

都市機能の補完性を考慮した 拠点間交流トリップ特性分析

常田 翔一¹・柳沢 吉保²・轟 直希³・小池 優太⁴・高山 純一⁵

¹ 学生員 長野工業高等専門学校 生産環境システム専攻 (〒381-8550 長野県長野市徳間 716)

E-mail:18813@g.nagano-nct.ac.jp

² 正会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間 716)

E-mail:yana@nagano-nct.ac.jp

³ 正会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間 716)

E-mail:n_todoroki@nagano-nct.ac.jp

⁴ 学生員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間 716)

E-mail:15510@g.nagano-nct.ac.jp

⁵ 正会員 金沢大学 理工学類 環境デザイン学類 (〒920-1192 金沢市角間町)

E-mail:takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

人口減少や少子高齢化が進行している中で、都市機能誘導区域と居住誘導区域を公共交通によって結び、都市機能施設へのアクセス性を高める必要がある。本研究では、長野市立地適正化計画で拠点として設定されている鉄道駅を対象に、当該拠点周辺の都市機能施設立地状況と拠点最寄りの居住誘導区域の人口密度分布を明らかにする。さらに、居住誘導区域から、中心拠点と位置付けられている長野駅、北長野駅、篠ノ井駅の拠点エリアへのトリップ特性を明らかにし、各中心拠点の選択および移動手段に基づくアクセス性を考慮した、生活拠点に対する中心拠点の都市機能補完性を用途別に評価することを目的としている。

Key Words: 都市機能補完性, 都市集約化, 拠点間交流トリップ, 用途別都市機能施設

1. はじめに

(1) 背景と目的

急激な人口減少や少子高齢化といった社会情勢において、低密度な市街地が拡大した拡散型都市構造が問題となっている。このような状態が続くと、自動車の運転ができなくなり不自由な生活を強いられる高齢者の増加や、広域的都市機能の無秩序な拡散立地による市街地の衰退、都市魅力度の低下などの課題が顕著になってくる。

こうした背景をうけ、長野市では「コンパクト+ネットワーク」の考え方に基づく集約型都市構造の実現を目的とした立地適正化計画¹⁾が設けられている。具体的には、医療・福祉施設、商業施設等をまとめて鉄道駅周辺に立地し、住民が公共交通によってこれらの施設等に容易にアクセスできるなど、都市計画と公共交通が一体化したまちづくりを目指すものである。また、立地適正化計画に設定されている拠点には、広域的な都市機能が集積する中心拠点や地域の拠点として居住地の集積を図る

生活拠点がある。すなわち、各鉄道駅周辺に都市機能施設等を集積させてコンパクト化を図るとともに、拠点連携によって各鉄道駅周辺へのアクセス性を向上させる必要があるといえる。

そこで本研究では、公共交通による都市機能施設の連携状況や拠点ごとに立地が異なる都市機能の相互補完性を明らかにすることを目的とする。具体的には、各拠点の都市機能施設および居住地の集積度合いを考慮した居住地から都市機能施設が集積する中心拠点選択および移動手段選択行動を明らかにしていく。

(2) 既往研究と枠組み

拠点における都市機能集約に関する既往研究として、森本ら²⁾は、「コンパクト+ネットワーク」を一体的に進めるために、各市町村のマスタープランを基にした施設の集積状況および拠点間公共交通の利便性の実態を分析している。河内ら³⁾は、筑後都市圏を対象に都市計画区域マスタープランに位置づけられる拠点ペアと道路交

通網を用いて、公共交通候補路線の選定およびその妥当性を論じている。小澤ら⁴⁾は、87 都市の都市計画マスタープランから都市機能施設の立地状況および拠点間の公共交通の水準を分類し、多核連携型コンパクトシティのための拠点と公共交通設定の現状と課題を明らかにしている。さらに、「コンパクト+ネットワーク」の実現に不可欠な計画立案の手法について、溝上ら⁵⁾は、熊本県荒尾市を例に、立地適正化計画に整合した地域公共交通網形成計画の実施計画立案を支援する需要予測と評価手法を提案し、その有用性を検証している。成沢ら⁶⁾は、集約型都市構造を形成するうえで重要になりうる交通拠点の集客力およびその勢力圏を解明し、集約化に適切な駅勢力圏範囲を検討している。さらに、亘ら⁷⁾は、長野市内の鉄道駅全てを研究対象に、交通拠点における移動勢力圏と都市機能施設の集約性を評価している。拠点間における都市機能補完性に関する研究としては、森本ら⁸⁾が、栃木県の市町村内・市町村間において、現状の公共交通での拠点間移動可能性を把握し、今後の拠点間での都市機能補完性を評価している。

以上のように、多核拠点間の公共交通網を論じた研究はあるが、多核連携型都市構造の枠組みの中でトリップデータを用いて拠点間交流の分析をした研究は少ない。特に、中心拠点および生活拠点の拠点エリアの用途別都市機能施設の集積度合いと拠点間の交流トリップ特性を関係づけた研究は少ないのが現状である。さらに、多核連携のコンパクト化、すなわち居住誘導区域との関連性も考慮に入れた分析も行う必要がある。

そこで本研究では、①用途施設別にアクセシビリティ(AC)を算定する。②各拠点を中心とした 500m ごとの距離帯ごとに AC を算定する。③居住人口 AC と発生トリップ数、施設 AC と集中トリップ数の関係を示す。④拠点間移動の所要時間、移動損失コスト、運行頻度を明示的に導入する。⑤拠点間の居住人口 AC および目的地である用途別到着施設 AC と交流トリップ数との関係を明らかにするため、拠点選択および利用手段選択モデルを構築し、モデルパラメータや、居住人口の分布状況および用途別都市機能施設の集積度合い等から、都市機能の補完性を評価するため、移動手段および中心拠点の選択行動を分析する。⑥距離帯別 AC の算定結果を用いて、⑤の分析結果を踏まえ都市施設の拠点への集約が居住地からのトリップに与える有効な用途施設と利用手段を考察する。また、市街地・居住地誘導区域のコンパクト化の可能性についても考察する。

