

豊田市を対象とした中山間地域住民の医療施設へのアクセシビリティ改善方法

2020SS035 松井 健汰

指導教員：三浦 英俊

1 はじめに

中山間地域の高齢化は年々増加し続けている。自家用車を保有しないまたは、自動車免許を返納した住民にとって主な移動手段である公共交通（バス、タクシー）の利便性改善は大きな問題である。今後更に年齢が高くなるにつれて、自動車の運転率低下が考えられるため移動レベルの低下は避けられない。

本研究では高齢者が頻繁に行くことが考えられる病院への移動を想定して豊田市中山間地域の人口分布、病院の地理的分布から交通便利性の向上を目的とする方策を検討していく。

2 愛知県豊田市の中山間地域

豊田市の中山間地域は図1のように藤岡地区、小原地区、足助地区、旭地区、下山地区、稲武地区の6つの地区で構成されている。6つの地区の人口の合計は39,788人、面積の合計は628,21km²である。公共交通として各地区の中心部と豊田市中心市街地間はバスが往来している。基幹バスについては、高齢者を対象として定期券を通常より安く購入する制度がある。また地区内は、曜日指定の地域バスや一定条件のもとデマンドバスが運行している。その他に行政から一人暮らしの高齢者や介護を必要とする方を対象にタクシー料金助成がある([1], [2])。

このように、行政も対象住民の移動問題に対して取り組んでいるものの、都市部と比較して移動コストは増加する。移動自体が身体的疲労に繋がる高齢者の方々が自身の不調を治療のために移動することは、負の連鎖であり早急な解決が望まれると考える。

また、豊田市は都市部と中山間部が共存する市であり、2005年の編入合併により中山間部の面積の割合かなり大きい。中山間部の方の移動は改善されているものの更なる支援や新たな策を練る必要があると考え、豊田市を対象地域として研究を進めることにした。

3 距離に着目した交通費補助モデル

本研究におけるアクセシビリティとは、高齢者の移動に関する時間、費用、身体的疲労などの事を指す。アクセシビリティの向上による移動コスト改善の中で交通費の補助に注目して研究を進める。年金給付、貯蓄を主な資金とする高齢者にとって、交通費の負担は重いと考えられる。バス、タクシーなどを用いて自宅から最寄りの診療所や病院までのアクセスを充実させる為、距離に着目して高齢者の交通費を補助するモデルを考える。2020年国勢調査を基に、豊

田市全体の3次メッシュで65歳以上人口と2020年国土交通省の医療機関データから病院の位置情報を使用する([3], [4])。また、図1は以上のデータを基に作成した。

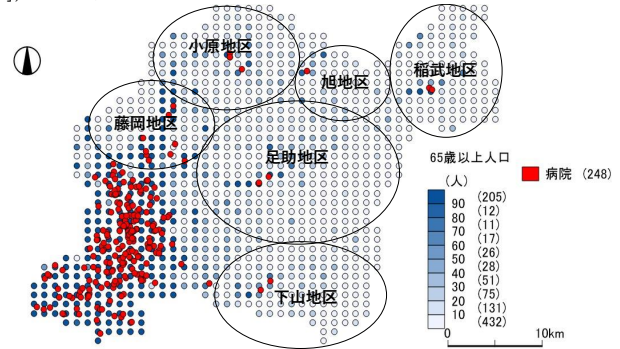


図1 豊田市 65 歳以上人口分布並びに病院位置

3.1 モデル概要

本モデルでは各メッシュの中心点を代表点とし、代表点から最近隣病院までの距離に応じた補助を考える。以下がモデルで使用する記号の定義である。

I : 3次メッシュ代表点集合 $i \in I$

J : 医療施設の集合 $j \in J$

d_{ij} : 各3次メッシュ代表点 i から全ての医療施設 j への距離 (km)

d_i^{min} : 3次メッシュ代表点 i から最近隣病院 j への距離 (km)

P_i : 3次メッシュ i 内の 65 歳以上人口

d_0 : 基準距離 (km)

p : 一律に住民に支給する月額補助金額 (円/月)

S : 交通費補助の総額 (万円/月)

I_0 : 補助金交付対象の3次メッシュ代表点集合

d_{ij} から各メッシュの最近隣距離 d_i^{min} を探索し、最近隣病院までの距離が後に定める基準距離 d_0 (km) よりも遠い住民を交通費補助の対象住民とする。

$$d_i^{min} \geq d_0 \quad (1)$$

を満たす住民に対して補助金を支給する。また交通費補助の総額は、

$$I_0 = \{i \mid d_i^{min} \geq d_0\} \quad (2)$$

$$S = \sum_{i \in I_0} pP_i \quad (3)$$

で求める。

3.2 道路距離におけるモデル計算

実際にバスやタクシーは、道路を走行する。そのため、道路距離による詳細な計算が必要とされる。そこで、OSM

経路探索を用いて各メッシュから全ての医療施設への距離 d_{ij} を計算できた。その中で、最近隣医療施設への距離 d_i^{min} を求めた。また、道路距離にしたことで直線距離の 1.5 倍ほど距離が増加した。

