

LRT によるスマートな都市交通政策の 環境改善効果—グルノーブルを例に

南 聡一郎¹・東 秀忠²・竹内 龍介³

¹ 非会員 国土交通省国土交通政策研究所主任研究官（〒160-0004 東京都新宿区四谷 1 丁目 6 番地 1 号）

E-mail: minami-s2rk@mlit.go.jp

² 非会員 山梨学院大学教授 経営学部経営学科（〒400-8575 山梨県甲府市酒折 2-4-5）

E-mail: h-higashi@ygu.ac.jp

³ 正会員 国土交通省国土交通政策研究所主任研究官（〒160-0004 東京都新宿区四谷 1 丁目 6 番地 1 号）

E-mail: takeuchi-r2n8@mlit.go.jp

本報告は、LRT を中心としたスマートな都市交通体系に転換することによる CO₂ や大気汚染物質排出削減などの環境改善効果について、先進事例の成果を元に明らかにするものである。EU の SUMP（持続可能な都市モビリティ計画）の取り組みなど、欧州では自動車から公共交通や徒歩・自転車へ転換させることで、環境改善をおこなっている。一方で、モータリゼーションが進展した地方都市においては、公共交通へのシフトによる環境改善効果は小さいという指摘もある。そこで、本報告では先進都市フランス・グルノーブル市を例に、輸送分担率や成果について分析する。グルノーブルは、大気汚染公害に悩まされていたことから、1987 年にフランスで 2 番目に LRT を導入した。LRT についても順次拡張をおこない、5 系統 43.7km の路線長に成長し、2019 年に策定した都市圏交通計画は EU の SUMP 賞を受賞するなど、グルノーブルは欧州においてスマートな都市交通体系への転換に最も力を入れている都市の一つである。自治体が作成する事後評価レポートや環境アセスメント資料の分析を中心に、グルノーブルにおける CO₂ や大気汚染物質排出削減などの環境改善効果を明らかにする。

Key Words: LRT, Tramway, SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan), MaaS (Mobility as a Service), Universal Design, Transportation Tax, Environmentally Sustainable Transport

1. はじめに

2021 年に実施された EU の第 9 回 SUMP 賞 (Award for Sustainable Urban Mobility Planning) にて、グルノーブルがフランスの都市として初めて優秀賞を受賞した¹⁾。グルノーブルは 1987 年に開業した LRT で、世界で初めて車軸のない台車による低床車を導入し、LRT/路面電車やバスの世界的な低床化の流れをつくった事で知られる。近年、日本においてグルノーブルの事例を取り上げられることは少なかったが、グルノーブルはその後 LRT の延伸・拡張をはじめとして、公共交通の抜本的改良・拡充を継続しておこなってきた。SUMP 賞の優秀賞の対象となった 2019 年に策定した PDU (都市圏交通計画, Plan de Déplacements Urbains) は、これまでのグルノーブルの公共交通中心の都市交通政策の集大成といえるものであった。そこで、本稿では 2006 年と 2015 年の

LRT 延伸及び、2019 年の PDU を中心に、LRT 導入から近年に至るまでのグルノーブルの都市交通政策について分析し、CO₂ や大気汚染物質排出削減などの環境改善を可能とする LRT を中心としたスマートな都市交通体系への転換に関する含意を明らかにする。

2. グルノーブルの LRT 発展の軌跡

(1) グルノーブル都市圏の地理的な特徴

グルノーブルは、ローヌ・アルプ・オーベルニュ地域圏イゼール県にある都市で、同県の県庁所在地となっている。アルプスの山々に囲まれた、イゼール川とドラック川の合流点の盆地地形に位置する街であり、Y 字型の谷筋に都市が位置している。グルノーブルは学術研究都市として発展しており、LNCMI (国立強磁場研究所) や IRAM (ミリ波電波天文学研究所) などの大規模研究施

