

バリアフリー度の定量的指標の開発*

Development of Quantitative Index of Level of Barrier-Free*

中本英貴**・島崎敏一***

By Hidetaka NAKAMOTO**・Toshikazu SHIMAZAKI***

1. はじめに

高齢社会を迎えた近年のわが国では、社会福祉はますます重要度を増している。中でも公共施設などのバリアフリー化は課題のひとつである。「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」(通称 ハートビル法)や、「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(通称 交通バリアフリー法)などは、社会福祉あるいはバリアフリーに対する考え方がかたちになったもののひとつである。これらにより建物や駅など、点としてのバリアフリー化は着々と進んでいる。

一方、車いすや歩行者の走行環境やバリアフリー度などさまざまな視点からの研究が進んでいる。しかし、都市やまちを面として捉えた場合のバリアは依然改善されておらず¹⁾、研究も少ない。すべての人が不自由なく行動できる環境、面としてのバリアフリーが望まれることから、今後は面で捉えた場合の研究が必要である。

2. 研究の目的

車いす利用者にとり、その年齢に限らず移動距離が長ければ長いほど身体的負担度は高まる。本研究では、健常者と車いす利用者間の移動距離の差に着目した。

車いすで移動するには、その経路上に勾配や段差、狭幅員の歩道などがある場合、通行できない。その

ため、健常者と車いす利用者間に目的地までの経路および距離に違いができることがある。本研究は、健常者と車いす利用者が目的地まで最短で到達できる距離の違いでバリアフリー度を定義し、面としてのバリアフリー度を表す定量的な指標を開発することを目的としている。

この指標は、対象とする区域を任意に細分化して表した各バリアフリー度を、簡単な演算によって、統合した場合のバリアフリー度として算出が可能なものである(以下、統合容易性のある指標)。また、建物内や駅といった単体のバリアフリー度を含めた地域全体のバリアフリー度を表現することが可能な汎用性の高い指標である。

本研究で開発する指標の特徴として、大規模なネットワークであっても、ネットワークを分割し小単位でバリアフリー度を計算することで、計算がより簡便で済むこと、計算の結果、バリアフリー度が低く表された箇所がある場合、それはその区域に車いす利用者にとっての障害が存在することを意味しており、問題個所の把握が容易であるという2点が挙げられる。

開発する指標は複雑な計算式ではなく、簡便な式によって表され、より実用的なものとする。

3. 研究の方法

シミュレーションにより作成した仮想ネットワーク上で始点からいくつかの目的地までの最短距離をそれぞれ求め、以下に示す指標を用いてバリアフリー度を算出する。この際、仮想ネットワークは健常者用と車いす利用者用を準備し行なう。その後、中野区を対象としてケーススタディを行なう。これら二つの結果から実際に利用するにあたって最も有効と考えられる指標を検討し提案する。

最短距離を計る手法は、ダイクストラ法を活用し、

*キーワード：土木計画 地域都市計画

** 学生員，日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻(東京都千代田区神田駿河台1-8, tel/fax:03-3259-0989)

*** フェロー，日本大学理工学部土木工学科，(連絡先同上)

対象とする区域内の始点から各目的地までの健常者・車いす利用者それぞれの最短距離を求める。図-1にダイクストラ法のフローを示す。

求めた健常者・車いす利用者それぞれの最短距離の結果を用いて次に示す4つの指標でバリアフリー度を算出する。(i)相加平均(式-1) (ii)相乗平均(式-2) (iii)調和平均(式-3) (iv)2乗和を用いた指標(式-4)

上記のいずれの指標でも、まず、(車いす利用者の距離) / (健常者の距離)の値を算出し、これを仮にバリア度と定義する。この仮のバリア度を上記の4つの指標に従い、それぞれ指標ごとのバリア度を算出する。最後にこの値の逆数を取り、その値をバリアフリー度とする。バリアフリー度は0～1の間で表現され、バリアフリー度が1に近いほど、バリアが少ないということを意味している。なお、バリアフリー度が0であることは、目的地に到達できないことを意味している。

