

2. 2. 10 都市研究部

都市の再構築におけるスマートシティ関連技術の導入に関する研究

Research on Utilization of Technology Related to Smart City in Urban Reconstruction

(研究期間 平成 30 年度～令和元年度)

都市研究部 都市計画研究室
Urban Planning Department
Urban Planning Division
都市研究部 都市開発研究室
Urban Planning Department
Urban Development Division

室 長 勝又 濟
Head KATSUMATA Wataru
主任研究官 大橋 征幹
Senior Researcher OHASHI Masamiki

Recently, Smart Cities utilizing ICT technologies such as big data, IoT and AI are being promoted worldwide. This research aims to survey cases of recent Smart Cities and technologies utilized there at home and abroad, and foundationally organize about utilization of technologies related to Smart City for urban reconstruction in Japan.

〔研究目的及び経緯〕

近年、ビッグデータや IoT、AI などの ICT 関連技術を導入したスマートシティの取り組みが世界的に進められている。わが国においても、スマートシティは第 5 期科学技術基本計画で提唱された「Society5.0」(先端技術導入により経済発展と社会的課題の解決を両立する新たな社会) の実現の場として期待されている。

「スマートシティの実現に向けて【中間取りまとめ】」(平成 30 年 8 月、国土交通省都市局) では、都市問題解決に向けたスマートシティの全体像が提示され、モデル事業の実施、官民連携プラットフォームの設立等、スマートシティ推進の取り組みが進められている。

超高齢社会の到来、交通弱者の増加、生産年齢人口の減少、インフラの老朽化、地方財政の逼迫等、わが国の都市問題は深刻化しつつある。スマートシティのテーマも、かつての環境・省エネルギーから、交通、生活支援、防災、防犯、観光等に多分野化し、活用が期待される新技術も技術革新により多様化しつつある。本研究は、近年の国内外のスマートシティの事例や関連技術の動向を調査し、わが国の都市の再構築に向けた技術の活用について基礎的整理を行うものである。

〔研究内容及び成果〕

(1) スマートシティを構成する要素技術の整理

ICT を活用したスマートシティを構築するための技術的要素として、都市の状態を把握するためのセンシング技術のほか、これらのデータを管理し情報をやり取りするためのデータベースや通信ネットワークが必要となる。さらに、これらの技術を統括して都市を運営していくためには、都市のオペレーティングシステム(都市 OS) が重要である(図)。

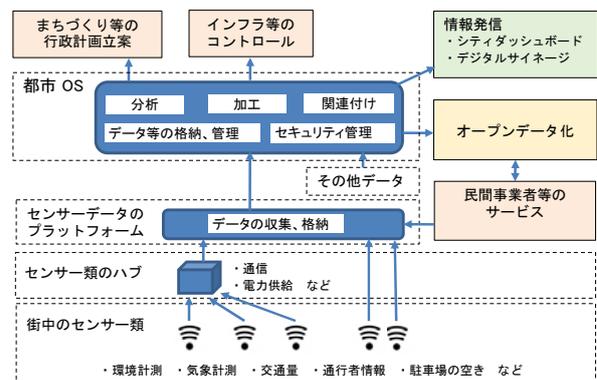


図 都市 OS を中心とした ICT 要素技術の構成

① 各種センサーによる都市のセンシング関連技術

スペイン・バルセロナでは、交通量センサー(人の動きで街灯の明るさを調整)、車両速度感知センサー(一定速度超過で停止信号)、IP カメラ(不審者監視や歩行者流動把握)、駐車状況センサー(駐車場空き状況の把握)、環境センサー(騒音、大気汚染、水質、土壌等)等の多様なセンサーを市内に設置し、それらを Wi-Fi ネットワークでつなぎデータを収集している。

シンガポールでは、各種センサーの共通インフラとして、路上センサーに電源と光ファイバー接続を提供する AG Box (Above-Ground Box) を交差点やバス停等の公共スペースに設置している。これにより街灯や交通状況モニタリングカメラ、大気観測のセンサー、歩行者モニター、自動車のスピード監視、信号機のコントロールシステム、渋滞解消等のシステムを支援する。

② 都市のオペレーティングシステム関連技術

スマートシティを構築・運営していくためには、都市計画や交通、健康、福祉、安全、エネルギーなど、様々な分野を統合的に管理していくことが必要であり、

そのためには多種多様な都市データを一つのプラットフォーム上に整理し、多様な主体が多様な目的で利用可能にすることが重要である。この中核をなす技術が都市のオペレーティングシステム（都市 OS）である。

デンマーク・コペンハーゲンの PlanIT UOS は大規模に張り巡らされたセンサーネットワークを利活用し、建物に設置された様々な機器や、エネルギー、水、ごみ、教育、交通、医療および様々な双方向システム等の社会インフラを統合的に管理するものである。同時に、都市における大規模な活動データを一元的に管理・利活用し、新たな都市マネジメントや市民向けサービスを実現するアプリケーションの開発を支援する。このようなプラットフォームにより、デバイス間のスムーズでリアルタイムのデータ交換を可能としている。

③オープンデータやビッグデータの利活用関連技術

都市に関するオープンデータ化を推進する目的の1つは、都市計画に関する無駄のない合理的な意思決定を、円滑に実現することにある。都市計画においては、多くのステークホルダーが関与し、利便性、環境性、デザイン性など様々な条件に対峙する必要がある。オープンデータ化を図ることで、対象とする土地や建物、区画など、さまざまなスケールにおいて、あらゆるデータを統合的に活用・分析することが可能となる。もう1つは、民間事業者や研究機関における都市アプリケーションの開発と実装への期待である。スマートシティの実現には、さまざまな都市サービスのスマート化が図られる必要があり、オープンデータ化することで、業種や事業者の規模に関わらず都市アプリケーションの開発を可能とすることが期待される。

シンガポールでは、3D モデル上で様々な都市向けシミュレーションが可能な「3D EXPERIENCE City」を用い、豊富なデータを搭載した「バーチャル・シンガポール」プラットフォームを開発している。特定の施設での災害時の人の移動や、建築物の太陽エネルギー生産量等のシミュレーションを可能とするものである。

イギリス・ロンドンの City Dashboard は、市内の空間データを集約しダッシュボードとマップにデータを可視化するもので、オープンデータを一画面でリアルタイムに閲覧することができる。同様に、札幌市の DATA SMART CITY SAPPORO では、195 件のオープンデータセットが公開され（令和 2 年 3 月 21 日現在）、9 つのダッシュボード（みんなの SAPPORO データ、札幌の暮らし Map1 及び 2、ロケ地 Map、インフルエンザ流行 View、インバウンド消費 View、動植物 Map、交通機関運行状況、地下鉄人流 View）が公開されている。

(2) わが国への適用可能性と必要な基盤整備

(1) で調査した各要素技術について、わが国への適用

可能性と必要な基盤整備について考察する。

① 各種センサーによる都市のセンシング関連技術

わが国においては、大気環境、気象、交通などに関するデータ類は各種センサーにより計測・蓄積されている。また、監視カメラ、携帯電話、自動車の GPS などを通じて人間の行動に関する情報もリアルタイムで蓄積されている。個人情報を含む情報の取得・取り扱いには慎重な風潮があるが、携帯電話の位置情報を活用したサービスの増加、防犯カメラの設置や高齢者・子どもの遠隔地からの見守りに対する社会的要請の増大など、社会的な受容性は高まっているものと考えられる。透明性のある管理体制やセキュリティ対策とともに、国民生活へのメリットの可視化が重要となる。

また、多様な機関によるセンサー設置を後押しするため AG Box のようなハブ機能を有するインフラを既存の都市インフラ（街灯、電柱、ベンチ等）も活用しつつ整備する仕組みや、データの取得及び利用の視点から Wi-Fi 等による公的ネットワークの整備促進等が必要と考えられる。

② 都市のオペレーティングシステム関連技術

世界的に見ても都市 OS の実装・運用にまで至っている都市は少なく、各都市が抱える固有の課題解決への取り組みに特化した事例や都市 OS の構築に向けた基盤整備の段階の事例が多く見られるが、交通に関する課題解決やまちづくりに関わる行政手続きの省力化・円滑化などを目的とした事例が見られ、わが国においても共通の課題があることから適用可能性が考えられる。行政情報のデジタル化への移行、都市 OS の運用主体の整理（行政と民間の役割分担等）、行政組織内の ICT 担当部局の位置付けと分野横断的な取り組みを実現できる権限・仕組みの構築等が必要と考えられる。

③オープンデータやビッグデータの利活用関連技術

オープンデータの活用を促すためには、バーチャル・シンガポールのように異なる分野の個別データを組み合わせる分析ができることが重要であり、データの充実と共通プラットフォームの構築が必要となる。わが国では、まずは行政の保有するデータや各種センサーから得られるデータを共有・オープン化するためのプラットフォームの構築に取り組むことが現実的と考えられる。そして、3D モデル化に必要な建物データ等の収集・整備、まちづくりに関わる計画・設計情報の集約、民間事業者の有するデータを共通プラットフォームに集約する仕組みが必要であると考えられる。

【成果の活用】

研究成果は、わが国におけるスマートシティ推進に向けた基礎資料として活用する。また学会等での研究発表、国総研ホームページでの公表等を予定している。

集約型都市づくりに向けた支援ツールの社会実装に関する研究

Research on Social Implementation of Planning Support Tools for Promoting Centralized Urban Structure

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

都市研究部 都市計画研究室

室長 勝又 濟

[研究目的及び経緯]

少子高齢化・人口減少が加速化する中で集約型都市構造化（コンパクトシティ化）の推進が都市政策上の大きな課題となっており、平成26年8月の都市再生特別措置法の改正により、医療・福祉・商業等の都市機能や居住機能を一定区域に誘導する立地適正化計画制度が導入され、全国の地方公共団体で計画策定が進められている。

