

運動促進を目指した 隙間時間ウォーキング経路推薦手法の開発

田中 梨沙^{1,a)} 栗 達^{1,b)} Panote Siriaraya^{2,c)} 河合 由起子^{3,d)} 中島 伸介^{1,e)}

概要：

ダイエットや体力向上を目的としたウォーキングへの関心が高まっているが、時間的・心理的負担により運動を継続して実施することは容易ではない。そのため、日常生活で発生する隙間時間をウォーキングの機会へと転換する意義は大きいと考えている。本研究では、ユーザーの歩行可能時間を考慮し、景観が良い、階段が少ないなどのポジティブなエリアを通る経路推薦手法を提案する。これにより、従来の単なる移動手段としての歩行を、楽しく快適な体験へと変え、日常生活の中で運動を自然に取り入れる仕組みを目指す。また、提案手法の有用性を検討するため、最短経路と提案手法の経路を比較する評価実験を行った。

キーワード：ウォーキング支援、ポジティブエリア、ルート推薦、ヘルスケア、隙間時間活用

Development of a Walking Route Recommendation Method for Promoting Exercise During Spare Time

Abstract: Interest in walking for purposes such as diet and physical fitness improvement is growing, yet it is often challenging to consistently engage in exercise due to time and psychological burdens. Therefore, we believe there is significant value in transforming incidental spare time in daily life into opportunities for walking. This study proposes a route recommendation method that considers the user's available walking time and prioritizes routes passing through positive areas, such as those with pleasant scenery or fewer stairs. By doing so, we aim to transform conventional walking, often viewed merely as a means of transportation, into an enjoyable and comfortable experience, thereby naturally integrating exercise into daily routines. Furthermore, to evaluate the utility of the proposed method, an experiment was conducted comparing the recommended routes with the shortest routes.

Keywords: Walking Support, Positive Areas, Route Recommendation, Healthcare, Utilization of Spare Time

1. はじめに

近年の健康ブームにより、ダイエットや体力向上を目的としたウォーキングへの関心が高まっている [1]。また、

WHO は健康維持のために適度な運動の重要性を強調している [2]。しかし、「忙しい」「面倒くさい」などの時間的・心理的負担により運動を継続して実施する人は少なく、運動不足は深刻な社会問題の一つとなっている [3]。とはいえ、運動を行うためのまとまった時間を確保することは難しくても、思いがけず用事がキャンセルになった場合や移動中のちょっとした空き時間が発生することは起こり得る。そこで我々はこういった隙間時間を運動としてのウォーキングの機会へと転換することの意義は大きいと考えた。

ウォーキング経路を推薦する手法として、既存の歩行者ナビゲーションシステムは、主に目的地までの最短ルートのご案内に重点を置いており、ウォーキング自体を楽しませ

¹ 京都産業大学 情報理工学部
〒 603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山
² 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系
〒 606-8585 京都府京都市左京区松ヶ崎橋上町
³ 関西大学 ビジネスデータサイエンス学部
〒 565-8585 大阪府吹田市山田南 50 番 2 号
^{a)} g2153056@cc.kyoto-su.ac.jp
^{b)} lida@cc.kyoto-su.ac.jp
^{c)} spanote@kit.ac.jp
^{d)} ykawa@kansai-u.ac.jp
^{e)} nakajima@cc.kyoto-su.ac.jp

る要素を重視したものは少ない。そのため我々は先行研究において、ユーザが安全かつ楽しいと感じるウォーキングを支援することを目的とした周辺スポットの特徴を考慮したルート推薦手法を提案した [4]。しかし、このシステムではウォーキングにかかる所要時間を考慮しておらず、ユーザの隙間時間に合わせたウォーキング経路の推薦には対応できていなかった。

そこで本研究では、ユーザが隙間時間を利用して楽しいと感じるウォーキング経路推薦を推薦する手法を提案する。具体的には、ユーザが指定した時間内で楽しいと感じられるようなウォーキング経路を推薦するシステムを提案する。経路の推薦においては、ポジティブな経路とネガティブな経路を考慮し、自然が多くリラックスできる公園横の経路などポジティブな経路を優先的に提示する。一方で、交通量が多く排気ガスや騒音の問題が発生するネガティブな経路を回避することで、ユーザがウォーキングに積極的に取り組める環境を提供する。これにより、隙間時間を活用した運動機会の創出と、ユーザの運動促進に貢献することを目指す。

