

地方部における幹線路線バス再生方策検討に関する基礎的研究*

A fundamental study with renewal measures of a major bus route service in local areas*

加藤博和**・福本雅之***

By Hirokazu KATO**・Masayuki FUKUMOTO***

1. はじめに

地方部におけるバス路線網は、人口減少とモータリゼーションに伴って、全般的にやせ細りつつある。そこで、路線バス網を維持し生活交通を確保する方策として、複数市町村をまたぐ広域・幹線の路線については国と都道府県の協調補助（生活交道路線維持費補助金）が、それ以外の路線については特別地方交付税が交付されるスキームがとられている。これは、2002年に行われた乗合バス事業の需給調整規制撤廃（いわゆる規制緩和）と同時期に確立されたものであり、従来のような地域独占事業者の内部補助による地域バス路線網の一体的運営を否定し、自治体が路線維持の主役となりつつ国が間接的に支援する方式として導入されたものであった。これによって、規制緩和後も民間バス事業者の路線退出が加速されることはなく、一方で自治体が事業主体となるいわゆるコミュニティバスの普及が促進されてきた。

しかしながら、生活交道路線への補助制度についてはまさに路線を「延命させる」役割にとどまっていたと言え、そのことが近年、路線バス網の維持に重大な懸念をもたらしつつある¹⁾。特に鉄道のない地域においては、広域・幹線の路線は地域の公共交通利便性を決定づける存在であり、そのあり方は大いに検討されるべきであるにもかかわらず、その場である都道府県の地域協議会は形骸化が指摘されている。広域・幹線の路線は距離が長いことから補助額も必然的に大きい。特に見直しも行われなければ、乗客減が止まらないのは自明であり、ある段階で補助基準から外れ、事業者が当該路線からの退出を表明せざるを得なくなる。廃止は地域にとって影響が大きいので、存続せざるを得ないが、それに当たっては多額の補助金を市町村が肩代わりすることが迫られる。その結果、従来から運行してきた自治体バス路線の見直しが必要となる場合もある。さらに、市町村合併の進展や国の財政制約を考えると、今後も生活交道路線への補

助制度が現状通り維持されるとは考えにくいことにも注意が必要である。

したがって、広域・幹線のバス路線を見直し再生することは、地域公共交通網を活性化するための必須要件であると言える。本研究ではその方向性として、幹線と支線との役割分担を明確化するとともに、相互の結節を確保することで、利便性向上と運行経費節減がどの程度図れるか、またこの見直しが現状で進まない原因と、促進のために補助制度見直しを含めいかなる制度設計が必要かを明らかにすることを目的とする。

2. 地方部におけるバス路線網衰退・分断プロセス

現行（平成19年度）の路線バス関連諸制度を前提とすると、地方部におけるバス路線網衰退のプロセスは、図1のように模式化できる。

a) 幹線が黒字である場合には、支線も含めた当該地域の路線網を既存バス事業者が一元的に運営できる。

b) 乗客減によって幹線が赤字になると、生活交道路線補助を受けるようになる。補助要件を満たさない支線部については市町村単独補助路線や自治体運営バスに移行して存続するか、廃止となる。

c) 幹線部の乗客減が著しくなると、補助要件を満たすために、乗客の少ない末端部を切り離す。

d) 短縮した幹線でも乗客減が進むと自治体運営バスへの移行を余儀なくされる。こうなると、支線部の運行も見直さざるを得なくなる。

このように、路線網の変化が段階的に生じていく中で、幹線部と支線部、民間事業者路線と自治体運営路線が分断されていくことに注意が必要である。バスは鉄道に比べ乗継抵抗が大きく、さらにダイヤ・運賃面での連続性も担保されなくなると、路線網全体での利便性が低下し、支線部はもとより幹線部においても利用者が減少する要因となる。

このような路線網分断は、現状の制度では必然的に生じる。生活交道路線は通常、既存路線バス事業者が運行している路線が認定される。国と都道府県の協調補助で欠損の大部分がまかなわれるため、事業者や市町村の負担分は少なく済む。したがって、生活交道路線として維持しようとするインセンティブがはたらく。実際、生

*キーワード：公共交通計画，路線バスサービス，DRT

**正会員，博(工)，名古屋大学大学院准教授

環境学研究科 都市環境学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町，

TEL:052-789-5104, E-mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp)

