

旅行時間信頼性の高い公共交通の導入による利用者の活動スケジュール変化*

Effects of Public Transportation with High Travel Time Reliability on Users' Activity Scheduling*

村上岳司**・大森宣曉***・原田昇****

By Takeshi MURAKAMI**・Nobuaki OHMORI***・Noboru HARATA****

1. はじめに

都市での人々の生活において、仕事の相手との約束や会議の時刻、店舗やサービス施設の営業時間、映画の上映時刻、航空機の出発時刻、等々、他者が関連する活動の多くは、何らかの形で取り決めた時間を制約として共有することによって成立している。また、他者が関連しない活動についても、一日24時間という限られた中でのスケジュールに、直接の時間的制約を伴う活動とともに組み込まれる以上、間接的に何らかの時間的制約は受けている、といえる。このような時間的制約の中で成り立っている都市の人々の生活において、「時間通りに行動ができる」ことは、非常に重要なことであると考えられる。中でも、毎日の通勤を始業時刻に遅刻せずに行うことができる、ということは、多くの人々の日常に強く関わりがあるという点で、その代表的なものであろう。

活動場所間の移動において、自動車交通、また自動車と走行空間を共有するバス交通においては、旅行時間に日々変動が発生し、従って旅行時間は不確実なものとなる。旅行時間がどれだけ確実であるか、を表す概念として、旅行時間信頼性という概念が用いられる。都市での人々の円滑な活動を支えるためには、旅行時間信頼性の高い交通サービスが不可欠であると考えられる。すなわち、都市空間に広がる活動場所間の移動における旅行時間信頼性が高まることにより、

- ① 旅行時間変動に備えた余裕等の無駄を省いた、より望ましい活動スケジュールを構成することができる

- ② 予定されたスケジュールに沿って、特に時間的制約を伴うものに関し、確実に活動を行うことができるというメリットが存在すると考えられる。

このような旅行時間信頼性の高い交通サービスとして、特に鉄道、新交通システム、LRT等の軌道系公共交通は、自動車交通と比べると、専用の走行空間を持ち、事業者の定めたダイヤに沿って運行されるため、高い旅行時間信頼性を確保しやすいという点で非常に適しており、都市の活動を支える社会基盤として重要な役割を持つはずである。従って、軌道系公共交通の導入の是非を議論するにあたっては、旅行時間信頼性の改善に基づく活動スケジュールへの影響を考慮した需要予測・事業評価の手法を開発することが必要であると考えられる。

本研究では、そのような予測・評価手法の開発に向けての基礎的知見を得るため、軌道系公共交通の導入により大きく旅行時間信頼性が改善された事例を取り上げ、手段転換にともなう活動スケジュールへの影響を実態調査に基づいて把握することを目的とする。自動車・バスから軌道系公共交通への転換に伴う旅行時間信頼性の改善効果が顕著であり、また到着時刻制約下で行われているトリップが多いと考えられることから、朝の通勤交通行動と、自宅出発前および勤務先到着後始業までの活動スケジュールの変化、および遅刻への影響と到着時刻制約の実態に着目する。

旅行時間の不確実性ないし変動を考慮した交通行動に関しては多くの研究がなされている。問題の定式化の試みとしては、交通手段や経路の離散選択において、標準偏差等の旅行時間分布に基づく指標を効用関数の変動項に導入しているものが代表的であるが、連続的な出発時刻選択に適用可能なものとしては、早着・遅着の不効用を考慮した最小化問題、ないしはこれらを導入した効用最大化としての定式化を行っているもの^{1) 2)}、道路ネットワーク上のボトルネックに対して待ち行列理論を適用するもの³⁾が挙げられる。また近年では、旅行時間変動に対する認知と学習を、一日の活動と交通行動を再現するマイクロシミュレーションに導入する試み⁴⁾もなされている。また、旅行時間不確実かつ制約下での出発時刻選択等のスケジュールリングに関連した実証分析としては、自動車における通勤時のセーフティマージンの分布と

*キーワード：交通手段選択、交通行動分析、公共交通需要

**学生員，工修，東京大学大学院工学系研究科

(東京都文京区本郷7-3-1，

TEL:03-5841-6234, E-mail:murakami@ut.t.u-tokyo.ac.jp)

***正員，工博，東京大学大学院工学系研究科

(東京都文京区本郷7-3-1，

TEL:03-5841-6232, E-mail:nobuaki@ut.t.u-tokyo.ac.jp)

****正員，工博，東京大学大学院新領域創成科学研究科

(東京都文京区本郷7-3-1，

TEL:03-5841-6233, E-mail:nhara@ut.t.u-tokyo.ac.jp)

決定要因を分析した研究⁵⁾ ⁶⁾、通勤者の出発時刻と交通手段選択をあわせて離散選択モデルで分析した研究⁷⁾、連続型の出退勤時刻決定と交通手段選択をあわせた効用関数を通勤者のデータから推定した研究⁸⁾、などがあげられる。これらに対し本研究は、旅行時間信頼性の高い新たな交通サービスの導入という、交通手段の変更と信頼性の向上が発生した状況に着目し、そのスケジューリングへの影響を明らかにしようとするものである。

