

デジタルツインシティ構築に向けた 個人情報可視化に関する研究

川合 智也¹・萩原 隼士²・森本 章倫³

¹正会員 株式会社建設技術研究所（〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1）

E-mail: tmy-kawai@ctie.co.jp

²学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科（〒169-8555 東京都新宿区大久保三丁目 4-1）

E-mail: shunhagifalfa@fuji.waseda.jp

³正会員 早稲田大学理工学術院教授（〒169-8555 東京都新宿区大久保三丁目 4-1）

E-mail: akinori@waseda.jp (Corresponding Author)

現在、持続可能な社会の実現を目指し、ICT を活用したスマートシティの構築が課題となっている。本研究ではスマートシティの可視化基盤としてデジタルツインシティに着目し、デジタルツインシティ構築におけるデータ提供や位置情報の可視化によって生じるプライバシー侵害の課題を検討することを目的とする。具体的には、パーソナルデータ活用の利用価値について整理し、個人情報の提供意向や位置情報の可視化の許容意向についてアンケート調査を行った。その結果、パーソナルデータの提供には、直接的利用価値、オプション価値を意識した抵抗感が異なることが分かった。また位置情報可視化の許容には、代位価値が見込まれないことや可視化方法の違いによる一般公開への抵抗感の有無について明らかにした。

Key Words: SmartCity, Digital Twin City, Personal Data, Privacy

1. はじめに

(1) 背景・目的

近年、少子高齢化、脱炭素社会の実現、インフラの維持、持続可能な交通手段の維持など都市を取り巻く課題が複雑化している。このように多様化する都市問題の解決に、情報通信技術（Information and Communication Technology; ICT）を活用して課題解決を目指す分野横断型スマートシティの実現が目指されている¹⁾。これは、内閣府²⁾が示した「Society5.0（超スマート社会）」のうちの都市モデルに該当する。さらに 2020 年以降、新型コロナウイルス（以下 COVID-19）の感染拡大により、デジタルトランスフォーメーション（Digital Transformation; DX）によるデータ駆動形まちづくりの動きが加速している。まちづくり分野での DX 化では、例えば従来は紙面上での管理であった建築物データの 3 次元データ化が進んでいる。さらにイノベーション創出を目的としてデータをオープン化し、行政だけの活用にとまらず、民間に向けた活用を目的として整備が行われている。

そこで本研究では、近年のスマートシティ政策や国内での DX の進展を踏まえ、ビッグデータの可視化基盤や合意形成ツールとしてデジタルツインシティに着目した。

特に、デジタルツインシティを構築する際に問題となるパーソナルデータの提供意向について検討する。そのうえで、データの利用目的・内容と位置情報の可視化許容度との因果関係を把握することを目的とする。

(2) 既存研究の整理

a) デジタルツインに関する研究

Ehab ら³⁾は、デジタルツインに関する既存の論文をレビューし、5 つのテーマに分類している。その中のデータ可視化に関して、デジタルツインの実現に向け、モデルの正確性やグラフィックの質などの不足を解消し、都市情報の包括性が課題であると指摘している。Werner ら⁴⁾によれば、デジタルツインは DX を推進する上で不可欠な技術であるが、一方で明確に定義されていない。文献でもデジタルツインに関する文献は少なく、デジタルモデルやデジタルシャドウの文献が多いことが明らかにし、共通の定義を確立する必要があると結論付けている。

b) 3 次元都市モデル活用事例に関する研究

井筒ら⁵⁾は 3 次元都市モデルを活用した上で景観に着目し、GIS 上での可視、不可視分析後に注視傾向分析を行い、GIS 上での可視化による傾向と実際に人々が着目する傾向は異なることを示している。生富ら⁶⁾は

CityGML データを用いた手法を提案し、都市の政策支援システムとしての活用法を提案している。以上より BIM や基盤地図情報といったデータを活用した研究が見られるが、都市内の一部地域に限定されている事例も多く、1 都市の建築物データを 3 次元化し、シミュレーション実施や都市構造の実例を確認している研究は見られない。

c) データ可視化に関する研究

データ可視化にあたり、ユーザーインターフェース (User Interface; UI) や合意形成の観点からの検討として赤星ら⁷⁾は、都市構造関連のデータである国勢調査や統計等のメッシュデータを Google Map を用いて可視化し、都市構造を検討する場で効果があることを確認した。

d) データ活用の際のプライバシーに関する研究

高橋⁸⁾はサービス提供に着眼し、個人属性等の影響を受けるプライバシー懸念、またプライバシー懸念から受けるサービスの影響について調査した。島ノ江ら⁹⁾は、カメラ画像活用に対する市民の受容を設置主体といったカメラ側の特性と、リスク認知やベネフィット認知といった人間側の特性について防犯や防災の用途別に分類し明らかにしている。以上よりプライバシーに対して商業におけるサービス利用に着目した点やカメラ画像からのアプローチが進むが、位置情報と考慮した個人情報活用をベースにした研究は見られない。

