寄る場合、84%が都心部から空港まで、バスではなく鉄道で移動していることがわかる。

以上の分析結果より、交通機関分担率において本研究で用いている往復利用率と同様の傾向があること、特に都心部に立ち寄りをする利用者においては、多くがバスより鉄道を利用していることなどが明らかになった。得られたトリップパターンの特性に注意しながら、次章以降の分析を行う。

4. 所要時間変動に関する基礎的分析

(1) 分析データ概要

東京空港交通株式会社が運行する全ての空港アクセスバスにはGPS端末が搭載されており、運行管理者はリアルタイムで走行状況を把握することが可能となっている。これと既存の道路交通情報を活用することで、インシデント発生時には迂回路へ経路変更を指示する等の定時性確保に向けた運行管理を行っている。

本研究では、この運行GPSデータをバスプローブデータとして、所要時間の算出と利用経路の特定に使用する。データは、ダイヤ番号、車両番号、約3分間隔の時系列位置座標情報（時刻、緯度・経度）、出発・到着時刻、走行速度等である。対象期間は平成23年1月1日～同年12月31日の1年間分の平日とし、3月11日～5月8日（GW明けまで）については震災の影響期間として除いた。

このデータを基に、筆者らが先行研究¹⁾で用いた所要時間の算出方法を採用し、往復利用率の特性が異なるT-CAT線、木更津線、成田空港線、八王子・高尾線、調布線、所沢線、千葉線、川越線、和光・大泉学園線、大宮線の10路線について所要時間の算出及び分析を行う。東京空港交通株式会社では空港アクセスバスの時刻表を公表しており、時刻表の標準所要時間は同一路線においても時間帯によって異なるため、5時間帯（早朝帯、朝ピーク帯、日中帯、夕ピーク帯、夜間帯）を設定し、各時間帯を運行する1日あたり1便を対象とする。

また、利用者需要を表すデータとして前章であげた往復利用率を使用する。これは、東京空港交通株式会社が運行する各路線の平成19年度における往路と復路の年間需要から算出されたものであり、先にも記したが便別や日別の利用需要が把握されているわけではなく、マクロな指標であることに留意されたい。

(2) 所要時間の変動分析

(1)であげた対象10路線における所要時間の分布形状から各路線、各時間帯における所要時間の傾向や特徴を述べる。

前述した往復利用率のうちの往路利用率が50%前後、35%前後、25%前後の3区分に分け、利用者需要が多いと想定される朝ピーク帯空港着便及び、夕ピーク帯空港発便の所要時間のヒストグラムを図-1に示す。往路利用率が低くなるにつれ、朝ピーク時の往路の所要時間のばらつきが大きくなっていることがわかる。また、35%前後、25%前後の分布では、朝ピーク空港着便に比べ、夕ピーク空港発便の分布が全体的に所要時間のばらつきが大きくなっており、同一路線においても道路交通状況によって、往復・時間帯別運行便の所要時間分布が異なっていることがわかる。

表-5 対象路線の鉄道所要時間との比較

対象路線	往路利用割合(%)	距離(km)	往路(所要時間:分)			復路(所要時間:分)		
			鉄道	バス	差分	鉄道	バス	差分
T-CAT	51	20	56	20	36	63	30	33
木更津	50	32	126	40	86	134	55	79
成田空港	47	80	121	95	26	146	75	71
八王子	41	61	93	100	-7	103	110	-7
調布	34	40	81	95	-14	75	70	5
所沢	33	65	90	120	-30	92	110	-18
千葉	32	49	86	87	-1	85	55	30
川越	31	73	103	120	-17	103	110	-7
大泉学園	24	51	78	125	-47	82	110	-28
大宮	24	52	77	105	-28	84	80	4