設を持つグルノーブル大学のほか、近年ではグルノーブル駅裏の二つの川の合流点に国際リサーチセンターの整備を進めており、ESRF（欧州シンクロトロン放射光研究所）や ILL（ラウエ・ランジュバン研究所）などの大規模研究施設が立地している。グルノーブルでは官民あわせて 23,500 名が研究職に従事している²⁾。居住地選択において QOL の高さを重視する R&D 産業の従事者を引きつけるためにも、グルノーブルはアメニティの高いスマートなまちづくりが求められており、都市交通政策はスマートなまちづくりの中核的な施策と位置づけられる。

2019 年時点で、中心都市となるグルノーブル市の人口は 158,198 人であり、人口密度は 8,725 人と地方都市としては狭隘である³⁾。歴史的経緯からフランスは基礎自治体（コミューン）の合併を行わない代わりに、政府は広域行政体の設置を促しており、グルノーブルは最も広範囲の権限をコミューンから譲渡されるメトロポールを設置している。グルノーブル・アルプス・メトロポールはグルノーブル市を中心とした 49 のコミューンが加盟し、人口は 446 612 人、面積は 545,5km²、山間・高原部の過疎コミューンを含むため、人口密度は 818,7 人/km² となっている⁴⁾。

(2) LRT 導入の背景

グルノーブルはアルプスを横断する幹線交通路の結節として発展してきた経緯があるが、狭隘な盆地に道路や建物がひしめきあっているため、土地不足に悩まされやすい。モータリゼーションが進むと、渋滞と大気汚染が深刻となった。もともと路面電車が存在していたが、戦後になっても車両や施設の更新が行われず、戦後モータリゼーションが始まるとバスに置き換えられた。1968 年の冬季オリンピック開催を機に都市再開発が行われ、市街地南部を東西に走っていた国鉄グルノーブル＝モンメリアン線の踏切除去のため同線のルート都市外縁部に立体交差構造で移設して、旧線跡にオリンピック道路を建設するなど道路整備を進めていった。オリンピックを機に、グルノーブル都市圏も経済発展が進み、人口も増加していった。しかしながら、人口増加により道路容量が限界に達し、大気汚染も深刻となった。

人口増加によりグルノーブルでは、バスのみ依存する公共交通体系では限界に達した。一時は高架式の新交通システム POMA（ケーブル駆動方式）の導入も検討したが、高架橋が景観を破壊し、高架駅のアクセス難さや建設費が高い割に輸送力も小さかったため、POMA の導入は断念した。最終的に自治体が設置した専門家委員会（LRT）がグルノーブルに相応しいと勧告した。1977 年には、交通政策を担う一部事務組合である SMTC（Syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération

grenobloise, グルノーブル公共交通政策混合組合）が形成され、市当局は市民公募によるスイス・チューリヒ市のトラム視察を行うなどの啓発運動を地道に行い LRT 導入を進めていった。LRT 導入は当初社会党市政のもとで進められていたが、1983 年の地方選挙で LRT 反対の立場をとる保守系の共和国連合（RPR）が勝利した。しかしながら、この時にグルノーブル市長に就任した RPR 若手政治家のアラン・カリニョンは、彼個人の立場は LRT 推進であった。市議会は LRT 反対派が多数派を占める状況であったため、カリニョン市長は LRT 導入の是非を問う住民投票をおこなう決断を下した。投票結果は賛成多数（54%）であり、LRT 導入が決まり、1987 年の LRT 開業を迎えるに至った⁵⁾。

(3) LRT 導入のインパクト

1987 年 8 月、グルノーブルの LRT の第一路線として、A 系統がグルノーブル駅前からグルノーブル市南端のグラン＝プラスまでの区間で開業し同年内にグルノーブル駅から西へ、フォンテーヌ市まで延伸された（図 1）。