2. 分析対象と調査データ

(1) 分析対象

表 1 拠点分類

	広域拠点	地域拠点	生活拠点
JR 北しなの線	長野	北長野 篠ノ井	豊野・三才・安茂里 川中島・今井
長野電鉄	市役所前 権堂 善光寺下	信濃吉田	本郷・桐原・朝陽 附属中学前・柳原

表 2 各鉄道拠点におけるアクセス圏・イグレス圏(m)

長野電鉄	アクセス	イグレス	JR・しなの鉄道	アクセス	イグレス
長野駅	5000	1000	豊野駅	1000	—
市役所前駅	4500	1000	三才駅	2000	—
権堂駅	3000	1000	北長野駅	2500	1000
善光寺下駅	500	1000	長野駅	5000	1000
本郷駅	1000	—	安茂里駅	4000	—
桐原駅	2000	—	川中島駅	1500	—
信濃吉田駅	3000	1000	今井駅	2000	—
朝陽駅	1500	—	篠ノ井駅	2000	1000
附属中学前駅	1500	—			
柳原駅	500	—			

分析対象拠点は、長野市を通る JR および北しなの線と長野電鉄の各鉄道駅とする。具体的には、豊野駅・三才駅・北長野駅・長野駅・安茂里駅・川中島駅・今井駅・篠ノ井駅(以上 JR および北しなの線)、柳原駅・附属中学前駅・朝陽駅・信濃吉田駅・桐原駅・本郷駅・善光寺下駅・権堂駅・市役所前駅(以上長野電鉄)である。

長野市都市マスタープラン⁹⁾において各駅を中心拠点(広域拠点、地域拠点)と生活拠点に分類している。広域拠点は「中心市街地を核とした高次の広域的都市機能が集積する拠点」と分類される。地域拠点は「広域拠点に次ぐ機能を分担する拠点」と分類される。生活拠点は「生活サービスを提供する都市機能が集積する拠点」と分類される。各拠点の分類を表 1 に示す。

また、拠点間交流トリップ数を算出するにあたり、鉄道利用者は各拠点のアクセス・イグレス圏が必要であり、表 2 のように定義した。長野市立地適正化計画に基づき、アクセス圏を拠点から最寄りの居住誘導区域までの距離、イグレス圏を都市誘導区域とした。表 2 に示した範囲で各誘導区域はほぼ網羅できているため、これを鉄道拠点のアクセスおよびイグレス勢力圏として研究を行う。なお、イグレス圏については、各路線の中心拠点(広域拠点・地域拠点)にのみ考慮した。これは、都市機能誘導区域に設定されているのが各中心拠点を中心とした半径 1km 圏内の区域と設定されているためである。

(2) 調査項目

本研究では変数作成のためのデータとして、GIS、長野市パーソントリップ(PT)調査データ(平成 13 年データ)を用いた。

GIS は、AC 算定時に、各拠点勢力圏内の都市機能施設・居住人口分布状況を把握するために用いた。また、バス路線の運行頻度算出時に、各バス路線が鉄道拠点勢力圏内のどの距離帯を通過するのかが把握するためにも用いた。PT 調査データは、交流トリップ数の算出時に、移動手段や出発地・到着地等を把握するために用いた。各調査項目を表 3,4 に示す。

(3) 都市機能施設の分類

長野市立地適正化計画において都市拠点周辺に誘導が必要な施設は、「日常生活に関連する都市機能施設」と「広域的な都市機能施設」とされている。そこで本研究では、分析の際に PT 調査による交流トリップ数と GIS を用いて算定する用途別都市機能施設 AC の対応付けをするため、PT 調査における施設分類と GIS に用いたデータにおける施設分類の整合性を考慮し、表 5 のように各都市機能施設と具体的な用途施設の対応付けをした。

3. 分析対象範囲における都市機能施設 AC の算定

(1) 各拠点の距離帯別都市機能施設 AC の算定方法

交通拠点に対する都市機能施設立地の近接性を評価するため、勢力圏内の都市機能施設 AC として、居住人口 AC、用途別公共施設 AC・商業施設 AC を算出する。具体的施設における拠点間補完性の評価を目的としており、長野市立地適正化計画において拠点周辺への誘導施設として位置づけられる「日常生活に不可欠な身近な施設」と「市民全体を対象とし、公共交通利用によりアクセスする広域的な施設」を基に、各 AC 集計対象を定義した。

a) 居住人口 AC の算出方法

居住地は距離帯の設定を考慮した分析対象範囲内に不均一に立地し、詳細な立地位置データは不明のため、居住地および居住人口は分析対象範囲内一様に分布していると仮定する。この仮定を踏まえたうえで、駅から各距離帯の中央までを当該距離帯の居住地までの距離とする。ここでは GIS を用い、距離帯内の居住人口を抽出する。各距離帯内の居住人口を上記の距離で割ったものを居住人口 AC とした。居住人口 AC 算定式を式(1)に示す。

$$A_{r,s}(l) = \frac{P_s(l)}{R(l)} \quad (\text{人/m}) \quad (1)$$

ここで、 $A_{r,s}(l)$:中心拠点 s 、距離帯 l の居住人口 AC、 s : 交通拠点番号 ($s=1,2,\dots,S$)、 l : 距離帯(エリア)番号 ($l:1,2,\dots,20$)、 $P_s(l)$:交通拠点 s の半径 10km 圏内の距離帯 l における人口、 $R(l)$:中心拠点(拠点駅)から距離帯 l の中央までの距離

b) 商業施設 AC 指標

表 3 GIS 調査項目

利用目的	調査項目
施設分布の把握	市町村役場および公的集会施設 (平成22年データ)
	公共施設(官公庁, 学校, 病院, 郵便局, 社会福祉施設等) (平成25年データ)
	商業施設(平成24年データ)
人口分布の把握	行政・人口(平成22年データ)
バス路線網の把握	全国バス路線(平成23年データ)

