

東京大学 公共政策大学院

ワーキング・ペーパーシリーズ

GraSPP Working Paper Series

The University of Tokyo

GraSPP-P-08-001

都市交通政策における一考察
— 宇都宮市—LRT 導入計画を事例として—

梶原啓 田中輝征 半谷芽衣子

2008年3月

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP Policy Research Paper 08-001

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC POLICY
THE UNIVERSITY OF TOKYO
HONGO, BUNKYO-KU, JAPAN

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

都市交通政策における一考察

— 宇都宮市 LRT 導入計画を事例として —

東京大学 公共政策大学院

事例研究(ミクロ経済政策・解決策分析 I)2007 年度

公共管理コース 梶原 啓

経済政策コース 田中 輝征

経済政策コース 半谷 芽衣子

目 次

概要	4
第 1 章 宇都宮市の現況	5
1-1. 宇都宮市の交通政策における現状と課題	5
1-1-1. 少子高齢化社会の進展	5
1-1-2. 交通渋滞の悪化	6
1-1-3. 公共交通の衰退	9
1-1-4. 環境問題	11
1-1-5. 中心市街地の空洞化	13
1-2. 宇都宮市の概要	14
1-2-1. 宇都宮市の基本データ	14
1-2-2. 全国の中核市との比較	15
1-3. LRT 導入に至った経緯	18
1-3-1. 経緯の概略	18
1-3-2. LRT 導入議論の発端	18
1-3-3. 新交通システム導入基本方針	18
1-3-4. 新交通システム導入基本計画	20
1-3-5. 導入検討に対する県・市の対応	23
1-3-6. 宇都宮市の活動	24
1-3-7. 栃木県知事交代	24
1-3-8. 栃木県知事交代後	24
1-3-9. バス事業者からの意見書	25
1-3-10. 新交通システム導入課題の検討結果	25
1-3-11. バス事業者の協議不参加	27
1-3-12. 現在の関係者相関関係	27
第 2 章 政策分析	29
2-1. 新交通システム導入基本計画策定調査報告書の検討	29
2-1-1. 報告書の政策分析の概要	29
2-1-2. 報告書の分析結果と STRADA を使用した分析結果の比較	38
2-1-3. 結果の考察	46

2-2.	政策分析.....	47
2-2-1.	LRT 導入と代替政策の提示	47
2-2-2.	政策の比較と検討.....	51
第 3 章	政策提言	56
3-1.	方針の設定.....	56
3-1-1.	道路整備の長所と短所.....	56
3-1-2.	費用の原単位の設定が政策評価に与える影響	61
3-1-3.	政策提案の方針の設定.....	62
3-2.	LRT と BRT の比較.....	63
3-2-1.	LRT と BRT それぞれの長所.....	63
3-2-2.	LRT の環境性能	64
3-2-3.	LRT のシンボル性・快適性	64
3-3.	自動車から公共交通への利用転換.....	65
3-3-1.	公共交通利用促進策.....	66
3-3-2.	行政の役割.....	72
3-4.	財源確保の方策.....	72
3-4-1.	既存の公共交通利用促進策の限界.....	72
3-4-2.	財源確保策の方針.....	73
3-4-3.	ロードプライシング.....	74
3-4-4.	環境税.....	79
3-4-5.	課金収入規模の推計.....	79
3-4-6.	ロードプライシングによる社会的便益の推計	80
第 4 章	結論	81
第 5 章	課題	82
5-1.	長期的な視点.....	82
5-2.	他都市における LRT 導入成功の可能性	82
付録	83
I.	STRADA による LRT 導入効果の分析.....	83
I-i.	モデル概要.....	83
I-ii.	集計ロジットモデルの推計.....	84
I-iii.	LRT 導入効果の推計（STRADA を使用した本稿分析結果）	87
I-iv.	LRT 導入と道路投資の効果（STRADA を使用した本稿分析結果）	96

II. 政策分析の定量的評価の詳細.....	102
II - i. 分析の前提と感度分析の設定.....	102
II - ii. 政策分析の定量的評価.....	104
謝辞	111
参考文献	112

概要

本稿は、宇都宮市における LRT（Light Rail Transit）導入計画を取り上げ、その経緯・現況を整理し（第1章）、代替政策との比較評価を行い（第2章）、宇都宮市における交通政策についての提案を行った（第3章）ものである。

第1章では、宇都宮市の LRT 導入計画の背景となる都市・交通政策上の課題には①渋滞、②中心市街地の活力低下、③環境悪化、④交通弱者の移動制約があることをふまえた上で、導入計画の経緯と現況を整理した。これにより、推進派の前宇都宮市長が栃木県知事に就任した平成16年以降、LRT 導入計画が進展したこと、ただし現在は市内最大手のバス事業者の反対という新たな課題に直面していること等を明らかにした。

第2章では、LRT 導入とその他の代替政策とを比較するため、また、宇都宮市が公表している「新交通システム導入基本計画策定調査報告書（平成15年）」の妥当性を検証するため、ネットワーク・シミュレーション分析を実施した。本稿分析結果では、宇都宮市報告書で推計されている LRT の導入効果の多くは、並行して実施する道路整備によってもたらされるものであり、LRT 単独では市が掲げる交通政策上の問題解決の効果が得られにくいことを実証した。また、代替政策のうち、道路整備の便益費用比が最も高く、BRT（連接型基幹バス導入とバスレーン整備）は、LRT と同等の効果があるうえに事業費が安いいため、LRT よりも高い便益費用比を示すという結果を得た。

第3章では、道路整備の重要性を認識した上で、①長期的に渋滞・環境悪化、②自動車利用者と交通弱者の間のモビリティの格差を拡大という2つの懸念があることを示した。そして、環境と交通弱者のモビリティ確保を重視する立場から公共交通の強化と利用促進策という方針を立てた。具体的にはロードプライシングにより自動車利用と公共交通利用の一般化費用の差を縮小して手段転換を促すとともに、課金収入を公共交通整備に充て、受け皿としての公共交通を強化する政策が妥当であることを確認した。

本稿の意義は、公共交通の衰退や道路渋滞、それに伴う環境悪化という地方都市が共通に抱える課題に対し、ロードプライシングとその課金収入の公共交通整備充当という方策を提示したことである。ただし、ロードプライシングは、様々な面から早急な実現が困難な政策であるため、当面は、既存の利用促進策、補助制度を維持・強化していくことが現実的である。LRT 導入是非については、本稿で提示したような経済理論的な視点を含めた議論を、行政、市民、バス事業者等の間に広めていくことが重要である。

また、課題としては、長期的な土地利用・交通 OD の変化を内生化したモデルが構築できなかったこと、どのような地域特性があれば、LRT 導入成功の可能性が高まるのかを他都市との比較から検討することができなかったこと等が挙げられる。

第 1 章 宇都宮市の現況

1-1. 宇都宮市の交通政策における現状と課題

交通政策を考えるにあたって、現状と課題を整理したい。「総合計画」や「生活交通確保プラン」「新交通システム導入課題の検討結果報告書」などで市が挙げる課題は以下の5つにまとめられる。

- 少子高齢化社会の進展
- 交通渋滞の悪化
- 公共交通の衰退
- 環境問題
- 中心市街地の空洞化

少子高齢化が進む中、いかに宇都宮市が発展し続けるか、ということが重要である。そのためには、人口流入が流出を上回るなど、魅力あるまちを作ることによって市が活性化している状態を維持したいと市側は考えている。しかし、現在の市は交通渋滞の悪化や公共交通の衰退、そして、それらの現象に伴って環境悪化という問題を抱えている。交通渋滞の悪化はLRT導入検討の発端となった課題である。市は東側に工業団地を設けており、通勤者はマイカーを利用している。そのため、激しい通勤ラッシュが起これ、交通渋滞が社会問題化している。交通渋滞に限らず、モータリゼーションの進行と公共交通の衰退が問題となっている。今後は、高齢社会による交通弱者の増加によって、交通手段を失う市民が増えることが危惧されている。これらの問題の解決策として、市はLRT導入を検討している。

以下、各課題についてデータを用いて詳細を述べる。

1-1-1. 少子高齢化社会の進展

現在、高齢者は8万人、市の人口の17%（2005年）を占めるが、25年後の2030年には5万人増加し、人口の27%を占めるという推計結果が出ている。高齢者の増加に伴い、市の生産性低下、乗用車を利用できない人口の増加、高齢ドライバーによる事故の増加が懸念されている。

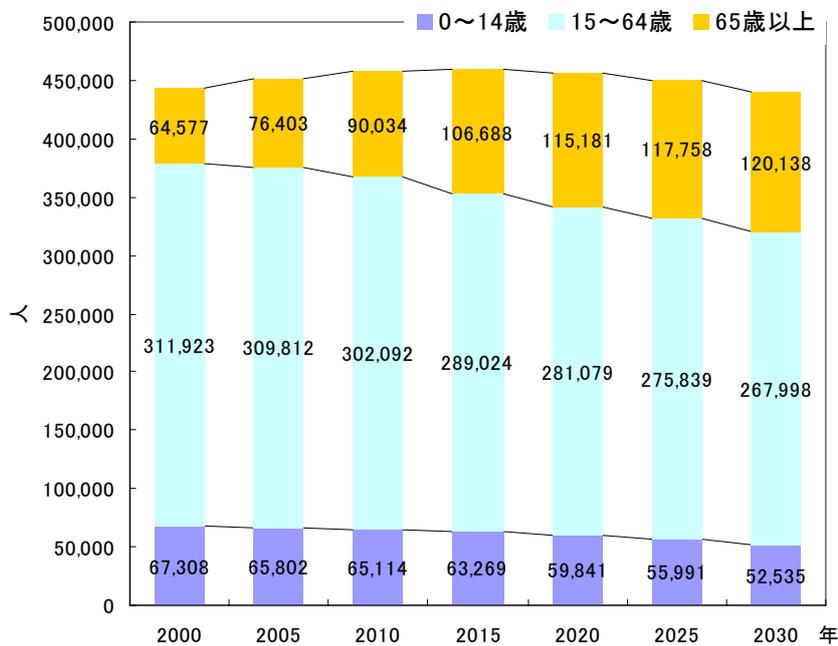


図 1-1 宇都宮市の将来人口推計

出典：国立社会保障・人口問題研究所 日本の市区町村別将来推計人口（平成 15 年 12 月推計）

1-1-2. 交通渋滞の悪化

宇都宮市においては、市内道路の整備が進められているものの、自動車利用の増加のペースはそれを上回っており、市内の渋滞悪化を招いている。渋滞の悪化は、清原工業団地や宇都宮インターパーク等を中心に開発が進む市東部において特に著しい。特に、市の工業従業者の 36%、製造出荷額の 67% を占める清原工業団地では、出勤・退勤時に団地出入口付近で交通渋滞が発生している。また、南北の主要交通軸であるとともに環状道路の東側区間としての機能を担う新国道 4 号バイパスでは日交通量が 4 万台を超えており、渋滞悪化が慢性化している。

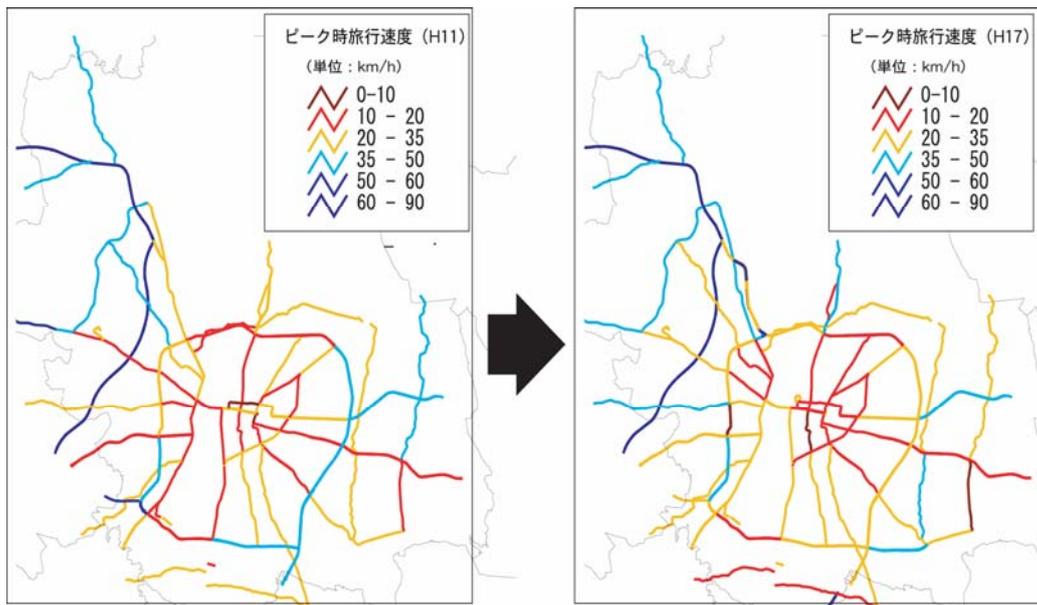


図 1-7 ピーク時旅行速度

出典：H11, H17 道路交通センサス

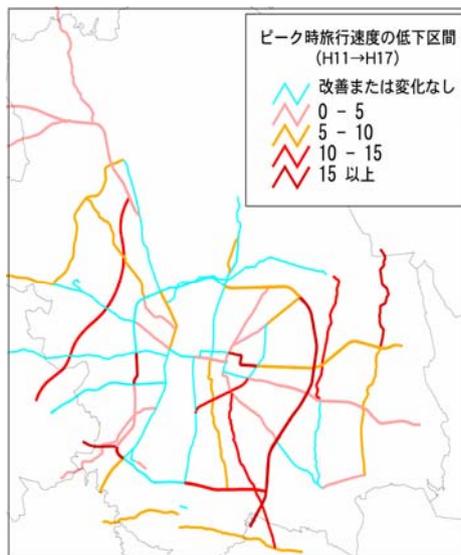


図 1-8 ピーク時旅行速度の変化

出典：H11, H17 道路交通センサス

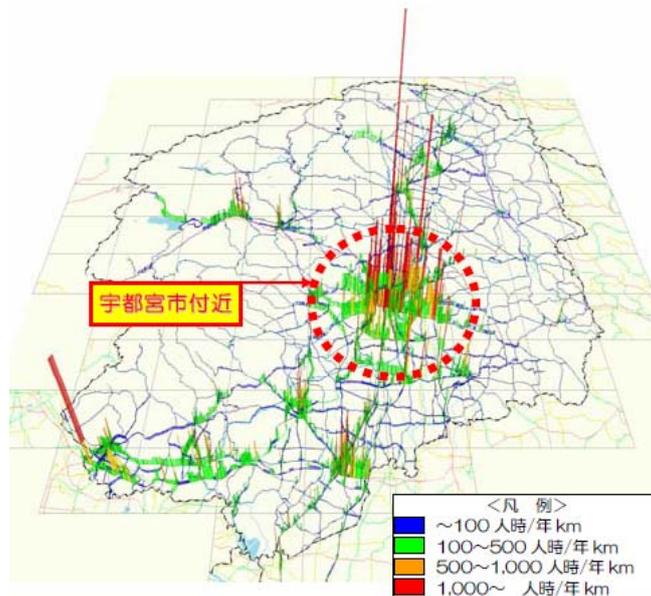


図 1-9 栃木県内の渋滞による時間の損失（H17 年度 平日）

出典：（仮称）宇都宮市道路見える化計画（素案）国土交通省宇都宮国道工事事務所作成

栃木県内の渋滞は宇都宮市に集中しており，日常生活への影響が大きく深刻な問題となっている．さらに広域交通のための国道・県道だけでなく，生活に身近な市道でも，通勤通学時間帯において渋滞が発生している．

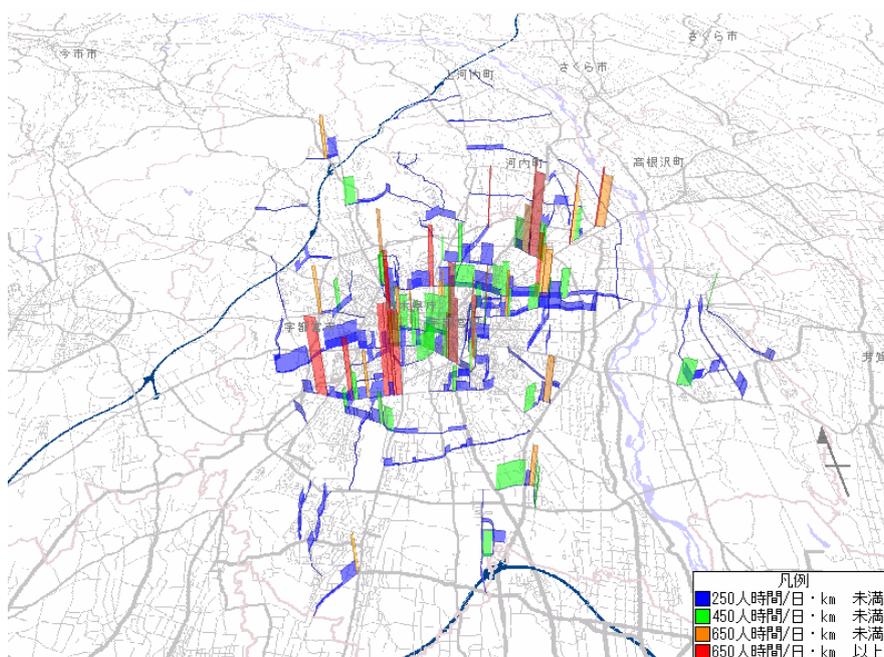


図 1-10 宇都宮市内の主要市道の渋滞状況調査 H19.6 平日 7 時～9 時

出典：（仮称）宇都宮市道路見える化計画（素案）

1-1-3. 公共交通の衰退

市内の鉄道路線は南北には発達しているが、東西には結ばれていないため、市内を移動するための公共交通手段はバスになる。しかし、バス輸送人員は減少し続けている。10年前と比較すると約1,000万人、40%減となっている。現在、1日当たりの利用者数は4万5千人程度で、バス利用率が15%を超える地区はわずかである。

宇都宮市においてはJR宇都宮駅西口から東武宇都宮駅を結ぶ大通りにバスが1日往復約2,000台以上運行している(図1-12)。そのため、市の西側はバス網が比較的発達していて、図1-13に見られるように、バス利用率が15%を超える地区は市の西側が主となっている。それに対してJR宇都宮駅の東側はバス路線があまり充実していない。例えば、宇都宮駅発で鬼怒川を渡って清原工業団地方面に向かうバスは一日9本で、朝の通勤時間帯が5本、日中が3本、夕方が1本となっていて、バスの利便性は著しく低い。

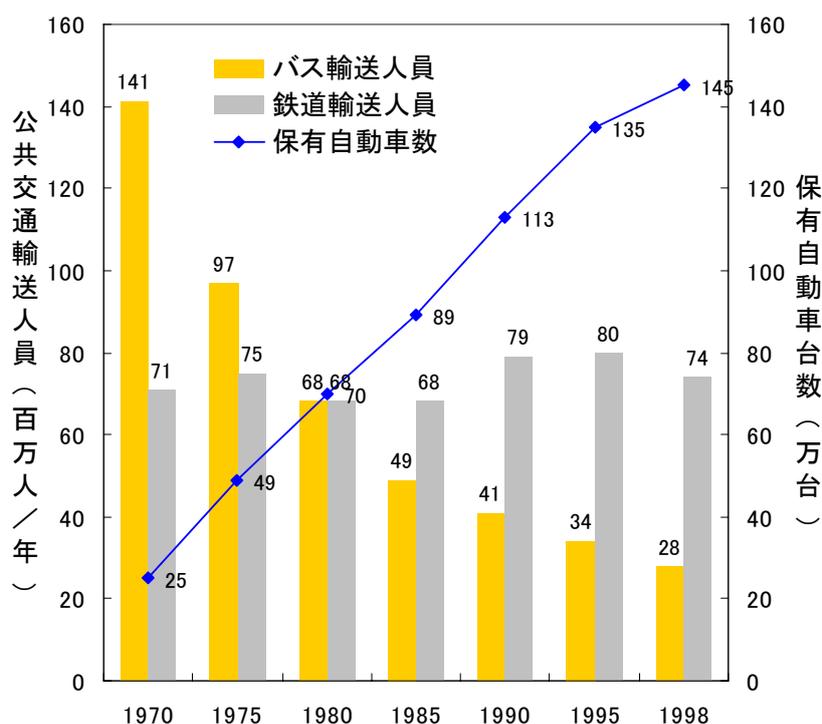


図 1-11 公共交通の輸送人員と保有自動車数の経年変化

出典：日本の都市と路面公共交通

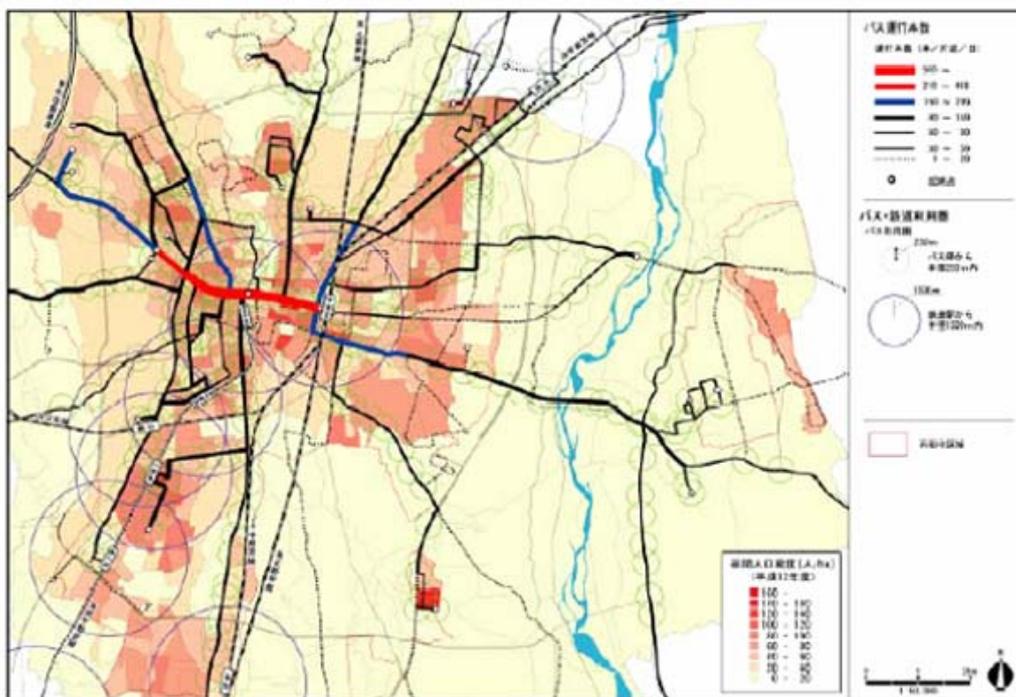


図 1-12 現在のバスネットワーク

出典：平成 16 年度新交通システム導入方策調査検討委員会報告書

通勤・通学者全体に占めるバス利用者の割合

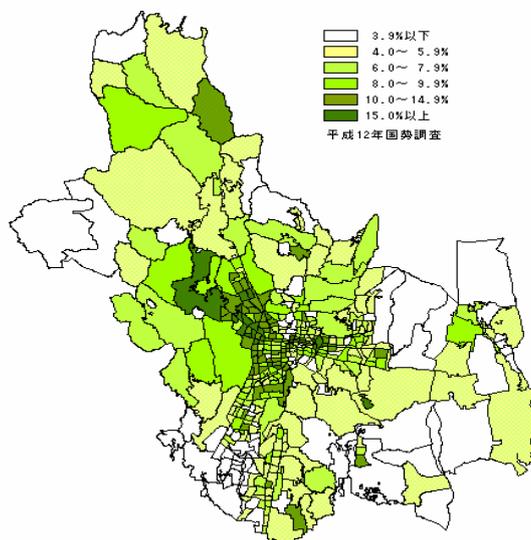


図 1-13 通勤・通学者に占めるバス利用者の割合

出典：宇都宮市資料（原出典：H12 国勢調査）

1-1-4. 環境問題

宇都宮市の平成15年度（2003年度）の温室効果ガス総排出量は、約4,141千t-CO₂と推計され、二酸化炭素が全体の95%を占めている。また、平成15年度（2003年度）の排出量は、京都議定書の基準年度である平成2年度（1990年度）に比べ、約19%増加しており、平成24年度（2012年度）には約24%増加すると推計されている（図1-2）。

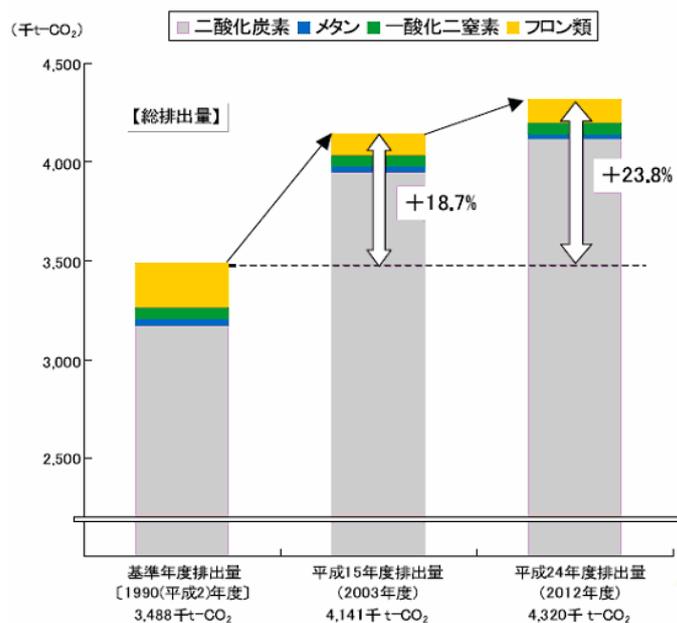


図1-2 宇都宮市の温室効果ガス排出実態と将来予測

表1-3 温室効果ガス排出量の推移と構成比

	1990(平成2)年度		1995(平成7)年度		2000(平成12)年度		2003(平成15)年度	
	排出量(t-CO ₂)	構成比						
産業部門	1,106,110	35%	1,383,645	37%	1,291,602	34%	1,405,373	36%
民生家庭部門	452,811	14%	507,755	14%	556,563	15%	571,227	14%
民生業務部門	689,034	22%	831,191	22%	955,561	25%	965,814	24%
運輸部門	854,692	27%	959,895	26%	948,493	25%	947,524	24%
廃棄物部門	72,646	2%	65,515	2%	80,249	2%	61,795	2%
計	3,175,293		3,748,001		3,832,468		3,951,733	

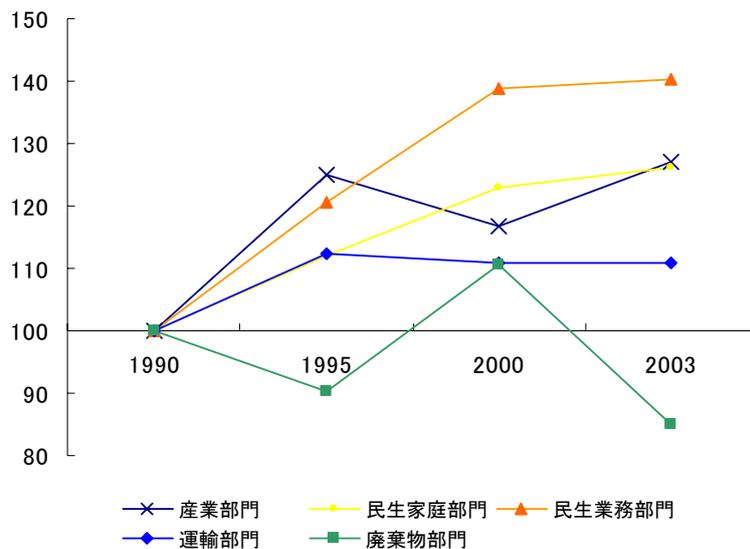


図 1-4 温室効果ガス排出量の増減比（基準年度を 100 とした指数）

出典：宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画

部門別の二酸化炭素排出量の増減については、図 1-4 に示すとおりで、1990 年の部門ごとの値を 100 とし、その後の推移を見たものである。廃棄物部門を除く部門で、1990 年と比較して排出量が増加している。運輸部門は 1995 年以降漸減傾向にある。

このような CO₂ 排出量の増加に対して、宇都宮市では 2012 年度（平成 24 年度）における温室効果ガス排出量を、2003 年度に比べて市民 1 人または 1 事業者あたりでそれぞれ 17% 削減することを目指すという、温室効果ガス削減目標をたてている¹。これは温室効果ガス総排出量として、基準年度（平成 2 年度）比 0.5% の削減を目指すものである。

地域環境では NO_x や SPM（浮遊粒子状物質）の排出による沿道環境の悪化が挙げられる。経年のグラフを見ると NO_x、SPM とともに空气中濃度は漸減傾向にある。しかし NO_x のグラフで明らかのように、宇都宮市中心市街地の大通りは、その他の測定箇所比べて 2 倍以上の濃度となっている。SPM については測定箇所による差はあまりないといえる。

¹ 平成 19 年 2 月策定「宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画」より。
<http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/kankyo/ondanka/005744.html>

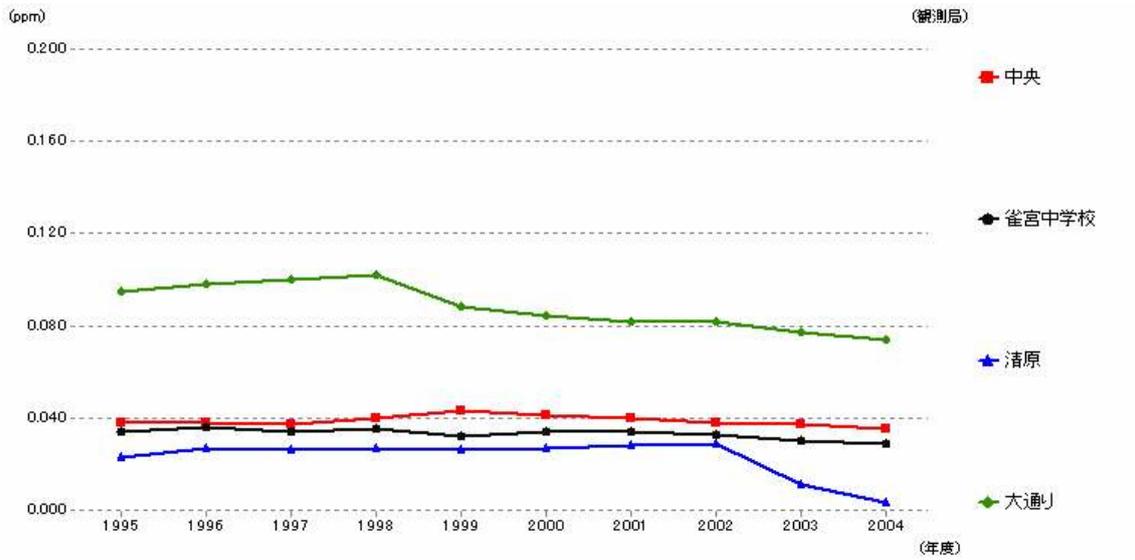


図 1-5 窒素酸化物の経年グラフ

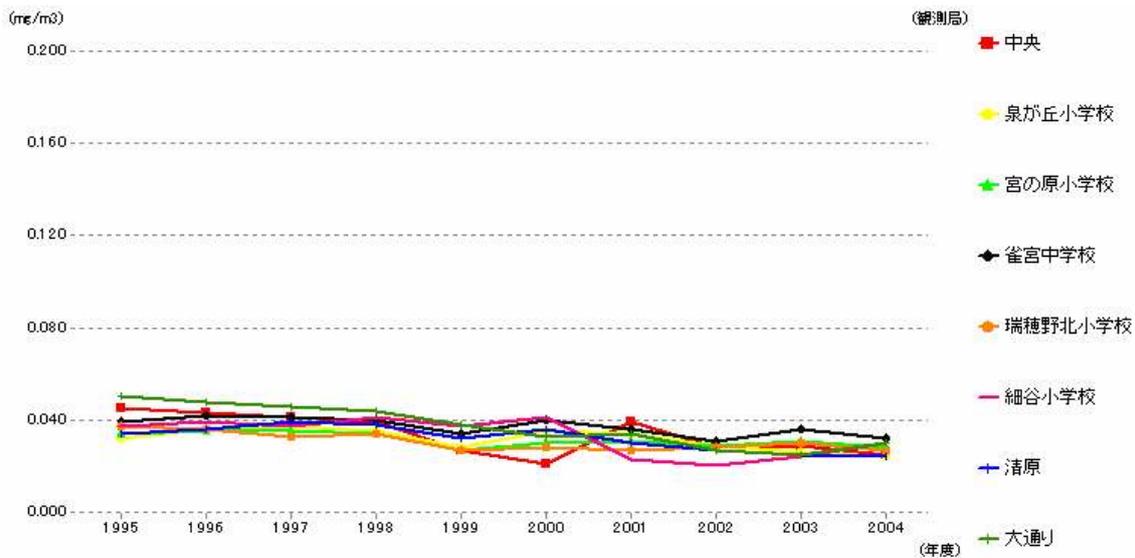


図 1-6 浮遊粒子状物質 (SPM) の経年的変化

出典：うつのみやの大気

1-1-5. 中心市街地の空洞化

中心市街地の現状を小売業の売場面積・商店数・従業員数・年間商品販売額といったデータから概観する²。1997年の商業統計によれば、中心市街地における小売業の売場面積は約17.4万平方メートル(市全体の29%)、商店数は1,125店(市全体の24%)、販売額は1,692

² 出典：宇都宮市ホームページ「うつのみやのまちづくり」

億円（市全体の24%）となっている。1985年の商業統計から比較すると、中心市街地での小売業のシェアが低下しており、郊外部への小売業の流出が観察される。また、2002年には年間販売額及び中心市街地のシェア共に大きく減少し、空洞化が進行していることが伺える。

表 1-14 中心市街地の小売業の売場面積・商店数・従業員数・販売額の年度比較

		1985(昭和60年)		1997(平成9年)	
売場面積 (平方メートル)	市全体	399,617		602,717	
	中心市街地	174,778	43.74%	174,400	28.94%
商店数 (数)	市全体	5,318		4,754	
	中心市街地	1,379	25.93%	1,125	23.66%
従業員数 (人)	市全体	24,184		30,035	
	中心市街地	6,930	28.66%	7,601	25.31%
年間商品販売額 (百万円)	市全体	443,649		714,218	
	中心市街地	126,924	28.61%	169,230	23.69%

出典：宇都宮市ホームページ

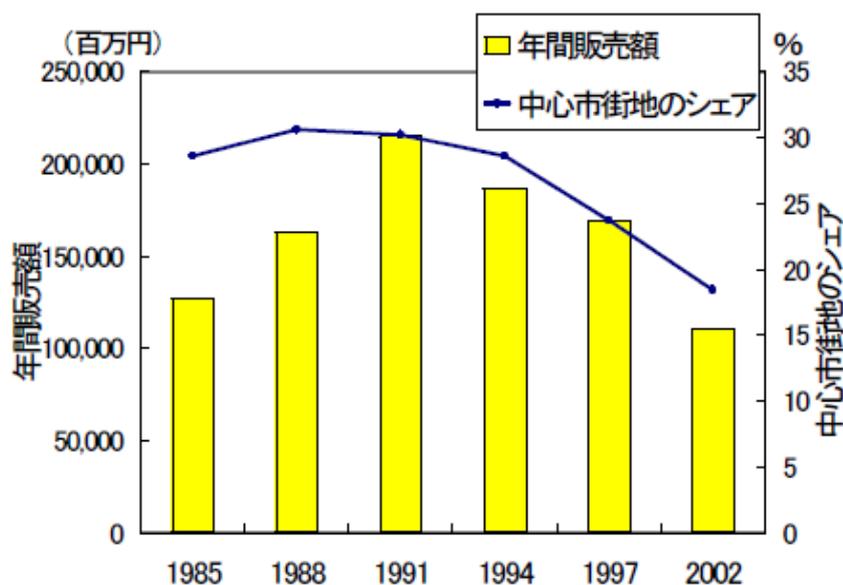


図 1-15 宇都宮市の年間販売額と中心市街地のシェアの推移

出典：平成 19 年度市街地整備事業の実施方針（栃木県都市計画課・都市整備課・建築課）

1-2. 宇都宮市の概要

1-2-1. 宇都宮市の基本データ

宇都宮市は栃木県中部、関東平野の北端に位置し、同県の県庁所在地である。1996年4月より中核市に指定され、現在まで北関東3県内で唯一の市となっている。市の中心とな

