

豊島区における画像解析等による人間優先の都市空間整備について  
～国際アート・カルチャー都市としまスマートシティプロジェクトの取組み～

国際アート・カルチャー都市としまスマートシティ協議会

豊辺将嘉(公益社団法人日本交通計画協会)

原島克典(豊島区)、宮崎真次(日本電気株式会社)

稲葉修(株式会社トニーコンサルタント)

## 1. はじめに

本論文では、豊島区池袋駅周辺における画像解析を用いた人間優先の都市空間整備の試みについて報告する。この試みは、「国際アート・カルチャー都市としま」を掲げる豊島区の顔である池袋駅周辺地域を対象として、歩行空間の課題解決のため、画像解析を中心とした都市空間データプラットフォームを構築する構想である。「国際アート・カルチャー都市としまスマートシティ協議会」では現在、国土交通省都市局の指導のもと、本構想の具体化・実現化に向けて検討を進めており、今年度はプラットフォームの中核技術である画像解析による歩行者流動把握および分析結果の活用に関心をあてた実証実験を行い本構想の有用性を確認することを予定している<sup>参考文献1)</sup>。

豊島区は東京23区の西北部に位置し、面積13.01km<sup>2</sup>、人口約29万人、人口密度は約2万2千人/km<sup>2</sup>と日本一の高密都市である。また、区内にはJR東日本・東京メトロ・東武鉄道・西武鉄道・都営交通の5社13線が走り、山手線は区内に5駅(目白駅、池袋駅、大塚駅、巣鴨駅、駒込駅)存在し23区中最多となっているなど、鉄道交通網が発達している。山手線5駅の中でも、豊島区を中心に位置する池袋駅はJR東日本・東京メトロ・東武鉄道・西武鉄道の4社8線が乗り入れ、乗降客数が日本第2位の267万人(平成29年)にのぼる巨大ターミナル駅である。

池袋駅の東口には、1978年に当時東洋一の高さ(240m)を誇るサンシャインシティが開業し、現在も年間約3,290万人の利用者が訪れている。このため、サンシャインシティと池袋駅を結ぶサンシャイン60通りは、休日には一日17万人以上の歩行者が行き来するにぎわいをみせており、この通りに集中しているにぎわいをまちへ面的に広げることが課題となっている(図1)。

このような課題に適切に対応していくため、豊島区では平成27年に策定した国際アート・カルチャー都市構想で示した、「出会いが生まれる劇場空間」を基本理念に、人間優先の都市空間の整備をめざしている<sup>参考文献2)</sup>。

人間優先の都市空間の整備に向けては、平常時の他、イベントの開催時など、さまざまな状況下での歩行者流動を把握することが重要である。しかしながらそういった歩行者流動をとらえるためには多くの調査員や調査費用が必要であり、また、その後のデータ整理



図1 池袋駅東口の主要な歩行者流動

にも時間を要するため、池袋駅周辺で歩行者流動の全体は現状では把握しきれない。そのため、歩行者流動にもとづいた詳細な施策展開を打ち出しにくいという状況や、施策の効果(アウトカム)の定量化がしにくいという状況がある。歩行者流動の把握と効果の定量化は、池袋のみならず我が国の各都市で共通の課題であると認識している。

また、混雑の緩和や回遊性の向上のためには、歩行者に対する情報収集から課題解決までの

PDCA をリアルタイムに行い、イベント時等の状況に合わせ即座に誘導案内をするシステムが有効であると考えられるが、現状ではまだシステムとして確立されていない。

そこで、本論文では、冒頭にふれた実証実験(本プロジェクト)を通じて、まちづくり上のニーズ、技術開発動向、社会的受容性などの観点を整理し、ICT 技術を活用した歩行者流動等のデータ収集の効率化やより効果的な誘導案内システムの構築可能性について検討する。本プロジェクトは、歩行空間の課題を画像解析技術等により解決を図るものであり、近年注目されているスマートシティの実現に資するものと理解している。

