

VR と交通流シミュレーションを用いた LRT 導入による交通ネットワークへの影響分析

小池 光右¹・中山 晶一朗²・山口 裕通³

¹ 学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:kou0561@stu.kanazawa-u.ac.jp

² 正会員 金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

³ 正会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:hyamaguchi@se.kanazawa-u.ac.jp

計算機技術の向上により、VR や交通流シミュレーションソフトが土木計画に用いられるようになった。これらは市民との合意形成に役立つだけでなく、交通混雑の分析や混雑区間での車両の挙動等の分析が可能である。視覚的な表現に加え、渋滞長などの定量的なデータを得ることもできる。また近年では、地方都市を中心に LRT などの新交通システムの導入が盛んに議論されている。LRT は自動車交通と走行空間を共にするため、自動車への影響を分析する事は必要不可欠といえよう。金沢市においても、交通戦略に新交通システムの導入が記されているが、導入に伴いネットワークに与える混雑等の影響は分析されていない。本研究では、交通流シミュレーションと VR を用いて、LRT 導入に伴う渋滞の延伸などの交通流への影響を定量的・視覚的に分析する。

Key Words: *Virtual Reality, Light Rail Transit, transport planning*

1. はじめに

(1) LRT

我が国に多くの都市では現在、少子高齢化に伴う人口の減少や、都市のスプロールによる中心市街地の衰退・空洞化、自動車依存型の都市構造などの課題に直面している。これらの課題の解決策の一つとして、公共交通網の再編が挙げられ、日本でも多くの都市で新交通システムの導入が検討されている。新交通システムの導入により、都市機能の集約や、市民の外出機会の向上、中心市街地の活性化などが期待される。新交通システムの代表的なものとして、BRT や LRT が挙げられる。前者はバスによる公共交通システムであり、後者は軌道によるものである。近年では、環境問題への関心の高まりから、LRT が注目されている。LRT は Light Rail Transit の略称であり、国土交通省¹⁾によれば、次世代型路面電車と称される、バリアフリー性や定時性、速達性、快適性などを高めた次世代の軌道系交通システムであるとされている。

かつて日本の各地に路面電車が建設されていたが、モータリゼーションの進展により利用者が減少し、やがて廃線に至っている。モータリゼーションの進展により、

先述のような中心市街地の空洞化や、都市のスプロールが誘発されたと言っても過言ではない。結果として、地方都市を中心に、公共交通の衰退と自動車分担率の上昇が見受けられる。こうした課題に対し、LRT を核とする交通施策が有効であるとされている。国内における本格的な導入例は富山市の富山ライトレールのみであるが、ヨーロッパ諸国やアメリカなど、海外においては導入実績が豊富である。海外では、LRT の導入によって、自動車利用率の低減、中心市街地の活性化、都市景観の向上といった効果が得られるという報告がある²⁾。

LRT の特徴としては、路面電車であるために専用の軌道を建設する必要がなく、既存の路面を使用できるため建設費用が抑えられる。また、電力を動力源とするために環境負荷が小さいほか、騒音も少ない。また、車両や電停のバリアフリー化が徹底され、誰にとっても利用しやすい公共交通機関である。近年では技術開発も進み、蓄電池を車両に搭載し、電停に充電施設を設けることで架線を省略する試みもある。また、富山ライトレールのように、電停において路線バスとフィーダー接続を行っているなど、他の公共交通機関との接続性を向上させる効果も期待されている。景観面に関しては、鹿児島市や

