

郊外住宅地における地形を考慮したアクセシビリティ評価と新たなモビリティの効果に関する研究 ー横須賀市ハイランド地区を対象としてー

Accessibility Evaluation Considering Topography and the Effect of New Mobility Services in Suburban Areas: Case Study of Hairando Area in Yokosuka City

東京大学工学部都市工学科都市計画コース 03-200132 岡村幸樹

Population aging is advancing in many suburban residential areas. In these areas, people, especially the elderly, have difficulties going out without cars because of low-frequency transit services. In this study, I measured accessibility at a suburban residential area in a multi/inter-modal situation, taking topography into account. Then, I extracted the area where accessibility was low and compared the introduction of three patterns of new mobility services. Results suggest that the effect of new mobility services on travel time reduction were negligible.

1. 研究の目的と背景

高度成長期に建設された郊外住宅地は、当時は大きな人気を誇ったものの、現在では様々な要因から人気は低下している。近年では高齢化が進行している場所も多く様々な課題が浮き彫りとなっている。このような高齢化がもたらす影響には移動手段の不足や外出機会の低下が挙げられる。郊外住宅地の多くは台地などの傾斜地に造成されたため地区内に階段や傾斜が多く、高齢者の移動に負の影響を及ぼしうる。近年では高齢者の免許返納件数も増えており、よりこの問題が悪化することが懸念されている。

こうした課題を解決する手段の一つにグリーンスローモビリティ(以下グリスロ)が挙げられる。グリスロは公道を時速 20km 未満の低速で走行可能な新しいモビリティである。郊外住宅地では起伏の激しい場所での移動の支援や公共交通空白地帯の解消、外出機会の創出等が期待される。

このような背景の下、本研究では東京都市圏の郊外住宅地を例に交通施設・生活利便施設に関して地形を考慮したアクセシビリティ分析を行い現状の利便性を評価するとともに、公共交通の希薄な郊外住宅地に対してグリスロを導入した場合に見られるアクセシビリティの改善効果を明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究の整理と研究の位置付け

2.1 既往研究の整理

アクセシビリティの評価・分析は広く行われており、その方法や対象は多岐に渡る。郊外住宅地を対象にアクセシビリティを分析したものとして、寺山・小谷¹⁾は属性別にモデルのパラメータを推定し、加えてネスティッドロジットモデルで目的地・交通手段選択モデルを構築することにより、既成市街地と郊外住宅地間で地域特性や個人属性の違いが買い物交通におけるアクセシビリティに与える影響を定量的に明らかにしている。

起伏の影響を考慮したものには、高見ら²⁾による研究が挙げられる。この研究では起伏の多い郊外住宅地として多摩ニュータウンの初期開発地区を対象に、累積機会数と最寄りの活動目的地への距離を指標としてアクセシビリティの評価を行なっている。また佐藤ら³⁾は地形条件を勾配歩行時に消費する代謝エネルギーの指標として移動の負荷に

置き換え、また移動者の身体能力に鑑み年齢層ごとに異なる平均歩行速度を導入することで経路距離を換算した「代謝的換算距離」を定式化しアクセシビリティを分析した。これらは徒歩や自転車のみに着目しており、インターモーダルな移動を考慮していない。

公共交通も含めたアクセシビリティを分析する手法としては国土技術政策総合研究所⁴⁾による「アクセシビリティ指標活用の手引き(案)」による T 指標や、Conway et al.⁵⁾によるものがある。特に後者は、ある Time window の中における公共交通の乗車までの待ち時間・乗り継ぎの時間を含めた出発地から目的地までの移動時間の分布を再現し、それらの分布の中央値(あるいは適切なパーセンタイル値)を用いてアクセシビリティを評価するものであり、本研究で対象とする郊外住宅地のように低頻度の公共交通を含めたアクセシビリティ評価に対する有用性が高いと考えられる。

2.2 本研究の位置付け

既往研究を見ると、起伏の多い郊外住宅地において徒歩移動における起伏の影響と公共交通利用を合わせてアクセシビリティを分析した研究は少ない。また Conway et al.の手法を郊外住宅地に適用した事例は見受けられない。そこで本研究では、Conway et al.の手法を郊外住宅地に適用し、起伏の影響と公共交通を考慮して、高齢者に着目した生活関連施設へのアクセシビリティ分析を行う。

