

【査読付き論文】

# 無線によるNSS情報伝送を用いた観光者行動の分析

—イル未来と2022イベントにおける電子行燈の運用—

Analysis of tourist behavior  
using wireless NSS information transmission

Operation of electronic lanterns at “Illumilight 2022” event

神谷 達夫, 北口 千華

Tatsuo Kamitani, Chihana Kitaguchi

## 要旨

観光イベント等の企画立案のために、観光者の行動を知ることは有用である。著者らは、“ソーシャルディスタンス手持ち行燈(ディスタンス行燈)”を開発し、それに観光者の行動を測定する機能を追加し、観光者の行動分析に応用していた。このディスタンス行燈は、WiFiによる通信機能を持っており、行燈が接続するアクセスポイントで接続記録を取得することにより、観光者の行動を記録している。この方式は、安価に実現可能であるという利点があるが、アクセスポイントの間における観光者の行動を知ることはできない。

本論文では、NSS(Navigation Satellite System)の装備された無線システムをディスタンス行燈に付加し、ディスタンス行燈の行動記録能力の向上を検討した。この改良されたディスタンス行燈は、京都府福知山市で開催された“イル未来と2022”イベントにおいて運用された。

ディスタンス行燈の運用の結果、NSSの位置情報の併用により、従来のディスタンス行燈による観光者行動の記録を補完し、従来のディスタンス行燈では把握不可能なアクセスポイント間の観光者の動きを分析できることが確認できた。また、複数の方法を併用することにより、観光者の行動分析システムが安価に構成できることを示した。さらに、NSS位置情報を無線伝送することにより、運営に必要な観光者の動きを即時的に取得でき、イベント運営に役立つことが確認された。

キーワード: 行動分析、観光者、Wi-Fi、デジタル小電力コミュニティ無線

Keywords: behavior analysis, sightseer, Wi-Fi, Digital-lowpower community radio

## 1. はじめに

著者らは、観光イベント等の企画立案のために、観光者の行動を知ることは有用であると考え、これまでWiFiパケットセンサー<sup>(1)</sup>やソーシャルディスタンス手持ち行燈(ディスタンス行燈)<sup>(2)</sup>による観光者<sup>(註1)</sup>の行動分析に取り組んできた。

福知山市では、死亡事故により開催できていない花火大会に代わるイベントとして、福知山青年会議所を中心とした「イル未来と」というイベントが2018年より開催されている。「イル未来と」は、福知山城におけるプロジェクションマッピング事業である。学生らはいわゆるプロジェクションマッピング以外にもイルミネーションイベントを企画して参加していて、その企画の一つとして考案されたのがディスタンス行燈である。このディスタンス行燈による観光者の行動分析の結果は良好で、イル未来と2021イベントにおける観光者行動を十分に分析可能であることが確認できた<sup>(3)</sup>。

ディスタンス行燈は、側面が障子紙でできた四角柱状の行燈である。行燈にはLED照明が入っており、側面の障子紙に切り絵により模様が見えるようになっている(図1)。底面に貼付した切り絵により桔梗の模様が地面に投影されるようになっており、ディスタンス行燈は、その模様の中に他の人が入り込むことを心理的に制限することを目指している。



図1 ディスタンス行燈の外観<sup>(2)</sup>

一方、ディスタンス行燈は、アクセスポイントに接近すると点灯パターンが変化する。このことにより、観光者が各ポイントを回ることを楽しめるようになるよう配慮した。アクセスポイントは、小型コンピュータのRaspberry Pi 3を用いて構成されている(図2)。

このアクセスポイントは、通常のWiFiアクセスポイントとして動作しており、ディスタンス行燈がそのアクセスポイントに接続することによって、ディスタンス行燈がアクセスポイントに接近したことを検知するようになっている。このアクセスポイントに記録されたディスタンス行燈の接続情報を用いて、観光者の行動を分析することができる<sup>(2)</sup>。

これまでの研究においては、このディスタンス行燈を用いて観光者の行動を分析していた。しかし、

2022 年に実施された“イル未来と 2022”イベントは、2021 年とは異なった会場で実施されることとなった。2021 年は、福知山城と伯耆丸公園が実施会場であったが、2022 年は福知山城と新町商店街が実施会場となった。

福知山城と伯耆丸公園間の通り道は、ほぼ 1 種類しかせず、途中の 1 箇所にアクセスポイントを設置することにより観光者の移動経路を特定することができた。しかし、2021 年と異なり 2022 年の場合は、福知山城と新町商店街の間に複数の経路が考えられ、考える経路に対応できる数だけアクセスポイントを配置することは、現実的に不可能であった。



図 2 アクセスポイント外観

一方、アクセスポイント間の移動を知るために、NSS(Navigation Satellite System)を用いることは、容易に考えられる<sup>(4-6)</sup>。すなわち、いわゆる GPS ロガーをディスタンス行燈に組み込むと、アクセスポイント間の観光者の行動も分析可能となる。しかし、GPS ロガーの場合は、ロガーを回収してからでないと観光者がどのような動きをしているかを知ることができない。イベントの実施者側からすると、リアルタイムに観光者の動向を知ることができると、観光者の安全誘導等が可能となり、イベント運営上の利便性が高まる。本論文では、これまでのディスタンス行燈に加え、リアルタイムに観光者の動向を知ることができる利便性を考慮し、ディスタンス行燈とデジタル小電力コミュニティ無線を併用して観光者行動を分析することを目的としている。

