

特別企画

〈高齢社会の課題解決のためのIT（情報技術）・AI（人工知能）活用〉

〔招待講演〕

高齢化・人口減少社会における地域公共交通の持続にむけたICT技術の活用

岸 昭雄[†]

概要：高齢化，人口減少社会において地域公共交通を維持するために，地方自治体が主体となってコミュニティバスやデマンド型交通が導入されている．今後迎える超高齢化社会において，引き続き一定水準の公共交通水準を維持するためには，より一層の利用促進，コスト削減が必要となる．そこで本研究は，コミュニティバス，デマンド型交通の導入，維持管理に活用が期待できるようなICT技術の活用方策について議論している．決済に地域通貨を導入することによる地域経済との連携や公共交通のオープンデータ化による利用促進，地域SNSを活用した地域コミュニティの深化による地域が主体となった相互扶助による地域公共交通の維持を提案している．

1. はじめに

モータリゼーションの進展によって自動車依存社会となった我が国が，超高齢化，人口減少社会を迎えている．モータリゼーションの弊害として，渋滞の悪化やCO₂排出量の増加による環境悪化等は従来から大きな問題として指摘されてきた．そのため，自動車利用を抑制し，公共交通へのシフトさせるための公共交通整備やモビリティ・マネジメントの必要性が叫ばれてきた．

それに加えて，超高齢化により，ドライバーの高齢化に起因する交通事故の問題や，車を運転できない高齢者の日常生活における交通の確保が不十分となる，いわゆる移動制約者の増加が大きな社会問題となっている．また都市部においては，若者の自動車離れが進んでいるといわれている．

そのため，今後はより一層の公共交通の充実が必要となる．

しかしながら実際には，人口減少社会において，特に地方部においては人口の減少が顕著になり，公共交通が財政的に維持できないという問題を多くの地方自治体が抱えている．そのため，人口減少による公共交通の利用者減少が公共交通のサービス水準の低下を招き，それが更なる人口減少を引き起こすという悪循環が生まれている．そのため，公共交通の維持に向けた取り組みが特に地方都市において必要とされている．

地方自治体は，利用者減少によって民間事業者が撤退したバス路線を，自主運行バスとして公的資金を投入して維持したり，新たにコミュニティバスやデマンド型交通を導入したりして，公共交

[†] 静岡県立大学経営情報学部，大学院経営情報イノベーション研究科 准教授
(〒422-8526 静岡県静岡市駿河区谷田 52-1 E-mail: kishi@u-shizuoka-ken.ac.jp)

通のサービス水準の低下を防ごうとしている。しかしながら、そもそも人口減少が進み公共交通の需要規模の小さい地域は、財政的にその維持管理が難しいことは明らかである。そこで本研究は、コミュニティバス、デマンド型交通の導入事例を紹介する。そのうえで、現状の導入、維持管理に関する問題点を踏まえて、今後の地域公共交通における ICT 技術の活用方策について考察する。

2. コミュニティバス

(1) コミュニティバスの概要

民間事業者の運営による路線バスの撤退に伴うその代替として、また交通不便地域の公共交通の確保、公共施設へのアクセス確保などの理由から、地方自治体が主体となって計画し、一般乗合旅客自動車運送事業者に委託して運送を行う乗合バスや、地方自治体が自家用有償旅客運送者の登録を受けて行う自治体運営有償運送によって運行するものをコミュニティバスと呼んでいる。1995年に武蔵野市で導入された「ムーバス」が大きな契機となり、多くの地方自治体での導入が進んでいる。静岡県内においても、2017年10月現在、県内35の地方自治体のうち、30の地方自治体においてコミュニティバスが導入されている(表1、国土交通

省中部運輸局作成¹⁾のものを筆者編集)。

コミュニティバスの導入、運行に関する先行研究は多く、運行のための需要予測に関する研究(例えば新田・都(2000)²⁾、辰巳ら(2016)³⁾など)や、利用促進に向けた研究(例えば奥嶋・秋山(2007)⁴⁾、松村・石田(2015)⁵⁾など)がある。また、具体的なルート選定方策に関する研究(例えば高山ら(2001)⁶⁾、吉田ら(2015)⁷⁾など)や、コミュニティバス導入がもたらす地域へのインパクト評価に関する研究(例えば鈴木ら(2016)⁸⁾など)も行われている。