また、上記の現状分析を踏まえて対象地区における不便地域を抽出し、移動における課題解決策の一つとしてグリスロの導入効果を分析している点も本研究の特徴の一つである。

3. 対象地区と分析手法

3.1 対象地区

本研究では横須賀市ハイランド地区を対象にアクセシビリティを分析する。この地区は高齢化の進行する郊外住宅地であり、地区内外の起伏も多く今後の一層の高齢化に際し、徒歩移動の困難な人口の割合が高まることが想定される。また地区周辺の公共交通は路線バスのみであり時間帯にもよるが日中は毎時 1~3 本程度と、高頻度の運行がなされている場所ではない。

3.2 分析手法と利用データ

本研究では既述の通り、Conway et al.の手法により地形の影響並びに公共交通の効果を含めたアクセシビリティを、対象地区をカバーする 10m メッシュごとに評価する。具体的には、地区内各メッシュのセントロイドから、対象とする施設群の一つ一つの施設への所要時間をそれぞれ算出し、その中の最小値を求めることにより、各メッシュのセントロイドにおける施設群ごとの最寄り施設までの所要時間を算出することとする。Conway et al.のアルゴリズムを統計解析ソフト「R」で実行するためのパッケージ「r5r」を用いて所要時間を計算した。

用いたデータは、道路ネットワークは「Geofabrik」⁶⁾より OpenStreetMap のデータ、標高データは基盤数値情報ダウンロードサービス⁷⁾より 10m メッシュごとの標高データ、バスネットワーク・停留所は国土数値情報ダウンロードサービス⁸⁾のデータである。路線バス及びグリスロは独自に頻度ベースの GTFS データを作成し使用している。GTFS データ作成には「Python」の「make_gtfs」⁹⁾を用いた。分析対象の施設については、ジオコーディングにより緯度経度情報を得た。また、用いたデータには適宜現状に即して修正を加えている。

起伏の影響については、「Tobler's hiking function」¹⁰⁾を用いて定量化することとした。これは傾斜角から歩行速度を算出する指数関数であり、この関数を用いることで勾配がきつい坂ほど歩行速度が低下し徒歩移動による所要時間が増大する。この手法を用いることで高低差のある対象地区におけるアクセシビリティをより適切に測定できるものと考えられる。

4. 現状のアクセシビリティ

4.1 対象施設・条件

対象とした施設群は、バス停、小売施設(スーパーマーケット・コンビニなど)、駅、診療所(内科)、郵便局、自治会館である。いずれも高齢者による日常的な利用機会が多いと想定されることから選定した。

分析条件は次の通りである。まず、バス停へのアクセスについては地区内における公共交通へのアクセスが不便な地域を明らかにするために徒歩によるアクセスに限定した。自治会館についても、対象施設が全て地区内に存在し、バスを利用したアクセスは現実的でないため徒歩のみのアクセスに限定している。その他の施設については、徒歩並びにバス利用を許容してアクセシビリティを分析している。加えて本研究では起伏の激しい郊外住宅地における高齢者の移動困難の実態を分析することを目的としているため、平均歩行速度を 2.51km/h^{*1} として分析を行った。

4.2 各施設の分析結果

前節の条件のもと、対象地区における現状のアクセシビリティを分析した。

まずバス停については地区を経由する路線に沿ってバス停が設置されていることもあり、バス停沿いを中心に 5 分圏域が広がっており、バス停へのアクセスについては比較的良好な場所が多いことが確認された。同様に比較的利便

性が良好な施設としては小売施設や郵便局が挙げられ、これらは地区内にも施設が立地していることから、短い所要時間でアクセスできる場所が多い結果となった。次いで利便性の高い施設としては自治会館があり、こちらは分析対象とした施設が全て地区内にあるため、各施設を中心とした同心円状に圏域が広がる様子が見られた。他の施設と異なる特徴としては、それぞれの町丁目の中心に近い場所に置かれていることから、地区の外縁部に行くにつれて利便性が下がる結果となった。

対照的に地区内の利便性が低い施設は内科と駅であった。特に地区周辺に鉄道駅がないため、アクセスに際しバス利用がほぼ必須となる駅への所要時間は概ね全域で大きなものとなった(図1)。

