

高齢者居住地域に導入された低速電動バスによる
地域の自然発生的な見守り効果小竹裕人^{1,*}, 舩津賢人², 天谷賢児¹, 関庸一², 宝田恭之², 根津紀久雄³
佐羽宏之⁴, 登丸貴之⁵, 大橋司⁵, 清水宏康⁵, 宗村正弘⁶¹群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター, ²群馬大学大学院理工学府³北関東産官学研究会, ⁴2015年からの生活交通をつくる会⁵株式会社桐生再生, ⁶株式会社シンクトゥギャザー

* <hirokota@gunma-u.ac.jp>

要旨: 近年、少子高齢化の進展に伴い、地方自治体の多くは生産年齢人口の減少や経済状況の低迷に伴い税収が減少し、公共交通の維持にこれまでのように予算をまわすことが難しくなっている。一方で、公共交通が脆弱な地方都市の高齢者は暮らしの足が確保できず、自家用車を保有し続けなければならなくなり、高齢ドライバー事故の増加の一因となっている。また、高齢化は地域コミュニティの活力の低下も引き起こし、地域の人と人のつながりの低下も招いている。特に、高齢者が自家用車を手放し自由に移動できる手段がなくなった途端、外出の機会が極端に減少してゆき、地域の他の住民とのつながりも少なくなることで、急速に生活のクオリティ (QOL; Quality Of Life) が悪化する。これにより、地域の安全や安心が守られない状況も生まれ始めている。例えば、コミュニティ内のコミュニケーションが希薄となり、孤立死などの深刻な問題も見られるようになってきた。そのような課題を解決するために、多くの自治体では地域包括ケアシステムや、様々な見守りの仕組みづくりが進められているが、十分なケアが追いつかない状況である。

著者らは、これまで地域活性化のための新しいモビリティとして低速電動バスを開発し、高齢者が多く住む地域でそれを運行することで、バス車室内での会話が誘発されることを報告したり、このような新しいモビリティを導入することで、これまで自家用車という移動手段しか選択肢がなかった地域に、新しい移動手段が提供されるだけでなく、それを利用することで人と人の会話が可能な空間が創出されることが示された。本稿では、さらにこの低速電動バスの地域導入が、その地域に住む住民同士の間のコミュニケーションや情報の共有を高め、自然な見守り効果が発生することに注目して、その波及効果を検証した。また、バス利用者へのアンケート調査から、バスが導入されたことで実際に外出機会や会話機会がどの程度増えたかを明らかにした。これらに加えて、バス車室内で共有された地域情報が、コミュニティ内に展開される効果を検証することにした。具体的には、ネットワーク上の噂の拡散問題や、ウィルスの感染拡大の問題で用いられる数学モデルを応用し、複数の住民がバスの中で情報共有することによって、情報が地域へ波及する効果が向上することを検証した。その結果、暮らしの足として導入した低速電動バスが、その地域の住民の外出や会話機会を増加させ、情報共有が自然に行われていることが確認できた。また、このようなバスに多くの乗客が乗車するほど、地域への情報の展開が早くなる可能性があることを明らかにした。

1. はじめに

わが国では、高度経済成長期の1960年代にモータリゼーションが一気に進んだ。同時に、地域の隅々まで道路が整備され、ガソリンや軽油といった燃料供給インフラも国内のいたる所に設置されていった。その結果、それまでは便利な仕組みであった鉄道やバスといった公共共通が、自家用車にその地位を奪われて行くことになった。特に、地方都市の鉄道や路線バスは、利用者が減少して減便せざるを得なくなり、それによって利便性が確保できないことから、ますます利用者が減るといふ悪循環に陥っていった。一方、1990年代以降は高齢化が顕著になり、地方財政の悪化から公共交通の維持がさらに難しい状況となった。地方都市での公共交通は、2002年の道路運送法改正による規制緩和によっても大きな改善は見られず、むしろその維持がより困難となったという報告もある²⁾。また、モータリゼーションは個人単位での移動を容易にしたことも特徴であり、その結果として、地域内でのつながりが希薄になりコミュニティの弱体化の一因になったとも考えられる。例えば、自家用車が利用しやすい郊外型の大型商業施設が建てられ、地域に密着していた従来の個人商店街が衰退していった。地域の商店街が、近隣住民の情報共有の場としての役割をしていたことは明らかで、大型商業施設型への小売形態や、ネット通販などの増加から、コミュニケーションの頻度が低下していることはよく聞かれることである。現代ではさらに社会の情報化が進み、人と人が直接的に対話する機会がますます減少し、旧来のコミュニティの形態がさらに変化しているといえる。

このような社会構造の大きな変化の中で、公共交通を継続的に維持するために、これまで様々な視点からの研究が行われてきた。例えば、過疎地域における利用者の活動機会を観点に入れた公共交通サービスに関する

研究³⁾や中山間地域におけるライドシェアの研究⁴⁾、住民が主体となった自主運行の効果⁵⁾、モビリティの自治に関する研究⁶⁾などがある。公共交通の継続的な維持に関しては、従来の移動手段の提供という視点だけではなく、移動手段以外の新しい価値を提供するものとして、公共交通を捉える発想の転換が必要である。特に、高齢者が多い地域では、暮らしの足としての移動手段の確保と同時に、それが地域内のコミュニケーションを向上させ、地域の安全や安心を高める効果があることに注目して地域内の公共交通の設計を行うことが重要と考えられる。

国立大学法人群馬大学と特定非営利活動法人北関東産官学研究会は、地域の自治体や企業と共同して低速電動バス eCOM-8[®]（桐生市愛称：MAYU）を開発してきた^{7),8)}。最近、この eCOM-8 は国土交通省が進めるグリーンスローモビリティの一つとしても注目されている⁹⁾(注)。これまでのいくつかの地域での運行試験から、このバスの運行により地域住民同士のつながりが生まれ、見守り的な効果が自然に発生する事例が確認された。本稿ではそのいくつかの実例を示し、その効果を分析することにした。また、実証試験を通して、このバスの運行により地域住民の外出機会や会話の機会が増加したかを、アンケート調査をもとに分析した。さらに、バス車室内での地域情報の交流がそのコミュニティ内への情報の伝搬につながる可能性についても検討することにした。

2. 様々な見守りシステムの特徴と本研究における自然な見守りの視点

上記のような高齢化の進展に伴い、高齢者の孤立の解消や独居高齢者への支援のために、様々な方策が研究され、すでに多くの導入事例が報告されている。見守りについては、主に自治体や自治体が支援する団体・機関による様々な取り組みが行われている。これはいわば社会システムとしての支援であり、生活保護やセーフティネット機能の構築、地域包括ケアシステムの導入などがあげられる^{10),11)}。

また、IoT（Internet of Things）や ICT（Information and Communication Technology）を活用した、見守りシステムも開発されている^{12),13)}。例えば、高齢者の見守り技術として、高齢者が生活に必要な電力を消費しているかどうかをチェックするような仕組みを用いた見守りサービスや、電気ポットや蛇口の開け閉め、その他の生活器機の使用状況などをもとに異常を知らせるような、IoT を活用した見守りサービスなどがある。さらに、部屋を移動すると人感センサーが検知するような仕組みを用いた見守りや、遠方の家族が室内の様子を見られるようにしたサービスなどが開発されている。このような、IoT や ICT をもとにした様々な見守り技術の開発と、それを用いた様々なサービスが今後も提供されてくるものと考えられる^{14),15)}。しかしながら、これらの特長は見守られる側と見守る側が、インターネットを介して結ばれており、旧型の多世代が同居するような家族形態ではなく、高齢の単身世帯と遠方に住むその子供との間でのみ成立している場合や、親類等のいない単身高齢者の場合は、何らかの公共的な団体等がサービス提供していることになる。このため、見守りの中に直接的な会話や、顔と顔を合わせての会話が十分な頻度で成立しないという課題もある。高齢化で問題となる認知症の課題では、社会的つながりの多様性が高い方が認知症の発症リスクが低くなることが指摘されており¹⁶⁾、直接的な会話や外出などによる人と人のつながりの頻度を上げることが重要と思われる。

