大規模イベントにおける位置情報型ＡＲの活用実験と アクセスログによる利用者の複合的行動分析手法の提案

Induction experiments to sightseeing spots using location based AR in large-scale events and user analysis by composite behavior analysis method

三代沢　正（Tadashi MIYOSAWA）[1]・広瀬 啓雄（Hiroo HIROSE）[1]・土屋 健（Takeshi TSUCHIYA）[2]

尾崎 剛（Takeshi OZAKI）[3]・倉田　紀子（Noriko KURATA）[4]

[1]諏訪東京理科大学経営情報学部　教授　・　[2]諏訪東京理科大学経営情報学部　准教授　・

[3]諏訪東京理科大学経営情報学部　講師　・　[4]諏訪東京理科大学経営情報学部　助教

［Abstract］
By registering (route information, feature, photograph) information of the sightseeing spot to be transmitted together with the position information on the platform, tourist who got off to the station can easily browse the information of the sightseeing spot with equipment such as smartphones, The goal is to make it easy to reach the site by. We also aim to extract the effectiveness of air tags, tasks, etc. by collecting data on where you are accessing and estimating usage status through behavior analysis.

［キーワード］
大規模イベント、位置情報型 AR、エアタグ、行動分析

１．はじめに

近年、情報化技術の進展によりますます、社会において多様で膨大なデジタルデータが生成されるようになってきている。そのような多様で膨大な情報（ビッグデータ）をどのように整理し、特徴を抽出し、わかり易く表現するかはが大きな課題であると考えられる。そのために必要な技術としては情報整理のための機械学習や AI 的手法が注目されているが、それを可視化しより分かり易く表現する AR/VR 等の表現手法の開発も同時に重要なテーマであると考えられる。

また、ハードウエア・ソフトウエア技術の進歩によりスマートフォンの高機能化が進み、従来の PC と相当それ以上の性能をもつようになり、常時高機能なデバイスを携帯しそれがクラウドに接続され情報を蓄積・検索できるようになってきた事により様々なサービスが実現可能となってきている。

特に拡張現実（AR）を観光やイベントに適用する例は最近多く報告されるようになってきた。これは、近年のスマートフォンの普及、AR ブラウザの一般化、また自治体等の積極的利用機運の盛り上がりなどが理由と考えられている[1] [2] [3]。

我々は 2014～2015 年の間で総務省より補助を受け、「地域観光振興と防災に向けデータマイニングを活用した地域情報プラットフォームとエリアワンセグ配信システム」のテーマでプロジェクトを進めてきた。この成果が茅野駅に隣接する商業施設ベルビアへ茅野市によって一部システムが導入された。また、これを茅野市の観光・防災に役立てるため平成 26 年度から茅野市地域情報推進課と共同研究契約を締結し研究を継続している、その一環として 28 年度は大規模イベントである「御柱」も含めサービスの実用化実験とアクセスログによる行動分析によりサービスの有効性と課題の検証を行った。

本研究の第 1 のテーマとしては、発信したい観光地の（経路情報、特徴、写真）情報を、プラットフォームに位置情報とともに登録することにより、駅に降りた観光客がスマホ等の機器により簡単に観光地の情報が閲覧でき、さらにエアタグによって現地に簡単にたどり着けるようにすることを目標にする。また、何処からアクセスをしているかのデータを収集し行動分析を通して、利用実態を推測することによって、エアタグの有効性、課題などを抽出することを目指す。本研究は大学における課題解決型授業の一環として行われ６名の学生の参加を得

て実施された。

本研究の第２の大きなテーマとしては、利用者のアクセスログに対して複合的な行動分析を行うことにより、体系的な分析手法を提案することにある。そのため、アンケート、ログデータ集計、行動可視化、ヒートマップ分析、機械学習（DBSCAN）等の 5 手法を複合的に取り入れ、大規模イベントのエアタグ実験を対象に、具体的に行動分析を行うことにより提案手法の妥当性の検証を行った。

以降、１章では、この研究の背景、目的などを説明している。2 章は実装した AR システムの構成、3 章では実証実験の内容について説明している。また、4 章においては実験結果の複合的な分析を行い、5 章でまとめと結論としている。

1.1 位置情報と AR 技術の活用

近年急速に普及したスマートフォンに内蔵された GPS 機能によって取得した位置情報を基に、目的地までのルートをナビゲートする経路検索サービスや、周辺の施設を検索するサービス等が普段の生活の中でも利用されるようになってきている。また、大規模な災害時における安否確認や海難・山岳事故等における遭難者の捜索時にも GPS 機能が役立てられている[4]。

最近では、こうした GPS 機能を搭載したモバイル端末の普及に伴い、位置情報と AR 技術や SNS 等を組み合わせたロケーションベースのサービスが増えてきている[5]。

こうした AR 技術と位置情報を組み合わせたサービスとしては、モバイル端末のカメラを通して、実社会の映像の上にデータを重ねて表示させるロケーションベース AR がある。このようなロケーションベースのサービスは、旅行者同士がおすすめのお土産や観光地の感想、隠れスポット等の情報を登録し合うことで、観光地や観光施設に関する案内や口コミを共有する際にも利用され、注目を集めてきている[5]。また、自分のいる位置情報を提供することで、その場所の状況に応じたサービスを受けることができるという利点もある。このようなロケーションベースのサービスを活用することによって、従来よりも、素早く、幅広く、かつ自分の状況に合った情報を手に入れることができるようになった。そこで、ロケーションベースのサービスを観光促進にも応用し、観光等で知らない場所に初めて訪れた人であっても、効率良く、間違えないで目的地にたどり着くことができるようなサービスを提供可能と考えられる。

1.2 ロケーションベース AR

ロケーションベース AR とは、図１で示すようにカメラで映し出す現実のオブジェクトに、多様な情報を重ね合わせて表示させる AR 技術と、GPS 等から取得することができる位置情報を組み合わせ、特定の場所にコンテンツを表示させるものである[8]。また、GPS による位置情報だけではなく、地磁気センサーによる方位（情報を見ようとしている人の向いている向き）や加速度センサーによる傾き（視線の仰角や俯角）等と併せて、情報を提示する場所を決めている[6]。