往路と復路とで著しい分布形状の違いがないように見えるにも関わらず、往復利用率に大きな違いがあるのは、表-5に示すように、代替交通機関である鉄道との所要時間差の影響が大きい。鉄道より圧倒的に速達性に優れたT-CATや木更津、成田空港では往復で需要が安定しており、往路に比べて復路の方が鉄道との所要時間差が縮小する場合には復路の利用率が上昇する傾向にある。加えて重要な視点としてOD需要が往路と復路とで大きく異なる可能性がある。例えば、入社後に出張し、帰路は直接帰宅するトリップチェーンがあげられる。さらに、東京空港交通株式会社へのインタビューから、リピーター客は利用経験に応じて所要時間変動の目安を持っており、一方で、初回利用者は時刻表を参考に利用を検討している面があり、需要量と時間信頼性との関係は2つの利用者タイプで異なるとの指摘を受けている。しかし、これを検討するデータを取得していないため、本稿では取り扱わない。

(3) 時間帯別の所要時間と標準偏差の関係性分析

GPSデータより集計した路線別・便別所要時間より既存の所要時間信頼性指標を集計し、路線間、時間帯、往復での比較分析を行う。図-2では、各路線毎に全時間帯の空港着便と空港発便についての平均所要時間と標準偏差との関係を示した。また、各路線について早朝帯→朝ピーク帯→日中帯→夕ピーク帯→夜間帯というように線で結ぶことで、1日を通した平均所要時間のばらつきの遷移を捉えることができる。T-CAT線、木更津線は、往復共に標準偏差が小さく、安定した運行が行われていることがわかる。往路の所沢線は所要時間も標準偏差も時間変動が相対的に激しい。復路では所沢線、川越線、大泉学園線、大宮線の所要時間および標準偏差の時間変動が相対的に激しいことがわかる。また、復路の夜間帯便は、平均所要時間、標準偏差ともに1日のうちで最も良好な状態になることも図-2bからわかる。

