

平成 28 年度 卒業論文

平成 29 年 2 月 3 日

千葉県における公共施設の 交通利便性評価

法政大学 理工学部 経営システム工学科

経営数理工学研究室

13x4038 重富 一毅

13x4119 長島 清貴

13x4132 松信 駿

指導教員 五島 洋行 教授

学科名	経営システム工	学籍番号	13x4038 13x4119 13x4132
申請者氏名	重富 一毅 長島 清貴 松信 駿		
指導教員氏名	五島 洋行		

論文要旨

論文題目	千葉県における公共施設の交通利便性評価
------	---------------------

千葉県は人口が増加している中、それを超える割合で高齢化が進んでいる。そこで本研究では、交通利便性に注目し、3つの地域に分けて評価する。都市部である北西部に調査地点が集中しないよう、北西部、北東部、南部に分け、それぞれ人口が上位5位の都市を抽出し、各市役所の利便性を評価する。 また日本に目を向けると、国としても少子高齢化が進んでおり、人口においては首都圏を除けば減少傾向にあり、それと反比例するように高齢者人口が増加している。また、地方では沿線人口減少によりバス及び鉄道路線の廃止、鉄道ダイヤの減便が後を絶たない。そこで本研究では、鉄道網、バスの運行データ、2地点間の直線距離をもとに、公共施設への公共交通の利便性を、PTAL手法を用いて評価している。また、評価値を高齢化率に関連付けて考察する。
--

目次

第1章	はじめに.....	1
第2章	関連研究.....	3
2.1	関連研究の特徴	3
2.2	対象地点	4
2.2.1	対象地点の選定理由	4
2.2.2	本研究の対象地点	4
第3章	関連知識.....	7
3.1	EDF.....	7
3.2	重み付け	8
3.3	アクセシビリティ指標	11
第4章	分析手順.....	12
4.1	分析手順のフロー	12
4.2	使用データ	13
4.3	直線距離	14
4.4	運行本数	15
第5章	計算結果.....	19
5.1	計算結果とアクセシビリティ指標	19
5.2	PTAL と高齢化率の比較	21
5.3	重み付けの考察	23
第6章	おわりに.....	24
参考文献		25
謝辞		26

第1章はじめに

本論文では、千葉県内の市役所を対象に、Public Transport Accessibility Level(PTAL)と呼ばれる定量化手法において、Equivalent Doorstep Frequency(EDF)を用いて、公共交通機関の利便性を評価した後、その評価値と高齢者人口との相関関係について考察する。

日本の高齢化の推移と将来推計[1]を図 1 に示す。左側の縦軸は総人口を表し、右側の縦軸は高齢化率、横軸は年度を表し、平成 27 年までは実測値をそれ以降は推計値を表している。図 1 より、日本の総人口が減少傾向にあるのに対し、高齢者人口の割合は増加傾向にあり、急速に高齢化が進んでいるといえる。そして、このまま高齢化が進行すると平成 72 年には、高齢化率は 39.9%に達し、総人口の 2.5 人に 1 人は高齢者になると推計している。

高齢化が進む社会で、大きな問題となるのは、交通の問題である。メディアで連日報道されている、悲惨な乗用車事故¹を起こしているのは、いずれも 65 歳を超えた高齢者ドライバーである。運動能力や判断能力の低下、また認知症などが原因といわれている。これらの事故に対する対策として、来年 3 月に改正道路交通法が施行され、以下の高齢者運転対策が実施される。

- ・一定の違反行為をした 75 歳以上の高齢運転者に対する臨時認知機能検査の導入

- ・臨時認知機能検査で認知機能の低下が自動車等の運転に影響を及ぼす恐れがあると判断された者に対する臨時高齢者講習の導入

- ・運転免許の更新等の際の認知機能検査で認知症の恐れがあると判断された者に対し、その者の違反状況を問わず、臨時適性検査（専門医の診断）を行い、又は医師の診断書の提出を命ずることを可能とする制度の見直し

これらの法改正により、75 歳以上の高齢者ドライバーに対する、事故の未然防止に向けた対策が講じられている。しかし、65 歳から 75 歳までの高齢者ドライバーへの対策は講じられていない。既存の制度で政府や自治体、警視庁では 65 歳以上の高齢者の運転免許証の自主返納を推し進めている。

しかし、高齢者ドライバーの多くは、移動手段の足として乗用車を利用しているため、生活を維持する上でなくてはならないという。そこで、高齢者の自主返納を推進していくためには、警視庁からの呼びかけだけではなく、生活に不十分とならないように、公共交通機関の整備が必要になってくる。

この問題の解消には、乗用車以外の交通手段である、公共交通機関の利便性の向上が必要不可欠である。生活の足として代替する公共交通機関として、鉄

¹ Inforseek ニュース:社会問題化する“高齢者ドライバーの交通事故”特集,
http://news.infoseek.co.jp/feature/elderly_drivers_license/, (2017 年 1 月 14 日確認)

道、バス、タクシーなどが先に思い浮かぶ。鉄道やバスなどの公共交通機関は都市部では整備されているものの、どちらか単体の交通機関で生活の足として利用するには、十分であるとはいえない。また、農村地域では運行本数などの制限が大きい。一方、タクシーなどの移動手段ではいずれの地点にも問題なく移動できるが、コスト面や運行台数の制約から、問題を解決する手段とはならない。そこで、本論文では鉄道とバスの利便性を評価し、算出した評価値とそれぞれの地域の高齢化率との比較を試みる。

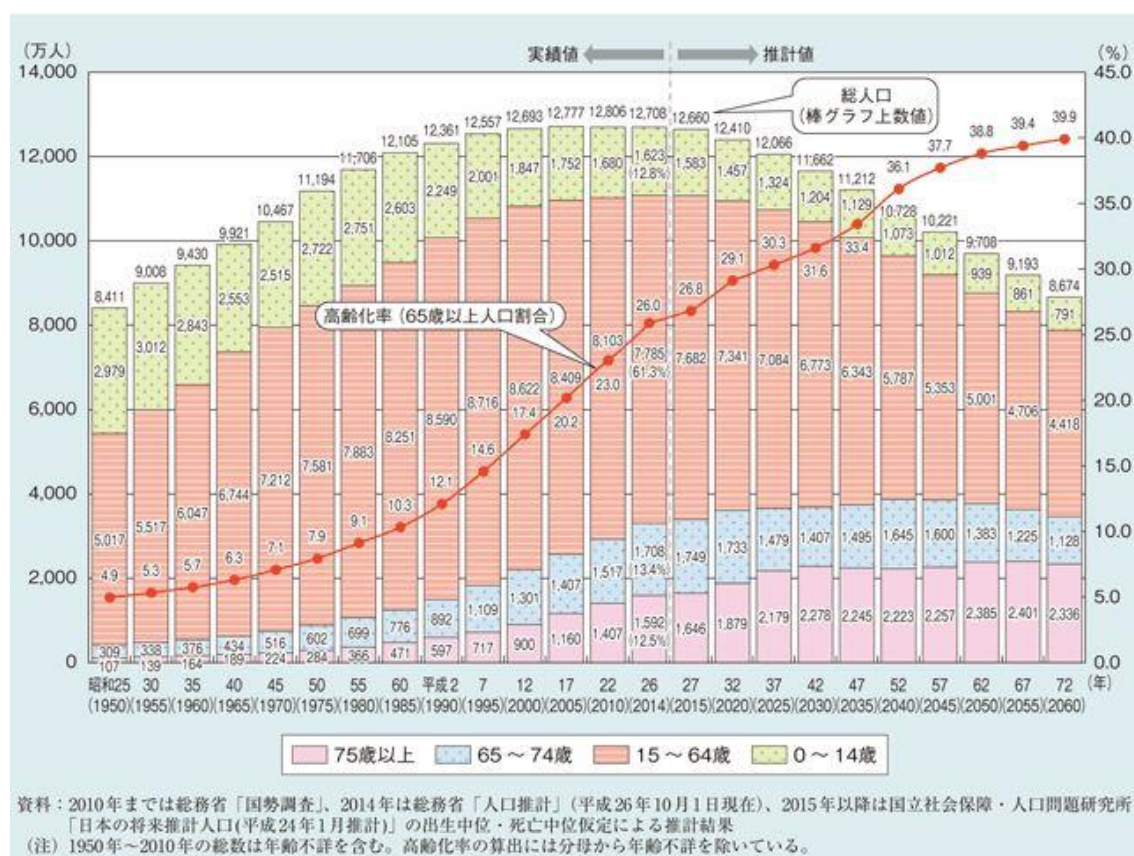


図 1 高齢化率の推移と将来推計

第2章 関連研究

2.1 関連研究の特徴

PTAL 手法を用いて公共交通の利便性を評価した研究としては、国府田ら[2]が挙げられる。この研究では、埼玉県内の大学所在地を対象に PTAL 指標における EDF を算出し、PTAL 手法と、公共交通空白(不便)地区という線引き手法を比較している。後者の方法では、公共交通空白(不便)地区の定義が表 1 のようにバラバラであり、また公共交通の運行本数の多寡を反映できていないため、それらの点において前者は優れた手法になっている。

