

持続可能な交通のイノベーションにおける地方政府の役割—架線レストラムの導入を例に—

南 聡一郎¹

¹高等社会科学研究院日仏財団 パリ日仏高等研究センターヴァレオフェロー
(54 Boulevard Raspail 75006 Paris France) E-mail : nan-sou@sannet.ne.jp

架線レストラムの導入事例を例に、持続可能なモビリティのイノベーションを成功させるために地方政府が担うべき役割は何かを明らかにする。従来のモビリティに関するイノベーション研究では地方政府の役割に注目したものは少なかった。本稿では、地方政府がイノベーターの技術開発を促す役割と、開発した技術を社会実装するための政策手法に着目し、フランスのボルドーの事例を分析する。大規模な都市におけるLRT導入事例であり、景観政策のビジョンが明確であったため、ボルドーで架線レスLRTは成功を収め、他都市に普及するきっかけをつくった。

Key Words : LRT, Urban Transportation Policy, Innovation, APS, Wire-less LRT,

1. 本稿の目的

本稿の学術的な問いは、持続可能なモビリティのイノベーションを成功させるために地方政府（自治体）が担うべき役割は何かを明らかにすることである。交通部門においても、技術革新やイノベティブなサービスの導入によって、環境保護や社会的公平に貢献することができる。地域の実情や住民ニーズを熟知し、地域の交通政策の権限を持つ地方政府は、イノベーションの社会実装を担う上で重要な役割を果たすことが期待される。しかしながら、従来のモビリティに関するイノベーション研究では地方政府の役割に注目したものは少なかった。そこで本稿では、重要な環境政策である景観保護を目的とした、架線レストラムに関するイノベーションを例に、イノベーションに関する地方政府の役割を明らかにする。

2. 架線レストラムの現状

(1) 持続可能な交通政策と景観保護

多くのLRT（トラム）導入都市は、持続可能な交通政策を実現させるための切り札としてLRTを導入している。持続可能な都市交通政策は、環境保護や社会的公平を促進し住みよい街をつくり、企業誘致を進め雇用を増やし、地域経済の持続的な発展を目指すものである。すなわち、生活の質を改善することで経済発展を目指す戦略である。諸政策の中でも景観保護は、環境政策の一分野であるアメニティ改善の重要な要素であり、文化レベルを引き上げ、都市格を高めるための重要な政策として欧州の多く

の都市で力点が置かれている。

LRT導入は、歩行空間の拡大および空間デザインの再設計、停留所や電車のデザイン戦略など景観保護の改善に大きな貢献を果たしてきた。しかしながら、電車の走行に欠かせない電気を供給する架線が景観にマイナスの影響を与えるというデメリットが存在する。歴史的街並み保全のために電線地中化が進められるなか、LRTの架線もなくすべきであるという意見が出てきたこともあり、架線レストラムの技術開発が始まった。

景観保護のため、LRTの架線をなくす方法は大きく分けて二種類ある。第一は、トラム用の第三軌条集電を採用する方式であり、第二は非電化区間として蓄電池によって走行する方式である。古くは軌道中央の地中に溝を掘って第三軌条を埋設する方式が採用され、1950年代に廃止になった古いボルドーの路面電車などで採用されていたり、2003年に復活したボルドーのLRTで、最新技術を用いたLRT用の第三軌条方式が開発され、採用された。一方で、バッテリーやキャパシタの技術発展をうけて、鉄軌道用の蓄電池方式も近年急速に技術開発が進み、LRTへの採用も増えている。

(2) APS（路面給電方式）の現状

APS (Alimentation par le sol) は、路面に電車が通行したときのみ給電される特殊な第三軌条を設置し、台車に取り付けられた集電靴から集電するものである。第三軌条は、8mごとの通電セクションと3mごとの絶縁セクションに区切られ、電車が通過している通電セクションのみ（8m）電気が流れる方式で、通行人の安全を守って

いる。リレーボックスで電車の通行を感知して、給電するセクションを識別する方式である。当初はインノライユ社が開発していたが、アルストムがインノライユを買収、現在APSの権利はアルストム社が持っている¹⁾²⁾。

嚆矢となったのが、2003年に開業したフランス・ボルドーのトラムである（図1）。APSはその後、ランス（2011）、アンジェ（2011）、オルレアン二期線（2012）、トゥール（2013）で採用された⁴⁾⁵⁾。UAEのドバイ（2014）やブラジルのリオ・デ・ジャネイロ（2016）など、フランス国外でも採用例が増えている⁶⁾。



