

中国の中規模都市を対象とした情報制約下でのLRT導入効果の推計と評価

Estimation and Evaluation of the Effect of LRT under the Limited Information at Chinese Middle City*

ザイヨウキ**・吉川耕司***

By Zhai YAOUHI・Koji YOSHIKAWA***

1. 研究の背景と目的

中国の各都市では、自動車の爆発的な増加に伴い交通問題が深刻化してきている。道路整備のペースは著しく速いが、自動車交通の円滑化を図るだけでは、到底、都市居住者の交通流動を賄うことはできないだろう。公共交通を軸とする都市交通体系の構築が、最終的には求められるわけで、そのための検討の土台を現時点において作っておくことには一定の社会的意義があると考えられる。

なかでもLRTをはじめとする軌道系の都市内交通機関は、限られた交通空間を有効利用でき、輸送能力が高くエネルギー効率も優れており、優先的な検討がなされるべきものであろう。本研究は、こうした状況把握や問題意識を背景として、中国の中規模都市を対象としたLRT導入効果のシミュレーションを試みたものである。

本研究では、青島市を対象として、交通状況の現地調査を行うとともに、統計情報等も援用して現在の交通状況を把握し、ここにLRTを敷設した場合の交通状況と、事業運営に関わる情報を推計する。さらにこれらの情報をもとに導入効果の評価を行う。そしてこうした一連の手順と推計方式を、LRT導入に関する検討の方法論としてとり纏める。これらは現実の計画局面での適用性を鑑み、計画者の試行錯誤過程に対応させた意志決定支援システムの形態として構築している。

2. 研究のアプローチ

LRTの導入効果や評価の観点は多様であり、総合的な評価手法が求められる。しかしながら本研究では、計画実務での適用性を高めることを意図し、以下のように、通常目指される方向性とは異なるアプローチをとった。

a) 現況調査から評価情報の算出までを網羅する

交通研究の進展は細分化を伴い、それぞれは高度化・精緻化されたものの、実務者の活用性はかえって小さくなった可能性もある。本研究は、科学的合理性が欠如するリスクは負いながらも、調査や基礎情報の入手から、最

* キーワード: 公共交通計画、計画情報、LRT

** 学生員、修士(人間環境学)、大阪産業大学大学院

*** 正員、博士(工学)、大阪産業大学人間環境学部

(大阪府大東市中垣内3-1-1、
TEL072-875-3001、FAX072-871-1259)

終的な意志決定情報までを通して扱い、本研究単独の成果として実務性の高いものとするを旨とする。

b) 最小限の情報と調査規模での推計作業を行う

海外都市の現地調査には期間・調査項目などに制約が存在し、かつ入手可能な統計情報等も限られる。こうした状況を逆手にとり、必要最小限の調査と情報から、一定精度の推計と評価を行う方法論を構築しようとしている。このことには、①必要不可欠な情報項目を明確にすることができる、②推計精度に影響を与える情報項目を探ることができる、といった副次的効果も期待できる。

c) むやみに精度や理論的精緻さを追求しない

計画実務者が理解可能な推計手法を用いる。高度な手法をブラックボックス化して提示するよりも、推計値のオーダーだけでも簡便に知ることができるようにすることが、「実務的」であると考えたからである。

d) 意志決定支援のための対話型システムを構築する

推計手法をプログラムとして実装し、さらに入出力画面をパネル形式で手順を追って表示することで、計画ツールとなるシステムを構築する。ただしこのシステムは、自動計算を行う部分とともに、判断のための情報を示し、操作者の達観で設定値入力を行わせるパネルも多く存在する。あわせて、手計算では困難な空間情報処理を行う機能を設けることで、駅勢圏や道路ネットワーク等の要因も組み込んだ推計を行うことができるようにする。

3. LRT敷設後の交通状況の推計と評価の手順

図-1に推計と評価のフロー図を示す。このように、LRTの導入可能性を考える際の指標として扱うことの妥当性が高いと思われる「収入」と「支出」に情報を集約していくことにした。なお、収支のバランスのみで導入効果の評価しようとしているわけではないことを念のため述べておく。筆者らの考え方はむしろ逆であるが、負担額の妥当性等は常に吟味されなければならないし、それよりもまず、推計を進める「道しるべ」として、代表性の高い指標を集約先としたわけである。

