

移動経路における感性コンテキスト に対応する移動・活動手段の組合せ形 成システム —Emotional MaaS—

川島 宏一郎^{1,2} 林 康弘² 清木 康³ 三田 哲也¹

本稿は、移動経路における感性コンテキストに対応する移動・活動手段の組合せ形成システムの実現方法を提案する。MaaSは、実空間の移動と情報空間が融合して多様なモビリティを統合・連携する機能を指す。その本質は、旅行者自身が移動に要する労力の負荷軽減に基づいて、移動中の余暇をデザインできる点にあり、これにより、人間は移動に際して、思考を移動以外に振向けることが可能になってくる。

本システムは、旅行者の意図と場面に对应した「感性コンテキスト」を対象として、目的地までの最適な移動手段および、経路上に存在する活動手段を構成する。本システムは、意味的関連性を動的に計算する意味的連想検索モデルである「意味の数学モデル」を応用したものであり、その計算方法は「日常の意図」と「移動の場面」を合成して表現するための問合せ生成演算子群により生成される「感性コンテキストベクトル」とDB内の移動手段および、活動手段における「特徴量ベクトル」の距離計算である。その出力値として、目的地までの最適な移動手段となるモビリティサービス情報および、経路上に存在する最適な活動手段となるアクティビティスポット情報を提示する。

1. はじめに

近年、社会問題の一つに都市部への人口集中が挙げられ、予測では2050年までに世界人口の約7割が都市部へ集中し、人口1,000万人以上の大都市圏数も増加の一途を辿っていく[1]。この一極集中化により起こりうる課題は、環境汚染、電力・エネルギー不足、交通渋滞、ウィルス感染拡大、地方の衰退など、多岐に渡る。これら地球規模の課題を解決する手段として、情報システムやAIシステムの利活用が挙げられる。

Mobility as a Service (以下、MaaS) [2]は、情報システムやAIを活用して、モビリティにおける「実空間」と「情報空間」を高度に融合させた新たな空間(Cyber-Physical Space)を実現する。この融合空間を利用して、多様なモビリティを統合し、旅行者がルート検索、手配、決済を一元的に行える効率の良い移動を提供する。今後、自動運転やマイクロモビリティシェアの登場に伴い、旅行者自ら運転・操縦したり、駐車スペースを探したりといった制約から解放され、人間は移動に関する思考を移動以外の活動に振向けることが可能になってくる。

本システム構成の前提として、MaaSの本質を移動労力の負荷軽減によって生まれる『旅行者自身が移動中の余暇をデザイ

ンできる』点とみなす。本提案システムは、その移動経路における感性コンテキストに対応する移動・活動手段の組合せ形成システム —Emotional MaaS— (図1)として実現する。その目的は、旅行者が移動状況下においても日常的欲求を満足させるライフスタイルを形成する点にある。本提案システムは、出発地から目的地までの検索者の「日常の意図」と「移動の場面」に基づく感性コンテキストに対応した移動手段を提示し、その移動経路上における日常的な活動手段(施設・店舗・イベントなど)を組み合わせる案内する。本稿では、本方式と本方式により構築したシステムの有効性と実現可能性を示す。

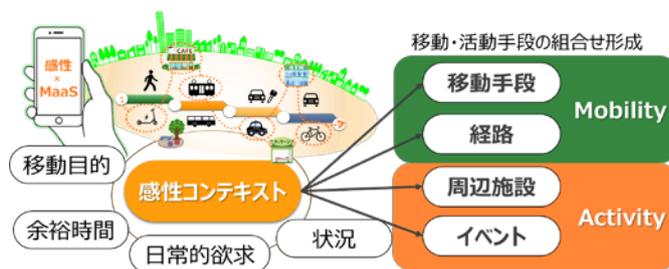


図1 Emotional MaaS のビジョン

2. 関連研究

2.1 意味の数学モデル (MMM)

データ間の意味的、感性的な同一性、類似性、関連性は、静的な関係によって決定されるのではなく、文脈や状況に応じて動的に変化するものと考え、データ間の意味的、感性的な等価性、類似性、関連性を“状況や文脈”に応じて動的に計算する計量モデルが“意味の数学モデル”である[3]。本システムは、これを旅行者の状況や意図に合わせた移動手段を発見するための計量機構として応用したシステムであり、旅行者の感性コンテキストに基づく最適化された提案を実現する。

2.2 複数の画像を用いたクエリ画像生成方式

旅行者の意図を表現する画像問合せ生成に向けて、複数の画像を効率的に組み合わせる生成方式の研究がある[4]。この方式は、それぞれの画像が持つ特徴(色・形)に対応して、問合せ生成演算子により動的に計算される。この方式により、複数の画像を用いてユーザの想像や意図を表現することが可能となった。本システムは、旅行者の「日常の意図」と「移動の場面」を合成して表現するための問合せ生成演算子群により感性コンテキストベクトルを生成する。

2.3 人が旅をする動機の感性評価結果を用いた多様性のあるドライブ旅行プラン作成

人を旅行に促すことを対象として、ユーザの旅についての感性評価結果を利用しユーザの観光における感性を反映した多様性のある複数のドライブ旅行プランを作成し提示する手法が提案されている[5]。ここに、人が旅行に行く動機が5要素に

¹ 非会員 JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所
kouichirou-kawashima@jreast.co.jp, t-mita@jreast.co.jp

² 正会員 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 yasuhiko.hayashi@keio.jp