## 2. 観光者行動の取得

### 2.1 NSS 情報の無線伝送

NSS 情報の無線伝送には、デジタル小電力コミュニティ無線を用いた。デジタル小電力コミュニティ無線は、地域の安心・安全の向上のために、地域コミュニティ無線の分野で利用できるシステムとして 2018 年に制度化された無線システムである<sup>(7)</sup>。野生動物監視やドッグマーカー、登山者検知通報用のシステムに、音声による通信が追加された仕様となっており、地域コミュニティでの位置情

報や連絡での用途が想定されている<sup>7)</sup>。このような無線システムであるため、デジタル小電力コミュニティ無線には、NSS(特に GPS)を利用した相手の無線機の位置を確認できる位置情報検索機能が付加されている。また、この位置情報検索機能は常時動作しており、停止することができない。したがって、通信をすると、その相手までの位置や方向が表示されるようになっている(図 3)。

一方、デジタル小電力コミュニティ無線は、使用するための免許や資格が不要であり、無線機を手に入れば誰でもすぐに使うことができる。また、他の免許不要の無線システムである特定小電力トランシーバー(出力 10 mW)と比較して、デジタル小電力コミュニティ無線は、送信電力が 500 mW と大きく、外部アンテナを使用することができるため、2 km 程度の距離でも通信が可能となっている。

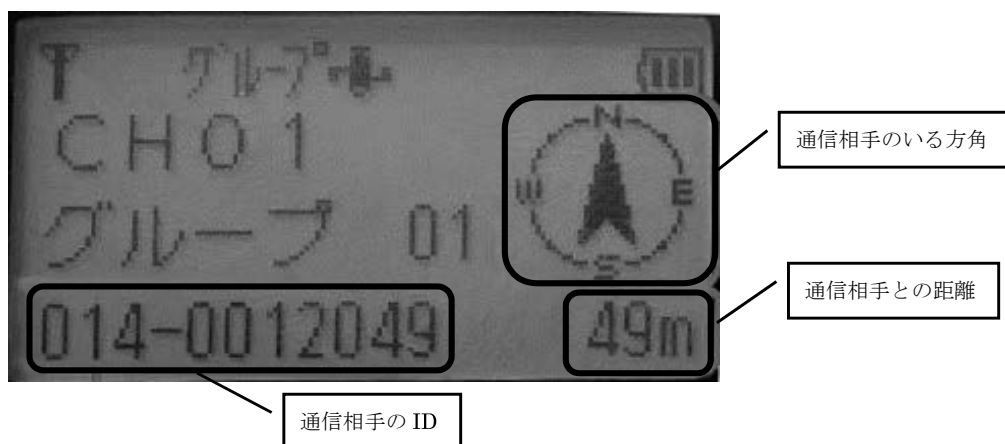


図 3 デジタル小電力コミュニティ無線機の画面

このデジタル小電力コミュニティ無線を用いると、主となる無線局(基地局)からの司令により発信者(子機)の位置が無線伝送され、基地局側で子機の位置を記録することができる。したがって、基地局から定期的に位置情報の発信司令を出すことにより、移動している子機の位置情報を知ることができる。子機から発信された位置情報は、親機にパーソナルコンピュータを接続することにより、画面の地図上に表示することが可能である。

デジタル小電力コミュニティ無線機の取り付けであるが、当初は、デジタル小電力コミュニティ無線機をディスタンス行燈の中に格納する予定であった。しかし、ディスタンス行燈の電源である電池をディスタンス行燈の上面の板の裏側に設置しているため、ディスタンス行燈の中に格納するとデジタル小電力コミュニティ無線機の NSS アンテナの能力が損なわれた。このため、無線機をディスタンス行燈の上面に養生テープで固定することとなった(図 4)。この措置により、使用した観光者から無線機が装着されていることに対するネガティブな反応が予想されたが、ディスタンス行燈を使用し

た観光者に対するアンケート結果では、特に持ちにくいなどの感想は無かった。



図 4 デジタル小電力コミュニティ無線の固定

## 2.2 アクセスポイントによるディスタンス行燈移動地点の取得

2022 年は、アクセスポイントを図 5 のように配置した。地図上に示した 1 から 6 の番号がアクセスポイントの配置位置である。アクセスポイント 1 が行燈の貸し出しと回収の場所となる受付である。今回用いたアクセスポイントに便宜上付けたアクセスポイント名称を表 1 に示す。

表 1 アクセスポイント一覧

場所番号	場所	備考
1	受付	行燈の貸し出しと回収場所
2	光の道	主催者が設置した受付
3	本丸広場	
4	石垣	
5	新町商店街(内記新町商店街側)	時計店前
6	新町商店街(広小路側)	旧ぽっぽランド前