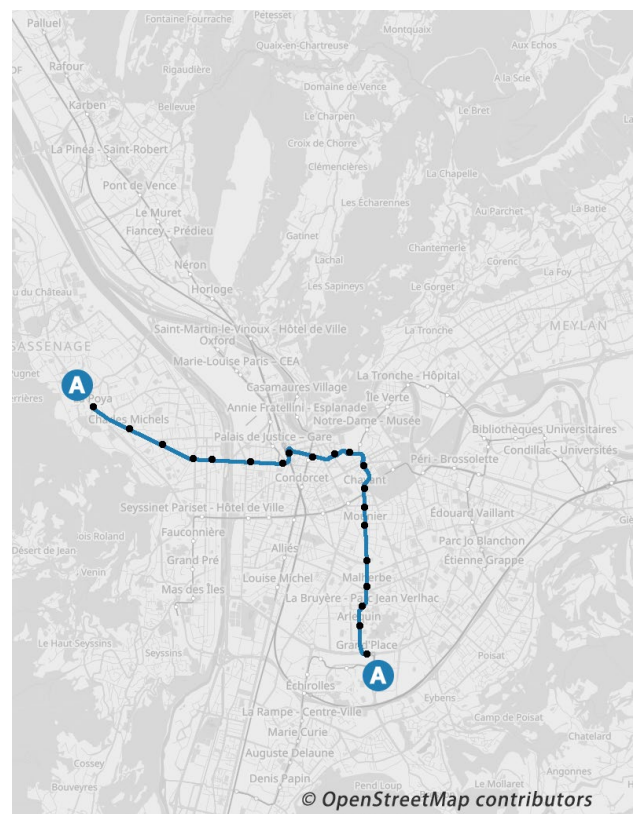


図 1 1987 年の LRT 路線網

グルノーブルの LRT が画期的であった点は、世界で初めて本格的な低床 LRV を導入し、バリアフリー化を進めた点である。グルノーブル市当局が、障害者団体の要望を受け入れる形で導入に踏み切った車両は、真ん中の付随台車の車軸を無くし、車内の 70%がフラットな

低床空間となった。車椅子の利用者は介護無しで LRT を利用できるようになり、以後 LRT はバリアフリー化に最適な都市公共交通として発展することになり、かつバスの低床化も促した⁶⁾。

グルノーブルの LRT は、自動車による環境問題や混雑の解消を目的としたものであり、当時ドイツやスイス等でおこなわれた施策を模範としていた。LRT 導入と同時に、LRT 沿道の都心の自動車規制の実施（トランジットモールの導入、歩行者専用空間や一方通行化）、パークアンドライドの実施、LRT を軸とする形でのバス路線網の再編、といった施策が盛り込まれた。グルノーブルの LRT 導入事業は都心における自動車利用について、住民の利用は許可、住民以外の来訪者は買い物など短時間の利用は許容するが、通勤利用の長時間の駐車は排除するというその後のフランスの都市内自動車制御の基本パターンが確立された⁷⁾。トランジットモールは、ドイツのフライブルクなどにすでに存在していたが、街路の狭い歩行者専用空間に LRT を新設する形で実現したのはグルノーブルが初のケースとなった⁸⁾。

グルノーブルの事例で画期的であった点は、フランスでも LRT を軸とした交通政策の有効性を示した点である。実は、郊外開発に対する規制が強いドイツやスイス、オランダなどとは異なり、フランスは郊外開発の規制が緩く、都市のスプロール化が進展し、日本やアメリカ同様郊外に多数のロードサイド店舗が林立している。つまり、グルノーブルの事例は、すでに郊外化が進んだ社会でも、LRT を軸とした環境に優しい公共交通中心の交通政策が有効である点を示したのである。

なお、グルノーブルがフランスの LRT 発展与えた影響として、人材面も重要である。ストラスブールが 1989 年の地方選の結果、LRT 導入を決めた際にグルノーブルの LRT 導入に携わった A. メネトー氏をが CUS（ストラスブール都市圏共同体）へ異動し、グルノーブルのノウハウをブラッシュアップする形でストラスブールの LRT を完成させた⁹⁾。エンジニアが市町村間を異動することで、フランスではノウハウが共有されている面がある。

