

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24560651

研究課題名(和文) 海外現地調査に基づくトランジットモールの構造が歩行者行動に与える影響の分析

研究課題名(英文) A Study on Pedestrian Behavior in Transit Malls Based on Overseas Field Survey

研究代表者

波床 正敏 (Hatoko, Masatoshi)

大阪産業大学・工学部・教授

研究者番号：60278570

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：トランジットモール上の歩行者行動について、主に現地調査により分析した。周辺街路網の状況調査、幅員構成やLRV速度の測定、騒音測定、横断状況のビデオ調査などを行った結果、次のことがわかった。

歩行者は基本的に軌道敷を通行しない。街路1mあたり歩行者の0.2～1%が軌道横断を開始する。軌道の横断角は一部を除き30度前後である。LRV通過直後は比較的積極的に横断する。街路の雑踏に紛れてLRV走行音が聞こえはじめると、歩行者は横断を控える(LRVとの距離約80m、時隔20秒程度)。走行音と暗騒音の差が同程度になると、横断者が大幅に減少する(LRVとの距離約16m、時隔4秒程度)。

研究成果の概要(英文)：Pedestrian behaviors on the transit malls were analyzed mainly by field survey as survey of peripheral street network, measurement of the width configuration of the transit malls, LRV speed measurement, noise measurement, and video survey of crossing situations. As a result of the researches, the followings were found.

(1) Pedestrians basically don't walk on the tram track. (2) 0.2-1% of pedestrians on each 1 m of the street start crossing the track. (3) Crossing angle is almost 30 degrees except some. (4) Passengers actively start crossing the track after LRV passing. (5) When the LRV noise grows as the bustle of the street pedestrians begin to refrain from crossing. The distance between the LRV and pedestrians is almost 80 m, and the time from pedestrian crossing to LRV passing is about 20 seconds. (6) When running sound reaches to the level of background noise, few pedestrians walk across the track. The distance is almost 16 m and the time is about 4 seconds.

研究分野：交通計画，都市計画

キーワード：トランジットモール 歩行者 LRV 軌道横断 時間間隔 等価騒音レベル 横断角 幅員構成

1. 研究開始当初の背景

環境的に持続可能な都市づくりの装置として LRT(Light Rail Transit :次世代型路面電車)が注目され、欧米諸都市などで、路面軌道の復活、再生、拡張が進み、都市活性化へとつなげている。日本でも 70 都市以上で LRT の構想・計画があるとされており、自家用車の乗り入れを禁止し、LRT と歩行者だけの通行を認めるトランジットモールは、中心市街地活性化の切り札として期待されている。しかし、現状では低床式電車の導入は徐々に進行しているものの、軌道の新設は 2006 年の富山ライトレール開業およびその後の富山市内軌道の環状化のみであり、トランジットモールに至っては全く実現していない。

この背景としては、海外事例紹介の際、実際には必要以上に歩行者が軌道を横断することが少ないにもかかわらず、トランジットモールが電車と歩行者の混合交通であることがことさら強調され、道路管理者や交通管理者に危険な街路であるとの印象を与えてしまった可能性があると思われる。そのようなことから、実際のトランジットモールにおける歩行者交通行動を詳しく調査・分析し、定性的・定量的両面の特徴を正しく把握する必要が生じていると考えられる。

新規整備に限らず、既存軌道改良の場合ですらトランジットモールが実現しない理由としては、都市の個別事情が存在すると思われるものの、専門書や論文等で得られたトランジットモールのイメージ、実物とは異なる条件で実現された社会実験の結果の印象などが色濃く影響していると考えられる。

しかし、トランジットモールに関する国内文献については、単にトランジットモールの定義や基本的な特徴が説明されているにすぎない。実際に訪れてみると、街路の位置や規模によって、歩行者の行動は都市によって大きく異なっており、どのような構造の街路ならば日本への導入の参考例となるかなどについてはほとんど分かっていない。