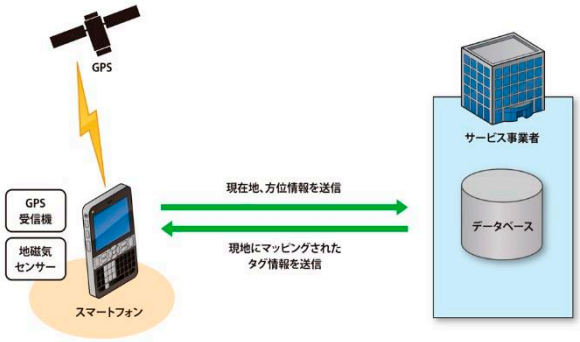

図１　ロケーションベース AR の仕組み[9]

こうしたロケーションベースARサービスとしては、図2に示すような、頓智ドット株式会社が開発したiPhone用ソフトウェアの「セカイカメラ」[10]や、ドイツのメタイオ社が開発した「junaio」[12]の実施例がある。これらは、カメラが映し出す現実の映像上に「エアタグ」という情報タグを生成し、位置情報に基づいて表示させることで、その場所における情報を提供することができるという特徴がある。「エアタグ」は、ユーザが自由に追加可能であり、それらを他のユーザとも共有することができるソーシャルな AR サービスとなっている。また、ユーザが投稿した「エアタグ」にコメントを入れることや、ユーザをフォローして Twitter のようにタイムライン

に表示するといったコミュニケーション機能の「セカイライフ」[10]が装備され、ソーシャルサービスの大幅な強化も図られている。この他にも、グーグルマップと連動し、グルメ、コンビニ、ATM 等の地域情報をタグで表示するアプリケーション等、ロケーションベース AR は実用的なツールとなってきている[9]。

図 2　セカイカメラの画面[10]

1.3　過去の研究・事例

1）屋外学習においての利用

栗木（2011）は、「拡張現実（AR）を使った教材提示システムに関する研究」[11]において、教育現場に導入され始めている AR 技術と GPS・地磁気センサー・加速度センサーから得られる位置情報を利用し、小学生の学習支援を目的としたロケーションベースの AR 学習教材の作成を行った。

図 3　AR 学習教材[11]

図 4　ポケモン GO　[13]

この教材は、目的の場所に行き、図 3 に示すように、端末の画面に浮いているエアタグ（情報タグ）を選択することで表示される動画等のコンテンツを使用する学習教材となっている。

2）コンシューマ向けゲームアプリへの応用

2016 年 7 月、スマートフォン向けゲームアプリ「Pokémon GO」(以下 ポケモン GO)が配信された。ポケモン GO は、プレイヤーがポケモントレーナーとして現実世界の様々な場所を探索して、図 4 に示すポケモンを捕まえるというゲームである。[13] このアプリケーションには、ポケモンというキャラクタを使い『架空の情報を現実世界に重ね合わせる』という AR の技術が使われている。

3）AR 技術を 利用した現実世界とリンクする博物館展示[19]

関口、小木(2014)はその修士論文の中で、位置情報を利用したロケーションベース AR と、展示物に対して直接デジタル情報を付加する画像認識ベース AR を使用し、博物館内の展示物と屋外の関連する展示物に関する場所をリンクし、鑑賞者に対して現地性を示すことにより展示に対する深い理解と興味を喚起することを目的にシステム構築を行い、アンケート評価によって有効性を確認している。

4）観光客の行動計測技術と行動モデルに基づいた情報提供手法の研究開発(第 2、3 報) [20]

渡辺、曽賀野、棚橋(2012, 2013)は観光客に観光情報を提供すると同時に、観光客の位置等のセンサー情報と UI の操作情報を取得するアプリケーションを使用した実証実験を高山市で行い、79 名の参加者から行動データを取得した。現状では、移動経路を視覚化し、移動経路、滞留時間分布を抽出し、回遊行動モデルを生成している。

5）GPS を用いた観光行動調査の課題と分析手法の検討[21]

矢部ら(2010)はGPSを用いた行動調査について既存の研究動向を整理し、課題を展望し可視化の手法に注目しその有効性を検討している。ここで指摘されているのは、GPS調査では、これまでの行動調査に比べるとより多くのデータを収集することが利点である、しかしそれらのデータを考察する手段自体がいまだ少ないため膨大なデータを事象の把握のみに使われていることも少なくない。またデータを可視化する方法もそれぞれの学問分野で提案されているが、分野を超えた手法の研究が少ない。という指摘がされている。
以上のような先行研究によると、アンケートによって有効性を実証した例[19]、行動を視覚化してマクロな回遊行動モデルに結びつけた例[20]、などがあるが、[21]の論文で述べられているように、GPSやARを使った行動分析において、いくつかの分析手段を利用した例はあるが、データを多面的・総合的に考察する手法の検討と実証をした例は無い。

1.4 本論文の目的

ロケーションベースAR技術の有効性は確認されているが、観光促進に応用した場合の明確な効果の実証とその評価・分析手法の検証は不十分である。そこで、ロケーションベースAR技術を応用した観光用アプリケーションを作成し、アクセスログデータを使った行動分析によりその有効性を検証していく。ロケーションベースAR技術を活用することによって、観光等で知らない場所に初めて訪れた人でも、現在地から目的地までの距離やルート等の情報を素早く簡単に取得することができるようになり、観光促進にも役立てられると考える。また、行動分析手法の検証も目的の一つである。

具体的には、発信したい観光地の（経路情報、特徴、写真）情報を、プラットフォームに位置情報とともに登録することにより、駅に降りた観光客がスマートフォン等の機器により簡単に観光地の情報が閲覧でき、さらにエアタグによって現地に簡単にたどり着けるようにすることを目標にする。また、いつ何処からアクセスをしているかのログデータを収集しユーザの行動分析を行うことにより、エアタグの有効性や課題を抽出する。