4. シミュレーション

(1) シミュレーションの概要

ノード数が100の仮想ネットワークを以下の要領で作成する。100の点をランダムに配置し、リンクをランダムに接続することで健常者用のネットワークを作成する。また、これらのリンクのうちランダムに選択したリンクを切断(車いす利用者の通行不可区間を設ける。)することで、車いす利用者用のネットワークとする。仮想ネットワークの例とイメージ図を表-1、図-2に示す。表中、○で囲まれている部分は各ノードまでの距離を表す。最下段の値は各ノードまでの距離の合計値が入力されており、これはプログラムによる計算上必要な値である。また、たとえば、図-2のような仮想ネットワーク上において、ネットワーク全体を一つとしてバリアフリー度を表そうとするものを一括といい、図のように(ここでは5つ)ネットワークを分割して、それぞれの区域でバリアフリー度を表したあと、簡単な演算によりネットワーク全体のバリアフリー度を表そうとするものを分割という。

仮想ネットワークを100組作成し、一括と分割の2通りのシミュレーションを行なう。

統合容易性のある指標を提案するためには、一括と分割の場合で、互いの値が近く出なければならず、

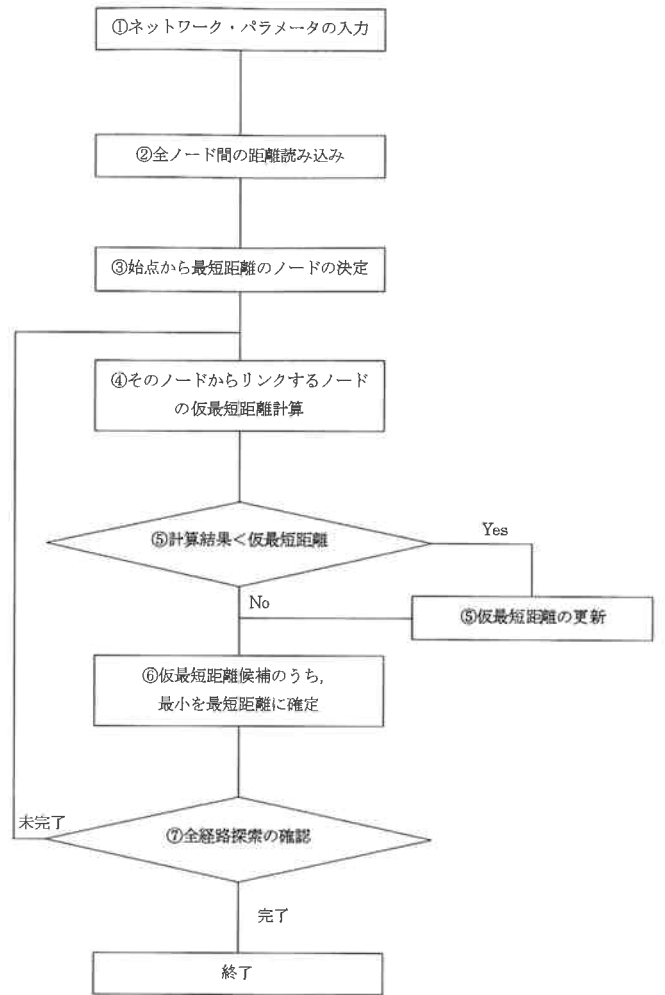


図-1 ダイクストラ法フロー図

$$\text{相加平均} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}}{n} \quad \dots (1)$$

$$\text{相乗平均} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}} \quad \dots (2)$$

$$\text{調和平均} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\frac{a_i}{b_i}}} \quad \dots (3)$$

$$\text{2乗和} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i}{b_i}\right)^2}{n}} \quad \dots (4)$$

aは、車いす利用者の最短距離

bは、健常者の最短距離

これを検証するために2通りのシミュレーションを行なう。ネットワークの分割はノード数30, 30, 40の3組に分け、バリアフリー度は、前章の4つの指標で評価する。

