

LRT導入による道路容量減少と 交通手段転換による交通量減少の比較

大賀 惇平¹・森本 章倫²・大門 創³

¹学生会員 早稲田大学 創造理工学部社会環境工学科 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

E-mail:juwellen@fuji.waseda.jp

²正会員 早稲田大学教授 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

E-mail:akinori@waseda.jp

³正会員 一般財団法人計量計画研究所 都市・地域計画研究室 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9)

E-mail:hdaimon@ibs.or.jp

近年、日本でも都市活性化の観点からLRTへの関心が高まっているが、LRT導入空間の不足に起因する交通渋滞悪化への懸念から、円滑な合意形成について課題があり、その導入は進んでいるとはいえない。

そこで本研究では、LRT導入による自動車からLRTへの交通手段転換を仮定したうえで、道路容量の削減および、交通手段転換による自動車交通量の減少に着目した。LRTの導入が道路交通状況に与える影響について、栃木県宇都宮市・芳賀町を対象に時系列に沿って感度分析を行った。その結果、並行道路交通量の減少は道路空間の減少と比較して少なく、周辺において局地的には交通量は増加するものの、バスなどの交通機関との連携によって、広域的な交通量の減少が見込まれることを明らかにした。

Key Words : light rail transit, traffic assignment, road capacity, consensus building

1. はじめに

(1) 背景・目的

2014年に都市再生特別措置法が改正され、立地適正化計画の策定が可能となった¹⁾。これにより、公共交通の再編と都市計画の一体化によって都市機能を集約、連携させたコンパクトなまちづくりを推進していく方針が日本でも提示された。この方針に基づく都市交通施策のひとつとして、LRT (Light Rail Transit; 次世代型路面電車) の導入が注目されている。

LRTは、地下鉄等と比較して導入コストが小さい一方、バスと比較して大きな輸送力や定時性を確保できるなど、バスと鉄道の間中間的な特徴を持つ交通機関である²⁾。実際に欧米諸国を中心とした世界の多くの都市ではLRTの導入が進んでいる³⁾が、その一方日本では、実際に本格的なLRTといえる路線は富山市における1事例のみとなっており、必ずしも普及しているとはいえない。

日本におけるLRT導入の課題としては、①パラダイム転換への理解不足、②社会的便益への認識不足と計測困難さ、③合意形成の難しさ、④整備と運営のための財源不足、等が挙げられており⁴⁾、特に合意形成の難しさに関しては、日本特有の課題もある。欧米ではLRT整備と

同時に自動車ユーザーのモビリティを低下させる施策をパッケージで講ずることで、自動車依存型の都市構造を転換させることが本来の目的のひとつである⁴⁾。一方、日本では既得権益が強く、LRTは既存の道路空間を占有するが故に渋滞の悪化を引き起こすとの懸念から、LRT導入における合意形成にあたっては、既存の自動車ユーザーへの多分の配慮をせざるを得ない場合がある⁵⁾。

LRTの導入が計画されている事例においても交通需要予測は行われている⁶⁾が、LRT導入に対する合意形成を図るためには、LRT開業後だけでなく、LRT事業期間中においても、自動車交通への影響を把握する必要がある。

そこで本研究では、LRTの導入が道路交通に与える影響を時系列で明らかにし、日本におけるLRT導入に向けた円滑な合意形成に資することを目的とする。

(2) 研究の位置づけ

新設LRTに関する需要予測、交通影響評価に関しては宇都宮市を中心にすでに多くの研究がある。丸山ら⁷⁾は、LRT導入に伴う自動車分担率の変化がないと仮定し、LRT、トランジットモール等の施策シナリオについて広域・狭域のシミュレーションを行った結果、トランジッ