マクロ的にみれば、往復利用率が拮抗している路線は所要時間と標準偏差とも時間変動が少ないこと、往路に

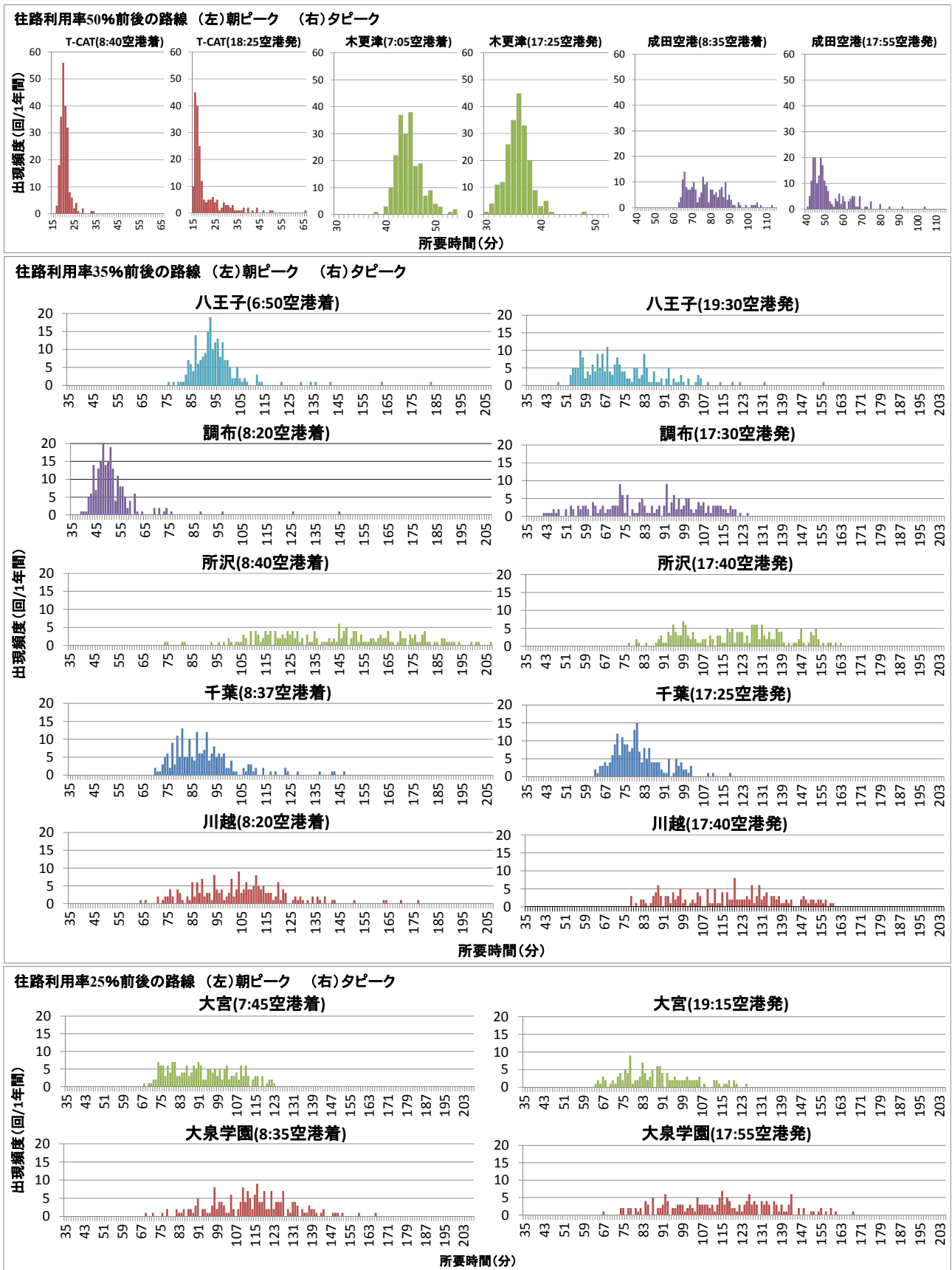


図-1 往路利用率別にみた各路線の所要時間分布

比べて復路の方が所要時間、標準偏差ともに変動が大きい路線が多く、必ずしも復路の時間信頼性が高いために

復路の利用率が高くなるとは言えない。

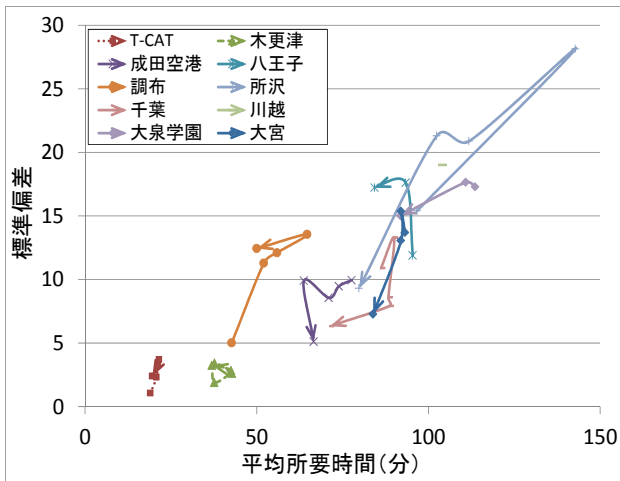


図-2a 往路の平均所要時間と所要時間変動の遷移

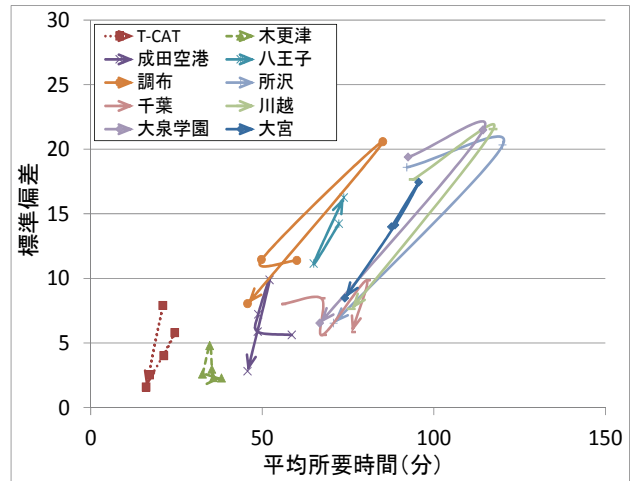


図-2b 復路の平均所要時間と所要時間変動の遷移

5. 各種時間信頼性指標の往復利用率との適合性

(1) 往復での時間信頼性指標と往路利用率の関係

各所要時間信頼性指標と往路利用率の関係分析を行う。本研究で用いる時間信頼性指標には、路線間の比較が可能なPTI, BTI, $\lambda skew$, λvar の4指標と、標準偏差、変動係数を用いる。図-3は、各指標について往路（朝ピーク帯空港着便）と復路（夕ピーク帯空港発便）の指標間の関係を示し、図中の円の大きさ（数字）で往路利用率を示したものである。時間信頼性指標の45度線も附した。ここでの仮説は、鉄道との所要時間差の影響がなければ、45度線上にあり往復利用率に差がない。往路の時間信頼性が高ければ、往路利用率が上昇するというものである。しかし、標準偏差を除いて、そうした傾向は見られなかった。

往路利用率51%のT-CATは、標準偏差以外の4指標の全てで仮説とは相反する結果となった。若林⁴が指摘するように旅行時間が短い路線での適合性が低い指標であることが指摘できる。T-CATを除けば、PTI, BTI, λvar は往路利用率との相関性がある程度認められる。一方で $\lambda skew$ は相関性がないことがわかる。

(2) 往復利用率に着目した時間信頼性指標の適合度

(1)で述べたように、往復利用率と時間信頼性指標との相関性の低さには、代替交通機関である鉄道のサービス水準が影響していると考えられる。このため、鉄道の所要時間の影響を考察する。

次式に示すように、従属変数を往路利用率 P_0 とし、独立変数の第1項を往路の時間信頼性指標 VT_0 、第2項を夕ピーク時の復路の時間信頼性指標 VT_h と朝ピーク時の往路の時間信頼性指標 VT_0 との差分、第3項を朝ピーク時の往路の鉄道 T_{RO} と空港アクセスバス T_{BO} の所要時間差とした。