以下、2 章では関連研究との比較を述べ、3 章では提案手法について述べ、4 章では本手法の開発に向けた実験について述べ、5 章でまとめを述べる。

2. 関連研究

ウォーキング支援に関する研究は近年活発に行われている。その中でもウォーキング自体の楽しさを考慮したシステムはいくつか存在する。山内らの研究では、ユーザが安全かつ楽しいと感じるウォーキングを支援することを目的に、口コミや X のジオタグ付きポスト内容、交通情報、事故データを活用したルート推薦手法を提案している。山内らは、飲食店と観光スポットの口コミを分析し、評価値を算出するアルゴリズムを提案するとともに、それを基にしたウォーキング経路推薦システムを構築した。また、スポット評価を考慮した経路と最短経路を比較する実験を実施し、その有効性を示している [4]。しかし、ウォーキングルートの楽しさの向上に重点を置いている一方で、時間を考慮したルート推薦は実現されていない。

Daniele らは、二枚の写真を基にどちらが好ましいのかを判定し、歩行者がどの様な道を好むのかを機械学習させる。それにより、従来のナビの様に最短経路を推薦するだけでなく、綺麗に感じるルートを推薦している [5]。しかし、ユーザの日常生活における隙間時間を考慮したルート推薦には対応していない。美しさだけでなく、ユーザがウォーキングを実行しやすいタイミングや目的を考慮することは、実際にウォーキングを促進するためには重要である。

桑野らは、GPS 位置情報と心拍数を活用したウォーキング支援システムを提案し、運動の単調さを軽減するとともに、心拍数に基づいた運動負荷を調整することで運動を継

続しやすい仕組みを構築している [6]。しかし、このシステムは時間と目的地の制約や、環境的要因を考慮していない。本研究ではポジティブな経路を優先するルート推薦を通じて、ウォーキングそのものを楽しめる仕組みを目指す。

武藤らは、スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスを提案し、ウォーキングコースの見どころポイントや危険情報を共有機能で提供することで、ユーザが楽しくウォーキングできるようなシステムを検討している [7]。しかし、このシステムは交通情報や事故データなどの環境要因や、ユーザのウォーキング可能時間は考慮されていない。

Joy らは、歩行者の視点からカイロの街並みを歩きやすい場所にするための要素を考察し、良い歩行環境には利便性、安全性、清潔さが必要であることを明らかにした。さらに、歩行者が魅力的だと感じる自然の要素として、安全性、日陰、絵になる景観が重要であることを示した [8]。しかし、システム開発を行なっておらず、ルートの推薦は行っていない。

これらの研究は、ウォーキングそのものの楽しさを向上させる側面は重視している一方、ユーザの生活の中で実行可能な時間を考慮していない。本研究ではユーザの隙間時間を考慮したウォーキングルートの推薦を行うことで、ウォーキングを日常的に楽しむ仕組みを提供することを目指す。

3. 運動促進を目指した隙間時間ウォーキング経路推薦

3.1 提案手法の概要

本研究では、ユーザが日常生活の中で取り入れやすい隙間時間を活用し、運動促進を目指した隙間時間ウォーキング経路推薦手法を提案する。提案手法の概要を図 1 に示す。ユーザが指定した目的地とウォーキングに費やす時間を入力として受け取ると、システムは現在地と目的地の範囲内でユーザにとって危険度が高く、不快感を与えるネガティブエリアや、楽しく景観が良いと感じられるポジティブエリアを考慮したウォーキング経路を生成し、指定された時間に近い最適な経路の推薦を行う。また、推薦された経路上をウォーキングする際、気になるスポットを選択するとスポットの評価および口コミを提示する。

