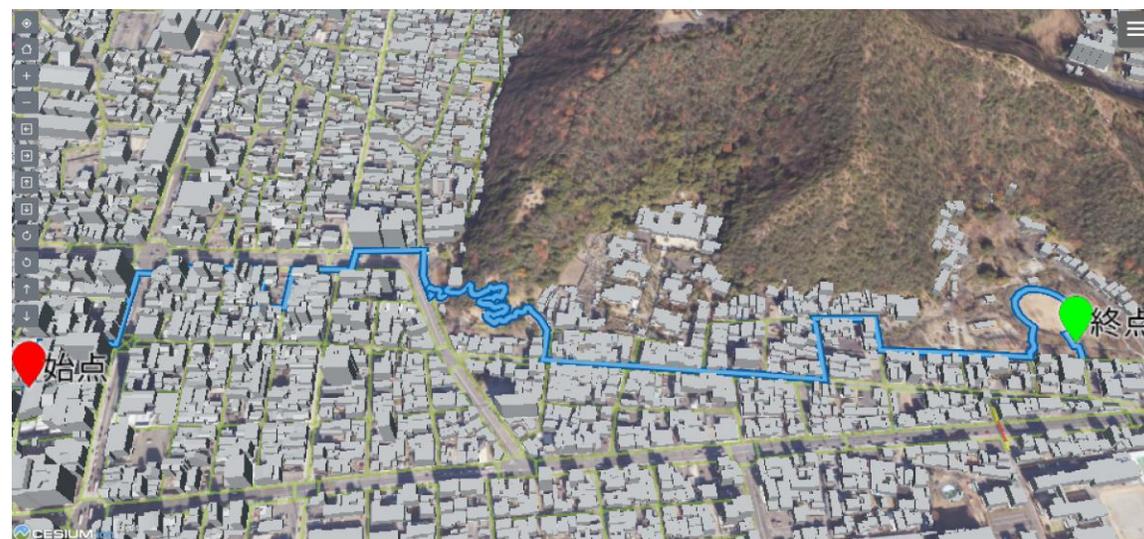
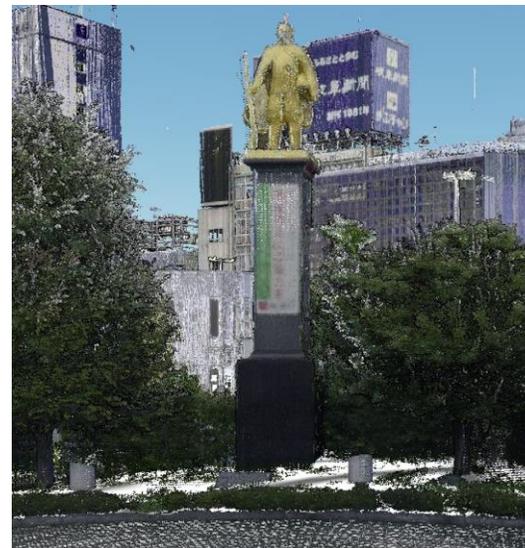


まちなかウォーキングのための健康アプリ 技術検証レポート

Technical Report for the Development of Wellness Application to Encourage Walking.



PLATEAU
by MLIT



目次

I. 実証概要	2		
1. 全体概要	3		
2. 実施体制	5		
3. 実証エリア	6		
4. スケジュール	7		
II. 実証技術の概要	8		
1. 活用技術	9		
2. Bootstrap (Webフレームワーク)	10		
3. Cesium (3D地図)	11		
4. Gdal2tiles.py (タイル生成)	12		
5. LAStools (点群変換ツール)	13		
6. PgRouting (ルート探索機能)	14		
7. PostGIS (地理空間機能)	15		
8. Proj4.js (座標系変換)	16		
9. turf.js (空間解析)	17		
III. 実証システム	18		
1. 実証フロー	19		
2. 業務要件	20		
3. アーキテクチャ全体図	21		
		4. システム機能	23
		5. アルゴリズム	27
		6. データ	41
		① 活用データ	46
		② データ処理	61
		③ 出力データ	64
		7. ユーザインタフェース	66
		8. システムテスト結果	89
		IV. 実証技術の検証	95
		1. 開発アプリケーションの検証	96
		2. 第1回イベント	97
		3. 第2回イベント	109
		4. 検証結果まとめ	119
		V. 成果と課題	121
		1. 今年度の実証で得られた成果	122
		① 3D都市モデルによる技術面での優位性	122
		② 3D都市モデルによる政策面での優位性	123
		2. 今後の取り組みに向けた課題	124
		用語集	125

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (1/2)

本実証の全体概要を以下に示す。

ユースケース名	まちなかウォーキングを促進する健康アプリの開発
実施場所	岐阜県 岐阜市
目標・課題 ・創出価値	<p>岐阜市では、いかに健康である期間を長く保つかという健康寿命を延ばすことが重要として「スマートシティぎふ推進プロジェクト」を推進している。</p> <p>本業務ではスマートシティぎふ推進プロジェクトと整合した「クアオルト健康ウォーキング(※)」をテーマに選定し、健康づくりの気づきやウォーキングに対する意識啓発を促すソリューション開発を目指す。</p>
ユースケース の概要	<p>3D都市モデルを活用した健康アプリのプロトタイプ開発と実証</p> <ol style="list-style-type: none"> 3D都市モデルやユーザー属性情報を活用したウォーキングコースをおすすめ（以下、レコメンド）するアプリとウォーキング結果をフィードバックするアプリのプロトタイプの開発。 岐阜市民を対象としたクアオルト健康ウォーキングの実証及びアンケートによる効果確認。

※クアオルト健康ウォーキングについて

ドイツのクアオルト（療養地）で用いられているウォーキングによる運動療法を基に考案された健康づくりのためのウォーキング方法。

路面の勾配や変化を活用し、適度に運動負荷を上げた状態でウォーキングを行う点が特徴。運動負荷は心拍数（脈拍数）で判断する。

クアオルト健康ウォーキングでは160－年齢（例：40歳なら心拍数が100）となる心拍数が最適な負荷の状態であるとし、その心拍数を20分程度継続することが理想とされている。

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (2/2)

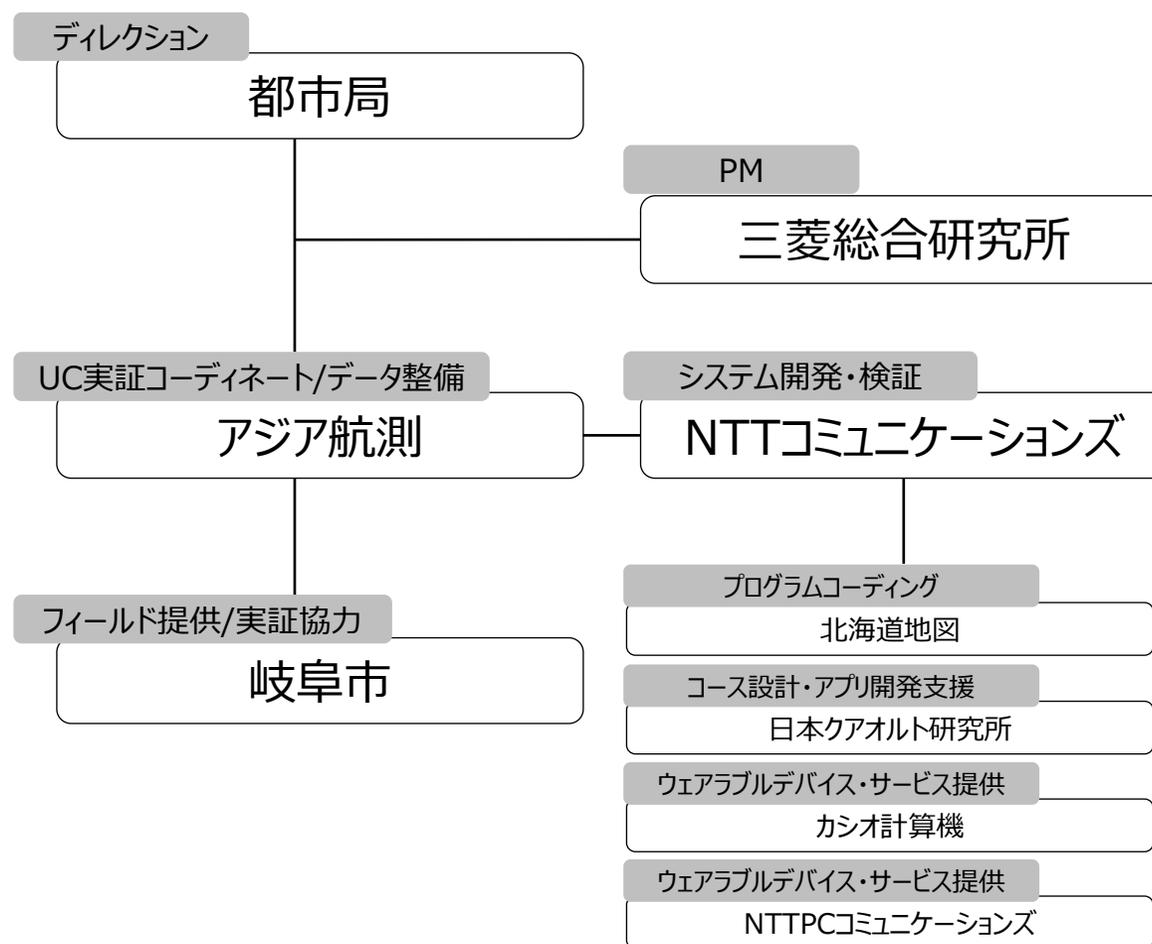
実証仮説	3D都市モデルを活用した健康アプリを開発し、クアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れたウォーキングコースのレコメンドや、ウォーキング結果の運動負荷をグラフィカルにフィードバックすることで、岐阜市民の健康意識向上につながるのではないかと。
検証ポイント	<ul style="list-style-type: none">①健康アプリがもたらす市民の健康意識への影響と、ウォーキングに対する啓発効果の検証<ul style="list-style-type: none">・アンケートによる意識変化の確認 ②開発した健康アプリのアルゴリズムの妥当性や実用性の検証<ul style="list-style-type: none">・日本クアオルト研究所による認定コースとの比較・取得したバイタルデータの分析による運動効果の確認 ③実装に向けたUI/UXの評価<ul style="list-style-type: none">・アンケートやインタビューによるアプリのUI/UXに関する意見収集と改善検討・対応

I. 実証概要 > 2. 実施体制

実施体制

本実証の実施体制を下記表に示す。

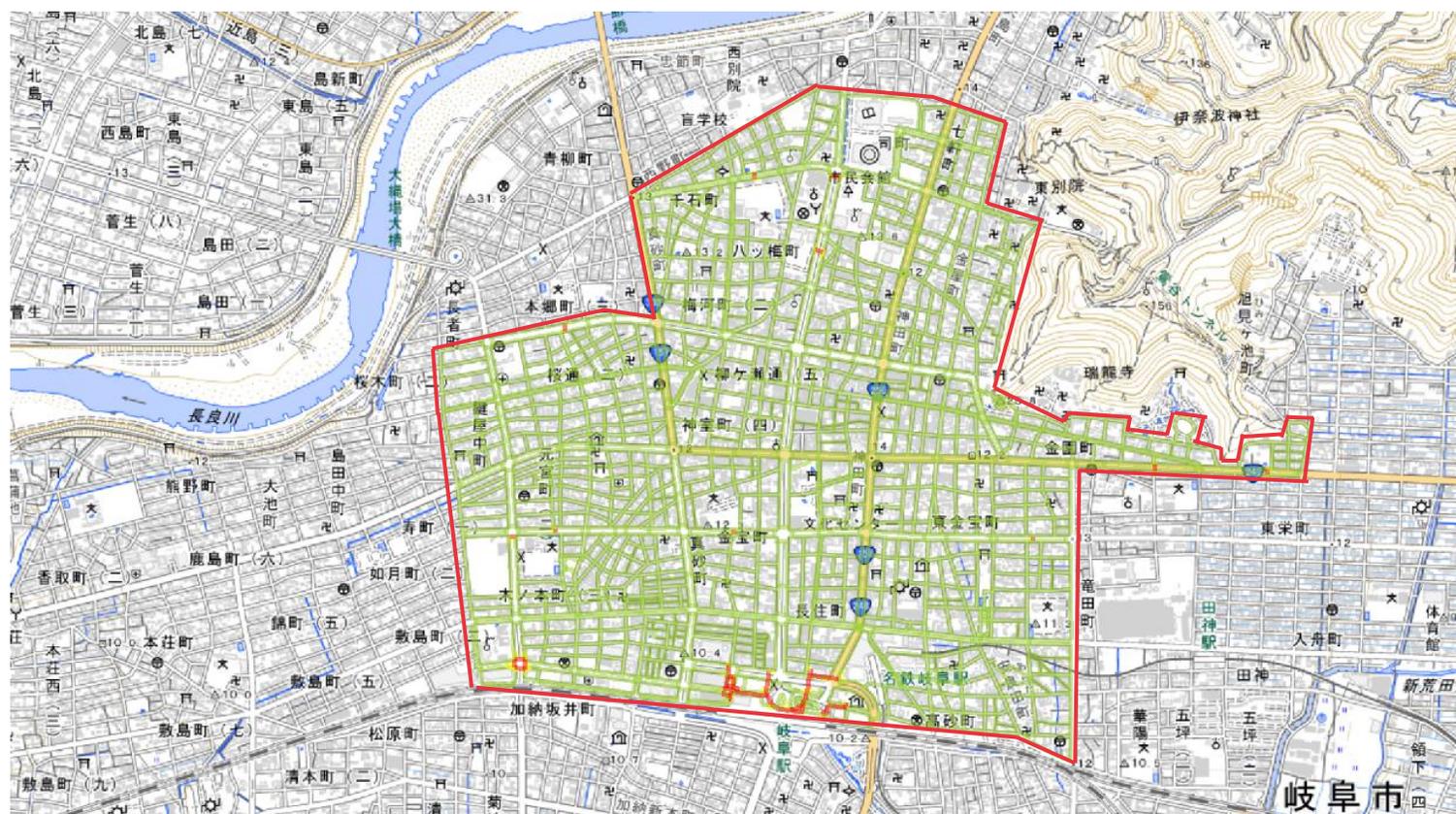
主体	役割
アジア航測	<ul style="list-style-type: none"> ユースケース実証に係る連絡・調整 LOD3道路モデル整備 歩行者空間ネットワークデータ整備 点群データ撮影
NTTコミュニケーションズ	<ul style="list-style-type: none"> 健康アプリ プロトタイプ開発 UC実証
北海道地図	<ul style="list-style-type: none"> プログラムコーディング
日本クアオルト研究所	<ul style="list-style-type: none"> コース設計・アプリ開発支援 実証結果評価
カシオ計算機	<ul style="list-style-type: none"> ウェアラブルデバイス バイタルデータ取得サービス提供
NTTPC コミュニケーションズ	<ul style="list-style-type: none"> ウェアラブルデバイス バイタルデータ取得サービス提供
岐阜市	<ul style="list-style-type: none"> フィールド提供 フィールド実証協力 市民向けイベント実証開催協力
三菱総合研究所	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト全体のマネジメント 都市局とのコーディネート



I. 実証概要 > 3. 実証エリア 実証エリア

本実証の実証エリアを以下に示す。

岐阜県 岐阜市 (面積: 3.7km²)



実証エリア
(歩行空間ネットワークデータ作成範囲)

出典: 国土地理院

I. 実証概要 > 4. スケジュール スケジュール

本実証の実施スケジュールを以下に示す。

実施事項	令和4年										令和5年		
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1.計画準備		→											
2.3D都市モデルを活用した社会的課題 解決型ユースケース開発の検討			→	→									
3.社会的課題解決型ユースケース開発の 実証計画の策定			→	→									
4.3D都市モデルを活用したユースケース開発の実証													
4-1.道路モデル/点群データ等整備													
4-2.システム開発													
4-3.ユースケース開発の実証													
5.事業成果とりまとめ													
6.関係者協議													
			★実施計画			★要件定義			★アプリレビュー				★成果確認

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

Ⅱ. 実証技術の概要 > 1. 活用技術 活用技術 | 一覧

本実証で開発した技術・ソフトウェアの概要を以下に示す。

活用技術	内容
Bootstrap (Webフレームワーク)	再利用性の高いWebパーツや、レイアウトのデザインを整える機能を備えたフレームワーク
Cesium (3D地図)	3D都市モデルビューワ上に、データを描画するためのライブラリ
Gdal2tiles.py (タイル生成)	空中写真の画像ファイルを、タイル形式のファイルへ変換するPythonスクリプト
LAStools (点群変換ツール)	LiDAR等にて撮影した点群データを、地図表示可能なデータ形式に変換するツール
PgRouting (ルート探索機能)	PostgreSQLデータベースにルート探索機能を追加する拡張機能
PostGIS (地理空間機能)	PostgreSQLデータベースで地理空間情報を扱えるようにする拡張機能
Proj4.js (座標系変換)	ポイント座標をある座標系から別の座標系に変換するJavaScriptライブラリ
turf.js (空間解析)	空間解析に使用されるJavaScriptライブラリ

Ⅱ. 実証技術の概要 > 2. Bootstrap (Webフレームワーク)

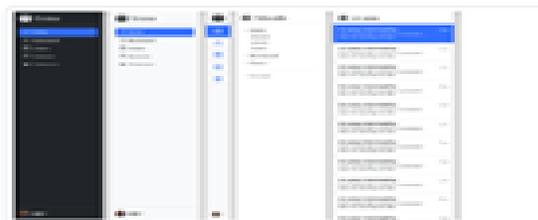
Bootstrap (Webフレームワーク)

Bootstrap (Webフレームワーク) の概要を以下に示す。

概要

項目	内容
名称	Bootstrap (Webフレームワーク)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 再利用性の高いWebパーツや、レイアウトのデザインを整える機能を備えたフレームワーク
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> Bootstrapの主な機能は、様々な表示コントロールやレスポンシブWebデザインに対応すること、また、グリッドシステムを提供しており、ページ内の要素を簡単に配置することができる。
利用する機能	WEB上のレイアウト調整、ボタン配置、入力欄、ポップアップ表示等

ソフトウェアイメージ (※1)



Sidebars

Common navigation patterns ideal for offcanvas or multi-column layouts.



Footers

Finish every page strong with an awesome footer, big or small.



List groups

Extend list groups with utilities and custom styles for any content.



Modals

Transform modals to serve any purpose, from feature tours to dialogs.

※1 参考資料) Build fast, responsive sites with Bootstrap (2022年)

<https://getbootstrap.com/>

Ⅱ. 実証技術の概要 > 3. Cesium (3D地図)

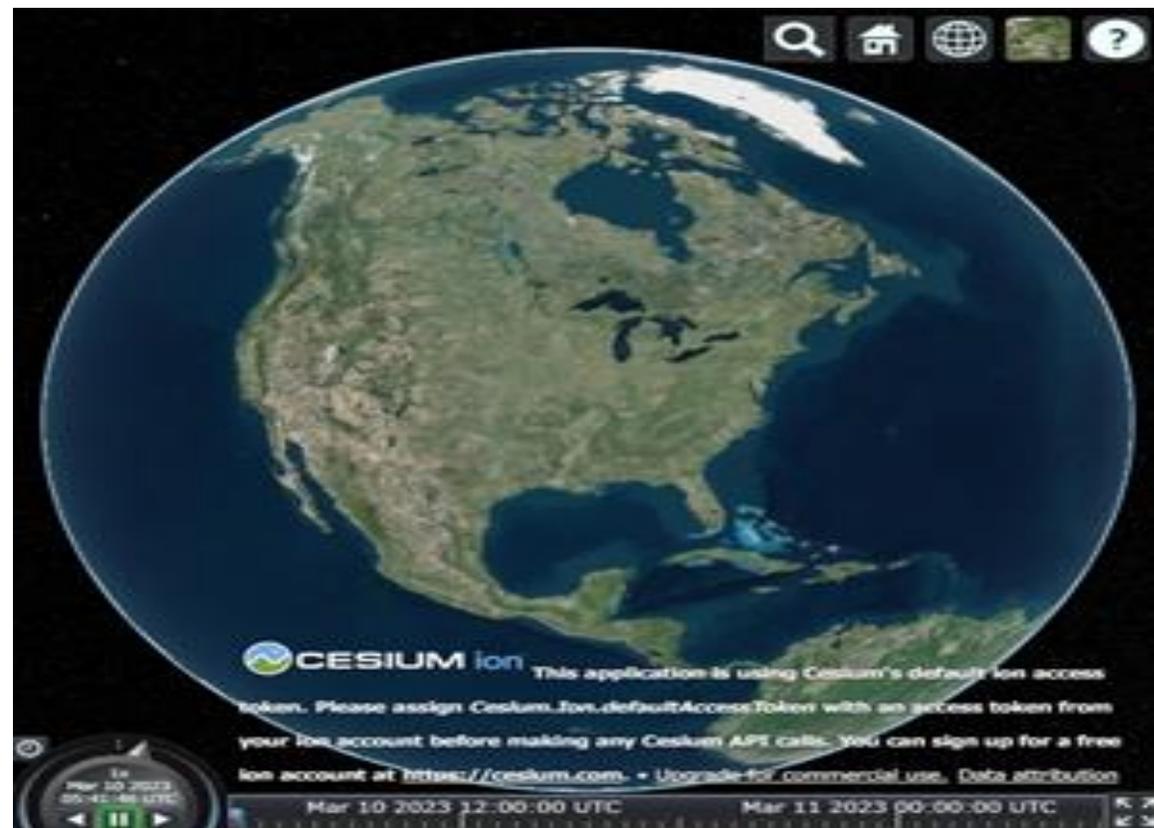
Cesium (3D地図)

Cesium (3D地図) の概要を以下に示す。

概要

項目	内容
名称	Cesium (3D地図)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルビューワ上に、データを描画するためのライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 3D地物や地形のデータを読み込んで表示ができること、時系列のデータを表示する機能があり分析や解析も行うことができる。 また、CesiumJS単体でも3Dデータを表示することができるほか、Cesium ionから配信された3DTilesを描画することもできる。
利用する機能	3Dビューワ上に地形や建物等を描画

ソフトウェアイメージ (※1)



※1 参考資料) CESIUMJS (2022年)
<https://cesium.com/platform/cesiumjs/>

Ⅱ. 実証技術の概要 > 4. Gdal2tiles.py (タイル生成)

Gdal2tiles.py (タイル生成)

Gdal2tiles.py (タイル生成) の概要を以下に示す。

概要

項目	内容
名称	Gdal2tiles.py (タイル生成)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 空中写真の画像ファイルを、タイル形式のファイルへ変換するPythonスクリプト
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> ラスターデータセットから小さなタイルとメタデータを含むディレクトリを生成するユーティリティである。入力ファイルは様々な形式のラスターデータセットをサポートしている。たとえば、GeoTIFF情報やTFWが含まれる画像ファイルやHFA Erdas Imagine (.img)ファイルなどが挙げられる。出力形式は、PNG、WEBP、JPEG等。
利用する機能	空中写真の画像ファイルをアプリ上で表示可能な形式に変換

ソフトウェアイメージ (※1)



The screenshot shows the GDAL documentation page for the `gdal2tiles.py` program. It includes a search bar, a download button, and a list of programs. The synopsis for `gdal2tiles.py` is as follows:

```
gdal2tiles.py [-p profile] [-r resampling] [-s srs] [-z zoom]
              [-e] [-a nodata] [-v] [-q] [-h] [-k] [-n] [-w url]
              [-w webviewer] [-t title] [-c copyright]
              [--processes=NB_PROCESSES] [--mpi] [--xyz]
              [--tilesize=PIXELS] [--tmscompatible]
              [-g googlekey] [-b bingkey] input_file [output_dir] [COMMON_OPTIONS]
```

※1 参考資料) GDAL documentation » Programs » gdal2tiles.py (2023年)
<https://gdal.org/programs/gdal2tiles.html>

II. 実証技術の概要 > 5. LAStools (点群変換ツール)

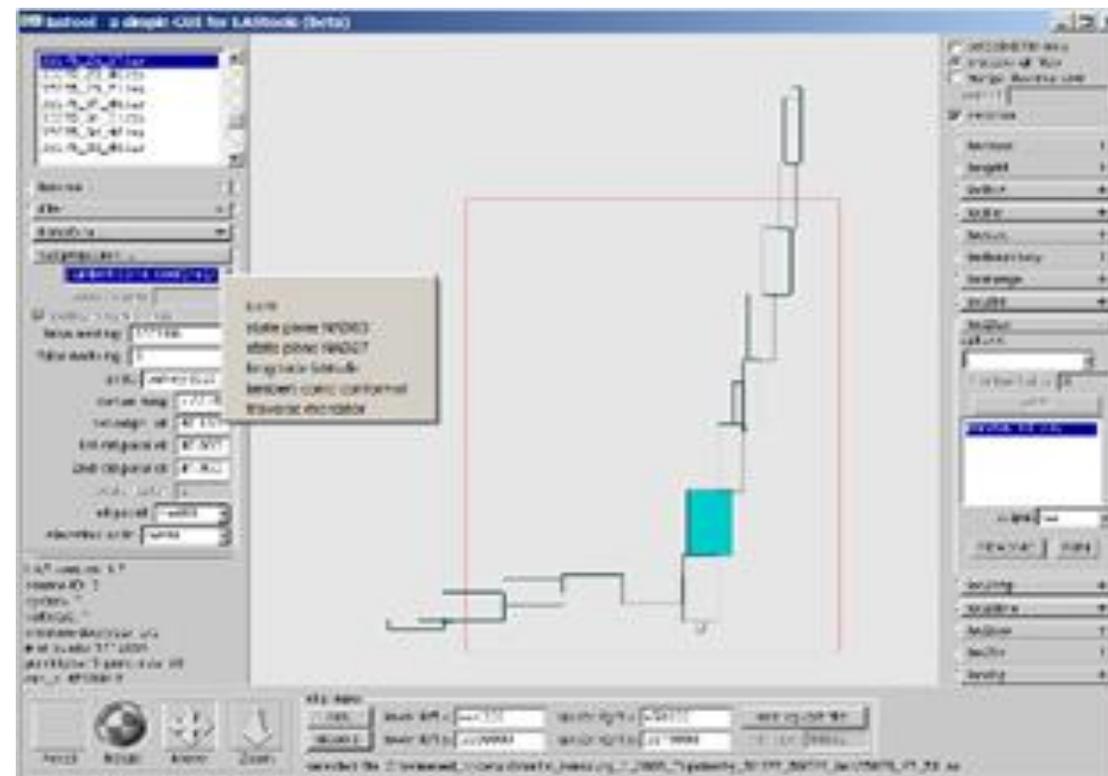
LAStools (点群変換ツール)

LAStools (点群変換ツール) の概要を以下に示す。

概要

ソフトウェアイメージ (※1)

項目	内容
名称	LAStools (点群変換ツール)
概要	<ul style="list-style-type: none"> LiDAR等にて撮影した点群データを、地図表示可能なデータ形式に変換するツール
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 高速なLiDARデータ処理に適したツールとして知られている。LiDARデータを分類、タイル化、変換、フィルタリング、ラスタ化、三角形化、等高線化、クリップおよびポリゴン化するためのツールのコレクションである。出力も多数の種類をサポートしており、ベクターファイルやCSVファイル、Digital Terrain Model等に対応。
利用する機能	撮影した点群データをアプリ上で表示可能な形式に変換



※1 参考資料) LAStools: award-winning software for rapid LiDAR processing (2020年)
https://www.cs.unc.edu/~isenburg/lastools/download/pics/lastool_proj.png

Ⅱ. 実証技術の概要 > 6. PgRouting (ルート探索機能)

PgRouting (ルート探索機能)

PgRouting (ルート探索機能) の概要を以下に示す。

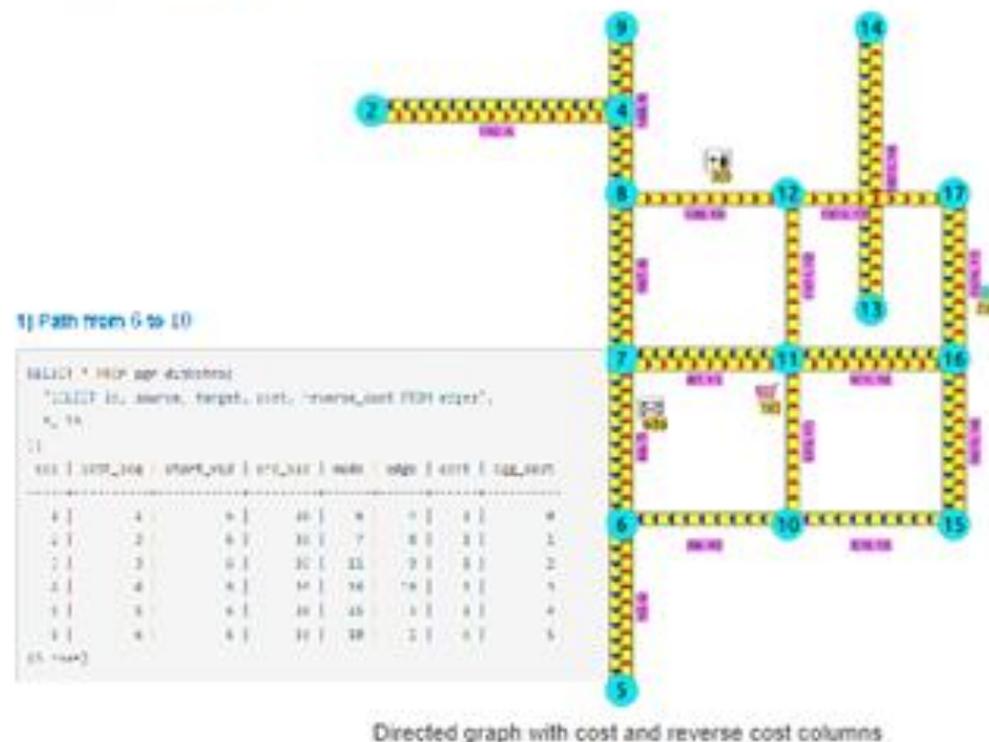
概要

項目	内容
名称	PgRouting (ルート探索機能)
概要	<ul style="list-style-type: none"> PostgreSQLデータベースにルート探索機能を追加する拡張機能
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> pgRoutingの主な機能には、全点对間最短経路探索、最短経路探索、双方向最短経路探索などがある。これらの機能は、ジョンソンのアルゴリズムやワーシャル-フロイド法、A*アルゴリズムやダイクストラ法を使用して実現されている。pgRoutingは、GIS (地理情報システム) 分野で広く使用されており、道路ネットワーク分析や巡回セールスマン問題などに応用できる。
利用する機能	WEBアプリ上での経路探索

※1 参考資料) pgRouting Manual v3.5.0 pgr_dijkstra (2022年12月)
https://docs.pgRouting.org/latest/en/pgRouting_dijkstra.html

ソフトウェアイメージ (※1)

For directed graphs with `cost` and `reverse_cost` columns



II. 実証技術の概要 > 7. PostGIS (地理空間機能)

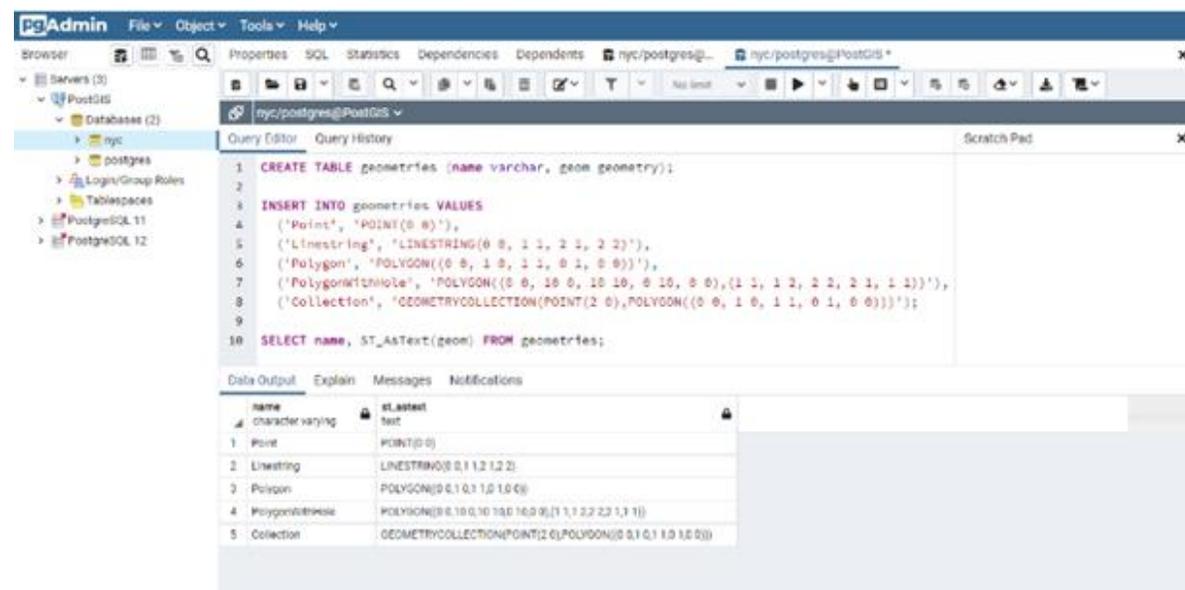
PostGIS (地理空間機能)