4. LRT敷設路線の設定と現地調査

(1) LRT敷設路線の設定

青島市内は比較的明確に3つの立地特性(オフィス・

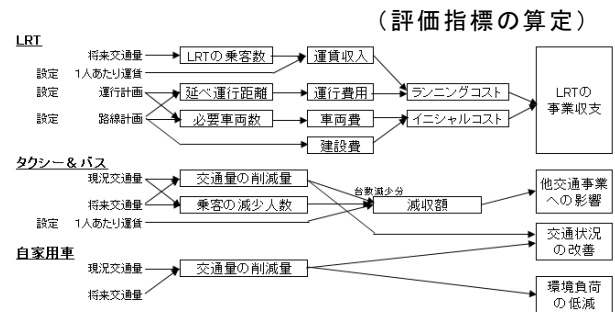
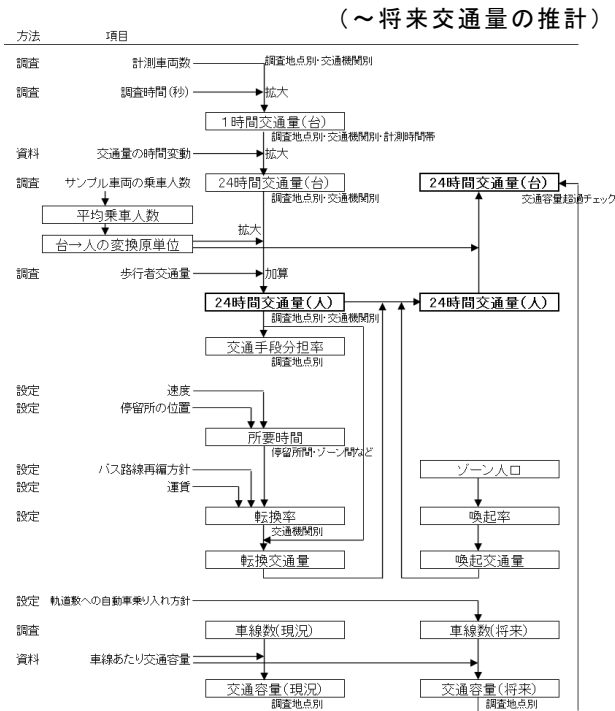


図-1 推計・評価のフロー

観光・商業)を持つゾーンに分かれており、これら相互を連絡する交通流動が幹線的な機能を果たす状況となっている。広幅員、すなわち線路敷設が可能である幹線道路は限られることから、これらを中心に図-3のように路線を設定した。



図-2 想定したLRT敷設路線

(2) 現地調査の概要

a) 調査地点： 設定されたLRT路線にもとづき、道路状況および交通量の現況調査を、平成19年8月21日～9月13日の平日に行った。調査地点は、交通量の多い箇所を基本とし、大きな交差点の前後など交通量の変化が大きいと予想される箇所を加えて図-3に示す10ヶ所とした。

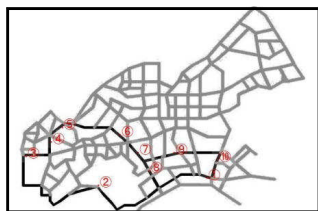


図-3 調査地点(①～⑩)

b) 自動車交通量の計測： 各地点につき6つの時間帯に両方向の5分間交通量(台)を、①乗合バス、②タクシー、③自家用車、④運送・送迎用(トラック・バン等)、⑤

観光バス、⑥バイク、⑦自転車の車種別に計測した。

c) 車種別の平均乗車人数の計測

1台あたり乗車人数等は、台数ベースから人数ベースの情報へ変換するための重要なパラメータとなる。そこで自家用車、タクシー及びバスについて、代表性の高い調査地点において、目視により乗車人数をカウントして平均値を算定した。その他、車線数の確認等も行っている。