3.2 システム実装に向けた検討事項

提案システム実装のため主に以下の 2 項目の課題に取り組む。

各種データの収集

提案するウォーキング経路推薦システムを実現するために以下のデータを収集する。

- 地図情報およびスポットのレビュー：OpenStreetMap を使用し、道路の情報や歩道の位置、建物や施設の情

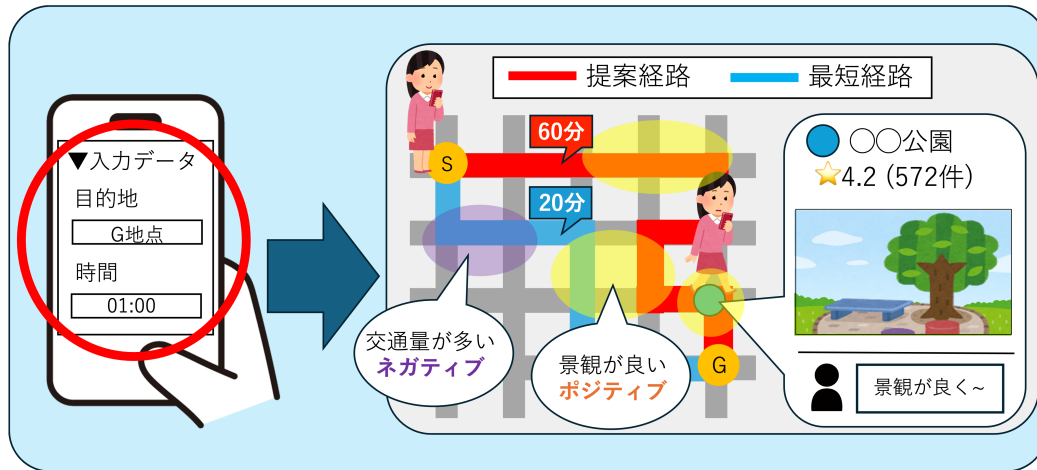


図 1 ウォーキング経路推薦の概要図

報を取得する。

- 治安情報 (自治体データ): 各都道府県警察の HP 上に掲載されている「犯罪・交通事故情報マップ」[9] から交通事故と犯罪発生件数を取得する。
- 交通情報 (国土交通省): 国土交通省の一般交通量調査結果 [10] より取得する。

ポジティブ、ネガティブなエリアの算出法の検討

ユーザがウォーキングを楽しむためには、経路上の環境や特性を考慮することが重要である。それら環境や特徴をポジティブエリア、ネガティブエリアと定義し、ウォーキング経路の算出を行う。

ポジティブエリアの例

- 日中の公園など自然を感じることができ、リラックスできる場所
- 一般的に歩きやすいと考えられる広い道
- 街頭が多く、明るい場所

ネガティブエリアの例

- 交通量が多く、排気ガスや騒音などの問題が発生する場所
- 交通事故が多発している場所
- 犯罪発生件数が多く、治安が悪いと考えられる場所

これらポジティブなエリアとネガティブなエリアを適切に評価し、区分する算出法が必要である。具体的には、地理情報や交通情報等を活用して各エリアの特性を数値化し、ポジティブ・ネガティブの指標を設計することを検討する。

3.3 システムの概要

本稿では、ユーザが隙間時間を活用して継続的にウォーキングを行えるよう支援するための経路推薦システムの構築について述べる。本システムは、Web ベースの地図アプリケーションとして構築されており、Google Maps API

と OpenStreetMap を使用した。

ユーザは、出発地点・目的地に加えて任意の中間地点である経由地を指定することができ、徒歩移動に適した経路が自動的に描画される。経路探索には、地図上の歩行可能なノード間に定義された接続情報をもとに、ダイクストラ法による最短経路計算を採用した。

本システムでは、描画された経路に基づき、総移動距離と所要時間（分速 80 メートル想定）を算出し、ユーザに提示する。これにより、ユーザは限られた時間内で実際に移動可能な経路を可視化できる仕組みとなっている。

今後は経路算出においてポジティブなエリアを優先し、ネガティブなエリアを回避するような経路推薦手法の導入を検討している。具体的には、ダイクストラ法を用い、ポジティブなエリアには低コストを、ネガティブなエリアには高コストを付与することで、最適経路の導出を可能にする。