トモール周辺の迂回路を中心に混雑率が増加することを示した。越間ら⁸⁾は、LRT沿線にTODを導入した上でトリップ数の推計、周辺交通量の変化の分析を行い、沿線において局地的に渋滞が増加する可能性を示した。その他、京都市においてシミュレーションを用いて社会的便益を評価したもの⁹⁾、浜松市を対象として、自動車からLRTへの需要転換量を仮定した感度分析を行い、CO₂排出量の比較を行ったもの¹⁰⁾などがある。

一方で、従来のSP法を用いた需要予測の限界も指摘されている。藤井ら¹¹⁾は、交通需要予測におけるSP法が態度理論における行動意図データと解釈可能であることを指摘し、これを用いた需要予測手法である行動意図法を提案した。また藤井¹²⁾は、京都府木津町において、行動意図法を用いた路線バスの潜在需要の推定を行っている。高木ら¹³⁾は、徳島市における低料金バス運行社会実験を対象に行動意図一致率を分析し、利用頻度が低いサンプルについて行動意図一致率が低い傾向にあることを明らかにした。

以上のように、LRT需要予測あるいは自動車交通量予測に関しては多くの調査、研究が行われているが、交通手段の転換率は回答者の行動意図一致率に左右されるため、不確実性が大きい。そこで本研究では栃木県宇都宮市・芳賀町を対象に、自動車からLRTへの交通手段転換率を外生的に与えた上で、特にLRTの導入に伴う道路容量の減少およびLRTへの転換による自動車交通量の減少の2点に着目する。自動車からLRTへの交通手段の転換が道路交通へ及ぼす影響について時系列で比較する点に特徴がある。

(3) 研究の概要

本研究は以下の流れで行う。

a) 道路ネットワーク・ゾーンの設定、OD表の作成

調査対象圏域の道路ネットワークを作成する。また、平成26年に実施された県央広域都市圏生活行動実態調査（以下、PT調査）を用いて、計画基本ゾーンを設定する。更に計画基本ゾーン単位における現況の自動車OD表を作成する。なお、調査対象圏域への通過交通については、平成22年道路交通センサス¹⁴⁾による自動車OD表を基に補正を行う。

b) 配分交通量の現況再現

現況再現として、作成したネットワークおよびゾーンに対して自動車OD表を入力して配分交通量の予測を行う。また、得られた断面交通量を道路交通センサスの交通量調査結果と照合し、モデルの再現性を確認する。

c) ネットワークへのLRTおよびバス路線の導入

道路ネットワークにLRT路線および、LRT路線に接続するバス路線を入力する。

d) LRT導入フェーズおよび転換シナリオの作成

LRTの整備状況について、時間軸に沿って導入フェーズを設定する。また、LRTの分担率に応じて、複数の利用シナリオを設定する。

e) 転換交通量の転換についての分析

それぞれの導入フェーズおよび利用シナリオごとに配分交通量の予測を行い、現況との周辺道路における交通量および混雑率の変化を分析する。

2. LRTをめぐる現状

(1) 日本におけるLRTの現状

日本では1960～70年代にかけてモータリゼーションが進展し、多くの都市で軌道が廃止された。2013年現在、日本では17都市、20事業者によって路面電車が運行されており、多くの既存路線ではLRVの導入などの近代化が進められているが、抜本的な改善には至っていない。

2006年、富山市に日本初の本格的なLRT、富山ライトレールが導入された¹⁵⁾。この路線はJR富山港線から流用した専用軌道をベースに、富山駅周辺の軌道新設や新駅の設置、フィーダーバス路線の設定やパークアンドライドなどの施策を総合したシステムである。利用者数はJR時代の2倍以上となり、沿線では地価下落や人口流出の抑制効果があったとされる¹⁶⁾。また、富山地方鉄道市内軌道線との直通運転が計画されており、都心部へ直通することでさらなる利便性の向上が見込まれている。

