

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03325

研究課題名(和文) 戦略的な生活サービスの集約に関する計画・経営手法の開発

研究課題名(英文) Planning methodology for strategic restructure of life support services

研究代表者

谷本 圭志 (TANIMOTO, Keishi)

鳥取大学・工学研究科・教授

研究者番号：20304199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：人口減少の先進地域では、単一の生活サービスを個別に供給する方法に限界が生じ、小さな拠点や公共交通と宅配サービスを一括して供給する例のように、戦略的にサービスを集約し、その持続可能性を確保することに関心が高まっている。本研究では、生活利便性や経営分析の知見を発展させ、戦略的な集約の形を明らかにし、その社会実装を支援する計画手法の確立を目指すことを目的として実施した。具体的には、サービスの供給者が撤退に至る人口規模、住民が生活サービスを楽しむ際の「ついで」行動を反映したアクセシビリティの指標化、貨客混載を対象とした機能的な集約の実現可能性と有効性を明らかにするための分析手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現行の生活サービスがどのような人口規模で継続を断念しうるかを明らかにしており、サービスの維持への働きかけを要するタイミングを提示することができた。「ついで」のしやすさをアクセシビリティ指標として評価することが可能になった。また、ついでのしやすさが、どのサービスの持続可能性に影響を及ぼすかについても明らかにした。貨客混載に着目し、旅客と宅配の機能的な集約の実現可能性と有効性を定量的に評価するためのモデルを構築することで、機能の集約に関する意思決定を支援する手法を確立できた。

研究成果の概要(英文)：The knowledge for the planning and management of the life support services such as mobility is needed in small population areas. In depopulated areas, the suppliers of the service have been decreased due to the decreases of the customers and labors. To improve the sustainability of the services, the relocation of the service facilities to access other services easily and joint production of the services by single supplier have payed attention. In this study, the academic methodology for the planning and management have been developed. Specifically, 1) the measure of the sustainability of the services with the viewpoint of population, 2) the accessibility measure for the situation where the people access several services one by one, 3) the model to analyze the joint transport service for passenger and package using the vehicles of public transportation, have been developed.

研究分野：土木計画学

キーワード：生活サービス 持続可能性 過疎地域

1. 研究開始当初の背景

人口が少ない地域における生活サービスの計画・経営に関する研究は国内外で多くの分野で見られ、中でも交通や医療には多くの蓄積がある。わが国では急速な人口減少という世界が未経験の現象に直面し、また、それに伴って地域の消滅や国の存立リスクを現に抱えていることから、これらの研究への学術的、社会的な要請が高まっている。

人口減少の先進地域では、単一の生活サービスを従来と同様にそれぞれが個々に供給しては、サービスの持続可能性が確保できない状況が生じている。複数のサービスを空間的に集約して持続可能性を改善する「小さな拠点」に着目が集まっているのはその好例である。このように、「サービスの集約」という考え方が社会に定着しつつある一方、既往の研究は単一の生活サービスに着目しているため、複数のサービスへの着目を要する「サービスの集約」にこれらの成果をそのまま適用することはできない。

また、サービスの集約には、空間的な集約が唯一のアプローチではなく、機能的な集約も考えられる。その例は公共交通サービスの周辺でいくつか見られる。例えば、スクールバスへの混乗（スクール輸送と一般輸送の機能を集約）や貨客混載（貨物輸送と旅客輸送の機能を集約）など、共通した資源で異なるサービスを結合生産する例である。これらは現行の法制度のもと可能な範囲で実施するため、その規模やインパクトも自ずと小さいが、昨今では宅急便と路線バスサービスの集約の実験が始まるなど、今後は、宅急便や郵便の配達、インフラの巡回点検、水道の検針などの多様な生活サービスを交えた大規模な集約も予期される。しかし、現時点ではこれらの戦略的な展開を支援するための学術的な蓄積はない。

2. 研究の目的

公共交通、買い物、医療、金融、通信、物流などの生活サービスを対象とする。空間的な集約は固定的な施設を有するサービス（例えば、医療、金融）、機能的な集約は移動を伴うサービス（公共交通、物流など）を主たる対象とする。本研究では、集約しない場合の持続可能性を診断する技術をはじめ、空間的/機能的な集約による地域計画の検討手法を開発することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 生活サービスの存続可能性の評価手法の開発