³ 正会員 慶應義塾大学 環境情報学部 kiyoki@sfc.keio.ac.jp

分類されており、各観光地が持つ期待要素が紹介されている。本稿では、活動手段の特徴付けとして、これら動機 5 要素を活用し感性空間を構成している。

3. 提案方式

3.1 特徴量空間生成

移動・活動手段における特徴量ベクトルに対応した特徴量空間 (図 2) を次の Step 1 ~ 3 の手順で生成する。

Step 1 : 横軸 ($f_1, \dots, f_i, \dots, f_j, \dots, f_n$) に n 個の特徴, 移動の特徴は $f_1 \sim f_j$, 活動の特徴は $f_i \sim f_n$ ($1 < i < j < n$ を満たす)

Step 2 : 縦軸 (O_1, O_2, \dots, O_m) に m 個の移動手段, または活動手段
移動手段の例: 徒歩, 路線バス, 鉄道, タクシー
活動手段の例: 専念できるカフェ, 運動できる公園

Step 3 : それぞれの移動手段または活動手段に対応した集合に基づきメタデータを付与する。

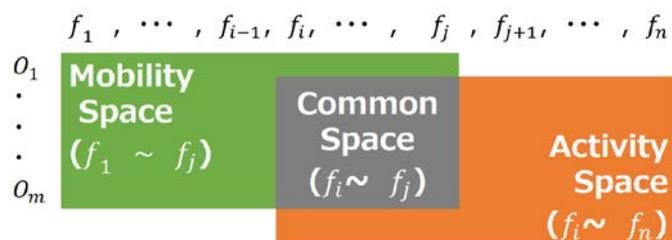


図 2 行列データによるメタデータの表現

3.1.1 移動手段の特徴量ベクトルデータ表現

移動手段における特徴量空間の構成を表 1 に示す。

(a) 定量情報が得られる {価格, 所要時間, 運動消費量} のベクトルデータの定義

任意の区間における対象の移動手段が m 個のとき,

$$\text{実測値ベクトル } A_{\text{column}} = (a_1, a_2, \dots, a_m)$$

$$\text{特徴量ベクトル } V_{\text{column}} = (v_1, v_2, \dots, v_m)$$

このとき, 各移動手段における特徴量ベクトル成分 v_i は式 (1) として定義される。いずれも非線形の正規化とする。これは, 任意の区間の相場から特徴量を表現できる。また, 閾値を設けることで, 後述の相関量計算において外れ値の影響を抑える。

$$v_i(a_i) := \frac{a_i - \mu_a}{\sigma_a} \quad (-1 \leq v_i \leq 1) \quad (1)$$

$$\text{平均値 } \mu_a = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_i \quad \text{標準偏差 } \sigma_a = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (a_i - \mu_a)^2}$$

表 1 移動手段の特徴量空間構成

次元(Mobility)	-1	0	+1		次元(Mobility)	-1	0	+1	
価格	安い	無相関	高い	...	デスク環境	利用不可	利用不可	利用可	...
所要時間	早い	無相関	遅い	...	通信環境	利用不可	利用不可	利用可	...
運動消費量	小さい	無相関	大きい	...	充電設備	利用不可	利用不可	利用可	...
人の混雑度	低い	無相関	高い	...	運動設備	利用不可	利用不可	利用可	...
定時性	高い	無相関	低い	...	眺望設備	利用不可	利用不可	利用可	...
動作・運転操縦	不要	無相関	必要	...	会話スペース	利用不可	利用不可	利用可	...
					飲食スペース	利用不可	利用不可	利用可	...
					荷物スペース	利用不可	利用不可	利用可	...

表 2 定性情報の特徴付け対応表

	人の混雑度			定時性	動作・運転操縦 ※2
	公共交通機関	徒歩	非混雑交通 ※1		
+1					移動動作・操縦に意識が必要
+0.75	7:00<移動時刻<9:00			一般道路を使用	
+0.25	18:00<移動時刻<21:00			独立軌道と一般道路を併用	
0	ラッシュ時間帯を除く移動時刻			徒歩や自転車等の自走	移動動作・操縦に意識が必要
-0.5		○			
-1			○	独立軌道を使用	

※1 Private 空間, Social Distancing が確保されたモビリティサービス

※2 ただし, 所要時間 (移動時間総計) に対して, 当該移動時間の割合を乗算したものを t_i とし, 先述①の $v_i(t_i)$ にて算出する

(b) 定性情報による {人の混雑度, 定時性, 動作・運転操縦} のベクトルデータの定義

表 2 に示される特徴付け対応表に定義する。

(c) その他 {デスク環境, 通信環境, 充電設備, 運動設備, 眺望設備, 会話スペース, 飲食スペース, 荷物スペース} ベクトルデータの定義

表 2 におけるベクトル成分は, 「利用可能」を 1, 「利用不可」を 0 とする。

3.1.2 活動手段の特徴量ベクトルデータ表現

2.3 で先述した関連研究において, 2004 年の内閣府政府広報室の調査によると, 人が旅行を含む移動に伴い達成される目的として, (1) 知識を豊かにしたい, (2) 自分自身 (心身) を成長させたい, (3) 緊張を緩和したい, (4) 楽しいことをしたい, (5) 人間関係を深めたい, といった 5 つの活動目的因子があることが分かった [6]。これらを含めた活動手段における特徴空間の構成を表 3 に示す。

(d) 活動目的因子のベクトルデータの定義

それぞれの活動手段に対応するベクトル成分は, Google Maps [7], じゃらん [8], トリップアドバイザー [9] の情報を参照に 「満足できる」が 1, 「やや満足できる」が 0.5, 「無相関」が 0 とする。なお, (c) については 3.1.1 と同定義とする。

