

ビデオ調査に基づくトランジットモールにおける歩行者の LRT 軌道横断に関する分析

平山 理恵¹・波床 正敏²・ペリー 史子³・吉川 耕司⁴・塚本 直幸⁵

¹非会員 大阪産業大学大学院工学研究科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

²正会員 大阪産業大学工学部教授 都市創造工学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)
E-mail: hatoko@ce.osaka-sandai.ac.jp

³非会員 大阪産業大学デザイン工学部教授 建築環境デザイン学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)
E-mail: perry@edd.osaka-sandai.ac.jp

⁴正会員 大阪産業大学人間環境学部教授 生活環境学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)
E-mail: yoshikaw@due.osaka-sandai.ac.jp

⁵正会員 大阪産業大学人間環境学部教授 生活環境学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)
E-mail: naoyuki@due.osaka-sandai.ac.jp

LRT を活かしたまちづくりを実現するための要素としてはいくつか挙げられるが、そのうちの一つとして、トランジットモールがある。トランジットモールについては海外では多数の実例が存在するものの、日本では歩行者と LRV などとの混合交通に対する理解が道路管理者や交通管理者などにおいて十分でないため、実現にはほど遠い状況にある。

この背景としては、海外の LRT 走行空間に関する実情が詳しくわが国に伝わっていない可能性が考えられる。本研究では、海外におけるトランジットモールにおける歩行者横断の様子をビデオ撮影し、どのようなタイミングで歩行者が LRT 軌道を横断するかについて定量的な分析を行った。また、わが国でトランジットモールを実現するには、どのような課題が存在するかなどについても考察を行った。

Key Words: transit mall, pedestrian, crossing behaviour, light rail transit, camcorder

1. はじめに

(1) 研究の背景

近年、LRT システム導入に注目が集まっているが、一部の都市を除き、わが国では既存の路面電車を低床式車両に置き換える程度にとどまっている。その理由は多岐にわたるが、路面交通という点に限っても、自動車と電車の共存方法、トランジットモールにおける歩行者と車両の共存など、わが国では未経験な部分が多いため、関係諸機関の理解を得にくい状況にあるものと考えられる。

本研究は、LRT を特徴付ける要素の一つであるトランジットモールに着目する。わが国ではトランジットモールに関しては歩行者と電車やバス等との接触事故が懸念されているが、これまでは道路から歩行者をいかに隔離すべきかという視点で道路行政が行われてきたため、どのような状況ならば共存可能かといった点における情報・知見の蓄積が不足している。

(2) 本研究の目的

本研究は、ドイツの2都市におけるトランジットモールとなっている街路における歩行者の軌道横断行動を分析する。また、比較的低速度の自動車が多数走行し、歩行者も比較的多い道路を比較対象として調査し、歩行者がどのような状況の場合に道路横断を実行に移すのかについて明らかにすることを目的とする。

2. トランジットモール

(1) トランジットモールとは

すでに数多くの文献で紹介されているとおり、例えば写真-1のように、トランジットモールは中心市街などにおいて、自家用車等の進入を禁止し、公共交通機関と歩行者だけの通行を許可した街路である。自家用車が走行しないので、車両と歩行者の接触頻度が少なくなる上、進入が許されている公共交通についても20～30km/h程度の速度制限が課されており、さらに専門の運転士による走

行であるため、歩行者が交通事故の心配をせずに任意の位置で街路横断しやすい。中心街でトランジットモールが導入されると、街路の両側の商店等を往来しやすくなるため、活性化に役立つと言われている。さらにトランジットモールに近い細街路にも歩行者が入り込み、都市活性化に役立つとされている。

LRT と歩行者がトランジットモールにおいて共存するためには、前述のようにな LRT の低速走行のほかにも、LRV への減速率の大きなブレーキの導入、発車時や走行時のベルによる注意喚起、看板類による LRT の接近に対する注意喚起などが行われている。