富山市などで軌道の一部を芝生軌道としたり、架線中のデザインを洗練されたものにしたりと、様々な工夫が凝らされている。

(2) VR

公共事業を行う場合には、事業者と市民の間での合意形成が重要である。近年は災害や不況等で財政状況が厳しさを増しているため、質の高井社会資本整備や、効率的かつ効果的な行政サービスの提供がより一層必要となっている。LRT 整備事業を行う場合、既存の道路上に軌道を敷設するため、他の交通施策よりも多くの関係者を巻き込むことになる。これらの関係者は市民や道路事業者、地権者など多岐に渡るうえ、専門とする分野が異なることが想定される。近年では、合意形成の共通言語として、VR(Virtual Reality)に注目が集まっている。VR は事業前後のイメージを視覚的に表現することができ、直感的な理解の助けになる。また、VR ゴーグルなどのデバイスを用いることで、疑似体験を行うことも可能である。実際の道路事業においても、効果的な路面表示の検討や、景観に配慮した橋梁の設計などに適用された事例がある。多くの関係者を巻き込む公共事業の場合、計画の立案から着工、完成までに長い時間を要することが考えられる。直感的な理解を助ける VR は、円滑な合意形成を行い、事業にかかる時間を短縮することも期待できよう。

一方で LRT は、自動車と走行空間を共にするため、自動車分担率の高い地方都市においては、混雑がより深刻化するのではないかと懸念がある。事業の説明を行う場合には、正の効果だけでなく、発生しうる負の効果についても説明すべきであろう。そこで、本研究では、金沢市を対象として、VR を用い、事業後の交通状態を視覚的に表現して道路交通への影響分析を試みる。

2. 対象地域

(1) 対象地域の概要

対象地域は石川県金沢市とする。金沢市は、かつて中心市街地に路面電車が整備されていたが、徐々に衰退しやがて廃止に至った。しかし近年、少子高齢化の進行や環境問題への対応のため、公共交通の利用に関する施策が検討されている。また、2015 年 3 月 14 日の北陸新幹線開業に伴い、観光客が増加しているため、公共交通機関で市街地に来る人への交通手段の確保を考慮することも必要になってくる。これらを受け、金沢市では LRT(次世代型路面電車)や BRT(バス高速輸送システム)の導入が検討されており、中心市街地の活性化や交通網の充実などを見込んでいる。金沢市を含め 3 市 2 町で構

表-1 交通手段分担率の推移

調査回	年度	交通手段分担率(%)				
		鉄道	路線バス	自動車	二輪車	徒歩
1	S49	2.7	11.2	38.8	10.2	37.2
2	S59	1.8	6.1	43.9	19.6	28.6
3	H7	2	5.1	59.2	13.6	20.1
4	H19	1.8	4.6	67.2	10.2	16.1

成される金沢都市圏で実施されたパーソントリップ調査によると、都市圏内の交通手段分担率は表-1 のように推移している。平成 19 年度に行われた調査では自動車の分担率は 67.2%となっており、全国平均(44.7%)や地方都市の平均(56.4%)よりも高い水準となっている。一方で公共交通機関の分担率は回毎に低下している。

(2) 金沢市における新交通システム導入の動向

先述のように、自動車を利用しやすい都市構造になっているが、金沢市では過度なマイカー利用から脱却し、自動車依存のまちから公共交通を中心としたまちへの移行を試みている。そこで、少子高齢化や環境問題、まちなかの賑わい創出などの観点から公共交通の有効利用が重要であると捉え、平成 13 年に策定した新金沢市総合交通計画の実現のために平成 27 年度を目標年次とする新金沢交通戦略³⁾を策定した。この計画では、金沢市内をまちなかゾーン、内・中環状ゾーン、外環状ゾーン、郊外ゾーンに分け、各ゾーン内での交通施策の検討や、ゾーン間の連携方針を定め、その上で公共交通の利用促進施策や市外との連携について述べている。また、有識者や行政の関係者を中心に構成される”中核都市における新・交通システム研究会”に参画し、新交通システムについての調査、すでに導入している自治体との情報交換などを通じ、市議会等で議論を行っている。この研究会は栃木県、宇都宮市、富山市など、新交通を導入或いは導入を検討している自治体が参加しており、本稿執筆時点で 2 県 9 市が会員となっている。