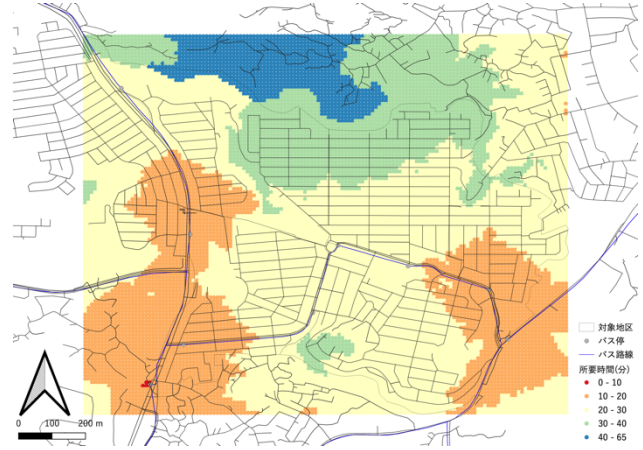


図1 最寄り駅への所要時間の分布

5. 新しいモビリティ導入による効果の分析

5.1 不便地域の抽出

4章での現状分析の結果を踏まえ、対象地区における不便地域を抽出する。本研究では2通りの指標を用いて不便地域の抽出を試みた。一つ目の指標は式(1)の通り、各 10m メッシュから最寄り施設までの所要時間が許容値以下となる施設群の数をその総数(=6)で除したものである。

$$A(i) = \sum_{a \in A} C(i, a) / 6 \quad (1)$$

$A(i)$: メッシュ*i*の指標値

a : 施設群の種類、 A : 施設群の集合

$C(i, a)$: メッシュ*i*から施設群*a*の最寄り施設への所要時間*t(i, a)*が許容値*T(a)*以下か否か

$$C(i, a) = \begin{cases} 1 & (t(i, a) \leq T(a)) \\ 0 & (t(i, a) > T(a)) \end{cases}$$

二つ目の指標は、一つ目の方法に対してさらに施設群に対応する活動の頻度によって重み付けを行い、その値を平均化したものである。木澤ら¹¹⁾は個人により異なる活動への重要度が活動の実行頻度として顕在化しているという仮定のもとで、アクセシビリティ指標を活動頻度で重み付けして総合化しており、本研究における手法の妥当性があると考えられる。計算方法は式(2)の通りである。

$$A(i, m) = \sum_{a \in A} \{C(i, a) \times F(m, a)\} / \sum_{a \in A} F(m, a) \quad (2)$$

$A(i, m)$: メッシュ*i*、属性*m*の指標値

$F(m, a)$: 属性*m*の活動*a*を行う頻度

表1 属性ごとのそれぞれの活動頻度(回/日)

施設	活動の種類	免許 保有者	免許 非保有者
駅	鉄道で外出	0.1576	0.1064
バス停	バスで外出	0.0342	0.0567
小売施設	買い物	0.3895	0.2704
内科	通院	0.1153	0.1256
郵便局	預金の引き出し	0.2194	0.1111
自治会館	地域活動に参加	0.2194	0.1111

表2 各施設への所要時間の許容値

施設群	許容値
バス停	5分
小売施設	10分
駅	10分
内科	10分
郵便局	10分
自治会館	5分

また重み付けに用いた活動頻度²の値は表1で、各施設への所要時間の許容値は表2で示した通りである。この許容値については既往の研究や世論調査の結果など^{12),13),14)}を基に決定した。本研究では75歳以上の後期高齢者を対象に免許保有者と免許非保有者に属性を分け、それぞれの属性ごとに指標値の分布を見た。

図2のように免許非保有の後期高齢者に注目すると地区南東部や北部に利便性が低いメッシュが分布している様子が見て取れる。こうした場所は自家用車を持たない・使えない高齢者にとって利便性が低いと判断できよう。

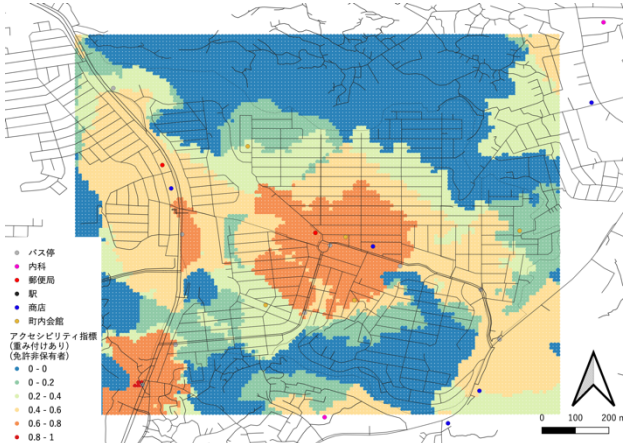


図2 免許非保有者の活動頻度を用いて重み付けした場合の指標値の分布

5.2 導入案の結果の比較と考察

前節で抽出された不便地域の分布を参考に、グリスロの導入案を3パターン検討し、結果を比較・考察した。各パターンの想定路線図を図3~5にそれぞれ示した。なお本研究ではグリスロの乗降場所は停留所に限定せず、全区間フリー乗降可とし、運行形態は定時定路線型で頻度は毎時1本の想定とした。

