

大学病院における来院患者の実態調査および 病院への歩行アクセス空間の把握に関する研究

関口 雄也¹・Khaimook Sippakorn²・葉 健人³・杉山 郁夫⁴・土井 健司⁵

¹正会員 日本工営株式会社 交通都市事業部 都市交通計画部 (〒102-8539 東京都千代田区麹町 5-4)
E-mail:a9195@n-koei.co.jp

²学生会員 大阪大学大学院 工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)
E-mail:khaimook.sippakorn@civil.eng.osaka-u.ac.jp

³正会員 大阪大学大学院 助教 工学研究科地球総合工学専攻 (同上)
E-mail:yoh.kento@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁴フェロー会員 大阪大学大学院 客員教授 工学研究科地球総合工学専攻 (同上)
E-mail:sugiyama@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁵正会員 大阪大学大学院 教授 工学研究科地球総合工学専攻 (同上)
E-mail:doi@civil.eng.osaka-u.ac.jp

今後の歩行者の移動においては、ユニバーサルデザインに代表される、すべての歩行者が等しくそのサービスが享受できる空間が求められ、それに対応してデータ駆動型の分析とそれに基づくニーズ即応型の移動空間デザインへの要請が高まっている。こうした要請が最も強い対象として、本稿では多様な利用者の包摂が求められる大学病院への移動を取り上げ、移動空間の質を高めるための実態調査と動画解析による歩行行動等のモニタリングを試みている。まず、来院行動の実態把握に関わるアンケート調査に基づくポートフォリオ分析を実施し、将来の移動ニーズの変化を予測している。動画解析では、物体検出・認識手法と物体追跡手法を統合した後、歩行者と車両との錯綜状況、および歩行者の滞留状況を明らかにし、今後の移動空間の把握方法を提示している。

Key Words: pedestrians, hospital, access space, traffic conflict, video monitoring, portfolio analysis

1. はじめに

内閣府¹⁾によると、2018年時点の我が国の高齢化率は28.1%であり、世界一の高齢大国となっている。今後も高齢化の進行には歯止めがかからず、高齢化率は2025年に30%、2040年に35%を超えること予測されている。また、2040年における高齢者の人口は3,920万人に達し、ピークを迎えると予測されている。高齢者の増加に伴い、医療・介護の需要も増加傾向にある。高橋²⁾は、全国的には2025年に、大都市部では2040年に医療需要のピークを迎えると予測しており、全国の病院において、来院者の増加に対応するための機能強化が進められている。土木計画学の視点から言えば、病院は高齢者や身体障害者等のいわゆる移動制約者の利用が多い場所であるため、機能強化に合わせて多様な利用者を包摂するように移動空間の質を向上させる必要がある。

大阪大学医学部附属病院（以下、阪大病院）においても、現在、機能強化のために施設の移転を伴う再開発が進行中である（図-1および図-2参照）。これに伴い、最寄り駅・バス停から診療棟・病棟までの歩行距離が増加するため、来院者の自家用車への利用転換が懸念されている。しかし、阪大病院の駐車場数はそれを受容できる容量ではないため、来院者に対して公共交通への利用転換を促進しなければならない。この方策として、駅・バス停から阪大病院までの移動空間におけるウォークビリティを高め、来院者の歩行に対する抵抗を緩和させる必要がある。そこで本研究では、交通計画の視点から医療サービスへのアクセスの改善を検討している。

本研究では、医療サービスへのアクセス改善に向けた移動空間の課題分析のために、来院者へのアンケート調査と動画解析を併用する。前者については、阪大病院への来院行動の実態を把握するとともに、ポートフォリオ