3.2 感性コンテキストと問合せ生成演算子

表 3 活動手段の特徴量空間構成

次元(Activity)	0	+1		次元(Activity)	0	+1
知識を豊かにしたい	無相関	満足		デスク環境	無	有
自分自身を成長させたい	無相関	満足		通信環境	無	有
緊張を緩和したい	無相関	満足	...	充電設備	無	有
楽しいことをしたい	無相関	満足		運動設備	無	有
人間関係を深めたい	無相関	満足		眺望設備	無	有
				会話スペース	無	有
				飲食スペース	無	有
				荷物スペース	無	有

ここでは, 本システムにおける問合せの生成方式を示す。人間が移動を伴う日常を過ごすとき, 内発的動機と外発的動機に分けて考えると, 前者は『任意の目的を達成したい』といった「日常の意図 (Intention)」, 後者は『既に置かれた抗えない状況』といった「移動の場面 (Situation)」と置き換えられる。したがって, 問合せには, これら 2 つを合成した「感性コンテキスト

ベクトル」を使用する。

「日常の意図」は日常活動における欲求別、「移動の場面」は移動における目的別とし、そのまとめを表4に示す。

表4 移動時に抱くユーザ感性

日常の意図(Intention)	移動の場面(Situation)
専念・集中したい	通勤・通学
リラックスしたい	帰宅
運動したい	お出かけ(日帰り)
観光したい	旅行(2日以上)
交友したい	その他の移動
特に意図しない	

問合せ例としては、「運動したい通勤・通学」、「リラックスしたい帰宅」、「交友したいお出かけ」、「観光したい旅行」のように表現される。

このとき、各ベクトル成分は表1、表3における(a), (b), (c), (d)に対応した関連の大きさとする。

ここで各ベクトル成分について、

$$\text{日常の意図(Intention)} I = (i_1, i_2, \dots, i_n)$$

$$\text{移動の場面(Situation)} S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$$

とすると、問合せ生成演算子群は式(2)として定義される。

$$\text{query} = F(S, I) \text{ OR } F(I, S) = (q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (2)$$

$$F(A, B), A = (a_1, a_2, \dots, a_n), B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$$

このとき、

$$\text{IF } a_k \cdot b_k \geq 0 \text{ THEN } q_k = \max_{0 \leq k \leq 1} \{|a_k|, |b_k|\}$$

$$\text{ELSE } a_k \cdot b_k < 0 \text{ THEN } q_k = a_k$$

合成された感性コンテキストベクトルは、「日常の意図」または「移動の場面」における特徴量が最大化される。ただし、表1、表3における(a), (b)において、符号が逆の場合、 a_k は旅行者における状況によって優先される i_k または s_k から動的に選択される。

3.3 距離計算

3.1 でデータベース内に格納された移動・活動手段における「特徴量ベクトル」と3.2で生成された「感性コンテキストベクトル」の距離計算から類似度計量を行う。このとき、移動・

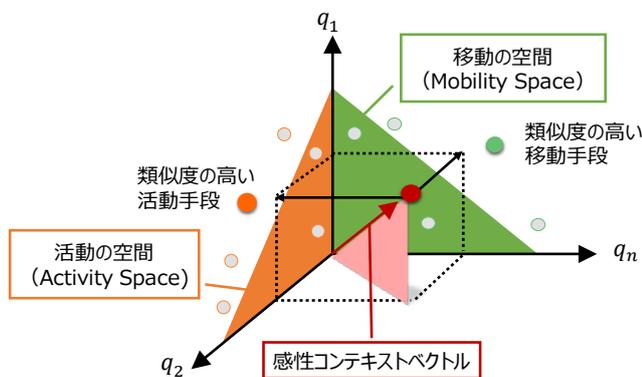


図3 移動・活動手段の部分空間選択

活動手段を、一つの問合せから部分空間選択(図3)により、それぞれの相関量により算出する[10]。

相関量計算は、特徴量の重みをベクトル成分の大きさとして対応させ、その際ベクトルの向きも考慮して計算するために、内積を用いて式(3)として定義される。

移動・活動手段における任意サービス(service_i)において、

$$\text{感性コンテキスト } V_{\text{query}} = (v_{q1}, v_{q2}, \dots, v_{qn})$$

$$\text{サービス特徴量 } V_{\text{service}_i} = (v_{s1}, v_{s2}, \dots, v_{sn}) \text{ とすると,}$$

$$\text{相関量 } C_{\text{service}_i}(V_{\text{query}}, V_{\text{service}_i}) := \sum_{j=1}^n v_{qj} \cdot v_{sj} \quad (3)$$

4. 実装方法

本システムの実装について示す。出発地は東京駅東北新幹線南乗換改札に固定し、目的地は東京駅からラストワンマイル上の4地点(水天宮, 東京タワー, 築地本願寺, 日本武道館)と仮定した。移動手段は、それぞれの目的地ごとに挙げられる移動方法とその移動経路を設定する。図4において東京駅→水天宮の移動手段を例示する。