2. 調査の枠組み

(1) 調査対象事例

具体的事例として、沖縄都市モノレール（那覇市、2003年8月開業）を取り上げる。①従来都市交通が自動車・バスにほぼ全面的に依存し、都心部の道路の慢性的渋滞が問題視されている環境に、戦後始めて導入された旅行時間信頼性の高い軌道系公共交通機関であり、信頼性の改善に伴う生活行動・交通行動の変化を端的に把握できることが期待されること、②郊外部と都心部を結ぶ都市交通機関であり、また需要予測に近い利用実績を得ていることから、通勤をはじめとした住民の日常生活上の交通基盤として定着しつつあること、③開業後一年強と日が浅く、利用者に対する質問により手段転換前後の変化をある程度正確に把握しうること、がその理由である。

(2) 調査の方法

モノレール通勤利用者を対象とし、駅での調査票配布によるアンケート調査と、少数の対象者に1時間弱、個別に面接を行うインタビュー調査を並行して行った。

アンケート調査は、モノレール利用の事前・事後それぞれについて、朝通勤時における旅行時間とその変動、出発時刻、遅刻経験等の簡単な質問を行い、多数のサンプルを得ることで、平日朝の活動・交通行動スケジュール等の変化の傾向を定量的に把握することを目的とする。一方、インタビュー調査は、簡単な設問によるアンケート調査では困難な、生活スケジュールの変化に関する具体的内容や、到着時刻制約状況の実態、旅行時間変動の詳細な実態等についての把握を目的とする。

3. アンケート調査の概要と結果

(1) アンケート調査の実施要領と回収サンプル

調査の概要を表-1に示す。平日夕方の帰宅時間帯に、都心部に位置する駅ホームにて、乗車待ち客に、通勤利用者であることを確認のうえ調査票を配布した。

210人から回答を得たが、うち94%と、ほとんどが定時始業・終業の勤務時間制度を取っている。

以下、モノレール利用以前に他の交通手段を利用して

いた際の朝の通勤状況と、モノレールを利用するようになった現在の通勤状況の比較に着目して分析を行うが、事前・事後の状況比較を行うのに適したサンプルに絞る必要がある。モノレール開業から現在までにおける回答者の状況変化に関して、新たに就職、転居、転職・勤務地変更、雇用形態・勤務時間制度変更の各々について当てはまるかどうかを質問し、これらの大きな変化を伴う回答者（210名中72名と約3分の1にのぼる）を除いたサンプルを以降の分析の対象とする。

表-1 アンケート調査実施要領

方法：手渡しによる調査票配布、郵送および駅頭回収
配布日：2004年11月10日～15日のうち平日4日間
配布時間：夕方17～22時頃
配布場所：モノレール県庁前駅・旭橋駅ホーム
975部配布／210部回収 回収率21.5%

表-2 モノレール開業前後での通勤交通手段の変化

	現在の自宅～駅のアクセス手段							計
	自動車 運転	同乗・ 送迎	バス	バイク・ 原付	自転車	徒歩	その他	
以前の代表交通手段								
自動車運転	10	2				3		15
同乗・送迎		5			1	3		9
バス	5	7	3	1	1	78		95
バイク・原付						7		7
自転車						1		1
徒歩						1		1
その他			1				1	2
計	15	14	4	1	2	93	1	130

(2) 通勤交通手段の変化

モノレール利用開始以前の代表交通手段と、現在の（自宅からモノレール駅までの）アクセス交通手段についての回答結果を表-2に示す。現在のアクセス交通については徒歩が7割を占め、バスや自転車等は少ない。自ら運転、ないしは同乗・送迎により自動車を用いたアクセスもある程度みられる。以前の代表交通手段としてはバスが7割以上を占める。モノレールへの手段転換により、アクセスを含めて通勤に自動車を使わなくなった回答者も少数みられるが、逆に、バスから自動車+モノレールへの手段転換による郊外部での自動車利用の開始も多少生じている。

(3) 通勤旅行時間とその変動に関する変化

a) 旅行時間の平均と信頼性の指標

日々の旅行時間変動に基づく旅行時間信頼性を取り扱う指標としてはいくつかのものが考えられるが、ここでは以下のような「旅行時間幅」という指標で取り扱う。また、モノレールの利用によって、旅行時間の信頼性だ

けでなく、平均的な旅行時間にも変化が生じていると考えられることから、これを以下のような「平均旅行時間」という指標で取り扱う。

モノレール利用開始以前と現在のそれぞれについて、朝の自宅から勤務先までの旅行時間に関し、「〇〇分～〇〇分」という形で質問を行い、下限値と上限値について回答を求めた。下限と上限をともに回答したサンプルと、一方のみに回答したサンプルがあることを踏まえ、次のように「平均旅行時間」「旅行時間幅」を定義する。

「平均旅行時間」：下限・上限のどちらか一方のみ回答されたものについてはその値、下限・上限ともに回答されたものについてはこれらの平均とする。

「旅行時間幅」：下限・上限のどちらか一方のみ回答されたものについては「幅未回答」として区別し、下限・上限ともに回答されたものについてはこれらの差とする。

種々のバイアスの存在は考えられるが、ここでは情報が限られていることから、この「平均旅行時間」と「旅行時間幅」を、日々変化する旅行時間の平均的大きさと変動の大きさをそれぞれ反映する指標として用いる。「旅行時間幅」の値が小さいほど、旅行時間信頼性が高い、と考える。

b) 旅行時間の平均と幅の変化

以上のようにして定めた平均旅行時間と旅行時間幅に関し、モノレール利用以前と現在とでの比較を行う。旅行時間の下限値と上限値の少なくとも一方を、モノレール利用以前と現在の各々について記入している130サンプルを対象とする。