パターン1では坂の多い場所での走行も苦手としないグリスロの特徴を活かし、主に不便地域の中でも起伏の激しい場所とバス停を結ぶことにより、バス停までの移動経路のうち起伏差のある部分を徒歩から代替できるように設定した。しかしこのパターンでは所要時間の短縮が見られたものが少数に留まりバス停・内科でわずかに減少したメッシュが点在する程度であった。

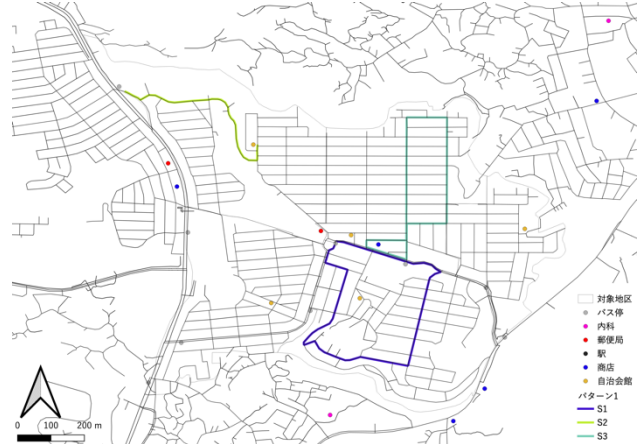


図3 パターン1の路線図

パターン2では不便地域の中でもバス停からの所要時間が長く、かつどの施設についても到達可能圏内に含まれない場所を経由し、大通りのバス停との間を結ぶように設定した。その結果、パターン1よりは所要時間の短縮が見られた施設があったものの、その差はわずかであり、顕著な効果は見受けられなかった。

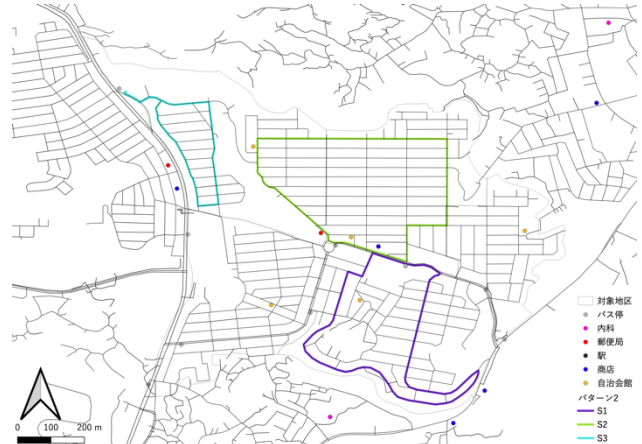


図4 パターン2の路線図

パターン3では特に全種類の最寄り施設からの所要時間が許容値を超える場所を通過しバス停での路線バスへの乗り換えによる地区外の活動場所へのアクセスを想定するとともに、地区内に存在するその他の施設も経由することで、可能な限り施設利用における徒歩距離が少なくなるよう設定した。また全ルート of 起終点を地区中心部の環状交差点とすることでルート間相互の乗り継ぎにも配慮した。

このパターンにおいても所要時間の短縮効果が見られた場所は限定的であり、短縮したメッシュ数が比較的多いバス停・郵便局も図6から分かるように所要時間の分布に大きな差は見られない結果となった。



図5 パターン3の路線図

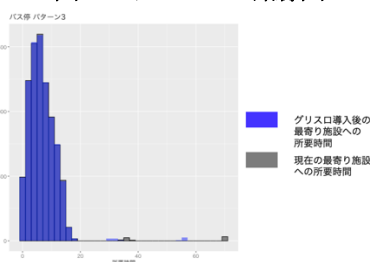


図6 現状とパターン3におけるバス停の最寄り施設への所要時間の分布の違い

6. 結論と今後の課題

6.1 結論

本研究では、横須賀市ハイランド地区を対象に地形を考慮したアクセシビリティをいくつかの交通施設・生活便利施設・交流施設について分析し、地区内10mメッシュ単位での各施設群の最寄り施設への所要時間の空間分布を示した。またその結果から、高齢者の活動頻度を用いて対象地区における不便地域を抽出した。そして抽出された不便地域の広がり参考に、新しいモビリティであるグリスロの導入案を複数検討し、所要時間の短縮効果を分析した。その結果、所要時間の面から見たグリスロの導入効果は限定的なものになることが明らかとなった。