表-6 時間信頼性指標別モデル推定結果

Model	None	PTI	BTI	$\lambda skew$	λvar	変動係数	標準偏差
α		8.976 (25%)	23.472 (34%)	1.626 (48%)	1.359 (96%)	51.445 (33%)	0.376 (59%)
β		5.955 (8%)	12.155 (6%)	1.550 (36%)	11.061 (7%)	43.130 (4%)	0.489 (47%)
η	0.225 (0%)	0.266 (0%)	0.233 (0%)	0.194 (0%)	0.201 (2%)	0.243 (0%)	0.282 (4%)
const	36.6 (0%)	18.5 (21%)	28.4 (1%)	33.5 (0%)	34.1 (1%)	27.1 (0%)	31.0 (2%)
R2	0.770	0.870	0.882	0.849	0.881	0.894	0.791

(上段:パラメータ, 下段:P値)

$$P_0 = \alpha VT_0 + \beta (VT_h - VT_0) + \eta (T_{RO} - T_{BO}) + \text{const.}$$

時間信頼性指標 VT にPTI, BTI, $\lambda skew$, λvar の4指標と標準偏差、変動係数をそれぞれ組み込んでモデルを推定した結果が表-6となる。サンプル数はたかだか10サンプルでしかないことや、往復利用率は1年間の集計値であることに留意いただきたい。Noneモデルは時間信頼性指標を組み込んでいないモデルであるが、これだけで決定係数は0.77となった。決定係数により説明力を順位付けすると、上位から変動係数、BTI, λvar , PTI, $\lambda skew$, 標準偏差の順となり、変動係数やBTI, λvar で説明力を10%程度上昇させる結果となった。往路の時間信頼性が有意に推定されたものはないが、往路と復路の時間信頼性指標の差分はPTI, BTI, λvar , 変動係数で有意な結果となった。以上から変動係数, BTI, λvar , PTIは旅行時間が短い場合に、信頼性指標としての不整合を招く可能性があるものの、他指標に比して利用需要との整合性が確保できる指標と考える。