(3) 本研究の位置づけと研究の流れ

これまでスマートシティでのパーソナルデータ活用の際には、プライバシーの侵害の懸念が課題として挙げられているものの、データを可視化してオープン化する基準は依然として不明瞭である。そこで本研究は、スマートシティを進める上で、合意形成や計画立案のツールとなる 3 次元都市、デジタルツインシティを活用した際に生じるプライバシーの侵害の懸念について詳細に把握を試みた点に特徴がある。

本研究の流れは以下の通りである。第一に簡易的なデジタルツインシティの構築を行う。第二に、個人情報の活用についての事例整理から、アンケート調査を行い市民のデータ可視化に関するプライバシー意向を把握する。

2. スマートシティの現状と語句の定義

(1) 分野横断型スマートシティの現状

日本のスマートシティ政策は、2010 年代の前半のエネルギー分野に特化した「個別分野特化型」から、近年は交通、安心安全、福祉、観光といった分野も含め、個人の生活の質 (QoL) の向上や都市全体の最適化を目指す「分野横断型」へと移っている¹⁾。2019 年に国土交通省が選定したスマートシティの「先行モデル事業」は現在

27 事業を数え、スマートシティ施策が加速している¹⁰⁾。また 2020 年、国土交通省は COVID-19 を契機としたニューノーマルな都市のあり方について公表し¹¹⁾、人や空間の動きをマイクロに把握し、三つの密 (密集・密接・密閉) を避けるリアルタイムデータの活用など、スマートシティを目指す必要があることが示されている。そのためには、「まちづくりの DX」の進展も必要であり、2020 年国土交通省は、Project PLATEAU を公開、さらにそれに用いた 3 次元データのオープン化等が行われ DX 化の基盤も整いつつある。

(2) 本研究で用いる語句の定義

スマートシティの現状を踏まえて、本研究で用いる語句について定義した (図-1)。

a) スマートシティ

本研究では国土交通省¹⁾の定義に基づき、「都市の抱える諸課題に対して、ICT 等の新技術を活用しつつ、マネジメント (計画、整備、管理・運営等) が行われ、全体最適化が図られる持続可能な都市または地区」を用いた。

b) データプラットフォーム

本研究では、都市の活動によって得られる各種データを蓄積する基盤としてデータプラットフォームを定義する。サイバー空間上にて行政や民間企業保有のデータを蓄積し、行政や民間企業だけでなく、一般市民も広くアクセス可能にすることで、都市の課題解決に向けたデータの 2 次利用を促進する基盤として期待される。

c) 3 次元都市

本研究では、都市に存在する構造物等の 3 次元データを用いて、現実空間 (フィジカル空間) の都市を仮想空間 (サイバー空間) 上に再現した都市と定義する。また、3 章(4)に記載の内容をもとにすると、3 次元都市はデジタルツインシティには該当せず、デジタルモデルまたはデジタルシャドウに該当する点に注意する。

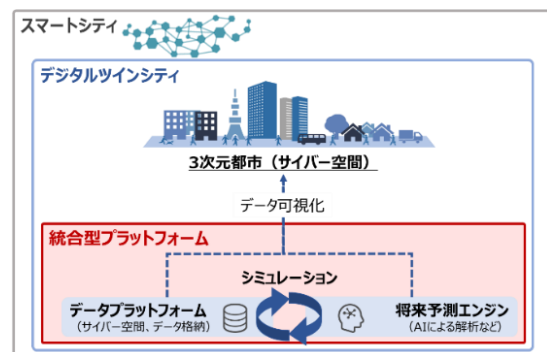


図-1 語句間の関係

d) デジタルツインシティ

本研究では 3 次元都市を構築した後、3 次元都市上にリアルタイムに得られるデータを可視化した場合や、様々なデータを用いてシミュレーションを行った結果を可視化する基盤として定義する。

e) 統合型プラットフォーム

b)で定義したデータプラットフォームと AI機能を搭載した将来予測エンジンを含んだものを統合型プラットフォームと位置づける。

上記の a)~e)を整備することで、データ駆動型まちづくりを進める。その上で、個人の QoL向上や都市の全体最適に結びつく施策を行うことで、スマートシティの実現を目指す。