しかしながら、実際にコミュニティバスを運行すると、その多くは公共交通の空白地帯をカバーするために導入されているため、そもそも需要が少なく、採算が取れない場合が多い。運行による採算が取れない場合、地方自治体が運行による採算割れ分を公的資金によって補填しているのが現状である。

(2) コミュニティバスにおける ICT 技術の活用

コミュニティバス運行において、ICT技術は主に利用者の利用促進に生かされている。例えば無線通信やGPS技術の進展により、リアルタイムにバスの位置情報を収集することが簡易になったことで、バスの位置情報や予想待ち時間をバス停に

表1 静岡県内のコミュニティバス運行状況

市町村	愛称名	市町村	愛称名
静岡市	両河内線自主運行バス、ゆいバス 他	伊豆市	伊豆市自主運行バス
浜松市	浜北コミュニティバス、みをつくしバス 他	御前崎市	御前崎市自主運行バス
沼津市	ビーバス、ミューバス、沼津市自主運行バス	菊川市	菊川市コミュニティバス、菊川市自主運行バス
三島市	三島市自主運行バス	伊豆の国市	伊豆の国市自主運行バス、星の花号 他
富士宮市	宮バス	牧之原市	牧之原市自主運行バス
島田市	島田市コミュニティバス、金谷地区バス 他	東伊豆町	東伊豆町自主運行バス
富士市	田子浦地区コミュニティバスしおかぜ 他	河津町	河津町自主運行バス、河津町営バス逆川線
磐田市	磐田市自主運行バス	南伊豆町	南伊豆町自主運行バス
焼津市	焼津市自主運行バス	松崎町	松崎町自主運行バス
掛川市	掛川市自主運行バス、市街地循環線	西伊豆町	西伊豆町自主運行バス
藤枝市	藤枝市自主運行バス、藤枝駅ゆらく線 他	清水町	清水町内循環バス
袋井市	袋井市自主運行バス	長泉町	長泉・清水循環バス
下田市	下田市自主運行バス	川根本町	せせらぎ号、やませみ号、北部循環線
裾野市	すその一、自主運行バス	森町	森町営バス
湖西市	コーちゃんバス、湖西市自主運行バス	小山町	小山町コミュニティバス

リアルタイムで表示することで、バス待ちのストレスを解消し、利用促進を図ることが可能になる。これは一般にバスロケーションシステムと呼ばれ、現在では多くの交通事業者の運行する路線バスや高速バス等に導入されている。

しかしながら、コミュニティバスは前述の通りその採算性に乏しいため、初期投資や運用コストが高いバスロケーションシステムを導入するのは難しい。そこで、コミュニティバスに容易に導入可能なシステムの開発（遠藤ら(2014)⁹⁾、スマートフォンを利用したシステム提供（伊藤ら(2013)¹⁰⁾）が進んでいる。

3. デマンド型交通

(1) デマンド型交通の概要

デマンド型交通とは、各利用者の交通需要を集約し、その集約された利用者を乗合で目的地まで運送するという形態である。

デマンド型交通は、路線バスやコミュニティバスが採算の合わないような、より小さな需要規模のエリアを主に導入対象とするため、小型の車両（9人乗り以下の自動車）を利用し、事業形態は乗合タクシーとなることが一般的である。

静岡県内においては、2017年10月現在、9の地方自治体において導入されている（表2、国土交通省中部運輸局作成¹⁾のものを筆者編集）。

デマンド型交通はその運行形態に応じて、①迂回ルート型、②一部区間デマンド型、③設定ダイヤデマンド型、④フルデマンド型、の4通りに分類される（鈴木(2013)¹¹⁾）。このうち、近年は④フルデマンド型の導入が増えている。フルデマンド型は、運行区間（乗車地・降車地・経路）そのものがデマンドによってその都度設定されるもので、効率的な予約・配車システムの構築が必要となる。

デマンド型交通の主な顧客は高齢者となるため、その行動特性を考慮した需要予測方法が研究されている（森山ら(2005)¹²⁾、高野・森本(2012)¹³⁾）。

表2 静岡県内のデマンド型交通の運行状況

市町村	愛称名
浜松市	水窪ふれあいバス、いなさみどりバス 他
沼津市	戸田・西浦地区デマンドタクシーふじみ go!
富士宮市	宮タク
伊東市	赤沢デマンド号
島田市	ゆいたく
富士市	原田地区デマンドタクシーほたる 他
磐田市	デマンド型乗合タクシーお助け号
掛川市	ふれあいタクシー
川根本町	おでかけ号デマンド