なお、本構想は、自治体(豊島区)、ICT 企業(日本電気株式会社)、都市計画コンサルタント(株式会社トーニチコンサルタント)、企画運営団体(公益社団法人日本交通計画協会)の4者からなる「国際アート・カルチャー都市としまスマートシティ協議会」を中心に、地域内の商店会、地権者、小売店、コンテンツ企業等関連団体の支援を受けながら実施されている。特に、後述する歩行者誘導のためのプロジェクションマッピングについては、クリエイティブ企業(株式会社ネイキッド)の技術支援及び沿道施設(クロサワ楽器池袋店、ヤマダ電機 LABI1 総本店池袋)の協力を得て実現する予定である。

## 2. 本構想の概要

### 2.1 プラットフォームの具体的なイメージ

本構想におけるプラットフォームは、歩行者に関する様々なデータを組み合わせ、分析することで、街づくり上の課題解決を図ることを目的としている。図2に示すように、画像解析による歩行者流動の把握を中心に、将来的には SNS データ、IC カードデータ、気象・交通データ等を複合的に活用することで、対象エリアの可視化を行い、エリアの課題解決・活性化の基礎資料として活用するものである。当協議会では、全てのデータの匿名化と、公益目的での活用を必須要件としており、後述する通り画像解析についてはこの要件を満たすと考えている。



図2 本構想のプラットフォーム

### 2.2 実現に向けた実証実験の内容

今年度は2種類の実証実験を行うが、いずれもプラットフォームの中核である歩行者流動の把握と歩行者流動データに基づく対策立案について試行するものである。これらの実証実験で活用する画像解析技術は、日本電気株式会社が提供する「群衆行動解析」および「FieldAnalyst」であり、前者は歩行者の交通量・密度・速度等を取得し、後者は歩行者の属性(年齢層・性別)を取得するものである。本実証実験ではプラットフォームのシステム全体の検証を主目的としておりこれらの技術の詳細には言及しないが、前者の群衆行動解析は近年都市計画分析ツールとしての活用が期待されている(参考文献 4),8)。

実証実験①は、短期中期的に課題解決するための情報収集を行う。画像解析技術を活用した歩行者流動の可視化による、回遊空間の現状・課題の見える化に着目した実験である。図3

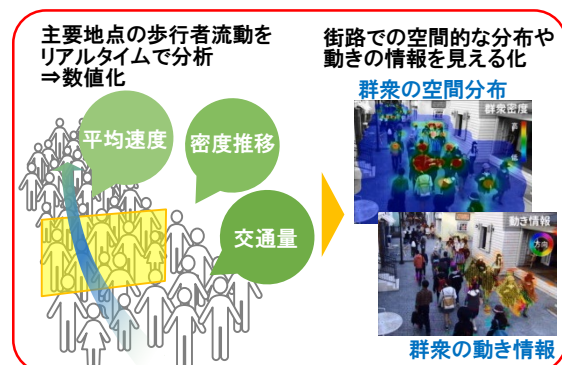


図3 実証実験①歩行者流動の可視化イメージ

に示すように実証箇所にカメラを設置し、画像解析により歩行者流動状況（密度や流れ）を高精度に把握、混雑の原因を分析する。この実験による取得データは、短期中期的な課題解決（歩行空間整備改良）に資することを目的としており、データの評価は都市計画的な視点から技術者が行うことを想定している。段差や障害物、歩行者の滞留・交錯など、歩行快適性を損なっている要因（どんな要因が、いつ、どこで、どの程度、誰に影響しているのか）を特定する。これにより、これまでの分析では把握、評価できなかったマイクロな視点でのボトルネックを把握し、歩行空間整備（歩行空間の快適性・魅力の向上）に活用する。

実証実験②は、リアルタイムな観測結果を踏まえ、混雑回避のための円滑な誘導の実施を行うもので、リアルタイムな情報収集・課題解決（誘導）のPDCAを一定程度自動的にシステム側で行うことを想定している。カメラによる歩行者流動データの取得結果をふまえ、2地点を結ぶ複数経路で混雑状況を均一化することを目的としている。図4に示すように一方の経路が混雑した場合に、他方の経路に歩行者を誘導する仕組みであり、誘導にはプロジェクションマッピングを活用する。本実証実験では、公益性を担保するため、情報が公平に広く発信できるよう、スマホアプリ等対象者を限定した発信ではなく、特定のインセンティブや過度な商業広告との連動は行わない。反対に、街なかの滞在者全員にプッシュ型で通知する必要がある。また、歩行者の自由な回遊行動を促進するため、強制的に経路を指定するのではなく、個人の意思決定を妨げずにやわらかく誘導する必要がある。そこで、プロジェクションマッピングによる歩行者全体に向けた視覚的な発信方法をプロトタイプとして選定した。