本研究は、立地適正化計画の策定や見直しに取り組む地方公共団体を支援するため、これまでに国土技術政策総合研究所において開発した、町丁目単位で将来人口・世帯数を予測する「将来人口・世帯予測ツール」や、生活支援施設の空間的な将来過不足状況を予測する「地域居住支援機能適正配置予測プログラム」等の支援ツールについて、利用者のニーズに基づき必要な改良やマニュアル作成等を行うものである。

令和元年度は、「将来人口・世帯予測ツール（バージョン2）」について、将来世帯数等の予測結果を出力する改良を行った。また「地域居住支援機能適正配置予測プログラム」及び「コンパクトなまちづくりに向けた地区マネジメント支援ツール」について、プログラム及び利用データのアップデートを行うとともに、クイックスタートマニュアルの作成を行った。

都市空間の魅力の増進に関する基礎的研究（街路等の歩行空間のデザインについて）

Basic study on enhancement of the attractiveness of urban space (Urban design around Street, Pedestrian Space and so on)

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

都市研究部 都市計画研究室

主任研究官 富田 興二

[研究目的及び経緯]

都市空間の魅力を増進(居心地の向上と賑わい活気の創出)する取り組みの再現性を工学的に高めるべく、街路等の歩行空間のデザイン(形、計画設計)に関する基礎研究を行う。①幅員・歩車幅員比・奥行き・段差・路面・沿道建物などの要素、②デザインの仕組みや働き(デザインの人への作用やメカニズム)、特に居心地の向上と賑わい活気の創出に資するデザインに関する文献・論文等について、要素を選択し技術資料をアジャイル開発し(技術資料等のβ版を試作しサウンディングを通じて実務に即して取りまとめ)つつ、成果物の普及啓発も図る。

令和元年度は、技術資料のβ版の試作とともに、複数の有識者にサウンディングを開始し、技術資料の公表と充実へのニーズとともに、次のフェーズとして、人材育成・実施体制など社会実装に係る知見へのニーズが一定にあることを観察した。また、都市再生法改正案・ストリートデザインガイドライン案等の立案に寄与した。

今後も引き続き、有識者へのサウンディングと文献調査を通じて、技術資料のブラッシュアップを行い、いったん令和2年度時点のものとして技術資料を取りまとめるとともに、普及啓発を図る。また、社会実装に係る基礎的研究の予備的研究に着手する予定である。

密集市街地整備の加速化に向けたきめ細かな整備方策に関する研究

Research on the Carefully Crafted Way of Accelerating Improvement in Densely Built-up Areas

(研究期間 平成 28 年度～令和 2 年度)

都市研究部 都市計画研究室

室 長 勝又 済

都市研究部 都市防災研究室

室 長 竹谷 修一

[研究目的及び経緯]

平成 28 年に閣議決定された新たな「住生活基本計画(全国計画)」では、「地震時等に著しく危険な密集市街地(危険密集市街地)」約 4,450ha を令和 2 年までに概ね解消することを目標としており、密集市街地整備を効果的・効率的に推進することは喫緊の課題である。そのため、地方公共団体に対しては、地域特性に応じた密集市街地の効果的・効率的な整備推進方策や、整備効果の簡便な評価手法等に関する技術支援が必要である。

本研究は、地方公共団体におけるマンパワー・財政制約下において、密集市街地における早期の防災性向上のための取り組みを加速化するため、地域特性に応じたきめ細かで効果的・効率的な整備方策、支援方策等について検討を行い、技術資料等の形でとりまとめ、密集市街地整備に取り組む地方公共団体に提供することを目的としている。

令和元年度は、危険密集市街地の整備進捗が遅れている地方公共団体の参考となるきめ細かな整備事例集を作成するため、民間事業者が独自の取り組みにより、主に密集市街地の街区内部(いわゆる「アン」)における接道不良敷地、狭小敷地、借地等、整備の阻害要因となる条件不利敷地を防災性向上等の物的改善につなげた事例について、当該民間事業者にアンケート調査やヒアリング調査等により情報収集を行い、事例カルテを作成した。

加えて、建築基準法集団規定の特例制度等の規制誘導手法(まちづくり誘導手法)を活用した建て替えについて解説した『密集市街地整備のための集団規定の運用ガイドブック ～まちづくり誘導手法を用いた建替え促進のために～』については国土技術政策総合研究所で平成 19 年に刊行しているが、改正建築基準法が令和元年 6 月 25 日に全面施行され、また本ガイドブックの初版刊行から 12 年以上経過しまちづくり誘導手法の適用事例が増加していることから、改定版を作成、刊行した。

街路における歩行空間構成に関する調査

Study on design method of walking space in urban area

都市研究部 都市施設研究室

(研究期間 平成 29 年度～令和 2 年度)
室 長 中西 賢也
主任研究官 吉田 純土

[研究目的及び経緯]

従来、都市内の街路や地下通路等において歩行空間を設計する際には、通行帯（歩行者が通行するための空間）の幅員を歩行者交通量から幅員を算出する方法が多く用いられてきた。しかしながら、中心市街地等における街路を歩行者にとって魅力的な空間として整備、改良するためには、この通行帯の設計のみでは不十分であり、滞留や休憩、交流等の様々な歩行者の行動を考慮したスペースの設置やそのスペースの設置に伴い必要となる側方余裕空間の設定が必要となる。

本年度は、ベンチやカフェなどの歩行者の多様な活動に供されるスペースを設置した際に必要となる側方余裕幅員について、国内外の既往の文献、論文等を参照しながら整理するとともに、街路の設計を行う際に総幅員の設定の考え方について、主に海外の事例等を参照しながら整理し、本省都市局街路交通施設課において発出する『ストリートデザインガイドライン』を策定するために必要な技術資料を同課に提出した。

新技術から得られる短距離移動情報を用いた地区内回遊予測手法に関する調査

Study on traffic forecasting model in narrow regional by using new technologies such as Wi-Fi sensor

都市研究部 都市施設研究室

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)
室 長 中西 賢也
主任研究官 吉田 純土

[研究目的及び経緯]

中心市街地等の都市内空間において歩行者の流動を把握する手法としては、GPS データや Wi-Fi パケットセンサー、レーザーカウンター、各種ビーコン、画像解析等を活用した方法があげられる。しかしながら、それらの方法は、適用環境によって精度が異なる等の向き不向きがあるため、求めるデータや適用する場所に留意しながら方法を選定する必要がある。

都市施設研究室においては、上記のそれぞれの技術に関して順に特徴を把握しているところである。本年度は、都市内に多く存在する地下空間や建物内の歩行流動を地上部の歩行流動と一体に把握することを念頭に、地下空間において Wi-Fi パケットセンサーを設置し、その特徴や精度を把握した。

具体的には、新宿駅周辺の地下空間に複数の Wi-Fi パケットセンサーを設置した上で、MAC アドレスを取得し歩行者流動数を推計し、推計した歩行者流動数を別途実施した人手によるカウンター調査や別途取得した GPS データ、統計データと比較を行い、その精度等を検証した。

多様化する生活支援機能を踏まえた都市構造の分析評価技術の開発

Development of the technique to evaluate urban structure in consideration of various life support facilities

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)

都市研究部 都市施設研究室 Urban Planning Department Urban Facilities Division	室 長 Head 主任研究官 Senior Researcher	中西 賢也 NAKANISHI Kenya 吉田 純土 YOSHIDA Jundo
都市研究部 都市計画研究室 Urban Planning Division	室 長 Head	勝又 済 KASTUMATA Wataru
都市研究部 都市開発研究室 Urban Development Division	室 長 Head	石井 儀光 ISHII Norimitsu

One of the main policies of the Japanese urban policy is compact city due to population decline, population aging, severe financial constraints on the governments.

When we examine some policies relative to compact city, we need to consider various city characteristics example for population scale, a change of the urban structure and so on.

In this report, we considered distribution and withdrawal condition of facilities having a life support function depending on the situation of the city. On the basis of them, we considered a technique to evaluate the validity of urban structure that an area aimed at.

【研究の背景と目的】

人口減少・超高齢社会の急速な進展及び行政の厳しい財政制約下で、都市においても持続可能性や生産性の向上等を図ることが我が国にとって喫緊の課題である。都市の持続可能性や生産性の向上に繋がる集約型都市構造（コンパクトシティ）への転換を促進するために、平成 26 年 5 月に改正された「都市再生特別措置法」において、都市機能誘導区域や居住誘導区域を定めることにより都市の集約化を図る立地適正化計画制度が導入されるなど、都市のコンパクト化に向けた制度的枠組みが強化されつつある。

そのようなコンパクト化が必要な全国の都市においては、人口規模や都市形成過程等の違いに伴う多様な都市・地域特性があり、その特性に応じて「コンパクト化の方向性」にも多様なバリエーションがあり得るものと考えられる。そのため、都市の特性に応じ、日常生活に必要な生活支援機能を有する施設の分布状況を勘案した、適切な都市構造の選択を可能とする評価手法の検討が必要である。

【研究内容と成果】

1. DID（人口集約地区）データの分析

都市の集約化の現状を定量的に把握するために DID と人口密度等の関係について、2005 年と 2015 年を対象に分析を行った。なお、以下では、5%以上の増加、±5%以内、5%以上の減少を、それぞれ、「増加」、「現状維持」、「減少」としている。

・全 912 都市中、DID 面積が増加している都市は 241 都市 (26.4%)、現状維持の都市は 582 都市 (63.8%)、減少している都市は 89 都市 (9.8%)。

・DID 面積が増加している都市で、DID 人口密度が増加している都市は 33 都市、現状維持は 142 都市、減少している都市は 66 都市となっている（図-1）。DID 面積増加と DID 人口密度が減少している都市については、市街地のスプロール化やスポンジ化が生じている可能性が高いと考えられる。

・DID 面積が減少している都市で、DID 人口密度が増加している都市は 14 都市、現状維持は 30 都市、減少している都市は 45 都市となっている（図-2）。DID 面積減少と DID 人口密度が増加している都市については、人口が集約し、都市構造も集約化が進んでいると考えられる。