これまでの LRT 整備都市への訪問経験を通じ、日本で信じられているトランジットモールの姿には主に以下の 2 点において誤解があると思われる。

ひとつは、必要以上に歩行者が軌道を横断することは少ないということである。多くの場合、トランジットモールは「渡ろうと思えば任意の場所で街路の向こう側へ渡れる」程度であり、好んで電車の走行空間を電車の進行方向に歩行する人はほとんど無い。日本では、トランジットモール上で電車と歩行者が渾然一体となって通行しているイメージがあるが、そのような状況は例外的である。

もう一つは、街路の状況によって、歩行者の行動が異なっているということである。日本でイメージされる電車と歩行者が渾然一体となって通行するようなトランジットモ

ールは、確かにいくつかの都市において存在している。しかし、そのような街路には一定の条件があるように思われる。また逆に、必要以上に歩行者が軌道を横断することは少ない街路についても、一定の条件がある。

これらの着想に基づき、本研究においては、これまで訪問した都市における街路写真等の資料整理に基づく定性的な分析、定量的分析を目的とした新たな現地調査、得られたデータの分析に基づくトランジットモールにおける歩行者行動の詳細分析、その分析に基づく日本の街路へのトランジットモール導入の考察が必要であるとの考えに至った。

2. 研究の目的

本研究では、トランジットモールに的を絞り、欧州の歩行者と電車の通行実態を現地調査し、状況を分析することで、トランジットモール実現への課題や注意点などを明らかにすることで、LRT 事業の推進に貢献することが本研究の目的である。

本研究は、申請者らのこれまでに訪れた海外都市のトランジットモール写真等の資料を再検証した上で、いくつかの典型例について現地調査を行う。現地調査によって、定量的なデータを得て、街路構造および LRT 運転状況と歩行者行動との関係性について安全性や歩行者の往来の利便性などについて分析する。

具体的には、既存のトランジットモール関連資料の検証(都市内における街路の設置位置や周辺状況、あるいは街路構造と歩行者の歩行状態について整理)、トランジットモールの現地調査(街路の構造や歩行者の歩行形態などをビデオ撮影するなどして定量的に測定する)、現地調査結果データに基づく歩行者行動分析(歩行者の街路上の歩行行動、軌道の横断行動を、LRT の走行状況との関係から分析)、日本の街路へのトランジットモール導入に関する考察(日本の都市街路でトランジットモールを実施した場合にどのような状況になるのか考察)、などの調査と分析を行う。

3. 研究の方法

具体的な研究は以下の方法で行った。

(1) 既存資料の整理とトランジットモール形態の基本分類

本調査の事前準備として、手持ち資料(写真・地図・ビデオ映像・パンフレット類等)を整理し、都市の形態、都市内の位置、街路の構造がトランジットモール上の歩行者の歩行状況に与えている影響を定性的に分析する。その上で、トランジットモールの形態分類を行い、調査対象として 10 都市程度を選定する。

(2) トランジットモールのビデオ調査

選定した都市のトランジットモールについて、ビデオ調査を行い、歩行者や LRV の走行状況のデータを収集する。同時に、街路の構造についても定量的に測定を行い、それについて詳しく分析する。

(3) 都市構造の分析

調査対象のトランジットモールのある都市の構造や都市内におけるトランジットモールの位置について分析する。

(4) 街路構造の分析

調査対象のトランジットモールの街路構造や歩行者心理に与える影響などについて分析する。

(5) LRT 走行形態の分析

分析対象のトランジットモールにおける LRV の走行形態や走行条件等について分析する。

(6) 歩行者行動の分析

歩行者がどのような条件の場合に軌道に進入して歩行するか、またどのようなタイミングで街路横断するかを分析する。

4. 研究成果

(1) 都市内のトランジットモールの位置

トランジットモールのある中心市街の構造を分析するため、中心市街の街路網を対象に、一方通行や右左折・進入禁止、歩行者専用区間の設定、ポラード等の設置状況を調査し、街路網における自動車の取り回しを分析した(例：図-1-1, 図-1-2)。

