自動運転地域交通システムの公共財化に関する考察

三輪　富生[1]・森川　高行[2]・後藤　裕平[3]・筑波　聡[3]・本小　輝晃[4]

[1]正会員　名古屋大学准教授　未来材料・システム研究所（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）
E-mail: miwa@nagoya-u.jp

[2]正会員　名古屋大学教授　未来社会創造機構（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）
E-mail: morikawa@nagoya-u.jp

[3]正会員　東海旅客鉄道株式会社　総合技術本部技術開発部

[4]正会員　東海旅客鉄道株式会社　新幹線鉄道事業本部　施設部機械課（前　総合技術本部技術開発部）

多くの地域公共交通サービスは採算性が厳しく，縮小の一途をたどっており，買物や通院などのための移動もままならない市民が増加している．このため，交通不便地域において自動運転車を活用した多くの社会実験が行われているが，今後，地域ごとに高価な車両やメンテナンス・充電インフラ等を確保することは容易ではない．そのため，より多くの市民が自動運転車サービスによる公共交通サービスを享受できるためには，導入コストの低い車両や運行システム等が必要である．本稿では，そのような交通サービスの実現のためには，自動運転車両や運行管理システムの公共財化が必要であることを述べたうえで，実現に向けて整理すべき点について議論する．

Key Words: *smart mobility, automated vehicle, road transport services, regional public transport*

1.　はじめに

多くの地域公共交通サービスは採算性が厳しいうえに職業運転手の不足もあり，縮小の一途をたどっている．そのような状況は過疎地だけでなく地方都市や大都市郊外部でも見られ，買物や通院などの交通もままならない市民が増加している．このため，交通不便地域において自動運転車を活用した多くの社会実験が行われている．しかし，自動運転車による公共交通サービスを実装するために，高価な車両やメンテナンス・充電等のためのインフラを地域ごとに調達・維持することは容易ではない．このため，自動運転車を活用した交通サービスの実装を交通事業者のみに任せると，交通需要密度の高い都市部のみでしかそのようなサービスが利用できなくなる可能性ある．そのため，より多くの市民が自動運転車による公共交通サービスを享受できるためには，汎用性が高く導入コストの低い車両や運行管理システム等が必要であり，それらを公共財化することが望ましいと考えられる．

そこで本稿では，交通不便地域の公共交通サービスの現状や，想定される将来の交通サービスを示した上で，持続可能な地域交通サービスを実現するために，自動運転車両や運行管理システムを公共財化することの必要性を述べる．そして，事業の枠組みや実現に向けて整理すべき点等について議論する．

2.　地域交通サービスの現状と将来像

(1)　地域交通サービスの現状

地方部の地域バス・鉄道事業の経営状況は悪化している．令和 2 年度には一般路線バス事業者の 99.6%が赤字であるとの報告もあり（北陸信越運輸局，2023），特に

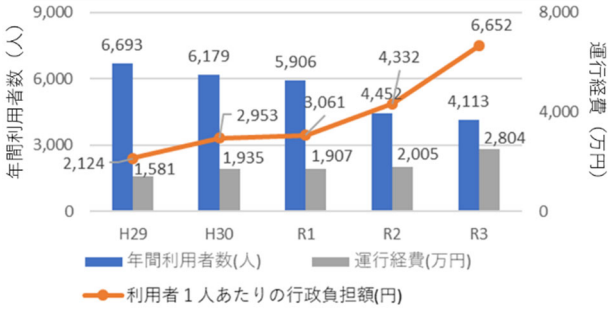


図-1　豊田市足助地区の地域バスの運営状況

人口や人口密度が低い地方部の小規模な都市や地域では，乗客一人当たり行政負担額が高い傾向にある（辰巳ら，2019）．例えば，愛知県豊田市の中山間地域中心地区である足助地区（2023 年 9 月 1 日現在の人口 6,923）は過去 10 年で人口が 20%程度減少しており，令和 3 年度の地域バス乗客一人あたり輸送費における行政負担額が 6,652 円となっている（**図-1**）．このような傾向は人口減少とともに深刻さを増す．