6. おわりに

本研究では羽田空港アクセスバスを対象にバスプルー

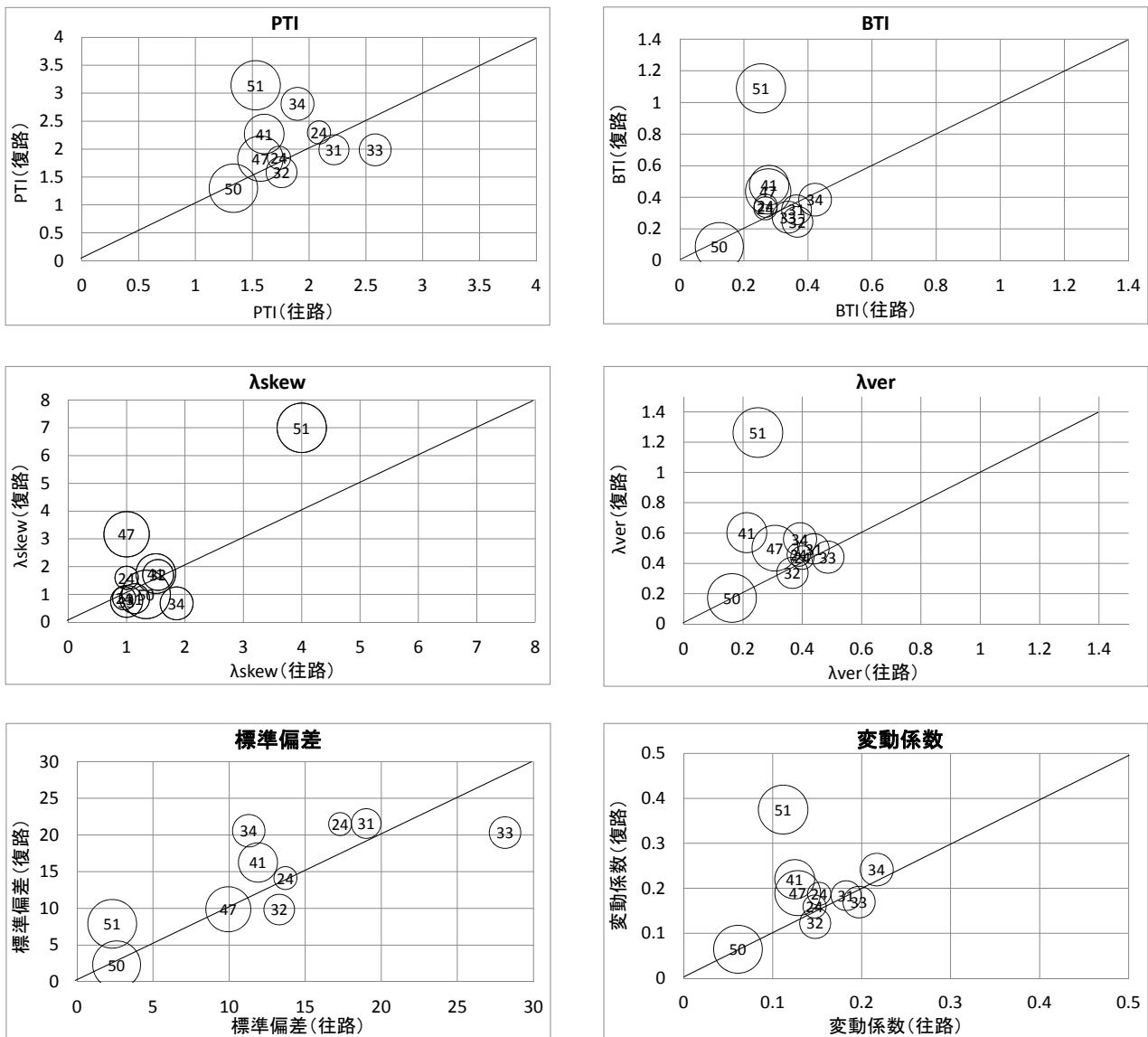


図3 往復別各指標値と往路利用割合との関係

ブデータを用いて10路線の時間帯別所要時間変動を分析するとともに、往復利用率と各種時間信頼性指標との整合性を考察した。

路線によって所要時間変動は相当異なることがプローブデータにより明らかにできた。往復利用率には鉄道との所要時間差が大きく寄与しているものの、往路の所要時間変動や、復路と往路との所要時間の変動差も影響している可能性を示した。複数の時間信頼性指標のうちBTI、 λ var、PTIは他指標に比して利用需要との整合性が確保できる指標と考える。ただし、旅行時間が短い場合に、信頼性指標としての不整合を招く可能性があることに留意が必要である。

本稿で用いた往復利用率はマクロなデータである一方で、GPSデータは便別のデータであった。便別もしくは時間帯別の利用需要や他交通機関を含めたトリップチェーンデータなどを把握できれば、より明確に利用需要と整合的な時間信頼性指標の把握や、より整合的な指標の

検討に資するものと考えられる。

謝辞：本研究を遂行するに際し、東京空港交通株式会社の伊東祐一郎氏、国土交通省航空局にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 綾城本祐, 久保田勤, 小島建太, 齋藤潤: 羽田空港アクセス交通需要予測モデルの構築と改善施策の検討に関する調査研究, 運輸政策研究, Vol.9, No.3, pp.2-13, 2006.
- 2) 梶原一夫, 菊地春海, 坂爪誠, 割田博, 山下浩行, 倉内文孝: 所要時間信頼性評価のための首都高速道路利用者の行動実態について, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, No.306, 2009.