Belinda M. et al. [3]は、宗教の違いや所得レベルを考慮した上で、北アイルランドの首都ベルファストのバスネットワークを、PTAL 手法から評価している。[3]では、文化・習慣が異なる他宗教のコミュニティバスは、利用したがない点を考慮している。そこで、宗教ごとにセクションを分けて、それぞれ評価している。数値結果をもとに路線網の変化で、市民の生活にどのような影響をもたらすかをセクションごとに考察している。

しかし、どちらの研究も EDF 算出における重みづけが正確性に欠けるところがあり、完全な PTAL 手法を構築できているとはいえない。

表 1 埼玉県における「公共交通空白(不便)地区」の設定例

自治体	公共交通空白地区	公共交通不便地区
さいたま市	市街区域で、駅・バス停から300m以遠	空白地区でないが、運行本数が少ない
春日部市	定義なし	人口密度5万/ha以上で、公共交通の沿線から300m以遠
久喜市	定義なし	駅から1km以遠、バス停から300m以遠
草加市	駅から1km(日暮里舎人ライナーは500m)以遠	空白地区でないが、運行が1日1往復

2.2 対象地点

2.2.1 対象地点の選定理由

国府田らの研究では、埼玉県内の大学所在地を対象地点としている。対象とした理由として、

- ・大学、短期大学は農村や山間部を除いて広範囲に分布しており特定の市、地域、鉄道沿線に集中していない。したがって県内都市部の状況を概括し比較できる。

- ・大学は基本的に一定以上の敷地を必要とするため、駅前や中心市街地からやや離れた地域にあることが多い。すなわち都市内の位置では新興住宅地や郊外団地と共通性があり、公共交通不便の問題が起きやすい地点が多い。

と述べている。それに対し、本論文では千葉県内の市役所を対象地点とした理由を以下に述べる。

- ・市役所は地域住民が必ず利用する施設であり、おおむね図 2 の地点で、各市町村の中心となるような地域に分布し、特定の地域、鉄道沿線各地域に集中していない。そのため、公共交通機関の発達が必要であり、各地方を同様に比較することができる。

- ・高齢者が利用する施設として、病院や公共施設があげられる。病院は対象地点が多くなり、選定するのが難しい。またほかの公共施設では、利用頻度に偏りが出る。市役所はすべての高齢者が同様に利用すると考えられる。

- ・大学と同様に市役所も一定の敷地を必要とする。上記で国府田らが述べた理由と同様である。

2.2.2 本研究の対象地点

本研究では千葉県を対象地域として選定する。千葉県は 1 都 2 県と隣接しており、人口は約 6,197 千人²である。これは全国 47 都道府県中、第 6 位である。また高齢化率は 25.4%であり、これは全国 47 都道府県中 38 位である。四方を海に囲まれ、水と緑の豊かな自然に恵まれており、首都圏の東側に位置し、太平洋に突き出た房総半島を有している。人口が減少する都道府県が多い中、千葉県は増加傾向にある。ここで区域ごとの特徴を以下に述べる。

・北西部

北西部は、県庁所在地の千葉市の他、今回対象地域としてあげている 5 つの都市は都心にも近いベッドタウンでもある。昭和 30 年代頃から大規模団地の建設をはじめとする住宅開発が進み、都心のベッドタウンとして東京都内への通勤・通学者が多く在住している。近年、つくばエクスプレス、上野東京ライン

² 千葉県統計年鑑:市区町村別平成 27 年国勢調査による世帯数、人口、面積、
<https://www.pref.chiba.lg.jp/toukei/toukeidata/nenkan/nenkan-h27/index.html#a3>

の開通でさらに都心へのアクセスが便利になった。

- ・北東部

北総台地の北部に位置し、水郷や利根川、九十九里浜など、水と緑の豊かな自然にも恵まれている。また、太平洋に面しており、漁業や農業などの産業が盛んである。近年は、圏央道、千葉東金道路の延伸があり、道路での都内へのアクセスは向上している。しかし、鉄道路線の運行本数は年々減少の一途をたどっている。

- ・南部

1997 年に東京アクアラインが開通すると、それまでの木更津から川崎の間の所要時間が短縮された。近年はアクアラインの通行料金値下げにより高速バスの需要が増えつつある一方、鉄道路線の運行本数は年々減少の一途をたどっている。2015 年に東京一館山の特急列車を減らしたことにより、東京方面の通勤客は高速バスにシフトしている。

以上の 3 つの区域に分け、対象となる都市を図 2 に示す。図 2 で分かるように、おおむね千葉県全域が対象地点となるように配慮している。上位 5 位を対象地点とした理由を以下に示す。

- ・ その都市の高齢化にかかわらず、人口が多い都市ほど高齢者の数は多いという仮定をしている。より多くの高齢者がいづく公共交通の問題を扱うためである。
- ・ 人口が多い都市は、周辺地域において、交通の起点になっていることが多いという仮定をしている。起点となる地点の発展が、周辺地域に与える影響が大きいと考えるためである。