4. 隙間時間ウォーキングの有効性および妥当性の調査

本研究では、提案手法の経路である隙間時間を活用したウォーキング経路（以下、提案手法の経路）の有効性および妥当性を評価することを目的として実験を行った。被験者には、同一の目的地に向かう 2 種類の経路（最短経路と提案手法の経路）を歩行してもらい、それぞれの経路における感情変化および主観的評価を比較した。被験者は 20 代の男女 15 名であり、日常生活に近い状況を再現するため、「20 分後に目的地で集合する」という時間制約を設定した。その上で、各経路を歩いてもらい、ウォーキングの前後にアンケートと日本語版 PANAS (Positive and Negative Affect Schedule) [11] を実施し、感情の変化や経路の印象を記録・分析した。

いずれの経路も、御園橋西詰交差点から西賀茂児童公園までを対象とし、3 章で提案した経路生成システムを用

表 1 日本語版 PANAS の構成要素と質問項目

構成要素	質問項目
ポジティブ (PA)	活気のある
	誇らしい
	強気な
	気合いの入った
	きっぱりとした
	わくわくした
	機敏な
	熱狂した
ネガティブ (NA)	びくびくした
	おびえた
	うろたえた
	心配した
	びりびりした
	苦悩した
	恥じた
	いらだった

いて作成した。最短経路は約 7.17 分、提案手法の経路は約 16.15 分の所要時間で設定されている。

4.1 実験手順

実験の手順を示す。被験者にはまず、ウォーキングに関する意識を把握するために、ウォーキング前アンケートと日本語版 PANAS を実施した。ウォーキング前アンケートは実験全体を通して最初の 1 回のみ行った。

その後被験者には「20 分後に目的地で集合する」という想定のもとで、最短経路または提案手法の経路のいずれか一方を歩行してもらった。目的地に到着した後は、集合時刻になるまでその場で待機し、時刻を確認した上で、ウォーキング後アンケートと日本語 PANAS を実施した。

続いて、もう一方の経路（最初に歩いていない経路）についても同様に「20 分後に目的地に集合する」という条件で歩行してもらい、到着後に待機してから再度ウォーキング後アンケートと日本語 PANAS を実施した。

4.2 分析手法

表 1 は日本語版 PANAS の構成要素と質問項目である。本研究では、最短経路と提案手法の経路の歩行が、被験者のポジティブ感情 (PA) およびネガティブ感情 (NA) に与える影響を評価するため、日本語版 PANAS のスコア変化量を分析した。変化量は、「ウォーキング後スコア - ウォーキング前スコア」として算出した。