観光者がディスタンス行燈を持って移動し、アクセスポイントに接近すると、ディスタンス行燈とアクセスポイントの通信が確立し、ディスタンス行燈の発光パターンが変化する。観光者は、この発光パターンの変化を楽しむことができる。また発光パターン変化のための通信の時刻をアクセスポイ

ントが記録することにより、観光者がアクセスポイントの近くを通過した時刻が取得できる。



地理院地図にアクセスポイント位置を追加

図5 アクセスポイントの配置

### 3. イル未来と 2022 での運用

“イル未来と 2022”のイベントは、2022 年 9 月 9 日から 10 月 10 日までの金曜日、土曜日、日曜日、祝日に開催された。ただし、機器の故障があり、実際に有効な運用ができたのは、9 月 9,10,16,17,23,24,25 日と 10 月 2,3 日の 9 日間である。イベントは 18 時開始で 21 時終了であったが、観光者の遊覧時間を考え、行燈の貸し出しは概ね 19 時 30 分ごろに終了した。

ディスタンス行燈は最大 10 台使用したが、デジタル小電力コミュニティ無線機を設置したディスタンス行燈は 6 台であった。

イベント期間中の延べ貸し出し数は 193 回である。故障や電池切れなどにより、有効な記録が取得できた貸し出しは、178 回であった。貸し出し時間と返却時間は、別途記録した。貸し出した観光者に対して使用感等のアンケートを依頼したが、本学の研究倫理規定に適合させるため、観光者の個人情報には記録していない。

今回のイベントは、前年とは異なる 2 会場での開催となった。会場の一つは、福知山城であり、もう一つは新町商店街であった(図 5)。福知山城と新町商店街の間の移動には複数の経路が考えられる。本論文では、デジタル小電力コミュニティ無線の位置情報を用いて、観光者がどのような経路を通るかを観察した。

基地局は、主催者の設置した受付場所、表 1 における光の道の場所である。この場所に記録用のパーソナルコンピュータと基地局用無線機(図 6)、アンテナ(図 7)を設置した。アンテナは、デジタル小電力コミュニティ無線で許可されている最大の利得(アンテナ性能)である 2.14 dBi となる半波長約 1 m 長のアンテナであり、給電点は地面から約 4.3 m となっている。



図 6 基地局の配置



図 7 基地局のアンテナ

## 4. 観光者の行動分析

### 4.1 会場巡回パターン

過去の研究<sup>(3)</sup>と同様の方法により、2つ以上出現した会場内の巡回パターンを表 2 に示す。パターン中の番号は、表 1 に示す場所番号である(以後は、本丸広場 3 のように、表 1 に示した場所名称とアクセスポイント番号により、場所を表記する)。最も多い会場巡回パターンは、受付 1 で行燈を受け取り、光の道 2 を通過して本丸広場 3 に滞在した後、もとの順路を引き返すパターンであった(表 2 パターン 1)。このパターンでは、ディスタンス行燈を借りた後、広場の展示のみに訪れていると考えられる。

本丸広場 3 は、福知山城天守閣の前に広がる砂利一面に映像が投影されており、イル未来と 2022 イベントの主となる展示場所である。本丸広場 3 は、ほぼ全ての巡回パターンに含まれており、多くの観光者が広場での展示を目的としていたといえる。また、パターン番号 1 の出現数が全体の 4 割以上を占めていることから、巡回パターンの分析結果は、広場での展示のみを目的としていた観光者が最も多かったことを示している。

2 番目に多かった巡回パターンは、本丸広場 3 を見た後に石垣 4 を経由し、光の道 2 へ移動するパターンである(表 2 パターン 2)。また、本丸広場 3 から石垣 4 へ移動し、再び本丸広場 3 を経由して



光の道 2 から受付 1 へ帰るパターンが 3 番目に多くなっている(表 2 パターン 3)。石垣 4 を含むパターンは 11 パターンあり、パターン数の 3 分の 2 近くがこの石垣 4 を含んでいる。定性的な観察では、石垣経由で移動する観光者が昨年より多く感じられたため、観察結果とアクセスポイントの記録によって求められた巡回パターンの傾向は一致していると思われる。パターン番号 8,10,14,15,16,17 は、新町商店街に行ったパターンである。このうちパターン番号 10 を除く巡回パターンは、本丸広場 3 を訪れた後に新町商店街へ移動している。このことから、福知山城会場と新町商店街会場の両方を訪れた観光者は、福知山城会場を鑑賞した後に新町商店街会場に移動することが多いことが分かる。