先の交通戦略では、歩いてまわれる中心市街地を目指し、中心部をトランジットモール化や、都心部への環状バスの導入などが述べられているのみで、新交通システムの導入には深く言及されていなかった。しかし平成 28 年 3 月に策定された”第 2 次金沢交通戦略⁴⁾”によれば、定時性・速達性・輸送性・景観に優れた輸送機関として都心軸における幹となりうる新交通システムの導入について言及しており、LRT や BRT、AGT について検討する旨が記されている。背景としては、国が新交通システム導入に対して包括的な支援制度を確立し、新交通システム導入の機運が高まっていることがある。導入にあたっては、車線数削減に伴う自動車流入抑制策や交通処理の方法、市民の合意形成などを解決し、具体的な計画を策定する必要があると述べている。



図-1 導入予定区間と VR での再現区間

3. VR ソフト上での設計

金沢市の交通戦略によれば、金沢港から県庁前、金沢駅、武蔵が辻を経由して、北陸鉄道野町駅に至るルート(図-1 参照)に、新交通システムを導入することが検討されている。本研究では、国道 159 号線の武蔵ヶ辻交差点から香林坊交差点までの全長約 1.1km の区間を VR で再現することとした。この区間は、観光地や金融機関が集積しているために交通量が多く、ラッシュ時間帯にはバスが団子状に連なって運行している様子が日常的に見られる。そのため、自動車交通への影響を可視化する上で有効と考えられたためである。

VR の作成フローを図-2 に示す。始めに、地図上で再現区間の道路幅員を計測する。また現地調査を行い、3D モデル作成に向け、建物の写真撮影を行う。撮影した画像はアフィン変換を行い、SketchUp のソフト上で建物の 3D モデルを作成する。建物は概形を 1 つのポリゴンとして作成し、看板や底などがある場合は別のポリゴンでそれらを作成して組み合わせた。3D モデル作成に使用した画像は 500 枚である。図-3 のように作成された建物の 3D モデルを、VR ソフトである UC-win Road にインポートする。UC-win Road では、図-4 のように道路と軌道の定義を行い、道路幅は計測した結果を用いることとする。再現区間は、現在は片側 2 車線であるが、LRT 導入後は車線数が片側 1 車線になるものとして道路及び軌道の定義を行った。背景地図には 2 万 5 千分の 1 スケールの航空写真を用いた。建物の 3D モデルを UC-win Road にインポートすると、図-5 のように表示なる。建物は対象区間を複数のブロックに分割して作成した。3D モデルをすべてインポートし、LRT や車両の設定を行うと、図-6 のように表示される。

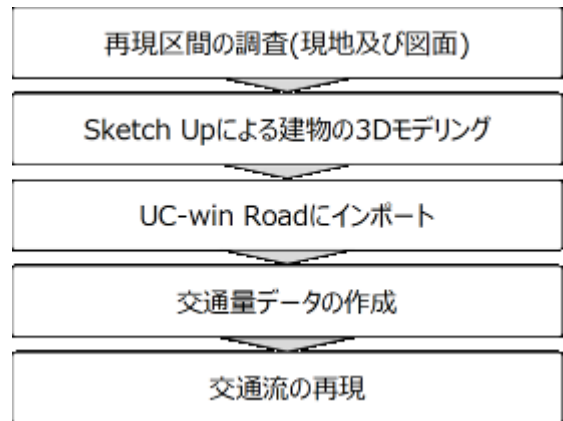


図-2 VR の作成フロー



図-3 Sketch Up での 3D モデリング



図-4 道路及び軌道の定義



図-5 3D モデルのインポート



図-6 UC-win Road での再現の様子

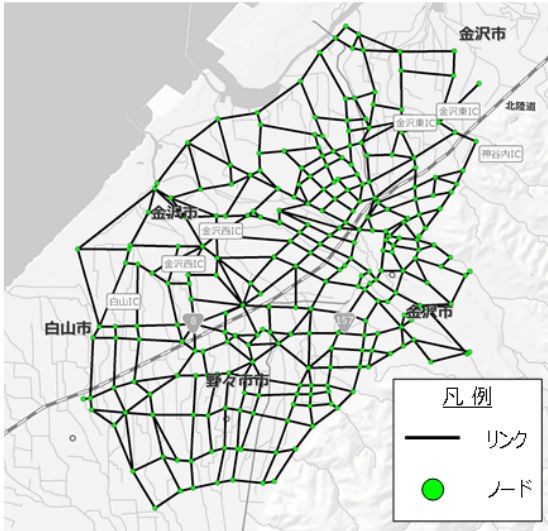


図-7 適用ネットワーク

表-2 準動的配分結果と実測値の比較

		時間帯			
		6	7	8	9
リンク交通量	回歸係数	1.069	0.957	0.705	0.859
	決定係数	0.694	0.764	0.707	0.666