(2) 宇都宮におけるLRT整備計画

宇都宮市では、あるべき都市構造の長期的目標として、ネットワーク型コンパクトシティを掲げている¹⁷⁾。この目標の実現に向けた政策のひとつとして、東西基幹公共交通としてのLRT導入計画が進められている。（図-1参照）宇都宮市では過去に軌道系公共交通を導入した経験がなく、全線が新設される。これはLRTとしては日本初の事例となる。また、現在の宇都宮市は自動車に対する依存度の高い都市であるため、導入に伴う既存道路の容量の減少による自動車交通への影響が懸念されている。



図-1 宇都宮市におけるLRTの導入計画図¹⁸⁾

3. 配分交通量の現況再現

(1) 道路ネットワーク・ゾーンの設定, OD表の作成

シミュレーションの実施にあたり、栃木県内の主要道路、周辺都県的高速道路を中心とした道路ネットワークおよび、PT調査における計画基本ゾーンに準じた域内ゾーン126ゾーンと域外ゾーン75ゾーンの作成を行った。また、道路ネットワークには交通容量、自由旅行速度などの諸元の入力を行い、ゾーンを基にセントロイドの作成を行った。その結果を図-2に示す。次に、作成したゾーンについて、PT調査の個人票をもとに自動車ODを抽出し、現況自動車OD表の作成を行った。なお、域外ODについては、道路交通センサスの自動車OD表から推定し、補正を行った。

(2) 配分交通量の現況再現および比較

作成したネットワークとゾーンに対して現況自動車OD表を入力し、利用者均衡配分モデルを用いて配分交通量の現況再現を行った。リンクパフォーマンス関数としてBPR関数を用い、パラメータは $\alpha = 0.48$, $\beta = 2.82$ とした。現況再現結果より、交通量を太さ、混雑率を色でそれぞれ表したものを図-3に示す。

次に、現況再現によって推計された配分交通量のうち、宇都宮市内の国道計79地点において、平成22年度道路交

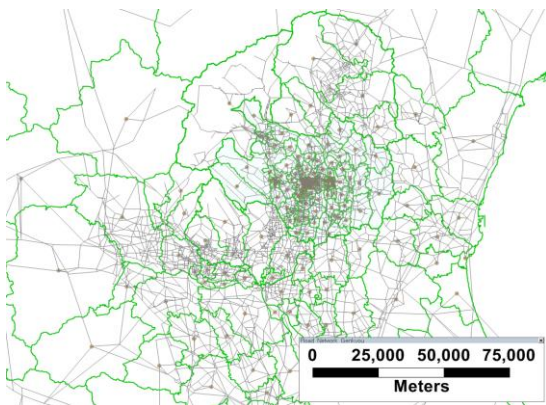


図-2 作成したゾーンおよびネットワーク

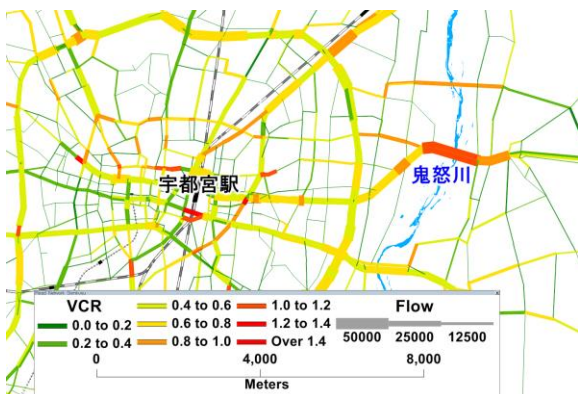


図-3 現況配分交通量予測結果

通センサスの一般交通量調査における断面交通量計測結果との比較を行い、予測された配分交通量の妥当性を検証した。計測値と推定値の間の決定係数は0.74であった。この結果は精度が高いとはいえないが、本研究において重視する着目点は、交通量そのものではなく変化量であることを鑑みて十分妥当な精度を有していると判断し、このモデルを本研究において採用することとする。