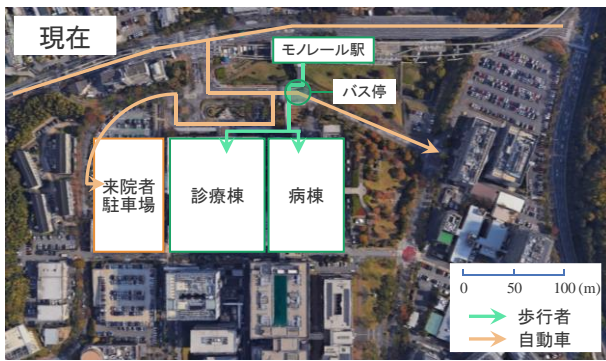


図-1 現在の阪大病院

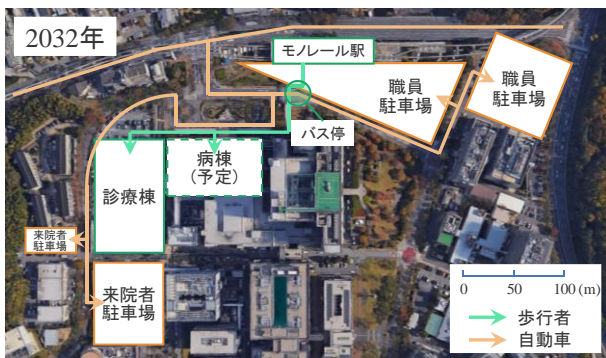


図-2 2032年の阪大病院

分析によって現在から将来にかけての来院者の移動ニーズの変化を予測する。また、動画解析では、アンケート調査での把握が困難な来院者の実際の挙動を分析し、歩行者と車両との錯綜状況や歩行者の滞留状況を把握する。

移動空間の質を扱った研究テーマについては、土木計画学をはじめ、都市計画学、交通工学などの学会において多数の研究が見受けられるが、ここでは、多様な利用者が混在する移動空間に焦点を当てた研究について整理する。なお、ここで言う多様な利用者には、大別すると歩行者と車両が挙げられる。また、歩行者には、健康者や高齢者、病傷者、身体障害者、車いすで通行している人等が含まれる。このことから、歩行者を単に一括りとして扱うことは適切ではないと考えられるため、多様な歩行者に着目している研究についても取り上げる。

まず、歩行者が混在する移動空間に関する研究として、杉山ら³⁾、小井土ら⁴⁾の研究がある。杉山らは、利用者の個別的特徴によって異なる移動の質を評価し、歩行空間の設計に活用するための方法論を示した。この中で、利用者によって支持する設計案が異なる場合には、歩み寄りによる妥協点を探る必要があることを示唆している。また、小井土らは、歩行形態や歩行者流が、歩行者の速度や追従行動の発生に大きく関連していることを示した。この中で、多様な歩行形態や歩道状況を考慮すると、規定されたサービスと提供されているサービスの乖離が生じている可能性を示唆している。

次に、歩行者と自転車とが混在する移動空間に関する研究として、押川ら⁵⁾、諸田ら⁶⁾の研究がある。押川らは、

自動車同士の錯綜の研究において代表的な指標であるTTC指標を、歩行者と自転車または自転車同士の錯綜の分析に適用した。この結果、単純な錯綜についてはTTC指標を適用しうることを示唆している。諸田らの実態調査では、自転車利用者の交通ルール遵守意識が低く、歩道通行が慣習化していることを明らかにした。意識調査では、通行時の不快感について、歩道の幅員との相関を見出したものの、歩行者と自転車の交通量との関係は明らかにできていない。

さらに、歩行者と自動車とが混在する移動空間に関する研究として、谷口ら⁷⁾、斎藤ら⁸⁾の研究がある。谷口らは、歩行者が自動車から何らかの干渉を受けると、歩きやすさ、雰囲気の良い、楽しさという歩行者の主観的評価指標について有意に低下することを示した。この中で、歩行空間への自動車の流入は歩行者の意識に否定的な影響を及ぼすことを示唆している。斎藤らは、心拍変動を解析し、歩行者が自動車・自転車とすれ違うときに感じるストレス感を調査した。この結果、すれ違う対象の走行スピードよりも、対象とのすれ違い幅の方が心拍変動への影響が強いことを示唆している。

以上の研究は、移動空間における多様な利用者のニーズを継続的に充足することの難しさと、随時見直しを実施することの必要性を指摘している。本研究は、大学病院という施設とその立地条件の特殊性に起因して非常に多様な利用者が混在する移動空間を対象として、将来的な再計画や設計変更を見据えた課題分析の方法論を構築する点で新規性を有している。

2. 来院行動の実態把握と移動ニーズに関するポートフォリオ分析

(1) 来院者へのアンケート調査の概要

本章では、阪大病院への来院行動の実態と、将来的な移動ニーズの変化を把握することを目的として、アンケート調査を行なった。診療・検診や付き添いを目的に来院する人に対しては、2018年12月3日～6日に問診票とともに調査票を配布し、同期間内に回収した。また、お見舞いを目的に来院する人に対しては、2018年12月3日に病室に調査票を設置し、12月14日までの間に病院内を巡回し順次回収した。配布部数は6,500部、回収部数は3,337部であり、回収率は51.3%であった。

(2) 来院行動の実態把握

本節では、全回答者を対象として単純集計を行なった。来院者の年齢層についての集計結果を図-3に示す。65歳以上の高齢者が44.1%を占めており、この数値は日本における高齢化率の28.1%を大きく上回っていることか

