

## 歩行者属性の多様化を考慮した歩行者交通分析に関する研究

国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市研究部  
都市施設研究室 主任研究官 吉田 純土  
前 都市施設研究室 室長 藤岡 啓太郎

### 1. はじめに

近年、東京や大阪等の大都市の都心部における再開発は、その特徴として、規模が大きく、商業施設や業務施設、住宅、医療施設、教育施設等の複合化が見られることが挙げられる。こうした地域における歩行者交通は、フレックスタイムの導入など通勤時間の多様化等の要因とも重なり、多様な歩行者属性および、多様な目的(通勤・通学、買い物、観光等)を有する歩行者の混在化が見られ、さらにはキャリアバックの使用やベビーカーの利用等の拡大に伴い、歩行者の携行品の多様化・大型化も顕著になっている。これらの傾向は、わが国がオリンピックの開催を控えていることや政府が観光立国施策を推進していること等からみて、今後も強まるものと考えられる。

国土交通省では、大規模都市開発に伴う交通影響の予測及び大規模都市開発に際しての交通計画の評価に関する指針を示した「大規模開発地区関連交通計画マニュアル」<sup>1)</sup>を発出している。本マニュアルにおいて示されている歩行者系交通に関する予測方法は、用途(業務系、商業系等)別にピーク時の歩行者交通量を予測することとなっているが、それぞれの用途が混在した場合の影響については言及がない。単路部におけるピーク時の一方向の歩行者流動に対する容量設計を行う場合に本マニュアルは有用であるが、多様な歩行者属性が混在する状況下において、歩行者の快適性を確保するための設計を行う場合、歩行速度や歩行者の占有面積を考慮した異なる設計のアプローチが必要となる。

本研究では、多様な歩行者属性が混在する都心部再開発地域等の周辺において、歩行者が円滑かつ快適に歩行することが可能な歩行空間を整備する手法を提示するための第一歩として、東京都心部において属性ごとの歩行状況を観測するとともに、観測から得られたデータを活用し、多様な歩行者属性の混在が歩行者流動に与える影響について、都内の3カ所の歩行空間を想定したケーススタディを行った。ケーススタディはシミュレーションにより行い、各ケースにおける歩行者の快適性を評価するために「歩行障害度」という指標を新たに設定した上で、その結果について分析した。

### 2. 歩行者の実態観測について

歩行者属性の多様性が、歩行者流動に与える影響について把握するために、本研究においては、東京23区内の3カ所においてビデオ解析による歩行者流動状況の把握を行った。以下に観測方法、観測結果等に関する概要を記す。なお、実態観測において収集するデータは、自由歩行環境下における属性別の希望歩行速度であり、混雑下における各属性の歩行速度ではない。(混雑下における歩行状況は3章のシミュレーションにより再現することとしている。)

## (1) 観測箇所

観測箇所としては、東京都心部において、高齢者、子育て世代、旅行者、グループ行動者の混在が顕著であると考えられる「日本橋」、「上野」、「六本木」の3地区の地下通路を選定した上で、各地区において、歩行者流動や出入口の配置状況の観点から特徴を有する観測ポイントを以下の通り設定した。なお、観測ポイントの配置図は図1～3の通りである。

[調査地区と観測ポイント]

### i) 日本橋地区

- ・高島屋本館方面改札前(買い物客と地下鉄利用者の錯綜が見られるT字状交差点)

### ii) 上野地区

- ・①日比谷線北側改札前(広場空間が形成されたT字状交差点)
- ・②日比谷線・銀座線連絡通路(一般的なT字状交差点)
- ・③上野マルイ方面連絡通路前(建物出入口に直結するT字状交差点)

### iii) 六本木地区

- ・日比谷線東側改札前(改札に直結するT字状交差点)



図1 日本橋地区調査ポイント



図2 上野地区調査ポイント



図3 六本木地区調査ポイント

## (2) 観測日時

多様な歩行者属性の混在を確認するため、観測は平日の15時から18時までとした。調査日は以下の通りとなっている。

[各エリアの調査日]

- ・日本橋地区:平成 27 年 2 月 3 日(火)
- ・上野地区 :平成 27 年 1 月 14 日(水)
- ・六本木地区:平成 27 年 2 月 5 日(木)