3. 対象都市におけるデジタルツインシティの構築

(1) 対象都市の選定

デジタルツインシティ構築のケーススタディとして、対象地を栃木県宇都宮市に選定した。宇都宮市はスマートシティ先行モデル事業¹⁰⁾の 1つであり、コンパクトシティ政策との連携が必要なこと、第二に宇都宮市の 3 次元データのオープン化が行われていることである。

(2) 対象都市におけるデジタルツインシティの構築

デジタルツインシティ構築にあたり、3 次元都市の構築を行った。3 次元構築プラットフォームである Cesium を用いた。建築物の 3 次元データには 3DTiles データを用いた。Cesium を用いることで、各自治体でも簡易的に 3 次元都市の構築が可能になり、データ次第では行政官の横展開も可能になる。3 次元都市の UI の検討に当たっても、都市を俯瞰した場合(図-2)や、歩行者目線の場合の閲覧が可能であり活用の幅が広い点も特徴である。

(3) 3DTiles を用いた複合的なデータ可視化の実施

3DTiles データに格納されたデータと既存のデータを用いて可視化を行う。一例として、図-3 では河川浸水高データを属性により色分けし、平日午前 3 時の 500m メッシュ滞在人口データとの複合的な可視化を行った。複合的に可視化を行うことで、実際の滞在人口をもとにした浸水地域の避難誘導や避難計画の策定、また実際の建物の高さや地形との比較が可能になる。また、具体的にどの建物に避難すればよいかなどが視覚的に分かり、より市民の理解が深まることが考えられる。その際の課題として、3 次元都市上でデータ可視化を行う際、位置情報は得られるものの、そこに高さ(z 値)が必要であることである。今後 3 次元都市の活用には、xy の 2 次元デ

ータに加え、高さ(z 値)を有したデータの取得が必要となり、またデータ取得にあたってのデータフォーマット統一も必要となることが分かった。

(4) デジタルツインシティ構築に向けて

Werner⁴⁾らの研究では、製造業の場合を対象にデジタルツインまでにデジタルモデル、デジタルシャドウ、デジタルツインの 3 段階が存在するとした(図-4)。これを構築した 3 次元都市に応用すると、現状実際の都市に存在するデータを可視化する場合、デジタルモデルに該当しデジタルツインとは言えない。以上から、デジタルツインシティの構築に向けての条件は、第一にリアルタイムデータを用いること、第二にその結果をフィジカル空間に活用することである。サイバー空間の 3 次元都市上で、現実の都市の動きを再現するために、データの精度向上も必要で、リアルタイムに取得できるデータを用いるといった時間単位での精度の向上と、ポイント型といった空間面での精度向上を行ったデータの活用が必要であるといえる。



図-2 Cesium 上で再現した 3 次元都市 (宇都宮市)



図-3 500m メッシュ滞在人口データと 3DTiles データ (想定最大浸水高)を用いた複合的な可視化



図-4 デジタルツインシティまでの 3 段階の概念図 (Werner ら⁴⁾を参考に筆者が加筆)

4. 個人情報についての現状把握

(1) 個人情報・パーソナルデータの定義

個人情報とパーソナルデータの定義について整理する。総務省は、個人情報は「生存する個人に関する情報」¹²⁾であり、氏名、生年月日、指紋など特定の個人に関する情報としている。パーソナルデータは、「個人の属性情報、移動・行動・購買履歴、ウェアラブル機器から収集された個人情報」¹²⁾と定義している。本研究では、包括的な概念としてアンケートの際にはパーソナルデータの呼称を用いることとする(図-5)。



