

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K03740

研究課題名（和文）セミデマンドバス社会実験による寄り道サービスと情報配信機能の影響度分析

研究課題名（英文）Observational Studies and Regional Experiments on Semi Demand Bus - In case of Toooka City -

研究代表者

新井 圭太（ARAI, Keita）

近畿大学・経済学部・准教授

研究者番号：60336485

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、兵庫県豊岡市内における公共交通空白地域を実験対象エリアとし、枠組みとしての産官学連携（全但バス・豊岡市・近畿大学および大阪大学）プロジェクトのフレームワークを通じ、「自宅まで送迎するデマンド交通（＝フルデマンド方式）」と、自宅近くの地点まで歩く「ちょっとよりみち（セミデマンド方式）」が、どのように地域のニーズにマッチするかを交通実証実験を通じて検証した。実験期間として2018年～2020年まで、上述の対象地域内の路線に対し、実験車両を投入した。実証実験の結果として、セミデマンド方式よりフルデマンド方式を住民は希望し、しかし当該地域でのデマンド交通への需要は低いことが認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

少子化によって地方が衰退する中、公共サービスの維持が問題になっている。本研究では、公共交通空白地域をフィールドとして、デマンド交通の投入が妥当かについて社会実証実験を行い、検証を行った。結果、事前の意見調査では高い地域ニーズが認められたことに対し、実際の実験においてはニーズがほとんど存在せず、自家交通（マイカー）に依存する既存のライフスタイルを続行する現象が多く認められた。学術的には（1）事前のフリーライダー的行動（とりあえず要求するが責任は負わない住民行動）のきわめて大きな存在、および（2）従来の生活様式のシフトに対する精神的苦痛（経済学的には社会的コスト負担）の大きさが認められた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this project is to survey the demand of the local residents in several communities in which public transportation services do not function well (or do not exist) for DRT (Demand Responsive Transport). The place for the regional experiments is located at Toyooka City in Hyogo Prefecture, north western part of Japan. With the cooperation of Municipal Office, Zentan Bus Company, and Osaka University (science technology laboratory), we made the experiments from 2018 to 2020, and we made a comparison between “full-demand service” (DRT comes to residents’ houses) and “semi-demand service” (DRT goes to the bus stop which is close to the residents’ houses). As a result, the regional demand for the DRT service is not high enough to launch a new service to the region because the locals had decided to keep on using their own vehicles.

研究分野：交通経済学

 キーワード：地域デマンド交通実証実験 公共交通空白地域 産官学連携プロジェクト セミデマンド方式の検証  
フリーライダー行動の検証

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19(共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地域における公共交通のあり方やモビリティの確保については、当時既に多くの先行研究が国内外において存在していた。ただし、それらの多くは社会科学系・交通工学系の範疇でそれぞれ細分化されており、学際的な取り組み例がきわめて少ない特徴があった。本研究では、産官学連携事業プロジェクトを通じて、地域の交通政策立案に直接コミットしながら：

No.	研究と実証実験の取り組み内容
(1)	公共交通空白地域におけるデマンド交通の投入実験
(2)	高齢者の健康のため、自宅ではなくその近くまでを「ちょっとより道運行」実験
(3)	人件費を大幅に減少させる「デマンド交通用オートオペレーション導入」実験
(4)	モビリティ・マネジメントとして「各地域情報の発信と健康レコメンド」実験
(5)	ローコスト交通実現のための「規制緩和提案モデル」実験

といった5つのアイデアと、測定センシング技術やデータ処理技術を組み合わせて行う地域社会実証実験を実施することを想定した。各専門領域から踏み出した形での学際的かつ実証的な研究例は、非常に稀であり、意味を持つものと考えたのであった。