また、アンケート、ログデータ分析、行動の可視化、ヒートマップ分析、クラスタリング分析などの手法を多面的・総合的に使う分析手法の妥当性の検証を目指す。

2. システム構成

2.1 システム構成

今回システムの構成に使用したサービスはサイバネットシステム株式会社の「cybARnet(サイバー・エーアール)」[14]を利用した。
「cybARnet」は、ARコンテンツ作成を支援する統合的なサービスメニューである。また利用者のアクセスロが取得可能であることも大きな特徴である[14]。また、サイバネットシステム株式会社のご協力によってアクセスログファイルの提供をいただいた。

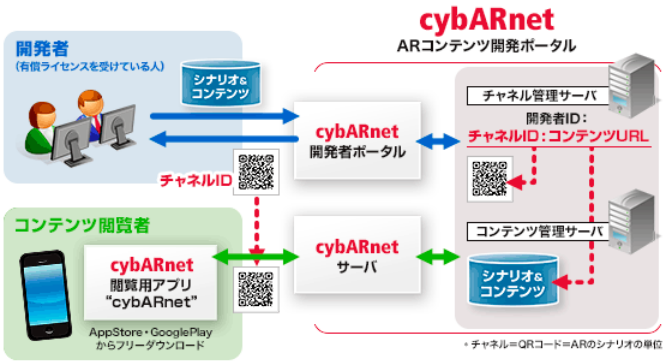

図 5 cybARnet 概要図[14]

図5はcybARnetの概要図である。チャンネルの開発者はARシナリオやコンテンツを開発者ポータルを通してチャンネル管理サーバに設置することができる。そして管理サーバ内のチャンネルを公開すると、コンテンツの閲覧者がcybARnetアプリを利用することで閲覧することができるという仕組みである。チャンネル開発者はARシナリオやコンテンツを管理サーバに登録するとチャンネルID:コンテンツURLが記録されているQRコードが提供される。このQRコードを閲覧者に共有することで簡単にアプリからアクセスすることが可能となっている。

チャンネル開発の手順は以下のようになる。

① cybARnet の開発者アカウント登録をする
② cybARnet の開発者ポータルにログイン
③ 「Creat a New Channel」からエアタグチャンネルを作成
④ エアタグを登録するには前提としてカテゴリが必要になるため、予めアイコンを用意し、「カテゴリ」タブからカテゴリを新規登録
⑤ 「コンテンツ」タブからエアタグの新規登録を行える。エアタグの登録は用意された UI に情報を書き込む形となっている。書き込める情報は名称・カテゴリ・住所・電話番号・メールアドレス・ホームページ・説明である。また、画像・動画・音楽などのファイルもアップロードすることが可能。エアタグの座標データは緯度・経度を直接入力するか、または GoogleMap が表示されているため、エアタグを設置したい箇所に GoogleMap のピンをドラッグドロップすることで座標を入力せずにエアタグを設置することができる。

2.2 エアタグ実装

本研究は茅野市の観光協会及び、本大学における経営情報学科の授業「プロジェクト&マネジメント」を受講している学生と共同開発を行った。

御柱エアタグチャンネルを作成するにあたり、茅野市観光課と数回打ち合わせを行い、エアタグ実装を行った。2016 年 5 月 3 日に開催された御柱祭上社里曳きに来た観光客をターゲットに御柱祭に必要だと考えられる情報を登録し、チャンネルを作成した。カテゴリの登録数は表 1 に示すように 12 件、エアタグの公開数は合計で 80 件となった。

表 1　エアタグカテゴリー

カテゴリ	
上社_山出し	上社_里曳き_お土産
下社_山出し	上社_里曳き_食事処
上社_里曳き_ルート	上社_里曳き_コンビニ
上社_里曳き_トイレ	下社_里曳き_ルート
上社_里曳き_駐車場	下社_里曳き_パブリックビューイング
上社_里曳き_パブリックビューイング	下社_里曳き_駐車場

市役所との話し合いにより、茅野市観光協会のホームページに 4 月直前にお知らせとして御柱エアタグチャンネルの宣伝・PR を行った。また上社里曳き直前には茅野駅の茅野市観光案内所にて御柱エアタグチャンネルの説明や使用方法などを記載したチラシを作成し配布させてもらうことで事前に告知を行った。

図 5　エアタグカテゴリー表示

図 6　エアタグ表示例

図 5 は閲覧用アプリでチャンネルを開いた時に表示される画面である。エアタグとして表示したいカテゴリに

チェックを入れて絞込みをすることで必要な情報のみを表示することが可能である。デフォルトでは全てにチェックが入った状態となっている。「絞込み」をタップすると図 6 のようにエアタグが画面上に重畳表示されるという仕組みになっている。

3. 実証実験

茅野市の観光に来た人に実際に cybARnet アプリを実際に使用してもらい、アプリについてのアンケートを行うことで、エアタグアプリを利用した観光の有効性を確認した。また、エアタグをインストールしてもらったユーザのアクセスログの分析を行った。

図 7　上社曳行ルート（赤部が山出し、オレンジ部が里曳きのルートを示す）（出典：御柱祭公式ホームページ）

大規模イベントである御柱祭は 7 年に一度の大祭であり、この期間で約 50 万人を集客すると言われている。山の中から、樹齢 150 年を優に超えるモミの大木の中から選ばれた 16 本のモミだけが御柱となり、里に曳き出され、7 年毎の諏訪大社の社殿の四隅に建てられる。宝殿の造り替え、御柱を選び、山から曳き、境内に建てる一連の行事を「御柱祭」と呼び、諏訪地方の 6 市町村の氏子たちがこぞって参加して行われ、正式名称は「式年造営御柱大祭」である。図 7、8、9 に示すように、山から木を切り出し山からおろす「山出し」と、里で木を曳行し境内に建てる「里曳き」の 2 つのフェーズから成り立っている。

図 8　山出し：木落とし　（出典：御柱祭公式ホームページ）

図 9　里曳き風景

図 9 に示すように御柱祭上社里曳き当日に来ていた観光客を対象にアンケートを取得した。

アンケート取得は上社里曳きスタート地点(御柱屋敷)近くのコンビニの駐車場にて取得した。観光客に実際にアプリを使用してもらい、アプリ・御柱祭チャンネル・茅野市観光についてのアンケートを図 10 に示すように取得した。