図-5 個人情報とパーソナルデータの関係

(2) パーソナルデータの利用価値の把握

スマートシティでは、2章で示したように都市の全体最適を目指し、さらに個人のQoL向上を目指す必要がある。そこで、パーソナルデータ活用による利用価値について検討した。青山ら¹³⁾が都市アメニティというフィジカル空間に存在するものを利用することで、QoL向上に資するものに位置付けていた価値を、サイバー空間でやり取りが行われるデータに応用した。さらに、津田ら¹⁴⁾を参考にスマートシティでのデータ活用のフローを元に検討すると、図-6のような利用価値が考えられる。パーソナルデータをリアルタイムで活用する際に発生する利用価値には、提供したパーソナルデータがサービスとして自身に還元される「直接的利用価値」、自身が提供したパーソナルデータを他人が使うことで自身が満足する「代位価値」が該当すると考えられる。また時間軸で検討すると、将来的に蓄積したデータを用いて自身に還元される部分には「オプション価値」、蓄積データを他人が活用する部分には「遺産価値」が該当することが考えられる。

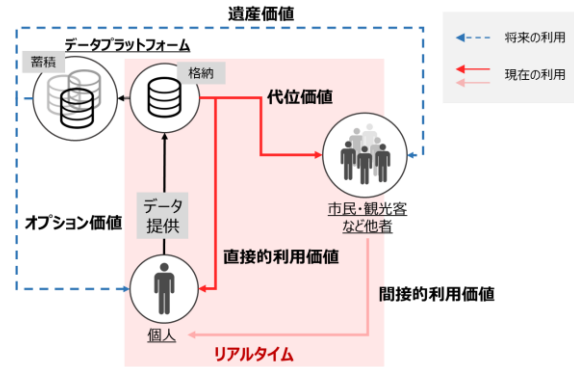


図-6 パーソナルデータの利用価値



図-7 3次元都市上における建物データと500mメッシュ人口データを用いた複合的な可視化

第三にパーソナルデータの保管期限への懸念である。

(4) デジタルツインシティ活用によるプライバシー侵害の懸念

つづいて、スマートシティの可視化基盤であるデジタルツインシティを活用した際のプライバシー侵害の懸念について検討した。まず、前節で述べた「第三者による閲覧」という点でプライバシーの侵害の懸念が生じることが考えられる。例えば、図-3で用いた500mメッシュ滞在人口データと建物データを用いる場合を想定する。図-7に示すような可視化方法が考えられるが、500mメッシュ内に滞在すると想定される人数と建物の個数や建物の形状から、その建物の内部に何人滞在しているかといった推定が行える可能性が生じる。都市部のマンションなどは、1つの建物に多くの住民が住んでいるため特定の懸念が薄まる可能性があるが、一方で郊外の住宅街などを想定すると、より特定の懸念が高まる可能性がある。加えてデジタルツインシティの活用にあたっては、位置情報を基にしたデータ可視化が行われることが想定される。位置情報により個人の行動を追跡しているかの

ような懸念が生じる場合もある。実際、2021年アメリカ地理学協会¹⁵⁾は位置情報の取得に対してガイドラインを作成し、行き過ぎた位置情報の取得はプライバシーの侵害につながると指摘していることから、データ可視化により従来データ提供やデータ管理の際とは異なったプライバシー侵害の懸念を想定する必要がある。

(5) 都市政策におけるパーソナルデータ活用事例

4章(3)、(4)で整理したプライバシー侵害の懸念が実際の都市政策に現れている例として、COVID-19の感染拡大を防ぐ感染通知アプリがあげられる。COVID-19の感染拡大期間に、一部の国では感染拡大を抑えるための感染通知アプリを用いて、位置情報を活用した行動履歴の把握とともに氏名、年齢、職業といった個人情報の取得も行われた。その他にもデータ取得形式の場合や、取得したパーソナルデータの管理方法の違いがみられた¹⁶⁾。より精度をあげることや、細かく把握することにより感染経路の特定などは精度が増し、早急な把握が可能になるものの、プライバシー侵害の懸念はぬぐえないことは事実である。都市運営を行うにあたっては、施策による公益性とプライバシーの侵害を防ぐための秘匿性と両立が不可欠であるといえる。

5. アンケート調査によるプライバシー意向の把握

4章でのパーソナルデータの利用価値とプライバシー侵害の懸念を踏まえ、デジタルツインシティ活用に向けたパーソナルデータ提供による抵抗感と位置情報可視化許容の把握を行うため、Webアンケート調査を行った。