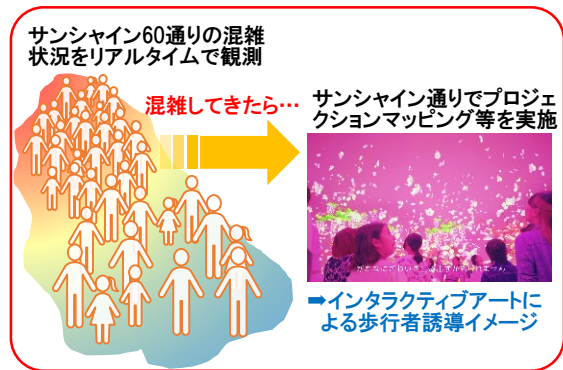


図4 実験②リアルタイムの観測による円滑な誘導

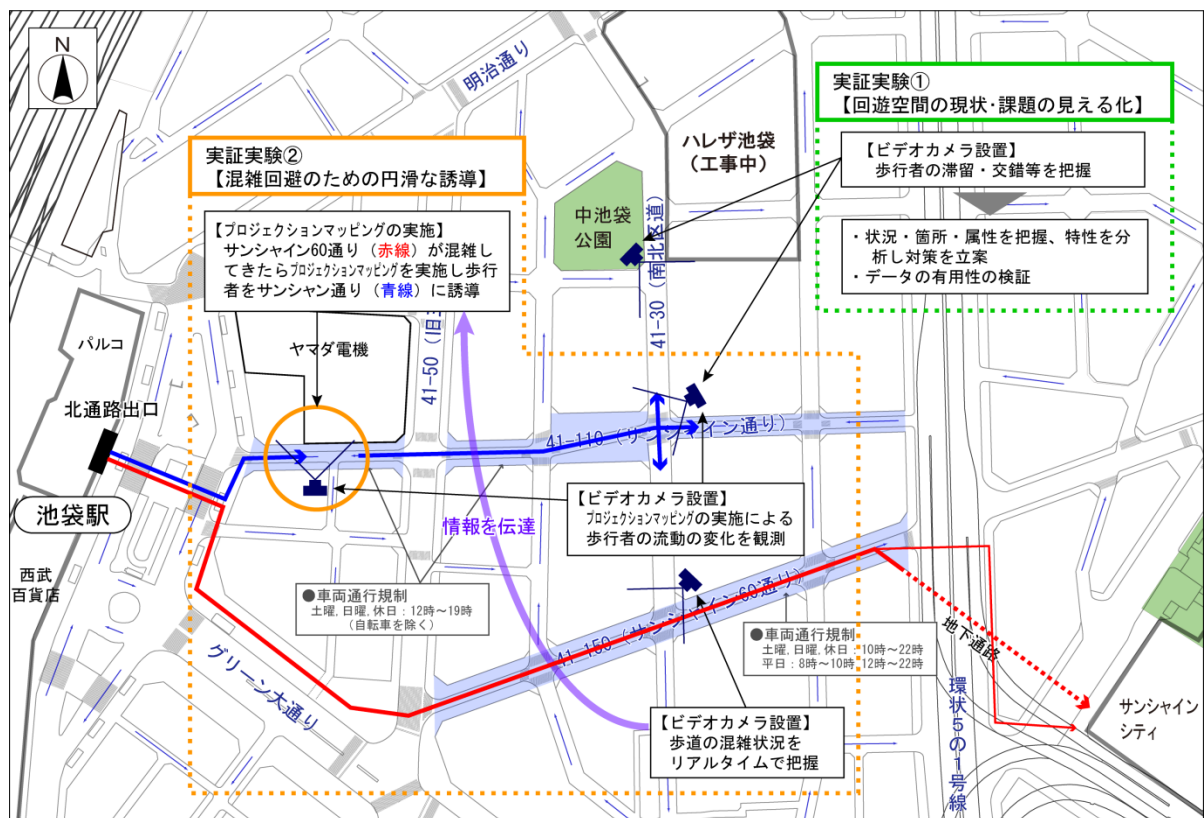


図5 実証実験の全体像

## 2.3 本実証実験の技術的特長

今回の実証実験の技術的特長は、即地的で即応型の PDCA サイクルを可能にする、画像解析を活用した歩行空間の継続的かつリアルタイムな状況把握と分析結果活用方策にある。まちづくり上のニーズとして、街の魅力を高め、歩行者が快適かつ楽しく豊かに街を歩いてもらうため、歩行空間及び歩行自体の質・魅力の向上が求められている。そのためには、ミクロな歩行者流動状況を把握する必要があることから、カメラによる観測及び画像解析技術を活用した歩行者流動の可視化(全数把握)が有効である。これにより、歩行空間の状況把握により滞留・混雑状況が分かるとともに、物理的・属人的な阻害要因の抽出も可能である。さらに、流動状況や来街者の属性に合わせた誘導や回遊促進が可能になると考えている。

今回の実証実験では、まず、データの取得精度(撮影した画像からどの程度の精度でデータを取得できるか)やデータの有用性(取得したデータが歩行空間整備検討に活用できるか)を検証するとともに、回遊促進の可能性(データに基づいて的確に誘導できるか、誘導方策は適切か)を検討する。また、実証実験の考察を経て、別のデータと組み合わせる等さらなる活用方法を検討する。さらに、施策の検討に活用するうえで、アウトプットの方向性(数表・グラフ、カメラ画像加工、マップマッチング、平面図への展開等)を検討する。

なお、現在の歩行者流動分析手法は、GPS 等を活用して人の移動を把握するもので、プローブパーソン調査に基づく歩行回遊シミュレーションの構築が主流である。特に、プローブパーソン調査などは多々行われているが、現時点ではモニター等によるサンプル調査が限界で、サンプルの偏りや母数全体との誤差が課題となっている。特に、通信事業者から取得可能な基地局集計データは、現時点ではメッシュ単位の集計データにとどまるため、限られた面積での短距離の移動である都心空間の回遊行動分析には有効でない。