ら、高齢者の利用が多い場所であると言える。

来院目的についての集計結果を図-4に示す。診療・検診を目的に来院する人が 91.8%を占めており、自身の移動に何らかの不自由を抱えている、いわゆる移動制約者の利用が多い場所であることが示唆される。

来院頻度についての集計結果を図-5に示す。月に1回未満の頻度で来院する人が 48.6%を占めており、阪大病院周辺の移動空間に不慣れな人が多いことが窺える。

来院時間帯についての集計結果を図-6に示す。全体的な傾向として、午前の時間帯に来院する人が多く、午後の時間帯に来院する人が少ないことが見て取れる。

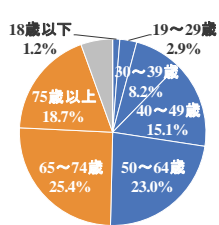


図-3 来院者の年齢層

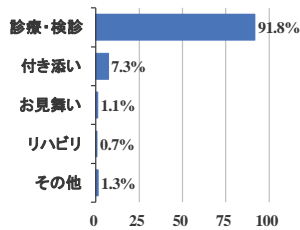


図-4 来院目的

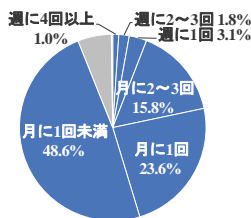


図-5 来院頻度

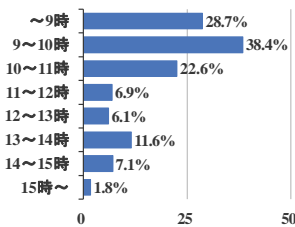


図-6 来院時間帯

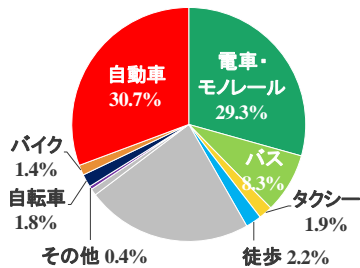


図-7 来院者の代表交通手段

来院者の代表交通手段についての集計結果を図-7に示す。モノレール、バス等の公共交通を利用して来院する人が 41.7%を占めており、自動車等の公共交通以外を利用して来院する人よりも多いことが明らかになった。

(3) 移動ニーズに関するポートフォリオ分析

a) 移動ニーズの評価方法

本節では、阪大病院周辺における移動ニーズの評価を行なった。ここで、以降の分析ではアンケート調査の全質問に回答があった 1,134 人を対象としていることに留意されたい。評価に際し、杉山ら³⁾や Kashima et al.⁹⁾を参考に、移動容易性、移動安全性、情報提供性、空間快適性、移動助働性の 5つの評価要素と、それぞれについて 4つの評価項目を採用した。全部で 20 個の項目について、回答者には自身の移動にとってどの程度満足しているか、および必要としているかを 5段階で評価してもらった。このうち、「満足」または「やや満足」と評価した回答者の割合を充足度、「必要」または「やや必要」と評価した回答者の割合を必要度として算出し、必要度を横軸に、充足度を縦軸に取ったポートフォリオとしてまとめた。このように軸を取ることで分割される 4つの象限はそれぞれ意味を持つ。なかでも、右下の象限は必要度が高いにもかかわらず充足度が低い領域であり、この領域内の項目は重点改善項目と位置付けられる。このほか、右上、左上、左下の象限内の項目は、それぞれ重点維持項目、維持項目、改善項目と位置付けられる。

b) 移動ニーズに関するポートフォリオ分析

前項で詳述した方法により、各項目の必要度と充足度をポートフォリオとしてまとめたものを図-8に示す。ここでは、必要度の軸の値として、全項目の必要度の平均値である 63.2 を採択した。また、充足度の軸の値にも 63.2 を採択している。この理由は、必要度の平均値を移動空間の利用者からの要求水準と捉え、これに満たない場合は充足されていないと考えたためである。図-8を見