表 2 求めたパターンの出現数

パターン番号	出現数	パターン
1	57	1,2,3,2,1
2	20	1,2,3,4,2,1
3	11	1,2,3,4,3,2,1
4	8	1,2,3,4,3,4,2,1
5	8	1,2,3,2,3,2,1
6	5	1,2,3,4,2,1,2,1
7	3	1,2,4,3,2,1
8	3	1,2,3,4,3,2,5,6,5,2,1
9	3	1,2,4,3,4,2,1
10	2	1,2,5,6,5,2,1
11	2	1,2,3,4,3,4,3,2,1
12	2	1,2,3,4,3,4,2,1,2,1
13	2	1,2,3,4,3,2,1,2,1
14	2	1,2,3,4,2,5,6,5,2,1
15	2	1,2,3,2,5,6,5,2,1
16	2	1,2,3,2,3,2,5,6,5,2,1
17	2	1,2,3,2,1,2,5,6,5,2,1
18	2	1,2,1

ディスタンス行燈のログによって得られた情報から、新町商店街会場に行った件数と福知山城会場のみにとどまった件数を主催者が計数した各会場の入場者人数と比較した(表 3)。表 3 の値による  $\chi^2$  検定の結果、p 値が 0.202 となり、ディスタンス行燈のログ情報から判断できる新町商店街への移動件数と来場者数の比率に有意な差は見られなかった。したがって、ディスタンス行燈による記録は、来場者全体の傾向とは有意な差が無い。また、新町商店街会場のみを訪れた観光者や新町商店街会場から福知山城会場に移動した観光者も存在するはずであるが、これらの観光者の行動は、統計的に大きな影響を与えなかったと考えられる。

今年のイベント実施にあたり、主催者は、会場内での観光者の回遊行動や、どの程度の観光者が福知山城会場から新町商店街会場へ足を運ぶのかに着目して、それらの動向を知りたいという要望を持っていた。上記の結果から、ディスタンス行燈の単独使用でも、主催者側の要望に十分応えることが

できるものと考えられる。ただ、観光者のアクセスポイント間の移動経路や、観光者がどこに滞留しているのかの詳細については、ディスタンス行燈により知ることはできない。

表 3 来場者数と NSS ログ記録件数

	来場者数[人]	ログ記録数[件]
福知山城	7537	142
新町商店街	1503	36

ディスタンス行燈ログ記録件数における福知山城は、福知山城会場だけの件数であり、新町商店街の件数は、福知山会場と新町商店街会場の両会場を移動した件数である。また、新町商店街の人数は、観光者の進行方向を分けずに計数していたため、来場者数は計数値の半分と仮定している。

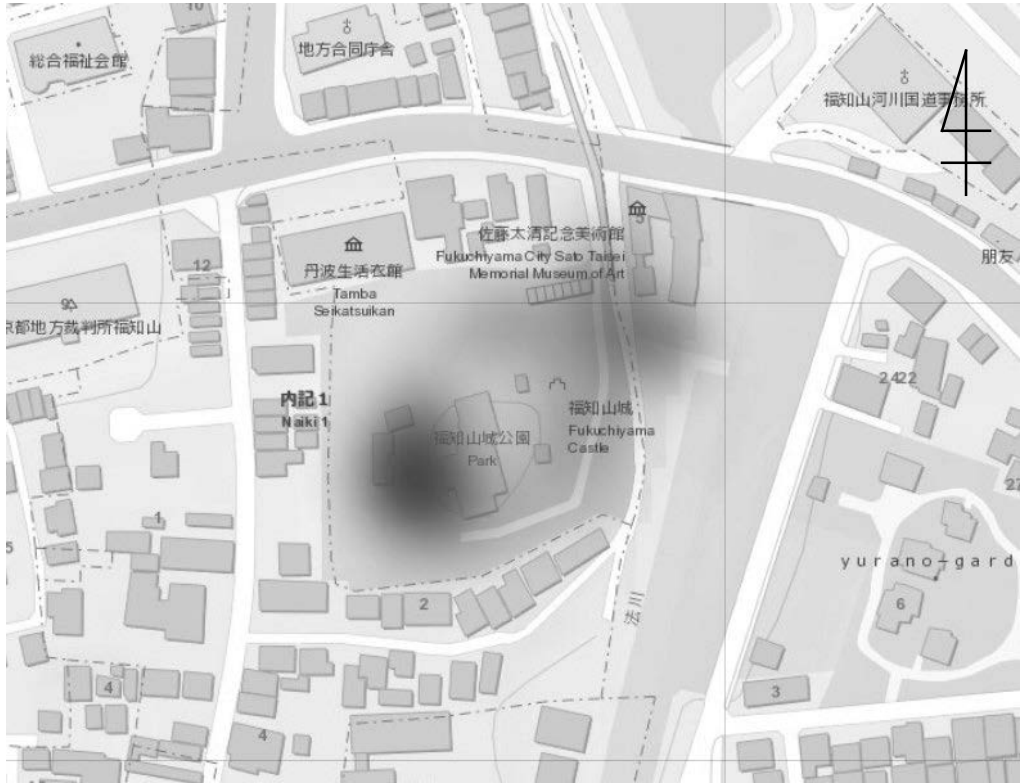
#### 4.2 カーネル密度推定を用いた観光地点の推定

NSS 位置情報の処理に、カーネル密度推定を用いる方法が知られている<sup>(8)</sup>。本論文においても、取得できた NSS 位置情報を全て用いてカーネル密度推定により位置情報の存在する確率の高い場所を地図上に描画した(図 8)。図 8 の地図上に描画した色の濃さが確率の大きさを示すことになる。カーネル密度推定には MATLAB022b の `ksdensity`<sup>(9)</sup>を使用した。カーネル密度推定に用いたメッシュの大きさは、緯度経度ともに 0.00001 度(0.91 m)としている。

