

路線バス運行情報を用いた情報風景化の試作

中小路久美代^{†1} 山本恭裕^{†1} 松原伸人^{†2}

概要：本研究では、地域の公共交通運行情報を用いた「情報風景」という新たな概念を提案する。情報風景とは、公共交通の運行情報を視覚的、意味的に街のかたちに着目し立体的に表現することで、地域の中で重要視されている要素や好まれている要素を、生活者が地理的空間と結びつけ重層的に感じ取れるような「風景」として生成することを指す。路線バスの運行情報を用いて情報風景として生成し、バスの運行情報を地域理解のための素材として利用することを目指すものである。本論では、路線バスの運行情報と地域理解の関わりについて説明し、路線バスと関わりのある情報環境やユーザ体験、運行情報の可視化について、関連分野の動向を概観する。路線バスの運行情報を用いた情報風景化という本研究のアプローチを解説し、情報風景化技術の具現化に向けた試作中の BEAm (Bus Engagement AMplified) 環境を通して提案する情報風景化について論じる。

1. はじめに

本研究では、地域の公共交通運行情報を用いた「情報風景」という概念を新たに提案する。情報風景とは、公共交通の運行情報を視覚的、意味的に街のかたちに着目し立体的に表現することで、地域の中で重要視されている要素や好まれている要素を、生活者が地理的空間と結びつけ重層的に感じ取れるような「風景」として生成することを指す。

建築学における近年の風景（ランドスケープ）の位置付けは、客観的物理対象としての環境（存在）から、人間と環境との間に生じる何らかの関係性（現象）として捉えるべきものとして変化している[1]。ここで、人間と環境との間に新たな関係性が生じることは風景生成と呼ばれる[1]。その地域の人々の暮らしを身体感覚的に捉えた「人文景」や「生活景」は、物理的環境である「基本景」から区別されることがある[2]。我々が提案するのは、公共交通の運行情報世界の風景を加えることによって、木岡[2]の指す「人文景」や「生活景」として生成するアプローチである。

本論では、公共交通として地域の路線バスの運行情報に着目する。路線バスの運行情報を用いて「情報風景化」する技術として構築中のプロトタイプシステム群 BEAm (Bus Engagement AMplified) を説明する。

バスの運行情報は、走行経路、発着時刻や名称（停留所名、系統名など）等で構成される。路線バス網は鉄道網と比べると構造的に微細であり、ダイヤが頻繁に変更されるなど経路の多様性が格段に高い。路線バスは、人々の移動の傾向を考慮して運行されているのと同時に、人々の移動や居住の誘因となる。路線バス網の運行情報は、その地域の人々の暮らしの、ひとつの表れとなっていると考えられる。

次節では、路線バスの運行情報と地域理解の関わりにつ

いて説明する。続いて、路線バスと関わりのある情報環境やユーザ体験、運行情報の可視化について、関連分野の動向を概観する。4 節では、路線バスの運行情報を用いた情報風景化という本研究のアプローチを説明する。情報風景化技術の具現化に向けた試作中の BEAm 環境を紹介し、提案する情報風景化について論じ本論を結ぶ。

2. 路線バスの運行情報と地域の理解

我々は、地域ごとの公共交通の運行情報は人々の暮らしを反映するものであり、地域を理解するための情報の宝庫であると考えている。たとえばバス停留所の名称と位置を含むバス系統図や、系統ごとの時刻表、曜日や季節ごとの時刻表の変更、あるいはバス経路案内情報といった地域のバスの運行情報からは、表 1 のようなことが見てとれる。

公共交通サービスは、その地域と人々の暮らしの変化に伴って変化する。公共交通機関としてのバスは、日本では 1903 年から、欧州では 1820 年代から始まったとされており、多くの街が、数十年以上のバスサービスを提供する歴史をもつ。その間に運行情報には多くの変更がある。運行時刻の変更はもちろんのこと、運行系統の新設、合体や廃止、名称や番号変更、バス停留所の新設や廃止、移動、名称変更などが、随時おこなわれていく。したがって、バス運行情報の 20 年、30 年といった長期的な変更履歴をみることで、繁華街やランドマークの変化や人の動きの変化などを見て取ることができると考えられる。たとえば、図に示すのは函館バスの車体横に掲示されていた古い表示板である。経由地にはシールが貼られ変更されている。変更前は、それぞれ「温泉」となっており、この掲示板が利用されていた時代（恐らく昭和後期）には、温泉が重要なランドマークだったことが推察される。