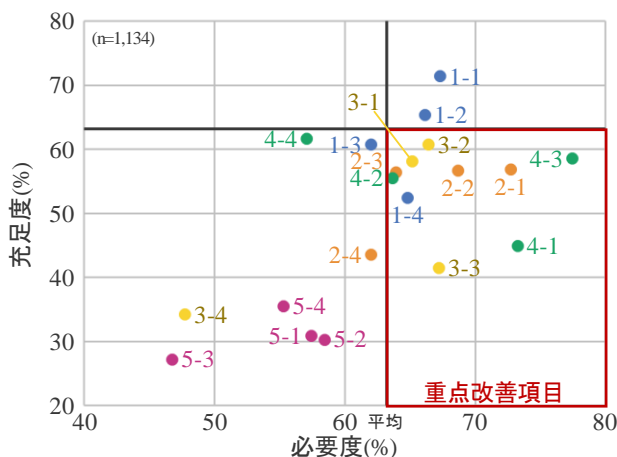


図-8 移動ニーズに関するポートフォリオ分析

1. 移動容易性			
1-1 歩行距離短	1-2 段差・勾配小		
1-3 往來に十分な空間	1-4 混雑による通行障害無		
2. 移動安全性			
2-1 車両との接触危険無	2-2 自分のペースで横断可能		
2-3 視認性高	2-4 夜間も安心して通行可能		
3. 情報提供性			
3-1 公共交通への案内	3-2 病院への案内		
3-3 運行情報	3-4 歩行者誘導の情報		
4. 空間快適性			
4-1 休む場所	4-2 バリアフリー		
4-3 雨に濡れない	4-4 緑化		
5. 移動助働性			
5-1 手助けを頼める場所や手段	5-2 手助けを頼める雰囲気		
5-3 移動支援器具	5-4 移動支援職員		

ると、移動安全性、情報提供性、空間快適性の多くの項目が重点改善項目に位置付けられることが見て取れる。一方、移動介助性の全項目について必要度と充足度はともに低いことが明らかになった。

c) マストラランジットの利用有無による差異

次に、各項目の必要度について、マストラランジット（電車・モノレール、バス）の利用有無による差異を見るために、「必要」または「やや必要」と回答した人とそうでない人に分けて、 χ^2 検定を実施した。この結果、有意な差が見られた項目を図-9 に示す。両者の間では、移動容易性、空間快適性の一部の項目と、移動安全性、情報提供性の多くの項目の必要度に有意な差が見受けられた。

ここで視点を変えると、マストラランジットを利用して来院する人が多くなればなる程、図-9 の矢印方向に示すニーズの変化が発生しやすいと捉えることができる。すなわち、前章で述べたように公共交通への利用転換を促進する短期的将来においては、このようなニーズの変化が予測される。

d) 高齢者と非高齢者との差異

c)と同様に、高齢者と非高齢者との間に有意な差が見られた項目を図-10 に示す。両者の間では、情報提供性、空間快適性の一部の項目と、移動介助性のすべての項目の必要度に有意な差が見受けられた。また、c)での考察と同様に、高齢者割合が高くなると、図-10 の矢印方向に示すニーズの変化が発生しやすいと予測される。すなわち、高齢化がさらに進んだ中長期的将来においては、こうしたニーズの変化が予測される。

e) 将来的な移動ニーズの変化

以上の内容をまとめたものを表-11 に示す。移動安全性、情報提供性のニーズがさらなる高まりを見せた後、現在は低い移動介助性のニーズが高くなることが予測可能である。ここで、移動安全性の車両との接触の危険が無いことや、自分のペースで横断できることの2つの項目について、現在におけるニーズが高いことと、短期的将来におけるニーズの高まりが予測されることから、特に対応の優先度が高いと言える。そこで、次章ではこの2つの項目に関連する歩行者と車両との錯綜状況を中心に動画解析を行なうこととした。

3. 動画解析による歩行行動のモニタリング

(1) 動画解析の概要

本章では、歩行者と車両との錯綜状況と、歩行者の滞留状況を分析することを目的として、動画解析を行なった。解析に使用した動画は、2018年12月6日8時00分～20時00分に、阪大病院の病棟5Fの職員用エレベータ

ーホールから、近鉄バスまたは阪急バスの阪大医学部病院前停留所付近の横断歩道とその周辺を撮影したものである（図-12 参照）。この際、SONY 社製のデジタルビデオカメラハンディカム FDR-AX45 を使用し、画素数は1280×720ピクセル、フレームレートは30fpsで撮影を行なった。なお、撮影日の天候は、曇り時々雨であった。また、動画解析時には、計算負荷を考慮してフレームレ