4. LRT事業の進捗に伴う道路状況の感度分析

(1) 駅勢圏エリアの設定

a) 駅勢圏の設定

まず、ネットワーク上にLRT路線、一日一方向あたり90本以上がLRT沿線に接続する高頻度運行バス路線を入力した。また、電停およびバス停を配置し、駅勢圏を作成した。LRTについては、電停より半径500m圏内の地域（500m圏）と、500m～1000m圏内の地域（1000m圏）の2段階に分けて設定した。バスについては、バス停より半径300m圏内の地域をバス利用圏域とした。

b) LRT導入フェーズおよび利用シナリオの設定

LRTの整備状況について、時間軸に沿った3つの導入フェーズを設定した。また開業後について、エリアごとの自動車からLRTへの交通手段転換率を仮定した5つのLRT利用シナリオを作成した。この一覧を表-1に示す。転換率の設定にあたっては、既往の需要予測⁷⁾により推定された開業3年後の転換率に近似させた標準シナリオを作成し、比較の基準とした。また開業直後の需要はその8割としている⁷⁾ため、これに基づき開業直後シナリオを作成した。また、標準シナリオから駅勢圏の利用増加、バス利用圏の利用増加、その双方の増加を仮定したものを作成した。仮定したエリア別LRT分担率を表-2に示す。

なお、駅勢圏とバス利用圏が重複する部分については、電停より500m圏内の場合は500m圏内を優先し、1000m圏内の場合はバス利用圏を優先することとした。また、LRTの導入区間に重複するバス路線については、LRTの開業に伴って路線の再編が予想されるため、開業後のフェーズにおいてはこれを除外した。開業後におけるLRT路線およびバス路線、それらの利用圏域を図-4に示す。

表-1 LRT導入フェーズおよび導入シナリオ

フェーズ	シナリオ	条件
現況	現況	平成26年現在の状況
事業中	事業中	LRT開業後の交通容量
		LRTの利用なし
開業後	標準（開業3年後）	LRT開業後の交通容量 利用シナリオに従って 交通手段の転換が発生
	開業直後	
	駅勢圏利用増加	
	バス利用増加	
	全域利用増加	

表-2 各シナリオにおいて仮定したエリア別分担率 (%)

標準シナリオ (開業3年後)				
O \ D	500m圏	1000m圏	バス利用圏	圏外
500m圏	22	14	18	2
1000m圏	14	6	10	1
バス圏	18	10	2	0
圏外	2	1	0	0
開業直後シナリオ				
O \ D	500m圏	1000m圏	バス利用圏	圏外
500m圏	17.6	11.2	14.4	1.6
1000m圏	11.2	4.8	8	0.8
バス圏	14.4	8	1.6	0
圏外	1.6	0.8	0	0
駅勢圏利用増加シナリオ				
O \ D	500m圏	1000m圏	バス利用圏	圏外
500m圏	30	30	18	2
1000m圏	30	20	10	1
バス圏	18	10	2	0
圏外	2	1	0	0
バス利用圏利用増加シナリオ				
O \ D	500m圏	1000m圏	バス利用圏	圏外
500m圏	22	14	30	2
1000m圏	14	6	25	1
バス圏	30	25	5	0
圏外	2	1	0	0
全域利用増加シナリオ				
O \ D	500m圏	1000m圏	バス利用圏	圏外
500m圏	30	30	30	2
1000m圏	30	20	25	1
バス圏	30	25	5	0
圏外	2	1	0	0