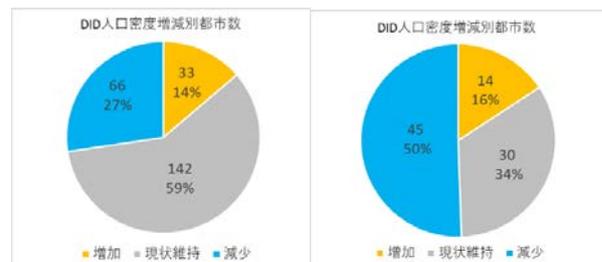


図-1 (DID 面積増)
DID 人口密度の増減
別都市数

図-2 (DID 面積減)
DID 人口密度の増減
別都市数

2. 居住地選択要因調査

都市構造の形成要因を把握するため、転居検討層に対してアンケート調査を行い、居住の実態、居住地選択要因等について把握した。調査の概要は以下の通り。

＜アンケート調査概要＞

対象者：東京都府中市、石川県金沢市の世帯主あるいは世帯主の配偶者

調査方法：WEB 調査

回答者数：府中市、金沢市それぞれ 500 名

調査時期：2019 年 1～2 月

金沢市におけるアンケート結果をみると、転居先を自由に決められる場合の希望する転居先(図-3)は、拠点的なエリアであるエリア1が47.6%で、現在の居住地(図-4)と比較すると、その比率が現況の3倍近くになっている。希望のエリアに住めない要因(複数回答)は、土地・住宅の価格の高さ(50.0%)が最も多く、次いで通勤・通学の不便さ(22.8%)、食料品等の買物の不便さ(19.8%)であった。この結果より、拠点的なエリアに住みたい方は多いが、価格の高さ等が障害になっている事がわかる。

あわせてコンパクトシティ政策の認知度を尋ねたところ、「知っている」と回答した方は16.8%、「全く知らない」と回答した方は55.6%であり、コンパクトシティ政策に関する認知度が低い現状が明らかになった。

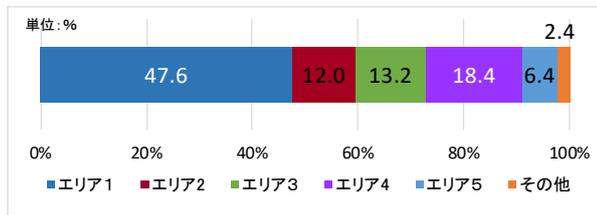


図-3 転居先を自由に決められる場合の転居先

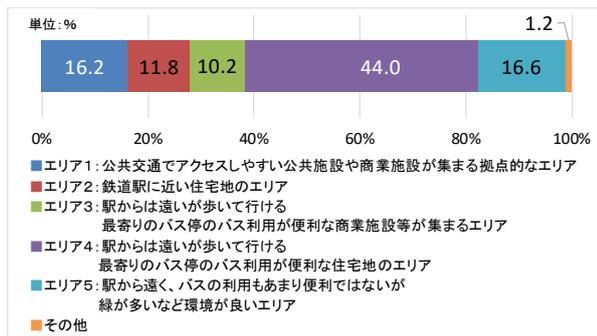


図-4 現在の居住地

3. 都市構造評価指標の整理

既存の都市構造評価で用いられている指標を整理するため、25の研究等のレビューを行った。その結果、i)人口密度が一定値以上の面積を基礎とする指標(DIDなど)、ii)都市機能へのアクセシビリティ、交通施設の拠点性を示す指標(施設からの一定距離の人口カバー率など)、iii)生活サービス施設の利便性を示す指標(施

設からの一定距離の人口カバー率など)、iv)都市の形状を考慮する指標(人口集積地の分布を示す「標準距離」など)、に分類できた。

4. 都市構造評価手法の構築

今後の人口動態を勘案し、日常生活に必要となるスーパー等の各種生活支援機能を有する施設の存続可能性を評価することで、都市構造の評価やありかたの検討を行うための手法を構築した。

具体的には、年齢階層別人口データや商業施設等の生活支援機能を有する施設データ等を入力データとして、以下の3つのプロセスを経る。

- ①将来人口推計モデルによる評価
- ②生活支援施設存続評価モデルによる評価
- ③生活利便性評価モデルによる評価

①では、国土技術政策総合研究所が、G空間情報センターを通じて公表している「将来人口・世帯予測ツール」を用いてメッシュ別に将来人口の評価を行った。

②では、2009年と2019年の2時点の生活支援機能を有する施設立地データを元に当該施設の利用圏域内人口を把握し、存続可能性等の評価を行った。(図-5)

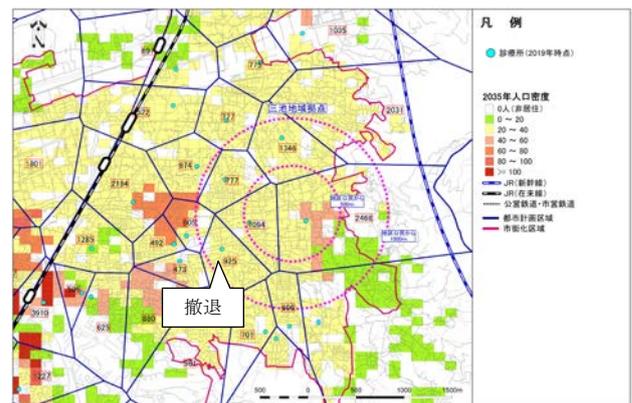


図-5 生活支援施設存続評価イメージ

③では、各メッシュから生活支援機能を有する施設への距離等を元に利便性を指標化し、図表化することで、利便性に関する評価を行った。(図-6)

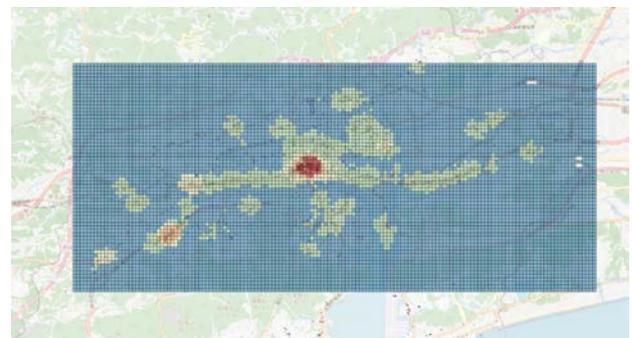


図-6 生活利便性評価イメージ

【成果の活用】

本調査結果は、自治体が立地適正化計画を策定する際の基礎資料として活用できるように展開を図っていく予定である。

地震火災時の通行可能性診断技術の開発

Development of diagnostic technique of passage possibility at earthquake fires

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)

都市研究部 都市防災研究室

室 長

竹谷 修一

Urban Planning Department

Head

TAKEYA Shuichi

Urban Disaster Mitigation Division

When an earthquake fire occurs, there is a possibility that roads may not be able to pass due to heat generated by the fire, which may hinder the passage of evacuees and emergency vehicles.

To resolve these issues, we have developed technology for diagnosing the possibility of traffic in the event of an earthquake fire and also we estimated the amount of heat received on roads passing through densely built-up area when a fire occurred, and clarified the situation where the fire heat generated by the fire would impede traffic.

【研究目的及び経緯】

今後発生が懸念されている首都直下地震等においては、建物倒壊等の多大な被害が想定されるとともに、地震火災の発生により多数の家屋焼失や人的被害の発生が危惧されている。人的被害の軽減のためには、幹線道路における緊急車両の通行や避難を円滑化等の災害対応能力を高めることも必要である。しかしながら密集市街地等で発生した火災が、通行可能性にどのような影響を与えるのかは明らかとなっていない。

そのため、地震火災が発生した際の通行可能性を診断する技術を開発し、火災による影響を低減するための初動対応の充実化や市街地整備等の事前対策を支援することを目的として、密集市街地を通る幹線道路を対象に、火災発生時の道路上での受熱量等の推定を行うとともに、火災による火熱によって通行に支障が生じる状況について明らかにした。

【研究内容】

1. 受熱量等の計測方法に関する検討

幹線道路上における受熱量等を計測する際、車線別に計測するか、道路中心線上で計測するかの検討等を行った。また、市街地火災シミュレータを用いて任意の箇所における受熱量等を計測するために、観測点を配置するためのプログラムの開発を行った。

2. 幹線道路上での受熱量等推定と通行可能性の検討

幹線道路上における受熱量等を、市街地火災シミュレータ等を用いて行った。また、この結果から、火熱による影響下での通行可能性の検討を行った。

3. 市街地状況が与える通行可能性への影響の検討

市街地火災時の火熱による影響で幹線道路を通行出来なくなる状況について、火災域の市街地状況や沿道建築物との関係性の検討を行った。

【研究成果】

(1) 受熱量等の計測方法に関する検討

幹線道路上における受熱量等を計測する方法として、延焼遮断効果を判定する際に用いる計算方法と、市街

地火災シミュレーションによる計算方法の比較検討を行った。その結果、前者は準耐火建築物等の効果や即地的な市街地状況を考慮することが出来ないことから、市街地火災シミュレーションを用いて計測することとした。

市街地火災シミュレーションは建築物への着火判定を行うものであることから、建築物が存在しない道路上での受熱量等は計測出来ない。そのため、幹線道路上に受熱量等を計測する観測点を設定することとした。観測点は道路ごとに作成することが必要なため、道路中心線等の Shape ファイルから、任意の間隔・高さで観測点のデータを作成するプログラムの開発を行った。

計測する受熱量等については、温度と、温度(差)に対流熱伝達率を乗じたものに放射熱流束を加算したものとした(以後、「全熱流束」とする)。

(2) 幹線道路上での受熱量等推定と通行可能性の検討

木造密集市街地が隣接する幹線道路を対象に、各車線の中心に観測点を配置して受熱量を試算した(図1)。試算結果から、各観測点における温度や全熱流束が、人体に影響があると考えられる温度として45℃、または全熱流束が2.38kW/m²を超える場合、その箇所での通行は不可能として判定した。