5. 現況交通量の推計

(1) 計測時間帯の手段別1時間交通量(台)の算定

現地調査では、最小限の労力でデータを取得するポリシーのもとで、5分間程度を目安とした交通量(台数)の計測を行った。ただし実際には信号サイクルを考慮したため、計測時間(秒)と1時間(=3600秒)との比の値を、それぞれの計測値に掛け合わせることで、交通手段別の1時間交通量(台)を求めた。

(2) 各調査地点の手段別24時間交通量(台)の算定

上で求めた1時間交通量は離散的な時間帯でしか算定できていない。そこで、交通量の「一日の時間変動」に関する情報をもとに「拡大」を行うことで、24時間交通量に変換することにし、今回は文献1)に記載された時間変動グラフを用いた。なお、本研究の算定方式によれば、より信頼性の高い情報が入手でき次第、このステップのみの算定条件を入れ替えることで、手法の高度化や算定結果の信頼性を順次向上させていくことが可能である。

(3) 各調査地点の手段別24時間交通量(人)の算定

台数ベースの交通量から、人数ベースへの換算を行う。LRTへの転換交通量を利用者数単位で求め、この値を元に必要な車両数やダイヤを検討するといった本研究の推計手順では必要な作業となる。これには、現地調査で求めた車種ごとの平均乗車人数との積和を計算する方法をとった。

(4) 各調査地点の交通手段分担率の算定

ここまでの時点で、各調査地点の交通手段別分担率を求めることができる。これにより、各地点の交通状況を、より定量的に把握することができる。

(5) 道路交通容量の推計

車線数に関する調査結果を元に、車線あたり交通容量を設定し、現況の交通容量を算定した。これは参考情報としての役割にとどまるが、LRT敷設後の交通容量(2車線減が通常)算定の基礎資料となる。

(6) 現況交通量算定機能

本章の算定・推計の手順は、計画者の意志決定を支

援するシステムの一部として、「現況交通量算定機能」の形でプログラムを構築している。図-4にインターフェイス画面を示す。

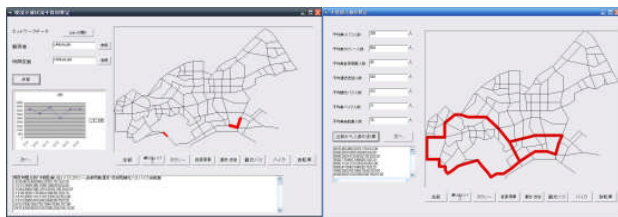


図-4 現況交通量算定機能(左:台数/右:人数)

6. 路線計画と計画諸元の設定

LRT敷設後の将来交通量を推計するにあたり、いくつかの設定すべき条件が存在する。これらの条件が異なれば、LRTへの転換の割合が変化することになるため、あらかじめ方針や数値を定める必要がある。

- ①LRT敷設後のバス路線の再編方針:敷設区間のバスを完全廃止し、バスをフィーダー系輸送を担う機関として、LRTとの乗り換え地点をターミナルとした路線網に再編(多くは路線短縮となる)する。
- ②運賃設定:「LRTの利用料金はバスと同じ均一制とし、新たに乗換が必要となる乗客は料金上の不利益が生じない」とする。
- ③LRTの停留所間所要時間:表定速度を定め、区間長をこれで割ることにより算定した(図-5)。
- ④減少車線数と軌道敷への自動車流入条件:「一律に2車線分を軌道敷に用い、自動車乗り入れを不可とする」と設定した。



図-5 LRT停留所間の所要時間算定結果

7. 将来交通量の推計

LRT敷設後の交通状況の予測を行う。具体的には、LRTの乗客数を、他の交通モードからの転換分と、利便性が高まることによる喚起分の和として推計し、また、転換により減少した他モードの交通量も推計する。後者については、全交通モードの台数の総和の減少分を見積もって、交通状況の改善や環境負荷の減少を評価するための指標として有効に活用できると考えている。

(1) LRTへの転換交通量の推計

転換率については種々の影響要因が複雑に絡み合うため、数値解法による方法をとることは困難であると現時点では判断した。そこで、図-6に示すように、これまで得られた情報をパネル形式で画面上に提示し、それらを参照しながら転換率の数値を達観的に入力し、瞬時に入力