一方、人が直接介在するような見守りの取り組みも進んでいる。例えば、牛乳や乳酸菌飲料、新聞や郵便物などの配達員によって、一方向的に高齢者の生活の変化を捉えるような人的な見守りの仕組みが導入されている。双方向的な仕組みとして、生活に必要な食料品を配達する配達員や、移動販売車の運転手が高齢者と直接顔を合わせることで、見守り機能を補完するようなサービスも生まれている¹⁴⁾。さらには、地域の民生委員や社会福祉協議会の職員のような人たちが定期的に訪問を行うような社会的な取り組みも進んでいる¹⁷⁾。しかしながら、このような場合の多くは、外出が困難な高齢者への支援が多く、外出可能な高齢者の支援は限定的である。また、支援中での会話の頻度としては必ずしも高くないのが現状である。これらの取り組みでは、高齢者は見守られる立場であると同時に、このサービスを受けるために一定のコストが生じることから、その持続可能性についても課題を有している。さらに、地域内にコミュニティカフェのような人が集う場所を積極的に構築する取り組みも考えられているが^{18),19),20)}、そもそもその場所に行くための手段をどのように確保するかといった問題が残る。

現在、高齢者の多くは自家用車で外出が難しくなった時点で、公共交通を利用する体力的な余裕はなく、日々の食事を配食サービスに頼ることで外出がさらに遠のき、地域の中でも孤立してゆくようなケースが少なくない。外出しなくなった高齢者が引きこもると寝たきりや死亡の確率が高まることが示されている²¹⁾。このようなことを考えると、運転ができなくなるぎりぎりまで自家用車に依存し、運転ができなくなった段階で何らかの支援に頼る生活に移行するという二者選択的なものではなく、暮らしの足となる交通手段が地域に存在し、身体の機能が完全に衰える前にそれを利用することで体力低下を予防し、地域のコミュニティとのつながりを保った生活をできるだけ長く維持してゆけるような仕組みを導入しておくことが重要である。また、中山間地域での免許返納意向に関する先行研究では²²⁾、バスの利便性が高まれば免許を返納する意向が高まるという結果も得られており、地域内に暮らしの足となるなんらかの交通手段を維持しておくことが重要といえる。

本研究で対象としている低速電動バスは、高齢者の体力に余力があるうちに利用でき、地域の実状に即した暮らしの足となる新しい交通手段として試験的に導入されているものである。特に、これまでの実証試験によって、高齢者の外出のきっかけとなるだけでなく、車室内での会話の促進が期待できることが確認されている。その結果、上記のような見守りの仕組みとは異なり、低速電動バスの利用者間の直接的な会話や情報交換から生まれる、いわば「自然発生的な見守り」の効果が見られる。例えば、後述するように、いつも乗車するお年寄りが乗らないことが車室内で話題になり、「風邪をひいたみたいだ」という情報が車室内で共有され、その結果、近所の人とその家を訪ねるといった事象が観察されている。ほかにも様々な地域の課題等が自然な形で複数の住民の間で共有され、その結果、様々な地域の課題が自然な形で解決されることが期待できる。このような仕組みは、古くは「井戸端会議」の一部として行われていた見守りの機能と同様の仕組みといえる。

現代社会では個人情報保護の観点からきめ細かい情報管理が必要となり、様々な見守り技術の導入においても高いセキュリティの仕組みが求められ高いコストがかかる。これに対して「井戸端会議」的な見守りでは、住民間で自然な距離感や関係性をもって（個人情報を含めた）情報を共有しており、それが地域の安心や安全に寄与している面は否定できない。井戸端会議的な地域の仕組みが失われた現代において、地域に導入された低速電動バスという新しい「触媒」が、これと同様な機能を有するかといった観点での研究は興味深いものがある。また、食料品の購入など日々の生活にバスを利用する必要性が生まれ、乗り合わせた人の間で自然に情報の共有がされるという点で、他の見守り効果とは全く異なる仕組みといえる。

同様な機能を有するシステムとして、引き売りのような移動販売車によるものがあり、そこに商品を買いに来た住民間で情報の共有を行うことも生じるが^{23), 24), 25)}、一定の時間同じバスに乗り合わせて情報を共有するものに比べれば、共有される情報の量は限定的と考えられる。本研究では、このような自然に住民間で情報が共有され、その結果として地域の見守り的な効果が生じるようなものを「自然発生的な見守り」と定義して、その効果について議論することにした。

図1はこれまで述べてきたような様々な形態の見守り機能を、それにかかわる人の数と、見守りという行為の直接性によって分類してまとめたものである。ここで示したように、本研究では従来の直接的な見守り技術や、コミュニティカフェのような地域の居場所づくりとして導入されたものによる見守り効果ではなく、暮らしの足として外出や買い物に利用される移動空間内のコミュニケーションによって発生する見守りについて議論を行う。

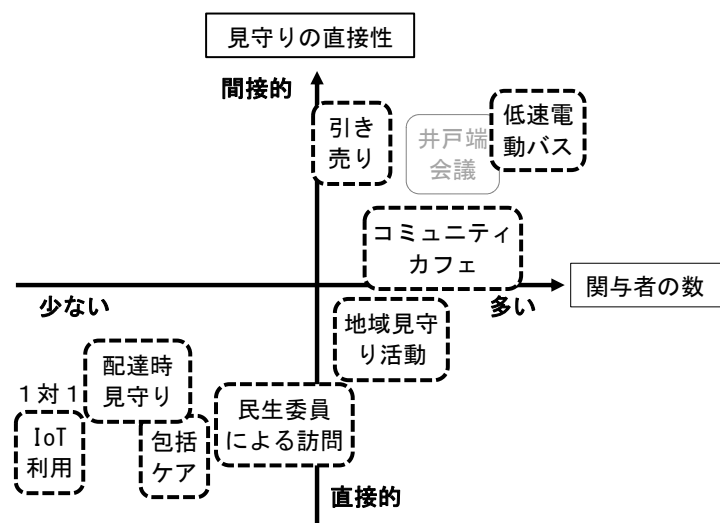


図1 様々な見守り機能

3. 低速電動バスの運行による自然発生的な見守りの発生

3. 1 低速電動バス内での会話が見守り効果が発生した事例

桐生市は図2のようにエクスクラフェン（飛び地）で構成されている市であり、桐生市に挟まれる形でみどり市が立地している。今回の低速電動バス運行の社会試験を行った宮本町および菱町は、桐生市の東側の行政区画（旧桐生地区）に位置する。そのうちの太線で囲われた二地区のうち、西側が宮本町、東側が菱町である。それぞれの地区で運行ルートのある宮本町の第3・第4町会、菱町一色地区、菱町桐陽台地区の部分を赤枠で示した。図中のメッシュは、平成27年国勢調査250mメッシュデータによるものであり、高齢夫婦世帯数を示している。色が濃いほどその世帯数が多いことを表している。高齢夫婦世帯の定義は調査年度によって変