PostGIS (地理空間機能) の概要を以下に示す。

概要

ソフトウェアイメージ (※1)

項目	内容
名称	PostGIS (地理空間機能)
概要	<ul style="list-style-type: none"> PostgreSQLデータベースで地理空間情報を扱えるようにする拡張機能
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> PostgreSQLの拡張機能であり、GISオブジェクトを格納することができる。PostGISにより専用のデータ型が追加され、緯度経度による位置を持った地点や経路線、領域などの要素を格納することができる。
利用する機能	道路ネットワークデータをデータベースに格納



※1 参考資料) Introduction to PostGIS (2023年2月)
<https://postgis.net/workshops/postgis-intro/geometries.html>

Ⅱ. 実証技術の概要 > 8. Proj4.js (座標系変換)

Proj4.js (座標系変換)

Proj4.js (座標系変換) の概要を以下に示す。

概要

項目	内容
名称	Proj4.js (座標系変換)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ポイント座標を、ある座標系から別の座標系に変換するJavaScriptライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> proj4.jsは、JavaScriptライブラリであり、座標系を変換するために使用される。ある座標参照システムから別の座標参照システムへの点変換を提供し、データ間の変換も含まれる。例：日本測地系から世界測地系への変換
利用する機能	地図描画で利用するデータ (点群) の位置調整

ソフトウェアイメージ (※1)

```

JS test_.js ×
JS test_.js
1  /* 測地系リストの追加 */
2  proj4.defs([
3    ["EPSG:4301", // 東京測地系/日本測地系 SRID=4301
4      "+proj=longlat +ellps=bessel +towgs84= \
5        -146.414,507.337,680.507,0,0,0,0 +no_defs"
6    ]
7  ]);
8
9  /**
10 * tokyo2world(日本測地系から世界測地系に変換)
11 * @param {lon} num - 日本測地系の経度
12 * @param {lat} num - 日本測地系の緯度
13 * @return {array} 0: 世界測地系の経度 1: 世界測地系の緯度
14 */
15 function tokyo2world(lon, lat) {
16   var ret = proj4("EPSG:4301", "EPSG:4326", [lon, lat]);
17   return ret;
18 }
19 var ans = tokyo2world(135.0, 40);
20 console.log(ans[0], ans[1]);
21
  
```

※1 参考資料) JavaScriptでPROJ4JSを用いて旧日本測地系 (SRID=4301) から世界測地系(SRID=4326)へ測地系変換 (2018年01月)

<https://qiita.com/takahi/items/85732f577820d8f76b3e>

Ⅱ. 実証技術の概要 > 9. turf.js (空間解析)

turf.js (空間解析)

turf.js (空間解析) の概要を以下に示す。

概要

項目	内容
名称	turf.js (空間解析)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 空間解析に使用されるJavaScriptライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 高機能なJavaScriptのWeb地図用GIS演算ライブラリである。空間演算、GeoJSONデータ作成用のヘルパー関数、データ分類・統計ツール、ポイントやポリゴンなどの地理的特徴のコレクションを扱える。座標間の距離を計算したり、地図上で線分やポリゴンを描画したりすることができる。
利用する機能	地図上で選択された2地点間の距離計算

※1 参考資料) Turf.jsを使用して地球上の2点間の距離を計測する(2019年9月)
<https://qiita.com/topopict/items/c5661b48aa705d289cce>

ソフトウェアイメージ (※1)

```

JS test_js  X
JS test_js
1  index.js
2  // turf.js呼び出し
3  const { point } = require('@turf/helpers')
4  const distance = require('@turf/distance').default
5
6  //[経度, 緯度] 東京駅
7  const from = point([139.766765, 35.681283]);
8  //[経度, 緯度] 名古屋駅
9  const to = point([136.881695, 35.170406]);
10 // degrees, radians, miles, kilometersが指定可能
11 const options = { units: 'kilometers' };
12
13 const result = distance(from, to, options);
14 console.log(result) // 267.50358367757696
  
```

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題



Ⅲ. 実証システム > 1. 実証フロー 実証フロー

3D都市モデルやユーザー属性情報を活用したウォーキングコースをレコメンド及びウォーキング結果をフィードバックするアプリを作成する。また、作成したアプリを市民に利用させ、使用感をヒアリングすることでその有用性を確認する。

データ収集

- 対象となる範囲の歩行空間ネットワークデータ及び点群データを収集し、開発するアプリの入力データとする。

システム開発

- 歩行空間ネットワークデータに対して、クアオルト健康ウォーキングを加味した重みづけ設定を行う。
- ダイクストラ法を用いたレコメンド結果を確認し、アルゴリズムの見直しを行う。
- 策定された重みづけと新アルゴリズムを利用して得られたレコメンド結果の評価を行う。
- アプリ上に様々な描画方法（ウォークスルー、点群等）を実装する。
- ユーザがウォーキングした軌跡に沿ったバイタルデータを分析し、アプリ上で可視化する。

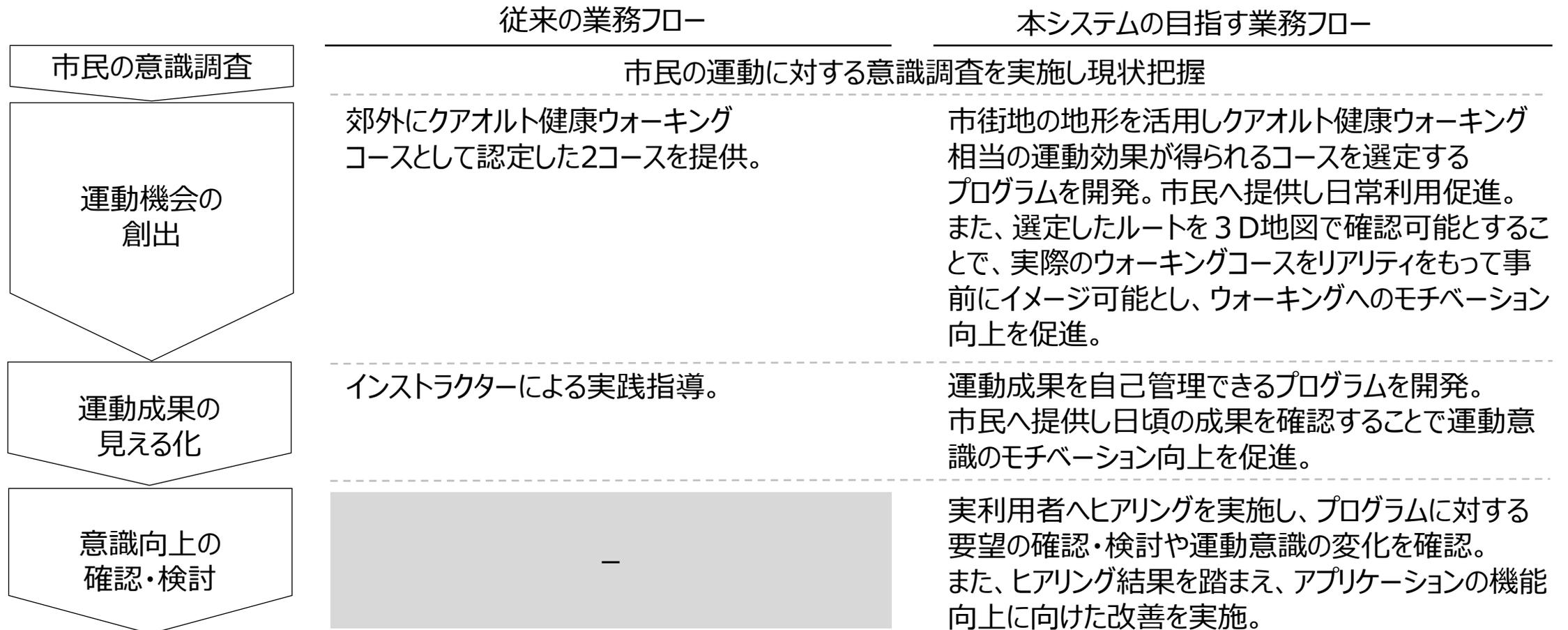
ユーザ実証

- クアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れて開発したWebアプリケーションを実際に利用し、アプリの使い勝手や歩行に対する意欲の変化がどの程度あるのかの実体験を通じて、アプリの改善や有効性の検証を行う。
 - 岐阜市在住のユーザ：20代～50代 継続利用 1か月
 - 岐阜市在住のユーザ：50代～80代 単発イベント 1日

Ⅲ. 実証システム > 2. 業務要件

業務要件

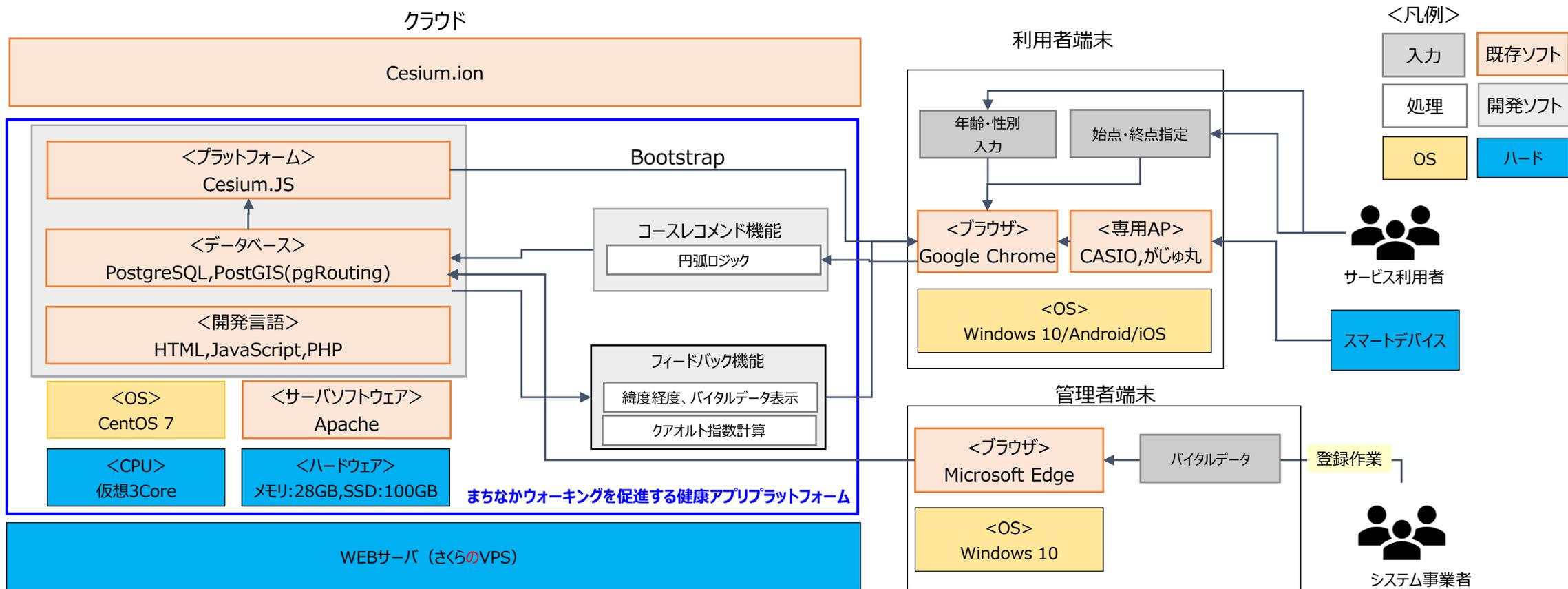
岐阜市では未来にわたり持続可能な都市を目指し、健康上の問題がない期間である「健康寿命」を延ばすことを課題とし、その対策として「スマートシティぎふ推進プロジェクト」の中で「クアオルト健康ウォーキング」を推進する。



Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図

システムアーキテクチャ全体図

システムアーキテクチャの全体像を下図に示す。

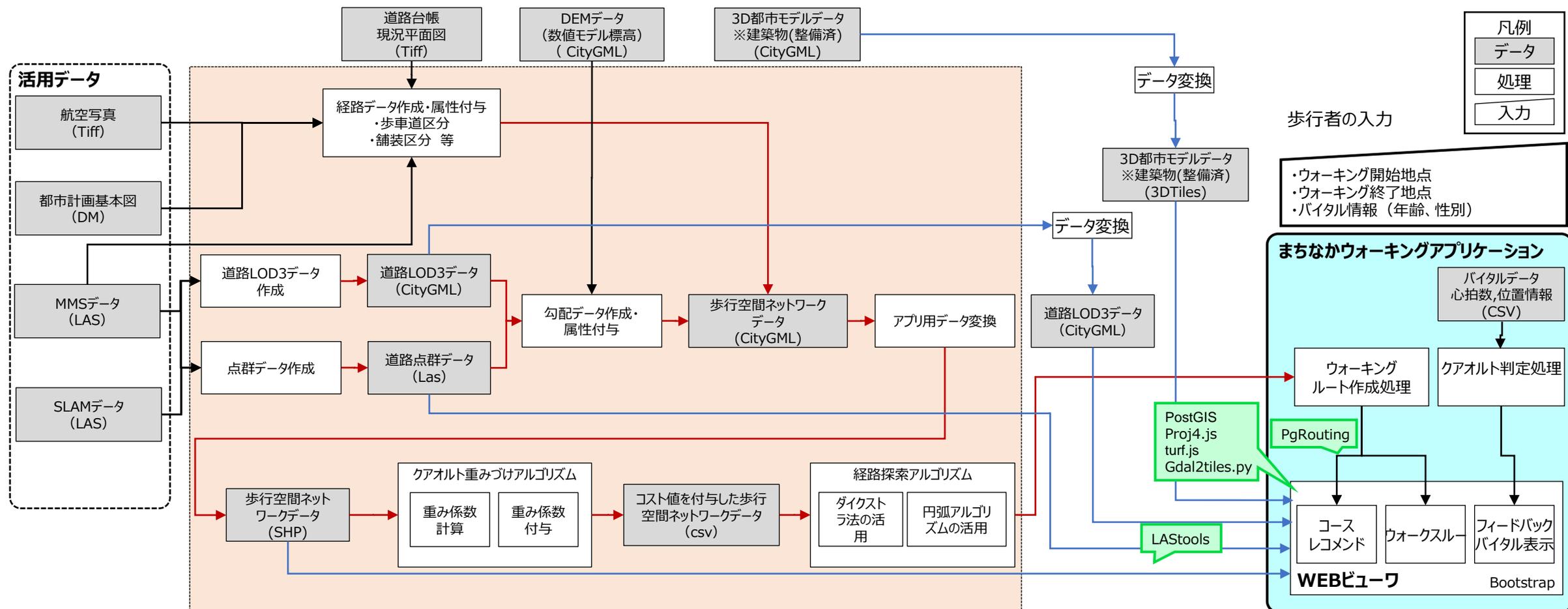




Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図

データアーキテクチャ全体図

データアーキテクチャの全体像を下図に示す。



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能

下記の業務機能について実装する。

項目	内容	本機能を活用する処理	使用アーキテクチャ
1. パーソナルデータ入力機能	利用者の年齢・性別・身長を入力を行う。 データベースにデータを登録する。	パーソナルデータ設定	HTML, JavaScript, PHP
2. ウォーキングコースの開始地点と終了地点の指定機能	3D都市モデルを利用し、ウォーキングコースの開始地点と終了地点の指定を行う。	緯度、経度、標高設定	Cesium
3. レコメンド機能	指定された始点終点に応じてクアオルト健康ウォーキングで推奨される運動強度・ウォーキング距離（時間）となるコースをレコメンドする。レコメンドするにあたり、歩行空間ネットワークデータにクアオルト健康ウォーキングの要素で重み付けを行ったデータを付加し、クアオルト健康ウォーキングで推奨される運動強度・ウォーキング距離（時間）となるコースのレコメンドを行う。	重み付け設定 ルート探索 描画処理	PostgreSQL PostGIS (pgRouting)
4. ウォークスルー機能	レコメンドされたウォーキングコースを3D都市モデルを利用し描画する。	描画処理	Cesium
5. バイタルデータアップロード機能	ウェアラブル端末から取得した緯度・経度・心拍数バイタルデータのアップロードを行いデータベースに登録する。（システム管理者のみ利用）	バイタルデータ設定	HTML, JavaScript, PHP
6. フィードバック機能	レコメンドされたコースをウォーキングした際に取得したバイタルデータの結果をもとに、心拍数の変化を色線で3D都市モデル上に描画する。またウォーキングした結果をもとにクアオルト的に適していたかを計算しフィードバックを行う。	ログイン 歩行軌跡算出 総合判定 描画処理	Cesium

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

1. パーソナルデータ入力機能

2. ウォーキングコースの開始地点と終了地点の指定機能

1. パーソナルデータ入力機能

ウォーキング結果

パーソナルID:

パスワード:

年齢: 身長:

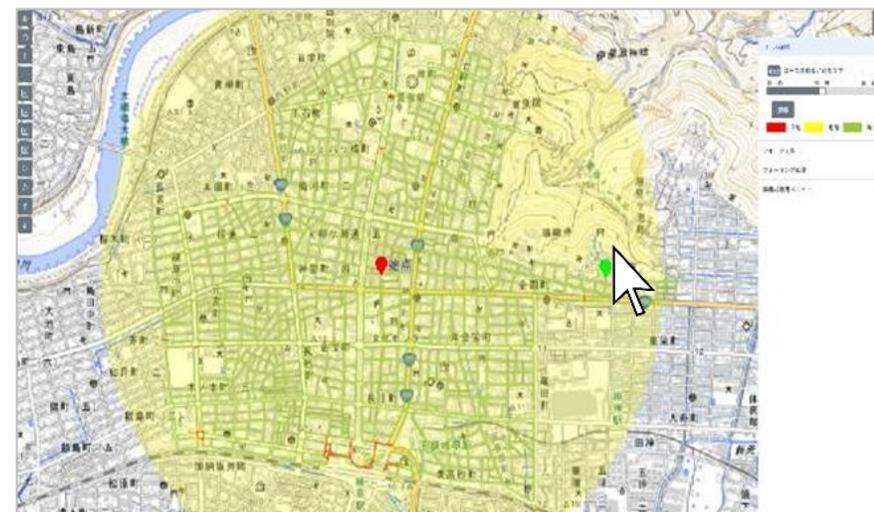
性別:

男性 女性 その他 回答しない

●機能概要

- 1.表示
 - ・ウォーキング結果画面に表示される。
- 2.画面遷移
 - ・「年齢」、「身長」、「性別」を入力し、登録ボタンを押下すると、登録完了画面に遷移する。
- 3.登録完了
 - ・以後、登録した情報を基に、フィードバック機能が利用可能となる。

2. ウォーキングコースの開始地点と終了地点の指定機能



●機能概要

- 1.開始地点指定
 - ・地図上の任意の位置をクリックすると、その位置がウォーキングの開始位置として指定される。
- 2.終了地点指定
 - ・地図上の任意の位置をクリックすると、その位置がウォーキングの終了位置として指定される。
- 3.画面遷移
 - ・「探索」を押下することで、始点から終点を用いてレコメンド機能のコース探索へ遷移する。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

3. レコメンド機能

4. ウォークスルー機能

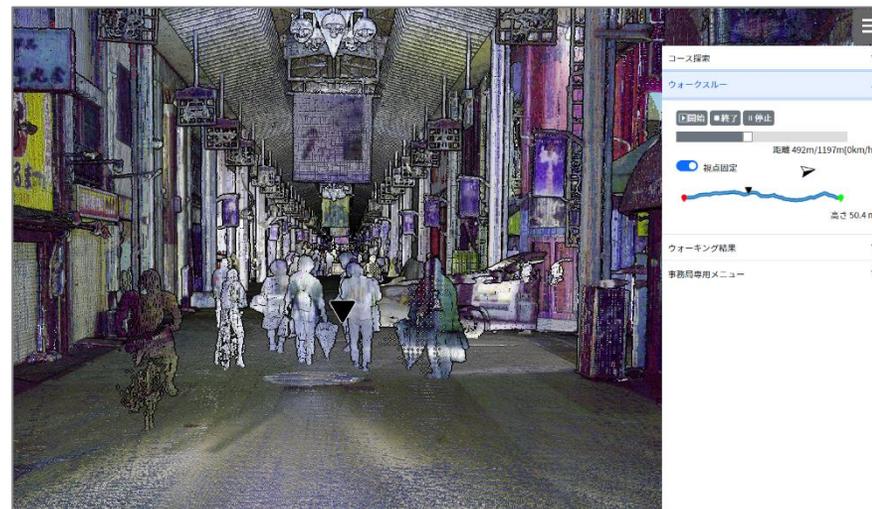
3. レコメンド機能



●機能概要

1. 表示
始点、終地定画面からの遷移時に表示される
2. コース探索
指定されたウォーキングの始点と終点をもとに、レコメンドコース（推奨ルート）を表示する。
3. 画面遷移
「ウォークスルー」メニューを押下することで、歩行者目線の画面へ遷移する。

4. ウォークスルー機能



●機能概要

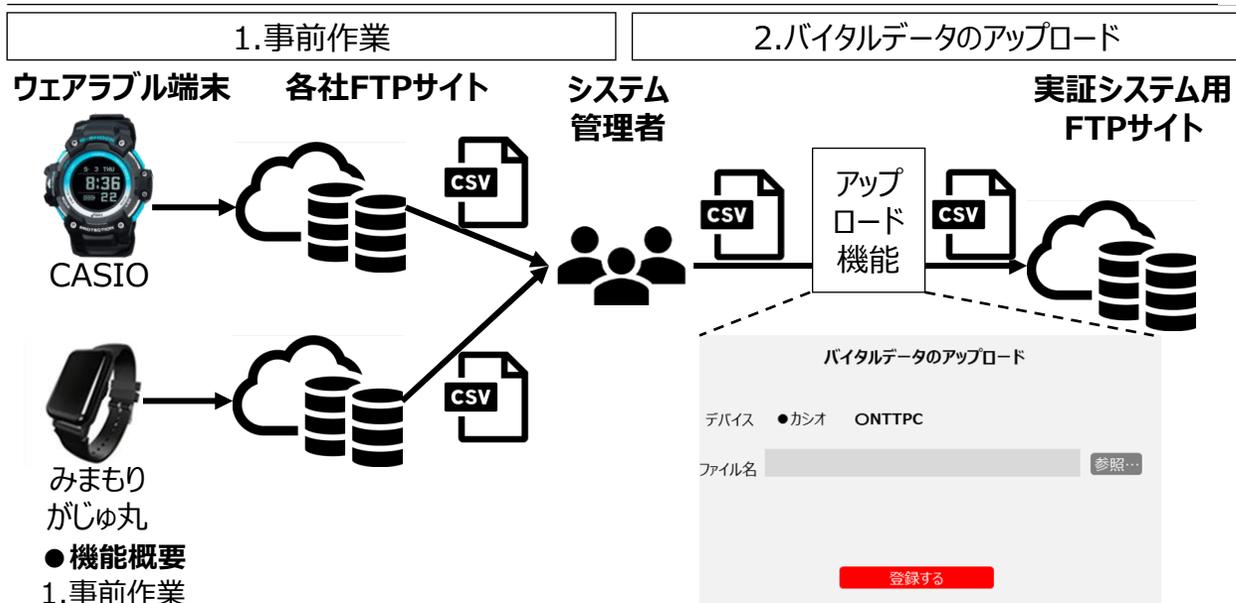
1. 表示
歩行者目線でルートを描画する。
2. ウォークスルー機能
利用者はレコメンドルートを歩行者目線で確認できる。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

5. バイタルデータアップロード機能

6. フィードバック機能

5. バイタルデータアップロード機能



●機能概要

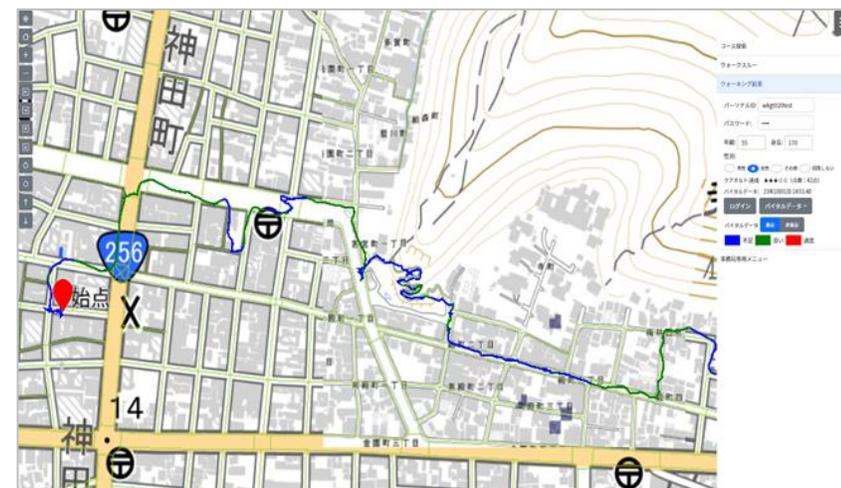
1. 事前作業

ウェアラブル端末（CASIO・みまもりがじゅ丸）で計測したバイタルデータ（CSV形式）は各社サーバ格納されており、各社FTPサイト（GUI）を通してシステム管理者が手動でダウンロードする。バイタルデータは測定した「時間」「緯度」「経度」「心拍数」で構成されている。

2. バイタルデータのアップロード

各社サーバと実証システムサーバは直接連携していないため、ウェアラブル端末で取得したバイタルデータについては、システム管理者が実証システムのアップロード機能を活用し、各社サーバから実証システムのサーバへと格納する。

6. フィードバック機能



●機能概要

1. 表示

- ・実際に歩いた経路が心拍数の値別に色分けされ表示される。
- ・計測日の一覧から、確認したい測定データを選択すると該当するデータが表示される。
青色：不足、緑色：良い、赤色：過度

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

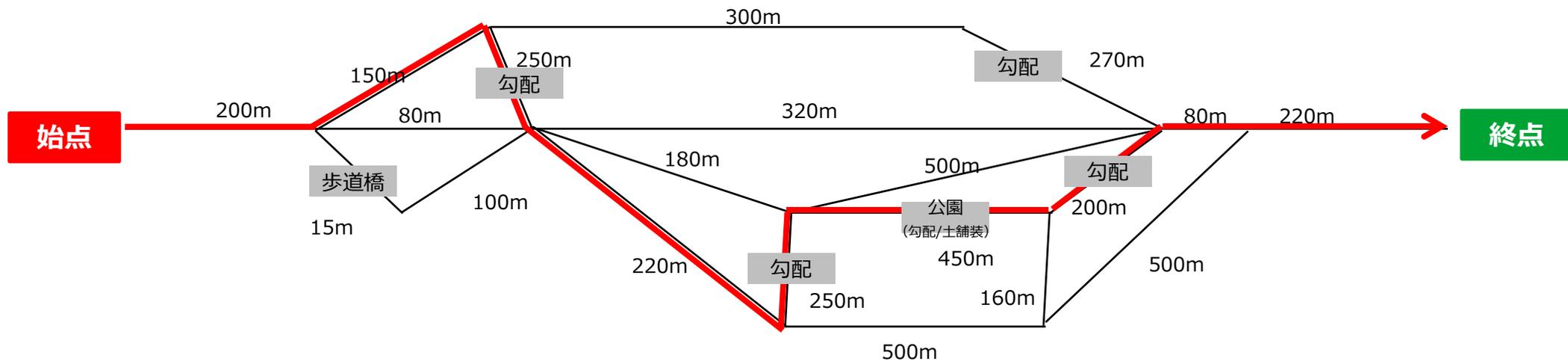
ウォーキングコースレコメンド機能の概要

最短経路探索（ダイクストラ法）を用いた経路探索アルゴリズムにクアオルト健康ウォーキングの要素で重み付けを行うことで、ウォーキングに特化したレコメンド機能を新規開発した。

下図はコースレコメンドのイメージである。（黒線:道路、赤線:レコメンドコース）

勾配や階段、舗装状態等に応じて経路に重み付け（コスト値計算）を行い、クアオルト健康ウォーキングで推奨される運動強度に近いコースをレコメンドできるようにした。

レコメンドに使用する重み付けの要素およびコスト値の計算方法は、本実証内で検証を行い決定した。



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ①重みづけ設定

1) 歩行空間ネットワークデータを用意する

「歩行空間ネットワークデータ」とは、歩行空間の形状に合わせてノード（点）とリンク（線）を配置し、属性としてリンク延長や経路の構造・種別のほか、段差や幅員などの情報を持たせてデータ化したものである。表1の赤枠で示された部分は各構造別の要素（フラグ）を表している。表2に属性情報の一例を示す。

クアオルト健康ウォーキングの要素を含んだ最適なコース選定を行うにあたり、歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案（※1）に基づき、リンクデータの整備を行った。

（参考）表1 表形式での表現例（リンク）

リンクID	起点ノードID	終点ノードID	リンク延長	経路の構造	経路の種類	方向性	幅員	縦断勾配	段差	歩行者用信号機の有無	歩行者用信号機の種類	視覚障害者誘導用ブロック等の有無	エレベーターの種類	屋根の有無
link_id	start_id	end_id	distance	rt_struct	route_type	direction	width	vtcl_slope	lev_diff	tfc_signal	tfc_s_type	brail_tile	elevator	roof
00001	00001	00002	20.5	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1
00011	00012	00013	10.0	6	6	1	3	2	2	1	1	1	1	1
00021	00022	00023	20.0	1	5	2	3	2	2	1	1	1	1	1
00031	00032	00033	12.3	3	1	1	4	1	1	3	3	2	1	1
00041	00042	00043	5.0	1	4	1	4	1	1	1	1	1	2	1

（参考）表2 属性情報

情報項目	属性情報
経路の構造	1：車道と歩道分離あり 6：歩道橋 7：園路（公園内）
経路の種類	2：階段、3：スロープ
屋根の有無	1：有
路面状況	2：砂利、3：ほか
樹木	1：有
車通行可否	2：否

クアオルト健康ウォーキングにて考慮する情報について歩行空間ネットワークデータのどの属性情報が該当するかは表2の通りである。表2の中の属性情報に該当するものが本システムで採用する属性情報である。

※1 出所) 国土交通省「総合政策：歩行空間ネットワークデータの概要」頁下部
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/seisakutokatsu_soukou_tk_000026.html
 歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案 日本語版（2018年3月版）
<https://www.mlit.go.jp/common/001244374.pdf>

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ①重みづけ設定 (概要)

2) 1リンク当たりの重みについて

歩行空間ネットワークデータの要素有無の情報だけでは各要素の有無しか判断することができず、優先度を設定することができない。そのため、重み係数を用い、その値を利用することで各要素の優位度を設定することが可能となる。なお重みの値は各要素の優位度に応じて大きい値を設定することとし、これを要素有無の情報と掛け合わせることで1リンクに対する重みを設定する。

属性情報のみの例 (該当項目有り:「1」、該当項目無し:「0」)

情報項目	勾配	経路構造						経路種別			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
		分車道 分離あり 歩道	分車道 分離なし 歩道	横断歩道	地下通路	歩道橋	公園内・ 園路	平坦な道 路	階段	スロープ	なし	あり	舗装済み	砂利	ほか	有	無	可	否
要素有無	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1

各属性情報に重みを付与した例 (重み係数は仮の数値を記載している)

情報項目	勾配	経路構造						経路種別			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
		分車道 分離あり 歩道	分車道 分離なし 歩道	横断歩道	地下通路	歩道橋	公園内・ 園路	平坦な道 路	階段	スロープ	なし	あり	舗装済み	砂利	ほか	有	無	可	否
要素有無	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
重み係数	100	5	0	0	0	10	20	0	5	5	0	10	0	5	3	2	0	0	5
小計	100	0	0	0	0	0	20	0	5	0	0	10	0	5	0	2	0	0	5