(2) シミュレーションの結果

シミュレーションの結果を検討するため一括と分割のバリアフリー度の差の分散の値を求めた。この分散の値が小さいほど、2通りのバリアフリー度の差が小さいことを意味する。つまり、統合容易性の高い指標である。結果を表-2に示す。なお、バリアフリー度は、行なったシミュレーション100組の平均の値を示した。ここでは、分散の小さい指標を重視し調和平均が最適であるとする。しかし、いずれの指標においても決定的に分散の大きな指標はなく用いることのできない指標ではないと考えられ、ケーススタディの結果と合わせてさらに検討する。

5. ケーススタディ

(1) 対象区域

ケーススタディとして東京都中野区・JR中野駅を中心とする概ね半径500m以内の区域を対象とした。この区域を駅を貫く南北道路と鉄道を境とし、北・南東・南西の3区域に分割した。なお、対象とする区域内において、幅員2m以下の道路(歩道)²⁾については、車いす利用者は通行できない³⁾ものとして扱った。なお、段差や勾配はこのケーススタディでは考慮しない。図-3は、対象とした区域を示したものである。図中、黒く示された箇所は目的地を示し、破線で示されている区間は、車いす利用者の通行できない区間である。始点はJR中野駅とした。各ノード間の距離は、地図上で計測した。

(2) ケーススタディの結果

結果を表-3~6に、それらをまとめたものを表-7に示す。バリアフリー度はシミュレーションの結果と同様、降順に、2乗和・相加・相乗・調和となった。また、一括と分割の差もシミュレーションの結果と同様、調和平均が最も小さい。

いずれの指標においても南東区域のバリアフリー度が最も低く評価されていることが分かる。対象区

表-1 作成した仮想ネットワーク

	1	2	3	4	5	...	97	98	99	100
1	0	71	0	49	0	...	33	43	56	0
2	71	0	0	0	60	...	37	64	0	41
3	0	0	0	24	62	...	0	0	0	72
4	49	0	34	0	0	...	0	0	24	0
5	0	60	62	0	0	...	92	62	0	16
...
97	33	37	0	0	92	...	0	0	31	0
98	43	64	0	0	62	...	0	0	56	0
99	56	0	0	24	0	...	31	56	0	0
100	0	41	72	0	16	...	0	0	0	0
合計	2647	2496	2996	2514	2470	...	2566	2683	2141	2385

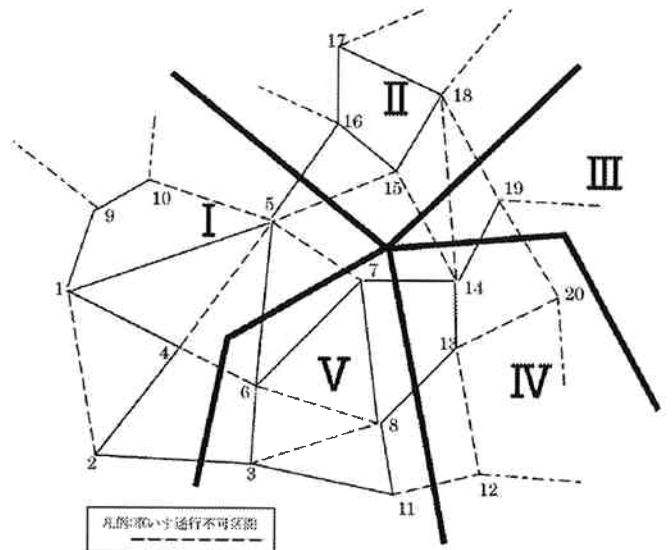


図-2 仮想ネットワーク (イメージ図)

表-2 シミュレーションの結果

	分散	バリアフリー度
相加平均	5.09E-05	0.633
相乗平均	1.25E-05	0.676
調和平均	1.24E-05	0.700
2乗和	9.33E-04	0.603