### (3) 観測方法

半径 20cm 以内に収まる三脚に連結したビデオカメラを歩行者の通行の妨げにならないように観測ポイントに設置し、上述の観測時間において撮影を行った。撮影データをビデオ解析することにより、歩行速度を計測し、以下の属性種別ごとに集計を行った。

[属性種別]

- ・性別(男女)
- ・年齢(非高齢者、高齢者[調査員の判断により 65 歳以上と見える歩行者])
- ・携行品の有無(ベビーカー、シルバーカー、キャリーバッグの有無)
- ・集団性(単独、2 人[子供連れを除く]、3 人以上[子供連れを除く]、子供連れ 2 人以上)

### (4) 観測結果

上記のビデオ撮影の結果から得られたデータを整理すると、表 1 の通りとなる。

表 1 属性別 サンプル数と歩行速度

年齢	性別	グループ	手荷物	サンプル数	平均速度 (m/s)	最大値 (m/s)	最小値 (m/s)	標準偏差 (m/s)
非高齢者	男性	単独	無し	50	1.41	1.97	1.00	0.23
非高齢者	男性	単独	キャリーバッグ	50	1.37	1.99	0.61	0.31
非高齢者	男性	単独	ベビーカー	3	1.14	1.51	0.86	0.33
非高齢者	男性	単独	シルバーカー	-	-	-	-	-
非高齢者	男性	二人組	無し	50	1.33	2.01	0.75	0.22
非高齢者	男性	二人以上(子供連れ)	無し	7	1.08	1.71	0.73	0.33
非高齢者	男性	三人以上	無し	43	1.16	1.66	0.28	0.24
非高齢者	女性	単独	無し	50	1.29	1.86	0.67	0.24
非高齢者	女性	単独	キャリーバッグ	50	1.25	1.75	0.68	0.22
非高齢者	女性	単独	ベビーカー	29	1.19	1.65	0.50	0.29
非高齢者	女性	単独	シルバーカー	-	-	-	-	-
非高齢者	女性	二人組	無し	50	1.18	1.82	0.76	0.23
非高齢者	女性	二人以上(子供連れ)	無し	41	1.03	1.56	0.58	0.22
非高齢者	女性	三人以上	無し	41	1.05	1.57	0.46	0.24
高齢者	男性	単独	無し	50	1.17	1.74	0.55	0.25
高齢者	男性	単独	キャリーバッグ	12	1.14	1.40	0.93	0.17
高齢者	男性	単独	ベビーカー	-	-	-	-	-
高齢者	男性	単独	シルバーカー	-	-	-	-	-
高齢者	男性	二人組	無し	47	1.17	1.71	0.71	0.20
高齢者	男性	二人以上(子供連れ)	無し	1	1.04	1.04	1.04	-
高齢者	男性	三人以上	無し	1	1.02	1.02	1.02	-
高齢者	女性	単独	無し	50	1.08	1.65	0.59	0.22
高齢者	女性	単独	キャリーバッグ	18	1.02	1.50	0.51	0.28
高齢者	女性	単独	ベビーカー	-	-	-	-	-
高齢者	女性	単独	シルバーカー	1	0.95	0.95	0.95	-
高齢者	女性	二人組	無し	40	1.04	1.56	0.63	0.21
高齢者	女性	二人以上(子供連れ)	無し	2	1.14	1.15	1.13	0.01
高齢者	女性	三人以上	無し	14	0.88	1.33	0.46	0.30

※黄色はサンプル数10未満

上記の属性別の平均歩行速度に有意な差があるか否かを確認するため、有意水準を 5%と設定し、F 検定と、t 検定を行った。集団性の相違、携行品の相違に関しては、互いに占有面積、占有形状が大きく差が生じるため、それらの相違に関する検定は実施せず、年齢と男女の組み合わせが異なることにより有意差が生じるか否かを検定した。その結果を表 2 に示す。