した想定条件での帰結(交通状況)を算定・表示して、試行錯誤過程を支援するというマンマシンのアプローチをとることとした。具体的な推計手順は次の通りである。



図-6 転換交通量算定機能

- ①入力された各交通モードの転換率を用いて、LRT敷設後の交通機関別24時間交通量(人)を算定する。
- ②各交通モードからLRTへ転換する交通量を足し合わせて、LRTの将来交通量(人)を導く。
- ③自動車系の交通機関については、車種ごとの平均乗車人数で除して台数ベースへ換算する。

(2) 喚起される交通量の推計

LRT整備後の交通利便性の高まりにより、交通需要が新たに喚起されることが予想される。これらは厳密には市域全体で生じるが、本研究で目指す簡便な算定方式を鑑みて、主たる喚起需要が想定される沿線地域のみを想定することにした。ここでも(1)と同様のアプローチをとる。すなわち、影響圏人口を意志決定のための情報として提示し、一日あたりの乗客数として、影響圏人口の何%の増加が見込まれるかを「喚起率」として入力させることにした(図-7)。ただし、得られたゾーン人口を用い、LRT路線から両側150mの帯状の地域(=影響圏)への面積比例配分を行って、「影響圏人口」の算出は行っている。これを入力された「喚起率」に掛け合わせることで、喚起される交通量(人数ベース)を算出した。

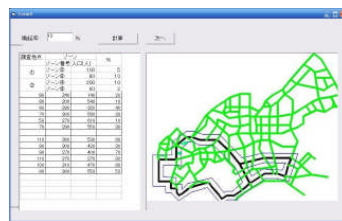


図-7 喚起交通量算定機能

(3) 将来交通量の推計

以上の転換分と喚起分を足し合わせることで、LRTの将来交通量が調査区間ごとに人数ベースで算出でき、交通機関別の分担率などの交通状況を推測するための重要な情報を得ることができた。図-8は将来交通量の推計結果の表示例である。

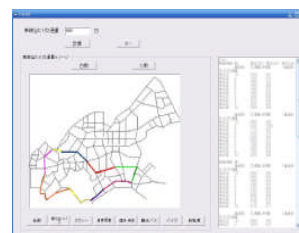


図-8 将来交通量の表示

8. LRT運行条件の設定と事業収支の算定

7. までの作業によって、将来的に見込まれるLRTの乗客数を、24時間交通量の形で得ることができた。ここでは、これらの乗客を輸送するための運行ダイヤ等の条件

を定め、これを元に必要な編成数や車両数を算出することで、最終的にはLRT事業の収支を予測する。

(1) LRT運行条件の設定

- ①運行方法の設定：今回は極めて単純に、「両方向に環状運転を行う」という設定とした。
- ②運賃の設定：現状のバス運賃は1元または2元(空調付きバス)となっているため、LRTの運賃については、「2元の均一料金とする」と設定した。
- ③車両等に関する設定：「最大乗車人数50人の車両を、2両連結して1編成とする」と定めた。1編成あたり200人の輸送能力を持つことになる。

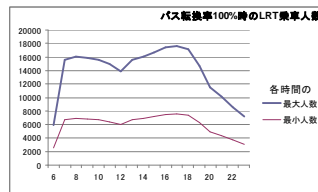


図-9 LRT乗車人数の最大値と最小値

(2) 運行ダイヤの設定

- ①ダイヤのパターン：「6時～24時まで運行し、どの時間帯も同一便数とする」と設定した。
- ②必要な輸送量の算定：ダイヤを設定するには時間帯ごとの交通量を算定する必要がある。そこで、先の交通量の時間変動グラフを用いて、24時間交通量を各時間帯に配分した。値は調査地点によって異なるため、図-9のように、時間帯ごとに交通量が最小となる地点と最大となる地点の各々の推計値を求め、各時間帯ごとにこのうちの最大交通量を採用した。

(3) 運行条件の設定機能と必要な編成数の算定

図-10は、(1)および(2)で示した運行条件の設定パネルである。上部に車両当たりの最大乗車人数や1編成あたりの車両数、運賃を入力する。下部は運行ダイヤの設定部分である。各時間帯の運行編成数を設定するようになっており、これを入力すれば、輸送可能量を算定するとともに、LRT利用者の推計交通量との差を表示する。