図1 APSを採用したボルドーのLRT

(3) 車載蓄電池方式の現状

特殊な集電方式を採用するのではなく、架線を排したい区間のみを非電化として、その区間のみ蓄電池で走るという方法である。近年、バッテリーやキャパシタの性能が向上したこともあり、LRTのみならず、電気バスや通常鉄道にも広がっている。

非電化・蓄電池方式の嚆矢となったのが、フランスのニースのトラム（2007年）である。ニースのカーニバルの空間確保のために、2つの区間で架線を張れない状況であった。そこでニースは、当該区間を非電化として、ニッケル水素バッテリーで走行する方法を採用した。APSはインフラコストが通常の架線集電方式の3倍であり、二区間を合計しても1kmに満たない距離であったため、ニースではインフラの必要が無い蓄電池駆動を選択した。充電時間が長いニッケル水素電池であるが、架線集電区間走行中に充電する仕組みで、バッテリー駆動の区間が短いからできる方法である⁷⁾。

充電池以外の方法として、キャパシタ（コンデンサ、充電器）を使う方法がある。キャパシタは急速充電・急速放電という性格を持つので、停留所で急速チャージして次の停留所まで走り、また次の停留所で充電するという用途に向く。LRTへの応用としてはスペインのCAF社によってACR（Acumulador de carga rápida、急速チャージ蓄電器の意）として実用化された。停留所停車中の20秒でチャージが可能であり、走行可能区間は1200mとなっ

ている⁸⁾。ACRはスペインのセビリアとサラゴサのLRTで採用されている³⁾⁹⁾。



図2 ACRを採用したサラゴサのLRT。左側の線路間に充電用のコネクタが見える。

APSの特許を持つアルストムも、充電方式の開発を模索し、バッテリーとウルトラキャパシタを併用した新しい車載用蓄電池システムであるシタディス・エコパック（Citadis Ecopack）を開発、APSの技術を応用して路面からの充電をおこなうSRS（Système de recharge statique par le sol、埋設式停車中充電システムの意）もあわせて開発した。停留所では、20秒の停車中にキャパシタに急速充電をおこない、次の停留所までキャパシタの電力で走行する。バッテリーは予備用の電源として、架線集電区間走行中にゆっくりと充電する。これらの新しい架線レスシステムは、LRVの最新モデルであるCitadis X05への搭載を意図している。Citadis X05および新しい充電システムは2018年6月30日に部分開業予定のニースのT2号線で初採用される予定である。ニースのT2およびT3では、地上区間は全て架線レスとなる（車庫内を除く。またT2の都心の地下線は架線集電方式である）⁹⁾¹⁰⁾。なお、LRTのシステムとしては、Citadis Ecopack、SRS、Citadis X05形車両のパッケージとなっているが、SRSは電気バスの充電システムとしても使えるように設計されている。

3. イノベーションに対する地方政府の役割

本説では、モビリティのイノベーションにおける地方政府が果たすべき役割に関して、政策論の観点から理論的な分類をおこない、分析のための仮説を構築する。本研究では、持続可能な交通イノベーションを開発の段階と社会実装の段階の二つにわけて分析する。開発の段階は、技術やサービスの開発者（企業や研究者）との関係に着目し、地方政府の開発促進の役割に着目して分析する。社会実装の段階、すなわち開発された技術を実際に公共的な交通サービスとして運行する政策手段に注目する¹¹⁾。なお、本説で示す役割と手段は、あくまで抽象化