- 3) 若林拓史, 松本幸正, 鈴木温, 鈴木忠英: 都市間高速道路の旅行時間の変動と管理者・利用者からみた旅行時間信頼性指標との関係, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, No.310, 2009.

- 4) 若林拓史：各種旅行時間信頼性指標の比較と課題，土木計画学研究・講演集，No.39, CD-ROM(No.118), 2008.
- 5) 梶原一夫，中本浩志，石田貴志，野中康弘：所要時間信頼性に関する指標の提案と適用事例，土木計画学研究・講演集，Vol.39, No.321, 2009.
- 6) 宗像恵子，割田博，岡田知朗：首都高速道路における所要時間の信頼性指標を用いた事業評価事例，土木計画学研究・講演集，Vol.37, No.123, 2008.
- 7) 割田博，坪井隆宏，船岡直樹，宗像恵子：首都高速道路を対象とした旅行時間信頼性による新たな評価手法の研究，土木計画学研究・講演集，Vol.39, No.331, 2009.
- 8) 福田大輔，高橋茜：旅行時間信頼性の評価：モデリングアプローチのレビューと今後の課題，土木計画学研究・講演集，Vol.40, No.70, 2009.
- 9) Tam, M.L., Lam, W.H.K. and Lo, H.P. : The Impact of Travel Time Reliability and Perceived Service Quality on Airport Ground Access Mode Choice, Journal of Choice Modeling, 4, 2, pp.49-69, 2011.
- 10) Koster Paul, Eric Kroes, Erik Verhoef : Travel Time variability and airport accessibility, Transportation Research Part B45, pp.1545-1559, 2011.
- 11) 荻原貴之，岩倉成志，野中康弘，石田貴志：羽田空港アクセスバスの所要時間信頼性分析，土木計画学研究・講演集，Vol.46, No.234, 2012.

(?)