なお、わが国の街路では、混合交通を避けて歩車分離を原則としているため、時間を限った歩行者専用道路等は存在するものの、社会実験時などを除いてトランジットモールは存在しない。

(2) トランジットモールと他の道路との違い

表 -1 は、歩行者の利用が多いと考えられる街路の主な



写真 -1 Zurich (Swiss)

表 -1 歩行者の関係する街路の主な特徴

	日本の住宅地の街路	日本の繁華街の街路	トランジットモール
車道の状態	最低限の幅員と車線数	広幅員で車線数多い	最低限の幅員と車線数
歩道の状態	車道と区別が無い場合あり	あまり広くないことが多い	広い
車両の交通量と種類	少ないが、種類が雑多である	交通量多く、種類も雑多である	公共交通のみで比較的多い
車両速度	低速だが、守られないことあり	比較的高速、または渋滞で低速	低速で管理可能
歩行者交通	絶対数としては少ない	多い	多い
歩車共存	分離されないことも多い	原則、道路構造的に分離される	共存状態が基本

社会実験時

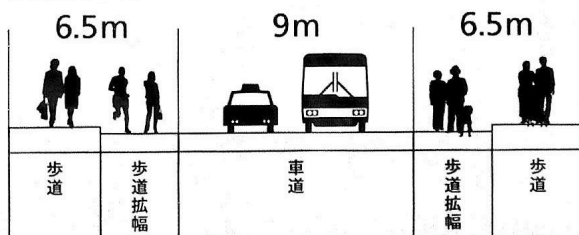


図 -1 京都市四条通 Transit Mall 社会実験 (2007 年 10 月)

特徴を示したものであるが、トランジットモールは日本の繁華街の街路に比べて車道幅員が狭く、逆に歩道は広め、通過車両は低速の公共交通のみであるという特徴を持っている²⁾。基本的に歩車共存の道路であり、少なくとも道路構造的には歩車の明確な分離はないことが多い。

(3) トランジットモールの構造

トランジットモールの構造は、LRT の場合(写真 -1)だけでなく、BRT やバスを主体とする場合についても「最低限の公共交通の通路+歩道」という構造である。同写真のバンホフ通りの幅員構成は、軌道部分が約 6.5m、歩道が両側あわせて約 21.5m、全幅約 28m である²⁾。わが国における社会実験時の暫定的な道路構造(図 -1: 社会実験時の掲示物)についても、同様の構造になっている。なお、図 -1 の社会実験では、車道と歩道の間には厚紙製の低い柵が仮設され、車道横断は原則として既設の横断歩道利用となっており、厳密にはトランジットモールではない。

3. 分析対象と調査方法

(1) 分析対象とした街路について

本研究で分析対象としたトランジットモールはマンハイム(図 -2)およびカールスルーエ(図 -3)の中心市街の街路であり、比較対象用には大阪市北区梅田地区の街路(図 -4)(非トランジットモール)についても同様の調査を行った。各街路における調査範囲は写真 -2~写真 -4 に示した範囲であり、表 -2 にその大きさを示した。また、調査日時についても、同表に示した。

マンハイムの調査地点は、中心市街地のマルクトプラッツ電停のやや北側のトランジットモールであり、軌道の横断者が比較的多い広場に隣接する場所を計測範囲とした。また、カールスルーエは、マルクトプラッツ電停の東側のカイザー通りであり、ここについても比較的横断者の多い地点を計測範囲として選定した。

比較対象の大阪(梅田)についても、近年の周辺開発によって歩行者の回遊が多くなった阪急電鉄の高架東側の歩道付き 2 車線道路を選んだ。

(2) 調査方法および分析方法

調査対象範囲をビデオ機器を用いて 60 分間撮影し、路面電車や自動車、横断歩行者の交通量を 5 分刻みで計測した。また、横断歩行者の行動については、A-B 辺もしくは C-D 辺上の横断開始・終了の位置及び時刻を計測した。