る南部は平坦な土地が広がり、東部には市を東西に分ける鬼怒川が流れる。

市の中心にはJR宇都宮駅と東武宇都宮駅が大通りを挟んで約3km離れて位置し、JR宇都宮駅には新幹線が停車する。また、東北自動車道や国道4号など大きな道路が市を南北に貫いている。中心部を円心状に大小3つの環状道路が整備されている。国の機関や企業の北関東支社も多く進出している都市である。

1-2-2. 全国の中核市との比較³

宇都宮市の特徴をまとめてみると、生産年齢人口が多く、可住地面積が広いこと市街地が広がりやすい。産業は、製造品出荷額が1兆5千億円にものぼり、工業重視と言える。また、道路インフラに関しては、面積や人口の割に遅れている。

宇都宮市は中核市⁴に指定されているが、以下、各項目の詳細を述べるとともに他の中核市と比較してどのような特徴があるかみてみたい。

1-2-2-1. 人口

人口は約46万人（平成18年3月31日時点）である。年齢階層別にみると、0～14歳が14.5%、15～64歳が68.6%、65歳以上が16.9%となっている。中核市の平均と比較すると、図1-16となっており、若い世代が多い都市であることがわかる。

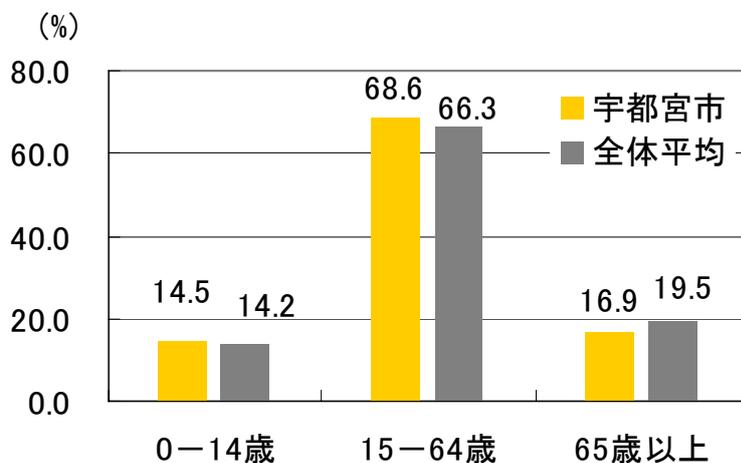


図 1-16 年齢構成比の比較

1-2-2-2. 面積

面積の考え方として、総面積と市街化区域・市街地調整区域面積、可住地面積に分けら

³ 中核市市長会ホームページより作成（2007年版）

⁴ 政令指定都市以外の都市で規模能力が比較的大きな都市

れる。宇都宮市は総面積 312 km² で 23 位/35 市でそれほど広い都市ではない。しかし、市街化区域や可住地の面積をみると、15~10 位も順位が上がる。総面積のうち 8 割が可住地となっている。よって、宇都宮市は既に市街地となった土地が広く、かつ農地や道路など居住地に転用可能な既に開発された土地が広いために今後も広がりやすい状態にあるといえる。

1-2-2-3. 人口密度

面積の考え方によって、対総面積と対可住地面積の人口密度で比較する。対総面積の人口密度は 1,474 人/km² (10 位/35 位) で比較的高めだが、対可住地面積では 22 位と順位が後退し、都市が広がりやすい状態であるといえる。

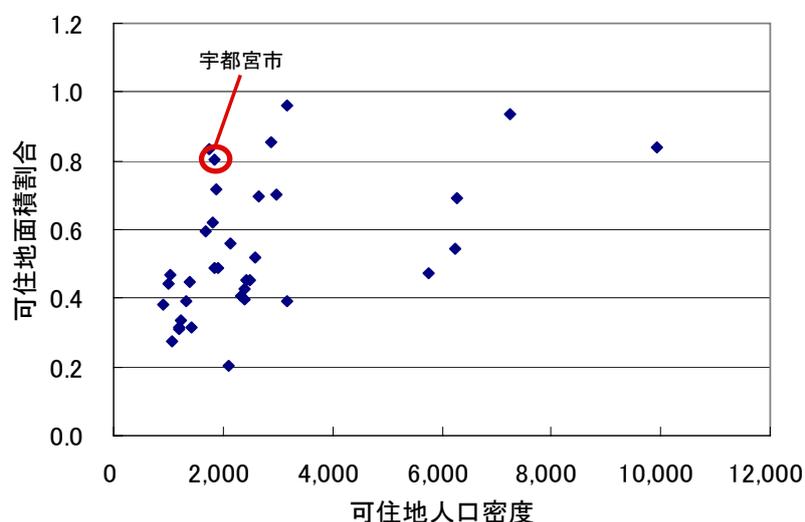


図 1-17 可住地面積割合と可住地人口密度

1-2-2-4. 産業

市民の産業別就業者割合を比較すると、第 2 次産業と第 3 次産業の割合が若干高い。また、市内には工業団地が 3 つあり、キヤノンや松下電器産業など大企業の生産工場が多数ある。さらに、製造品出荷額等は 1 兆 5 千億円にものぼり、1 事業所当たり出荷額等と共に 5 位/35 位となっている。

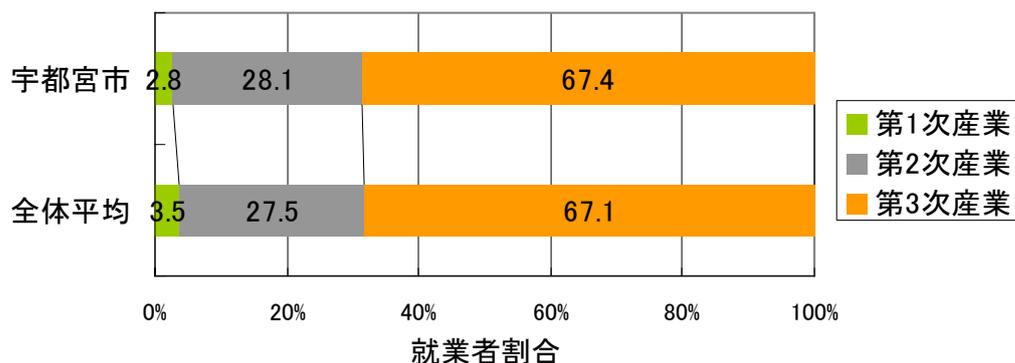


図 1-18 産業別就業者割合

1-2-2-5. 道路インフラ

市内には3本の環状道路が整備され、モータリゼーションの進む市の交通状況を改善しようと道路延長などが行われている。しかし、他市に比べて対面積、対人口での整備は遅れている。

表 1-19 中核市の中の宇都宮市概要

データ項目		宇都宮市データ	順位 (35市中)
人口	人口	457,673 人	12
	0-14歳	14.5 %	16
	15-64歳	68.6 %	6
	65歳以上	16.9 %	31
面積	面積	312 km ²	23
	市街化区域面積	86 km ²	8
	市街化調整区域面積	226 km ²	8
	可住地面積	251 km ²	13
	可住地面積割合	80.4 %	6
人口密度	人口密度	1,474 人/km ²	10
	可住地面積人口密度	1,832 人/km ²	22
産業	第1次産業 就業者割合	2.8 %	14
	第2次産業 就業者割合	28.1 %	14
	第3次産業 就業者割合	67.4 %	21
	事業所数	563 箇所	19
	製造品出荷額等	1,532,146 百万円	5
	1事業所当たり出荷額等	2,721 百万円	5
道路 インフラ	道路総延長	2,527 km	17
	国道	87 km	18
	府県道	186 km	27
	市道	2,254 km	16
	面積当たり道路延長	1.7 km/km ²	24
	人口当たり道路延長	5.5 km/1,000人	20

1-3. LRT 導入に至った経緯⁵

都市の交通政策の決定において、その政策を取り巻くアクターの存在を無視することは出来ない。関係者間の利害が相反することも多いが、誰がどのような考えで現在の立場にいるのか考慮することは重要なことだと考える。宇都宮市における LRT 導入問題も例外ではない。導入に至るまでに多くの要因が介在し、現在に至っている。

1-3-1. 経緯の概略

LRT 導入計画は交通渋滞対策が発端である。対策を練る中で、宇都宮市の様々な課題も浮上し、それらを一手に解決してくれるのが LRT だという結論に至った。導入に必須の県の協力が得られない時期があったが、知事の交代によって解決する。しかし、現在は県内最大手のバス事業者が強硬な反対姿勢をとっており、計画に歯止めがかかっている状態である。他にも建設費用や事業形態の選定、採算性、市民の公共交通への乗り換えなど対策が必要な課題が山積した状態である。

以下、LRT 導入の経緯を詳しくみていく。

1-3-2. LRT 導入議論の発端

新交通システムの導入検討は 1993 年、15 年程前から始まった。JR 宇都宮駅東から鬼怒川左岸間の交通渋滞対策と、それに加えて 21 世紀を見据えた宇都宮市東部の交通ネットワークをどのように構築していくか、ということが議論の発端であった。当時は、朝夕に慢性的な渋滞が発生しており、清原工業団地の企業をはじめ、ホンダ関係者、地元住民から要望が寄せられ、一刻も早い対応を図るべきであると判断された。

1-3-3. 新交通システム導入基本方針

1997 年に県と市で「新交通システム検討委員会」を設置し、2000 年に「新交通システム導入基本方針」を策定した。

1-3-3-1. 導入ルート

基本方針の段階では、システムの導入ルートは JR 宇都宮駅を西端に、芳賀工業団地へ延びていく（図 1-20）。沿線人口・施設、将来需要、導入空間、整備費規模等の検討結果から、基本の 3 ルートが定められた。

⁵ 以下の情報を基にまとめた。

栃木県ホームページ、宇都宮市ホームページ、栃木県知事定例記者会見、宇都宮市長定例記者会見、下野新聞、関係者へのヒアリング、各種報告書

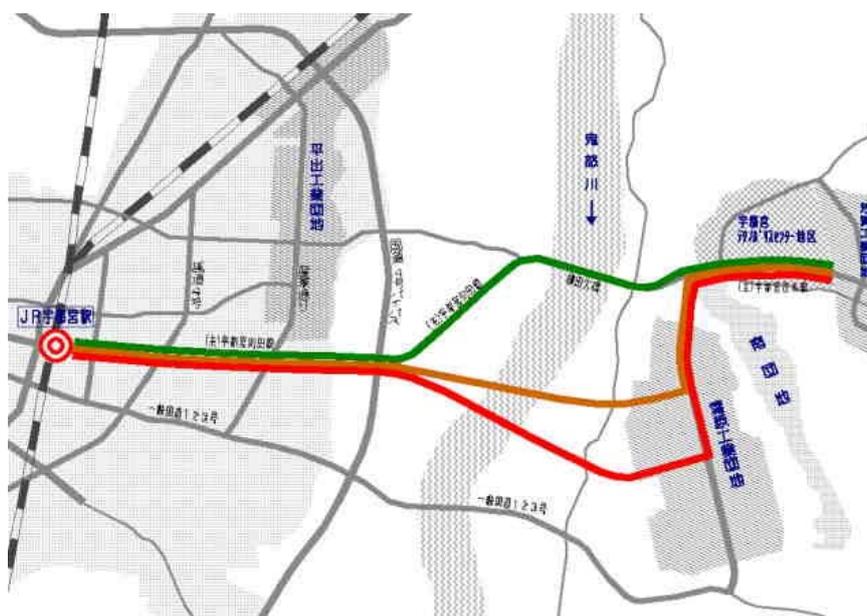


図 1-20 新交通システム導入ルート（2000 年）

出典：新交通システム導入基本方針

1-3-3-2. 導入方式

将来需要，事業費規模，乗降等の利便性，まちづくりとの調和性などの優位性から，LRTを基本とすることになった．なお，今後は各種構造，運行システムのほか，高速化・低床化した車両や優先信号システムなどで機能性や快適性を高めるための関連システムも検討対象とする必要がある．

1-3-3-3. 関連施策

関係地域から新交通システムへのアクセス性を高め，公共交通ネットワークとしての利便性・効率性の向上，利用の拡大を図るため，バス・アンド・ライド，パーク・アンド・ライド，サイクル・アンド・ライドなどの端末交通システムを十分に機能させる必要がある．このため，駅の特性に応じた乗り継ぎ関連施設の設置，周辺道路環境の整備，端末バス網の機能的な配置など，端末交通関連施策を総合的に講じる必要がある．

また，宇都宮市東部地域における交通円滑化を図るためには，新交通システムの導入と一体となって機能する道路整備を行うなど，総合的な交通体系を確立することが必要であり，また，新交通システムの導入に伴う部分的な道路交通容量の不足に対応するための検討も必要である．

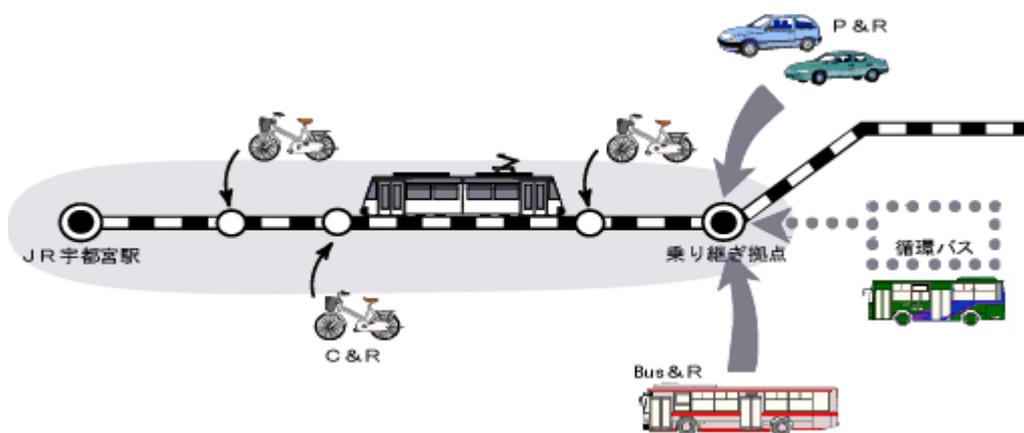


図 1-21 公共交通ネットワークの概念図

出典：新交通システム導入基本方針

1-3-3-4. 事業採算性

一定の条件下において、ランニングコストを賄うとともに、長期的にも概ね資金収支を賄える可能性がある。この前提としては、需要面として、テクノポリスセンターなど進行中の関連プロジェクト等の着実な進展，端末交通関連施策による広域的な利用確保などである。一方，事業面として，インフラ部の公共による整備，インフラ外部に対する一定の資金調達などの諸条件が挙げられる。しかし今後は，これら各種条件の具体性を高めるとともに，整備主体や整備財源，新たな整備方策の適用可能性等についても検討を深めていく必要がある。

また今後は，公共交通サービスの拡大，移動時間の短縮等の直接的効果のほか，環境負荷の軽減，交通事故の削減等の間接的効果も含めて，総合的に導入効果の分析・評価を行う必要がある。

1-3-3-5. 経営主体

資金調達，経営ノウハウ，要員確保等の観点から，経営主体としては民間能力を活用した第3セクター方式が有力である。但し，現在では上下分離（公設民営）方式など新たな整備・運営手法の適用可能性を含めて検討されている。

1-3-4. 新交通システム導入基本計画

次年度，2001年度からは新交通システム導入基本計画策定委員会を設置し，2002年に新交通システム導入基本調査を実施した。LRT導入に関する検討結果等のうち，唯一定量的な評価がなされている。内容については，2章で詳しく触れるため，以下簡単に概略を説明する。

1-3-4-1. まちづくりからみた新たな交通システムの必要性

基本調査では、まちづくりからみた新たな交通システムの必要性を探っている。居住地の郊外化と従業地の分散化、都市機能の郊外分散化と中心市街地の活力低下が都市構造の変化として挙げられている。都市交通においては、トリップの外縁化・広域化、自動車依存の進展、公共交通利用者の減少が起きている。都市構造の変化及び自動車依存進行による問題点として、中心市街地の衰退、道路混雑の激化、高齢者のモビリティ及び安全性の低下、地域環境・地球環境の悪化が挙げられている。

以上の問題点を受けて、これから考慮すべき課題として、都市軸の強化、都心再生と拠点開発の連携、過度に自動車に依存しないライフスタイルの推進がある。そこで、まちづくりの方向性を3つのシナリオに分け、比較した。

- シナリオ1：需要対応型の道路整備
- シナリオ2：既存公共交通の強化
- シナリオ3：新たな機関公共交通の整備

比較した結果、宇都宮地域の問題点及び都市政策課題を解決するためには、まちづくりや総合的な交通対策と一体的に新たな基幹公共交通を導入するシナリオ3が望ましいという結論に達した。

1-3-4-2. 新たな交通システムの導入計画

基幹公共交通導入の考え方は、(1)LRTを軸とした総合的な交通政策と(2)まちづくりとの連携である。

(1) LRTを軸とした総合的な交通政策

- まちづくり面での効果（景観・シンボル性）、高齢者等の利便性向上（乗降性や乗り心地）、宇都宮地域における需要規模（約2千人/時）を考慮して、導入システムはLRTとする。
- 在来鉄道との結節機能の強化、LRTを軸として機能的・効率的に連携する関連バス網の構築等、総合的な公共交通体系を形成する。
- 停留場近辺に、駐車場、駐輪場、複合乗り継ぎ拠点等の施設を整備し、乗り継ぎ利便性の向上を図る。
- 都心では外縁部の駐車場整備や面的な交通規制・誘導策を実施し、郊外では自動車利便性に配慮した道路整備を行う等、地域特性に応じて適切に自動車利用を誘導する。

(2) まちづくりとの連携

- LRT の導入にあたっては、市街地再開発や商業活性化策との連携を図るとともに、まちのシンボルとなるような魅力的な車両の導入や停留場の整備により、中心市街地の活性化を図る。
- LRT の導入により、拠点開発計画（JR 宇都宮駅東口周辺開発，シンガー日鋼跡地開発，宇都宮テクノポリスセンター地区等）へのアクセス性の向上を図る。

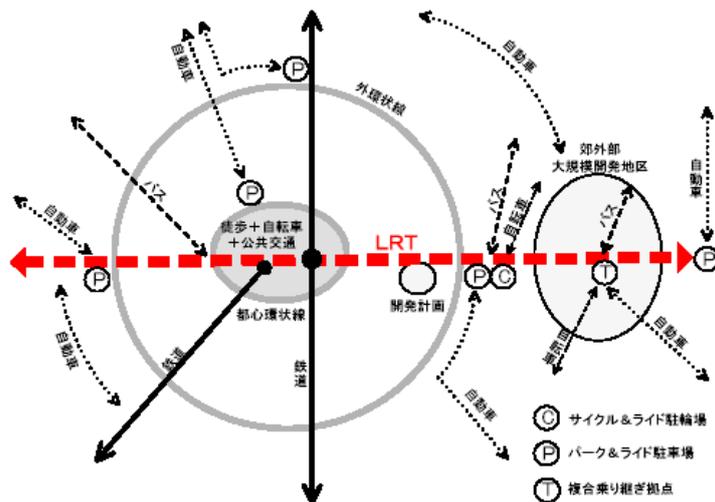


図 1-22 宇都宮都市圏における交通システムのイメージ

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

導入区間は、「新交通システム導入基本方針」（2000 年）の当初区間（約 12km）に加え、延伸区間を設けた。場所は JR 宇都宮駅～桜十文字付近の複数方向からのバス系統が集約する大通りである。また、2000 年に基本ルートとした東側の 3 つの選択肢のうち、利用者の利便性（作新学院大学，清原工業団地，清原台等からのアクセス性）向上や需要喚起の面から，清原工業団地中部を通過して芳賀工業団地方面に抜けるルートを優位とした。これによって，鬼怒川に LRT のための橋を新たに建設する必要がある。



図 1-23 LRT 導入区間・ルート

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書より改変

1-3-5. 導入検討に対する県・市の対応

2002年12月に、宇都宮市を中心にその周辺市の鹿沼市、真岡市、芳賀町、高根沢町、市貝町（のちに茂木町も加わる）によって、「新交通システム導入促進協議会」が発足した。目的は、沿線の方々の新交通システムに対する理解を深めることとし、活動は啓蒙・啓発活動に主眼を置くこととされている。協議会は2003年2月には、宇都宮市長に対して積極的な推進を要望している。

県は2003年3月に策定した「とちぎ将来構想」の中で、導入について必要性和採算性のバランスについて検討が必要で、導入は20年先になるのではないかとの見方を示した。しかし、県と市で設置した「新交通システム導入基本計画策定調査委員会」（委員長：古池弘隆宇都宮大教授）は、相当な波及効果が考えられることから導入を前提とした調査の継続を求めた。また、市民、県民の理解と合意を形成していく必要があると指摘している。

このように市側は委員会の後押しなどを受け、あくまで導入を推進する姿勢だった。しかし県側は、導入に際して検討課題が多すぎることから、2003年9月にLRT導入に関する対応方針案を以下の通り提示した。

A案：5年間計画を凍結

B案：市が主体的に整備すれば県が応援する

これらの対応方針案を受け、市は独自に懇談会や課題整理の研究を行い、2004年3月に

県へ回答した。市の回答は、

- 市と県が一体となった取り組みを要請
- 2004年度は市が率先して調査をし、課題が出てくれば県に相談に乗ってほしい
- 5年間凍結するのではなく、年限を設定せずに課題解決に向けて各種調査を積極的に行う

というものだった。

1-3-6. 宇都宮市の活動

以降、県の協力がないため、市は独自に活動を行っていく。代替交通確保方策実証実験や国への支援を要望、需要が見込めるような方策について検討するため清原工業団地の各企業への協力要請やアンケート調査を行った。また、「新交通システム導入方策調査検討委員会」の設置もした。この間は、思うように導入計画が進まなかったと市の職員は語っている。

1-3-7. 栃木県知事交代

2004年9月、前宇都宮市長である福田富一氏が栃木県知事選挙に出馬することを表明した。出馬の理由として、経済的部分や県有施設への立地など県の支援がないと進まない事業がここ4年間ほとんど進んでいないこと、宇都宮市の抱えるまちづくりにおける大きな課題解決が進んでいないが、これは宇都宮市だけではなく他の市町村長も同じ思いの人が多くを挙げている。結果、現職の福田昭夫知事が破れ、福田富一氏が新しい県知事となった。宇都宮市長には福田富一氏の後任として青年会議所出身の佐藤栄一氏が就いた。

就任記者会見で、市長は中心市街地活性化対策の1つにLRTを含む総合的な公共交通体系の整備を挙げ、公共交通機関の整備には数字をもって把握すると語った。知事は「県土60分構想」を背景に、道路整備と県央地域の公共交通充実は一体となって取り組まなければならないこととした。

1-3-8. 栃木県知事交代後

毎年、導入に関する検討委員会が設けられている。県が市を中心とした協議に参加する等県の支援を得ている他、2005年4月には国土交通省が公共交通の柱にLRTを据え、補助制度を拡充した。

なお、市長が2010年導入を目標に検討を進めると表明したものの、知事からは採算性や総合的な交通施策との連携、まちづくりとの連携、市民・関係団体との連携・協働、交通規制のあり方などの検討事項があり、何年で事業化を図っていくと明言する段階ではないとくぎを刺されている。

2005年6月には国、県、市、交通事業者、学識経験者で構成された「新交通システム導入課題検討委員会」が設けられた。委員会は5つのワーキンググループに分かれて課題に取り組んだ。「県民の意見も広く聞くべき」という意見から、県全体でアンケート調査を実施している。

以後、主な論点は収益性や財政圧迫となっている。一方で県は、LRTは市の課題（中心市街地の活性化、高齢社会への対応、都心居住、環境負荷の軽減）をまとめて解決できる公共交通と考えている。

2006年4月市は「生活交通確保プラン」という基本方針を策定した。内容は、市民の誰もが安全・安心に移動できる社会の実現に向け、日常生活に必要な移動手段の基本的な考え方を明らかにしている。市民や交通事業者との連携協力を図りながら、赤字バス路線に対する支援や利用促進に取り組むとともに地域の実情に応じた利便性の高い交通手段の検討など、市民の生活交通を確保できるよう取り組みを進めていく、というものである。

1-3-9. バス事業者からの意見書

市内のバス事業者3社は、市の要請に応じて検討会等に参加してきた。しかし、そのうちの1社、県内最大手の関東自動車株式会社が新交通システム検討委員会に意見書を提出した（2006年12月）。内容は、バス利便化とLRT導入の効果の比較検討が不十分であること、需要予測が楽観的過ぎる、バス事業者の立場への配慮が少ない、というものであった。それに対する市の姿勢は、「特にバス会社を含め、賛成派反対派を含めて協議を進めていきたい」とのことで、バス事業者との調整に入った。

1-3-10. 新交通システム導入課題の検討結果

2007年3月新交通システム導入課題検討委員会の検討結果が取りまとめられた。2003年の「新交通システム導入基本計画策定調査報告書」（以下基本計画という）との大きな違いは事業運営手法である。

基本計画では、需要推計した利用者数では初期投資の借入金の償還は困難としており、初期投資の事業者負担の軽減、運営主体のあり方といった点が課題とされていた。

2007年の「新交通システム導入課題の検討結果報告書」においては、国の補助制度の拡充を背景にして、事業運営手法についての再検討が行われた。社会・経済情勢の変化に伴い、持続可能なまちづくりを進める上での公共交通の重要性が再認識され、公共交通事業への大幅な支援拡充を内容とする補助制度が平成19年度の国土交通省予算案に盛り込まれた。H19予算案では、行政が施設整備を行い民間が運営を行う『公設・民営』を前提とした補助制度が創設された。従来、事業者自らが資金調達をし、整備を行ってきた軌道等の施設についても、公共事業として整備する「都市交通システム整備事業」が新たな補助制

度として創設され、事業者負担額が車両費（国庫補助分除く）のみとなった。基本計画策定時に比べ負担額が大幅に低減され、『公設・民営』方式を前提とした新しい補助制度により整備した場合、大幅な採算性の改善が見込まれる。

しかしながら、H19 予算案で創設された「都市交通システム整備事業」の制度拡充は、道路区域内、又は道路施設と見なせる区間での整備を対象とする補助制度であるため、軌道のみ単独での整備を想定する区間（JR 跨線部や鬼怒川渡河部）では、走行路面・路盤、橋梁等の基盤施設は、地方公共団体が単独で整備を行わなければならない。そのため、LRT 事業整備費のうち約 64%にのぼる 225.7 億円が地方公共団体の負担となる。

表 1-25 総費用の負担内訳の違い

(億円)

	基本計画時(H15.3)		H18補助		H19予算案	
	事業者	公共	事業者	公共	事業者	公共
国庫補助対象となるもの	35.0	112.4	60.0	140.0	35.0	225.2
国庫補助対象外	207.9	—	155.3	—	—	95.1
合計	242.9	112.4	215.3	140.0	35.0	320.3

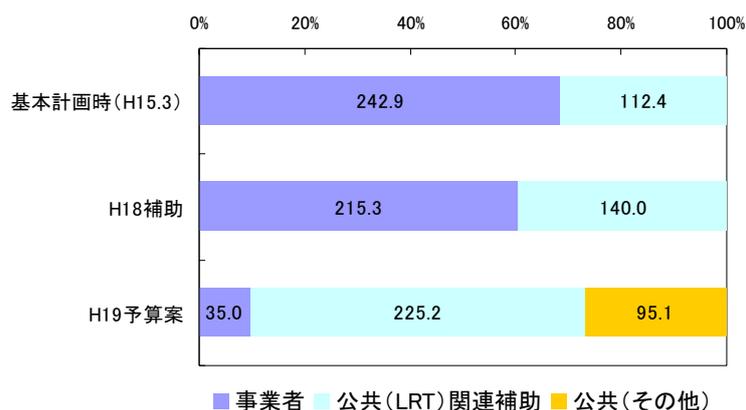


図 1-26 総費用の負担内訳の違い(1)

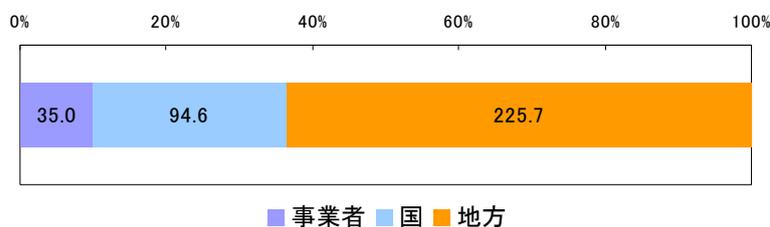


図 1-27 総費用の負担内訳の違い(2)

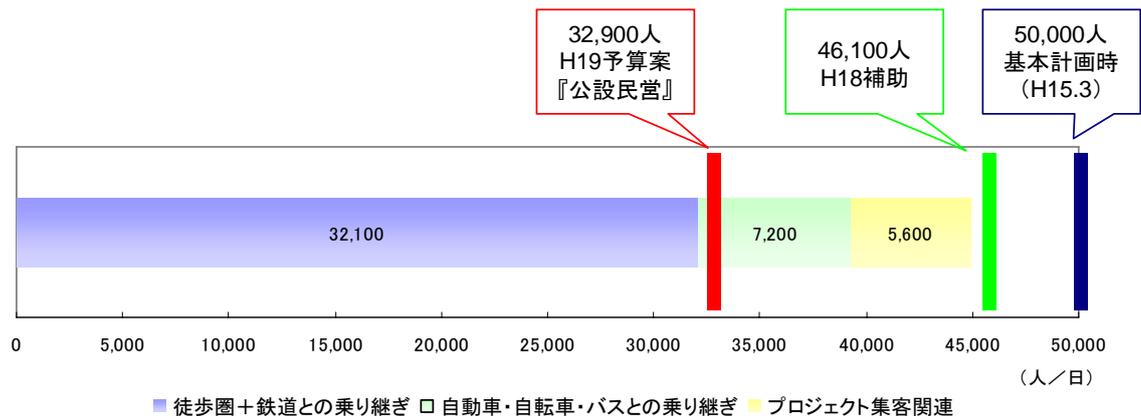


図 1-28 採算ラインと需要予測

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

1-3-11. バス事業者の協議不参加

2007年7月に再び関東自動車から意見書が提出された。大通り（東武宇都宮駅～JR宇都宮駅）にLRTが導入された場合、残り路線（フィーダー路線）での存続は不可能、というものである。LRTを含めた市内の公共交通ネットワークにバスは不可欠であると考えている市にとって大きな痛手である。そこで、市・県・関東自動車が定期的な協議を開始し、事務的な部分でのすり合わせを試みた。

同年9月、三度関東自動車は市に対して意見書を提出した。その内容は、今後LRT導入を前提とした協議には参加できないこと、よって導入検討会議は不参加である、また、バスとLRTとを定量的に比較・検証を行うための「バスシステム検討委員会（仮称）」を設置することを要求した。

関東自動車は、2004年経営難に陥り産業再生機構に支援を要請、2006年5月には支援が完了し、投資会社ジェイ・ウィル・パートナーズの傘下に入った。企業価値向上の経営方針を強制されているという見方もある。

その後の協議では、他のバス事業者2社も「関東自動車抜きの協議はできない」として、協議が滞っている。

1-3-12. 現在の関係者相関関係

以上の経緯を踏まえ、現在の関係者相関関係を図式化した（図 1-29）。なお、□は公共団体、◇は市民、○は交通事業者及びその関連会社を表す。また、アクター図形が青色で塗られているものはLRT導入賛成派、黄色は反対派、緑色は中立の立場をとっている。さらに、青字は市から出る矢印についてのコメントである。

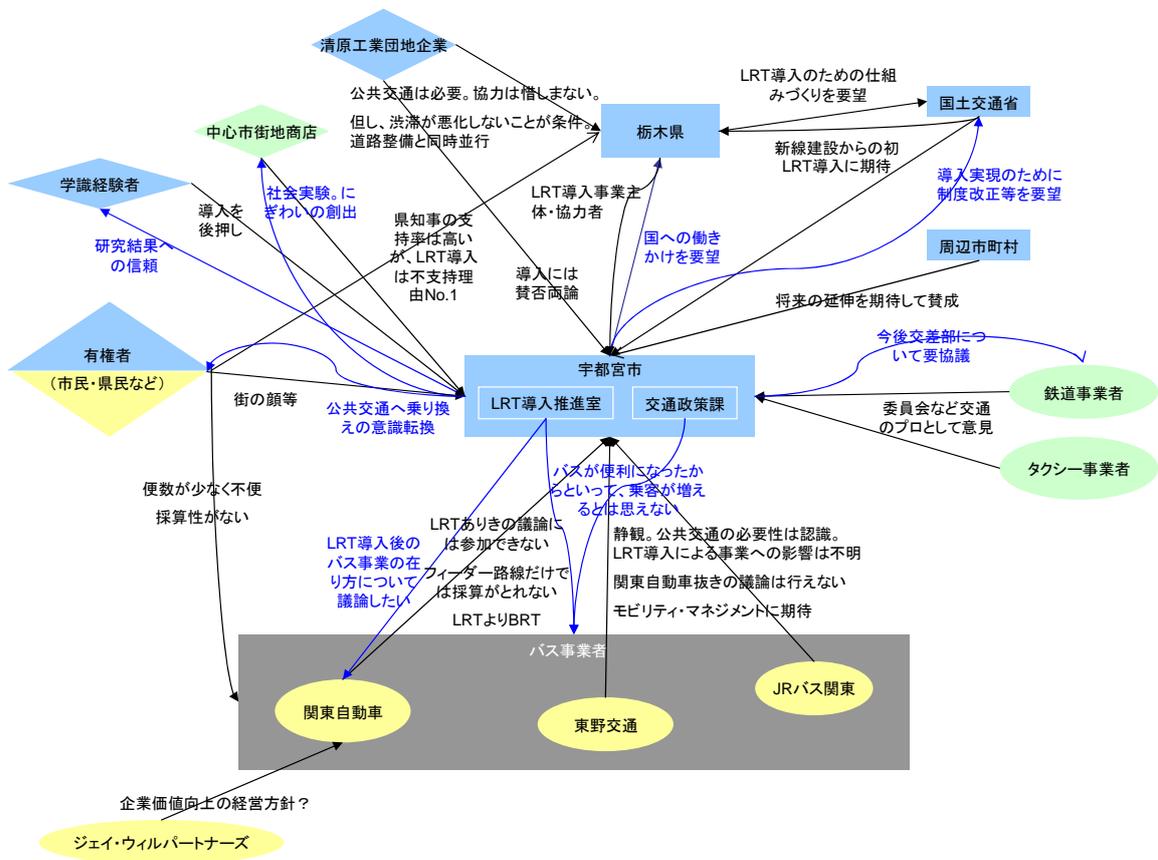


図 1-29 LRT 導入における関係者の相関図

第 2 章 政策分析

2-1. 新交通システム導入基本計画策定調査報告書の検討

宇都宮市は、LRT 導入の効果を定量的に把握することなどを目的として、平成 15 年に「新交通システム導入基本計画策定調査報告書」（以下、報告書と略記）を作成し、公表した。ここでは、同報告書の検討結果の概要をまとめた上で、STRADA を使用した分析結果を提示し、結果の比較と検討を行う。なお宇都宮市の平成 15 年以降の LRT 導入検討はこの報告書で得られた数値を元に行っている。

2-1-1. 報告書の政策分析の概要

2-1-1-1. LRT 導入の必要性の検討

宇都宮市は（1）宇都宮市東部地域の渋滞対策、（2）中心市街地活性化、（3）環境対策、（4）高齢社会における移動手段の確保、という 4 つの問題点に対応するため、今後の都市政策課題として（1）都市軸の強化、（2）都市再生と拠点開発の連携、（3）過度に自動車に依存しないライフスタイルの推進という 3 点を挙げている。