GPS データの最も記録の多い場所、すなわち観光者の滞在する可能性の高い場所は、福知山城天守閣の見える広場であることが分かる。ここは、本丸広場 3 に近い場所であり、観光者がこの場所に居ることをアクセスポイントで検出している。

ただ、本丸広場 3 のアクセスポイントは、この広場の入り口に近い場所に設置しており、アクセスポイントだけでは、広場内のどの位置に観光者が滞留していたかは判断できなかった。しかし、NSS ログ情報のカーネル密度推定により、観光者は広場の西側に滞留していることが分かった。一方、この場所は、イル未来と 2022 イベントの主となる展示場所で、観察によってもここの滞在時間の長いことが確認できており、この推定結果は妥当であると考えられる。

また、図 8 では受付近辺での観光者の滞留が見られる他、観光者が石垣 4 付近を通過していることも分かる。図 8 において、石垣 4 周辺に分布の見られることは、定性的な観察によって石垣 4 経由で移動する観光者が昨年に比べ多く感じられたことと一致している。



地図には MATLAB2022b の basemap を利用(上が北)

図 8 カーネル密度推定による記録表示

一方、全体のデータのカーネル密度推定では、新町商店街への移動が地図上ではほぼ見られなかった。3次元グラフに表示して拡大すると、図9のように僅かに新町商店街の位置に分布が見られる。そこで、新町商店街に移動したログファイルのみのカーネル密度推定により地図を作画した(図10)。その結果、新町商店街への経路での分布が見えてきた。しかし、福知山城での滞在時間が長いため、新町商店街のどの位置に滞在しているかが判断できなかった。

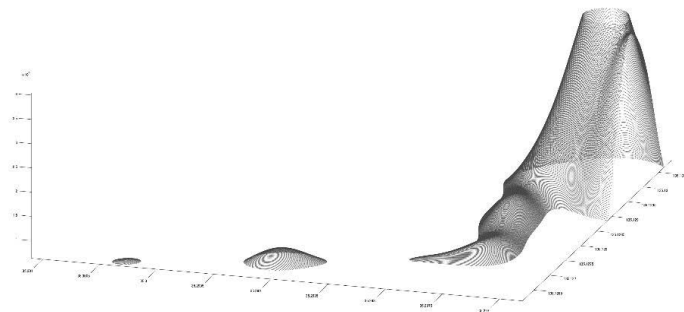


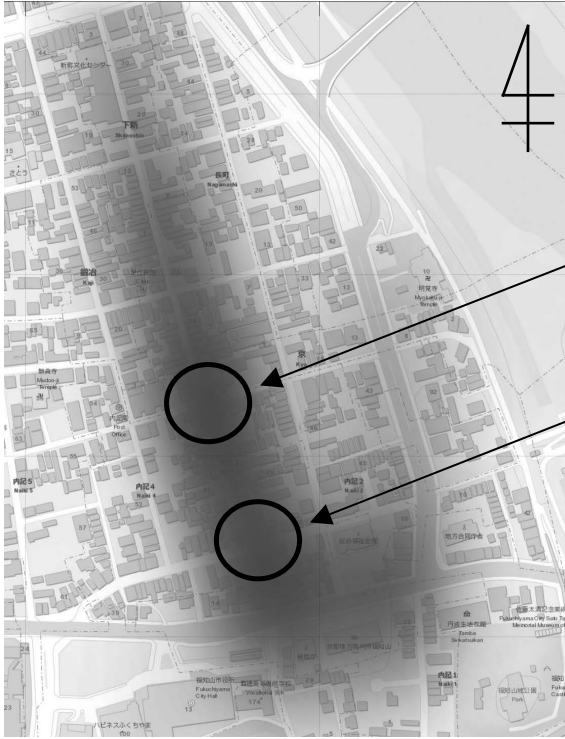
図 9 カーネル密度推定の 3次元グラフによる表示

この問題を解決するため、東経 135 度 7 分 44 秒より西のデータのみを用いてカーネル密度推定によりログデータの分布を求めた(図 11)。この東経 135 度 7 分 44 秒は、概ね福知山城エリアの西端に相当する。この図 11 から、新町商店街入り口と内記新町商店街入り口にやや大きな観光者の滞留が見られる。新町商店街入り口付近(図 12)は、今回のイベントの新町商店街地区において最も展示物が見やすい場所であり、図 12 のように飲食店も営業している日があった。このため、観光者の滞留があったものと考えられる。一方、内記新町商店街の入り口であるが、今回のイベントでは内記新町商店街には何も展示されていなかった。この商店街は新町商店街に接続されているが、いわゆるシャッター通り商店街化してきているためイベント開催時の夜は人通りが少なく、新町商店街に行こうとした観光者が道を誤ったのではないかと立ち止まったことや、信号のある通りであるため、自動車の通過を待ったことが考えられる。