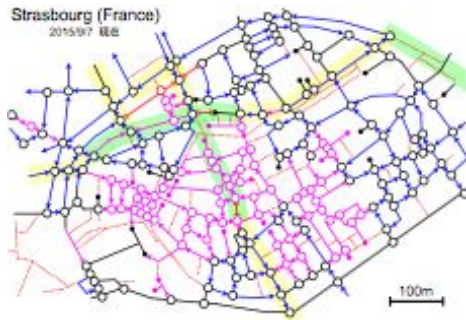


図-1-1 自動車の進入制限等の調査

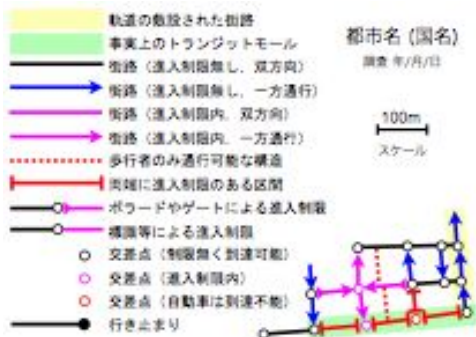


図-1-2 進入制限等の調査の凡例

その際、トランジットモールが街路網の中でどのような役割を果たしているかを考察した。その結果、トランジットモールの街路網における役割について以下の各点がわかった。

トランジットモールは歩行者街路網の一部ではあるが、近傍の街路網が歩行者ゾーンの中心であることが多い。

ゾーンシステムとの関係については、必ずしもトランジットモールがゾーン境界とは限らない。

トランジットモールは、制限された歩行者ゾーンへの自動車進入・退出経路の一部になっていることが多い。

(2) トランジットモールの基本構造

トランジットモールの基本的な街路構造についても調査した。基本的な構造としては、図-2-1 のように軌道と歩道だけで構成されている。

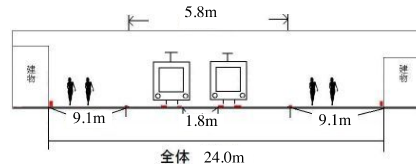


図-2-1 トランジットモールの例(チューリヒ)

幅員構成を調査した結果、図-2-2 のような全幅員と幅員に占める歩道幅員の割合のような状況であった(青色の点)。日本の街路は歩道部分の幅員の割合がこれらに比べると小さい。

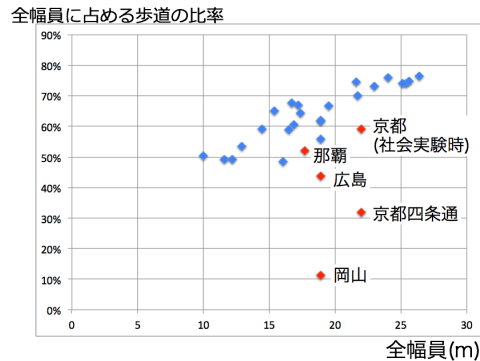


図-2-2 トランジットモールの幅員 (日本の都市は比較参考用)

欧州のトランジットモールの幅員は決して広いわけではなく、日本の一般的な街路と比べて幅員自体は大きくは変わらない。また、トランジットモールにおける軌道部の幅員は全幅員によらず 6m 前後であり、軌道部以外はすべて歩道なので、結果として幅員の広い街路ほど歩道の比率が大きい。

(3) トランジットモールにおける LRV の走行速度

欧州のトランジットモールでは LRV に対

して 20-30km/h の速度制限が課されて低速走行されているが、わが国では 30km/h 制限の街路であっても必ずしも歩行者の安全を担保できないというイメージがある。本研究では実際にトランジットモールにおける LRV の速度を計測し、安全性を検討するための基礎情報収集を行った。

GPS を使用して 17 都市のトランジットモールについて連続的に LRV 速度を測定した結果では、走行距離の 95% が 25km/h 以下、80% が 20km/h 以下で運転されていた。平均速度についても 10km/h 程度であった。(図-3-1)

