

日本と欧米における路面電車とLRTの機能比較に関する基礎的研究

Fundamental Study on Functional Comparison of Tram and LRT Systems in Japan, Europe and U.S.A.

古宮 肇**・高木理史***・新谷洋二****

by Hajime KOMIYA, Satoshi TAKAGI, Yoji NIITANI

1. はじめに

日本において路面電車は、かつては都市交通機関の主役を担っていたが、急激なモータリゼーションの進展により自動車交通量が増大し、自動車に軌道敷内の乗り入れを許可する政策をとったため、路面電車の定時性、迅速性が失われた。その結果、利用客の減少とそれに伴う採算性の悪化から時代遅れの乗り物と考えられ、各都市で廃止が相次いだ。現在は、各地で古い車両を再利用したりして、なお18都市で懐古的な交通機関として存続している。その中にあって数都市では、かなりの利用客を運び、自力で健闘しているが、その施設の新設、改善に対して国からは何の援助もないのが現状である。近年、道路交通渋滞は益々激化し、高齢者問題も大きな課題となっていることから公共交通強化の必要性が一層高まっている。また今後、環境対策を考えると鉄軌道システムの強化は重要であると考えられる。しかし、我が国の補助制度の下において、中規模都市では地下鉄、新交通システムでは採算の成立が困難である。また高齢者問題を考えると、高齢者の移動の利便性を確保するために、できるだけ上下移動なく平面で乗降できる路面電車は、人にやさしい交通システムとして極めて有効である。こういった点から、路面電車の再生は十分検討に値すると思われる。

一方、欧米諸国においても、自動車交通の増加は、都心部での道路交通混雑とともに、環境負荷を増大させており、特に自動車交通が地球温暖化にあたえる影響は大きな問題となっている。この問題を解決する施策の一つとして、都心部への自動車の流入を

抑制し、自動車交通に代わる公共交通機関を整備する都市が多く出現している。公共交通機関整備の動向を見ると、路面電車の存在が見直され、車両・施設などを近代化したライトレール（以後LRTとする）として、旧来のものを改善したり、一度廃止した路線を新たに復活させたものまである。また、新設も盛んに行われている。

そこで本研究では、LRTの必要性をこれからの都市交通問題を踏まえて明らかにするとともに、機能、関連制度の面から欧米で導入されているLRTと日本の路面電車の相互比較を行い、それらの特性、相違点を考察して、日本における今後の路面電車のあり方を検討することを目的とする。

2. 研究の方法

日本の路面電車と欧米のLRTについて、乗降客数、運行状況、路線構造、駅間距離とその沿線土地利用、軌道に関する制度などを明らかにするために、文献¹⁾より日本、北米、欧州で、路面電車、LRTが導入されている71都市を対象として、文献^{1) 2) 3)}、地図とともに、現地視察から分析、検証を行った。

3. LRTの定義

文献¹⁾によると、日本では広島宮島線などをLRTと扱っているが、文献^{2) 3)}ではLRTの定義が異なり特定が難しい。そこで本研究で対象とするLRTとは、(1)自動車交通と分離されている専用軌道をもつ、(2)走行路は地平、地下、高架の多様な組合せが可能、(3)自動制御システムを保有、(4)電気エネルギーにより駆動、レールに支持、架線方式、(5)中量輸送システム、と定義した。

4. LRTの導入の現状

アメリカでは路面電車は1960年代に、ほとんどの

* キーワード：公共交通計画、鉄道計画

** 正員 工修 日本電信電話株式会社

*** 正員 工修 日本大学理工学部土木工学科

(東京都千代田区神田駿河台1-8、TEL・FAX 03-3259-0679)

**** 正員 工博 日本大学理工学部土木工学科

(東京都千代田区神田駿河台1-8、TEL・FAX 03-3259-0679)

都市で廃止された。しかし交通省からLight Railという新しい考えが提案され、1980年代にフィラデルフィアやバッファローなどにLRTが導入され始めた。一方、欧州では、路面電車を存続していたドイツ、オーストリアなどが既存の路面電車に改良を加えてLRT化を行った。また、イギリス、フランスでは、路面電車は廃止されていたが、1980年代にフランスのナント、グルノーブル、1990年代にイギリスのマンチェスター、シェフィールドにLRTが導入されている。現在、海外で路面電車、LRTが導入されている都市は300都市を越えており、57都市が建設または計画中である。

