

路線バスを軸としたコンパクトシティ政策が 社会全体に与える効果に関する研究 —クロスセクター効果の視点から—

佐々木 海都¹・須永 大介²・原田 昇³

¹学生会員 中央大学大学院 理工学研究科都市人間環境学専攻 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

E-mail: a18.4ac7@g.chuo-u.ac.jp

²正会員 中央大学助教 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

E-mail: dsunaga.385@g.chuo-u.ac.jp

³正会員 中央大学教授 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

E-mail: nharata.13j@g.chuo-u.ac.jp

「コンパクトシティ+ネットワーク」によって、複数の部門に便益をもたらす「クロスセクター効果」が期待できるが、コンパクトシティ政策によるクロスセクター効果に着目した研究は少ない。本研究では、路線バスを軸としたコンパクトシティ政策について、クロスセクター効果の視点から効果を定量的に把握し、意義を考察することを目的とする。北海道旭川市を対象とした分析の結果、1) 住み替え率を 100% とすると、最大で年間約 10 億円の効果を得られること、2) 住み替え率を上げ、集約範囲を狭めた方が大きな効果となること、3) 地区別ではなく全体で正の効果を得ることが重要であること、4) 設定した集約地域と実際の需要が整合していない項目では、整合化によって更なる効果が期待できる可能性があること、が分かった。

Key Words: *cross-sector effects, public transport, compact city*

1. 研究の背景

わが国の地方都市では、市街地の拡散と少子高齢化が進行し、行政サービスや公共交通サービスの維持が将来困難になる可能性がある。それゆえ、サービスの提供能力が限られている中で、少子高齢化に対応できる「持続可能なまちづくり」が求められている。

この問題に対する解決策として、政府は公共交通沿線に都市機能や居住地を誘導した「コンパクトシティ+ネットワーク」の方針を定め、路線バス沿線を居住誘導区域と位置付けている¹⁾。行政サービスと公共交通サービスは、コンパクトシティの導入によって同時に改善できる可能性が高く、ある部門での改善が他の複数部門に便益をもたらすことは「クロスセクター」と定義されている。しかし、現状では地域公共交通計画でクロスセクター効果を指標として設定した自治体は少ない。このように、路線バスを軸としたコンパクトシティ政策を目指しているのにも拘わらず、社会全体にもたらす効果への理解は不十分である。

2. 研究の位置付け

(1) 既往研究の整理

コンパクト化によるクロスセクターの研究としては、行政評価から効果が期待できる項目を整理した研究²⁾があるが、定量的な把握は行っていない。路線バスの黒字を維持できる集約シナリオを検討した研究³⁾では、社会への効果全体の分析の必要性に触れつつ、その一部として採算性の評価に留まっている。都市施設の維持管理費に着目した研究⁴⁾では、集約度が上がるにつれて維持管理費が削減されることが示されている。

(2) 本研究の目的

コンパクトシティ政策や路線バスを維持することが社会全体へのクロスセクター効果となることが明らかになっているが、政府が提案する「コンパクト+ネットワーク」に着目し、クロスセクターを考慮した効果全体の定量的な分析は行われていない。本研究では、路線バスを軸としたコンパクトシティ政策について、クロスセクタ

一効果の視点から社会全体の効果を定量的に把握し、その意義を考察することを目的とする。

3. クロスセクター効果の算出手法の構築

(1) 対象地域について

本研究で対象とする地域は、北海道旭川市とする。鉄道空白地域はバスが補完している都市であり、持続可能な公共交通体系を考慮したコンパクト化の方針が示されている。

(2) コンパクト化シナリオの策定

本研究では、バス停半径 300m 圏域をバス停圏、鉄道駅の半径 500m 圏域を駅勢圏とする。旭川市の都市計画区域を対象として、人口の集約地域と撤退地域を設定する。住み替え前を住み替え率 0% とし、撤退地域から集約地域への住み替え率を 4 段階 (25%, 50%, 75%, 100%) 設定し、平成 27 年の国勢調査地域メッシュ統計 (4 次メッシュデータ) を用いて平成 27 年時点での人口に対して住み替え率を適用する。住み替え先は、旭川市マスタープランで生活圏の異なる 6 地区が分類されていることから、同一地区内への移動とする (図-1)。