重み係数により
優先度を設定

要素有無と、重み係数をかけ合わせることで、各要素の重みを設定する。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ①重みづけ設定 (概要)

3) 歩行空間ネットワークデータの各リンクごとに重みを計算する。

前述の 1 リンクに対する重みづけをそれぞれのリンクに対して算出する。

算出した重みを歩行空間ネットワークデータ (リンク毎) の最後尾に追加する。

リンク ID	起点ノード ID	終点ノード ID	リンク 延長	経路の 構造	経路の 種別	方向性	幅員	縦断勾配	段差	歩行者用信 号機の有無	歩行者用信 号機の種別	視覚障害者 誘導用ブロッ ク等の有無	エレベーター の種別	屋根の有無	重み
link_id	start_id	end_id	distance	rt_struct	route_type	direction	width	vtcl_slope	lev_diff	tfc_signal	tfc_s_type	brail_tile	elevator	roof	cost
00001	00001	00002	20.5	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	10
00011	00012	00013	10.0	6	6	1	3	2	2	1	1	1	1	1	15
00021	00022	00023	20.0	1	5	2	3	2	2	1	1	1	1	1	30
00031	00032	00033	12.3	3	1	1	4	1	1	3	3	2	1	1	0
00041	00042	00043	5.0	1	4	1	4	1	1	1	1	1	2	1	25

※1 出所) 国土交通省「歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案 日本語版」(2018年3月版) P.45の図表に重み列を追加して例示

<https://www.mlit.go.jp/common/001244374.pdf>

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ②重みの値について

■「重み」設定の流れ

- 1) 対象範囲において、クアオルト研究所により選定された推奨コースを基準とし、重みに関する項目を数値化する。
- 2) 対象範囲の「道路ネットワークデータ」に関して、様々なリンクに対しても重みに関する項目を数値化する。
- 3) 数値化された1) 2) を比較し、その比率から「重み」を算出する。

■考え方

- 1) 重みとして数値化する項目は下表の★印であり、各リンクごとに★印に該当するものがあれば点数化する。
点数化については、今回は「10」という点数を付与して項目を数値化している。(※1)
- 2) 各リンクは長さが異なることから、長さを考慮して「点数と距離を掛け合わせた数値」を各リンクの点数とする。(※2)
- 3) 点数化された1) 2) を比較し、その比率から「重み」を算出する。

※1：リンク毎の点数化対象項目（★印）

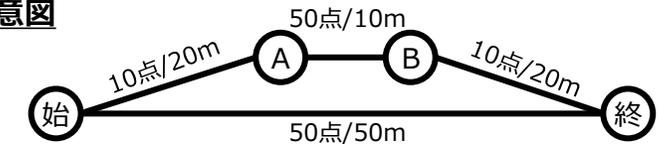
種別 項目	経路の構造					経路の種類			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否		
	車道歩道分離あり	車道歩道分離なし	横断歩道	地下通路	歩道橋	園路公園内	平坦な道路	階段	スロープ	なし	あり	舗装済み	砂利	ほか	有	無	可	否
対象	★				★	★		★	★		★		★	★	★			★

※2：リンク毎の点数化例（★有りを10とする）

種別	経路の構造					経路の種類			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
対象	-				-	★		★	-	★		★	-	★			★
点数化	0	0	0	0	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	0	10

▶ 本リンクの点数合計：10×6=60
リンク長が100mの場合：60×100(m)=6000
となり、このリンクの点数としては「6000」となる。

長さを考慮した意図



【長さ考慮無し】

始→A→B→終：10点+50点+10点=70点 ←優位となる
始→終：50点

【長さ考慮有り】

始→A→B→終：10点×20m+50点×10m+10点×20m=900点
始→終：50点×50m=2500点 ←優位となる

点数の高い長いリンクを優先的に採用するため長さを考慮することとする。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ②重みの値について

■「重み」設定の流れ

1) 対象範囲において、クアオルト研究所により選定された推奨コースを基準とし、重みに関する項目を数値化する。

- 2) 対象範囲の「道路ネットワークデータ」に関して、様々なリンクに対しても重みに関する項目を数値化する。
 3) 数値化された1) 2) を比較し、その比率から「重み」を算出する。

推奨コース（青線）

岐阜市では健康教育、保健指導と実践の場を提供する保健センターを建設する。

今回は、そのセンター建設予定地付近を起点とし「有酸素運動＋筋力トレーニング」が同時にできる「斜面や土の道など」を活用しつつ街中での「安全性や静音性」を考慮して地図および現地確認によりコースを選定している。



推奨コースの数値化（33リンク、全長2013.6m）

種別	経路の構造						経路の種類			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
	分車 離道 あり歩道	分車 離道 なし歩道	横断 歩道	地下 通路	歩道 橋	園路 公園内	平坦な 道路	階段	スロ ープ	なし	あり	舗装 済み	砂利	ほか	有	無	可	否
推奨コース	4813	0	0	0	0	6089	0	0	3697	0	1643	0	1248	0	10624	0	0	13488

■考え方

各リンクごとに項目を確認し、項目があればそれぞれ10とする。
 例として、ある1リンク（長さ20m）にて「階段」と「樹木有」の項目がある場合
 「階段」= 10×20m=200
 「樹木有」= 10×20m=200
 という点数化を行うことができる。

この考えを元に推奨コースで選定された33リンクにおいて各リンクの項目がある場合はそれぞれ10とし長さを掛ける。33リンク全てに対して計算し、33リンクを合計すると下表のとおりとなる。

下表の意味は、33リンク（全長約2Km）においてどの項目がどれだけの点数を持っているか、言い換えればどれだけ出現したか（重きを置いたか）が数値としてされることになる。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

レコメンド機能 ②重みの値について

■「重み」設定の流れ

1) 対象範囲において、クアオルト研究所により選定された推奨コースを基準とし、重みに関する項目を数値化する。

2) 対象範囲の「道路ネットワークデータ」に関して、様々なリンクに対しても重みに関する項目を数値化する。

3) 数値化された1) 2) を比較し、その比率から「重み」を算出する。

対象範囲（赤枠内）



対象範囲の数値化（3,135リンク、全長：127,284.9m）

種別 項目	経路の構造						経路の種類別			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
	分離 車道 あり道	分離 車道 なし	横断 歩道	地下 通路	歩道 橋	園路 公園内	平坦 な道路	階段	ス ロー プ	なし	あり	舗 装 済 み	砂 利	ほか	有	無	可	否
対象範囲全体	453477	0	0	0	22711	17292	9052	9140	10552	0	90935	0	1248	11084	341692	0	0	545141
1リンク平均	145	0	0	0	7	6	3	3	3	0	29	0	0	4	109	0	0	174
推奨コースと比較用	7232	0	0	0	362	276	144	146	168	0	1450	0	20	177	5450	0	0	8694

【対象範囲全体】

各リンクにおける種別の状況に応じて「10」点付与。長さを点数に掛け合わせることで算出した結果。

【1リンク平均】

全体より1リンク当たりの点数を算出した結果。（対象範囲全体÷全リンク数）

【推奨コースと比較用】

全長（127,284.9m）と全リンク数（3,135リンク）より、1リンク当たりの長さは

全長（127,284.9m）÷ 全リンク数（3,135リンク）≒ **40.6m**

推奨コースは**2013.6m**であることから、推奨コース分の長さを得るには **2013.6m（推奨コース）÷ 40.6m（1リンク平均長）≒ 50** となる。

そこで、推奨コースと比較するために長さをそろえるため 1リンク平均を**50倍**することで比較用の数値化が完了する。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

レコメンド機能 ②重みの値について

■「重み」設定の流れ

- 1) 対象範囲において、クアオルト研究所により選定された推奨コースを基準とし、重みに関する項目を数値化する。
- 2) 対象範囲の「道路ネットワークデータ」に関して、様々なリンクに対しても重みに関する項目を数値化する。

3) 数値化された1) 2) を比較し、その比率から「重み」を算出する。

- 1) で得られた数値は、対象範囲からクアオルト健康ウォーキングに最適となるリンクを選択しており、どの項目を重要視しているかを数値化している。
- 2) で得られた数値は、対象範囲全体存在するリンクの平均を数値化したものであり、各項目に関して重要視せず均一に見た場合を数値化している。これにより、対象範囲において任意のコースを選択するにあたり、重要視すべき項目に寄せる（重みを与える）必要があることから、2) の平均値を1) の重要度に応じた比率を算出し、各リンクに付与することで、コース選択時にクアオルト健康ウォーキング要素が加味された状態となる。

数値化による比較

種別	経路の構造						経路の種別			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
	分車 離道 あり道	分車 離道 なし道	横 断歩 道	地 下 通 路	歩 道 橋	内 園 路 公 園	路 平 坦 な 道	階 段	ス ロ ー プ	な し	あ り	舗 装 済 み	砂 利	ほ か	有	無	可	否
1) で得られた数値 → 推奨コース	4813	0	0	0	0	6089	0	0	3697	0	1643	0	1248	0	10624	0	0	13488
2) で得られた数値 → 推奨コースと比較用	7232	0	0	0	362	276	144	146	168	0	1450	0	20	177	5450	0	0	8694

種別	経路の構造						経路の種別			屋根の有無		路面状況			樹木		車通行可否	
1) ÷ 2) → 比較	0.7	0	0	0	0	22.1	0	0	22.0	0	1.1	0	62.7	0	1.9	0	0	1.6
「10」×比率 → 重み	7	0	0	0	221	221	0	220	220	0	11	0	627	627	19	0	0	16

【比較】 推奨コースで算出した数値に対して、対象範囲のリンク平均から長さをそろえた比較用の数値で比較。 1) で得られた数値 ÷ 2) で得られた数値 を計算。

【重み】 対象範囲の各リンクの各項目を一律「10」としたが、推奨コースとの比較で各項目の比率が求まったことから、「10」×比率により一律「10」ではなく各項目の重要度に変換し重みとした。

※比較算出不可の「歩道橋」は同一経路構造内の最高値である「園路公園内」と同じ重みとし、同様に「階段」は「スロープ」と同じ重み、「ほか」は「砂利」と同じ重みとした。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

レコメンド機能 ③最短経路探索（ダイクストラ法）利用と「重み」の工夫について

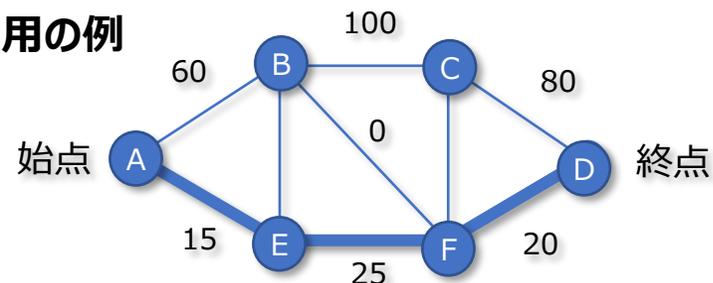
■ 最短経路探索（ダイクストラ法）を通常利用する場合

今回利用する最短経路探索（ダイクストラ法）は、始点から終点までの距離が短い（値が小さい）経路を探索するアルゴリズムである。
 一方でこのアルゴリズムを応用し距離ではなく「重み」を利用して探索を行う場合、重みはクアオルト健康ウォーキングとして優位性が高いものほど「大きな数値」となりアルゴリズムの特性（値が小さい経路を選好）を考慮すると今回の重みは真逆の特性となる。

■ 最短経路探索（ダイクストラ法）利用で工夫した場合

最短経路探索（ダイクストラ法）の特性に従うため、算出された重みに関して逆に小さくする必要がある。
 今回は小さくする手段として、「重みの逆数」を利用することとした。（重みが大きな数値ならば、逆数はより小さな数値となる。）
 また、優位性が無く重みが「0（ゼロ）」となる場合、逆数にできないことから他リンクの重み逆数の最大値より大きな値を設定することとする。
 本実証では、最大値の有効数値の最後の値を切り上げる対応をしている。
 （例：最大値が0.066 なら 切り上げて0.07 としている）

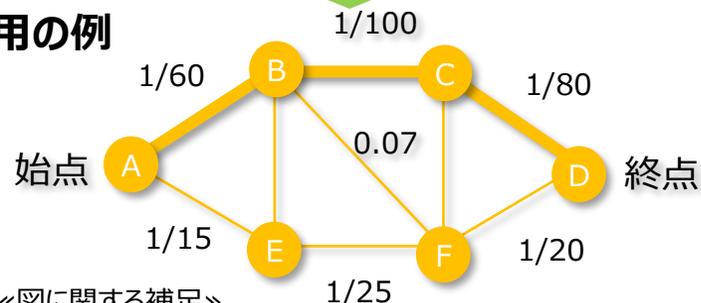
■ 通常利用の例



◀図に関する補足▶

推奨したいルートはA→B→C→D（総計240）だが、最短経路探索ではA→E→F→D（総計60）が選択されてしまう。

■ 工夫利用の例



◀図に関する補足▶

左図の各重みに対し数値を逆数とする。
 重みが「0」のものは、他のリンクの逆数の中で最大の値（ここでは1/15）より大きな数値を設定する。
 ※本例であれば、 $1/15 \approx 0.066 \rightarrow 0.07$ としている。
 これにより、推奨したいルートA→B→C→D（総コスト0.076）が選ばれるようになる。

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

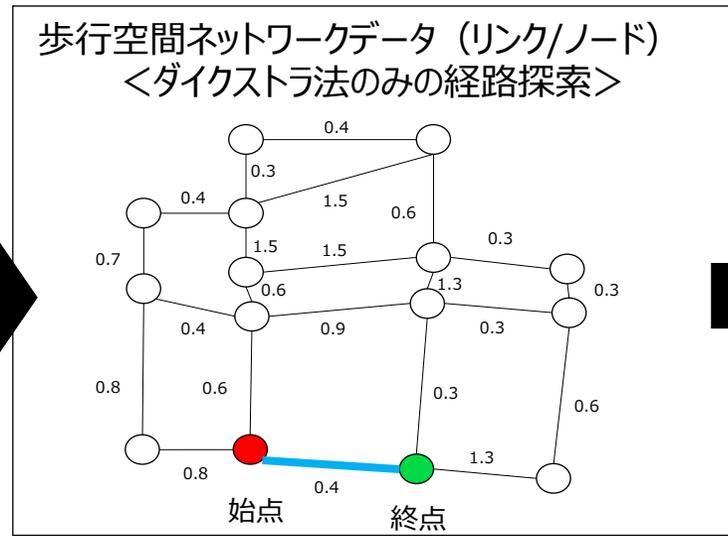
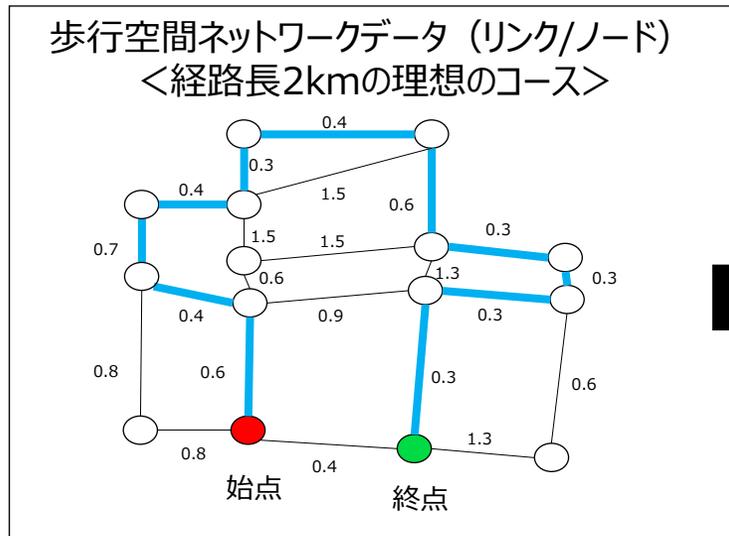
円弧を利用した経路長指定の経路探索手法 (1/4)

ルート検索の検証

- 「重み」を利用し、「ダイクストラ法」にてルート検索を確認したが、下記のような不具合が見られた。

ダイクストラ法による最適ルート検索時の欠点を以下に示す。

- ダイクストラ法 (pgRouting) のみでは、歩行空間ネットワークデータのノード間を結ぶリンクのコストの総和が最小となるリンクの組み合わせを求め最適ルートの結果を表示することになるため、ノード間を結ぶリンクの数が少ないほど有利となり、最短ルートに近い検索結果となってしまふ。
- 今回はクアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れたアプリケーションであるため、クアオルト要素が高く且つ経路長が2kmに近いものを推奨コースとしてレコメンドしたい。そのため、出来るだけシンプルに経路長が2kmに近いコースで、よりクアオルト要素が高いコースをレコメンドできる経路探索アルゴリズムを新規に開発した。(詳細は次頁参照)



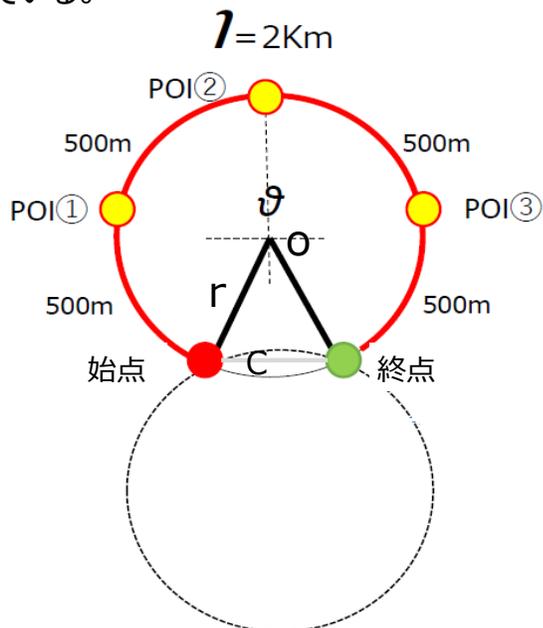
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

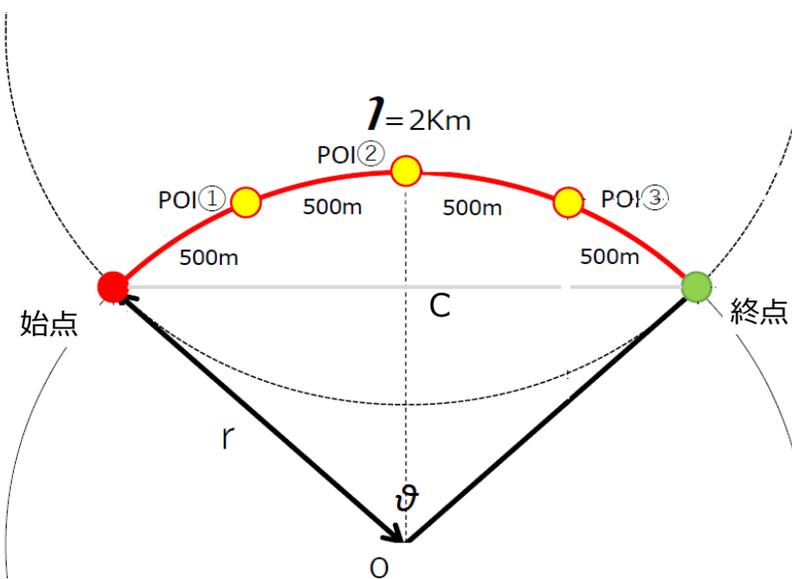
円弧を利用した経路長指定の経路探索手法 (2/4)

円弧を利用した経路長指定の経路探索アルゴリズムの概要を以下に示す。

- 地図アプリケーションは、出発地から目的地までの時間や距離に基づく迅速な移動経路を求めるものが主流であるが、「クアオルト健康ウォーキング」では、心拍数を一定以上保った上で、約2kmの歩行が必要とされており、出発地から目的地までの迅速な移動経路を求めるものではない。
- 本プログラムでは、2kmの円弧長と、円弧上に等間隔（500m毎）に置いたPOI(Point of Interest)を経由することにより、概ね2kmに近い経路を探索できるようにしている。



【始点と終点が近い場合のイメージ】



【始点と終点が遠い場合のイメージ】

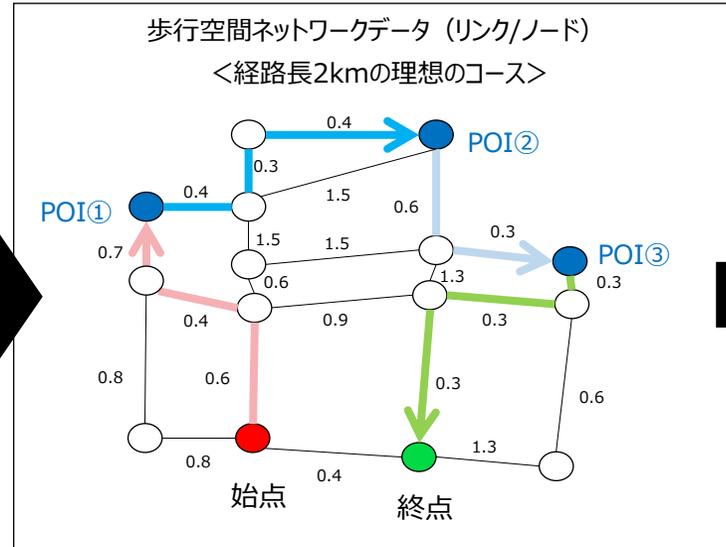
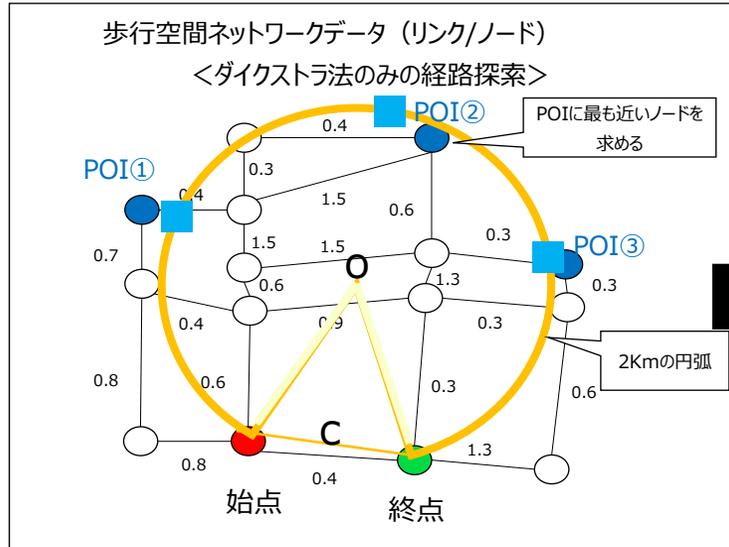
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

円弧を利用した経路長指定の経路探索手法 (3/4)

円弧を利用した経路長指定の経路探索アルゴリズムを以下に示す。

- 始点を設定し、始点から2kmを半径とする円をハイライト表示する。ハイライト表示された円の内側から終点を選択する。
- 始点から終点の距離をCとして、中心点Oとする始点と終点の弧長2kmの円弧を描画する。
- 円弧上のスタート地点から、500mごとにPOIを設定し、始点からPOI①に近いノード、POI①に近いノードからPOI②に近いノード、POI②に近いノードからPOI③に近いノード、POI③に近いノードから終点までをダイクストラ法 (pgRouting) で経路探索する。
- 始点から終点の距離をCとした弧長2kmの円弧は必ず2つ出来るが、そのどちらの円弧を利用するかは、2つの円弧で作成された最適ルートのうち、リンクのコストの総和が最小となる方を選択する。

【円弧を利用した経路長指定の経路探索結果】
経路長：約2km (1,996m)



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

円弧を利用した経路長指定の経路探索手法 (4/4)

コース探索において、円弧を利用した経路長指定に加え、アプリの経路探索部分にスライダーを設け、円弧の大きさを変化させることによって総歩行距離を変化させることができるよう改善を行った。これによりウォーキング距離をユーザーが自由に変更することが可能となる。

コース探索 (短め)

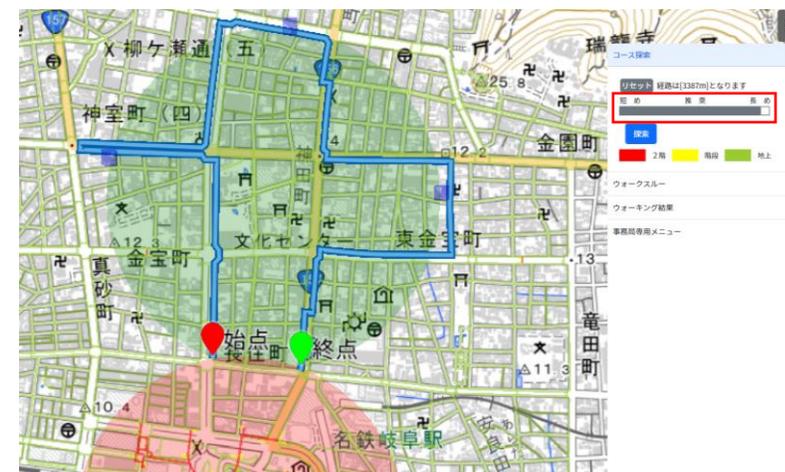
コース探索 (推奨)

コース探索 (長め)

経路探索結果 : 568m

経路探索結果 : 1,996m

経路探索結果 : 3,387m



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

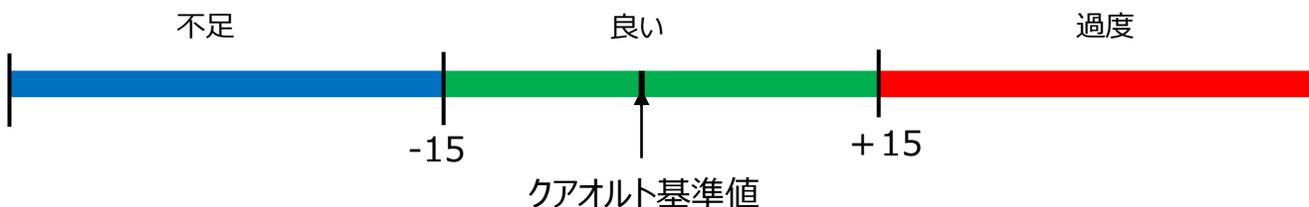
アルゴリズム

フィードバック機能

1) 歩行軌跡の表示について、バイタルデータ (CSV) を、CesiumのPolylineGeometry (線) とBox (点) に変換して地図上にプロット (緯度・経度を利用)。更に、実際に歩いた経路を心拍数の値別に色分けする。以下の3段階で表示。

クアオルト基準値 = 160 - 年齢

- ① 不足 : 計測値 (心拍数) < クアオルト基準値 - 15 青で表示
- ② 良い : クアオルト基準値 - 15 ≤ 計測値 (心拍数) ≤ クアオルト基準値 + 15 緑で表示
- ③ 過度 : クアオルト基準値 + 15 < 計測値 (心拍数) 赤で表示



2) クアオルト的な総合判定について

総歩行時間のうち、心拍の測定結果が基準値 (160 - 年齢) ±15以内である割合を★で表示する。

割合20%未満で★1個。割合80%以上で★5個。

(8割以上 : ★5つ、6割以上～8割未満 : ★4つ、4割以上～6割未満 : ★3つ、2割以上～4割未満 : ★2つ、2割未満 : ★1つ)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | 3D都市モデル一覧

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
道路LOD3	tran:Road	空間属性	tran:lod3MultiSurface	道路のLOD3の立体
		主題属性	tran:function	歩車道区分
			gen:genericAttribute	経路の構造
			gen:genericAttribute	経路の種別
			gen:genericAttribute	屋根の有無
			gen:genericAttribute	路面状況
			gen:genericAttribute	樹木の有無
			gen:genericAttribute	車通行可否

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | 3D都市モデル一覧

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
道路LOD0 (歩行空間ネットワークデータ)	tran:Road	空間属性	tran:lod0Network	道路のLOD0の線
			gen:genericAttribute	経路の構造
			gen:genericAttribute	経路の種別
			gen:genericAttribute	屋根の有無
			gen:genericAttribute	路面状況
			gen:genericAttribute	樹木の有無
			gen:genericAttribute	車通行可否
			gen:genericAttribute	リンクID
			gen:genericAttribute	リンク延長
			gen:genericAttribute	起点ノードID
	gen:genericAttribute	終点ノードID		

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | 3D都市モデル一覧

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
建築物LOD1	bldg:Building	空間属性	bldg:lod1Solid	建物のLOD 1 の立体
			bldg:lod0FootPrint	建築物フットプリント
		主題属性	bldg:usage	用途
			bldg:yearOfConstruction	建築年
			bldg:measuredHeight	計測高さ
			bldg:storeysAboveGround	地上階数
			bldg:storeysBelowGround	地下階数

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | 3D都市モデル一覧

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
建築物LOD2	bldg:Building	空間属性	bldg:lod2Solid	建物のLOD 1 の立体
			bldg:lod0FootPrint	建築物フットプリント
		主題属性	bldg:usage	用途
			bldg:yearOfConstruction	建築年
			bldg:measuredHeight	計測高さ
			bldg:storeysAboveGround	地上階数
			bldg:storeysBelowGround	地下階数

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | その他の活用データ一覧

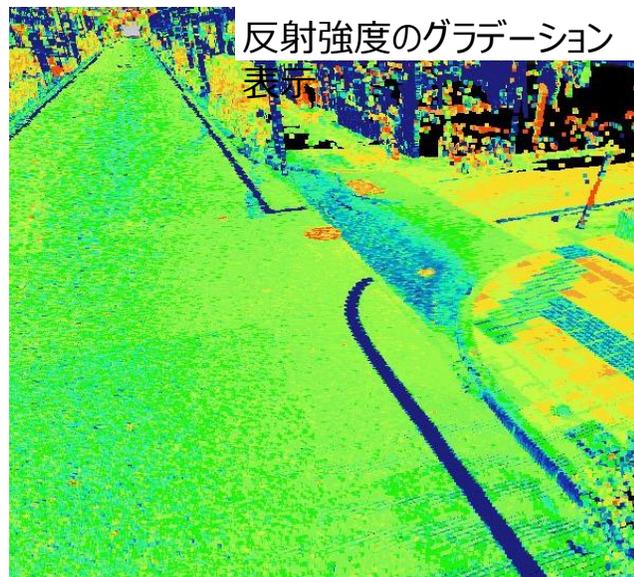
活用データ	内容	データ形式	出所
道路台帳現況 平面図	市道管理用図面（令和4年3月時点）	Tiff形式	岐阜市役所
都市計画基本図	岐阜市都市計画基本図（令和4年3月作成）	DM形式	岐阜市役所
航空写真	岐阜市全域航空写真（令和4年1月撮影）	Tiff形式	岐阜市役所
MMSデータ	JR岐阜駅～市役所・金華橋通り、長良川通りをMMS計測した点群データ	LAS形式	UC事業者
SLAMデータ	JR岐阜駅周辺・柳瀬アーケード・梅林公園・粕森公園を手持ちレーザースキャナで計測した点群データ	LAS形式	UC事業者
バイタルデータ	装着しているウェアラブルウォッチより得られるユーザの時刻・位置・心拍数のデータ	CSV形式	UC事業者

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 道路LOD3.0 (1/2)

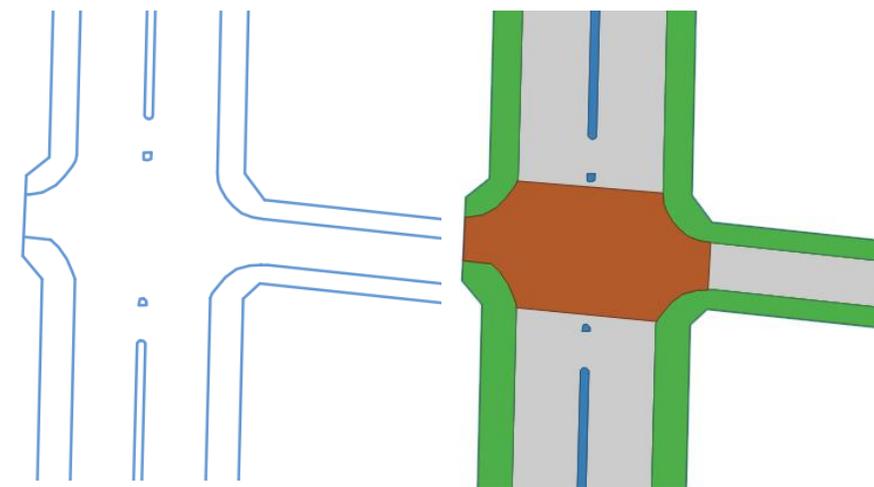
道路LOD3.0道路モデル構築は下記の通り作成する

①2次元の道路ジオメトリ作成

- ・MMS車載カメラの画像から点群のRGBカラー表示や、レーザの反射強度のグラデーション表示を用いて、MMS点群データ上で道路形状や歩車道区分の表示を行う。
- ・LOD2相当のジオメトリを作成するためには道路の形状をデータ化する必要がある。道路形状の取得については、都市計画基本図を使用して道路形状のデータを作成した。なお、道路は歩道、車道、島、交差点部にデータを区分した。