表 4 PT 調査項目

利用目的	調査項目
交流トリップ数	出発地, 到着地 (小ゾーン)
移動目的施設	施設分類
移動手段	第1行動, 第2行動, 第3行動
移動距離帯	出発地～駅の距離 (アクセス距離) 駅～到着地の距離 (イグレス距離)

表 5 都市機能施設の分類

都市機能施設	用途別都市機能施設
家庭用品施設	スーパー・デパート・問屋・卸売市場 (百貨店、衣料品店)
食料品施設	個人商店・コンビニ (食料品店)
医療・福祉施設	医療・厚生・福祉施設 (医療機関、福祉施設、児童館)
金融機関	銀行(金融機関)
教育機関	学校・教育施設 (幼稚園、保育園、小学校、中学校、高校、大学)、学生等以外は習い事・生涯学習教室
集客施設	文化施設 (図書館、博物館、美術館)
宿泊・娯楽施設	宿泊・娯楽施設(娯楽施設)
官公庁	官公庁(行政施設、交番、駐在所)
飲食施設	飲食店

商業系用途施設に分類される施設は、家庭用品店、食料品店、宿泊・娯楽施設、飲食店とした。

商業集積は、商店街単位のポリゴンデータを用いる。商業集積の重心は与えられているが、個々の店舗位置まではデータに示されていない。これを踏まえ、拠点から商業集積までの距離は、各商業集積の重心までの距離とする。すなわち、距離帯内に重心が存在している商業集積店舗数を、駅から当該商業集積の重心までの距離で割ったものを用途別の商業施設 AC とした。以下、距離帯別の商業系用途施設別 AC 算出式を式(2)に示す。

$$A^d_{c,s}(l) = \sum_{i=1}^{D(d)} \frac{N_{s,d}(l)}{G_{s,d}(l)} \quad (1/m) \quad (2)$$

ここで、 $A^d_{c,s}(l)$: 中心拠点 s の距離帯 l 、商業系用途施設 d の AC、 s : 中心拠点番号 ($s=1,2,\dots,S$)、 d : 商業施設の

用途番号($d=1,2,\dots$), $D(d)$:用途 d の施設数, ℓ :距離帯(エリア)番号($\ell:1,2,\dots,20$), $N_{s,d}(\ell)$: 中心拠点 s の距離帯 ℓ , 商業施設 d の店舗集積数, $G_{s,d}(\ell)$: 中心拠点 s から距離帯 ℓ に存在する商業施設 d の商業集積の重心までの距離

c)公共施設AC指標

公共系用途施設に分類される施設は, 医療・福祉施設, 金融機関, 教育機関, 集客施設, 官公庁とした.

本研究では, 駅から公共施設の各用途までの距離の逆数を AC と定義した. また, 式(1),(2)と同様, 拠点周辺への当該施設の集積の度合いをより詳細に把握するため, 距離帯ごとに AC を算定する. 以下, 式(3)に距離帯別に公共系用途施設別 AC 算出式を示す.

$$A_{p,s}^f(\ell) = \sum_{i=1}^{F(f)} \frac{1}{L_{s,i}^f(\ell)} \quad (1/m) \quad (3)$$

ここで, $A_{p,s}^f(\ell)$: 中心拠点 s の距離帯 ℓ , 公共系用途施設 f の AC, s :中心拠点番号($s=1,2,\dots,S$), f :用途別公共施設の用途番号($f=1,2,\dots$), $F(f)$:用途 f の施設数, ℓ :距離帯(エリア)番号($\ell:1,2,\dots,20$), $L_{s,i}^f(\ell)$:中心拠点 s から距離帯 ℓ に存在する公共施設 f までの距離

(2) 拠点別距離帯別用途別 AC 値の比較分析

a) 居住人口 AC と手段別発生交通量

各拠点勢力圏内の居住地を起点とする交流トリップを, 拠点発生交通量として集計した. 一例として, 居住地の拠点への近接度合いが鉄道利用に与える影響を分析するため, 居住人口 AC の分布と発生交通量の関係をグラフ(図 1)に示す. 左縦軸を発生交通量(棒グラフ), 右縦軸を居住人口 AC(折れ線グラフ), 横軸を拠点からの平均距離とした. JR および北しなの線の北長野駅, 長野駅, 安茂里駅の 3 駅における鉄道利用を含む移動手段の発生交通量を例に分析する. また, いずれも単位面積当たりの AC 値を用いている.

多少のばらつきはみられるものの, 駅に近接している居住地ほど鉄道利用が多いことが分かる. 特に, 1.5km 圏内の居住地からのトリップが多くみられる結果となった. しかし, 詳細にみると北長野駅, 長野駅については 500m 圏からの発生量は少ないことが分かる. これは, 最寄りの中心拠点に集積している施設に他の手段で向かっているためと考えられる. また, 500m 圏内には居住地ではなく都市機能施設が多く分布しているとも考察できる. また, 北長野駅, 安茂里駅の各 3km 距離帯のところから多くの発生交通量がみられた. 2 駅から 3km 程度のところには居住誘導区域が設定されている居住地が多く, そこからの発生量であると考えられる.