集約地域の範囲は 2 種類設定し、旭川市がバス停圏として定義する運行本数が 5 本/日以上 の路線沿線を集約地域としたシナリオをシナリオ 1、運行本数が 30 本/日以上 の高水準路線沿線に絞ったバス停圏を集約地域としたシナリオをシナリオ 2 とする (図-1)。撤退地域はバス停圏および駅勢圏のどちらにも属さない公共交通空白地域とし、集約地域にも撤退地域にも属さない地域は人口を変化させない維持地域とする。

(3) 算出項目の分類と設定

本研究では、先行研究で示された行政評価の視点によるコンパクト化の相互作用のうち、「集住」並びに「公共交通サービス」が影響を与える項目に着目した。また、路線バス自体がもたらすクロスセクターに着目した研究⁹から、路線バスの利用可否に関わる効果も項目として組み合わせることで、都市のコンパクト化と路線バ

スの維持による双方のクロスセクター効果を網羅的に把握する。

ここまでの整理を踏まえ、バスの移動手段の役割に関する分野として、運賃収入、医療費 (健康)、撤退地域のデマンド交通経費の 3 項目、移動手段以外の社会経済に関する分野として、社会基盤の維持管理費、地価の 2 項目を、数値化して評価できる項目として再整理した。住み替え前後での算出費用を比較することでクロスセクター効果を把握する。

4. 各項目の算出方法

(1) 運賃収入

バス停圏人口の増加に伴う運賃収入の増加額を算出する。転入者も現在の分担率に従うと仮定し、バス利用者数に 1 人 1 回当たりの平均運賃を乗じることで算出する。本研究では、全人口に対する該当トリップ数をトリップ率と定義し、メッシュ当たり人口にトリップ率を乗じた人数を利用者数とする。ここでは、2002 年旭川都市圏パーソントリップ調査のゾーン別自宅発バス利用トリップ数を用いる。1 人 1 回当たりの平均運賃は、2015 年の乗合バス収支状況⁶から、地方都市 (その他地域) における年間収入を年間乗車人員で除した値 (207 円/人) を用いる。

(2) 医療費 (健康)

バスを利用することで歩行量が増加し、医療費の削減効果が期待できる。運賃収入の項目で算出したバス利用者を対象とし、表-1 の式を用いて費用を算出する。

(3) 撤退地域のデマンド交通経費

旭川市では、交通空白地域をデマンド交通でカバーする方針である⁹ため、本研究で撤退地域として扱う交通空白地域の人口が削減されると、必要な運行経費の削減効果が期待できる。

初めに、地区別に撤退地域全体で運行されるとして、

表-1 医療費の算出式

$\text{医療費削減額} = \text{メッシュ当たりバス利用者数}^{*1} \times 1 \text{ 歩当たりの医療費削減額}^{*2} \times \text{バス利用者がバス停まで歩く歩数}^{*3} \times \text{医療費行政負担割合}^{*4}$
<p>*1 ゾーン別 1 日当たり自宅発バス利用のトリップ率を、メッシュ当たり人口に乗じて算出</p> <p>*2 筑波大学久野研究室によるデータ⁷を用いる : 0.061 円/歩</p> <p>*3 旭川市が定義するバス停圏半径を用いる : 300m</p> <p>*4 平成 27 年度財源別国民医療費割合⁸における国と地方の割合 : 38.9%</p>

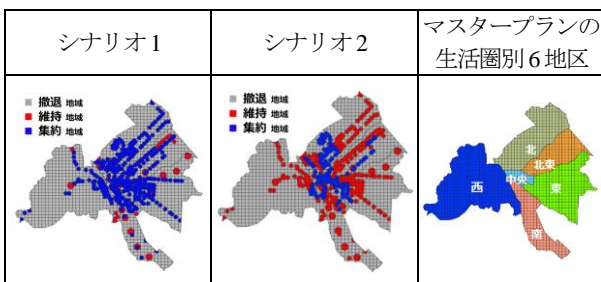


図-1 都市計画区域における集約地域区分

平日朝夕と日中で必要台数を算出する。平日朝夕は必要運行回数の分だけ台数が必要とし、日中については運行時間の範囲内で必要運行回数を最低限補える台数を必要台数とする(表-2)。次に、ここで算出された地区別時間帯別必要台数から、「一般貸切旅客自動車運送事業の変更命令の審査を必要としない運賃・料金の額の範囲(北海道運輸局)¹⁰⁾」での貸切バス料金の算出式(表-3)を用いて経費を算出する。