*** 学生員，修(工)，名古屋大学大学院 環境学研究科

都市環境学専攻

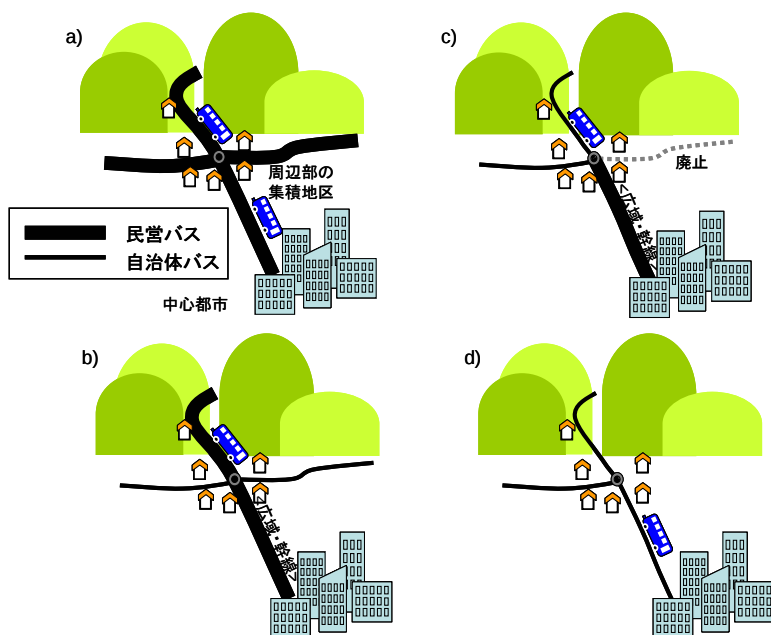


図1 地方部におけるバス路線網衰退・分断プロセスの典型

活交通路線の中には、実質的には単独市町村で需要が完結している路線を市町村間でつなげたようなものや、都市中心部から人家のほとんどない山間部まで直通するものが多く見られる。これらは、地域の移動ニーズに即した運行になっているとは言い難い。

一方、幹線から切り離された路線は市町村単独補助路線か自治体運営バスとして維持されることになる。いずれの方式も、特別地方交付税措置はあるにせよ、市町村の欠損負担分は大きくなるため、それを減らす安価で効率的な運行方式を市町村としては考えざるを得ない。その結果、貸切バス事業者に委託する旧道路運送法21条許可（いわゆる貸切乗合）や、市町村の自家用バスを利用する79条登録（旧80条許可）に基づく自治体運営バスとしての運行が選択されることが多い。これらは、通常の路線バス（4条許可）に比べ許可手続きや路線・ダイヤ・運賃設定の自由度が高いことも市町村にとって好都合である。ただし、旧21条・80条許可は、4条路線で運行ができない場合の特例措置であるために、4条路線との重複運行は原則として認められないことから、幹線と支線の間の乗継が生じざるを得ない。なお、既存事業者が支線部についても市町村単独補助路線として運行を継続したり自治体運営バスを受託したりする場合には直行運行が続けられることもあるが、その場合も運賃・ダイヤ上は分断して示されているケースが多く、シームレス性が損なわれる結果となる。（2006年10月の改正道路運送法施行に伴い、これらの調整は単独市町村単位で開催可能な地域公共交通会議において可能となった。）

以上のことから、現行制度での地方部の路線バス網維持に関する問題点は次のように集約できる。

1. 広域・幹線を生活交通路線補助を得られる形で維

持しようとするインセンティブが強いいため、その補助要件に引きずられた路線網となる。

2. 一方、自治体運営バスは路線バスと重複させることができないため、路線バスとの結節の確保が重要になるが、通常はそれがうまく機能しておらず、路線網全体が一体的となっていないことが多い。