(4) LRT ネットワークの拡張

計画当初から、LRT は第二フェーズを予定しており、A 系統の延伸と B 系統の新設がおこなわれた。B 系統はグルノーブル市東隣に位置するサン＝マルタン＝デル市のグルノーブル大学キャンパスおよび、グルノーブル駅西方、イゼール川とトラック川の合流点の半島地区に建設するリサーチセンターへのアクセスを目的としており、都心部では A 系統と路線共有している（図 2）。

第三フェーズは 2006 年に開業し、B 系統の延伸と C 系統・D 系統の新設がおこなわれた。乗客増により、都

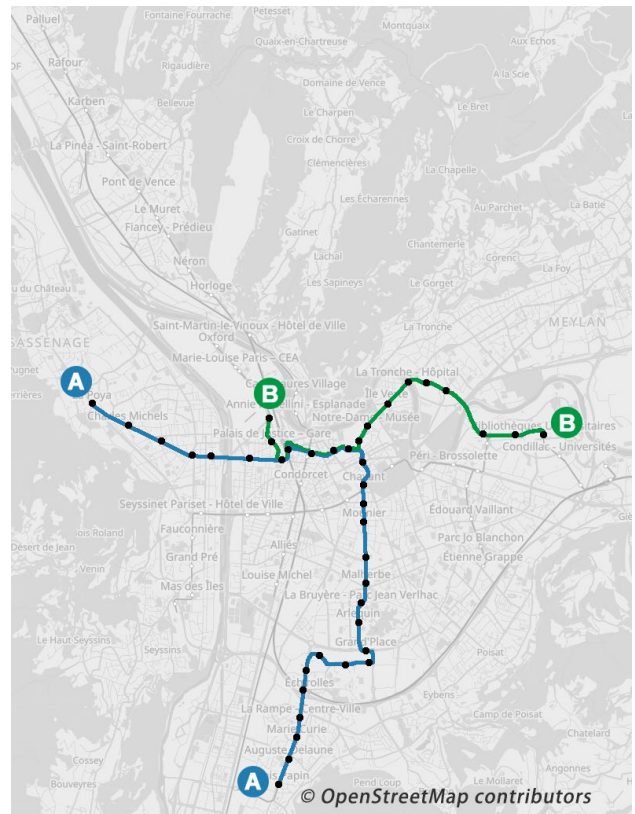


図 2 2001 年の LRT 路線網

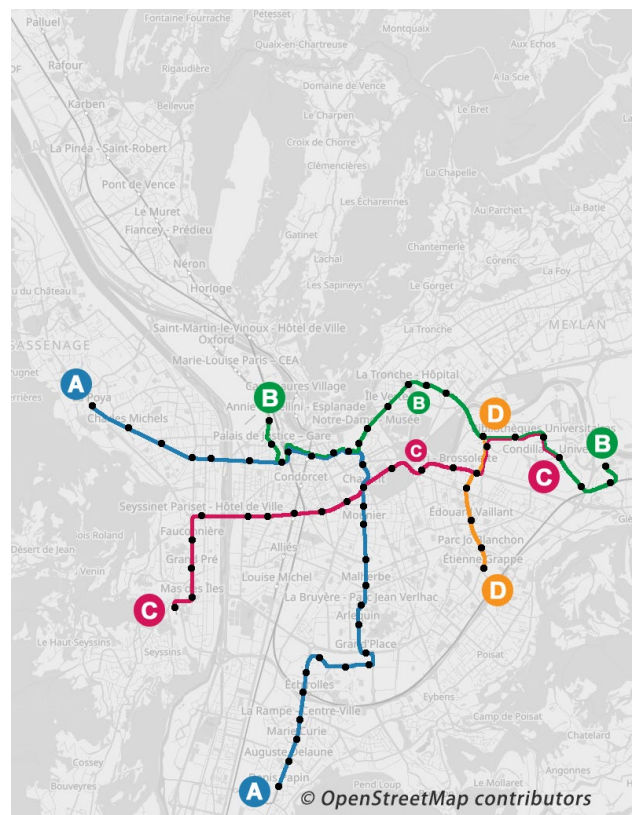


図 3 2006 年の LRT 路線網

心区間の混雑が慢性化したため、東西方面のバイパスとして C 線が建設、B 線を大学のキャンパスを突き抜けて

東隣のジエール市中心まで延伸した。D 系統は郊外部の短距離の支線である (図 3)。

しばらくは第三フェーズの路線網のまま推移したが、第 4 フェーズとして E 系統の新設がおこなわれた。2014 年～2015 年にかけて E 系統が開業し、2019 年には A 系統の南部で延伸がおこなわれた (図 4)。E 系統は都心からイゼール川下流域のコミュンをつ結ぶ路線であり、SNCF のリヨン＝グルノーブル＝マルセイユ線と平行している。

第 4 フェーズの完成によって、LRT は 43.7km の路線長に成長し、グルノーブルをはじめとして、西隣のフォンテーヌ、グルノーブル大学が立地するサン＝マルタン＝デルやジエールなど 12 コミュンをカバーするに至った。コムン数で 24.5%、面積は 10,864ha とメトロポールの 19.9%に過ぎないが、LRT がカバーする 12 コミュンの人口は 32.5 万人とメトロポール人口の 72.9%を占めており、都市圏内の多くの人が LRT にアクセス出来るようになった²⁾。