地図には MATLAB2022b の basemap を利用(上が北)

図 10 新町商店街に移動したもののカーネル密度推定結果



新町商店街入り口

内記新町商店街入り口

地図には MATLAB2022b の basemap を利用(上が北)

図 11 福知山城エリア西端以西のデータでの推定結果



図 12 新町商店街入り口付近

#### 4.3 NSS 位置情報情報から求めた会場間の移動パターン

会場間の移動パターンの典型例を示す。まず、最も多かったのが市役所ルートである(図 13)。この図では、新町商店街入り口での滞留があることが分かる。



地理院地図にログファイル情報を加筆

図 13 巡回パターンの典型例(市役所ルート)

このパターンは、行路が単純であるため、新町商店街会場へ訪れたログを取得できたものの中で、最も多く利用されている経路である。取得できたログは27件であり、そのうち20件はこの経路を利用している。また、往路でこの経路を使用しているログ14件のうち12件は復路でも同じ経路を使用している。

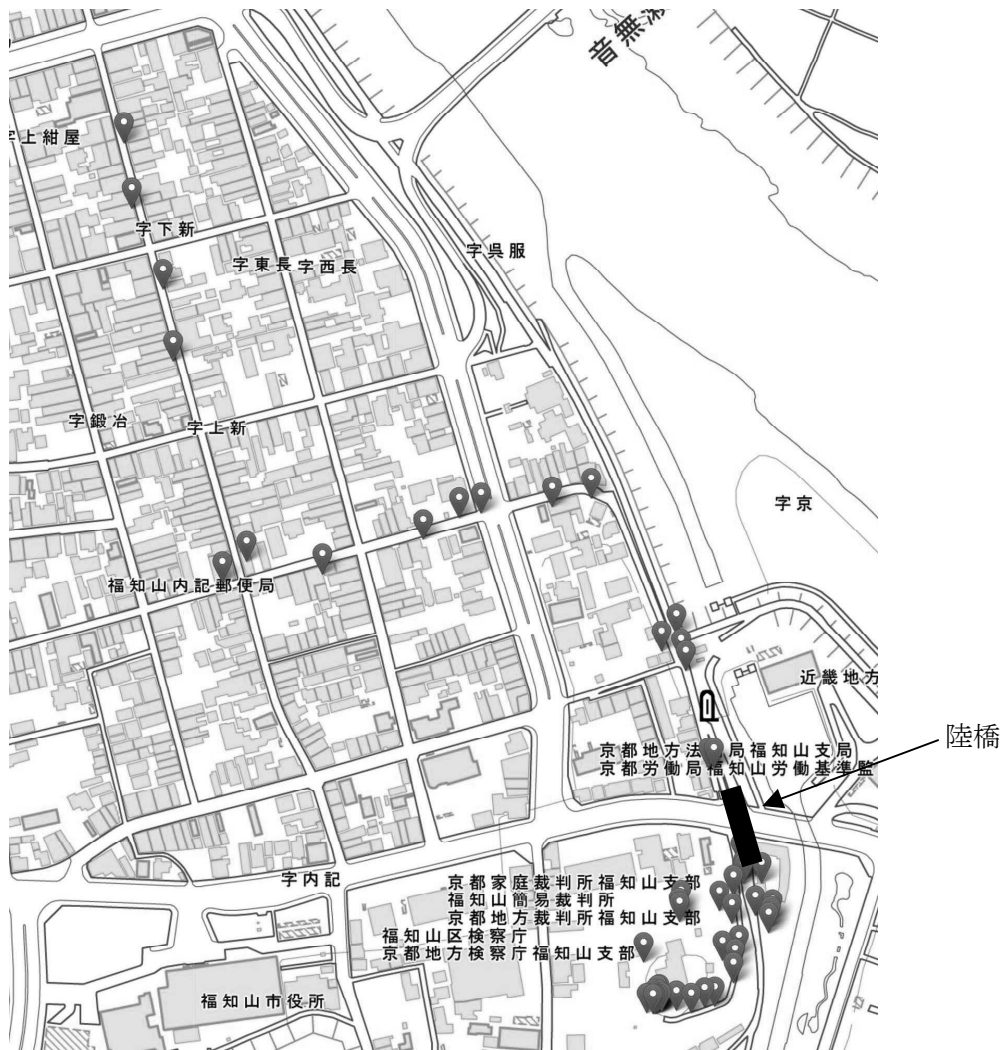
次に見られたのが、観光用を考えて福知山城から北の方向に架設されている陸橋(図14)を渡るパターンである。取得されたログ27件中14件は、往路と復路の少なくとも一方でこの陸橋を利用していた。