ウォーキング前アンケートでは「ウォーキングは好きですか」の項目に 1 から 5 のリッカート尺度を用いて評価を行う。

ウォーキング後アンケートでは 2 種類の経路に対して「時間の有効活用ができたと感じた」、「気分転換になった」

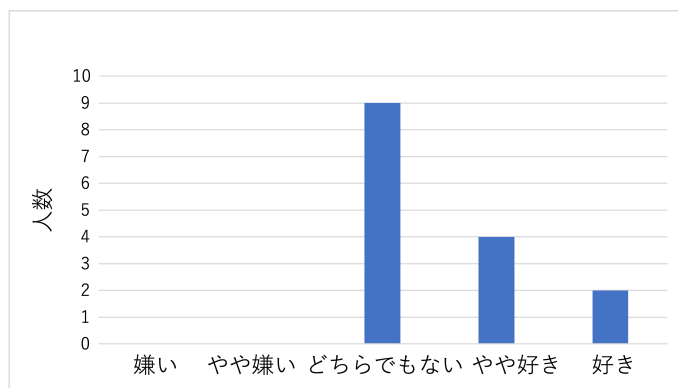


図 2 ウォーキングに対する好みの分布の結果

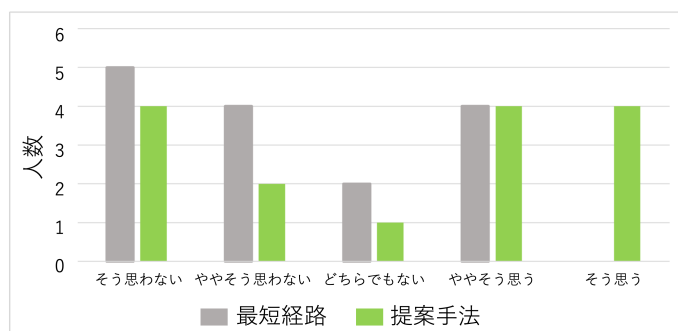


図 3 時間の有効活用に関する回答分布の比較

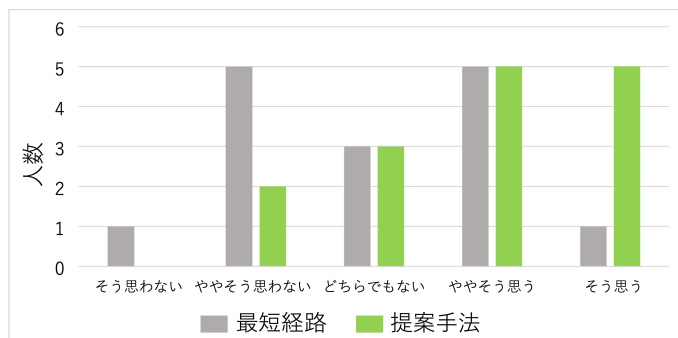


図 4 気分転換に関する回答分布の比較

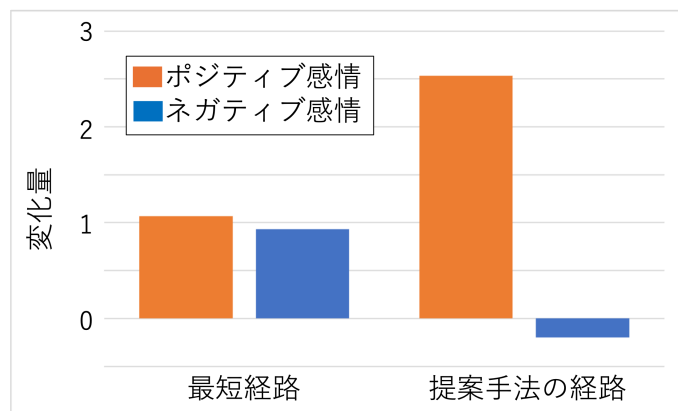


図 5 日本語版 PANAS を用いた感情変化の評価結果

の計 2 項目のそれぞれに 1 から 5 のリッカート尺度を用いて評価を行う。

4.3 分析結果

ウォーキング前アンケートの結果、ウォーキングに対する好みの分布を図2に示す。図2に示すように調査対象者の大半である9名がウォーキングに対して「どちらでもない」と回答しており、最も多くの割合を占めた。次いで「やや好き」が4名、「好き」が2名という結果であった。

ウォーキング後アンケートの結果、最短経路および提案手法の経路における「時間の有効活用ができたと感じた」の評価分布を図3に示す。図3より最短経路では「そう思わない」(5名)と「ややそう思わない」(4名)といった否定的な回答が合計9名を占め、被験者の大半が時間の有効活用を実感していない傾向が見られた。一方、「ややそう思う」は4名にとどまった。対照的に、提案手法の経路では「そう思わない」(4名)、「ややそう思わない」(2名)と否定的な回答も一定数あったものの、「ややそう思う」(4名)と「そう思う」(4名)といった肯定的な回答も合計8名と多く、最短経路と比較して時間の有効活用を実感した被験者が多いことが示唆された。特に「そう思う」と強く肯定する回答は、最短経路では0名であったのに対し、提案手法の経路では4名であった点が注目される。また、最短経路および提案手法の経路における「気分転換になった」の評価分布を図4に示す。図4から、最短経路における「気分転換になった」の評価は、「そう思わない」(1名)から「そう思う」(1名)まで広く分布しており、肯定的な評価(「ややそう思う」5名、「そう思う」1名)と否定的な評価(「そう思わない」1名、「ややそう思わない」5名)が混在する結果となった。これに対し、提案手法の経路では「そう思わない」と回答した被験者は0名であった。肯定的な評価である「ややそう思う」(5名)と「そう思う」(5名)が合計10名と過半数を占めており、被験者の多くが気分転換になったと評価したことがわかる。このことから提案手法の経路は最短経路に比べて、より気分転換に繋がりやすい可能性が示唆される。