居住人口 AC については, 各駅ともに拠点から遠方になるにつれて徐々に小さくなっていることが分かる. ま

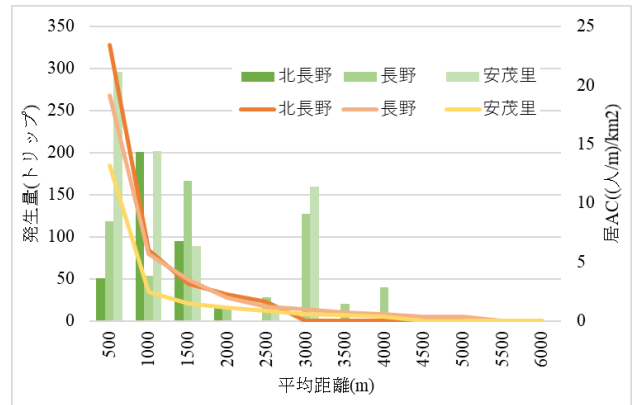


図 1 居住人口 AC と発生交通量

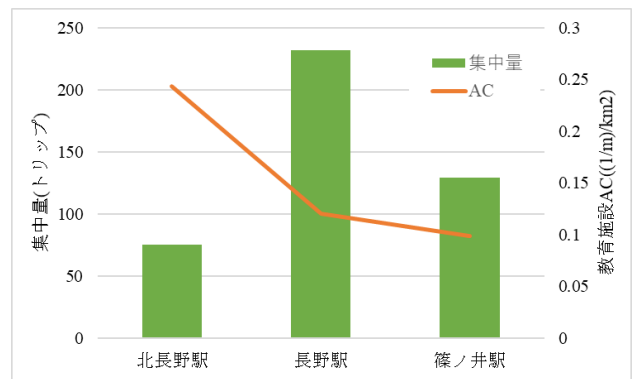


図 2 教育施設 AC と集中交通量

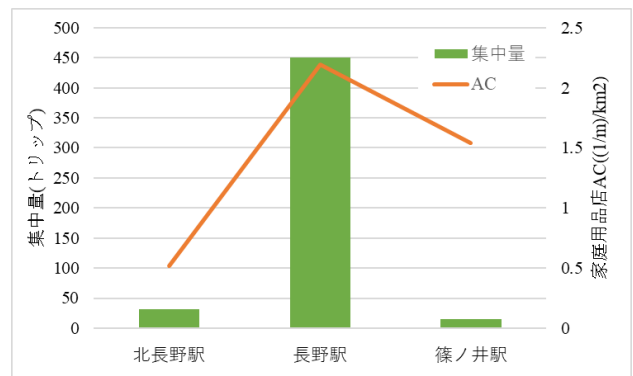


図 3 家庭用品店 AC と集中交通量

た, 長野駅や北長野駅は生活拠点と比較して AC 値が高く, 居住地の集積が進んでいるといえる.

b) 用途別都市機能施設 AC と手段別集中交通量

各拠点勢力圏内の都市機能施設の集積が各距離帯の施設 AC と集中量に与える影響を分析する. 一例として, 代表手段が鉄道利用で, 用途が教育施設と家庭用品店の場合をグラフ(図 2,3)に示す. なお, 集計対象拠点は拠点間補完性を考慮し, 都市機能施設が多く集積する広域拠点(長野駅, 市役所前駅, 権堂駅, 善光寺下駅)と地域拠点(北長野駅, 篠ノ井駅, 信濃吉田駅)の 7 駅とした. 左縦軸を手段別集中交通量, 右縦軸を都市機能施設 AC とした.

図 2 の結果より, 長野駅拠点エリアに立地している教

育機関によりトリップが集中している実態がみてとれる。しかし、AC 値に注目すると、長野駅よりも北長野駅の方が AC 値は高い。これは、北長野駅が 0-500 圏に教育施設が集中しているのに対し、長野駅は他の距離帯にも施設が多く集中しており、AC 値が散っているためと考えられる。

図 3 の結果より、長野駅拠点エリアに立地している家庭用品店に、トリップが集中している実態がみてとれる。また、AC 値も長野駅が最も高いことから、家庭用品店については AC 値とトリップ数の間に関係がある可能性がある。

4. 各拠点間交流実態分析

(1) 拠点勢力圏に基づく手段別拠点間交流トリップ数

各拠点間の用途別施設別移動実態を明らかにするため、拠点間交流トリップ数を算出する。なお、移動手段別、拠点間別、移動目的施設別に集計する。

拠点間交流トリップ数は、まず表 2 にまとめた拠点別勢力圏に基づき、該当する勢力圏内に発着地を持つトリップを集計する。第 1 行動となるアクセス行動(起点側拠点勢力圏内の居住施設から拠点までのトリップ)、第 2 行動となる起点側拠点から終点側拠点までの鉄道移動(JR および北しなの線、長野電鉄)、第 3 行動となるイグレス行動(拠点から終点側拠点勢力圏内の都市機能施設までのトリップ)という順にトリップを集計する。なお、帰宅行動は集計対象とせず、移動手段については 13 通りの移動手段(①徒歩⇒鉄道⇒徒歩、②徒歩⇒鉄道⇒二輪車、③徒歩⇒鉄道⇒自動車、④二輪車⇒鉄道⇒徒歩、⑤二輪車⇒鉄道⇒二輪車、⑥二輪車⇒鉄道⇒自動車、⑦自動車⇒鉄道⇒徒歩、⑧自動車⇒鉄道⇒二輪車、⑨自動車⇒鉄道⇒自動車、⑩徒歩、⑪二輪車、⑫自動車、⑬バス)で集計する。鉄道利用を含まない徒歩、二輪車、自動車については、トリップ起終点が各鉄道拠点勢力圏内にあるものを集計対象とした。バスについては、鉄道と同様に生じるアクセス・イグレス行動は考慮せず、バス移動時のトリップ起終点が各鉄道拠点勢力圏内にあるものを集計対象とした。また、今回の集計対象となる拠点間とは、JR および北しなの線における全 8 駅から中心拠点(長野駅、北長野駅、篠ノ井駅)に向かうトリップ、長野電鉄における全 10 駅から中心拠点(長野駅、市役所前駅、権堂駅、善光寺下駅、信濃吉田駅)に向かうトリップとした。

まず、全ての都市機能施設に対する拠点間交流トリップ数の集計結果を図 4.5 に示す。一例に、公共交通を含む移動手段の代表として JR および北しなの線の拠点間交流における徒歩⇒鉄道⇒徒歩による移動と、移動手段の中で最も交流トリップ数の多かった自動車による移動