表 2 検定結果

対象 1	対象 2	t検定 (平均値の差の検定) 結果
単独・手荷物なし／高齢者男性	単独・手荷物なし／高齢者女性	有意な差なし
単独・手荷物なし／非高齢者女性	単独・手荷物なし／高齢者男性	有意な差あり
単独・キャリーバック／非高齢者男性	単独・キャリーバック／非高齢者女性	有意な差あり
単独・キャリーバック／高齢者男性	単独・キャリーバック／高齢者女性	有意な差なし
単独・キャリーバック／非高齢者女性	単独・キャリーバック／高齢者男性	有意な差なし
単独・キャリーバック／非高齢者女性	単独・キャリーバック／高齢者男女	有意な差あり
二人組・手荷物なし／非高齢者男性	二人組・手荷物なし／非高齢者女性	有意な差あり
二人組・手荷物なし／高齢者男性	二人組・手荷物なし／高齢者女性	有意な差あり
二人組・手荷物なし／非高齢者女性	二人組・手荷物なし／高齢者男性	有意な差なし
三人以上・手荷物なし／非高齢者男性	三人以上・手荷物なし／非高齢者女性	有意な差あり
三人以上・手荷物なし／非高齢者女性	三人以上・手荷物なし／高齢者女性	有意な差あり

検定の結果、有意な差が認められなかった属性を 1 つのグループにまとめ、サンプル数が少ない(10 以下)属性についても代表となる他の属性にまとめ、類型化することとする。類型化の結果は表 3 の通りである。

表 3 検定を踏まえた類型化の結果と累計ごとの歩行速度 (m/s)

グループ	手荷物	非高齢者		高齢者	
		男性	女性	男性	女性
単独	無し	1.41	1.29	1.13	
単独	キャリーバック	1.37	1.25	1.07	
単独	ベビーカー	1.19			
単独	シルバーカー	-			
二人組	無し	1.33	1.17	1.04	
二人以上 (子ども連れ)	無し	1.03			
三人以上	無し	1.16	1.05	0.88	

上記の歩行者属性のうち、歩行速度が特に高い「単独・携行品なし・非高齢者・男性」と歩行速度がやや低い「単独・携行品なし・高齢者・女性」と歩行速度が特に低い「3 人集団・携行品なし・高齢者・女性」に関する速度分布を示すと図 4 のようになる。

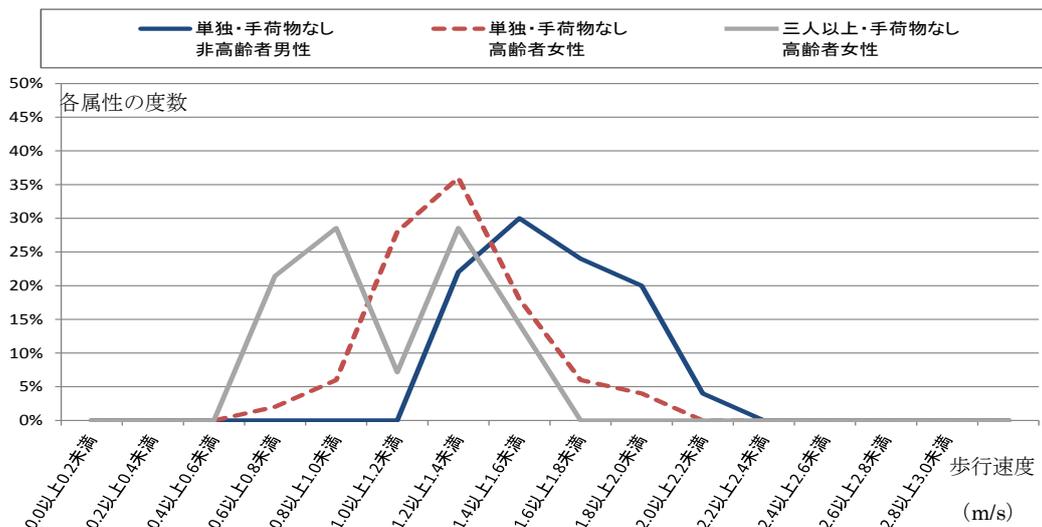


図 4 属性ごとの速度の度数分布

## (5) 考察

属性ごとの歩行速度は、表 3 に示すとおり集団歩行者、高齢者、ベビーカー利用者に関連する属性が特に低く、これらの属性が多数混在する可能性が高い歩行空間の設計については特に注意が必要であることが分かる。また、表 1、図 4 等から速度が低い属性ほど、分布が大きいことが明らかになり、速度が低い属性の動きに多様性があることがうかがえる。

