

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：32665

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07245

研究課題名(和文) 観光地の歩行空間におけるSfMを用いたバリア情報抽出の可能性検証

研究課題名(英文) A Study on Barrier Detection in Tourism Area by using Structure from Motion - Multi-View Stereo

研究代表者

田中 絵里子 (TANAKA, Eriko)

日本大学・文理学部・助教

研究者番号：80514009

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：観光地におけるバリアフリー情報は、施設の機能やサービス内容を地図や一覧表で示す例が多く、移動に関するネットワークの情報に乏しい。特に歩行空間における段差や凹凸などは、移動に制約を生じさせる要因のひとつになる。そこで本研究では、観光地の歩行空間におけるバリア情報を効率的に取得するために、時間を要する測量や大規模な現地調査を必要としない画像処理技術を応用した簡易的な面的情報の取得法を検証した。その結果、測位や画像取得技術の向上に伴い、誰でも簡易的に歩行空間の面的情報が得られる可能性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：This paper examines the barrier information in tourism area by using structure from motion - multi-view stereo (SfM). We have to provide suitable information relating to various kinds of facilities or to a destination for tourist, particularly pedestrians or the like having chances to have difficulty in moving like elderly persons or persons with disabilities. Accordingly, we tried to detect barrier information from high resolution pictures and positional information by Global Navigation Satellite System (GNSS). The analysis revealed the following: the possibilities of barrier information by using SfM and GNSS, anyone may use those systems even without professional knowledge and high cost, and survey precision enhance rapidly-advancing.

研究分野：観光学

キーワード：バリア情報 観光支援 SfM-MVS GNSS測量

### 1. 研究開始当初の背景

わが国では「バリアフリー新法」(平成 18 年施行)に基づき、交通施設や宿泊施設等においてバリアフリー(以降、BF と略す)化が進められている。また「観光立国基本法」(平成 18 年施行)では、高齢者や障害者、外国人といった配慮が必要な人々が円滑に旅行を実施できるように、施設や情報提供サービスについて整備する必要性が示され、「障害者の権利に関する条約」(わが国は平成 25 年に批准)では、第 30 条で障害者が文化的な生活に参加する権利を認め、障害者がレクリエーションや余暇等の活動に参加できるように適切な措置をとるべきとされている。このように障害者を取り巻く社会環境は法制度から徐々に整備されつつある。

しかし、東京都福祉保健基礎調査<sup>1)</sup>によると、「障害又は難病のためにあきらめたり妥協したこと」で最も割合が高かったのは、知的障害者と精神障害者では「就職」であったが、身体障害者と難病患者では「旅行や遠距離の外出」であった。このように障害者にとって旅行にはいまだ高い障壁があるといえる。

障害者の旅行に関する既往研究においては、平井ら<sup>2)</sup>が障害者の旅行実施時における交通機関のハード面の整備不足を、秋山ら<sup>3)</sup>がユニバーサルツーリズムのノウハウが旅行事業者に十分定着していない課題を指摘している。このように障害者の旅行においては、BF 整備やサポート体制といった障害者以外が取り組める課題があるといえる。

障害者の旅行を支援する方策としては、(1)施設の BF 整備や新しい移動手段の開発、(2)旅行会社や各種団体によるサポート体制の充実、(3)BF に関する旅行雑誌やマップなどの情報提供等が挙げられる。なかでも BF 情報については、二口ら<sup>4)</sup>が下肢不自由者にとって BF マップが機能的に有用であるとしている。しかし、わが国における BF マップは、内閣府、自治体、旅行雑誌、観光地やホテル等のサイトで公開されているものの、表記内容や仕様は作成者ごとに異なるうえ、掲載されているのは一部の宿泊施設や観光施設内の設備状況に留まっており、ほとんどの場合、段差や傾斜など経路に関する情報が不十分といえる。

BF の面的情報は、現在、発展途上の情報分野であり、国土交通省の歩行空間ネットワークデータの整備も一部の地域に限られるなど、全国的整備には程遠い。さらに車いす利用者自身が「通れた」経験を蓄積する地図も登場しているが、一部の地域に限られている。

### 2. 研究の目的

本研究では、障害者の旅行行動を支援する方策のひとつとして、観光地の歩行空間のバリア情報を簡易的に取得する方策を検討する。

観光地におけるバリアフリー情報は施設の機能やサービス内容を地図や一覧表で示す例が多く、移動に関するネットワークの情報に乏しい。特に歩行空間における段差や凹凸などは、移動に制約を生じさせる要因のひとつになる。そこで本研究では、観光地の歩行空間におけるバリア情報を効率的に取得するために、時間を要する測量や大規模な現地調査を必要としない画像処理技術に応用した簡易的な面的情報の取得法を検証した。