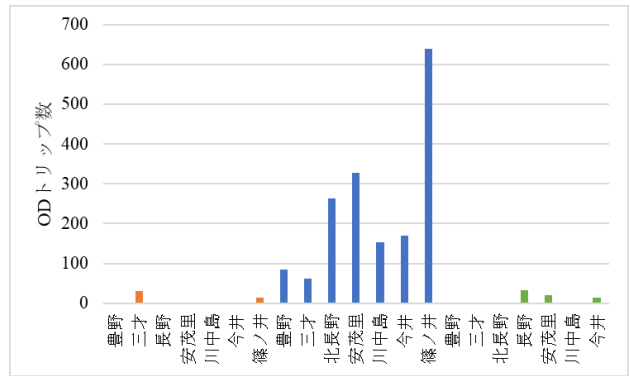


図 4 拠点間交流トリップ数
(徒歩⇒鉄道⇒徒歩, 全都市機能施設)

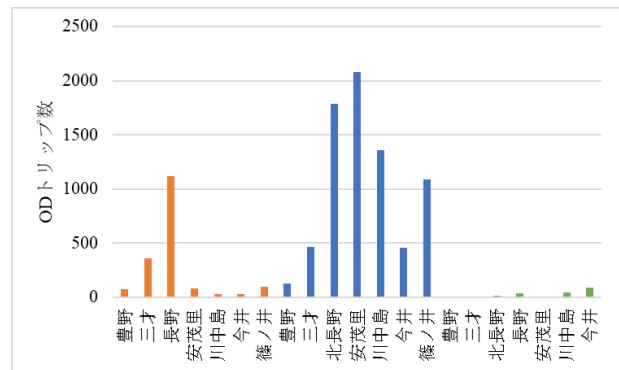


図 5 拠点間交流トリップ数
(自動車, 全都市機能施設)

の 2 つを示す。なお、縦軸は各拠点から中心拠点へ向かうトリップ数である。横軸は起点側拠点であり、左からオレンジ色のグラフが北長野駅へ、青色のグラフが長野駅へ、緑色のグラフが篠ノ井駅へと向かう OD トリップを示している。

図 4 をみると、長野駅へ向かうトリップがかなり多くみられる。特に、篠ノ井駅や北長野駅からのトリップが多く、長野駅はそれらの駅に対して高い集客力を有しているといえる。図に示したトリップのアクセス移動手段が徒歩ということもあり、地域拠点(北長野駅、篠ノ井駅)に近接している居住地から多くのトリップが生じていると考えられる。一方、地域拠点に向かうトリップはわずかであった。比較すると、長野駅の方が拠点付近に施設を集積しておりイグレス距離が短いことが影響しているのだと考えられる。

図 5 より、交流トリップが多くみられた北長野駅、長野駅に注目すると、隣接する拠点からのトリップがそれぞれ最も多いことが分かる。

次に、医療福祉施設に対する交流トリップ数の集計結果を図 6,7 に、家庭用品店に対する交流トリップ数の集計結果を図 8,9 に示す。一例として、JR および北しなの線の拠点間交流における徒歩⇒鉄道⇒徒歩による移動と、自動車のみによる移動の 2 つを示す。

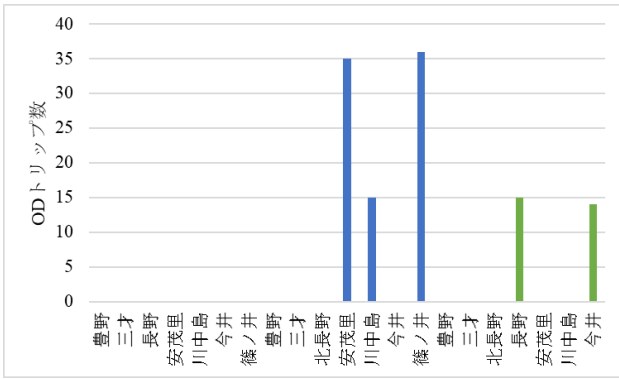


図 6 拠点間交流トリップ数
(徒歩→鉄道→徒歩, 医療福祉施設)

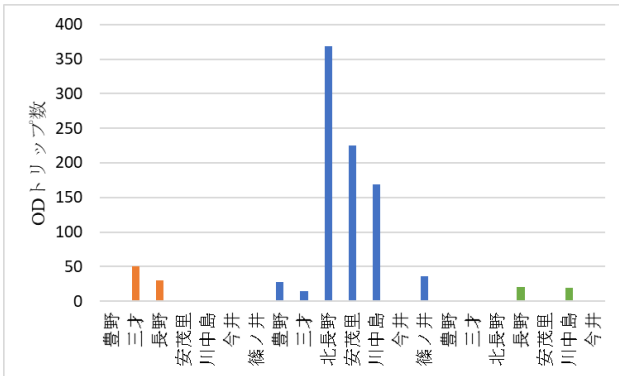


図 7 拠点間交流トリップ数
(自動車, 医療福祉施設)

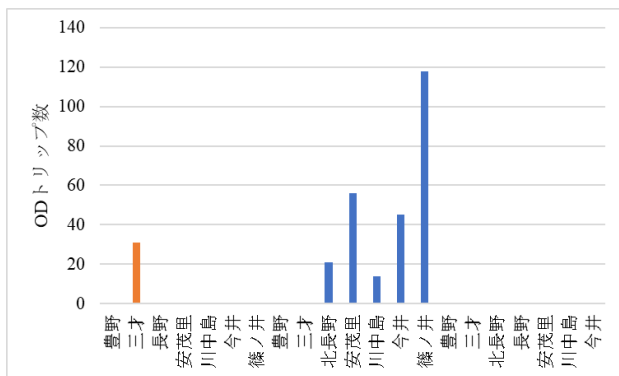


図 8 拠点間交流トリップ数
(徒歩→鉄道→徒歩, 家庭用品店)