歩行回遊シミュレーションは、歩行者の行動決定メカニズムを調査データに基づき設定し、歩行者回遊行動をモデル化・分析するものであるため、データの精度(数)と行動決定要因の的確かつ詳細な設定によって精度の向上が図られるが、上記の理由及び本プロジェクトの目的を考慮し、本実証実験では全数把握が可能な画像解析技術を採用した。一方、歩行者経路情報は回遊性の向上にあたり重要であり、将来的な本プラットフォームの実現段階では、GPS、WIFI 等の比較的精度の高い経路情報を画像解析によるデータと組み合わせることを想定している。来街者の行動を属性別に解析することで、的確かつ快適な誘導による回遊促進を図る計画である。

## 2.4 本実証実験の社会的受容性

カメラ画像を活用した歩行者流動把握においては、個人情報保護対策およびプライバシーへの配慮が必要となる。今回実施する調査においては、個人情報保護法等の法令への対応とともに、カメラ画像利活用ガイドブックを参考として、豊島区や警察など、関係機関への申請および使用許可を得るとともに、プライバシーや安全面に十分配慮して実施している。

個人情報保護については、平成 29 年 5 月に改正・施行された個人情報保護法では、産業振興の観点から「特定の個人を識別することができないよう個人情報を加工し、当該個人情報を復元できないようにした情報」を「匿名加工情報」として定義し、この匿名加工情報については、本人の同意なくデータを利活用することが可能となった<sup>参考文献 6)</sup>。本プロジェクトでも映像自体は記録することなく、映像解析技術を用いて、匿名化された人の流量や属性といった統計情報にその場で変換する。これにより街頭での取得が可能となっている。

しかしながら、ビデオ撮影に対するプライバシー配慮については、撮影対象となる歩行者から明示的な同意を取得することが難しく、歩行者の意図しない映り込みの発生や、取得された情報の利用範囲が歩行者へ周知されにくい、といった懸念が残る。そこで、個人情報の保護に関する法律など関連法規を遵守するだけでなく、以下に列挙する事柄に可能な限り配慮し、撮影対象となる歩行者の漠然とした不安感を軽減することが重要である。