図 2 は d_i^{min} に対する人口の分布を示しており、この図より d_0 の決定を行う。しかし、OSM 経路探索では、入力した座標から近いノードからノードまでの距離を計算するため計算結果に多少の誤差が生まれる。しかし、本研究では誤差は無視できるものとする。図 2 より、直線距離同様 $d_0 = 2(\text{km})$ でグラフが穏やかになっている。よって、 $d_0 = 2(\text{km})$ と決定する。なお、本研究では、距離に着目しているため p は可変で考えるものとする。道路距離、直線距離ともに $d_0 = 2(\text{km})$, $p = 800(\text{円/月})$ と設定し、計算結果を表 1 に示す。前節では、モデルを説明する上で直線距離を用いた。また、モデルの実現可能性を検証するためにも最初に直線距離で行った。その結果も表 1 に示している。

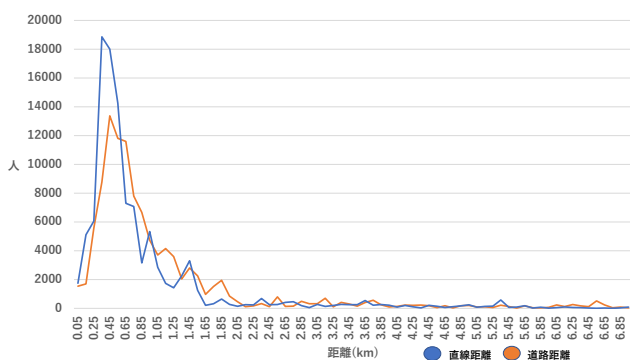


図 2 直線距離、道路距離における距離分布

表 1 交通費補助モデル計算結果比較

	対象住民 (人)	総補助金額 (万円/月)
直線距離	9072	725.76
道路距離	12828	1026.24

4 デマンドタクシー導入における運行台数

中山間地域の各地域には地域バスが運行している。しかし、バスでは実現できないデマンドタクシーによる柔軟な移動を考える。本章では、デマンドタクシーの営業所を主要病院の傍に配置したときの運行に必要なタクシー台数を待ち行列 M/M/c モデルを用いて求める。

対象地域は、クリニックを除く病院までの距離が遠い方を対象とし、その方々の最寄りの病院が 3 つ存在したのでそれぞれ A,B,C 病院とし傍に営業所を配置した。扱うデマンドタクシーの定義として、利用希望者が自らタクシー営業所に依頼し、指定した場所での乗車、降車をする。また、デマンドタクシーの特徴でもある乗り合いは考えないものとする。さらに、タクシーは乗客の診察時間が終わるまで拘束されている者とする。以上の定義のもと、M/M/c モデル ([5]) を適応する。また、計算を行う上で必要な λ , μ の設定はデータ ([3], [4]) から求めた。以下が λ , μ の計算方法についての説明である。

D : 最近隣病院が同じメッシュ代表点の平均片道距離 (km)

V : タクシーの平均時速 (km)

P : 一日当たりの平均利用人数

H : 運行時間 (h)

$a = 1.2$: タクシーが乗客の診察が終わるまで待機する 1 時間、タクシーの配車や乗車降車で計 12 分かかることを考慮するための定数

以上の記号の定義より λ , μ は、

$$\lambda = \frac{P}{H}, \mu = \frac{V}{(4D + aV)} \quad (4)$$

と求める。 λ , μ とデマンドタクシー台数を表 2 に示す。

表 2 デマンドタクシー台数結果

営業所	λ	μ	c
A 病院	3.444	0.332	11
B 病院	1.721	0.329	7
C 病院	0.936	0.330	4

5 おわりに

距離に着目した交通費補助モデルを用いて交通費補助の全貌を把握することが出来た。しかし、OSM 経路探索の精度は見直しが必要となる。

デマンドタクシーについては、実データに基づいてタクシー台数を求めたが、営業所の設置場所の検討、乗り合い、乗客診察中運転手の拘束の有無などより現実問題に近いケースを想定し、高齢者だけでなくタクシー側への配慮を兼ねた研究が必要である。

参考文献

- [1] みちなびとよた, <https://michinavitoyota.jp/portal/index.html> (2023 年 5 月閲覧)
- [2] 豊田市 タクシー料金助成利用券 (ひとり暮らし高齢者等移動費助成制度) <https://www.city.toyota.aichi.jp/kurashi/fukushi/koureisha/1003153/1003160.html> (2023 年 5 月閲覧)
- [3] e-stat 政府統計の総合窓口 / 統計地理情報システム, <https://www.e-stat.go.jp/gis> (2023 年 5 月閲覧)
- [4] 国土交通省 国土数値情報ダウンロードサイト/令和 2 年度医療機関データ, https://nflftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P04-v3_0.html (2023 年 6 月閲覧)
- [5] 森 雅夫・松井 知己:『オペレーションズリサーチ』. 朝倉書店, 東京, 2004.