

神戸大学 学生会員 ○小野 祐資
神戸大学大学院 正会員 喜多 秀行

1. はじめに

過疎地域では、バスが1日数往復しか運行されていないなど、バスで通院や買い物など日常に必要な活動ができないといった問題が発生している。公共交通は何らかの活動を行うための派生需要であるので、公共交通を評価する際には、その本源重要、とりわけ必要な最低限の活動をどの程度行いやすいかという視点が重要である。

公共交通を利用して活動を行うときの移動しやすさを評価する指標として、谷本らのアクセシビリティ指標¹⁾がある。この指標は活動時間や待ち時間など、移動のしやすさを時間的側面から公共交通を評価できるものである。

しかし、例えば、バスのステップの昇降能力がない住民はそれだけでバスが利用できなくなるなど、公共交通のサービス水準を評価するには、利用者の身体能力も考慮する必要があると考える。また、バスを利用する能力を有する場合でも、バス停までの徒歩などの身体的な疲労が移動のしやすさに影響を及ぼすと考えられる。これらの身体的な負担については渋川ら²⁾がまとめている。

公共交通の利用しやすさを時間的側面と身体的側面から統一的に評価できれば、公共交通政策を講じる上で有用であるが、著者らの知る限りそのような指標は見当たらない。そこで本研究では両者を統一的に評価しうる指標の構築を目的とする。具体的には、身体的負担がアクセシビリティ評価に及ぼす影響と年齢属性ごとの疲労の感じ方の違いを組み入れることにより、谷本のアクセシビリティ指標¹⁾を拡張する。

2. 公共交通の利用可能性

個人が公共交通を利用しようとしても利用できない状況を、公共交通の利用可能性がないとする。利用可能性に影響を与える要因はいくつかあ

るが、本研究では、表-1に示すような加齢に伴う身体能力の低下によって利用可能性がない状況を考える。

表-1 利用可能性に影響を及ぼす制約内容

k	制約内容
1	居住地～バス停の距離
2	居住地～バス停の階段
3	バス停での立位保持
4	バスステップの昇降能力

利用可能性は δ_k で表し、 $k = \{1, 2, 3, 4\}$ は表-1で示す。

$$\delta_k = \begin{cases} 0 & \text{for 制約}k\text{に対して利用可能性がない} \\ 1 & \text{for 制約}k\text{に対して利用可能性がある} \end{cases} \quad (1)$$

3. 身体的負担の計量化

活動を行う際のアクセシビリティ評価は、待ち時間や徒歩時間が長くなるにつれて低くなると考えられる。谷本ら¹⁾は待ち時間の疲労に対するアクセシビリティの低下を式(2)のように表しており、本研究でもこれを用いる。また、移動時間の疲労については、それぞれの移動時間が待ち時間の何倍に相当するかという概念で示すこととする。

$$g(T) = e^{-\gamma T} \quad (2)$$

一般に、疲労には精神的な側面と身体的な側面の両面があると考えられる。例えば、待つことに対しては精神的な疲労を、徒歩に対しては身体的な疲労を感じると思われる。これらの性質の異なる疲労を評価するものとして、等価時間係数³⁾がある。等価時間係数は「鉄道の着席15分に対して鉄道の立席は何分に相当するか」という概念である。本研究では疲労の性質が異なる待ち時間・徒歩時間・乗車時間の3つによる疲労を統一的に評価するために等価時間係数を用いる。

しかし、等価時間係数で高齢者と非高齢者の疲労の感じ方を評価するには問題があると考えられる。

その理由は、木澤ら⁴⁾が示すように、一般に主観評価では、非高齢者より高齢者のほうが同じ行動に対して、疲労の感じ方が小さいと評価する傾向があるからである。よって、主観評価を基としている等価時間係数を用いて年齢差を示すことは出来ない。