## 3. シミュレーションについて

### (1) シミュレーションの概要

本研究で用いたシミュレーションモデルは、移動コスト最小化(空間探索型回避)モデルの一つである「浅野モデル」<sup>2)</sup>である。このモデルは、各歩行者が障害物や周辺歩行者を考慮しつつ、0.2秒ごとに目的地に向かう最短方向を選んで進むことで、結果的に目的地に近づく最も有利な歩行ルートを選択するというモデルであり、個々の歩行者の移動メカニズムを把握することが可能である。

入力データとして、先述の 5 つの観測ポイントに関する有効幅員領域と歩行者観測の結果に基づいた OD 交通量を作成し、解析した属性別速度(平均、標準偏差、最高、最低)および占有面積をこれに与えた。

本研究においては、携行品や集団性を考慮することとなっているが、これらの占有面積(形状)については、以下の通り設定した。

- ・単独:半径 20cm の円
- ・二人:半径 30cm の円
- ・三人:半径 40cm の円
- ・ベビーカー:半径 36cm の円
- ・シルバーカー:半径 38 cm の円
- ・キャリアバッグ:半径 38 cm の円

### (2) シミュレーションの現状再現性

シミュレーションの現状再現性を評価するために、六本木、上野、日本橋の各調査地区における交通量と個々の歩行者速度について、実測値とシミュレーション算出値の比較を行った。各調査地区の相関係数は 0.95 を上回り現状再現性は十分確保されたものと考えられる。図 5 に六本木地区の現状再現の状況を例示する。

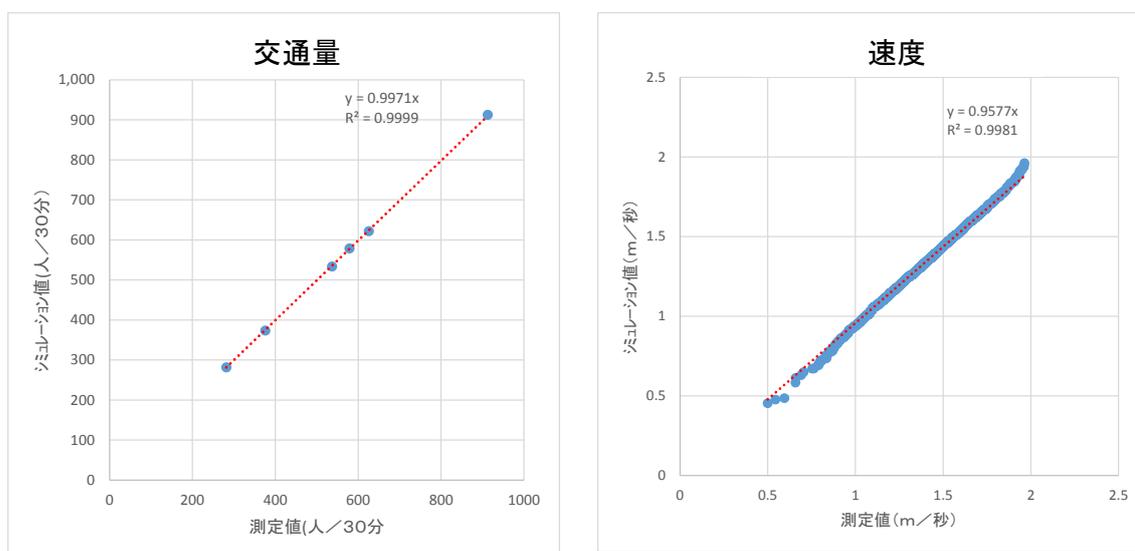


図5 六本木地区の現状再現性

(3) ケーススタディの実施

多様な歩行者属性が混在することが歩行者流動に与える影響について把握するために最も占有面積が大きく、最も速度が低い高齢者情勢 3 人グループの混在率を 5 ポイント増加させ、その上で歩行者全体の交通量を増加させたケースについてシミュレーションを行った。また、比較のための設定として、すべての歩行者が速度 1.35m/s、占有面積 0.2m<sup>2</sup>である場合(全く属性の混在がない仮想の状態)の計算も行っている。