### 2. 研究の目的

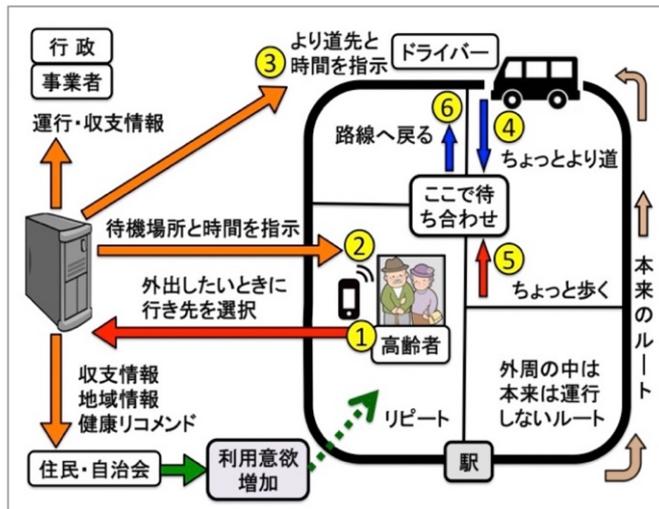
本研究の目的は、システム構築によるオートデマンド運行、外出インセンティブを高めるための「リアルタイムでの情報提供」（＝モビリティ・マネジメント）、およびローコスト交通実現の手法（IoT機器の導入による規制緩和方式）といった3つの可能性を、社会実験を通じて明らかにすることである。その結果として、地域の高齢者が利用しやすく、かつ地域の実情に合った、より効率的な移動手手段の供給手法を社会で共有することを目指している。

No.	内容
仮説1	外出したいときに呼び出すリアルタイムデマンド型ならば、高齢被験者外出インセンティブが高まる
仮説2	高齢者の健康のためにあえてバス停を少しだけ離れた地点に設定する“ちょっとより道”運行でも、高齢者の外出意欲に変化はない
仮説3	収支状況をリアルタイムで提供することで、地域住民の地域公共財への責任感を高め、参加度を高める
仮説4	個人の健康レコメンドを配信することで、住民の健康意識が高まり、外出意欲が向上する

この目的を達成するため、産官学の連携および地域における実験協力者たちの協力のもと、地域社会実験を実施し、図に示した複数の仮説を社会実験によって検証する。その上で当該地域における公共交通に関するモデル提示と政策提言を行うこととする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 基本スキーム

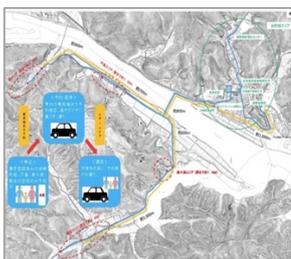


現在の中山間地域におけるコミュニティバスには深刻な問題が2つある。第一は高齢者にとって自宅から数百メートル離れたバス停までの移動が体力的に厳しい点である。第二は「地域住民がコミュニティバス維持に協力しようとしても、情報がないために協力の方法がわからない」という点である。これらを大幅に改善するには、図のように高齢者の自宅近くまで「ちょっとより道」運行を行うセミデマンド形態（図の①～⑥）を選択し、かつ現在はまだ主流である事前予約をなくして、外出したいときにリアルタイムで呼び出せるサービス（①と②）が必要となる。

さらに外出機会や外出インセンティブを増やすための「運行情報」「収支状況」「地域情報」および「健康リコメンド」といった4つの情報をリアルタイムで常時提供することにより、高齢者の外出インセンティブを促すモビリティ・マネジメントを大幅に強化することが可能となることから、上図の実験スキームを考案した。その上で実際に実験を進めるため、兵庫県豊岡市交通整備課・全但バス株式会社・全但タクシー株式会社・大阪大学および近畿大学による産官学連携プロジェクトを立ち上げ、上述のスキームと実験手法による検証を行う。

#### (2) 実証実験

実証実験は2回行った。第1回は2018年10月から翌2019年9月までの1年間で、場所は豊岡市内の城崎右岸4地区（約100世帯）で、空白地域の右岸地区から域内中心地である城崎温泉エリア（左岸地区）へ走るルートを走行した。さらに第2回を同年10月から1年間、同市内の資母地区（山間部狭隘エリア）を追加する形で実施した。



実験エリア（城崎右岸地域）



実験開始式典で挨拶する筆者



実験車両と市長らによるテープカット

実験車両は全但バス株式会社におけるタクシー車両を1台利用することとした。尚、有人方式でなく無人管理方式のオートオペレーションシステムに関しては、大阪大学情報科学研究科・山口研究室（当時は東野研究室）に作成を依頼した。また、実験開始にあたって事前の大規模地域住民意見調査（全戸調査）および事後の実験協力者らへの聞き取り調査は、スキーム作成者であ

る筆者が担当した。加えて事前の住民説明会を全地区で開催し、スマホを所持していない希望住民には実験用スマホを貸与し、説明会参加住民に対して実験用アプリの操作方法を対面方式で実施した。