図4 東京駅→水天宮の移動手段

4.1 システム構成

本システムの構成は図5に示される。本システムは、サーバ&クライアントモデルを採用している。

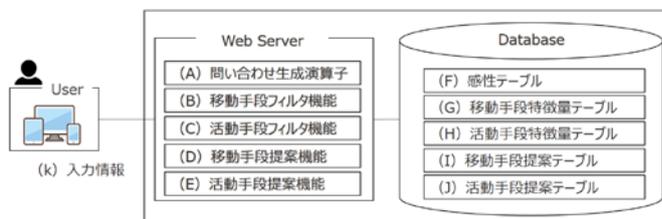


図5 本システムの構成図

- 出発地(固定)
- 目的地
- 時間検索モード
- 日常の意図(Intention)
- 異動の場面(Situation)
- IntentionとSituationの優先モード
- 現在時刻出発
- 出発時刻指定
- 到着時刻指定

図6 ユーザからの入力情報

4.2 データ構造

本システムに入力されるユーザからの入力情報は図 6 に示される。

4.3 本システムの処理手順

本システムは、次の手順に従い処理を行う。

Step 1 : ユーザから入力情報を取得

Step 2 : 入力情報から問合せ生成

Step 3 : 入力情報 (余剰時間), 営業時間, 天候情報に基づき, 移動手段の候補をフィルタリング

Step 4 : 式 (3) の距離計算を行い移動手段となる「モビリティサービス」を決定

Step 5 : Step 4 の出力値における移動経路および営業時間情報に基づき, 活動手段の候補をフィルタリング

Step 6 : 式 (3) の距離計算を行い活動手段となる「アクティビティスポット」上位 1 ~ 5 位までを出力

Step 7 : Step 4・6 における移動・活動手段を組み合わせた提案情報として出力

各フィルタリング処理部における目的を示す。Step 3 の移動手段の絞込みは、ユーザにとって非現実的な結果を返すことを防ぐこと (例: 営業時間外の公共交通や, 雨天時に適さない自転車シェアリングを除外), また後の計算処理を軽減する。同様に Step 5 のアクティビティスポットは、立ち寄りやすい地域に限定するため Step 4 で決定した「モビリティサービス」の移動経路上に絞り込む必要がある。出発地から目的地までの現実の移動経路は、その移動経路の中継地を繋いだ直線の連続として表される。この直線に一定幅を与えると連続した長方形が得られる。この長方形を立寄り可能エリアとする。ここでアクティビティスポット情報 DB と緯度経度データを突合し、立寄り可能エリア内のアクティビティスポットを抽出する。この方式を Rectangle Mobility Scope Model (図 7) と表す。なお、「乗車型のモビリティサービス (電車やバス)」の場合、移動経路上で立ち寄ることは不可能なため、交通結節点のみ本方式を適用する。



図 7 移動経路から立寄り可能エリアを限定 (Rectangle Mobility Scope Model)

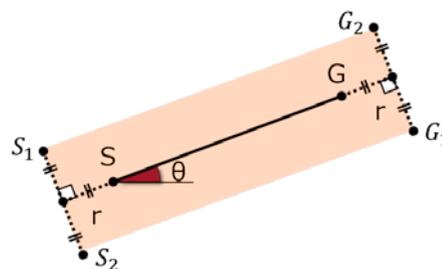


図 8 立寄り可能エリアの頂点座標確立

本方式における計算方法は、次のように定義される。なお、この計算上では、すべて平面直角座標系として扱う。

経路中始点座標 $S = (lng_1, lat_1)$

経路中終点座標 $G = (lng_2, lat_2)$ とする。

このとき、「日常の意図 (Intention)」の入力によって与える幅 $R[m]$ を可変とする。

$R[m] = \{ \text{専念・集中したい} : 320, \text{リラックスしたい} : 240, \text{運動したい} : 400, \text{観光したい} : 320, \text{交友したい} : 320 \}$

東京駅地点における緯度経度 1° 辺りの距離が $90.4219[km]$ なので、 $r = \frac{R}{90421.9}$ と変換したとき、図 8 における各頂点の座標は、

$$S_1 = [lng_1 - r(\cos \theta + \sin \theta), lat_1 - r(\sin \theta - \cos \theta)]$$

$$S_2 = [lng_1 - r(\cos \theta - \sin \theta), lat_1 - r(\cos \theta + \sin \theta)]$$

$$G_1 = [lng_2 + r(\cos \theta + \sin \theta), lat_2 + r(\cos \theta - \sin \theta)]$$

$$G_2 = [lng_2 + r(\cos \theta - \sin \theta), lat_2 + r(\cos \theta + \sin \theta)]$$

このとき、なす角: $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{lat_2 - lat_1}{lng_2 - lng_1} \right)$ と表される。

次に各アクティビティスポットの立寄り可否を判定する。頂点 S_1, S_2, G_1, G_2 とする長方形において、任意の施設地点を $F = (lng_f, lat_f)$ としたとき、 F とで作る辺を $(l_1 \dots l_4)$ とする。このとき、図 9 において偏角 θ_i とすると、回転数 wn は式 (4) として定義される。

$$wn := \frac{1}{2\pi} \sum_{i=0}^3 \theta_i \quad (4)$$

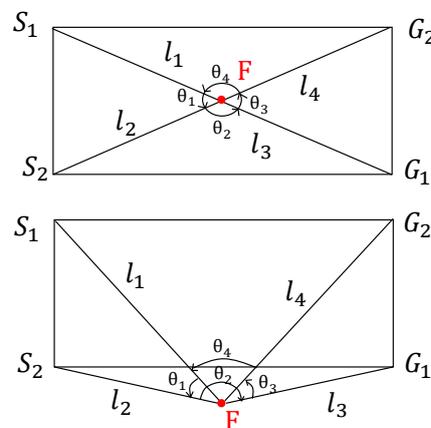


図 9 各施設スポットの立寄り可否判定
立寄り可能判定 (上), 立寄り範囲外判定 (下)

