

LRT・路面電車の都市及び沿線特性に関する比較分析
—フランス・日本を対象として—*
Comparison Analysis of Urban and Tramway Corridor's Characteristics
—Case study of French and Japanese Cities— *

松中亮治**・谷口 守***・小川千尋****

By Ryoji MATSUNAKA**・Mamoru TANIGUCHI***・Chihiro OGAWA****

1. 背景と目的

近年、環境負荷の軽減、高齢者のモビリティ確保、都市構造の再編、市街地活性化等への対応策として、欧米諸国では、LRT(Light Rail Transit)と呼ばれる次世代型の路面電車が注目され、実際、数多くの都市で導入されている。このような動きを受け、わが国においても、多くの都市においてLRTの導入が検討されているものの、遅々として導入が進んでいないのが現状である。

そこで、本研究では、LRTの導入事例が多く、また、わが国同様、モータリゼーションの進展に伴い多くの都市で路面電車が廃止された経緯のあるフランスを取り上げ、LRT導入都市における人口規模・密度といった都市特性及びLRTの沿線特性を明らかにする。さらに、わが国のLRT・路面電車導入都市の都市特性、沿線特性と比較するとともに、各特性とLRT・路面電車の利用状況との関係について比較・考察する。そして、都市特性及び沿線特性の観点から、我が国におけるLRT導入の可能性を検討するとともに、導入に際しての留意点を整理する。

LRT導入都市の都市特性や沿線特性について分析した既存研究としては、欧米諸国の24都市を対象としたHass-Klau¹⁾の研究や、この研究を踏まえて、わが国の路面電車沿線についても比較対象とした研究²⁾がある。しかし、Hass-Klauらの研究では、対象とした24都市の選定基準が明確ではなく、また、同研究以降も引き続き、数多くの都市においてLRTの導入が進められている。

そこで、本研究では、フランス及びわが国のLRT・路面電車導入都市の都市特性、沿線特性、ならびに、その相違点を明らかにするために、対象都市を一部の成功事例都市やLRTの早期導入都市に限定するのではなく、2006年末時点でフランス及びわが国においてLRTまたは路面電車が導入されている全都市、全路線沿線を対象とした。この点は本研究の特長の一つであるといえる。

また、対象都市において地下鉄が運行されている都市では、地下鉄路線についても分析対象としており、地下鉄の有無による比較が可能である点も本研究の特長である。

*キーワード：公共交通計画、LRT、比較分析
 **正員、博（工）、京都大学大学院工学研究科
 （京都市西京区京都大学桂 TEL075-383-3225）
 ***正員、工博、岡山大学大学院環境学研究科
 （岡山市津島中 3-1-1, TEL086-251-8850）
 ****三井ホーム株式会社

2. 分析対象都市および使用データ

フランスでは、2006年末時点で17都市においてLRTが導入されており、このうち、都市特性が他の都市と大きく異なる首都のParisとLRT新線工事のため営業を休止していたMarseilleを除く15都市を分析対象とした。また、わが国では、2006年末時点で17都市においてLRTまたは路面電車が導入されており、このうち、フランス同様、首都の東京を除く16都市を分析対象とした。

次に、本研究で分析に用いた主要使用データとその出所を表-1に示す。表-1に示すように、フランスのLRT、地下鉄の駅位置については、全駅の経緯度をGoogleマップを用いて世界測地系で測定することにより得ている。わが国の路面電車、地下鉄の駅位置については、国土数値情報の鉄道駅データ(日本測地系、1995年)を用いることとし、このデータに含まれないものについては、Googleマップ等を用いて日本測地系で測定している。また、沿線人口については、GISを用いて、LRT・路面電車の各路線から300m圏内に含まれるIRIS(フランスにおけるコミュン(わが国の市町村に相当)より詳細な統計情報の集計単位)、ないしは、町丁目面積を計測し、各IRIS・町丁目面積と沿線300m圏内面積の比で各IRIS・町丁目人口を按分することにより計測している。