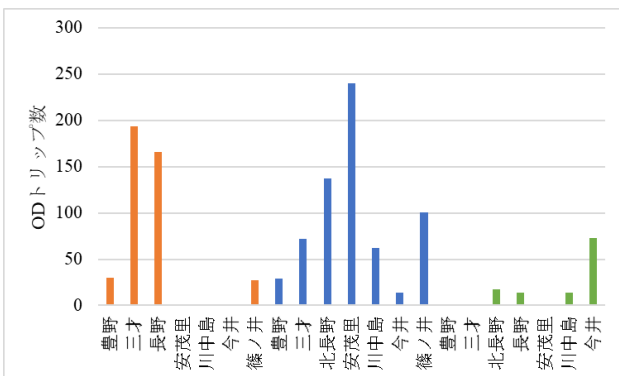


図 9 拠点間交流トリップ数
(自動車, 家庭用品店)

図 6.7 をみると, 周辺に大きな病院がある長野駅と篠ノ井駅に向かうトリップが多いことが分かる. また, 両図を比較すると大きな差があり, 自動車利用が多く選択されていることが分かる. 移動目的が医療福祉施設ということで移動者は高齢者が多いことが想定でき, なるべく移動に負担の少ない自動車利用(送迎やタクシーなども含む)が選択されていると考えられる.

図 8,9 をみると, 周辺に大きな百貨店がある北長野駅, 長野駅に向かうトリップが多くみられる. こちらについても両図を比較するとトリップ数に開きがあり, 自動車利用が多いことが分かる.

(2) 手段別拠点間交流の手段選択モデル構成

起点 i から終点 j への交流トリップ数は, 起点 i に対して居住지가近接している, すなわち居住人口 AC が大きいほど拠点からの発生量は大きい. また, 起点 i に集積していない都市機能施設が終点 j で補完できる場合や起点 i に比べて終点 j により近接している場合は, i から j への移動量が増える. 一方, ij 間の移動距離が短く, ij 間の移動コストが低いほど, 移動量が増える. そこで以下の式(4)に基づいて, 重回帰分析を行う. 目的変数は移動手段別拠点間交流トリップ数, 説明変数は各 AC (居住人口 AC , 用途別公共施設 AC , 商業施設 AC)と手段別拠点間移動損失コストを採用した. なお今回は重力モデルとなるため, 自然対数をとったものに対して分析を行っている.

本研究では移動目的地を自宅とした帰宅行動を対象としていないため, 居住人口 AC は起点側の値のみ用いた. 用途別公共施設 AC と商業施設 AC は, 補完性を考察していく上で起点側 i に対して終点側 j がどれほどの施設集積度を有しているか比較していく必要があるため, 終点側拠点の施設集積度を起点側拠点の施設集積度で除したものを変数として用いた. つまり, (Apj/Api) および (Acj/Aci) の値が大きいほど, 終点側 j への施設近接性が高いまたは施設数が多い, あるいは, 起点側 i への施設近接性が低いまたは施設数が少ないということができ, 施設補完を目的としたトリップが発生しやすいということになる. なお, 分析に用いる AC 値については距離帯別の値ではなく, 拠点ごとの合計値とした. 距離帯別の分析では, それに伴って交流トリップ数も距離帯別に集計する必要があり, データ数が不足して分析できない場合があるためである.

移動抵抗には, 各拠点間を移動するのに必要な損失コストを変数として用いた. 本研究で用いる移動損失コストは, 鉄道移動では運賃, 自動車移動ではガソリン代に, 移動にかかる時間に対する移動時間価値を加

えたものとした。なお、徒歩移動および二輪車移動については、かかるコストは移動時間価値のみと考える。

上記に基づいた手段別用途施設別拠点間交流モデルを式(4)に示す。

$$t_{ij} = Ari^{\alpha} \cdot (Afj/Afi)^{\beta} \cdot Cij^{\gamma} \quad (4)$$

ここで、 t_{ij} : ij 間交流トリップ数、 Ari : 拠点 i の移動勢力圏内居住人口 AC、 Afj/Afi : 起点側拠点 i、終点側拠点 j の用途別公共施設 AC 比および商業施設 AC 比(公共施設であれば式(2)の AC を、商業施設であれば式(3)の AC を用いる。)、 Cij : ij 間移動損失コスト

式(4)に基づき、目的変数を医療福祉施設に対する拠点交流トリップ数(表 6)、家庭用品店に対する拠点間交流トリップ数(表 7)として、それぞれ重回帰分析を行った結果を示す。なお、用途別都市機能施設 AC 比 (Apj/Api)および(Acj/Aci)については、表 2 に示したイグレス勢力圏内(1km 圏内)の終点側 AC をアクセス勢力圏内の起点側 AC で除したものを変数に用いた。

アクセス・イグレス行動が徒歩の鉄道利用については、移動損失コストに有意性がみられた。符号が正であることから、鉄道利用については長距離の移動になるほど選択されやすい可能性があるといえる。一方、自動車利用については、移動損失コストは大きく関係せず、各拠点への居住地の集積具合が影響していることが分かる。

今後の課題として、①用途別都市機能施設 AC 比 (Apj/Api)および(Acj/Aci)について、今回の分析に用いた変数から、終点側拠点 1km 圏内の用途別 AC を起点側拠点 1km 圏内の用途別 AC で除したものに変数を変更すること。つまり、起終点で AC の範囲を統一すること、②説明変数にサービスレベルを組み込むことの 2 つを検討している。

5. 拠点および手段選択に関する分析

(1) モデルの枠組み

目的地選択および手段選択分析モデルの前段として、用途別に生活拠点から各中心拠点までの選択率および代表手段の選択率を算出し、図 10,11(拠点選択率)、図 12(手段選択率)に示す。

図 10,11 では、一例として JR および北しなの線について各中心拠点勢力圏内の家庭用品店に向かうトリップを対象に、徒歩⇒鉄道⇒徒歩での移動(図 10)と自動車での移動(図 11)における拠点選択率を示した。図 10 では長野駅が 9 割を占め、選択率が非常に高いことが分かる。図 11 の自動車移動になると、北長野駅や篠ノ井駅を選択するトリップもみられ、目的地選択は分散している。

