

## 歩行者列を考慮した車いす混入時における歩行空間のサービスレベル\*

Service Level of Pedestrian Area with Wheelchair Users\*

木村一裕<sup>\*2</sup>・横山 哲<sup>\*3</sup>・小川竜二郎<sup>\*4</sup>・清水浩志郎<sup>\*5</sup>

Kazuhiro KIMURA<sup>\*2</sup>, Tetsu YOKOYAMA<sup>\*3</sup>, Ryujiro OGAWA<sup>\*4</sup>, Koshiro SHIMIZU<sup>\*5</sup>

### 1. はじめに

健康者のみならず、高齢者や障害者にとっての快適な歩行空間、つまりノーマルな歩行空間整備のためには、単にすれ違えるという観点からだけではなく、様々な状況に対応できるサービスレベル指標の設定が必要である。そのような観点から、筆者らはまずはじめに歩行空間のサービスレベルとして最も一般的であるHighway Capacity Manual（以下HCMとする）に着目し、学生を歩行者とした実験において、HCMの歩行挙動を解析し、スクランブル交差など様々な歩行空間のサービスレベルを判定するための指標とその基準値の設定を行った<sup>1)</sup>。これによって得られた結果は、実験という理想的な状況におけるサービスレベル設定の基準となるものであるが、現実の歩行空間では、荷物を持った人や、グループによる歩行のほか、対面する歩行者同志の交差の際に交差の仕方に違いがあることなど、様々な要因が加わる。そこで本研究では、同様の実験を現実の歩行空間において行い、学生実験で得られた結果と現実の歩行空間との対応関係について、とくに歩行者列の違いに着目し考察を行った。

### 2. 調査の概要

HCMにおけるサービスレベルの設定は、対面交差で、車いすの混入しない状況において、単位流量、密度、言語による表現により表わされている。本研究ではHCMにおいて言語によって表現されている歩行挙動を求めるため、まず学生実験を歩行者のみと車いす混入時の2種類行った。また現実の歩行空間

において、一般歩行者を対象に同様の実験を行い、両者の歩行挙動の比較を行った。次いで実験により定量化されたHCMの歩行挙動や歩行者流特性において、2つの平均値の差の検定を用いて、隣り合うサービスレベルの違いを分析しサービスレベルを再定義する。これに基づいて現実の歩行空間におけるサービスレベルの低下を示し、HCMとの対応関係を示すとともに、車いす混入時など様々な交通条件におけるサービスレベルを定義する。

学生、一般両者の実験条件を表-1に示す。この際、HCMの密度A, Fにあたる $0.08(\text{人}/\text{m}^2)$ 、 $1.80(\text{人}/\text{m}^2)$ は現実の歩行空間において、現れることがほとんどないため、4段階で調査を行った。また学生実験ははみ出しを制限しているのに対し、一般実験では制限のない横断歩道を対象にしているため、はみ出し制限によるサービスレベルに与える影響についての考察も必要である。

表-1 実験条件

| 実験名  | 密度 (人/㎡)                     | 対象者 | 実験区間  | はみ出し |
|------|------------------------------|-----|-------|------|
| 学生実験 | ①0.20, ②0.40<br>③0.60, ④1.00 | 学 生 | 9m×5m | 可    |
| 一般実験 | の4ケース                        | 一 般 | 8m×4m | 不可   |

注1)この実験で用いる密度①～④はそれぞれHCMのB, C, D, Eのサービスレベルに対応している。一般実験ではこれをⅡ～Ⅴとする。

### 3. 歩行速度

歩行者交通流の基本特性として、学生実験、一般実験における歩行速度を図-1に示している。

全体的には密度の増加に伴い速度が低下している。車いすが混入していない状態の学生実験と一般実験では、あまり速度の差がみられないのに対し、車いすが混入した状態における速度は、一般に比べ学生の速度がかなり低下している。このことから、車いすが混入した場合には側方のはみだし制限による影響が大きく関わっていると考えられる。

\*1 キーワード：歩行者交通行動

\*2 正会員 博(工) 秋田大学助手 土木環境工学科  
(秋田市手形学園町1-1、TEL 0188-89-2368、FAX 0188-37-0407)

\*3 正会員 工修 北海道開発コンサルタント(株)  
(札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1、TEL 011-801-1525)