^{†1} 公立はこだて未来大学

^{†2} 株式会社 SRA

表 1 路線バス運行情報と
そこから推測される地域の特徴

路線バス運行情報	推測される地域の特徴
バス系統ごとの運行頻度	その街の人口密集度の濃淡
バス系統の重複区間	その街の基幹となる道路の区間
バス系統が多いバス停群	街の中心的なエリア
時間ごとの運行頻度	通勤通学路としての利用や、登下校の利用
始発便や最終便の時刻	繁華街とその周辺
季節ごとや特別の指定された日の時刻表変更	季節ごとの来訪者の増減や地域イベントの開催日
バス停留所名	地域の人々にとって重要なランドマーク（建物やイベント）の存在
系統名や経由地の表示	利用者の目的（たとえば経由地の表記に「病院」が多く現れるなど）



図 1 函館バス横に掲示されていた表示板

路線バスの運行情報とその変更履歴が包含する、このような地域理解のための素材としての価値は、少なくとも情報システムが取り扱う題材としては、これまで見過ごされてきたと言わざるを得ないと考える。公共交通運行情報を素材として、まちのイメージや印象につながる風景として用いるアプローチは、筆者らの知る限り国内外を含めこれまでに存在していない。本研究は、函館バスの協力のもと、路線バスの運行情報を用いて情報風景として具現化し、バスの運行情報を地域理解のための素材として利用することを目指すものである。

3. 関連分野の動向

3.1 路線バスの運行情報と情報環境

情報技術と路線バスなど公共交通機関との関わりは、これまで Transit Information Systems (TIS) や Transit Management Systems (TMS) , Vehicle Information System と

呼ばれる分野で研究されている。その多くは、利用者の乗換案内、あるいは運行事業者の運用効率化を目指すものである。これらの成果は乗換案内システムとして広く普及し、最近では路線バスにも対応している。バスマップやバスロケといったシステムも広まりつつある。

昨今では、持続可能社会につながるエコ活動の一環としての公共交通利用を促進するものとして、バス利用により削減される CO2 量をシミュレーションしてバス利用を促進するようなユーザインタフェース[3]や、高齢者のバス利用の利便性を高めるために高齢者向けの単純化した乗換え案内システム[4]が提案されている。バスを含む公共交通利用の促進は、社会的な課題であるといっても過言ではない。

3.2 路線バス利用支援システムとユーザ体験

ひとりのユーザとして実際に路線バスを利用しようとした途端に、バスマップやバスロケといった既存システムが提供する機能とユーザ体験では、全く不十分であるとひしひしと感じる。実際、著者らはこれまでに何度も、バス利用をあきらめ自家用車やタクシーを利用した経験がある。既存の ITS では、おおよその場所はわかっても最寄りのバス停留所の正式名称がわからず探せない。路線図からだけではその系統が 10 分に 1 本あるのか 2 時間に 1 本なのか区別し難い。乗換案内が提示する経路がそもそもベストなのか、それしか方法はないのかなど、納得がいかず不安に感じることも多い。そもそも定時運行を基本とする鉄道に比べ、バスの乗換えには特に不案内な土地では大きな不安が残る。その系統のバスの平均の遅れ時間はどのくらいなのだろうかなど、知りたいことは探せない。5 分歩いて別の系統のバス停まで行った方が良いのかの判断は、その場所に立って、次のバス停までの道筋を見通してから自ら決めたい。

昨今では、多くの乗り換え案内システムが、バス路線も含めた乗換え案内に対応し始めている。そのユーザインタフェースは、電車の乗換え案内を踏襲したものである。バス停のような粒度が小さく立ち並ぶもの、経路数が格段に多い運行については、鉄道を対象として発達してきた乗換え案内のユーザインタフェースは必ずしも適切であるとは言いがたい。多くの場合、バス停留所の正確な名称を覚えていなかったり、同じ交差点にある停留所でも異なる略称が付加されていたり、さらには、バスは電車に比べると定時運行の度合いはかなり低く、乗換えがものすごく面倒なことも少なくない。

本研究で提案する路線バスの運行情報を風景化することで、街を高台から眺めたりその場所に立って行く先を眺めたりするように、どの系統のバスに乗るべきか、どの停留所に何時に向かうべきかを判断できるような、ユーザ体験の創出につなげることができると考えている。

