

3次元歩行空間ネットワークデータを用いた 知覚的アクセシビリティ評価

中務 真里子¹・菊地 望²・橋本 昂弥³・鈴木 温⁴

¹正会員 国土交通省中部地方整備局（〒514-8502 津市広明町297）

E-mail: nakatsukasa-m85aa@mlit.go.jp

²正会員 矢作建設工業株式会社（〒名古屋市中区葵三丁目19番7号）

E-mail:

³正会員 中日本建設コンサルタント株式会社 大阪支社（〒大阪市中央区内本町1-3-5）

E-mail:

⁴正会員 名城大学教授 理工学部社会基盤デザイン工学科（〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501）

E-mail: atsuzuki@meijo-u.ac.jp

高齢化の進展，自動車中心の生活等に伴い，高齢者の交通事故の増加や孤立化，買い物弱者の増加などが問題となっており，誰もが徒歩や公共交通を利用しながら，安心して生活できる都市空間への転換が求められている．そのために，歩行空間や，街路空間の歩きやすさやアクセシビリティを定量的に評価することが望ましい．そこで本研究では，公共交通への移動のしやすさを含む，歩行空間の知覚的アクセシビリティ評価を行うため，駅構内を含めた3次元歩行空間ネットワークデータを構築した．さらに，歩行空間の属性を考慮した歩行実験を実施し，知覚的距離評価を行った．その結果，歩行環境の要因が距離の感じ方に影響を与えていることが明らかになり，知覚的距離評価値と3次元歩行空間ネットワークを用いたアクセス性を評価することができた．

Key Words : 3D walking way network data, perceived accessibility

1. はじめに

高齢化が進む中，自動車中心の生活による交通事故の増加や孤立化，外出機会の減少，買い物弱者の増加などが社会問題となっている．それに伴い，公共交通の衰退や撤退もみられる．そこで，徒歩と公共交通を利用して生活できる都市空間の形成が望まれているが，現状では利便性や安全性の低い歩行空間も多く，健康で快適な都市生活の実現のため，快適で利便性・安全性の高い歩行空間の整備が急務であると考えられる．国土交通省では「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」において5つの取組が効果的であると提案しており，快適な歩行を促すため空間形成や，誰もが安心して生活できるアクセス性の良い都市空間への転換が望まれている．徒歩だけでなく，公共交通も含めたアクセシブルな都市空間を評価するためには，街路空間と駅構内の歩行空間を一体的に評価する必要がある．街路空間と駅空間を含めた一体的な歩行空間ネットワークデータを用いてアクセシビリティを評価することで，まち歩きや公共交通利用を促す歩行空間の提案につながると考える．

そこで，本研究では，街路と駅構内を含めた3次元歩行空間ネットワークデータを構築する．また，歩行空間に対する知覚的距離を考慮した歩行実験を行い，階段や歩道幅員等の属性が知覚的距離に与えるパラメータを得る．構築した3次元歩行空間ネットワークデータと近く距離に関するパラメータから，歩行空間に対する知覚的アクセシビリティ評価を行うことを目的とする．

2. 既存研究と本研究の位置づけ

歩行空間に関する評価に関する既存研究として，徒歩によるアクセシビリティ評価を行った研究²⁾が存在する．地形の起伏を考慮し，歩いていきやすいという個人の意識に基づいたアクセシビリティを総合的に評価している．この研究は，ある場所への人の「行きやすさ」という意識に起伏，年齢が及ぼす影響を定量的に明らかにしている．矢入ら⁴⁾は，歩道を含めた歩行空間のアクセシビリティ情報を用いた最適経路評価を行っている．この研究では，アクセシビリティを歩行のしやすさ，分かりやすさ，便利さと定義し，ユニバーサルデザインに関