4. 実験結果と考察

4.1 御柱祭でのアンケート結果

御柱祭では観光客も自分の観光をしたいということと、アンケートを取った時刻が午前 11 時からだったということもあり、昼食などで忙しかった中、アンケートを受けてくれた回答者は 26 名であった。

Q1 では「このシステムは便利だと思いますか。」という質問に対して、図 10 が示すように全ての人に便利だと思うと回答していただいた。これを見る限り観光客は AR を使ったシステムに対して抵抗は少なく、便利だという認識はあるということが確認できた。

Q2 では「今後も利用したいと思いますか。」という質問に対しては、図 10 が示すように、Q1 の回答とは裏腹

に「やや思わない」や「思わない」と回答した回答者がいた。この回答は回答者の属性の属性を見たところ、スマートフォンなどに詳しくない高齢者に見られた。AR の技術については関心があり便利だと思うが、スマートフォンに詳しくない高齢者には扱うのが難しいアプリである可能性がある。逆にスマートフォンに詳しい若者～中年世代からはポジティブな意見が得られた。

図 10　アンケート Q1～Q4　結果

Q3 では「情報量は適切だと思いますか。」という質問に対して、図 10 のように約 8 割の人が「適切」と回答した。今回登録したエアタグの数の 85 件に対してカテゴリの数が 12 項目のため、単純計算では 1 カテゴリ 7 件になる。しかし「やや少ない」と回答した人も 4 人いたため、より内容の充実を図る必要がある。

Q4「どのカテゴリの情報が重要ですか。」という質問では、図 10 が示すように、今回実装した 7 種類の大カテゴリのうちどのカテゴリが重要だと感じたかという質問だったが、御柱祭当日だったということもあり曳行ルートに加え、計画時に特に必要だと考えていたトイレや駐車場が重要だという意見を多くもらうことができた。トイレの位置はこのような祭りのイベントに必須の情報である。また車で来る観光客が多いと考えたため、駐車場の情報が必要だと予想することができた。

Q6 の「本アプリの他に似ているアプリを知っていますか。」という質問に対してはすべての人が「知らない」と回答している。この結果から AR ブラウザはあまり世間的には知られていないことが分かる。

4.2 御柱チャンネル利用者のアクセスログ集計

本システムでは各チャンネルにどこでアクセスがあったかのログを座標データで取得することができ、個人情報を除く、端末ごとに自動的に設定されたユーザ ID によって同一ユーザのアクセスログを調べることができる。御柱祭では、Web での告知、観光協会での宣伝・観光案内所にチラシを置いていただくなどの告知活動を行ったが、御柱祭周辺(5 月 3 日～5 月 5 日)での閲覧ユーザ数は 99 名、閲覧数は 230 件であった。

各ユーザごとに、

・行きで使ったか、帰りで使ったか？
・アクセス回数
・開始、終了時間
・開始ポイント、終了ポイントの場所
・行動の予測
・行動パターン

の表を作り分析を行った。表 2 にその一部を示す。

表 2　アクセスログ集計表（一部）

ユーザid	①行き/②帰り	アクセス回数	開始日時	終了日時	開始ポイントの場所名	終了ポイントの場所名	行動の予測、コメント	行動パターン
6116	①	2	2017/5/3 6:58	2017/5/3 6:59	南原山	南原山	車、現地に行く前に試しで使った	5
6824	③	1	2017/5/3 11:26	2017/5/3 11:26	セブンイレブン茅野安国寺店	セブンイレブン茅野安国寺店	アンケート時に使用	4
8403	③	6	2016/5/3 11:21	2016/5/3 11:59	御柱屋敷	セブンイレブン茅野安国寺店	アンケートを取得していた学生？	4
8559	③	2	2016/5/3 8:05	2016/5/3 13:33	安国寺交差点付近	安国寺交差点	御柱祭の関係者？	10
8614	③	5	2016/5/3 11:19	2016/5/3 12:04	セブンイレブン茅野安国寺店	セブンイレブン茅野安国寺店	学生orアンケート対象者	4
8616	③	1	2016/5/3 11:26	2016/5/3 11:26	セブンイレブン茅野安国寺店	セブンイレブン茅野安国寺店	アンケート時に使用	4
8661	①	2	2016/5/3 8:47	2016/5/3 10:27	松本駅	安国寺交差点	電車で来て安国寺交差点で使用	10
8860	③	2	2016/5/3 9:23	2016/5/3 14:03	諏訪市博物館	神馬舎	オフィス	7
8862	①	1	2016/5/3 8:54	2016/5/3 8:54	中河原	中河原	オフィス	7
8863	①	2	2016/5/3 5:57	2016/5/3 12:02	塚原	ファミリーマート宮川店	行く前と付いた時に1度ずつ	2
8864	②	4	2016/5/3 16:33	2016/5/3 20:49	ダイナム長野茅野店駐車場	上原付近	ダイナムの駐車場に止め、帰りに使ってみた	8
8873	①	3	2016/5/3 8:05	2016/5/3 8:54	御柱屋敷	安国寺交差点付近	御柱屋敷から自宅まで使ってみた？	10
8881	③	1	2016/5/3 9:30	2016/5/3 9:30	諏訪市四賀	諏訪市四賀	自宅で試しに使用	7
8908	③	3	2016/5/3 3:31	2016/5/3 20:52	諏訪市四賀	諏訪市四賀	明朝と夜に自宅で使用、現地で1度使用	2

1）往路で使ったか、復路で使ったか？

使用目的は、表 2 に示すアクセスログ集計表によると往路に使った人が復路に比べて多いことが分かった。往路が 40%、復路が 6%、その他が 50%以上であった。

2）アクセス回数

アクセス回数の分布は　図 11 に示す通りであり、平均アクセス数は 1.94 回であった。アクセス回数 1 回の人が 44 人で多いが、エアタグに対する興味で使った、あるいは 1 回のアクセスで用が足りたケースであると考えられる。