3. 都市特性・沿線特性の比較

表-1に示すデータを用いて、各都市・路線沿線の都市特性・沿線特性について算出した結果を表-2に示す。なお、表-2の脚注には、各値の算出過程の詳細についても併せて記載している。

表-1 主要使用データの出所

	使用データ	出所
フランス	IRIS境界データ	Contours...IRIS(INSEE)
	IRIS人口	IRIS...Références1999(INSEE)
	沿線人口	GISを用いて計測
	LRT利用者数	TCU-BASE DE DONNEES 2005(Certu)
	駅位置	Googleマップを用いて測定
日本	町丁目境界データ	統計GISプラザ(総務省統計局)
	町丁目人口	国勢調査町丁・字等別集計(総務省統計局)
	沿線人口	GISを用いて計測
	路面電車利用者数	鉄道統計年報(国土交通省鉄道局)
	駅位置	国土数値情報, Googleマップを用いて測定

表-2 LRT・路面電車導入都市における都市特性・沿線特性およびLRT・路面電車利用状況

都市名	都市人口 (1999) *1	都市人口密度 [人/km ²] (1999) *2	沿線人口 (1999) *3	沿線人口密度 [人/km ²] (1999) *4	都市人口に占める 沿線人口割合 *5	高密度地区 (人口密度 7,500 [人/km ²] 以上)沿線 カバー率 *6	LRT 導入年月 *7	LRT 路線長 [km] (2006)*8	平均 駅間 距離 [km] (2006) *9	LRT トリップ数 [千トリップ /年] (2004) *10	都市人口 あたり LRT トリップ数 [トリップ /人/年] *11	沿線人口 あたり LRT トリップ数 [トリップ /人/年] *12	路線長 あたり LRT トリップ数 [千トリップ /km/年] *13
Saint-Étienne	384,322	672.5	55,151	8,566.7	14.4%	27.3%	1881.12	10.3	0.31	17,525	45.6	317.8	1,884.4
Lille	1,091,156	1,771.8	49,704	4,431.1	4.6%	3.7%	1909.12	18.3	0.61	7,476	6.9	150.4	339.8
Nantes	554,601	1,034.5	118,101	5,414.1	21.3%	51.1%	1985.1	36.2	0.47	53,770	97.0	455.3	1,477.2
Grenoble	389,658	1,262.1	104,248	6,834.4	26.8%	40.6%	1987.9	26.5	0.24	33,695	86.5	323.2	1,727.9
Strasbourg	451,133	1,483.7	82,480	6,374.0	18.3%	30.0%	1994.11	21.6	0.49	46,519	103.1	564.0	2,005.1
Rouen	404,752	1,040.4	64,388	7,453.2	15.9%	30.9%	1994.12	14.1	0.59	15,249	37.7	236.8	833.3
Montpellier	366,945	831.7	86,068	4,965.7	23.5%	45.1%	2000.7	30.3	0.54	27,791	75.7	322.9	1,828.4
Nancy	258,162	1,810.1	36,371	6,127.0	14.1%	25.6%	2000.12	9.4	0.18	7,735	30.0	212.7	781.3
Orléans	266,404	795.2	39,071	4,111.4	14.7%	27.8%	2000.11	15.7	0.75	11,417	42.9	292.2	634.3
Lyon	1,221,367	1,993.2	158,189	7,135.2	13.0%	17.4%	2001.1	37.3	0.48	27,901	22.8	176.4	1,202.6
Caen	217,682	1,172.2	37,029	4,803.4	17.0%	38.7%	2002.11	13.1	0.44	11,488	52.8	310.2	776.2
Bordeaux	660,091	1,197.6	74,603	5,594.0	11.3%	26.9%	2003.12	21.9	0.14	17,987	27.2	241.1	785.5
Mulhouse	232,082	915.4	43,314	7,082.8	18.7%	51.2%	2006.5	10.0	0.55	14,600	62.9	337.1	1,216.7
Valenciennes	342,687	572.9	17,651	3,257.3	5.2%	13.8%	2006.7	8.7	0.50				
Clermont-Ferrand	277,619	894.4	44,257	5,705.7	15.9%	43.7%	2006.11	12.8	0.45	11,392	41.0	257.4	813.7