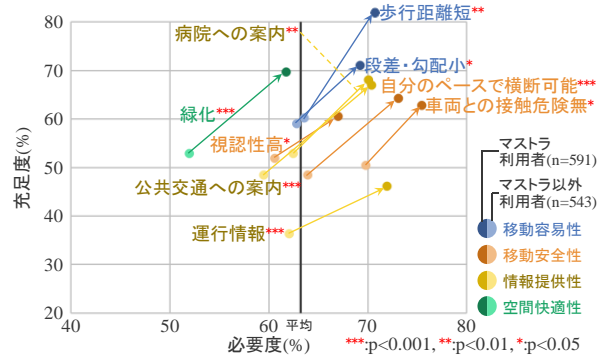


図-9 マストラランジットの利用有無による差異

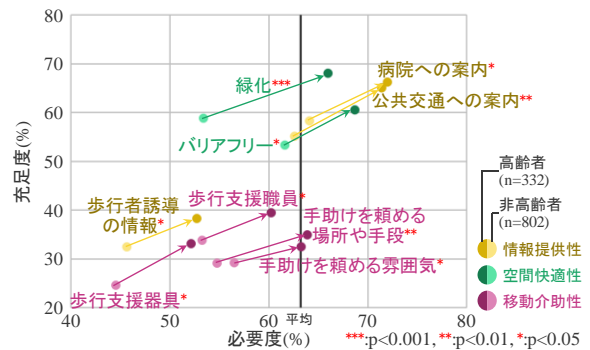


図-10 高齢者と非高齢者との差異

表-11 将来的な移動ニーズの変化

	移動容易性	移動安全性	情報提供性	空間快適性	移動介助性
現在	<ul style="list-style-type: none"> 歩行距離短 段差・勾配小 混雑による通行阻害無 	<ul style="list-style-type: none"> 車両との接触危険無 自分のペースで横断可能 視認性高 	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通への案内 病院への案内 運行情報 	<ul style="list-style-type: none"> 雨に濡れない バリアフリー 休む場所 	
短期	<ul style="list-style-type: none"> 歩行距離短 段差・勾配小 	<ul style="list-style-type: none"> 車両との接触危険無 自分のペースで横断可能 視認性高 	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通への案内 病院への案内 運行情報 	<ul style="list-style-type: none"> 緑化 	
将来 中長期			<ul style="list-style-type: none"> 公共交通への案内 病院への案内 歩行者誘導の情報 	<ul style="list-style-type: none"> バリアフリー 緑化 	<ul style="list-style-type: none"> 手助けを頼める場所や手段 手助けを頼める雰囲気 移動支援職員 移動支援機器

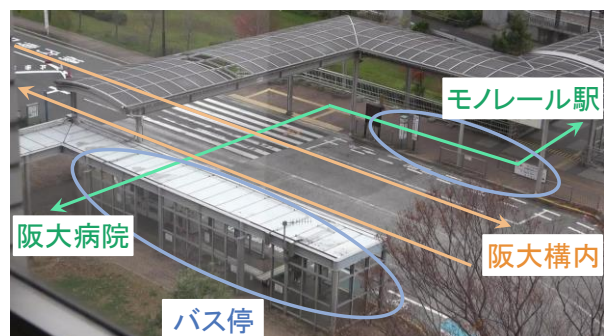


図-12 動画撮影の画角

ートを 10fps に下げていることを留意されたい。

本研究では、動画の取得にあたり、阪大病院との協議の末に図-12 に示す画角での撮影を行なっていることと、動画撮影する旨を記載した貼り紙を歩道上にある数ヶ所の支柱に掲示して来院者への周知を行なっていることから、移動空間の利用者のプライバシー¹⁰⁾に十分配慮している点を付記しておく。

(2) 錯綜状況および滞留状況の解析手法

a) 物体検出・認識手法

本研究では、物体検出・認識手法として YOLOv3¹¹⁾を使用した。YOLOv3 は、画像内における小さな物体の検出および認識に優れており、かつ処理速度が比較的速い手法である。また、YOLOv3 では、独自に作成した学習モデルを使用して、物体の検出および認識を行なうことが可能である。本研究では、対象エリアを往来する人と車両の特性を考慮して、歩行者、車いす、自転車、バイク、自動車、バス、トラックの 7 種類の物体を検出および認識する学習モデルを作成した。モデル作成にあたり、8 時 00 分～9 時 00 分の動画から 10 秒ごとに 1 枚を取り出した合計 360 枚の画像内において、各物体の半分以上が目視可能なものをアノテーション用の画像として、人工知能に学習させた。

b) 物体追跡手法

YOLOv3 は、動画中の各フレームで物体の検出および認識は可能であるが、前後のフレームについて 2 枚の画像内に存在する物体が同一であると判定することは不可能である。このため、物体追跡手法が必要となる。本研究では、物体追跡手法としてカルマンフィルター¹²⁾を活用した。カルマンフィルターとは、フレーム $t-1$ ～フレーム t における物体の移動と、フレーム t ～フレーム $t+1$ における物体の移動が同一と仮定して、 $t+1$ における物体の位置を推定するというものである。本研究では、図-13 に示すように、ある物体 o について、「カルマンフィルターにより推定される物体存在領域」と「YOLOv3 により検出される物体存在領域」の重複部分の割合を IoU_o (Intersection of Union) としたときに、画像内のすべての物体の IoU の合計である $\sum_o IoU_o$ が最大となるように物体の同一判定を行ない、物体追跡を可能にした。