また，75 歳以上での運転免許の更新が厳格されたことや，高齢者の深刻な交通事故の発生等を背景に増加してきた免許返納者数が 2020 年以降は減少に転じている（警察庁，2023）．この理由は多く考えられるが，地域公共交通の利便性の低さや低下も一因であろう．

(2) 地域交通サービスの将来像

これからの人口減少に伴い，交通需要総量は減少する．このため，利用者の少ない地域交通サービスはより効率的なサービスへの転換が必要となる．

自動運転技術の進歩は著しく，米国や中国の一部の都市ではすでに無人自動運転タクシーの商用運行が開始されてる．我が国でも，定時定路線の自動運転バスの社会実装を想定した実験が行われている．このように，将来は多くの地域交通サービスが自動運転車によって置き換わることが予想される．自動運転タクシー・バスの利便性向上が，世帯の自家用車の保有率を低下させる可能性もあり，自動運転車による送迎トリップの増加などにより，交通流量が増加する可能性も考えられる．

そのような将来を想定したときの，ある都市圏における公共交通の姿を**図-2** は示している．この図では，都市圏の中心駅を図中央に配置し，自宅を郊外に配置した例であり，図中上部には自宅からの距離イメージを示している．また，図中には公共交通サービスのみを示しており，自家用車などの私有のモビリティは図示していない．なお，圏域の大きさや交通需要総量，自宅位置などは都市圏によって異なるため，この図はあくまで一例である．

さて，中心駅を中心に一定の範囲では交通需要密度が高く，中量輸送モビリティが用いられる．この場合，自動運転技術を用いたモビリティとして自動 BRT や連接 BRT 等が想定される．ただし，すでに整備された地下鉄や鉄道は有効に活用されるべきであり，また各都市が目指す姿において鉄道が重要な役割を担う場合も多いため，そのような場合は鉄道を中心にそれを補完する形で自動運転モビリティが活用される．郊外では，交通需要密度が低いため，個別モビリティによって移動サービスが提供され，自動運転タクシー（ロボタクシー）が移動サービスを提供すると想定している．

交通需要密度が低い郊外部は，すでに公共交通サービスの衰退が進む地域である．多くの社会実験で想定されているように，地域公共交通サービスに自動運転技術が導入されれば，運転手不足によるサービス継続の危機から脱することができ，また人件費の削減により運営費用の削減も期待できる．しかし，自動運転による公共交通サービスを導入するためには，高価な自動運転車両が必要であるだけでなく，その運行のためのソフトウェアや