横断歩行者の行動については、横断者が LRT もしくは自動車が通過する何秒前まで横断行動を行うのかについて分析した。歩行者の横断開始位置は図 -5 のように、A-D 側基準に 0m とし、B-C 側方向に対しての距離を測定して横断開始位置(L_{in})および終了位置(L_{out})とした。ま



図-2 マンハイム(独)の調査対象街路の位置



写真-2 マンハイム(独)の計測対象範囲



図-3 カールスルーエ(独)の調査対象街路の位置



写真-3 カールスルーエ(独)の計測対象範囲



図-4 大阪(梅田)の調査対象街路の位置



写真-4 大阪(梅田)の計測対象範囲

表-2 計測対象範囲の大きさと調査日時

	マンハイム	カールスルーエ	大阪(梅田)
日時	2011/9/8 12:00～	2011/9/10 11:30～	2011/6/7 12:00～
A-B	24.3m	34.1m	29.8m
B-C	5.3m	5.8m	8.7m
C-D	24.3m	34.1m	30.5m
D-A	5.3m	5.8m	8.3m

た、道路の中央線の通過位置(L_{mid})についても計測した。

4. 交通量および横断者数

(1) 交通量と横断者数

図-6～図-8に、各調査地点における1時間あたりの交通量および横断歩行者数を図示した。図の矢印は交通量や横断歩行者数の量に応じて太さを変えている。

マンハイム、カールスルーエともに、調査した時間帯にはLRTは毎時往復計60本程度運転されており、決して少ない運転本数ではないが、基本的にはこれ以外の交通は無い。これに対して、大阪(梅田)では、バスや自家用車など単純合計で毎時354台の通過があった。2車線道路としては決して交通量が多いわけではないが、計測対象としたトランジットモール区間よりも車両の通過数はかなり多い。

横断歩行者数については、マンハイムが両方向合計791人、カールスルーエが366人、大阪が482人と、都市によってばらばらである(比較対象用の大阪梅田地区はドイツの2都市のトランジットモールの横断者数の間の値)。

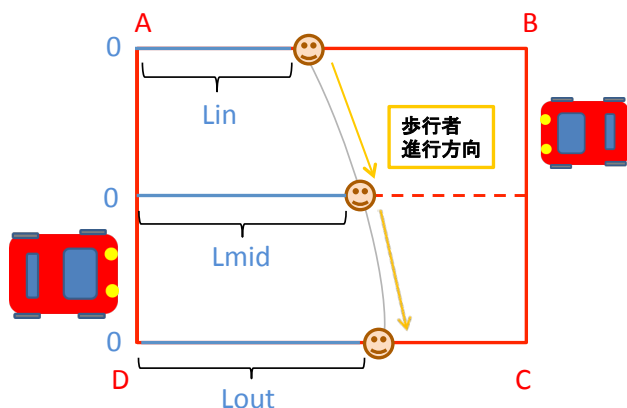


図-5 歩行者の横断位置の測定(右側通行)

(2) 交通および横断歩行者の速度について

各調査地点における交通の通過速度を計測した結果、マンハイムのLRTは平均12.0km/h、カールスルーエは平均19.5km/h、大阪(梅田)の自動車(バスを含む)は平均20.4km/hであった。

また、横断歩行者の速度は、マンハイムが3.5km/h、カールスルーエは4.9km/h、大阪(梅田)の自動車(バスを含む)は6.1km/hであり、トランジットモールにおける横断歩行者の方がゆっくりと横断していることが分かった。

(3) 歩行者と車両の接触可能性に関する簡易な考察

トランジットモール区間における懸念事項としては、車両と歩行者の接触による事故発生が挙げられる。車両の走行速度を考慮しない場合、通過交通量や横断歩行者数が多いほど事故の発生頻度が多いと考えられるが、参考までに大阪(梅田)における「交通量 × 横断者数」の値を