(4) 社会基盤の維持管理費

社会基盤の維持管理費では、コンパクト化による削減効果を算出する。自治体管理の施設のうち、費用の算出が可能な以下の項目を対象とする。

a) 小中学校

小中学校は、全国の都市でのデータを元に算出された先行研究⁴⁾の原単位を用いて、1校当たりの生徒数から維持費を算出する。生徒数は、学区別総人口に生徒数の割合を乗じた人数とする。初めに、原単位から住み替え率0%での費用を算出し、実績値との関係を確認した。中学校については予測値が実績値よりも高額となったことから、予測値に対する実績値の割合を乗じることで原単位の補正を行った(表-4)。

次に、各学校の受け入れ可能な生徒数には限りがあることから、各小中学校を規模別に分類する。「公立学校施設費国庫負担金等に関する関係法令等の運用細目¹²⁾」において、学校の教室数と総面積が学級数ごとに分類されていることから、旭川市の学校別学級数のデータがある2019年での学級数¹³⁾を用いて学校規模を分類した。1学級の最大生徒数は40人であることから、各区分における最大学級数に40を乗じた値を最大生徒数とする(表-5)。なお、2019年の総学級数は、本研究で人口データを扱う2015年と比べて16学級減少していることから、2015年の生徒数を40人で除した学級数による分類の方が大きい場合には、後者の分類を採用する。

人口移動により最大生徒数を超過した場合、学校の増築と余裕のある別の学区に移動させる2つのケースが考えられる。前者の場合、1教室(40人分)を増築するのに必要な工事費は約1億円¹⁴⁾である。一方、仮に40人を生徒数400人の別の学校に移動させると、維持管理費の増加は表-4の式を用いて約171万円となり、後者の方が安価となる。そのため、生徒数が超過した学区では、当該学区から超過割合だけ人口を抽出し、生徒数が超過した学区を除いて人口を再配分する。

b) 上下水道・道路

上下水道・道路は、メッシュ単位で人口に対する必要量原単位を設定し、算出された必要量に1km単位での維持管理費原単位を乗じることで算出を行う。

上下水道の必要量原単位は、旭川市のデータが得られ

表-2 デマンド必要台数と1台当たり運行回数・走行時間

$\text{必要台数} = \frac{\text{地区別必要運行回数}^{\ast 1} \times \text{地区別往復走行距離}^{\ast 2}}{\text{1台当たりの最大走行距離}^{\ast 3}}$ $\text{1台当たり運行回数} = \text{地区別必要運行回数} \div \text{必要台数}$ $\text{1台当たり走行時間} = \frac{\text{地区別往復走行距離} \times \text{1台当たり運行回数}}{\text{デマンド旅行速度}^{\ast 4}}$
<p>*1 地区別免許無タクシー利用者数×デマンド転換率を、小型貸切バスの定員の上限である29人で除して小数点以下を切り上げた値とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地区別免許無タクシー利用者数は、2002年旭川都市圏パーソントリップ調査のゾーン別1日当たり自宅発タクシー利用のトリップ率(平日朝夕は通勤通学、日中は私用)をメッシュ当たり人口に乗じた人数を、地区別に集計して算出。 デマンド転換率は、旭川市のタクシー利用者を対象としたアンケート調査で、タクシー利用の理由として「他に交通手段が無いから」と答えた人の割合。
*2 地区別の人口を1人以上有する撤退地域面積(地区別片道走行距離)×2
*3 デマンド旅行速度 ¹⁴⁾ ×運行時間(現在の土休日のデマンド運行時間を用いて8.5h)
*4 旭川市のデマンド想定旅行速度 ¹⁵⁾ を用いる:22.5kmh

表-3 デマンド運行経費の算出式

$\text{デマンド運行経費} = \text{必要台数} \times (\text{1時間当たり料金}^{\ast 1} \times \text{1台当たり走行時間}^{\ast 2} + \text{1km当たり料金}^{\ast 3} \times \text{1台当たり走行距離}^{\ast 4}) \times \text{運行日数}^{\ast 5} \times \text{年間契約による補正係数}^{\ast 6}$
*1 小型車の下限額:3080円
*2 1台当たり走行時間(3h以下なら3h)+点検時間2h
*3 小型車の下限額:90円
*4 地区別往復走行距離×1台当たり運行回数
*5 日中は365日、平日朝夕は2015年の平日の日数(246日)
*6 年間契約による日数補正率:0.714