経済センサスにおける市町村の事業所数データに着目し、これと人口規模や人口の特性、サービスの立地特性、人口密度などの指標と関連づけ、存続可能性を定量的に評価しうる手法を一般化線形モデルにより開発する。中四国地方の市町村を対象としてモデルを推計する。推計したモデルに将来の人口予測の結果を入力することで、いつサービスが撤退しうるかを客観的に把握することを可能とする。

(2) 「ついで」行動の可能性を反映したアクセシビリティ指標の開発

空間的な集約に伴う「ついで」のしやすさを、ネットワーク理論や協力ゲーム理論におけるグラフ的な表現を指標の計算に反映することで指標化を試みる。協力ゲーム理論によるアプローチではついでの順序を網羅的に考慮して計算することができる反面、計算量が膨大になる。一方、ネットワーク理論に基づくアプローチでは、主な順序のみに着目することで計算量を軽減することが可能である。そこで、双方のアプローチに基づく指標を提案する。また、この指標を用いて、将来の人口分布に基づき、どこにサービスを立地するのが適切かについてシミュレーションを行う。

(3) 貨客混載を対象とした機能的な集約のモデルの開発

タクシー会社が旅客と貨物の双方を運送する場面に着目し、これらを集約してサービス供給する場合に、所与の人手（運転手）で供給が可能かを判断するためのシミュレーションモデルを混合整数計画法により開発する。従来のモデルは、都市部を暗黙の想定としているものが多いが、ここでは過疎地域のように需要が少ない場面を想定し、それに適したモデル化を行う。また、そのモデルを用いて、事業者にとって資金面で肯定的な効果が得られるのかについても実証的に検討する。

4. 研究成果

(1) 生活サービスの存続可能性の評価手法の開発

公共交通,小売,生活関連,医療,郵便,金融サービスにおける業種を対象として検討を行った。なお,これらの存続可能性に影響を及ぼしうる要因として,人口(人),労働力人口割合(%),昼間人口割合(%),単独世帯割合(%),可住地における人口密度(人/km²),1人当たりの課税対象所得(円/人),ついでのしやすさに基づくアクセス距離(本研究で開発した「ついで」に関するアクセシビリティ指標)を取り上げた。

各業種の存続可能性に影響を及ぼす要因については,労働力人口割合,1人当たりの課税対象所得以外については,何らかの業種の存続可能性に影響を及ぼしていた。推計したモデルを用いて,各業種について,存続と消滅の境界にある人口規模を明らかにする。その方法は以下による。まず,人口問題研究所による将来推計人口に基づいて,2015~2045年の人口,労働力人口,可住地における人口密度を算出し,これらの期間における各業種の事業所数の期待値を自治体ごとに求める。なお,これら以外の説明変数は,現在と同じ値を用いる。事業所数の期待値が1未満であると,その自治体の当該業種は消滅することを意味する。これにより,どの自治体がどの人口規模になった場合に当該業種が消滅するのかを明らかにすることができる。そこで,2015~2045年における5年ごとの各自治体の人口を用いて,各業種が消滅したか否かを算出し,その結果の抜粋を以下の図に示す。なお,将来人口は2015~2045年の7時点で推計されていることから,7×自治体数の合計455サンプルについて算出できた。図では,各業種について,存続した場合の人口規模と消滅した場合のそれを区別して横方向にプロットしている。この図より,医薬や食料のように,存続と消滅の境界となる人口が比較的明瞭である業種がある一方,食肉や鮮魚のように,そうでない業種もある。前者については,人口のみで存続可能性が判定できるが,後者についてはそれ以外の要因も少なからず影響していることが分かる。