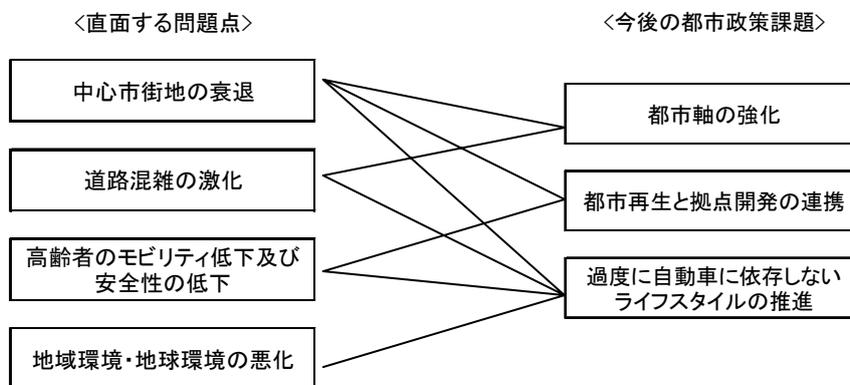


図 2-1 宇都宮地域が直面する問題と今後の都市政策課題

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

このような都市政策課題に対処するため、報告書では今後のまちづくりの方向性として、シナリオ 1：需要対応型の道路整備、シナリオ 2：既存公共交通の強化、シナリオ 3：新たな機関公共交通の整備という 3 つのシナリオを検討している。

(1) シナリオ 1 需要対応型の道路整備

- 自動車の利便性を活かしたまちづくり。
- 増え続ける自動車需要に対応した道路整備や駐車場整備を行い、公共交通は市場原理

に委ねる。

(2) シナリオ2 既存公共交通の強化

- 自動車型まちづくり+バスサービスの確保。
- 自動車需要に対応した道路整備等を行う一方、一定水準のバスサービス確保に必要な行政支援を行う。

(3) シナリオ3 新たな機関公共交通の整備

- 都市軸上のコンパクトなまちづくり。
- 新たな基幹公共交通を導入し、都心部内は公共交通及び徒歩・自転車を活用。周辺部は自動車を利用。

報告書では以上の3つのシナリオについて、A) 中心市街地活性化の視点、B) 交通サービスの向上の視点、C) 高齢者等対応の視点、D) 環境に配慮したまちづくり、という4つの視点から比較検討を行っている。シナリオごとの将来見通しをまとめたものが、表2-1のシナリオ評価の総括である。

A) 中心市街地の活性化の視点

- シナリオ1・2では、都市の拡散と中心市街地の衰退傾向が継続する。
- シナリオ3の場合、まちの新たな魅力・シンボルとなる基幹公共交通の導入を機にまちの再構築を図ることができる。

B) 交通サービスの向上の視点

- シナリオ1・2では、自動車の増加とバス利用者の減少が継続する。
- シナリオ3の場合、公共交通利用者の利便性が向上するとともに、自動車利用の適正化により自動車利用者にとっても渋滞緩和等が見込まれ、交通全体のサービス改善が期待される。

C) 高齢者など対応の視点

- シナリオ1・2の場合、高齢者の外出機会が著しい制約を受けるとともに、高齢運転者による交通事故が増加する。
- シナリオ3の場合、バリアフリーな基幹公共交通の導入とバスネットワークの構築により、高齢者を含めた全体の利便性向上が期待される。

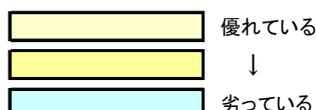
D) 環境改善の視点

- シナリオ1・2の場合に比べシナリオ3は、CO₂、NO_x 排出量、エネルギー消費量が抑制されることから、環境負荷軽減に寄与する。

以上のような検討を踏まえて、宇都宮地域の問題点及び都市政策課題を解決するためには、まちづくりや総合的な交通対策と一体的に新たな基幹公共交通を導入するシナリオ3が望ましいと結論付けている。

表 2-1 シナリオ評価の総括

		シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3
中心市街地活性化	人口・商業活動	夜間・従業人口の減少傾向、商業活動の衰退が続く。	夜間・従業人口の減少傾向、商業活動の衰退が続く。	基幹公共交通の導入に合わせて、沿線の住宅政策や商業再生策を実施することにより、人口や商業活動が維持・回復する。
	アクセシビリティ及び来訪者数	道路整備による自動車のアクセスを良くしても、商業施設の郊外移転等により、来訪者数の減少傾向が続く	現状でもバスの運行本数は多いものの、来訪者数は減少傾向であり、将来的にもその傾向が続く。	基幹公共交通沿線を中心に、中心市街地へのアクセシビリティが向上し、来訪者数の減少にも歯止めがかかる。
	沿道環境のイメージシンボル性	現状と同様の自動車及びバス中心の道路利用のままであり、歩行者、自転車にとって環境がよくない。	現状と同様の自動車及びバス中心の道路利用のままであり、歩行者、自転車にとって環境がよくない。	魅力的な基幹公共交通の導入に合わせて、歩行者・自転車が歩きやすい環境となる。
交通サービス	交通役割分担	東西都市軸関連の自動車分担率は、現状の約6割よりやや増加する。	東西都市軸関連の自動車分担率は、現状の約6割よりやや増加する。	東西都市軸関連の自動車分担率は、現状よりも約1割減少し、5割弱となる。
	自動車交通量の削減効果	東西都市軸関連の自動車利用者数は、現状よりも約4万トリップ/日増加する。	東西都市軸関連の自動車利用者数は、現状よりも約4万トリップ/日増加する。	東西都市軸関連の自動車利用者数は、現状よりも約3万トリップ/日減少する。
	定時制・速達性	閑散時は基幹公共交通よりも速いものの、混雑時は遅くなる。	自動車や基幹公共交通に比べて遅く定時性も低い。	定時制・速達性ともに優れる。
	低廉性	走行費用や駐車費用を考えると基幹公共交通よりも高い。	自動車、基幹公共交通に比べて高い。	自動車やバスに比べて安い。
	利便性・快適性	自在性・随時性に優れ、乗り心地もよい。	自在性・随時性は自動車よりも劣り、乗り心地も悪い。	自在性・随時性は自動車に劣るが、乗り心地はよい。
	路線の明確性	—	バス系統は一般的にわかりにくく、利用しづらい。	軌道系の場合、路線が明確で分かりやすい(地図に掲載される)。
高齢者対応	ユニバーサルデザイン性	誰もが利用できる交通手段ではない。	低床型バスの導入が考えられる。	低床型LRTのようなバリアフリーな交通手段の導入が考えられる。
	高齢者事故削減への効果	高齢ドライバーの増加による交通事故増加が懸念される。	高齢ドライバーの増加による交通事故増加が懸念される。	自動車交通の減少により、高齢者ドライバーの事故が減少する。
環境	CO ₂ 排出量	排出原単位がバスや基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位は、自動車よりも小さいが、基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位が小さい。
	NO _x 排出量	排出原単位がバスや基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位は、自動車よりも小さいが、基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位が小さい。
	エネルギー消費量	排出原単位がバスや基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位は、自動車よりも小さいが、基幹公共交通よりも大きい。	排出原単位が小さい。



出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

2-1-1-2. 報告書における LRT 需要予測結果

需要予測の全体構成は、基本需要と付加的需要から成る。LRT 沿線の基本利用圏の需要及び鉄道端末としての需要を基本需要とし、サイクル&ライド・パーク&ライド・バス&ライドによる自転車・自動車・バスからの乗り継ぎ需要を付加的需要とする。

基本利用圏の需要は人口フレームをベースとして予測し、人口ベースでは把握しにくい商業系の開発プロジェクトの需要については、別途開発面積あたりの原単位による推計を行っている。発生・集中モデルや分布パターンについては、第2回宇都宮都市圏パーソントリップ調査（平成4年度）に基づくモデルを用いている。手段分担については、交通機関利用意識調査（平成13年度）に基づき構築した手段分担交通量予測モデル（SPモデル⁶）を適用し、LRTの停留所間OD交通量を推計している。

需要予測の結果は以下のようにになっている。全体計画区間での需要予測は約45千人/日（需要密度約2.9千人/km）となっており、内訳は、徒歩圏+鉄道との乗り継ぎ32.1千人/日、自動車・自転車・バスとの乗り継ぎ7.2千人/日、プロジェクト集客関連5.6千人/日となっている。最も需要が多い区間は、JR宇都宮駅付近で約19千人/日と予測されている。

当初計画区間での需要予測は約16千人/日（需要密度約1.3千人/km）となっており、内訳は、徒歩圏+鉄道との乗り継ぎ8千人/日、自動車・自転車・バスとの乗り継ぎ4.6千人/日、プロジェクト集客関連3.2千人/日となっている。最も需要が多い区間は、JR宇都宮駅付近で約8千人/日と予測されている。

表 2-2 需要予測の総括

	当初計画区間	全体計画区間
路線長(km)	11.9	15.2
利用者数(千人/日)	15.8	44.9
需要密度(千人/km)	1.3	2.9
輸送密度(千人キロ/km)	5.7	11.1
ピーク時断面利用者数(百人/時)	7.7	18.0
平均輸送距離(km)	4.3	3.8

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

⁶ SPモデルとは、LRTの利用に関する意識調査データ（SPデータ：Stated Preference data）を用いて作成した交通手段選択モデルである。現時点で存在しない交通機関に対する利用意向を予測することに適した手法で、所要時間や利用運賃などの交通サービス条件を説明変数として取り込みやすいという特徴を持つ、とされている。

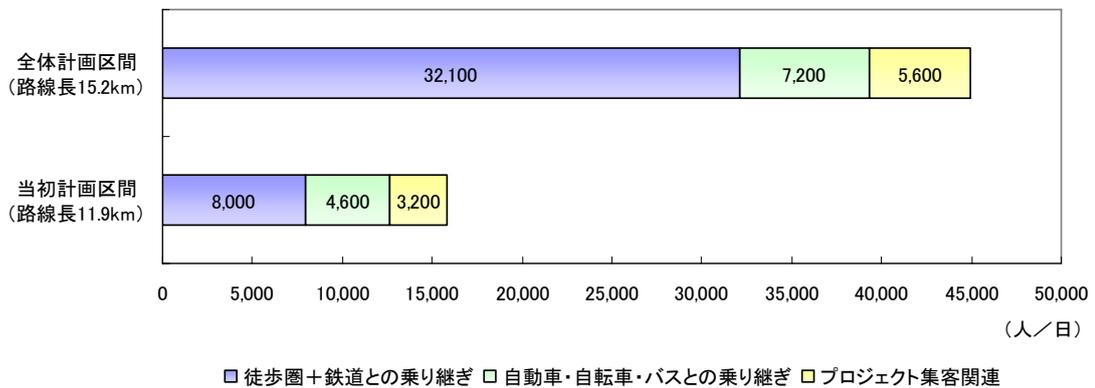


図 2-2 利用者数の予測結果

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

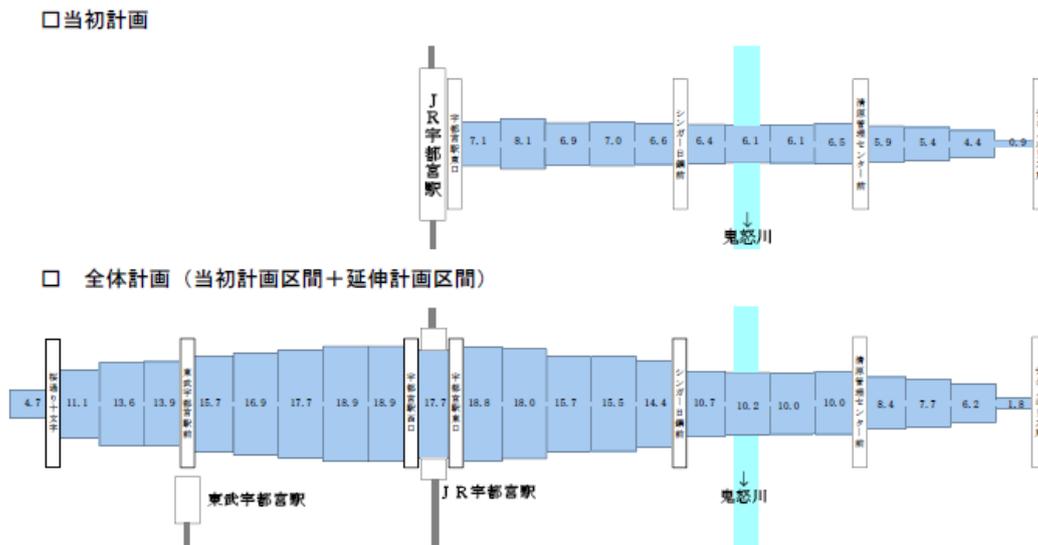


図 2-3 報告書の区間別利用者数

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

2-1-1-3. 報告書における事業採算性の分析

採算性を2つのケースで比較してみる。採算ライン1は、単年度でみて、運賃収入等で運行経費を賄うことが可能となる利用客数を示し、採算ライン2は運賃収入等により、毎年の運行経費に加えて、初期投資の借入金についても40年以内に返済が可能となるような需要規模を表す。

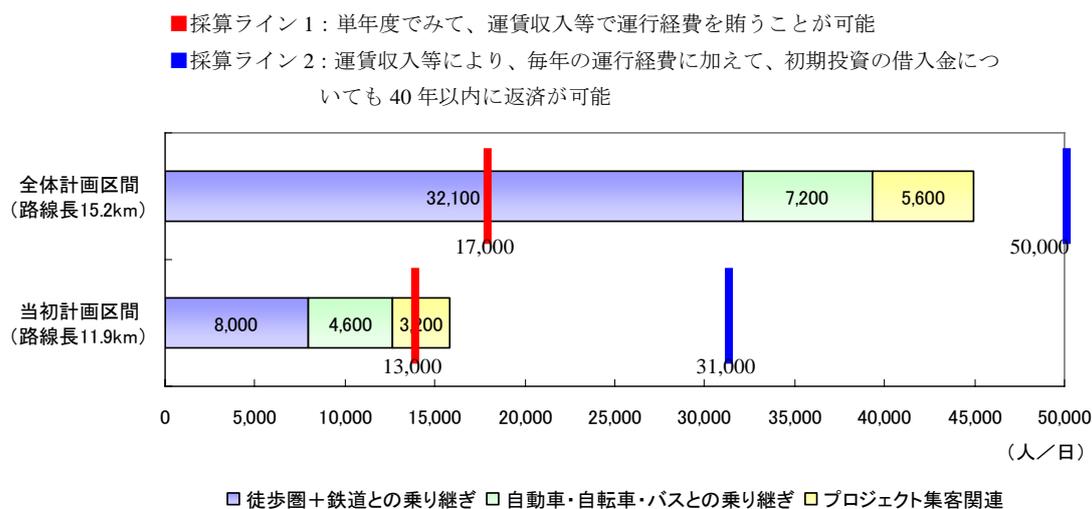


図 2-3 採算ラインと需要予測

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

当初計画区間の場合、運賃収入でランニングコスト（人件費、運行経費）を賄うためには13千人/日の利用が必要であり、40年で黒字化（運賃収入でランニングコスト+利子、減価償却費、諸税等を賄うことが可能）するためには31千人/日の利用が必要となる。全体計画区間の場合、運賃収入でランニングコストを賄うためには17千人/日の利用が必要であり、40年で黒字化するためには50千人/日の利用が必要となる。

2-1-1-4. 報告書におけるLRT整備効果の推計

報告書ではLRT整備効果として、(1) 時間短縮効果、(2) 交通事故削減効果、(3) 環境改善効果の3つの効果を挙げている。

(1) 時間短縮効果

LRTを導入することにより、他の交通手段利用者も含めて⁷、宇都宮都市圏全体で人の移動に要する総所要時間が1日約3,700時間短縮すると予想される。この短縮時間を金銭換算すると、1年間で約32億円の節約効果となる⁸。

(2) 交通事故削減効果

LRTを導入することにより自動車利用からLRT利用への転換が生じることから、宇都宮都市圏における自動車の総走行台キロは約200千台キロ/日減少する。交通事故件数は走行台キロと正の相関関係にあることから、宇都宮都市圏における自動車交通事故（人身事故）

⁷ 筆者は「他の交通手段利用者も含めて」という言葉には、自動車利用者の移動時間減少も、その効果に含まれると解釈している。

⁸ 時間評価値は39.3円/分が使用されている。この値は「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99」（運輸省、平成11年6月）における全国平均値である。

は、1年間で約20件減少すると予測され、この交通事故減少件数を金銭換算すると約1.2億円/年の削減となる⁹。

(3) 環境改善効果

A) CO2 排出量削減効果

LRTを導入することにより、人の移動に伴い交通機関から排出されるCO2は、宇都宮都市圏で年間約5,100t-c（約15t-c/日）削減されると予測される。この削減量を金銭換算すると年間約1,200万円の節約効果となる¹⁰。

B) NOx 排出量削減効果

LRTを導入することにより自動車利用からLRT利用への転換が生じることから宇都宮都市圏における自動車の総走行台キロは、約200千台キロ/日減少する。この結果、自動車から排出されるNOx排出量は年間約42t減少すると試算される。これを金銭換算すると、1年間で約5,800万円の節約効果になる¹¹。

C) エネルギー消費量削減効果

LRTを導入することにより、人の移動に伴い交通機関で消費されるエネルギーは、宇都宮都市圏で年間約610億kcal/年（約1.67億kcal/日）減少する。

表 2-3 LRT 整備効果のまとめ

整備効果	(億円)
時間短縮効果	32.0
交通事故削減効果	1.2
環境改善効果	
CO2排出量削減効果	0.12
NOx排出量削減効果	0.58

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

さらに以上の便益のほかに、LRTを導入した先進欧米諸国の事例から見て次のような効果が期待されるとしている。

- 都心居住の促進と連携することにより、中心市街地の人口減少に歯止めがかかる。
- LRT沿線の付加価値が高まる。

⁹ 人身事故件数算定式及び人身事故1件あたり損失額は、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会）に基づく。

¹⁰ CO2貨幣換算原単位は、「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99（運輸省、平成11年6月）」に基づき、2,300円/t-cが使用されている。

¹¹ NOx排出原単位及び貨幣換算原単位は、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会）に基づく。

- 商業の再生と連動することにより、中心市街地への来訪者が増加し、売り上げ増加に寄与する。
- わが国初のLRTとして導入が実現した場合、他の地域にはない新たな観光スポットとしての集客が期待できるほか、国内外のLRT関係者等の視察需要が発生する。

2-1-1-5. 道路交通に対する影響の推計

LRT導入は専用軌道の敷設により車線数の減少を伴う。例えば、JR宇都宮駅よりも西側の区間である延伸計画区間は、現況では片側3車線の大通りとなっている。LRT敷設に伴い、車線は片側1車線となり、歩道が拡幅される計画となっている。またJR宇都宮駅よりも東側の当初計画区間については、現況では片側2車線の幹線道路となっているが、LRT敷設に伴い、車線は片側1車線となる計画となっている。

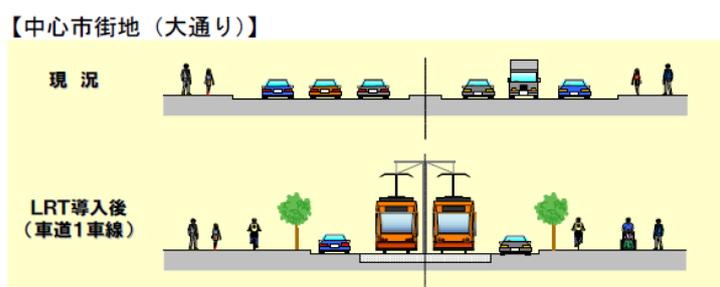


図 2-4 中心市街地の大通りにおける軌道敷設のイメージ

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

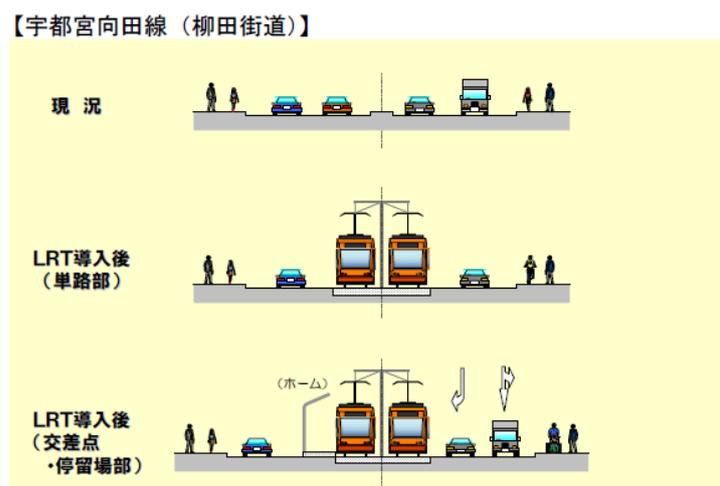


図 2-5 柳田街道における軌道敷設のイメージ

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

LRT を道路空間に導入する場合、車線数の減少により、軌道が敷設される道路や並行する道路に混雑が生じる可能性がある。これに対して報告書では、新鬼怒川渡河道路、競輪場通り、県庁前通りの整備を前提として分析している。

表 2-4 前提とした主な将来道路整備

競輪場通り	2車線→4車線
県庁前通り (宇都宮烏山線～都心環状線間)	2車線→4車線
新鬼怒川渡河道路	なし→4車線

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

前提となる将来道路整備を地図上で示したのが下の図 2-6 である。拡幅が前提となっている競輪場通りと県庁前通りは灰色の線で示されている。宇都宮市中心部の大通りの車線数減少に対応して県庁前通りが、さらに市中心部を迂回する役目を果たす内環状線の北側部分となっている競輪場通りが拡幅される前提である。つまり東西方向の LRT 敷設による道路容量の減少を補う効果があると考えられる。



図 2-6 競輪場通りと県庁前通りの位置

出典：宇都宮市ホームページ都市計画路線整備位置図より作成

さらに新鬼怒川渡河道路は、宇都宮市平出町から芳賀郡芳賀町下高根沢を結ぶ計画延長約 7 km の宇都宮テクノ街道の一部であり、2008 年 3 月に坂戸大橋として部分供用が予定されている道路である（図 2-7 参照）。この新鬼怒川渡河道路は、鬼怒川渡河部の渋滞解消を目的としたものである。宇都宮市東部地域や鬼怒川左岸地域には大規模な工業団地が立地しており、3.5 万人もの人が就業している。宇都宮テクノポリスセンター地区の整備が進められる中、この地域には鬼怒川を渡河する橋梁が 3 橋しかなく、朝夕を中心に深刻な渋

滞が発生している。また新交通システムの必要性が唱えられたそもそもの問題意識も、この鬼怒川渡河部の渋滞対策である。

以上のような道路整備を前提とした将来道路網における交通量の予測と交通容量との需給バランスの結果は、LRT 導入により東西方向の自動車交通量が減少し、道路混雑は緩和する傾向にあると結論付けられている。

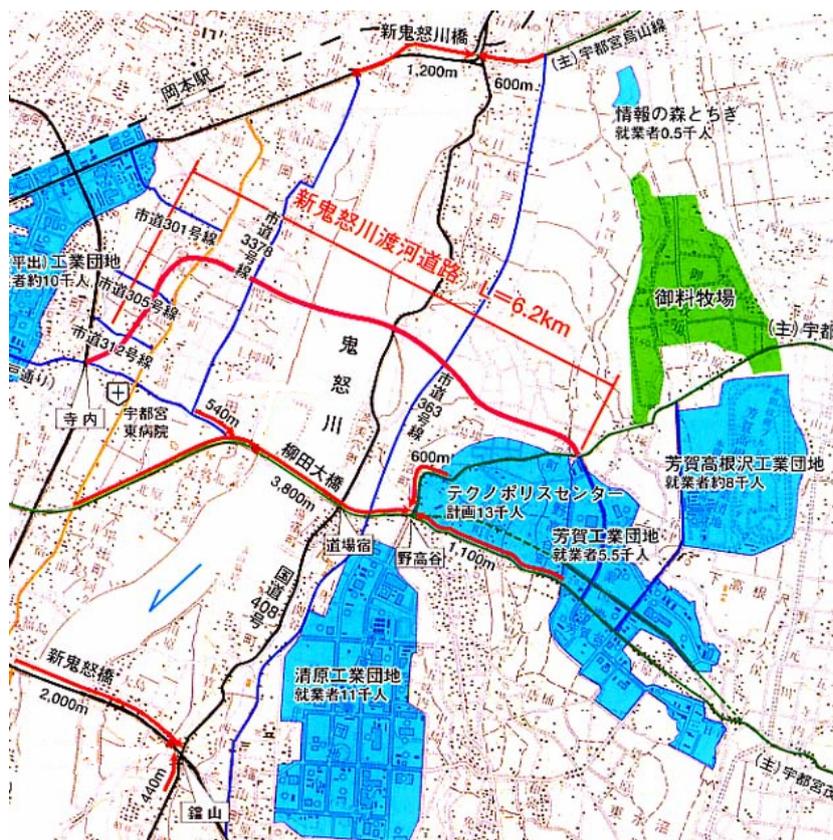


図 2-7 新鬼怒川渡河道路と新鬼怒橋・柳田大橋・新鬼怒橋の位置

出典：宇都宮清原工業団地ホームページより転載

2-1-2. 報告書の分析結果と STRADA を使用した分析結果の比較

2-1-2-1. 報告書の問題点

以上が報告書の政策分析の概要であるが、次のような問題点が挙げられる。

- (1) LRT 利用者数 44,900 人/日は過大推計ではないか
- (2) LRT 導入効果は「LRT 導入による効果」なのか「道路整備の効果」なのか
- (3) 政策代替案との比較検討が十分といえないのではないか

まず (1) について、報告書では全体計画区間で 44,900 人/日の利用者数を想定している。

しかしながら、栃木県や宇都宮市の公共交通機関の現状を見ると1日あたり約4.5万人の利用者数は過大推計ではないかという印象を受ける。栃木県内の鉄道とバスの輸送人員数を見ると、鉄道の輸送人員は平成7年のピーク時から10年間で約18%減少し、乗合バスの輸送人員は昭和44年のピーク時から36年間で約1/7に激減し、この10年間でも約4割減少している。さらに宇都宮市内のバス輸送人員は平成17年度には16,280千人/年であり、これを日換算すると44,603人/日となる。この値は報告書のLRT利用者数44,900人/日に極めて近い値であるが、東西方向の幹線のみでLRTで同様の利用者数が確保されるとは考えにくい。

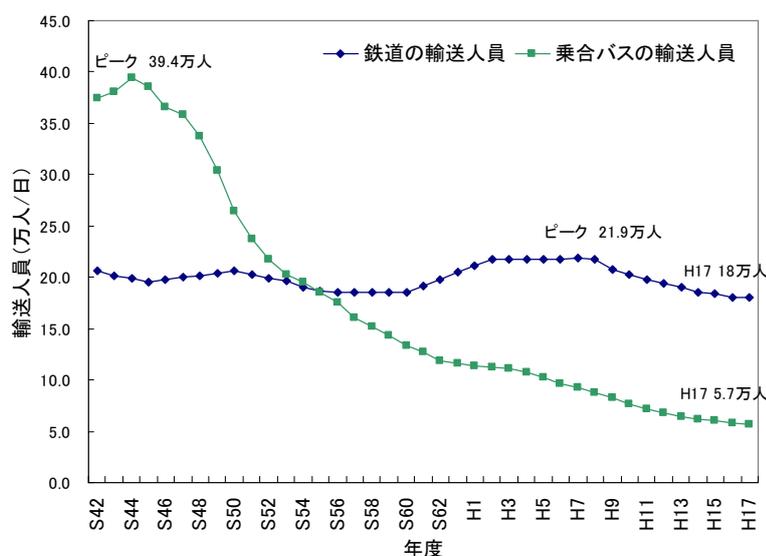


図 2-8 県内鉄道・乗合バス輸送人員の推移

出典：県土整備部交通政策課作成資料，東野交通株式会社様提供

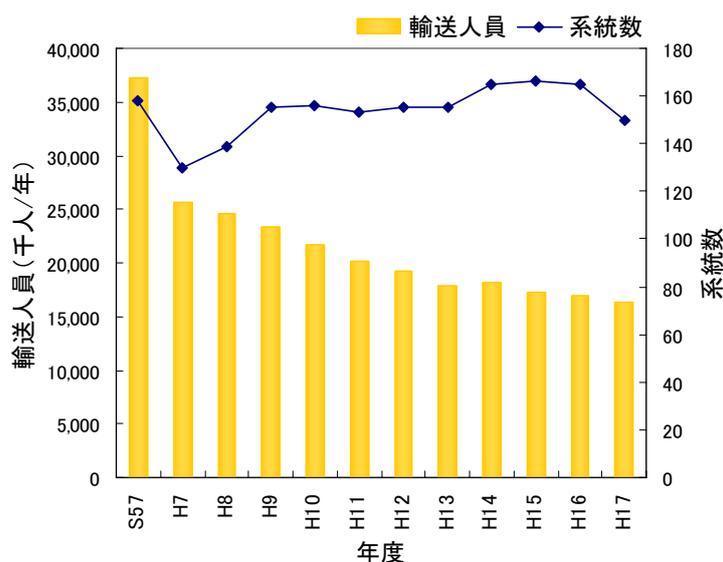


図 2-9 宇都宮市バス輸送人員と系統数の推移

出典：平成18年度版宇都宮市の交通より作成

(2) は、32 億円/年の時間短縮便益が LRT の整備効果といえるのかという疑問である。まず、LRT 導入による時間短縮便益の発生要因として、自動車利用者にとっては自動車から LRT への利用転換による渋滞緩和便益が考えられる。またバスや鉄道利用者にとっては駅までのアクセス時間の短縮や走行速度の向上による時間短縮便益が考えられる。逆に LRT 導入によって時間費用が増加する要因として、当該道路の車線の減少による道路渋滞や、他の道路に交通が流れることによる走行時間の増加や並行する道路の混雑が発生する。

表 2-5 LRT 整備効果と時間費用

	自動車利用者	非自動車利用者
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車からLRTへの利用転換による渋滞の緩和 →時間費用低下	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道駅までのアクセス時間の短縮(鉄道利用者) ・走行速度上昇による移動時間の短縮(バス利用者) →時間費用低下
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・車線数の減少による交通渋滞の発生 ・迂回交通の発生 →走行時間・走行費用上昇	

この時間短縮便益と時間費用増加の効果を比較すると、時間費用増加の効果のほうが大きくなることが推測される。LRT は宇都宮市内の中心の大通りや東西の幹線道路である柳田街道の道路容量を低下させる。宇都宮市中心部は通勤・帰宅・私事・業務といった OD が多く発生・集中しているため、1 台あたりでは僅かな時間費用の増加であっても全体として大きな費用増加効果を持つと考えられる。

以上のような道路混雑悪化の懸念に対して報告書では、分析の前提条件で LRT を導入した場合の道路整備網として、幾つかの道路整備を前提としている。さらに整備効果の記述の際に、「他の交通手段利用者も含めて、宇都宮都市圏全体で人の移動に要する総所要時間が 1 日約 3,700 時間短縮する」としている。そのため、時間短縮効果は LRT 導入の効果のみならず道路投資の効果も含めて得られたのではないかという疑問が残る。

(3) は報告書のシナリオ分析は定性的な評価のみであり、定量的な評価が必要なのではないかという問題意識である。LRT 導入の効果については定量的な効果が記述されている。しかしながら費用便益分析はされていない¹²。さらに需要対応型の道路整備や既存公共交通

¹² この点については、報告書に記載されているのは道路整備と LRT 導入を行った場合の整備効果を貨幣換算した値と LRT 事業の総費用のみである。つまり、前提とした道路整備の費用を除いて LRT 導入効果の費用便益分析を行うことはできないため、費用便益分析が行われていない

の強化という2つのシナリオについては(1)中心市街地活性化の視点、(2)交通サービスの向上の視点、(3)高齢者等対応の視点、(4)環境に配慮したまちづくりという4つの観点から定性的に比較されているのみである。少なくとも全てのシナリオについて費用便益分析を行う必要があると考えられる。さらにその上で貨幣換算ができない他の整備効果を定性的に比較して、LRT導入が他のシナリオと比較して効率的・効果的であることを示す必要があると考えられる。

2-1-2-2. STRADAによるLRT導入効果の推計手法の概要

推計手法は4段階推定法を用いた。4段階推定法による推計では、交通需要量をゾーン単位で捉え(1)発生・集中量、(2)ゾーン間交通量、(3)機関別分担、(4)経路配分という4つのステップで予測する。ここでの分析においては、主に(3)機関別分担と(4)経路配分について推計を行う。

(1)と(2)については平成4年パーソントリップ調査(以下ではH4PT調査と略記)から推計したODデータを使用する。具体的には、ODの発生集中パターンについては基本的に手を加えず、ゾーンごとの発生集中の総量のみを変化させた。機関分担として自動車と鉄道という2つの手段を設定し、それぞれのゾーン間交通量を、自動車については平成4年から平成17年にかけての栃木県の自動車保有台数の比で、鉄道については鉄道利用者数の比で掛け合わせた値を使用している。(3)機関分担推計モデルについては、鉄道と自動車の2つの交通機関で選択を行うものとして、集計ロジットモデルによる推計を行う。(4)経路配分では、集計ロジットモデルによる機関分担から得られたODについてSTRADAを使用し、利用者均衡配分(User Equilibrium Assignment)を用いた。機関分担と経路配分については、推計と機関分担率収束のための計算を繰り返し行う。

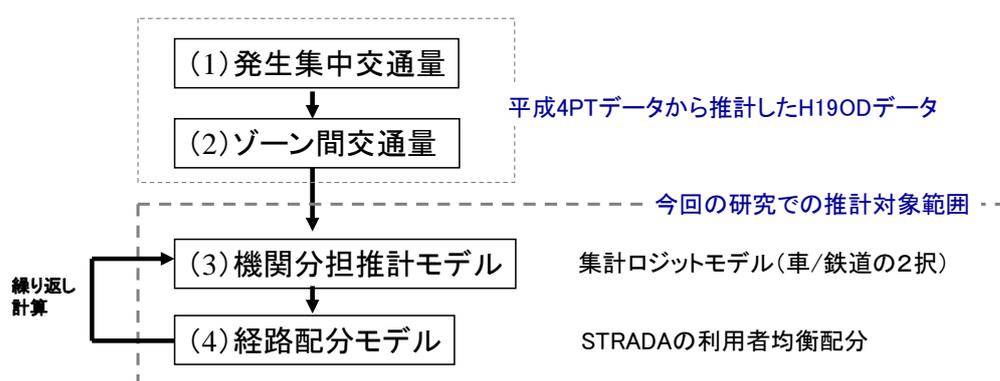


図 2-10 STRADA を利用した LRT 導入効果推計手法

本分析と市の報告書の違いは大きく分けて(1)発生集中交通量・(2)ゾーン間交通量における違いと、(3)機関分担推計モデルの違いがある。

のではないかと、筆者は推測している。

(1) 発生集中交通量・(2) ゾーン間交通量における違いとしては、報告書では需要を人口フレームから推計し、加えて人口ベースでは把握しにくい商業系の開発プロジェクトの需要については、別途開発面積あたりの原単位による推計を行っている。本分析では、人口予測は使用せず、さらに商業系開発などの効果を見逃している。ゾーン間交通量の総量は自動車保有台数や鉄道利用者数に応じて変化させているが、発生・集中モデルや分布パターンについては H4PT 調査のデータの OD をそのまま用いている。

(3) 機関分担推計モデルの違いとしては、手段分担モデルの構築の際に、報告書は交通機関利用意識調査（平成 13 年度）に基づいているのに対して、この分析では H4PT 調査のデータから集計ロジットモデルを構築している。交通機関利用意識調査に基づく手段分担モデルは、アンケートによって得られた個票データから、非集計型のロジットモデルを構築して機関配分を行っているものと推測される。アンケートに記載された想定条件に対しての交通機関選択行動から、新交通システムが整備されたケースでの利用者の選択行動を推計するものである。一方、本分析では交通機関選択についての選好は、H4PT 調査のデータを基本にして推計した、ゾーン単位の集計型のロジットモデルから推計している。つまり、大まかに言うと、機関分担を行う際のロジットモデルのパラメータを設定するときに、どのデータをもとにしたのかという違いといえる。

市の報告書と本分析で共通しているのは H4PT 調査のデータをベースにして分析を行っている点である。先に述べた両者の違いも、H4PT 調査のデータをベースとした上で、(1) 発生集中交通量・(2) ゾーン間交通量にどの程度手を加えたかという違いといえる。さらに機関分担についての差異も、ロジットモデルのパラメータの違いであり、機関分担を行う対象となる OD のベースは同一ということになる。