3.3 路線バス運行情報の可視化

大都市の地下鉄の運行状況を情報世界として可視化す

るアプローチがある（たとえば、パリ[5]や東京[6]）。これらは、時事刻々と変化する運行状況を、情報世界として視覚的に表現することで体験可能な形とすることを旨とするものであるように捉えられる。この点において、本提案研究が狙う情動的風景化とは、視覚的表現の生成機構の構築思想が根本的に異なるように感じられる。

ロンドン地下鉄文学地図は、路線に関わりのある文芸作品をロンドン地下鉄の運行経路図に重ねて表示したものである[7]。これらは、静的、動的なバス運行情報を地理情報に重ね合わせることで情報を風景として人が体験するということの本質を、解明する手がかりとなると考えている。

4. 路線バス運行情報の風景化

本研究が目指すのは、路線バスの運行サービスの存在そのものを情報化してまちの風景として捉えることである。

4.1 路線バスの運行情報

本研究で取り扱う運行情報は、函館バス株式会社（北海道函館市）の協力により得られる運行に関わるデータ、および GTFS (GTFS: General Transit Feed Specification)[8]を元にして国土交通省が標準化を進めている「標準的なバス情報フォーマット」(GTFS-JP)[9]の二つである。

海外では、ポートランド（米国オレゴン州）、アンカレッジ（米国アラスカ州）、チューリヒ（スイス）など、欧米の大小多くの市や町が、路線バス情報を GTFS 形式のオープンデータとして公開している。この中には、リアルタイムの実測情報を GTFS-Realtime 形式で公開しているところもある。国内でも、青森市などすでにいくつかの自治体が GTFS-JP に準拠して路線バス運行情報を公開している。本研究では、GTFS あるいは GTFS-JP で表現される運行情報を取り扱えるようにすることで、個別の地域に特化しない情報風景化技術の具現化を目指している。

4.2 静的運行情報と動的運行情報

取り扱う路線バスの運行情報には、静的な運行情報と動的な運行情報とがある。静的運行情報は、系統路線図、時刻表、バス停名称、標柱経緯度、などである。動的な運行情報とは、車両位置、遅延、到着予測時刻等の情報である。

静的な運行情報については、その変更履歴や時期別情報を対象とすることで、曜日や季節ごとの変更や長期的な変遷といった時間的な変化に合わせた動的変化を取り出す。具体的には、以下のような動的変化を取り扱うことを目指す。

- 現在を基点（現時刻と過去や未来の運行状況の重ね合わせ）
- 時間幅（季節や曜日ごとの運行情報の重ね合わせ）
- 空間領域の変化（ある領域内の経路、地点間の経路の重なり）
- 歴史的な空間的変更（系統経路、バス停留所位置）

- 歴史的な記号の変更（系統名称、バス停留所名称）
- 地域のランドマークや観光スポットとの連関とその変化

4.3 マクロ風景化とミクロ風景化

路線バスの運行情報を用いた情動的風景化にあたっては、マクロとミクロ、2種類の風景化のアプローチがあると考えている。前者では、情報空間を上から眺望する感覚を、後者では自己を場や時間へ投入して情報空間に囲繞されているといった感覚を、それぞれ実現することを目指す。

マクロ風景化とは、航空写真で捉えられる様子や高台から一望した街全体といった大きさを、ひとつの風景とすることを指す。バス系統の地理的、空間的情報と運行頻度といった時間的情報を統合し、情報風景として表現するものである。バス経路の理解のための表現ではなく、路線バスの運行状況からその地域についての心象の生成につながるような表現を創出することを目指す。バス系統の経路の重なりや、時間的な集中度や散らばりをクラスタリングし、地理情報上に配置する。これによって、まちの中心街や繁華街、暮らしの基幹道路区域の同定につながるような視覚的な表現や、それらの短期的（曜日ごと、シーズンごとなど）、長期的（歴史的経緯など）な変化をユーザが理解するための視覚的インタクティビティ技術から構成される。