した理念であり、実際の政策執行においては自治体の規模や権限の差異によっては、中央政府や自治体の互助組織などの補完が必要とされる場合も想定される。

(1) 開発促進に対する地方政府の役割

開発促進に対する役割とは、イノベーターに新技術やサービス開発のインセンティブを与え、開発過程で協力し、技術開発を継続する手助けとなるものである。

第一はビジョンメーカーの役割であり、環境や社会福祉上の課題と必要とされる解決策の方向性を政策文書（環境計画や交通計画など）で示すことで、潜在的なニーズを明らかにして、イノベーターに対してどんな技術やサービスを開発すれば良いのかを示す。第二はローンチカスタマーの役割である。これは「新機種の開発にあたり、開発開始の段階で一定数の購入を契約するユーザー」のことであり、自治体が開発成功後の購入を約束することで、開発費がサンクコスト化することが避けられるので、イノベーターの開発リスクを下げるができる。第三は開発・研究のパートナーの役割である。地方政府が開発パートナーとなって実証運行を行い、データをとってフィードバックさせイノベーション成功の鍵となる。第四は影響評価とモニタリングの役割であり、地域の環境・社会・経済についての情報を持つ地方政府による客観的・科学的な影響評価によりイノベーションの完成度を高め、同時に技術やサービスに対する社会的信頼性を確保する。第五は継承発展の制度づくりの役割である。開発に成功した技術を社会に定着させるために、新技術が基準となる制度づくりを行い、イノベーターに対してさらなる開発へのインセンティブを持たせる役割である。

(2) 社会実装に関わる5つの政策手段

社会実装に関わる政策手段とは、開発した技術やサービス、システムを実際の地域交通サービスに採用し、実用化し、持続可能な交通実現に役立たせるための諸政策手段である。開発促進の役割が地方政府とイノベーターとの関係に関するものであるのに対して、社会実装に関する手段は、地方政府と市民や既存の交通事業者との関係に関するものである。

第一の手段とは、都市交通計画などの包括的地域交通計画である。都市交通計画とは、都市の環境・社会・経済のサステナビリティを実現することを目的にした、社会的共通資本としての交通インフラ・サービスの供給ならびに利用に関する配分に対する、住民によって倫理的合意を得られた拘束力のある基準ないし目標である。フランスのPDU（都市圏交通計画）やイギリスのPTU（地域交通計画）が典型的なものである。新しい技術やサービスを交通計画に包含することで、効果的な社会実

装を実現する。第二の政策手段とは、交通財政システムであり、交通税の課税、補助金額の決定、料金水準や配分方法の定義である。バリアフリー促進が典型的であるように、イノベーションの中には相対的に所得の低い利用者層向けに高価な設備投資をおこなう必要があるものがあり、独立採算制よりは税を通じた所得再分配政策と親和性が高い。第三はインフラストラクチャの整備と維持である。第四は事業への許認可、交通事業に対する監督権限である。地方政府は、民間事業者に対する監督、公営事業者としての市場参入、運営責任は地方政府が持つが事業は民間業者に委託するPPP（官民パートナーシップ）の三つの選択肢を使い分けることで、イノベーションの成果を交通サービスに反映させる。第五は社会的合意形成であり、地方政府は市民参加の仕組みを活用したり（例：交通計画策定段階の市民参加手続き）、ステークホルダー会議を設置したりして、イノベーションの社会実装に対する社会的コンセンサス構築を構築させるものである。イノベーションの中には、既得権益と鋭く対立するものがあり、地方政府の社会的合意形成手続きにより解決することができる。

4. ボルドーのケーススタディ

(1) ボルドーのLRTのあらまし

ボルドーはフランス南西部・アキテーヌ地方の中心都市で、近年はハイテク産業でさかえ、都市圏人口は70万人を超える。月の港の異名を持つ美しい街並みは世界遺産に指定され、景観保護は重要な都市政策である。ボルドーのLRTは2003年から2004年にかけて第一フェーズの三路線22kmを一気に開業させ、以後順調に路線を拡張し、2016年には66kmの路線となった。2013年の乗客数は7,474万人である。路線延長・乗客数ともにフランスの地方都市で随一の規模を誇る³⁾¹²⁾。

ボルドーは世界遺産に指定された都心の景観を保護するために、APSを初めて採用した。APSの採用によって、証券取引所前の水鏡に象徴されるように、トラムが新しい景観をつくることに成功した。導入当初は初期不良に悩まされ、しばしば技術トラブルによる運休が発生し、一時は市当局もAPSの廃止を検討するところまで追い込まれたが、関係者の努力によりトラブルは解決し、安定運行に成功した。APSの技術開発に成功し、2011年のランスを皮切りに他の都市にもAPSが採用されるようになった。