モノレール利用前と現在それぞれについての平均旅行時間分布を図-1に、旅行時間幅の分布を図-2に示す。また、各分布についての平均値を表-3に示す。旅行時間幅については、幅未回答のサンプルに関し“幅が0であるため記入しなかった”“幅があるが、答えにくい”ため記入しなかった”という異なる解釈が可能であるため、幅を回答したもののみについての平均と、幅未回答のものを“旅行時間幅=0”とみなした場合の平均を併記した。これら図表から、平均旅行時間と旅行時間幅について、モノレールの利用による明確な短縮効果が見られる。また片側t検定（対応あり）により、平均旅行時間・旅行時間幅がそれぞれ、モノレール利用以前と現在とでは9%以上有意で短縮されていることが確認された。

次に、各サンプルごとに、モノレール利用以前と現在とでの平均旅行時間、旅行時間幅の差（現在-以前。従って負が平均・幅の短縮を意味する）をそれぞれとったものの分布を図-3、図-4に示す。図-4については、モノレール利用前と現在の両方について旅行時間幅を回答したサンプルと、それ以外のサンプル（“旅行時間幅=0”とみなす）とに分けて示した。

平均旅行時間の変化については、現在はモノレール利

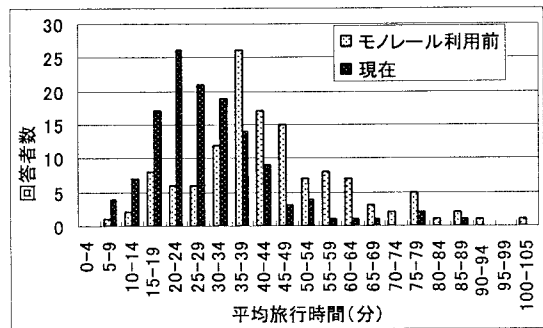


図-1 通勤時平均旅行時間分布(計130サンプル)

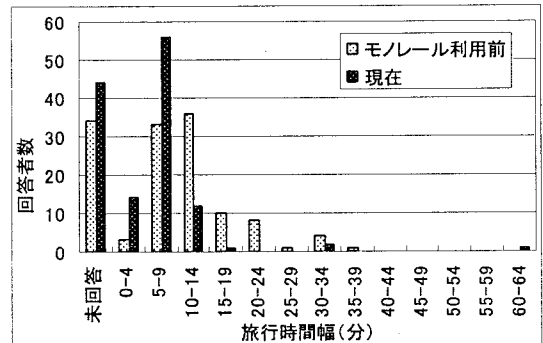


図-2 通勤時旅行時間幅分布(計130サンプル)

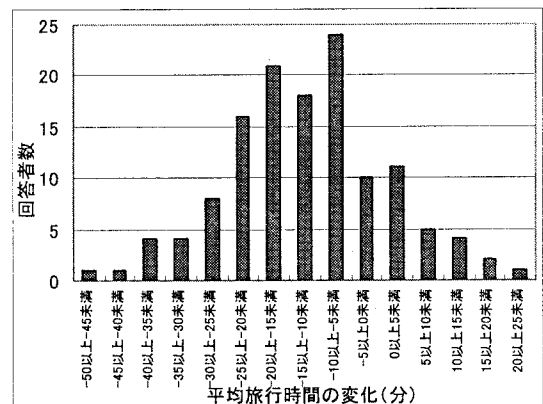


図-3 通勤時平均旅行時間の変化(計130サンプル)

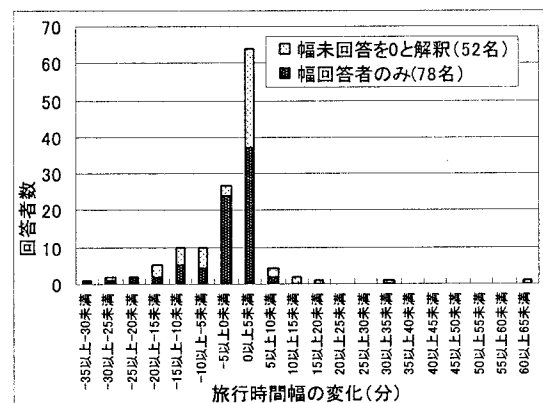


図-4 通勤時旅行時間幅の変化(計130サンプル)

用以前と比較して短縮されたとする回答者が82%にのぼる。旅行時間幅の変化については、旅行時間幅が短縮されたとする回答者が、旅行時間幅を以前・現在ともに回答したサンプルのみに対して50%，旅行時間幅未回答を含めたサンプルに対して35%を占める。幅がほとんど変化していないとする回答者も多いものの、相当数の利用者にとってモノレール利用による旅行時間変動の改善効果が現れていることがわかる。