MMS点群の表示イメージ



都市計画基本図より道路形状をデータ化

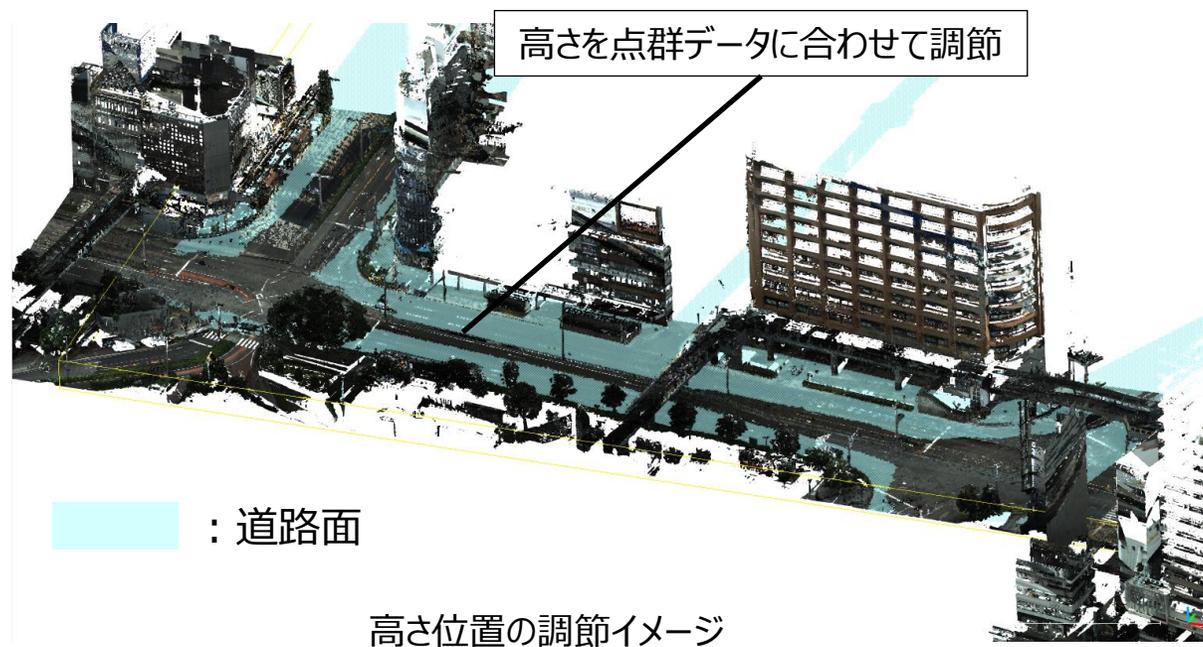
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

道路LOD3.0 (2/2)

前頁に引き続き、道路LOD3.0道路モデル構築は下記の通り作成する。

②LOD3ジオメトリ作成

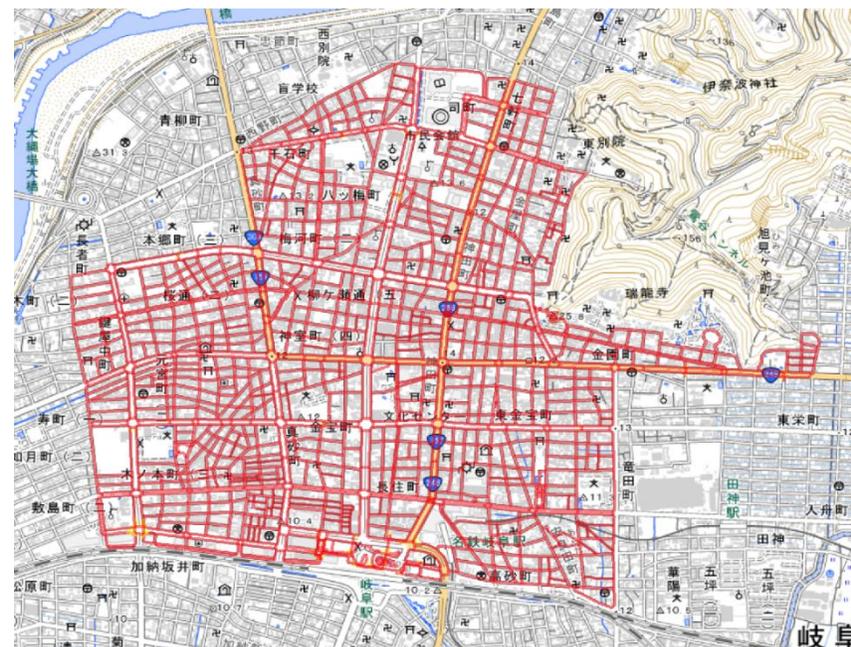
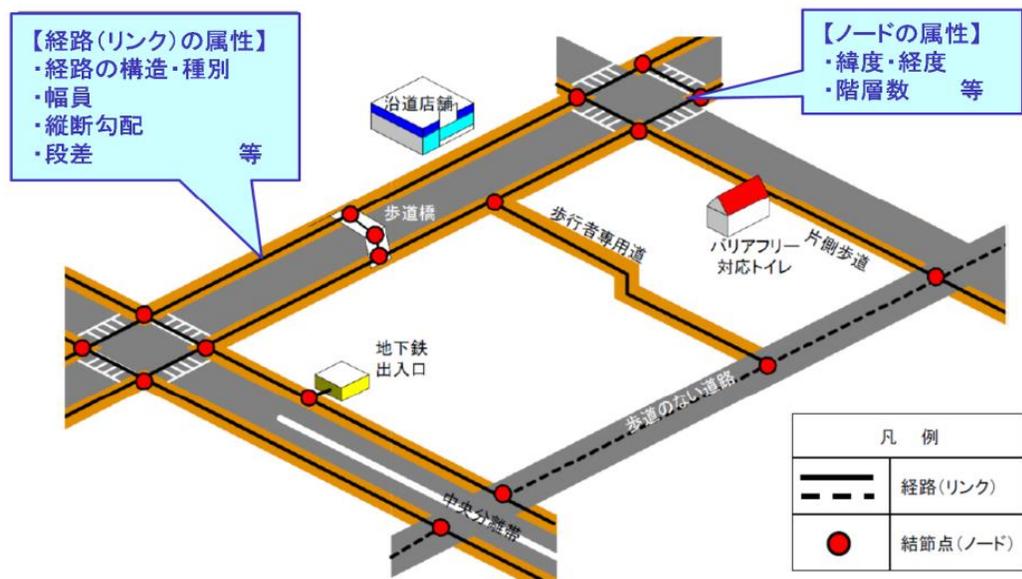
- ・MMS点群データから道路中心線の高さ（標高）を取得する。
- ・前頁で作成した2次元道路ジオメトリに道路中心線の高さを付与し、モデルを作成する。
- ・前項で作成されてモデルについて、モデル道路面を点群データに合わせて高さ位置調節を行った。



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 道路LOD0（歩行空間ネットワークデータ）（1/3）

経路探索機能の元となる歩行空間ネットワークデータのデータ構成と作成範囲

- 歩行空間ネットワークデータは経路を表す「リンク」と、経路と経路の結節点を表す「ノード」で構成され、それぞれに段差や幅員などのバリアフリーな経路探索に必要な属性情報を付与する。※1
- 都市型クアオルト健康ウォーキングを実施するためには、都市部を前提に、路面の勾配等の要素を考慮したエリアを設定する必要がある。岐阜駅から岐阜市役所までの経路を中心に、柳ヶ瀬商店街や梅林公園、粕森公園を含む範囲を選定した。



※1 出所) 国土交通省「歩行空間ネットワークデータ等整備仕様」(2018年3月)
<https://www.mlit.go.jp/common/001244374.pdf>

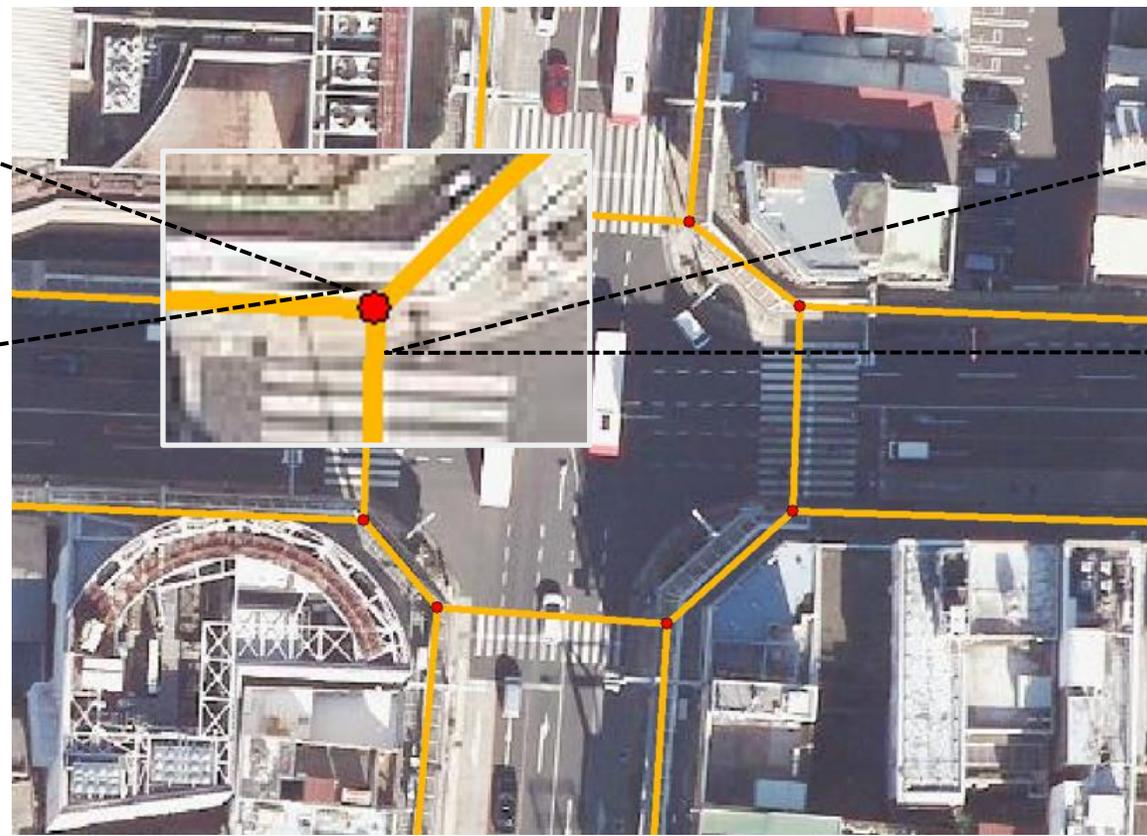
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 道路LOD0（歩行空間ネットワークデータ）（2/3）

歩行空間ネットワークデータ入力に関して、3D都市モデル標準製品仕様書のLOD0道路モデルの定義に従い、ArcGIS上で配置と属性の入力を行った。
次頁の資料に基づき、リンク及びノードの配置・属性入力を行った。

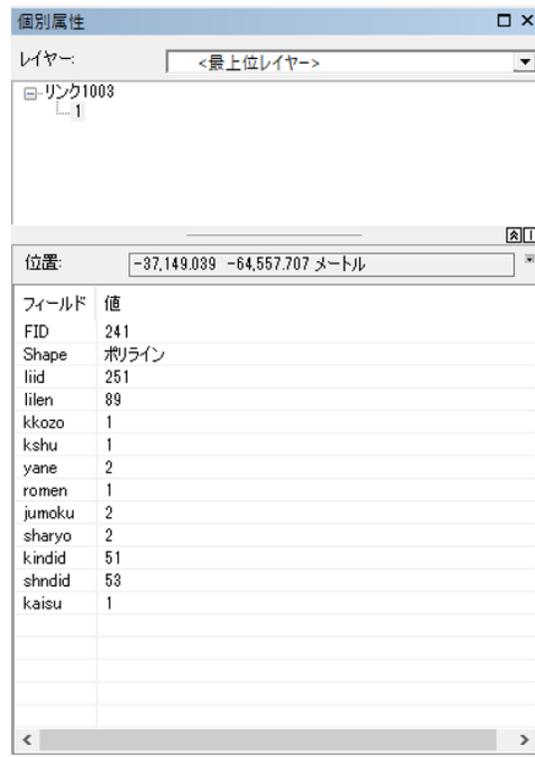
ノード属性情報



フィールド	値
FID	47
Shape	ポイント
ndid	51
lat	35.417423
lon	136.757161
x	-37188.5933
y	-64555.5528
z	11.61
slinkid	497,251,444



リンク属性情報



フィールド	値
FID	241
Shape	ポリライン
liid	251
lilen	89
kkozo	1
kshu	1
yane	2
romen	1
jumoku	2
sharyo	2
kindid	51
shndid	53
kaisu	1

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

道路LOD0（歩行空間ネットワークデータ）（3/3）

リンク及びノード配置に使用した資料と使用方法は下記のとおりである。

資料名	使用方法
道路台帳現況平面図	<ul style="list-style-type: none"> 歩行可能箇所を目視判断し、リンク及びノードをArcGISで配置した。 目視でリンク属性情報（経路の構造・路面状況・車通行可否）を判断し、ArcGISで入力した。
航空写真	<ul style="list-style-type: none"> 歩行可能箇所を目視判断し、リンク及びノードをArcGISで配置した。 目視でリンク属性情報（経路の構造・経路の種別・屋根の有無・樹木）を判断し、ArcGISで入力した。
都市計画基本図	<ul style="list-style-type: none"> リンク及びノード配置の基図とした。
MMSデータ	<ul style="list-style-type: none"> 歩行可能箇所を目視判断し、リンク及びノードをArcGISで配置した。 目視でリンク属性情報（経路の構造・経路の種別・路面状況・車通行可否・屋根の有無・樹木）を判断し、ArcGISで入力した。 ArcGISを使用して高さ（標高）データを取得し、ノードに属性付与した。
SLAMデータ	<ul style="list-style-type: none"> 歩行可能箇所を目視判断し、リンク及びノードをArcGISで配置した。 目視でリンク属性情報（経路の構造・経路の種別・路面状況・車通行可否・屋根の有無・樹木）を判断し、ArcGISで入力した。 ArcGISを使用して高さ（標高）データを取得し、ノードに属性付与した。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ① 活用データ 道路台帳現況平面図

道路台帳現況平面図データについて示す。

- 歩行空間ネットワークデータのリンク属性情報（経路の構造・路面状況・車通行可否）入力に活用した。
- 道路区域の境界線（道路区域線）、道路区域幅員、道路及び沿道の地形、地物を表示し、道路現況を把握する図面である。（点群データから高さ調節イメージ）

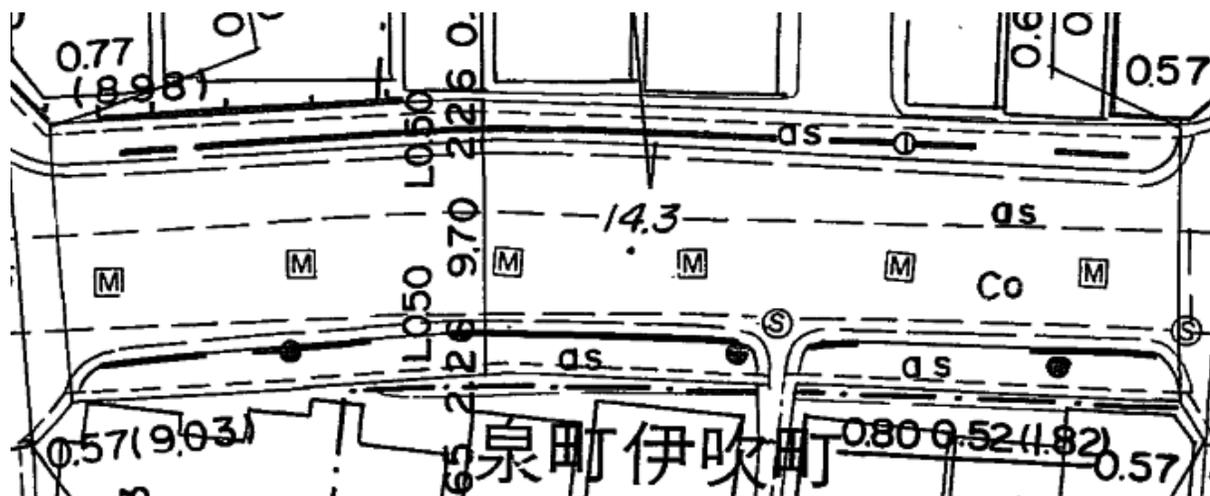


図 道路台帳現況平面図



図 道路台帳管理区域イメージ

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 都市計画基本図

都市計画基本図について示す。

- 歩行空間ネットワークデータのリンク及びノードの入力基図として活用した。
- 道路形状取得のため活用した。都市計画基本図DMデータ（レベル2500）の道路縁を使用してデータを作成した。
- 都市計画基本図は、岐阜市都市計画基本図（令和4年3月時点）のデータを使用した。

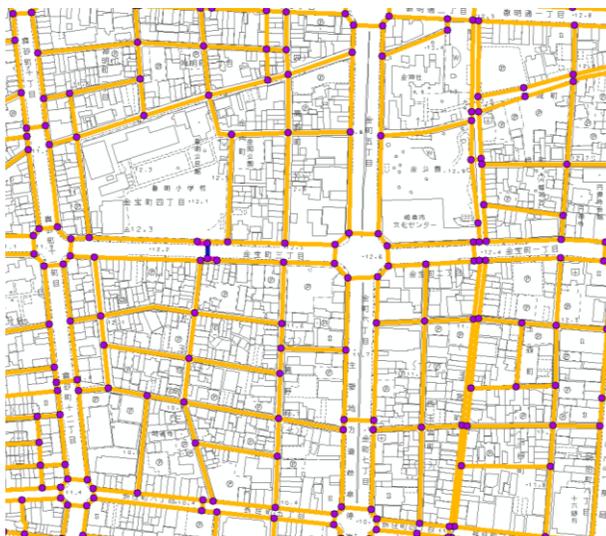


図 歩行空間ネットワークデータの入力基図

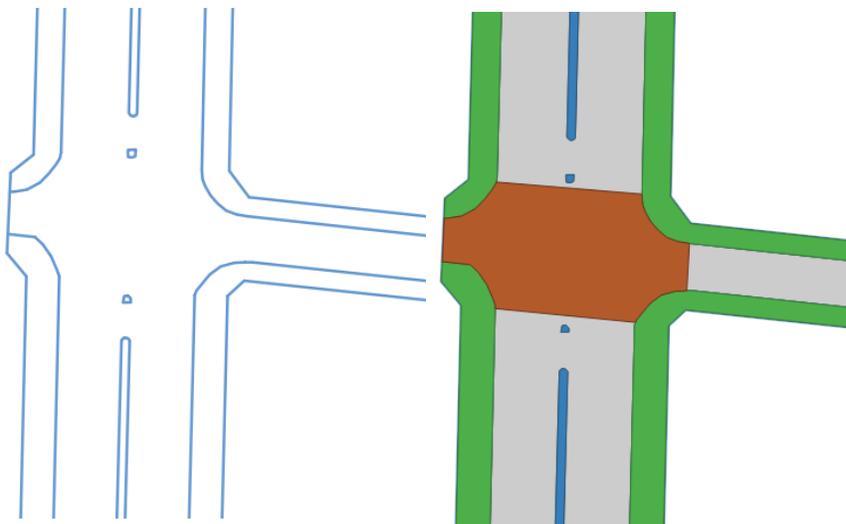


図 都市計画基本図より道路形状をデータ化

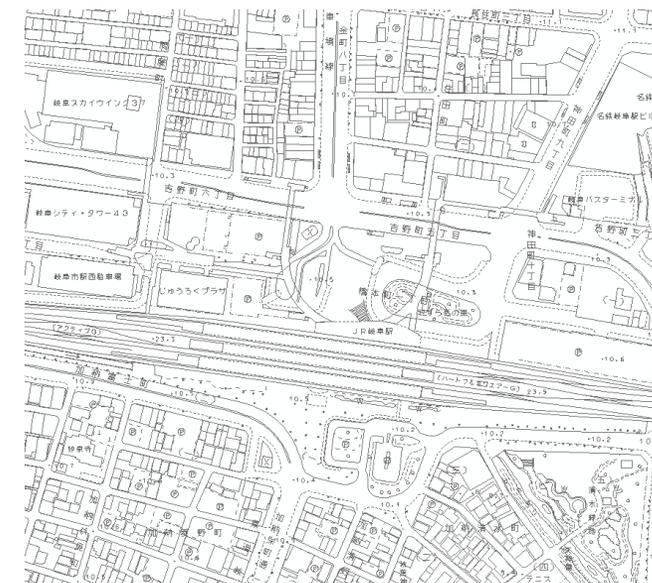


図 岐阜市都市計画基本図
(JR岐阜駅周辺)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

航空写真

航空写真データについて示す。

- 歩行空間ネットワークデータのリンク属性情報（経路の構造・経路の種別・屋根の有無・樹木）を航空写真目視に基づき入力した。
- 図 撮影諸元に基づき撮影されている。
- 航空写真は岐阜市撮影成果（令和4年1月時点）を利用した。



図 航空写真

表 撮影諸元

使用航空機	セスナ208キャラバン (JA8229)
使用カメラ	FMC装置付きデジタル 航空カメラ DMC II e230
撮影縮尺	1: 21,429
撮影方向	東西方向
対地高度	1,971m
モデル間ラップ	60%
コース間ラップ	30% (山間部)、 60% (平地部)
固定局	電子基準点「本巣」「美濃」

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

MMSデータ (1/4)

MMSデータについて活用方法を示す。

- MMSから取得した点群データは、点群のRGBカラー表示やレーザの反射強度のグラデーション表示を用いて、道路の形状や歩車道区分取得のために活用した。
- 都市計画基本図の道路縁（前述P43）及びMMS点群データから得られた歩車道区分・道路中心の高さ（標高）から作成されたLOD3.0について、LOD3.0道路面を点群データに合わせるための高さ位置調節用として活用した。

高さを点群データに合わせて調節

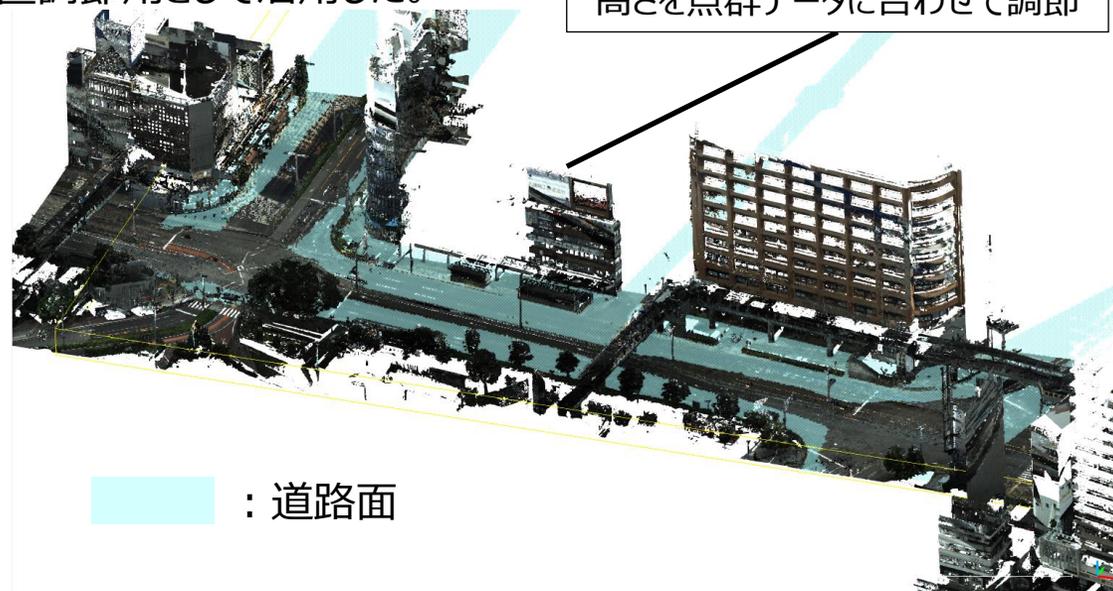
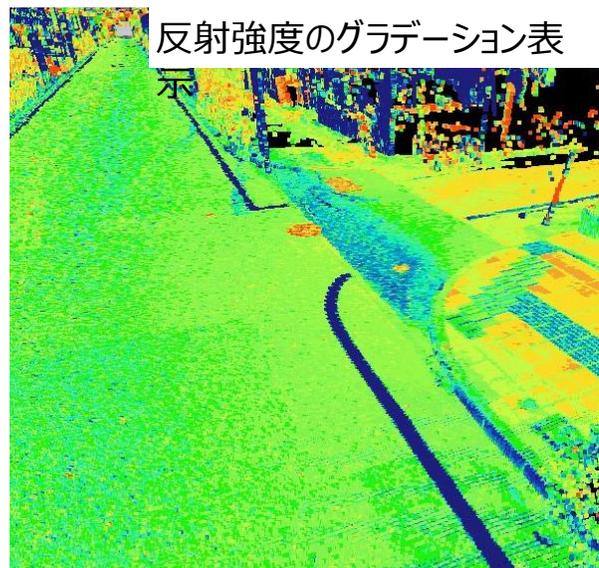


図 点群データからの歩車道区分表示イメージ

図 点群データから高さ調節イメージ (JR岐阜駅前)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

MMSデータ (2/4)

MMSデータ計測の使用器材について示す。

GPSアンテナ・レーザースキャナー・カメラなどの機器を搭載したMMS (MMS-G) 及びGNSS基準局受信機 (Trimble NetR9) を使用してMMS計測を実施した。

使用した器材

工種	器材名	用途
MMS計測 (移動取得)	MMS-G (三菱電機社製)	カラー付き点群取得※
調整点測量	Trimble NetR9 (ニコン・トリニブル社製)	調整用基準点計測



MMS-G (三菱電機社製)



Trimble NetR9 (ニコン・トリニブル社製)

※主な仕様

高感度 カメラ	数量	3
	解像度	1 2 0 0 万画素
レーザ スキャナ	数量	1
	取付け角度	4 5 °
	点密度	1,000,000点/秒
	計測範囲	1 1 9 m

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ MMSデータ (3/4)

MMS点群データ作成の作業手順を以下に示す。

1. 調整点の設置

- ・GNSS測量機器による現地測量
- ・点群データの精度確認に使用する座標値を取得



2.MMS計測 (走行による取得)

- ・道路上からMMSによる計測を実施
- ・GNSS/IMU、レーザスキャナ、カメラより各種データを取得

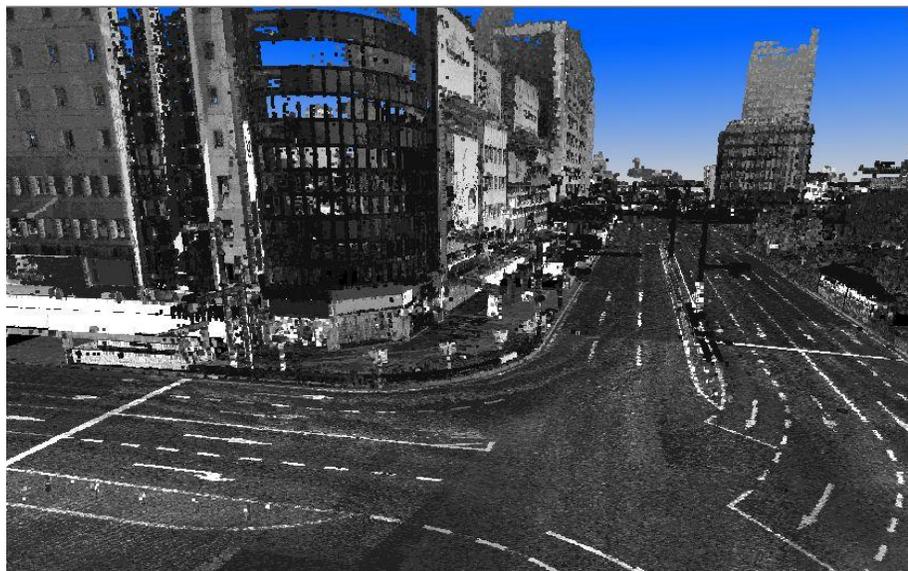


Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ MMSデータ (4/4)

前頁に引き続き、MMSデータ作成の作業手順を以下に示す。

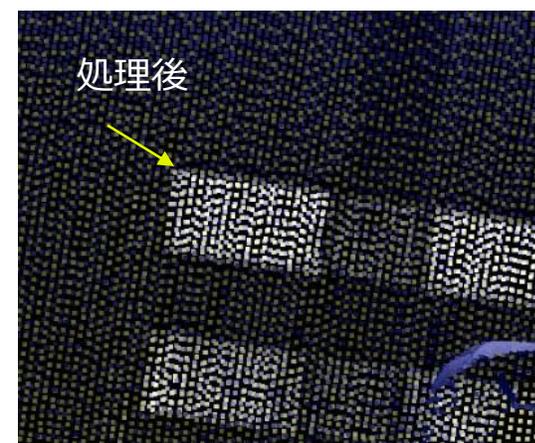
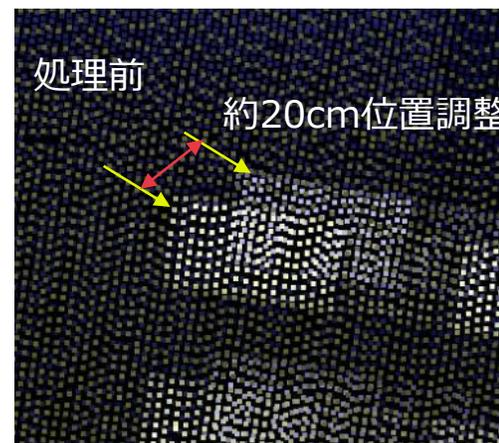
3. 解析処理

- 取得したGNSSとIMUから走行軌跡を算出
 - 走行軌跡とレーザデータから点群座標データを生成
- ※MMS Positioning Post Process (ソフトウェア名)
使用イメージ



4. 調整処理／合成処理

- 調整点の座標値と点群座標データの位置合わせ
 - 複数車線を計測した点群座標データの位置合わせ
- ※Laser Map Studio (ソフトウェア名) 使用イメージ



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

SLAM（手持ちレーザスキャナ）データについて（1/3）

SLAMデータの活用方法について示す。

- SLAM点群データの反射強度のグラデーション表示を用いて、道路の形状や歩車道区分取得のために活用した。
- 高さ（標高）を取得するための調節用データとなる。（図2）

高さを点群データに合わせて調節



図1 点群データからの歩車道区分表示イメージ
（粕森公園内歩道）



図2 点群データから高さ調節イメージ（粕森公園）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ SLAM（手持ちレーザースキャナ）データについて（2/3）

SLAMデータ計測の使用器材について示す。

手持ち型レーザースキャナー（Hovermap）、3Dレーザースキャナー（RTC360）及びGNSS基準局受信機（Trimble NetR9）を使用して手持ちレーザースキャナ計測を実施した。

使用した器材

工種	器材名	用途
点群取得	Hovermap(Emesent社)	白黒点群取得※1
	RTC360 (Leica社)	カラー付き点群取得（位置合わせ補助）※2
調整点測量	Trimble NetR9 (ニコン・トリニブル社製)	調整用基準点計測



Hovermap(Emesent社)

※1主な仕様

取得範囲	0.40m～100m
精度	±30mm
視野角	360°×360°
取得速度	300,000点/秒



RTC360 (Leica社)