ただし、偏角 θ_i の向きについて、それぞれの外積 $C_1 = \overrightarrow{FS_1} \times \overrightarrow{FS_2}$, $C_2 = \overrightarrow{FS_2} \times \overrightarrow{FG_1}$, $C_3 = \overrightarrow{FG_1} \times \overrightarrow{FG_2}$, $C_4 = \overrightarrow{FG_2} \times \overrightarrow{FS_1}$ が負の場合、逆回転として符号を扱う。

したがって、立寄り可能エリアの判定は以下に示される。

$|wn| > 0$ のとき、立寄り可能エリア内判定 ... *true*

$|wn| = 0$ のとき、立寄り可能エリア外判定 ... *false*

4.4 使用言語・ライブラリなど

使用言語としては、JavaScript, jQuery, Python3.8.2, PostgreSQL12.2, 表示部にHTML, CSS, またPythonのライブラリとして、flask, psycpg2, numpy, pandas, matplotlib, scipy, googletrans, json, Web APIにOpenWeatherMap (特定地点における天気情報) [11], JapanHoliday (内閣府が公表している国民の祝日など) [12], 地図描写には Google Maps Platform[13]を利用した。

4.5 入力・出力データ

入力値は、「日常の意図」、「移動の場面」、「制限時間」、「目的地」とし命令を発行する。「日常の意図」と「移動の場面」は、リストから選択する。また「制限時間」は、到着時刻指定の場合、これに間に合う移動手段に絞り込む。「目的地」は地図上から選択する。

出力値は、目的地までの最適なモビリティサービスにおける移動経路を地図と文字情報で返す。また、移動経路上に存在するおすすめアクティビティスポットは式(3)の算出値に対応したランキング形式で地図と文字情報で返される。

これらを実装した入力画面は図10と出力画面は図11に示される。



図11 Emotional MaaS 出力画面

5. 評価実験

本節では、本方式および、本システムにおける有効性検証を目的とした3つの評価実験の結果と考察を示す。

5.1 問合せに対する類似度計量結果の妥当性

「意図」と「場面」の組合せから生成される問合せに対して、本システムが現実的に適合する移動手段、移動経路上の活動手段について応答する数の割合（網羅率）を事前に調べることににより、データベース内のデータ偏りの有無を確認した。この確認により後述の5.2および、5.3の評価を行いやすくなる。網羅率は式(5)として定義される。

$$\text{網羅率 Coverage rate (Coverage)} := \frac{\text{適合数}}{q} \quad (5)$$

q: 表現可能な問合せ数 (本システムは 29 通り)

目的地ごとの妥当率は表5にまとめられる。例えば、目的地が水天宮の場合、移動手段は 1.0 となっており、これは「意図」と「場面」の組合せによって表現される全問合せに対する類似度計量結果が全て妥当であったことを表す。アクティビティスポット3位は 0.931 となっており、類似度計量結果に一部妥当でない結果が含まれたことを表す。検証の結果、全体として1に近い妥当率となっており、データの偏りが少ないことが示され、5.2および、5.3の検証が実施可能と判定した。

表5 データ空間の網羅率

目的地	水天宮	東京タワー	築地本願寺	日本武道館	平均
Mobility	1.000	0.966	0.966	1.000	0.983
Activity1st	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Activity2st	1.000	1.000	1.000	0.966	0.991
Activity3st	0.931	1.000	0.966	1.000	0.974
Activity4st	0.931	0.966	0.931	0.966	0.948
Activity5st	0.897	0.759	1.000	0.828	0.871
Activity Total	0.952	0.945	0.979	0.952	0.957

5.2 「日常の意図」・「移動の場面」の一般的表現度

本システムは、旅行者の感性コンテキストに対応した問合せを生成する。生成される問合せが、旅行者の本来表現したい感性にどの程度対応できているのかについて、アンケート調査を実施した。本調査では、「日常の意図」の条件、「移動の場面」の状況を項目(表6)として設け、各ベクトル成分について表1、表3における(a), (b), (c), (d)の一般的表現度を測定した。標本数34におけるそれぞれの平均値は、図12および、図13に示される。「日常の意図」の条件項目については4段階評定尺度{そう思う、ややそう思う、やや思わない、思わない}にて、「移動の場面」の状況項目については4段階評定尺度(当てはまる、やや当てはまる、やや当てはまらない、当てはまらない)にて回答を得た。

表6 「日常の意図」の条件項目(左)
「移動の場面」の状況項目(右)

「日常の意図」動機項目		「移動の場面」の状況項目	
移動費用を安くしたい	眺望できる環境が欲しい	移動費用が安い	Wi-Fiがある
移動時間を短くしたい	会話できる環境が欲しい	移動時間が短い	充電設備がある
運動したい	飲食できる環境が欲しい	運動消費量が高い	運動設備がある
人込みを避けたい	荷物スペースが欲しい	人の混雑度が高い	眺望できる環境がある
定時に到着したい	知識を豊かにしたい	定時性が高い	会話できる環境がある
運転操作したい	心身を成長させたい	運転操縦する	飲食できる環境がある
デスクが欲しい	緊張を緩和したい	デスクがある	荷物スペースがある
Wi-Fiが欲しい	楽しいことをしたい		
充電設備が欲しい	人間関係を深めたい		
運動設備が欲しい			