表－3 平均旅行時間と旅行時間幅の平均値

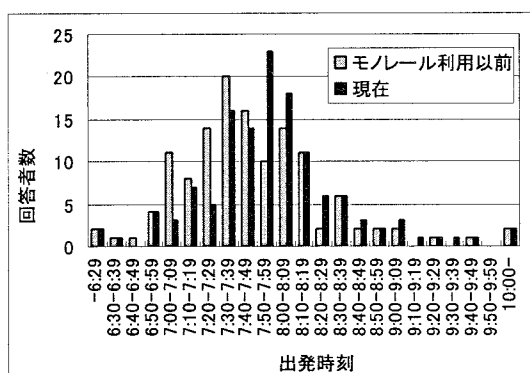
※平均値の単位：分		平均 旅行時間	旅行時間幅	
			幅回答者 のみ	幅未回答 を0とする
モノレール利 用以前	平均値	42.4	10.7	7.9
	サンプル数	130	96	130
現在	平均値	28.8	6.6	4.4
	サンプル数	130	86	130
平均の差		-13.6	-4.1	-3.5

(4) 通勤時自宅出発時刻の変化

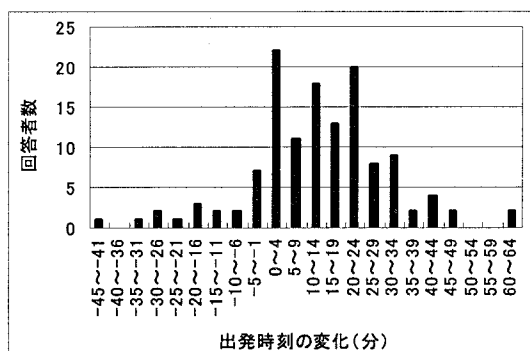
朝通勤時の自宅出発時刻について、モノレール利用以前と現在、それぞれについて質問を行った。回答を得た130サンプルについて、以前と現在の分布を図－5に示す。出発時刻が全体的に遅くなっており、平均値でみると7:44→7:56と10分以上後ろにずれている（片側t検定（対応あり）により99%以上有意である）。また、サンプル毎に出発時刻の変化をとったものを図－6に示す（現在－以前。正が出発時刻が遅くなったものを意味する）。5分以上出発時刻が遅くなった回答者が68%を占める。

さらに、旅行時間の平均と変動の変化がそれぞれ出発時刻変化に与えている影響について、現在・以前ともに旅行時間幅を回答した78サンプルを対象として、平均旅行時間の変化・旅行時間幅の変化を説明変数、出発時刻の変化を被説明変数とする重回帰分析を行った（表－4）。旅行時間の平均と変動がそれぞれ短縮されたことが、通勤時出発時刻が遅くなるという生活スケジュールへの影響をもたらしていることがわかる。また、平均旅行時間の短縮12.6分、旅行時間幅の短縮4.5分（ともに対象としたサンプルについての平均値）と得られた回帰係数から単純計算すると、モノレール利用による出発時刻変化の80%が平均旅行時間の短縮によるもの、20%が旅行時間幅の短縮（すなわち旅行時間信頼性の改善）によるものである。

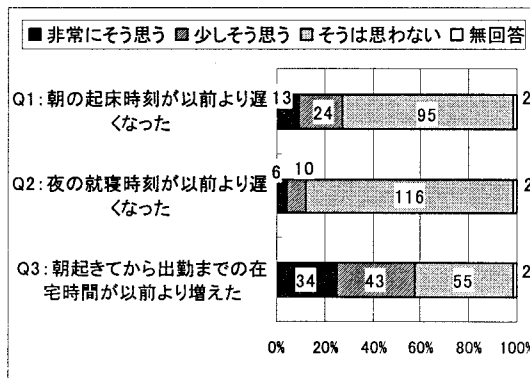
また、朝の自宅出発時刻の変化は、前夜の活動時間、睡眠時間、朝の在宅活動時間といった生活スケジュールへの変化を伴うことが考えられる。図－7は、モノレールの利用に伴う起床・就寝時刻、朝の在宅時間の変化について、あてはまるかどうかを3段階で質問した結果である。就寝時刻・起床時刻への影響に比べ、起床から出



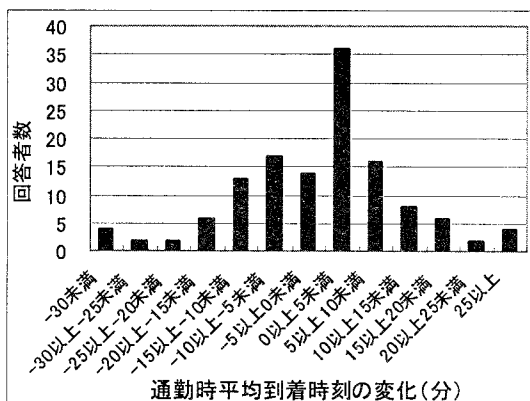
図－5 通勤時自宅出発時刻の分布（130 サンプル）



図－6 通勤時自宅出発時刻の変化（130 サンプル）



図－7 就寝・起床・朝の在宅時間の変化（134サンプル）



図－8 通勤時平均到着時刻の変化（130 サンプル）

発までの在宅時間に及ぼす影響が顕著である。

(5) 通勤時遅刻経験の変化

朝通勤時の遅刻経験に関し、モノレール利用の事前と事後での「実際に遅刻した回数（以下、実際回数）」と「間に合ったが、遅刻しそうで不安になった回数（以下、不安回数）」をそれぞれ質問した。事前に関しては、年間あたりの回数を直接質問したものを、また事後に関しては、利用開始以来の回数と利用開始時期（月単位）を質問し、これから年間あたりの回数に換算したものをを用いる。また、特に事前の不安回数に関し、“毎回”などといった回答も複数みられ、これらは便宜上“250回”とした。なお、モノレールの利用開始時期を回答していないが、モノレールを利用開始してから1か月未満のサンプルは、年間あたりの回数を適切に換算できないためここでは対象からはずしている。