\*4 学生員 秋田大学大学院鉱山学研究科

\*5 正会員 工博 秋田大学教授 土木環境工学科

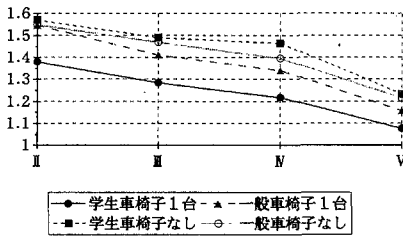


図-1 歩行速度

#### 4. 歩行挙動

##### (1)回避・接触・追従

本研究は、学生と一般実験における対面交通の歩行挙動に基づき、サービスレベルを設定し比較するものである。そのためHCMの言語により表現されていると考えられる歩行挙動、回避・接触・追従についての解析を行った。ここで一般の実験においては交差する際、歩行者が横断歩道の左右に完全に分かれて交差する状態や、入り乱れて交差する状態などが見受けられた。そこで本研究では、これらの交差の形態が歩行挙動に大きく影響し、サービスレベルの低下にもつながると考え、交差の種類として図-2のように①交差2列、②交差3列、③交差4列以上の3つに分類して一般の歩行挙動を分析した。これらの歩行者の流れとしては、交差2列はスムーズな状態であり、4列は錯綜した状態である。

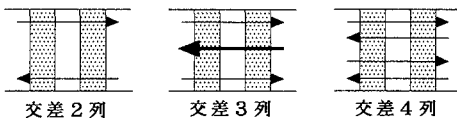


図-2 歩行者列群

学生と一般実験の車いす有無別の歩行挙動を図-3と図-4に示す。一般実験における歩行挙動は、学生実験に比べ、回避、接触回数が増加している。これは一般歩行者は学生実験とは異なり、歩行することを目的としているのではなく、グループで会話しながらの歩行や買い物による荷物の携帯などをとらなれた歩行であるため、自由度や歩行空間が学生実験より低下したためと考えられる。車いす有無別にみても、全体的にはあまり変化はみられないが、車いすが混入した通行条件Vにおいて回

避回数が増加していることから、車いすの混入は高密度の通行条件における回避回数に影響を与えると考えられる。一般の歩行挙動を交差列別にみると、交差2列より4列の回避、接触が高い理由としては、交差4列の方が対向者と交差することが多いためと考えられる。また、追従割合も一般実験の値の方が高くなっている。これは交差列別のグラフをみてもわかるように、一般実験は交差2列のように同一方向歩行者がまとまって歩くためであると考えられる。

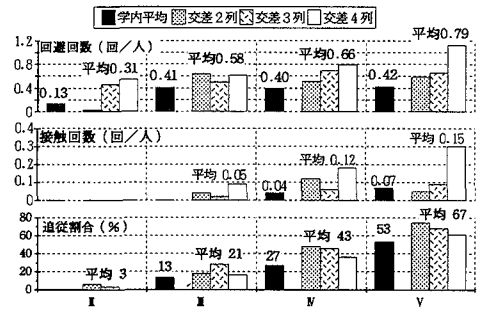


図-3 車いす0台における歩行挙動

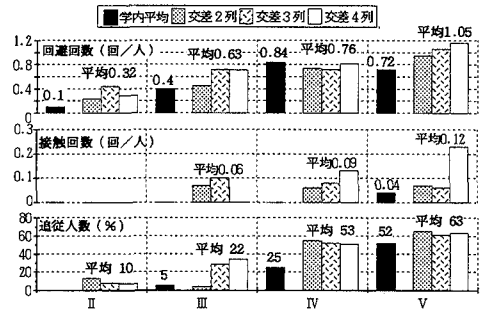


図-4 車いす1台における歩行挙動

##### (2)種類別回避

先述の(1)の歩行挙動解析において、回避については、歩行状態を観測した際、交差点前から回避をしたり、対向者とすれ違う直前に回避したりと、その形態も様々なものがあることが判明した。そこで本研究では、これらの回避の質の違いがサービスレベルの決定にも影響を及ぼしていると考え、回避形態を①交差点前からの回避、②交差点内での回避、③直前回避、④急激減速・停止の4つに分類して分析を行った。

それぞれの区分としては、交差点前からの回避は、交差点に入る前からの進行方向を変える回避で、交差点内での回避は交差点に進入した後に進行方向を変える回避である。このうち直前回避は、交差点内で、対面する歩行者と直前（約1m以内）で回避することであり、急激減速・停止は回避する空間がなく、歩行者または車いすとの接触を避けるために、急激に減速するか停止することとした。そこで①～④の4種類の回避データを学生、一般実験の車いす有無別に分析を行い図-5に示す。