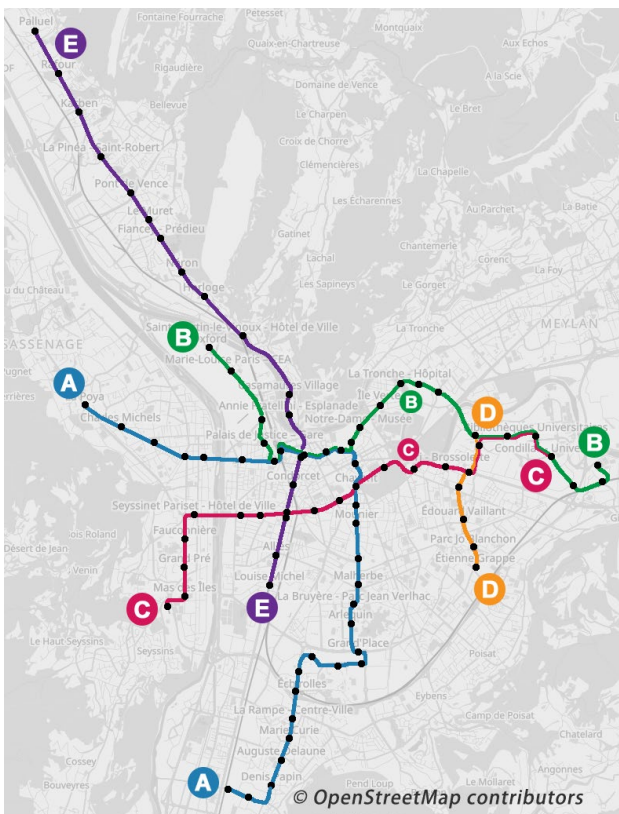


図 4 2019 年の LRT 路線網

3. グルノーブルの都市交通政策：交通計画を中心に

(1) グルノーブルの都市交通行政の組織と財務

グルノーブルの都市交通政策は、日本でいうと一部事務組合的な組織である SMMAG (Syndicat Mixte des Mobili-

tés de l'aire Grenobloise) が、AOM (モビリティ・オーソリティ, *Autorité Organisatrice de la mobilité*) として実施している。グルノーブル・アルプス・メトロポール、グレンシボーダン・コミューン共同体、ヴォワロネー・コミューン共同体の 3 つの広域自治体を管轄する AOM で、2020 年にグルノーブル・アルプス・メトロポールのみを管轄する SMTC を改組して発足した。SMMAG の管轄権は、シェアモビリティは 3 つの都市圏すべてを対象とするが、公共交通については 2021 年時点でグルノーブルとグレンシボーダンのみであり、ヴォワロネーについては将来の統合準備を進めている。SMMAG の発足により、市民は 1 枚のチケットで 3 つのエリアを移動することができるようになった。公共カープール、高頻度のバス路線の延長、3 地域をまたがって利用できる自転車シェアリング・サービスなどが提供されている。住民が利用できる MaaS アプリ「Pass Mobilités」の開発が進められている⁹⁾。