2-1-2-3. LRT のみを整備したケース

LRT の需要予測の結果は以下のようになった¹³。推定値ケースでは、LRT 利用者数は 40,840 人/日と推計され報告書の約 90% の値となった。さらに区間別利用者数の推計からは、延伸計画区間では本推計と報告書で大差がないものの、当初計画区間の需要予測では大幅な差があることがわかる。

¹³ LRT 導入効果の推計結果の詳細については付録を参照。推定値ケースはロジットモデルのパラメータ推計で OLS 推定量として得られた推定量の値を使ったケースであり、高位ケース・低位ケースはそれぞれ OLS 推定量の 95% 信頼区間で鉄道分担率が最大になるケースと最小になるケースを示している。さらに便益推計の際に使用される時間評価値などの原単位は国土交通省道路局、都市・地域整備局（2003）「費用便益分析マニュアル（平成 15 年 8 月）」に依拠する。

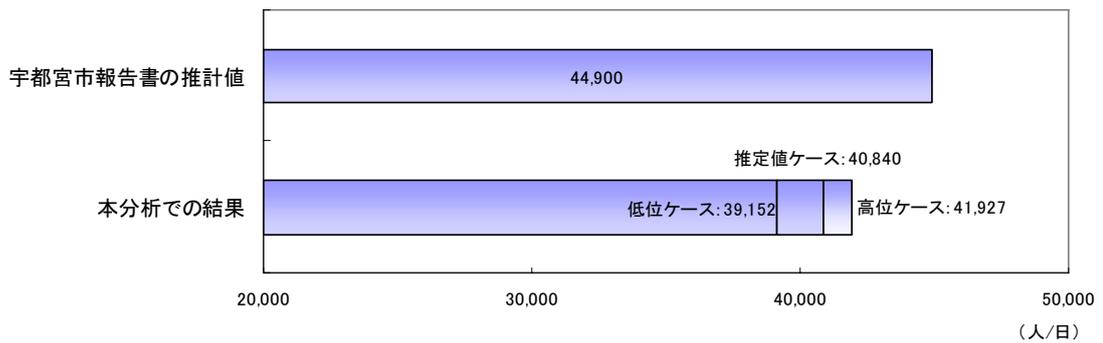


図 2-11 需要予測結果の比較

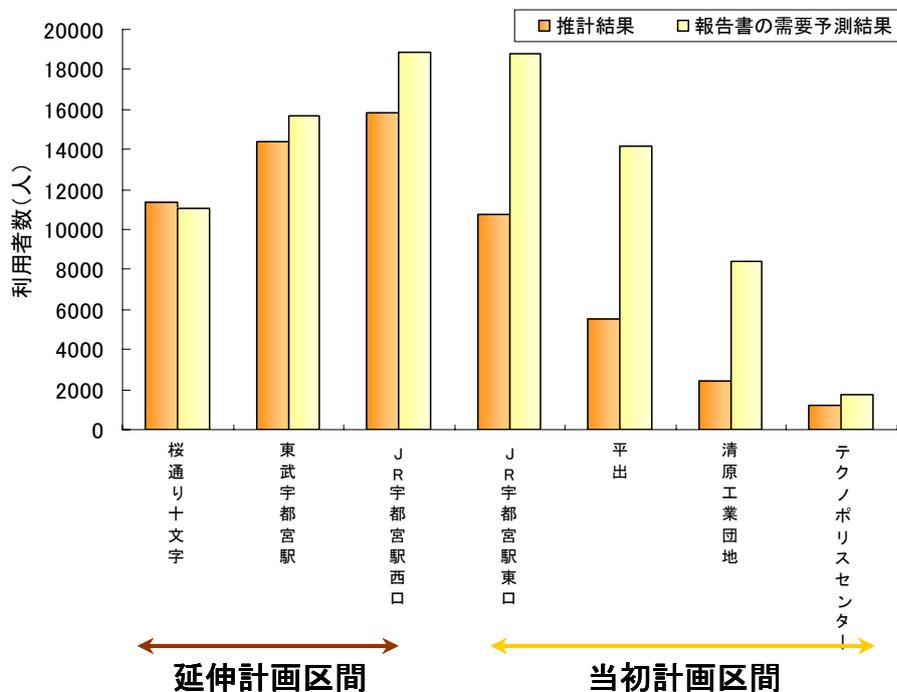


図 2-12 区間別利用者数の比較

次に LRT 整備効果の推計結果は以下の表 2-6 のようになった。LRT 導入によって社会的費用が増加するのみで、便益は発生しなかった。年間に推計値ケースで約 20 億円、高位ケースで 14.8 億円、低位ケースで 12.8 億円、社会的費用が増加するという結果になった。

表 2-6 LRT 導入効果の推計結果

	推計値	高位ケース	低位ケース
鉄道機関分担率	5.05%	5.20%	4.92%
LRT利用者数(人)	40,840	41,927	39,152
転換トリップ数<自動車→鉄道>	19,217	21,581	17,269
社会的費用増加額(億円/年)	20.00	14.81	12.79

宇都宮市の内環状線内の通りのうち大通りと並行する通りの日交通量と混雑率の変化は表 2-7 のようになり、さらに中心部の交通流図を見ると図 2-13 のようになった。LRT 導入前的大通りの交通量は大きいものの混雑はあまり発生していない。しかし LRT 導入によって大通りの交通容量が低下したため、LRT 敷設の大通りから他の道路へ交通量が分散したことがわかる。また、5つの通りの平均値からわかるように LRT 導入により東西方向の自動車交通量が減少はしているものの、大通りと並行する道路の混雑率が軒並み上昇していることがわかる。

表 2-7 大通りと並行する通りの日交通量と混雑率の変化

	現状(Without)		LRTのみ導入後(With)	
	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率
大通り	34070	0.57	15690	0.99
競輪場通り	16725	0.79	18737	0.86
県庁前通り	16550	0.79	18470	0.88
いちょう通り	27500	0.92	31881	1.06
平成通り	22950	1.09	24460	1.17
5つの通りの平均	23559	0.83	21848	0.99

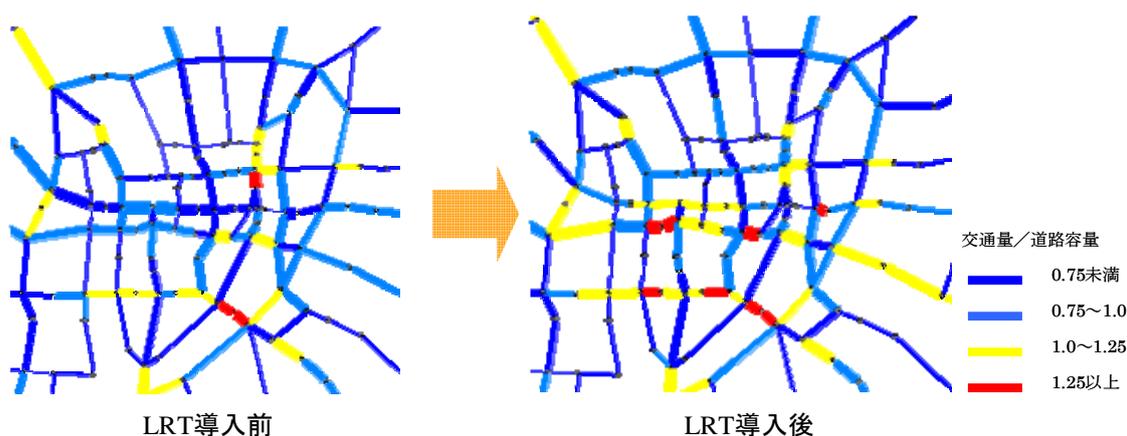


図 2-13 LRT 導入前後での宇都宮市中心部の交通流の比較

2-1-2-4. LRT 導入と道路整備を行ったケース

宇都宮市の報告書では、競輪場通りと県庁前通りが現状 2 車線となっているものを 4 車線に拡幅し、さらに新鬼怒川渡河道路が 4 車線で架橋されたものとして推計を行っている。報告書と同様の道路整備を行った場合の LRT 整備効果の推計結果は表 2-7 のようになった。LRT 導入と道路整備によって、現状と比較して社会的費用は減少し、社会的便益が発生した。年間に推計値ケースで約 60.5 億円、高位ケースで 69.8 億円、低位ケースで 51.6 億円、社会的便益が発生するという結果が得られた。

表 2-7 LRT 導入と道路整備効果の推計結果

	推計値	高位ケース	低位ケース
鉄道機関分担率	5.04%	5.19%	4.91%
LRT利用者数(人)	40,682	41,746	38,207
転換トリップ数<自動車→鉄道>	19,068	21,393	17,222
社会的便益(億円/年)	60.45	69.78	51.61

この分析において顕著なのは新鬼怒川渡河道路の効果である。現状で鬼怒川にかかる3本の橋（北から順に、新鬼怒橋、柳田大橋、新鬼怒橋となっている）と道路整備を行ったケースでの新鬼怒川渡河道路の日交通量と混雑率をまとめたのが、表 2-8 である。

現状と LRT のみを導入したケースを比較すると、LRT 導入のみでは橋の混雑率は平均値で 1.07 から 1.03 とあまり変化せず、鬼怒川渡河部の混雑が解消されないことがわかる。しかし新鬼怒川渡河道路を整備すると混雑率は平均で 0.83 と大幅に低下することがわかる。

さらに LRT 導入のみのケースと新鬼怒川渡河道路の架橋を行ったケースとの交通流の比較を行ったものが図 2-14 である。新たに架橋することにより宇都宮市の中心部分や鬼怒川渡河部では混雑緩和の効果があることがわかる。しかし同時に、架橋により交通流動が大きく変化し、新たな渋滞が別の道路で発生するようになっていることも観察される。

表 2-8 鬼怒川にかかる橋の日交通量と混雑率の変化

	現状		LRTのみ導入後		LRT導入と道路整備後	
	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率
新鬼怒川橋(国道4号線)	32900	1.1	34500	1.15	28700	0.96
新鬼怒川渡河道路	—	—	—	—	23100	0.77
柳田大橋(柳田街道)	31900	1.05	27700	0.92	17000	0.57
新鬼怒橋(国道123号線)	28400	1.09	29400	1.13	26900	1.03
平均	30150	1.07	28550	1.03	23925	0.83

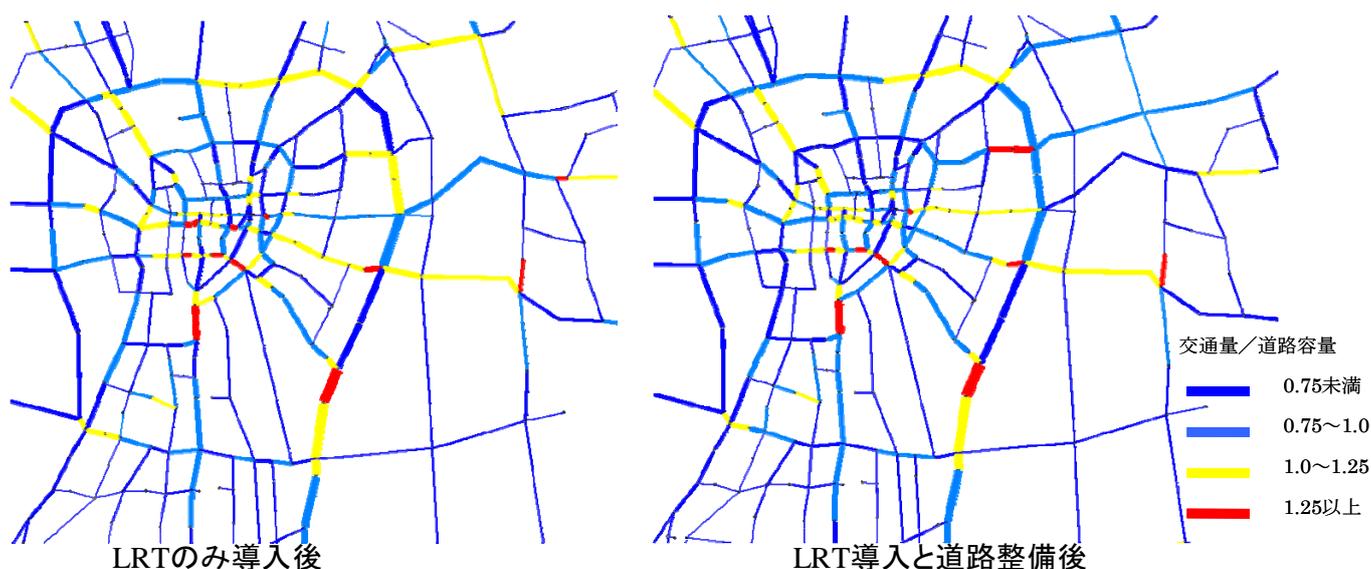


図 2-14 LRT 導入と道路整備を行った場合と行っていない場合の交通流の比較

2-1-2-5. 道路整備のみを行ったケース

LRT 整備をせずに、道路投資のみを行った場合の社会的費用の変化を示したものが表 2-9 である。ここで道路投資としているのは報告書で前提とされている、競輪場通りと県庁前通りが拡幅され、新鬼怒川渡河道路が架橋されたケースである。LRT 整備がないため鉄道と自動車の機関分担推計は行わず、現状の自動車の OD で道路投資の効果を推計したものである。その結果は年間約 67.9 億円の社会的費用削減効果があることがわかる。

表 2-9 道路整備のみを行った場合の効果

	費用変化分(自動車)
時間費用	-66.74
走行費用	-0.99
事故損失額	-0.08
環境損失額	-0.07
計	-67.88

LRT を導入し道路整備を行ったケースでは約 60.5 億円の社会的便益が発生していたのに対して、道路整備のみを行ったケースでは約 67.9 億円となっており、道路整備のみを行った方が、効果がより大きいことがわかる。これは LRT を導入するのみのケースで社会的便益がマイナスだったことと整合的である。つまり LRT を導入して、自動車から LRT に転換が進んで混雑緩和便益が発生することや非自動車利用者の時間費用削減便益の和よりも、LRT を敷設して発生する交通渋滞がもたらす時間費用増加の影響の方が大きいということである。

2-1-3. 結果の考察

以上の分析の結果から以下の結論が得られる。

- (1) LRT 導入施策のみでは道路混雑が発生し、便益を生まない
- (2) 当初計画区間は延伸計画区間に比べ需要が小さい
- (3) 鬼怒川渡河部の混雑解消には LRT は効果が小さい
- (4) LRT 整備効果とされている定量的な便益の多くは道路投資の効果

LRT 導入は単独では社会的な便益を生まない。LRT 導入による道路の混雑緩和便益や非自動車利用者の時間費用削減便益よりも、LRT の敷設に伴う交通容量の減少で発生する交通渋滞がもたらす時間費用増加の効果が大きいためである。栃木県の新交通システム導入基本方針¹⁴にあるように、新交通システム導入と一体となって機能するような道路整備が不

¹⁴ 栃木県ホームページの新交通システム導入基本方針の関連道路整備の項には以下のように記述されている。「宇都宮市東部地域における交通円滑化を図るためには、新交通システムの導入と一体となって機能する道路整備を行うなど、総合的な交通体系を確立することが必要であり、また、新交通システムの導入に伴う部分的な道路交通容量の不足に対応するためにも、関連する

可欠といえる。

さらに当初計画区間の需要予測は過大ではないかという問題がある。そもそも報告書においては当初計画区間のみのケースと全体計画区間のケースを比較して、全体計画のケースならば需要が大幅に伸びて当初計画よりも安定した事業運営が可能になるとしている。しかし今回の分析では、ともに全体計画区間の設定でありながら大幅な乖離が見られた。これは需要予測の際に使用する OD の違いが原因と推測される。市の報告書では商業開発などの効果を考慮した OD を使用しているのに対して、本分析ではそのような効果を全く含めていない。

また、鬼怒川渡河部の混雑解消という課題に対しては、LRT 導入はあまり効果を持たないといえる。確かに LRT 導入によって自動車利用者が LRT 利用に転換することで、鬼怒川を渡る自動車通行量は減少する。しかしながら、その減少分は僅かであり、橋の混雑を解消するまでには至っていない。LRT と新鬼怒川渡河道路の建設を組み合わせた施策の分析結果からわかるように、橋の混雑解消には新たに橋を建設するのが適切な政策と考えられる。

最後に、報告書の中で LRT 整備効果として挙げられている時間短縮効果・交通事故削減効果・環境改善効果のうち、時間短縮効果は道路投資の効果が大きいと考えられる。33.9 億円の定量的な便益のうち、90%以上を占める 32 億円が時間短縮効果となっている。LRT 導入それ自体が生み出す移動時間の削減よりも、導入に伴い発生する道路混雑や渋滞のマイナスの効果が上回っているのは、前に述べたとおりである。それでもなお移動時間短縮の効果があるとするならば、それは前提としている道路投資の効果が大きかったからと考えられる。

2-2. 政策分析

2-2-1. LRT 導入と代替政策の提示

前節での新交通システム導入基本計画策定調査報告書の検討を踏まえて、この報告書では次のような考えに基づいた政策立案を行う。

- (1) LRT 導入とともに道路整備が不可欠
- (2) 鬼怒川渡河部の混雑解消には架橋が最も効率的
- (3) 需要・採算面で有利といえる延伸計画区間のみの検討も必要
- (4) LRT 導入以外の政策代替案についても定量的評価と総合的な検討が必要

道路整備等について具体的な調査・検討を進める必要がある。」
<http://www.pref.tochigi.jp/town/koukyoukoutsuu/shinkoutsuu/sks.html>

前節において検証されたように、LRT 導入のみでは宇都宮市が抱える都市政策課題を十分に解決する最適な政策とはいえないことが明らかとなった。まず宇都宮市東部地域における交通渋滞の問題を解決するためには、鬼怒川に新たに橋を架けることが必要と考えられる。また、宇都宮市の中心部においても、LRT の導入のみではなく、LRT 導入を補完する機能をもつ道路整備を行う必要がある。さらに宇都宮市の東側に計画されている当初計画区間については、需要が期待できず採算面での問題を残す。それに対して延伸計画区間では、現在大通りを往復 2,000 台のバスが走っているといわれている。そのためバスから LRT に利用が転換するだけでも十分大きな需要が期待できる。全体計画区間のみではなく、延伸計画区間のみに LRT を導入した場合の評価も必要である。よって本分析では、LRT を当初計画区間と延伸計画区間両方に導入するケースと、JR 駅西側の延伸計画区間に導入する 2 つのケースを考える。さらに、それぞれについて、新鬼怒川渡河道路と LRT 導入に伴う混雑の発生を緩和するような道路整備を補完的な政策として行う。

加えて代替政策として、BRT (Bus Rapid Transit) の導入と道路整備、従来型道路整備と現状の公共交通支援という 2 つの政策を考える。以下ではその 4 つの政策について説明を加え、さらに定量的な評価指標の推計結果を示す。また感度分析は、時間評価値や環境評価値といった原単位や、走行費用や事故費用の値に関して上位ケース・中位ケース・下位ケースを設定して分析を行ったものである¹⁵。

2-2-1-1. 全体計画区間への LRT 導入と道路整備

このケースでは、全体計画区間に LRT を導入する。大通りの LRT 敷設に伴う道路容量の低下を補うため、中心市街地の道路整備として内環状線の南側部分である平成通りを拡幅する¹⁶。また、LRT 整備とともに新鬼怒川渡河道路が建設されたとして分析を行う。

LRT 需要予測の結果は 40,715 人/日となり、整備効果の推計結果は表 2-10 のようになった。LRT 導入と道路整備によって、現状と比較して社会的費用は減少し、社会的便益が発生し

¹⁵ ここでの感度分析は、時間評価値や環境評価値といった原単位や、走行費用や事故損失額の値に関して上位ケース・中位ケース・下位ケースをそれぞれ設定して分析を行っている。数値については下の表または付録を参照。

		高位値	中位値	低位値
時間評価値	乗用車類(円/台・分)	72.45	48.99	25.52
	普通貨物(円/台・分)	87.44	63.19	38.94
	小型貨物(円/台・分)	56.81	41.05	25.30
	鉄道(円/人・分)	37.60	26.96	16.32
走行費用	中位値:「道路投資の評価に関する指針(案)」の値、高位値:中位値の3割増、低位値:中位値の3割減			
事故損失額	中位値:「道路投資の評価に関する指針(案)」の値、高位値:中位値の3割増、低位値:中位値の3割減			
環境評価値	CO2貨幣換算原単位(円/t-C)	4,000	30,000	100,000
	NOx排出原単位及び貨幣換算原単位	「道路投資の評価に関する指針(案)」に基づく値		

¹⁶ 平成通りは現状で片側 2 車線道路となっているが、シミュレーション上の設定では、現状が片側 2 または 1 車線の道路(道路容量 21,000)と設定されており、それを片側 2 車線の道路(道路容量 30,000)に拡幅するという設定とした。

た。年間に中位ケースで約 45.0 億円，高位ケースで 68.5 億円，低位ケースで 22.5 億円，社会的便益が発生するという結果になり，便益費用比はそれぞれ 0.88，1.34，0.44 となった。感度分析の高位ケースのみで便益費用比が 1 を超えるという結果になった。

表 2-10 全体計画区間 LRT 導入と道路整備の効果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	68.51	45.01	22.51
社会的便益(40年、割引率4%) B	1159	761	381
社会的費用(40年、割引率4%) C	866	866	866
費用便益比 B/C	1.34	0.88	0.44

2-2-1-2. 延伸計画区間への LRT 導入と道路整備

このケースでは，需要や採算性の面で有利と考えられる延伸計画区間に LRT を導入する。道路整備の設定は全体計画区間のケースと同じである。

LRT 需要予測の結果は 29,967 人/日となり，整備効果の推計結果は表 2-11 のようになった。LRT 導入と道路整備によって，現状と比較して社会的費用は減少し，社会的便益が発生した。年間に中位ケースで約 53.0 億円，高位ケースで 81.6 億円，低位ケースで 25.5 億円，社会的便益が発生するという結果になり，便益費用比はそれぞれ 1.80，2.77，0.86 になった。感度分析の中位ケースと高位ケースで便益費用比が 1 を超える結果になった¹⁷。

表 2-11 延伸計画区間 LRT 導入と道路整備の効果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	81.56	53.01	25.47
社会的便益(40年、割引率4%) B	1380	897	431
社会的費用(40年、割引率4%) C	498	498	498
費用便益比 B/C	2.77	1.80	0.86

2-2-1-3. BRT (Bus Rapid Transit) の導入と道路整備

LRT の延伸計画区間には，現状では一日あたり往復 2,000 台以上のバスが走っているとされる（図 2-15 参照）。この過密とも言うべき大通りのバスを再編して，バスレーンを整備することでバスの運行速度を向上させ，バスサービスの向上を図る。さらにバスを低床の 2 連節バスに変えることで LRT と同様のバリアフリー性や乗車定員となるようにする。運行頻度は延伸計画区間の LRT 導入ケースと同じ設定とした。道路整備の設定は LRT のケースと同じである。

¹⁷ 年間に発生する便益が延伸計画区間に導入するケースの方が大きくなったのは，当初計画区間の LRT 敷設予定路線である柳田街道の容量低下による効果や，自動車と鉄道の機関分担モデルの対象ゾーンの設定による影響と推測される。

路線バスの運行本数(平日・片方向)

(2005.12 交通対策課調べ)

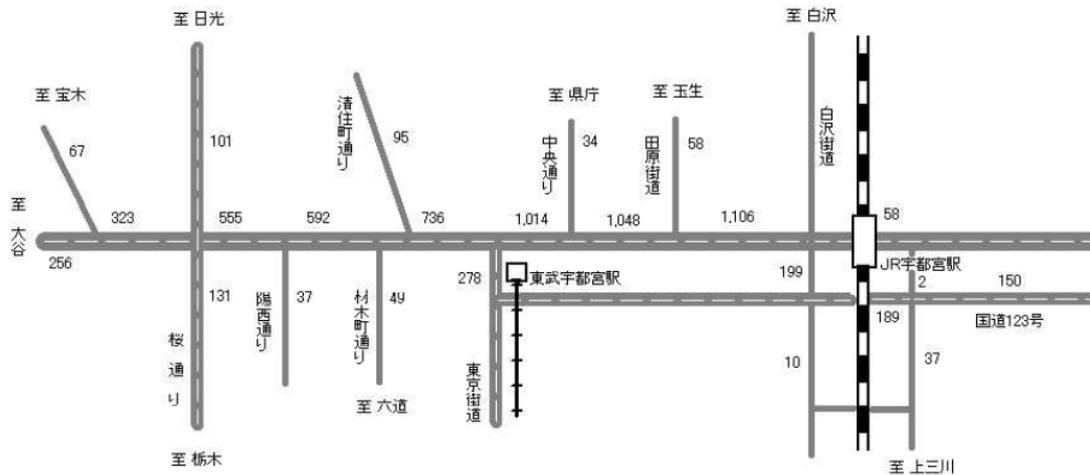


図 2-15 大通りの路線バス運行本数

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書



2連節ノンステップバス(神奈川中央交通)



名古屋のバスレーン

図 2-16 BRT の導入イメージ

BRT 需要予測の結果は 22,408 人/日となり、整備効果の推計結果は表 2-12 のようになった。BRT 導入と道路整備によって、現状と比較して社会的費用は減少し、社会的便益が発生した。年間に中位ケースで約 57.6 億円、高位ケースで 85.5 億円、低位ケースで 30.3 億円、社会的便益が発生するという結果になり、便益費用比はそれぞれ 2.16, 3.30, 1.10 になった。感度分析の全てのケースで便益費用比が 1 を超えた¹⁸。

¹⁸ 年間に発生する便益が LRT を延伸計画区間に導入するケースよりも大きくなったのは、バスレーンの設置は、現状の大通りの片側 3 車線を片側 2 車線にするという設定の影響と推測される。

表 2-12 BRT 導入と道路整備の効果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	85.54	57.61	30.27
社会的便益(40年、割引率4%) B	1447	975	512
社会的費用(40年、割引率4%) C	438	452	466
費用便益比 B/C	3.30	2.16	1.10

2-2-1-4. 道路整備と現状の公共交通支援

LRT や BRT 導入のケースと同様の道路整備を行う。また公共交通は従来どおりの赤字バス路線の補填などの政策を維持するため、公共交通利用者は漸減傾向が続くと想定する。

道路整備によって、現状と比較して社会的費用は減少し、社会的便益が発生した。年間に中位ケースで約 60.3 億円、高位ケースで 87.8 億円、低位ケースで 33.3 億円、社会的便益が発生するという結果になり、便益費用比はそれぞれ 3.50, 5.10, 1.93 になった。感度分析の全てのケースで便益費用比が 1 を超えた。

表 2-13 道路整備の効果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	87.80	60.26	33.26
社会的便益(40年、割引率4%) B	1485	1020	563
社会的費用(40年、割引率4%) C	291	291	291
費用便益比 B/C	5.10	3.50	1.93

2-2-2. 政策の比較と検討

以上の政策案について定性的項目と定量的指標をまとめたものが表 2-14 政策分析のまとめである。

便益費用比では、道路整備と現状の公共交通支援という政策が、中位値で 3.5 と最も高い値となっている。また新しい公共交通システムを導入する BRT 導入と LRT 導入では、年間に発生する便益や初期投資コストの違いから、BRT の方が高い便益費用比の値となった。これらの便益費用比の比較から言えることは、LRT の敷設やバスレーンの整備によって自動車交通に与える悪影響は甚大であり、これが道路整備のみを行う政策の便益費用比を最も高い値としている原因と考えられる。事業採算性の面では延伸計画区間への LRT 導入が、BRT 導入や全体計画区間への LRT 導入の政策よりも有利となった。少なくとも全体計画区間への LRT 導入は、便益費用比も低く、行政の支援なしには事業として成立しないと考えられる。

表 2-14 政策分析のまとめ

		全体計画区間LRT導入と 道路整備	延伸計画区間LRT導入と 道路整備	BRT導入と道路整備	道路整備と 現状の公共交通支援
定性的 項目	課題への対応	○ 道路整備と架橋の効果 ○ 自動車からの転換	○ 道路整備と架橋の効果 ○ 自動車からの転換	○ 道路整備と架橋の効果	○ 道路整備と架橋の効果 × 長期的には効果なし？
	環境対策	○ 大通りの環境改善 － 温暖化対策としては影響小	○ 大通りの環境改善 － 温暖化対策としては影響小	○ 大通りの環境改善 低公害バスの導入	× 長期的には効果なし？ × 需要増により相殺？
	中心市街地活性化	○ トランジットモールの設置 (費用には含まれていない)	○ トランジットモールの設置 (費用には含まれていない) × 中心市街地まではフィーダーバスなどを利用	○ バスのトランジットモールも設置可能(別費用) × 現状とほぼ同じか？	× 現状と同じ
	交通弱者対策	○ バリアフリー・快適性 × 乗継・郊外での効果なし	○ バリアフリー・快適性 × 乗継・郊外での効果なし	○ ノンステップバスの導入	×
	技術・物理的課題	× JR交差点・鬼怒川架橋	－	－	－
	財政	× LRT敷設・道路整備費用	× LRT敷設・道路整備費用	○	○
	法律	× 支援法制の充実が必要	－	－	－
	受容性	民意は賛成64% × バス事業者の反対	民意は賛成64% × バス事業者の反対	○ バス事業者は反対しにくい	○ 住民ニーズ大
	公平性	○ 自動車利用者との移動手段格差が改善	○ 自動車利用者との移動手段格差が改善	－ 現状とほぼ同じ	○ 特定財源は受益者負担 × 非自動車利用者
	話題性	○ 日本で最初の新設LRT	○ 日本で最初の新設LRT	×	×
政策的連続性	×	×	○	○	
その他課題	× 固定的な路線 × 都市計画との連携不足	× 固定的な路線 × 市東部の渋滞対策として検討が始まった経緯と無関係	× 公共交通への転換に難	× 公共交通利用者は漸減 × 都市のスプロール化の継続 × 環境リスク × 石油価格高騰	
定量的 指標	費用便益比	× 0.88 (1.34~0.44)	○ 1.80 (0.86~2.77)	○ 2.16 (3.30~1.10)	○ 3.50 (5.10~1.93)
	便益の割引現在価値	761億円 (1,159~381億円)	897億円 (1,380~431億円)	975億円 (1,447~512億円)	1,020億円 (1,485~563億円)
	費用の割引現在価値	866億円	498億円	452億円 (438~466億円)	291億円
	公共交通(鉄道)分担率	5.04%	4.61%	－	3.77% (現状)
事業採算性 収入の割引現在価値/費用の割引現在価値	× 0.88	○ 1.34	○ 1.30 (1.42~1.20)	－	

次に定量的指標以外のほかの定性的要因について問題点をまとめてみる。まず、市が抱える都市政策課題に対しての、それぞれの政策の効果であるが、渋滞緩和は全ての政策案において発生する。それは道路整備と鬼怒川の架橋の効果である。加えてLRT導入ケースであれば、自動車からLRTへ利用の転換が起こることによる渋滞緩和の便益が発生する可能性があるが、その便益はLRT敷設によって発生する混雑の効果よりも小さい。また、道路投資の効果は長期的には逡減する可能性があるが、立地の経年的な変化や交通量の増加によるものであり、全てのケースについていえることである。だが、道路整備のみを行ったケースでは、公共交通利用者が漸減し自動車利用が増加することによって、他の公共交通を強化する施策と比較して、道路投資の効果がより早期に弱まる可能性がある。

環境対策としては、LRTやBRTの導入によって大通りの環境改善効果があると考えられる。LRTはCO2やNOx排出量の点でバスよりも優れている。また、CNGバスをはじめとした低公害型のバスはNOxやSPM(浮遊粒子状物質)排出量削減に効果がある。NOxやSPMの排出量削減の効果は局地的に市内中心部の環境を改善する効果を持つと考えられる。しかしCO2排出量については、排出量の削減効果はあるが、削減される量は宇都宮都市圏

で運輸部門から排出される CO2 の総量と比較してごく僅かであり¹⁹、近年の地球温暖化問題を LRT 導入の根拠とするのは、地球規模の温暖化問題で対策に必要とされる削減量と、LRT 導入で削減される排出量の間で大幅な乖離があると感じられる。また、定量的指標の便益に含まれる環境改善便益は、時間削減便益と比較するととても小さい。そのため、定量的な指標の中で環境改善効果が決定的な要素とは言えない²⁰。

中心市街地活性化の点では LRT が効果的と考えられる。LRT 導入に伴い大通りをトランジットモール²¹もしくはセミトランジットモール²²化することにより、大通りの歩行空間を整備することができるためである。また、トランジットモール化はバスでも可能なので BRT 導入でも同様の効果が得られるとも考えられるが、バス利用者の漸減傾向や中心市街地の活力低下の現状を鑑みると、LRT よりも効果が小さいのではないかと考えられる。報告書においては、LRT フランスのストラスブールの例を挙げて、LRT 導入により買い物客が 30% 増加したとして、中心市街地への来訪者及び売り上げ増加に寄与するとされている。しかしながら、延伸計画区間のみに LRT を導入した場合では、中心市街地までの交通機関はバスか自動車となる。全体計画区間であっても宇都宮市の東部地域から中心市街地に向かう利便性は高まるが、LRT 沿線でない住民などにとっては、交通機関の利便性は現状と同じである。そのため、中心市街地への来訪者の交通機関の充実という点では、LRT の沿線の住民に限られる。加えて、トランジットモール化によって中心市街地の自動車利用が制限されれば、自動車を利用していた来訪者が公共交通機関に乗り換えない場合では来訪者数は現状よりも減少する恐れがある。

交通弱者対策の点では、道路整備のみのケース以外で効果があると考えられる。LRT は低床車両であり、BRT もノンステップバスの導入によりバリアフリーとなる。さらに現状の公共交通支援の状態よりも、交通弱者の移動手段が充実することになる。しかし LRT や BRT 導入は幹線部分だけであるので、郊外部分の公共交通はフィーダー路線の整備など別の施策が必要となる。また、フィーダーから幹線への乗り継ぎが発生するために、たとえトランジットセンターなどの形で乗り継ぎの不便さが解消されたとしても、乗継料金や心理的な負担といった問題が残る。

次に、宇都宮市の都市として特性や新交通システム導入検討の経緯から考えられる課題

¹⁹ 新交通システム導入課題の検討結果報告書においては、宇都宮都市圏で LRT 導入前は 561t-c/日の二酸化炭素排出量であったものが LRT 導入後には 546t-c/日になるとされている。約 15t-c/日の排出量削減は一日あたり約 2.7%の削減となる。

²⁰ LRT や BRT 導入と CO2 排出量の関係の詳細については、3 章を参照。

²¹ トランジットモール：中心市街地等のメインストリートにおいて、自動車の利用を禁止し、バスや LRT 等の公共交通機関の通行のみを認め、歩行者や公共交通機関の空間として整備する。出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

²² セミトランジットモール：中心市街地等のメインストリートにおいて、速度制限などにより自動車利用の抑制を図り、バスや LRT 等の公共交通機関の通行のみを認め、歩行者や公共交通機関の空間として整備する。出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

を以下ではまとめてみる。実現可能性の面では、全体計画区間への LRT 導入に大きな課題がある。技術的課題として延伸計画区間と当初計画区間をつなぐ JR 横断部をどうするのかという問題がある。現在調査中であり検討が進められているが、当事者となる JR 東日本との協議はまだ LRT 導入が決定していないため行われていない²³。また当初計画区間の鬼怒川渡河部分にも課題がある。計画では LRT 敷設のために新たに橋を架ける計画となっている。しかし、軌道のみ単独での整備を想定する区間である JR 横断部分や鬼怒川渡河部については、国庫補助の対象とならないため、走行路面・路盤、橋梁等の基盤施設は、地方公共団体が単独で整備を行わなければならない。そのため平成 15 年の基本計画時と比較して平成 19 年の検討の際には、地方公共団体側の負担が大きくなっている。そのため、LRT を宇都宮市で実現するためには「支援法制の整備が必要」と市の担当部局は考えている²⁴。政策の受容性の面では、LRT 導入に対して市民の賛成は 64% というアンケート結果がある²⁵。また 2004 年 11 月の知事選では、現職であった福田昭夫知事が LRT 計画中止を公約に掲げて選挙戦に出馬したものの、LRT 導入に意欲的であった福田富一宇都宮市長が市長の職を辞して出馬し、福田富一前市長が栃木県知事に当選した。加えて同日実施された宇都宮市長選において佐藤栄一氏が当選したが、選挙時の公約として LRT の「5 年以内の導入」を掲げていた。市民の意見は賛成・反対が半々、もしくは賛成が少し上回っていると考えられるが、市民の間で LRT 事業に対する理解が浸透しているかどうかという点では疑問が残る。LRT 事業に明確に反対の意見を表明しているのがバス事業者である。特に県内最大手の関東自動車は、LRT 導入は「バス事業者への影響は避けられず、一民間業者として多大なる企業価値既存に繋がる⇒営業補償金を求めざるを得ない」「既存一般乗合バス路線網の根幹となっている大通りを運行できぬ場合、不採算路線増大により補助金増大、不採算路線廃止、公共交通不便地域拡大に追い込まれる可能性が極めて高くなる」と市側に申し入れている²⁶。バス事業者との調整という点であれば、現状のバス路線の再編は必要になるものの、BRT 導入の方が、政治的に問題が少ないと思われる。