フランス(平均)	474,577	1,163.2	67,375	5,857.1	15.6%	31.9%		19.1	0.45	21,753	52.3	299.8	1,097.4
フランス(平均: 地下鉄運行都市を除く)	369,703	1,052.5	61,749	5,868.4	16.7%	34.8%		17.7	0.43	22,431	58.5	322.6	1,184.0
都市名	都市人口 (2000) *14	都市人口密度 [人/km ²] (2000) *15	沿線人口 (2000) *16	沿線人口密度 [人/km ²] (2000) *4	都市人口に占める 沿線人口割合 *5	高密度地区 (人口密度 7,500 [人/km ²] 以上)沿線 カバー率 *17	LRT・ 路面電車 導入年月	LRT・ 路面電車 路線長 [km] (2005) *18	平均 駅間 距離 [km] *19	LRT・ 路面電車 トリップ数 [千トリップ /年] (2005) *20	都市人口 あたり LRT・ 路面電車 トリップ数 [トリップ /人/年] *11	沿線人口 あたり LRT・ 路面電車 トリップ数 [トリップ /人/年] *12	路線長 あたり LRT・ 路面電車 トリップ数 [千トリップ /km/年] *21
札幌市	1,822,368	1,625.3	49,471	9,711.4	2.7%	2.8%	1918.8	8.5	0.37	7,825	4.3	158.2	920.6
函館市	305,310	450.4	36,253	5,657.3	11.9%	10.9%	1913.6	10.9	0.42	6,630	21.7	182.9	608.3
富山(富山ライトレール)	420,534	338.9	13,275	3,100.6	3.2%	3.8%	2006.4	7.6	0.58	1,836	4.4	138.3	241.5
富山(富山地方鉄道)	420,534	338.9	17,174	4,364.7	4.1%	15.1%	1913.9	6.4	0.32	3,657	8.7	212.9	571.4
高岡市・射水市	279,185	880.3	22,030	3,202.3	7.9%	13.1%	1948.4	12.8	0.53	1,130	4.0	51.3	88.3
福井市・越前市・鯖江市	269,557	502.5	9,396	4,957.7	3.5%	6.4%	1924.2	21.4	0.97	1,632	6.1	173.7	76.3
豊橋市	364,766	1,396.4	20,979	6,470.2	5.8%	12.6%	1925.7	5.4	0.39	2,840	7.8	135.4	525.9
京都市・大津市	1,762,711	1,559.1	65,662	5,396.6	3.7%	3.8%	1912.8	21.6	0.80	14,997	8.5	228.4	694.3
京都市	1,474,471	1,781.1	80,810	13,489.6	5.5%	5.8%	1910.3	11.0	0.55	6,457	4.4	79.9	587.0
大阪市・堺市	3,530,378	9,370.2	178,820	16,062.0	5.1%	4.8%	1910	18.7	0.47	7,973	2.3	44.6	426.4
岡山市	674,456	852.8	16,283	5,934.5	2.4%	5.9%	1912.5	4.7	0.31	3,535	5.2	217.1	752.1
広島市	1,134,130	1,257.0	104,606	9,988.0	9.2%	11.9%	1912.11	19.0	0.33	38,912	34.3	372.0	2,048.0
松山市	508,266	1,136.8	38,247	7,951.6	7.5%	12.5%	1911.9	9.6	0.36	7,113	14.0	186.0	740.9
高知市・南国市・いの町	452,285	447.4	62,838	3,637.8	13.9%	20.1%	1904.5	25.3	0.34	6,030	13.3	96.0	238.3
長崎市	470,135	1,159.4	53,447	8,490.6	11.4%	16.6%	1915.11	11.5	0.29	19,995	42.5	374.1	1,738.7
熊本市	662,012	2,394.2	46,082	6,453.2	7.0%	10.0%	1924.8	12.1	0.35	9,323	14.1	202.3	770.5
鹿児島市	601,693	1,099.1	69,757	9,070.6	11.6%	18.7%	1912.12	13.1	0.30	10,632	17.7	152.4	811.6
日本(平均)	891,341	1,564.1	52,067	7,290.5	6.8%	10.3%		12.9	0.45	8,854	12.5	176.8	696.5
日本(平均: 地下鉄運行都市を除く)	504,836	942.6	39,259	6,098.4	7.6%	15.4%		12.3	0.42	8,713	14.9	191.9	708.6