表－5は、年間あたりの実際回数、実際回数と不安回数の和について、分布を事前と事後での分布を示したものである。実際回数、実際回数+不安回数のそれぞれについて、年間1回未満となる回答者数を事前・事後で比較すると、ほとんど遅刻しない・遅刻の不安を感じない人が非常に増加している。また表－6は、年間の実際回数、実際+不安回数についてそれぞれ事前と事後での変化を示したものである（現在－以前。負が遅刻の減少を意味する）。実際回数でみると54%、実際回数+不安回数でみると68%の回答者が、モノレール利用によって通勤時の遅刻が減少している。

表－7は、重回帰分析により、旅行時間の平均と幅（変動）の変化が遅刻回数の変化に与えている影響をみたものである。旅行時間幅を現在・以前ともに回答した72サンプルを対象とした。平均旅行時間の短縮は遅刻（実際+不安）の減少に有意な正の影響を与えているが、旅行時間幅の短縮は明確な影響として現れてはいない。

(6) 到着時刻の変化

旅行時間信頼性の低い状況での制約下での通勤交通においては、旅行時間がかかった場合に備えて余裕を持って職場に到着する、という行動が一般的に考えられる。旅行時間信頼性が改善された場合、余裕時間がより短くなり、従って平均的な到着時刻がより遅くなるという変化が考えられる。これをデータに基づいて確かめた。

モノレール利用以前・以後のそれぞれについて、平均到着時刻を次式のように定める。

$$(\text{平均到着時刻}) = (\text{自宅出発時刻}) + (\text{平均旅行時間})$$

この平均到着時刻の各回答者についての変化を示したものが図－8である（現在－以前。正が遅くなったもの、負が早くなったもの）。平均到着時刻が遅くなった（始業時刻が不変と仮定すると、余裕が減少した）層が存在

する一方で、平均到着時刻が早くなった（以前より余裕を持つようになった）層が存在する（到着時刻が5分以上遅くなったもの28%、5分以上早くなったもの39%）。

このような平均到着時刻の変化に対し、平均旅行時間と旅行時間幅を説明変数とする重回帰分析を行った（旅行時間幅を現在・以前ともに回答した78サンプルを対象）。表－8に示すように、モデルの適合度は高くないものの、旅行時間幅の短縮が大きいほど平均到着時刻が遅くなる

表－4 朝出発時刻の変化に対する重回帰分析

旅行時間の平均と幅の変化による重回帰（単位：分）			
	係数	標準誤差	t 値
平均の変化	-0.834	0.097	-8.55
幅の変化	-0.580	0.202	-2.87
R ² =0.722 補正後R ² =0.706 サンプル数=78			

表－5 年間遅刻回数の事前事後比較

年間あたり回数	事前 (実際)	事前 (実際+不安)	事後 (実際)	事後 (実際+不安)
1未満	56	33	111	91
1以上10未満	45	32	11	30
10以上50未満	23	47	3	4
50以上	1	13	0	0

（数値は回答者数、計125サンプル）

表－6 年間遅刻回数の変化

年間あたり回数の変化	実際	実際+不安
-50未満	1	11
-50以上-10未満	9	40
-10以上0未満	57	34
0以上1未満	55	32
1以上	3	8

（数値は回答者数、計125サンプル）

表－7 遅刻回数（実際+不安）の変化に対する重回帰

旅行時間の平均と幅の変化による重回帰（単位：分）			
	係数	標準誤差	t 値
平均の変化	1.228	0.430	2.86
幅の変化	-0.710	0.867	-0.82
R ² =0.129 補正後R ² =0.102 サンプル数=72			

表－8 平均到着時刻の変化に対する重回帰

旅行時間の平均と幅の変化による重回帰（単位：分）			
	係数	標準誤差	t 値
平均の変化	0.166	0.098	1.70
幅の変化	-0.580	0.202	-2.87
R ² =0.098 補正後R ² =0.073 サンプル数=78			

傾向がある一方、逆に平均旅行時間の短縮が大きいほど（説明力はやや低い）平均到着時刻が早くなる傾向があることが明らかとなった。

以上、（４）～（６）の結果を総合すると、平均旅行時間の短縮は、出発時刻を遅くすることに加え到着後の余裕時間を増やし遅刻を減少させる影響を持つものに対し、旅行時間幅の短縮（信頼性の改善）は、出発時刻を遅くする一方で余裕時間を減らす影響を持ち、従って遅刻の減少にはつなげていないと考えられる。

4. インタビュー調査の概要と結果

（１）調査の実施概要

モノレール利用通勤者 9 名を対象として、2004 年 11 月 1 日～16 日において、個別面接による 1 時間弱のインタビュー調査を行った。対象者の選定においては、モノレール利用開始以前に同一 OD における通勤経験を持つことを条件として、モノレール運営事業者である沖縄都市モノレール（株）に紹介を依頼した。対象者 9 名の属性等については、表－9 にまとめた。なお、全員が定時始業・終業の勤務形態をとっている。