陸橋を渡る経路は大きく分けて2通りあり、陸橋を渡った後に直進して道なりに進む経路と、細い道を曲がる経路がある。直進して道なりに進む経路(図15)は、観光用として舗道が整備されていて、車通りも少ない。したがって、この経路を通るのが観光者にとって適していると考えられる。しかし、この経路を利用した観光者は市役所ルートに比べて少なく、27件中5件が利用しているだけである。

今回のイベントで市役所ルート利用数が多い理由は、陸橋を渡る道が分かりにくいためか、陸橋を渡る経路の周知が不足していたことが考えられる。



図14 陸橋



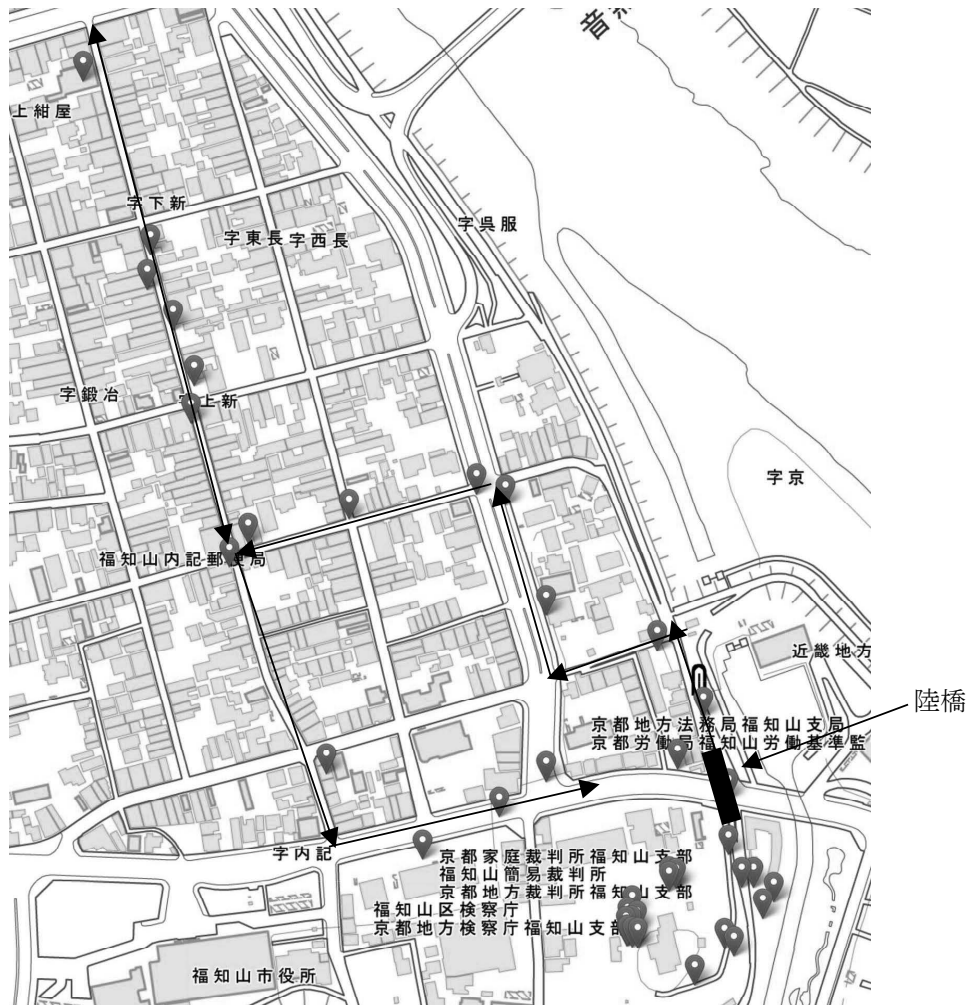
地理院地図にログファイル情報と陸橋を加筆

図 15 陸橋を渡る経路 1

一方、陸橋を渡り細い道を曲がる経路(図 16)は 8 件見られた。この経路は、有名な洋菓子店の横を通る経路であるため、この経路を通る観光者がいたものと推測される。イベント期間中に、この洋菓子店の横を通って新町商店街会場へ向かう動画を関係者が SNS で発信すると、SNS での発信前には図 16 に示す経路の利用が 3 件であったのに対し、SNS 発信後にはこの経路の利用が 5 件に増加している。このことから、関係者による SNS 発信が観光者の経路の選択に影響していると思われる。

上記のことから、陸橋ルートの方に観光の対象を配置するか、主催者が移動経路を周知することによって、より観光者に適した移動経路を提案できるようになるのではないかと考えられる。





地理院地図にログファイル情報と陸橋を加筆

図 16 陸橋を渡る経路 2

2022 年のイベントでは、福知山城会場から新町商店街会場の間に複数の経路が考えられるため、観光者の行動を網羅するようにアクセスポイントを設置することができなかった。このため、アクセスポイントによって取得したディスタンス行燈の巡回パターンのみでは、2 会場間の移動経路を特定することはできなかった。しかし、NSS ログ情報により、観光者が移動の際に利用した経路を明らかにすることができた。