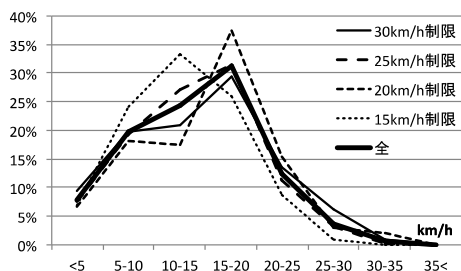


図-3-1 GPS 測定による LRV の速度分布

また、定点における測定の面でも低速運転を確認するとともに、日本の路面電車の場合と比較した結果、LRV のトランジットモールにおける走行状況は日本の路面電車の街路走行とは傾向が異なっていることもわかった。(図-3-2)

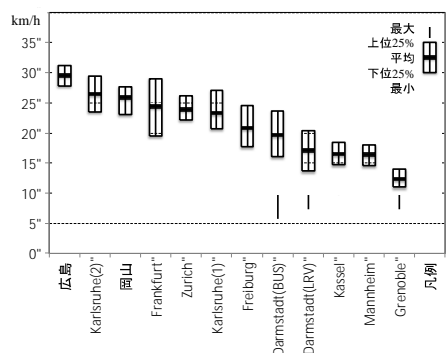


図-3-2 定点測定に基づく速度比較

(4) トランジットモールの静寂性

本研究では、実際にトランジットモールが実施されている街路および比較参考用に日本の路面電車の走行する街路やその他の街路で騒音測定を行い、等価騒音レベルを計算するとともに音圧の分布を分析した。その結果、トランジットモールの静寂性について以下のようなことがわかった。

トランジットモールにおける騒音レベルは、等価騒音レベルで見ると 2 車線や 4 車線の道路沿道レベルより静かであり、昼間の商業地の騒音レベルと同程度である。(図-4-1)

路面電車の走行している日本の街路についても、沿道が静穏であれば基本的には静かであるが、軌道や電車が古いために等価騒音レベルで見ると必ずしも静かでは無い。(図-4-1)

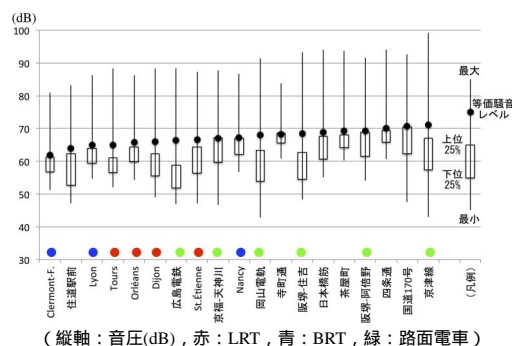


図-4-1 音圧分布 (等価騒音レベル順)

LRT と BRT とでは、明確な差は無いが突発的な大音量が発生しにくいために BRT の方が等価騒音レベルは小さい傾向にある(図-4-1)

(5) トランジットモールにおける横断歩行者と LRV の位置関係

本研究では、ドイツの 2 都市におけるトランジットモール化されている街路において、歩行者の軌道横断行動をビデオ調査した。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日本の街路を比較対象として調査し、トランジットモールにおける歩行者の軌道横断タイミングを分析・考察した。その結果、横断歩行者の行動として、次のような特徴があることがわかった。

歩行者が軌道を横断する場合は、大幅に余裕をとっている。

LRV 接近時、歩行者と電車の時間的間隔(時隔)が小さいと横断件数は減少する。同、時隔が 4 秒程度未満では、基本的には横断しない。(図-5-1)

LRT 通過直後は比較的積極的に歩行者が横断する。(図-5-1)

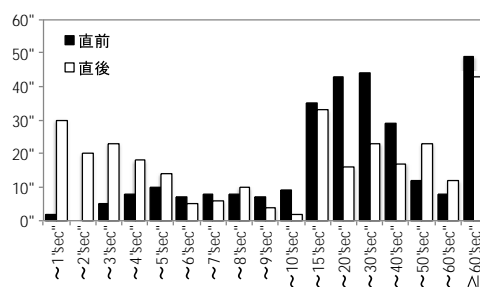


図-5-1 LRV と歩行者の時隔 (Mannheim)