表-4 小中学校の維持費算出式

項目	維持管理費原単位 [千円/箇所] x=学区別生徒数
小学校	799.12x ^{0.6000}
中学校	546.95x ^{0.5939}

表-5 学級数ごとの最大生徒数

学級数	1~2	3~5	6~11	12~17	18~23
最大生徒数	80	200	440	680	920

なかったことから、全国都市でのデータから算出された先行研究⁴⁾の原単位を用いる。原単位から住み替え率0%時点での費用を算出し、実績値との差の補正を行った。道路の必要量原単位は、2010年の道路密度・道路延長メッシュデータのうち「1km当りの道路延長(幅員合計)」を用いて、2015年の国勢調査3次メッシュ人口との関係を非線形回帰によって累乗近似を行った。

維持管理費原単位は、旭川市の2020年の決算¹⁵⁾から、維持管理費を総延長で除した値を用いる。具体的には、上水道は配水費・給水費、下水道は管渠費、道路は

表-6 上下水道・道路の維持費算出式

項目	必要量 [km/km ²] x=メッシュ人口	維持管理費原単位 [万円/km]	
上水道	0.0277x ^{0.8192}	17.27	
下水道	0.0066x ^{0.9562}	27.53	
道路	0.5867(x+1) ^{0.4320}	維持	62.66
		除雪	137.27

表-7 固定資産税収入の算出式

固定資産税収入=メッシュ当たり地価 ^{*1} ×課税対象地積 ^{*2} × 課税評価額補正係数 ^{*3} ×住宅用地の特例による補正係数 ^{*4} × 税率 ^{*5}
*1 旭川市での 1km 当たり地価と人口の関係式を用いる： 2.6037×メッシュ当たり人口+7956.5 (決定係数:0.57)
*2 1棟当たり平均課税地積×世帯数とする。 ・1棟当たり平均課税地積は、2015年の旭川市の住宅 用地総地積を課税対象棟数で除して算定:193.44m ² ・世帯数は、メッシュ当たり人口を旭川市の1世帯当 たり平均人数1.94で除して算定
*3 地価に対する課税評価額の割合を用いる:0.7
*4 2015年の旭川市の住宅用地における総課税標準額を総 課税評価額で除した値を住宅用地の平均値として用い る:0.21
*5 旭川市における固定資産税の税率を用いる:0.014

道路橋りょう維持費および除雪費を、総延長が影響を与える費用として扱う。なお、除雪費については年による積雪量の違いを考慮し、2017年～2020年の平均値を用いる。設定した算出式を表-6に示した。

(5) 地価

土地需要の増加によって地価が上昇し、固定資産税の収入増加が期待できる。旭川市内63地点の住宅地地価と、その地点が所在する小地域の人口および面積から、地価と人口密度の関係を算出した。その結果、直線的な相関関係が得られたため、算出された値からメッシュ単位での地価の算出式を設定した。地価を用いた固定資産税収入の算出には表-7に示した式を用いる。

5. クロスセクター効果の算出結果

各項目での算出結果を、シナリオ・住み替え率ごとに整理すると、表-8のようになる。住み替え率を100%とした際、シナリオ1では約8億円、シナリオ2では約10億円の効果が年間で得られる結果となった。内訳としては除雪費の占める割合が高いことが分かった。

また、図-2では、全ての項目において住み替え率を上げるにつれて効果が大きくなることを示している。シナリオ別に見ると、いずれの項目でも100%ではシナリオ2の方が大きな値となり、特に地価の項目において大きな効果が得られることが分かった。

表-8 シナリオ・住み替え率ごとの算出効果 [万円]

項目	効果の種類	【シナリオ1】 住み替え率				【シナリオ2】 住み替え率			
		25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
道路	支出削減	2,246	5,065	8,827	15,797	2,529	5,865	10,498	18,649
除雪	支出削減	4,921	11,095	19,336	34,605	5,541	12,848	22,997	40,853
上水道	支出削減	216	486	826	1,319	258	619	1,100	1,772
下水道	支出削減	57	128	217	338	68	165	299	476
地価	収入増加	1,883	4,526	7,875	11,920	2,684	7,397	13,927	21,533
小学校	支出削減	73	239	593	1,005	153	563	1,260	2,063
中学校	支出削減	41	100	186	302	83	262	458	671
運賃収入	収入増加	1,636	3,092	4,305	5,591	1,461	2,870	4,292	6,383
医療費	支出削減	56	106	148	192	50	99	148	220
デマンド交通	支出削減	879	1,648	1,946	6,454	879	1,648	1,946	6,454
合計		12,007	26,484	44,259	77,523	13,707	32,334	56,927	99,074