※2主な仕様

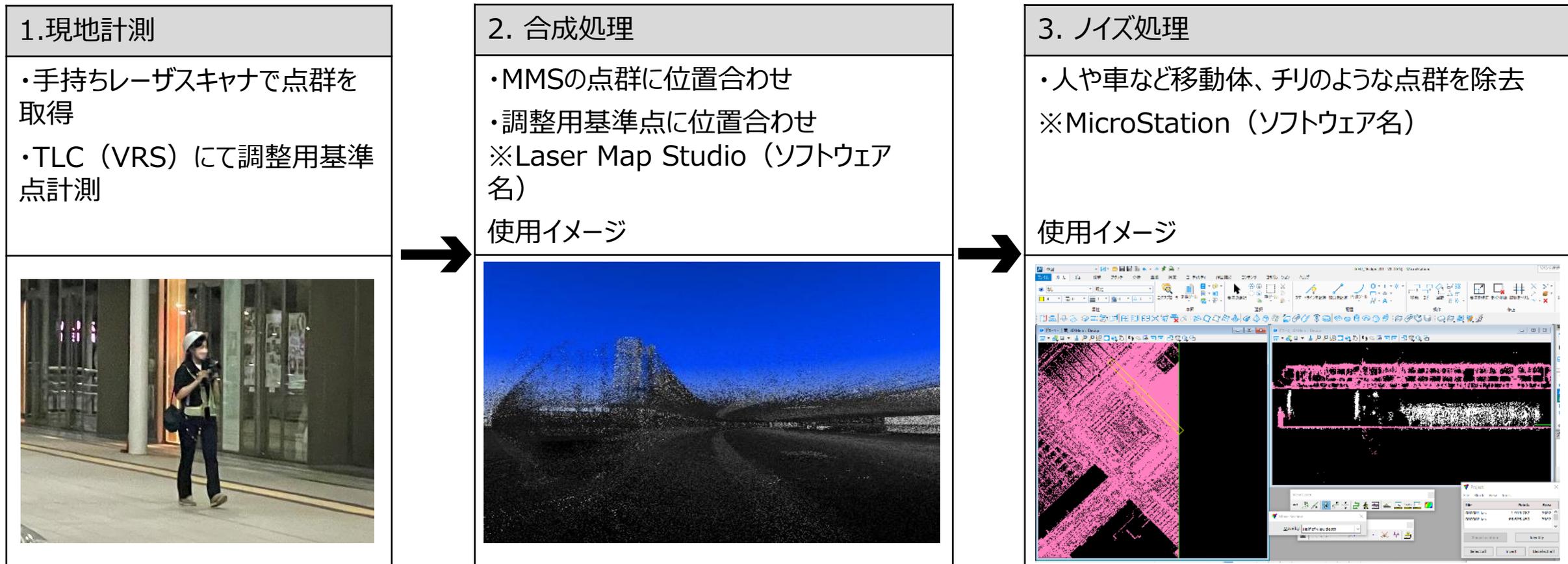
取得範囲	0.50m～130m
精度	1.9mm～5.3mm
視野角	360°×360°
取得速度	2,000,000点/秒



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ SLAM（手持ちレーザスキャナ）データについて（3/3）

SLAMデータ作成の作業手順を以下に示す。

SLAM（手持ちレーザスキャナ）計測データ作成の作業手順を以下に示す。



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

②データ処理 | 一覧

システムに入力するデータ	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)
3D都市モデルデータ ※建築物(整備済) (3DTiles形式)	3D描画	<ul style="list-style-type: none"> ・地図上にLOD1、LOD2を表示。 ・3D都市モデルデータをデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Cesium 	3D都市モデルデータ※建築物 (整備済み) (LOD1およびLOD 2)
道路LOD3データ (3DTiles形式)	3D描画	<ul style="list-style-type: none"> ・歩車道区分 (tran:function) 属性の値に従い、歩道、車道を色分けして表示。 ・道路LOD3データをデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Cesium 	道路LOD 3 データ (CityGML)
道路点群データ (Las)	3D描画 縦断勾配算出	<ul style="list-style-type: none"> ・地図上に道路点群データを表示。 ・道路点群データをデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・LAStools (点群変換ツール) ・Cesium 	MMSデータ・手持ち型レーザスキャナデータ (LAS)
航空写真 (3DTiles形式)	背景等	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真の画像ファイルを、タイル形式のファイルへ変換。 ・地図上に航空写真データを表示。 ・航空写真をデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Gdal2tiles.py (タイル生成) ・Cesium 	航空写真 (建物モデルテクスチャ等) (Tiff形式)
歩行空間ネットワークデータ (SHP)	レコメンド経路探索	<ul style="list-style-type: none"> ・経路探索可能とするため、リンクごとに属性に応じた重みを付与。詳細は次頁以降に記載。 ・経路データをデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Python (スクラッチ) 	歩行空間ネットワークデータ (CityGML)
バイタルデータ 心拍数,位置情報 (CSV)	ウォーキング軌跡描画	<ul style="list-style-type: none"> ・2 機種ウェアラブル端末より得られたそれぞれのデータ形式が異なるため、同一形式に変換。詳細は次頁以降に記載。 ・変換したデータをデータベースに登録。 	<ul style="list-style-type: none"> ・PowerShell (スクラッチ) 	ウェアラブル端末 (CASIO、みまもりがじゅ丸) バイタルデータ (csv)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ② データ処理

クアオルト要素と歩行空間ネットワークデータのマッピング

クアオルト健康ウォーキングの要素を含んだネットワークデータを構成するため、日本クアオルト研究所の知見を得てクアオルトに必要な要素の洗い出しを行った。クアオルト健康ウォーキングとして必要な要素は、下表のとおり歩行空間ネットワークデータを利用することでクアオルト健康ウォーキング要素を含んだネットワークデータを構築した。

結節点（ノード）の情報抜粋

情報項目	属性情報
緯度	中心位置の緯度
経度	中心位置の経度
標高値	標高値

経路（リンク）の情報抜粋

情報項目	属性情報
経路の構造	1：車道と歩道分離あり 6：歩道橋 7：園路（公園内）
経路の種別	1：平坦な道路 2：階段、3：スロープ
屋根の有無	1：有、2：無
路面状況	1：舗装済み、2：砂利、3：ほか
樹木	1：有、2：無
車通行可否	1：可、2：否

クアオルトウォーキングに必要な要素

重みづけ要素		
項目	内容	目的
勾配	斜度を考慮	負荷
歩道	歩道有りを優先	安全
公園	公園内を優先	負荷、気分
階段	高低差を優先	負荷
屋根	屋根有りを優先	避暑
地面	舗装以外を優先	負荷
樹木	景観を優先	気分
車	侵入不可を優先	安全

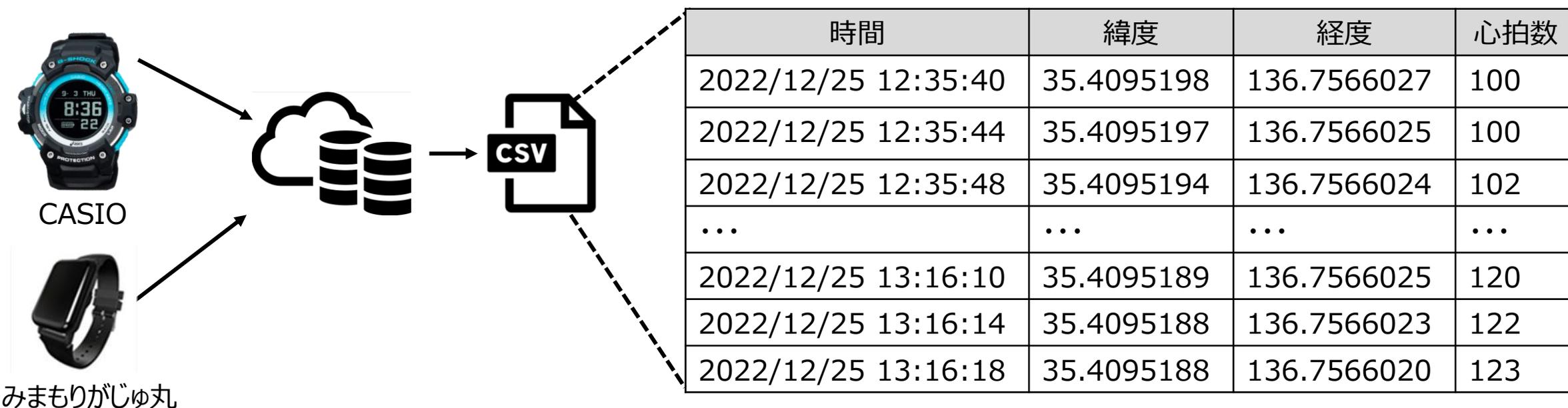
【図の説明】

クアオルトウォーキングに必要な要素（左図）に、LOD0のデータから対応する要素（右図）をマッピングした。クアオルトウォーキングでは「安全」・「負荷」・「気分」などの要素を重視しており、ネットワークデータ（LOD0）の定義からウォーキングに必要な要素に該当する情報項目・属性項目を紐づけた。ノードの情報はノード間にあるリンクごとの勾配（「負荷」要素）を算出するために必要である。リンクの情報については、一例として、情報項目「経路の構造」の属性情報「7：園路」は、公園内の園路を示しており、クアオルト要素の目的「負荷」や「気分」に相当する。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 バイタルデータ

腕時計型ウェアラブル端末を装着し、コースに従って実際にウォーキングした際の時間、位置、心拍数データ等各事業者のサーバ上に格納される。

各事業者のデータをサーバより取得し、本アプリに必要な「時間」「緯度」「経度」「心拍数」に形式を変換してCSVで保存する。



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③ 出力データ 出力データ

出力データ	内容	データ形式
経路（レコメンドルート）	<p>コース探索の結果として表示されるユーザ向け推奨ルート。 polyline・czml・pathで動的に描画。</p> <p>Cesium : polyline https://cesium.com/learn/cesiumjs/ref-doc/PolylineGraphics.html</p> <p>Cesium : czml・path https://github.com/AnalyticalGraphicsInc/czml-writer/wiki/Path</p>	CZML
クアオルト判定結果（フィードバックルート）	<p>日時・心拍・緯度・経度・ユーザアカウント等で構成されるウォーキング結果を示す歩行ルート。 boxとPolylineGeometryで描画。</p> <p>Cesium : box https://cesium.com/learn/cesiumjs/ref-doc/BoxGraphics.html</p> <p>Cesium : PolylineGeometry https://cesium.com/learn/cesiumjs/ref-doc/PolylineGeometry.html?classFilter=PolylineGeometry</p>	CZML

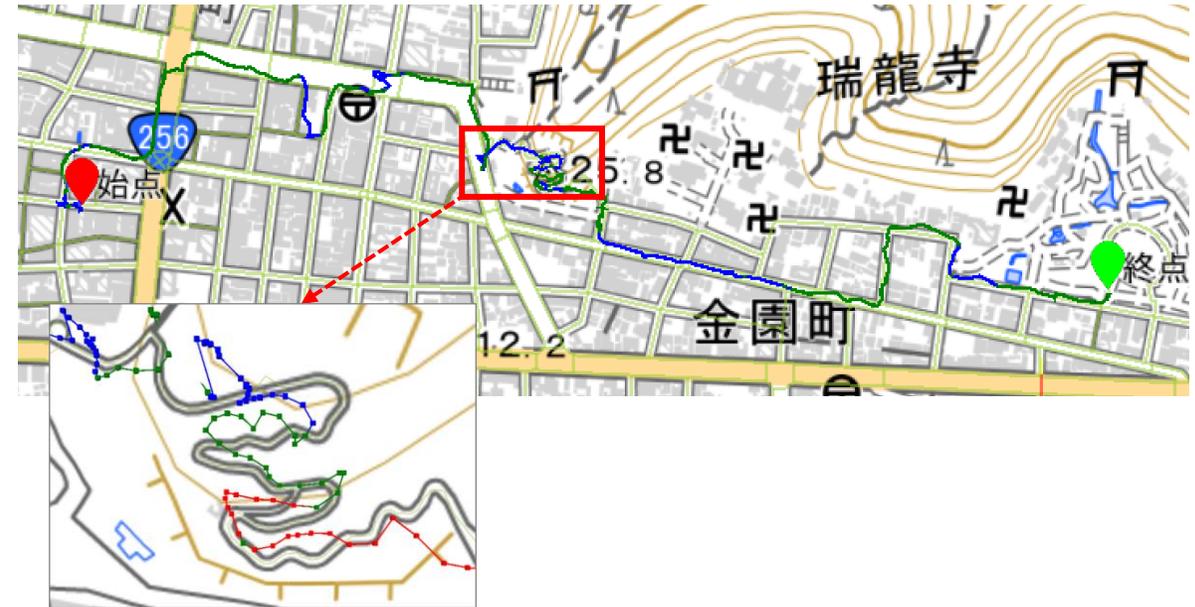
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③ 出カデータ 経路（レコメンド）、バイタル（フィードバック）

経路表示（レコメンドルート）



コース探索の結果として表示されるユーザ向け推奨ルート。
polyline・czml・pathで動的に描画。

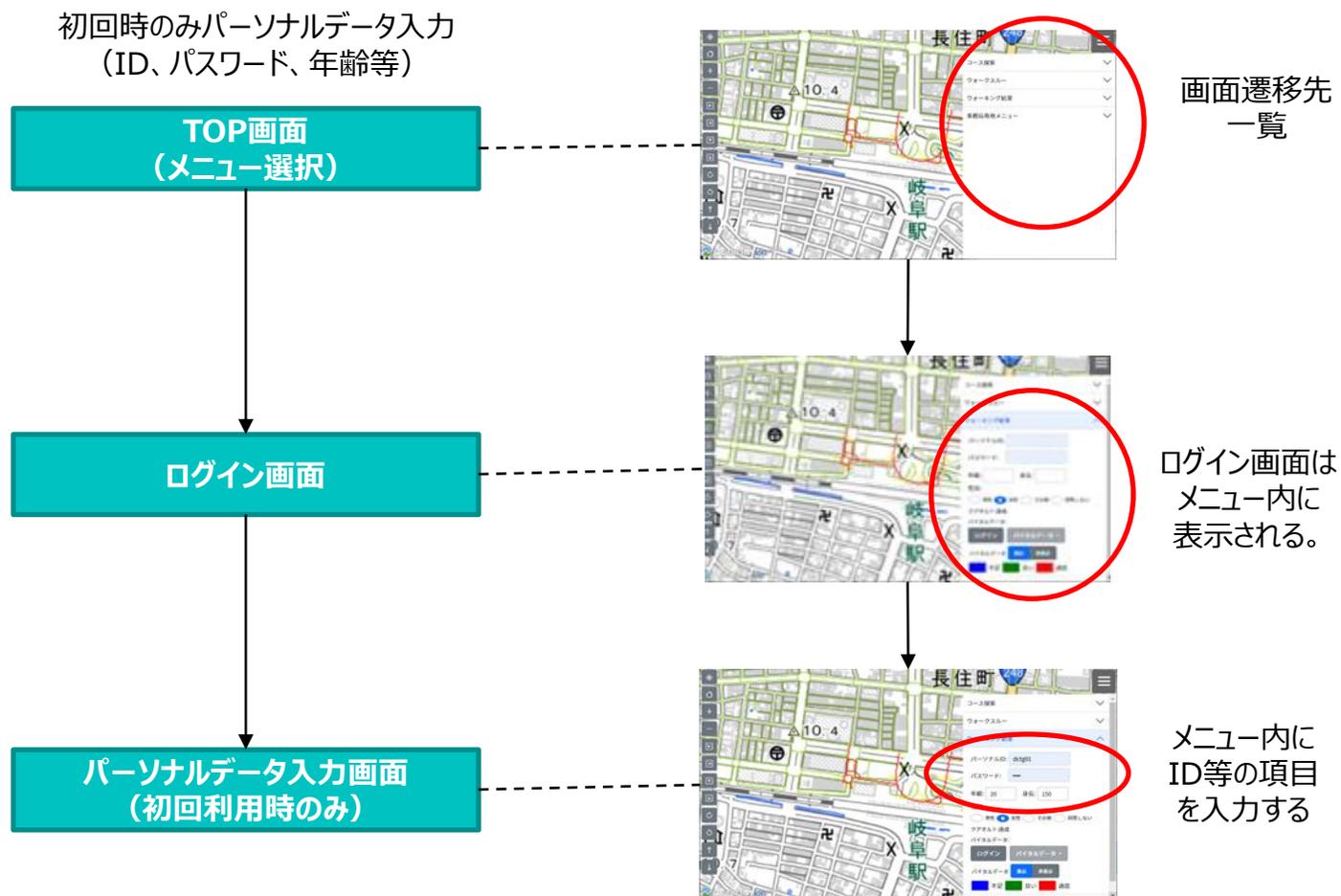
バイタルデータ表示（フィードバック）



ウォーキングした結果を日時・心拍・緯度・経度・ユーザアカウント情報を利用し表示。
boxとPolylineGeometryで四角と線で描画。

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

1. システム機能概要（画面遷移：初回時のみ）

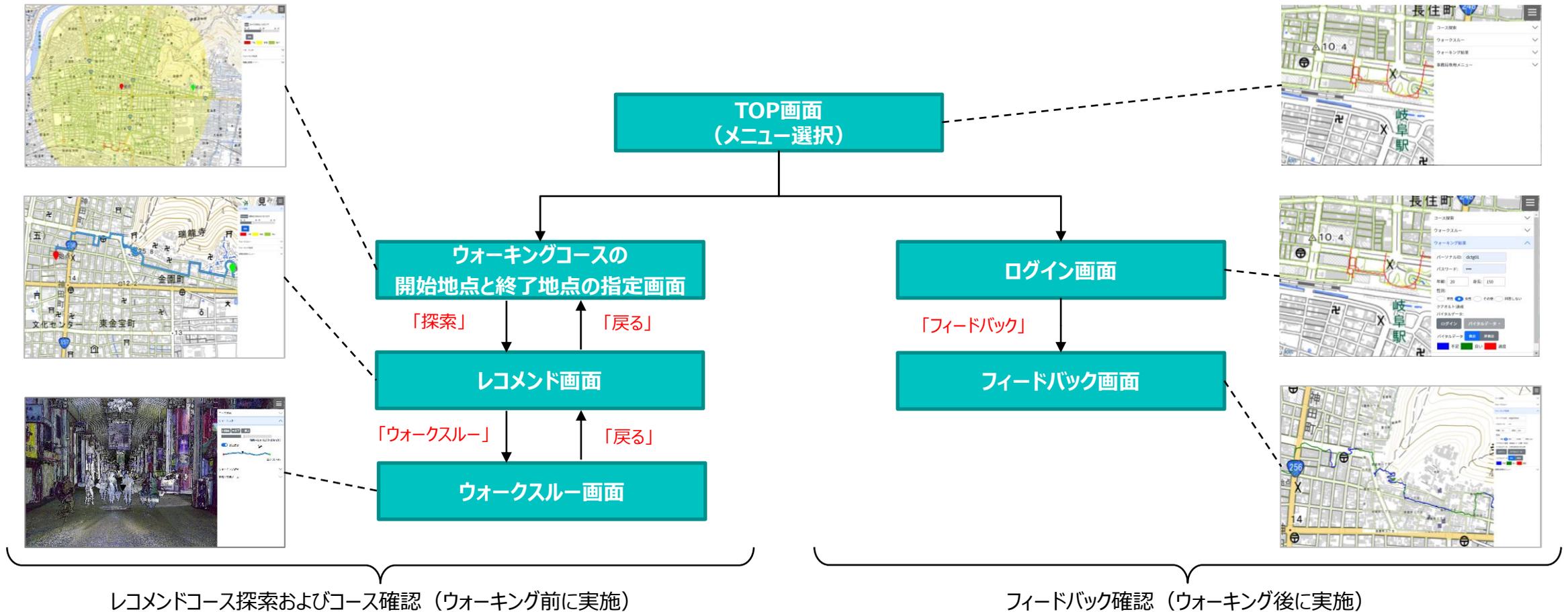


Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース



PLATEAU
by MLIT

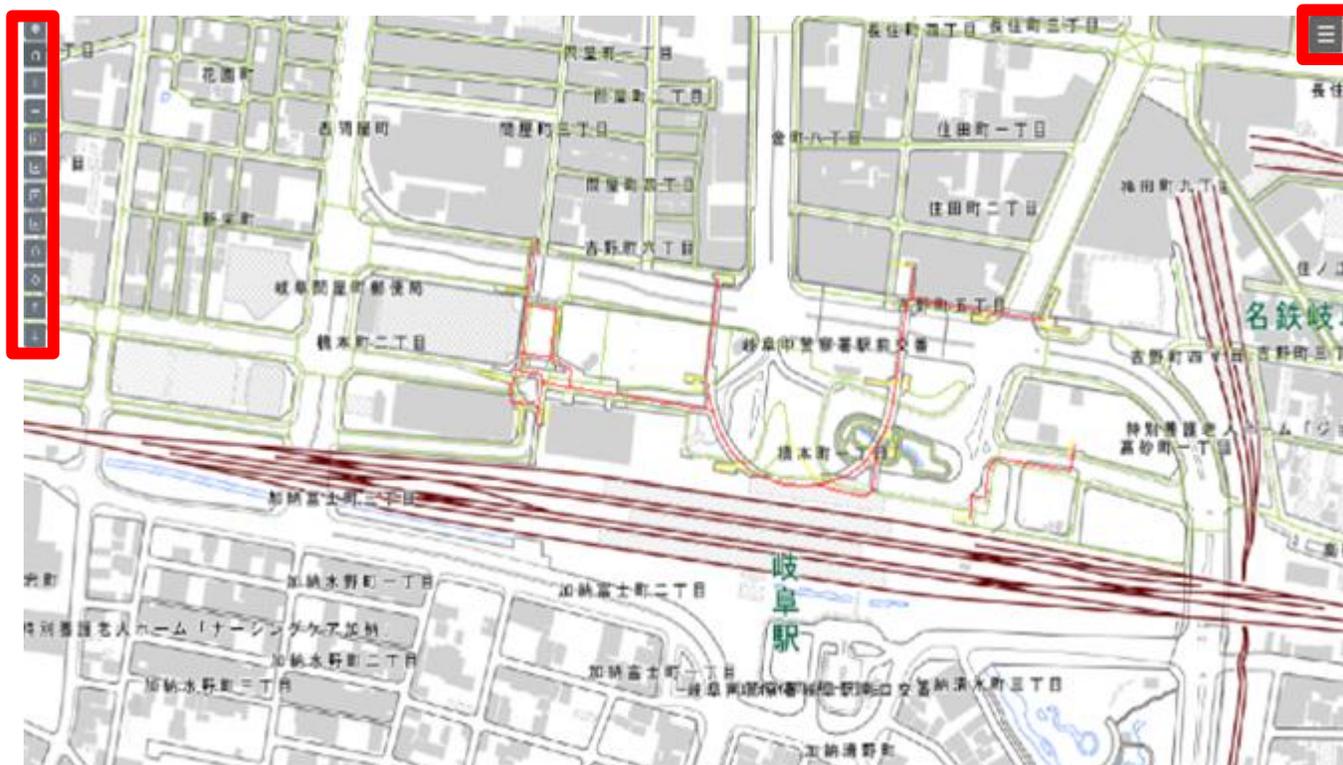
1. システム機能概要（画面遷移：レコメンド利用・フィードバック利用）



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（初期表示：PC、タブレット）

● 初期画面



● 概要

1. 表示

・サイト遷移時に最初に表示される画面。以下のメニューが操作可能。

- | | | | |
|---|---------------------|---|------------|
|  | 現在地取得（逐次表示） |  | メニュー |
|  | 岐阜駅上空へ移動 | | ・コース探索 |
|  | 地図の拡大 | | ・ウォークスルー |
|  | 地図の縮小 | | ・ウォーキング結果 |
|  | 地図を右へ移動 | | ・事務局専用メニュー |
|  | 地図を左へ移動 | | |
|  | 地図を上へ移動 | | |
|  | 地図を下へ移動 | | |
|  | 地図を左回りに回転 | | |
|  | 地図を右回りに回転 | | |
|  | 地図にて視点を上向きへ（仰角を上げる） | | |
|  | 地図にて視点を下向きへ（仰角を下げる） | | |

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（初期表示：スマートフォン）

● 初期画面



● GPSオン時



● 概要

スマートフォンからの閲覧時はUIが一部異なる。

地図操作ボタンは、以下の2つのみ表示

-  GPS（ON：現在地表示、OFF現在地非表示）
-  ホーム（初期画面：岐阜駅周辺を表示）

その他のボタンの機能については、ピンチイン／アウトにより地図サイズを変更する等、一般的なスマホアプリ同様の操作が可能

メニューは画面下側に表示

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（開始地点指定）

● 開始地点指定画面



機能名	説明
開始	メニュー「コース探索」から開始ボタンを押下すると、ウォーキングコースの開始地点が指定できる状態となる。
開始地点指定	開始ボタンが押下された状態で、地図上の任意の位置をクリックすると、その位置に「始点」アイコンが表示され、ウォーキングの開始位置として指定される。
中止	メニュー「コース探索」から中止ボタンを押下すると地点指定を中止し初期画面に戻る。
コース長調整	メニュー「コース探索」から中止ボタンを押下するとバーを操作することで、ウォーキングコースの長さを指定できる。 (短め～推奨～長め)

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（終了地点指定）

● 終了地点指定画面



機能名	説明
終了地点指定	地図上の任意の位置をクリックすると、その位置に「終点」アイコンが表示され、ウォーキングの終了位置として指定される。
中止	メニュー「コース探索」から中止ボタンを押下すると地点指定を中止し初期画面に戻る。
コース長調整	メニュー「コース探索」からバーを操作することで、ウォーキングコースの長さを指定できる。 (短め～推奨～長め)

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ (コース探索)

●コース探索画面

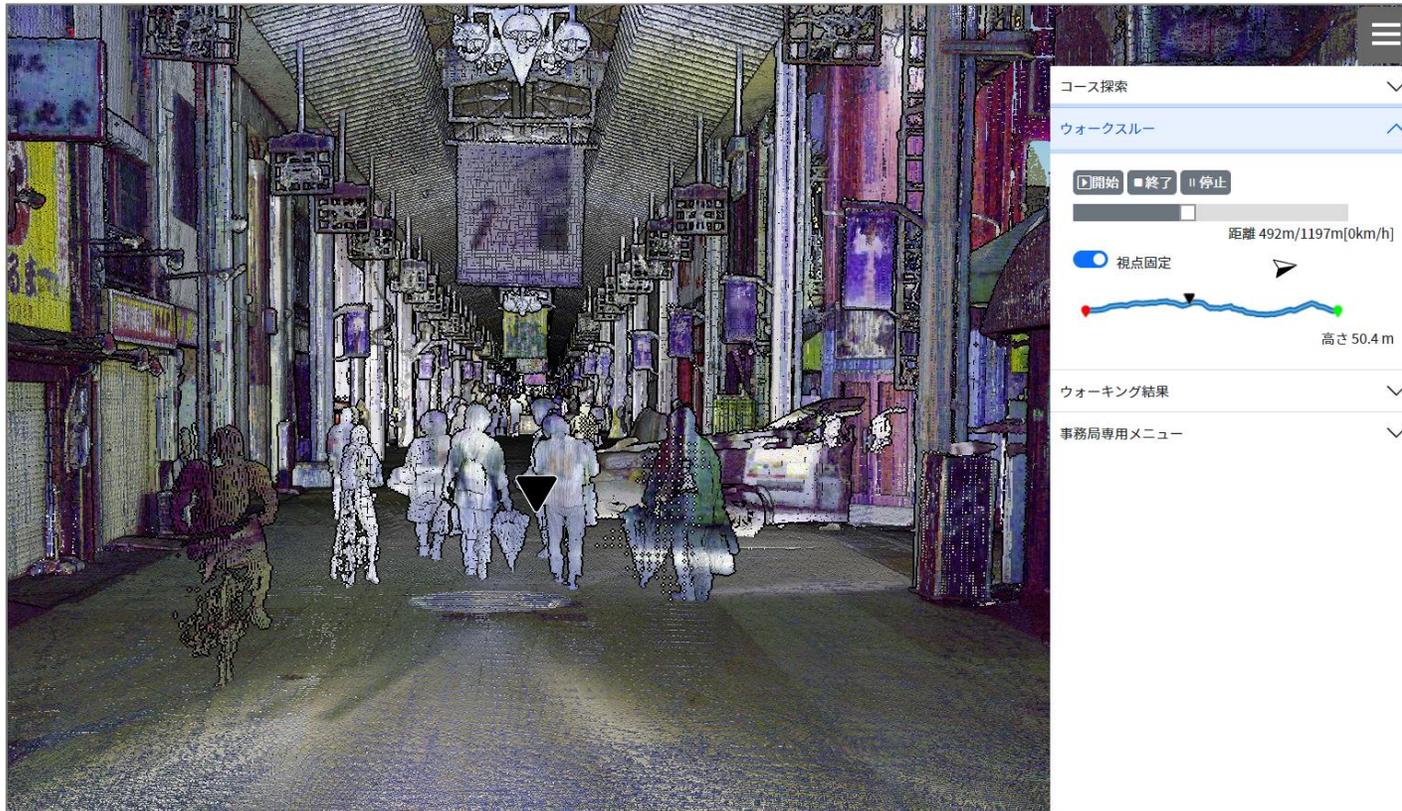


機能名	説明
探索	メニュー「コース探索」から探索ボタンを押下すると地図上に指定した始点～終点間のウォーキングコースが表示される。
リセット	メニュー「コース探索」からリセットボタンを押下すると初期画面に戻る。
コース長調整	メニュー「コース探索」からバーを操作することで、ウォーキングコースの長さを指定できる。 (短め～推奨～長め)

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（ウォークスルー）

●ウォークスルー画面（視点固定ON：歩行者視点）

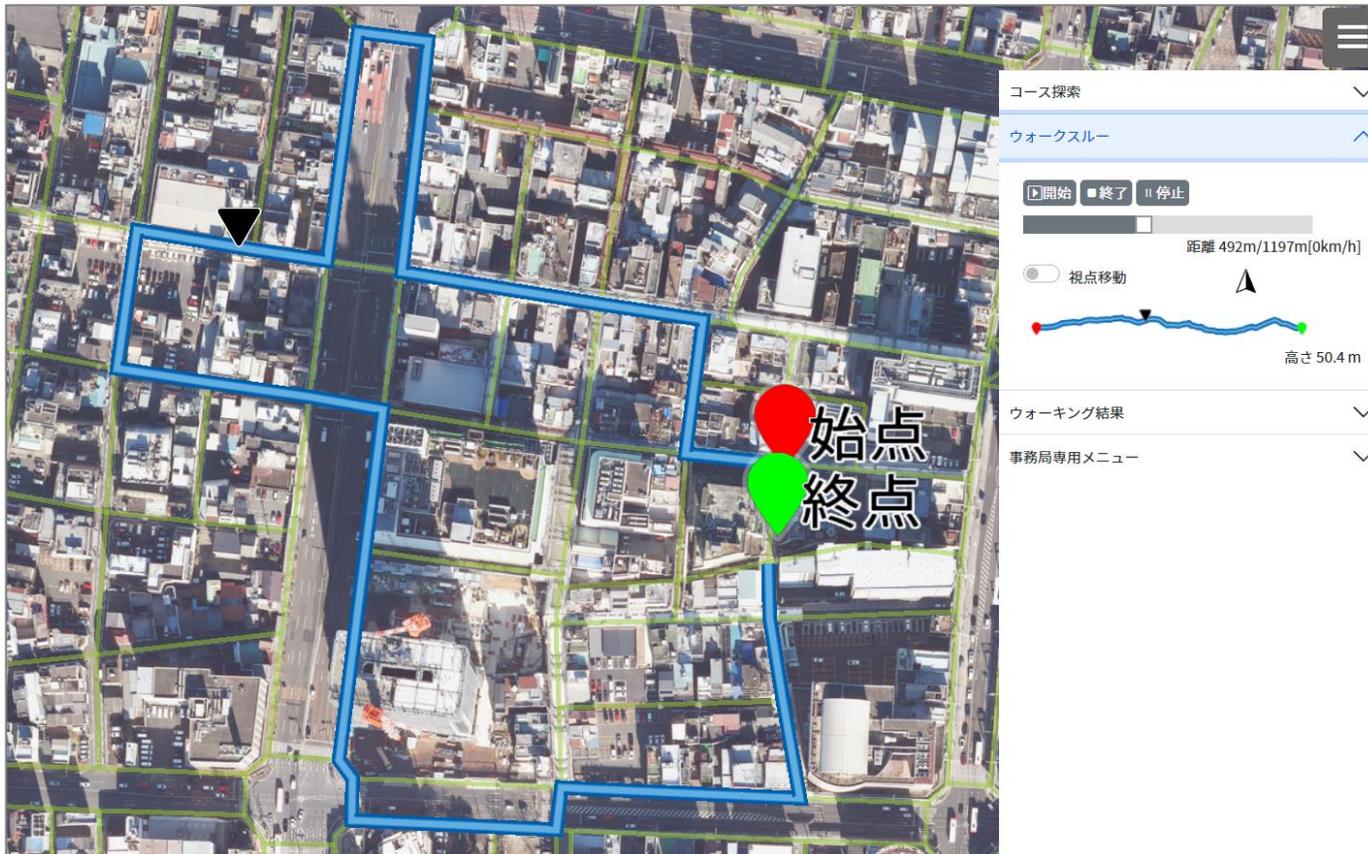


機能名	説明
開始	メニュー「ウォークスルー」から開始ボタンを押下すると歩行者視点でウォークスルーが開始される。
終了	メニュー「ウォークスルー」から終了ボタンを押下するとウォークスルーを終了する。 再度開始ボタンを押下した場合は、新たに開始地点からウォークスルーが開始される。
停止	メニュー「ウォークスルー」から停止ボタンを押下するとウォークスルーを一時停止する。 再度開始ボタンを押下した場合は、停止地点からウォークスルーが再開される。