(1) Webアンケート調査の概要

アンケート概要を表-1に示す。第一に、アンケートの前提として、パーソナルデータの提供や位置情報可視化には「利用者の同意のもと行われる(能動的)」ことを条件として仮定した。パーソナルデータを提供する際の施策には、総務省¹⁷⁾を参考に、パーソナルデータの還元対象(自身または他人)、還元の際の時間(現在または将来)で分類し、その際の利用価値に対応する内容を検討した(表-2)。第二に位置情報可視化のパターンとして、図-8の4パターンを想定した。パターンAはメッシュ型により秘匿処理がされている。パターンB、C、Dはポイント型による可視化であり、その中でもパターンC、Dは属性を用いた色分けを行った状態である。また、パターンDは3次元都市上での可視化で、2次元での表示より精度が高い状態での可視化を行っている。

表-1 アンケート調査の概要

Webアンケート概要	
アンケート名	情報通信技術(ICT)と駅まち空間の利用意向のアンケート調査
調査日	2021年11月1日~11月3日
調査方法	Webアンケート形式
調査対象	全国のGMOリサーチパネル会員
設問数	9問
サンプル数	662
質問内容	・個人属性(年齢・性別・居住地・居住形態・年収) ・パーソナルデータ提供自覚、提供内容、提供先、活用媒体の意向把握、提供の際の意識(Q9~Q13) ・位置情報の可視化による意向把握(Q14, Q15)

表-2 パーソナルデータ活用別による還元対象と時間の整理

番号	施策内容	対象	時間	利用価値
①	大規模災害や疫病などの緊急時の場合(緊急避難路など)	自身	現在	直接的利用価値
②	防災に関わる内容の場合(ハザードマップなど)	自身	現在・将来	直接的利用価値 オプション価値
③	国民の健康・福祉に関わる場合(混雑(3密)回避や医療・新薬開発等)	他人	将来	遺産価値
④	国家・国民の安全保障に関わる内容の場合(テロ対策・防犯・犯罪捜査など)	自身	現在	直接的利用価値
⑤	公共サービスの高品質化、利便性向上(公的手続きの迅速化・公的サービス拡充等)	自身・他人	将来	オプション価値 遺産価値
⑥	交通渋滞の回避、道路や橋の老朽化対策等の社会課題解決	自身・他人	現在・将来	主に直接的利用価値・代位価値
⑦	教育や研究など学問の発展に役立てる場合	他人	将来	遺産価値
⑧	地域振興・観光など地域経済の活性化に繋がる場合	他人	将来	遺産価値

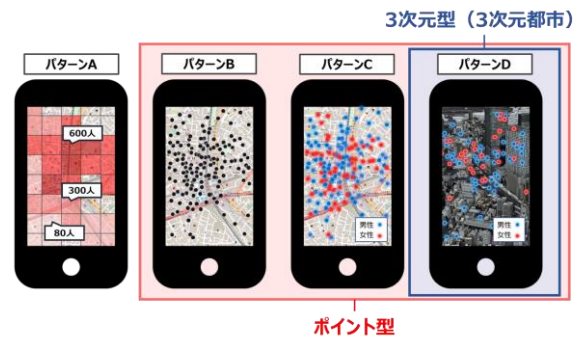


図-8 位置情報可視化のパターン分け

(2) Webアンケートの集計結果概要

Webアンケートの集計結果をまとめた。まず属性について、性別では男性418人(63.1%)、女性244人(36.9%)から回答を得られた。年齢層については、10代、20代が50人(7.6%)に対して60代以上が203人(男性164人、女性39人)と多くなった。単純集計とクロス集計の段階では、以下の傾向が明らかとなった。

- パーソナルデータの提供の際の自覚について、行政機関に提供する場合(36.1%)に比べ、民間企業へ提供する場合(42.6%)の方が大きくなる。ただ半数程度は提供の際に自覚を持っていないことも併せて明らかとなった。
- パーソナルデータの提供先ごとの抵抗感の有無に

ついて、居住自治体 (36.8%)、公共性のある大企業 (40.5%)、国 (44.2%) の順にパーソナルデータ提供による抵抗感が大きくなる。

- パーソナルデータの利用目的を明確にすれば、提供への抵抗感は小さくなる。またデータの可視化媒体としてデジタルサイネージを活用した場合 (50.0%) や、Web 上での一般公開 (52.4%) を行った際には抵抗感が大きくなる傾向にある。
- 位置情報可視化は、大規模災害 (64.2%) や防災 (62.0%) といった施策の際に精度が高いポイント型を許容し、さらにリアルタイムの際性別や年齢といった属性を付加する場合は大規模災害 (49.2%) の際に可視化を許容する傾向にある。