NSS の位置情報を用いて観光者の行動を分析する手法は有用ではあるが、NSS 位置情報を測定することのできる機器は、ディスタンス行燈に対して高価である。現在のディスタンス行燈における主要部品は、数百円で販売されているマイコンで実現されている。しかし、NSS による位置情報を得るためには、最低でも 2 千円弱程度となる NSS 受信機を制御用マイコン以外に必要とし、NSS ログ

システムは、NSS 受信機分の価格が追加で必要になる。その結果、マイコンのみで実現できるディスタンス行燈は NSS 受信機を含んだシステムよりも安価になる。このため、ディスタンス行燈のような簡易なシステムは、台数を増加させることが比較的容易である。一方、NSS 位置情報が取得できるシステムは、高価になりがちで台数を増やしていく。したがって、本論文での実証実験のように、NSS 情報と低価格なディスタンス行燈を組み合わせることが、観光者の行動分析の費用対効果を高めるために有効である。

#### 4.4 NSS 位置情報のリアルタイム取得の効果

今回使用したデジタル小電力コミュニティ無線は、NSS の位置情報をリアルタイムに無線伝送できることを特徴としている。デジタル小電力コミュニティ無線の無線機を持った観光者の移動情報は、基地局に無線伝送されるため、基地局のパーソナルコンピュータ上にて子機の位置情報をリアルタイムに確認することができる。

イベントの運営時には、ディスタンス行燈の貸し出し終了時間を決定するために、ディスタンス行燈の回収できる時間を予測できることが望ましい。2022 年のイベントは、別会場となる新町商店街会場が今年の会場よりも離れており、ディスタンス行燈を持った観光者がいつ頃福知山城会場に戻るかを予測することが困難であった。しかし、デジタル小電力コミュニティ無線によって NSS 情報を無線伝送することにより、ディスタンス行燈の位置をリアルタイムに把握することができ、位置情報をディスタンス行燈の貸し出し制限の参考とすることができた。このことからデジタル小電力コミュニティ無線を用いることにより、運営に必要な観光者の動きを即時的に取得できることが確認された。

## 5. まとめ

京都府福知山市の福知山城周辺と新町商店街において実施された“イル未来と 2022”で、観光者の行動を記録するための機能を持ったディスタンス行燈を運用した。ディスタンス行燈には、WiFi を用いて観光者の移動を知るための仕組みと、デジタル小電力コミュニティ無線を用いて NSS 情報を無線伝送する機能を取り付けた。この NSS 情報を無線伝送するディスタンス行燈を使用した実証実験の結果、NSS 情報によって、WiFi を用いる仕組みのみでは検出できなかったアクセスポイント間の観光者の動きを知ることができた。また、NSS 情報を無線伝送することにより、リアルタイムに観光者の行動を知ることができ、行燈貸し出しの終了時刻の設定に応用することができた。したがって、NSS 情報の無線伝送により観光者の行動を調査する方法は、イベントにおける安全誘導等のイベント運用に有用であることが分かった。また、本論文の結果は、地域における観光イベント等の企画立案に用いることができ、地域活性化への活用が期待される。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K12403 の助成をうけたものである。

## 《参考文献》

- (1) 神谷 達夫, 位置情報データを活用した観光地指標 : 海の京都観光圏 Wi-Fi パケットセンサーの情報量解析から, 日本観光学会誌, No. 59, pp.41-48 (2018)
- (2) 神谷 達夫, コロナ禍における観光者の行動分析に関する試み—イール未来と 2021 イベントにおける電子行燈の運用—, 福知山公立大学研究紀要, Vol.6, No. 1, p.63-76 (2022)
- (3) 神谷 達夫, 自動取得された移動軌跡による観光者行動の分析—コロナ禍に対応した機器の実証実験—, 日本観光学会誌, Vol.23, No. 1 (条件付き掲載) (2023)
- (4) 矢部直人, 有馬貴之, 岡村祐, 角野貴信, GPS を用いた観光行動調査の課題と分析手法の検討, 観光科学研究, Vol.3, p.17-30 (2010)
- (5) 長尾光悦, 川村秀憲, 山本雅人, 大内東, GPS ログからの周遊型観光行動情報の抽出, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No.224, p.23~28 (2005)
- (6) 観光庁(2017)観光ビッグデータを活用した観光振興／GPS を利用した観光行動の調査分析  
<http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/gps.html>  
(2022.1.29 閲覧)
- (7) 小電力無線システムの高度化に関する調査検討報告書 (概要版)  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000404318.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000404318.pdf)  
(2022.10.23 閲覧)
- (8) 有馬貴之, 上野動物園と多摩動物公園における空間利用の時空間変化とその地域的差異, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.18 巻, p.9-14 (2009)
- (9) 一変量および二変量データのカーネル平滑化関数推定値  
<https://jp.mathworks.com/help/stats/ksdensity.html>  
(2022.10.23 閲覧)

## 《注》

- (1) 通常、観光する者は観光客と呼ばれることが多いが、本論文においては、「客」という言葉が「ビジネスの対象」という意味を含むという立場をとっている。したがって、本論文では「観光する人」を意味する用語として「観光者」を用いている。