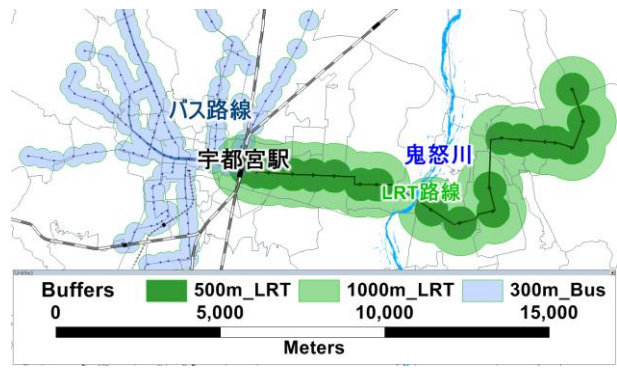


図-4 LRTおよびバス路線網図

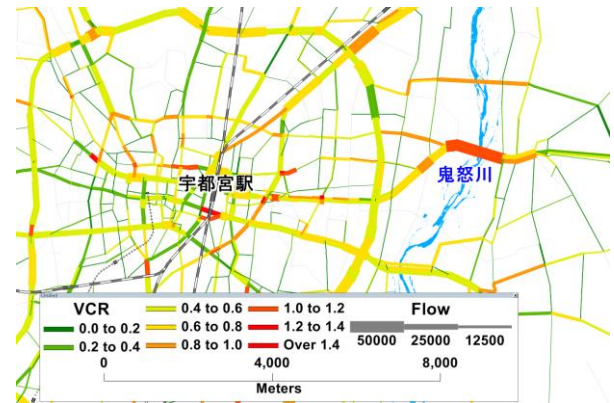


図-5 事業中配分結果

(2) 混雑率の比較結果

事業中の期間について配分を行った結果を図-5に、開業後の標準シナリオについて配分を行った結果を図-6に、それぞれ示す。これらの図を比較すると、傾向としては大きな差はみられないものの、事業中の期間がもっとも混雑率が高い結果となった。

事業開始に伴い、LRT導入道路においては車線数の減少によって大幅に交通量が減少した。一方、並行道路を中心に周辺の多くの道路では交通量が増加した。

開業後の標準シナリオにおいては、駅勢圏およびバス利用圏を中心とした交通手段の転換が進んだ結果、JR宇都宮駅西部地域を中心とした幅広い区間で交通量の減少がみられた。また、渡河交通の転換により、鬼怒川横断面の交通量は減少している。一方、LRT導入道路の周辺においては、交通量は増加しており、転換量は道路容量の減少による影響を相殺するには至っていないといえる。

(3) 各導入フェーズにおける交通量の比較結果

次に、現況および各フェーズの交通量の変化について比較を行った。現況および事業中の比較を図-7、現況および標準シナリオの比較を図-8に示す。

事業開始に伴い、LRT導入道路においては、車線数の減少によって大幅に交通量が減少した。一方、並行道路を中心に周辺では交通量が増加していることがわかる。

標準シナリオとの比較では、駅勢圏およびバス利用圏

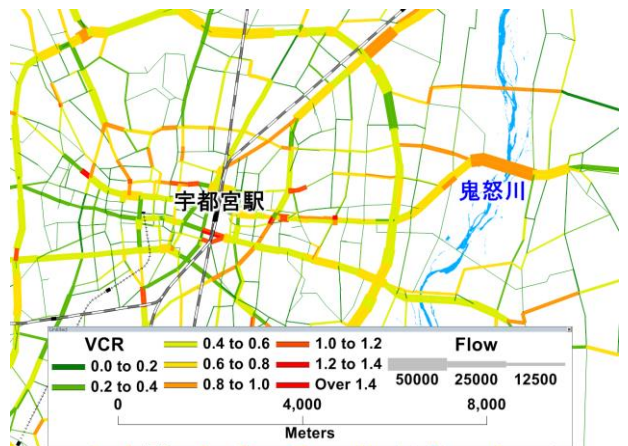


図-6 標準シナリオ配分結果

を中心とした交通手段の転換が進んだ結果、JR宇都宮駅西部地域を中心とした幅広い区間で交通量の減少がみられた。また、渡河交通の転換により、鬼怒川横断面の交通量は減少した。一方、LRT導入道路の周辺においては交通量は増加しており、転換量は車線数の減少による影響と比較して少ないことがわかる。