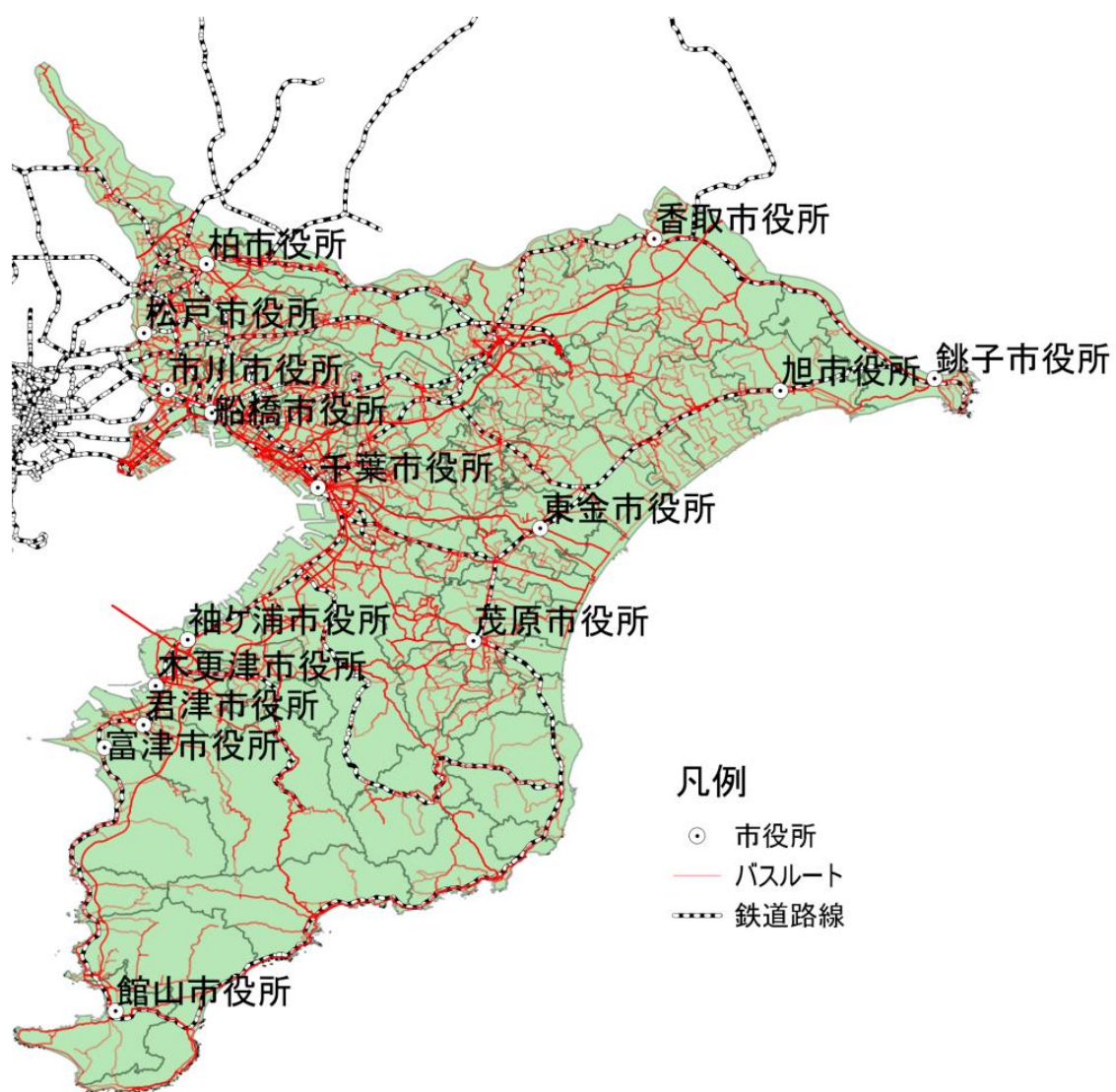


図 2 本研究の対象地点

第3章 関連知識

3.1 EDF

抽出された駅，バス停に対して EDF を算出する．

以下，歩行時間を **walking time**，平均待ち時間を **average waiting time**，信頼係数を k とする．EDF は，PTAL 手法において，

$$\text{EDF} = \frac{1}{\text{walking time} + \text{average waiting time} + k} \quad (1)$$

と定義される．以下，各項について述べる．

$$\text{walking time} = \frac{\text{straight line distance}[\text{m}] \times 1.3}{80[\text{m}/\text{min.}]} \quad (2)$$

歩行時間は，平均的な歩行速度を $80[\text{m}/\text{min.}]$ と設定し，2 地点間の直線距離に 1.3 を掛けた値を歩行速度で割って求めている．このとき，直線距離を道路距離になおすために 1.3 をかけている．

$$\text{average waiting time} = \frac{60}{\text{scheduled frequency per hour}[\text{qty.}/\text{hr.}]} \div 2 \quad (3)$$

平均待ち時間とは，例えば 1 時間に運行本数が 10 本あれば， $(60/2 \div 10) = 3$ 分として算出する．人々は様々な時間に，駅またはバス停に到着して直近の運行まで待つが，平均すれば各運行のちょうど中間となる時刻に到着するという考えに基づき，上の式で定義する．

Belinda M. et al. は，信頼係数 $k[\text{min.}]$ について公共交通機関が，運行スケジュール通りに運行している際は， $k = 1$ としている．しかし，入手した運行データが最新のものではなく正確な値とはいえない場合，鉄道や地下鉄などの公共交通機関は $k = 0.75$ ，バスでは $k = 2$ としている．本研究では，鉄道の運行データは最新のものを入手できたため， $k = 1$ とし，バスの運行データにおいては，最新であるかどうかの判断ができなかったため一様に $k = 2$ としている．

以上三つの項を合計した時間が，ある地点を出発してある路線を利用するまでの必要時間，すなわちアクセスにかかる時間的コストである．

この EDF を，全ての対象地点から全ての利用可能な鉄道・バス路線ごとに算出し合計したものが，各地点における公共交通アクセシビリティの基本的な指標となる PTAL である．国府田らなどの PTAL の標準的手法では，各地点における EDF 合算に際して，単純に合計するのではなく鉄道，バスごとに最も EDF の高い路線に重み付けをしている．これは公共交通の一般的な利用場面において，人々は使える全路線を均等に使うというよりも特定路線を中心に使うことが多いとの考えによるものであり，重みづけに関しては，次の式を用いている．

$$PTAL = EDF_n + \left(0.5 \times \sum_{i=1}^{n-1} EDF_i\right). \quad (4)$$

このとき EDF_n は最大値である.

3.2 重み付け

国府田らでは, 式(4)により PTAL を算出している. しかしこの重み付けでは, 主要路線に対する重みが大きくなる一方, 他の路線は同様に小さくなり, 主要路線以外の重みが全く反映されていない. そこで, 本論文では新たな重み付けの方法を提案する.

重み付けをするうえで重要となるのが, 各路線の均等な重み付けである. そこで, 各駅の利用者人数から以下のように重み付けをしている.

駅別乗降客数[4]より, 2014 年の駅別乗降客数(人/日)をそれぞれの駅ごとに以下の式で求める.

$$\text{passengers getting on and off} = x/i. \quad (5)$$

x は各駅の一路線に対する乗降客数である. 各路線は上下線, 快速・特急などの特別路線の数だけ本数があり, どの線に対しても同様に利用している仮定の下, 線の本数 i で割って一つの線に対する乗降客数を算出する.

ここで, EDF は一時間あたりの運行本数をもとに算出している数値であるため, 一日の乗降客数から, 対象時間に利用している人数を推計する.

鉄道 OD 調査[5]より, 首都圏の時間帯別鉄道利用中人数を図 3 に示す. 調査対象である首都圏とは, 東京駅を中心に鉄道所要時間が 2 時間以内の駅であり, 千葉県はおおむね全域が含まれている. 図 3 の縦軸は, 対象圏内の利用者数の総和である. 横軸は 30 分刻みでそれぞれの時間の利用者数を表している. 対象時間 (午前 9 から午前 10 時) の利用者数の比は, 以下のように表すことができる.

$$y = \frac{\sum_{t=9}^{10} x_t}{\sum_{t=6}^{23.5} x_t}. \quad (6)$$

各時間帯の利用者人数が, x_t である. t は時間を表し, 6 時から 23 時 30 分まで値をとる. y が午前 9 時から午前 10 時までに, 鉄道を利用する人数の割合となる. 式(6)の比から, 対象時間に利用している人数 P は, 以下の式で表せる.

$$P = (\text{passengers getting on and off}) \times y. \quad (7)$$

駅ごとに, 式(6)に従い, 計算した結果を表 2 に示す.

重み付けは, 市役所ごとに重みを 1 とした時に, 午前 9 時から午前 10 時までの利用者数の割合の比で算出する.

$$\text{weighting}_x = \frac{P_x}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (8)$$

$$\text{city hall} = \sum_{i=1}^n \text{weighting}_i = 1. \quad (9)$$

x 番目の重み付けは式(8)で表され、このとき n のとり範囲は各市役所の利用可能駅の数までである。**weighting**は各路線の重み付けであり、これらの総和が各市役所の重み**city hall**で表され1となる。