## 4. 研究成果

### (1) 結果

運行当初はセミデマンドで走行したが、住民からの強い要望があり、実験途中からセミデマンド（高齢住民の健康のための自宅から少し歩行する乗降ポイント）からフルデマンド（高齢住民の自宅まで来てピックアップ）の形へと、供給方法を変えることとなった。事前に実施した住民意識調査（全戸調査）では、87%の住民が賛同の意思を示していたことから、一定の需要が予想されたが、現実には自宅まで送迎してくれるフルデマンド方式への強い要望にあった。

しかし、フルデマンド方式へと供給手法を変えた後も需要水準はきわめて低い水準のまま推移した（当初の事前調査では38%の住民が「月に1度の利用」を想定し、26%の住民が「週に1度の利用」を回答していたが、実績値としては約100戸の全世帯における約1割の利用率にとどまった。この実験の推移によって本格運行が決まることは事前に行行政サイドから地域住民にアナウンスされていたが、それでも住民は従来の自家用交通（マイカー）による移動を選択し続けた。

No.	内容	判定	結果について
仮説1	外出したいときに呼び出すリアルタイムデマンド型ならば、高齢被験者外出インセンティブが高まる	X	事前の住民意識調査（全戸）ではきわめて高い需要水準が認められたが、実際の実験期間中の需要はきわめて低い水準であったため、デマンドの種類を問わずインセンティブ換気とはならなかった
仮説2	高齢者の健康のためにあえてバス停を少しだけ離れた地点に設定する“ちょっとより道”運行でも、高齢者の外出意欲に変化はない	X	これも事前の意識調査ではニーズが大きい結果となったが、実際の実験期間中に反対意見が出て、フルデマンド方式へと変更せざるを得なくなったため
仮説3	収支状況をリアルタイムで提供することで、地域住民の地域公共財への責任感を高め、参加度を高める	△	事前意識調査と事後の聞き取り調査（数名の協力者）の結果、利用者間では責任感が高まることが認められた。しかし収支を常時提供することは行政側に検討課題が残ったため△とした
仮説4	個人の健康レコメンドを配信することで、住民の健康意識が高まり、外出意欲が向上する	△	協力者への事後聞き取り調査の結果、健康に関する認識がデイリーベースで少しずつ高まることが認められた。しかし聞き取りの結果より、外出目的は常に固定されている（例：買い物）ことから、健康目的での外出動機になったかは判断が難しい

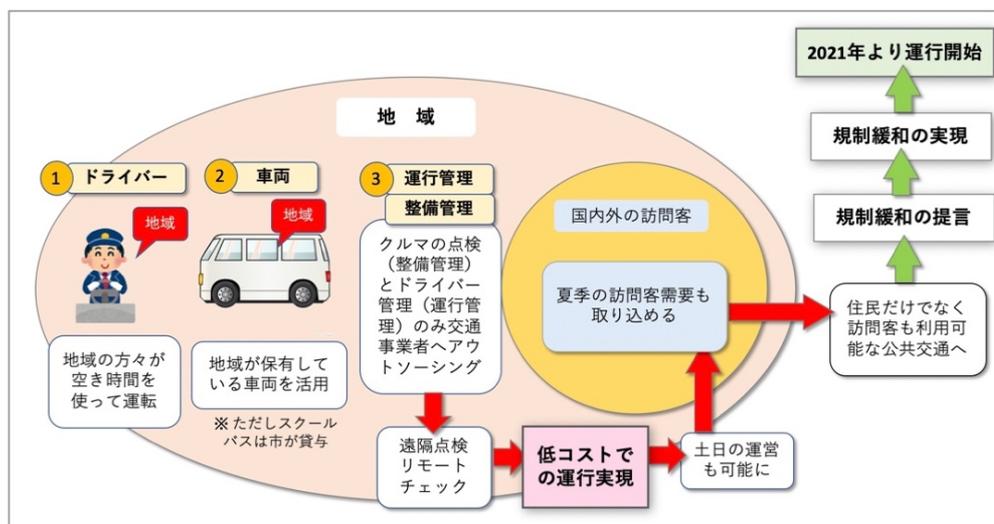
仮説の検証結果は図の通りとなった。デマンドの手法に限らず、そもそも公共交通の利用度がきわめて低く、実験によって高いニーズが認められれば地域に初の公共交通が誕生する情報を事前に共有していたが、他地域で見られるような熱心な乗車活動にはつながらなかった。事前調査できわめて高いニーズを示していたが、実験期間中の需要水準は逆にきわめて低いレベルにとどまった。このことから仮説1を採択することは出来ないと判断した。