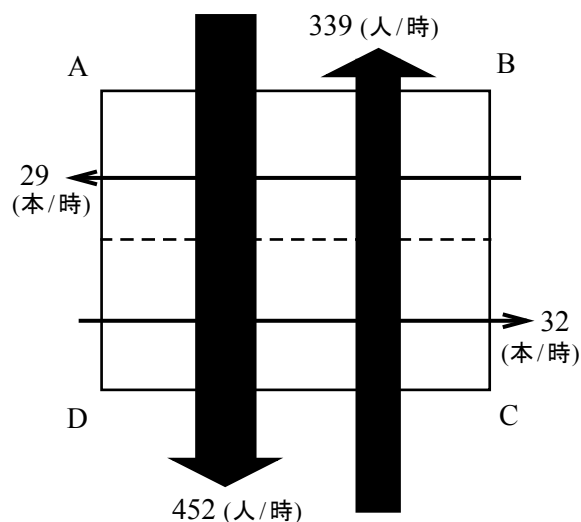


図-6 マンハイムの交通量・歩行者数

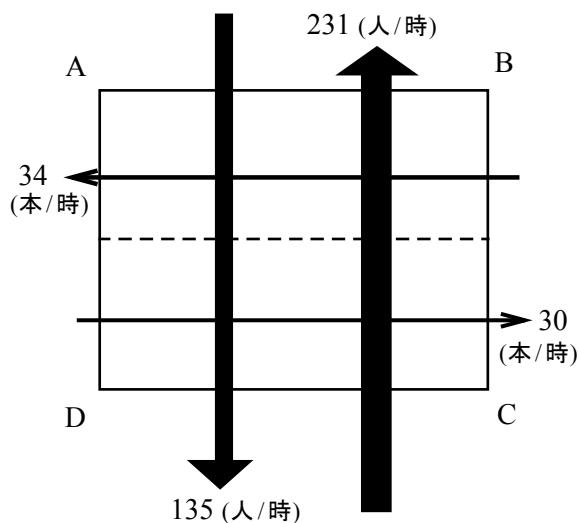


図-7 カールスルーエの交通量・歩行者数

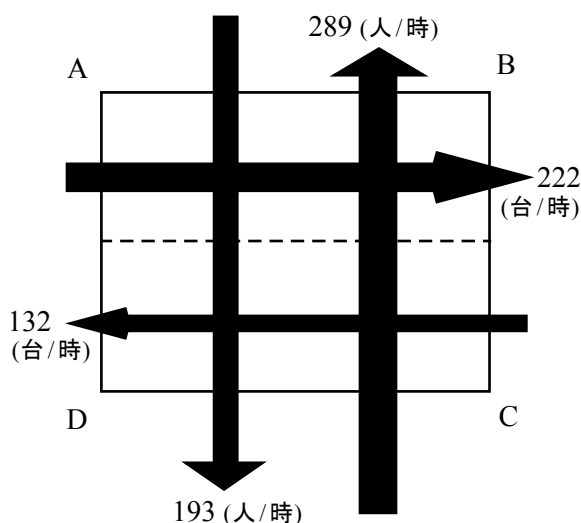


図-8 大阪(梅田)の交通量・歩行者数

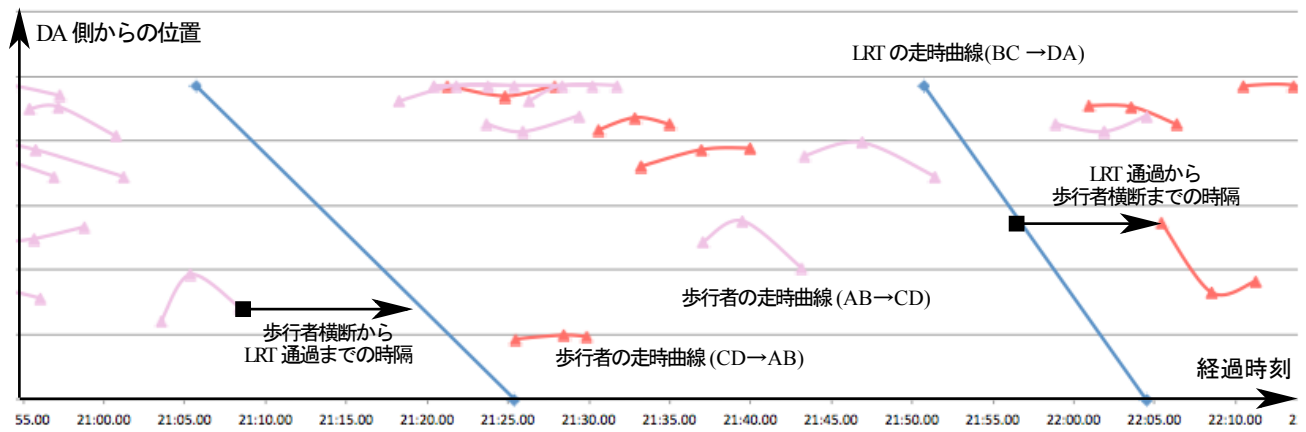


図-9 歩行者およびLRTの時刻-位置関係図（一部抜粋例）

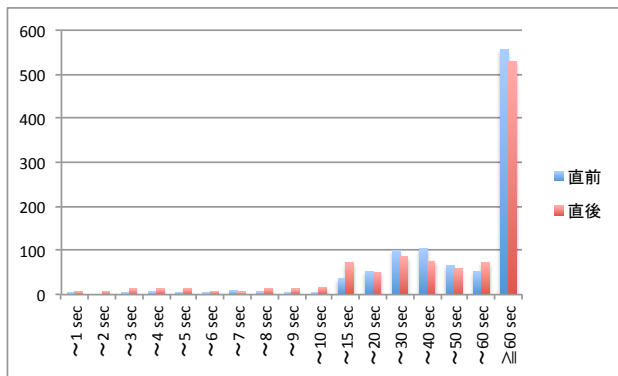


図-10 最接近時の時隔（マンハイム）

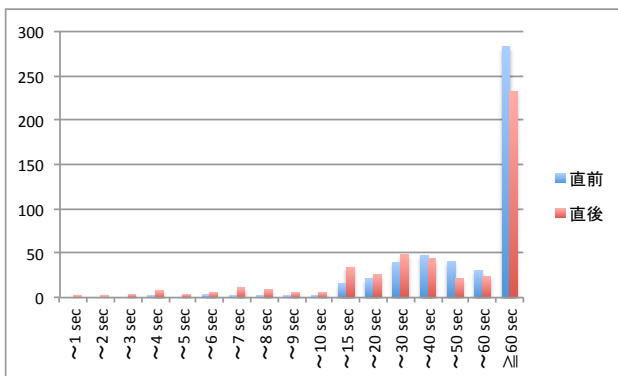


図-11 最接近時の時隔（カールスルーエ）

100とした場合、マンハイムは約28、カールスルーエは約14となり、事故発生頻度はトランジットモール区間の方が大阪の繁華街の街路よりも大幅に小さい可能性がある。

5. 交通量および横断者数

(1) 歩行者横断とLRT通過との時間間隔

図-9は、横軸に計測開始からの経過時間数(経過時刻)、縦軸に計測範囲におけるA-D側からの位置(Lin, Lmid, Lout)をとり、歩行者の横断状況とLRTの通過状況について、それぞれ走時曲線として表示したものである。横断歩行者の曲線とLRTの曲線の間隔を、横方向に計測すると両者の時間的間隔が、縦方向に計測すると両者の空間

表-3 走行・歩行方向と時隔の計測対象(右側通行)