（２）朝の生活スケジュールの変化

a) 出発時刻と在宅活動スケジュールの変化

朝の出発時刻については、9 名中 6 名が 10 分～30 分程度遅くなっている。この 6 名は、朝の在宅活動がともに 10 分～20 分程度増加している。活動内容が追加されたのは 6 名中の 1 名のみであり、他の 5 名は、食事や身支度などといった以前と同じ内容の活動を、以前より時間を取って行うようになった。また、出発時刻が遅くなった 6

名の中には、在宅活動時間の増加に加え、睡眠時間を延長するようになったもの、就寝時刻を遅くするようになったものが 1 名ずつ含まれる。朝の出発時刻が変化していない残りの 3 名は、就寝・起床・出発時刻とも変化しておらず、以前と同じ活動スケジュールを保っている

b) 到着時刻の変化と職場到着後の活動

職場への平均的到着時刻に関しては、モノレール利用以後、遅くなったものが 9 名中 4 名、早くなったものが 4 名、ほとんど変化がないものが 1 名である。職場到着が早くなる人と遅くなる人に分かれるという知見は、3.

（６）で示したアンケートの結果とも一致する。

遅くなった 4 名の中には、ピーク時を避け始業より 1 時間ほど前に職場に到着するという活動パターンがモノレール転換後もなお継続しているケースや、同じくピークを避けて 1 時間ほど前に到着していたが、現在は 30 分ほど大きく到着を遅らせるようになったケースがある。

また、早くなったものの中には、日常的に始業時刻に食い込むことも多かったものがほぼ解消され、始業時刻以前に到着することができるようになったというケースも複数みられる。

職場到着後の活動に関しては、1 時間程度前に到着する場合に関しては、「多少休憩してから仕事を開始する」「車の中で読書をしてから出社し、仕事を開始する」といったものがみられたが、到着後余裕時間が 30 分以内の場合はいずれも、他の活動を挟まずにすぐに仕事を開始するパターンである。

c) 遅刻経験の変化と到着時刻制約の状況

9 名中 6 名が、年数回～週 1 回ほど遅刻をしていたが、いずれも現在では遅刻はほぼ解消されたと回答しており、モノレールへの手段転換による遅刻の減少というメリッ

表－9 インタビュー対象者の属性と主なスケジュール変化

年齢別	勤務先	同居家族	従前交通手段	現在アクセス手段	朝自宅出発までの活動スケジュール変化	職場到着時刻	その他の特色や個別事情
56 女	地方自治体	夫・子(成人)	自動車	徒歩	変化なし	5分程度早くなる	以前は夫婦同乗していたが、職場が離れて同乗困難に
33 男	地方自治体	夫婦のみ	バス	自動車	変化なし	20分程度早くなる	遠距離通勤。帰宅時に車を利用しやすい為バス→P＋Rに転換
44 男	地方自治体	妻・子(小中)	自動車	自動車	朝活動10分増加	10分程度早くなる	朝の夫婦相乗り、帰宅時の商業施設での待ち合わせに特色
62 男	省庁外郭団体	母・妻・子(成人)	バス	徒歩	朝活動20分増加 活動内容追加	5～10分程度遅くなる	朝の出発時刻が延びた事で、草木の水遣りなどが可能に
62 女	省庁外郭団体	夫・子(成人)	バス	徒歩	朝活動10分増加	0～5分程度遅くなる	自分では運転しない。休日の単独外出にもモノレールを利用
41 男	民間・ホテル	妻・子(小中)	自動車	自動車	変化なし	変化なし	職場での社員用駐車場の確保が困難になったことによる転換
41 男	民間・IT	夫婦のみ	自動車	自動車	睡眠25分増加 朝活動5分増加	30分程度遅くなる	以前、ピーク前に到着後、車の中で読書
24 女	民間・銀行	両親	タクシー	徒歩	就寝30分遅 朝活動15分増加	15分程度遅くなる	ピーク前に、1時間程度余裕を持って到着
23 男	民間・損保	両親・兄弟	バス	自動車	朝活動15分増加	10分程度遅くなる	ピーク前に、1時間程度余裕を持って到着

トが目立つ。また、モノレール利用以前も遅刻経験のなかった残り3名は、いずれもピークを避けて1時間程度余裕をみて到着していた層であり、大きな余裕を取らないと遅刻は完全には防げない環境にあったことがいえる。

また、始業時の制約状況に関する聞き取りから、ある程度遅刻が許されるような職場環境が目立った。10分程度はそもそも遅刻に入らない場合、遅刻した場合に有給休暇を1時間単位で事後消化することが制度上可能な場合、年に数回程度なら謝って許される場合がみられた。

(3) 退勤後や休日の行動に関する変化

a) 平日の帰宅時交通状況と行動変化

平日の退勤後の交通状況、および交通行動に関する聞き取りによると、17～18時台のピーク時には旅行時間と変動が非常に大きく、時間帯が遅くなるに従って小さくなっていく、という傾向がみられたが、手段転換による帰宅時間帯への明確な影響はみられなかった。また、帰宅などの退勤後のトリップにおいて到着時刻制約が日常的に存在する回答者は、学童保育に子供を迎えに行くという1名のみであり、日常的には旅行時間信頼性が帰宅時の交通行動に大きな影響を及ぼしているとはいえない。