日本語版 PANAS の結果から、まずデータが正規分布に従うかを確認するため、シャピロ・ウィルク検定を実施した。その結果、最短経路の PA ($p = 0.097$)、提案手法の経路の PA ($p = 0.4796$)、最短経路の NA ($p = 0.09147$)、提案手法の経路の NA ($p = 0.13$) の全てにおいて、 p 値が有意水準 0.05 を上回った。このことから、全てのデータが正規性を有していると判断した。正規性が確認されたため、最短経路と提案手法の経路の PA および NA の変化量を比較するために、対応のある t 検定を実施した。図5に、最短経路と提案手法の経路におけるポジティブ感情 (PA) とネガティブ感情 (NA) の変化量の平均値を示す。図5に示すように、ポジティブ感情の変化量の平均値は、最短経路が 1.066667 であったのに対し、提案手法の経路は 2.533333 と、提案手法の経路の方が大きな変化量を示した。しかし、対応のある t 検定の結果、最短経路と提案

手法の経路のポジティブ感情の変化量には統計的に有意な差は認められなかった ($p = 0.6259$)。これは、両経路間でポジティブ感情の有意な高まりに差がなかったことを示唆している。また、図5に示すように、ネガティブ感情の変化量の平均値は、最短経路が 0.9333333 であったのに対し、提案手法の経路は -0.2 であった。最短経路の平均変化量 0.9333333 は、ウォーキング後にネガティブ感情が増加したことを示唆している。対照的に、提案手法の経路の平均変化量 -0.2 は、ウォーキング後にネガティブ感情が減少したことを示唆している。したがって、最短経路ではネガティブ感情の増加が、提案手法の経路ではネガティブ感情の減少が認められた。しかし、対応のある t 検定の結果、最短経路と提案手法の経路のネガティブ感情の変化量にも統計的に有意な差は認められなかった ($p = 0.4864$)。この結果は、両経路間でネガティブ感情の有意な抑制に差がなかったことを示唆している。以上の分析結果から、本実験条件下においては、最短経路と提案手法の経路のいずれの歩行も、ポジティブ感情の有意な高まりやネガティブ感情の有意な抑制には繋がらず、また両経路間で感情変化に統計的な差は見られないことが示された。

4.4 考察

ウォーキング前アンケートの結果から、被験者のウォーキングに対する初期の意識は「どちらでもない」と回答した者が最多であり、全体としてウォーキングに強い好意を抱いているとは言い難い傾向が見られた。このことは、被験者がウォーキングに対して中立的な立場から実験に臨んでいたことを示しており、実験後に見られた感情や主観的評価の変化が、個人のもともとの好みによって左右されず、実験条件の影響によるものである可能性を高めている。

ウォーキング後アンケートにおける「時間の有効活用ができたと感じた」という項目に関して、最短経路において「時間の有効活用ができた」と回答した被験者が少なかったのは、目的地に早く到着した後の待機時間を有意義に過ごせなかったことが影響していると考えられる。特に、多くの被験者は待機中にスマートフォンを見るなどの受動的行動に終始しており、結果として「時間を持て余した」と感じた可能性が高い。一方、提案手法の経路では歩行に時間を要するため、目的地到着時点でちょうど集合時刻となり、長時間の待機時間が発生しなかった。このように、行動の連続性や時間密度が、主観的な「時間の有効活用感」に大きく影響していた可能性がある。さらに「気分転換になったか」という項目に対しては、最短経路では肯定・否定の両方の回答が混在し、気分転換効果が限定的であったことが示唆される。これは、最短経路では、歩行中に心身をリフレッシュする余地が少ないことによると考えられる。一方で、提案手法の経路は、歩行時間が長く、変化に富んだ経路であったことから、より高い気分転換効果が得られた