このような行動は、比較参考用に調査した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いることも確認された。

(6) LRV 走行音が横断歩行に与える影響

LRT は旧来の路面電車に比べて低騒音・低振動の軌道交通であるとされているが、繁華街の街路では、歩行者が LRV の接近に気付きにくくなる原因となる可能性がある。そこで、本研究では、海外のトランジットモールを走

行する LRV の発する騒音レベルを実際に測定し、歩行者がトランジットモール上の軌道をどのようなタイミングで横断するのかについて音の面から分析を行った。

まず、調査対象街路の音環境の概要は図-6-1 のようなもの（棒グラフが街路の騒音、点とヒゲが LRV の発する騒音）であった。

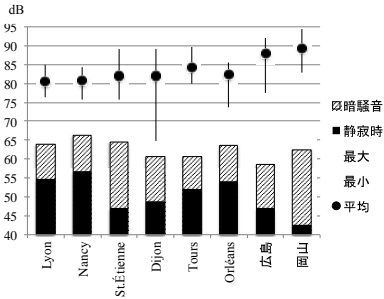


図-6-1 LRV の最大騒音レベルと暗騒音

次にビデオ調査を行い、歩行者の横断開始時点で歩行者が聞いたであろう LRV の発する音圧レベルと横断歩行者数（累計）の関係は図-6-2 のようであった。都市によって横断を断念している音圧が異なるのは、街路の暗騒音が関係している可能性があると思われた。

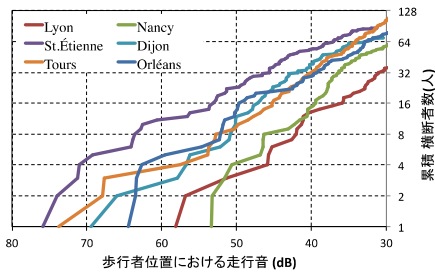


図-6-2 歩行者位置での走行音圧と横断者数

そこで、全調査都市に関して街路の暗騒音レベルを差し引いて分析を行った結果（図-6-3）、接近する LRV の発する音が街路の静寂時の騒音レベルを超えるようになると軌道横断をやや控える傾向になり、定期的な暗騒音レベルと同程度になると大きく横断者が減ることがわかった。

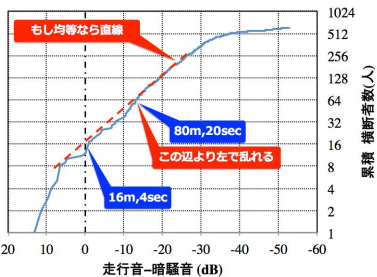


図-6-3 走行音と暗騒音の差と横断者数

LRV の走行音が暗騒音より 12~13dB 小さいレベルとなり、概ね街路の雑踏に紛れて LRV の走行音が聞こえはじめるようになると、歩行者は横断を控えるようになる。このとき、LRV と横断者の間隔は約 80m、走行時

間は 20 秒程度である。

走行音と暗騒音の差が同程度（差が 0dB）となると、横断者が大幅に減少する。このとき、LRV と横断者の間隔は約 16m、走行時間は 4 秒程度である。さらに、走行音が暗騒音より 10dB 大きい程度になると、横断者がいなくなる。

(7) 軌道横断歩行者の横断角について

トランジットモールを現地調査した際、以下の各点に気付いた。

歩行者は軌道敷を確かに横断しているが、その数は少ない。

軌道を歩道代わりに歩く人は少ない

そこで、独仏 10 都市のトランジットモールについて歩行者の行動調査を行い、歩道上と軌道上の歩行者数の比や歩行者交通量に対する横断開始者数、横断時の角度（浅い~直角）などについて分析した。

横断時の角度については、図-7-1 のように計測断面を設定し、その計測結果に関して図-7-2 のような考え方に基いて各計測断面を横切った歩行者数の比から横断時の角度相当の指標を計算した。