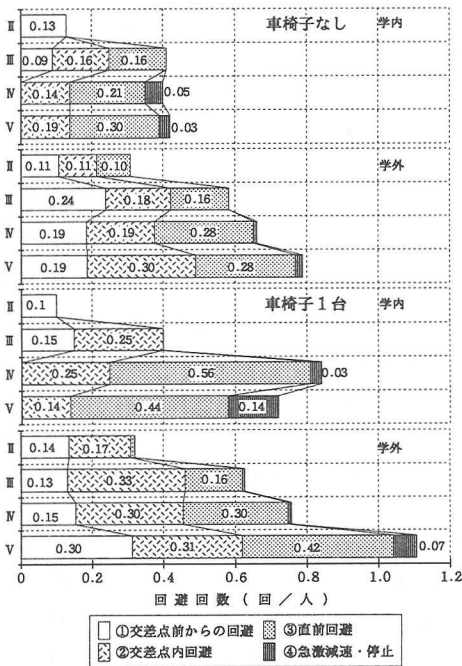


図-5 種類別回避

一般実験の交差点内回避が通行条件Vで学生実験の2倍以上の値になっていることから、幅員制限は交差点内回避、とくに高密度において影響すると考えられる。交差点前回避も全体的に増加している。これは撮影区間前にある歩行区間のスパンが長かったため、交差点前から回避行動を起こす歩行者が増加したと考えられる。車いすの混入による影響をみると、密度の低いうちは交差点内回避が増加し、密度が高くなると直前回避が増加している。このことより車いすの混入は高密度になるにつれ歩行者に影響を及ぼすと考えられる。

## 5. 有意差検定

ここでは、HCMにおいて各サービスレベルを特徴づける歩行挙動を明確にするために、①～④の種類別回避を含め、表-2の①～⑦の指標を用いて、HCMと同様の学生実験・車いす0台の歩行挙動について、隣り合うサービスレベルの違いを2つの平均値の差の検定によって検討した。ここまでの解析では現実の歩行空間ではHCMのサービスレベルA、Fの通行条件は現実には生じなかったため、通行条件4段階で行っていたが、HCMの通行条件は学生実験データより、A～Fの6段階椅子0台の通行条件I～VIの歩行挙動について解析を行ったものである。

表-3には有意差検定の分析結果と有意差のみられた指標値を示している。この表より、A～Bにおいて①の交差点回避が有意であり、B～Cにおいては②の交差点内での回避、③の直前回避、⑥の追従人数が有意であることが分かる。全体を通して①～④の回避と⑥の追従行動が、有意とされる値のほとんどを占めていることから、対面交通においては、回避、追従という行為がサービスレベルの設定に対してかなりの影響を与えていると考えられる。

表-2 観測指標

- |                 |            |
|-----------------|------------|
| ①交差点前からの回避(回/人) | ⑤接触回数(回/人) |
| ②交差点内での回避(回/人)  | ⑥追従人数(回)   |
| ③直前回避(回/人)      | ⑦速度(m/s)   |
| ④急激減速・停止(回/人)   |            |

表-3 有意差検定 (有意水準5%)

| 対比<br>LOS | ①             | ②              | ③             | ④            | ⑤           | ⑥             | ⑦                 |
|-----------|---------------|----------------|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------------|
| A/B       | 1.51<br>0/13  | 0<br>0/0       | 0<br>0/0      | 0<br>0/0     | 0<br>0/0    | 0<br>0/0      | 0.69<br>1.26/1.57 |
| B/C       | -0.16<br>13/9 | 2.43<br>0/16   | 2.43<br>0/16  | 0<br>0/0     | 0<br>0/0    | 2.14<br>0/13  | 0.24<br>1.57/1.49 |
| C/D       | -1.82<br>9/0  | -0.17<br>16/14 | 0.57<br>16/21 | 1.78<br>0/5  | 1.44<br>0/4 | 1.72<br>13/27 | 0.11<br>1.49/1.47 |
| D/E       | 0<br>0/0      | -0.13<br>14/14 | 0.37<br>21/25 | -0.64<br>5/3 | 1.02<br>4/7 | 3.38<br>27/53 | 1.41<br>1.47/1.23 |
| E/F       | 0<br>0/0      | 2.79<br>14/28  | 0.53<br>25/29 | 2.68<br>3/10 | 0.30<br>7/8 | 3.50<br>53/75 | 0.34<br>1.23/1.18 |