可能性が高い。

日本語版 PANAS によるポジティブ感情 (PA) およびネガティブ感情 (NA) の変化量について、最短経路および提案手法の経路の間に有意な差は確認されなかった。これは、両経路が被験者の感情状態に統計的に同程度の影響を与えた、あるいはどちらの経路も感情に有意な変化をもたらさなかった可能性を示す結果である。グラフ上では、提案手法の経路の方がポジティブ感情の平均値がやや高い傾向がみられたが、有意差が認められなかったことから、その差は偶然による可能性が否定できない。これにより、ウォーキング後アンケートで示された「時間の有効活用感」や「気分転換」といった主観的な認識と、PANAS が測定する基礎的な感情変化との間に乖離がある可能性が示唆される。

このような乖離が生じた要因としては、被験者数が 15 名と比較的少なく、統計的検出力が十分でなかった可能性が考えられる。また、ウォーキングの実施時間が 20 分程度と短時間であったことも、感情変化の顕在化を妨げた一因となった可能性がある。今後は、被験者数を増やすとともに、より長時間のウォーキングや多様な属性をもつ対象者に対する検証が求められる。

5. まとめ

本研究では、日常生活における隙間時間を活用し、運動促進を目的としたウォーキング経路推薦手法を開発した。ユーザが指定した目的地と歩行可能時間に基づき、景観や安全性などの要素を考慮したポジティブなエリアを通る経路を生成することで、ウォーキングを単なる移動手段から快適で楽しい体験へと転換することを目指した。実験では、最短経路と提案手法の経路を比較し、感情変化および主観的評価を分析した。PANAS による感情変化に統計的な差は見られなかったものの、「気分転換」や「時間の有効活用感」といった肯定的な主観的評価が得られたことから、提案手法がウォーキング体験の質を高める可能性が示された。今後は、ポジティブエリアを通過する経路の算出に取り組むことで、ウォーキングの快適性と楽しさをさらに向上させることを目指す。また、対象者の属性や歩行時間のさらなる多様化を図ることで、提案手法の有効性をより広範に検証していく。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費（課題番号：23K24955）および京都産業大学先端科学技術研究所（人間情報学研究センター）共同研究プロジェクト（M2301）の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

[1] 厚生労働省. 健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023. <https://www.mhlw.go.jp/content/001194020.pdf>,

- 2023.
- [2] World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance, 2020. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [3] 文部科学省. スポーツの実施状況等に関する世論調査. <https://www.mhlw.go.jp/content/001194020.pdf>, 2023.
- [4] 山内克之, Panote Siriaraya, 栗達, 河合由起子, 中島伸介. 周辺スポットを考慮したウォーキング経路推薦手法の評価. In *DEIM Forum 2023*, pp. 5c-7-1, 2023.
- [5] Daniele Quercia, Rossano Schifanella, and Luca Maria Aiello. "the shortest path to happiness : Recommending beautiful, quiet, and happy routes in the city". HT' 14 Proceedings of the 25th ACM conference on Hypertext and social media, pp. 116-125, 2014.
- [6] 桑野優基, 伊藤淳子, 宗森純ほか. 位置情報と心拍数を利用した運動継続支援システムの開発. 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス & システム (CDS), Vol. 3, No. 1, pp. 1-9, 2013.
- [7] 武藤武, 佐々木喜一郎, 安田孝美. スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスの検討. 情報処理学会第 76 回全国大会, pp. 6V-5, 2014.
- [8] Joy Magdy, Rania Rushdy Moussa, and Usama Konbr. "an investigation into the causes of pedestrians' walking difficulties in cairo streets". In *Architectural Engineering*, p. 41, 2022.
- [9] 京都府警察. 犯罪・交通事故情報マップ. https://www.pref.kyoto.jp/fukei/crime_accident_map.html.
- [10] 国土交通省. 令和 3 年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査結果の概要について. <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001617487.pdf>.
- [11] 佐藤徳, 安田朝子. 日本語版 panas の作成. 性格心理学研究, Vol. 9, No. 2, pp. 138-139, 2001.