		歩行者の方向	
		AB→CD	CD→AB
LRTの方向	DA→BC	後半	前半
	BC→DA	前半	後半

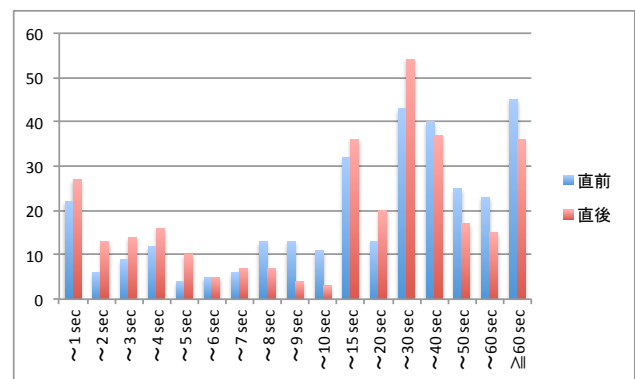


図-12 最接近時の時隔（大阪）

的間隔がわかるようになっている。

LRTと横断歩行者の位置関係を分析する際、図-5のように右側通行の場合、BC→DA方向のLRT(または自動車)はAB→CD方向の歩行者の渡りはじめの段階における位置関係が問題となる。全ての組み合わせについて計測すべき組み合わせをまとめると、表-3のようになる。なお、本研究では、複数名の集団で横断している場合は、1件として計測した。また、大阪梅田については、30分間のデータを用いて行った。

図-10および図-11は、トランジットモールにおけるLRTと横断歩行者の時間的間隔(時隔)の計測結果である。横軸は時隔をとり、縦軸は計測した件数である。「直前」はLRTの直前横断であり、歩行者の横断からLRTの通過までについて計測したものである。「直後」はLRTの通過から歩行者の横断までについてのものである。

両者とも毎時往復計約60本のLRTが通過するため、平均約1分間隔でLRTが通過するが、横断件数は「直前」「直後」とともに60秒以上(距離換算で200~300m程度)が多

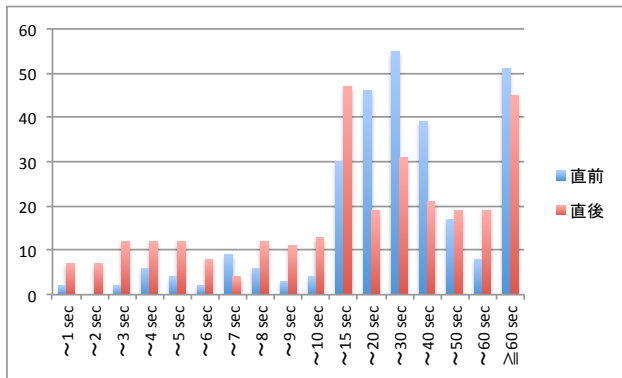


図-13 近い方の時隔(マンハイム)

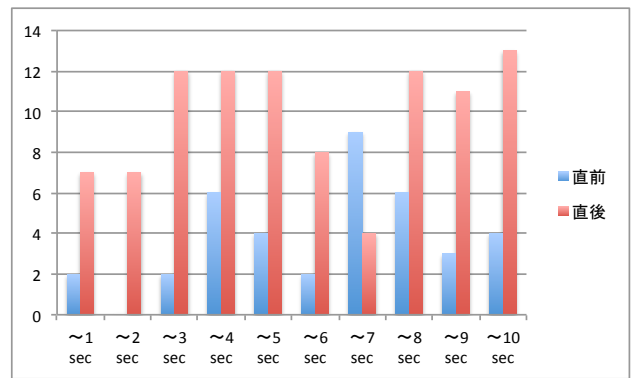


図-16 近い方の時隔[10秒未満のみ](マンハイム)