また、需要規模の小さい地域を対象とするために、収益事業としては成立せず、地方自治体の補助金によって運営しているケースがほとんどである。そこで、デマンド型交通の運行経費を削減するための研究が多く行われている（例えば福本ら(2009)¹⁴⁾、竹内ら(2003)¹⁵⁾）。

(2) デマンド型交通における ICT 技術の活用

デマンド型交通に用いられている予約・配車システムは、従来型の電話予約と手作業による配車方式から、ICT技術を利用した方式が次々と開発され、実際のデマンド型交通に導入されている。

ICT技術を活用した予約・配車システムは、国の主導する高度道路交通システム（ITS, Intelligent Transport Systems）の実証実験の一環として、2000年4月から旧中村市で運行された「中村まちバス」が始まりである。その後、旧小高町に導入されたNTT東日本（株）のシステムをベースに多くの自治体が導入した。さらに、その他の事業者の新規参入が続き、その結果導入経費が当初に比べて小さくなってきている。

東京大学の研究グループがアルゴリズムを開発し、順風路（株）によって商品化されている「コンビニクル」は、より到着時間を正確にする配車計画を策定することにより、オペレーターの負担を軽減することを可能にしている。また、使用するサーバーをクラウド化し、サービス購入型とすることで、初期投資を小さくしている。

4. 今後の地域公共交通における ICT 技術活用の可能性

コミュニティバスやデマンド型交通は、需要減のために路線バスが撤退したり、そもそも交通空白地帯だったりした地域に導入されているため、需要規模が小さい。そこで、前述の通り、利用者の利便性向上や事業者の運行コスト圧縮のために ICT 技術が積極的に活用されている。今後は適用される地域の需要がさらに小さくなり、また導入済みのエリアでも人口減少が進行していく中で、今後よりコスト圧縮のための ICT 技術の導入が望まれる。

一方で、地方自治体の財政悪化が深刻となる中で、これから人口減少により需要規模が益々小さくなっていく地域に、一定水準の公共交通を維持するための財源を割くことは困難になっていくことが予想される。そのため今後は、地方自治体が主体となった、補助金を前提とした運行から脱却し、地域が主体となって自身の公共交通を維持していく姿勢が極めて重要である。それに向けて、①地域の利用者促進、②地域住民の参画、の2点から ICT 技術活用の方向性を考察する。

(1) 地域の利用者促進のための ICT 技術の活用

公共交通の利用者促進、すなわち自動車交通から公共交通への転換を図るための政策は、モータリゼーションによる弊害が顕著になったことにより活発に議論されてきた。需要規模が小さい地域で今後持続的にコミュニティバスやデマンド型交通を導入するためには、自動車からの転換を進めることが必要になる。そのためには、公共交通の利便性を向上させるだけではなく、利用者が負担する金銭的、時間的コストを改善させなければならない。

利用者の金銭的コストの改善策として、公共交通の決済に地域通貨や地域ポイントサービスを利用することが有効であると考えられる。コミュニティ

バスやデマンド型交通の利用者の多くは導入地域の住民であるため、地域通貨や地域ポイントサービスとの親和性が高い。

地域通貨とは、一定の地域やコミュニティの内部で流通する通貨の総称であり、参加者がそれを媒介として財やサービスを自発的に交換し合うためのシステムである（西部(2000)¹⁶⁾）。地域ポイントサービスも地域通貨の一種であり、ICT 技術の進展により、既に多くの地方自治体で導入されている。

地域通貨による決済を導入することで、様々な利用促進策の実施が可能になる。例えば、地元商店街の買い物に地域ポイントサービスを導入したり、地域の NPO 活動、自治会活動の実績に応じて地域ポイントを付与したりすることにより、公共交通の運行コストの一部を間接的に地元商店街や自治会住民が負担させることが容易になる。それによって利用者個人の直接的な支払額を下げることにより、利用促進につなげることができる。また、この枠組みによって今まで自動車でも域外の地域に買い物に行っていた購買行動の一部が公共個通による地元商店街での購買行動に転換すれば、地元商店街の売り上げにも寄与し、相乗効果が生まれる。