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

2. レコメンドアプリ（ウォークスルー）

●ウォークスルー画面（視点固定OFF：見下ろし視点）



機能名	説明
開始	メニュー「ウォークスルー」から開始ボタンを押下すると歩行者視点でウォークスルーが開始される。
終了	メニュー「ウォークスルー」から終了ボタンを押下するとウォークスルーを終了する。 再度開始ボタンを押下した場合は、新たに開始地点からウォークスルーが開始される。
停止	メニュー「ウォークスルー」から停止ボタンを押下するとウォークスルーを一時停止する。 再度開始ボタンを押下した場合は、停止地点からウォークスルーが再開される。

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

3. フィードバックアプリ (ログイン)

●ログイン画面

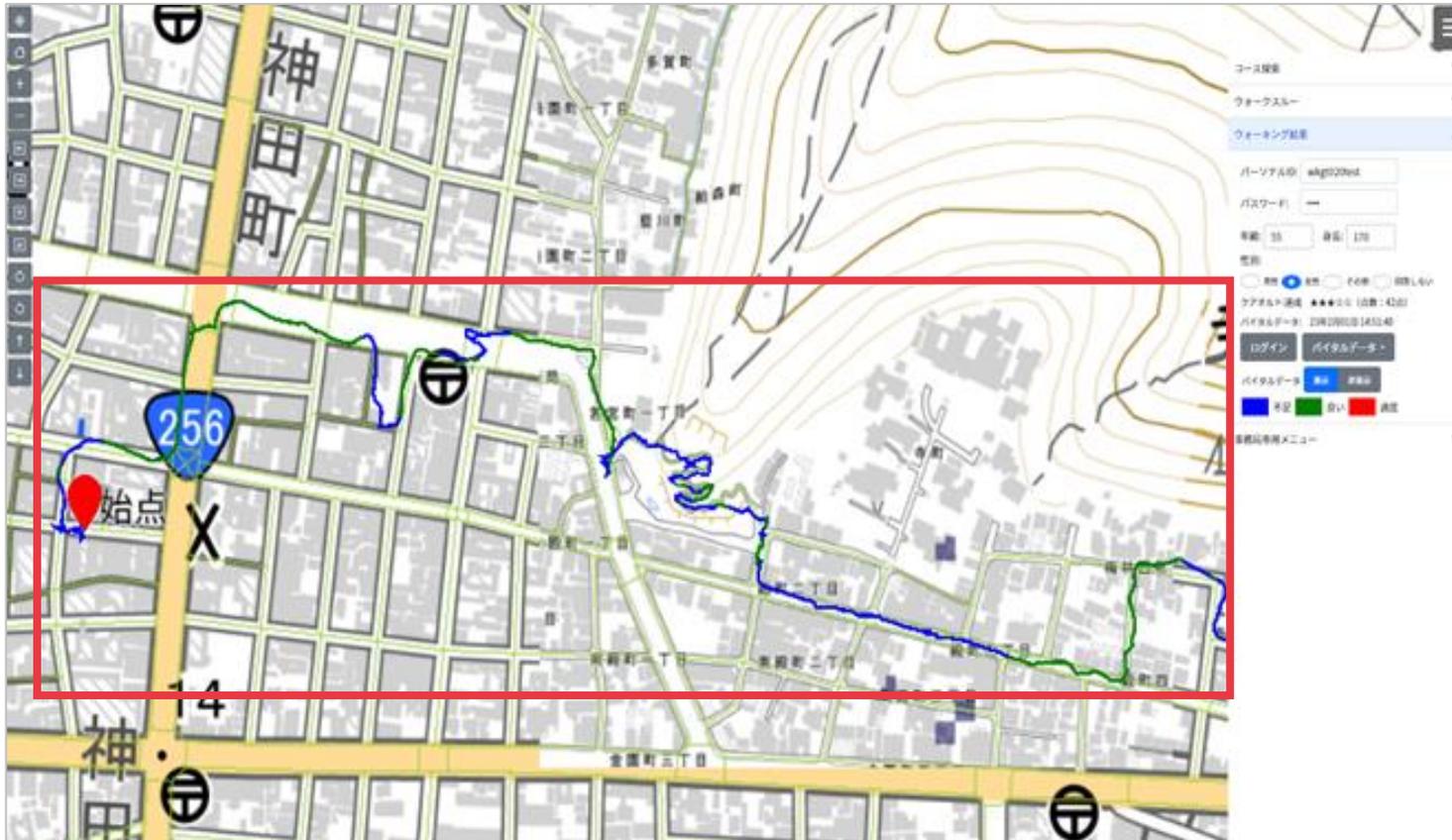


機能名	説明
ログイン	メニュー「ウォーキング結果」から パーソナルID/パスワードを入力しログインすると、 歩行時のバイタルデータが閲覧できる。

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

3. フィードバックアプリ（バイタルデータ閲覧）

● バイタルデータ閲覧画面



機能名	説明
バイタルデータ閲覧	<p>メニュー「ウォーキング結果」からバイタルデータボタンを押下すると過去の歩行日時がリスト表示され、選択した対象のバイタルデータが閲覧できる。</p> <p>地図上のルート線は、表示／非表示ボタンで切替可能。 また、心拍数によって色分け表示される。 【色の意味】 青:不足／緑:良い／赤:過度</p> <p>【クアオルト判定】 全行程の内、心拍数の基準値±15以内の値が 8割以上：★5つ 6割以上～8割未満：★4つ 4割以上～6割未満：★3つ 2割以上～4割未満：★2つ 2割未満：★1つ 全行程の内、心拍数の基準値±15以内の値の割合を点数化して★横に表示</p>

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

ユーザインタフェース

4. オプション（事務局専用メニュー）

● 事務局専用メニュー画面



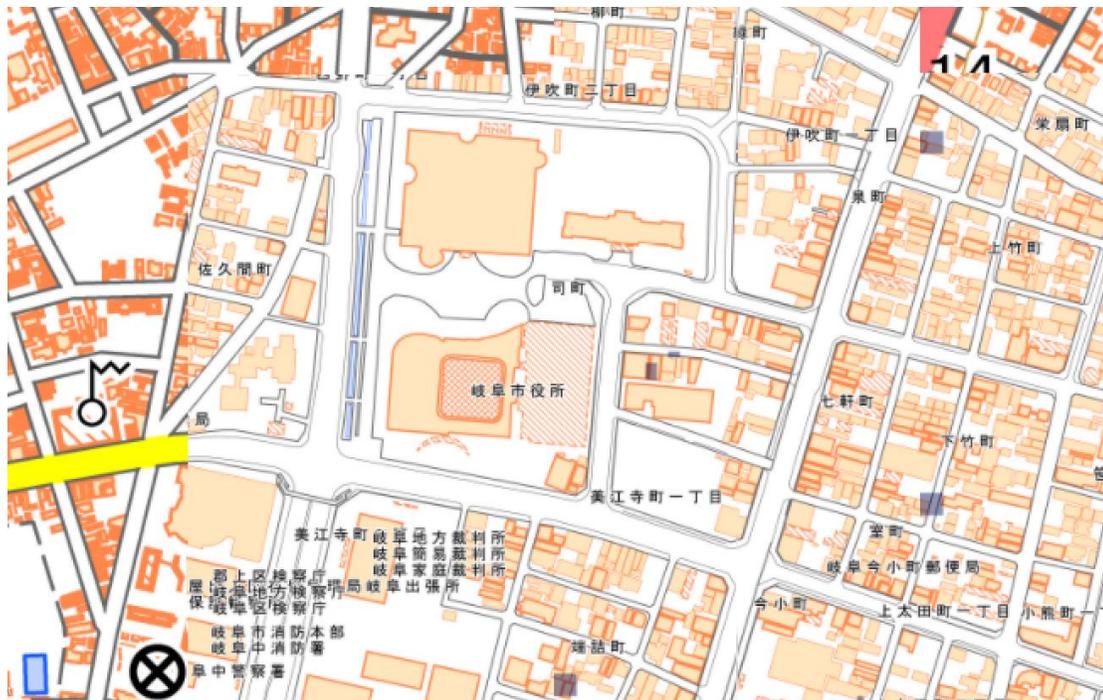
機能名	説明
解像度調節	地図画像の解像度が調節可能 (解像度高にすると、鮮明な画像となる)
ベース地図 表示切替	以下の項目にて、ベース地図の切替が可能 ・地理院 空中写真／標準地図／淡色地図 ・岐阜市空中写真 表示／非表示
3D都市モデル等 表示切替	以下の項目にて、 建物や歩行データ等の表示切替が可能 ・建物 LOD1／LOD2／非表示／色設定 ・歩道 表示／非表示／色設定 ・道路、経路、SLAM、VRS、MMS、ペデ、ラ ンドマーク 表示／非表示

※ 切替による表示イメージは以下を参照
 ・Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース
 ・「Ⅳ. 実証技術の検証 > 1. 開発アプリケーションの検証」

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション (淡色地図、標準地図)

標準地図 (地理院)



メニューで「標準地図」を「表示」

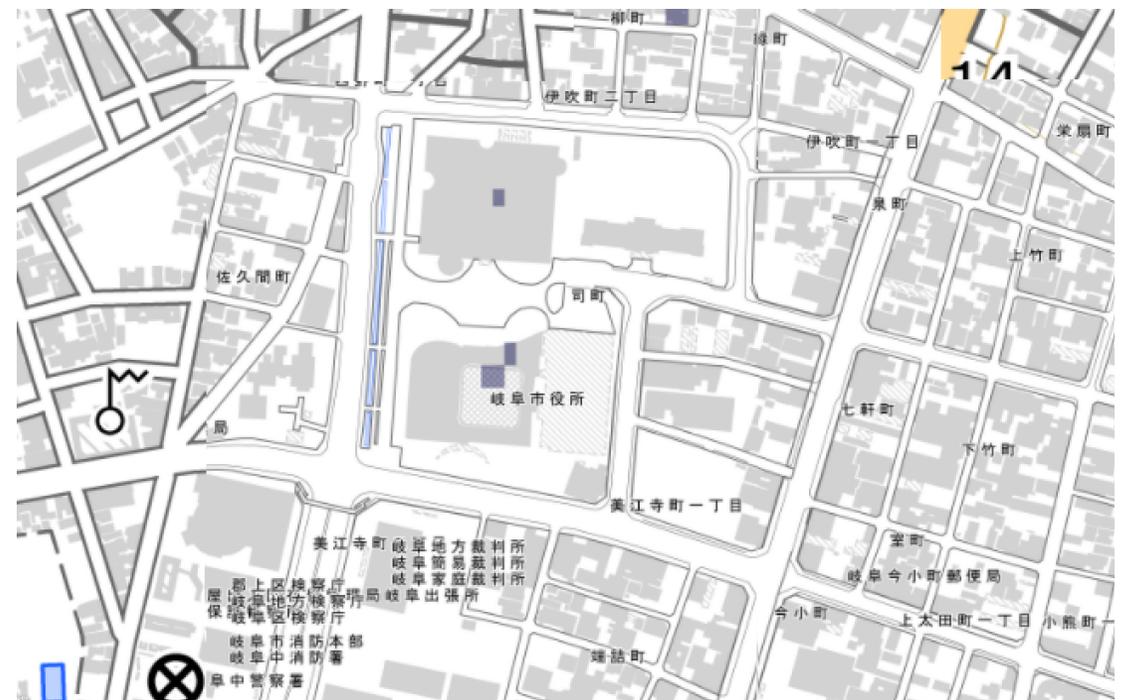
地理院

空中写真

標準地図

淡色地図

淡色地図 (地理院)



メニューで「淡色地図」を「表示」(デフォルト)

地理院

空中写真

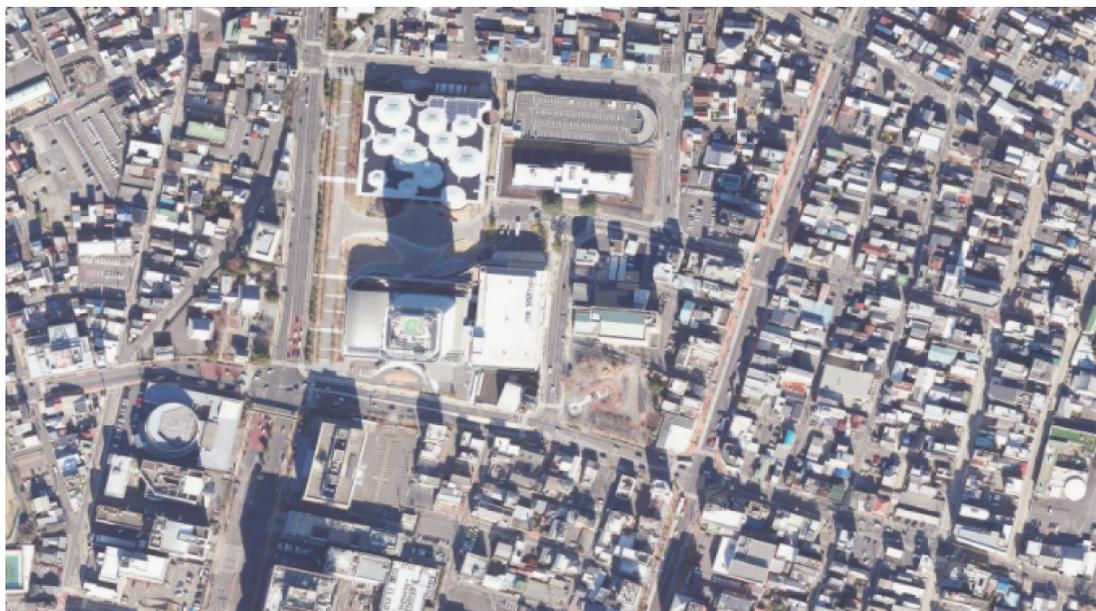
標準地図

淡色地図

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション (空中写真、岐阜市空中写真)

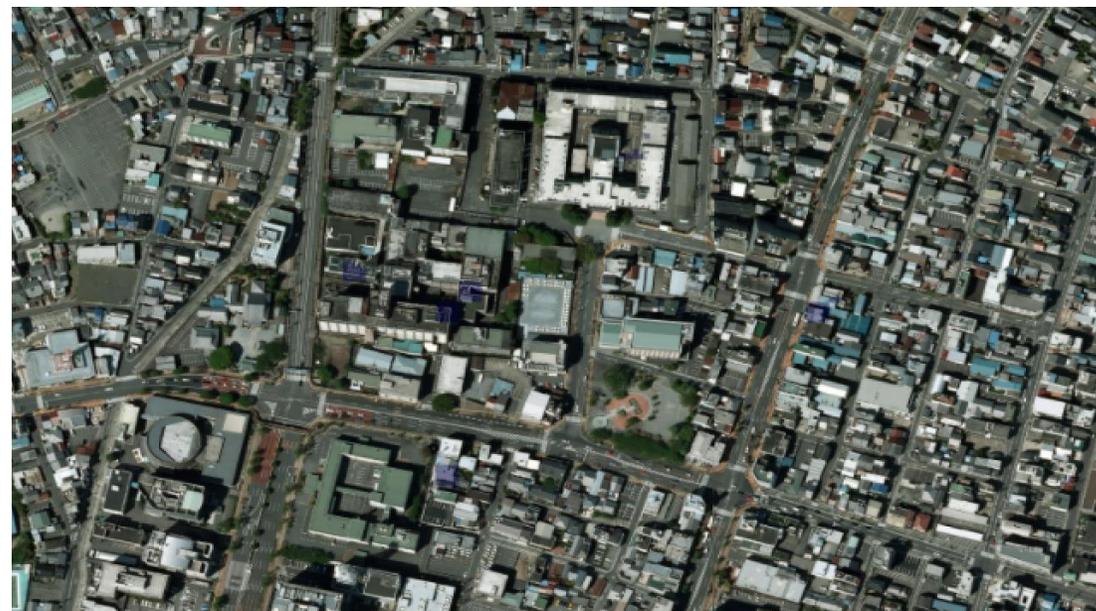
岐阜市空中写真



メニューで「岐阜市空中写真」を「表示」



空中写真



メニューで「岐阜市空中写真」を「非表示」(「空中写真」を「表示」)



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション (歩道)

歩道 (緑=地上)



メニューで「歩道」を「表示」(デフォルト)



メニューで「歩道」を「非表示」



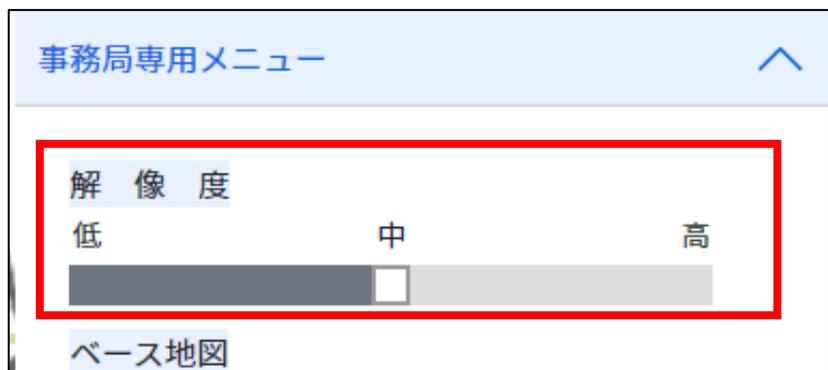
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

ユーザインタフェース

4. オプション（解像度、種類別表示）

- ・解像度について、初期段階では一律高解像度のみとなっていたので、様々な端末に対応すべく解像度を3段階（低、中、高）用意した。
- ・点群は計測手法によらず一斉表示としたところ、描画できなかったため、各計測手法ごとに表示/非表示を選択できるようにした。

解像度の変更



解像度を3段階で切り替えられるように修正した。
 （参照：③複数の表示形式 解像度）

- ◆低
画面サイズの半分でレンダリング後に画面サイズに拡大して描画。
描画速度は速くなるが描画品質は「中」より落ちる。
- ◆中
画面サイズと同等でレンダリングして描画。
- ◆高
画面サイズの1.5倍でレンダリング後に画面サイズに縮小して描画。
描画速度は遅くなるが描画品質は「中」より上がる。

種類別表示



点群ごとに表示を切り替えられるように修正した。
 （参照：③複数の表示形式 計測手法）



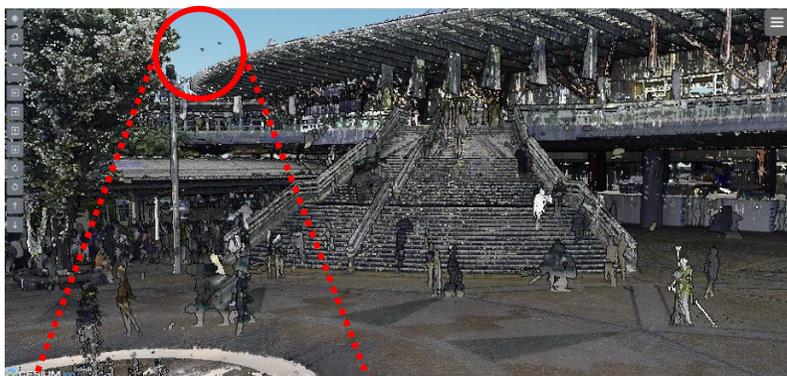
建物LODごとに表示を切り替えられるように修正した。
 （参照：③複数の表示形式 建物LOD）

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション（解像度）

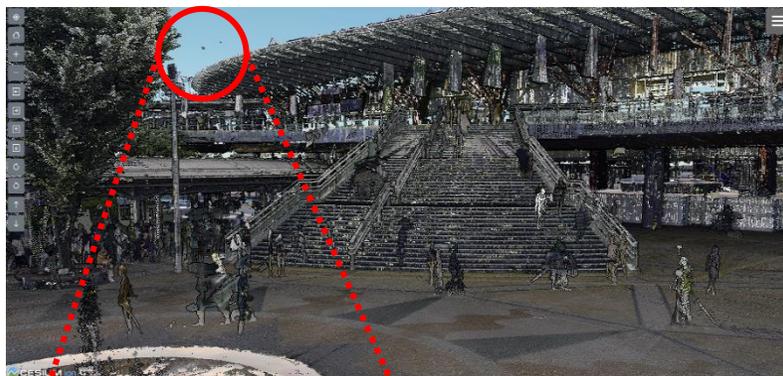
点群描画時の各解像度ごとの差異をVRSにて例示する。

解像度（低）



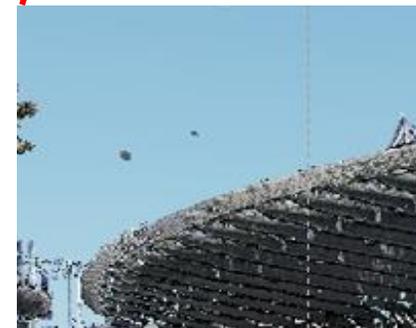
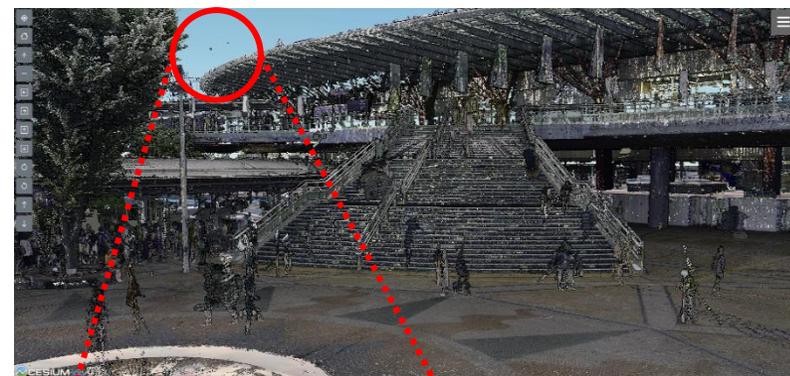
画像は粗いが
表示は早い

解像度（中）



画像、表示ともに
中間的

解像度（高）



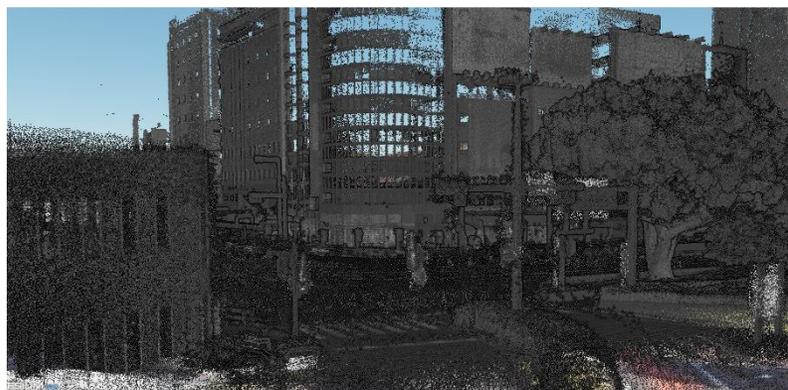
画像は細かいが
表示は遅い

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

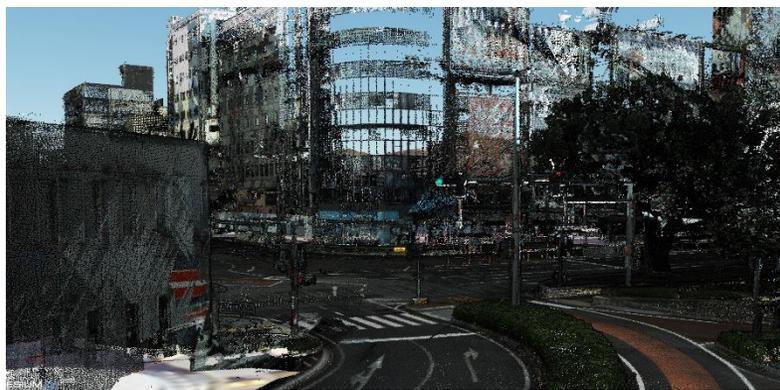
4. オプション（測定手法）

各点群の表示イメージを下記に示す。
※各点群の解像度についてはすべて「高」に設定。

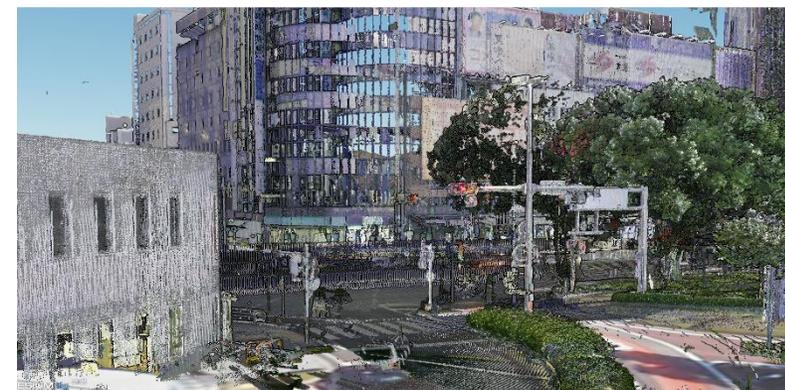
SLAM



MMS



VRS



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション (建物LOD)

建物LODの表示イメージを下記に示す。

無し



ペデ



LOD1



LOD2

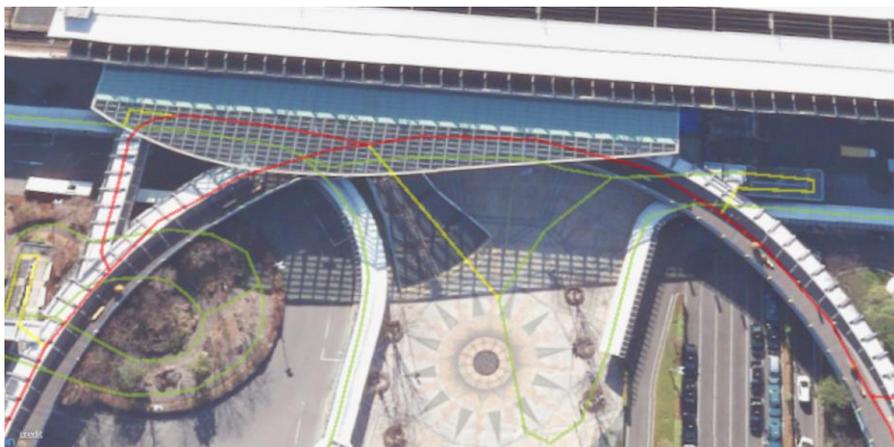


Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション（ネットワークデータ）

コース探索において、ネットワークデータのリンクに対し、階層の属性を持たせるため、地上部分は1、階段部分は1.5、2階部分は2といった数値を付与することによって、この数値をもとにネットワークデータのリンクの色分けを実現した。これにより、ユーザーが経路探索時、歩道橋や岐阜駅付近など、複数の階層のネットワークデータが存在する場所でも始点や終点を選択する際に視覚的に正しい位置を指定できるよう改善を行った。

ネットワークデータの色分け表示



岐阜駅（ペDESTリアンデッキ）



歩道橋



アプリ側凡例表示

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

4. オプション (ランドマーク)

施設名や建物名が分かるようインターフェイスの改良を行った。G空間情報センターからダウンロードした岐阜のランドマークデータをshapeファイルからGeoJSON形式に変換し、Cesiumのentity (point・label) で描画することで実装した。さらに地図を回転させてもランドマークが追従するように工夫した。

ランドマークの表示



ランドマークの表示 2D地図



ランドマークの表示 3D地図



アプリ設定項目

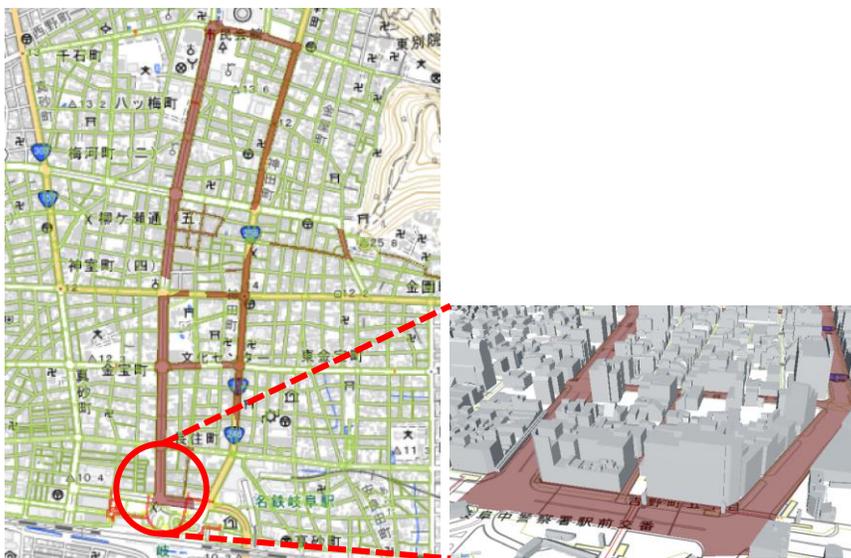
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

ユーザインタフェース

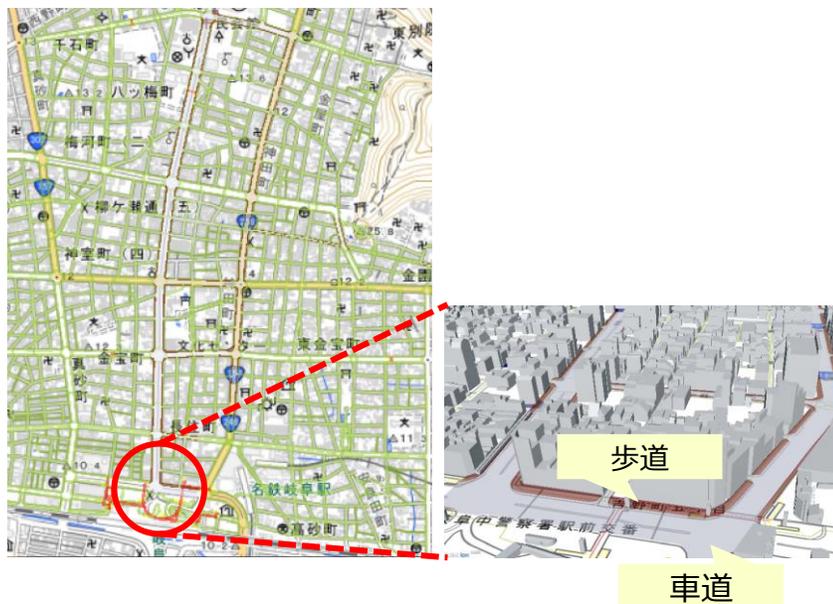
4. オプション (道路LOD3.0)

今回開発したアプリに道路LOD3の搭載を行った。当初は道路、歩道ともに同色で表示を行っていたが、歩道、車道ごとに色分けを行い表示することで歩車道の区別が視覚的にできるよう工夫した。またアプリの「事務局専用メニュー」にて新たに【道路】欄を追加し、道路LOD3の表示／非表示を切り替えられるよう改善を行った。

道路LOD3.0 (修正前)



道路LOD3.0 (修正後)