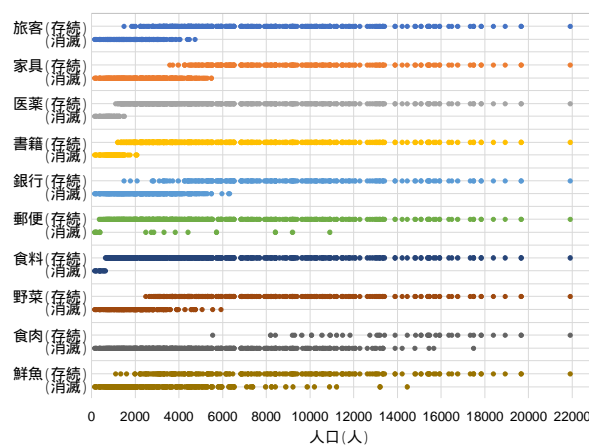


図1 各業種における人口と存続可能性の関係(抜粋)

(2) 「ついで」行動の可能性を反映したアクセシビリティ指標の開発

一度の外出で複数の生活サービスにアクセスする場面に着目し,ついでへのアクセスのしやすさを協力ゲーム論的に評価する手法を開発した。具体的には,居住地を出発し,その後複数の種類の生活サービスを利用し,再び居住地に戻る過程を想定する。その際,当該のサービスへは必ずしも居住地から直接アクセスするのではなく,別のサービスの供給施設からアクセスする可能性を考慮した。協力ゲーム理論におけるシャープレイ値という概念が上記の考え方を反映しうるため,その概念を修正することで,ついでへのアクセスのしやすさを評価した。

まずは,図2のように,どのサービスをどの順序でアクセスするのかを列挙した上で,それぞれの場合のもとで,各サービスのアクセス距離を求める。ただし,いくつかのサービスをまとめて訪問するため,必ずしも自宅からアクセスするのではなく,直前に訪問したサービスの供給施設からアクセスすることがあるため,各サービスのアクセス距離は直前に訪問したサービスの供給施設もしくは自宅からのアクセス距離として与える。これにより,ついでへのしやすさを考慮することが可能となる。これらの距離を踏まえ,修正したシャープレイ値を適用することで,それぞれのサービスのアクセス距離を求めることができる。その結果を自治体に適用した結果が図3である。このように,どの自治体のどのサービスのアクセス利便性が高い(低い)のかを,定量的に評価することができた。

なお,以上に示した協力ゲーム論的なアプローチでは,サービスの数や施設が多くなると,これらを訪問する順序が爆発的に増加する。このため,計算量の観点で欠点を有する。そこで,社会ネットワーク分析を用いることで,計算量の課題を克服した手法もあわせて開発した。ここでは,その詳細は割愛する。

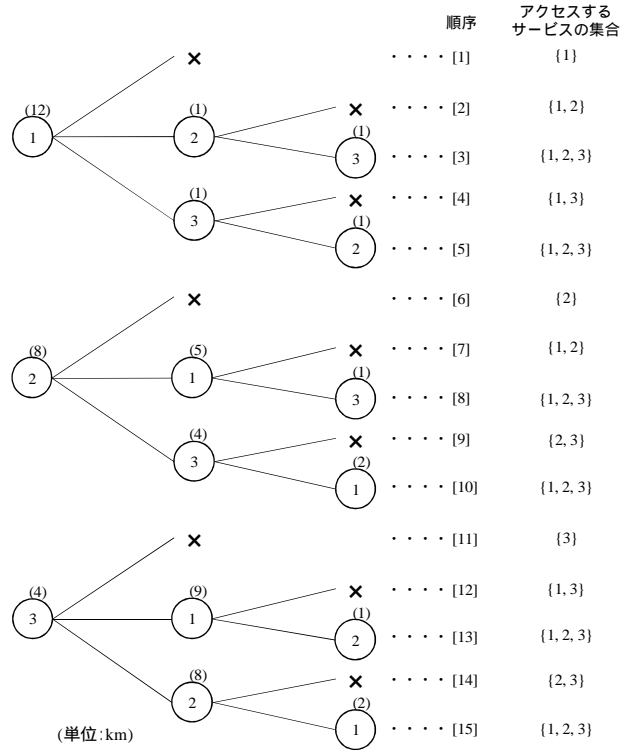


図2 サービスへのアクセスの順序と貢献度 (修正)