化しているが、ここでは平成27年国勢調査の定義に則り、夫65歳以上、妻60歳以上の夫婦一組のみの世帯を示した。図のように宮本町、および、菱町は高齢夫婦世帯が多い地域といえる。

社会実験は2015年に群馬県桐生市宮本町第3・第4町会、および、2016年に同市菱町で実施した。その後、2017年以降も菱町一色地区では継続して社会実験を行っている。実際の運行ルートを示した地図が図3である。なお、この地図は国土地理院の電子地形図を用いて作成したものである²⁶⁾。宮本町は路線バスがない地域であり、最寄りの桐生駅までの約2kmを往復するルートとした。また、菱町一色地区では路線バスのバス停までの約1.5kmの往復ルートとして運行したが、2017年以降は駅近くの商業施設まで路線を延長して運行している。なお、2015年、2016年の段階ではニーズ調査を目的としてバスの利用料は無料とした。宮本町は桐生市の第9区（自治区名）に、菱町一色地区は第17区に属しており、それぞれの区の高齢化率は2016年度の時点で43.9%（桐生市22区中1位）と32.8%（同15位）²⁷⁾であり、全国平均の27.3%²⁸⁾と比較するといずれも高齢化率の極めて高い地域といえる。

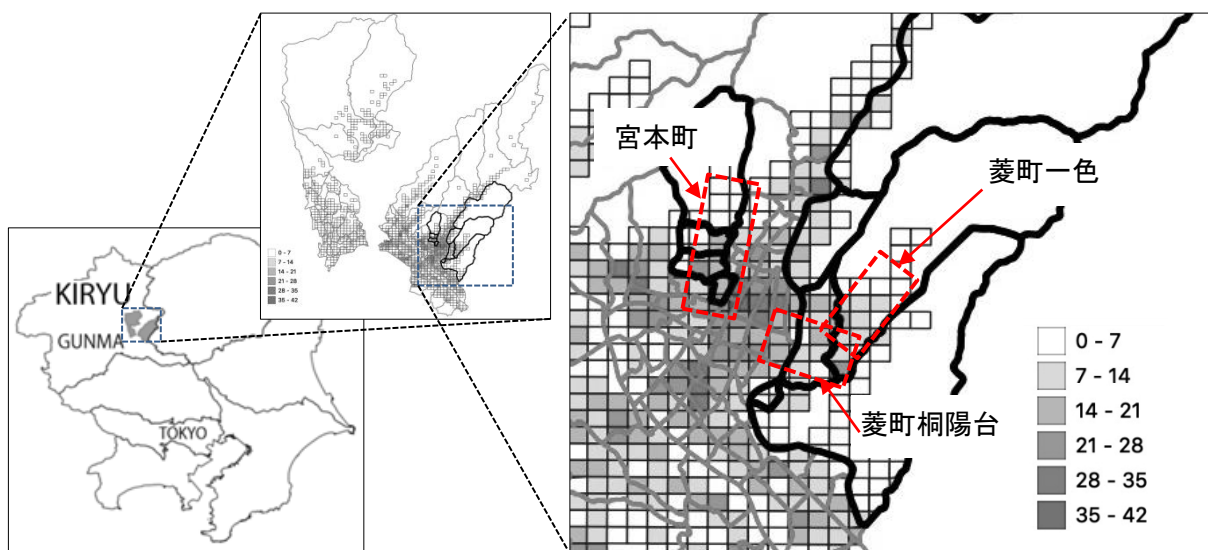


図2 高齢夫婦世帯数分布状況

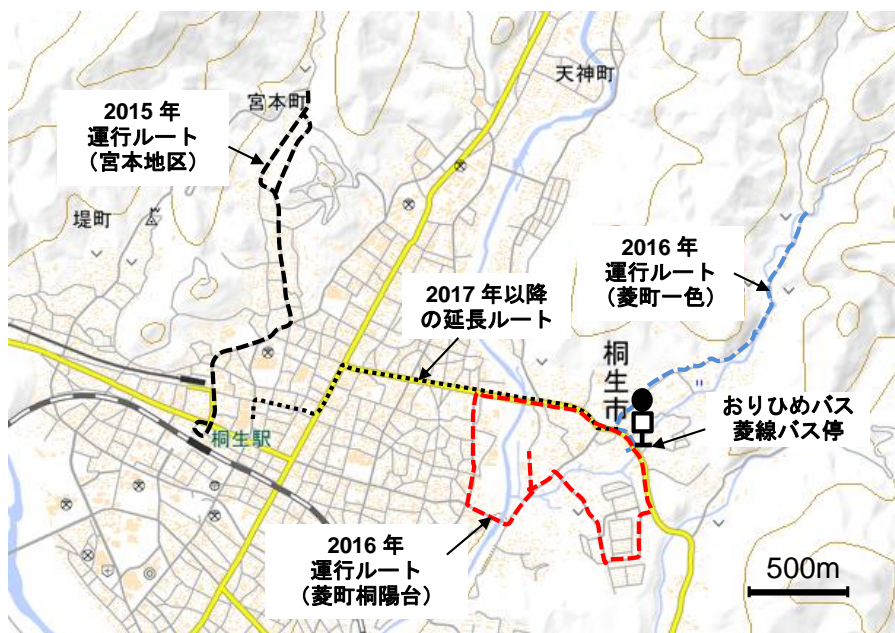


図3 電動バス運行ルート

運行は週に2回で、1日に4便の運行である。宮本町（2015年に実施）、および、菱町一色地区と桐陽台地区（2016年に実施）における乗車率推移および1年間の総乗車数は、図4および図5に示すとおりである。各地区で乗車率や乗車総数に大きな違いがある理由としては、運行地域の高齢者の割合によるところが大きいと考えられる。宮本町と菱町一色地区は比較的早くから住民が暮らしている地域であるのに対して、桐陽台は分譲地として比較的新しい住宅が建てられた地域である。

利用頻度の高かった宮本町や菱町一色地区では、利用者間のコミュニケーションが生まれ、様々な地域の情報共有が行われことが確認できた。例えば、いつも乗車するお年寄りが乗車しない場合はそれが話題になり、体調を崩したことが車室内で共有される事例が複数回見られた。また、銀行に行くというお年寄りの方に対して、周りの人が振り込め詐欺などの注意をするといった場面もたびたび見られた。さらに、地域で自主的に組織されている見守り隊がこのバスを活用するようになり、車室内でごく自然な形で地域の情報共有が進むことが頻繁に見られた。このような事例は、地域の知り合いが同じ車室内空間を一定時間共有することで生まれ、地域の安心安全を自然な形で高めていることを示している。なお、以上のような事例は運行を行っている運転手からのレポートとして確認されたものである。