### 3. 研究の方法

バリア情報を取得するための研究の主な流れを図 1 に示す。まずは現地で (1)高解像度画像データの取得、(2)位置情報の取得を行い、得たデータを基に(3)画像の 3 次元化、(4)地図作成における DSM (Digital Surface Model) およびオルソ画像の生成、(5)バリア情報の抽出を行う。

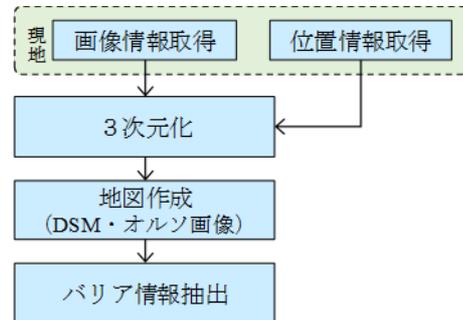


図 1 研究の主な流れ

#### (1) 解像度画像データの取得

現地では、デジタルカメラを用いて歩行空間の歩道面を中心に写真撮影を実施した。使用した機材および撮影仕様を表 1 に示す。

撮影時に車や歩行者などによって、歩道面が隠されてしまうとデータの取得が困難となるため、撮影は可能な限り利用者が少ない時間帯に実施した。ただし、歩行面が見える程度の通行量であれば、データ取得に影響はないことがわかっている。また、広範囲のデータを効率的に取得するために、一脚にカメラを取り付け、3m 程度の高さから歩道面を中心になるように傾けて撮影を行った。

表 1 使用した機材および撮影仕様

機種	α7 (ソニー社)
撮像素子	35mmフルサイズ (35.8×23.9mm)
焦点距離	28mm
絞り値	f5.6
シャッタースピード	1/1000
ISO	AUTO
記録画素数	6000 x 4000 ピクセル
記録フォーマット	JPG
インターバル	2秒

#### (2) 位置情報の取得

3次元データを取得するには、位置情報を

付与しなければならない。100 m<sup>2</sup>程度であればメジャー・ハンドレベルによる実測でも対応可能だが、広範囲の場合は困難といえる。そこで本研究では GNSS (Global Navigation Satellite System) 測量によって、位置計測を行った。単独測位の場合は、平面で約 10m 程度、高さではその倍程度の誤差が含まれているため、より高精度に位置計測ができる相対測位 (2 台以上の受信機が必要) を採用した。

従来、相対測位を行うためには高額な機材やソフトウェアなどが必要となり、コストが高くなる状況であったが、近年の技術革新によって、ローコストの GNSS 受信機を自作することができる。GNSS 受信機 NEO-M8T (u-blox 社) アンテナ TW3710 (Tallysman 社) 解析ソフト「RTKLIB」を用いることで、従来の調達コストの 1/30 程度で自作することができた。

### (3) 画像の 3 次元化と地図作成

撮影した画像データの 3 次元化には、SfM-MVS (Structure from Motion - Multi-View Stereo) 技術を用いたソフト「PhotoScan Professional」を使用した。SfM は、対象物をカメラの視点を変えながら撮影した複数枚の視差のある画像から、カメラの撮影位置を推定する技術である。また、MVS はこれらの画像から 3 次元形状を復元する技術であり、既にコンピュータビジョン分野で確立されたものである。SfM-MVS 技術によって作成された 3 次元データは、樹木や建物などの高さを含む DSM とオルソ画像 (中心投影による歪みを取り除いた画像) として出力することができる。従来では写真測量に関する高度な専門知識が必要であったが、「PhotoScan Professional (Agisoft 社)」は処理のほとんどが自動化されているため、容易にベースとなる地図の作成が可能である。

### (4) バリア情報の抽出

前述で作成した DSM を GIS (Geographic Information System) を用いて路面勾配の計算を行った。DSM は数 cm 単位の超高解像データとして取得できるので、高齢者がつまずきやすい箇所や車いすの通行が困難な段差などといったバリア情報の抽出を、定量的な情報として管理することができる。

## 4. 研究成果

愛知県犬山市に位置する犬山城天守までの通路を対象に調査分析を行った。犬山城は木曾川を見渡す小高い丘に築かれた国宝の城であるため、観光地としても有名である。入り口から天守までの通路は、約 30m の高低差がある。通路の所々は階段となっているが、現在は階段の半分をコンクリートで埋めて、業務用車が通れるようになっている。

### (1) DSM の精度検証

対象街路の往復で 316 枚の画像を撮影し、そのうちの 303 枚を使用して通路の 3 次元化を行った (図 2)。



図 2 撮影画像と 3 次元化した画像の比較 (上: 撮影画像、下: 3 次元データ)