する提案を行っている。客観的な空間評価の一方で、歩行空間の知覚的評価に与える影響を特定し、知覚的要素を用いて質を評価した研究⁹⁾もある。知覚距離とは、勾配や幅員等の歩道形状によって感じる実距離とは異なる距離感である。実距離ではなく知覚距離を用いて歩行者の負担感により、知覚的アクセシビリティ評価を行う必要がある。しかし、道路データを用いたアクセシビリティなど客観的な指標に基づいたものが多く、人の心理を考慮したアクセシビリティの研究はまだ少ない。また、距離や時間を用いているが、負担感は含まれておらず、公共交通利用を目的とした駅構内までの評価を行っている研究はまだ少ない。

歩行空間に関するネットワークデータの構築に関する既存研究として、渡辺ら⁷⁾は、3Dレーザースキャナを用いて、点群座標データを採取し、歩行空間のネットワークデータを生成している。しかし、レーザースキャナは今のところ、大変高価な測量機器であり、誰もがすぐに使用できるわけではない。また、ネットワークデータ構築に必要なデータも取得してしまうため、データの整理にも多大な労力がかかる。よって、誰でも簡易的に整備し評価可能である必要がある。

そこで、本研究では、簡易的な測量技術やGoogleストリートビューを用いて、駅構内の歩行空間の座標データを取得し、3次元歩行空間ネットワークデータを構築する。また、構築した3次元歩行空間ネットワークを用いて、駅のホームまでのアクセスを評価できる歩行空間の知覚的アクセシビリティ評価を行う。

3. 3次元歩行空間ネットワークの構築

(1) 3D歩行空間ネットワークデータの生成手順

従来のアクセシビリティ評価では、道路網のネットワークデータが用いられてきたが、通常の道路ネットワークデータは、車道も含めたノードやリンクで構成されており、歩行者の歩行環境を考慮するには不十分である。より現実的な評価を行うためには、街路の歩行空間に加え、駅などの歩行空間を含めた一体的な3次元歩行空間ネットワークを構築し、情報を付与する必要がある。そこで、地下空間を含めた3次元歩行空間ネットワークを構築するため、まず、誰でも簡易的に構築できる方法として、緯度経度の座標取得する方法に、Googleストリートビューと現地測量の2通りでデータを取得する。ネットワークデータの簡単な作成手順を図-1に示す。本章では、それぞれの座標取得方法について紹介する。さらにネットワークの構築方法を説明し、属性情報とデータの活用方法を示す。

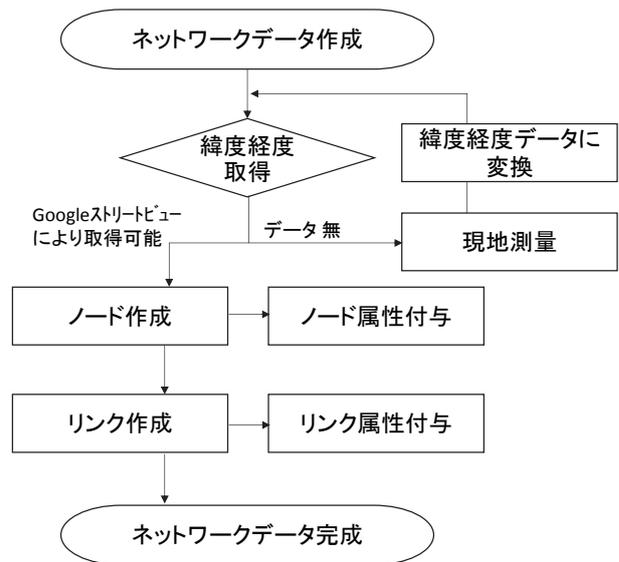


図-1 ネットワークデータ作成手順

(2) Google ストリートビューでの座標取得方法

取得方法のひとつであるGoogleストリートビューでは、図-2のように、名古屋市交通局の市営地下鉄の計10駅で整備がされているが、まだ多くの駅では未整備である。今回の対象駅は、地下鉄鶴舞線と東山線の乗換駅である「伏見駅」と名城大学の最寄駅である「塩釜口駅」の街路空間とする。なお、伏見駅周辺は、国土交通省が提供している「歩行空間ネットワークデータ」が存在するため、街路ネットワークとして用いることとする。