SMMAG の予算は 1 億 9600 万ユーロ (2022 年) で、歳入の内訳は運賃収入が 18%、モビリティ負担金 (旧称：交通負担金) が 64%、地方一般財源が 17%である。この予算で、公共交通の運営経費、インフラ投資、SMMAG 自身の管理費をまかなう。グルノーブル・アルプス・メトロポールの公共交通ネットワーク (TAG) の運営費に対する運賃カバー率は 26.6%である¹⁰⁾。

(2) 都市圏交通計画「PDU 2030」について

フランスでは、人口 10 万人以上の都市圏において、総合的な交通計画である PDU の策定が義務づけられている (PDU は 2019 年 12 月のモビリティ新法により 2021 年 1 月以降に策定した計画は PDM, *Plan de Mobilité* に名称変更)。SUMP 賞を受賞したグルノーブルの最新版の PDU である「PDU 2030」は 2019 年に制定された。SMMAG 発足前の策定のため、グルノーブル・アルプス・メトロポール (49 コミュン) のみを対象としている。PDU 2030¹¹⁾は、以下の 7 つの政策的課題を解決することを目的としている：1. 気候変動対策とエネルギー転換の支援；2. 大気質と公衆衛生の改善；3. 移動にかかる費用の削減；4. 家庭における燃料費高騰への対応；5. 大都市圏の多極構造化の支援；6. グルノーブル地方の様々な地域間の相互依存関係を考慮する；7. 人と物の移動の信頼性を向上させる。

これらの課題解決のために、行動計画の 7 つの方針が定められている：1. 公害や化石燃料からの脱却；2. モビリティを誰もが利用できる権利にすること；3. 移動行動の変化をサポートする；4. 日常の移動を優先する；5. 公共空間にクルマを正しく配置する；6. アクティブモードとシェアモードを優先させる；7. 移動盆地全体の接続を改善する。具体的なアクションプランとしては以下の通

りである。

自動車依存の交通体系を改め、公共交通・徒歩・自転車を強化し、自動車の輸送分担率を下げる：LRT 路線網の拡充や BHNS (BRT) の導入を図り、TER (地域鉄道) のサービス強化と連携強化する；自転車道の整備、安全な駐輪場の設置、バイクシェアの拡充をおこない、自転車の利用強化を図る；情報案内や道路の標識類を整備して、歩行者の安全性を確保し、徒歩を促す；共通運賃、共通カード、MaaS アプリの導入をおこない、モード横断的な交通サービスを提供する。

自動車シェアの拡充と自動車からの環境問題を解決する：道路網を再編し、都心の自動車利用を減らす；カーシェアリング、カープリングを拡充・強化する；VTC (営業免許保有者によるライドシェアサービス) を強化する；駐車場の再配置をおこなう。郊外部のパークアンドライドを強化する；公共充電施設を充実させ、電気自動車の普及を促す。

SUMP の委員会は、グルノーブルの PDU が交通に関わる環境問題を解決するうえで、社会的弱者を含むすべての公共交通利用者のモビリティニーズを満たすことを目的とし、統合的かつ構造的なアプローチを採用したことを評価した¹¹⁾。グルノーブルは、1987 年の LRT 開業から一貫して環境問題の解決と PRM (移動制約者) の権利確保の両立を追求してきたのである。