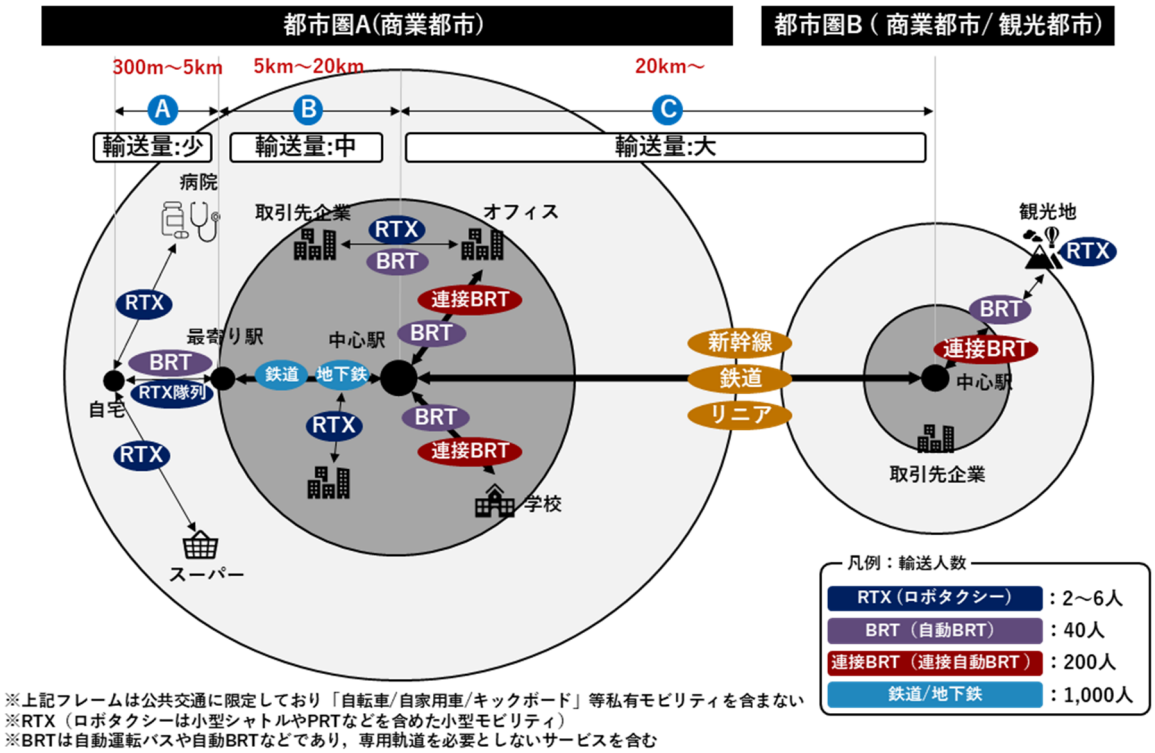


図-2 地域交通サービスの将来イメージ

運行管理システム（以降では，これらをまとめて“運行管理システム”と呼ぶ），そして充電やメンテナンスのためのインフラが必要である．さらに，自動運転車導入初期では，車両性能やシステムの頻繁な更新も想定される．このため，各自治体がそのようなサービスを導入し，維持することは困難であると考えられる．

以降では，持続可能な地域公共交通を実現するために，自動運転車両や交通サービス提供に必要なシステムやインフラ（以降では，これらをまとめて“リアル財”と呼ぶ）を公共財化することを考える．また，それらリアル財を交通事業者にリースする仕組みをスマートモビリティ公共財プラットフォーム（簡単のため，“公共財 PF”とする）と呼ぶ．

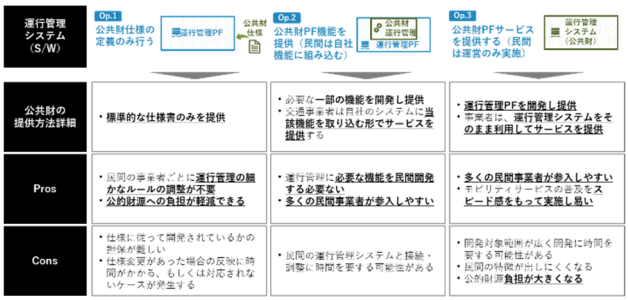
次章では，公共財 PF に関する基本的な考え方を述べたうえで，交通事業者の補助，都市規模と期待される効果，運営体制などについて議論する．

3. 自動運転地域交通システムの公共財化と論点

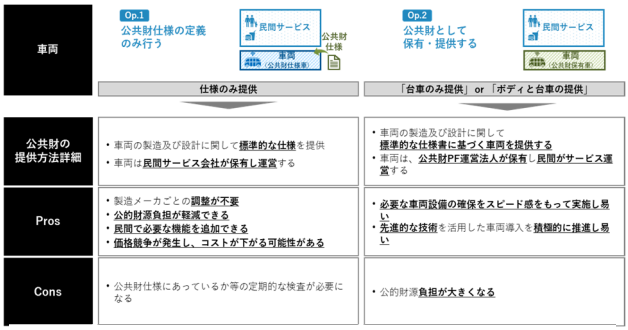
(1) 公共財 PF の基本的な考え方

公共財 PF は地域公共交通を支える仕組みであり，公共性の高いサービスであるため，それを運営する法人は公的資金を財源に国や行政が主導して設立されることが想定される．そのように設立された法人が，国から得た資金によってリアル財を調達し，それを地域に有償で貸し出しをする仕組みである．

提供するリアル財には，車両以外に運行管理システムや充電・メンテナンス設備，必要に応じて運行管理を支える路側機器等も考えられる．ただし，交通事業者が独自に車両を調達する場合でも，交通流の適切な管理が可能となるよう，車両スペックや運行管理システム等の標準的仕様を定める役割も担う．