6. パーソナルデータ提供と位置情報可視化の関係把握

本章では、5 章での集計結果をもとに 3 つの仮説を提示して、統計的な有意性の検証を行う。具体的には、パーソナルデータの提供要因や位置情報可視化の要因について、二項ロジスティック回帰分析により試みた。分析の際には以下の回帰式を用い、変数の抽出には強制投入法を用いた。

$$\ln\left(\frac{\Pr(y)}{1-\Pr(y)}\right) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

- Pr(y) : 事象 y が発生する確率
 b_0 : 定数項
 b_i : 施策 i の偏回帰係数
 x_i : 施策 i の変数

(1) パーソナルデータの提供の抵抗感に関する検討

- 仮説 1 : パーソナルデータの提供の際に、「大規模災害」、「防災」、「安全保障」が利用目的の場合、データ提供の抵抗感が低下する

パーソナルデータの利用目的の違いが、データ提供時の抵抗感へ与える影響を検討するため、目的変数には、意識度合を選択肢中の「まったく意識しない」と「あまり意識しない」の場合を「0」、「少し意識する」と「とても意識する」の場合を「1」とするダミー変数を用いた。説明変数には、利用目的別に回答したパーソナルデータの提供に対して選択肢中の「まったく抵抗感がない」と「あまり抵抗感がない」の場合を「0」、「少し抵抗がある」と「とても抵抗がある」の場合を「1」とするダミー変数を用いた。

まず、自身のサービスや施策に活かされることを目的にデータ提供する場合 (直接的利用価値またはオプション価値に相当) の抵抗感の結果を表-3 に示す。有意となった施策が、「安全保障」、「行政サービス向上」、

表-3 パーソナルデータ提供の際に直接的利用価値・オプション価値の意識の有無における二項ロジスティック回帰モデル

	パーソナルデータを提供する施策	偏回帰係数	有意確率	オッズ比
直接的利用価値・オプション価値意識する場合	大規模災害 (①)	-0.686	0.066	0.504
	防災 (②)	0.157	0.668	1.170
	国民の健康 (③)	-0.160	0.621	0.852
	安全保障 (④)	0.960	0.002**	2.611
	行政サービス向上 (⑤)	1.018	0.002**	2.768
	交通・インフラ (⑥)	-0.226	0.511	0.799
	学問 (⑦)	-0.229	0.926	0.972
	地域経済活性化 (⑧)	1.090	p<0.001***	2.974
Nagelkerke R ² 値 : 0.226, 正解率 : 69.5%				

表-4 位置情報可視化の許容の違いについての二項ロジスティック回帰モデル

位置情報の可視化許容				
	許容する施策	偏回帰係数	有意確率	オッズ比
代位価値・遺産価値意識する場合	大規模災害 (①)	-0.061	0.623	0.941
	防災 (②)	0.002	0.990	1.002
	国民の健康 (③)	-0.047	0.743	0.954
	安全保障 (④)	0.249	0.072	1.283
	行政サービス向上 (⑤)	0.183	0.303	1.200
	交通・インフラ (⑥)	-0.152	0.353	0.859
	学問 (⑦)	-0.002	0.992	0.998
	地域経済活性化 (⑧)	-0.281	0.072	0.755
Nagelkerke R ² 値 : 0.019, 正解率 : 55.0%				

「地域経済活性化」であり、仮説で設定した 3 施策と同じにはならなかった。他者への効用も高まる「行政サービス向上」や「地域経済活性化」が有意となっており、これら施策へ向けてパーソナルデータを提供する際に、抵抗感を有している場合、直接的利用価値をより意識してパーソナルデータの提供を行うということが明らかとなった。つまり、パーソナルデータの提供者は、直接的利用価値またはオプション価値が存在するかを見極めた上で提供を行う傾向にあることが伺える。

(2) 位置情報可視化の許容に関する検討

位置情報可視化に際しては、不特定多数の第三者にパーソナルデータが閲覧される可能性が高い。そこで、位置情報の可視化により、Web 上に一般公開された場合の意向の要因について検討する。本研究では、位置情報可視化を許容する人は、代位価値や遺産価値を意識していると考え、仮説 2 を設定した。また、Web 上での一般公開に着目し検討を行った。

- 仮説 2 : 位置情報可視化の許容を行う際には、代位価値を意識して許容する

代位価値や遺産価値の意識を目的変数として、説明変数に図-8 のパターン A を「1」としてパターン D までを 4 段階にした変数を用いた。その結果を表-4 にまとめた。