話題性では、宇都宮市に LRT が導入されれば、富山市・堺市に次ぐ事例となる。富山市の富山ライトレールは、旧富山港線の路面電車化であり、堺は阪堺電気軌道阪堺線との連携 LRT であるため、日本初の新設路線での LRT となる。また、栃木県は南北には鉄道路線が通っているものの、東西方向には走っていない。そのため、東西方向の軸を作る鉄軌道

²³ 平成 19 年 11 月 20 日（火）宇都宮市役所 LRT 推進室ヒアリングより。

²⁴ 同上。

²⁵ 下野新聞 2003 年 9 月 12 日の記事より。宇都宮市が行った市民アンケートの結果で新交通システムを「導入すべき」とした市民が全体の 64% となった。だが、同時に「内容を知らない」と答えた市民がほぼ半数を占めていたことに注意が必要である。さらに下野新聞 2003 年 11 月 17 日の記事では、栃木県民を対象とした下野新聞が行った世論調査で、「赤字になるなら導入すべきでない」と答えた県民が 66% となっている。

²⁶ 新交通システム導入課題検討委員会（2007）「新交通システム導入課題の検討結果報告書」参考資料「関東自動車(株)齋藤委員からの意見書 2006 年 12 月 4 日」より引用

となりうる。富山ライトレールでは、LRT 自体が観光資源の 1 つとなり、全国各地から LRT に乗ることを目的とした利用者が期待できるとともに沿線観光施設の活性化に繋がるとされている²⁷。

LRT にはこのような話題性がある反面、政策的な連続性という点では不連続といわざるを得ない。宇都宮市の交通政策としては道路整備が連続的と考えられる。例えば、宇都宮環状道路は日本初の本格的な環状道路といわれており、1971 年から 25 年の歳月をかけて 1996 年に全線開通したものである。宇都宮環状道路の整備効果として、全線開通までの約 1,000 億円投入に対して約 1,400 億円の便益が発生し、通過交通の 74% をカットしたとされる²⁸。宇都宮環状道路に限らず、宇都宮地域では道路投資を中心とした交通基盤整備が行われてきた。

その他の課題としては、LRT は軌道を敷設するため、バスと比較して路線設定の柔軟性にかける。また全体計画区間の LRT 導入は都市計画との連携が不足との意見もある。宇都宮中心部と清原を結ぶ鬼怒川流域の一角は市街化調整区域となっており、都市計画の見直しがないと開発が難しい。LRT 利用者数の増加のためには新たな開発が必要となるが、それは都市のスプロール化を食い止めてコンパクトシティを目指すという方針とは逆の方向性である。また延伸計画区間のみへの LRT 導入は、新交通システムの導入計画の発端となった市東部の渋滞対策とは全く無関係になる。延伸計画区間のみへの導入は需要と採算性のみで判断したクリーム・スキミングと批判される可能性がある。

²⁷ 鉄道建設・運輸施設整備支援機構（2007）「平成 18 年度 LRT 整備による都市ならびに交通ネットワークへの影響調査報告書」より。富山ライトレール利用者アンケートによると、休日利用の 13.7% が「ポートラム利用が目的」と回答しており、観光目的も JR 富山港線の際にはいなかったが、休日利用の 13.3% が「観光目的」と回答している。

²⁸ 栃木県ホームページより <http://www.pref.tochigi.jp/kouen/keikaku/06/susumekata41.html>

第 3 章 政策提言

第 2 章では、宇都宮市への LRT 導入及びその代替策の効果について総合評価を行った。本章では、これをふまえて宇都宮市の交通政策に対する提案を行う。

3-1. 方針の設定

交通政策の提案にあたり、まず、大方針を検討する。

3-1-1. 道路整備の長所と短所

3-1-1-1. 道路整備の長所

本稿第 2 章の推計の結果、道路整備は便益費用比が高く（中位：3.50）、市の抱える交通政策上の課題のうち、特に渋滞対策に大きな効果があることが明らかとなった。

また、宇都宮市の自動車保有は、「一家に約 2 台、一人に約 1 台」と広く普及しており、自動車が市民の足として役割を果たしている。この結果、道路整備に対する住民からのニーズは高く、県民アンケート²⁹において「今後も道路整備が必要」と回答している人の割合は 95%に達している。

また、道路交通の円滑化により、CO₂ 排出量が削減されるため、道路整備は地球環境問題の改善にも寄与する。ブロック別に過去の道路整備量と CO₂ 排出量伸び率の関係をみても、道路整備が進んだブロックほど CO₂ 排出量の伸び率が低く抑えられている傾向が見られる。

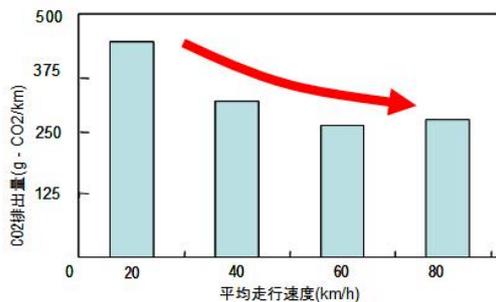


図 3-1 平均走行速度と CO₂ 排出量

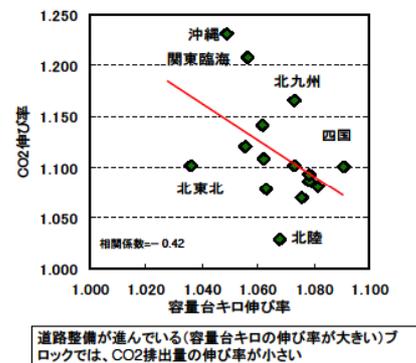


図 3-2 容量台キロと CO₂ 伸び率

出典：国土交通省道路局「地球温暖化防止のための道路政策会議報告書」H17.12

²⁹ 道路行政マネジメントを实践する栃木県会議（H18.3）「アンケート結果（集計・分析結果）について」

次に、宇都宮市で実施された（あるいは実施予定の）道路整備事業について、国土交通省 IR 資料³⁰を参考に、宇都宮市における実際の道路整備の便益費用比の評価結果を整理した。採択された事業の便益費用比は、内容や規模によっても異なるが、1.3～4.9 であり、概ね 3.0 を超える高い数値を示しており、採択されている事業の効率性は高い。

表 3-1 宇都宮市内の道路事業評価一覧（平成 14～18 年度）

評価時点	評価実施 年度	路線名・事業名	延長 (km)	B/C	総便益 (億円)	総事業費 (億円)	備考
新規事業採択時 評価	平成 18 年度	日光宇都宮道路 (国道 119 号及び 120 号バイパス)	30.7	1.3	29.1	22	
	平成 17 年度	一般国道 119 号 宇都宮環状北道路	6.4	2.2	210	94	
		鹿沼宇都宮線 (下栗町)	1.32	3.4	124.1	36.4	
	平成 14 年度	宇都宮東京線		2.8			
再評価 (事業全体)	平成 17 年度	産業通り (西原立体)	0.7	3.3	583	176	事業継続
	平成 16 年度	一般国道 4 号石橋宇都宮バイパス	18.7	3.5	752	212	事業継続
	平成 15 年度	北関東自動車道 宇都宮上三川～友部	41.0	3.2	3,810	1,209	事業継続
	平成 14 年度	一般国道 4 号 北宇都宮拡幅		4.6			事業継続
事後評価	平成 17 年度	北関東自動車道 (栃木都賀 JCT～宇都宮上三川)	18.5	4.9	7,696	1,575	
	平成 17 年度	一般国道 4 号北宇都宮拡幅	9.0	3.2	1,047	328	
	平成 15 年度	東北自動車道鹿沼～宇都宮拡幅	11.5	2.7	1,380	511	

出典：国道交通省道路局 HP（道路 IR・個別道路事業の評価）

注：平成 14 年度の評価については B/C のみ掲載

³⁰ 公共事業の効率性及びその実施過程の透明性の向上を図るため、道路事業を実施にあたっては、新規事業採択時評価、事業中の再評価、事後評価の 3 時点で評価を行い、その結果を公表することが義務づけられている。

3-1-1-2. 道路整備の短所

道路整備は、便益費用比が高く、ニーズも高いことが明らかとなったが、道路整備だけを行えば交通政策上の課題が解決するわけではない。道路整備には、大きく分けて、誘発交通による（1）将来の渋滞悪化のおそれ、（2）それに伴う環境の悪化のおそれ、（3）自動車利用者と交通弱者の格差拡大の3つの課題が残る。

(1) 渋滞緩和効果の逡減

下図は、清原工業団地に通う通勤者の毎日の通勤時間の推移を示したグラフである。ある区間（オレンジ線）での交差点改良により、直後の総通勤時間（緑線）が短縮したものの、その後、他の道路（青線、ピンク線）での所要時間が増加し、通勤時間は交差点改良前とほぼ同じ水準に戻っていることがわかる。これは、交通流動の変化等によって道路整備の渋滞緩和効果が逡減する傾向があることを示す一例となっている。

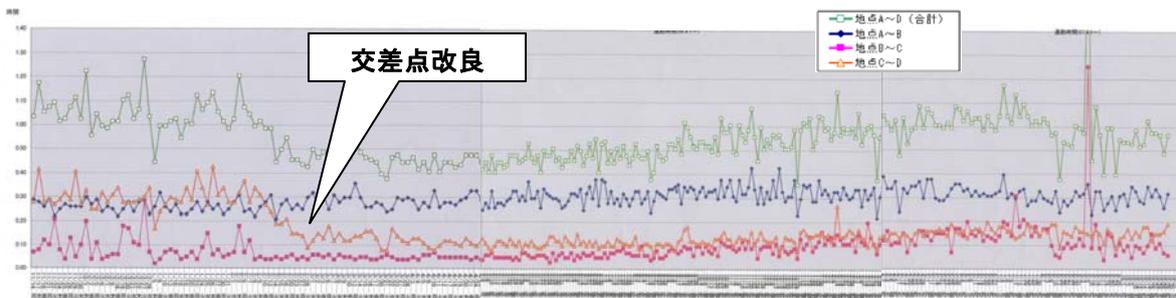


図 3-3 清原工業団地への通勤時間の例

出典：清原工業団地総合管理協会のご厚意により提供頂いた

次の図は、宇都宮市における大規模店舗の立地前後の渋滞の状態を分析したものである。大規模な集客施設が郊外部に立地すると、渋滞の発生する箇所が変化することから、過去に実施した道路整備の効果が減殺されることを示している。このように、道路整備は長期的に土地利用の変化も促すため、特に立地規制の弱い郊外部においては大幅な土地利用の変化及びそれに伴う交通需要の変化が発生し、道路整備の効果が低減することも考慮する必要がある。

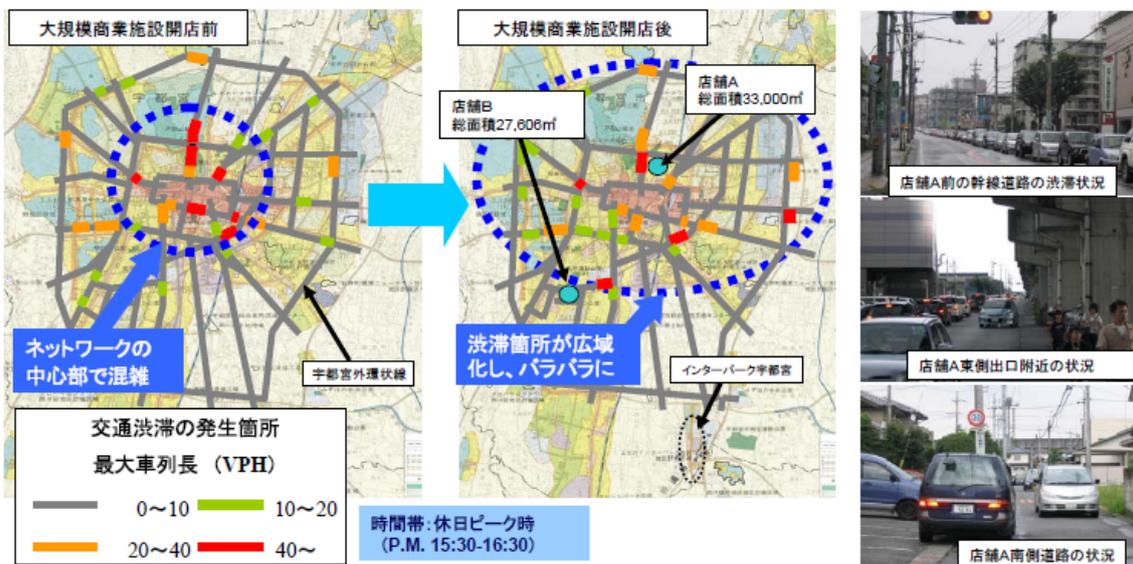


図 3-4 大規模商業施設の立地により交通渋滞の箇所が変化する例（宇都宮市）

出典：A. Morimoto, M.J. Sarker, H. Koike, M. Tomita, “City Wide Transportation Impact of Large-scale Development in Local Hub-City,” The 9th World Conference on Transport Research, (2001)

なお、イギリスは、1989年全国道路交通量予測の中で、「将来交通量を収容するだけの道路整備は財源的に不可能である」との方針を示し、それ以降、道路整備及び公共交通整備を併せた「統合交通」へと交通政策方針を転換していることも今後の交通政策の方針を考える上で大きな示唆を与えているといえる。

(2) 環境悪化の懸念

上記の渋滞緩和効果の逓減と密接に関係することであるが、道路整備は自動車利用環境を改善し、自動車利用の一般化費用を下げる効果があるため、長期的には、誘発交通や土地利用変化を促し、環境悪化を招くおそれがある。下図は、一人当たりの道路整備面積と一人当たりCO2排出量（運輸旅客部門）を都道府県別にプロットしたものである。道路整備量は、都道府県の面積や地理条件等によっても異なるため、一概に両者の正の相関関係を表しているとは断定はできないが、道路整備が進むほど自動車利用が進み、CO2排出量が増える傾向があることを示す一例となっている。

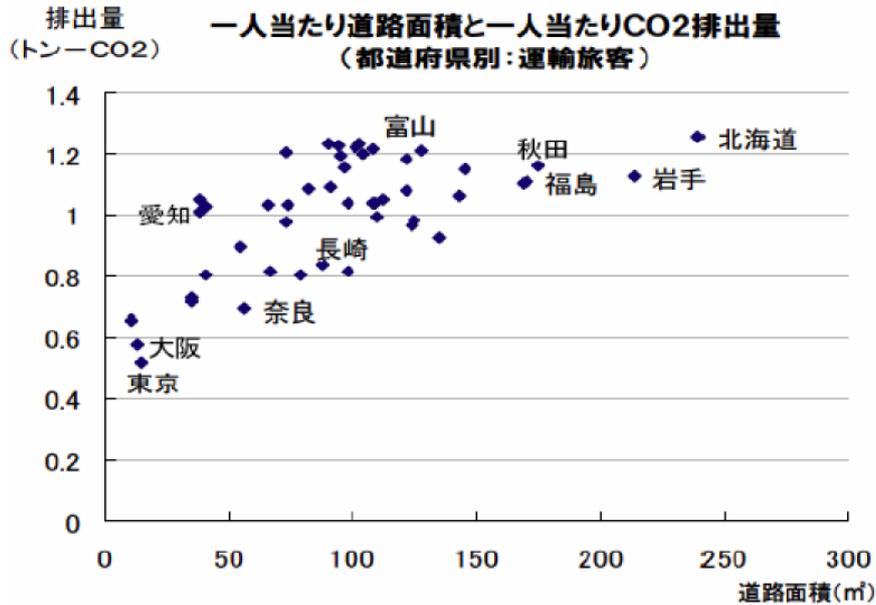


図 3-5 一人あたり道路面積と一人あたり CO2 排出量

出典：環境省地球環境局「政府の都市・交通政策について(交通政策を中心に)平成 17 年 12 月」

また、以下の図はいずれも人口密度と CO2 排出量に着目した資料である。人口密度が低いほど、一人当たりのガソリン排出量及び CO2 排出量が多くなる傾向がある。宇都宮市の可住地人口密度は 1,800 人/km² 程度であり、全国的にみてやや低く、今後道路整備中心の政策を採る場合、一人当たりの CO2 排出量は増加するおそれがある。

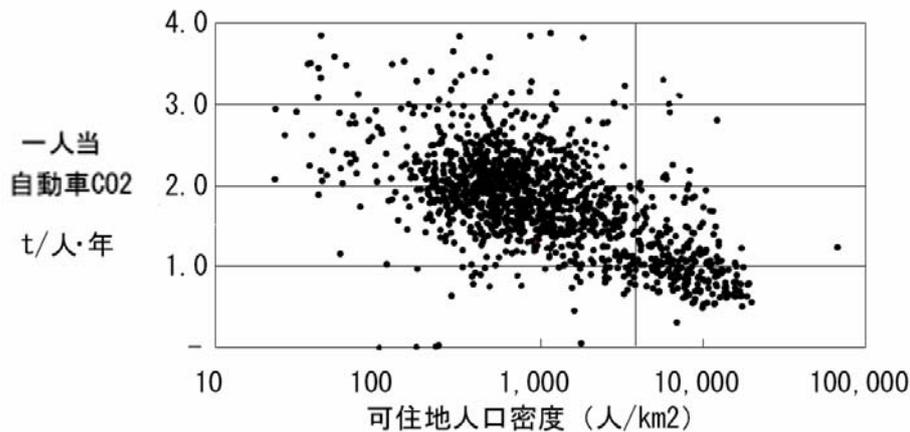


図 3-6 可住地人口密度と一人あたり CO2 排出量

出典：松橋啓介「低炭素社会に向けた交通システムの将来ビジョンの構築について」

日本都市計画学会都市計画論文集 No.42-3 2007 年 10 月

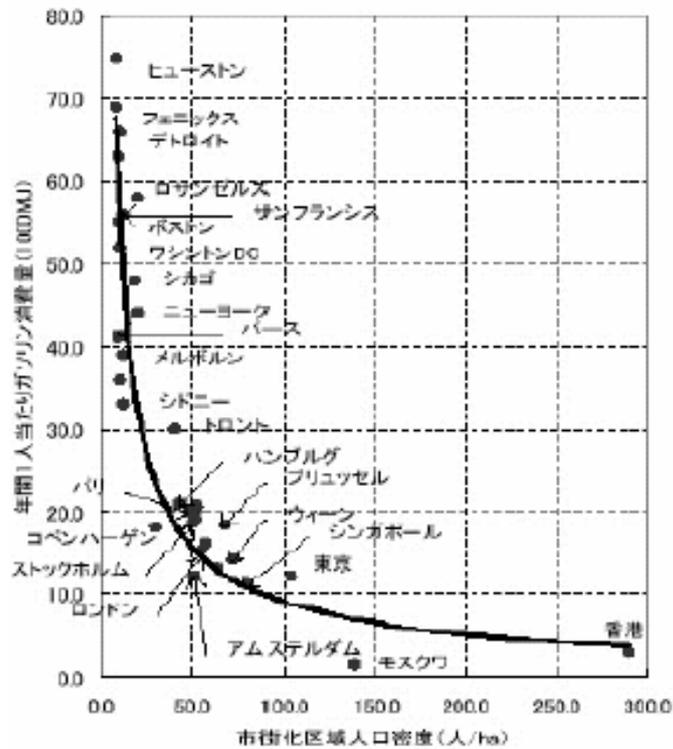


図 3-7 市街化区域人口密度と一人あたりガソリン消費量

出典：Kenworthy and Newman(1989)Cities and Automobile Dependence

(3) 自動車利用者と交通弱者の格差拡大

宇都宮市では、他の日本の地方都市同様、モータリゼーションの進展により、スプロール化が進むと共に、公共交通（特にバス）の衰退を経験してきた。道路整備は自動車利用者の利便性向上に資する一方で、公共交通の減少に拍車をかけ、結果的に自動車利用者と自動車を持たない住民との間にモビリティの格差が生じさせるといえる。よって、公平性の観点からも、公共交通と道路整備のバランスを考える必要がある。

3-1-2. 費用の原単位の設定が政策評価に与える影響

次に、第2章における政策評価の方法そのものにも、道路整備の便益費用比が比較的高く出やすい構造となっていることを示す。例えば、シミュレーションの結果では、社会的費用（便益）のほとんどが、時間費用（時間縮減便益）となっており、環境費用（環境改善便益）が占める割合は非常に小さい。このシミュレーションには、国土交通省「費用便益分析マニュアル」の時間価値原単位や既存研究等で一般的に広く用いられている値を用いている（表 3-2）。

表 3-2 時間価値及び CO2 排出の社会的費用原単位（中位ケース）

時間価値： 2,939 円/時（乗用車類，中位ケース）

CO2 排出： 30,000 円/t-C（中位ケース）

同額の炭素税をガソリン税で賦課する場合約 19 円/リットル

ここで、どのような原単位の設定であれば、LRT が道路整備を上回る便益をもたらすかを考える。時間費用の削減よりも環境改善を重視する立場に立ち、以下のような原単位を設定する場合、道路整備よりも LRT 導入の方が社会的便益を増大させることとなる。

表 3-3 時間価値及び CO2 排出の社会的費用原単位

（LRT 導入が道路整備を上回るケース）

時間価値： 4,347 円/時（乗用車類，高位ケース）

CO2 排出： 670,000 円/t-C

同額の炭素税をガソリン税で賦課する場合約 432 円/リットル

なお、CO2 排出の社会的費用の原単位：670,000 円/t-C（ガソリン税の場合約 432 円/リットル）という値は、EU 排出権市場価格約 13,000 円/t-C の 50 倍以上であり現実的ではないとの批判はあり得る。ただし、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が、「気温上昇を影響の少ない 2 度程度に食い止めるには、遅くとも 2020 年までに世界の温室効果ガスの排出量を減少に転じさせ、2050 年には 2000 年より半減させる必要がある」と述べており、日本政府も同様の立場を表明している（2007 年 6 月 9 日ハイリゲンダム・サミットにおける安倍前首相の発言や、2008 年 1 月 26 日ダボス会議における福田首相発言）。よって、今後、この目標を達成するためにあらゆる方面で努力が求められることとなろう。わが国の CO2 排出量のうち、約 2 割が運輸部門からの排出であり、さらにその 9 割が自動車交通からの排出となっている。よって、今後の CO2 排出量削減に対する関心を喚起する目的としても、このような比較は意義があるものと考えられる。

3-1-3. 政策提案の方針の設定

3-1-3-1. 政策提案の方針

以上の検討により、道路整備だけでは長期的に渋滞・環境が悪化する懸念があるほか、交通弱者のモビリティを改善できないことが明らかとなった。また、シミュレーションの結果は絶対的なものではなく、何を重視するかで評価結果を変わりうることを示した。そこで、我々は、政策提案の方針として、現行の道路整備政策を継続しつつも、「環境」・「交通弱者」対策のため、公共交通の強化・利用促進が不可欠であるとの方針の下に政策提案を行うこととした。

3-1-3-2. 政策提案の論点

宇都宮市の公共交通の強化・利用促進を提案するに当たっては、以下の3つの論点を検討する必要がある。次節以降では、これらの論点について一つずつ検討を行う。

- (1) LRT vs BRT どちらが宇都宮市にふさわしいのか？
- (2) 自動車から公共交通への転換をどのように図るのか？
- (3) 財源をどのように調達するのか？

3-2. LRT と BRT の比較

第2章では、LRT 導入の代替政策の一つとして、BRT（基幹バス）の導入を取り上げて評価した。評価の結果、BRT 導入にはより安い整備費用により LRT と同等の効果が得られるため、BRT の便益費用比は LRT よりも優れているとの結果を得た。ただし、前述のとおり、何を重視するかによって評価の結果は変わり得る。そこで、LRT と BRT のいくつかの点について着目し、LRT と BRT の比較を行った。

3-2-1. LRT と BRT それぞれの長所

LRT と BRT の長所を下図に整理した。

<p>LRT の長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>乗り心地がよい</u> ● <u>デザイン、シンボル性がある</u> ● 大量輸送が可能 ● 専用路線部分では高速で走行可能 ● <u>CO2 の排出が少ない</u> ● 沿道環境への影響が少ない ● 道路特定財源からの補助制度がある 	 <p>バリアフリーの超低床車両 富山ライトレール株式会社提供</p>
<p>BRT の長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 整備費用が安い ● 連結車両を使えば、輸送効率も高い ● 路線設定が柔軟 ● 歩道の横にバスレーン設置可能 ● バス会社の協力が得られやすい 	

図 3-8 LRT と BRT の比較

一般に、LRT は、その環境性能とシンボル性・快適性から話題を集めているといえる。

そこで、ここでは、LRT の環境性能とシンボル性・快適性について、第 2 章の政策評価結果を用いながら、それらの定量的評価を試みる。

3-2-2. LRT の環境性能

第 2 章の評価結果のうち、LRT は、CO₂ 排出量や NO_x 排出量の等の環境性能の面で BRT よりも高い評価結果を得ている。仮に、この効果を重視する立場に立ち、CO₂ 排出による社会的費用が 130 万円/t-C であると仮定すると、BRT よりも LRT の方がより大きな社会的便益を発生させるという計算となった（その他の原単位については感度分析の中位ケースを用いた）。なお、130 万円/t-C は、現在の EU 排出権市場価格 13,169 円/t-C の約 100 倍であり、同額の炭素税をガソリン税で賦課する場合約 837.59 円/リットルとなる。よって環境面のみから LRT 導入を正当化することは難しいといえる。

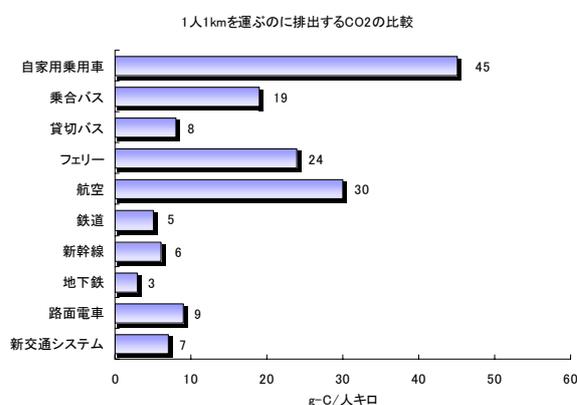


図 3-9 1人1km 運搬に必要な CO₂

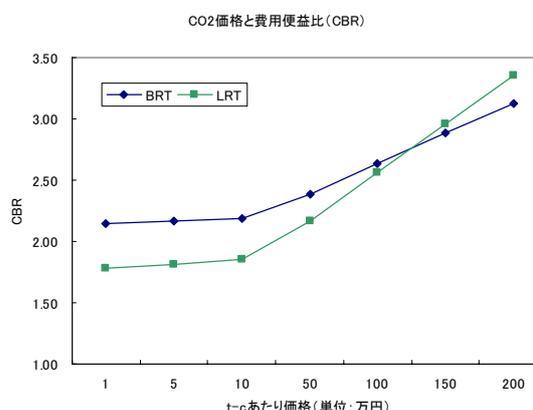


図 3-10 CO₂ 原単位と便益費用比

3-2-3. LRT のシンボル性・快適性

また、LRT のバスにはない魅力として、シンボル性や快適性が挙げられる。一般的に、それらの定量的な評価は困難であるが、シンボル性、快適性、まちの景観向上等を統合して、LRT の「存在価値便益」が発生するものと仮定すれば、定量的な評価が可能となる。すなわち、LRT を導入した場合 BRT にはない存在価値便益が生まれるとして、この価値の大きさの感度分析を行うことによって BRT と比較した場合の LRT の存在価値が把握できる。

試算結果によると、中位ケースでは年間 15 億円の存在価値便益があれば、LRT 導入が BRT 導入よりもより大きな便益を生むこととなった。15 億円/年を LRT 路線の沿線人口 (297,998 人)³¹ で除すと、住民が BRT に比べて約 5,034 円/年の効用が得られると感じれば、LRT 導入の便益費用比は BRT と同等となる（延伸計画区間に導入する場合）。

³¹ 沿線人口は、LRT の延伸計画区間で使用した 23 ゾーン内の町丁目別人口を足し合わせて求めた。人口の出典は住民基本台帳（平成 19 年 9 月末日）。

今後、宇都宮市における公共交通の議論が進み、LRTにするかBRTにするかの選択が迫られた場合、存在価値便益の設定とそれを人口一人当たりで示した試算結果は、住民に一つの判断基準を与える可能性がある。

表 3-4 存在価値の規模と LRT の便益費用比

存在価値(億円/年)	1	5	10	15	20	(参考:バス)
費用便益比(高位ケース)	2.80	2.94	3.11	3.28	3.32	3.30
費用便益比(中位ケース)	1.83	1.97	2.14	2.31	2.40	2.16
費用便益比(低位ケース)	0.90	1.03	1.20	1.37	1.52	1.10
沿線人口一人あたり(円/年)	335.6	1677.9	3355.7	5033.6	6711.5	



図 3-11 宇都宮市大通りの LRT 導入イメージ **図 3-12 幕張新都心の連節バス**

3-3. 自動車から公共交通への利用転換

現在のわが国の地方公共交通をめぐる状況は、「利用者の減少によるサービスレベルの低下（運行本数の減少等）が、更なる利用者の減少を招く」という『負のスパイラル』という言葉で表されることが多い。宇都宮市もその例外ではなく、宇都宮市のバス利用者数はピークの昭和 44 年から 36 年間で 1/7 の水準にまで低下し、最近 10 年だけでみてもバスの利用者数は 4 割減少している。安定的な公共交通維持のためにはこれを『正のスパイラル』へと転換させる必要がある。そこで、ここでは、自動車交通から公共交通への転換を促すための施策について検討する。

■ 公共交通の整備と集約型都市構造の実現シナリオイメージ

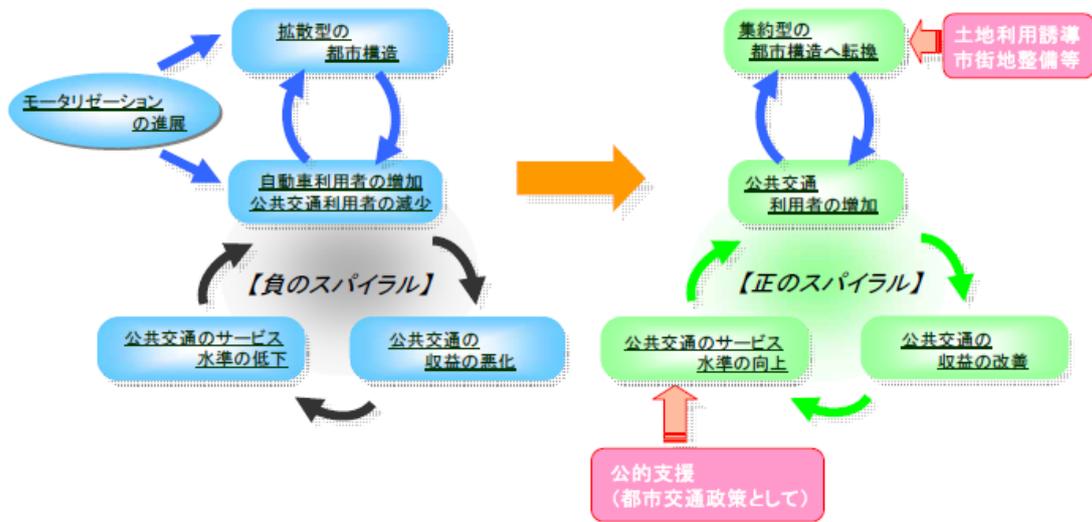


図 3-13 公共交通の「負のスパイラル」・「正のスパイラル」

出典：国土交通省都市・地域整備局資料

3-3-1. 公共交通利用促進策

公共交通利用促進策は、国内外で様々な施策が開発され、普及しつつある。以下では、各地の事例により、利用促進策を整理する。

(1) 幹線+フィーダーのネットワーク再編

LRT あるいは BRT の利便性を高める施策として、LRT/BRT の路線網を宇都宮市の東西の幹線路線とし、幹線とフィーダー路線の連携によるきめ細かなサービスを目指すことが挙げられる。クリチバ市（ブラジル）やソウル市（韓国）における BRT 導入の成功事例を見ても、幹線+フィーダー路線ネットワークを採用している。なお、幹線とフィーダーの接続部分で乗り換えが発生することになるが、これは、ネットワーク再編による各系統の頻度増加と後述の乗り換え施設の充実により対応することができる。

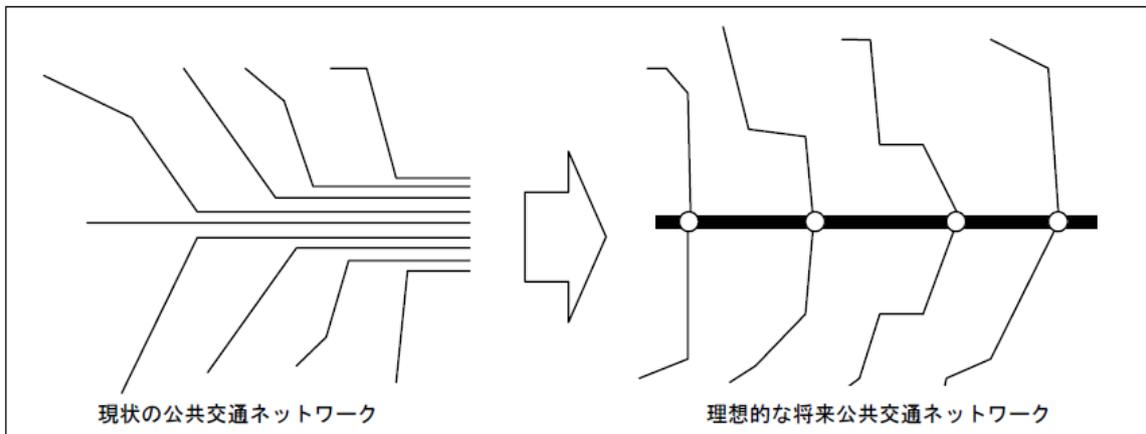


図 3-14 宇都宮市の掲げるフィッシュボーン・ネットワーク

(2) P&R, P&BR 駐車場の整備

現在自動車を利用している人に対し、自動車利用を禁止する規制を行うことには相当の抵抗が発生すると考えられ、現実的ではない。また、自動車利用者の中には、自動車利用を前提で郊外に居住している場合も多い。よって、少しでも車の走行距離を減らすための施策が重要となる。具体的には、周辺部の鉄道駅、LRT/BRT 路線沿線、フィーダーバス沿線での P&R (パーク・アンド・ライド) 駐車場あるいは P&BR (パーク・アンド・バスライド) 駐車場の整備が有効であると考えられる。



図 3-15 米国ヒューストンの P&R 駐車場の例

出典：Office of Operations, FHWA 資料

(3) 公共車両優先システム (PTPS)

公共車両優先システム (PTPS: Public Transportation Priority System) とは、信号制御により公共交通の通行を円滑に行わせ、定時運行を確保させる施策であり、バスレーン等の施策と併せて実施されることが多い。現在、宇都宮市においても南北を結ぶ白沢街道 1 路線において導入が行われているが、公共交通利用促進の目的で東西を結ぶ路線についても導入を行うことにより公共交通の定時制がさらに高まると考えられる。