ミクロ風景化とは、ある地点にある時刻に立って周囲を見渡す範囲での局所的な風景化を指す。個々のバス停留所を通過するバス系統の起点と終着点、近辺の停留所とのバス系統の重なりや違い、あるいは個々のバスについての運行計画上の近傍バスとの位置関係など、局所的な運行情報の風景化となる。個々のバス停留所ごとに、その停留所を往来するそれぞれのバスのある時刻における（時刻表上あるいはリアルタイムの）存在位置や動きを捉える。GTFS でリアルタイム情報として公開されているデータや実測運行情報を利用して、指定した時刻や現在時刻に関して、今から到着するバスはどこから来てどこに向かうのか、自分が乗るはずだったバスは今日の辺りにいるのかといった、個人の視点でみたバス運行情報の風景化技術から構成される。

5. BEAm 環境

本節では、本研究で提案する路線バスの運行情報の情報風景化の構想の具現化として開発中の BEAm (Bus Engagement AMplified) 環境を説明する。

路線バス運行情報の情動的風景化においては、空間的、時間的情報を地理的情報に連携して風景として捉えられる形で接合することが必要となる。我々はこれまでに、操作履歴を記録した複数データストリームの連携技術や、ソフトウェアデザインのプロセス履歴データを対象として、複数フォーカシング機構や時間基軸の連携手法の研究をおこなってきた[10][11]。また、京都市の歴史年表項目[12]を地

図上の関連する領域指定によりフィルタリングする技術（図2）を開発している。

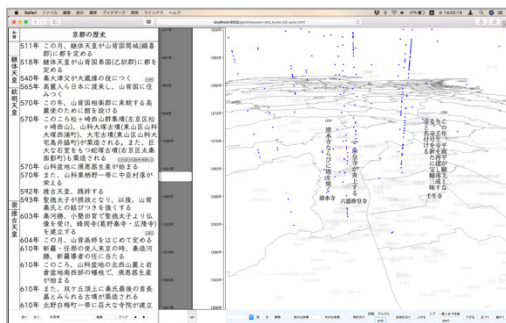


図2 地図上で関連する歴史項目をフィルタリングするツール

これらのツールを用いて可能となる、データの概観を見渡したりユーザがフォーカスした詳細を基点として他の要素と比較しながら自在にブラウズできる体験を、路線バスの運行情報の風景化にも適用できると考えられる。BEAmのビジュアルインタラクティブ性を構想するにあたっては、これらのプロトタイプツールで実現したインタラクティブ性をベースとして展開することとした。

BEAmでは、GTFSで表現された路線バスデータの運行情報の可視化表現を、ウェブブラウザ上に試作している（図3,4）。

図3に示すのは、系統別の運行時刻表、系統別の停留所の系列、およびバス停留所（標柱）の位置（緯度、経度）情報を用いて、地図と連携させた擬似三次元表示である。試作においては、地図を底面として、バス停（標柱）の座標位置から上方向にそれぞれ時間軸を伸ばし（上端が0:00で下端が24:00）ている。系統ごとに、それぞれのバス停の発車時刻をプロットして線でつないで表現している。図3は、函館バスの一部地域の全系統と一系統の全域を表現した場合である。着目するバスがこの地点にある時刻に、別系統のバスはこの辺りを走行しているといったことを視覚的に確認することができる。さらに、系統が多く走っている経路区間の朝から晩までの賑わいや人々の往来といったものも感じることができる。

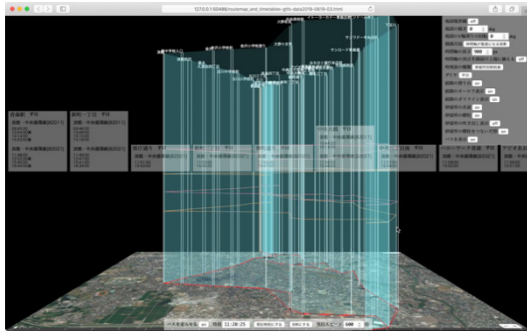


図3 BEAm: マクロ風景化の試作

また、バス停留所ごとの、通過するすべての系統についての手前のバス停、次のバス停といった連なりのグラフ構造化にも着手している（図4）。図4では、函館バスにおいて「柏木町」というバス停に注目した際に、前後のバス停の連なりが同一となる系統をグルーピングして表示したものである。