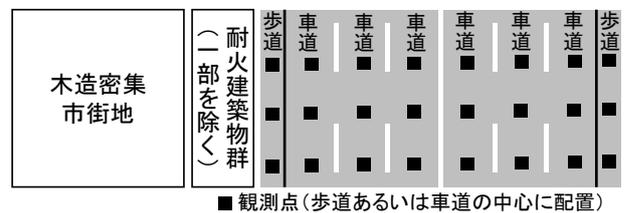


図1 幹線道路の車線構成と周辺市街地の状況

出火後、沿道建築物付近まで延焼拡大していくと、通行出来ない箇所が発生する。その後さらに延焼拡大すると火災となった沿道建築物の場所は推移するが、通行出来ない箇所もそれに呼応する形で推移する。計算条件によっては、一時的に全車線で通行が出来る時間帯が発生するが、その後また通行出来なくなる場合も見られた。

車線別にみた場合、通行不可能な区間は火災域近傍の方が大きくなるが、多くの場合、車線による違いは大きくないことから、車線ごとではなく、道路中心線上で受熱量等を計測しても、通行可能性について把握出来ることが明らかとなった（図2）。

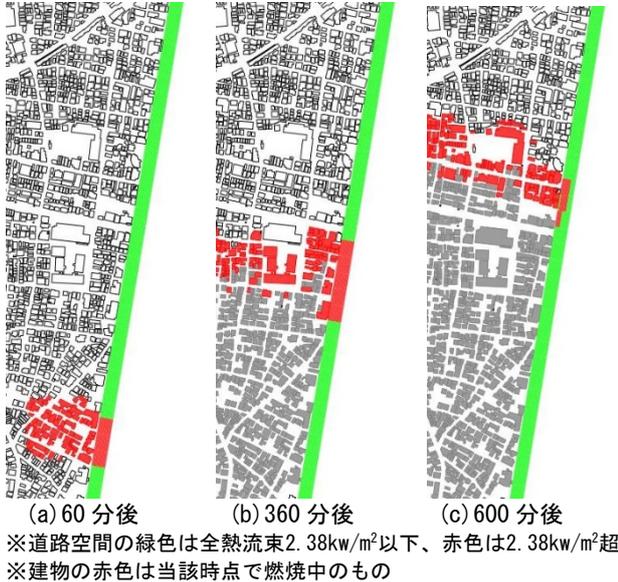


図2 出火からの経過時刻別にみた全熱流束の分布
 (3) 市街地状況が与える通行可能性への影響の検討

幹線道路（約2.8km）評価対象として、周辺の木造密集市街地から出火した場合の道路中心線上での受熱量等を計測し、火災による火熱により通行に支障が生じるまでの時間と、通行が出来ない時間の推定を行った。推定時のシミュレーション条件は表1のとおりである。

表1 シミュレーションの条件

気温	摂氏 20 度
風向	北西（幹線道路に直交する風向）
風速	3パターン：3.0m/s, 6.0m/s, 9.0m/s,
出火点	木造密集市街地内とし、幹線道路からの距離別に各2箇所（100～500mで100m間隔）
計算時間	出火から36時間後まで（1分ごと）
観測点	道路中心線上の144箇所中心（地上1.5m）

評価対象道路を1つの区間として見なした場合、すなわち、一箇所でも通行不可能と判断される温度や全熱流束となった観測点がある場合、当該道路の通行は不可能とした場合について検討を行った。通行に支障が生じるまでの時間は、出火点が道路から遠くなるほど遅くなり、強風になるほど早くなる傾向にあるが、同じ距離であれば風速による影響は小さい。通行が出来ない時間についてみると、風速が6m/s以下の場合で出火点が道路から200m以上の場合は概ね同程度の時間となるが、出火点が道路から100mの場合はそれより長くなる傾向が見られた。

次に、評価対象道路を隣接する町丁目ごとに分け、7区間ごとに通行可能性の検討を行った。同一出火点の場合、風速が速くなるにつれて通行が出来ない区間が

増えると共に、通行が出来ない時間も微増する。また、いずれの出火点・風速の場合であっても、7区間が同時に通行出来なくなることは無かった。出火点は密集市街地に限定した影響もあり、風速が6m/s以下の場合では通行が出来なくなる区間は3もしくは4区間であるが、風速が9m/sの場合には、時間は異なるものの全ての区間で通行出来なくなるケースも見られた。

通行が出来ない時間について、市街地状況との関連について検討を行った。各区間の長さや観測点数は異なるため、区間ごとに通行が出来なくなった観測点の割合（以後、「通行不可観測点割合」とする）と間口率（区間長に占める沿道建築物の長さの割合）の関係をみた。風速が6m/s以下の場合には間口率が低くなるほど通行不可観測点割合は増加し、沿道建築物による遮蔽効果を確認することが出来た。しかしながら風速が9m/sの場合には間口率と通行不可観測点割合には因果関係が見られなかった。

また、市街地の防火性能指標である延焼抵抗率を町丁目ごとに求め、その町丁目が接する区間における通行不可観測点割合との関係をみた。その結果、風速が6m/s以下の場合には両者の間に相関関係は見られないが、風速9m/s時は延焼抵抗率が低くなるにつれて、通行不可観測点割合は増加する傾向が見受けられた。

以上の検討から、周辺市街地の防火性能を高めると共に、沿道建築物の間口率を高くしていくことは、地震火災時における通行可能性を高める面からも有効であることが示唆された。

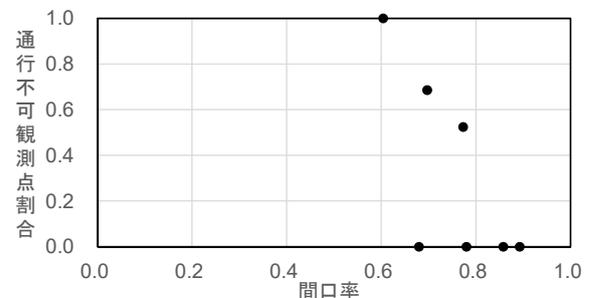


図3 間口率と通行不可観測点割合の関係（風速3m/s）

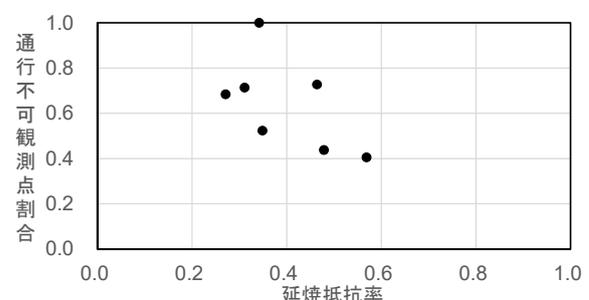


図4 延焼抵抗率と通行不可観測点割合の関係（風速9m/s）

〔成果の活用〕

これらの成果は、地震火災の影響を考慮した事前対策の検討方策の一つとして、国総研資料あるいは国総研ホームページを通じて公表し、地方公共団体への技術支援を行っていく予定である。

災害時における協働による 冬季のオープンスペース管理に関する研究

Research on open space management in winter by collaboration at the events of disaster

(研究期間 平成 30 年度～令和元年度)

都市研究部 都市防災研究室
Urban Planning Department
Urban Disaster Mitigation Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher

竹谷 修一
TAKEYA Shuichi
影本 信明
KAGEMOTO Nobuaki

Open spaces in cold snowy regions are expected to be used in the event of a disaster, in addition to event use. However, there are various issues when using them in winter in cold snowy regions. Snow removal is one of the issues, but the study from the viewpoint of complementation by local residents and other workers has not been sufficiently conducted. For this reason, we will clarify examples of how to manage open spaces in winter, especially in the event of a disaster.

〔研究目的及び経緯〕

積雪寒冷地におけるオープンスペースにおいては、イベント利用に加え、災害時の活用が期待されるものの、積雪寒冷地における冬季間の活用を想定した場合には様々な課題がある。除雪・排雪を中心とした雪処理についても課題の一つであるが、住宅や生活道路における除雪のように、地域住民等の担い手による補完という観点での検討は十分されていない。

そのため、地域住民等との協働という観点から、特に災害時を想定した冬季におけるオープンスペースの管理方法について事例等を整理し、災害時における効率的・効果的な冬季オープンスペースの管理方法を明らかにすることを目的とする。

〔研究内容〕

1. 災害時における冬期のオープンスペース管理事例に関する調査

積雪寒冷地における具体のオープンスペースを対象に、諸元、積雪期の管理状況、積雪期においてオープンスペースを利用するための工夫、地域住民等との協働管理やそれに類する事例として想定されるものについて整理を行った。

2. 地域住民等との協働による冬期オープンスペース管理に関する検討

冬季に災害が発生した際に堆雪したオープンスペースを地域住民等の協力を得ながら除排雪を行い、早期に利用出来るようにするために必要となる要件を明らかにした。

〔研究成果〕

(1) 災害時における冬期のオープンスペース管理事例に関する調査

除排雪等による冬季のオープンスペース利用の観点から、平常時に加え、災害時を想定した冬季におけるオープンスペースの管理事例として、防災拠点施設等における除雪等の実績を考慮のうえ、具体的なオープ