*1: IRIS...Références, 1999より, 2007年度の都市圏(PTU:都市交通区域)における人口を集計。
 *2: 「都市人口」をPTU面積で除した。
 *3: IRIS...Références, 1999の各IRIS人口を各IRISのLRT沿線300m圏内の面積とIRIS面積の比で按分し路線ごとに集計。
 *4: 「沿線人口」を沿線300m圏内の面積で除した。
 *5: 「沿線人口」を「都市人口」で除した。
 *6: 都市内で人口密度が7,500[人/km²]以上であるIRISの合計面積を, 沿線内の7,500[人/km²]以上であるIRISの合計面積で除した。
 *7: Saint-ÉtienneとLilleについては, 従来型の路面電車が廃止されずにLRTとして改良されているため, 動力が蒸気である路面電車が導入された時期を示している。なお, Saint-Étienneで低床車両が導入されたのは1998年, Lilleの路面電車が大きく改良されたのは1994年である。
 *8: GISを用いて駅間直線距離を合計。
 *9: 路線長(2006年末時点)を駅数(2006年末時点)で除した。
 *10: TCU-BASE DE DONNEES 2005より, VOY_Tramway_E13(2004年)を用いた。Valenciennesデータなし。2006年導入都市のトリップ数は2006年の値。
 *11: 「LRTトリップ数」を「都市人口」で除した。
 *12: 「LRTトリップ数」を「沿線人口」で除した。
 *13: 「LRTトリップ数」を「路線長(2004年)」で除した。なお, 「路線長(2004年)」はTCU-BASE DE DONNEES 2005より, RX_Lign_Tram_km_yc_PCを用いた。
 *14: 平成12年国勢調査 町丁・字等別集計より, 各市における人口を集計。
 *15: 求めた「都市人口」を各市の面積で除した。
 *16: 平成12年国勢調査 町丁・字等別集計の各町丁目人口を各町丁目のLRT・路面電車沿線300m圏内の面積と各町丁目の面積の比で按分し路線ごとに集計。
 *17: 都市内で人口密度が7,500[人/km²]以上である町丁目の合計面積を, 沿線内の7,500[人/km²]以上である町丁目の合計面積で除した。
 *18: 鉄道統計年報(平成17年度)より 営業キロを用いた。富山ライトレールについては, ボートラムのWebページに掲載されている値を用いた。
 *19: 「路線長」を駅数(2006年末時点)で除した。
 *20: 鉄道統計年報(平成17年度)より 輸送人員を用いた。富山ライトレールについては, 「富山ライトレールの誕生」に記載されている, 平日4988[人/日], 休日 576[人/日]から算出。
 *21: 「LRT・路面電車トリップ数」を「路線長」で除した。

表-2に示すように、地下鉄が運行されていない都市における都市人口は、フランスでは22～66万人、平均37万人、わが国では115万人の広島を除くと、27～66万人、平均45万人であることから、両国の導入都市の人口規模に大きな差はみられない。また、都市の人口密度についても、フランスでは570～1,800[人/km²]、平均1,050[人/km²]、わが国では340～2,400[人/km²]、平均940[人/km²]であり、わが国の方がやや都市による差が大きいものの、両国において大きな差はみられない。