次に供給手段に関しては、当初の事前調査結果とは大きく異なり、フルデマンドに対するニーズへの回帰（＝地域住民によるクレームや相談の形で、自宅前まで来るフルデマンド方式への依頼が当局へ出され、市としても承諾することとなった（したがって仮説2は採択不可と判断）。仮説3と4に共通する情報配信は、交通分析の世界において「モビリティ・マネジメント」と定義されるコンセプトであり、今回の実験に参加してくださった地域住民のうち、事後のヒアリン

グに協力くださった方々の回答によれば、「配信によって健康への意識が高まった」（全回答者の72%）、「地域の公共サービスへの興味関心と協力意欲が高まった（57%）」と、それぞれ機能したと判断することは可能とした。

## （2）ローコストモデルとその実現のための第3の追加実証実験（豊岡市竹野海岸地区）

実証実験としての地域デマンドの需要喚起および需要の測定結果は上述した通りとなり、本格運行は中断せざるを得ない判断となった。ただし、公共交通空白地域への提案モデルとして、ローコストモデルを策定し、そのための実証実験を2018年と2019年の2年にわたって追加で実施した。実証実験のフィールドは同市内の竹野地区（海岸地区）とし、駅から海岸までを基本ルートとした上で、さらに住宅エリアにまで走行することにより、(1) 国内外から来る海水浴客の夏場需要を測定、(2) 住宅地域におけるバス需要水準を測定、(3) 効率的な資本活用の検証（有効活用されていない店舗の車両を活用）、(4) 効率的な労働活用の検証（非会社員かつ2種免許保持者達を登録し、研修を通じて地域がドライバーとして雇用）、(5) IoT導入による点検作業のコストダウン化の検証（車両設備とドライバーの呼気点検を遠隔地の本社からリモート点検することにより、点検要員の常駐コストである労働費用を削減する検証）、という点を検証することが今回の実証実験の目的となる。実験は2018年および2019年夏季（7月20日～8月24日）の週末（土日2日）とし、JR竹野駅～竹野海岸～田久日までの区間とした。



【社会的ローコストモデルのコンセプト（2021年より規制緩和実現へ）】

2018年度は初期のプレ実験と位置づけ、各問題を検討した上で2019年度の本実験を実施した。2019年の実験期間における総乗車人数は328人（降車人数も同値）となった。この路線の中で注目すべきは実験の目的のひとつである空白地域（駅～海岸）のニーズであり、上の2枚の図中では竹野駅 - 竹野間の乗降客数においてもっとも高い数値を表していることがわかる。これらの結果より、2020年に国土交通省に今回の実証モデルのコンセプトに基づいた規制緩和の申請を行い、2021年4月より規制緩和が認められることとなった。そして同年7月より上記実験路線が本格運行化し、夏季臨時ダイヤとして国内外の訪問者および地域住民（主に小中高生）が利用可能となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Keita ARAI	4. 巻 1
2. 論文標題 Social Experiments on Public Transportation in a Rural Area - In case of Toyooka-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kindai Working Paper	6. 最初と最後の頁 1, 12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita ARAI	4. 巻 1
2. 論文標題 Social Experiment of Low-Cost Demand Bus Operation with Information Technology in Tajima region of Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kindai Working Paper	6. 最初と最後の頁 1,14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Keita ARAI
2. 発表標題 Social Experiment of Low-Cost Demand Bus Operation with Information Technology in Tajima region of Japan
3. 学会等名 TRANSED (Transport for Elderly and Disabled Person) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keita ARAI
2. 発表標題 Case Study of Regional Experiments of Low-Cost Bus Operation in a Rural Area of Japan -In Case of Toyooka City-
3. 学会等名 PRSCO 2022 (The Pacific Regional Science Conference Organisation) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keita ARAI
2. 発表標題 Case Study of Low-Cost Bus Operation in a Rural Area of Japan -Regional Experiments in Toyooka City-
3. 学会等名 ETC 2022 (European Transport Conference) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keita ARAI
2. 発表標題 Social Experiments of Low-Cost Bus Operation in a Rural Area of Japan -In Case of Toyooka City-
3. 学会等名 TRANSED: Mobility, Accessibility & Demand Response Transportation Conference
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山口 弘純  (Hirozumi Yamaguchi)  (80314409)	大阪大学・情報科学研究科・教授    (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------