ンスペース施設名称が特定・確認できる取組事例、制度事例を整理した(表1)。

表1 調査対象とした取組事例・制度事例

地域	取組事例・制度事例
北海道	ひまわり連合自治会冬季防災訓練、大通り公園除雪・運搬排雪見学会の開催、平時からのCSR活動の一環として除雪ボランティアを実施、道立オホーツク公園除雪ボランティア、除雪マップ、冬みち地域連携事業(公園の雪置き場としての利用について)、札幌市地域除雪ボランティア活動に伴う除雪用具貸出要領、小型除雪機貸出制度実施要領、北海道茅室町除雪計画
青森県	第2期青森冬期バリアフリー計画整備、青森市雪対策基本計画(除雪機貸出状況等を図面化)、ブランドュー弘前FC運動公園球技場除雪、自主防災組織訓練備蓄品等給付事業
秋田県	秋田市民交流プラザ公開空地歩行者用通路他除雪業務委託、車両・除雪・災害関連用品等貸出し、雪国マイスター制度、横手市雪となかよく暮らす条例
山形県	除雪ボランティア活動実施予定一覧、中高生が身近にできるボランティア活動をリーフレット化、おばね雪ほり隊
石川県	北陸先端科学技術大学院大学の取組み
新潟県	除雪ボランティア「スコープ」、長岡市ボランティアセンター、操車場跡地仮設住宅、長岡市蓬平町除雪機運営委員会、除雪ボランティア、長岡市除雪作業支援事業補助金交付要綱
福井県	平時からの備品設置と利用可能な「みどりのスコープひとかき運動」
山梨県	自助・共助・公助
長野県	地域支え合いボランティア実践塾

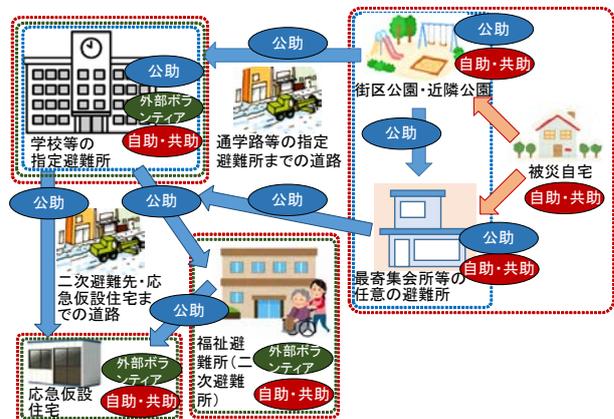


図1 平常時と災害時を想定して除雪体制イメージ

さらに事例の整理結果から、平常時と災害時を想定した除雪体制のイメージを導いた。

(2) 地域住民等との協働による冬期オープンスペース管理に関する検討

(1)の災害時における冬期のオープンスペース管理事例に関する調査事例から、管理上の要件項目を抽出し、「空間に関する項目」、「実施体制に関する項目」に大別したうえで、地域住民等と行政との協働によって冬季のオープンスペースを活用していくための留意事項として、下記のように整理を行った。

〔空間に関する要件〕

- ・留意事項1) 対象となり得る施設、施設内の箇所
対象となるオープンスペースの空間に関する要件として、平時の利用目的(用途・位置づけ)や施設管理主体及び利用可能箇所(図2)。

〔実施体制に関する項目〕

- ・留意事項2) 平常時からの取組として必要なこと
災害時における早期利用を実現する地域住民等の平常時からの取組(図3)。

- ・留意事項3) 地域住民等に対する行政支援
平常時から地域活動を支援する行政施策や、災害時における地域対応の支援手法(資機材支援を除く)(図4)。

- ・留意事項4) 施設管理者と地域住民等との役割分担
「施設管理者と地域住民等との役割分担」については、発災初動期における施設管理者と地域との連携を想定。ただし、災害時における除雪等の活動主体以外にも外部支援(外部ボランティア)の体制が求められることから、地域住民以外との連携(地区外交流等)等の「平常時からの取組」を含む(図5)。

- ・留意事項5) 必要な機材等
平時の維持管理で行政支援や施設管理者から貸与される機材と災害時において確保すべき(確保可能な)機材、その他、機材のオペレーター等の専門的技術の要否等(図6)。

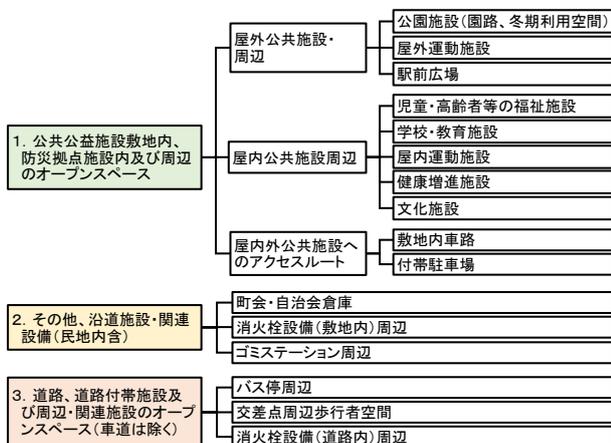


図2 想定される除雪対象箇所

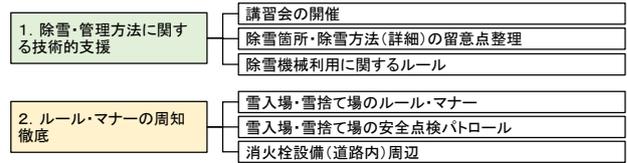


図3 平常からの取組として必要な除雪手順

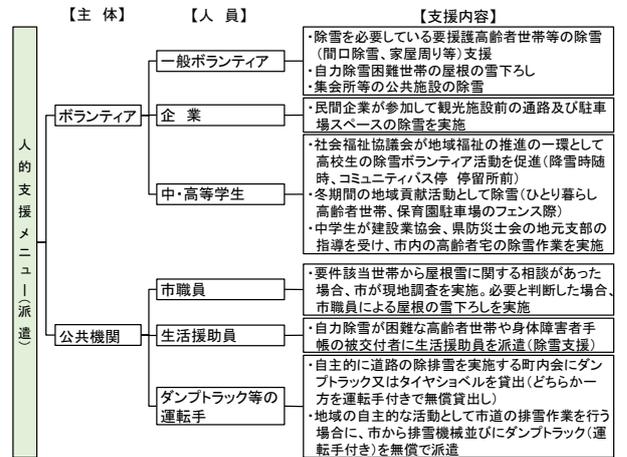


図4 地域住民等への行政支援(人的支援)

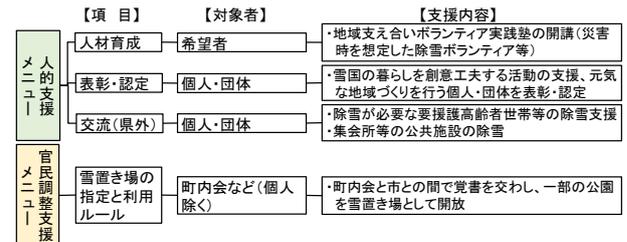


図5 施設管理者と地域住民等との役割分担(人的支援の観点による整理)

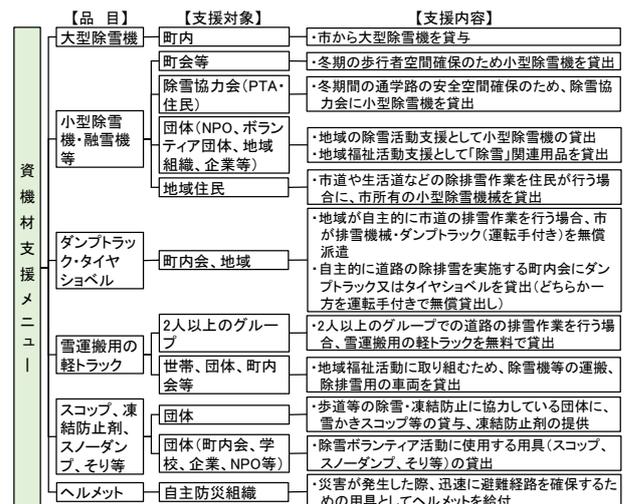


図6 必要な機材等(資機材支援の観点による整理)

〔成果の活用〕

本調査結果は、冬季に災害が発生した際に、災害拠点等となるオープンスペースの確保のための課題やその対応策として、今後冬季防災を検討する際の基礎資料として活用する予定である。

観光振興に資する公園緑地の魅力向上策に関する研究

Study on Measures to Improve Attractiveness of Parks and Green Spaces that Contribute to Tourism Promotion

(研究期間 平成 29 年度～令和元年度)

都市研究部 都市防災研究室
Urban Planning Department
Urban Disaster Mitigation Division

室 長
Head
主任研究官
Senior Researcher

竹谷 修一
TAKEYA Shuichi
影本 信明
KAGEMOTO Nobuaki

In this study, we conducted preliminary research targeting world-famous parks functioning as tourism attractions to identify and organize their characteristics as tourism resources and their effects on urban landscapes through literature searches. Based on the findings of this research, we conducted investigations and researched on ways to use parks and green spaces in the city of our country for tourism.