次に、地下鉄が運行されていない都市におけるLRT・路面電車の沿線人口については、フランスでは1.8～11.8万人、平均6.2万人、わが国では1.3～10.5万人、平均3.9万人であり、国別の最小値、最大値ともに、わが国の方が小さく、平均値はフランスの約6割程度に留まっている。これは、平均路線長がわが国の方が約5km短いためであると考えら

れ、逆に、沿線人口密度については、フランスでは3,300～8,600[人/km²]、平均5,900[人/km²]であるが、わが国では3,100～10,000[人/km²]、平均7,000[人/km²]となっており、フランスよりもわが国の方が概ね高くなっている。

一方、都市人口に占める沿線人口割合、および、都市内における高密度地区(人口密度7,500人/km²以上)がどれだけ沿線に集中しているかを示す高密度地区沿線カバー率については、両指標とも、わが国と比較してフランスの方が沿線に都市の人口が集中していることを示しており、両国間において差がみられる結果となっている。

4. 都市特性・沿線特性とLRT・路面電車トリップ数との関係

都市人口とLRT・路面電車トリップ数の関係については、図-1に示すように、フランスにおいては、わが国と比較して、都市人口が同程度であっても、概ねトリップが大きく、わ

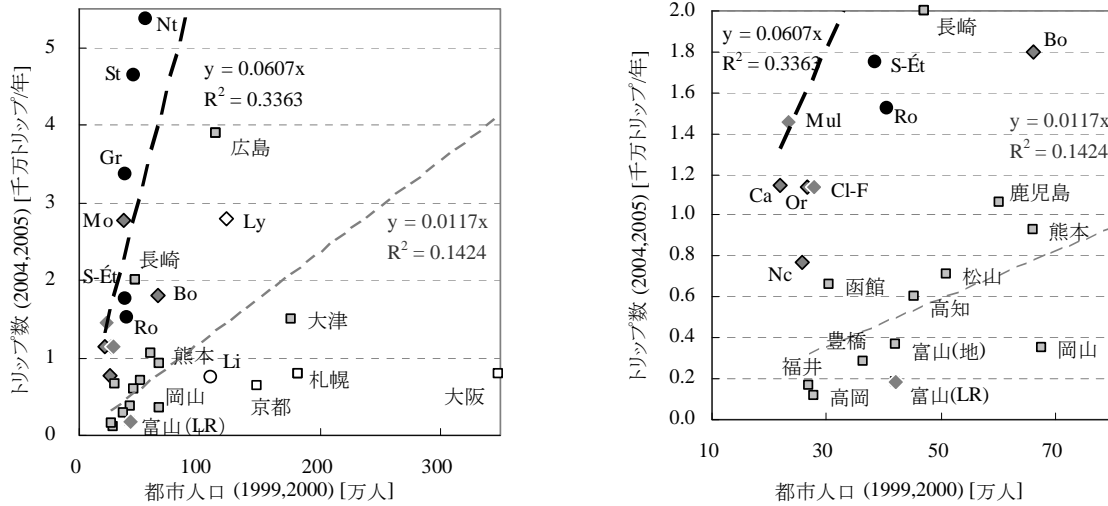


図-1 都市人口とLRT・路面電車トリップ数の関係(右図:人口10～70万人以下を拡大)