5. 日本の路面電車と欧米のLRTの機能比較

(1) 輸送密度

文献¹⁾より、日本、ドイツ、北米の各都市において、路面電車、LRTの輸送密度をそれぞれ求め、国、地域ごとに輸送密度の平均値を平均輸送密度として比較を行った。日本の路面電車の平均輸送密度は、北米・ドイツと比較して大きく(図-1)、半分の事業者が黒字経営である。北米、ドイツでは、日本より輸送密度が低い都市があるが、手厚い補助制度のもとで経営が成り立っている。

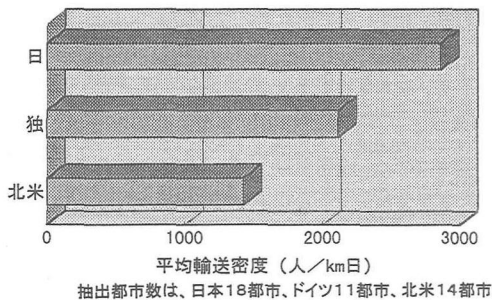


図-1 日・独・北米による平均輸送密度の比較

(2) 路線形態

路線形態を構造的に簡素化して示したものが表-1である。日本は、軌道法により道路上敷設が原則で道路占用許可により成立している。ドイツでは、路線の中間に、北米、東欧では、路線の端部に地下構造が採用され、人口20万人規模の都市にも採用されている。都心部で軌道の一部が地下化、高架化またはトランジットモール化されており、多様な路線形態をとっている。また全般的に専用軌道の占める

割合が大きいこと(図-2)が、LRTの路線形態の特性といえる。

表-1 日本と欧米における路線構造の分類

	I	II	
		(II-1)	(II-2)
	地上	地上 地下 地上	地上 地下
日	東京 広島 熊本		
米	Portland, Sacramento		Buffalo, Newark
加	Calgary		
独		Köln, Hannover Dortmund, Bonn Stuttgart, Essen	
仏	Paris, Grenoble		
蘭			Amsterdam

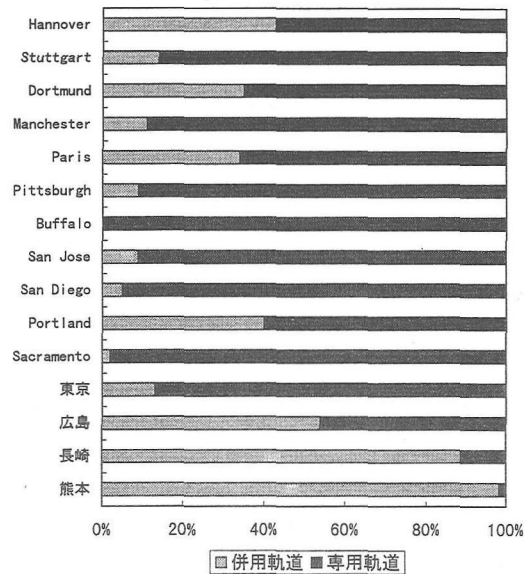


図-2 専用軌道と併用軌道の比率

(3) 駅間距離

日本と欧米の平均駅間距離と営業キロの関係を図-3に示す。平均駅間距離は、営業キロと駅数から算出した。日本の路面電車は、平均駅間距離が0.5km付近に分布しているのに対し、欧米のLRTは0.5~2.0kmと分散しており、平均駅間距離が比較的長くなる傾向にある。次に駅間距離(S)の詳細を把握するため、地図上から駅間距離の計測を行い、各路線の駅間距離の状況から類型化を行った。(表-2) I型は営業キロが20kmを越え、郊外まで延長しており、既成市街地では駅間距離が0.2~0.6kmであるのに対して、郊外では1.1~1.6kmと長い。II型は、全区間に渡って駅間距離が0.3~0.5km付近でほぼ均等に分布している。郊外まで延長しているLRTは、土地利用状況に応じて、駅間距離に幅があることが