結局のところ、幹線部と支線部を一体的にマネジメントすることを念頭に置いた補助制度になっていないことが根本的な原因であると言える。

3. 幹線・支線の役割分担と連携の可能性に関するシミュレーション

(1) 生活交通再生路線補助制度

以上のような問題を持つ広域・幹線的路線の積極的改善を促すため、国土交通省は2006年度より、生活交通路線を短縮しその区間についてより効率的な運送方法により運行を継続する場合を対象とする「生活交通再生路線運行費補助金」を新設した。しかし、2007年6月現在でこの制度は一度も適用されていない。切り離された生活交通再生路線への補助は1年間限りとなっており、その後は市町村単独補助路線として運行していかなければならない。また、前章で論じたように、生活交通再生路線の部分は幹線である生活交通路線と分断されてしまうため、その間の結節をどのように担保するかも考えなければならぬ。それならば、従来通り生活交通路線として運行した方が簡単であると考えるのが自然だからである。

そこで、生活交通再生路線認定を意識して、幹線路線を短縮し、その先を1)定時定路線型プティバス（乗合タクシー）、2)デマンド型プティバスで運行することが、a)運行事業者や市町村にとっての運行経費、b)利用者にとっての利便性とその結果としての利用者数、にいかなる影響を与えるかを検討するシミュレーションを行うためのフレームワークを示す。

(2) 基本ケースの設定

地域の中心都市 C から周辺集積地区 S を経て縁辺部 E まで向かうバス路線を図2のように仮想的に設定する。運行本数 f [回(片道)/時] は S の前後で変化すると考える。バス利用需要 D [人(片道)/日] として、沿線各地から C に向かう分 (D_c) と、E~S の沿線各地から S に向かう分 (D_{s-s}) の2種類を考え、式(1)、(2)の需要関数で表されるとする。なお、ここでは時間帯による変動は考えない。

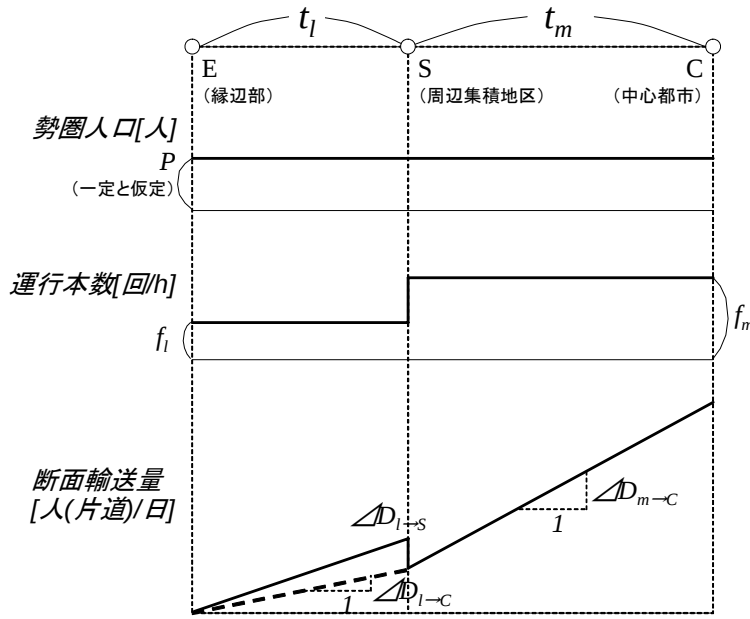


図2 シミュレーションを行う仮想路線の設定

$$\Delta D_{i \rightarrow C} = \alpha \cdot P_i \cdot f_i^\beta \quad (1)$$

$$\Delta D_{i \rightarrow S} = \lambda \alpha \cdot P_i \cdot f_i^\beta \quad (2)$$

ここで、 ΔD_i : 停留所 i におけるバス利用需要
 P_i : 停留所 i の勢圏人口
 $\alpha, \lambda \alpha$: C および S への移動需要を表すパラメータ (λ は周辺集積地区と中心都市との移動需要比)
 β : 定数 (一般には $0 < \beta < 1$)

なお、これらの式は以下のように変形でき、平均待ち時間 $1/(2f_i)$ を移動抵抗変数とする重力モデル型の需要関数となっていることが分かる。

$$\Delta D_i = (2^{-\beta}) \cdot \alpha \cdot \frac{P_i}{(1/(2f_i))^\beta} \quad (3)$$