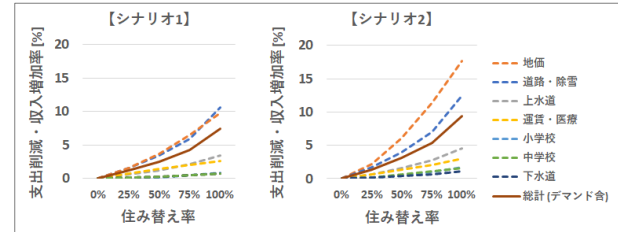


図-2 項目別の住み替え率による効果の変化

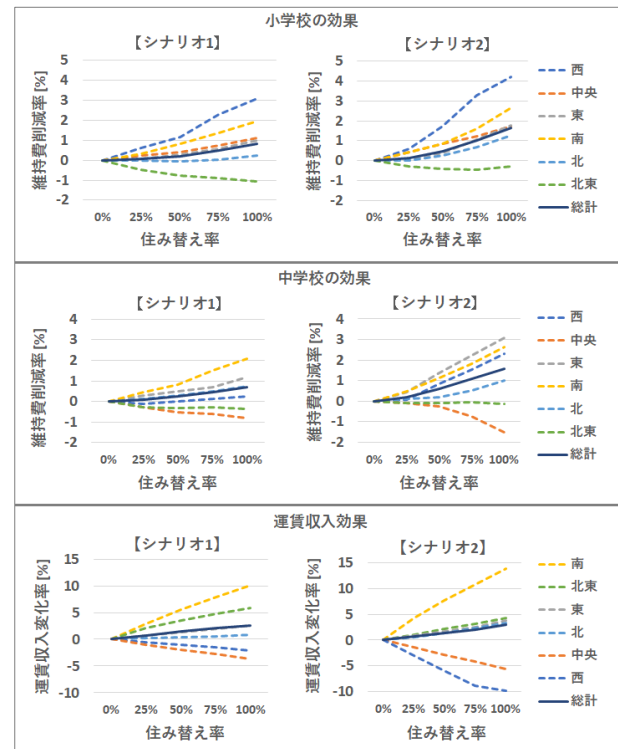


図-3 小学校、中学校、運賃収入の項目における地区別での効果の変化

地区別の効果としては、運賃収入と小中学校の項目において一部の地区で効果が負となった(図-3)。道路や上下水道などの他の項目は、人口密度の増加が効果に直結しやすいが、運賃収入や小中学校では、実際に利用者が多い場所と集約地域の設定が異なっており、一致しない地区で負の効果になったと考えられる。

6. まとめ

(1) 結論

本研究では、路線バスを軸としたコンパクトシティ政策が社会全体に与える効果を、2種類のシナリオと4種類の住み替え率を設定して算出した。

全体の効果としては、住み替え率25%と100%の効果を比較すると、100%の方が大きな値となり、その差はシナリオ1では約6.5億円、シナリオ2では約8.5億円となる。また、住み替え率100%においてシナリオ1とシナリオ2の効果を比較すると、シナリオ2の方が大きくなり、その差は約2.2億円である。したがって、住み替え率を上げ、集約範囲を狭めた方が大きな効果となる。

以上のことより、路線バスを軸として人口集約範囲を絞り、住み替えを行うコンパクトシティ政策を進めることには、クロスセクター効果の視点から行政や路線バスの収支面で一定の効果があることを明らかにした。

地区別に見ると、運賃収入や小中学校では、一部の地区で負の効果となる。いずれの項目も旭川市全体では正の効果となることから、一部の地区では負の効果となっても全体で正の効果を得ることが重要だと言える。ただし、バスの本数による線引きよりも、これらが最大となるような集約地域設定(バス利用率が高い地域で、生徒数の多い学区)とした方が、効果の最大化に繋がる可能性が考えられる。