〔研究目的及び経緯〕

平成 28 年 3 月「明日の日本を支える観光ビジョン」が発表され、「観光先進国になる」という目標のもと、観光を我が国の新たな基幹産業と捉え、政府一丸となつての取り組みが進んでいる。

一方、公園緑地は重要な観光資源であり、世界的に見ても観光地として人気を博している公園は数多い。しかし、我が国の公園緑地の知名度は世界のものと比較すると高いとはいえず、公園緑地の魅力を高め、観光振興に積極的に役立てていくことは非常に重要であると考えられる。

このため、観光地として世界的に著名な公園を対象に、これら公園の観光資源としての特徴や、都市景観に与えている影響などを文献調査などで把握・整理し、これらを基に我が国の都市内の公園緑地の観光的活用方策の調査・研究を行うものである。

〔研究内容〕

1. 観光地として人気を博している公園の特徴の整理

国内外の事例を対象に、観光地として人気を博している公園を網羅的に調査・抽出し、これらの公園の特徴を整理した。

2. 代表的な海外の公園についての詳細な調査・分析

設定した類型毎に代表的な公園を選定し、各公園の観光的魅力や取組み内容を詳細に調査し、その特徴を整理した。

3. 国内の公園緑地の利用の動向等の把握・整理

国内の公園緑地の利用の動向等を把握・整理した。

4. 観光振興に資する公園緑地の魅力向上に関する要件の整理及び資料の作成

観光振興に資する公園緑地の魅力向上の上での要件を体系的に整理し、資料作成を行った。

〔研究成果〕

(1) 観光地として人気を博している公園の特徴の整理

国際的に観光地として人気を博している公園を「利用者の目線（インターネットの旅行クチコミサイト Trip Adviser によるランキングから抽出）」、「プロの目線（人気の高い観光ガイドブック Lonely Planet 等によるランキング等から抽出）」、「学術的視点（観光計画学、造園学等を専門とする学識者へのヒアリングにより抽出）」の 3 つの観点から 37 事例（海外公園 26 事例、インバウンド観光の推進のため海外の公園の比較対象となるような国内公園 11 事例）を抽出した。そして、観光的魅力に加え、公園の面積や立地、施設構成等から判断される特徴をもとに分類を行った。

その結果、以下の 7 つの公園タイプに分類することができた。

【タイプ 1】 広大な自然体験型公園

【タイプ 2】 広大な都会のオアシス

【タイプ 3】 都心の小規模な休憩スポット

【タイプ 4】 遊歩道型公園

【タイプ 5】 施設複合型公園

【タイプ 6】 歴史的公園

【タイプ 7】 テーマ特化型公園（アート・植物園・メモリアル）

(2) 代表的な海外の公園についての詳細な調査・分析

設定した類型から代表的な公園を選定し、各公園の観光的魅力や取組み内容を詳細に調査した。なお、公園の抽出の過程で、学識者の意見を踏まえて、予備的にもう 1 つの公園も選定し、合計 8 つの公園の詳細調査を行った。

その結果、各公園はそれぞれの公園のテーマが明確であり、それがそのまま公園の特色となり、公園の魅力へとつながっていることが分かった。また、都市形成に資する公園の役割としては、新しい公園については、それぞれの都市や地区が有していた課題を、公園整備という手法で見事に解決し、公園が都市の観光動態をけん引している様が覗えた。古い公園についても、それぞれ現在の公園の形態に至った経緯があり、その

過程で、当該公園が都市の形成に少なからず貢献してきた結果として、現在の公園や都市の形態が形作られ、その積み重ねが公園の魅力につながっているものと考えられる。

(3) 国内の公園緑地の利用の動向等の把握・整理

観光客の国内の公園緑地の利用の動向等を把握・整理し、外国人観光客の国内の公園緑地の利用実態・ニーズ等について整理した。

その結果、外国人観光客を念頭にした国内の公園緑地に対する配慮事項として、以下のような内容が抽出された。

- 季節感（四季）の演出
- ビジュアル的な要素の導入、視点場（撮影スポット）の整備
- その公園独自の突出した特徴を作り出す
- 日本らしさ（歴史、伝統・文化、カルチャー）の演出・体験
- 情報発信の手段（発信タイミングも含む）の検討
- 周辺観光施設との連携
- 多くの民族・宗教の風習に対応できる配慮等

(4) 観光振興に資する公園緑地の魅力向上に関する要件の整理及び資料の作成

海外事例より、公園の魅力となっている内容を分類し、要素の抽出を行い、それをもとに、観光振興に資する公園緑地の魅力向上の上での要件を体系的に整理するとともに、国内事例もふまえて要件をまとめた。

その結果、公園の魅力となっている内容は公園設計・デザイン、公園の主な施設内容、観光ネットワークの構築、公園のサービス内容、公園利用によって醸成された魅力といった分類で要素が抽出された。そして、これら抽出された要素は要件を網羅しているものの、魅力向上に資する重要度が異なっているため、それらを踏まえると以下の7つの要件が体系的に設定することができた。

- 要件1 都市における公園の明確な位置づけ
- 要件2 設置目的に合致したデザインコンセプト
- 要件3 公園施設デザイン（施設内容含む）
- 要件4 公園の実現手法
- 要件5 周辺とのネットワーク形成
（交通アクセス機能の向上、観光ネットワークの形成、周辺市街地との連携）
- 要件6 ソフトサービス（利用者案内、イベント）
- 要件7 公園利用によって醸成された魅力

さらに、国内事例の調査により、要件3ではより多様なデザイン手法の抽出、要件6ではきめ細かいサービスの提供が抽出され要件の留意すべき事項としてまとめることができ、全体としては（図1）のように整理することができた。

[成果の活用]

事例と留意事項としてとりまとめ情報提供を行っていく予定である。

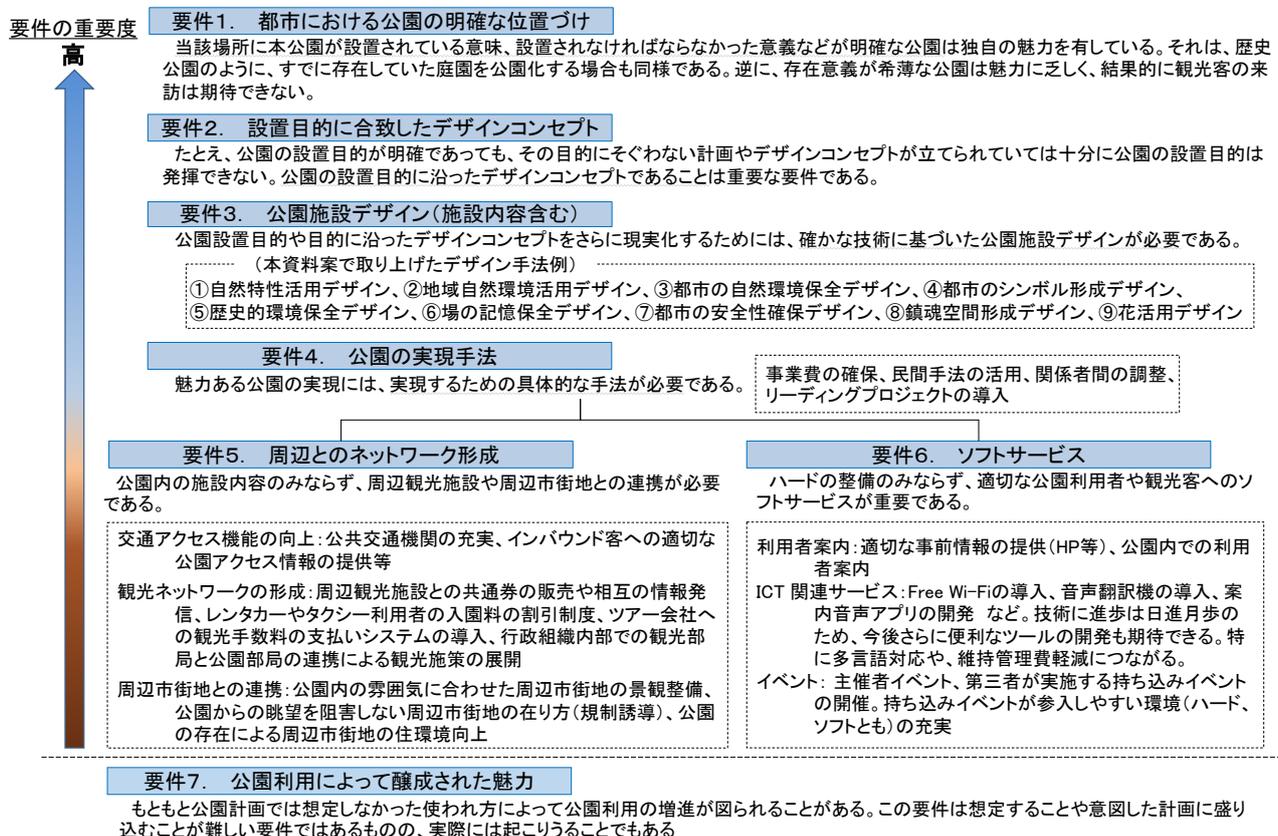


図1 要件の関係

リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発

Development of liquefaction hazard map creation method for risk communication

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

都市研究部 都市防災研究室	室 長	竹谷 修一
都市研究部 都市開発研究室	主任研究官	大橋 征幹
建築研究部 構造基準研究室	主任研究官	柏 尚稔
社会資本マネジメント研究センター 建設経済研究室	室 長	小俣 元美

[研究目的及び経緯]

東日本大震災で発生した未曾有の液状化被害をきっかけに、産学官による液状化対策に関する技術開発や、被災地における市街地液状化対策が進められているが、被災地以外での市街地液状化対策の取り組みは必ずしも活発ではない。事前の液状化対策を推進するためには、関係主体がリスクに関する正確な情報を共有し、それぞれが取るべき対策を考え、実際の取り組みに繋げていくことが必要である。そのため、関係主体間でのリスクコミュニケーションを取るための、液状化ハザードマップの作成手法を開発するものである。

令和元年度は、地方公共団体とのWSにおいて得られた液状化ハザードマップの表現方法や記載内容に関する知見を踏まえ、リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成マニュアル（手引き案）を作成した。また、液状化被害に関するデータの再整理、静的自重FEM解析による被害シミュレーション等を行い、宅地の実被害状況を把握するための簡易評価法の開発を進めた。

都市機能の集約による周辺地域への影響に関する研究

Study on the influence of the integration of urban functions on the surrounding area

(研究期間 平成30年度～令和元年度)

都市研究部 都市開発研究室
Urban Planning Department
Urban Development Division

室 長
Head

石井 儀光
ISHII Norimitsu

This study aims to contribute to the transformation to a sustainable urban structure. Therefore, we will study a method to evaluate the impact on the surrounding area by consolidating urban functions from the viewpoint of accessibility to urban functions. First, we created some accessibility indicators from the surrounding area using the spatiotemporal network. Secondly, we examined ways to effectively utilize low-frequency public transit transfer points and transit points.