4. LRT 導入の効果：LOTI レポートより

フランスでは、交通インフラ投資プロジェクトをおこなった際に、投資効果を分析したレポートを作成することを義務づけている。1982 年の交通基本法 (LOTI) で導入されたため、この影響評価レポートは LOTI レポート (Bilan LOTI) と呼ばれている。なお、LOTI は 2010 年の交通法典制定時に、実質廃止されているため、現在は同法典第 L1511-6 条、第 L1511-7 条、第 R5111-1 条～第 R5111-10 条にて規定されている。社会経済の評価項目は、都市によって重点対象が異なり、グルノーブル市は事業予算、交通改善と環境・健康に特化した分析となっているのが特徴である。本稿では、LRT 第三フェーズ (2006 年) と第四フェーズ (2014-2015 年) のレポートにおける主要な分析結果を要約する。

(1) 事業のあらましと予算

第三フェーズは、C 線と D 線の 신설、既存線である B 線の延伸の 12.5km の新線建設と 4 ヶ所のパークアンドライドを設置する事業で、2006 年から 2007 年にかけて完成した。事業に費やした費用は 3 億 6400 万ユーロ (約 440 億円、現在のレートで換算) であり、当初予算 3 億 7850 万ユーロに比べて節減に成功した¹²⁾。第四フェ

ーズは、E 号線 11.2km の新路線の建設をおこなう事業で、2014 年に完成した。事業に費やした総額は 2 億 5080 万ユーロ (約 300 億円、現在のレートで換算) であり、当初予算 2 億 8700 万ユーロより圧縮に成功した¹³⁾。

(2) 輸送分担率の改善と交通渋滞の解消

第三フェーズでは、開業前後 (2002 年と 2010 年) を比較して、都市圏の分担率は公共交通が 14% から 17%、徒歩自転車が 34% から 37%、マイカーが 52% から 46% とマイカーの分担率削減に成功し、都心の 1 日の流入自動車も 1 万台以上減少した。LRT 新線の効果で公共交通利用者数は年間 500 万人増加した (バスから LRT への利用転換を除く)¹²⁾。第四フェーズは、開業前後 (2010 年と 2017 年) を比較して、E 号線沿線住民の分担率は公共交通が 21% から 26%、徒歩自転車が 5% から 8%、マイカーが 75% から 66% とマイカーの分担率削減に成功し、都心の 1 日の流入自動車も数千台以上減少した。LRT 新線と同時に開業した BRT の効果で公共交通利用者数は 1 日あたり 9000 人増加した (バスから LRT への利用転換を除く)¹³⁾。

(3) 環境改善効果と費用便益分析

第三フェーズの C 号線に関連して大気汚染物質や CO₂ は 30% 以上の削減がなされた。第三フェーズの CBA では、移動時間短縮・自動車交通量削減・環境改善の効果と新線が加わった営業経費増加と比較して、年間 1,890 万ユーロ (約 23 億円) の正の便益が得られたと計算している¹²⁾。第四フェーズの E 号線では沿線での交通からの排出量は 7%～11% の削減効果があった。E 号線の CBA では、利用者の自動車交通量減少による効果と、環境改善の効果を合算して、E 線の沿線に年間 690 万ユーロ (約 9 億円) の便益をもたらしたと計算している¹³⁾。

5. おわりに

本稿では、グルノーブルのスマートな都市交通政策について、1987 年の LRT 第一フェーズから 2019 年の PDU 2030 に至るまでの経緯を含めて概観してきた。スマートな都市交通を実現するための、グルノーブルから得られる含意は以下の通りである。第一に、公共交通の活性化・再生に関する政策目標を明確に定義することである。地理的な理由により大気汚染に悩まされてきたグルノーブルでは、環境保護は市民の間で政策目標として合意を得られ、また低床車の導入から一貫して障害者のアクセシビリティの改善は重要な政策目標として扱われてきた。都市圏交通計画 (PDU) において、政策目標を明示した点は重要である。第二に、公共交通については、採算性