表-5 Web 一般公開の際のポイント型と 3 次元型の違いによる位置情報可視化許容に関する二項ロジスティック回帰モデル

Web上で一般公開した際の抵抗感の有無				
	許容する施策	偏回帰係数	有意確率	オッズ比
ポイント型許容の場合	大規模災害 (①)	0.012	0.973	1.012
	防災 (②)	0.430	0.263	1.538
	国民の健康 (③)	-0.108	0.785	0.898
	安全保障 (④)	0.860	0.089	2.363
	サービス向上 (⑤)	-1.160	0.022*	0.313
	交通・インフラ (⑥)	0.327	0.465	1.387
	学問 (⑦)	-0.597	0.151	0.551
	地域経済活性化 (⑧)	-0.324	0.437	0.723
Nagelkerke R ² 値 : 0.032, 正解率 : 52.9%				
3次元型許容の場合	大規模災害(①)	0.709	0.014*	2.032
	防災 (②)	-0.468	0.180	0.626
	国民の健康 (③)	-0.083	0.806	0.921
	安全保障 (④)	0.501	0.091	1.650
	サービス向上 (⑤)	0.070	0.875	1.072
	交通・インフラ (⑥)	-0.301	0.415	0.740
	学問 (⑦)	-0.369	0.300	0.692
	地域経済活性化 (⑧)	-0.507	0.179	0.602
Nagelkerke R ² 値 : 0.039, 正解率 : 56.2%				

結果より、位置情報可視化を許容する施策について、有意な結果は得ることができなかった。その中でも、「安全保障」、「地域経済活性化」に関しては、有意確率の値が最も小さくなり、施策の展開次第では、代位価値を有する可能性があることが伺える。

● 仮説3：一般公開の際、位置情報の可視化を許容するのは提供情報の表示があいまいな方である

目的変数を Web 上での一般公開の抵抗感の有無に設定した。説明変数は図-8を参考に設定した。あいまいな表示であるパターン B, C, D について許容する場合をポイント型のダミー変数、より詳細な表示のパターン D について許容する場合を 3次元型のダミー変数とする。その結果を表-5にまとめた。ポイント型では「行政サービス向上」が有意であった。この場合、「ポイント型での位置情報可視化を許容する人はしない人に比べて、Web 上での一般公開の際には抵抗感を有しにくく、オッズ比は 0.31 倍になる。」ことが分かった。言い換えると、行政サービス向上の時は、位置情報の可視化も許容せず、Web 上での公開も抵抗感を有する傾向になる。3次元型では「大規模災害」で有意であった。この場合、「3次元型での位置情報可視化を許容する人はしない人に比べて、Web 上での一般公開の際には抵抗感を有しやすく、オッズ比は 2.0 倍になる。」ことが分かった。つまり位置情報の可視化は許容するものの、Web を持ちいた一般公開には抵抗感を抱いている場合が考えられることが明らかとなった。

(3) 小括

本章での分析結果から、特に位置情報の可視化については、施策によって異なる結果を示した。要因として、5章での集計結果より得られた、パーソナルデータの提供の自覚が低いことがあげられ、自身が許容することによる位置情報可視化の代位価値を意識できていない可能性がある。現状位置情報活用したサービスは、地図アプリなど個人で完結するサービスが多く、他者のデータを活用すること、また活用されることがイメージしづらい点も要因として考えられる。

7. おわりに

本研究では対象都市におけるデジタルツインシティを簡易的に構築し、活用するデータの精度の点からプライバシー侵害の懸念について分析を行った。本研究で得られた知見は2つである。第一に、デジタルツインシティの基盤となる3次元都市上でのデータ可視化にあたり、データ取得の段階で標高値(z値)も含めた位置情報の取得が必要となることである。第二に、プライバシー懸念について、パーソナルデータの利用価値の違いによるパーソナルデータ提供の際の抵抗感について定量的に示した。パーソナルデータ提供の抵抗感の意向把握に比べて、位置情報可視化の許容意向に関しては、施策による影響が強く効いており、デジタルツインシティを用いて精度の高い都市活動の再現する際には考慮が必要である。今後の課題として、アンケート時に回答者に提示する情報の与え方の工夫や、より多くの被験者に対して調査を行う必要がある。