5.3 出力値(移動手段・活動手段)に対する満足度

本システムの類似度計量結果に対するユーザ満足度を評定し、式(2)、(3)における計算方法の妥当性を検証した。ユーザ被験者4人に対し、1人3回ずつ「日常の意図」と「移動の場面」を想定して本システムを実行し、問合せに対する出力値の満足度を評定いただいた。評定項目は表7に示される。本実験において入力された問合せ、出力された移動手段名称・アクティビティスポットカテゴリ1~5位は表8に示される。この評定結果は図14、図15、図16に示される。

表7 類似度計量結果における満足度の評定項目

評定項目	評定対象		
	おススメのモビリティサービスの結果	問合せとカテゴリ	移動経路と場所
満足	一致	立寄りやすい	
やや満足	やや一致	やや立寄りやすい	
やや不満	やや不一致	やや立寄りにくい	
不満	不一致	立寄りにくい	

表8 実験における問合せ組合せとその類似度計量結果

問合せの組合せ	被験者A 30代 男性			被験者B 30代 女性			被験者C 60代 女性			被験者D 60代 男性		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日常の意図	観光したい	リラックスしたい	専念・集中したい	交友したい	運動したい	専念・集中したい	観光したい	運動したい	リラックスしたい	交友したい	運動したい	観光したい
移動の場面	お出かけ	通勤・通学	帰宅	帰宅	お出かけ	通勤・通学	旅行	お出かけ	帰宅	通勤・通学	お出かけ	
東京駅からの目的地	東京タワー	築地本願寺	水天宮	築地本願寺	武蔵野	水天宮	水天宮	武蔵野	水天宮	東京タワー	水天宮	東京タワー
モビリティサービス 結果	シェアサイクル	タクシー	タクシー	路線バス	徒歩	地下鉄	シェアサイクル	シェアサイクル	無料循環バス	タクシー	シェアサイクル	シェアサイクル
アクティビティスポット結果1位	公園	カフェ	カフェ	カフェ	公園	カフェ	観光名所	公園	マッサージ店	カフェ	シェアオフィス	観光名所
アクティビティスポット結果2位	観光名所	マッサージ店	カフェ	カフェ	商店街・モール	カフェ	観光名所	公園	観光名所	カフェ	カフェ	観光名所
アクティビティスポット結果3位	公園	図書館	カフェ	観光名所	カフェ	カフェ	公園	ジム	観光名所	カフェ	公園	観光名所
アクティビティスポット結果4位	観光名所	シェアオフィス	カフェ	カフェ	観光名所	図書館	カフェ	ジム	観光名所	観光名所	ジム	観光名所
アクティビティスポット結果5位	観光名所	ジム	カフェ	カフェ	ジム	カフェ	観光名所	ジム	マッサージ店	カフェ	シェアオフィス	公園

5.4 考察

5.1の類似度計量結果における妥当率の結果では、データ空間の分布として偏りが少ないことが示唆された。特に移動手段について、意図と場面のコンテキストが反映されており、今後モビリティサービスの種類が増えれば、さらに妥当性が向上すると考える。一方、アクティビティスポットについて、ランキング下位の一部に関連度の低いカテゴリが見られた。これは、Rectangle Mobility Scope Modelにおいて絞り込む際、アクティビティスポットが少ない移動経路によっては、感性コンテキストと類似性の高いデータが棄却され枯渇することで発生すると考えられる。対策としては、アクティビティスポットデータ量を増やすこと、相関量に閾値を設けることで改善が見込まれる。

5.2の問合せに期待する条件・状況の対応度の結果について、一般的表現度から旅行者の感性が、問合せとして、どれほど表現できているかを示した。特に差分が見られる項目については、距離計算において有効な次元・軸と考えられる。また、一般的表現度を「日常の意図」と「移動の場面」のベクトルデータに適用することで、より客観性の高い問合せ生成に寄与する。

5.3の出力される移動手段・アクティビティスポットの満足度の結果について、両者ともに一定評価が得られた。この結果から、問合せ生成演算子群を含む一連の距離計算方法の有効性が示された。また、ヒアリングから被験者意見を得られた。好意的な意見として「知らない移動手段や観光地が提案されて面白い」、「外出が楽しくなる」、「旅行先など知らない地域で活用したい」といった声が挙げられた。一方、気になる点として、移動手段に関する事柄は「60代なので自転車は厳しい」、「専念・集中したいときは遠回りでもよいので、まとまった移動時間が欲しい」といった声が挙げられ、今後は属性や趣向を反映させるパーソナライズ性が求められる。また、活動手段に関して「出先の待合せ前では、必ず目的地付近で活動したい」、「余裕時間によって活動の仕方が変わってくる」といった声が挙げられ、心理的に安心できるようにフィルタリングや方式の改良が求められる。また、テキストなどの表示部について「写真やレビュー情報を併せて、お店の雰囲気やどのような活動ができるのか知りたい」といった情報の充実化が望まれた。