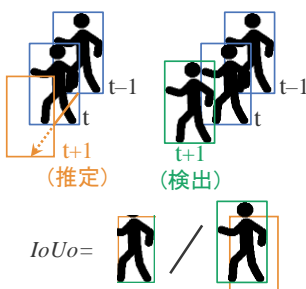


図-13 重複部分の割合 IoU

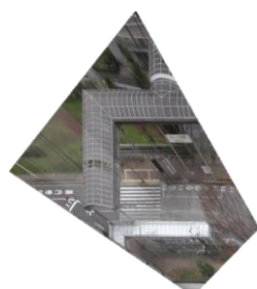


図-14 射影変換後の画像

c) 位置座標の補正

物体検出・認識手法と物体追跡手法の統合により、各物体のフレームごとの位置座標が取得可能となったものの、これには検出時の揺らぎが含まれている。各物体の実際の挙動を表すためには、この揺らぎを除去する必要がある。そこで本研究では、単純移動平均 (Simple Moving Average) の式

$$SMA_POS_{o,t} = \frac{\sum_{i=t-5}^{t+5} POS_{o,i}}{11} \quad (1)$$

を用いて、物体の位置座標の補正を行なった。ここで、 $SMA_POS_{o,t}$ はフレーム t における物体 o の補正後位置座標、 $POS_{o,i}$ はフレーム i における物体 o の補正前位置座標である。この式は、前後 1 秒間の位置座標の平均を取ることの意味している。

d) 速度と方向の算出

c) までで取得した物体の位置座標は、画像内の座標系のものである。物体の速度と方向を正確に算出するためには、画像内の座標系を現実空間の座標系に変換する必要がある。そこで本研究では、射影変換¹³⁾を用いて、座標系の変換を行なった。図-12 において歪んだ四角形である横断歩道に着目し、これが外接する長方形になるように座標系を変換した。このときの射影変換行列 H は

$$H = \begin{pmatrix} 0.2143 & 1.5023 & 77.166 \\ -0.3207 & 1.6179 & 420.82 \\ -0.0001 & 0.0017 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

であり、図-12 は図-14 に示すように対象エリアを上空から見たような画像に変換される。物体の速度と方向の算出は、この変換画像上で行なった。

e) 錯綜状況の把握

錯綜の評価指標として、TTC (Time to Collision)⁹⁾を用いる。TTC とは、仮に 2 つの物体が現在の速度と方向を保ったまま動き続けたときに衝突までに要する時間から、錯綜の程度を評価する指標である。TTC の単位は時間であり、この値が小さければ小さいほど 2 つの物体が危険な錯綜状況にあることを示す。TTC は、d) までで取得した物体の位置座標、速度、方向から算出することが可能である。

f) 滞留状況の把握

d) において各物体のフレームごとの速度の算出を可能にしている。これを用いて、速度がほぼゼロに等しい状態が一定時間以上継続している歩行者を、滞留していると見なすこととした。

(3) 歩行者と車両との錯綜状況

a) 車両別に見た錯綜状況

(1) で詳述した動画のうち 8 時 00 分～17 時 00 分の 9 時間の動画について、(2) で構築した手法を適用し、歩行者と車両との TTC の値が 2 秒未満と算出された危険な事



図-15 歩行者と車両との錯綜地点

表-16 車両別に見た錯綜件数

	自転車	バイク	自動車	バス	トラック	合計
TTC < 1	44	10	123	45	38	260
1 ≤ TTC < 2	68	46	466	81	31	692
合計	112	56	589	126	69	952