利用者の時間的コストの改善策としては、従来から取り組まれている、コミュニティバスの路線設定、デマンド型交通の効率的な予算・配車システムの更なる改善が重要である。さらに、自動車利用者からの転換を図るためには、公共交通のオープンデータ化がコミュニティバスやデマンド型交通にも効果的であると考えられる。

ICT 技術の進展により、2012 年あたりから公共交通のオープンデータ化が急速に進んでいる。オープンデータ化により、交通機関の乗り換え経路の提供など、より利用者の視点に立ったサービス提供が可能になる。このことで、地域の移動制約者のみならず、自動車利用者からの転換や、日常交通以外（観光、災害時）の交通需要を取り込むこ

とも可能になる。

(2) 地域住民の参画のための ICT 技術の活用

地方自治体の財政悪化が深刻となる中で、より需要規模の小さい地域に、一定水準の公共交通を維持するために、地域コミュニティの信頼性を前提とした地域の相互扶助による交通の確保、すなわち個人間の乗合を推進することが提言されている(岸・佐藤(2006)¹⁷⁾、佐々木ら(2013)¹⁸⁾。

地域の相互扶助を進めるための ICT 技術の活用として、岡山市では 2002 年より電子町内会のシステムを構築し、その中で町内会に住む住民同士が情報提供、情報発信を行うコミュニティの場を提供している。また同様に、SNS の発展により、地域 SNS の活用により地域コミュニティの活性化や行政と住民の連携が期待されるものの、高齢者のデジタルデバイドの問題等により、必ずしも円滑に導入が進んでいるとは言えず、また有効に機能していない地区もある。

中期的にはデジタルデバイドの問題は解決されるものの、結局のところ、ICT 技術によってコミュニケーションの場を提供したところで、公共交通の問題意識を共通認識として持つ住民が積極的に地域コミュニティを形成しなければ、地域公共交通を維持するための地域住民の貢献は期待できない。

また、人口減少社会において持続可能な都市を目指すために、コンパクトシティ政策が地方都市において進められている。これは、既存の市街地に人口をさらに集積させ、コンパクトな都市構造にすることによって行政コストの圧縮や地域コミュニティの維持、職住近接によるワークライフバランスの実現を達成する政策である。コンパクトシティ政策を進めるためには、高齢化の進んだ既存の市街地に若者世代の人口を集積させる必要がある。そのために、既存の市街地のより充実した交通環境を提供する必要がある。

しかしながら、地方都市における市街地エリア

は、自動車交通を前提とした郊外部と比べて、交通利便性が高いとは言えない。地方自治体の財政難の中で、交通空白地帯ではなく、ある程度公共交通が整備された市街地に更なる交通投資はできないために、既存の市街地により充実した公共交通を提供するためには、地域の住民や商店街組合等の協働を今後より一層進める必要がある。

地域が主体となって公共交通の問題を解決するためには、地域住民の合意形成が必要である。しかしながら、地域での意見集約のためにワークショップ等を開催すると、参加者は自治会長をはじめとする一部役員に偏り、その他の世代の広い意見を回収できない。その結果、そのプロセスで発見された問題点、解決策、意思決定された結果が、必ずしも地区の意向を反映しているとは言えない。そのため、例えば自治会が費用を負担して移動制約者のためのデマンド交通を導入しようとする場合など、その地域住民全体としての合意形成が困難になることが予想される。

地域住民の参画、円滑な合意形成プロセスのためには、前述の電子町内会や地域 SNS の発展が有効である。しかしながら、自動車利用者など、地域公共交通の問題に関心のない住民の参画を促し、合意形成プロセスに関与させるためには、更なる工夫が必要となる。

5. おわりに

本研究は、高齢化、人口減少社会において地域公共交通を維持するための ICT 技術の活用方策について考察した。人口減少によって需要規模の小さい地区の公共交通として導入されているコミュニティバス、デマンド型交通における ICT 技術の活用事例を紹介したうえで、コミュニティバスやデマンド型交通を地域が主体となって維持するために必要な ICT 技術の活用方策を考察した。

地域公共交通の利用促進策として、決済に地域通貨を導入することによる地域経済との連携や、

公共交通のオープンデータ化をより一層進めることを提案した。また、地域が主体となって地域公共交通を運行する際に必要となる地域コミュニティの深化に向けて、地域 SNS を活用し地域が主体となった相互扶助による地域公共交通の維持を提案した。