特性として上げられる。

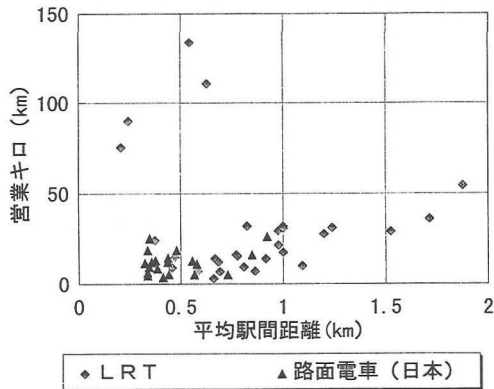


図-3 平均駅間距離と営業キロの関係

表-2 駅間距離による路線の類型化

I 型	郊外部	都心部	Portland, Calgary Sacramento, Manchester
	S=1.1~1.6km	S=0.2~0.6km	
II 型	S=0.3~0.5km		広島, Paris, Grenoble München, Bonn Hannover, Dortmund

(4) 平均速度

平均速度を比較するとLRTが全体的に路面電車より高い傾向にある(図-4)。日本は、軌道法により平均速度30km/h以下と規定されるなど走行速度の制限や専用軌道の占める割合、駅間距離、乗降システムの相違などが主な要因と考えられる。

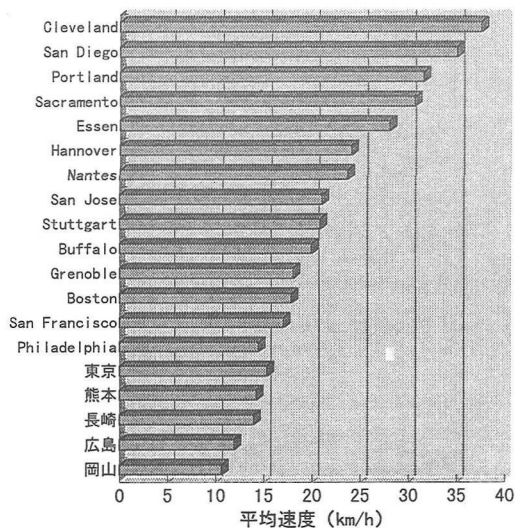


図-4 日本と欧米における平均速度の比較

(5) 車両構造

車両構造の相違は、各国の軌道に関する関連制度によるものと考えられる。日本とドイツの軌道に関する制度の比較では、以下の相違点がみられる。

(a) 走行速度面では、日本は軌道法により最高速度40km/h、平均速度30km/hに規定されている。ドイツでは日本の軌道法と類似した「軌道建設及び運転規則」により、地上・地下・高架構造を問わず、専用軌道上では最高速度が70km/hまで認可されている。このため広島の最新型車両は性能的にドイツのケルンで採用済みの車両と比較して遜色ないがその性能を発揮することができない。(表-3)

(b) 車両長は、日本では道路交通法により、最大30mに対し、ドイツでは最大75mで、ワンマン運転が可能である。

(c) 勾配面では、日本は軌道法により本線上では40%まで、特殊箇所を加えて67%であるのに対し、ドイツでは、70%の勾配を実際に走行しており、車両は80%の勾配を走行できる能力がある。

(d) 車両の昇降口について、日本は大部分がステップ式だが、欧米は接続の超低床式新型車両の導入が盛んで、地平面から出入口部までの高さが280mmの車両も導入されている。

表-3 日本とドイツの車両性能諸元

所属	Stuttgart	München	広島	長崎
形式名	不明	GT6M	3500	2000
軌間(mm)	1435	不明	1435	1435
構造	2両連結	3車体8軸	3車体8軸	2軸ボギー
車体長(m)	38.8	26.5	26.3	11.7
車体幅(mm)	2650	2300	2450	2250
定員(人)	234	166	156	66
自重(t)	56	29.4	38.4	17
電動機出力(kw)	222*4	85*3	120*2	120
自重当たり電動機出力(kw/t)	15.6	8.7	6.25	7.06
新製初年	1985	1994	1980	1980
最高速度(km/h)	100	70	80	60
加速度	0.9~1.3	1.3	2.65	3
減速度(常用)	2.75	1.3	3.5	3.5
減速度(非常時)	不明	2.7	4.5	4.5

(6) 補助制度

日本では、新交通システムの整備には「インフラ補助制度」が適用されているが、路面電車に対しては補助制度が存在していない。ドイツの場合、ガソリン税を財源とした補助があり、事業費の負担内訳は各州により異なるが、概ね連邦政府50%、州政府30%、残りの20%は事業主体が負担しているケース