以上の運行を行った場合、1日あたり総運行時分 H_1 および総運行経費 C_1 はそれぞれ式(4)、(5)で表される。

$$\begin{aligned} H_1 &= T(2f_l)(t_m + t_l + \tau) + T\{2(f_m - f_l)\}(t_m + \tau) \\ &= 2T\{f_m \cdot (t_m + \tau) + f_l \cdot t_l\} \end{aligned} \quad (4)$$

$$C_1 = c_b \cdot H_1 \quad (5)$$

ここで、 T : 運行時間帯[時]
 τ : 1 運行あたり余裕時間[時]
 c_b : 運行経費単価 (バス車両(b)使用) [円/時]
 公的補助額算定における運行経費としては、営業キロ

あたり単価が用いられることが多いが、ここでは便宜上、委託契約のように、車両が占有される時間に比例して経費が決まる式(5)の形を用いている。

さらに、運行に必要な車両数 N_1 は式(6)で表される (ここでは予備車は考えない)。

$$\begin{aligned} N_1 &= 2f_l(t_m + t_l + \tau) \\ &+ 2(f_m - f_l)(t_m + \tau) \end{aligned} \quad (6)$$

ただしこの値は、幹線部 (S~C) のみ運行する系統と全線 (E~C) を運行する系統とで運用を分けていることを仮定しており、統一運用とすることで削減できる可能性もある。また、この式(6)は H_1/T と等価となるが、実際には車両数は自然数であり、各項で切り上げが必要となるため、一般には $N_1 > H_1/T$ となる。

(3) 末端部を切り離すケース

(2)で想定した路線について、周辺集積地区 S で運行を分割し、幹線部 (S~C) は従来通りの運行を継続する一方、支線部 (E~S) は運行経費単価の安い (c_s) 自治体運営バスやプティバスに切り替えるものとする。また、運行本数はそれぞれ f'_m, f'_l に変更されたとする。この場合、総運行経費 C_2 は式(7)で表される。

$$C_2 = 2T \cdot \{c_b \cdot f'_m(t_m + \tau) + c_s \cdot f'_l(t_l + \tau)\} \quad (7)$$

式(5)、(7)より、 $C_1 \geq C_2$ となる条件は式(8)のように計算される。

$$\frac{c_s}{c_b} \leq \frac{f_l \cdot t_l - (f'_m - f_m)(t_m + \tau)}{f'_l(t_l + \tau)} \quad (8)$$

この式から、 $C_1 = C_2$ (運行経費一定) として f_m もしくは f_l がどの程度まで増加できるかを確認することができる。例として、 $c_s/c_b = 0.5$, $f_m = 1$, $f_l = 0.5$, $t_m = 1$, $t_l = 0.5$, $\tau = 0.25$ とすると、式(7)は $3f'_l = 14 - 10f'_m$ となり、 $f'_l = f_l$ とすれば $f'_m = 1.25$ ($= 1.25 f_m$) に、 $f'_m = f_m$ とすれば $f'_l = 4/3$ ($= 8 f_m/3$) になる。つまり、幹線部を1時間ヘッドから48分ヘッドに詰めるか、支線部を幹線部なみの1時間ヘッドにして幹線との完全接続ダイヤを実現することが可能となる。

また、必要車両数 N_2 は式(9)で表される。

$$\begin{aligned} N_2 &= N_2^b + N_2^s \\ &= 2f'_m(t_m + \tau) + 2f'_l(t_l + \tau) \end{aligned} \quad (9)$$

この場合には、式(6)と異なり、幹線部と支線部で共

通運用をすることはできないため、各項を切り上げて加えることが必要となる。

前述の例を用いて、式(6)および(9)を計算し、路線分断前後での必要車両数を比較すると、 $N_1=4$ （全線直通： $2<1.75$ を切り上げ前）、幹線部のみ： $2<1.25>$ ）、 $N_2=4$ （幹線部： $3<2.5>$ 、支線部： $1<0.75>$ ）となり、等しくなっている。しかし、 $C_1 \geq C_2$ としつつ運行本数を増加させた場合については、 $f_m'=1.25$ とすると幹線部の必要車両数は $4<3.125>$ に、また、 $f_i'=1$ とすると支線部の必要車両数は $2<1.5>$ に増加してしまう。

一方、 S で路線が分断されることで、支線部沿線から C に向かう利用需要が減少することが考えられる。これを、乗継抵抗を表す定数 r を用いて式(10)で表す。

$$\Delta D_{i \rightarrow C} = r \cdot \alpha \cdot P_i \cdot \left(f_i' \right)^\beta \quad (10)$$