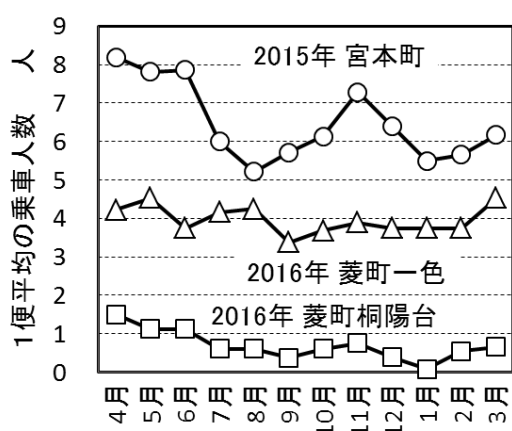


図4 一便平均の乗車人数の推移

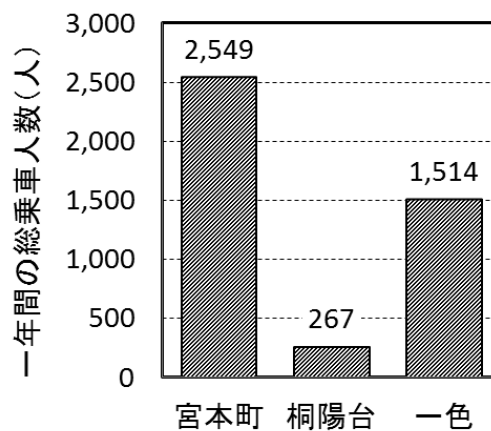


図5 各地区の年間総乗車人数

上記のような事例は、通常の路線バス内ではあまり活発には行われていないことが経験的にもわかる。また、同じ移動手段として考えられるタクシーや家族による自家用車での移動では、やはり多くの情報が共有されることは少ない。本研究で運行している低速電動バスでは、このような会話や情報共有がされやすい対面シートを持つ車室内空間が実現できていることは、前報で報告したとおりであり、路線バスやタクシーなどの移動手段とは大きく異なる特徴がある。上記のような事例の把握は必ずしも系統的な手段によって定量的に得られたものではないが、運行を通して頻繁に観察できるものであり、注目すべき点であると考えられる。より定量的な分析を行うために、低速電動バスの運行が開始されたことで生活の中で会話の頻度が向上したかななどを、利用者へのアンケート調査によって把握する必要がある。また、会話をする機会が増える一因と考えられる外出等の増加についても調査が必要と考えられる。これらのことから、実際にアンケート調査を行って、その結果を分析した。

3. 2 利用者へのアンケート調査に基づくコミュニケーション促進効果の検証

アンケート調査は、上記の宮本町と菱町で実施した。なお、アンケート調査に関しては、個人情報の保護の観点から匿名による回答として、個人が特定できないように配慮した。

宮本町のアンケートは町会の役員に協力していただき、2015年9月に実施した。配付数は494で、回収数は311であった（回収率63.0%）。回答者の家族構成は、最も多いのが二人で44%、次に多かったのは一人が30%であった。回答者の年齢層は70歳代が27.5%で、60歳代が27.1%、80歳代が16.2%であった。ただし、バスを利用するための登録者数は26名と少なかった。

利用しない理由としては、「他の移動手段がある」が69.8%と最も多く、「運行時間が合わない」が14.7%、「運行日が合わない」が11.1%となった。他の移動手段としてあげられたものが、「自らマイカーを運転する」が65%と最も多く、その内訳は60歳代が21%、70歳代が14%、50歳代が10%の順となっており、70代でも自家用車を移動手段としていることがわかる⁸⁾。以上の結果は文献8ですでに公表したものである。

菱町については、アンケート調査を2017年3月に実施した。アンケートの配布先としては、菱町一色地区および桐陽台地区である。配布数は110、回収数は46で、回収率は41.8%であった。回答者の家族構成は、最も多

いのが二人で52.3%，次に多かったのは三人が25.0%，次いで一人が22.7%であった。回答者の年齢層は70歳代が56.5%で，80歳代が19.6%，60歳代が13.0%であった。

低速電動バスを利用しない理由としては，「他の移動手段がある」が70.6%と最も多く，「運行時間が合わない」が29.4%，「運行本数が少ない」が17.6%となった。他の移動手段としてあげられたものが，「自らマイカーを運転する」が43.4%と最も多く，その内訳は70歳代が65.2%と最も多く，次いで60歳代と50歳代が13.0%となった。宮本町と同様に，70代の高齢者でも自家用車を移動手段としていることがわかる。利用者としてのアンケートの回答数は，23人であった。

上記のような属性のうち低速電動バス利用者（宮本町26人，菱町23人）に対して，追加のアンケート調査を行った。アンケートは，電動バスの運行前と比較して，運行後にどのように行動様式が変化したかを問うために，「あなたの最近の生活を，一年前と比較して伺います」という設問を用意し，下記のような問に対して5段階の選択肢のうちの一つを選択してもらった形式とした。

- 問1：外出の回数について
①増えた ②少し増えた ③変わらない ④少し減った ⑤減った
- 問2：人と話す機会について
①増えた ②少し増えた ③変わらない ④少し減った ⑤減った
- 問3：買い物の回数について
①増えた ②少し増えた ③変わらない ④少し減った ⑤減った
- 問4：外食の頻度について
①増えた ②少し増えた ③変わらない ④少し減った ⑤減った
- 問5：笑顔について
①増えた ②少し増えた ③変わらない ④少し減った ⑤減った
- 問6：体調について
①良くなった ②やや良くなった ③変わらない ④やや悪くなった ⑤悪くなった
- 問7：おしゃれについて
①するようになった ②ややするようになった ③変わらない
④ややしなくなった ⑤しなくなった

得られた結果をまとめたものが図6および図7である。なお，図6の結果（宮本町）はすでに公表したものであるが⁸⁾，ここでは，新たに図7の菱町での結果との比較のために再度掲載した。なお，棒グラフ中の数字は件数を表し，表示のないものは，0件であったものである。

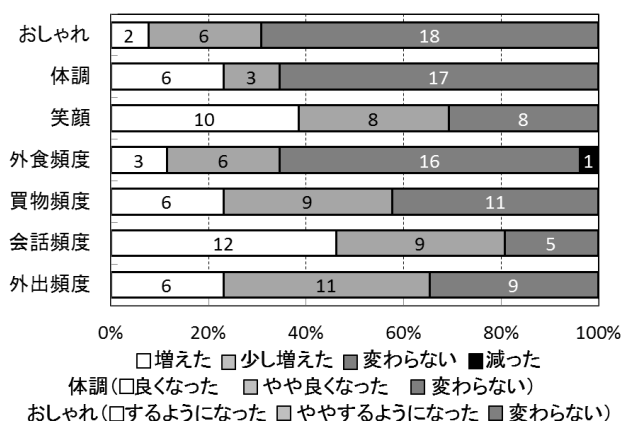


図6 宮本町のアンケート結果

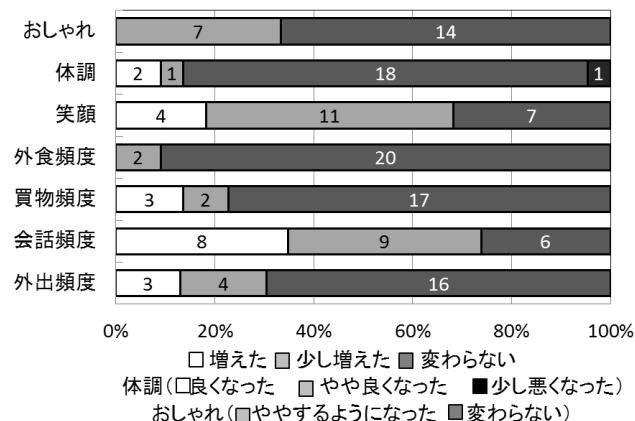


図7 菱町のアンケート結果

宮本町のアンケート結果では，外食頻度が「減った」という否定的な回答者が1人あったが，他の項目では「少し減った」および「減った」や体調が「やや悪くなった」，「悪くなった」やおしゃれを「ややしなくなった」，「しなくなった」という否定的回答をした者はいなかった。肯定的な回答が「変わらない」という回