〔研究目的及び経緯〕

人口減少が深刻な地方都市では、都市の生活を支える都市機能（医療・福祉・子育て支援・教育文化・商業等）において、サービスの供給量（需要人口）が一定規模を下回り、効率性が大きく失われることにより、最小費用でサービスを供給することが困難となり、ひいてはそれら都市機能を維持することが困難となること懸念されている。そのような地方都市では、自治体単独では維持が困難な都市機能を分担して整備する広域連携が求められている。また、連携の中心となる都市においても、持続可能な都市構造への転換を目指して立地適正化計画等が作成され、都市機能の集約を目指した施策が進められている。

人口減少が深刻な地方都市ほど、連携の軸となるべき公共交通が衰退し、住民の日常の移動の多くは自動車に依存している状況であると考えられる。一方で、高齢化等により自動車運転が困難となり、公共交通に依存せざるを得ない高齢世帯が増加することも予想されることから、そのような状況に対応した広域連携方策を検討するための手法が求められている。

そこで本研究は、都市機能を集約することによる周辺地域への影響を交通特性（都市機能へのアクセス性）の面から分かりやすく把握するための手法を検討することで、持続可能な都市構造への転換に寄与することを目的とするものである。

〔研究内容〕

1. 公共交通ダイヤを考慮したアクセス性評価

路線バスやコミュニティバスといった公共交通を用いて、集約された都市機能（施設）へアクセスする際の利便性を、都市内の小地域単位で把握するための手法を検討する。単独で都市機能を維持することが困難

な地域は、公共交通の運行頻度がかかなり低頻度であることが予想されるため、実際の運行ダイヤを反映することが可能な時空間ネットワーク等の手法を用いて、利便性評価手法を検討する。

〔研究成果〕

(1) 時空間ネットワークを用いたアクセス性評価

周辺地域から中心市等にある都市機能へのアクセス性を評価する場合、道路ネットワークを用いた時間距離で評価する方法などが考えられる。しかし、公共交通を利用して都市機能にアクセスする場合、人口減少に苦しむ地域ではバスの運行間隔が1時間を超えることも珍しくなく、朝夕しか運行されない場合もある。そのため、バスのダイヤを考慮してアクセス性を評価する必要がある。本研究では図1に示すような、時空間ネットワークを用いて検討した。図1ではバス①とバス②の2本のバスの動きを示している。バス①はバス停A、B、Cの全てに停車しているが、バス②は時間帯によってはバス停Bには停車しない動きを表している。

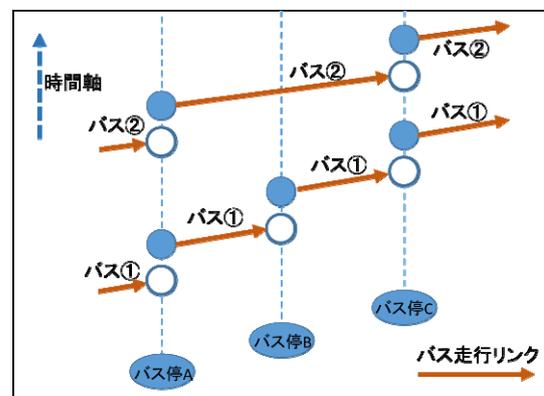


図1 時空間ネットワークのイメージ図

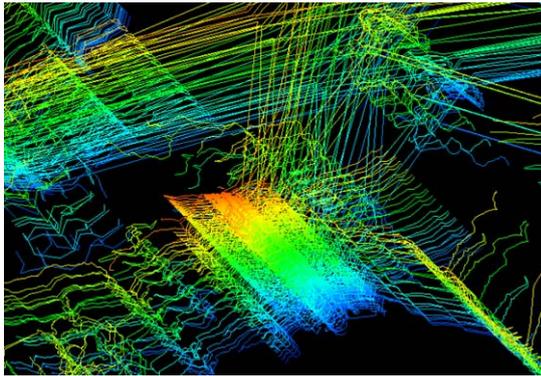


図2 高知市周辺の路線バス時空間ネットワーク

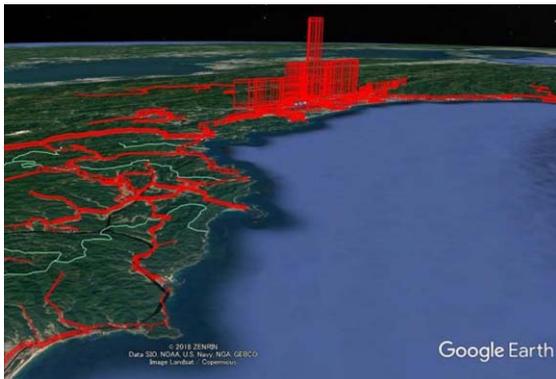


図3 高知市周辺の路線バスネットワークと運行頻度

図2は高知市とその周辺地域の路線バスの時空間ネットワークを可視化したものである。濃い青色の線が早朝の時間帯を表しており、赤色に近づくほど夜の時間帯を表している。市の中心部は線の区別がつかないほど高頻度にバスが運行されているが、周辺地域は線が離れており、運行頻度が低いことを表している。この時空間ネットワークを用いて、町丁目単位で最寄りバス停から都市機能へのアクセス時間について、複数の指標値を算出し、その特徴を考察した。

また、時空間ネットワークは高度な分析には有効であるが、視覚的に分かりづらいため、地域のアクセス性を分かりやすく可視化する方法についても検討した。図3は高知県の路線バスのネットワークを可視化した事例である。赤色の線が路線バスの経路を表している。赤色の線の高さは路線の運行頻度を表し、高いほど運行頻度が高い。図中最も高い部分が高知駅近辺を表している。

(2) 乗り換え・乗り継ぎ拠点の活用

低頻度公共交通地域では、ハブアンドスポーク型のバスネットワークを構築して運行効率の改善を図る等の対策が行われる。乗り換え・乗り継ぎ拠点においてかなり待ち時間が生じる可能性が高く、路線バスに対する不満につながってしまう。そこで、乗り換え・乗

り継ぎ拠点をコンビニ等の店舗など便利施設の近くに設置し、待ち時間を有効活用することが考えられる。

図4は高知県西部の路線バスネットワークを表している。青色の丸印がコンビニ、黄色の丸印が郵便局の位置を示している。いずれの施設もバス路線沿いに多数立地し、路線の結節点付近にも複数立地していることが分かる。そこで、これらの施設の有効活用を図るため、バスのダイヤを操作し、乗り換え・乗り継ぎ拠点で買い物などができる程度の待ち時間を確保する方法を検討した。

乗り換え・乗り継ぎ拠点に待ち時間を集約する一方で、拠点として使える施設がない場所では、乗り継ぎを円滑に行う工夫を行う必要がある。図5は富山地方鉄道の岩瀬浜駅の写真である。LRTとフィーダーバスが隣接しており、円滑に乗り換えを行うことが可能である。このように乗り継ぎを効率的に行うための工夫についても検討を行った。



図4 路線バスネットワークと郵便局・コンビニ立地



図5 富山地方鉄道岩瀬浜駅の乗り換え

〔成果の活用〕

本研究で検討したアクセス性評価指標等の成果は、国総研の「地方都市における都市機能の広域連携に関する研究」において活用し、広域連携時の交通特性改善手法の検討等を行っていく。

AI を活用した緑視率調査の高度化に関する研究

Research on the advancement of green view rate survey using artificial intelligence

(研究期間 平成 30 年度～令和元年度)

都市研究部 都市開発研究室
Urban Planning Department
Urban Development Division

主任研究官 大橋 征幹
Senior Researcher OHASHI Masamiki

The purpose of this study is to reduce the hard manpower task of extracting green such as trees and grass from photos in green view rate survey. In this study, developed an automate method for extraction green area in photos using image recognition of artificial intelligence, and compared it with the conventional method by local governments. As a result, it was confirmed that the green view rate values matched well. And further developed a smartphone application that uses this trained AI model.

〔研究目的及び経緯〕

地方公共団体では、身近な緑の効用を高め、活用していくために緑視率を用いた緑の状況調査が行われている。しかし、調査には、大きな手間やコストがかかるため、財政状況の厳しい地方公共団体においては、調査を行うことが困難な状況となっており、緑化施策を検討していくために必要な緑の状況データが得られにくくなっている。そのため本研究では、緑視率調査の手順のうち、画像から緑部分を抽出する過程を AI（人工知能）の画像認識技術を利用して自動化することにより、調査の省力化や低コスト化を図る。さらに、地方公共団体と住民等が協働して緑視率調査を実施することを可能とし、民間の緑化意識を向上させ、民有地緑化の普及啓発に繋がることを期待して、AI を組み込んだスマートフォンアプリを開発する。

〔研究内容〕

1. AI による緑視率調査の省力化

緑視率調査を行うためには、現地調査で写真撮影を行い、画像編集ソフトを使って人の手で写真から緑の部分抽出して緑視率を算出しているため、大きな手間がかかっている。一方で、画像の情報処理は、2010 年代に入って、ディープラーニング（深層学習）によって従来のニューラルネットワークの限界がブレイクスルーされたことにより、AI による画像認識技術が革新的に進展した。今回は、この新技術を活用して、緑視率調査を省力化する手法の開発を行う。

2. 民間による緑化意識の普及啓発に向けた検討

AI による緑視率調査プログラムをスマートフォンへ組み込んだアプリを開発し、いつでも簡単に緑視率を調査できるようにして、良好な都市環境形成に必要な身近な緑の存在に気づき、緑化意識を高めていくための動機づけとして活用できるようにする。

〔研究成果〕

(1) 緑視率調査のための AI 学習済みモデルの開発

AI による画像認識にセマンティックセグメンテーションと呼ばれる技術がある。これは、例えばカメラで撮影された市街地画像に写っている自動車、道路、建物などのクラスを輪郭で分類するものである（図 1）。ここで分類されるクラスは、学習に用いられる教師データの種類によって決まる。この技術は、自動運転や、医療など様々な分野で活用が検討されている。また、このような AI の研究のために様々な学習用データセットが公開されており、より高性能なニューラルネットワークモデルの開発を推進している。