また、本研究では入手が不可であった利用者人数は0として計算している。

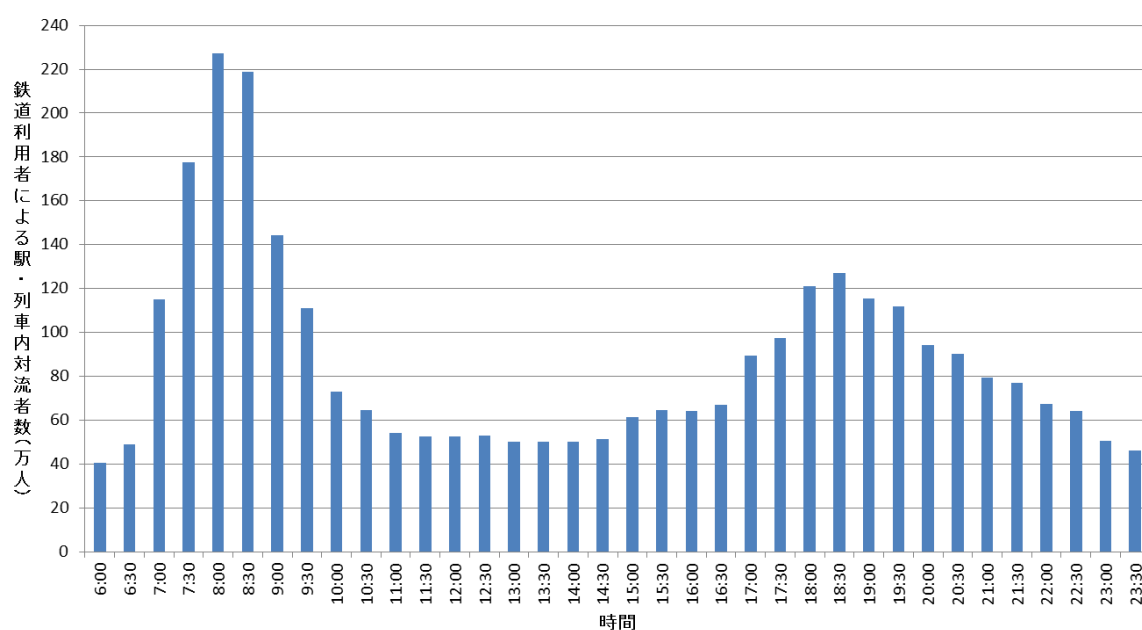


図 3 時間帯別の鉄道利用中人数

表 2 市役所別歩行可能駅の利用者人数，重み付け

市役所	駅	利用者人数(人/日)	9時から10時の利用者数(人)	重み付け
千葉市役所	千葉みなと	7126	749	0.14
	千葉みなと	7126	749	0.14
	千葉みなと	15561	1636	0.31
	千葉みなと	15561	1636	0.31
	新千葉	801	84	0.02
	新千葉	801	84	0.02
	市役所前	1972	207	0.04
	市役所前	1972	207	0.04
銚子市役所	銚子	3426	360	0.5
	銚子	3426	360	0.5
	銚子	-	-	0
	銚子	-	-	0
	銚子	0	0	0
	銚子	0	0	0
市川市役所	鬼越	2469	260	0.01
	鬼越	2469	260	0.01
	本八幡	34964	3675	0.16
	本八幡	34964	3675	0.16
	本八幡	58274	6125	0.26
	本八幡	58274	6125	0.26
	京成八幡	16161	1699	0.07
	京成八幡	16161	1699	0.07
船橋市役所	京成船橋	46055	4841	0.48
	京成船橋	46055	4841	0.48
	大神宮下	2155	227	0.02
	大神宮下	2155	227	0.02
東金市役所	東金	4539	477	0.5
	東金	4539	477	0.5
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦	4538	477	0.5
	袖ヶ浦	4538	477	0.5
香取市役所	佐原	3108	327	0.5
	佐原	3108	327	0.5
	佐原	-	-	0
	佐原	-	-	0
君津市役所	君津	8707	915	0.5
	君津	8707	915	0.5
旭市役所	旭	1910	201	0.5
	旭	1910	201	0.5
松戸市役所	松戸	49709	5225	0.16
	松戸	49709	5225	0.16
	松戸	49709	5225	0.16
	松戸	49709	5225	0.16
	松戸	52603	5529	0.17
	松戸	52603	5529	0.17
館山市役所	館山	1977	208	0.5
	館山	1977	208	0.5

3.3 アクセシビリティ指標

アクセシビリティとは、一般には人々があるサービスを利用するに当たりその入り口に入るまでのサービスへの到達のしやすさをいう[6].

都市の暮らしやすさの観点から、居住地から目的地までの空間移動を伴うアクセシビリティが対象である．とくに、移動の手段を徒歩と公共交通（鉄道，バスなど）に限定している．これは、自動車を利用する人々が便利ならばよいという考え方ではなく、自動車を日常的に利用できない人を含む多様な都市住民の利便性に政策の立脚点をおくべきという考え方（ユニバーサルデザインの都市づくり）によるものである．

Belinda M. et al.は、PTAL 手法により算出された数値に対して、アクセシビリティ指標を用いて 6 つの領域に分けたものを表 3 に示す．この指標では、PTAL 手法で算出された数値を、その都市の財政に結び付けて評価するために以下のような範囲で階層分けしている．

本論文では、利便性についての考察を試みるために、Belinda M. et al の指標を参考に表 4 のように定義している．

表 3 参考文献[3]のアクセシビリティ指標

アクセシビリティ指数	範囲
Very Poor	0.00-5.00
Poor	5.01-10.00
Moderate	10.01-15.00
Good	15.01-20.00
Very Good	20.01-25.00
Excellent	>25.00

表 4 アクセシビリティ指標(表 3 を参考に、筆者が定義)

アクセシビリティ指数	範囲
Very Bad	0.00-5.00
Bad	5.01-10.00
Moderate	10.01-15.00
Good	15.01-20.00
Very Good	20.01-25.00
Excellent	>25.00

第4章 分析手順

4.1 分析手順のフロー

分析手順のフローを図 4 に示し、手順ごとに以下に述べる。

指標算出対象とする時間帯を設定し、各駅・バス停を通る路線・系統別の運行本数を調査する。本研究では、市役所の開場時間が対象であり、最も高齢者が利用していると考えられる、開場時間直後の時間である、午前 9 時から午前 10 時の運行本数を用いる。運行頻度情報は、公共交通機関ごとに公表している 2016 年 12 月時点の時刻表データを用いる。なお、終着駅に関しては、一つ前の駅の発車時刻に終着駅までの移動時間を足して求める。

対象地点ごとに利用可能な駅・バス停を抽出する。一般的に、人の歩行速度は 80[m/min.]とされているのをもとに、駅は 10 分、バスは 5 分を歩行可能距離とし、駅は 800m、バス停は 400m 以内とする。

バッファによって抽出された駅、バス停の直線距離と運行頻度情報から、対象地点ごとの利便性得点を算出する。これは EDF と呼ばれ、路線ごとに算出し、同路線であっても上下線、方面が違うものは別の得点とする。

EDF に重み付けをしてすべての和をとったものが PTAL 手法による評価点とする。

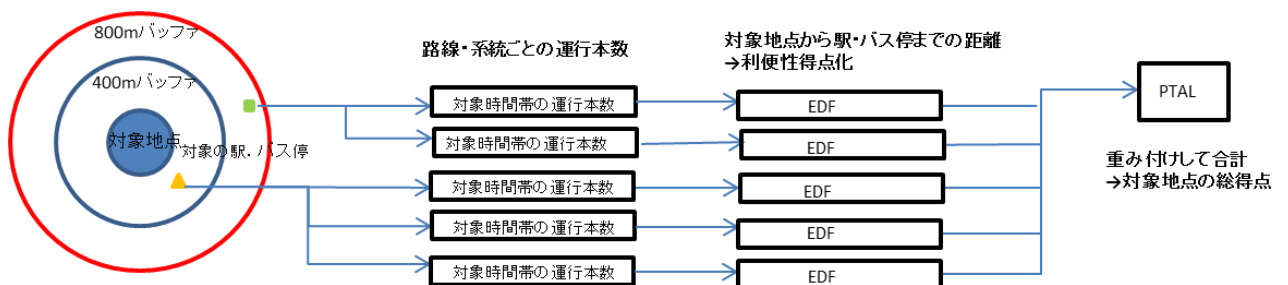


図 4 PTAL 手法における定量化の算出フロー（筆者が作成）

4.2 使用データ

国土数値情報[4]より，市区町村役場のデータを用いて，千葉県内における市役所を 15 選ぶ．選出方法は，千葉県を気象庁が用いている一次細分区域ごとの 3 つに分け，そのうちの人口が上位 5 位となるものを選ぶというものである．区域別に調査することにより，都市部に調査対象が固まらないように配慮する必要がある．背景として，千葉県は主に都市部が多い北西部に人口が集中しており，都市部から離れた南部，北東部は過疎化が進んでいる[7]．

北西部，北東部，南部に分け，その区域ごとの人口が上位 5 位を選ぶことにより，同様の比率で高齢者の割合も増えるという仮定の下，本論文では選出する．区域ごとの上位人口は表 5 に示す．

公共機関の発達には主要となる地点が必要であり，それは各地方で同様に必要と考え，区域ごとに上位 5 位を対象地点としている．図 2 に表されるように，対象地点はおおむね千葉県全域に広がっており，都市部，農村部に関わらず全域が対象となるので，公共交通評価に好ましいと判断している．また，人口が多い都市は高齢化率の高低にかかわらず，高齢者の人数は多くなる．そのため本論文の着眼点である，高齢者の交通事故に対して，単純に高齢者の人数が多いほうが起こりやすいと仮定する．そのため本論文では，表 5 の 15 市役所を対象地点とする．