(a) 運行管理システム



(b) 車両

図-3 リアル財の提供方法

図-3 は，運行管理システムや車両に関する提供方法のオプションを示している．どちらの場合も仕様のみを提供する場合も考えられるが，仕様のみを提供する場合は，交通事業者にとって負担が大きくなる．このため，交通不便地域の交通サービスを維持するためには，交通事業者が独自に車両やシステムを調達する場合も想定しつつ，公共財 PF が提供できる車両や運行管理システムが必要であると考えられる．

なお，提供されるリアル財やその結果実現される交通サービスのどちらも，現在の公共交通と同様に，厳密な意味での公共財とは言えない．すなわち，排除性や競合性を避けることはできない．そのうえで，“公共財”と呼ぶのは，公的な組織がリアル財を提供し，公共交通サービスを支えることを想定しているためである．

(2) 交通事業者補助における役割

地域公共交通サービスを担う交通事業者の多くが行政からの補助金を受けており，それを事業欠損補助や車両

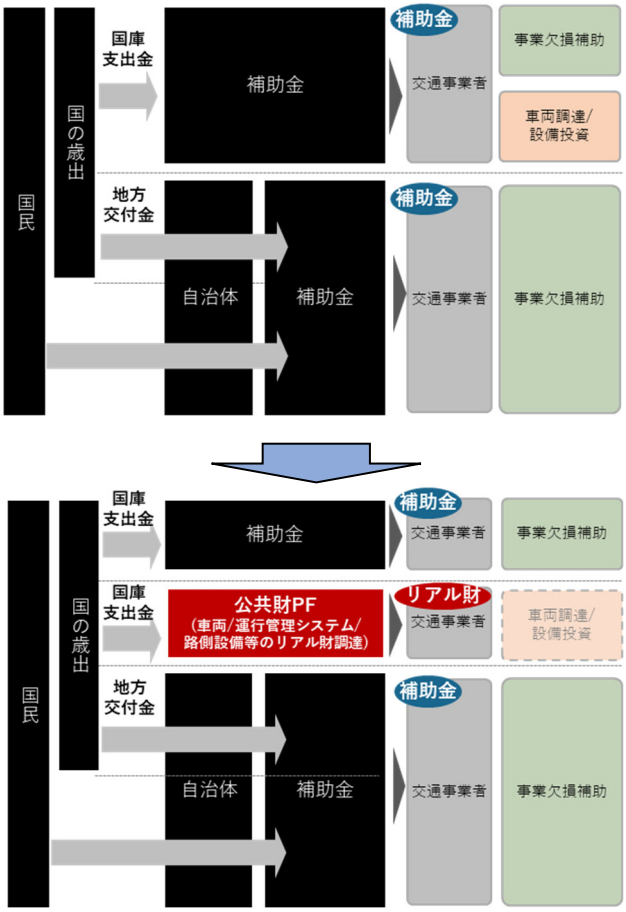


図-4 公共財 PF がある場合の交通事業者補助スキーム

調達・設備投資に用いている．公共財 PF からリアル財がリースされると，交通事業者が独自にリアル財調達を行う必要性が無くなる（**図-4**）．

一般に，各事業者は運行システム等を含むリアル財を個別に調達している．この場合，同じ機能をもつリアル財を，別の交通事業者がそれぞれ調達するため非効率である．また，各事業者単位の調達となるため，規模の経済が働きにくい．これに対して，公共財 PF が異なる地域や交通事業者のリアル財を調達することで，そのような非効率を解消できるとともに，リアル財製造費用を低下させる規模の経済が働きやすくなる．また，インフラ・車両・運行管理システムまでを一括に公共財 PF が調達することで，効率的に技術開発が進むことも期待できる．

また，前述の通り，自動運転車両の調達費用は現在のバスより高額となると考えられるため，交通事業者が独自に自動運転車を調達する場合は，自動運転技術の進歩が速い場合でも車両やシステムの頻繁な更新は難しいと考えられる．このことからも，公共財 PF による調達とリースに期待できるところが大きい．加えて，行政から交通事業者への補助も削減できると考えられる．