答よりも多かったのは、会話頻度、笑顔、外出頻度、買物頻度であり⁸⁾、低速電動バスの導入が、利用者のアクティビティを増大させていることがうかがえる。特に、会話の頻度が大きく増大していることが特徴的である。菱町でのアンケート結果を見ると、否定的な回答は体調が「やや悪くなった」の1件だけであり、それ以外は宮本町と同様に「変わらない」もしくは肯定的な回答となっている。特に、会話の頻度や笑顔が増えたという結果は、宮本町の場合と同様に大きく増加していることがわかる。以上の結果より低速電動バスの地域への導入が実際に会話を誘発しており、地域内でのコミュニケーションを活発にする効果があることが、ある程度裏付けられたと考えられる。

上記のアンケート結果の各項目間の相関を調べてみた。その結果を表1および表2に示す。宮本町のデータで相関係数が高かったのは、外出頻度と会話頻度(0.727)、外出頻度と買物頻度(0.879)、会話頻度と買物頻度(0.749)、会話頻度と笑顔(0.803)となった。この結果から低速電動バスによって外出することで、会話と笑顔の頻度の増加につながっていることがうかがえる。菱町に関しては、外出頻度と買物頻度の相関が高い(0.902)という結果は同様であったが、全体的に相関係数が低い結果となった。なお、表中の上段の値はスピアマンの順位相関係数を、下段の値はp値を表しており、p値が0.05(5%)以下であるものを採用することにした。

表1 アンケート結果の相関係数(宮本町)

宮本町	外出頻度	会話頻度	買物頻度	外食頻度	笑顔頻度	体調	おしゃれ
外出頻度							
会話頻度	0.727 0.0001未満						
買物頻度	0.879 0.0001未満	0.749 0.0001未満					
外食頻度	0.279 0.168	0.358 0.073	0.408 0.039				
笑顔頻度	0.507 0.008	0.803 0.000	0.617 0.001	0.331 0.099			
体調	0.462 0.018	0.628 0.001	0.546 0.004	0.208 0.308	0.618 0.001		
おしゃれ	0.418 0.034	0.550 0.004	0.588 0.002	0.684 0.0001未満	0.455 0.019	0.622 0.001	

表2 アンケート結果の相関係数(菱町)

菱町	外出頻度	会話頻度	買物頻度	外食頻度	笑顔頻度	体調	おしゃれ
外出頻度							
会話頻度	0.516 0.014						
買物頻度	0.902 0.0001未満	0.553 0.008					
外食頻度	0.447 0.037	0.186 0.408	0.561 0.007				
笑顔頻度	0.386 0.102	-0.203 0.405	0.233 0.338	0.275 0.254			
体調	0.473 0.026	0.295 0.182	0.479 0.024	-0.074 0.743	0.368 0.121		
おしゃれ	0.021 0.928	-0.089 0.700	0.067 0.772	-0.229 0.317	-0.272 0.275	0.304 0.180	

3.3 車室内で共有された地域の情報の拡散効果の検証

既報で示したように、本研究で使用した低速電動バスは、車室内空間が会話のしやすい環境となっていることに加え、上記のようにアンケート結果からも、実際の利用者が会話頻度が増えたと感じているということから、利用者間のコミュニケーションを促進するような効果を有していることが推測できる。また、図3で示したとおり、今回の実験のルートは低速走行で約2km~3kmの距離を走行する。実際の運行時間の設定では、

1回の運行あたり宮元町で約30分、菱町一色地区で約20分、菱町桐陽台地区で約30分となっており、数十分程度の会話時間が確保できているものと考えられる。このようなことを考えると、低速電動バスが単なる移動手段としての機能を有しているだけではなく、バスの車室内が地域の情報共有やコミュニケーションの空間となっており、井戸端会議や病院の待合室のような機能を有する「社会装置」のような役割を持っているといえよう。

以下ではさらに、低速電動バスの乗客が地域情報を車室内で共有した場合、その後にその情報が地域内に拡散する効果を検証してみた。検証方法としては、感染症拡大^{29), 30), 31), 32)}やインターネット上の口コミの拡散モデル^{33), 34), 35)}として用いられるSIRモデルを用いることにした。このモデルでは、感染感受者（これから感染する可能性のある人）の数を S 、現在の感染者（やがて回復する）の数を I 、一度感染して免疫保持者の数を R とする。このアナロジーとして情報共有者数を R 、地域の未共有者数を S 、一度共有して覚えている（やがて忘れる）人を I とすると同様のモデルが成り立つ。

$$\dot{S} = -\sigma SI \quad (1)$$

$$\dot{I} = \sigma SI - \gamma I \quad (2)$$

$$\dot{R} = \gamma I \quad (3)$$

ここで、 σ は情報の拡散力、 γ は情報の減衰力を表す。 σ は総務省統計局の社会生活基本調査³⁶⁾から、一週間の時間の使い方では交際・つきあい時間が174分となっており、一週間に対する時間の比は0.01726となる。そこで、ここでは交際・つきあいに使う時間の割合を $\sigma = 0.01726$ とした。 γ については固定することが難しいが、情報の減衰力 γ についての実証研究が行われており、情報拡散過程に及ぼすメディアの影響について分析がされている³⁷⁾。その研究の中で σ や γ の推計を行っており情報の減衰力 γ については0.349から0.400までの推計結果を得ている。なお、特定のうわさの伝達は、不安・あいまいさ・信用度・面白さ、などに影響を受けるとする先行研究に加え、一般的なうわさの伝達には、共通の話題性（相手とそのうわさが共有できるか）や解釈可能性（相手に合わせてそのうわさを解釈し直して話すことができるか）などにも影響を受けることが指摘されている³⁸⁾。バスの車室内で乗客間で交わされる情報は多種多様であるため、情報の減衰力 γ の特定化は困難である。たとえば健康診断の期限が今週末までだという信頼度の高い情報もあれば、同乗するはずの乗客が乗っていないといった身近な人の情報であったりするであろう。前者は信頼性の高い情報であるので乗客が地域に戻った時にさほど減衰せずに伝わることとなろうし、後者は面白みがなければ急激に減衰していくこととなろう。このようなことから、本研究では γ の確定は困難であるので、いくつかの数値ケースに分けて検討することとした。また、低速電動バスの乗車定員は運転手を含めて10名である。そこで、乗車人数が情報の拡散にどのように関連するかを検証することにした。計算では関係する住民数 N を100人とした。このとき、バスの乗客数 n_0 に対して情報が伝わる速さに関して、三つの γ のケースについて I の時間変化をシミュレーションした。その結果が図8である。図中の複数の曲線は、乗車人数 n_0 がそれぞれ1, 3, 6, 9人時に、低速電動バス内での情報共有後に、時間と共にどのくらいの人に情報が拡散して、やがて忘れられてゆくかを示している。ここで注意すべきことは、乗車人数 n_0 はバス車室内で会話を交わした人数である点である。前報で低速電動バスに比較してコミュニティバスに使われるワゴンタイプは乗客の会話の発生確率が低いことを指摘したり¹⁾、乗車人数が同数であっても、以下で述べる n_0 は低速電動バスよりもコミュニティバスの方が小さい値をとることになる。