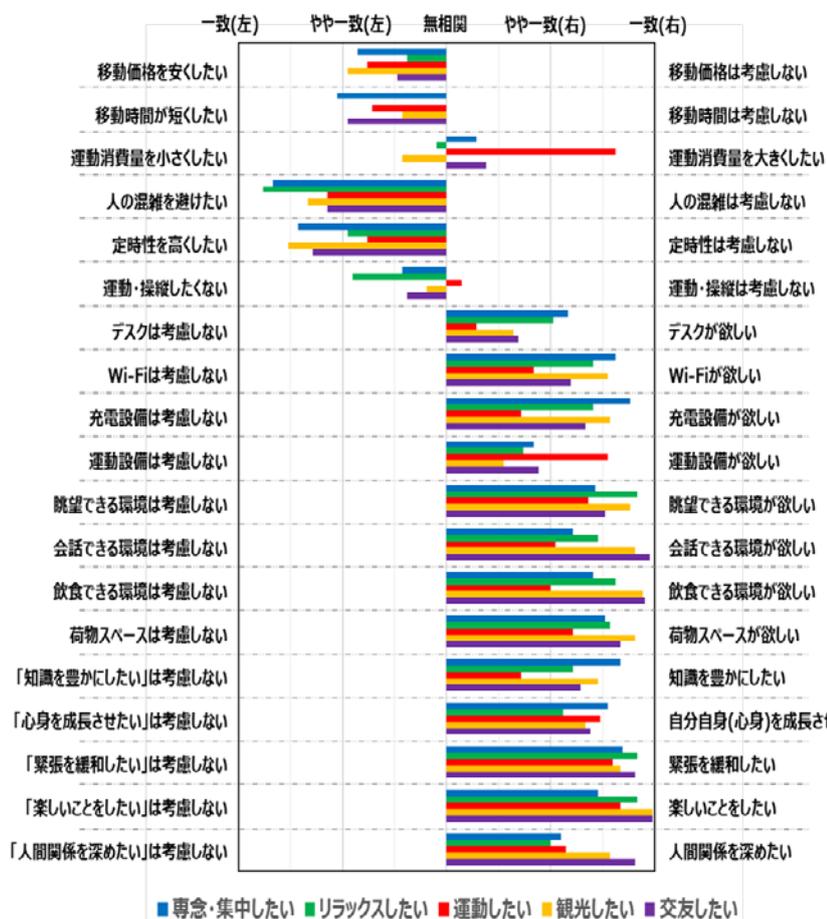


図 12 「日常の意図」の一般的表現度

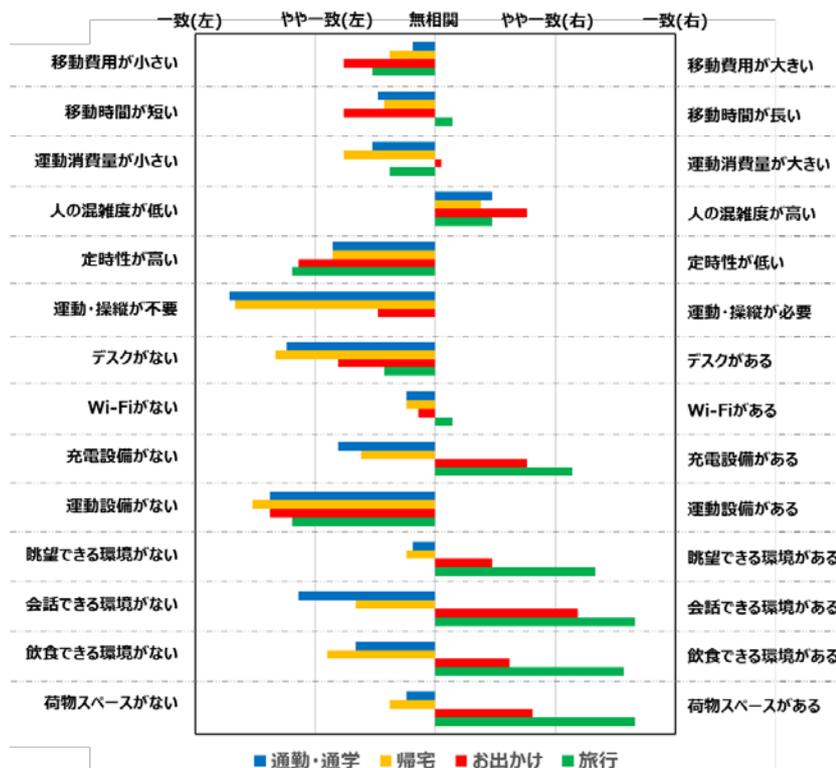


図 13 「移動の場面」の一般的表現度

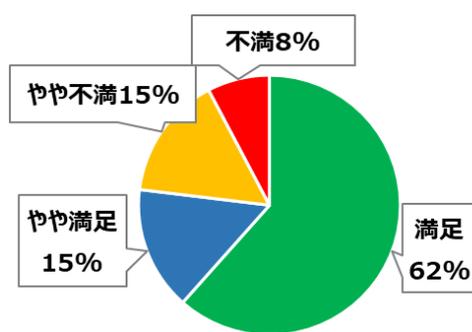


図 14 移動手段の満足度

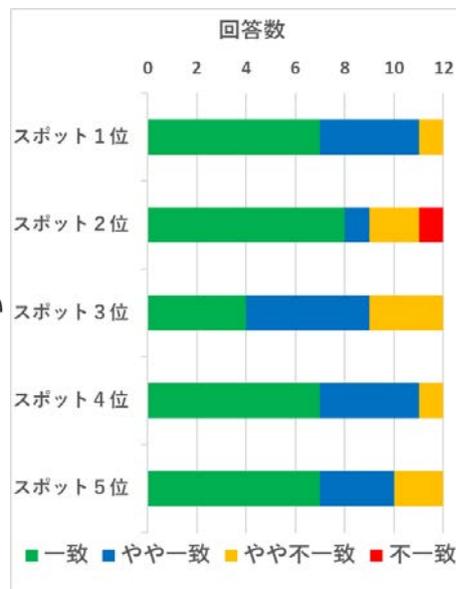


図 15 問合せとアクティビティ
スポットの一致度

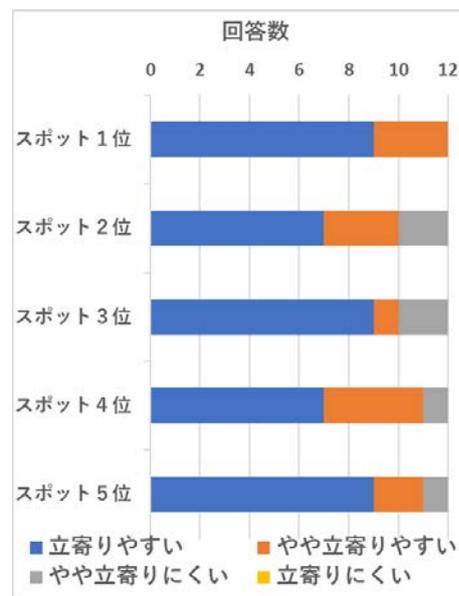


図 16 アクティビティスポットへの
立寄りやすさ

6. まとめ

本提案システムは、旅行者の感性コンテキストに対応して、乗換案内アプリなどでは知りえなかった公共交通枠を超えたマルチモーダルな「移動手段」、および移動経路上の「活動手段」の組合せ形成を実現するシステムである。この組合せ形成は、「日常」と「移動」を時間的・空間的・意味的に結合し、「移動⇄日常」のシームレス化による人間が本来成し遂げたい目的達成に向けた知的活動に寄与できることが考えられる。

2.1 で先述した意味的計量の応用例として、旅行者の感性コンテキストから東京駅構内における類似性の高いサービスを提案する研究[14]、感性に基づくキーワードを用いて旅行行程における観光スポットを提案する研究[15]がある。本提案システムは、これら生活サービスと運輸サービスを融合させた新しいライフスタイルを拓く役割を担うシステムとして位置づけられる。

今後の展望として、対象エリアはラストワンマイルから拡張し、広範囲な自由移動に対応し、経路検索と組み合わせて多様なモビリティサービスと移動経路について、旅行者が合理的に選択できることを目指す。また、活動手段の提案はアクティビティスポットに限らず、イベント情報（例：献血、ゴミ拾い、路上音楽ライブなど）も含めることでSDGsに貢献するとともに、様々な課題を繋ぐプラットフォームとして構築していく。

持続可能なモビリティ、それらを使いこなす人類、『日常のちょっとした欲求を移動の場面でも実現できる』、それらを対象とした新しい移動空間の構築を目指して、本システムをさらに発展させていく。

謝辞

本研究を進めるにあたり、慶應義塾大学 JR 東日本寄附講座「交通運輸情報プロジェクト」委員ならびに、清木研究室、庵研究室、増井研究室、JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所の皆さまにはディスカッションなどを通じ、多大なご支援を頂きました。心から感謝申し上げます。

参考文献

- [1] ニッセイアセットマネジメント, 「2050 年 世界人口の 7 割が都市住民へ」, 2018 年 5 月 24 日マーケットレポート.
- [2] “Mobility as a Service (MaaS) constitutes the integration of various forms of transport services into a single mobility service accessible on demand,” MaaS Alliance White Paper, MaaS Alliance, 2017.