図 12 では、一例として JR および北しなの線について長野駅勢力圏内に向かうトリップを対象に、移動手段選択率を示した。なお、図中の 1~13 は、①徒歩⇒鉄道⇒徒歩、②徒歩⇒鉄道⇒二輪車、③徒歩⇒鉄道⇒自動車、④二輪車⇒鉄道⇒徒歩、⑤二輪車⇒鉄道⇒二輪車、⑥二輪車⇒鉄道⇒自動車、⑦自動車⇒鉄道⇒徒歩、⑧自動車⇒鉄道⇒二輪車、⑨自動車⇒鉄道⇒自動車、⑩徒歩、⑪二輪車、⑫自動車、⑬バスの各移動手段のことである。図をみると、自動車での移動が 50%以上を占めている。鉄道利用を含む移動も幾つか選択されているが、いずれも目的地までのイグレス行動が徒歩移動であった。

(2) モデルの定式化

ここでは、手段選択と交通拠点選択の同時選択をモデル化することを考える。下位レベルは手段選択とし、上位レベルは交通拠点エリア選択とする。JR および北しなの線におけるモデルのツリー構造を図 13 に示す。

表 6 都重回帰分析結果(医療福祉施設)

徒歩⇒鉄道⇒徒歩		
	係数(t値)	相関係数
居住人口AC	—	0.99
医療福祉AC比	—	
移動損失コスト	0.46(14.96)**	
自動車		
	係数(t値)	相関係数
居住人口AC	0.85(1.59)	0.96
医療福祉AC比	—	
移動損失コスト	0.27(0.91)	

*:5%有意, **:1%有意

表 7 都市機能施設の分類(家庭用品店)

徒歩⇒鉄道⇒徒歩		
	係数(t値)	相関係数
居住人口AC	—	0.98
家庭用品店AC比	—	
移動損失コスト	0.55(12.47)**	
自動車		
	係数(t値)	相関係数
居住人口AC	1.94(2.30)*	0.97
家庭用品店AC比	0.24(1.67)	
移動損失コスト	-0.45(-0.90)	

*:5%有意, **:1%有意

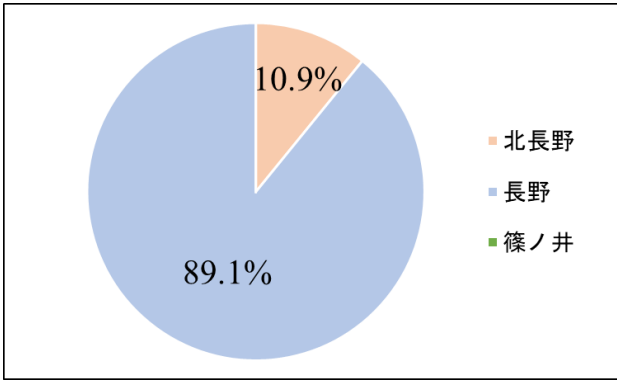


図 10 拠点選択率
(徒歩→鉄道→徒歩, 家庭用品店)

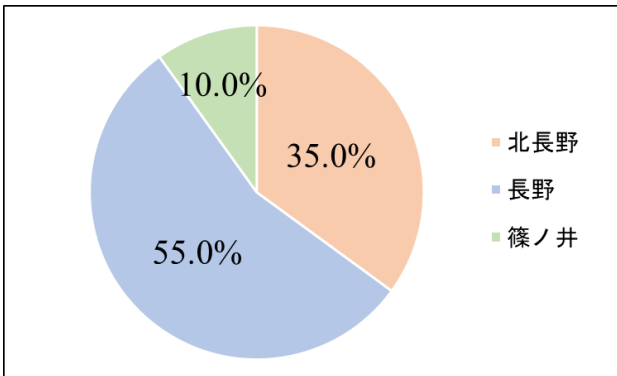


図 11 拠点選択率
(自動車, 家庭用品店)

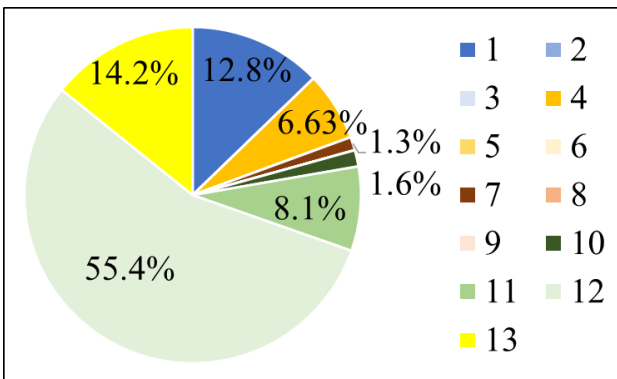


図 12 移動手段選択率
(JR および北しなの線 長野駅)

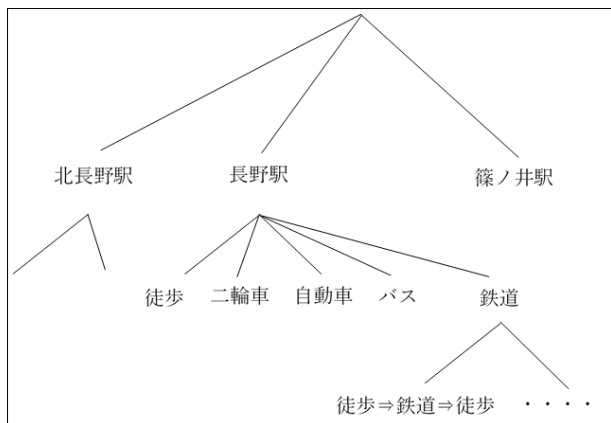


図 13 拠点と手段選択のモデル構造概念図

a) 手段 m 選択モデル

手段選択は, 移動損失コスト $R_{ij}^c(m|j)$ とサービスレベル $R_{ij}^s(m|j)$ からなるとする. ここでいうサービスレベルとは運行頻度のことであり, 鉄道やバスなどの公共交通については時刻表を参考に, 昼間 12 時間あたりの運行本数 (本/min) を算出した. また, 徒歩・二輪車・自動車による移動については, いつでも移動可能という考え方から 1 と定義した.