6.2 今後の課題

今後の課題として、以下のような点が挙げられる。

- (1) 重み付けした指標値の算出に際し、対象地区住民の活動頻度を用いていないため、対象地区の高齢者の活動実態を正確に反映した重み付けとはなっていないこと。
- (2) グリスロが低速で走行するモビリティであり所要時間短縮の効果が小さく、かつ低頻度の運行が想定されるため利用可能なタイミングが少なく、本研究で用いた分析方法では明確な差として現れにくいものであったこと。
- (3) 低頻度の公共交通が運行される地域の評価に対して、Conway et al.の手法における適切なパーセンタイル値に関して検討の余地があること。
- (4) グリスロの導入効果を所要時間の面に限定して評価していること。
- (5) グリスロの運行形態として定時定路線型のみを想定し

たこと。

上記のような課題のもと、今後は分析対象地区の住民の活動頻度を用いて重みづけを行うこと、所要時間に限定されない多面的な効果を検討すること、定時定路線型に限らずオンデマンド型なども含めて検討することなどが必要と考えられる。

補注

- *1 これは佐藤ら³⁾が「代謝的換算距離」の換算に際し用いている値を援用している。
- *2 元データは平成27年全国都市交通特性調査の結果を用いているが、活動の重複を避けるために調整を加えている。

参考文献

- 1) 寺山一輝, 小谷通泰, “目的地・交通手段選択モデルに基づく買い物交通のアクセシビリティの評価-既成市街地と郊外住宅団地の比較,” 都市計画論文集, Vol49, No3, pp.429-434, 2014.
- 2) 高見淳史, 木澤友輔, 大口敬, “個人属性・地形要因を反映した徒歩・自転車による日常的活動機会へのアクセシビリティに関する研究-多摩ニュータウン初期開発地区を例として,” 都市計画論文集, No42-3, pp.919-924, 2007.
- 3) 佐藤栄治, 吉川徹, 山田あすか, “地形による負荷と年齢による身体能力の変化を勘案した歩行換算距離の検討-地形条件と高齢化を勘案した地域施設配置モデル その1-,” 日本建築学会計画系論文集, 第610号, pp.133-139, 2006.
- 4) 国土技術政策総合研究所, “アクセシビリティ指標活用の手引き(案),” 2014.
- 5) M. W. Conway, A Byrd and v. M. Eggermond, “Accounting for uncertainty and variation in accessibility metrics for public transport sketch planning,” Journal of Transport and Land use, Vol11, No1, pp.541-558, 2018.
- 6) Geofabrik, “OpenStreetMap Data Extracts,” <http://download.geofabrik.de/> (2022/3/14 閲覧).
- 7) 国土地理院, “基盤地図情報ダウンロードサービス,” <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php> (2022/3/14 閲覧).
- 8) 国土交通省, “国土数値情報ダウンロードサービス,” <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (2022/3/14 閲覧).
- 9) A.Raichev and D. Gatland, “GitHub/make_gtfs,” https://github.com/mrcagney/make_gtfs (2022/3/18 閲覧).
- 10) W. Tobler, “Three Presentations on Geographical Analysis and Modeling: Non-Isotropic Geographic Modeling; Speculations on the Geometry of Geography; and Global Spatial Analysis,” 1993.
- 11) 木澤友輔, 高見淳史, “徒歩アクセシビリティ概念に基づく「歩いて暮らせる街づくり」に関する研究-多摩ニュータウン初期開発地区を例に-,” 土木計画学研究・論文集, Vol25, No2, pp.395-402, 2008.
- 12) 土肥博至, 御船哲, 新建築学大系 20 住宅地計画, 彰国社, 1985, p.115.
- 13) 青山吉隆, 近藤光男, “都市公共施設の最適誘致距離の設定方法,” 都市計画論文集, 21 巻, pp.295-300, 1986.
- 14) 内閣府, “世論調査,” <https://survey.gov-online.go.jp/h28/h28-kotsu/2-1.html> (2022/3/18 閲覧).