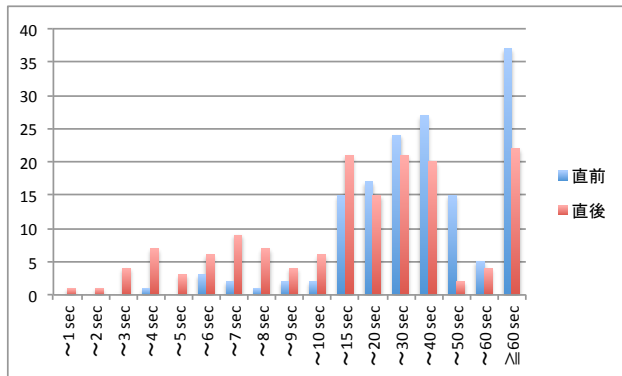


図-14 近い方の時隔(カールスルーエ)

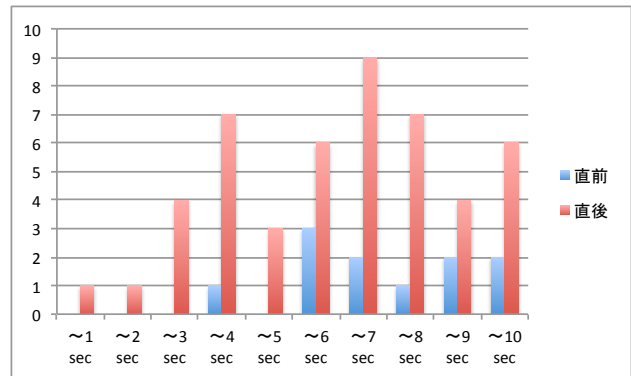


図-17 近い方の時隔[10秒未満のみ](カールスルーエ)

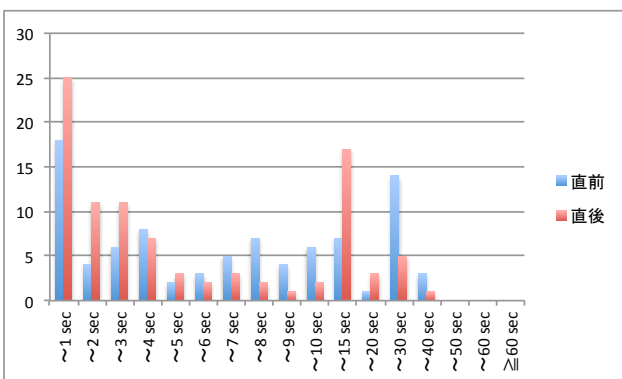


図-15 近い方の時隔(大阪)

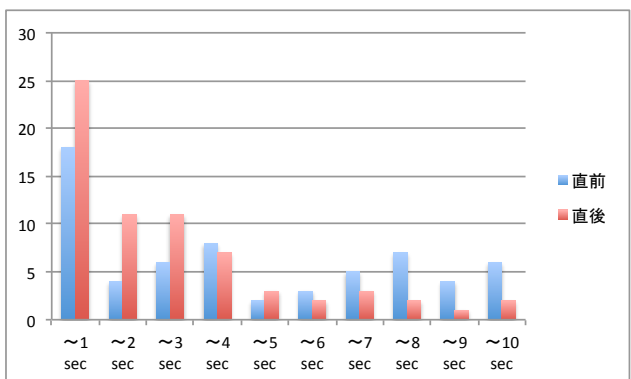


図-18 近い方の時隔[10秒未満のみ](大阪)

く、全体のほぼ半数である。また、数秒程度の時隔しかなかったような横断は非常に少ない。図-12は比較のために調査した大阪梅田地区の結果であるが、自動車交通量そのものが多いため、全体の9割が60秒未満である。