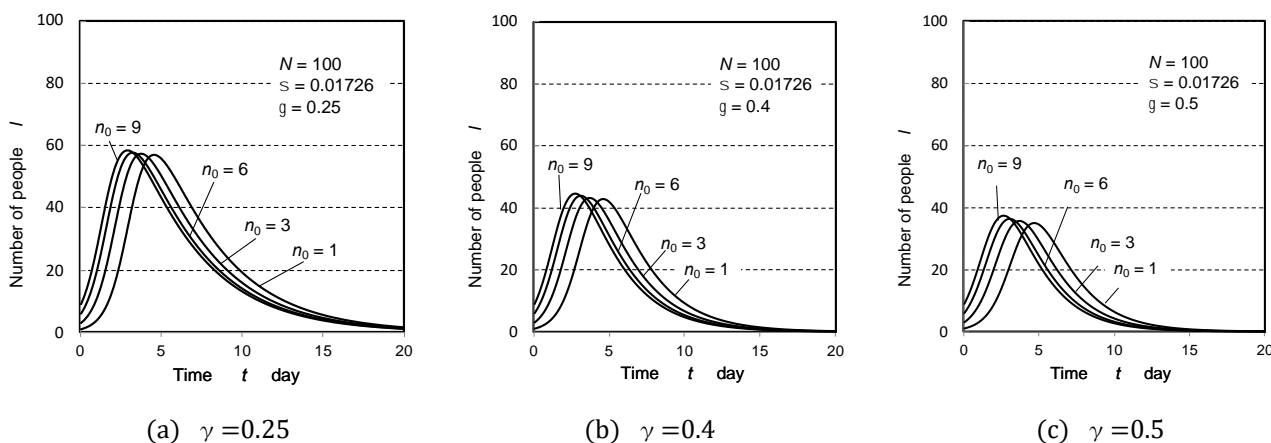


図8 γ による情報拡散の違い

この結果から、車室内で会話を交わした人数が多い方が、地域への情報伝達のピークに早く達することがわかる。例えば、図8(a)のグラフでは、 $n_0=9$ 人の時は100人のうちのピークである60人程度に約3日程度で情報が伝わっているのに対して、 $n_0=1$ 人の時は、約5日となっており、情報が伝わる人数も若干低い値となっている。図8の(a), (b), (c)は、それぞれ情報の減衰力 γ が $\gamma=0.25, 0.4, 0.5$ の場合を求めた結果である。 γ が小さいほど情報の内容が乗客にとって重要であることを示している。図より、情報の減衰力 γ が大きくなるにつれて（情報の内容が重要でなくなるにつれて）曲線のピークが低くなりすそ野が狭くなっていることが分かる。ただし、いずれの γ の値でも、 n_0 が大きな値の方が情報伝達が早いことが確認できる。

4. 分析

本研究では、様々な見守り技術を比較して、低速電動バスが地域の小さなコミュニティ内で運行されることで、自然発生的に見守り効果が生まれる可能性があることを議論した。また、実際に会話や外出の頻度が増加したかをアンケートから検証した。さらに、車室内に同乗した複数の乗客の間で地域情報が共有された場合、その情報が地域内にどの程度拡散されていくかを簡単な数学モデルを活用して検証した。その結果、乗り合わせた人数が多いほど、情報が共有されるまでの時間が短くなることなどを示すことができた。

情報の拡散に関しては古くから研究されており、例えば地理学の分野では空間的な情報の拡散に関する研究が行われている³⁹⁾ほか、実際の地域での口コミの効果を検証した研究などもある⁴⁰⁾。また、最近ではインターネットやSNS (Social Networking Service) 上の情報拡散に関する研究が、本研究で用いたようなSIRモデル以外の手法を用いて展開されている^{41), 42), 43)}。本研究では、簡単な数学モデルを用いて、低速電動バス内で発生する共有情報の地域内への拡散の挙動を考察したが、ある程度定性的な挙動を把握できたものと考えられる。特に、(1)バスの車室内で会話を交わした人数が多ければ、それだけ地域への情報の拡散力が強い、(2)会話の内容が重要であれば（ γ の値が小さければ）地域への拡散力が強く、より長い期間情報が流通するといったことが確認できた。

以上のようなことから、低速電動バスの車室内での会話がしやすい空間が形成されているという特徴を踏まえれば、低速電動バスという移動手段が、ワゴンタイプのコミュニティバスよりも地域に必要な情報を流すメディアとして活用できる可能性があることが指摘できる。さらには、会話が起こればいつもは同乗するはずの乗客が乗っていないといったような情報も、車室内で複数の乗客にその情報が伝わることで、比較的早く地域に広まり、見守りの効果を発揮する可能性があることが期待できる。言い方を変えれば、低速電動バスの乗客は、お互いの生存や健康状態に関する情報をボランティアに相互チェックできる可能性があることがわかる。このような効果は、地域の相互見守りの「自発性」と解釈することができる。また、このような効果は大きくコストがかかるシステムの構築ではなく、乗客にとっては強制的でないフィージブル（実現可能）な見守りとなっている。このためこういった仕組みの「持続性」も高いと言える。また、顔を見せなかった乗客の情報を乗客同士が伝達しあい、それが地域に持ち帰られて間接的な見守り効果が発生するという「間接性」も特徴と言える。さらに、プライバシーの保護の観点からも、ここで言及したような仕組みは、地域の中に顔見知りとして、あるいはそれほど親しくはなくても同じ地域で同一の環境に暮らす住民同士として、お互いの関連性や距離感を保つような自動調整機能が存在し、その範囲内でお互いの見守りというような機能が形成されているといったことも重要な点として指摘されよう。

現在、情報拡散の研究は、どちらかというといわゆるサイバー空間での情報拡散問題、例えば間違っただけの情報拡散や炎上の発生などに関する研究が注目されているように思われる。インターネットやSNSを自由に使いこなす世代の新しい課題として、今後ますます研究が進むと考えられる。しかしながら、その一方で高齢化が進む地域では、見守りや安全・安心な地域づくりの観点から、今後はむしろ現実空間での情報共有のあり方や、自然な形で情報共有が行われたものが、地域全体に効果的に広がるための様々な仕組みづくりの研究が、改めて重要になってくるように思われる。

5. おわりに

低速電動バスを高齢地域の暮らしの足として導入すると、地域情報が車室内で共有されることが確認できた。特に、顔見知りと同じ便に乗り合わせることが日常化し、会話をかわす関係が自然に発生し、互いの見守り体制が構築されるという効果が見られた。また、アンケート調査によって、実際に利用者の会話頻度が増加しコミュニケーションが活発になることが示唆された。さらに、地域情報の拡散モデルから、会話する乗客が多いほど地域情報が拡散する速度が高いことが推定でき、低速電動バスがコミュニティバスに比べて情報拡散の面でも優位性があることがわかった。以上のような見守りの機能は、従来の「見守られる側」と「見守る側」という一対一の構造ではなく、「互いに見守り見守られる」という「ゆるい関係性」が生まれていて、行政が多額のコストをかけて見守ることよりも持続可能なシステムであることを示唆している。これらの特徴は、(1)

ユーザー自身がお互いの生存や健康状態をチェックするボランティアな状況の発生（自発性）、(2)見守りを第一目的としていないため自然に発生し持続しやすい体制（持続性）、(3)顔を見せなかったユーザーの情報は乗車したユーザーが伝達しあい、間接的な見守り効果が発生する可能性（間接性）、としてまとめられる。今後さらに社会実験を継続し、自然発生的な見守りの効果に関する実証データを蓄積する予定である。