これらのうち市街地画像を対象とした学習用データセットには、クラス分類の 1 つとして植物のクラスが含まれていることが多く、これを用いて学習された AI モデルを用いることで画像から樹木や芝生などの緑を抽出することが出来るようになる。この技術を緑視率調査に利用することで、調査に係る作業のうち、人の手間がかかる緑の抽出過程の自動化が可能となる。

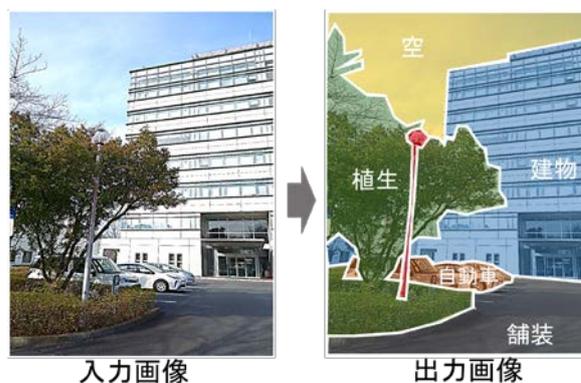


図 1 セマンティックセグメンテーションによる画像認識のイメージ

本研究では、まずセマンティックセグメンテーションによるAIの画像認識のために開発された代表的なニューラルネットワークモデルとAI研究用に公開されている市街地画像データセットを用いて、その画像認識精度についてテストし、その有効性を確認した。その上で、スマートフォンでの利用も考慮してニューラルネットワークモデルにMobilenetV3 (<https://arxiv.org/abs/1905.02244>)を用い、CamVidデータセット (<http://mi.eng.cam.ac.uk/research/projects/VideoRec/CamVid/>)に国内の市街地画像を追加した合計1,181枚の学習用データセットを用いて、パソコンでもスマートフォンでも利用可能な植物のAI画像認識用の学習済みモデルを作成した。

(2) 地方公共団体による従来の調査手法との比較

作成した学習済みモデルによる緑視率（1枚の写真に占める緑の割合）の算出精度を確認するために、地方公共団体の協力を得て、実際の緑視率調査で使用された写真や作業データを使用して検証を行った。

図2にAIによる植物の抽出範囲と地方公共団体による実際の調査の植物の抽出範囲との比較例を示す。また、算出された緑視率の比較結果を図3に示す。

これらの結果から、AIによる植物の抽出範囲の一部に誤認識が見られるものの、両者の緑視率の算出値には高い相関が得られていることを確認した。

(3) スマートフォンアプリの開発

次に、作成した学習済みモデルを組み込んだスマートフォンアプリを開発した。

スマートフォンは、多くの人が常に携帯し、都市のあらゆる場所に存在する多様なセンサとして、都市センシングの可能性を広げている。また、最近のスマートフォンのSoC (System on a Chip) には、写真や音声アシスタント機能のためのAI用チップが組み込まれており、AIの処理能力が高い。これらのスマートフォンの特長を活かしてアプリを開発し、いつでもどこでもスマートフォンをかざすだけで瞬時に緑視率を測定することができるようにした。また、算出された緑視率の値は、調査地点の位置情報や調査時にスマートフォンを向けた方位などの情報とともにCSVファイルとして記録することが出来るようにした。図4に開発したスマートフォンアプリの画面イメージを示す。

(4) スマートフォンアプリの利用についての検討

スマートフォンアプリと従来の調査法との緑視率の定義の違い等を整理し、その特性を考慮した調査法について検討を行った。住民協働の調査については、調査結果を行政データとして利用するために精度や信頼性をどのように確保していくのかや、緑視率の提示の仕方の工夫など、今後の課題も明らかとなった。

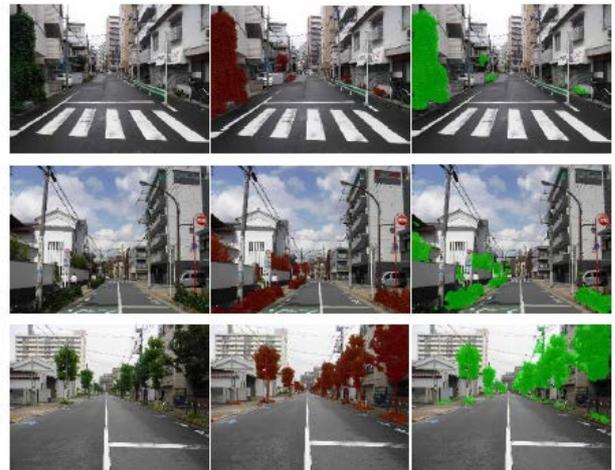


図2 植物の抽出範囲の比較例

(左：調査写真 中央：実際の調査の抽出範囲 右：AIの抽出範囲)

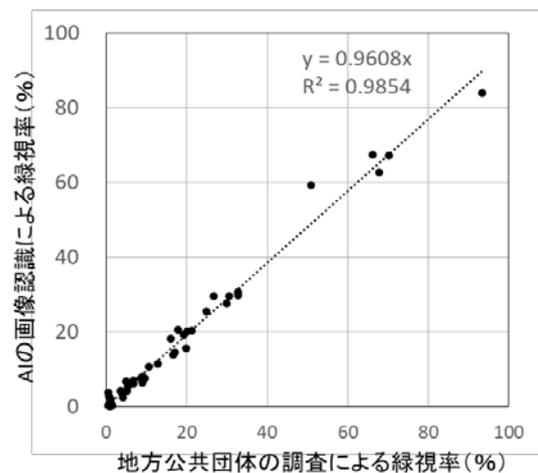


図3 緑視率の比較



図4 開発したスマートフォンアプリ

[成果の活用]

本研究で開発したプログラム等の成果は、地方公共団体へ提供し、緑視率調査を技術的に支援していく予定である。また、国総研の「緑地等による都市環境改善効果の定量的評価手法に関する研究」において活用し、緑視率を指標とした緑の評価手法等の検討を行っていく。

緑地等による都市環境改善効果の定量的評価手法に関する研究

Research on quantitative evaluation method of urban environment improvement effect by green space

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

都市研究部 都市開発研究室

室 長 石井 儀光

主任研究官 大橋 征幹

都市研究部 都市計画研究室

室 長 勝又 済

〔研究目的及び経緯〕

都市空間の様々な場面で多機能性を発揮する緑は、良好な都市環境を形成する上で重要な構成要素であるが、依然として減少傾向が続いている。本研究は、市街地の緑の定量的な計測・評価手法を開発し、緑地等の多面的な機能を効果的に発揮させ計画的に活用するための技術的知見を整備するとともに、緑の効果をわかりやすく「見える化」して民有地緑化の普及啓発を進め、地方公共団体による良好な都市環境の形成を支援するものである。

令和元年度は、緑の計測手法の高度化について、所内開発した AI による緑視率調査手法を活用して、緑視率調査のための学習済みモデル作成システムの構築を行い、地方公共団体の協力を得て AI に緑の特徴を学習させるための作業を開始した。また、緑の多面的効果の評価について、緑による景観向上効果の評価手法を検討するために、様々な条件で撮影される市街地写真の緑視率の違いを明確にするとともに、人の視野に近い写真を用いて被験者実験を実施し、市街地の緑視率と心理的効果の関係を分析した。

地方都市における都市機能の広域連携に関する研究

Study on regional cooperation of urban functions in local cities

(研究期間 令和元年度～令和 3 年度)

都市研究部 都市開発研究室

室 長 石井 儀光

〔研究目的及び経緯〕

人口減少が深刻な地方都市では、都市の生活を支える機能（医療・福祉・子育て支援・教育文化・商業等）において、サービスの需要量（利用人口）が一定規模を下回り、効率性が大きく失われることとなり、ひいてはそれら都市機能を維持することが困難になることが懸念されている。そのような地方都市では、自治体単独では維持が困難な都市機能を分担して整備する広域連携が求められている。本研究では、①都市機能に応じた広域連携の条件・課題について整理した事例集の作成、②ビッグデータ等を用いた住民の移動の実態把握手法および移動に課題がある地域の抽出手法の開発、③広域連携に向けた移動特性改善方策に関する検討手法の開発、それら 3 つの結果をとりまとめた広域連携計画策定支援のための手引きを作成し、地方自治体における広域連携の計画策定を支援することを目的とする。

令和元年度は、広域連携の制度である連携中枢都市圏や定住自立圏に加え、立地適正化計画において市町村を跨ぐ広域の方針を示している都市圏の中から、具体的なビジョンや方針を策定している 150 圏域を対象として、広域連携している具体の都市施設の情報を収集して分析した。施設を利用するために広域から住民が来訪することが想定される施設として、連携事例が多いものは病院や図書館・文化施設であった。

都市の歩行促進要因を踏まえた健康まちづくり支援ツールの開発

Development of health town development support tool based on urban walking promotion factor

(研究期間 平成 30 年度～令和 3 年度)

都市研究部 都市開発研究室

室 長 石井 儀光

[研究目的及び経緯]

人々がよく歩くことで、生活習慣病（非感染性疾患）や高齢期における日常生活動作障害の予防が期待されている。また、コンパクトシティ化に向けて都市空間の再構築が目指されるなか、歩行を促進するまちづくりのエビデンスと具体的な手法が求められている。本研究の第一の目的は、大規模集団の長期間に渡る歩数記録データを用いて、都市環境における歩行の促進・阻害要因とその影響を明らかにすることである。第二の目的は、定量的な地区の「Walkability（歩きやすさ）指標」と、自治体や開発事業者向けの「健康まちづくりデザインガイド」から成る「健康まちづくり支援ツール」を開発することである。

令和元年度は、歩行を促す都市デザインの手引きである”Active Design Guide”を作成している英国や米国の事例等を参考に、「健康まちづくりデザインガイド」の基本構成について検討を行った。また、健康まちづくりの原則として”5Ds + 2Ps”（Diversity, Design, Destination accessibility, Distance to transit, Desirability Place making, Promotion）に着目し、それぞれの原則に対応するキーワードと事例の整理を行った。