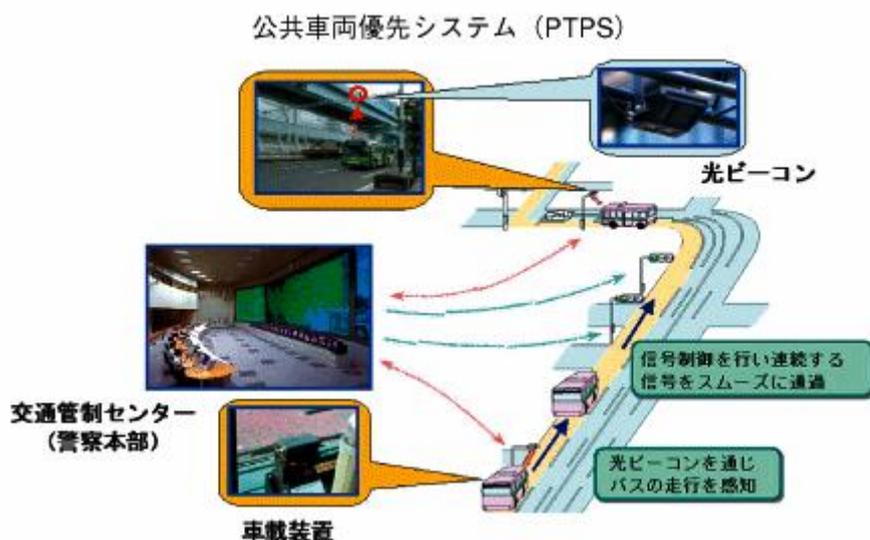


図 3-16 PTPS 導入のイメージ

出典：内閣府（共生社会政策統括官）「交通安全白書」平成 18 年版

(4) 乗り換え施設の充実

前述のとおり、幹線+フィーダーネットワークに路線を再編すると、接続部分での乗り換えが生じる。乗り換えは利用者にとって大きな負担となるため、対面乗り換え、運行便数の増加（待ち時間の短縮）で対応する必要がある。

また、富山 LRT では、フィーダーバスの時刻表と幹線 (LRT) の時刻表が連動しており、待ち時間の少ないスムーズな乗り換えが図られている。



図 3-17 LRT とフィーダーバスの乗り換え施設（富山市）

(5) ゾーン制料金体系

ゾーン制料金体系とは、ゾーン内均一料金とゾーン間料金の組み合わせで料金を設定し、乗り換えは自由（ただし時間制限あり）を設定する施策である。これにより、乗り換えごとに初乗り運賃を支払う必要がなくなり、公共交通をネットワークとして利用する発想を促すことができる。以下に、ゾーン制料金体系の事例として、コペンハーゲン市における地下鉄及びバスのゾーン制料金の料金体系を示す。



図 3-18 ゾーン料金体系の例（コペンハーゲン市）

出典：The Copenhagen Metro ホームページ

(6) ICカード・料金割引

富山 LRT では、IC カード（Passca）の利用者の運賃を約 20% 割り引いている。これにより、多くの LRT 利用者が Passca によって料金支払いを行っている。また、シルバー Passca 利用者（富山市内在住の 65 歳以上）は運賃が半額となるほか、Passca の提示によるホテル・飲食店・観光などの割引特典も実施している。IC カード及びその技術を利用した料金割引制度等を実施する施策は、公共交通利用促進の一方策として重要である。



図 3-19 富山 LRT 内での Passca による運賃支払い

平成 19 年 11 月 14 日撮影

(7) リアルタイム運行情報の提供

GPS 車載器ナビゲーションシステムを導入し、リアルタイム運行状況を提供することで、停留所や乗り換え施設における利用客の心理的負担（公共交通利用への抵抗感）を緩和することができる。全ての停留所を下図のように電子化することは非効率であるため、携帯電話等にリアルタイムの運行情報を提供するサービスが有効であろう。このようなサービスを展開しているバス企業は国内でも多く存在する



図 3-20 バスの現在地と待ち時間を表示するバス停

出典：東海幹線道路調査事務所 HP

(8) モビリティ・マネジメント

モビリティ・マネジメントとは、「公共交通の利用促進のために、利用者に対し、公共交通利用が環境、安全、各個人の健康等に好影響をもたらすことや公共交通の便利な利用方法等を効果的に提供することにより、交通行動をマイカーから公共交通利用へと自発的に転換させることを図るコミュニケーション施策の総称である。

平成 18 年、宇都宮市も宇都宮大学と共同で、国道 123 号線沿線に沿線住民を対象に、モビリティ・マネジメントによるバス利用促進策を実施した。

具体的には、バス会社 3 社の時刻表を統合した「統合時刻表」や公共交通に関する冊子等を配布し、その前後に、交通行動に関するアンケート調査を実施した。この結果、統合時刻表等の配布後に、公共交通の利用頻度が 15 パーセント増加し、自動車利用頻度が 5 パーセント減少するなど、バスの利用促進、自動車利用の抑制に効果があったとのことである。モビリティ・マネジメントによる交通行動の変化は一過性のものではなく継続的に発生するものとされており、今後、他路線にも展開していくことが望まれる。



図 3-21 MM 対象路線



図 3-22 宇都宮 MM ロゴ

出典：県央地域公共交通利活用促進協議会，宇都宮大学地域計画学研究室
「バス利用促進策モビリティ・マネジメント」平成 19 年 3 月

3-3-2. 行政の役割

これらの公共交通利用推進策を進めていく上での，行政の役割についても簡単に触れておきたい。これまで，わが国ではバス事業を市場原理に近づけるために規制緩和の方向で政策が実施されてきた。しかし，市場原理に任せた地方公共交通のあり方は限界であるとの見方が強まっており，行政は，今後，乗合交通網の整備，維持，運営に対して積極的に関与する必要があるといえる。バス事業者は，運行の経営効率化に向けて努力し，行政は利用促進に向けた取り組み等を事業者と連携しながら行うという連携が必要であろう。クリチバ（ブラジル）やソウル（韓国）等に代表される海外のバス交通強化の成功事例を見ても，計画，運営そして運行の段階まで，すべて事業者に任せている事例は存在せず，いわば，準公営型の仕組みが採られている。行政がバス事業に関与する場合，バス事業者からは財政的な支援を求められることが多い。よって，その財源確保の在り方について，次節で検討する。

3-4. 財源確保の方策

3-4-1. 既存の公共交通利用促進策の限界

前節において，主な公共交通利用促進策をレビューしたが，宇都宮市では自動車は「市民の足」として定着している。よってバスがいくら便利になっても，自動車を持っていれば自動車に乗るというのが市民の本音であり，既存の利用促進策には限界がある。

ここではまず，自動車利用者のうちどの程度が公共交通利用に転換すると道路渋滞が緩和されるのかを考えてみる。一般に，渋滞時の道路交通量の 1～2 割の交通量を削減できれば，渋滞は緩和するといわれている。宇都宮市の自動車交通トリップ数は概ね 100 万トリ

ップ/日であり、ピーク率を仮に1割と設定し、そのうちの1~2割を公共交通利用に転換させる場合、100万トリップ/日 $\times 0.1 \times 0.1 = 1$ 万トリップ/時すなわち、ピーク時の自動車トリップのうち1万トリップを公共交通利用に転換させる必要がある。一方で、宇都宮市のバス利用者数は4万人/日程度であり、現在の公共交通の容量は自動車からの転換利用者の受け皿としては不足であるといえ、系統数及び頻度の拡充を図る必要がある。

このとき、これらの促進策、拡充策を行うための財源をいかに確保するかという問題に直面する。なお、第1章で説明した、LRT導入の事業費355億円には、P&R駐車場や乗り換え施設等の利用促進策は含まれておらず、新たに財源を確保する必要がある。公共交通の強化、利用促進のための財源が確保できないかぎり、公共交通は自動車から転換してきた利用者の受け皿として機能させることはできない。

3-4-2. 財源確保策の方針

(1) 方針

ここでは、公共交通の財源確保と自動車利用の抑制を組み合わせる。すなわち、自動車利用の一般化費用（時間費用+走行費用+料金）を引き上げ、すなわち、課金を行い、公共交通の一般化費用（時間費用+乗り換え時間費用+料金）を引き下げるための事業に課金収入を充てれば、転換を促すうえ、収入が得られる。ただし、わが国には道路無料開放の原則があり、現行法制下で全ての道路において課金（ロードプライシング）を行うことはできないと考えられる。そこで、一定の混雑エリアへの流入に対するロードプライシングと、ガソリン消費に対する課金（環境税）の組み合わせについて検討する。

(2) 課金収入の使途

一般に、ロードプライシングは道路利用者の外部不経済に対する課金であるので、課金収入はそれを負担した人に戻す、すなわち、道路投資に充てることが一般的である。また、CO2排出に対してガソリン税を上乗せする形で環境税を徴収する場合、道路利用者以外への外部不経済（地球温暖化費用、原油依存費用等）に対する負担であるので、課金収入は一般財源とすることが一般的である。

ここで、前者のロードプライシングの課金収入について考える。道路整備については、既に道路特定財源（主に揮発油税）の形で道路利用者が負担し、それを財源とした道路整備という形で道路利用者が利益を受けるという構造が確立している。この道路特定財源制度そのものの見直し論も高まってきているが、本稿ではこの受益と負担の関係を所与とし、ロードプライシングの課金収入を公共交通整備の財源に充てる方法を提案する。道路利用者からの収入を公共交通の整備に充当する根拠としては、①自動車利用をあきらめた人の移動手段を確保すること（先に述べたように、大幅な交通手段転換が進んだ場合、受け皿として公共交通の容量は不足している）、②公共交通への転換によって道路の渋滞緩和が効

果する効果が期待されることの二点である。なお、ロードプライシングによる収入を公共交通に充当している例は、既に、ロンドン、ストックホルムのロードプライシングにおいても実現しており、自動車利用者あるいは住民からのコンセンサスも得られるものと考えられる。

3-4-3. ロードプライシング

(1) ロードプライシングの目的

一般に、ロードプライシング導入の目的は、混雑の社会的費用を道路利用者に認識・負担させ、また道路利用者の経路シフト、交通手段シフト、時間シフトを促すことにより、課金エリアの渋滞緩和を図ることである。宇都宮市においてロードプライシングを導入することについては、その都市規模、渋滞の程度、受容性等、考慮すべき点は多いが、公共交通へのシフトと公共交通整備の財源確保のための試案として検討を行う。

(2) 課金エリアの設定

宇都宮市のロードプライシングについては、円山（2006a）、円山（2006b）等の先行研究が存在する。この研究では、外環状の内側を最大課金エリア、中心市街地付近のみを最小課金エリアとして6パターンの課金エリアを設定し、それぞれにおいてコードン課金とエリア課金を実施した場合の社会的余剰の変化について検討している。

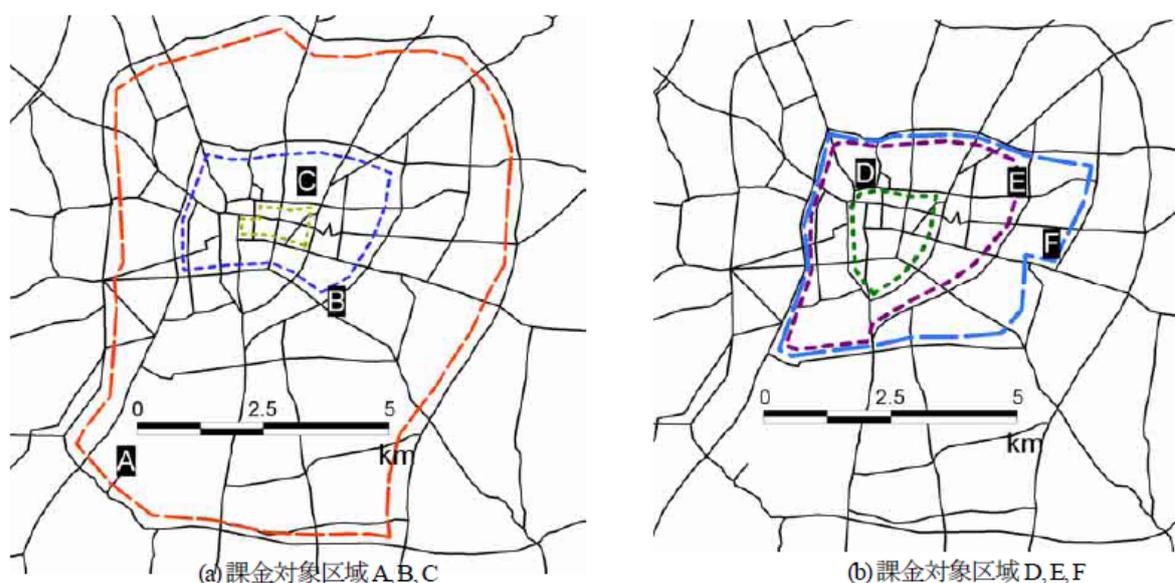


図 3-23 円山（2006a）における課金エリア A~F の設定

出典：円山琢也（2006a）「ロードプライシング政策の比較分析－エリア課金 vs コードン課金－」

都市のOR ウィンターセミナー2006 in つくば

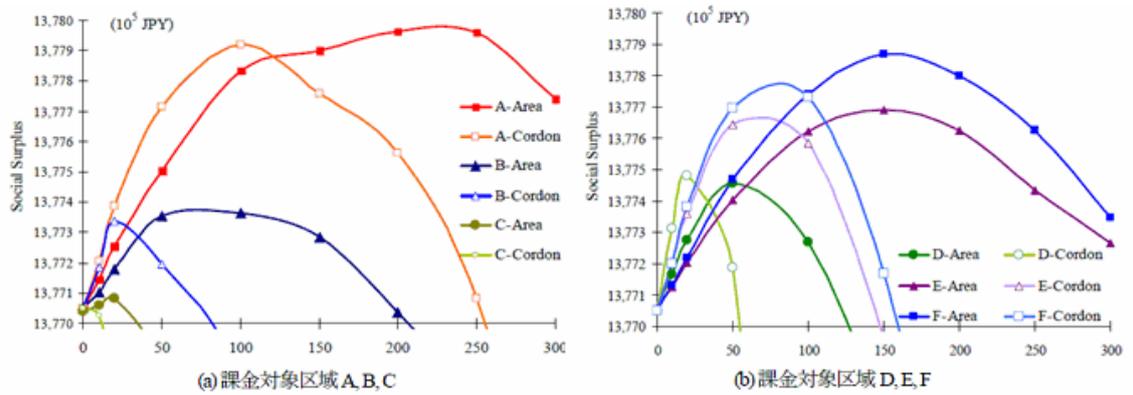


図 3-24 コードン課金とエリア課金による社会的余剰

出典：Maruyama, T. and Sumalee, A. (2007) Efficiency and equity comparison of cordon- and area-based road pricing schemes using a trip-chain equilibrium model

これによると、外環状内に課金した場合の消費者余剰が大きくなる傾向があるが、外環状は全周約 34km であり、人口 50 万人の都市の課金エリアとしては大きすぎる³²と考えられたため、次に消費者余剰の大きい内環状付近内側（約 25km²）を課金エリアに設定し、エリアをまたぐ 19 本の幹線道路に徴収施設を設置し、流入車両に対して課金するコードン課金を想定する。

また、朝夕の渋滞の激しい東部の大型工業団地の出入口や鬼怒川渡河橋に対するプライシングも考えられるが、工場は勤務シフト時間がはっきりと決まっており、時間シフトを促す余地が小さいこと（実際、清原工業団地では以前にフレックス制度が導入されたものの後に廃止になった経緯がある）から、市中心部に課金エリアを設定した。実際、今回設定したエリアは市内で最も混雑が激しいエリアとなっており（下図）、エリア設定としては妥当であるといえる。

ただし、実際に宇都宮市でロードプライシングを導入する場合、課金エリアについては、宇都宮市固有の状況を把握してさらに検討する必要がある。

³² ロンドン市（人口約 740 万人）の混雑課金エリアは当初約 20km²であり後に西方へ拡大された。

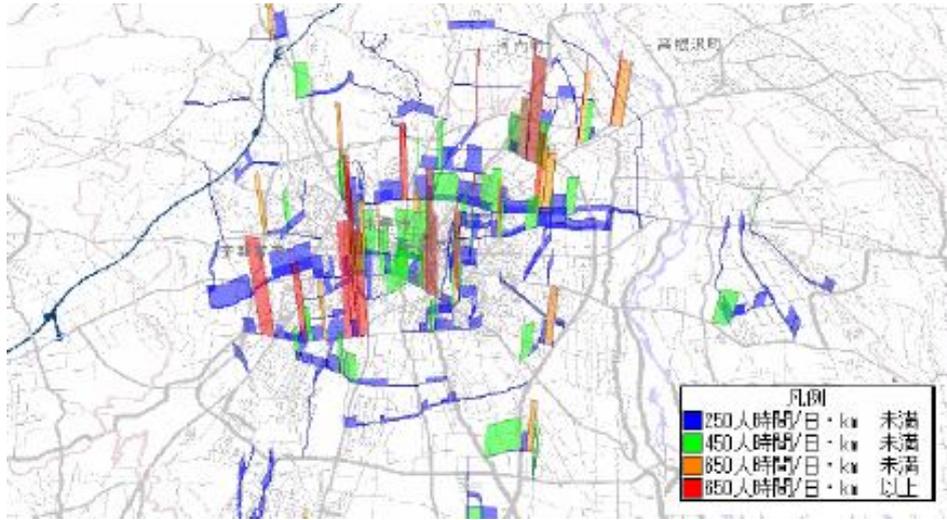


図 3-25 宇都宮市内の主要市道の渋滞状況（平成 19 年 6 月 平日 7～9 時）

出典：宇都宮市「(仮称) 宇都宮市道路見える化計画」平成 20 年 1 月

(3) 課金水準の設定

混雑という社会的費用に対するロードプライシングを行う場合、その最適化金額は、理論的には、課金路線の社会的限界費用関数と私的限界費用（私的費用＝時間費用）関数を求め、需要曲線と社会的限界費用曲線が一致する点における社会的限界費用から私的限界費用を減じた額として求めることができる。この考え方を用いて、宇都宮市中心部においてロードプライシングを行う場合の理論的な最適課金額の導出を試みる。

1) 私的限界費用（私的費用＝時間費用）及び社会的限界費用

課金エリアには合計で 19 本の道路が通過している（第 2 章で用いた STRADA の道路ネットワークを利用）。19 本の道路から、交通量が極端に少ない 5 本を除外し、残りの 14 本についてみると、ピーク時に合計で約 18,000 台/時の自動車が入り、旅行速度は 14 本全ての道路において 30km/h 前後（自由流速度は全ての道路で 40km/h）となっている。そこで、簡単のため、14 本全ての道路を統合し、一本の道路がエリアに入っていると想定する。時間費用は、第 2 章で用いた中位値 48.99 円/分、リンクコスト関数は以下の BPR 関数型を用いた。また、課金エリアは 25km² であるので、課金額はエリア内 5km 走行の課金額として求めることとした。ここで、私的限界費用（5km 走行時の時間費用、 PC ）は、時間交通量の関数として次の (3.1) 式として表現することができる。

$$PC = h \cdot d \cdot t(x) = h \cdot d \cdot t_f \cdot \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x}{C} \right)^\beta \right\} \quad (3.1)$$

ここで,

PC : 私的限界費用 (時間費用)

h : 時間価値原単位 (48.99円/分)

d : 走行距離 (5km)

$t(x)$: 交通量と所要時間の関数

t_f : 自由流時の所要時間 (1.5分, 40km/hを想定)

x : 時間交通量

C : 時間交通容量 (23,100台/時, 14本合計)

α, β : パラメータ ($\alpha = 0.48, \beta = 2.82$)

である. 一方, 社会的限界費用 (SMC) は, (3.2) 式のように私的費用に交通量を乗じて総費用関数 (TC) を求め, それを微分することにより得られる ((3.3) 式).

$$TC = PC \cdot x = h \cdot d \cdot t_f \cdot \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x}{C} \right)^\beta \right\} \cdot x, \quad (3.2)$$

$$\therefore SMC = \frac{\partial TC}{\partial x} = (\beta + 1) \frac{(h \cdot d \cdot t_f \cdot \alpha)}{C^\beta} \cdot x^\beta + 1 \quad (3.3)$$

パラメータ及びその他の設定値を用いて私的限界費用 (時間費用) と社会的限界費用それぞれを図示すると下図のようになる.

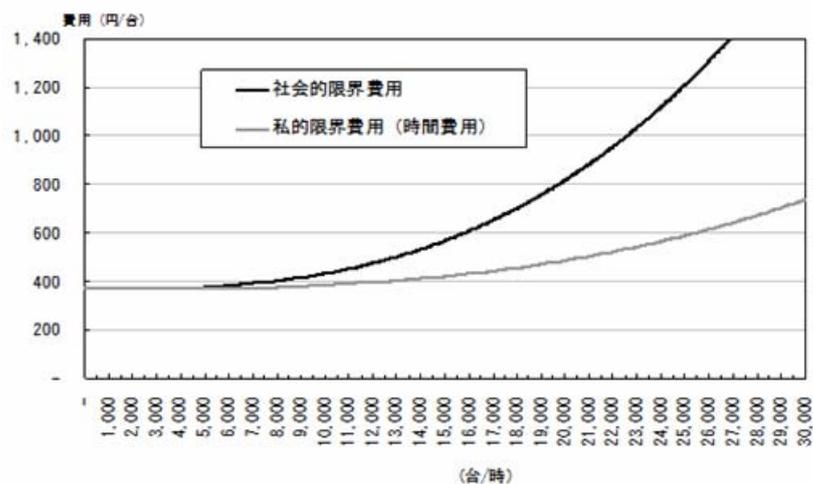


図 3-26 課金エリアに流入する道路 5km 走行時の費用曲線

2) 需要曲線

課金エリアに流入する交通量と価格（流入にかかる費用）の関係は、観測データから得られないため、ロンドンの混雑課金実施の時の弾性値（5ポンド（約1,000円）で2割減）を援用し、500円課金時に交通量が2割減少するものとする。また、簡単のため、線形の需要関数を考える。観測値から現在の交通量を代入し、以下の（逆）需要曲線を設定した。

$$P(x) = -0.12318 \cdot x + 2,990 \quad (3.4)$$

3) 最適課金額

社会的限界費用関数、私的限界費用（時間費用）関数、（逆）需要関数から、ピーク時の課金エリアにおける最適課金水準を試算したところ、262円/回と推定された。

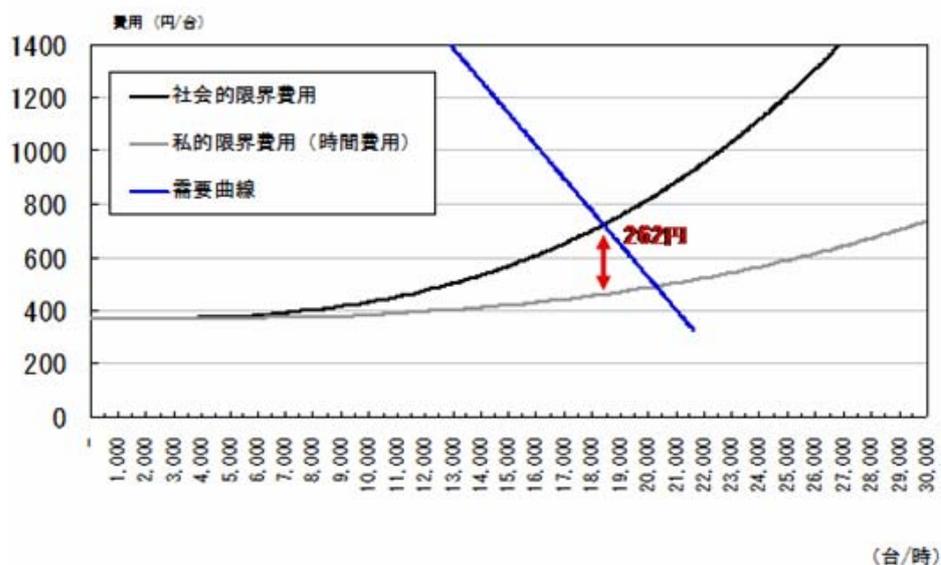


図 3-27 課金エリアに流入する最適化金額の導出

課金エリアへの流入に対して 262 円を課金すると、エリアへの流入交通量は約 9.3% (1,887 台/時) 減少する計算となる。ただし、課金前にそれほど渋滞が発生していなかったため (30km/h)、旅行速度の改善は 32km/h に上昇しただけであり、それほど効果は見られなかった。

なお、ここで導出した最適課金額は、課金エリアを避ける迂回交通が周辺の道路に与える影響を考慮せずに設定されたものである。課金エリアに高額な課金を行うと、周辺道路への悪影響が大きくなり、全体で見た場合の社会的便益が抑制されるおそれがある。そこで、円山 (2006a) が周辺道路への影響も考慮したうえで、当該課金エリアの最適課金額を 100 円 (コードン課金) と推定しているため、この値も課金収入の推計に用いることとする。

3-4-4. 環境税

環境税については、ガソリン利用による CO2 排出量に、CO2 排出の社会的費用原単位（中位：30,000 万円/t-C）を課金するものとする。

政府公表資料によれば、ガソリン 1 リットルの消費による CO2 排出量は、約 2.3kg-CO₂³³ である。よって、30,000 万円/t-CO₂（=8,182 円/t-CO₂）を原単位とすると、CO2 排出の社会的費用を負担させるためには、ガソリン 1 リットル当たり 18.8 円の環境税を新たに徴収する計算となる。

3-4-5. 課金収入規模の推計

(4) ロードプライシングによる収入額の推計

まず、ロードプライシングを平日の朝ピーク 2 時間及び夕ピーク 2 時間の合計 4 時間/日 で実施するものとする。課金額が 262 円と 100 円の場合の年間収入の推定結果は以下のとおりとなる。

$$262 \text{ 円} \times 18,405 \text{ 台/時} \times 4 \text{ 時間} \times 250 \text{ 日/年} = \text{万円/日} = 48 \text{ 億円/年} \quad (3.5)$$

$$100 \text{ 円} \times 19,579 \text{ 台/時} \times 4 \text{ 時間} \times 250 \text{ 日/年} = \text{万円/日} = 20 \text{ 億円/年} \quad (3.6)$$

(5) 環境税による収入額の推計

環境税の上乗せがガソリン消費量に影響を与えないものとして簡便に税収を推計する。栃木県の平均トリップ長 15km/日であり、平均燃費がガソリン 1 リットルあたり 10km 走行できるものとする宇都宮市における環境税による税収は以下のとおり推計される。

$$\begin{aligned} & 0.00023\text{t-CO}_2/\text{km} \times 15\text{km/日} \times 100 \text{ 万トリップ/日} \times 8,182 \text{ 円/t-CO}_2 \times 365 \text{ 日} \\ & = 103 \text{ 億円/年} \end{aligned} \quad (3.7)$$

この結果、ロードプライシング、環境税を合わせた新たな税収は、120～150 億円と推定され、宇都宮市の財源（一般会計及び特別会計を合わせて 2,686 億円（平成 17 年度予算））の 5～6%に相当する税収が新たに得られる計算となる。

このうち、ロードプライシングからの税収を公共交通の強化、利用促進に充てると、すると年間 16～48 億円を公共交通の強化及び利用促進に充当できることになる。一般的に、ロードプライシングの徴収コスト（路側器の設置及び運用、監視等）には、課金収入の 10～20%の費用がかかるといわれている。この費用を差し引いても、社会的割引率（4%）で 40 年間の収入を推計すると、100 円の課金時に LRT 導入事業費と同程度、262 円の課金で

³³ 環境庁温室効果ガス排出量算定方法検討会「温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果」H12.9

はその倍以上の規模の課金収入が得られると推計された。すなわち、ロードプライシングにより公共交通整備の強化、利用促進に十分な課金収入が得られることを示唆したといえる。

3-4-6. ロードプライシングによる社会的便益の推計

ロードプライシングを実施した場合の社会的便益については STRADA によるシミュレーションを行わなかったため、Maruyama and Sumalee (2007) の推計結果を援用する。Maruyama and Sumalee (2007) の社会的余剰（日単位）を 365 倍して簡便に年間の消費者余剰を求めた。課金エリアを A～F に設定した場合の社会的余剰はいかに示すとおりである。本稿で想定している都心部課金（課金エリア F）において 100 円のコードン課金を実施する場合、年間の社会的余剰は約 2.5 億円となる。前章で求めた道路整備の社会的便益は約 60.3 億円/年（中位ケース）であり、社会的便益の増加は道路整備に比べて小さい。

	エリア課金			コードン課金		
	課金額(円)	社会的余剰 増加額(万円/日)	社会的余剰 増加額(万円/年)	課金額(円)	社会的余剰 増加額(万円/日)	社会的余剰 増加額(万円/年)
A	200	91.41	33,365	100	86.99	31,751
B	100	31.37	11,450	20	28.62	10,446
C	10	3.13	1,142	-	-	-
D	50	40.73	14,866	20	43.17	15,757
E	150	64.19	23,429	50	59.30	21,645
F	150	81.96	29,915	100	68.02	24,827

表 3-5 コードン課金とエリア課金の最適課金額と社会的余剰の変化

出典：Maruyama, T. and Sumalee, A.(2007) Efficiency and equity comparison of cordon- and area-based road pricing schemes using a trip-chain equilibrium model

第 4 章 結論

公共交通の衰退や道路渋滞，それに伴う環境悪化は，地方都市が共通に抱える課題であり，ベストの解決策はいまだ示されていない。

本稿では，LRT の導入の是非で注目を集めている宇都宮市を題材として取り上げ，LRT 導入とその代替政策を総合評価し，環境と交通弱者対策を重視する立場から，自動車利用者に課金し，その収入を公共交通整備及び利用促進に充てるという方策を提示した。

しかし，ロードプライシングについては，受容性，公平性，技術，法制度等の面から，わが国において早急に実現することは困難な政策であるといえる。よって当面は，従来型の利用促進策，補助制度を維持・強化しつつ，公共交通利用の意識を高めていくことが現実的である。

公共交通への意識を高めるという点においては，宇都宮市のこれまでの LRT 導入検討の取り組みは大いに意義があったといえる。これらの取り組みを踏まえた上で，「どのようにして自動車利用と公共交通利用の一般化費用の差を縮小し，交通手段転換を促すか」という，本稿で提示したような経済理論的な視点を含めた議論が，行政，市民，バス事業者等の関係者の間にも広まることを望みたい。

第 5 章 課題

5-1. 長期的な視点

LRT 導入による長期的な土地利用の変化や、それに伴う交通 OD の変化を内生的に取り扱うモデルは構築できなかった。この点については国土交通政策研究所・価値総合研究所（2005）等の先行研究があり、交通インフラ整備による土地利用の変化や誘発交通の発生をシミュレーション分析する枠組みを提示しており、今後の研究の参考となる。

実際、富山市のように、LRT 整備により沿線人口が比較的短期のタームで沿線の土地利用の高度化が進む例もある。中心地への集積を考慮すると、LRT 導入による効果は今回のシミュレーションよりも大きくなると考えられるため、宇都宮 LRT 導入に当たっても土地利用変化モデルを統合したシミュレーションを適用することが望まれる。

5-2. 他都市における LRT 導入成功の可能性

宇都宮市は高度にスプロールが進んでおり、公共交通整備の効果が少ないと推計される。すでに人口密度が高く、コンパクトな市街地が形成されている都市、路面電車を有している都市では、LRT 導入の効果は高いと考えられるため、これらの都市においても本稿と同様の研究を実施し、どのような地域特性があれば、LRT 導入成功の可能性が高まるのかを比較検討することも意義があるといえる。

付録

I. STRADA による LRT 導入効果の分析

I-i. モデル概要

推計手法は4段階推定法を用いた。4段階推定法による推計では、交通需要量をゾーン単位で捉え(1)発生・集中量, (2)ゾーン間交通量, (3)機関別分担, (4)経路配分という4つのステップで交通需要が予測される。ここでの分析においては、主に(3)機関別分担と(4)経路配分について推計を行う。

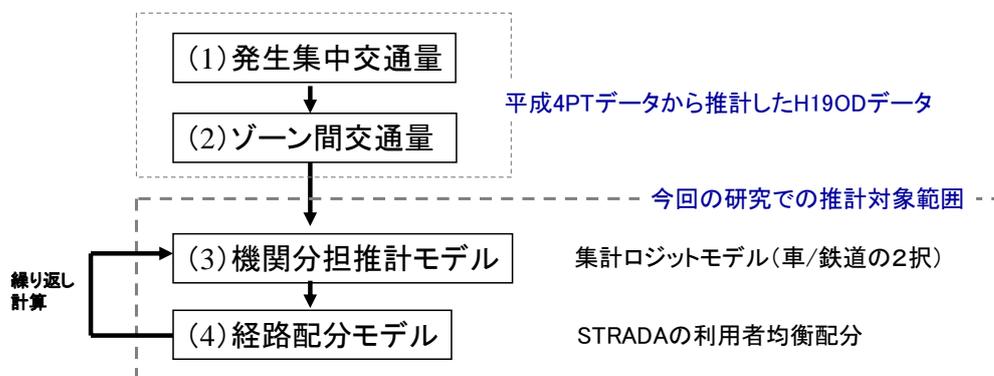


図 I-1 STRADA を利用した LRT 導入効果推計手法 (再掲)

(1) と (2) については平成4年パーソントリップ調査(以下ではH4PT調査と略)のデータから推計したODデータを使用する。ODデータは目的別に、通勤・通学・帰宅・私用・業務という5種類があるが、ここでの分析は5目的の合計のODを使用している。さらに交通手段にも、徒歩二輪・自動車・路線バス・鉄道といった分類があるが、この分析で扱うのは路線バスを自動車に含んだ自動車と鉄道という2つの交通機関である。LRTは鉄道交通のネットワークとしてシミュレーションを行う。(3)機関分担推計モデルについては、鉄道と自動車の2つの交通機関で選択を行うものとして、集計ロジットモデルによる推計を行い、集計ロジットモデルによる機関分担から得られたODについてSTRADAを使用して経路配分を行う。経路配分は利用者均衡配分(User Equilibrium Assignment)を使用した。機関分担と経路配分については、推計と機関分担率収束のための計算を繰り返し行う。例えば、自動車交通が混雑している場合、自動車から鉄道(LRT)へと利用が転換することによって、自動車交通の混雑が緩和される。混雑緩和によって自動車利用の一般化費用が低下すると、逆に鉄道から自動車へと利用が転換する可能性がある。このようなフィードバックを考慮するために、機関分担率が収束するまで繰り返し計算を行う。

I - ii. 集計ロジットモデルの推計

I - ii - i. 集計ロジットモデルの概要

集計ロジットモデルでは、鉄道と自動車という2つの交通機関が利用可能な地域について以下のように効用関数 V を仮定する。 V_{rail}, V_{car} はそれぞれ、交通機関の選択肢である鉄道・自動車の確定効用を表している。

$$\begin{aligned} V_{rail} &= \beta gc_{rail} \\ V_{car} &= \alpha + \beta gc_{car} \end{aligned} \quad (I.1)$$

ここで、

gc_{rail}, gc_{car} : 鉄道・自動車の一般化費用

α, β : 未知のパラメータ (α は自動車に対する愛好度を表す)

となっている。これらを利用すると、鉄道(LRTを含む)と自動車の選択確率 P_{rail}, P_{car} は以下の式で求められる。

$$P_{rail} = \frac{\exp(V_{rail})}{\exp(V_{rail}) + \exp(V_{car})} \quad (I.2)$$

$$P_{car} = \frac{\exp(V_{car})}{\exp(V_{rail}) + \exp(V_{car})} \quad (I.3)$$

以上の式から以下の式を誘導し、最小二乗法でパラメータを推定する。

$$\ln\left[\frac{P_{car}}{P_{rail}}\right] = \alpha + \beta(gc_{car} - gc_{rail}) \quad (I.4)$$

I - ii - ii. 推計に使用したデータ

推計に使用したデータは、着・発ゾーンがLRT敷設予定地の沿線となっている34ゾーンのODである(図I-2参照)。

被説明変数となる自動車の選択確率 P_{rail}, P_{car} はH4PT調査から推計した平成19年のODデータである。栃木県の保有自動車台数の伸びは平成4年から平成17年にかけて約1.3倍となっているので、H4PT調査の自動車のゾーン間交通量を1.3倍した値を、平成19年の自動車トリップ数とみなす。同様に宇都宮市の鉄道利用者は平成4年から平成17年にかけて約0.87倍となっているので、H4PT調査の鉄道のゾーン間交通量を0.87倍した値を、平成19年の鉄道トリップ数とみなす。