よりも政策目標への貢献を重視し、客観的な指数で明示した点である。別の言い方をすれば、交通政策における経済的な評価について自動車の社会的費用を重視して計算した点である。LOTI レポートでは、LRT 延伸の経済評価を大気汚染公害や気候変動による被害軽減額を算定している。第三に、統合的なアプローチを採用した点である。LRT とバスの連携はもちろんのこと、マイカーしか使えない地域に住む住民にはパークアンドライドを提供することでマイカーと LRT の連携を実現させた。近年では、自転車利用の推進、シェアモビリティの拡充、カープール（マイカーに他の利用者便乗）といった新しいモビリティサービスとの連携を強化している。もちろん、グルノーブルの公共交通は日本とは異なりモビリティ負担金という豊かな財源によって支えられているため、今すぐ日本で質量両面でグルノーブルと同じ水準の公共交通を供給するのはさすがに難しい。といえども、交通計画において経済・社会・環境に関する政策目標を明示する点、目標達成度合いを客観的な指標で事後評価をおこない公共交通の公的資金投入への経済的合理性を示している点、新しいモビリティサービスと公共交通のモード横断的な連携を目指している点は、今後日本でスマートな地方交通政策を推進するうえで大いに参考になるであろう。

補足

本稿に関する知見については、著者ら個人の見解であり、所属する組織・意見を代表するものではない。本稿の文責は著者らに帰属するものとする。

参考文献

- 1) EU・SUMP Award 公式サイト：
<https://mobilityweek.eu/past-awards/sump-award/>（2022年9月29日閲覧）。
- 2) グルノーブル・アルプス・メトロポールサイト：
<https://www.grenoblealpesmetropole.fr>（2022年9月29日閲覧）。
- 3) INSEE（フランス国立統計経済研究所）グルノーブル市の統計情報：
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-38185>（2022年9月29日閲覧）。
- 4) INSEE（フランス国立統計経済研究所）グルノーブル・アルプス・メトロポールの統計情報：
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/1405599?geo=EPCI-200040715>（2022年9月29日閲覧）。
- 5) Laisney, F.: Atlas du tramway dans les villes françaises, Éditions Recherches, 2011, pp.106-127.
- 6) Minami, S.: Local Government and Innovation for Sustainable mobility, FFJ Discussion Paper Series, DP 21-01, 44 pages, 2021.
- 7) 望月真一, 路面電車が街をつくる—21世紀フランスの都市づくり, 鹿島出版会, 2001, pp51-53.
- 8) アラン・メネトー, 講演: 生活の足を支える交通政策, 2005年7月20日, 沖縄こどもの国, 沖縄県沖縄市.
- 9) SMMAG へのヒアリング, 2021年12月8日.
- 10) SMMAG Rapport budgétaire 2022 (SMMAG 予算レポート) .
- 11) SMTC (Syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération grenobloise) : PDU 2030, 2019.
- 12) AURG (L'Agence d'urbanisme de la région grenobloise) : Tram 3 : Evaluation a posteriori (Bilan LOTI), 2015.
- 13) AURG (L'Agence d'urbanisme de la région grenobloise) : Bilan Loti du Tram E de l'agglomération grenobloise, 2021.

SMART URBAN TRANSPORT POLICY BY LIGHT RAIL TRANSIT IN GRENOBLE METROPOLITAN AREA

Sochiro MINAMI, Hidetada HIGASHI and Ryusuke TAKEUCHI

This paper presents the environmental benefits of converting to smart urban transport systems, mainly LRT, such as reducing CO2 and air pollutant emissions, based on the results of advanced case studies, such as the SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan) in the European Union. This report analyses the transport sharing ratio and results using Grenoble, France, as an example of an advanced city. Grenoble was the second city in France to introduce LRT in 1987, as it was suffering from air pollution; the LRT has been gradually expanded, growing to five lines with a total length of 43.7 km. Grenoble's PDU (Urban Mobility Plan) drawn up in 2019 received the EU's SUMP award. Grenoble is one of the most committed cities in Europe to the transformation to a smart urban transport system.