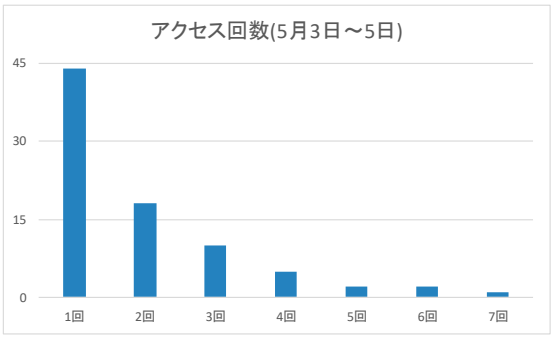

図 11　アクセス回数頻度

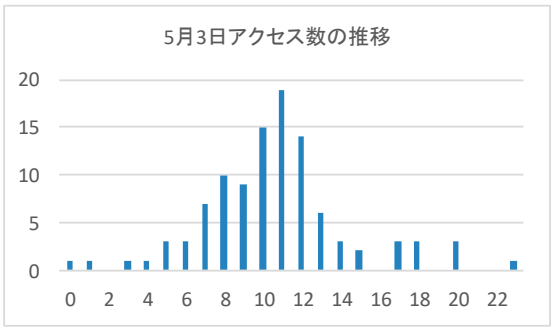

図 12　アクセス数の時間推移

3）アクセス数の時間推移

図 12 はアクセスの時間帯による推移をグラフにしたものである。御柱里引きに行くために使っている人が多いため午前 11 時ぐらいがピークとなったと推察できる。

4）予測行動パターン

実際に今回の実験に参加した 5 人でデータの分析を行い、図 13 に示す 10 のクラスに分類を行い分析を行った。

1:前宮
2:本宮
3:駅近く
4:セブンイレブン茅野安国寺店
5:車の中
6:電車の中
7:家・オフィスから
8:パーキング
9:諏訪
10:御柱屋敷周辺
11:その他

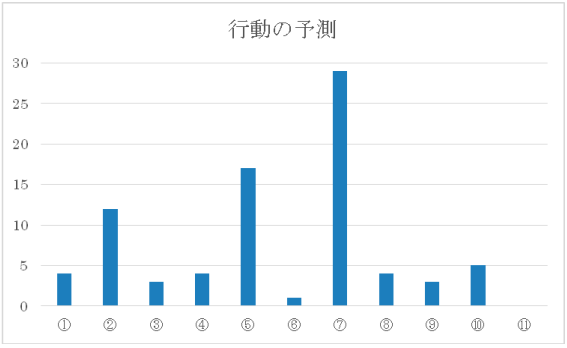

図 13　予測行動パターンごとの頻度

11 の行動パターンにクラスタリングを行いその頻度を集計すると図 13 に示すようになった。

図 13 に示すように、⑦の自宅・オフィスなどから事前に方向などを確認する事前学習的に使うユーザが一番多く 29 件であった。2 番目は⑤の車での移動時あるいは駐車場から方向確認を行っている例で 17 件と多くなっている。3 番目は②の御柱上社本宮の周辺である。近くまで来ているが迷っている等、次の行動に移るために方向を確認しているなどの理由で使用していると考えられる。

4.3 行動可視化による行動予測（Google Maps API 活用プログラム）

Google Maps API[16]によって作成したプログラム（Google Map 上にアクセスした場所に時系列で矢印を結ぶ）で行動を可視化し、行動の予測を行った。図 14,15 は特徴的な 4 人のユーザに対して行動予測を行った例である。

①図 14 は別荘地付近から当日 1 回だけアクセスがあった例であり、エアタグへの興味、あるいは事前方向チェックを行っていたと考えられる。

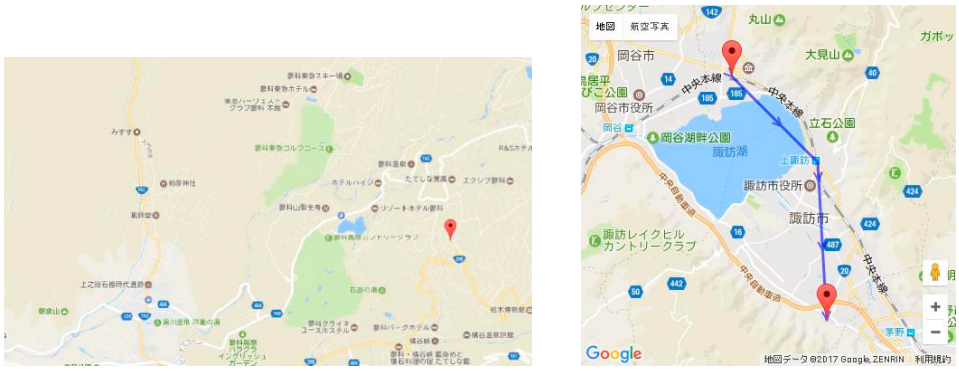

図 14　アクセス例①、②

②5 月 3 日に 3 回アクセスがあったこのユーザは下諏訪駅、上諏訪駅(10 時)そして諏訪大社上社本宮前(10 時 30 分)でアクセスがあった。使用方法としては電車に乗車中、下諏訪駅と上諏訪駅に停車時一回ずつ使用し、方向を確認後、目的地だと思われる諏訪大社上社本宮で使用するというものである。電車で移動していたのがほぼ確実にわかり、且つ目的地へ到着したと考えられる。

③5 月 5 日に 2 回アクセスがあったこのユーザは諏訪大社上社前宮(15 時)と茅野駅(17 時)でそれぞれ使用していた。使用方法は諏訪大社上社前宮で茅野駅の方角を確認後、目的地だと思われる茅野駅で使用したと思われる。その行動予測からエアタグによって目的地への適切な案内ができたと考えられる。

図 15　アクセス例③、④

④図 15 は茅野駅近くの幹線道路からエアタグを使い移動した例で、駐車場に止め、そこからエアタグを使いながら徒歩で上社本宮まで到達し、そこで次の目的地をチェックしていたと考えられる。

4.4 ヒートマップ分析による時系列的分析（Carto DB）

Cartto DB[15]の地図 DB は、オープンソースの CARTO をコアとした、次世代のクラウドベースのデータ解析及び地図作成エンジンである CARTO を使い、地理空間情報を時系列によって可視化したものである。