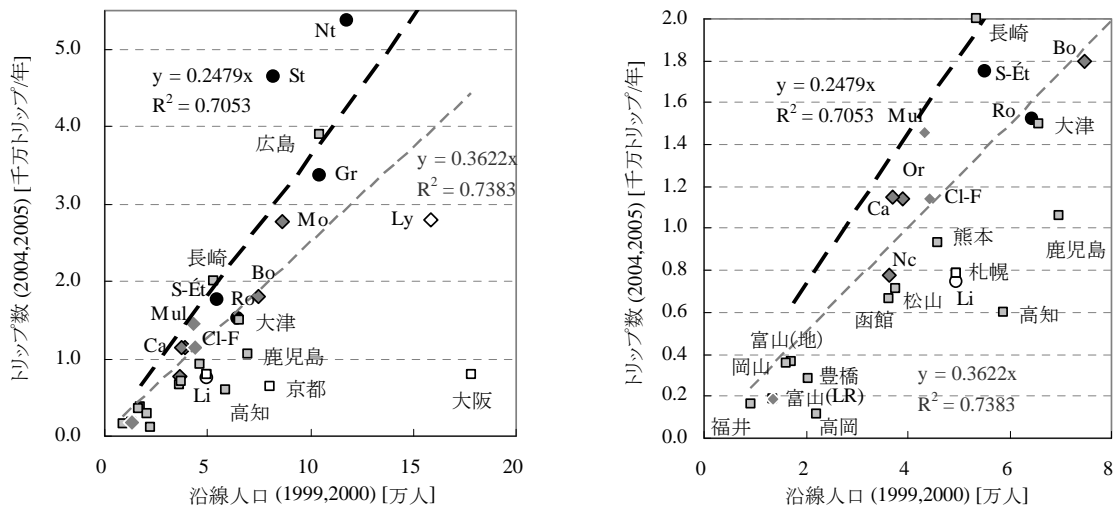


図-2 沿線人口とLRT・路面電車トリップ数の関係(右図:沿線人口8万人以下を拡大)

- LRT(1999年以前導入) ◆ LRT(2000～2003年導入) ◆ LRT(2004年以降導入)
- LRT・地下鉄(Lille) ◇ LRT・地下鉄(Lyon) □ 路面電車 □ 路面電車・地下鉄

注) 図-1, 図-2の回帰直線:フランスはLille, Lyonを除く。日本は大阪, 京都を除く。ともに原点回帰。

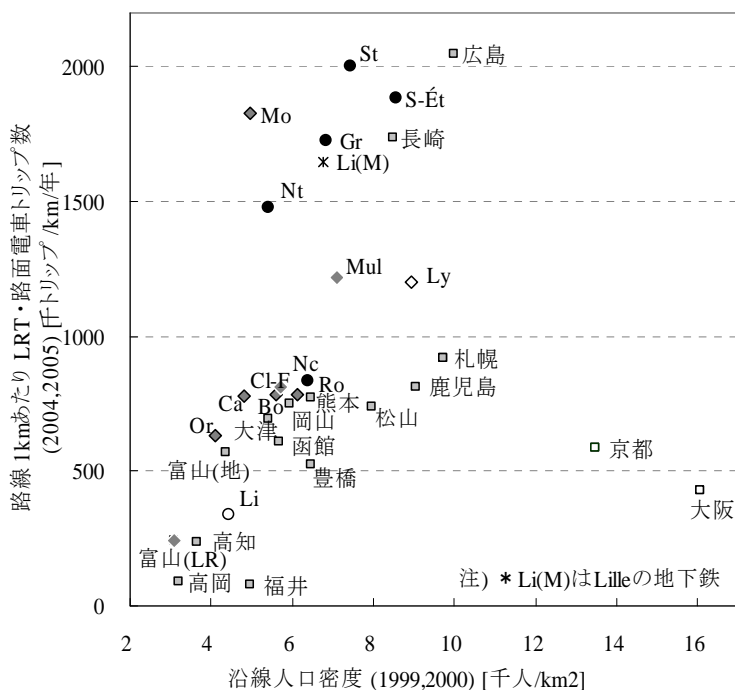


図-3 沿線人口密度と路線1kmあたりのLRT・路面電車利用者数の関係

が国の都市人口あたりトリップ数の平均値はフランスの4分の1倍程度と小さい。しかし、フランスにおいても、表-2に示すように、都市人口あたりのトリップ数を比較すると、地下鉄を運行していない都市においても、約4倍近い差がみられる。