その他の論点として，まず，車両やシステムに関するリース料設定方法が挙げられる．公共財 PF がカバーするエリア内で収支が合うように一律の料金を設定することや，例えば，各車両のリース料を乗車人数に応じた料金とするなど，地域の交通需要密度を考慮した料金とするなどがある．また，地域によって必要な車両スペックが異なる場合がある．例えば，寒冷地と温暖な地域では足回りや空調の仕様が異なるなどである．さらには，交通サービスのあり方は，各地域や都市のまちづくりの計画，交通計画と密接にかかわる．このため，各地域・都市に応じた適切なサービスのあり方についても検討が必要である．

(3) 都市規模と公共財 PF の役割

公共財 PF は都市規模によらず，リアル財調達費用を削減可能とすることが期待される．ただし，交通需要密度が高い大都市では，公共財 PF は利益を得ることができ，交通需要密度が低い郊外地域の都市では利益が得られない場合も想定される．そのため，人口減少が進み交通需要密度の低い地域にもリアル財を安価に提供できるためには，大都市から地方都市までをカバーする公共財 PF において内部補助ができることが望ましい．すなわち，大都市で得た利益によって地方部の損失を補填できる必要がある．これにより，地方部の交通サービスを維持することができ，人口減少の進展を抑えたり，地域の魅力を高めることにつながる．**図-5** は，交通需要密度が高い順（≒人口が多い順）に大都市，地方都市①，地方都市②，地方都市③としており，地方都市②では内部補助によってリアル財の提供が可能，地方都市③は少なくとも地方都市②と同様の内部補助が不可能な地域としている．つまり，中山間地域のような交通需要が非常に少なくかつ広大な地域に対しては，内部補助によるサービス維持が困難な場合も考えられる．

そもそも内部補助をすることや，内部補助できない地域が存在することの是非に加え，どの程度の地域まで内部補助を行い，どの地域では内部補助できないかについての議論が必要である．

(4) 効果計測

公共財 PF の原資は公的資金であるので，リアル財の提供効果を適切に評価できることは重要である．公共財 PF が無くても，多くの道路系公共交通が自動運転化されると考えられる．公共財 PF の有無による交通利便性や交通需要の変化，公平な外出機会の創出について，その経済価値や地域住民のウェルビーイングの向上の程度を評価する手法が必要である．