が多い。また米国の場合には、一般財源と自動車燃料税を財源として事業費のうち最大75%を補助している⁶⁾ (図-5)。また新型車両導入に際し、車両費補助も行われており、旧西独の都市では50%、旧東独では90%の車両費補助が連邦政府から出ている。

このように欧米では、LRTの建設や運営に対する補助制度が確立している反面、日本にはこのような補助制度はなく、公共交通整備の補助制度について大きな相違がある。

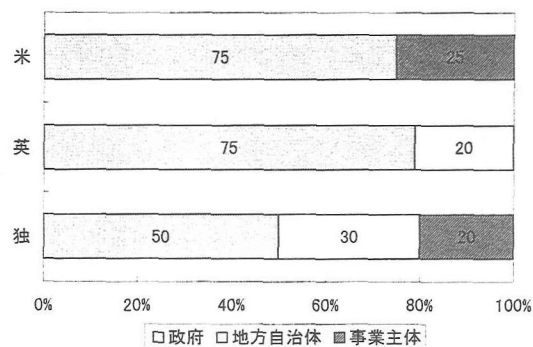


図-5 独・英・米による運営財源の負担内訳の比較

6. まとめ

本研究では、交通渋滞、環境問題、高齢者問題を背景に自動車交通に代わる人・環境にやさしい公共交通機関として欧米を中心に導入されているLRTと日本の路面電車を機能、制度面から比較を行った。

それから考えられる今後の路面電車の改善の方向をまとめると以下の通りである。

(1) 軌道法によって平均走行速度が30km/hまでと規定されているが、自動車の規制速度より低くなるケースが考えられ、自動車と共存できる程度まで、走行速度の制限について改善が必要であろう。

(2) LRTは、軌道が地下化、高架化、専用化され多様な路線形式をとっており、道路交通混雑の解消、表定速度の向上につながっている。それに対して日本では、地下化、高架化は法律上許可されていない。併用軌道については、道路交通法で軌道敷内の車両通行を原則的に禁止している。今後は、車両通行の禁止を徹底し、(1)で述べた走行速度制限の改善と共に、軌道の専用化や交差点における電車優先信号の設置を検討していく必要がある。

(3) 欧米では、登坂勾配が70%のLRTが存在する。日本の軌道法では、本線上で40%までしか許可されていない。路面電車をLRT化するためには、地下化、交差点の立体化が必要であり、このためには、軌道法による登坂勾配制限についての再検討と登坂能力の大きい新型車両の導入が必要である。

(4) 欧米ではLRTに低床ステップで加減速性能が高く、かつ排気ガスがない新型車両を導入することにより、人・環境にやさしい魅力ある公共交通機関を実現している。とくに高齢者問題が、益々大きな課題となってくる日本にとっては、低床式新型車両の導入は検討に値する。

(5) 新型車両導入の必要性を(3)(4)で述べたが、欧米では新型車両の導入に際して、国、地方政府から車両費補助が行われている都市がある。しかし、日本では車両費補助は行われておらず、新型車両の導入は容易ではない。建設費、運営費の補助も含めた路面電車に対する補助制度の確立が必要である。

(6) 電停に路面電車が停車している時、交通ルールでは、自動車は徐行しなければならない場合があるが、必ずしも守られていない。路面電車の利用しやすさを阻害する可能性もあるので、交通ルールの徹底も検討するべきである。

路面電車に関連する制度の中で、特に軌道法は大正時代に制定されて以来、根本的な点では、改正されておらず、路面電車の再生を推進していく上でその技術的基準について再検討の必要があると思われる。また車両、施設整備面において何らかの補助制度の確立を同時に検討するべきだろう。

【参考文献】

- 1) Chris Bushell: Jane's URBAN TRANSPORT SYSTEMS 13th Edition 1994-95. 1995.
- 2) Transport Research Board: LIGHTRAIL TRANSIT, TRSpecial Record 161. National Academy of Sciences, 1975.
- 3) Transport Research Board, Transportation Research Record 1433.
- 4) ECWT: Light Rail Transit Systems, 1994.
- 5) 新谷洋二編: 都市交通計画, 技報堂出版, pp141-143, 1993.
- 6) 西村幸格: 日本と世界の路面電車事情, 鉄道ピクトリアルNo593, pp10-18, 1994.
- 7) 今岡和也: 路面電車の活性化に向けて, 都市と交通No34, pp10-16, 1995.