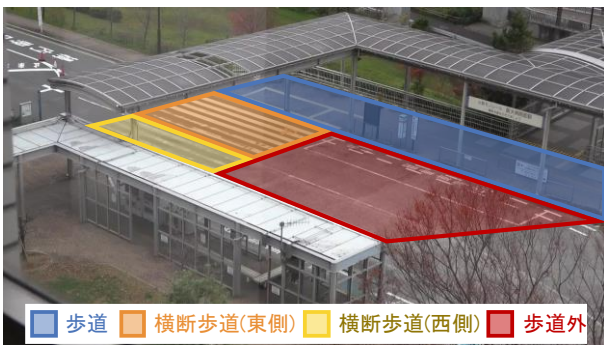


図-17 対象エリア分け

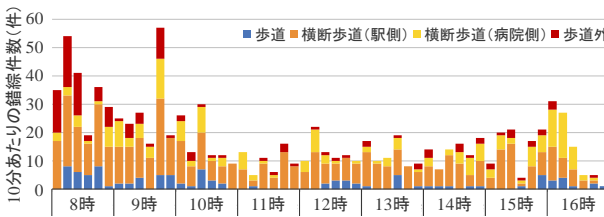


図-18 時間帯別・場所別に見た錯綜件数

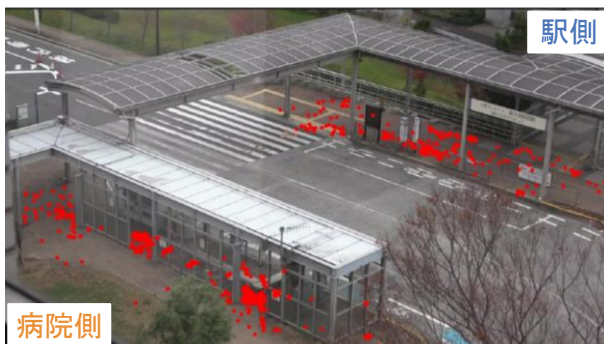


図-19 歩行者の滞留地点

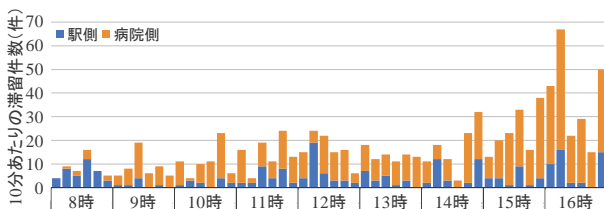


図-20 時間帯別・場所別に見た滞留件数

象の錯綜地点を抽出したものを図-15 に示す。また、車両別に見た錯綜件数を表-16に示す。9時間における錯綜件数は952件であり、このうちTTCの値が1秒未満と算出された特に危険な事象は260件であった。ここで、歩行者とトラックとの錯綜件数に着目すると、TTCの値が1秒未満の件数が、1秒以上2秒未満の件数を上回っていることが分かる。このことから、トラックは歩行者にとって危険な運転をしていることが示唆される。

b) 時間帯別・場所別に見た錯綜状況

次に、前項の錯綜状況の見方を変えて、時間帯別および場所別に見ることにする。ここでは、対象エリアを図-17に示すように歩道、横断歩道（東側）、横断歩道（西側）、歩道外の4つのエリアに分割した。時間帯別・場所別に見た錯綜件数を図-18に示す。これを見ると、8時台、9時台は10分あたりの錯綜件数が20件を超えることが多い。なかでも横断歩道（東側）での件数が多いため、歩行者と阪大構内への流入車両との錯綜が発生しやすい時間帯であると言える。また、歩道外での件数も多く、乱横断者と車両との錯綜が窺える。また、16時台前半は他の時間帯と比較すると、横断歩道（西側）での錯綜件数が多くなっているため、これ以降の時間帯は歩行者と阪大構内からの流出車両との錯綜が発生しやすくなると推察される。なお、16時台後半以降は日没とともに物体検出の精度が著しく低下したため、錯綜状況を把握できていないことに留意されたい。

(4) 歩行者の滞留状況

(3)と同じ9時間の動画について、歩行者が5秒以上停止した場所を滞留地点として抽出したものを図-19に示す。また、時間帯別・場所別に見た滞留件数を図-20に示す。9時間における滞留件数は900件であり、モノレール駅側の歩道で240件、阪大病院側の歩道で660件であった。駅側で滞留している歩行者は、横断歩道や車道の手前において車両の通行待ちをしているか、バスの到着待ちをしていると考えられる。また、病院側で滞留している歩行者は主にバスの到着待ちをしていると考えられる。この行列が横断歩道の延長線上の歩道にまで伸びており、他の歩行者の通行の妨げになっている可能性が示唆される。

4. おわりに

本研究では、病院の機能強化に合わせて周辺の移動空間の質を高めるという考えのもと、アンケート調査と動画解析を実施し課題分析を行なった。これに際し、ポートフォリオ分析による移動ニーズの時系列的な変化の把握や、動画解析による錯綜状況と滞留状況の把握等、将