- 注: 1) 網掛け・フッターの部分は有意差のあった指標。下段はその指標値  
2) 網掛けのみの部分は有意水準5%以下だが、そのレベルの変化では有意であると考えられる指標  
3) 指標値の①～⑥の値は全体の人数に対する割合。

以上の分析により、各サービスレベルを特徴づける歩行行動と、その目安となる構成比をまとめたものが表－4である。この表では、サービスレベルAでは、回避行動が全くみられず、サービスレベルBになると、交差点内での回避がみられるようになる、というように各レベルを特徴づける歩行挙動が定量的に表現されている。

またこの表で用いられている割合は、表－3で有意とされた指標を対面交通、車いす0台での図で示された一人当たりの割合を用いて表した。例えば表－4のサービスレベルDの追従行動における25%以上という割合は、図－2の車いす0台における歩行挙動における通行条件Ⅳの追従割合27%の値を用いて導いた。

表－4 サービスレベル分類表

| Service Level | 歩行挙動による分類                                                               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| A             | 1. 回避行動無し                                                               |
| B             | 2. 交差点前回避が生じる                                                           |
| C             | 3. 交差点内回避が生じる<br>4. 直前回避が生じる<br>5. 追従行動が行われ始める                          |
| D             | 6. 急激減速・停止が生じる<br>7. 接触が生じる<br>8. 追従の割合増加                               |
| E             | 8. 追従の割合増加 (50%以上)                                                      |
| F             | 11. 交差点内での回避増加 (30%以上)<br>10. 急激減速・停止の増加 (10%以上)<br>12. 追従の割合増加 (70%以上) |

## 6. サービスレベル設定

ここでは学生実験と一般実験に用いられた各ケースのサービスレベルの判定を行い図－6に示し、それらの比較を行う。判定にあたっては、HCMと同様の条件である学生実験・車いす0台の歩行挙動に基づいて再設定した基準表－4に、図3～5で示されている一般実験の交差列2～4列のそれぞれの歩行挙動の値をあてはめることで判定した。例えば、一般実験車いす0台の交差列3列の状況では、通行条件Ⅱにおいて、交差点内回避、直前回避、追従行為が生じていることから、表－4の歩行挙動3. 4. 5. の分類に基づき、サービスレベルCと判断した。

車いす0台において、HCM(学生実験)と一般実験の交差2列のサービスレベルは同じであるが、3列と4列でサービスレベルが1ランク低下している。

車いす1台の場合には、低密度の段階から、一般実験のサービスレベルが1ランク低下しており、さらに高密度になると、交差3列、4列においてサービスレベルの低下がみられている。

| 密度(人/㎡)  | 0.20 | 0.40 | 0.64 | 1.00 |
|----------|------|------|------|------|
| 通行条件     | Ⅱ    | Ⅲ    | Ⅳ    | Ⅴ    |
| HCM対面交通  | B    | C    | D    | E    |
| 車いす0台 2列 | B    | C    | D    | E    |
| 3列       | C    | D    | D    | E    |
| 4列       | C    | D    | D    | E    |
| 車いす1台 2列 | C    | D    | D    | E    |
| 3列       | C    | D    | E    | F    |
| 4列       | C    | D    | E    | F    |

図－6 サービスレベル対応表

## 7. おわりに

本研究では、様々な状況に置ける歩行空間のサービスレベルの設定法について、歩行者密度や、歩行速度など交通流特性からだけではなく、サービスレベルが本来意味している歩き易さという観点から、さまざまな歩行挙動の出現率に基づいた方法を提示することができた。その際回避行動については、回避の仕方も多様で、その回避行動がサービスレベルに与える影響が大きいたことが明らかになった。

次いで現実の歩行空間での実験を行い、その歩行挙動を再設定したサービスレベルの基準を用いて表した結果、歩行者列の状況により、歩行空間のサービスレベルに違いがみられることが明らかとなった。また、現実の歩行空間では、買い物等による荷物携帯の状況、グループによる歩行などの要因により、サービスレベルが低下することがうかがえた。

### 《参考文献》

- 1) Highway Capacity Manual, TRB Special Report No. 209, 1985
- 2) 佐藤、木村、清水、横山：歩行空間における車いすと歩行者の挙動に関する研究、第15回交通工学研究発表会論文集、141-144頁、1995。
- 3) 木村、横山、小川、清水：車いす混入時における歩行空間のサービスレベル、都市計画学会論文集、31号、pp. 379-384, 1996。