表 5 一次細分区域ごとの人口上位

	北西部	北東部	南部
1位	千葉市	茂原市	木更津市
2位	船橋市	香取市	君津市
3位	松戸市	銚子市	袖ヶ浦市
4位	柏市	旭市	館山市
5位	市川市	東金市	富津市

4.3 直線距離

それぞれバッファによって抽出された、駅、バス停の緯度経度データを用いて、2 地点間の距離を算出する。

半径 6,370,000m の球を地球のモデルと考えて、球面上の大円距離を計算する方法[8]を用いる。球の中心を通るように球を切った時の切り口を大円という。大円距離とは、球面上の距離計測対象の 2 地点を結ぶ大円の弧の長さである。2 地点の経度緯度をそれぞれ（緯度 φ_1 ，経度 λ_1 ），（緯度 φ_2 ，経度 λ_2 ）とすると、大円距離 L [m]は、

$$L = 6,370,000 \arccos(\sin\varphi_1\sin\varphi_2 + \cos\varphi_1\cos\varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2)), \quad (10)$$

によって得られる。

式(10)の計算によって算出された直線距離を表 6，表 7，表 8，表 9 に示す。

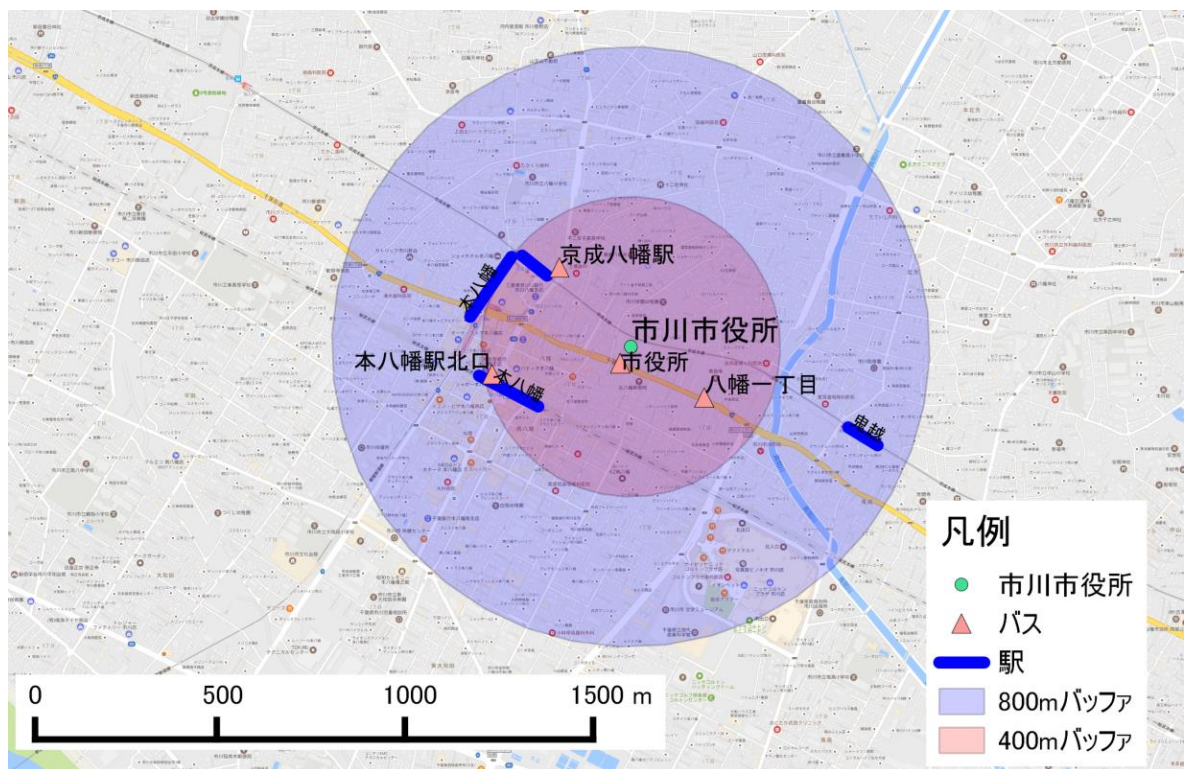


図 5 市川市役所周囲 400m 及び 800m バッファ (筆者が作成)

4.4 運行本数

鉄道及びバス会社の時刻表から、1時間当たりの運行本数を求める。結果を表6、表7、表8、表9に記す。また式(10)で算出した直線距離も上記の表に示す。運行データが存在しなかったものは、×と表上には表記し、計算では0としている。

表6 1時間あたりの鉄道の運行本数と直線距離

市役所	駅	直線距離(m)	路線	方面	運行本数(本)
千葉市役所	千葉みなと	298.01	千葉都市モノレール	千葉・県庁前・千城台方面	10
千葉市役所	千葉みなと	298.01	千葉都市モノレール	千葉みなと方面	9
千葉市役所	新千葉	592.51	京成千葉線	京成津田沼方面	6
千葉市役所	新千葉	592.51	京成千葉線	千葉中央・ちはら台方面	6
千葉市役所	市役所前	129.54	千葉都市モノレール	千葉・県庁前・千城台方面	10
千葉市役所	市役所前	129.54	千葉都市モノレール	千葉みなと方面	11
銚子市役所	銚子	554.42	JR総武線本線	上り	2
銚子市役所	銚子	554.42		下り	1
銚子市役所	銚子	554.42	JR成田線	上り	1
銚子市役所	銚子	554.42		下り	1
銚子市役所	銚子	554.42	銚子電鉄	下り	2
銚子市役所	銚子	554.42		上り	1
市川市役所	鬼越	596.68	京成線	上野・押上・西馬込・京急方面	5
市川市役所	鬼越	596.68		成田空港・ちはら台方面	6
市川市役所	本八幡	343.93	都営新宿線	新宿・京王線方面	12
市川市役所	本八幡	343.93		本八幡方面	13
市川市役所	本八幡	343.93	JR総武線本線	東行	20
市川市役所	本八幡	343.93		西行	14
市川市役所	京成八幡	343.93	京成線	上野・押上・西馬込・京急方面	10
市川市役所	京成八幡	343.93		成田空港・ちはら台方面	12
船橋市役所	京成船橋	626.59	京成線	上野・押上・西馬込・京急方面	11
船橋市役所	京成船橋	626.59		成田空港・ちはら台方面	13
船橋市役所	大神宮下	797.04	京成線	上野・押上・西馬込・京急方面	6
船橋市役所	大神宮下	797.04		成田空港・ちはら台方面	6
東金市役所	東金	230.78	JR東金線	上り	2
東金市役所	東金	230.78		下り	2
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦	394.83	内房線	上り	5
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦	394.83		下り	3
香取市役所	佐原	586.15	JR成田線	上り	1
香取市役所	佐原	586.15		下り	1
香取市役所	佐原	586.15	JR鹿島線	上り	1
香取市役所	佐原	586.15		下り	1
君津市役所	君津	767.19	内房線	上り	4
君津市役所	君津	767.19		下り	2
旭市役所	旭	784.5	JR総武本線	上り	1
旭市役所	旭	784.5		下り	2
松戸市役所	松戸	434.24	常磐線上野東京ライン	上り	9
松戸市役所	松戸	434.24	常磐線各停	上り	7
松戸市役所	松戸	434.24	常磐線快速	下り	9
松戸市役所	松戸	434.24	常磐線各停	下り	8
松戸市役所	松戸	434.24	新京成電鉄	京成津田沼方面	7
松戸市役所	松戸	434.24		松戸方面	7
館山市役所	館山	738.14	内房線	上り	1
館山市役所	館山	738.14		下り	1

表 7 1 時間あたりのバスの運行本数と直線距離(千葉, 市川, 船橋, 木更津)