注

グリーンスローモビリティの認定基準が変更になり、2020年7月現在でグリーンスローモビリティには認定されていない。

謝辞

本研究は国立研究開発法人 科学技術振興機構 社会技術研究開発センターの支援により実施したものである。ここに記して謝意を表す。また、本研究で取り上げた低速電動バスの開発の発端となった科学技術振興機構 社会技術研究開発センターの研究開発プロジェクト「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域の堀尾正靱 領域総括（東京農工大学名誉教授）、重藤さわ子 アソシエイトフェロー（当時、現 事業構想大学院大学准教授）、岡田久典 チーフアドバイザー（当時、現 早稲田大学環境総合研究センター上級研究員）をはじめ、関係各位には本低速電動バスの開発、地域実装に関して多くのご助言を頂いた。さらに、本稿を執筆するにあたり、早稲田大学・(株)ブリヂストン連携研究プロジェクト W-BRIDGE の「Within one mile の交通に着目した条件不利地域の公共交通維持モデルの構築」が、低速電動バスの新しい価値に関する議論のきっかけとなった。特に、早稲田大学環境総合研究センター 岡田久典 上級研究員、同センター 永井祐二 主任研究員、早稲田大学スマート社会技術融合研究機構 井原雄人 客員主任研究員、東京家政学院大学 江川賢一 教授による助言が参考になった。心より感謝を申し上げる。

参考文献

- 1) 小竹裕人, 船津賢人, 天谷賢児, 宝田恭之, 根津紀久雄, 宗村正弘, 登丸貴之, 大橋 司, 清水宏康, 佐羽宏之, “安全安心なモビリティとして開発された低速電動バスによるコミュニケーション空間の創出に向けた一考察”, 社会安全とプライバシー, 掲載決定.
- 2) 田代英美, “地方圏における生活交通の社会学的検討”, 福岡県立大学人間社会学部紀要, Vol.20, No.2, pp.59-72 (2011).
- 3) 岸野啓一, 喜多秀行, “活動機会の公平性を考慮したバスダイヤの評価指標”, 社会技術研究論文集, Vol.7, pp.152-161 (2010).
- 4) 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”, Vol.10, pp.54-64 (2013).
- 5) 川端光昭, 松本昌二, 佐野可寸志, 土屋 哲, “地方集落におけるバス運行の自立型移行に対する受容意識と方略”, 社会技術研究論文集, Vol.7, pp.162-170 (2010).
- 6) 藤波匠, “人口減少下の持続可能なコミュニティ交通—ライドシェアとモビリティの自治による交通体系の再構築—”, JRI レビュー, Vol.6, No.67, pp.77-96 (2019).
- 7) K. Amagai, et al., “Development of low-CO₂-emission vehicles and utilization of local renewable energy for the vitalization of rural areas in Japan”, IATSS Research, Vol.37, pp.81-88 (2014).
- 8) 小竹裕人, 関庸一, 天谷賢児, 宝田恭之, 根津紀久雄, 清水宏康, 宗村正弘, “低炭素移動手段として開発した低速電動バスの導入と地域コミュニティの活性化”, 日本エネルギー学会誌, Vol.95, No.11, pp.980-986 (2016).
- 9) グリーンスローモビリティ, (http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_fr_000139.html, 2019年3月31日アクセス).
- 10) 牧田幸文, 飯田淳子, 長崎和則, “地域における高齢者支援に関する先行研究の検討—高齢者の“その人らしい暮らし”の支援の考察にむけて—”, 川崎医療福祉学会誌, Vol.23, No.2, pp.211-223 (2014).
- 11) 星 貴子, “地域包括ケアにおける住民組織の役割と求められる対応”, JRI レビュー, Vol.6, No.25, pp.130-155 (2015).
- 12) 羽田圭子, “広がりつつある高齢者の見守りの現状と今後のあり方について”, みずほ情報総研レポート, Vol.14, No.11 (2017).
- 13) 加山 弾, 門 美由紀, 渡辺裕一, 渡邊浩文, “ICT を活用した高齢者への見守りに関する研究”, 東洋大学福祉社会開発研究, 10号, pp.5-18 (2018).
- 14) 小林雅史, “高齢者見守りサービス”, NLI Research Institute Report (ニッセイ基礎研究所レポート), 2017-06-23, pp.1-10 (2017).

- 15) 青山正治, “超高齢社会の深化で必要性高まる多彩なハイテク福祉機器”, NLI Research Institute Report (ニッセイ基礎研究所レポート), 2018-12-18, pp.1-10 (2018).
- 16) Tami Saito, Chiyo Murata, Masashige Saito, Tokunori Takeda, Katsunori Kondo, Influence of social relationship domains and their combinations on incident dementia: a prospective cohort study, *Journal of Epidemiology and Community Health*, Vol.72, Issue 1, pp.7-12 (2017).
- 17) 多次淳一郎, 橋本直子, 川村知美, “過疎地域の民生委員が行う高齢者見守り活動の内容—B 町民生委員の活動内容の質的分析から—”, 三重県立看護大学紀要, Vol.20, pp.9-15 (2016).
- 18) 杉岡直人, “地域包括ケアシステムにおけるコミュニティレストランの可能性”, 北星学園大学社会福祉学部北星論集, 50号, pp.151-159 (2013).
- 19) 長谷川祐規, 室田昌子, “コミュニティ・カフェにおける利用者と運営スタッフに関わる主観的効果に関する研究—横浜市都筑区「ホットカフェ中川」を対象に—”, 日本都市計画学会都市計画報告集, No.14, pp.334-337 (2016).
- 20) 今瀬和哉, 松行美帆子, “コミュニティカフェの継続に必要な条件についての一考察—横浜市・川崎市のコミュニティカフェを事例として—”, 日本都市計画学会都市計画報告集, No.13, pp.151-155 (2015).
- 21) 蘭牟田洋美, 安村誠司, 藤田雅美, 新井宏朋, 深尾彰, “地域高齢者における「閉じこもり」の有病率ならびに身体・心理・社会的特徴と移動能力の変化”, 日本公衛誌, 第45巻, 第9号, pp.883-892 (1998).
- 22) 内田元喜, 橋本成仁, “中山間地域における免許返納意向に関する研究”, 日本都市計画学会都市計画論文集, No.45-3, pp.691-696 (2010).
- 23) 持倉裕彌, 谷本圭志, 土屋 哲, “中山間地域における買い物支援に関する考察—移動販売に着目して—”, 社会技術研究論文集, Vol.11, pp.33-43 (2014).
- 24) 磯野 誠, “中山間集落にとっての買い物の意義—買い物行動の快樂的側面を含めた検討—”, 鳥取環境大学紀要, 第13号, pp.129-138 (2015).
- 25) 群馬県産業経済部商政課, “GUNMA 買い物弱者サポート事業, 群馬県買い物弱者支援取組事例集”, 2014. (<https://www.pref.gunma.jp/06/g0901008.html>, 2019年3月31日アクセス)
- 26) 国土地理院電子地図 (<https://maps.gsi.go.jp>, 2019年8月18日アクセス)
- 27) 内閣府平成29年版高齢社会白書 (https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/zenbun/s1_1_1.html, 2019年8月23日アクセス)
- 28) 桐生市年齢別区別人口 (<http://www.city.kiryu.lg.jp/shisei/toukei/1008301/1005792.html>, 2019年8月23日アクセス)
- 29) LinWang, Brendan C.Wood, “An epidemiological approach to model the viral propagation of memes”, *Applied Mathematical Modelling*, Vol.35, Issue 11, pp.5442-5447 (2011).
- 30) Fabio A.C.C. Chalub, Max O. Souza, “The SIR epidemic model from a PDE point of view”, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol.53 pp.1568-1574 (2011).
- 31) 廣瀬英雄, 松隈和広, 作村建紀, “感染症拡大予測モデルとその考察”, 情報処理学会論文誌, 数理モデルと応用, Vol.4, No.3, pp.102-109 (2011).
- 32) 鈴木清樹, “疫学モデルを用いた病害の動態解析と防除対策”, 植物防疫, 第63巻, 第10号, pp.10-14 (2009).
- 33) Gadi Fibich, “Bass-SIR model for diffusion of new products in social networks”, *PHYSICAL REVIEW, E*, 94, 032305 (2016).
- 34) Yi Jinga, Liu Peiyu, Tang Xiaobing, Liu Wenfeng, “Improved SIR Advertising Spreading Model and Its Effectiveness in Social Network”, *Procedia Computer Science*, Vol.129, pp.215-218 (2018).
- 35) 大知正直, 長濱 憲, 榊 剛史, 森純一郎, 坂田一郎, “口コミ指数による事例類型化に基づく複数メディアのヒット前の露出を先行指標とした情報拡散過程の分析”, 広報研究, 日本広報学会, 第20号, pp.35-51 (2016).
- 36) 総務省統計局, “平成28年社会生活基本調査, 生活時間, 全国(調査票A)第4-2表”, (2016).
- 37) 竹中一平, “対人コミュニケーションの観点から見たうわさの伝達”, 社会心理学研究, 第21巻, 第2号, pp.102-115 (2005).
- 38) Kimmel, A.J., Keefner, R. “Psychological correlates of the transmission and acceptance of rumors about AIDS”, *J. Applied Social Psychology*, Vol.21, No.19, pp.1608-1628 (1991).
- 39) 杉浦芳夫, “空間的拡散研究の動向—情報の伝播とイノベーションの採用を中心として—”, 人文地理, Vol.28, No.1, pp.33-67 (1976).
- 40) Gao Wa, Yoichi Seki, Kenji Amagai, Takayuki Takarada, “Analysis for Activation of Old Shopping Streets based on the Surveys of Citizens and Storekeepers”, *International Journal of Marketing Studies*, Vol.6, No.2, pp.92-104 (2014).