以上より, 手段選択の効用関数は

$$V_i(m|j) = \theta_1 \times R_{ij}^c(m|j) + \theta_2 \times R_{ij}^s(m|j) \quad (i=1,2,\dots,I, j=1,2,\dots,J, m=1,2,\dots,M) \quad (5)$$

となり, 手段選択確率は

$$P_i(m|j) = \exp V_i(m|j) / \sum_{m'=1}^M \exp V_i(m'|j) \quad (i=1,2,\dots,I, j=1,2,\dots,J, m=1,2,\dots,M) \quad (6)$$

となり, 下位レベルの手段選択の最大効用, すなわちログサム変数は,

$$V_i^*(j) = (1/\lambda) \ln \sum_{m=1}^M \exp \lambda V_i(m|j) \quad (i=1,2,\dots,I, j=1,2,\dots,J, m=1,2,\dots,M) \quad (7)$$

となる.

b) 交通拠点 j 選択モデル

交通拠点選択は, 公共施設効用関数と商業施設効用関数を分けて考える. なお, 拠点選択は起点側居住人口アクセシビリティ A_{ni} と終点側都市機能施設アクセシビリティを起点側都市機能施設アクセシビリティで除した公共施設 (A_{pj}/A_{pi}) および商業施設 (A_{cj}/A_{ci}) からなるとする. 都市機能施設 AC において AC 比を用いる理由については, 「4.(2) 手段別拠点間交流の手段選択モデル構成」にて述べた考え方と同様である.

以上より, 施設用途別の効用関数は,

$$V_i^k(j) = \alpha_k \times A_{ni}^m + \beta_k \times (A_{pj}^m(j) / A_{pi}^m(j)) \quad (i=1,2,\dots,I, j=1,2,\dots,J, m=1,2,\dots,M) \quad (8)$$

となり, 交通拠点選択確率は,

$$P_{ij}^m(j) = \exp \gamma \{V_{ij}^m(j) + V_i^*(j)\} / \sum_{j'=1}^J \exp \gamma \{V_{ij'}^m(j) + V_i^*(j)\} \quad (i=1,2,\dots,I, j=1,2,\dots,J, m=1,2,\dots,M) \quad (9)$$

となる.

上記に沿って, 各選択モデルの説明変数(居住人口 AC, 用途別都市機能施設 AC 比, 移動損失コスト, サービスレベル)を用いてモデル化を行う.

分析結果については, 発表時に示す.

6. まとめ

本研究の知見を以下に示す。

(a) AC 算定結果に関する知見

(1) 居住人口 AC については、各駅ともに拠点から遠方になるにしたがって徐々に小さくなっていった。また、AC の減少率は中心拠点の方が顕著であり、より居住地集約が進んでいることが分かった。

(b) 拠点間交流トリップに関する知見

(1) 移動距離の長さについては、距離が長くなるほど鉄道利用が選択されやすい可能性がある。

(2) どの施設に対しても交流トリップが最も集中しているのは長野駅であり、他の生活拠点の都市機能に対して高い補完性を有している可能性がある。

また、今後の課題として

(1) 用途別に交通拠点および手段選択モデルの構築、分析を進め、どのような要因に基づいて拠点間交流が行われるのかを明らかにする。

(2) 都市機能施設補完性に関するシミュレーションを行い、用途施設別補完性の評価だけでなく、都市機能施設 AC 比や居住人口の近接性と拠点間補完性の関係についても明らかにしたい。

参考文献

- 1) 長野市：立地適正化計画
- 2) 森本，越川，谷口：施設集積率の違いにみる拠点間公共交通所要時間の実態分析－「コンパクト＋ネットワーク」に着目して－，第 37 回交通工学研究発表会論文集，

No.97,p623-629,2017

- 3) 河内，赤星，内田ほか：集約型の都市づくりの実現に向けた公共交通軸の設定方法に関する研究，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,p1109-1116,2016
- 4) 小澤，高見，原田：都市計画マスタープランにみる多核連携型コンパクトシティの計画と現状に関する研究－商業・医療機能の立地と核間公共交通に着目した都市間比較－，公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.52,No.1,p10-17,2017
- 5) 溝上，尾山：立地適正化計画に整合した地域公共交通網形成計画の立案手法に関する研究－荒尾市地域公共交通網形成計画を例に－，公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.53,No.3,p581-588,2018
- 6) 成沢，柳沢，轟ほか：拠点エリア設定評価のための手段別アクセスおよびイグレス距離を考慮した集客アクセシビリティの算定，土木計画学研究秋大会，Vol.52,No.275,2015
- 7) 亘，柳沢，轟ほか：交通拠点の回遊トリップに基づく移動勢力圏アクセシビリティ指標と勢力圏内活動量の評価分析，第 37 回交通工学研究発表会，No.106,2017
- 8) 森本，伊藤，谷口：拠点間における都市機能の補完可能性－公共交通の利便性に着目して－，公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.53,No.3,p558-564,2018
- 9) 長野市：長野市都市計画マスタープラン第 2 編

(2019. 10.4 受付)

ANALYSIS OF INTERCHANGE PROPERTIES BETWEEN BASES IN CONSIDERATION OF FUNCTION OF SUBSIDIARITY CHARACTERISTICS OF THE CITY

TOKIDA Shoichi, YANAGISAWA Yoshiyasu, TODOROKI Naoki,
KOIKE Yuta and TAKAYAMA Jun-ichi

In this study, it is a purpose to evaluate the city function complement around the station set for the location adequacy plan that devised in Nagano City. This is because city function facilities around each station must keep a complementary relationship each other while a population decline and low birthrate and aging advance. For all railroad stations in Nagano City, I clarify municipal facilities maintenance method to improve the complement between bases by checking facilities degree of integration and relations of the interchange between bases.