図-10～図-12の分析においては、1横断につき往復の2軌道(2車線)を横断することから基本的には2件のデータを得ているが、この2件の内、LRTとの時隔が小さかった方を取り出してグラフ化したものが図-13～図-15である。調査対象としたトランジットモールでは、60秒以上の時隔であった件数は大幅に減ったが、全般的に時隔は長めであり、トランジットモールにおいて「直前」横断が10秒未満(距離換算で約50m程度)になったのは全体の10%前後である。平均的には、両軌道上の近い方のLRTでも平均40秒程度の時隔がある状態で横断している。一方、大阪については、「直前」横断時の時隔は平均でも約9秒であ

り、大幅に短い。

「直前」よりは多いが、トランジットモールの「直後」横断についても10秒未満は少なく(約3割)、「直後」であっても10秒以上の時隔を開けて横断している。これは、反対方向のLRTが、通過したLRTの陰からあらわれる可能性を考慮している可能性がある。

(2) 横断歩行者の横断の特徴

前述のように、基本的にはトランジットモールにおける横断歩行者は、日本の街路の横断歩行者と異なり、「直前」「直後」とともに十分な時隔を確保して横断を実行している。

詳しく分析するために、図-13～図-15の10秒未満の階級について拡大して図示したものが図-16～図-18である。トランジットモールでは「直前」横断は時隔が4～5秒未満

(距離換算で 20m 程度)になると非常に少なくなるが、「直後」の横断は 4~5 秒未満であっても件数が多い。つまり、LRT の通過を待って直後に横断行動に移るというケースが比較的多いことを示している。

一方、大阪の街路については、自動車の平均速度が制限速度 40 キロの割には遅かったことや、横断対象の車道幅員が比較的広かったことなどが影響していると思われるが、「直前」「直後」ともに時隔が短めである。

6. 全体のまとめと今後の課題

本研究で対象としたトランジットモールの横断歩行者の行動の特徴をまとめると次のようになる。

- 1) 軌道を横断する場合は、大幅に余裕をとっている
- 2) LRT 接近時、時隔が 10 秒未満で横断件数が減少する
- 3) 同、時隔が 4~5 秒未満では、基本的には横断しない
- 4) LRT 通過直後の横断歩行者は直前横断の 3 倍程度
- 5) 通過後であっても、10 秒程度は様子見の傾向

このような行動は、大阪梅田地区における歩行者の横断行動とは大きく違っており、トランジットモールにおける歩行者横断行動を日本の市街地における歩行者行動と同一視することは適切ではないと思われる。

わが国でトランジットモールを導入しようとする場合、通過する LRT (あるいはバス) の本数と歩道の広さが分析

対象とした 2 都市と同程度ならば、最終的には同様の横断行動になる可能性が高いと思われる。ただし、LRT 接近時の行動については、「慣れ」の結果と思われる行動であると考えられる部分もあり、導入初期には適切な注意喚起や安全をどのように判断するか基準などの情報提供は必要であると考えられる。

また、本研究では分析対象外であるが、マンハイムおよびカールスルーエの両地でビデオ調査を行った感想としては、大半の歩行者は軌道と並行に歩道上を歩いており、歩行者が軌道を横断する行動自体が比較的希な行動であるように思われた。両都市とも比較的幅員の広い歩道を併設したトランジットモールであったが、街路における歩道の広さが歩行者の行動に影響している可能性もあり、今後はそのような街路構造の違いによる影響についても分析する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) [例えば] 青山吉隆・小谷通泰(編著): LRT と持続可能なまちづくり, 学芸出版, 2008.
- 2) 野中邦宏・波床正敏・西田圭佑・大島秀樹: 海外都市の LRT 走行空間との比較に基づく日本の街路断面の課題考察, 土木計画学研究講演集 43, CD-ROM, 2011.

(2012.5.7 受付)

A CAMCORDER ANALYSIS OF PEDESTRIAN BEHAVIOR ACROSS LRT TRACKS ON TRANSIT MALL

Rie HIRAYAMA, Masatoshi HATOKO Fumiko PERRY, Koji YOSHIKAWA
and Naoyuki TSUKAMOTO