- 41) 大原剛三, 斉藤和巳, 木村昌弘, 元田浩, “情報拡散モデルに基づく社会ネットワーク上の影響度分析”, オペレーションズ・リサーチ, 2015年8月号, pp.449-455 (2015).
- 42) 周 劫亮, 山田隆志, 寺野隆雄, “ソーシャルメディアのロコミ拡散を利用したオンラインメディアの集客戦略”, 第8回社会システム部会研究会, pp.193-198 (2015).
- 43) 五十嵐未来, 李 銀星, 石垣 司, 照井伸彦, “Twitter 上のロコミ情報を利用した売上予測モデルの構築と実証分析”, 流通情報, No.531, pp.57-70 (2018).



小竹裕人 KOTAKE, Hiroto
群馬大学社会情報学部准教授および次世代モビリティ社会実装研究センター教育研究部副部長
略歴および研究分野
公共政策論(経済学)。政策効果の実証分析を専門。高等教育市場を多面的な連立方程式体系化し文科省の大学定員管理政策の重要性を指摘。局所的な政策と地方都市の持続可能性について、eCOM-8の実装がコミュニティに与える影響について研究。



船津賢人 FUNATSU, Masato
群馬大学大学院理工学府准教授
略歴および研究分野
航空宇宙工学, 流体工学が専門。高速高温流体力学, 宇宙飛行体の熱防御技術をキーワードに「宇宙・フロンティア・(少しだけ海洋)」に関する教育・研究に従事。2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクトに参画。理工学的な、特に異分野の立場で社会実装を研究。



天谷賢児 AMAGAI, Kenji
群馬大学大学院理工学府教授および次世代モビリティ社会実装研究センター副センター長
略歴および研究分野
機械工学, 熱流体工学が専門。半導体の精密洗浄, 噴霧塗装における低VOC化や噴霧利用に関する研究に従事。2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクト事務局として参加後, 次世代モビリティの社会実装に関する研究に参画。特に低速電動バス eCOM-8 の社会実装について理工学的な立場から研究。



関 庸一 SEKI, Yoichi
群馬大学大学院理工学府長
略歴および研究分野
データ科学, 経営工学, 多変量解析, データマイニングが専門。2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクトに参加。マイクロEVの地域導入によるCO₂削減効果の解析, 低速電動バス eCOM-8 の地域導入における効果に関するアンケート分析等を実施。



宝田恭之 TAKARADA, Takayuki
群馬大学名誉教授
略歴および研究分野
化学工学, 低温ガス化技術の開発等に従事。群馬大学理工学部教授, 群馬大学工学部長を経て名誉教授。日本エネルギー学会会長等を務め, 現在は名誉教授として地域における様々な産官学民連携を推進。2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクト代表として低速電動バス eCOM-8 を導入



根津紀久雄 NEZU, Kikuo
群馬大学名誉教授および特定非営利活動法人北関東産官学研究会会長
略歴および研究分野
機械工学, 材料力学分野が専門。群馬大学工学部教授, 同工学部長を経て名誉教授。現在は非営利法人北関東産官学研究会会長として, 北関東地域の産官学民連携を推進。2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクト副代表として低速電動バス eCOM-8 を導入。



佐羽宏之 SABA, Hiroyuki

株式会社三立応用加工代表取締役社長, 2015年からの生活交通を作る会会長, わたらせ渓谷鐵道市民協議会会長, 国土交通省公共交通マイスター

略歴および研究分野

2015年からの生活交通を作る会, わたらせ渓谷鐵道市民協議会など, 公共交通に関する取り組みに参画. 国土交通省公共交通マイスターとして地域の交通政策にも関わる. 2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクトにおいて公共交通WG長として参画し, 低速電動バスeCOM-8の持続的活用についての研究に参加.



登丸貴之 TOMARU, Takayuki

株式会社桐生再生

略歴および研究分野

2017年株式会社桐生再生に入社, 低速電動バスeCOM-8の運行のほかeCOM-8の普及実装に関する研究にも参加, 特に低速電動バスによる経済的に持続性のある地域公共交通システムについて調査を実施, また, 様々なまちづくり地域活動にも参加.



大橋 司 OHASHI, Tsukasa

株式会社桐生再生

略歴および研究分野

2014年株式会社桐生再生に入社, 低速電動バスeCOM-8の運行を担当. さまざまな地域での運行を通してeCOM-8が持つ新しい可能性を発見.eCOM-8の安全な運行や管理マニュアル等の作成に従事.



清水宏康 SHIMIZU, Hiroyasu

株式会社桐生再生代表取締役社長

略歴および研究分野

桐生信用金庫退社後, 2008年NPO法人桐生再生を設立して地域活性化のための活動を実施. その後2013年に株式会社桐生再生を設立し, 代表取締役社長. 2012年から実施したJST社会技術研究開発センタープロジェクトにも参加. 現在プロジェクトで開発した低速電動バスeCOM-8を4台, 新型低速電動バスeCOM-8²を1台所有して, 地域づくり活動に従事.



宗村正弘 MUNEMURA, Masahiro

株式会社シンクトゥギャザー代表取締役社長

略歴および研究分野

富士重工業株式会社(現株式会社SUBARU)において乗用車の開発に従事. 退社後2007年に株式会社シンクトゥギャザーを設立, 群馬大学次世代EV研究会に参画し, マイクロEVや低速電動バスeCOM-8の開発を手掛ける. 現在は各種電動モビリティ, eCOMシリーズの製造販売を展開.