従来のパーソントリップ調査や大都市交通センサス等のアンケート調査に加えて、近年の ICT 技術の飛躍的な進展により、人や自動車の移動に関する大量のデータ（交通ビッグデータ）が取得可能になってきている。この交通ビッグデータを用いて、例えば車載器 GPS データから取得した自動車プローブデータを用いた道路の渋滞箇所や事故危険区間の抽出が行われたり、携帯電話基地局情報や携帯電話 GPS 情報に基づいた滞留状況や移動状況などの分析・可視化によって、市街地の周遊行動や観光行動の分析に利用されたりと、実に様々な交通に ICT 技術が活用されている。地域公共交通は、現状では移動制約者の多い地方の過疎地域が主な対象地域と考えられており、他の分野に比べて ICT 技術の活用できる場面が少ないことは否めない。しかしながら、今後コンパクトシティを進めていくために重要となる地域公共交通の充実に向けて、引き続き ICT 技術の導入に期待したい。

参考文献

- 1) 国土交通省中部運輸局:中部地区のコミュニティバス運行状況, 国土交通省中部運輸局 HP <http://www.tb.mlit.go.jp/chubu/bus/commubus/commubus.html>, 2017.10.
- 2) 新田保次, 都君燮:高齢者に配慮したコミュニティバスの利用頻度予測モデルについて, 土木学会論文集, Vol.646/IV-47, pp.37-45, 2000.
- 3) 辰巳浩, 堤香代子, 吉城秀治, 鶴丸梓:世帯属性や移動環境を考慮した地域公共交通の需要予測に関する研究, 交通工学論文集, Vol.2, No.2, 特集号 A, pp.A_100-A_107, 2016.
- 4) 奥嶋政嗣, 秋山孝正:人工社会モデルを用いた地方都市コミュニティバスの交通需要喚起策の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, pp.509-516, 2007.
- 5) 松村暢彦, 石田佳弘:情動的メッセージによるモビリティ・マネジメントの態度変容プロセスに関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I_605-I_611, 2015.
- 6) 高山純一, 柳沢吉保, 中野泰啓, 加藤隆章:コミュニティバスの路線網策定システムの構築, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.705-711, 2001.
- 7) 吉田昇平, 中村文彦, 田中伸治, 有吉亮:住宅地区におけるコミュニティバスの運行ルート確保に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I_765-I_772, 2015.
- 8) 鈴木雄, 保坂亜沙希, 日野智:買い物送迎バスの運行が限界集落にもたらす効果と課題に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No.5, pp.I_731-I_742, 2016.
- 9) 遠藤雅樹, 品川達郎, 山中光定, 人見功治郎, 高尾和志, 大野成義, 石川博:地域公共交通に適応したバスロケーションシステムの開発, 情報処理学会論文誌, データベース 7(2), pp.117-134, 2014.
- 10) 伊藤昌毅, 川村尚生, 菅原一孔:スマートフォンを利用したバスロケーションシステムの開発, 電子情報通信学会和文論文誌 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2327-2339, 2013.
- 11) 鈴木文彦:デマンド交通とタクシー活用, 地域科学研究会, 2013.
- 12) 森山昌幸, 藤原章正, 張峻屹, 杉恵頼寧:中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案, 土木学会論文集, No.786/IV-67, pp.39-51, 2005.
- 13) 高野穂泉, 森本章倫:デマンド交通における利用者数の実測と予測の乖離に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol. 68, No.5 pp. I_851-I_856, 2012.
- 14) 福本雅之, 西山陽介, 加藤博和, 孫卓:公共交通

需要希薄地域における少量乗合運送サービス導入方法に関するシミュレーション分析, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.4, pp.480-492, 2009.

- 15) 竹内龍介・大蔵泉・中村文彦: 運行特性を踏まえた DRT システムのコスト分析に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.3, pp.637-645, 2003.
- 16) 西部忠: 地域通貨による「地域」の活性化, 地方財務 9 月号, Vol.556, 2000.
- 17) 岸邦宏, 佐藤馨一: 住民ニーズに基づいた過疎地域における性活交通手段の策定プロセス, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, pp.591-597, 2006.
- 18) 佐々木邦明, 二五啓司, 山本理浩, 四辻裕文: 低密度居住地域における交通制約者の移動手段としてのライドシェアの可能性, 社会技術研究論文集, Vol.10, pp.54-64, 2013.