市役所	バス停	直線距離(m)	路線	方面	運行本数(本)
千葉市役所	市役所中央署	277.26		稲毛海岸	1
千葉市役所	千葉みなと駅	343.36		館山駅	2
千葉市役所	千葉みなと駅	343.36		稲毛海岸	1
千葉市役所	千葉みなと駅	343.36		千葉ポートタワー	2
千葉市役所	千葉みなと駅	343.36		蘇我駅東口	1
千葉市役所	福祉センター	391.1	×	×	0
千葉市役所	市役所南口	86.36		千葉ポートタワー	2
千葉市役所	市役所南口	86.36		蘇我駅	1
市川市役所	八幡一丁目	237.94		鬼越	2
市川市役所	八幡一丁目	237.94		本八幡	2
市川市役所	市役所	52.87		鬼越	2
市川市役所	市役所	52.87		本八幡	2
市川市役所	本八幡駅北口	376.94		高塚	2
市川市役所	本八幡駅北口	376.94		東松戸	5
市川市役所	本八幡駅北口	376.94		市川	1
市川市役所	本八幡駅北口	376.94		鬼越	2
市川市役所	本八幡駅北口	376.94		市川学園	4
市川市役所	京成八幡駅	284.4		高塚	2
市川市役所	京成八幡駅	284.4		本八幡	6
市川市役所	京成八幡駅	284.4		東松戸	5
市川市役所	京成八幡駅	284.4		本八幡	1
市川市役所	京成八幡駅	284.4		市川	1
市川市役所	京成八幡駅	284.4		医療センター	4
市川市役所	京成八幡駅	284.4		市川学園	4
船橋市役所	船橋市役所	81.54		西船橋	2
船橋市役所	駅前十字路	384.47		京成船橋駅	5
船橋市役所	駅前十字路	384.47		本社営業所	3
船橋市役所	駅前十字路	384.47		南船橋駅	3
船橋市役所	湊町二丁目	179.49		京成船橋	3
船橋市役所	湊町二丁目	179.49		本社営業所	3
船橋市役所	市役所入口	181.53		京成船橋	1
船橋市役所	市役所入口	181.53		西船橋駅	2
船橋市役所	自動車学校	327.87		京成船橋	1
船橋市役所	自動車学校	327.87		本社営業所	1
木更津市役所	市民総合福祉会館	194.42	×	×	0
木更津市役所	木更津市役所	86.43	×	×	0
木更津市役所	NTT木更津	283.58	日東交通イオンモール木更津線行き	君津駅行き	1
木更津市役所	NTT木更津	283.58		木更津駅行き	1
木更津市役所	NTT木更津	283.58	日東交通漸見線	上り木更津駅行き	1
木更津市役所	NTT木更津	283.58		下りイオンモール木更津行き	3

表 8 1 時間あたりのバスの運行本数と直線距離(東金, 茂原, 柏, 袖ヶ浦)

東金市役所	サンピア前	134.02		大網駅	1
東金市役所	サンピア前	134.02		東金駅	3
東金市役所	サンピア前	134.02		千葉駅	1
東金市役所	新宿	345.47		東金駅	1
東金市役所	新宿	345.47		海の駅九十九里	1
東金市役所	東岩崎	259.71		大網駅	1
東金市役所	東岩崎	259.71		東金駅	2
東金市役所	東岩崎	259.71		千葉駅	1
東金市役所	東金駅	273.68	×		0
東金市役所	中央公園前	160.39	×		0
東金市役所	東金駅東口	189.14		羽田空港	1
東金市役所	東金市役所	56.34		東金駅	1
東金市役所	東金市役所	56.34		片貝駅	1
東金市役所	東金市役所	56.34		千葉駅	1
東金市役所	中央公民館	139.43		東金駅	1
東金市役所	東金駅入口	350.81		東金駅	1
東金市役所	東金駅入口	350.81		海の駅九十九里	1
東金市役所	東新宿	345.87		東金駅	1
東金市役所	東金保健所	241.79		東金駅	1
東金市役所	東金保健所	241.79		片貝駅	1
東金市役所	東金保健所	241.79		千葉駅	1
茂原市役所	市役所	94.54	×		0
茂原市役所	税務署入口	312.63	×		0
茂原市役所	藻原寺	399.03		茂原駅	3
茂原市役所	藻原寺	399.03		長南方面	2
茂原市役所	幼稚園前	358.22		茂原駅方面	4
茂原市役所	西町	310.79		茂原駅方面	4
茂原市役所	西町	310.79		長南	1
茂原市役所	西町	310.79		循環器病センター	1
茂原市役所	西町	310.79		牛久駅	1
柏市役所	呼塚交差点	228.91		市立高校	2
柏市役所	呼塚交差点	228.91		若柴	2
柏市役所	呼塚交差点	228.91		柏駅西口	1
袖ヶ浦市役所	昭和小前	166.55	×		0
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			2
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			3
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			1
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			3
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			3
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦バスターミナル	344.22			1
袖ヶ浦市役所	袖ヶ浦駅	384.13		袖ヶ浦駅行き	1

表 9 1時間あたりのバスの運行本数と直線距離(香取, 富津, 君津, 旭, 松戸, 銚子)

香取市役所	香取市役所前	116.29		江戸崎・幸田車庫方面	1
香取市役所	市役所前	116.29		大戸・瑞穂ルート	1
香取市役所	佐原粉名口車庫	167.21		小見川駅(神里線)	1
香取市役所	粉名口入口	247.43	×		0
富津市役所	三ツ池	392.35	富津市役所・君津駅線		1
富津市役所	富津市役所	84.31	天羽日東バス富津市役所・君津駅線		1
君津市役所	君津市役所1	71.95	君津市バス 小系川循環	外回り	1
君津市役所	君津市役所1	71.95		内回り	1
君津市役所	君津市役所1	71.95	君津市バス 人見、神門	循環	1
君津市役所	君津市役所2	155.38	京成バス	東京八重洲口前、浜松町バスターミナル方面	3
君津市役所	君津市役所2	155.38		羽田空港国際線ターミナル方面	1
君津市役所	久保	350.27		君津駅、青堀駅行き	1
君津市役所	久保	350.27	日東交通、畑沢線	上り 木更津駅西口方面	1
君津市役所	久保	350.27		下り 君津駅南口方面	1
君津市役所	辻前公園	266.43	日東交通、周西線	上り	2
君津市役所	辻前公園	266.43		下り	1
君津市役所	高坂	241.31		グランドゴルフ場外回り	1
君津市役所	高坂	241.31		君津駅南口行き内回り	1
君津市役所	高坂	241.31		君津駅南口中島	1
君津市役所	高坂	241.31		神門方面	1
君津市役所	高坂	241.31		市役所方面	1
君津市役所	高坂	241.31	日東交通、周西線	A巡回	1
君津市役所	高坂	241.31		B巡回	2
旭市役所	旭郵便局	289.98	×		0
旭市役所	市役所	75.31	×		0
松戸市役所	根本	319.81		松戸駅行き	2
松戸市役所	根本	319.81		松戸営業所行き	8
松戸市役所	根本	319.81		八潮駅南口行き	1
松戸市役所	根本	319.81		市川駅行き	3
松戸市役所	根本	319.81		松戸駅行き	10
松戸市役所	岩瀬十字路	201.99		県立松高前	2
松戸市役所	岩瀬十字路	201.99		三条小台	7
松戸市役所	岩瀬十字路	201.99		松戸駅東口	10
松戸市役所	岩瀬十字路	201.99			5
松戸市役所	岩瀬十字路	201.99		東松戸	5
松戸市役所	衛生会館	185.63		松戸駅東口	2
松戸市役所	衛生会館	185.63		県立松高前	2
松戸市役所	市役所入口	104.99		松戸駅東口	2
松戸市役所	市役所入口	104.99		県立松高前	2
銚子市役所	駅前十字路	357.79		銚子駅行き	1
銚子市役所	駅前十字路	357.79		市立病院	1
銚子市役所	双葉町	390.05	×		0
銚子市役所	市役所前	175.86		銚子駅	1
銚子市役所	市役所前	175.86		市立病院	1
銚子市役所	本通一丁目	318.74		銚子駅	0
銚子市役所	本通一丁目	318.74		市立病院	1

第5章 計算結果

5.1 計算結果とアクセシビリティ指標

本研究の対象地点の数値とアクセシビリティ指標を表 10 に示す。

アクセシビリティ指標において、市川市役所、船橋市役所、松戸市役所、東金市役所、君津市役所の 5 つの市役所は利便性が高いと評価されている。これらの 5 つの市役所は東金市役所を除くと電車もバスも運行本数が多く、また歩行可能な距離にある駅・バス停が複数あったため、PTAL の数値も高くなったと考えられる。東金市役所付近は、バスの路線が複数整備されているが、いずれの路線も運行本数は 1, 2 本と少なく、バス停の数が PTAL の数値に反映していると考えられる。