- [3] Yasushi Kiyoki, Takashi Kitagawa, Takanari Hayama: “A meta-database system for semantic image search by a mathematical model of meaning,” ACM SIGMOD Record, Vol. 23 Issue4, December 1994.
- [4] Y. Hayashi, Y. Kiyoki, and X. Chen, “A Combined Image-Query Creation Method for Expressing User’s Intentions with Shape and Color Features in Multiple Digital Images,” Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Vol. 1. 225. IOS Press, 2011. 258–277. Web.
- [5] 津谷 篤, “人が旅をする動機の感性評定結果を用いた多様性のあるドライブ旅行プラン作成”, 2011 年 10 巻 3 号 pp433–443.
- [6] 内閣府政府広報室: 自由時間と観光, 月刊世論調査, 平成 16 年 11 月号, pp3–84.
- [7] Google Maps, <https://www.google.co.jp/maps/>.
- [8] じゃらん観光ガイド, <https://www.jalan.net/travel/>.
- [9] トリップアドバイザー, <https://www.tripadvisor.jp/>.
- [10] S. Kurabayashi, N. Ishibashi and Y. Kiyoki, “A Multidatabase System Architecture for Integrating Heterogeneous Databases with Meta-Level Active Rule Primitives”, Proceedings of the 20th IASTED International Conference on Applied Informatics, pp478–387, 2002.
- [11] OpenWeatherMap, <https://openweathermap.org/>.
- [12] JapanHoliday, <https://github.com/suzuki-shunsuke/japanese-holiday-api>.
- [13] Google Maps Platform, <https://cloud.google.com/maps-platform/>.
- [14] 横山 元紀, 清木 康, 三田 哲也, “ユーザコンテキストと鉄道・駅利用サービスの相関量計算による駅案内自動生成システム”, 交通運輸情報プロジェクトレビュー No.25 p. 30-37, 2016
- [15] 山田 厚子, 林 康弘, 清木 康, 三田 哲也, “「感性」に基づく訪日外国人向け最適経路軽量および short trip 可視化システム”, 交通運輸情報プロジェクトレビュー No.27 p.32-37, 2018