但し、手段転換それ自体による、帰宅時の買い物行動には変化がみられ、以前はバスで帰宅後自動車で再外出していたが、P+Rに転換した現在は駐車場近くや帰宅途中の商業施設で買い物や夕食を行うようになったケースや、夫婦相乗りの帰宅においてP+R施設併設の商業施設で待ち合わせするようになったケースなどがみられる。また、バスに比較してモノレールの最終便が1時間近く遅くなったことによる変化として、以前は飲み会を深夜まで行ってタクシーや代行運転等で帰宅していたものが、モノレール最終便に合わせて切り上げるようになったという例が半数近い回答者においてみられた。

b) 休日の行動変化

休日の外出行動の手段や行き先に関する聞き取りでは、自動車で郊外の商業施設に行く行動パターンにほとんど変化はないという結果であった。車社会を前提として十分な開発が進んでおり、渋滞の激しいピーク時以外においては自動車の利便性が勝るという状況である。但し、免許を持たない1名に関し、単独での行動時にバスからモノレールへの転換により利便性が増したという意見や、インタビュー対象者の家族の状況として、子供同士で遊びに行く際にモノレール利用により行き先が変わった、という意見がみられた。

(4) モノレールへの手段転換要因

通勤にモノレールを利用するようになったことの主なメリットについて対象者に述べてもらったところ、9名中6名が、速達性・定時性を挙げており、手段転換要因

としてモノレールの旅行時間信頼性が大きく影響していることがわかった。特に、以前から余裕を持って出勤しており遅刻を全くしていなかった対象者や、多少の遅刻をしてもペナルティのない対象者からも、“遅刻リスクには関係がなくても、到着時間が正確にわかることにより、職場到着後の細かい予定を立てやすいといったメリットがある”という趣旨の意見がみられた。

また、“職場の従業員用駐車場の利用が困難になり、P+R施設に駐車できるモノレールに転換した”“遠距離通勤のためバスより自動車で帰宅したほうが買い物等の利便性が高く、P+R施設を利用できるモノレールに転換した”という対象者もあり、郊外部で安価に駐車できるP+Rの利便性も一定の手段転換要因であることが伺える。

(5) 旅行時間変動の要素と変動への対処

インタビューの結果、被験者が認知している旅行時間変動は、①日常的に発生する、10分程度の大きさの変動、②曜日・天気による、ある程度予測可能な変動、③事故等によると思われる、年に数回程度の大きな変動、④トリップ時間帯の違いによる変動、の4種類の要素からなることがわかった。また、旅行時間変動への対処方法としては、交通行動による事前の対応、および遅刻の事後処理的なものを含め、①出発時刻に多少の余裕を持つ、②多少の遅刻ならペナルティ無く許される、③曜日・天候等遅れそうな日には早めに出発する、④有給休暇の消化等の形で遅刻が制度的に処理できる、⑤稀な大きな遅刻に限り許される・あきらめる、⑥ピーク時間帯以前に出発・到着する、といったような例がみられた。これら、各変動要素と変動への各対処方法の関係は、図-9に示すような関係を持つ。すなわち、それぞれの変動要素に対応してとられる対処方法がいくつかあり、各個人が職場環境等によって取りうるものの中から対処方法を選択して、あるいは組み合わせで用いている。すなわち、旅行時間不確定下での交通行動をよりの確に理解するため

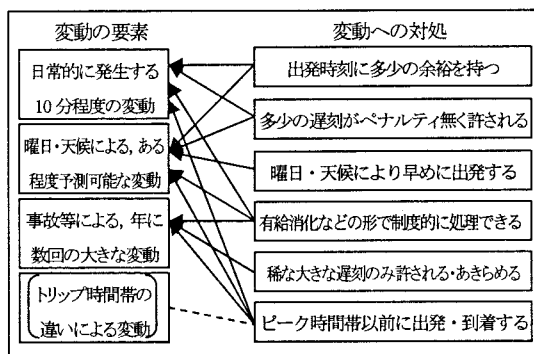


図-9 旅行時間変動の要素と対処の関係

には、旅行時間変動を要素ごとに把握したうえで、各個人による対処の違いを考慮する必要があるといえよう。

5. 結論

(1) 公共交通の活動スケジュールへの影響

沖縄都市モノレールの開業に伴い、通勤時の旅行時間の短縮に加え旅行時間信頼性が改善されたことが、モノレールを利用したことによる大きなメリットとして利用者に意識されており、信頼性が手段転換の大きな要因のひとつと考えられる。また、モノレール開業による旅行時間の平均と信頼性の改善による、通勤利用者の朝の活動スケジュールへの明確な影響がみられる。より望ましい活動スケジュールの構築という面からは、出発時刻の変更が顕著であり、旅行時間の平均と信頼性の改善がこれに寄与していることが明らかとなった。一方、活動スケジュールのより確実な実行という面からは、遅刻および遅刻への不安の減少という効果がみられたが、信頼性向上による影響は明確ではなく、平均旅行時間の短縮により余裕を持った到着がしやすくなったことの影響が強いと考えられる。

従って、軌道系公共交通の導入に伴う需要予測や事業評価のベースとなる交通行動分析においては、旅行時間の平均と信頼性が個人の朝の活動スケジュールを考慮したものとすることが有効であろうと考えられる。また、退勤後の移動・活動パターンにも手段転換による一定の影響がみられ、P+R利用者からは自動車を用いた帰宅中の移動・活動の自由度もある程度評価されていることから、手段転換をとともう交通行動変化の理解に関しては、これをあわせて考慮することが重要であるといえる。