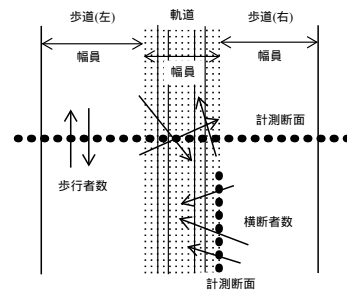


図-7-1 横断者数の計測方法

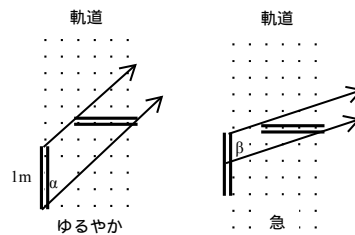


図-7-2 軌道の横断角の考え方

計測結果を分析した結果、調査対象都市の各街路では図-7-3 のような横断角であった。

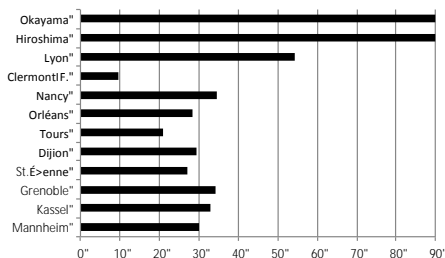


図-7-3 都市別の横断角

分析結果をまとめると、以下のようになった。
歩行者は基本的に軌道敷ではなく、歩道を通行する。
軌道横断者は歩行者交通量が多いと増える傾向にある。
街路 1m あたり歩行者の 0.2 ~ 1% が横断開始している(両側歩道)。
軌道の横断角度相当の指標を計算すると、一部を除き、横断角は 30 度前後であった。
歩道の混み具合と横断角は関係が無い。
LRV や自動車の通過数が多いと横断角が急になる傾向がある。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

- ・波床正敏・ペリー史子・塚本直幸・吉川耕司・伊藤雅:「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」, 都市計画論文集 No.48-3, pp.411-416, 2013.11
- ・波床正敏・伊藤雅・ペリー史子・吉川耕司:「トランジットモールにおける軌道上歩行者の横断角に関する考察」, 都市計画論文集 No.50, No.3, pp.371-378, 2015.10
- ・波床正敏:「都市交通論から見る LRT 整備の重要性」, 運輸と経済 2012 年 10 月号, pp.15-22, 運輸調査局, 2012

[学会発表](計 5 件)

- ・平山理恵・波床正敏・ペリー史子・吉川耕司・塚本直幸:「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」, 第 45 回土木計画学研究発表会, 2012
- ・波床正敏・ペリー史子・塚本直幸・吉川耕司・伊藤雅:「トランジットモールの断面構造と歩行者の通行状況に関する分析」, 第 47 回土木計画学研究発表会, 2013
- ・波床正敏:「トランジットモールにおける LRT 騒音の測定結果分析」, 第 49 回土木計画学研究発表会, 2014
- ・波床正敏・安井渉:「トランジットモール区間における LRV 走行速度の測定結果分析」, 第 51 回土木計画学研究発表会, 2015
- ・伊藤雅・波床正敏:「LRT 導入に伴う歩行者空間の確保と交通安全環境の確立に関する試論 - 交通事故統計の日独比較から」, 第 51 回土木計画学研究発表会, 2015

[図書](計 0 件)

- ・現時点で出版には至っていないが, 準備中。

[産業財産権]

- 出願状況(計 0 件)
- 取得状況(計 0 件)

[その他]

ホームページ等

http://rtpl.ce.osaka-sandai.ac.jp/Labo/?page_id=375

6. 研究組織

(1) 研究代表者

波床正敏(大阪産業大学・工学部・教授)
研究者番号: 60278570

(2) 研究分担者

Perry 史子(大阪産業大学・デザイン工学部・教授)
研究者番号: 10238719
塚本直幸(大阪産業大学・人間環境学部・教授)
研究者番号: 20247878
伊藤雅(広島工業大学・工学部・教授)
研究者番号: 70273464
吉川耕司(大阪産業大学・人間環境学部・教授)
研究者番号: 80220599