来的な再計画や設計変更を見据えた課題分析の方法論を構築している。ここで、阪大病院周辺の移動空間を対象として得られた本研究の成果を記す。

- 来院者のプライバシー保護の観点からこれまでほとんど実施されていなかった大規模調査を行ない、来院行動の実態を把握した。
- ポートフォリオ分析により、現状として移動安全性、情報提供性、空間快適性の項目を重点的に改善すべきであることを示した。
- 短期的将来には移動安全性、情報提供性の項目のニーズがさらに高くなること、中長期的将来には移動助助性のニーズが高くなることを予測した。
- 物体検出・認識手法と物体追跡手法との統合および物体の位置座標、速度、方向の算出により、歩行者と車両との錯綜状況、および歩行者の滞留状況をモニタリングするための方法論を構築した。
- 朝から昼の時間帯には歩行者と阪大構内への流入車両との錯綜が発生しやすいことを明確にし、夕方から夜の時間帯には歩行者と阪大構内からの流出車両との錯綜が増加することを示唆した。
- 横断歩道や車道の手前およびバス停付近において歩行者の滞留が多く発生していることを明確にし、特に後者は他の歩行者の通行阻害になっていることを示唆した。

このように、様々な状況の利用者の包摂が求められる大学病院周辺の移動空間における課題を明示した。以上の結果から、利用者の行動意識に働きかけるだけでなく、移動空間を適宜改良する必要があると言えよう。

今後、継続的なモニタリングに基づく移動空間に関するニーズ変化への柔軟な対応と、再開発に伴い歩行者と車両の動線が変化した場合の新たな錯綜状況および滞留状況の予測や検知が求められる。また、画像・動画認識の技術は現在も着実に進歩を遂げており、今後物体検出手法の精度がさらに向上し、天候や時間帯を問わずあらゆる自然環境条件のもとでの移動状況の動画解析ができれば、錯綜状況および滞留状況のさらに詳細な分析が可能となる。最後に、本研究で構築した方法論は、他の移動空間にも活用を見込むことができるものであることを書き添えておく。

謝辞：本研究は国立研究開発法人 科学技術機構 e-Asia 共同研究プログラム「IITSL：スマートライフを実現する知的統合交通」のもと、実施された。また、大阪大学医

学部附属病院 再開発企画整備室の皆様には、アンケート調査の実施および動画の撮影にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 内閣府：令和元年版高齢社会白書，https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/01pdf_index.html，2020.3.3 最終閲覧
- 2) 高橋泰：医療需要ピークや医療福祉資源レベルの地域差を考慮した医療福祉提供体制の再構築，第9回社会保障制度改革国民会議資料 3-3
- 3) 杉山郁夫・土井健司・若林仁・川俣智計：移動の質の定量化に基づく歩行空間の評価方法に関する研究，土木学会論文集，No.800，pp.37-50，2005.10
- 4) 小井土祐介・浅野光行：歩行形態が歩行空間のサービスレベルに与える影響—歩行空間の利用状況と歩行者挙動の関係に着目して—，日本都市計画学会都市計画論文集，No.44-3，pp.97-102，2009.10
- 5) 押川智亮・小川圭一：自転車の錯綜現象に対する交通コンフリクト指標の適用可能性に関する検討
- 6) 諸田恵士・大脇鉄也・奥谷正：自転車と歩行者の混在状態下における通行快適性に関する調査
- 7) 谷口綾子・香川太郎・藤井聡：商店街における自動車交通が歩行者に及ぼす心的影響分析，土木学会論文集 D，Vol.65 No.3，pp.329-335，2009.8
- 8) 斎藤健治・清田勝：自動車、自転車とのすれ違いにおける歩行者のストレスに関する心拍変動による評価，Reports of the Faculty of Science and Engineering, Saga University, Vol.34, No.2, 2005
- 9) Sho KASHIMA, Kenji DOI, Takanori SUNAGAWA, Hiroto INO I : A Study on Spatial Design and Usability of Station Plazas for Compact City Planning, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.1386~1402, 2015
- 10) IoT 推進コンソーシアム・総務省・経済産業省：カメラ画像利活用ガイドブック ver2.0，<https://www.meti.go.jp/press/2017/03/20180330005/20180330005-1.pdf>，2020.3.3 最終閲覧
- 11) Joseph Redmon, Ali Farhadi : YOLOv3 : An Incremental Improvement, <https://arxiv.org/pdf/1804.02767.pdf>，2020.3.3 最終閲覧
- 12) 小菅義夫：レーダによる単一目標追尾法の現状と将来，電子情報通信学会論文誌 B，Vol.J93-B，No.11，pp.1504-1511，2010
- 13) 梅村祥之：Rによる画像処理と画像認識動かしながらしくみを理解する，pp.84-93，2018

AN INVESTIGATION INTO TRAVEL BEHAVIOR OF UNIVERSITY HOSPITAL VISITORS AND MONITORING OF ACCESS SPACE FOR PEDESTRIANS

Yuya SEKIGUCHI, Khaimook SIPPAKORN, Kento YOH, Ikuo SUGIYAMA, and Kenji DOI,