(2) 個人間の差異の多様性

通勤交通行動にあたって、到着時刻制約の強さが勤務先によって異なる実態があることが把握された。また、始業時刻ぎりぎりに到着する人がいる一方で、モノレール利用後も大きく余裕を取って到着し始業時間前から業務を開始する人もいるなど、到着時刻や到着後の行動について、個人間の差異が大きいことが把握された。従って、旅行時間信頼性の改善に伴う交通行動および活動スケジュールの変化を的確に記述するためには、これらの個人間の差異を明確に把握できる調査手法と、それを表現できるモデルが必要であるといえる。

(3) 旅行時間変動の要素と対処行動

4. (5) で述べたように、旅行時間変動は、複数の要素からなるパターンを形成しており、各変動要素に対処した様々な行動がとられている。従って、旅行時間信頼性を考慮した交通行動分析を行ううえでの基本となる

旅行時間変動の把握については、これらの変動要素を考慮して注意深く行うことが必要であろう。例えば、調査回答者の認知に基づいて旅行時間変動を得る場合、本研究のアンケート調査では単純に旅行時間の上限・下限を質問したが、通常の不確実な変動、曜日や天候による変動、稀に起きる大きな変動、等に区別して質問を行うか、あるいはどの範囲の変動までを意識して回答すればよいかを明示して質問を行うことにより、よりの確実な変動データが得られると考えられる。また、プロンプカーデータを用いて旅行時間変動を取得する手法もあるが⁹⁾¹⁰⁾、その場合も、曜日や天候による変動をカバーし、また稀に起きる大きな変動を拾うことのできるような十分なデータの蓄積が望ましいと考えられる。

謝辞

本研究の調査実施に際しては、沖縄都市モノレール株式会社、および沖縄県土木建築部都市整備・モノレール課に多大なるご協力をいただいた。また、財団法人計量計画研究所の鈴木紀一氏、高橋勝美氏には有益なご示唆をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Hall, R.W.: Travel outcome and performance: the effect of uncertainty on accessibility, *Transportation Research B*, 17-4, pp.275-290, 1983.
- 2) Noland, R.B., Polak, J.W.: Travel time variability: a review of theoretical and empirical issues, *Transport Reviews*, 22-1, pp.39-54, 2002.
- 3) 桑原雅夫: 道路交通における出発時刻選択に関する研究解説, 土木学会論文集, IV-41, pp.73-84, 1998.
- 4) Ettema D., Tammimga, G., Timmermans, H., Arentze, T.: A micro-simulation model system of departure time using a perception updating model under travel time uncertainty, *Transportation Research A*, 39, pp.325-344, 1995.
- 5) 内田敬, 飯田恭敬, 松下晃: 通勤ドライバーの出発時刻決定行動の実証分析, 土木計画学研究・論文集, 10, pp.39-46, 1992.
- 6) 牛若健吾・菊池輝・北村隆一: 所要時間の認知に基づくセーフティマージンの要因分析, 土木計画学研究・講演集, 30, 2004. (CD-ROM)
- 7) 浅岡克彦・若林拓史・亀田弘行・飯田恭敬: 交通手段選択における所要時間の信頼性と出発時刻を考慮した通勤交通行動分析, 土木計画学研究・講演集, 19(2), pp.819-822, 1996.
- 8) 李強・樋口尚弘・柳原守, 大枝良直, 角知憲: 通勤者の出・退勤時刻決定行動に基づいた公共交通機関選択モデルに関する研究, 土木計画学研究・論文集,

- 20-4, pp827-834, 2003.
- 9) 高味亮太：経路長に着目したプローブカー旅行時間の変動要因分析，名古屋大学学位論文，2003.
- 10) 田宮佳代子，瀬尾卓也：プローブカーデータを利用した路線別旅行時間の変動特性に関する分析，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，57，pp769-770，2002.

旅行時間信頼性の高い公共交通の導入による利用者の活動スケジュール変化

村上岳司・大森宣暁・原田昇

本研究では、旅行時間信頼性の高い公共交通機関が利用者の活動スケジュールに与える影響に着目する。近年の導入事例として沖縄都市モノレールを取り上げ、通勤利用者へのアンケート調査とインタビュー調査を行った。旅行時間信頼性が主な手段転換要因のひとつであること、平均旅行時間と旅行時間信頼性が朝の活動スケジュールの変化と遅刻の減少をもたらしていること、個人の行動変化や到着時刻制約状況に関し個人間の差異がみられること、旅行時間変動が複数の要素からなり、さまざまな変動への対処方法と関連すること、を明らかにした。

Effects of Public Transportation with High Travel Time Reliability on Users' Activity Scheduling

By Takeshi MURAKAMI・Nobuaki OHMORI・Noboru HARATA

In this research, we focused on effects of public transportation with high travel time reliability on users' activity scheduling. We took up Okinawa Monorail as a recent introduction example, and conducted a questionnaire survey and an interview survey to the commuters using the monorail. We demonstrated that travel time reliability is one of major factors of the modal switching, that average travel time and travel time reliability bring changes of activity schedule and reductions of late arrivals in the morning, that there are difference among individuals about behavioral changes and that constraint conditions and that travel time variability consists of different elements which are related to different Behavioural responses to the variability.