アプリ設定画面



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

5. フィードバック

バイタルデータ表示の際、コース探索時と同様、スタート地点と、エンド地点を表示することにより、歩行軌跡が分かるよう修正を行った。さらにバイタルデータについては、クアオルトの判定基準に基づいた処理を行い、3段階で色分け表示を行うことで、歩行経路ごとのバイタルの変化が視覚的にわかるようにし、さらに結果を5段階評価と点数化することで、自身のウォーキング結果がどの程度クアオルト的であったかが一目でわかるよう工夫した。

ウォーキング結果 表示



Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

システムテストの結果を下記に示す。

試験項目	確認内容	結果
1. 初期表示	WebアプリのURLにWebブラウザから接続し、初期画面が表示されること。 ・現在地ボタン押下時、現在地のアイコンが大きく（始点／終点と同等サイズ）表示されていること。	○ (Ⅲ. 7. 2 P68参照)
	・スマートフォンにて閲覧時は、スマホUIとなること。 - 左上のアイコンは「GPS」と「現在地」のみ。それ以外は非表示 - 各種メニューは画面右側ではなく画面下側に表示	○ (Ⅲ. 7. 2 P69参照)
2. 開始地点指定	開始地点指定が行えること。 - 範囲外を選んだらエラーとなること。 - 経路外を選んだら近くのノードとなること。	○ (Ⅲ. 7. 2 P70参照)
3. 終了地点指定	終了地点指定が行えること。 また、開始地点と完全に同一地点は選択できないこと。	○ (Ⅲ. 7. 2 P71参照)
4. コース探索	・レコメンドコースの探索が行えること。 ・ルート色の凡例が表示されていること。(2階／階段／地上) ・探索後にリセットボタン押下時、地図上のルート線が消えること。	○ (Ⅲ. 7. 2 P72、Ⅲ. 8 P92 参照)

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

試験項目	確認内容	結果
5. ウォークスルー	ウォークスルー表示が行えること。 ・「ウォークスルー」メニュー内のボタンは以下の並び順であること。 「開始」「終了」「停止」 ・周囲の建物が半透明とならないこと。 ・「終了」ボタン押下時、レコメンドコースが削除されないこと。 ・視点を俯瞰に切り替えても、▼アイコンが表示されていること。	○ (Ⅲ. 7. 2 P73、P74 参照)
6. ウォークスルーの動作改善	歩行者の目線に近いアイレベルで初期表示されること。 曲がり角等のターン時、急激な画面変化とならないこと。	○ (Ⅲ. 7. 2 P73参照) 急激な画面変化にならない ことを目視にて確認
7. ログイン	メニュー「ウォーキング結果」からパーソナルID／パスワードを入力しログインが行えること。ログイン時、「ログインできました」とダイアログ表示されること。	○ (Ⅲ. 7. 3 P75参照)
8. バイタルデータ閲覧	メニュー「ウォーキング結果」からバイタルデータボタンを押下すると過去の歩行日時がリスト表示され、選択した対象のバイタルデータが閲覧できること。 ・リストの件数が5個であってもリストのスクロールで全て表示できること。 ・バイタル表示の★表示の横に併せて数値も表示されること。 クアオルト ★★★★★ (点数：XX点)	○ (Ⅲ. 7. 3 P76参照)

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

試験項目	確認内容	結果
9. コース探索の利便性向上	スライダーにて歩行する総距離の調整ができること。	○ (Ⅲ. 5 P39参照)
10. バイタルデータ表示のUI改善	バイタルデータ閲覧時、色の凡例が表示されること。 (青色：不足、緑色：良い、赤色：過度)	○ (Ⅲ. 7. 5 P88参照)
11. スマートフォン用UI改善	スマートフォンにて閲覧時、画面左上に以下のボタンが表示されること。 ・GPS、ホーム また、上記以外のボタン（PC閲覧時用のボタン）が表示されていないこと。	○ (Ⅲ. 7. 2 P69参照)
12. 事務局専用メニュー	事務局専用メニューにて、解像度の調整が可能であること。 ランドマーク表示時、文字が潰れていないこと（視認性が保たれてること）	○ (Ⅲ. 7. 4 P81、P86参照)
13. 文言修正確認	終点指定時、黄色の円の枠外を選択時、エラー文言が以下であること。 「終点が黄色枠内になるようにしてください」 「コース探索」メニュー内にて、コース長調整バーの文言が以下であること。 リセットボタンの右隣：「経路は[XXXXmとなります]」 バーの上：「短め」「推奨」「長め」	○ エラーメッセージは目視にて確認

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果 システムテスト結果

「重み」と「円弧を利用した経路探索アルゴリズム」を用いて、クアオルト研究所の推奨コースと比較を実施

推奨コース



探索されたコース (アプリ出力結果)



相違点

【①の相違：赤枠】

推奨コースは裏路地を主として選択している。
探索されたコースでは「歩道有り」「屋根有り」の重みが働き、大通りを選択している。

裏路地を選択する理由としては、車の騒音を避け、ストレスを緩和する狙いがある。

本アプリケーションでは安全性もパラメータとして採用し機械的に算出しているため裏路地は選択されにくいことになる。

本件についてはクアオルト研究所と相談し、市街地では車を避けることは難しく、安全にウォーキングしていただくことを最優先にすべきとの見解をいただいているため、推奨コースとは一部異なる結果ではあるが、問題ない旨了承いただいている。

【②の相違：緑枠】

円弧ロジックによるPOIを経由することにより、異なる部分が発生している。

こちらに関しては、コースとして複雑さを招くことになるが、意外性が出て興味が湧くことに効果があると期待している。

また、極端な違いがないことから本件も問題ない旨了承いただいている。

比較

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

描画レスポンスの確認（点群データの配置の工夫）

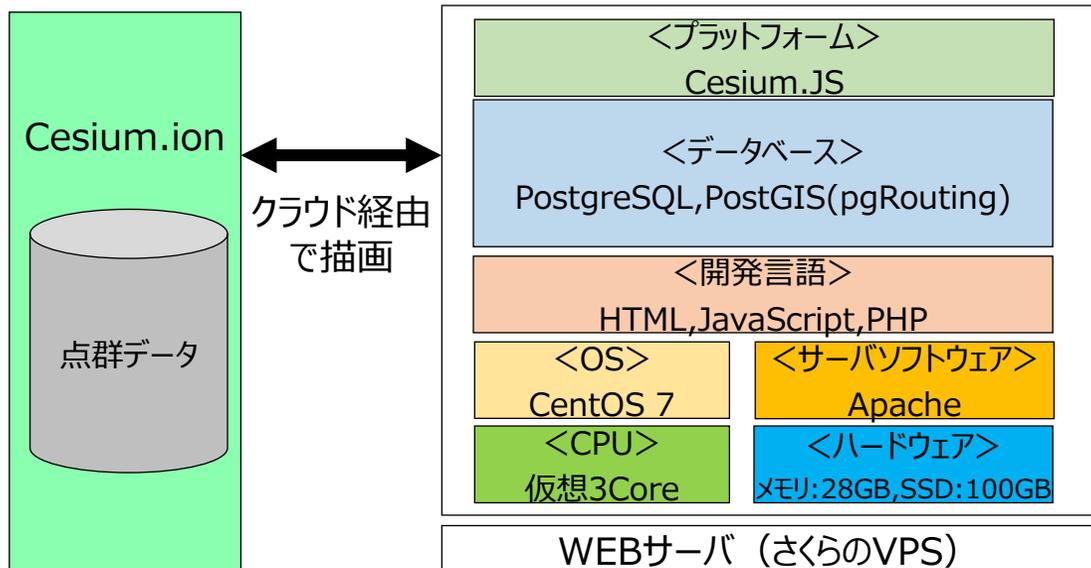
単に探索した経路を表示するだけでなく、点群データ等を駆使し複数の表示形式をアプリに実装することで、ユーザの満足感やウォーキングに対する意欲向上を図ることを目的としている。

検証の過程において改善点等があり、以下に改善したポイント、改善後の見栄えを本項にて示す。

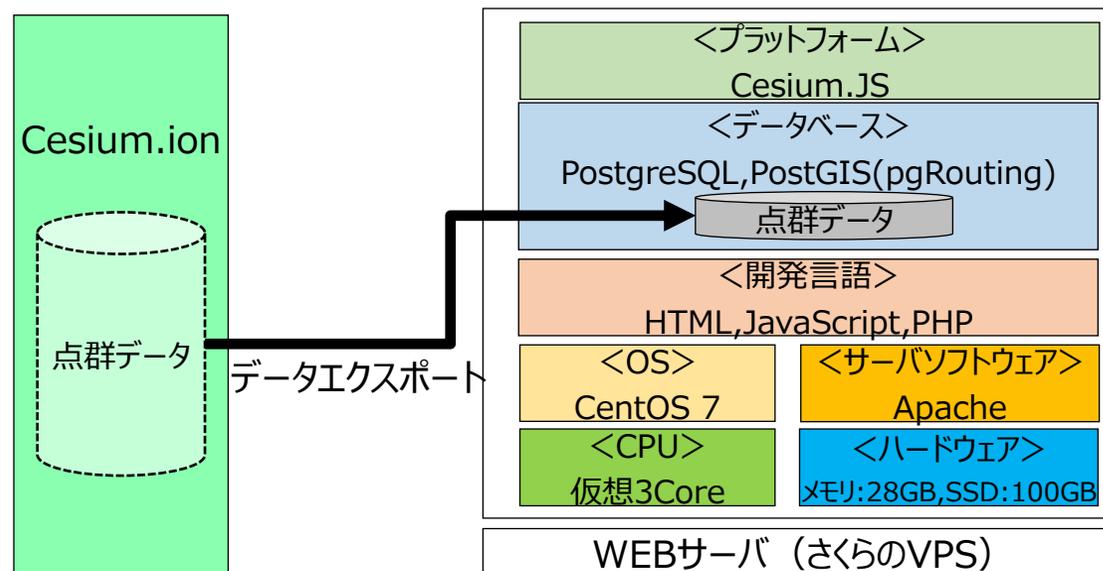
■ 点群に関する検証内容、改善事項を以下に示す。

- 当初はCesium ion（クラウド）上に点群データをアップロードしてクラウド経由で描画していたが、その後Cesium ionで変換されたデータのエキスポートが可能と判明したため、サーバ側に直接そのデータを配置して描画処理を実行することにより、以前より高速に描画できるよう改善を行った。

変更前



変更後



Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果 システムテスト結果

建物データの表示確認

建物LOD2について、テクスチャデータが全体的に暗との指摘を受け、Cesiumの設定を太陽光からディレクショナルライトに変更し強度を上げることで描画の改善を行った。

new Cesium.DirectionalLight(options)

A light that gets emitted in a single direction from infinitely far away.

Name	Type	Description			
options	Object	Object with the following properties:			
		Name	Type	Default	Description
		direction	Cartesian3		The direction in which light gets emitted.
		color	Color	Color .WHITE	optional The color of the light.
		intensity	Number	1.0	optional The intensity of the light.



Name	Type	Description			
options	Object	Object with the following properties:			
		Name	Type	Default	Description
		direction	Cartesian3		The direction in which light gets emitted.
		color	Color	Color .WHITE	optional The color of the light.
		intensity	Number	15.0	optional The intensity of the light.



I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

IV. 実証技術の検証 > 1. 開発アプリケーションの検証 全体フロー

開発した2つの機能に関し、

「レコメンド機能」：ユーザが指定した始点・終点に対するウォーキングコースの表示

「フィードバック機能」：測定した結果の表示

ユーザに実利用してもらうことによる意識の変化等の確認を行う。

i. 市民を対象とした検証（20代～50代） 実証期間：2022年12月12日～2023年1月20日

- ・ ユーザによる中間アンケート（実施期間：2023年1月4日～ 2023年1月4日）
- ・ ユーザによる最終アンケート（実施期間：2023年1月16日～ 2023年1月20日）

ii. 市民を対象とした検証（50代～80代） 実施日：2023年2月1日

- ・ ユーザによるアンケート（実施日：2023年2月1日）

iii. 評価

- ・ アンケートを集計し評価

IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

① 検証内容 市民を対象とした検証

目的	クアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れて開発したWebアプリケーションを実際に利用し、アプリの使い勝手や歩行に対する意欲の変化がどの程度あるのかの実体験を通じて、アプリの改善や有効性の検証を行う事を目的とする。
実施期間	2022年12月12日～2023年1月20日（3回／週 以上を目途にウォーキング）
実施場所	岐阜市内（岐阜駅北側エリア）
主な参加者	岐阜市在住の方（21名）：20代～50代の会社員
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> • アプリを利用し、任意にコースを検索し推奨されたコースに対してアプリの機能（レコメンド機能：長さ調整、ウォークスルーなど）を駆使しながら歩行するコースの内容を確認し、決定する。 • 腕時計型ウェアラブル端末を装着し、コースに従って実際にウォーキングおよびバイタル計測（心拍）する。 • ウォーキング結果（フィードバック機能：歩いた軌跡に応じた心拍の変化を表示）をアプリ上で確認する。 • 実施期間中にアンケートを実施し、意欲の変化やアプリに対する意見等のフィードバックを得る。 • 実施期終了後もアンケートを実施し、意欲の変化やアプリに対する意見等のフィードバックを得る。

IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

① 検証内容 市民を対象とした検証 (20代~50代)

参加者への説明会の様子



参加者のウォーキング結果 (一部抜粋)



IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

① 検証内容 市民を対象とした検証 (20代~50代)

検証概要

開発したWebアプリのレコメンド機能によりコースを探索・実際にウォーキングを実施・その結果をフィードバック機能にて確認する。
対象期間内で継続的に利用し、期間内および期間後にアンケート実施し意見等をいただく。



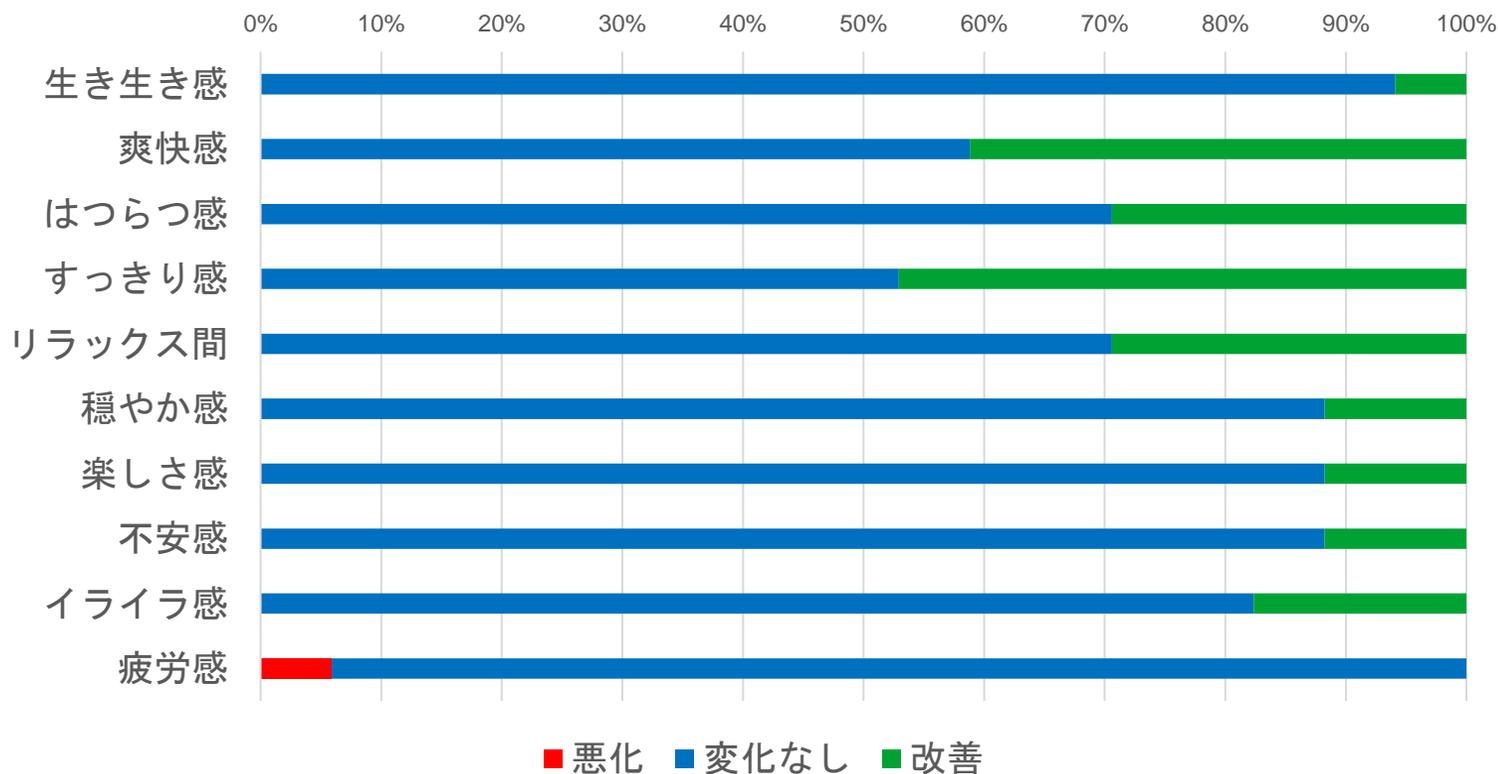
IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

① 検証結果 アンケート結果（中間：2023年1月上旬）

アンケート結果（中間：2023年1月上旬）

ウォーキング前と比較し、ウォーキング後に変化したと思う箇所を選択ください

項目	成果		
	悪化	変化なし	改善
生き生き感	0	16	1
爽快感	0	10	7
はつらつ感	0	12	5
すっきり感	0	9	8
リラックス間	0	12	5
穏やか感	0	15	2
楽しさ感	0	15	2
不安感	0	15	2
イライラ感	0	14	3
疲労感	1	16	0

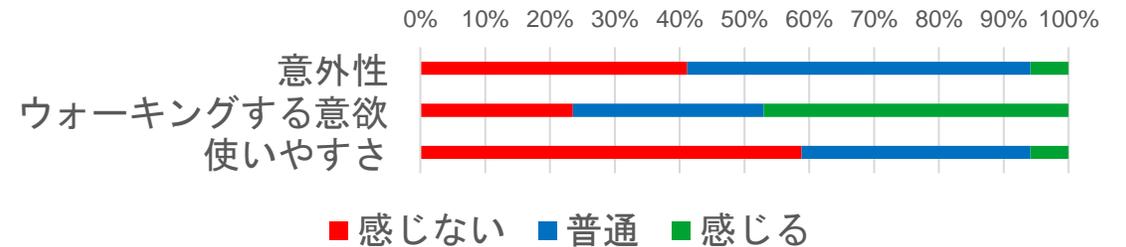


IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

② 検証結果 アンケート結果（中間：2023年1月上旬）

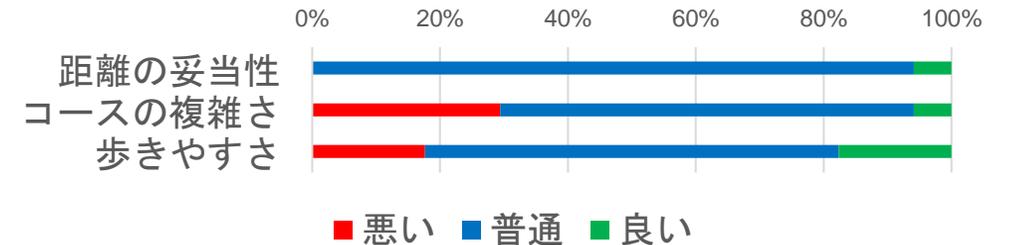
Webアプリに関して

項目	成果		
	感じない	普通	感じる
意外性	7	9	1
ウォーキングする意欲	4	5	8
使いやすさ	10	6	1



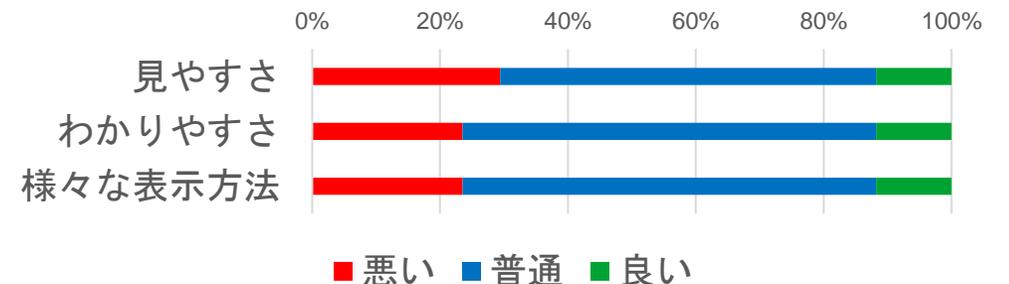
コースに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
距離の妥当性	0	16	1
コースの複雑さ	5	11	1
歩きやすさ	3	11	3



ウォークスルーに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
見易さ	5	10	2
わかりやすさ	4	11	2
様々な表示形式	4	11	2

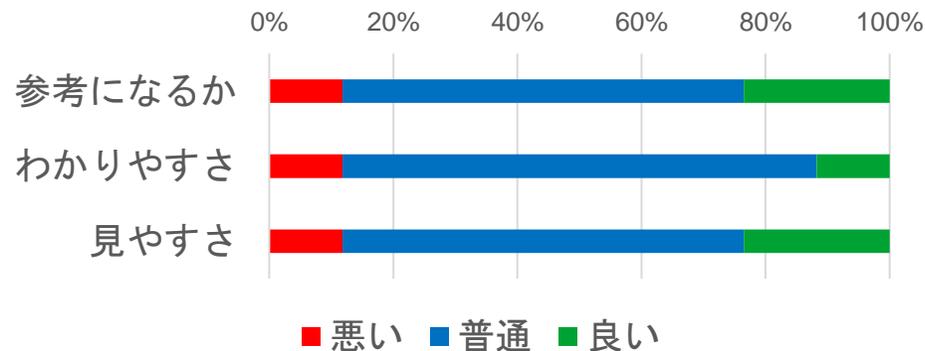


IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

② 検証結果 アンケート結果（中間：2023年1月上旬）

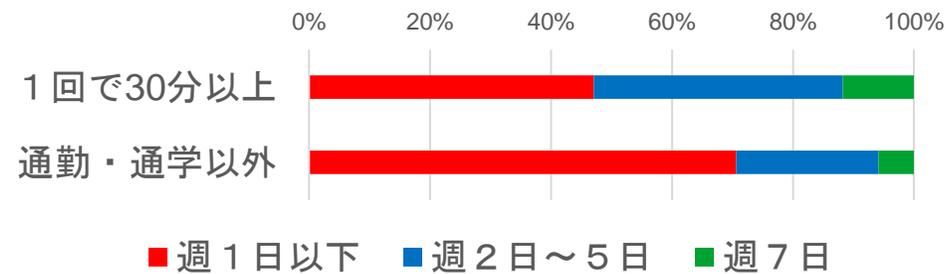
フィードバックに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
参考になるか	2	11	4
わかりやすさ	2	13	2
見やすさ	2	11	4



普段のウォーキングに関して

項目	成果		
	週1日以下	週2日～5日	週7日
1回で30分以上	8	7	2
通勤・通学以外で	12	4	1



IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

② 検証結果 アンケート結果（中間：2023年1月上旬）

ご意見等

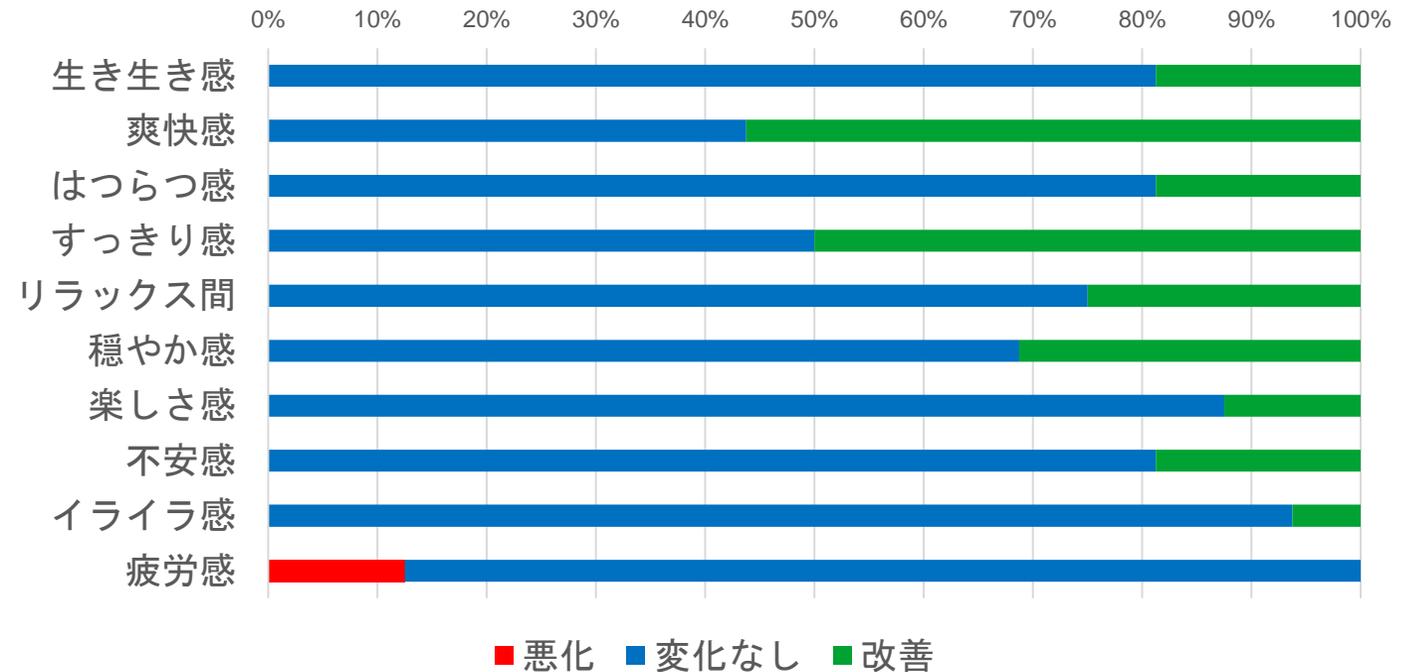
スタートとゴールだけでなく、中継地点も設定できるとよい
クアオルトの要素を感じない
コース探索で同じ道を往復するようなルートへ改善してほしいです
コース探索の際、単に距離を稼ぐようなコース探索はせず、歩いていて楽しいコースを探索してほしい。
スタートでのGPSの位置確認に時間がかかるので、スムーズにウォーキングできるようにしてほしい。
バグが多い 作業感が出てしまう
ひとつの機材で完結できるようにしてほしい。いろいろ持ち運ぶのは重量もあり大変。
ルートは最短を表示し、歩行スピードを変えることを提案できるようになると良いように思いました
自分でコースを考えたりしたいと思ったときに、経由地点が選べるとありがたいです。
自分の歩いている位地が地図上で分かる、目的地までのルートが分かりやすい。
実施前手続きを簡略化できると良いと思います。
対象エリアを拡大してほしい
歩き始める際にウォッチを設定するが、受信するのにかなりの時間がかかるため、改善してほしい

IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

③ 検証結果 アンケート結果（期間後：2023年1月下旬）

ウォーキング前と比較し、ウォーキング後に変化したと思う箇所を選択ください

項目	成果		
	悪化	変化なし	改善
生き生き感	0	13	3
爽快感	0	7	9
はつらつ感	0	13	3
すっきり感	0	8	8
リラックス間	0	12	4
穏やか感	0	11	5
楽しさ感	0	14	2
不安感	0	13	3
イライラ感	0	15	1
疲労感	2	14	0

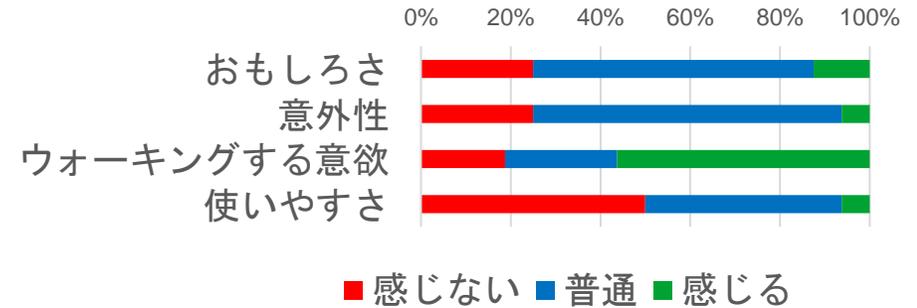


IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

③ 検証結果 アンケート結果（期間後：2023年1月下旬）

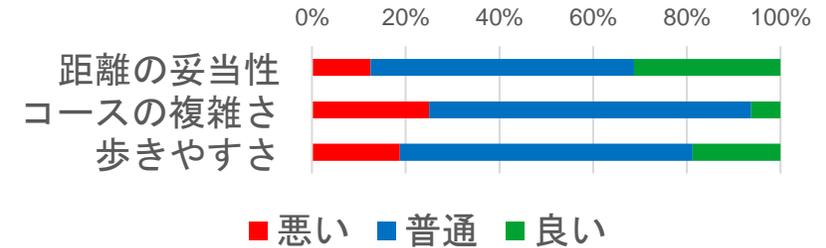
Webアプリに関して

項目	成果		
	感じない	普通	感じる
おもしろさ	4	10	2
意外性	4	11	1
ウォーキングする意欲	3	4	9
使いやすさ	8	7	1



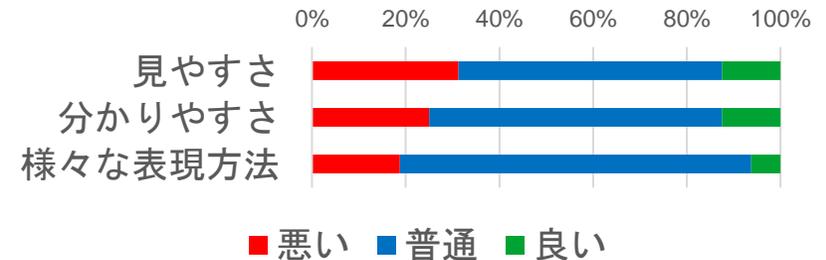
コースに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
距離の妥当性	2	9	5
コースの複雑さ	4	11	1
歩きやすさ	3	10	3



ウォークスルーに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
みやすさ	5	9	2
わかりやすさ	4	10	2
様々な表示形式	3	12	1

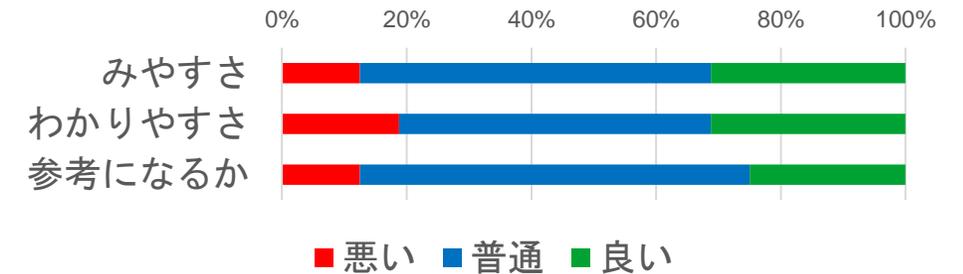


IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

③ 検証結果 アンケート結果（期間後：2023年1月下旬）

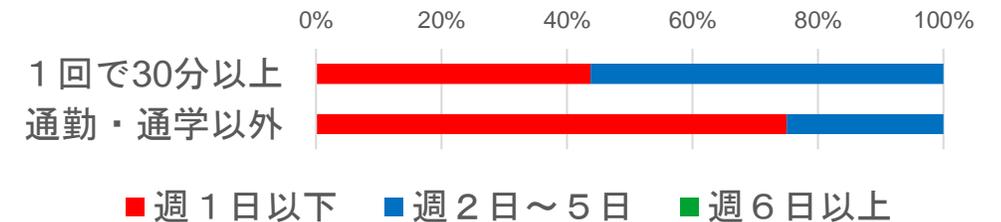
フィードバックに関して

項目	成果		
	悪い	普通	良い
みやすさ	2	9	5
わかりやすさ	3	8	5
参考になるか	2	10	4



普段のウォーキングに関して

項目	成果		
	週1日以下	週2日～5日	週6日以上
1回で30分以上	7	9	0
通勤・通学以外で	12	4	0



IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

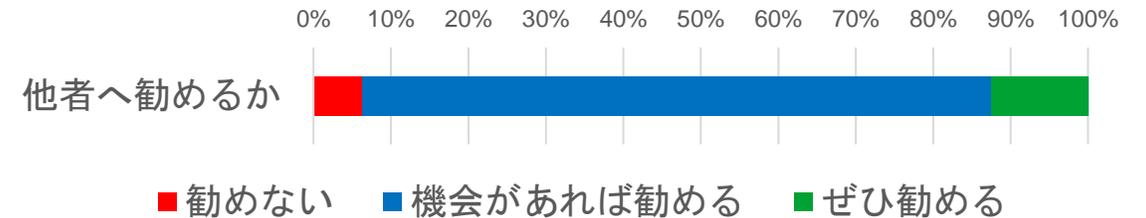
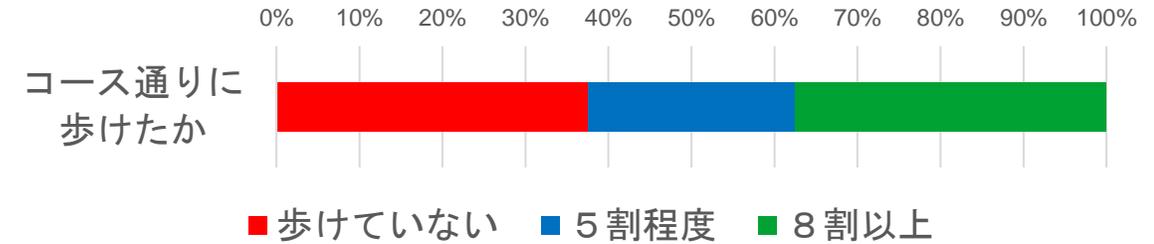
③ 検証結果 アンケート結果（期間後：2023年1月下旬）