式(1)、(10)を比較することで、支線部から幹線部への乗り継ぎを減少させないための運行本数 f_i' の条件が求められるが、実際には幹線部ダイヤとの整合性が問題となるため、運行本数の少ない地域を対象とする本研究でこのような計算は無意味である。ただし、 r と f_i との代替性や、乗継における配慮が r に及ぼす影響については、路線再編前の利用者への意向調査によってある程度定量的に推計でき、それを参考にして需要変化予測や運行本数設定、そして運行経費や欠損額の変化を検討することが可能となる。

(4) 末端部をDRTとするケース

生活交通再生路線補助では、切り離れた末端部をDRT (Demand Responsive Transport) とすることも想定し、そのシステム導入にかかる経費の一部を補助する仕組みとなっている。

末端部では利用者数が少なくなるため、定時定路線のままデマンド運行とする（道路運送上の許可区分は「路線不定期運行」）ことで、乗客がいない運行部分が省略され、経費節減が図られる。さらに、既存停留所でカバーできない区域へも乗降可能場所を広げるエリア型デマンド運行（同じく「区域運行」）を導入すると、路線の勢圏拡大が図れる。ここでは後者の場合を考える。

運行経費に関しては式(6)がそのまま使えるが、 t_i が不定となる。すなわち、デマンド率が高ければ t_i が増加する。ただし本ケースでは、支線部は幹線部との接続をとる必要があることから、予約がない場合にはデマンド車両は結節点 S に拘束され、逆に1運行で運びきれないほどの予約が入らない限り、車両の拘束時間は変化しないことになる。つまり、その範囲内ではデマンド率は主に燃料費を変化させるのみで、人件費や車両償却費なども含めた総運行経費の変化は小さい。したがって、問

題になるのはむしろ、利用需要増加によって1運行の t_i （の最大値）が増加し、増車（ ΔN^S の増加＝運行経費増加）を余儀なくされる場合である。これは、カバーエリアの形状やその中での需要発生頻度及びその空間分布に依存するものであり、既往研究でも検討例が幾つか存在している²⁾。

一方、利用需要は以下のように表される。

$$(\Delta D_{i \rightarrow C})^D = d \cdot r \cdot \alpha \cdot (sP_i) \cdot f_i^\beta \quad (11)$$

$$(\Delta D_{i \rightarrow S})^D = d \cdot \lambda \cdot \alpha \cdot (sP_i) \cdot f_i^\beta \quad (12)$$

ここで、 d ：デマンド運行に伴う抵抗を表す定数

（予約の面倒さや迂回運行等。住民・利用者への意向調査で推計可能）

s ：デマンド運行に伴う勢圏人口増大の比率

式(11)、(12)を式(1)、(2)と比較すると、 $drs=1$ もしくは $ds=1$ となる。要するに、乗継や予約等に伴う抵抗を勢圏人口拡大でカバーできれば利用者増加につながることを意味している。ただし、既存の停留所周辺では利便性が低下していることから、運行本数 f_i の増加まで視野に入れた対応が必要となる可能性もある。

4. まとめ

本研究では、地方部の路線バス網を幹線の見直しを契機として再編する方向性を検討するフレームワークとして、幹線の短縮と支線の分断に伴う運行経費・必要車両数・利用需要の変化を定式化し、これらを改善するために必要となる方策について定性的に検討を行った。また、ケーススタディによって、見直しに伴う運行経費や必要車両数の変化について考察した。

本検討では需要の時間変動は扱っておらず、通学・通院等のピーク時の運行について定式化できていない。また、実際に見直しが想定される地域での需要関数の特定、特に乗継・予約抵抗やデマンド運行の適用可能性についての検討を行っていないため、この部分が定性的な考察にとどまっている。今後、これらの点に留意して本フレームワークを拡張し、さらに実際の事例において各パラメータを推定し、適用していきたい。

参考文献

- 1) 加藤博和・福本雅之：広域・幹線的生活交通バス路線が抱える問題点に関する一考察、土木計画学研究・講演集No.33、2006。
- 2) 例えば、野田五十樹・太田正幸・篠田孝祐・熊田陽一郎・中島秀之：デマンドバスはペイするか？、情報処理学会研究報告 2003-ICS-131、pp.31-36、2003。