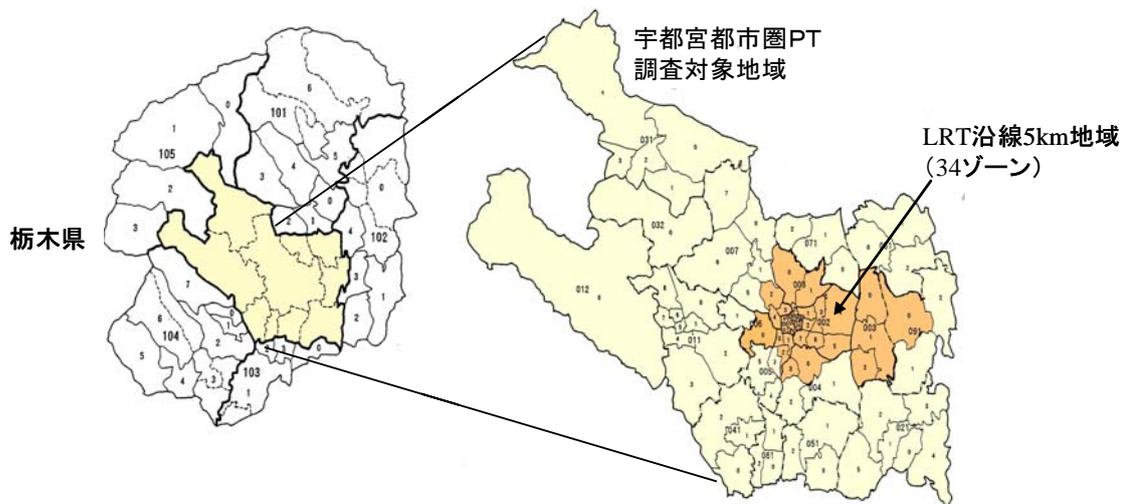


図 I -2 推計対象となるゾーン

表 I -1 鉄道利用者数の推移

年	JR利用者数	東武利用者数	鉄道利用者数計
平成4年	15,117	5,565	20,682
平成17年	14,680	3,346	18,026
変化率			0.8716

出典：平成 18 年度版宇都宮の交通より

説明変数としては STRADA のゾーン間インピーダンスで得られる一般化費用を使用した。分析で使った STRADA のネットワークデータの設定は以下のようになっている。

A) 鉄道ネットワークデータ

- OD のゾーン中心から駅までの距離は地図上の直線距離を使用
- 駅までのアクセス速度は 8km/h
- 所要費用は基本料金 100 円と対距離料金 JR9.2 円/km, 東武 11.4 円/km

駅までのアクセス速度については、徒歩、自転車、バスなどの手段を考慮して設定した。

所要費用の値については、JR 東日本と東武鉄道、それぞれの料金と駅間の距離のデータから回帰分析によって推計した値となっている。

B) 道路ネットワークデータ

- 道路容量は道路センサスから数値を設定
- ゾーン中心から道路までのアクセスについては距離を 1km, 速度を 15km/h に設定
- 貨物・小型貨物の OD については H4 の OD の数値をそのまま使用
- 平均乗車人数は乗用車 1.6, 小型貨物車 1.0, 貨物車 1.0

- 乗用車換算係数（PCU）は小型貨物 1.00，貨物車 2.00

駅までのアクセス速度については、徒歩、自転車、バスなどの手段を考慮して設定した。所要費用の値については、JR 東日本と東武鉄道、それぞれの料金と駅間の距離のデータから回帰分析によって推計した値となっている。

道路容量のデータは道路センサスの数値を参考にして設定をしているが、道路センサスにデータがない道路については、実際に宇都宮市を走行したときの車線数や Google Map の航空地図から車線数を判断して設定している³⁴。道路センサスにデータがある道路以外の道路については、車線数と STRADA の道路容量は主に表 I -2 のように設定した。

表 I -2 STRADA 上の道路容量の設定

車線数	最高速度(Km)	リンク容量(台/日)	
6車線	60	60000	大通りについては最高速度を40kmに設定
4車線	50	30000	
2車線	40	15800	

乗用車の平均乗車人数は道路センサスのデータから栃木県の平均値を使用している。貨物・小型貨物の OD については H4 の OD をそのまま使用し、平均乗車人数も 1 と設定している。

I - ii - iii. パラメータ推計結果

集計ロジットモデルのパラメータ推計結果は表 I -2 のようになった。一般化費用については、係数の推計値は-1.446 で、t 値が-3.57 となり、符号は整合的で統計的に有意となった。推計された係数の 95%信頼区間は[-2.257, -0.636]となった。また定数項は 2.407 と推定され、95%信頼区間は[2.161, 2.663]となった。LRT 導入効果の推計においては、次のような推計式を適用することとした。

$$\ln\left[\frac{P_{car}}{P_{rail}}\right] = -1.446(gc_{car} - gc_{rail}) + 2.412 \quad (I.5)$$

³⁴ 実際の車線数と STRADA のネットワークの道路容量が対応していない箇所もあるが、LRT 導入が自動車交通にもたらす影響を推定する上では本質的には差がないと考えている。

表 I -2 パラメータ推計結果

Variable	Coefficient (Std. Err.)
gc	-1.4465** (0.405)
Intercept	2.4118** (0.125)
N	64
R ²	0.1704
F (2,61)	12.74

Significance levels : 5% * : 1% **

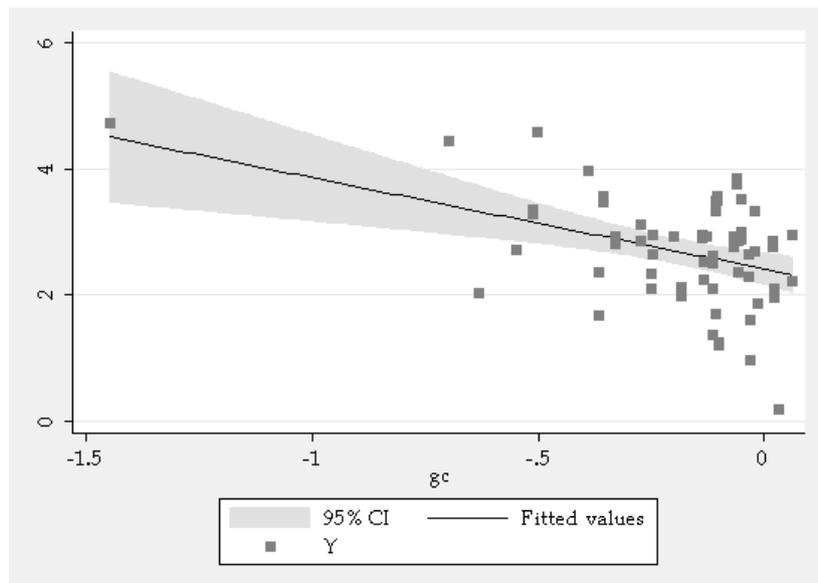


図 I -3 推計結果 (OLS 推定量と 95%信頼区間)

I - iii. LRT 導入効果の推計 (STRADA を使用した本稿分析結果)

I - iii - i. LRT のネットワークデータ

LRT の路線は全体計画区間約 15km を設定した。全体計画区間は、桜通り十文字から東武宇都宮駅を通り JR 宇都宮駅西口を結ぶ約 3km の延伸計画区間と、JR 宇都宮駅東口から柳田街道を通り、新たに鬼怒川に新設される橋を渡り、清原工業団地を経由してテクノポリスセンター地区へと結ぶ約 12km の当初計画区間から構成される。



図 I-4 導入ルート

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書より一部改変

LRT と OD のゾーン中心については、LRT 沿線約 5km 以内の 34 ゾーンと接続させた。これは図 I-2 のロジットモデルの推計対象と同じゾーンである。LRT のネットワークデータについて、他の設定は以下のようにになっている。

- ゾーン中心から駅までの距離は地図上の直線距離を使用
- 駅までのアクセス速度は 8km/h
- 料金は初乗り 150 円，対距離料金 16.6 円/km
- LRT の運行速度 30km/h
- 容量 32,000 人/日（往復交通量）
80 人/編成 ×（ピーク 4 時間 15 本/時 + オフピーク 14 時間 10 本/時） × 2

ゾーン中心から駅までの距離については鉄道ネットワークと同様の設定であるが、LRT の場合はゾーン中心と最も近くにある道路上の交差点，つまり STRADA の道路ネットワーク上でノードになっている位置を鉄道ネットワーク上の電停に設定した。駅までのアクセス速度の設定は鉄道ネットワークの設定と同様である。LRT の利用料金は初乗り 150 円，最大料金 400 円に設定した。全体計画区間 15km を始発駅から終点まで乗った場合に 400 円かかるとして，最大料金と初乗り運賃の差の 250 円が 15km に対応する対距離料金と考え，対距離料金を 16.6 円/km と設定した。LRT の運行速度は平均 30km/h と設定した。報告書では表定速度 20km/h とされているが，当初計画区間での最高速度 40km/h などを考慮したためである。

表 I -3 運行計画

項目		当初計画区間	全体計画区間	単位	備考	
需要	利用者数	15,800	44,900	人/日	需要予測結果	
	ピーク時片方向利用者数	740	1,800	人/時	需要予測結果	
区間延長		11.9	15.2	km	Bルートの設定値	
サービス水準	表定速度	20	20	km/時	LRTの平均的値	
	標準運転時間	88.5	99.2	分	往復所要時間+折り返し時間	
	輸送力	120	120	人/編成	車両定員80人×150%	
	ピーク (朝夕計4時間)	運転本数	7	15	編成/時	ピーク時需要÷輸送力
		運行間隔	8.6	4	分	60分÷ピーク時運転本数
	オフピーク (その他14時間)	運転本数	6	10	編成/時	60分÷ピーク時運行間隔
運行間隔		10	6	分	利便性を考慮した設定値	
必要列車数		14	28	編成/時	運用列車数+予備列車数	

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

全体計画区間では運行間隔は4分（ピーク時）、6分（オフピーク時）となっている。そのためピーク4時間15本/時とオフピーク14時間10本/時に、LRTの乗車定員80人を選び、往復の運行となるので2倍した値である32,000人/日をLRTの容量として設定した。

道路ネットワークデータについては、LRTが敷設される道路について道路ネットワーク上の容量を変更した。報告書を参考にして、延伸計画区間・当初計画区間について次のような設定とした。

(1) 延伸計画区間（JR宇都宮駅よりも西側の区間）

現況では片側3車線の大通りとなっている。LRT敷設に伴い、車線は片側1車線となり、歩道が拡幅される計画となっている。現況の道路ネットワークデータでは、道路容量は60,000台/日であるが、LRT導入後には15,800台/日とする。

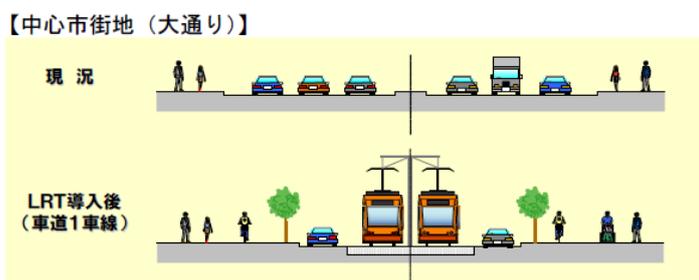


図 I -5 中心市街地の大通りにおける軌道敷設のイメージ

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

(2) 当初計画区間（JR 宇都宮駅よりも東側の区間）

現況では片側 2 車線の幹線道路となっているが、LRT 敷設に伴い、車線は片側 1 車線となる計画となっている。現況の道路ネットワークデータでは、道路容量は 30,000 台/日であるが、この約半分となるものと考えて 15,800 台/日とする。

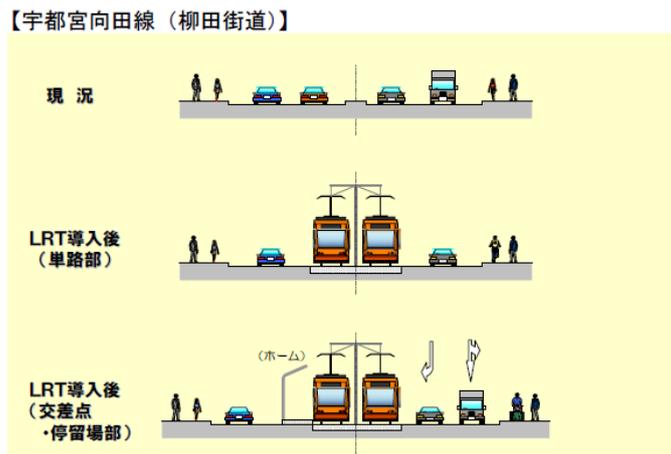


図 I - 6 柳田街道における軌道敷設のイメージ

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

I - iii - ii. LRT 利用者数の推計

LRT 導入によって、鉄道の機関分担率は 3.77%（現状）から 5.05%（LRT 導入後）に上昇した。一日あたり全トリップ数の約 1.28%にあたる 19,217 トリップが自動車から転換した。

このとき LRT 利用者数は 40,840 人/日となった。この値は全体計画区間での需要予測を 44,900 人/日とする宇都宮市の報告書の約 9 割の値となった。また区間別の利用者数は図 I - 7 のようになった。JR 宇都宮駅よりも西側の、延伸計画区間の利用者数については、本推計と報告書の需要予測で大差がない。しかし、JR 宇都宮駅よりも東側の当初計画区間では大きな差があることがわかる。

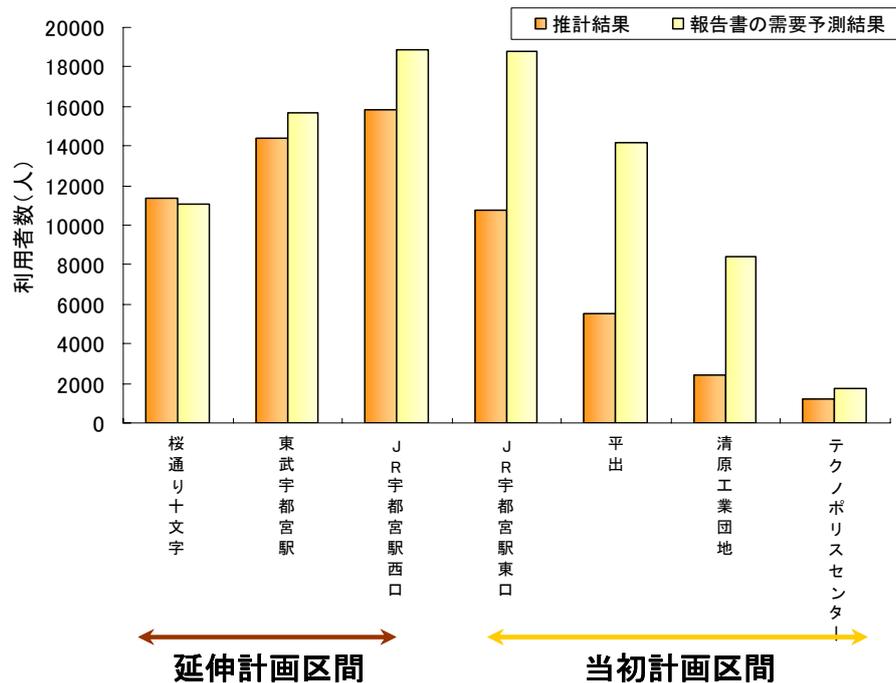


図 I-7 区間別利用者数の比較 (再掲)

I - iii - iii. LRT 導入便益の分析結果

LRT 導入に伴う時間費用, 走行費用, 事故損失額, 環境損失額, 人身事故損失額の変化は表 I-4 のようになった。なお, この結果には LRT の運行経費は含まれていない。

現状と比較して LRT 導入後には約 20 億円の社会的費用が増加すると見込まれ, 純便益は発生しなかった³⁵。内訳を見ると, 自動車交通では約 36.3 億円の純便益が発生し, 鉄道交通では約 56.3 億円の費用が発生している。

表 I-4 現状 (Without) から LRT 導入後 (With) の社会的費用の変化 (単位: 億円)

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-31.00	56.30	
走行費用	-3.68		
事故損失額	-1.57		
環境損失額	-0.07	0.02	
計	-36.32	56.32	20.00

³⁵自動車類の時間評価値は 72.45 円/分・台, 鉄道利用者の時間評価値は 37.6 円/分・人を使用した。その他の原単位などは国土交通省道路局, 都市・地域整備局 (2003)「費用便益分析マニュアル (平成 15 年 8 月)」を参照。また, LRT 導入による環境損失額としては, 宇都宮市の報告書と同様の設定である 2t-c/日を使用している。これらの値は「道路投資の評価に関する指針 (案) (道路投資の評価に関する検討委員会)」に基づくものとされている。

LRT 導入が自動車交通に与える影響としては

- 19,179 トリップが自動車から鉄道に転換したことによる道路上での混雑減少分
- LRT 導入による車線減少に伴う渋滞の発生による時間費用，走行費用の増加

の2点が考えられる。

LRT 導入が鉄道交通に与える影響としては，

- 19,179 トリップが自動車から鉄道に転換したことによる費用増加分
- LRT 導入による移動時間の短縮化

の2点が考えられる。自動車トリップについて，LRT 導入後の OD を LRT 導入前の時間費用を使って評価した値と，LRT 導入前の OD と時間費用で得られる値の差分から，転換したトリップの費用が概算できる。つまり，LRT を導入せずに，単純に自動車トリップ数が減少した場合の費用の変化分が求められる。その値を示したのが以下の表 I-5 である。

表 I-5 自動車のトリップ数減少による社会的費用変化

	トリップ数減少による費用変化分
時間費用	-83.59
走行費用	-3.68
事故損失額	-1.57
環境損失額	-0.07
計	-88.91

自動車交通におけるトリップ減少による費用の減少分は約 88.9 億円となった。表 I-4 で見たように LRT 導入による自動車交通における純便益は約 36.3 億円であったので，この差である約 52.6 億円が LRT 導入によって費用として発生したと考えられる。つまり，これは LRT 敷設による交通容量の低下・車線減少によって発生した費用と考えられる。

次に以上で述べたような LRT 敷設による交通容量の減少・車線減少によって発生した費用を視覚的に示すために，交通流図を使った分析を行う。まず，宇都宮環状道路と鬼怒川渡河部の全域について LRT 導入前と LRT 導入後を示しているのが図 I-8 である。

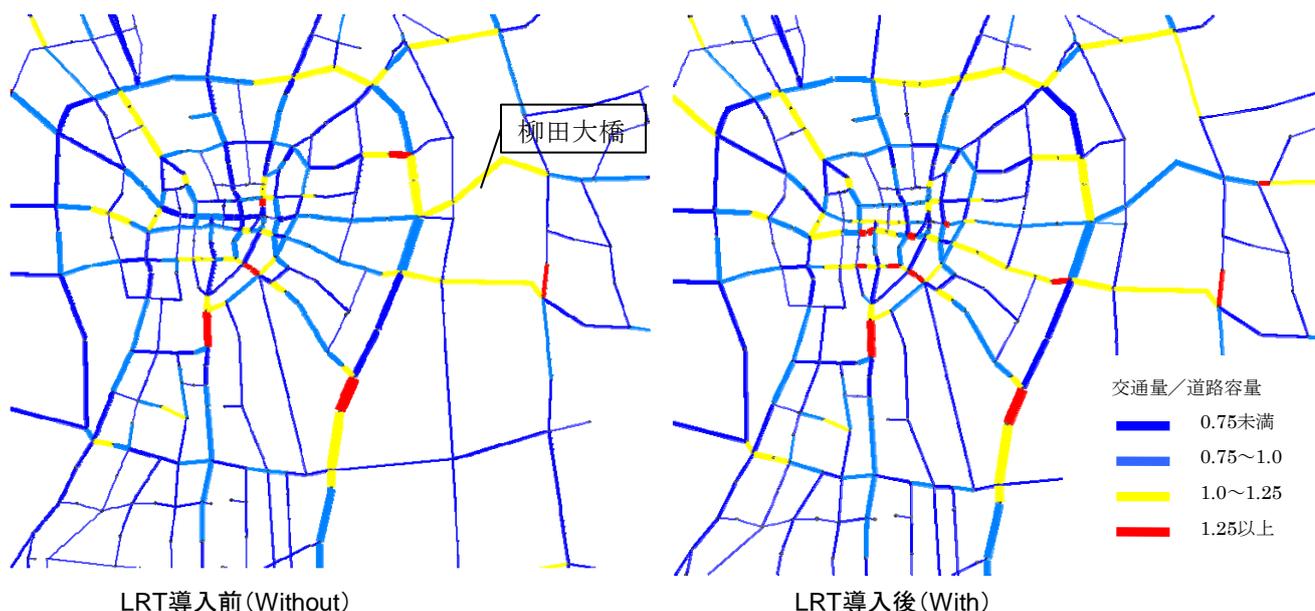


図 I -8 LRT 導入前後の交通流の比較

ここで、濃い青色で示されているのは混雑率が0.75未満、水色で示されているのは混雑率が0.75～1.0、黄色で示されているのは混雑率が1.0～1.25、赤色で示されているのは混雑率が1.25のリンクである。混雑率は日交通量/日交通容量で表される値である。交通量にはピーク時とオフピーク時があることを考慮すると、混雑率が1を越える道路はピーク時にかなりの渋滞が発生していると想像される。

図 I -8 から考察されることとして、LRT 導入によって柳田大橋の混雑率が1よりも低下していることがわかる。これはLRT 導入によって東西方向の自動車交通量が減少したことや、柳田大橋と宇都宮市中心部を結ぶ柳田街道や鬼怒通りが、LRT 敷設に伴い道路容量が低下したため、他の並行する道路への迂回交通が発生したためと考えられる。また宇都宮市中心部の東西方向の道路が軒並み赤や黄色になっており、混雑率が高まっているのがわかる。以下では宇都宮市中心部の道路について、LRT 導入前後のより詳しく検討を行う。

宇都宮市の内環状線内の通りのうち大通りと並行する通りの日交通量と混雑率の変化は表 I -6 のようになり、さらに中心部の交通流図を見ると図 2-13 のようになった。LRT 導入前的大通りの交通量が多いものの混雑はあまり発生していない。しかしLRT 導入後には、LRT 導入によって大通りの交通容量が減少したため、LRT 敷設の大通りから他の道路へ交通量が分散した。また、5つの通りの平均値からわかるようにLRT 導入により東西方向の自動車交通量が減少はしているものの、大通りと並行する道路の混雑率が軒並み上昇していることがわかる。

表 I-6 大通りと並行する通りの日交通量と混雑率の変化（再掲）

	現状(Without)		LRTのみ導入後(With)	
	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率
大通り	34070	0.57	15690	0.99
競輪場通り	16725	0.79	18737	0.86
県庁前通り	16550	0.79	18470	0.88
いちょう通り	27500	0.92	31881	1.06
平成通り	22950	1.09	24460	1.17
5つの通りの平均	23559	0.83	21848	0.99

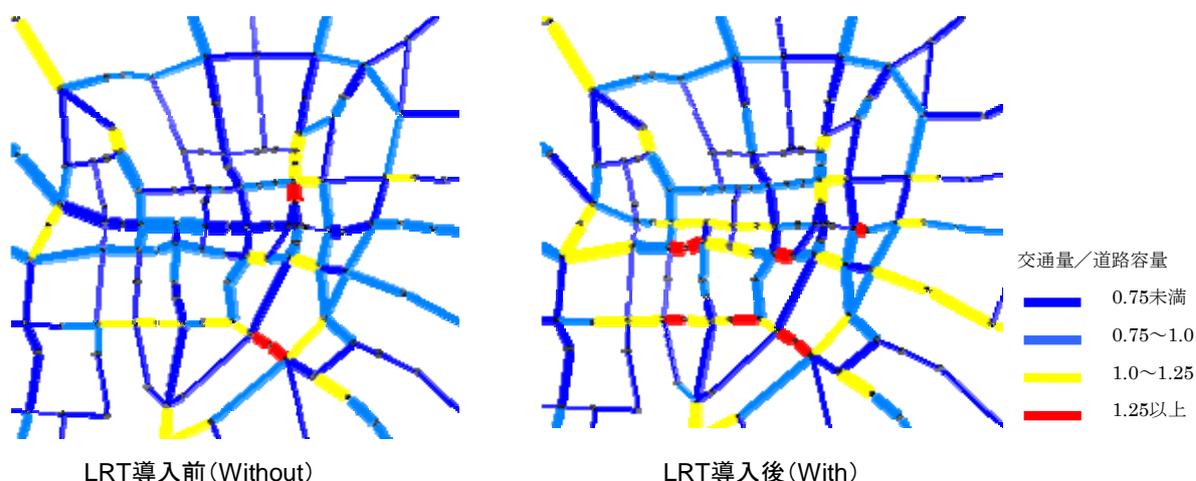


図 I-9 LRT 導入前後での宇都宮市中心部の交通流の比較（再掲）

I - iii - iv . 感度分析

次に LRT 導入の感度分析を行う。鉄道と自動車の機関分担はロジットモデルのパラメータに大きく依存するので、OLS 推計量の 95%信頼区間を利用して、鉄道分担率の最小・最大ケースを推計した上で、そのときの LRT 利用者数や便益の推計を行う。

時間費用については、係数の推計値は-1.528 で 95%信頼区間は[-2.256, -0.635]であり、定数項については、係数の推計値は 2.763 で 95%信頼区間は[2.154, 2.660]となっている。よって、鉄道分担率の最大ケースは次のようにロジットモデルの係数を設定する。

$$\ln\left[\frac{P_{car}}{P_{rail}}\right] = -2.257(gc_{car} - gc_{rail}) + 2.161 \quad (I.6)$$

鉄道分担率の最小ケースは次のようにロジットモデルの係数を設定する。

$$\ln\left[\frac{P_{car}}{P_{rail}}\right] = -0.636(gc_{car} - gc_{rail}) + 2.663 \quad (I.7)$$

A) 鉄道分担率最大ケース

鉄道分担率が最大になるケースでは、鉄道の機関分担率は 3.77%（現状）から 5.20%に上

昇した。全トリップ数の約 1.43%にあたる 21,581 トリップが自動車から転換した。このとき LRT 利用者数は 41,927 人となった。

また、LRT 導入による便益の推定結果は約 14.8 億円の社会的費用増加という結果になった（表 I-7）。このとき自動車交通における社会的費用の減少分は約 48.6 億円であり、鉄道交通の費用増加分は約 63.4 億円となっている。

表 I-7 鉄道分担率最大ケースでの社会的費用の変化（単位：億円）

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-42.58	63.36	
走行費用	-4.11		
事故損失額	-1.79		
環境損失額	-0.08	0.02	
計	-48.56	63.37	14.81

B) 鉄道分担率最小ケース

鉄道分担率が最小になるケースでは、鉄道の機関分担率は 3.77%（現状）から 4.92%に上昇した。全トリップ数の約 1.15%にあたる 17,269 トリップが自動車から転換した。このとき LRT 利用者数は 39,152 人となった。

また、LRT 導入による便益の推定結果は約 12.8 億円の社会的費用増加という結果になった（表 I-8）。このとき自動車交通における社会的費用の減少分は約 28.3 億円であり、鉄道交通の費用増加分は約 41.1 億円となっている。

表 I-8 鉄道分担率最小ケースでの社会的費用の変化（単位：億円）

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-23.97	41.05	
走行費用	-2.93		
事故損失額	-1.31		
環境損失額	-0.06	0.02	
計	-28.28	41.07	12.79

C) 感度分析のまとめ

感度分析の結果をまとめると以下の表のようになる。

表 I-9 LRT 導入効果の感度分析のまとめ

	推計値	高位ケース	低位ケース
鉄道機関分担率	5.05%	5.20%	4.92%
LRT利用者数(人)	40,840	41,927	39,152
転換トリップ数<自動車→鉄道>	19,217	21,581	17,269
社会的費用増加額(億円/年)	20.00	14.81	12.79

I - iv. LRT 導入と道路投資の効果 (STRADA を使用した本稿分析結果)

I - iv - i. 道路整備の STRADA 上での設定

LRT を道路空間に導入する場合、車線数の減少により、軌道が敷設される道路や並行する道路に混雑が生じる可能性がある。これに対して報告書では、分析の前提条件として複数の道路整備を前提としている。宇都宮市の報告書では、競輪場通りと県庁前通りが現状 2 車線となっているものを 4 車線に拡幅し、さらに新鬼怒川渡河道路が 4 車線で架橋されたものとして推計を行っている。

表 I -10 前提とした主な将来道路整備 (再掲)

競輪場通り	2車線→4車線
県庁前通り (宇都宮烏山線～都心環状線間)	2車線→4車線
新鬼怒川渡河道路	なし→4車線

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

よって以下では次のような設定で道路整備を行ったと仮定して、LRT 導入の効果を測定する。

表 I -11 道路整備と道路容量の設定

	現状 (Without)		LRT 導入後 (With)	
	車線数	(設定道路容量)	車線数	(設定道路容量)
大通り	6	60000	2	15800
競輪場通り	2	21000	4	30000
県庁前通り	2	21000	4	30000
新鬼怒川渡河道路	0	0	4	30000

I - iv - ii. LRT 需要と便益の推計

LRT 導入とともに内環状道路と大通りの拡幅を行ったケースでは、鉄道の機関分担率は 3.77% (現状) から 5.04% (LRT 導入後) に上昇した。全トリップ数の約 1.27% にあたる 19,068 トリップが自動車から転換した。このときの LRT 利用者数は 40,682 人となる。

また、LRT 導入による便益の推定結果は約 60.5 億円の社会的費用の減少という結果になり、純便益が発生した。このとき自動車交通における社会的費用の減少分は約 103.7 億円であり、鉄道交通の費用増加分は約 43.3 億円となっている (表 I -12)。

この分析において顕著なのは新鬼怒川渡河道路の効果である。現状で鬼怒川にかかる 3 本の橋 (北から順に、新鬼怒橋、柳田大橋、新鬼怒橋となっている) と道路整備を行ったケースでの新鬼怒川渡河道路の日交通量と混雑率をまとめたのが、表 I -13 である。

表 I-12 LRT 導入と道路整備による社会的費用の変化（単位：億円）

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-97.1	43.27	
走行費用	-4.88		
事故損失額	-1.6		
環境損失額	-0.16	0.02	
計	-103.74	43.29	-60.45

現状と LRT のみを導入したケースを比較すると、LRT 導入のみでは橋の混雑率は平均値で 1.07 から 1.03 とあまり変化せず、鬼怒川渡河部の混雑が解消されないことがわかる。しかし新鬼怒川渡河道路を整備すると混雑率は平均で 0.83 と大幅に低下することがわかる。

さらに LRT 導入のみのケースと新鬼怒川渡河道路の架橋を行ったケースとの交通流の比較を行ったものが図 I-10 である。新たに架橋することにより宇都宮市の中心部分や鬼怒川渡河部では混雑緩和の効果があることがわかる。しかし同時に、架橋により交通流動が大きく変化し、新たな渋滞が別の道路で発生するようになっていることも観察される。

表 I-13 鬼怒川にかかる橋の日交通量と混雑率の変化

	現状		LRTのみ導入後		LRT導入と道路整備後	
	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率
新鬼怒川橋(国道4号線)	32900	1.1	34500	1.15	28700	0.96
新鬼怒川渡河道路	—	—	—	—	23100	0.77
柳田大橋(柳田街道)	31900	1.05	27700	0.92	17000	0.57
新鬼怒橋(国道123号線)	28400	1.09	29400	1.13	26900	1.03
平均	30150	1.07	28550	1.03	23925	0.83

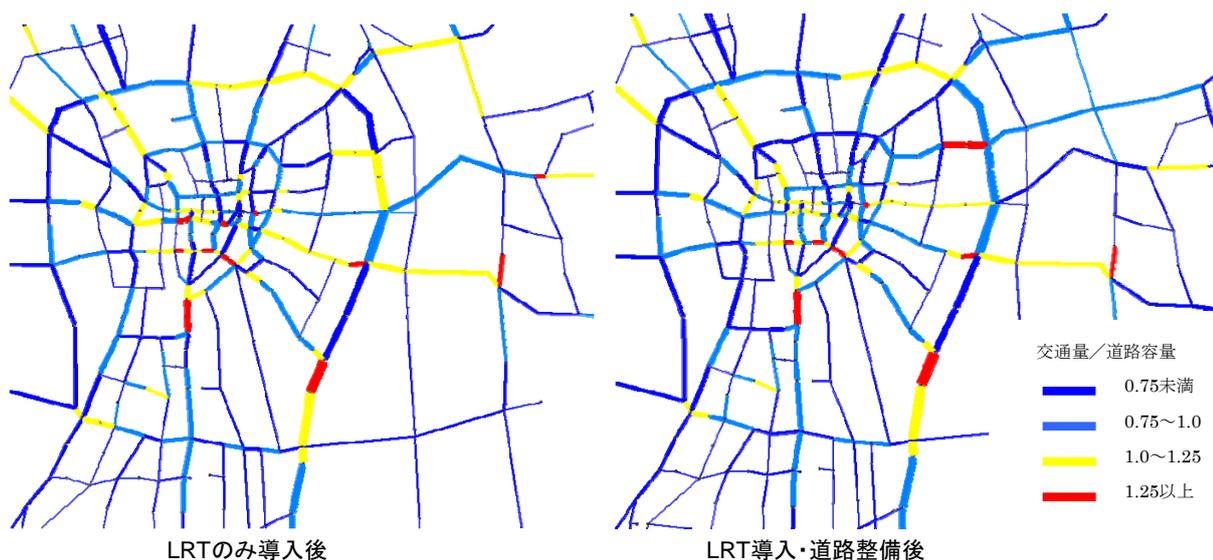


図 I-10 LRT 導入と道路整備を行った場合と行わない場合の交通流の比較（再掲）

I - iv - iii. 感度分析

A) 鉄道分担率最大ケース

鉄道分担率が最大になるケースでは、鉄道の機関分担率は3.77%（現状）から5.19%に上昇した。全トリップ数の約1.42%にあたる21,393トリップが自動車から転換した。このときLRT利用者数は41,746人となった。

また、LRT導入による便益の推定結果は約69.8億円の社会的費用の減少という結果になり、純便益が発生した。このとき自動車交通における社会的費用の減少分は約116.8億円であり、鉄道交通の費用増加分は約47億円となっている。

表 I -14 鉄道分担率最大ケースでの社会的費用の変化（単位：億円）

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-109.67	47.02	
走行費用	-5.18		
事故損失額	-1.81		
環境損失額	-0.16	0.02	
計	-116.82	47.04	-69.78

B) 鉄道分担率最小ケース

鉄道分担率が最小になるケースでは、鉄道の機関分担率は3.77%（現状）から4.91%に上昇した。全トリップ数の約1.14%にあたる17,222トリップが自動車から転換した。このときLRT利用者数は38,207人となった。

また、LRT導入による便益の推定結果は約51.6億円の社会的費用減少という結果になり、純便益が発生した。このとき自動車交通における社会的費用の減少分は約92.4億円であり、鉄道交通における費用増加分は約40.8億円となっている。

表 I -15 鉄道分担率最小ケースでの社会的費用の変化（単位：億円）

	費用変化分(自動車)	費用変化分(鉄道)	計
時間費用	-86.16	40.81	
走行費用	-4.58		
事故損失額	-1.55		
環境損失額	-0.14	0.02	
計	-92.44	40.83	-51.61

C) 感度分析のまとめ

以上の分析結果をまとめると次の表のようになる。

表 I -16 LRT 導入効果の感度分析のまとめ

	推計値	高位ケース	低位ケース
鉄道機関分担率	5.04%	5.19%	4.91%
LRT利用者数(人)	40,682	41,746	38,207
転換トリップ数<自動車→鉄道>	19,068	21,393	17,222
社会的便益(億円/年)	60.45	69.78	51.61

I - iv - iv . 費用便益分析

以下ではLRT導入と道路整備を行った2つのケースについて費用便益分析を行う。まず、費用便益分析を行う際の費用の設定を行う。

LRT事業にかかわる費用としては、全体計画区間の事業費355.1億円(表I-17)と年間運営経費12.95億円(表I-18)という値を用いる。

表 I -17 概算事業費

区間	路線延長	総事業費	備考
当初計画区間 JR宇都宮駅東口 ～宇都宮テクノポリスセンター地区	11.9km	251.6億円	21.1億円/km
延伸計画区間 JR宇都宮駅東口 ～桜通り十文字付近	3.3km	103.5億円	31.3億円/km
合計 (全体計画区間) 桜通り十文字付近 ～宇都宮テクノポリスセンター地区	15.2km	355.1億円	23.4億円/km