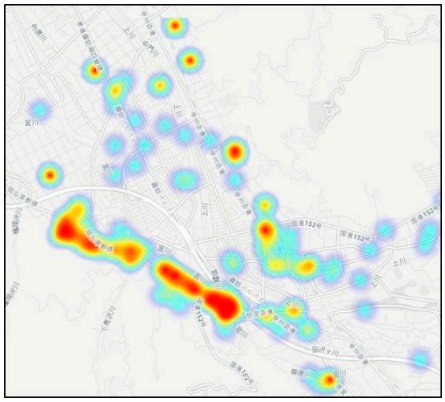

図 16　エアタグアクセス　ヒートマップ

地図 DB のサービスを利用すればデータをアップロードし、解析、視覚化した上で、説得力のあるインタラクティブな地図を手軽に作成可能とするサービスであり、それを利用した。

図 16 のヒートマップによると、道路に沿って赤く表示されている部分が、曳行ルート周辺であり、多くアクセスがあったのが分かる。また、周辺まで来ていて、曳航ルートまでたどり着けず、エアタグを使用している。曳航ルートまでたどりついても、その先の曳航先などを確認するために使用していると考えられる。

ヒートマップによる分析を行うと、以下のように時間の推移による変化をとらえることができた。

3 時～7 時：周辺部からのアクセスが主であり、御柱方向への移動のため方向を確認していたと思われる。
8 時～9 時：出発点である御柱屋敷周辺でのアクセスが多い。地元観光客や関係者などの利用と思われる。
10 時～11 時：最もアクセスの多い時間帯であり、出発点の御柱屋敷、到着点の諏訪大社本宮からのアクセスが多かったが、まだ茅野駅から曳行ルートに向けて移動しているユーザからのアクセスもあった。
12 時～13 時：曳行ルート（御柱屋敷から本宮へのルート）に沿ってアクセスがあった。
14 時～15 時：アクセスが少ない。
15 時以降：まとまったアクセスは無かったが、帰路を探索するアクセスが分散された地点からあった。

4.5 機械学習的手法による空間的クラスタリング分析 (DBSCAN)

アクセスログの中である特定の場所から多くアクセスしたかが分かれば、どこでエアタグを使う（経路を探す）必要性が出たかが分かると考えられる。ログデータから図 18,19 の赤点が示す場所でアクセスがあったことがわかり、これをクラスタリングし、分析を行った。事前にクラスタ数は未定のため、クラスタの数が不明で複雑な形状のクラスタが抽出可能な DBSCAN[18]を利用した。 DBSCAN は、距離のしきい値 Eps と対象数のしきい値 MinPts という二つのパラメータを用いる。これらのパラメータで決定される xp と xq のような接続関係を定義し、接続している対象を同じ クラスタに分類する。この接続関係を directly density reachable (DDR) と呼び、次の条件を満たすとき対象 xp から xq へ DDR であるという。 DDR な関係で到達できる対象の集合で極大のものをクラスタとして抽出した[17]。

(1) xq ∈ NEps(xp) /*Eps-neiborhood of a point xp */
(2) |NEps| >= MinP ただし、
NEps(xp) = {xp ∈X| |Dist(xp、 xq) <= Eps} である。
(Dist(xp、 xq) は 2 点間の距離)

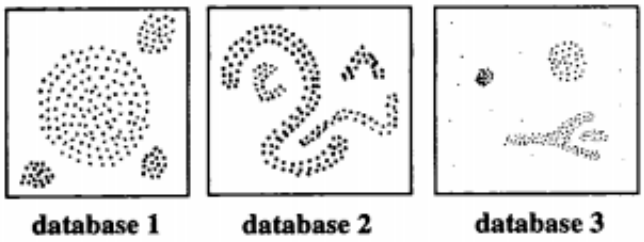

図 17 DBSCAN で抽出されたクラスタ例[18]

広域でのクラスタリングを行うマクロクラスタリングと狭域でのクラスタリングを行うミクロクラスタリングの 2 種類のクラスタリングを行なった。マクロなクラスタリングでは Eps=0。5、MinP=2、ミクロなクラスタリングでは Eps=0。2、MinP=2 のパラメータ設定で計算を行った

1）マクロなクラスタリング

Eps=0。5、MinP=2 クラスタリングを行うと、以下の図 18 が示すように 5 つのクラスタが抽出された。①上社本宮周辺、②御柱曳行路周辺、③駅周辺、④ＪＲ周辺駐車場、⑤高速道路出口周辺駐車場

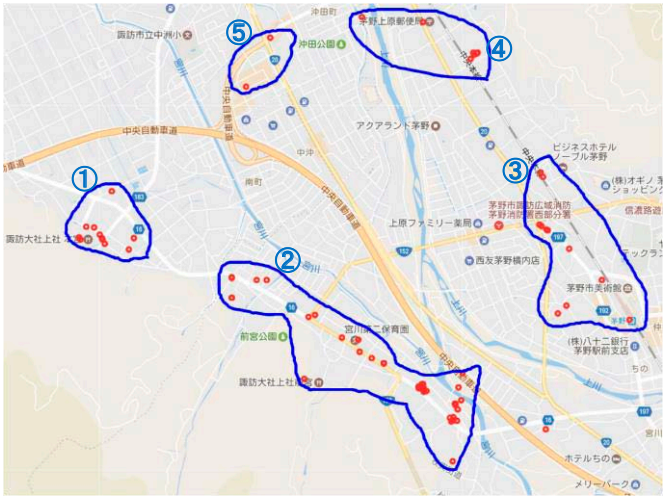

図 18　マクロなクラスタリング結果

④⑤は駐車場周辺であり、ここで駐車してその後の行き先などを探していたと考えられる。③は茅野駅周辺であり、駅から降りた後に方向などをチェックしていた。また②は御柱の曳航ルートであり、曳航ルートや最終目的地などを探していたと考えられる。

2）ミクロなクラスタリング

Eps=0。2、MinP=2 クラスタリングを行うと、以下の図 19 が示すように 10 のクラスタが 抽出された。①上社本宮周辺、②御柱曳行路周辺１、③前宮周辺、④御柱曳行路周辺２、⑤コンビニ周辺、⑥御柱屋敷周辺、⑦駅周辺、⑧幹線道路交差点 、⑨JR 沿線駐車場１、 ⑩JR 沿線駐車場２ （①⑤⑥は 10 回以上のアクセスがあった）