- ・カメラ映像の利用目的、取得方法の十分な告知
- ・実施主体の明示と一元的な問合せ窓口の設置
- ・取得したデータの適切な安全管理措置
- ・分析等調査終了後の画像データの確実な消去
- ・目的外利用の制限、第三者提供の可否と明示
- ・撮影対象者とのコミュニケーションを通じた信頼関係の構築

本プロジェクトにおいては事前に豊島区広報およびWEB ページでの告知、撮影箇所付近での告知文掲示などの対応を実施する計画である。公共が実施主体に参画しているだけでなく、来街者の回遊性向上が都市全体の課題として位置づけられていることから、本プロジェクトへの理解が得られやすいと考えている。

### 3. おわりに

本取組みに関するこれまでの整理から、まちづくり上のニーズ、技術開発動向、社会的受容性などの観点に合致するプラットフォームの構築が可能であると考えている。特に、今回活用するシステムにおいては、カメラ画像をインプット情報としながらもエッジ部で即座に匿名加工処理を行うため、個人情報・プライバシー配慮と競合しない形での情報収集が可能であることが大きな特長である。また、画像解析を活用して歩行空間の継続的かつリアルタイムな状況把握や状況分析結果にあわせた誘導・発信が可能であり、分析結果を用いた即地的で即応型のPDCA サイクルによる歩行空間改善の可能性を有しているなど、本プラットフォームは、従来の歩行空間拡充方策をさらに推し進めることが期待される。

今後は、本論文執筆時に未実施である実証実験における検証結果をふまえ、プラットフォームの優位性を確保できる面的範囲(面的に連続した複数街区を想定)での実施可能性を検討し、国内各都市への普及促進に向けた実現方策をとりまとめたい。

なお、導入にあたり、以下のような検討課題を有していることを指摘する。

まず、持続可能な事業性の確保をふくめた運営体制モデルの構築が急務である。今回用いた画像解析技術は、汎用的なカメラ・PC を中心とした比較的安価な初期投資を想定しているが、一定規模以上の面的な範囲で本プラットフォームを導入するには、道路管理者・交通管理者等の公共側の主体の理解が欠かせない。一方、来街者を主な対象としていることから地域振興に大きく貢献することが想定される。そのため、過度な商用利用を避けて公益性を確保しながら、地域振興による収益を本プラットフォームの維持に還元する仕組みの構築が望ましいと考える。

また、本プラットフォームによる取得データは、まちなかの賑わい指標としても有益である。そのため、システムの維持を簡便にし、取得データを直感的に理解できる形とするなど、見える化に努める必要がある。

さらに、リアルタイムの流動情報に基づく歩行空間の動的・面的な混雑緩和や快適性向上の可能性をふまえて、誤った誘導により過度な混雑を避けるなど歩行者交通の適切な誘導・再配分のあり方に関する検討が必要である。AIの活用可能性や公共性の確保方策等もあわせて検討すべき事項である。誘導に関しては、現在はプロジェクションマッピングを主な技術として組み入れているが、昼間の誘導方策や液晶パネル等を含む既存広告物との住み分け・連動方策についても今後議論が必要である。

当協議会では、以上の課題認識を考慮しつつ、本プラットフォームの意義を明確化し社会的に活用できるよう取組みを推進することで歩行空間の魅力向上に貢献したい。

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省都市局ウェブサイト:[http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi08\\_hh\\_000037.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi08_hh_000037.html)
- 2) 豊島区:豊島区国際アート・カルチャー都市構想, 2015.6

- 3) 国土交通省都市局:スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】, 2018.8
- 4) 国土交通省都市局:まちの活性化を測る歩行者量調査のガイドライン(ver1.0), 2018.6
- 5) 国土交通省都市局:プロジェクションマッピング実施マニュアル, 2018.3
- 6) IoT 推進コンソーシアム他:カメラ画像利活用ガイドブック, 2018.3
- 7) 個人情報保護委員会:個人情報の保護に関する法律についてのガイドライン(匿名加工情報編), 2016.11
- 8) 新階 寛恭他:画像解析技術を用いた歩行者流動把握手法に関する研究, 交通工学研究発表会論文集 37, 459-465, 2017.8