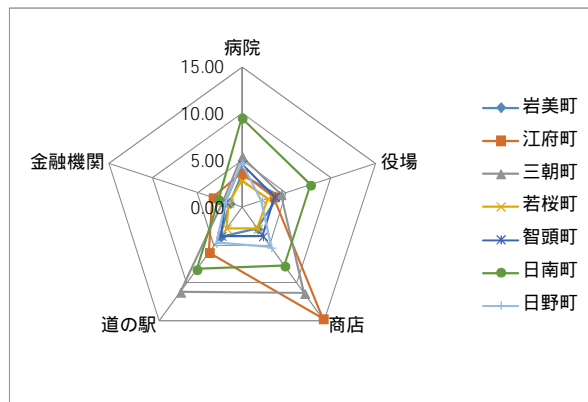


図3 各サービスに関するアクセス利便性 (単位: km)

(3) 貨客混載を対象とした機能的な集約のモデルの開発

時空間的な移動の自由度が高いことから旅客と貨物を複合的に運送しやすい公共交通であるタクシーに着目し、旅客と宅配の機能的な集約の可能性を分析するモデルを構築した。具体的には、貨客混載システムを導入することによって車両の運行がどのように変わり、所与の資源の制約のもとで実行可能か、また、その結果として利益がどの程度変わるのかを分析するための基礎的な手法を整数計画法により構築した。

モデル化の考え方としては、図4に示すように、いつ、どこからどこへ旅客を運送しなければならないのかが、始業前に分かっているものとする(図における「作業」が個々の旅客に対応する)。その上で、所与の車両数のもと、どの車両がどの顧客を運送すれば費用(燃料費 = 走行距離)が最小になるのかをモデルで求める。ただし、ここの宅配の運送の業務があると、これら以外に宅配を運送する必要が生じる。その際、旅客とは異なり、宅配はいつ運送しなければならないという制約は一般にないため、どのタイミングで宅配を運送するのかを決めることができるよう、定式化を修正する。これにより、旅客と宅配の機能を集約した場合のタクシーの運用を表現する。

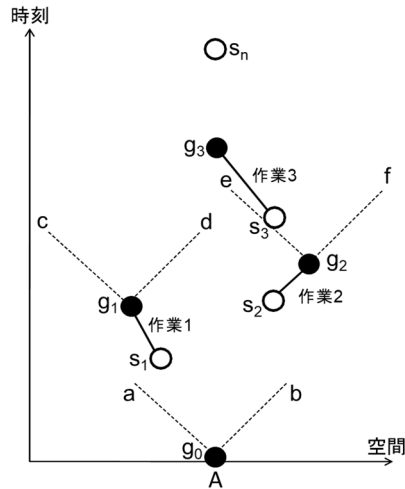


図4 時空間平面における作業の例示

実際の地域におけるタクシーの運行履歴データを用いて、貨客混載システムの導入前後における稼働状況を分析し、その結果、タクシー事業者の利益の改善がなされるかという観点で導入可能性を実証的に考察した。図5は、システムを導入することで車両一台当たりの運行時間がどれほど増えるのかを導出した結果である。なお、この事例分析では、車両が不足するという事態は生じなかった。図6は、タクシー事業者の利益の増加分である。この結果より、この事例分析では、どの日においてもシステムを導入することで利益が下がることはないことが分かる。これらの結果を総合的に踏まえると、システムの導入は適当であると判断することができる。