はじめに、ノードとなる点を決定する。今回は、点字ブロックに沿って曲がり角や分岐点となる地点等をノードとし、伏見駅を図-3に、塩釜口駅を図-4に示す。なお、階段やエレベーター等は、図-5に示すような歩行空間ネットワークデータ整備仕様案⁸⁾に基づきノードを設定している。そして、決定したノードの点までGoogleストリートビューにより移動し、座標をデータとして用いる。

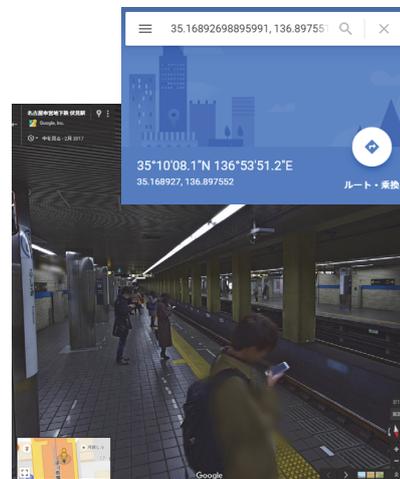


図-2 地下鉄のGoogle ストリートビュー



図-3 伏見駅周辺のノード



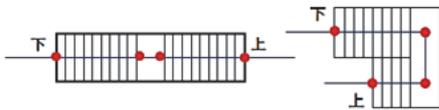
図-4 塩釜駅駅街路空間のノード

図-7のLeica DISTO D510を用いた。ノードとする点は事前に調査を行い、点字ブロックや整備仕様案に従い決定した。ノードを図-8に示し、測量をした結果、約70点のノードを生成した。なお、高さ情報については、階段の段数により算出している。測量により生成されたノードをトラバース測量の手順でXY座標に変換していく。次に、XY座標を緯度経度に変換するために、有限会社アピアの変換プログラムを使用し算出する。最終的に、図-9に示すように地下空間のノードを生成することができた。



図-6 街区基準点

ア) 階段の例



階段の前後及び踊り場にノードを配置する。

イ) エレベーターの例

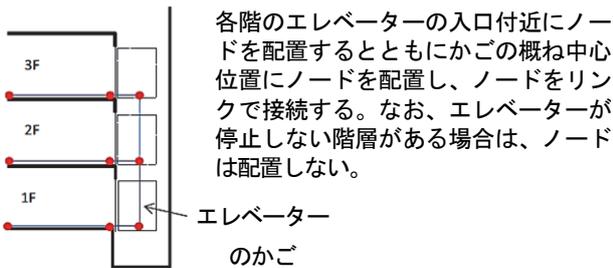
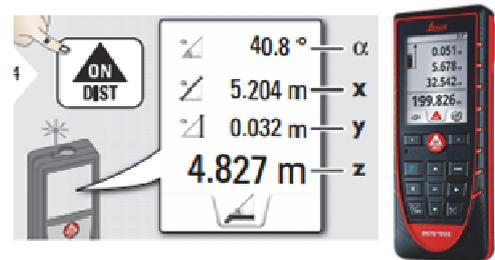


図-5 ノードの設定方法⁸⁾



出典：ライカ ジオシステムズ株式会社

図-7 Leica DISTO D510

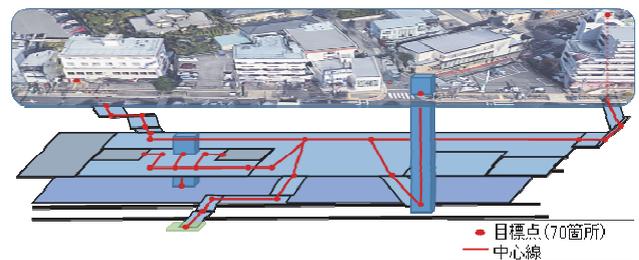


図-8 塩釜駅地下空間のノード

(3) 現地測量での構築方法

Googleストリートビューが整備されていない駅では、現地測量を行う必要がある。今回は、塩釜駅を対象とする。まず基準となる点を軸とし、トラバース測量を行った。基準となる点は、地籍調査等をするために測量され、世界測地系の座標をもった街区基準点とした。塩釜口周辺では、図-6の位置に基準点が設けられている。出入口から最も近い点を起点として測量を実施した。測量の際には、距離と水平角度を測定する必要があるため、