次に、事業中期間および開業後の標準シナリオについて交通量の比較を行った。これを図-9に示す、東西道路を中心に多くの主要道路において交通量の減少がみられ、交通量が増加した道路はごく少数であった。これより、開業に伴う直交道路の信号現示の変更などの影響を排除した場合、局所的な渋滞の悪化は考えにくい。

(4) 各利用シナリオにおける交通量の比較結果

次に、標準シナリオおよび、転換交通量を変化させた複数のシナリオについて、標準シナリオとの比較を行った。まず、開業直後および標準シナリオについて比較を行った。その結果を図-10に示す。減少量は少ないものの、都市全体において一様に減少していることがわかる。LRTが沿線住民に定着し、利用が増加することによって、交通量減少に寄与することがわかる。

次に、標準シナリオおよび駅勢圏増加シナリオについて比較を行った。その結果を図-11に示す。LRT沿線の並行道路において軒並み交通量が減少している。一方、JR宇都宮駅西部においては減少はほぼみられない。

次に、標準シナリオおよびバス利用圏増加シナリオについて比較を行った。その結果を図-12に示す。バス路線が都市全体に広がっているため、減少効果も都市全体に波及している。一方、一部の南北道路においてはごく僅

かながら増加もみられる。

次に、標準シナリオおよび利用圏増加シナリオについて比較を行った。その結果を図-13に示す。全体的な利用増加によって、特に鬼怒川断面での減少量が大きくなっている。最も渋滞の激しい河川横断面の交通量減少により、渋滞緩和が期待できる。