上記の市役所とは対照に、銚子市役所、館山市役所、木更津市役所、茂原市役所、旭市役所、柏市役所、君津市役所、香取市役所の 8 つの市役所は不便であると評価されている。これらの市役所は、柏市役所を除くといずれも海や他県に面し、図 6 で見ると千葉県の外周に位置する市である。また、電車に目を向けると、銚子市役所を除くと一路線のみの運行となっている。これらの地域は、東金市役所の公共交通機関のように、バスの運行本数とバス停の数を増やすことにより、利便性の向上が必要である。

表 10 PTAL 手法とアクセシビリティ指標

市役所	PTAL	アクセシビリティ指標
千葉市役所	10.90	Moderate
銚子市役所	5.09	Bad
市川市役所	29.30	Excellent
船橋市役所	17.19	Good
館山市役所	0.75	Very Bad
木更津市役所	4.26	Very Bad
松戸市役所	31.86	Excellent
茂原市役所	9.35	Bad
東金市役所	19.41	Good
旭市役所	0.86	Very Bad
柏市役所	3.74	Very Bad
君津市役所	17.96	Good
富津市役所	1.68	Very Bad
袖ヶ浦市役所	10.80	Moderate
香取市役所	3.37	Very Bad

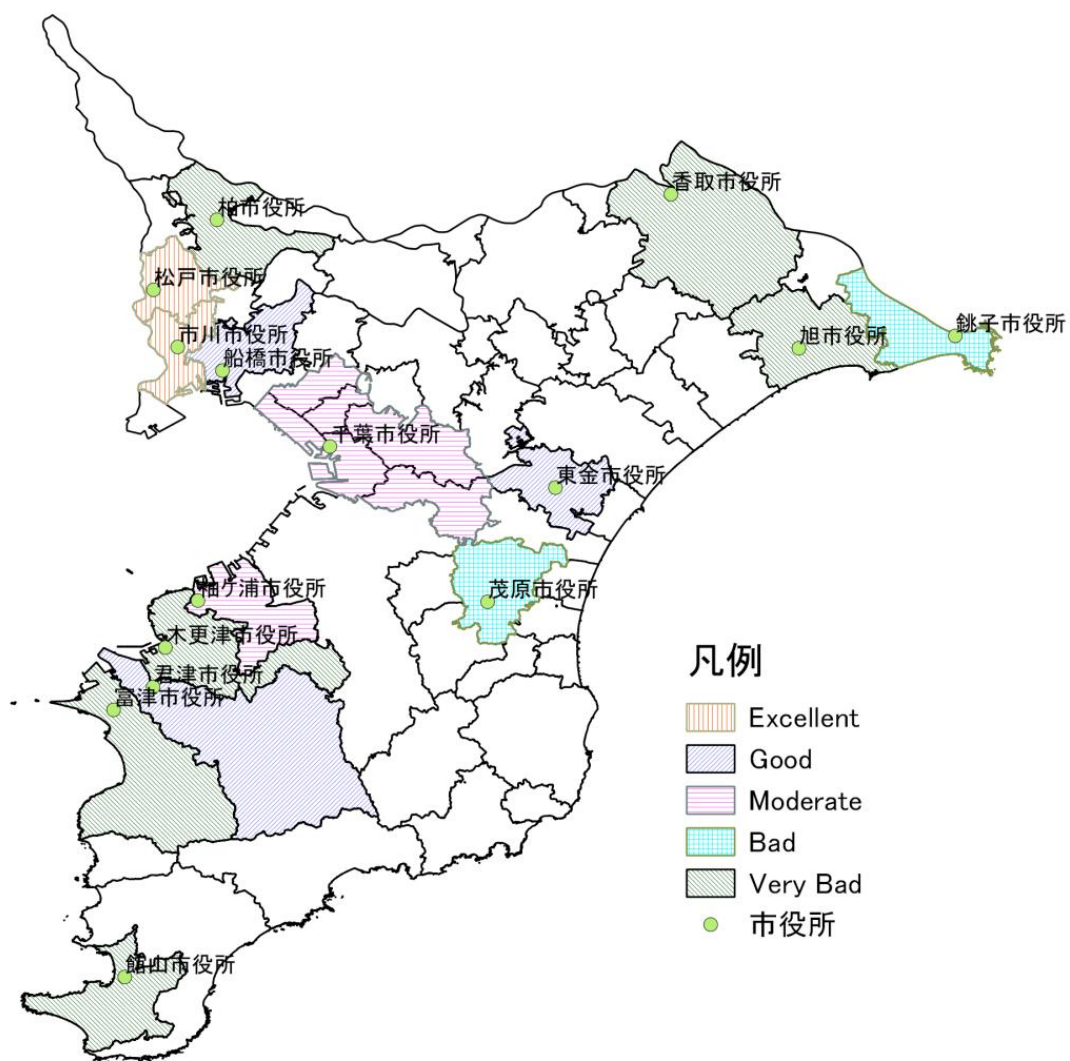


図 6 アクセシビリティ指標に基づき色付けした市区町村(表 10 より筆者が作成)

5.2 PTAL と高齢化率の比較

PTAL と高齢者の関係を図 7 に表す。図 7 は、縦軸に PTAL の数値を表し、横軸は各市区町村の高齢化率を表している。

図全体から見てとれるのは、高齢化率が高くて PTAL が高いという点をとる市役所はなかった。また、高齢化率が高い地域は PTAL が低い傾向にある。

以下に前述している、平均高齢化率である 25.4% を基準に、高齢化率の高低を二分し、A~D の領域それぞれに分けて考察する。

・領域 A

北西部のすべての市は、千葉県平均高齢化率を下回っている。5 つの市役所は、農林水産省[9]が定義する人口密度 1,800 人/km² 以上となる都市部に該当している。しかし、すべての都市の便利度が高いというわけではない。柏市役所の場合、平均高齢化率を下回っているが、市役所までの駅からの直線の距離が遠く、今回の手法では歩行可能距離圏内に利用可能な駅がなかった。市川市役所や松戸市役所は、最寄りまでの対象時間に利用可能な鉄道及び、バスの運行本数が極めて多いことにより、数値が高くなったのではないかと考えられる。船橋市の場合運行本数は多いが、駅から市役所までは離れている。また、バスの本数はさほど多くないことにより、市川市役所、松戸市役所ほどの数値は得られなかった。千葉市役所と袖ヶ浦市役所は、高齢化率及び PTAL が近い値を取っている。これは、一駅あたりの運行本数の多さが PTAL の数値を上げている。袖ヶ浦市役所の場合は、バス停の数が数値に反映されている。

・領域 B

東金市役所、君津市の 2 つの市は PTAL の値がともに高い。東金市役所はバスの本数は少ないものの、市役所周辺バス停の数が多かったことで、数値が高くなったのではないかと考えられる。君津市役所も同様にバス停の数が多く、東金市役所よりは低いものの高い数値をとっている。

・領域 C

木更津市役所、旭市役所の 2 つの市は、高齢化が進んでいる割に PTAL の値が低い。PTAL の値が小さくなった一因として、歩行可能距離の制限があげられる。歩行可能距離を延ばせば、利用可能な駅やバス停が多数あった。

・領域 D

香取市役所、銚子市役所、富津市役所及び館山の四つの市においては、平均高齢化率を大幅に上回っているにも関わらず、PTAL の値が低いことから、対策が必要である。いずれの市役所も都市部ではないことから、企業による運行本数は見込みづらいであろう。そのため、行政によるコミュニティバスの運行等の対策が望ましい。