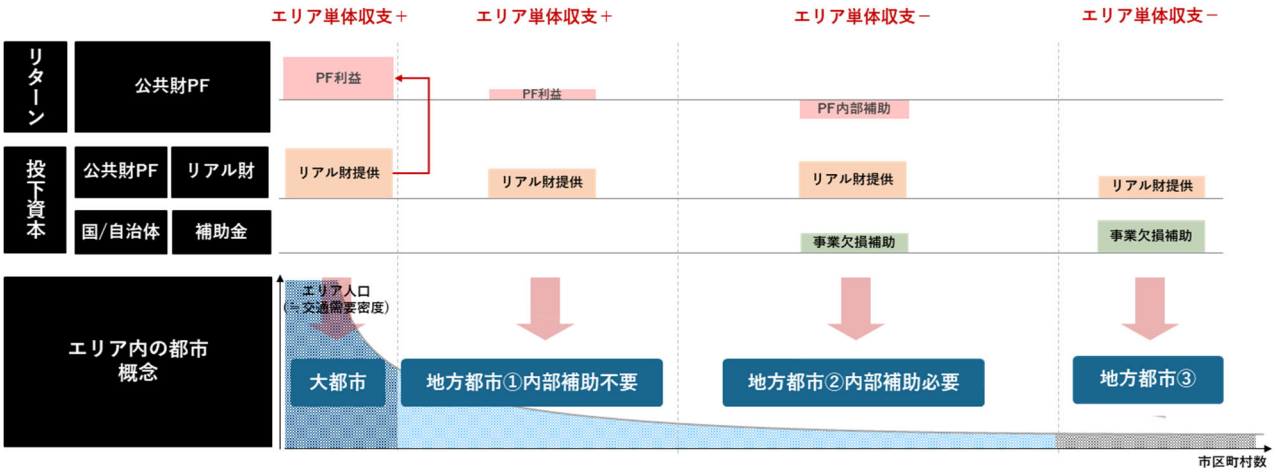


図-5 公共財 PF がある場合の交通事業者補助スキーム

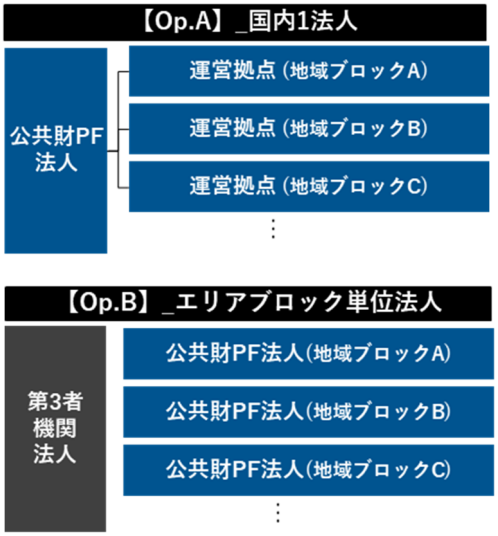


図-6　公共財 PF がある場合の交通事業者補助スキーム

その上で，地域特性を考慮して交通サービスレベルと効果との関係を評価し，交通事業者が提供すべき適切なサービスレベルについて把握することも必要である．

(5)　公共財 PF の運営体制

公共財 PF を運営する法人は公的資金を財源に設立されると想定される．(3)で述べた通り，交通需要密度の低い地域を内部補助によって支えるためには，1 つの法人が大都市と地方部を含む地域をカバーすることが必要となる．このため，各地方や地域ごとに法人を設立する（図-6 の Op. B）より，全国などより広いエリアに 1 つの法人を設立し，各地方や地域ごとに運営拠点を設立することが望ましいと考えられる（図-6 の Op. A）．

ただし，ある大都市で得られた利益を全く異なる地域の補助に用いることについて，自治体や市民の理解が得られることが必要であるなど，議論すべき点は多い．

4.　おわりに

本稿では，より多くの地域で自動運転車による交通サービスが利用可能とするために，自動運転車や運行管理システムなどのリアル財を公共財化する仕組みである，公共財 PF について議論した．将来の地域交通サービスの将来像を示した上で，特に，交通事業者補助における公共財 PF の役割，異なる都市規模と役割の違い，効果計測方法の必要性，運営体制について言及した．

その他の議論すべき主な項目として，都市のコンパクト化や道路空間の再編など，各地域・都市が目指すまちづくりの方向性との関係，法律や制度設計，社会実装プロセス，道路インフラの整備方法などが挙げられる．

謝辞：本研究は，JST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2212 の支援を受けたものです．また，本稿の内容は，土木計画学学術小委員会・スマートローカルモビリティ公共財プラットフォーム小委員会における議論内容をもとにしている．

参考文献

1) 北陸信越運輸局「地域公共交通活性化再生法の概要及び地域公共交通の「リ・デザイン」（再構築）を進めるための同法等の一部を改正する法律案について」令和 5 年 4 月 24 日，https://wwwtb.mlit.go.jp/hokushin/content/000294741.pdf
2) 辰巳浩，堤香代子，吉城秀治：地方別人口規模別にみたコミュニティバスおよびデマンド交通の運営状況，交通工学論文集，Vol. 5(2)，（特集号 B），pp. B_24 - B_33，2019.
3) 警察庁「運転免許の申請取消（自主返納）件数と運転経歴証明書交付件数の推移」https://www.npa.go.jp/policies/application/license_renewal/pdf/rdhtransition_r04.pdf

（2023. **. ** 受付）

ON THE LOCAL MOBILITY SYSTEM UTILIZING AUTOMATED VEHICLES AS PUBLIC GOODS

Tomio MIWA, Takayuki MORIKAWA, Yuhei GOTO, Satoshi CHIKUBA and Teruaki HONKO