(2) 今後の課題

本研究では、2015年時点での人口に対して住み替え率を設定したが、実際には住み替えは長期的な施策であり、その過程で少子高齢化が進行することから、人口の将来予測を加味した効果の算出が必要である。

また、算出対象項目については行政と路線バスの収支から設定したが、買い物活動の増加など、効果が期待できる項目は他分野にも存在する。さらに、防災や住民の幸福度など、費用としての数値化が困難な項目についても、コンパクト化が影響を与える項目として挙げられる。このような現時点で算出方法が確立していない項目への対応についても、今後の課題とする。

参考文献

- 1) 第1回コンパクトシティ形成支援チーム会議 配布資料「コンパクトシティの形成に向けて」国土交通省、

- 2) https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi01_sg_000237.html (最終閲覧 2022.3.1)
- 3) 越川知紘, 森本瑛士, 谷口守「多様化するコンパクトシティ政策がもたらすクロスセクターベネフィットの可能性」土木学会論文集 D3, Vol.74, No.5, pp.I_809-I_818, 2018
- 4) 菊地亮太, 室町泰徳「ネットワーク型コンパクトシティにおける公共交通維持のための都市構造に関する研究」公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.703-708, 2016
- 5) 佐藤晃, 森本章倫「都市コンパクト化の度合に着目した維持管理費の削減効果に関する研究」日本都市計画学会 都市計画論文集, No. 44-3, pp.535-540, 2009
- 6) 西村和記, 東徹, 土井勉, 喜多秀行「クロスセクター効果で測る地域公共交通の定量的な価値」土木学会論文集 D3, Vol.75, No.5, pp.I_809-I_820, 2019
- 7) 「平成 27 年度乗合バス事業の収支状況について」国土交通省, https://www.mlit.go.jp/report/press/jidousha03_h000249.html (最終閲覧 2022.2.5)
- 8) 「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」国土交通省, https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000055.html (最終閲覧 2022.2.5)
- 9) 平成 27 年度 国民医療費の概況「国民医療費の範囲と推計方法の概要」厚生労働省, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/15/index.html> (最終閲覧 2022.3.1)
- 10) 「旭川市地域公共交通網形成計画」旭川市, <https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/kurashi/452/453/457/d065693.html> (最終閲覧 2022.3.1)
- 11) 「貸切バス運賃制度が変わりました！」国土交通省 北海道運輸局, <https://www.twb.mlit.go.jp/hokkaido/bunyabetsu/jidousya/bus/index.html> (最終閲覧 2022.2.5)
- 12) 平成 24 年度第 1 回 旭川市地域公共交通会議「旭川市米飯地域におけるデマンド型交通実証実験運行について」旭川市, <https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/kurashi/452/453/455/p005673.html> (最終閲覧 2022.3.1)
- 13) 「公立学校施設費国庫負担金等に関する関係法令等の運用細目」文部科学省, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/unyou/index.htm (最終閲覧 2022.2.5)
- 14) 「第 1 回旭川市立小中学校適正配置検討懇談会 統計資料集」旭川市, <https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/kurashi/218/266/269/d067241.html> (最終閲覧 2022.2.5)
- 15) 令和 2 年度文教委員会「学級増に伴い不足する教室数と増築に必要な工事費について」川崎市, <https://www.city.kawasaki.jp/980/page/0000116489.html> (最終閲覧 2022.2.5)
- 16) 「令和 2 年度一般会計決算事項別明細書」旭川市, <https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/700/731/733/d073995.html> (最終閲覧 2022.2.5)

?

?

A STUDY ON THE EFFECT OF COMPACT CITY POLICIES
BASED ON BUS ROUTES ON SOCIETY
-FROM THE PERSPECTIVE OF CROSS-SECTOR EFFECT-

Kaito SASAKI, Daisuke SUNAGA and Noboru HARATA

Although the introduction of "compact city + network" can be expected to bring benefits to multiple sectors, few studies have focused on the cross-sector effect of the compact city policy. The purpose of this study is to quantitatively grasp the effect of society as a whole from the viewpoint of cross-sector effects and to consider the significance of the compact city policy based on the bus routes. The result shows that: 1) if the relocation rate is 100%, the maximum effect is about 1 billion yen; 2) it is important to increase the relocation rate and narrow the range of relocation destinations; 3) it is important to have a positive effect as a whole, not in some district, and 4) it was found that further effects can be expected by collating items whose relocation destination settings do not match actual demand.