本研究では、歩行の快適性が「追い越し」や「衝突回避」に伴い生じる「希望方向」の転換や「希望速度」の変更の回数に左右されるものであると考えた。この点を踏まえて、歩行の快適性を評価する指標として、「方向阻害度」 $D$  及び「速度阻害度」 $V$  という2つの歩行阻害度を設定し、その定義を以下の通りとした。

$$D = \sum_{p=1}^P T_p^D / P \quad (1)$$

$$V = \sum_{p=1}^P T_p^V / P \quad (2)$$

ここで、

$D$ : 方向阻害度

$V$ : 速度阻害度

$T_p^D$ :  $p$  番目の歩行者が希望方向以外に方向転換した回数

$T_p^V$ :  $p$  番目の歩行者が希望速度に速度を変更した回数

$P$ : 歩行者数

六本木地区においては、歩行者属性が現状と同様である場合と高齢者女性 3 人グループの混在率を 5 ポイント増加させた場合について、それぞれ交通量を現状の 1.5 倍、2.0 倍、2.5 倍に変化させた場合についてシミュレーションを行った。その結果得られた阻害度は、図 6 のようになる。

方向阻害度、速度阻害度ともに交通量の増加に伴い数値が上昇するが、速度阻害度の影響のほうが多いことが分かる。

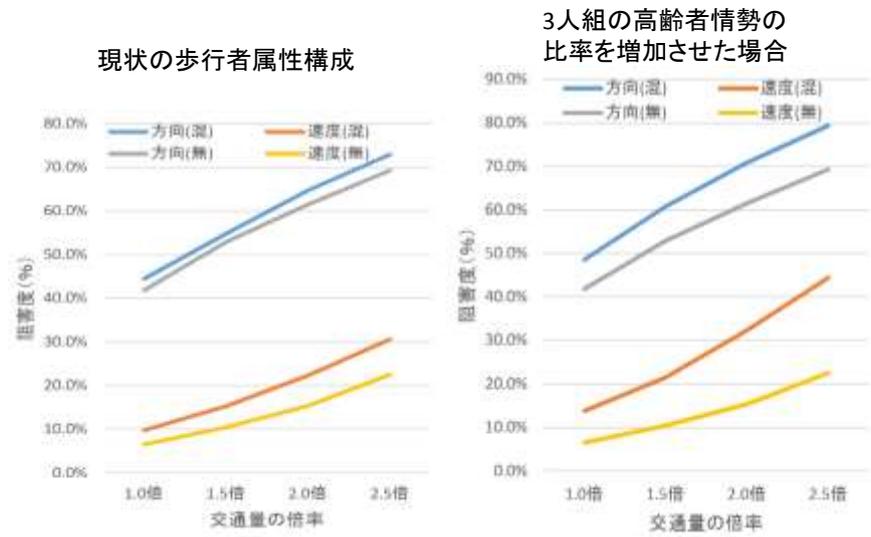


図6 六本木地区のシミュレーション結果

同様に、上野地区、日本橋地区における高齢者女性3人グループの混在率を5ポイント増加させた場合の結果は図7のようになる。一定の交通量を超えると急激に速度阻害度が上昇していることが分かる。特に上野①と日本橋においてその傾向が顕著であることが分かる。