(2) APS開発成功に対するボルドー市当局の役割

3節の仮説に従い、ボルドー市当局（当時のボルドー都市圏共同体、現ボルドー・メトロポール）が果たした役割について検討する。

まず開発促進の役割について、分析する。ビジョナーの役割としては、ボルドー市が都市計画で景観保護重視の姿勢を明確に示しており、また世界遺産に指定されたことから、イノベーター側にとってのショーウィンドー効果は抜群であった点は大きい。開発促進のローンチカスタマーの役割については、ボルドーは交通需要の旺盛な大都市であり、第一フェーズから22kmという大規模な路線網の建設計画であったため、イノベーター側に開発インセンティブを与えるのに十分な規模であった（途中でインノライユ社がアルストムに買収され、車両とAPSのセットで利益を稼ぐ形になったことも大きい。技術開発パートナーに関しては、市当局とアルストムの協働も大きく、市当局が頻発する車両トラブルに粘り強く対処したことが、APSの技術完成に役立った。モニタリングと継承の役割については、LOTIレポートなど法定の効果測定報告を通じたもののほか、自治体間互助組織を通じた他都市との情報共有の役割を果たしていた。

社会実装について分析する。ボルドーは都市計画や環境計画と連動した都市圏交通計画（PDU）を策定し、その中でLRTの路線網およびAPSの採用区間を決めたことにより、景観政策との結合に成功した。フランスの交通負担金制度やPPPにより、インフラ整備や交通経営システムと連動させる形でAPSの社会実装に成功した。社会的合意形成については、コンサルテーションや公的審査などを通じて、架線レスLRTの意義を広報・広聴し、市民の合意を得た。

5. 結論

本稿では、持続可能なモビリティのイノベーションに果たす地方政府の役割を解明するために、架線レストラムを例に、理論的な仮説に基づき、ボルドーのケーススタディを分析した。分析結果から、モビリティのイノベーションの既往研究において重視されてこなかった地方政府の役割が大きいことがわかった。ボルドーでは、市当局が明確な景観戦略を持っており、また大規模なLRTネットワークの構築を目指していたこともあり、架線レ

ス技術であるAPSの開発に大きな役割を果たしたことがわかった。本研究の残された課題として、中小都市や過疎地域の地方自治体の鉄軌道やモビリティのイノベーションに対する役割がある。国の支援や自治体間協力の枠組みなどの観点から、今後の研究を継続していく。

参考文献

- 1) 森五宏, ボルドー・地表集電トラムウェイ, 鉄道ピクトリアル, 55巻5号, pp.96-101, 2005.
- 2) Communauté Urbain de Bordeaux, 1, 2, Tram –Magazine d'information de la Communauté Urbain de Bordeaux, No.8, 2002.
- 3) 塚本直幸, ペリー史子, 吉川耕司, 南聡一郎, スペイン, フランスにおけるトラム整備に関する研究—6都市を事例として—, 大阪産業大学人間環境論集, 15号, pp.101-137, 2016.
- 4) 塚本直幸, 南聡一郎, 吉川耕司, ペリー史子, フランスにおける都市交通体系の転換に関する考察, 大阪産業大学人間環境論集, 13号, pp.25-60, 2014.
- 5) 塚本直幸, 南聡一郎, 吉川耕司, ペリー史子, フランスにおける都市交通政策の転換とトラムプロジェクトール・アール, オルレアン, トゥールを事例として—, 大阪産業大学人間環境論集, 14号, pp.57-102, 2015.
- 6) アルストム社公式サイト, <http://www.alstom.com/> (2018年4月26日閲覧)。
- 7) ニース都市圏交通会社 (Société nouvelle des transports de l'agglomération niçoise) へのヒアリング, 2009年10月26日。
- 8) CAF 社公式サイト, <http://www.caf.net/> (2018年4月26日閲覧)。
- 9) 塚本直幸, 伊藤雅, ペリー史子, 波床正敏, 吉川耕司, スペインでの事例調査に基づく LRT 事業要件に関する考察, 大阪産業大学人間環境論集, 12号, pp.33-93, 2013.
- 10) ニース市トラム公式サイト, <http://tramway.nice.fr/> (2018年4月26日閲覧)。
- 11) Soichiro Minami, Ridesharing Service in Local Governments' Transport Policy, 25th International Colloquium of GERPISA, ENS Cachan (École normale supérieure Paris-Saclay), Cachan City, France, June 15, 2017.
- 12) ボルドーメトロポール (Bordeaux Métropole) へのヒアリング, 2015年9月4日。

LRT without Overhead line in the point of view from Sustainable City Policy of Municipality

Soichiro MINAMI

The purpose of this research is to elucidate interdependent development cycle of institution and technology about sustainable mobility by analyzing relationship between innovation and transportation policy by local governments. By case study of LRT without Overhead line, Local Governments play the most important role to growth and spread new technology for sustainable mobility. Bordeaux City had played important role as a Launch Customer of wireless LRT technology.