最後に、今後の展望として2つあげる。第一に施策ベースとして、都市の最適化に向け、パーソナルデータ提供の際に直接的利用価値やオプション価値だけではなく、他者の効用も上昇させる代位価値や遺産価値を付加する施策を行っていく必要があるといえる。さらに技術ベースでの展望としてデジタルツインシティ活用の際に生じるプライバシー侵害の懸念について、市民が置かれている経済的状況、社会的状況、心理面の把握などを行い、より細かく個人属性や意向に基づく検討が必要である。位置情報可視化には、都市規模、生活形態による要因も考えられる。いずれもスモールスタートでデジタルツインシティを各都市で構築し、幅広く運用することで市民のプライバシーに対する意向を把握することが望ましいと思われる。

補注

注1) 表-3, 表-4, 表-5内の括弧内の数字は表-2内の施策内容の数字に対応している。

参考文献

- 1) 国土交通省：スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】，2018.
- 2) 内閣府：未来投資戦略 2018－「Society5.0」 「データ駆動型社会」への変革－，2018
- 3) Ehab Shahat, Chang T. Hyun, Chunho Yeom : City Digital Twin Potentials: A Review and Research Agenda, Sustainability 2021, 13(6), 2021.
- 4) Werner Kritzing, Matthias Karner, Georg Traar, Jan Henjes, Wilfried Sihm : Digital Twin in manufacturing, A categorical literature review and classification, IFAC PapersOnLine 51-11, pp.1016-1022, 2018.
- 5) 井筒竜宇, 山野高志：三次元都市モデルを用いた可視・不可視分析の結果と実際の視線傾向との違いに関する研究, 土木学会論文集 F3, Vol.74, No.2, I_82-I_89, 2018.
- 6) 生富直孝, 米山一幸, 有村幹治：CityGML を用いた都市政策支援システムの開発と活用, 第 61 回土木計画学研究発表会講演集, CD-ROM, 2020.
- 7) 赤星健太郎, 石井儀光, 岸井隆幸：関東地方における都市構造の可視化推進に関する研究 - 関東地方における都市構造のあり方に関する検討会の取り組み事例の報告 -, 都市計画論文集, No.45-3, pp.169-174, 2010.
- 8) 高橋晴夫：パーソナライズド・サービスに対する消費者選好に関する研究 プライバシー懸念の多様性に着目した実証分析, 情報通信学会誌, Vol.34, No.3, pp. 25-39, 2016.
- 9) 島ノ江彩加, 雨宮護：街頭カメラの画像活用に対する市民の受容の構造, 都市計画論文集, Vol.54, No.3, pp.750-757, 2019.
- 10) 国土交通省：令和 2 年度先行モデルプロジェクト 7 事業, 2020.
- 11) 国土交通省, 「新型コロナ危機を契機としたまちづくり」, 2020.
- 12) 総務省：平成 29 年版 情報通信白書, pp53.
- 13) 青山吉隆, 中川大, 松中亮治：都市アメニティの経済学, 学芸出版社, 2003.
- 14) 津田采音, 川合智也, 森本章倫：官民連携に着目したスマートシティの持続可能な運営体制に関する研究, 都市計画論文集, Vol.56, No.3, pp.635-640, 2021.
- 15) アメリカ地理学協会：LOCUS CHARTER (最終閲覧 2021.06.08) .
- 16) 政府 CIO ポータル：接触確認アプリの導入に係る各国の動向等について, 2020.
- 17) 総務省：平成 26 年版 情報通信白書, pp159-164.

(Received ??,???)
(Accepted ??,???)

A STUDY ON VISUALIZATION OF PERSONAL DATA FOR THE CONSTRUCTION OF DIGITAL TWIN CITIES

Tomoya KAWAI, Syunji HAGIWARA and Akinori MORIMOTO

These days, the construction of smart cities utilizing ICT has become a challenge to realize a sustainable society. This study focuses on the digital twin city as a visualization infrastructure for smart cities, and aims to examine the issues of privacy invasion caused by data provision and location information visualization in the construction of a digital twin city. Specifically, we organized the use value of personal data utilization and conducted a questionnaire survey on the willingness to provide personal information and the willingness to allow the visualization of location information. As a result, we found that the resistance to the provision of personal data varied depending on the direct use value and the awareness of the optional value. In addition, we found that there is no expectation of substitutional value in allowing location information to be visualized, and that there is resistance to public disclosure due to differences in the visualization method.