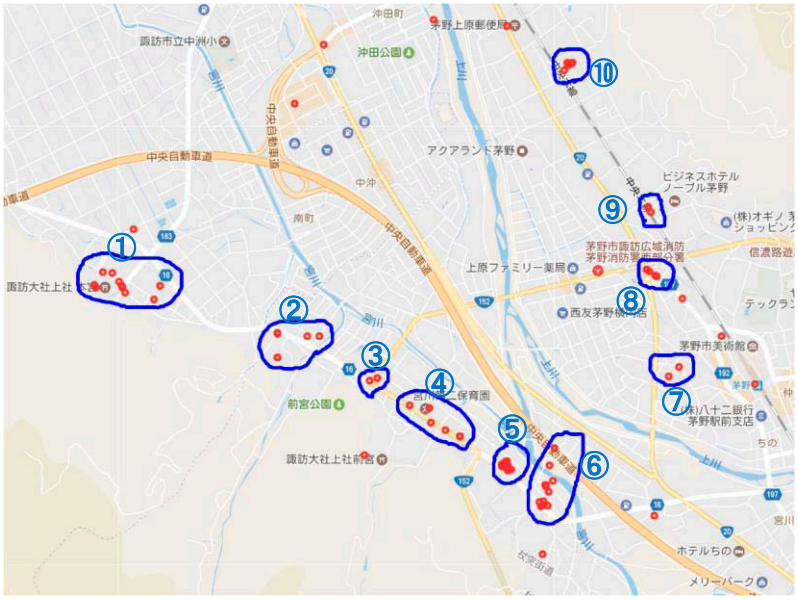

図 18　ミクロなクラスタリング結果

①～⑥は曳行ルート確認のため、⑦～⑩は駅、駐車場からから方向確認のための使用と考えられる。これは、それぞれの地点は、掲示板などが必要な場所が検出できたと言うことができる。

5. まとめと結論

本研究では茅野市の観光振興において、エアタグを使うことで観光の効率を上げ、茅野市での旅行の満足度を向上させることで、茅野市の観光振興を促進できるエアタグチャンネルを使用した観光支援を提案した。このシ

ステムでは、位置情報を取得できるカメラ付きスマートフォンで無料の AR ブラウザ閲覧用アプリをインストールすることで利用することができる。カメラで風景を映し出すことで現在地から該当エアタグの方角・直線距離を表示することでより直感的に目的地へ向かうことを可能にすることが目的であり、その評価方法については以下の 5 つの手法を用い、多面的・総合的な評価を行なった。この評価方法の妥当性を検証することも目的の一つである。

①アンケート分析

御柱時のアンケート結果の分析によると、エアタグの情報量は適切で、カテゴリとしては曳航ルート、駐車場、トイレのニーズが高いことが分かった。スマートフォン慣れしている世代からの関心が高い。対してスマートフォン慣れしていない高齢者は操作が難しいためか、便利だと思うが今後利用したいと回答した方が少なかった。

②アクセスログ集計分析

御柱時のアクセスログ集計分析によると、往路に使っている人が多く、1 人の人の平均アクセス数は約２回であった、アクセスログから予測した行動パターンとしては、自宅・オフィスから、車（駐車場）から、本宮周辺からのアクセスが多いことが分かった。臨時駐車場やイベントのメインポイントなど当日のみの目的で使われる需要が高く、案内が無い場所で道に迷った時などに使うのが効果的であったということが分かった。特に一人で４回以上使用していた人も 10 人いて積極的に利用していただいたユーザもいることが分かった。

③行動パターン分析図

アクセスログ集計をもとに Google Maps API を使用したプログラムによる行動予測分析図を作成することによって、行動のイメージが可視化され分析しやすくなることが分かった。

④ヒートマップ図（動的表示）

アクセスしたポイントを時系列に表示し頻度により色を変化させアクセスが多かったポイントを効果的に可視化するヒートマップを作成した。ヒートマップ図（動画）は、時系列でそのまま提示する方式とそれが累積されて表示される方式の 2 種類を作成した。これにより、朝は近郊周辺部からのアクセスが多く、里曳きをしている昼周辺には曳航路の周辺からのアクセスが中心になっていたことが明示的に提示されていた。

⑤クラスタリング図

マクロなクラスタリングでは広域レベルのアクセスポイントのグルーピングが可能となった、またミクロなクラスタリングでは局所的なアクセスポイントのグルーピングが可能となることが分かった。また両者とも、曳行ルートの確認と駅駐車場からの方向確認のために使用しているために使用しているであろう、という仮説を裏付けるためのエビデンスとなりえることを示している。

以上①から⑤の多面的な分析によると以下のように結論づけることが出来る。

１）エアタグの必要性と有効性に関して

アンケートによる分析によると、情報量は適切であり、行動分析によると有効にエアタグを利用して観光のキーポイントを効率的に回遊していることがデータから確認することができた。

本研究の実施年は御柱祭開催の年であり、その訪問客を対象に御柱エアタグチャンネルを開設した。実験のアンケート結果やアクセスログのデータから読み取れる重要なカテゴリは「曳行ルート」「駐車場」「トイレ」が必要とされていた、これらは、常設のポイントではなく看板等もないため、設定がリアルタイムに可能なエアタグによってそのようなニーズを満たすことが可能となることが分かった。

また通常の観光をする場合においても観光地と呼ばれるところは目的地と駐車場が離れている場合が多い。そのため、重要観光スポット、駐車場やトイレの場所を確実にエアタグにすると有効であると考えられる。

このように、エアタグシステムに関してはユーザからの興味や満足を得られている上、アクセスログからも効率よく観光出来ていたという判断ができたため、エアタグを使用した観光支援システムは観光の効率化を行い、満足度を向上させ、リピーターを増やすことは可能であると考えられる。