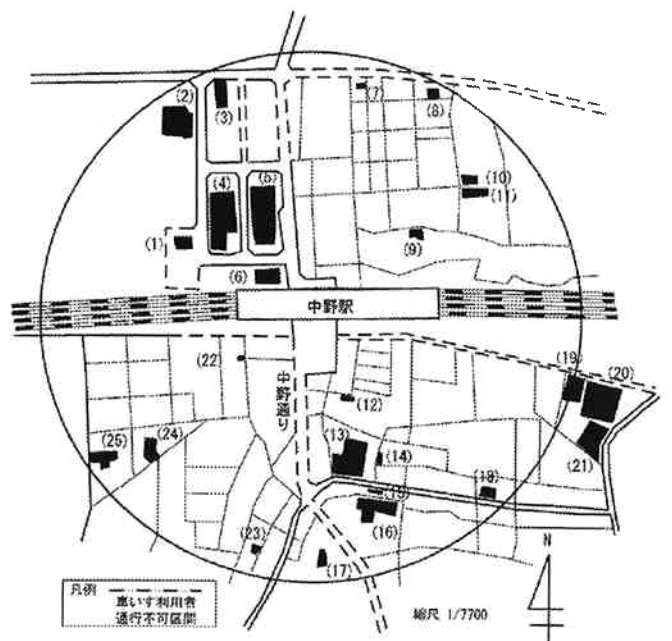


図-3 対象とする区域

域内において、南東区域では車いす利用者にとってのバリアが他の区域に比して大きいということが分かる。この結果より、南東区域のバリアを改善することで、この区域全体のバリアが改善できる。

6. バリアフリー度指標の検討

4(2)、5(2)のシミュレーションとケーススタディによる検証の結果、分散の値が最も小さく表されたものは、調和平均を用いたものであることが確かめられた。

統合容易性のある指標として最も重要なことは、一括と分割のバリアフリー度に差がないことである。つまり、本研究では分散の値が小さいことが重要である。よって、最も分散の値の小さい調和平均を用いることが有効である。

7. まとめ

本研究では、地域としてのバリアフリー度を表すための新しい考えを取り入れた指標の開発を目指した。算出した各区域のバリアフリー度を、いくつ組み合わせても、その区域を1区域として扱った場合のバリアフリー度と同じ値を示すことができるということのほか、与えられたデータの組み合わせを変えるだけで、元のデータに戻ることなく、違った評価をすることができる。つまりこのことは、リンクの改善(組み合わせの改善)により、今後どの区域を重点的に改善・整備していくことが有効であるかを把握することにつながる。

本研究では以上のことから、分割した場合と一括とした場合のバリアフリー度の一致を重視し、結果として調和平均を用いる指標が最適であるとした。この指標は、今回提案した4つの指標の中で最も分散の値が小さく、一括の場合との一致性が高かった。

今後の課題として、以下のようなことが挙げられる。

- 1) 今回は段差や勾配を考慮していないが、解決策としては各ノード間の距離入力の際に重みを設けたり、段差の程度による距離の加算などの対応が必要である。
- 2) バリアフリー度が、車いす利用者の感じるものと相違がある可能性があるが、ヒアリング調査などを通し実際の声を指標に反映させる必要がある。
- 3) 本研究で提案する指標を、建物内にも適用した際、

表-3 相加平均

バリアフリー度	北	0.967
	南東	0.834
	南西	0.935
	分割	0.912
	一括	0.904

表-4 相乗平均

バリアフリー度	北	0.968
	南東	0.846
	南西	0.938
	分割	0.916
	一括	0.912

表-5 調和平均

バリアフリー度	北	0.968
	南東	0.857
	南西	0.940
	分割	0.920
	一括	0.919

表-6 2乗和

バリアフリー度	北	0.966
	南東	0.821
	南西	0.932
	分割	0.908
	一括	0.895

表-7 ケーススタディの結果

	一括	分割	差
相加平均	0.904	0.912	0.008
相乗平均	0.912	0.916	0.004
調和平均	0.919	0.920	0.001
2乗和	0.895	0.908	0.013

建物と地域という規模の違いが大きいが、指標をそのまま適用することが可能であるかといった課題がある。

これらの課題を改善することで、指標としてより使いやすいものとする必要がある。

参考文献

- 1) 古瀬 敏:福祉のまちづくりと今後の展開, 都市計画227, Vol. 49 / No. 4, pp. 5-8, 社団法人 都市計画学会, 2000.
- 2) 中野区都市整備部都市計画課:中野区バリアフリー実態調査報告書, 2002.
- 3) 日比野正己:図解 交通バリアフリー百科, TBSブリタリカ, 2002.