これらの画像を「PhotoScan」で取り込み、平面直角座標系第 1 系のオルソ画像 (解像度: 1 cm) および DSM (解像度: 2 cm) を作成した (図 3)。その際、付与した位置情報は、通路上の石や側溝の蓋など目立つ地物を GCP (基準点) として 5 地点設定した。基準点全体の誤差 (RMSE) は、水平方向 6.4cm、鉛直方向 1.3cm となった。

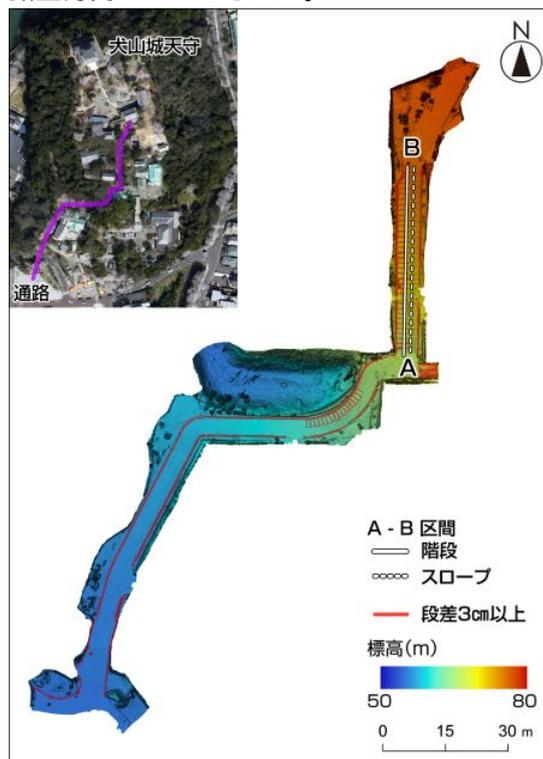


図 3 犬山城歩行空間の DSM

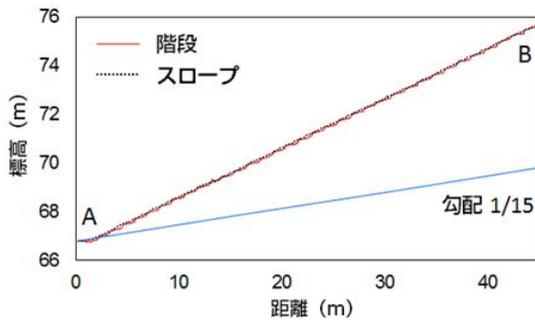


図4 A-B間の断面図

## (2) 路面情報の抽出結果

DSMを用いて、段差3cm以上の箇所を抽出した結果を図3に重畳した。通路両端の排水溝や階段となっている段差部分が、3cm以上の段差箇所として抽出された。また、スロープとなっている一部分でも段差3cm以上となっている箇所があった。

図4はA-B間の断面図である。勾配が1/15より大幅に急峻な1/5であり、自力による車いすの通行は難しいことを定量的に示すことができた。実際、調査中にも車いす利用者が介助者と共にA地点まで来たものの、傾斜をみて城を断念する場面に遭遇した。

本研究では、観光地の歩行空間におけるバリア情報を効率的に取得するために、高額な機材や時間を要する測量や大規模な現地調査を必要としない、SfM-MVS技術を用いた面的情報の取得法を検証した。その結果、カメラ、簡易測量機材、解析ソフトが揃えば、誰でも簡易的に歩行空間の面的情報が得られる可能性を示すことができた。なお、本研究ではローコストのGNSS受信機を自作しGCPを設定したが、測位技術は日進月歩で進んでいるため、高精度位置情報の取得機能が付いたカメラも登場しつつある。このような機材を使用すれば、より簡便にデータを取得することができると考えられる。今後は得られたデータの検証や、利用者への提供方法等について検討する必要がある。

## <引用文献>

- 1) 東京都福祉保健局：東京都福祉保健基礎調査、平成25年度「障害者の生活実態」  
[http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/chosa\\_tokei/zenbun/heisei25/index.html](http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/chosa_tokei/zenbun/heisei25/index.html)
- 2) 平井木綿子・大西一嘉：バリアフリー旅行の実態と受け入れ体制に関する調査、日本建築学会近畿支部研究報告集、計画系(53)、2013、pp.609-612
- 3) 秋山哲男・大西康弘・佐藤貴行：観光困難階層にとってのユニバーサルツーリズム、観光科学研究第6巻、2013、pp.111-125
- 4) 二口絵理子他：バリアフリー・マップの現状と下肢不自由者の情報欲求から見た

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計1件)

田中 絵里子：観光地の歩行空間におけるバリア情報抽出の可能性検証 簡易測量と画像処理による面的情報の抽出、日本福祉のまちづくり学会全国大会、2018

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 絵里子 (TANAKA, Eriko)

日本大学・文理学部・助教

研究者番号：80514009