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

表 I -18 年間運営経費

支出項目	原単位	百万円/年
人件費	6.0百万円/人	924
動力費	41.3円/車キロ	92
修繕費	76.6円/車キロ	170
その他経費	7.2百万円/営	109
経費計		371
支出計		1295

出典：新交通システム導入課題の検討結果報告書

次に道路整備にかかる費用としては、新鬼怒川渡河道路の総工費は120億円³⁶という値を使用する。さらに、その他の道路整備の費用を55億円/kmと設定する。道路整備費用の設定方法は、過去の道路整備の事例の中から、市街地の道路拡幅の事例、またはそれに近いと考えられる事例からそれらの平均的な値を導出したものである。さらに道路の年間維

³⁶ 栃木県宇都宮土木事務所のホームページより
<http://www.pref.tochigi.jp/system/desaki/desaki/utsunomiya-dj-jigyou1.html#d1>

持管理費は主要地方道の4.1百万円/kmを使用する³⁷。以上の前提から、道路整備費として表I-19の値を費用に設定した。

表 I -19 道路整備費の設定

	延長(km)	事業費(億円)	年間維持管理費(億円)
競輪場通り	4.1	225.5	0.16
県庁前通り	2	110	0.08
新鬼怒川渡河道路	6.24	120	0.25

LRT 事業費と道路整備費は基準年(0年)の期首にかかり、LRT 運行経費と社会的便益は5年後から40年間毎年同額発生すると仮定する。割引率は4%を仮定する。

費用便益分析の結果は表I-20のようになった。

表 I -20 費用便益分析の結果

	推計値	高位ケース	低位ケース
鉄道機関分担率	5.04%	5.19%	4.91%
社会的便益(億円/年)	60.45	69.78	51.61
社会的便益(40年、割引率4%) B	1023	1181	873
社会的費用(40年、割引率4%) C	1038	1038	1038
費用便益比 B/C	0.98	1.14	0.84

新鬼怒川渡河道路の架橋、競輪場通り・県庁前通りの拡幅を行うケースでの便益費用比は約0.98で、高位ケースでは約1.14、低位ケースでは約0.84となる。高位ケースのみで便益費用比が1以上という結果になった。

I - iv - v. 道路投資のみの分析

ここでは道路整備のみを行ったケースの費用便益分析を行う。道路整備はLRT導入とともに整備されると設定されている、競輪場通りと県庁前通りの拡幅と、新鬼怒川渡河道路の架橋の効果を分析する。

表 I -21 STRADA 上での道路投資の設定

	現状(Without)		道路整備後(With)	
	車線数	(設定道路容量)	車線数	(設定道路容量)
競輪場通り	2	21000	4	30000
県庁前通り	2	21000	4	30000
新鬼怒川渡河道路	—	—	4	30000

以上の設定で道路投資のないケースと、道路整備後のケースを比較すると、道路投資の効果は約67.9億円の社会的費用削減効果が推計された。

³⁷ 国土交通省道路局、都市・地域整備局(2003)「費用便益分析マニュアル(平成15年8月)」。

表 I -22 道路投資効果の推計

	費用変化分(自動車)
時間費用	-66.74
走行費用	-0.99
事故損失額	-0.08
環境損失額	-0.07
計	-67.88

道路整備のみの効果を交通流図で表すと図 I -11 のようになる。中心市街地の交通流にあまり変化はないが、鬼怒川渡河部の混雑が解消していることがわかる。鬼怒川渡河部の混雑率を表にしたものが表 I -23 である。混雑率を見ると、道路投資前は全ての橋で混雑率が1を超えていたものの、架橋によって混雑率が低下し1以下になっていることがわかる。

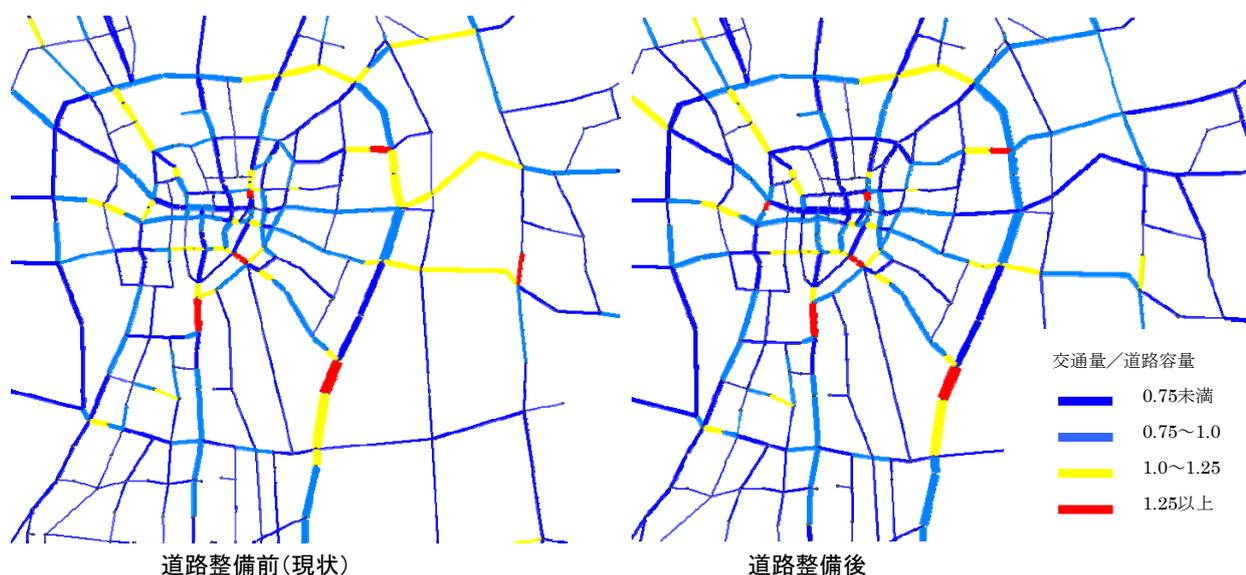


図 I -11 道路整備前後の交通流の変化

表 I -23 道路投資による鬼怒川渡河部の交通流の変化

	現状(Without)		道路整備後(With)	
	日交通量	混雑率	日交通量	混雑率
新鬼怒川橋(国道4号線)	32900	1.1	28100	0.94
新鬼怒川渡河道路	—	—	22600	0.75
柳田大橋(柳田街道)	31900	1.05	21300	0.71
新鬼怒橋(国道123号線)	28400	1.09	25000	0.96

次に道路投資の費用便益分析を行う。道路整備にかかる費用はLRT導入と道路投資の効果を推計した際の設定と同一である。道路整備費は基準年(0年)の期首にかかり、社会的便益は5年後から40年間毎年同額発生すると仮定する。割引率は4%を仮定する。その結果、便益費用比は2.48と推計された。

表 I -24 道路投資の費用便益分析

	推計値
社会的便益(億円/年)	66.74
社会的便益の割引現在価値(40年、割引率4%) B	1148
道路事業費用の割引現在価値(40年、割引率4%)	464
費用便益比 B/C	2.48

II. 政策分析の定量的評価の詳細

II - i. 分析の前提と感度分析の設定

II - i - i. 機関分担モデル

政策分析において機関分担推計を行う際には、集計ロジットモデルの OLS 推定量を使用した次の推計式を適用することとした。

$$\ln\left[\frac{P_{car}}{P_{rail}}\right] = -1.446(gc_{car} - gc_{rail}) + 2.412 \quad (\text{II}.1)$$

これは鉄道 (LRT) と自動車という機関分担だけではなく、BRT のケースでは、BRT も鉄道ネットワークに含めて、同じ推計式を使用している。

さらに機関分担モデルは LRT 全体計画区間導入ケースでは LRT 沿線約 5km 圏内の 34 ゾーンを対象としたが、LRT 延伸計画区間導入ケースと BRT 導入ケースでは沿線約 5km 圏内の 23 ゾーンを対象とした。

II - i - ii. 感度分析

感度分析については、時間評価値や環境評価値といった原単位や、走行費用や事故費用の値に関して上位ケース・中位ケース・下位ケースをそれぞれ設定して分析を行った。

時間評価値の上位ケース・中位ケース・下位ケースの設定は表 I -26 の値とした。通常の費用便益分析においては国土交通省の費用便益マニュアルで記載されている、乗用車類 72.45 円/台・分、鉄道 37.6 円/人・分という値を使用しているが、過大であるという指摘が多い。ここでは高位推計として国土交通省道路局、都市・地域整備局「費用便益分析マニュアル (平成 15 年 8 月)」で使用されている乗用車類、普通貨物、小型貨物の時間評価値と、国土交通省鉄道局「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル」で使用されている時間評価値を使用する。さらに米国連邦運輸省 (USDOT) の 8.9 \$/人・時³⁸、乗用車類

³⁸ Transportation Cost and Benefit Analysis – Travel Time Costs *Victoria Transport Policy Institute* (www.vtpi.org) <http://www.vtpi.org/tca/tca0502.pdf> より

13.92 \$/台・時、普通貨物車 21.24 \$/台・時³⁹という値を低位推計に使用することとする。さらに小型貨物については、普通貨物と小型貨物の時間評価値を、高位推計で使用した国土交通省の費用便益分析マニュアルの比で計算した値を使用する。中位推計としては、低位推計と高位推計の平均値を使用する。

さらに走行費用と事故損失額については中位値として「道路投資の評価に関する指針（案）（道路投資の評価に関する検討委員会）」の値を使用する。そして高位値は中位値の3割増の値、低位値は中位値の3割減の値と設定をする。

表 II-25 時間評価値の設定⁴⁰

	高位値	中位値	低位値	
	円/台(人)・分	円/台(人)・分	\$/台・時	円/台(人)・分
乗用車類	72.45	48.99	13.92	25.52
普通貨物	87.44	63.19	21.24	38.94
小型貨物	56.81	41.05	—	25.30
鉄道(人)	37.60	26.96	8.9	16.32

環境評価値のうち、NOx 排出原単位及び貨幣換算原単位については、全てのケースで「道路投資の評価に関する指針（案）（道路投資の評価に関する指針検討委員会）」に基づくものとした。ここでは環境評価値の感度分析は CO2 の貨幣換算額について行う。CO2 排出による地球温暖化費用の主な推計値をまとめたものが表 II-27 である

表 II-26 CO2 排出による地球温暖化費用

出典 (単位)円/t-c	低位	中位	高位	
道路投資の評価に関する指針(案)		2,300		
CVM手法 岩倉・石田ら(2000)	7,468		9,622	
IPCCによる試算(1995)	550		13,750	\$5~125 \$1=110円
EUのCO2排出権取引市場		13,569		€23.13/t-CO2(2008/1/11) €1=160円
既存研究のサーベイ 兒山・岸本(2001)	850		274,329	
本分析での設定値	4,000	30,000	100,000	

まず、「道路投資の評価に関する指針（案）（道路投資の評価に関する指針検討委員会 編）」では、地球温暖化の貨幣評価原単位として 2,300 円/t-C が設定されており、通常費用便益分析においてはこの値が使用される。次に CVM (Contingent Valuation Method : 仮想市場法) によって地球温暖化の社会的費用原単位が推計されたものとして岩倉・石田ら (2000) ⁴¹がある。岩倉・石田ら (2000) では地球温暖化の社会的費用原単位は 7,468~9,622 円 t-C と推計されている。IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change : 気候変動に関する政府間

³⁹ AASHTO (2003), User Benefit Analysis for Highways Manual, American Association of State Highway & Transportation Officials.

⁴⁰ 表の数値のうち、ゴシック体で表されているものが原出典に基づく原単位で、明朝体で表されているものが分析の際に設定した値である。

⁴¹ 岩倉成治・石田東生ら (2000) 「複数の CV サーベイに基づく地球温暖化の社会的費用原単位の試算—運輸部門における費用便益分析への適用を念頭に—」

パネル) による第二次評価報告書気候変化では気候変化の経済的・社会的側面について分析が行われており、\$5~125/t-C と推計されている。これを1\$=110円で日本円に換算すると550円~13,750円/t-Cとなる。現在のEUにおけるCO2排出権取引市場の市場取引価格は23.13ユーロである(2008年1月11日)⁴²。金本・蓮池・藤原(2006)で解説されているように、地球温暖化費用の推定方法としては、(1)地球温暖化による被害を予防する費用(対策費用)を推定する手法と、(2)地球温暖化による損害額(農作物の収穫減少、自然災害の増加等)を積み上げていく手法がある。これらの推計についての既存論文のサーベイとしては兒山・岸本(2001)⁴³があり、低位値で850円/t-C、高位値で274,329円/t-Cというものがある。これらの値を参考にして、本分析ではCO2排出による地球温暖化費用は高位値100,000円/t-C、中位値30,000円/t-C、低位値4,000円/t-Cと設定した。

II - ii. 政策分析の定量的評価

II - ii - i. 全体計画区間へのLRT導入と道路投資

このケースでは全体計画区間にLRTを導入する。この場合大通りは現状の6車線から2車線となり、宇都宮中心部の自動車交通に大きな影響を与える。そのため、この大通りの迂回ルートとなりうる、宇都宮市中心部の内環状線の南側部分となっている平成通りを拡幅すると考える⁴⁴。

表 II - 27 車線数と道路容量の設定

	現状(Without)		LRT導入後(With)	
	車線数	(設定道路容量)	車線数	(設定道路容量)
大通り	6	60000	2	15800
平成通り	2	21000	4	30000
新鬼怒川渡河道路	0	0	4	30000

機関分担推計の結果、LRT導入によって、鉄道の機関分担率は3.77%(現状)から5.04%(LRT導入後)に上昇した。一日あたり全トリップ数の約1.27%にあたる19,055トリップが自動車から転換した。このときLRT利用者数は40,715人/日となった。

LRT導入に伴う時間費用、走行費用、事故損失額、環境損失額、人身事故損失額の変化は表のようになった。なお、この結果にはLRTの運行経費は含まれていない。現状と比較してLRT導入後には約45億円/年の社会的費用削減効果があると推計された。また高位ケースでは約68.5億円/年、低位ケースでは22.5億円/年の社会的費用減少が見込まれる。

⁴² PointCarbonのページより。http://www.ghg.jp/pointcarbon/

⁴³ 兒山真也・岸本充生(2001)「日本における自動車交通の外部費用の概算」、『運輸政策研究』, Vol.4 ,No.2, pp.19-30

⁴⁴ 平成通りの拡幅を道路投資に設定したのは、LRT導入前やLRTのみ導入のケースで、東西方向の通りの中で最も混雑率が高かったため、最も道路投資の効果が高いと判断したためである。

表Ⅱ-28 現状からLRT導入後の社会的費用の減少額（単位：億円）

	高位推計	中位推計	低位推計
時間費用	-51.16	-32.67	-14.20
走行費用	-11.86	-9.12	-6.38
事故損失額	-3.15	-2.42	-1.69
環境損失額	-2.35	-0.80	-0.23
内CO2削減便益	-2.21	-0.66	-0.09
計	-68.51	-45.01	-22.51

次に費用便益分析を行う。LRT事業にかかわる費用としては、前の分析と同様に全体計画区間の事業費355.1億円（表Ⅰ-17）と年間運営経費12.95億円（表Ⅰ-18）という値を用いる。道路整備の費用については表Ⅱ-29のように設定した。

表Ⅱ-29 道路整備費の設定

	延長(km)	事業費(億円)
平成通り	3.00	165
新鬼怒川渡河道路	6.24	120

以上の値を用いて費用便益分析を行った結果が表Ⅱ-31である。LRT導入と道路整備によって、社会的便益が発生した。便益費用比は中位ケースで0.88、高位ケースで1.34、低位ケースで0.44となった。また、全体計画区間の平均運賃を200円と設定した上で年間の利用者数を掛けて年間の収入を算出する。その年間収入の割引現在価値を、LRT整備・運営費用の割引価値で割った値は0.88となり、40年間の期間で見るとLRTにかかる費用の88%しか運賃収入のみでは賄えないことになる。

表Ⅱ-30 費用便益分析の結果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	68.51	45.01	22.51
社会的便益(40年、割引率4%) B	1159	761	381
社会的費用(40年、割引率4%) C	866	866	866
費用便益比 B/C	1.34	0.88	0.44

Ⅱ-ii-ii. 延伸計画区間へのLRT導入と道路整備

このケースでは延伸計画区間にLRTを導入する。道路整備は全体計画区間にLRTを導入するケースと同様である。延伸計画区間のLRTのケースでは、ODのノード中心がLRT沿線約5km以内の23ゾーンと接続させた。

機関分担推計の結果、LRT導入によって、鉄道の機関分担率は3.77%（現状）から4.61%（LRT導入後）に上昇した。一日あたり全トリップ数の約0.84%にあたる12,616トリップが自動車から転換し、LRT利用者数は29,967人/日となった。

LRT導入に伴う時間費用、走行費用、事故損失額、環境損失額、人身事故損失額の変化

は表Ⅱ-32 のようになった。なお、この結果には LRT の運行経費は含まれていない。また、LRT 導入による環境損失額としては、全体計画区間への LRT 導入の際には 2t-c/日の二酸化炭素排出量という設定になっていた。ここでは延伸計画区間のみであるので、その半分になるものとして 1t-c/日の二酸化炭素排出量という値を使用している。

以上のような設定の下で、延伸計画区間への LRT 導入と道路整備による効果は、現状と比較して LRT 導入後には約 53 億円/年の社会的費用削減効果があると推計された。また高位ケースでは約 81.6 億円/年、低位ケースでは 25.5 億円/年の社会的費用減少が見込まれる。

表Ⅱ-31 現状から LRT 導入後の社会的費用の減少額（単位：億円）

	高位推計	中位推計	低位推計
時間費用	-67.44	-43.19	-18.94
走行費用	-9.24	-7.11	-4.98
事故損失額	-2.42	-1.86	-1.30
環境損失額	-2.46	-0.85	-0.25
内CO2削減便益	-2.32	-0.70	-0.10
計	-81.56	-53.01	-25.47

次に費用便益分析を行う。LRT 事業にかかわる費用としては、延伸計画区間の事業費 98.9 億円と、年間運営経費 6.39 億円という値を用いる。事業費は、新交通システム導入基本計画策定調査報告書に示されているように、桜通り十文字から JR 宇都宮駅西口の区間別事業費 37.9 億円、車両費 35 億円、車両基地設置費用・変電所設置費用 26 億円を足し合わせた 98.9 億円とした。なお事業費のうちの車両費 35 億円は、当初計画 35 億円、全体計画 70 億円の差を使って設定している。延伸計画区間の年間運営経費については次のようにして設定した。報告書には全体計画区間に LRT を導入したケースと、当初計画区間にのみ LRT を導入したケースの分析が行われており、年間運営経費についても両方の値が記載されている。これを示しているのが表Ⅱ-32 である。よって延伸計画区間の運営経費はこの差の値を使用することができると考えられる。それを表したのが表Ⅱ-33 延伸計画区間の年間運営経費の設定である。

表Ⅱ-32 全体計画区間と当初計画区間の年間運営経費の比較

支出項目	原単位	百万円/年	支出項目	原単位	百万円/年
人件費	6.0百万円/人	924	人件費	6.0百万円/人	456
動力費	41.3円/車キロ	92	動力費	41.3円/車キロ	40
修繕費	76.6円/車キロ	170	修繕費	76.6円/車キロ	75
その他経費	7.2百万円/営	109	その他経費	7.2百万円/営	86
経費計		371	経費計		200
支出計		1295	支出計		656

全体計画区間

当初計画区間

出典：新交通システム導入基本計画策定調査報告書

表 II -33 延伸計画区間の年間運営経費の設定

支出項目	原単位	百万円/年
人件費	6.0百万円/人	468
動力費	41.3円/車キロ	52
修繕費	76.6円/車キロ	95
その他経費	7.2百万円/営	23
経費計		171
支出計		639

以上の値を用いて費用便益分析を行った結果が表 II -35 である。LRT 導入と道路整備によって、社会的便益が発生した。便益費用比は中位ケースで 1.80、高位ケースで 2.77、低位ケースで 0.86 となった。また、延伸計画区間の平均運賃を 150 円と設定した上で年間の利用者数を掛けて年間の収入を算出する。その年間収入の割引現在価値を、LRT 整備・運営費用の割引価値で割った値は 1.34 となり、40 年間の期間で見ると LRT にかかる費用が運賃収入のみで賄えることになる。

表 II -34 費用便益分析の結果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	81.56	53.01	25.47
社会的便益(40年、割引率4%) B	1380	897	431
社会的費用(40年、割引率4%) C	498	498	498
費用便益比 B/C	2.77	1.80	0.86

II - ii - iii. BRT (Bus Rapid Transit) の導入と道路整備

このケースでは LRT 延伸計画区間の一部である大通り (約 3km) に BRT (Bus Rapid Transit) を導入する。具体的にはバスレーンを整備してバスの運行速度の向上を図る。さらに低床型の接続バスを導入することで LRT と同様のバリアフリー性・乗車定員とする。道路整備は LRT を導入するケースと同様である。

延伸計画区間の LRT のケースと同様に、BRT と OD のゾーン中心については、BRT 沿線約 5km 以内の 23 ゾーンと接続させた。BRT と鉄道のネットワークデータについて、他の設定は以下のようにになっている。

- ゾーン中心から駅までの距離は地図上の直線距離を使用
- 駅までのアクセス速度は 8km/h
- 料金は初乗り 150 円、対距離料金 16.6 円/km
- BRT の運行速度 18km/h
- 容量 32,000 人/日 (往復交通量)

LRT のケースと同様に、ゾーン中心と最も近くにある道路上の交差点、つまり STRADA の道路ネットワーク上でノードになっている位置をバス停と設定した。駅までのアクセス速度の設定は鉄道ネットワークの設定と同様である。利用料金は LRT と同様に初乗り 150

円，対距離料金 16.6 円/km と設定した．BRT の運行速度は平均 18km/h と設定した．BRT の容量は LRT と同様のサービスレベルとするため 32,000 人/日を容量として設定した．

さらに，道路ネットワークデータについては，バスレーンが整備されるため大通りは片側 3 車線から片側 2 車線になるものとした．道路整備も含めた BRT 導入後の道路ネットワークの容量変更は次の通りである．

表 II-35 BRT 導入ケースでの道路容量の設定

	現状(Without)		バスレーン導入後(With)	
	車線数	(設定道路容量)	車線数	(設定道路容量)
大通り	6	60000	4	30000
平成通り	2	21000	4	30000
新鬼怒川渡河道路	0	0	4	30000

次にバスの環境損失額の設定であるが，図 II-12 にあるように，1 人を 1km 運ぶのに排出する二酸化炭素量の比較では，路面電車は 9g-C/人キロであるのに対して乗合バスは 19 g-C/人キロという値になっている．これを使うと，延伸計画区間 LRT のケースの 1t-c/日の二酸化炭素排出量から， $19/9=約 2.1$ t-c/日という設定ができる．また，NOx の排出量については，自動車利用から転換して減少した NOx 排出量と相殺されるものとする．

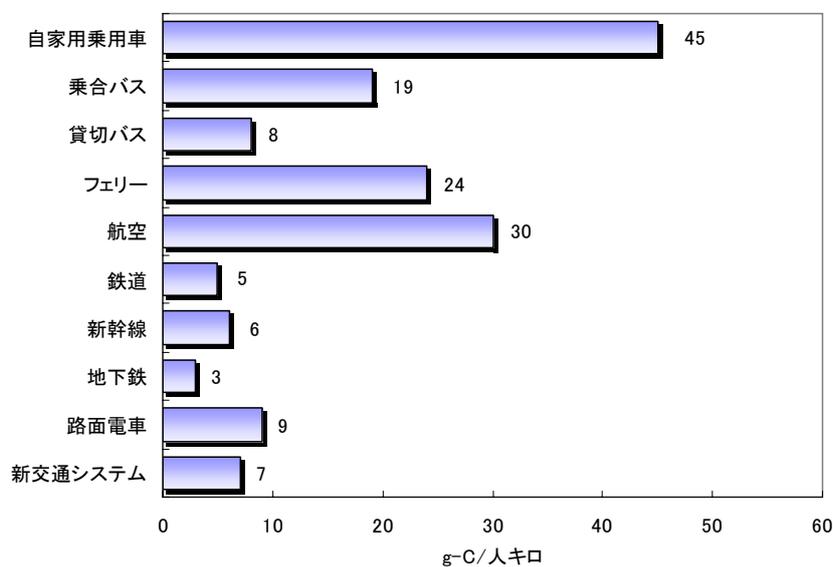


図 II-12 1 人を 1km 運ぶのに排出する二酸化炭素の比較

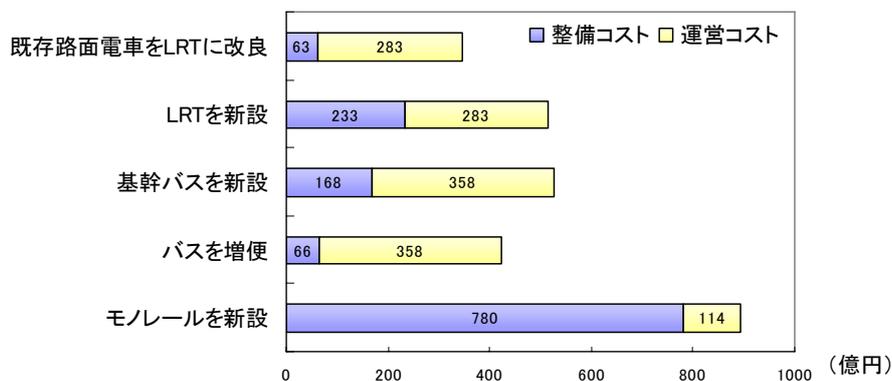
出典：LRT 整備による都市ならびに交通ネットワークへの影響調査報告書

以上のような設定の下で，BRT 導入と道路整備による効果は，現状と比較して BRT 導入後には約 57.6 億円/年の社会的費用削減効果があると推計された．また高位ケースでは約 85.5 億円/年，低位ケースでは 30.3 億円/年の社会的費用減少が見込まれる．

表Ⅱ-36 現状からBRT導入後の社会的費用の減少額（単位：億円）

	高位推計	中位推計	低位推計
時間費用	-75.52	-50.52	-25.53
走行費用	-7.28	-5.60	-3.92
事故損失額	-1.42	-1.09	-0.76
環境損失額	-1.32	-0.40	-0.05
内CO2削減便益	-1.32	-0.40	-0.05
計	-85.54	-57.61	-30.27

次に費用便益分析を行う。BRT事業にかかわる費用として、バスレーン整備費は4億円/kmを使用した⁴⁵。年間運営経費についてはLRTを延伸計画区間に導入した場合と同様の6.39億円という値を用いる。運営コストについては、バス事業の運営コストはLRTの運営コストの1.27倍という試算がある（図Ⅱ-13）。しかし接続バスの導入により人件費は従来の半分となり、LRTと同様の輸送力が確保できる。そのため運営コストについては大きな差がないものここでは考える。さらに、バスの車両費用は6,000万円/車両とする⁴⁶。BRTの区間は片道約3kmであるので、10車両あれば4分間隔の運行が十分可能である。10年を耐用年数として、10台の接続バスを備えるとすると、40年間で100台のバスが必要となる。40年間で100台のバスを購入すると仮定して、1年当たり1.5億円のバス車両費用がかかるものとする。また、これらの年間経費については、推測が主であるので、感度分析を行う。上記の費用は感度分析において高位ケースの値として使用することにする。中位ケース・低位ケースではそれぞれ年間経費が10%、20%上昇した場合の費用便益分析を行う。



図Ⅱ-13 交通機関別の整備・運営コストの試算⁴⁷

出典：LRT整備による都市ならびに交通ネットワークへの影響調査報告書

⁴⁵ 京都市（2005）「新しい公共交通システム調査報告書」第2章新しい公共交通システムの概要と特性比較・設定より

⁴⁶ 神奈川中央交通で導入されている接続バスの価格が約6,000万円というヒアリング結果を元に設定した。平成19年11月30日（金）株式会社東野交通ヒアリング結果より。

⁴⁷ 20,000人/日を5km、30年間輸送する場合の交通機関別の整備・運営コストを試算したものである。原出典：財団法人運輸政策研究機構「まちづくりと連携したLRTの導入に関する調査」

費用便益分析を行った結果が表Ⅱ-37である。BRT導入と道路整備によって、社会的便益が発生した。便益費用比は中位ケースで2.16、高位ケースで3.30、低位ケースで1.10となった。また、BRT導入区間の平均運賃を150円と設定した上で年間の利用者数を掛けて年間の収入を算出する。その年間収入の割引現在価値を、LRT整備・運営費用の割引価値で割った値中位ケースで1.30（高位ケース1.42、低位ケース1.20）となり、40年間の期間で見るとBRTにかかる費用が運賃収入のみで賄えることになる。

表Ⅱ-37 費用便益分析の結果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	85.54	57.61	30.27
社会的便益(40年、割引率4%) B	1447	975	512
社会的費用(40年、割引率4%) C	438	452	466
費用便益比 B/C	3.30	2.16	1.10

Ⅱ-ii-iv. 道路整備と現状の公共交通支援

LRTやBRT導入のケースと同様の道路整備のみを行った場合の効果の推計結果が表Ⅱ-39である。道路整備によって、現状と比較して社会的費用は減少し、社会的便益が発生した。年間に中位ケースで約60.3億円、高位ケースで87.8億円、低位ケースで33.3億円、社会的便益が発生するという結果になった。便益費用比は中位ケースで3.50、高位ケースで5.10、低位ケースで1.93となった。

表Ⅱ-38 道路整備後の社会的費用の減少額（単位：億円）

	高位推計	中位推計	低位推計
時間費用	-82.66	-56.85	-31.05
走行費用	-3.59	-2.76	-1.93
事故損失額	-0.21	-0.16	-0.11
環境損失額	-1.34	-0.49	-0.17
内CO2削減便益	-1.23	-0.37	-0.05
計	-87.80	-60.26	-33.26

表Ⅱ-39 費用便益分析の結果

	高位ケース	中位ケース	低位ケース
社会的便益(億円/年)	87.80	60.26	33.26
社会的便益(40年、割引率4%) B	1485	1020	563
社会的費用(40年、割引率4%) C	291	291	291
費用便益比 B/C	5.10	3.50	1.93

謝辞

本稿の執筆にあたっては、多くの方々にお世話になった。以下に記しお礼の言葉に代えたい。まず、指導教官である金本良嗣教授、石井喜三郎国土交通省大臣官房審議官、山口勝弘特任教授からは、一年間を通じて、経済学理論及び行政実務の両面から有意義なコメントをいただき、交通政策を論じることの面白さと難しさを教えて頂いた。国土交通省都市・地域整備局都市計画課開発企画調査室の田中和氏課長補佐には、宇都宮市のヒアリング先とのアポイントメントや資料提供など様々な面で研究をサポートしていただいた。データ面では、宇都宮都市圏総合都市交通体系調査（パーソントリップ調査）の基礎データを提供いただいた栃木県国土整備部都市計画課に謝意を表したいと思う。我々が本稿で行った分析のほとんどがこのデータから得られたものである。また、株式会社価値総合研究所の山崎清主任研究員と岩上一騎研究員からは STRADA の使用方法について詳細なご指導を受けた。交通工学分野の学問的素養のない我々が、シミュレーション分析を実施し、計算結果を得るところまで辿り着けたのは、ひとえにお二方のお陰である。

また、宇都宮市総合政策部 LRT 導入推進室の吉川浩室長補佐、総合政策部交通政策課の南木孝昭課長補佐、同課公共交通グループの安野亜由美様、株式会社東野交通の根岸孝男業務部長、社団法人清原工業団地総合管理協会の上野光男専務理事の皆様には、お忙しいところ快くヒアリングをお引き受け頂き、それぞれの立場から忌憚のないご意見を聞かせていただいた。さらには貴重なデータ・資料の数々をご提供いただいたが、中には残念ながら掲載できなかったものもある。しかし、それらから得られた発想を随所にちりばめたつもりである。宇都宮市とは縁もゆかりもなかった我々が宇都宮市の交通政策についてまがりなりにもレポートを執筆することができたのも当事者の方々のお話を聞かせていただけたからであり、深く感謝している。また、最終的な報告書にまとめるにあたり、公共政策大学院の先生方、在学生からも数多くの刺激を与えていただいたことにも感謝しておきたい。もちろん、あり得べき誤りは筆者達に属する。なお、本稿の内容や分析は筆者達個人に属するものであり、所属する機関やご協力をいただいた方々の見解を示すものではない。

最後に、以上の方々が何かの機会にこの拙稿に目を通されることがあったときに、我々のために与えてくださった貴重なお時間・労力が無意味ではなかったと感じていただけるならば、我々にとってこれ以上ない喜びであることを記して、お礼の結びとしたい。

参考文献

- 栃木県・宇都宮市（2003）「新交通システム導入基本計画策定調査報告書」
- 宇都宮市（2005）「新交通システム導入課題対応策検討調査報告書」
- 栃木県・宇都宮市（2006）「新交通システム導入課題の検討結果報告書」
- 新交通システム導入課題検討委員会（2007）「新交通システム導入課題の検討結果報告書」
- 宇都宮市（2007）「宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画」
- 宇都宮市（2007）「宇都宮市都市交通戦略策定調査業務委託報告書」
- 宇都宮市（2008）「(仮称)宇都宮市道路見える化計画(素案)」
- 京都市（2005）「新しい公共交通システム調査報告書」
- 国土交通省 道路局 都市・地域整備局（2003）「費用便益分析マニュアル（平成15年8月）」
- 国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課都市交通調査室（2005）「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドランス」
- 国土交通省 鉄道局（2005）「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」
- 国土交通省 国土交通政策研究所・株式会社 価値総合研究所（2005）「平成16年度 経済成長と交通環境負荷に関する研究－地域モデル－」
- 運輸省 鉄道局（1999）「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99」
- 財団法人運輸政策研究機構（2005）「これからの地域交通－調査・計画の手法と解決手法」
- 財団法人運輸政策研究機構（2007）「平成18年度LRT整備による都市ならびに交通ネットワークへの影響調査 LRTの特性」
- 鉄道建設・運輸施設整備支援機構（2007）「平成18年度LRT整備による都市ならびに交通ネットワークへの影響調査報告書」
- 県央地域公共交通利活用促進協議会，宇都宮大学地域計画学研究室（2007）「バス利用促進策モビリティ・マネジメント」
- 金本良嗣（1997）『都市経済学』東洋経済新報社
- 金本良嗣・蓮池勝人・藤原徹（2006）『政策評価マイクロモデル』東洋経済新報社
- 金本良嗣（2007）「道路特定財源制度の経済分析」『道路特定財源制度の経済分析』第1章，1-32，日本交通政策研究会
- 円山琢也（2006a）「ロードプライシング政策の比較分析－エリア課金 vs コードン課金－」都市のOR ウィンターセミナー2006 in つくば
- 円山琢也（2006b）「エリア・プライシング政策の評価技術」，都市計画，264，pp.42-47.
- Maruyama, T. and Sumalee, A.(2007) Efficiency and equity comparison of cordon- and

area-based road pricing schemes using a trip-chain equilibrium model, *Transportation Research Part A*, 41(7), pp. 655-671

森杉壽芳・宮城俊彦（1996）「都市交通プロジェクトの評価－例題と演習－」，コロナ社

中村文彦（2006）『バスでまちづくり - 都市交通の再生をめざして』学芸出版社

西村幸格（2006）『日本の都市と路面公共交通』学芸出版社

深山剛・加藤浩徳・城山英明（2007）：なぜ富山市では LRT 導入に成功したのか？－政策プロセスの観点からみた分析－，*運輸政策研究*，Vol.10, No.1, pp.22-37.

岩倉成治・石田東生ら（2000）「複数の CV サーベイに基づく地球温暖化の社会的費用原単位の試算－運輸部門における費用便益分析への適用を念頭に－」

兒山真也・岸本充生（2001）「日本における自動車交通の外部費用の概算」，『*運輸政策研究*』，Vol.4 ,No.2, pp.19-30

AASHTO (2003), *User Benefit Analysis for Highways Manual*, American Association of State Highway & Transportation Officials.