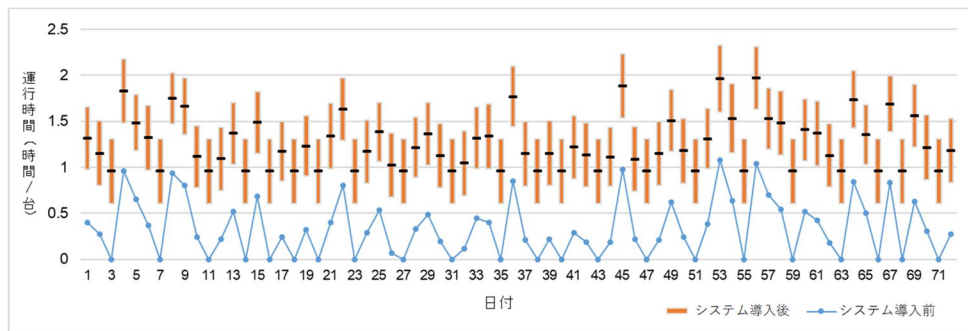


図5 システムの導入前後における車両一台当たりの運行時間

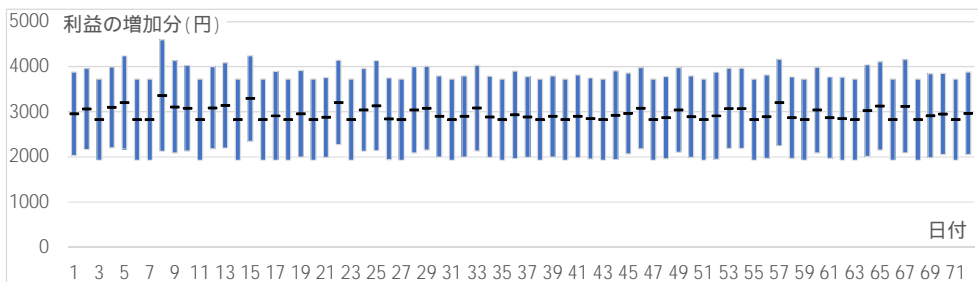


図6 利益の増加分

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 谷本圭志, 岩田千加良	4. 巻 74
2. 論文標題 ついでにのしやすさに着目した生活サービスへのアクセス利便性の評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 pp. I_453-I_462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.74.I_453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 福山敬, 桑野将司	4. 巻 74
2. 論文標題 地方フードデザートにおけるドラッグストアの立地可能性に関する研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 pp. I_463-I_473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.74.I_463	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 谷本圭志, 土屋哲, 長曽我部まどか	4. 巻 52
2. 論文標題 移動販売のサービス水準に着目した店舗選択に関する実証分析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 pp.429-434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11361/journalcpj.52.429	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 桑野将司, 木下礼央, 福山敬, 谷本圭志, 菅原一孔, 川村尚生	4. 巻 34
2. 論文標題 非負値テンソル因子分解を用いた検索ログデータからのバス利用特性の分析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_569-I_578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.73.I_569	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ito, K., Ito, M, Miyazaki, K., Tanimoto, K., Sezaki, K.	4. 巻 1
2. 論文標題 Data Analysis on Train Transportation Data with Nonnegative Matrix Factorization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 3rd International Workshop on Smart Cities: People, Technology, and Data (IWSC2017)	6. 最初と最後の頁 pp.3998 - 4003
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 有
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 谷本圭志, 小澤陽	4. 巻 54
2. 論文標題 タクシーを活用した貨客混載システムの導入可能性の評価に関する基礎的手法の構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 pp. 665-671
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11361/journalcpj.54.665	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 辻中昇, 谷本圭志, 長曽我部まどか	4. 巻 61
2. 論文標題 中心性指標を用いた生活サービスの利便性評価に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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7件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 谷本圭志, 廣畑健也, 伊藤昌毅, 宮崎耕輔
2. 発表標題 公共交通ビッグデータを用いた潜在的な優良顧客の発見手法
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷本圭志
2. 発表標題 公共交通サービスの立案手法
3. 学会等名 日本都市計画学会中部支部公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷本圭志
2. 発表標題 これからの公共交通
3. 学会等名 琉球大学：多様なデータを用いた観光流動推計と交通マネジメント勉強会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷本圭志，土屋哲，長曽我部まどか
2. 発表標題 回遊性を考慮したアクセシビリティ指標に関する研究
3. 学会等名 第55回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷本圭志，岩田千加良
2. 発表標題 一括的なアクセスに着目した生活サービスの利便性評価に関する研究
3. 学会等名 第56回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷本圭志
2. 発表標題 人口減少と生活サービスの再編
3. 学会等名 東京大学ITSセミナーシリーズ31
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 辻中昇, 谷本圭志, 長曾我部まどか
2. 発表標題 中心性指標を用いた生活サービスの利便性評価に関する研究
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020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	酒井 裕規 (SAKAI Hiroki) (20612336)	神戸大学・海事科学研究科・准教授 (14501)	
研究分担者	桑野 将司 (KUWANO Masashi) (70432680)	鳥取大学・工学研究科・教授 (15101)	