レコメンドコースのナビゲートに関して

項目	成果		
	8割以上	5割程度	歩けてない
コース通りに歩けたか	6	4	6

家族や知人に勧めたいか

項目	成果		
	利用しない	無料なら利用	有償でも利用
他者へ勧めるか	1	13	2



IV. 実証技術の検証 > 2. 第1回イベント

③ 検証結果 アンケート結果（期間後：2023年1月下旬）

ご意見等	位置情報の取得に時間がかかるのもっと素早く取得できるとよい
	レコメンドコースを歩くときに、曲がる場所でウェアラブル端末は震える等のお知らせ機能があるとよい
	目的地までの想定到着時間があると、通勤時に使いやすい。
	アプリの見方がよくわからないところがある
	GPSの確認が遅くスタートが遅れる。血压計、ウォッチ、携帯と3点必要なので、もう少し手軽ならよいと思う。
	アプリが少し使いにくかったです。
	なかなか歩けず、申し訳ございませんでした。
	複数の機械を持って歩くのは重い。推薦のコースが複雑でその通りに歩こうとは思えない。
	位置情報取得が早くなるとよい
	事前に好みのコース傾向を入れておいてそれに対応したコースを推薦してほしい（ex）大通り回避、このエリアは歩きたくないなど
	1つのアプリで完結できれば、使いやすくなると思います。
	位置情報などの連動が遅いので改善されるとおもしろいです。また、コースも同じ始点、終点でも違うコースが示されると良いと思います。
	GPSで場所を探すのに時間がかかっていたので早くなるといいと思います
	みまもりがじゅ丸ウォッチの場合、スマホのアプリ側でgps測定をスタートしたりストップしなくてはならないのが手間になる。腕時計で出来るようにした方が効率がよい。
	ウォーキング途中に短時間の静止時間を挟むと、静止時間から後半部分しか記録されないことが多々あった
	自分でコースを決めて、コースの採点や共有ができると良いと思います

IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

① 検証内容 | 市民を対象とした検証 (50代~80代)

目的	クアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れて開発したWebアプリケーションを実際に利用し、アプリの使い勝手や歩行に対する意欲の変化がどの程度あるのかの実体験を通じて、アプリの改善や有効性の検証を行う事を目的とする。
実施期間	2023年2月1日
実施場所	岐阜市内 (岐阜駅北側エリア)
主な参加者	岐阜市在住の方 (20名) : 50代~80代
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> • アプリを利用し、任意にコースを検索し推奨されたコースに対してアプリの機能 (レコメンド機能 : 長さ調整、ウォークスルーなど) を駆使しながら歩行するコースの内容をアプリで確認。 • 腕時計型ウェアラブル端末を装着し、コースに従って実際にウォーキングおよびバイタル計測 (心拍) する。 • ウォーキング結果 (フィードバック機能 : 歩いた軌跡に応じた心拍の変化を表示) をアプリ上で確認する。 • アンケートを実施し、意欲の変化やアプリに対する意見等のフィードバックを得る。

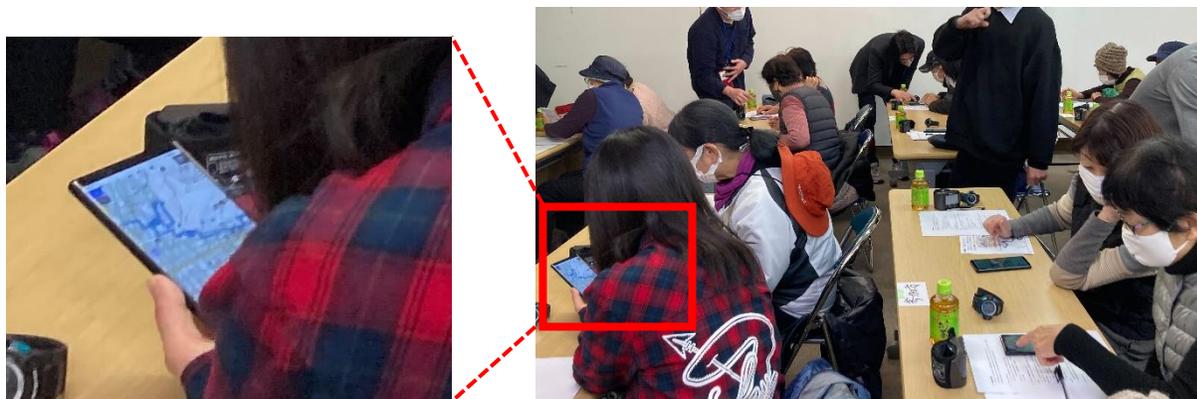
IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

① 検証内容 | 市民を対象とした検証 (50代~80代)

参加者への説明会の様子



アプリを利用し各々でコース探索を体験



IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

① 検証内容 | 市民を対象とした検証 (50代~80代)

検証概要

- ① 地図上で選択した始点/終点に応じて様々なコースが選定されることや様々な見方ができることをWebアプリで体感する。
- ② イベント会場(始点)~梅林公園(終点)に対してアプリにてレコメンドされた約2Kmのコースを参加者全員で実際にウォーキングする。
- ③ ウォーキング後、Webアプリにてウォーキングした軌跡に沿ってバイタルの状況を確認する。

レコメンド機能

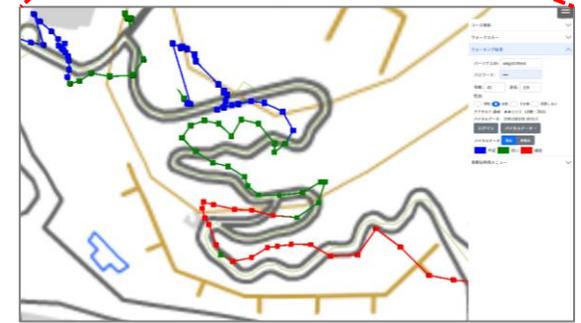


ウォーキング



ウェアラブル端末を装着してウォーキング

フィードバック機能



IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

① 検証内容 | 市民を対象とした検証 (50代~80代)

今回は、センター建設予定地付近の施設を始点とし、梅林公園を終点としてアプリを通じて探索されたコースの内距離が約2 Km (約30分程度の歩行時間) を目安としたコース (1,992m) を選定して実証した。

レコメンドされたコースを実体験

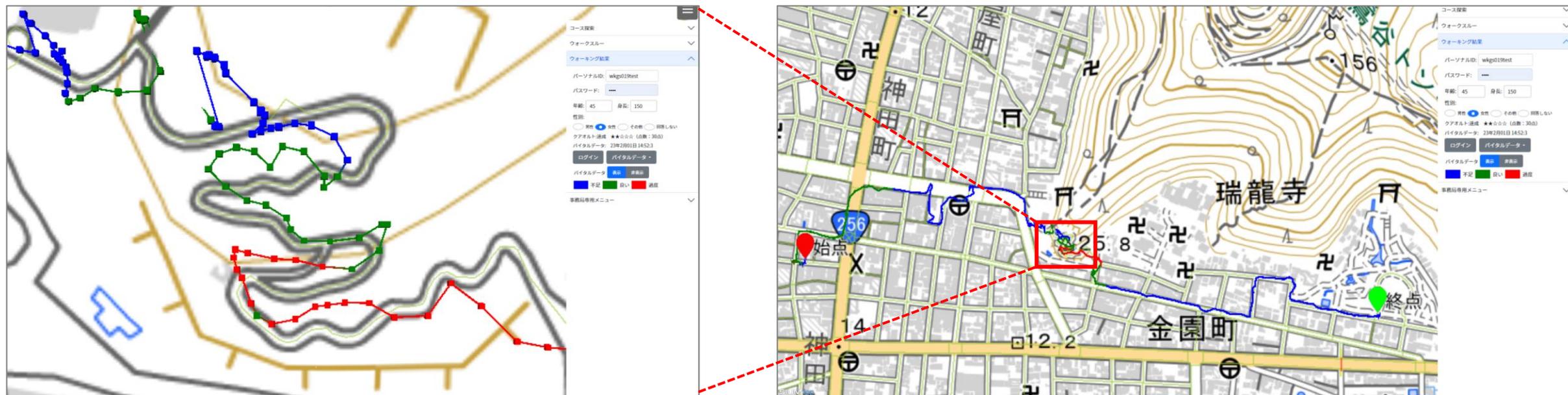


IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

① 検証内容 | 市民を対象とした検証 (50代~80代)

ウォーキング後、Webアプリにてウォーキングした軌跡に沿ってバイタルの状況を確認する。

レコメンドされたコースを実際に歩行した後のフィードバック

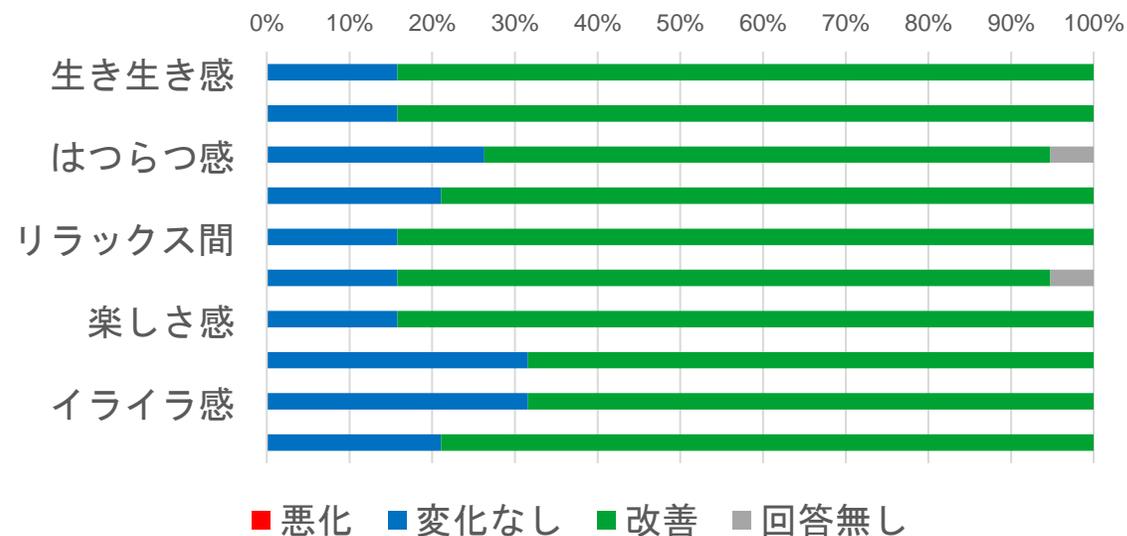


IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

② 検証結果 | アンケート結果 (イベント: 2023年2月1日)

ウォーキング前と比較し、ウォーキング後に変化したと思う箇所を選択ください

項目	成果			
	悪化	変化なし	改善	回答なし
生き生き感	0	3	16	0
爽快感	0	3	16	0
はつらつ感	0	5	13	1
すっきり感	0	4	15	0
リラックス間	0	3	16	0
穏やか感	0	3	15	1
楽しさ感	0	3	16	0
不安感	0	6	13	0
イライラ感	0	6	13	0
疲労感	0	4	15	0

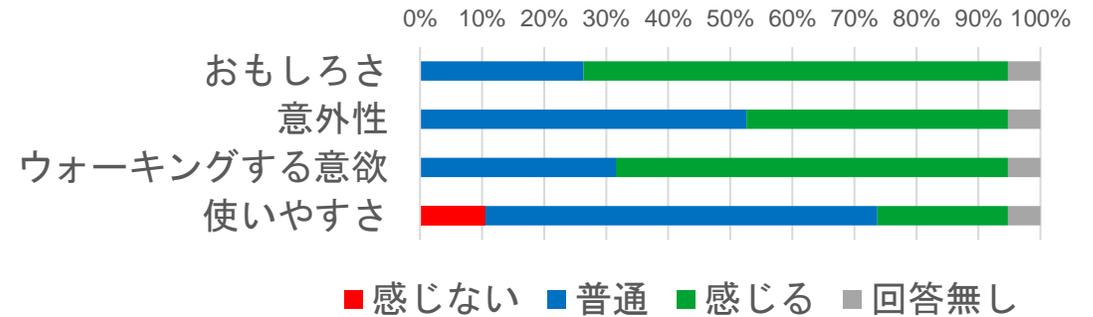


IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

② 検証結果 | アンケート結果 (イベント: 2023年2月1日)

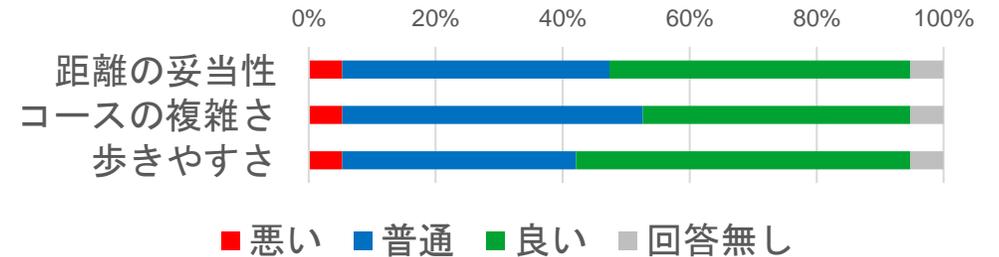
Webアプリに関して

項目	成果			
	感じない	普通	感じる	回答無し
おもしろさ	0	5	13	1
意外性	0	10	8	1
ウォーキングする意欲	0	6	12	1
使いやすさ	2	12	4	1



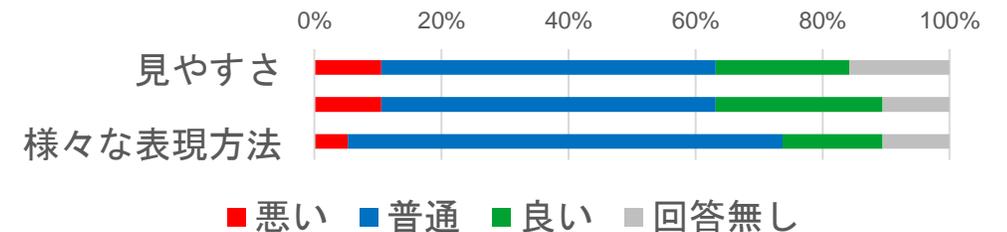
コースに関して

項目	成果			
	悪い	普通	良い	回答無し
距離の妥当性	1	8	9	1
コースの複雑さ	1	9	8	1
歩きやすさ	1	7	10	1



ウォークスルーに関して

項目	成果			
	悪い	普通	良い	回答無し
みやすさ	2	10	4	3
わかりやすさ	2	10	5	2
様々な表示形式	1	13	3	2

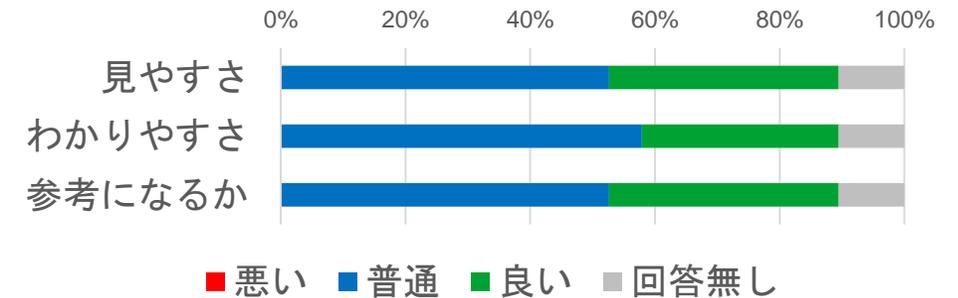


IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

② 検証結果 | アンケート結果 (イベント : 2023年2月1日)

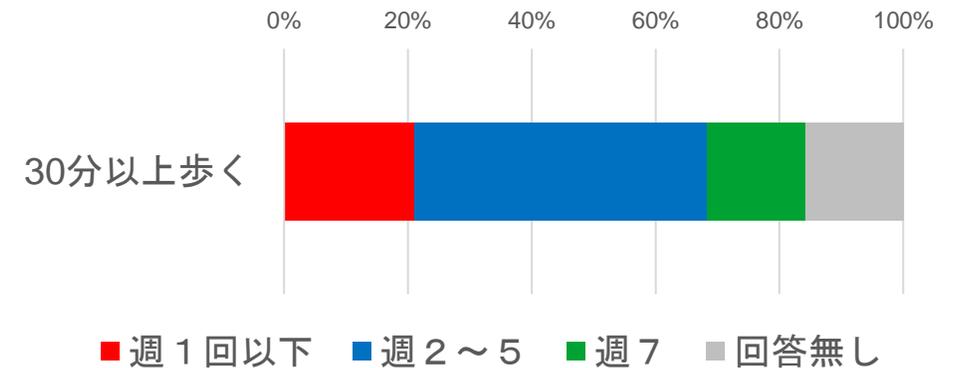
フィードバックに関して

項目	成果			
	悪い	普通	良い	回答無し
みやすさ	0	10	7	2
わかりやすさ	0	11	6	2
参考になるか	0	10	7	2



普段のウォーキングに関して

項目	成果			
	週1日以下	週2日~5日	週6日以上	回答無し
1回で30分以上	4	9	3	3

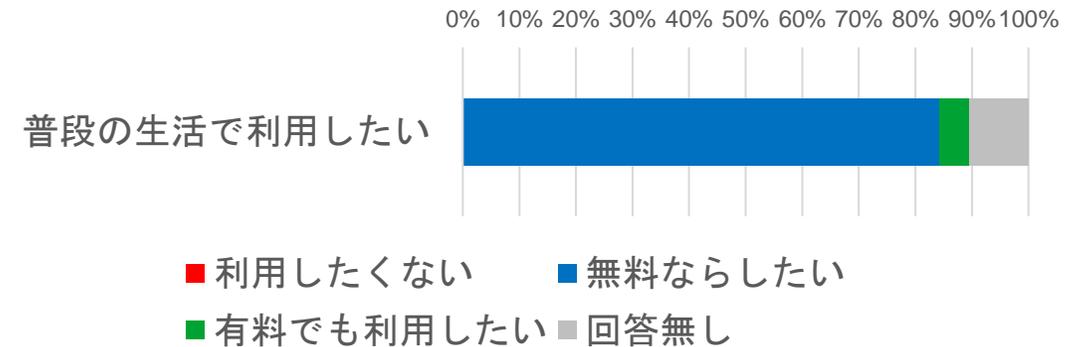


IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

② 検証結果 | アンケート結果 (イベント: 2023年2月1日)

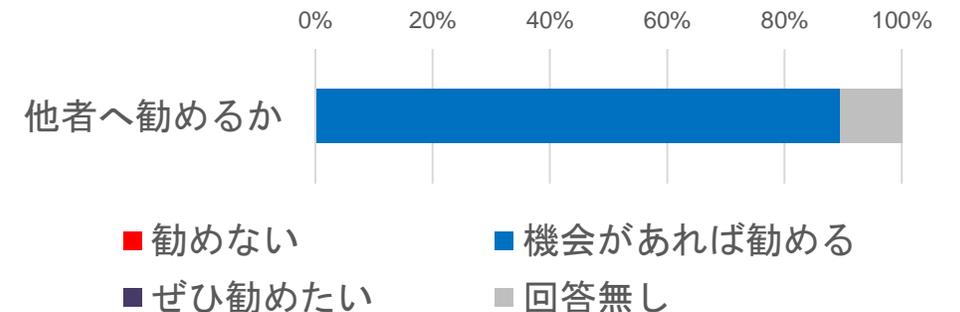
アプリ継続利用

項目	成果			
	利用しない	無料なら利用	有料でも利用	回答無し
アプリ継続利用	0	16	1	2



家族や知人に勧めたいか

項目	成果			
	勧めない	機会があれば勧める	ぜひ勧める	回答無し
他者へ勧めるか	0	17	0	2



IV. 実証技術の検証 > 3. 第2回イベント

③ 検証結果 | アンケート結果 (イベント : 2023年2月1日)

ご意見等

歩くのが楽しみになるような気がします

簡単な操作でできることが一番だと思います。

見づらい

色々な年齢層にも理解しやすくしていけば利用する人も多くなると思います

ウォークスルーについては使用しなかったので申し訳ございませんが感想がありません。ウォッチはいちいち心拍数を図る必要がなくいいと思いました。

IV. 実証技術の検証 > 4. 検証結果まとめ

① 検証結果 | 市民利用による結果のまとめ

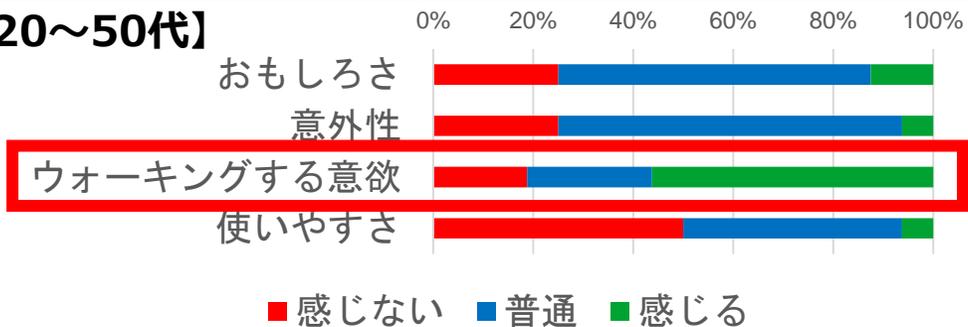
項目	成果	課題
メンタル面	20～50代の半数以上は「変化なし」との回答であった。「悪化」というのはほぼ無い状況で、一部には「改善」が見られたことから、少なからず効果は認められる。 50～80代では、「改善」が7～8割程度であり、十分に効果が認められる。	・20～50代の効果が薄いことから、メンタルに効果のある「木々のある場所を優先」など今後考慮していく必要がある。
システム全体について	20代～50代には「面白さ」「意外性」をあまり感じていただけていないが、50～80代では半数程度が感じていただいている。 また、年代を問わず本実証で最も考慮している「ウォーキングする意欲」に関しては半数以上の高い評価を得ている。 一方で利用しづらいとの意見が多い。	・アプリ、ウェアラブルウォッチ、血圧測定と様々な機器を利用することに関しての面倒さの改善が必要である。 ・「面白さ」「意外性」など意欲に繋がる項目を加え、より興味を示していただく必要がある。
アプリについて	UI/UXに対する不満が、2割程度の方に見受けられ使いづらいといった意見が見られたが、8割の方は使えていたように思われる。	・UI/UXの改善が必要

IV. 実証技術の検証 > 4. 検証結果まとめ

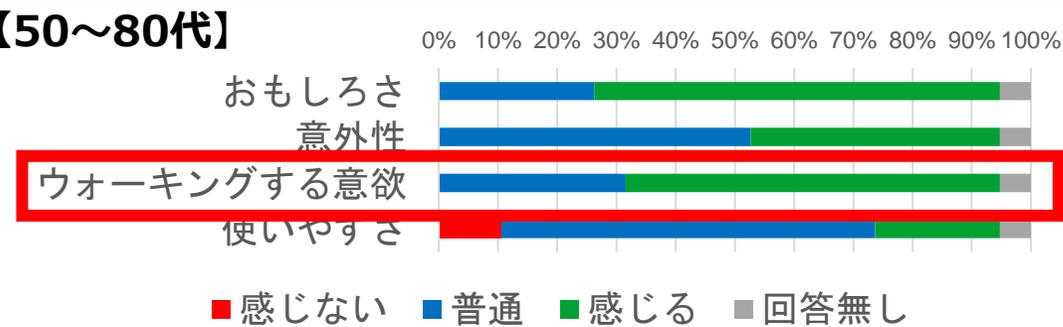
② 検証結果 | KPI

KPI	KPIの評価方法	達成度・結果
健康づくりの気づき割合(努めている／努めたい 合計) : 70%	クアオルト健康ウォーキングの要素を取り入れたアプリ（レコメンド機能、フィードバック機能）により市民の意識が健康づくりの気づきやウォーキングに対する意識啓発につながるかを評価する。 岐阜市が掲げる目標値70%（2024年度目標値）に対し、市民へのアンケート結果で評価する。	<p>■ 結果</p> <p>20～50代：約55% 50～80代：約70%</p> <p>20～50代では、目標値達成していないものの検証として1か月間、アプリの改修と並行して行っていただいたこともあり、負担をかけた分伸びていない。</p> <p>50代～80代では、単発的なイベントで実施したが、意欲が高いように見受けられる。</p> <p>今後の岐阜市が掲げる目標値を目指し、展開方法等を協議して進めていく必要がある。</p>

【20～50代】



【50～80代】



I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

① 3D都市モデルによる技術面での優位性 | サマリ

項目	想定される技術面での優位性
レコメンド機能	<p>最短コースではなく、3D都市モデルのデータ（道路ネットワークデータ、道路形状データなど）を利用して、始点終点に応じたコースを自動生成すること。</p> <p>特に「安全」を重視しながらも、運動負荷のかかる箇所を積極的に利用しつつユーザーの好みに応じた長さの経路を算出していること。</p>
フィードバック機能	<p>ウォーキング軌跡や心拍数に応じて色分けしたバイタルデータを3D都市モデルに表示することによりウォーキングの振り返りをする際、平面だけではなく立体的に見ることができるため</p> <p>地形の変化とバイタルの変化をより視覚的にわかりやすく確認することができること。</p>
ウォークスルー機能	<p>3D都市モデルのデータを用いることでレコメンドされたコースに対し、ウォーキング前に地形・建物・木々の有無・屋根の有無など道順以外にも多くの情報を容易に把握することができること。</p> <p>また、目線の高さでの情報だけではなく様々な角度からも立体的に確認できることから、コースをよりイメージしやすくウォーキングに対する意識の向上にもつながったこと。</p>

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

② 3D都市モデルによる政策面での優位性 | サマリ

項目	想定される政策面での優位性
ウォーキングに対する意欲向上に寄与	市民の健康増進のため、クアオルト健康ウォーキングに取り組む自治体が増えている。本アプリでは3D都市モデルが持つ標高データや道路の属性情報を活用し、クアオルトの要素を取り入れたコース探索を実現した。複雑なコースがレコメンドされる場合もあるが、普段歩いたことがないコースを選定するなど、意外性を提供でき、意欲向上に役立てることが期待できる。
都市空間形成への寄与	本アプリを用いてバイタルデータを収集・分析を行うことで、運動効果の高いウォーキングコース設定への寄与が期待できる。
岐阜市への実事業展開に向けて	従来のクアオルト健康ウォーキングはインストラクターによる指導が前提であり、一部の市民しか参加できていなかった。3D都市モデルのデータを活用した本アプリにより、手軽にウォーキングを実施することができることから、より多くの市民を対象としてウォーキングを促すことが期待できる。

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

今後の取り組みに向けた課題

項目	活用にあたっての課題
ネットワークデータ等自動生成	歩行空間ネットワークデータの作成にあたり、道路LOD3.0からの自動生成が望まれるが、クアオルト的要素（経路の構造・経路の種別・屋根の有無・路面状況・樹木有無・車両通行可否）の属性付与を航空写真目視からの判断に頼らざるを得ないところが課題である。
レコメンドコースのさらなる拡張	現状のパラメータに加え、「季節」「天気」「時間」「気温」「騒音」といったユーザが直接体感する要因も併せて検討していく必要がある。またユーザの多様なリクエストに応じられるよう「信号」「視覚障害者誘導用ブロック」等の様々なパラメータの検討およびロジックの改良が必要。
点群データ表示	MMS・手持ちレーザスキャナで得られた点群データの表示が遅いことが課題である。本システムに搭載した点群データ容量は約500GByteである。点群データの表示精度を維持しつつ軽量化に今後取り組む必要がある。
機器類のスマート化	ウェアラブルウォッチ、スマホ（またはPC）、血圧計といった様々な機器を用いてユーザに利用していただいたが、機器が多いため煩雑となってしまい使い勝手が悪いとのご指摘があった。今後はスマート化に向け単一機器のみの最小構成で同等の計測、コース探索、音声によるコース案内ができるよう機器メーカー含め検討が必要である。
UI・UXの改善	操作性においては「文字が小さい」「操作領域が狭く使いにくい」といったUI・UXに関するご指摘があった。今後はスマホでも快適に利用できるようUIの改善および実生活により便利になるような工夫が必要である。 ※円弧による機械的な経路地点の設定以外にも、ユーザが任意に経路地を指定するなど改良が必要
フィードバックの充実化	心拍を利用した判定のみであったが、ウォーキングしたことにより「どれほど健康に役立った」「どのように歩けばよい」など歩いた結果に対するフィードバックを充実させることでより関心度合の向上、持続してご利用いただけるよう改良が必要。 今後は、PHR（Personal Health Record）システムとマイナンバーIDで連携することで日ごろの健康状態を加味したフィードバック方法を検討したい。

用語集

用語		内容
ア行	MMS(エムエムエス)	Mobile Mapping Systemの略で、車両にレーザー測量機を取り付け、車で走りながら計測する移動式レーザー測量技術
カ行	クアオルト健康ウォーキング	路面の傾斜や変化、安全対策などに配慮したウォーキングのこと。 クアオルト (Kurort) とはドイツ語で、クア (Kur) 「治療・療養、保養のための滞在」とオルト (Ort) 「場所・地域」という単語が統合された言葉で、「療養地」という意味。
サ行	スマートシティぎふ推進プロジェクト	さまざまなシーンでの運動を岐阜市に「住む」ことや「訪れる」ことで自然と実践できるよう、意識せずとも「歩きたくなるまちの創出」を進めるとともに、「一人ひとりの健康意識の向上」に取り組むことで、誰もが心も体も健康で幸せになれる「健幸都市ぎふ」出かけて健康になるまちの実現を目指すプロジェクト 出典： https://www.city.gifu.lg.jp/info/machizukuri/1013572.html
	SLAM(スラム)	Simultaneous Localization and Mappingの略で、自己位置推定と環境地図の作成を同時に行う技術
タ行	ダイクストラ法	グラフ上のある地点を始点とする最短経路を求める(単一始点最短経路問題を解く)ためのアルゴリズム
ハ行	PHR (ピーエイチアール)	Personal Health Recordの頭文字をとった略語で、個人の健康・医療・介護に関する情報のこと

まちなかウォーキングのための健康アプリ 技術検証レポート

令和5年3月 発行

委託者：国土交通省 都市局 都市政策課

受託者：アジア航測株式会社/株式会社エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ

本報告書は、アジア航測株式会社/株式会社エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズが国土交通省との間で締結した業務委託契約書に基づき作成したものです。受託者の作業は、本報告書に記載された特定の手続や分析に限定されており、令和5年3月までに入手した情報にのみ基づいて実施しております。従って、令和5年4月以降に環境や状況の変化があったとしても、本報告書に記載されている内容には反映されておられません。