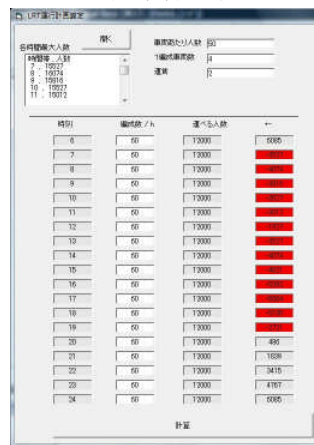


図-10 運行条件の設定パネル

(4) 事業収支の算定

まず事業収入は、(1)で定めた運賃に、乗客数を掛け合わせることで算出できる。ここでは「平均乗車距離」の概念を導入し、下式にて乗客数の概算を行った。

$$\text{重複率} = \text{平均乗車距離} / \text{路線延長} \times \text{調査地点数}$$

$$\text{乗客数(日)} = \sum \text{断面交通量} / \text{重複率}$$

$$\text{運賃収入(月)} = \text{運賃} \times \text{乗客数(日)} \times 30(\text{日})$$

また、イニシャルコストとして建設費と車両費を、ランニ

ングコストとして「人件費」「メンテナンス費」「電力費」を想定している。

9. 事業計画の評価指標の算定

以下の4項目の評価指標を算定している。

- ①事業の採算性：あくまで評価指標の1つとして、事業の採算性を扱う。事業収支の経年的シミュレーションの結果、今回の条件では、8年後に黒字化する結果となった。
- ②他の交通事業への影響：LRT敷設により、他の交通事業は乗客減の影響を受ける。タクシーと乗合バスについて影響の度合いを料金収入の減少額として推計した。
- ③交通状況の改善効果：LRT導入の主要な目的は、交通状況の改善であろうことから、これは最も重要な評価指標となり得る。一方、LRT導入により車線数は減少するので、同一の自動車交通量であれば渋滞が激しくなる。車線数の減少分を相殺するほどLRTへの転換によって自動車交通量が減るのかは重要な検証課題である。
- ④環境負荷の低減効果：自動車の排気を汚染源とするCOの削減量等を算定している。

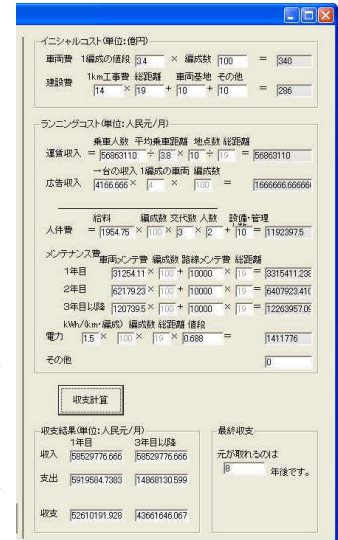


図-11 事業収支の算定パネル

り、他の交通事業は乗客減の影響を受ける。タクシーと乗合バスについて影響の度合いを料金収入の減少額として推計した。

- ③交通状況の改善効果：LRT導入の主要な目的は、交通状況の改善であろうことから、これは最も重要な評価指標となり得る。一方、LRT導入により車線数は減少するので、同一の自動車交通量であれば渋滞が激しくなる。車線数の減少分を相殺するほどLRTへの転換によって自動車交通量が減るのかは重要な検証課題である。
- ④環境負荷の低減効果：自動車の排気を汚染源とするCOの削減量等を算定している。

なお、これらの評価指標を算定し表示するために、図-12に示す評価指標算定機能を構築しており、上記の指標の算出結果を一覧できる。



図-12 評価指標の算定結果表示パネル

10. おわりに

LRTは今後さらなる導入が期待されるが、その効果の評価手法については確立されておらず、これが導入推進のネックになる可能性もある。特に、爆発的な交通需要の増大が見込まれる中国の都市を想定したことから、情報が限られる状況の中で概算的であっても必要最小限の計画情報を算出できるようにすることを目指し、一連の方法論として取り纏めた。計画の際の指針となれば幸いである。

参考文献

- 1) 塚口・塚本・日野：「交通システム」、国民科学社、p.81、1996。