また、沿線人口とLRT・路面電車トリップ数の関係についても、図-2に示すように、同程度の沿線人口では、概ねフランスの方が大きくなっており、表-2に示すように、沿線人口あたりのLRT・路面電車トリップ数は、わが国はフランスと比較して最小値、最大値ともに小さく、平均値はフランスの6割程度と小さい。フランスとわが国との間にみられる差は、都市人口あたりのLRT・路面電車トリップ数の方が、沿線人口あたりのLRT・路面電車トリップ数よりも大きくなっており、これは、先述のように、フランスではLRT沿線の人口割合が高いこと、わが国の都市にはLRT・路面電車の他にJRや私鉄、地下鉄といった他の軌道系公共交通機関が存在していることなどによると考えられる。

路線長あたりのトリップ数については、図-3に示すように、フランス・日本ともに大きく2つのグループに分かれており、路線長あたりのトリップ数が多いグループに含まれる都市のうち、フランスでは、5都市中4都市が1994年以前の早期にLRTが導入された都市であることから、現在、路線長あたりのトリップ数が少ない都市においては、今後のトリップ数の推移を注視する必要があると考えられる。また、路線長あたりのトリップ数が多いグループに含まれるわが国の都市のうち、広島については都市人口が115万人と地下鉄が運行されている都市と同様の都市規模であることが特

徴として挙げられる。一方、長崎については、都市人口や都市人口密度は、わが国の地下鉄が運行されていない都市における平均値に近い値であるが、丘陵地形であることや、運賃がわが国で最も安い100円であることがその要因として考えられる。

5. 結論

フランス及びわが国のLRT・路面電車導入都市の都市特性、沿線特性について把握し、各特性と利用者数との関係を比較分析した結果、以下の知見が得られた。

都市人口、都市人口密度、沿線人口、沿線人口密度については、わが国とフランスとの間に大きな差はみられず、これらの観点からは、わが国の路面電車導入都市においても、他の公共交通機関との関係を十分考慮したうえで、LRTの導入を検討する価値は十分あるといえる。しかし、フランスのLRTの運営費には、公的補助が約30~60%充当されており、利用者からの料金収入のみでは、運営費を賄うことができていない点には留意する必要がある。

一方、都市人口および沿線人口あたりのLRT・路面電車トリップ数は、ともに、フランスと比較してわが国の方が少なく、また、路線長あたりのLRT・路面電車トリップ数についても広島、長崎を除いて、わが国の都市の方がLilleを除くフランスの全都市と比較して少なくなっている。フランスとわが国の間にこのような差がみられる要因としては、路面電車とLRTとの運行システムや利便性の差以外に、都市人口に占める沿線人口の割合といった沿線の人口集中度の差や他の軌道系公共交通機関の存在の有無などが考えられる。さらに、都市人口あたりのLRT・路面電車トリップ数や沿線人口あたりのLRT・路面電車トリップ数は、LRTが導入されているフランスにおいても都市間のばらつきが大きいことを踏まえると、わが国においてLRT導入を検討する際の留意点として、LRTを導入する全ての都市において、単にLRTを導入するだけでは、LRT導入の成功事例都市と同様に多くの人々がLRTを利用するという保証はなく、導入に際しては、それぞれの沿線特性や他の公共交通機関との棲み分け方を熟慮する必要があることが挙げられる。

参考文献

- 1) Carmen Hass-Klau, Graham Crampton : Future of Urban Transport - Learning from Success and Weakness: Light Rail -, Environmental and transport planning, pp.1-32, pp.84-87, pp.119-130, 2002.
- 2) 阪井清志 : イギリス・フランス及び日本のトラムの現状と課題に関する分析, 都市計画学会論文集, No.41-3, pp.19-24, 2006.