茂原市役所については、目立った特徴がほとんどなかったため、どの領域にも含めなかった。

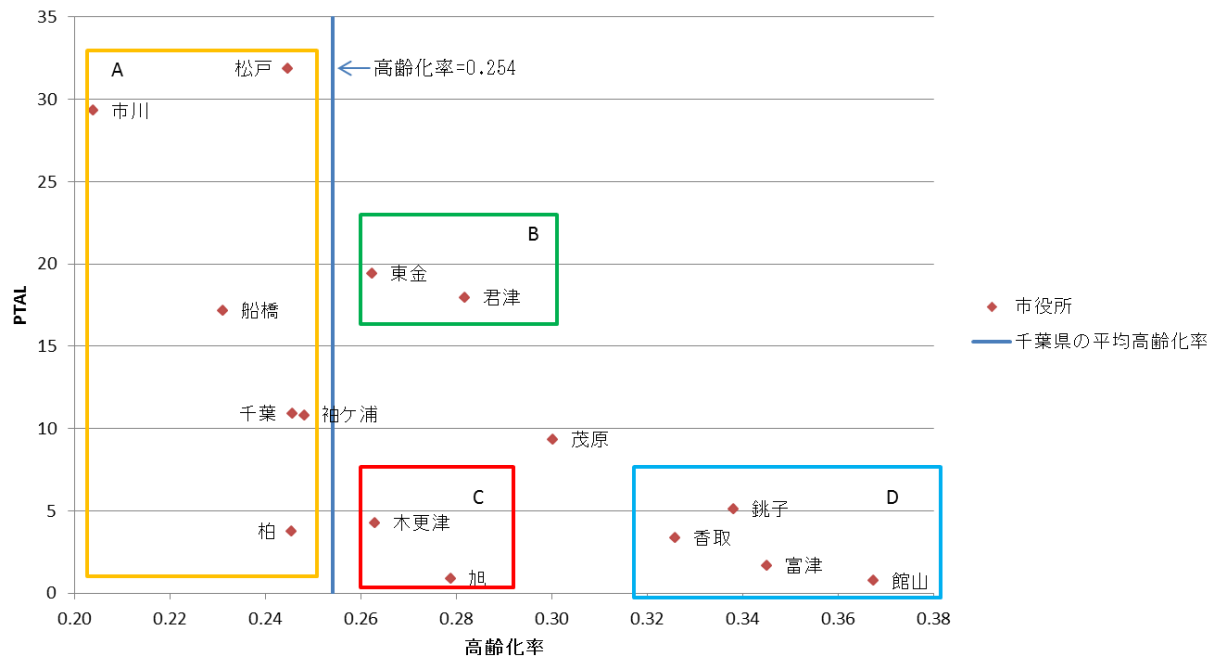


図 7 各市役所の高齢化率と PTAL

5.3 重み付けの考察

式(4)より算出された、国府田らの PTAL 手法と新手法により重み付けをした PTAL を図 8 に示す。図 8 は、縦軸が PTAL の値をとり、横軸に高齢化率をとる。国府田らの PTAL 手法により算出された EDF は、主要路線に対する重み付けが大きくなりすぎてしまうために、PTAL の数値が取りうる値の幅が大きくなり、比較しづらくなっている。一方新手法による重み付けをした PTAL については、各市役所の重み付けの総和が 1 となるように設定しているため、国府田らの PTAL より数値が小さくなっている。どちらの手法でも等しい数値となっている木更津市役所、茂原市役所、柏市役所は、いずれも歩行可能距離の範囲内に利用可能な駅がなかったため、新手法による重み付けが反映されていない。新手法により大きく数値が変動した、千葉市役所、市川市役所、松戸市役所はいずれも鉄道路線が発達しており、各駅の一時間あたりの運行本数が多い。また、歩行可能距離圏内に利用可能な駅が多く、鉄道による EDF 値が PTAL の数値を大きく占めていた。国府田らの PTAL 手法では、駅による EDF 値が大きく反映されてしまうため、バス停の EDF と差が大きく出てしまう。新手法では鉄道路線に対し重み付けをしたため、バス停の EDF 値との差を小さくすることができた。

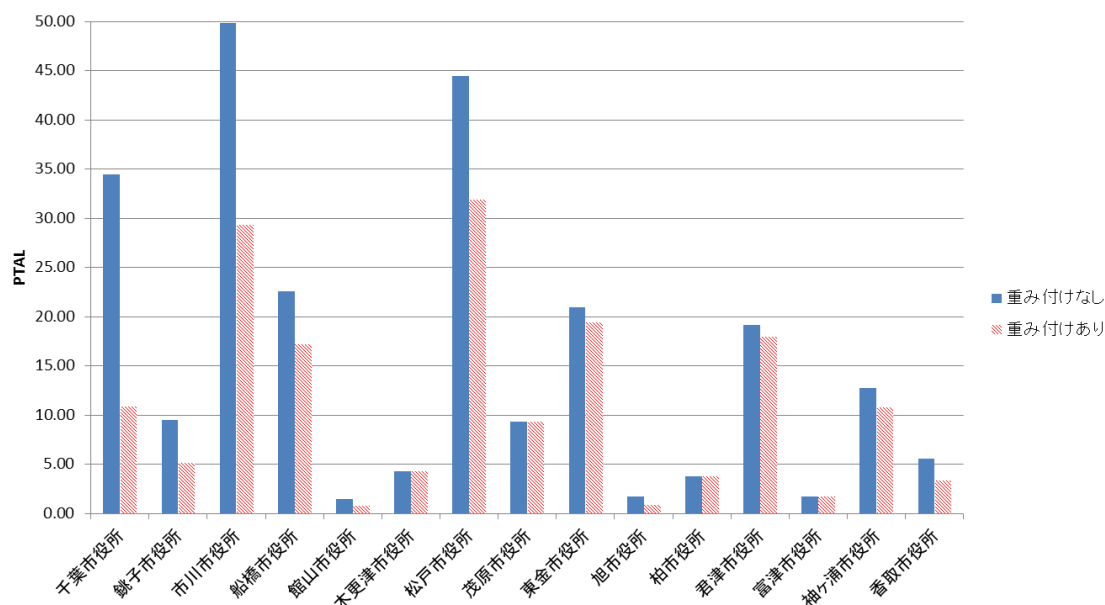


図 8 国府田らの PTAL と新手法による重み付けをした PTAL の比較

第6章 おわりに

本論文では、PTAL 手法から千葉県公共交通の利便性を評価し、高齢化と合わせて考察した。

既存の EDF の重みづけは正確性に欠けるところがあり、新手法により鉄道路線に対しては改善し提案することができた。

PTAL 手法の欠点は、電車やバスの速度の違いに挙げられる、サービスの速度、渋滞、および路線の普通・急行などの車両の違いなどが考慮されないことにある。日本国内を例にとると、同じ市内の駅であっても、新幹線が通る駅とそうでない駅は、利便性に大きな差があり、一様に考えては真の利便性評価の値を算出できない。

信頼係数 k の設定においても、文献により採用する値が大きく異なっている。これは、対象とされた地点の傾向にも大きく依存する。渋滞が起こりやすく、常に運行時間に従わない路線もあれば、天候によって運休または大きく影響を受ける路線もある。そういったものも考慮し、信頼係数を変数として与えることが今後の PTAL 手法の発展に望まれる。

EDF の算出に際し、本論文では歩行可能距離を、鉄道では 800m 以内、バスでは 400m 以内としたが、参考文献により定義が異なる。これは、人間が歩行可能と判断する距離がそれぞれ違うため、採用される距離がそれぞれ違うと考えられる。今後は、道路状況や起伏、気候など様々な要因で変化する歩行可能距離を、アンケート調査や数理モデルで表すことができれば、PTAL はより信頼性の高い値となるであろう。

参考文献

- [1] 内閣府,“平成 28 年度高齢社会白書 第 1 章高齢化の状況”,pp.2–6.
- [2] 国府田 諭,上岡 直見,“埼玉県の公共交通の利便性 —PTAL 指標による定量化—”,交通権学会誌, vol.31, pp.43–50, 2010.
- [3] Belinda M.,Julian P.,“A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility”,Transport Policy, vol.10, pp.307–320, 2007.
- [4] 国土交通省国土政策局国土情報課 国土数値情報ダウンロードサービス,
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>. (2017 年 1 月 14 日確認)
- [5] 国土交通省,“平成 24 年度 大都市交通センサス分析調査 報告書”,pp.419–430.
- [6] 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)”,pp.3–10.
- [7] 松原 光也,“地理情報システムによる公共交通の分析”,多賀出版,pp.43–51, 2010.
- [8] 三浦 英俊,“緯度経度を用いた 3 つの距離計算方法”,オペレーションズ・リサーチ:経営の科学, vol.60, pp.701–705, 2015.
- [9] 農林水産省,“都市と農村の主要指標”,
http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/kikaku/k_panf2003/pdf/02.pdf.(2017 年 1 月 14 日確認)