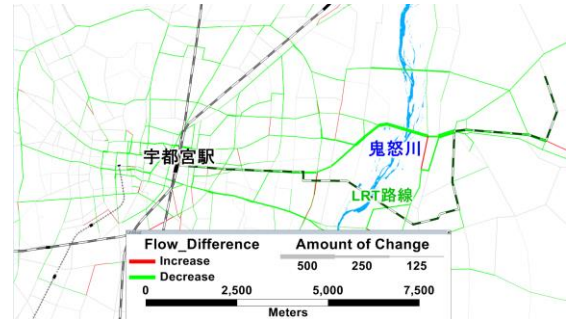


図-10 開業直後からみた標準シナリオの交通量増減

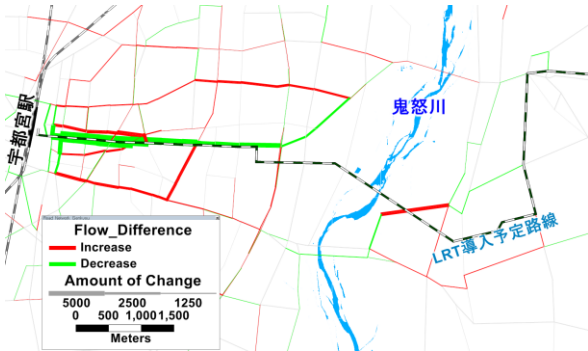


図-7 現況からみた事業中の交通量増減

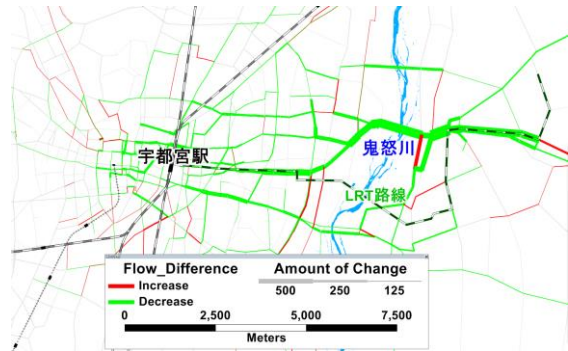


図-11 標準シナリオからみた駅勢圏増加シナリオの交通量増減

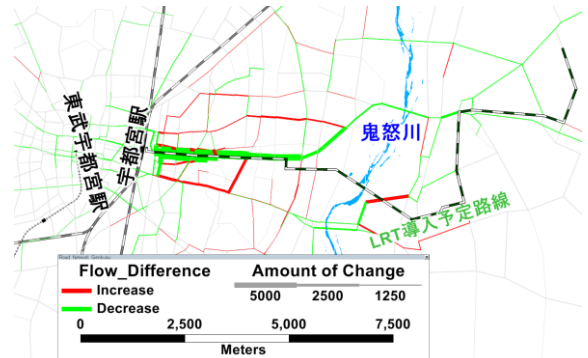


図-8 現況からみた標準シナリオの交通量増減

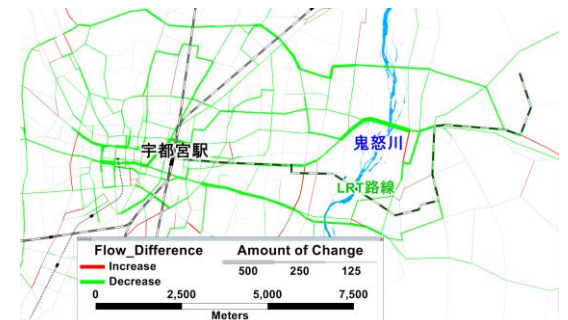


図-12 標準シナリオからみたバス利用圏増加シナリオの交通量増減

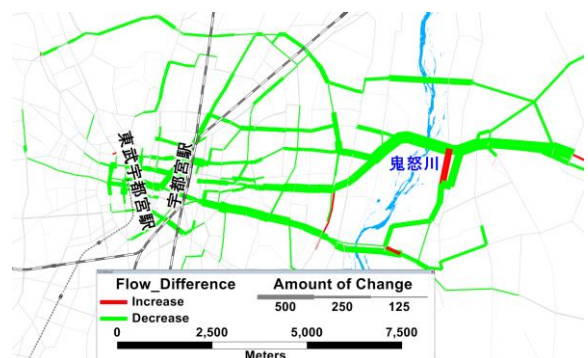


図-9 事業中からみた標準シナリオの交通量増減

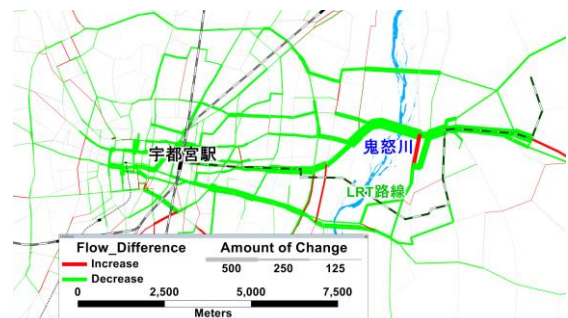


図-13 標準シナリオおよび利用増加シナリオの交通量増減

5. おわりに

本研究は、LRT導入が道路交通に与える影響を時系列で把握することを試みた。激しい混雑が発生した区間において、開業後の各シナリオにおける混雑率は現況と比較すると箇所によっては悪化するものの、混雑率の変化としては重大ではなく、全体として渋滞の悪化は限定的であった。また、LRTの利用増加によって、新たに深刻な混雑が発生する地点は観測されなかった。

また、混雑は開業後よりむしろ事業中において最も深刻となることが明らかとなった。そのため、事業期間中において交通の誘導、信号処理、公共交通サービスの提供などの対策を適切に実行することが重要となる。また、LRT導入後における都市全体の道路混雑緩和という観点からは、LRTとバスの乗り継ぎ利用の促進が効果的である。このため、シームレスな乗り継ぎ拠点の効果的な整備、運行体系や運賃体系の共通化など、乗り換え抵抗を減少させる施策を講じることが効果的である。