そこで、式(3)で表される代謝的換算距離⁵⁾の考え方を援用する。右辺第2項のように平地歩行と坂道歩行の代謝エネルギーの比で坂道歩行の疲労を、右辺第3項のように基準歩行速度と年齢別歩行速度の比で年齢による疲労の違いを考慮する。

$$E = B \times \frac{r(\theta)}{r(0)} \times \frac{v_w}{v_w(a_i)} \quad (3)$$

表-2 年齢別歩行速度（佐藤ら⁵⁾より作成）

年齢階級	歩行速度(km/h) (v_w)
5~10	2.17
11~14	3.39
15~49 (基準)	4 ($=v_w(a_i)$)
50~64	3.40
65~74	2.82
75~	2.51

勾配 θ と RMR $r(\theta)$ は式(4)で与えられる。

$$\begin{aligned} r(\theta) &= 1.2 + 3.113e^{0.4614\theta} & (\theta \geq -11(\%)) \\ r(\theta) &= 1.2 + 3.113e^{-0.4614\theta} & (\theta \leq -11(\%)) \end{aligned} \quad (4)$$

4. 提案する指標

以下、谷本ら¹⁾と同様に定式化していくが、次の点で異なる。①活動の長さを含む外出時間ではなく、移動時間に対する疲労を考慮する、②簡単のため1回の外出で1つの活動を行うとする、③活動開始時間の直前のバスと活動終了時間の直後のバスダイヤのみを考える、④移動時間を徒歩・乗車に分け、更に徒歩時間は勾配ごとに分割計測する、⑤利用可能性を表す変数Rを計算後に乗ずる。提案する指標を式(5)に示す。計算過程は小野⁶⁾を参照されたい。

$$A^b = \prod_{k=1}^4 \delta_k \times \frac{e^{\tau}}{\gamma^2} \left\{ -1 + e^{-\gamma(-t_a + t_d + M)} - \gamma(t_a - t_d - M) \right\} \quad (5)$$

$$\tau = -\alpha B - \varepsilon_1 h_1 - \varepsilon_2 h_2 - \varepsilon_3 h_3 - \varepsilon_4 h_4 - \gamma(t_a - t_d - M) \quad (6)$$

ここで、 t_d は家を出発する時刻、 t_a は家に到着する時刻、 M は移動時間である。 τ は疲労によるアクセシビリティの低下を表し、 h は徒歩時間、 B は乗車時間である。 δ_k は利用可能性を表す（表-1参照）。パラメータの値は表3のように与えられる。

表-3 パラメータの値

パラメータ	パラメータの値
待ち時間(γ) ¹⁾	1.814
バス乗車時間(δ) ³⁾	3.646
勾配が θ の徒歩時間 ³⁾⁵⁾ (ε_θ)	$4.172 \times \frac{r(\theta)}{r(0)}$

以上の手順により、個人の公共交通の利用可能性を考慮したアクセシビリティ値 A^b を算定しうる。

5. まとめ

提案した指標の有用性を確認するため、ケーススタディを行った。結果は紙面の都合、発表時に提示する。

6. 参考文献

- 1) 谷本圭志・牧修平・喜多秀行：地方部における公共交通計画のためのアクセシビリティ指標の開発，土木学会論文集 D，Vol.65 No.4，2009
- 2) 洪川剛史・原野安弘・生田進・山本洋一：「バリア」の概念と交通体系整備の課題に関する一考察，土木計画学研究・講演集，vol24 no.1，2001
- 3) 新田保次・上田正・森康夫：高齢者の交通形態別等価時間係数と時間価値，土木計画学研究・講演集，No.16(2)，1993.12
- 4) 木澤友輔・高見淳史・大口敬：個人属性・地形要因を考慮した徒歩・自転車による「行きやすさ」の評価，交通工学研究発表会論文報告集，第26回，2006.1
- 5) 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，日本建築学会計画系論文集，610号，133-139，2006.12
- 6) 小野祐資：公共交通の利用可能性を考慮したアクセシビリティ指標に関する一考察，神戸大学卒業論文，2011