２）複合的分析手法の有効性に関して

本研究では 5 つの手法を複合的に用いて、行動分析を行った。アンケート調査では定性的な部分が多いが、実際のユーザの声を聞くことができた点では意味があった。またログデータ集計による分析を行った、これにより定量的な基礎データを収集することが出来た。例えば、ユーザごとのアクセス回数、アクセス場所等であるがこれだけでは、各ユーザの動的行動を把握することは難しい、そのため、Google MAP API を利用して、各ユーザの移動経路を可視化し行動の把握・分析を行うことができた。ヒートマップ図では全アクセスポイントの時間による集積度合いをビジュアライズすることにより時間的な推移をマクロ的な視点で確認することが出来た。また、

全データに対して緯度経度によるクラスタリングを行うことにより、アクセスの集積度合いを空間的・定量的に分析・可視化することが出来た。

このように、定性的な情報（アンケート・ユーザコメント等）、時系列分析（ヒートマップ分析）、アクセス空間分析（クラスタ分析）、特徴的個別ユーザ行動分析などで、定性的側面、時系列的側面、空間的側面、個別ユーザ側面の多面的分析手法を組み合わせることにより、定性的情報、定量的情報、個別情報に対する相互裏づけ（意味付け）が総合的に読み取れるようになることが確認できたと言える。つまり、マクロな行動モデル分析だけではなく、一歩踏み込んだ行動分析が可能となったと考えられる。

具体的な例として、本研究の御柱祭実験での行動パターン予測やクラスタリング分析結果などから、臨時駐車場や駅付近からエアタグを使用して目的地を目指すケースが多かったことからも臨時駐車場や駅付近から、普段はあまり注目されず道案内などが無い、御柱曳行ルートやスタート地点の「御柱屋敷」への案内情報の不足、また帰りの駅方向への誘導表示（看板等）が不足していたと総合的に判断することができた。

3）情報端末リテラシーの低いビジターへの対応の必要性

行動パターン分析を見ると、情報端末リテラシーの高い人は、目的地まで何回かエアタグを見ながら向かっていることが確認された。しかしながら、アンケートによるとリテラシーの低い高齢者等には、もっと直感的な操作で閲覧することのできるように UI を設計する必要がある。また、アプリのインストールも大きなハードルであることが分かったが、今後スマホのブラウザに AR ブラウザ機能がビルトインされることが予想されその時点でこのハードルは解消されると考えられる。

6. おわりに

今回の行動分析においては、ビッグデータと呼べるほどのデータを取得することはできなかったが、アンケート、ログデータ分析、行動の可視化、ヒートマップ分析、クラスタリング分析を総合的に使うことにより、大規模イベントにおけるエアタグの有効性とこのような複合的・多面的な行動分析手法の有効性が確認できた。

今後のステップとしては、深層学習などの AI 的な手法を取り入れて行う予定である。今回の行動予測結果と AI 的な手法によってもたらされた結果を比較・結合することにより新たな知見が発見されることが期待される。

参考文献

[1] 観光情報学会編、観光情報学入門、近代科学社（2015 年）
[2] 深田秀美、中江俊博、ＡＲによる小樽観光ガイド、情報処理、2012、vol53 No11 Nov
[3] 佐野彰 『AR 入門［改訂版］―身近になった拡張現実』 工学社（2013 年）
[4] 土井美和子・柴崎亮介・西尾修一『ユビキタス技術 位置情報の活用と流通―ロボットサービスによる活用の変革―』 オーム社（2010 年）
[5] 柴田史久 『モバイル AR:位置情報に基づく AR システム』 情報処理 Vol。51 No。4 一般社団法人情報処理学会（2010 年）
[6] 佐伯純『モバイル AR アプリ開発“超”入門』（2011 年）
（http://www。atmarkit。co。jp/fsmart/articles/armobile01/01。html）（2017/1/10 アクセス）
[7] コベルコシステム株式会社 『「モバイル端末×サービス」を連動させるデータ「位置情報」』 （2011 年）
（http://www。kobelcosys。co。jp/column/itwords/231/）（2016/11/10 アクセス）
[8] 和田恭『米国における拡張現実（AR）の導入に係る動向』 ニューヨークだより 独立行政法人情報処理推進機構（2010 年）
[9] 池田冬彦『AR（拡張現実）とは何か？』
（http://www。sbbit。jp/article/cont1/20822）（2010 年）（2016/11/10 アクセス）
[10] セカイカメラサポートセンター 『セカイカメラをはじめよう』（2010 年）
（http://support。sekaicamera。com/ja/how-to）
[11] 栗木直也 ） 『拡張現実（AR）を使った教材提 示システムに関する研究』宮城教育大学初等教育教員養成課程情報・ものづくりコース（2011 年）
[12] サイバネットシステム株式会社 『スマートフォン用無償 AR ブラウザ junaio』
（http://www。cybernet。co。jp/ar-vr/products/metaio/junaio/）（2016/11/11 アクセス）

[13] ポケモン GO <http://www。pokemongo。jp/>(2017/1/2 アクセス)
[14] AR/VR ソフトウェア（拡張現実・バーチャルリアリティソフトウェア）「スマートフォン向け AR サービス cybARnet（サイバー・エーアール）」(http://www。cybernet。co。jp/ar-vr/products/csc-ar/cybarnet。html)（2016/11/11 アクセス)
[15] CARTO-Predict thorough location、 https://carto。com/(2017/1/10 アクセス)
[16] 勝又雅史、 Google Maps API プログラミング入門 改訂 2 版、株式会社ゴーガ(2012 年)
[17] データマイニング分野のクラスタリング手法（2） 人工知能学会誌 2003
[18] Martin Ester, Hans-Peter Kriegel, Jiirg Sander, Xiaowei Xu, “A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Database with Noise”, KDD'96 Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining
Pages 226-231
[19] 関口健太郎、”AR 技術を 利用した現実世界とリンクする博物館展示”、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科・修士論文、2014 年 3 月
[20] 渡辺博己、曽賀野健一、 棚橋英樹、” 観光客の行動計測技術と行動モデルに基づいた情報提供手法の研究開発（第２、３報）”、岐阜県情報技術研究所研究報告 第 14、15 号
[21]] 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、pp.17-30、2010

(2017年7月1日受理)