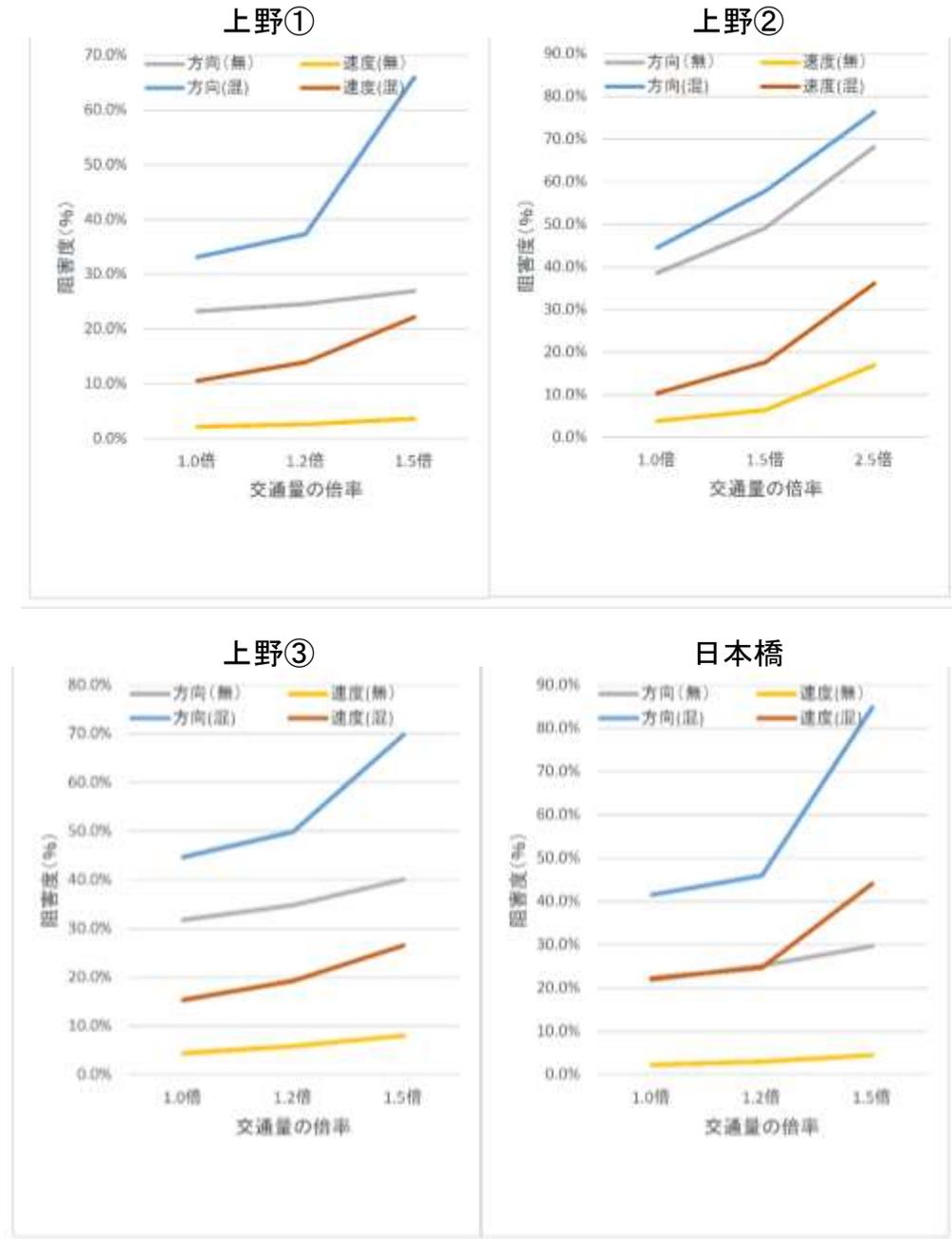


図7 上野地区、日本橋地区のシミュレーション結果(高齢者女性3人組の混在率を高めた場合)

#### (4) 考察

シミュレーションの結果から、速度や占有面積の異なる属性の混在が歩行阻害度を高めている

ことが明らかになった。阻害度への影響は、動線が複雑に交錯する六本木や、有効幅員の異なる出入口を有する上野①、上野③、通路の面積が小さい上野②で顕著に見られる。特に、上野地区の場合、入力値である歩行者の占有面積の大小が結果を大きく左右させたものと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究においては、歩行者属性が多様化する大都市の再開発地区において、快適な歩行空間を形成するために、歩行速度や歩行占有面積の多様化が歩行阻害度(快適でない度合い)に与える影響について把握した。その結果、多様な歩行属性の混在が歩行阻害度に与える影響があることが、特に歩行空間が狭い箇所において顕著であることが明らかになった。

一方で、歩行阻害度が実際の歩行者にどの程度不快感を与えているか、方向阻害度と速度阻害度とでどの程度の不快感に対する重みの違いがあるかについては不明であり、課題として残る。

従来、大規模都市開発に伴う歩行空間整備は、主としてピーク時の画一的な歩行者交通を対象に設計が行われてきたが、今後、多様な歩行者属性の混在がいつそう強まるようになることが予想される中では、歩行者速度や歩行占有面積の多様性を考慮した歩行者流動の予測を行う必要があると考えられる。本研究は、多様な歩行者属性の混在を考慮した歩行者流動を把握するための一定の示唆を与えたものとする。

本研究の実施にあたっては、国際開発コンサルタント岩崎正久氏、芳賀稔氏及び(公社)日本交通計画協会豊辺将嘉氏ら、から多大なる支援を頂いた。ここに厚く御礼を申し上げます。

#### 5. 参考文献

- 1) 国土交通省:大規模開発地区関連交通計画マニュアル,2014
- 2) 浅野美帆:歩行者交通流動評価のためのシミュレーションモデル開発ー予測行動を考慮して,2007