(2) 留意事項

本研究では自動車からLRTへの転換交通量を仮定した感度分析として、人口フレーム、土地利用の変化などの交通需要の変化を排除して交通量の比較を行ったが、既往の需要予測によって公開されている混雑率の値とは異なる点にご留意いただきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：「都市再生特別措置法」に基づく立地適正化計画概要パンフレット，2014。
- 2) 池田信也：都市における交通システム再考，土木学会誌 Vol.88, No.8, pp.77-80, 2003。
- 3) 宇都宮浄人：海外の LRT の現状とわが国の課題，国際交通安全学会誌，Vol.34, No.2, pp.155-162, 2009。
- 4) 青山吉隆：LRT 導入の課題と展望，国際交通安全学会誌，Vol.34, No.2, pp.130-134, 2009。
- 5) 加藤浩徳・城山英明・深山剛：地方中核都市への LRT 導入をめぐる都市交通問題の構造化—宇都宮市を事例とした調査分析—，社会技術研究論文集，

- Vol.06, pp.147-158, 2009。
- 6) 宇都宮市建設局 LRT 整備室：第 11 回芳賀・宇都宮機関公共交通検討委員会，資料 1，軌道運送高度化実施計画について，2016。
- 7) 丸山健太，森本章倫，古池弘隆，松村明子：広域および狭域交通流に及ぼす LRT とそれに伴う施策の交通インパクトに関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24, No.3, 2007。
- 8) 越間康文・森本章倫・古池弘隆：郊外開発から公共交通指向型開発への転換が LRT 利用に及ぼす影響，土木計画学研究・講演集，Vol.27, 2003。
- 9) 松中亮治，大庭哲治，中川大，小林和志：都市内交通シミュレーションによる既存交通の再編を考慮した交通施策の評価，都市計画論文集，pp.168-175, Vol.49, No.2, 2014。
- 10) 森本涼子，眞野新吾，工藤希，柴原尚希，加藤博和，伊藤圭：ミクロ交通流シミュレーションを組み込んだ交通システム整備によるライフサイクル CO₂ 変化の推計手法，土木学会研究論文集 G (環境)，Vol.69, No.5, I_97-I_105, 2013。
- 11) 藤井聡，Tommy GÄRLING：交通需要予測における SP データの新しい役割，土木学会論文集 No.723, IV-58, 1-14, 2003。
- 12) 藤井聡：行動意図法 (BI 法) による交通需要予測の検証と精緻化，土木学会論文集 No.765, IV-64, 65-78, 2004。
- 13) 高木昌也，奥島政嗣，近藤光男：地方都市での低料金バス運行社会実験における行動-意図一致率に関する分析，都市計画論文集 Vol.46, No.3, 2011。
- 14) 国土交通省：平成 22 年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計表，自動車 OD 表，2010。
- 15) 富山市都市整備部路面電車推進課：富山港線路面電車化の概要，pp.7-12,15,16
- 16) 鈴木一将，森本章倫，神田昌幸：LRT 導入による沿線の土地利用変化に関する研究，土木計画学研究公演集，Vol.45, 2012。
- 17) 宇都宮市：第 5 次宇都宮市総合計画 うつのみや V-PLAN, 2008。
- 18) 宇都宮市建設局 LRT 整備室：第 13 回芳賀・宇都宮機関公共交通検討委員会，資料 1，LRT ルート沿線の「平石中央小学校」付近における安全性の確保について，2016。

(2016. ??? 受付)

A COMPARATIVE STUDY ON THE DEDUCTION OF ROAD CAPACITY AND TRAFFIC CAUSED BY THE INTRODUCTION OF LRT

Jumpei OGA, Akinori MORIMOTO and Hajime DAIMON

In recent years, there is an increasing attention for LRT system from city resuscitation perspective in Japan, however, the introduction of LRT is still at a preliminary phase due to the difficulty in consensus building. Thus, assuming the alteration of transport mode caused by the introduction of the LRT, this research will compare the reduction of road capacity with the decrease in traffic. Consequently, it will chronologically examine the influence of LRT installation on the traffic condition for Utsunomiya city and Haga town of Tochigi prefecture. As the result, it revealed that the traffic volume will be increased at a local level, yet it has the potential in decreasing the traffic in a wider area through the cooperation with the public transportation system.