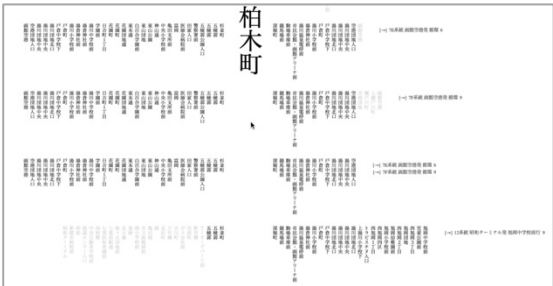


図4 BEAm: ミクロ風景化の試作

6. 議論

本論では、情報風景化という概念を提案し、その具現化としてのBEAm環境を説明した。

本提案研究で開発する技術のユーザとなるのは、乗客や事業者に限らない、広く一般の地域の人々や、その地域の訪問者や移住者、あるいはその地域にたまたま関心をもった外部の人々、さらには地域史の研究者や社会科学の研究者である。提案する風景化技術の実現により、多くの地域において人の根源的営為である移動を支えられると同時に、国内外の多様な地域の路線バスや公共交通の運行情報を、地域の資源として活用することが可能となると考えている。人々が想像を巡らし地域の営みを鮮やかに観照できるような風景化が行えれば、それぞれの地域をより豊かに味わうことができるのではないだろうか。

さらには、風景化という観点から公共交通の運行情報を視覚的に表現することで、既存の乗換案内サービス体験の革新的な改善につながる可能性もある。これにより、持続的社会的のための公共交通機関の利用促進や、高齢者の公共交通利用促進といった社会的貢献につながることを目指すものである。

本提案研究で取り組む情報的風景化の核となるのは、多様なソースから得られる時間軸を有するデータを連携し地理的位置に配置して、ユーザ自らの視点からそれを風景として体験することができるようにする技術である。したがって、バスなど公共交通の運行データに限らず、たとえば各地に配置されたIoT機器から得られるデータを地域の地図に連携して表示することへと展開できると考えられる。現時点では自分ごととして捉えるのが難しい防災地図等を、個々のユーザの観点から自分ごととして捉えられるような、災害時のための情報環境等への展開も期待できると考えている。

謝辞 本研究の構想に向けた地域デザインに関わる議論をいただいた木村健一教授（はこだて未来大）、および本研究を進めるにあたりバス運行データのご提供を頂いた函館バス株式会社に感謝する。本研究の一部は、JST CREST JPMJCR1401 により行われたものである。

参考文献

- [1] 吉村晶子, 原風景の生成に関する研究, ランドスケープ研究, Vol.67, No.5, pp. 731-736, 2004.
- [2] 木岡伸夫, 風景 論理：沈黙から語りへ, 世界思想社, 2007.
- [3] James Whittaker, Bhavna Godhwani, Roey Izhaki, London Bus Stop Flag & Post Redesign, UXUK Awards 2015 Winner, <http://jrjw.com/wp-content/uploads/2015/10/BusStopFlag-Prototype.pdf>.
- [4] Martin Stein, Johanna Meurer, Alexander Boden, and Volker Wulf, Mobility in Later Life: Appropriation of an Integrated Transportation Platform, Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'17). ACM, New York, NY, USA, pp.5716-5729, 2017.
- [5] パリ (<http://metropolitain.io/#>)
- [6] 東京 (<https://nagix.github.io/mini-tokyo-3d/>)
- [7] ロンドン文学地図 (<https://www.inthebook.com/en-gb/literary-tube-map/>)
- [8] GTFS: General Transit Feed Specification (<https://developers.google.com/transit/gtfs/>)
- [9] GTFS-JP: General Transit Feed Specification Japan (<https://www.gtfs.jp>)
- [10] Yasuhiro Yamamoto, Kumiyo Nakakoji, Visual Interactivity to Make Sense of Heterogeneous Streams of Design Activity Data, Proceedings of Design Computing and Cognition DCC'18, J.S. Gero (Ed.), Springer, pp.745-763, Lecco, Italy, July 2018.
- [11] 中小路久美代, 山本恭裕, 松原伸人, 北雄介, 白石晃一, 小林潤平, デザイン過程が蓄積された複数データ群をブラウジングする情報環境, Design シンポジウム 2019, 日本デザイン学会, Yokohama, Japan, pp.24-30, November 2019.
- [12] Kumiyo Nakakoji, Yasuhiro Yamamoto, Yusuke Kita, Visual Interaction Design for Experiencing and Engaging with a Large Chronological Table, Proceedings of HistoInformatics 2016, pp.47-51, Krakow, Poland, July 11, 2016.