4. 交通量データの作成

続いて交通量の設定に関して述べる。LRT 導入後の交通量を設定するため、再現区間を含むネットワーク(図-7 参照)に、準動的配分モデル³⁾を適用して、午前 6 時から 9 時台におけるリンク交通量を算出した。モデルの概要についてはここでは省略し、配分結果について纏める。配分の条件は、時間帯の区切り幅を 60 分として、OD データは第 3 回金沢都市圏パーソントリップ調査時に得られた結果を用いている。配分結果と実測値を比較すると、表-2 のようになった。この結果から交通量の現況再現性は良好であると判断し、このモデルを用いて LRT 導入後の交通量を計算する。配分計算上は、該当区間のリンクの交通容量を半減して表現を行う。LRT 導入前後の交通量の差分を求め、GIS に投影した図を図-



図-8 LRT 導入前後の交通量の差分(午前 7 時台)



図-9 建物の解像度の違い

8 に示す。図中の破線は LRT 導入区間であり、リンクの交通容量を半減したリンクである。

図-8 の結果を整理して、交通量データとして用いる。UC-win Road では、作成した道路の路線毎に交通量を設定して交通流を再現できるため、リンク交通量の値を基に、設定を行う。

5. まとめ及び今後の課題

UC-win Road と Sketch up を用いて、金沢市の LRT 導入の様子を再現した。また、準動的配分モデルを用いて交通量の計算を行い、交通流の設定に必要なデータを整理した。配分結果をシミュレーションに反映した結果、図-6 に示すように交通流の再現を行うことができ、渋滞の様子を可視化することができた。

今後の課題としては、図-9 に示すように、インポートした 3D モデルが UC-win Road 上で不鮮明になることが判明した。これは、3D モデリング時に写真をポリゴンに貼り付けて作成したものは不鮮明になり、写真をテキストで読み込んでポリゴンに反映したものは鮮明に写る様である。この点については改善が見込まれる。またシミュレーションを行う際に、線路と道路の交差点で、車両の制御が上手くいかないため、車両挙動の設定を見直す必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省, LRT の導入支援, http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/lrt/lrt_index.html, (2018/04/25 閲覧)
- 2) 国土交通省, 平成 16 年度国土施策創発調査, 路面電車の LRT 化を中心とした公共交通体系の再構築の検討調査報告書, http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/souhatsu/h16seika/02tetsukidou/02_hi_3.pdf, (2018/04/25 閲覧)
- 3) 金沢市: 新金沢交通戦略, <http://www4.city.kanazawa.lg.jp/11031/keikaku/shinsenryaku/sinsenryaku.html>, (2018.04.24 閲覧)
- 4) 金沢市: 第二次金沢交通戦略, <https://digilib.city.kanazawa.ishikawa.jp/doc/49/>, (2018.04.24 閲覧)
- 5) 中山晶一郎: 混雑の時空間移動を考慮した準動的配分モデル, 土木学会論文集 D, Vol.64, No3, pp340-353, 2008 年
- 6) 川口貴之, 西村善博, 福田知弘, 矢吹信喜: LRT 事業における VR システムの設計, 土木情報利用技術論文集, Vol17, pp271-278, 2008 年

(? 受付)

ANALYSIS OF IMPACTS ON TRAFFIC NETWORK BY THE INTRODUCING OF LRT USING VERTICAL REALITY AND TRAFFIC FLOW SIMULATION

Kosuke KOIKE, Shoichiro NAKAYAMA, Hiromichi YAMAGUCHI