図-9 塩釜駅のノード

(4) リンクの生成と属性情報

決定したノードは、リンクの始点と終点の組を指定し、表-1を参考に属性を付与した。その後、Arc GISのArc Sceneを用いて3次元のリンクを生成し、国土交通省「歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案」⁸⁾を参考に表-2の属性をノードと同様に付与する。なお、リンクの属性は、表-2に示す必要不可欠であり必須となる情報項目である第1層データを追加する。生成したリンクを図-10と図-11に示す。階段、エレベーター等のリンクもそれぞれ生成することができた。生成したリンクを用いて、ネットワークを構築し、規制を設定する。規制とは、階段、エレベーター、エスカレーターの使用を禁止するものである。車椅子やベビーカーを押している方は、バリアフリーを考慮した経路が最適経路とされるべきである。規制の設定は、Arc GISのModel Builderの機能を使用しモデルを構築する。

表-1 ノードの情報項目と属性情報

No.	情報項目	属性情報
1	ノードID	ノードID
2	緯度	中心位置の緯度
3	経度	中心位置の経度
4	階層数	階層数
5	接続リンクID	接続するリンクIDを記入

表-2 リンクの情報項目と属性情報

No.	情報項目	属性情報
1	リンクID	リンクのID
2	起点ノードID	起点のノードID
3	終点ノードID	終点のノードID
4	リンク延長	リンク延長を小数第1位で記入(単位はm)
5	経路の構造	1:歩車分離あり2:歩車分離なし3:横断歩道・・・
6	経路の種別	1:動く歩道 2:踏切 3:エレベーター 4:エスカレーター 5:階段 6:スロープ
7	方向性	0:両方向 1:終点方向 2:起点方向
8	幅員	0:1.0m未満 1:1.0m以上～2.0m未満 2:2.0m～3.0m未満 3:3.0m以上
9	縦断勾配	0:5%以下 1:5%より大きい
10	段差	0:2cm以下 1:2cmより大きい
11	歩行者用信号の有無	0:歩行者用信号なし 1:歩車分離式信号あり・・・
12	歩行者用信号の種別	0:音響設備なし 1:音響設備あり 2:押しボタン式信号あり・・・
13	視覚障害者誘導用ブロック等の有無	0:視覚障害者誘導用ブロック等なし 1:あり
14	エレベーターの種別	0:エレベーターなし 1:エレベーターあり(バリアフリー対応なし)・・・

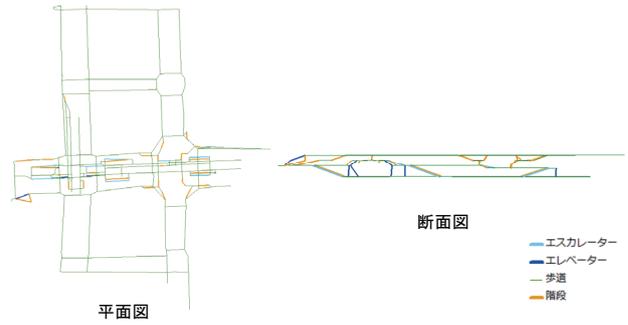


図-10 伏見駅3次元歩行空間ネットワークデータ

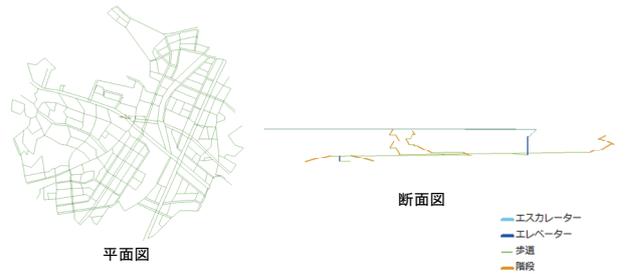


図-11 塩釜口駅3次元歩行空間ネットワークデータ

4. 3次元歩行空間ネットワークを用いた歩行空間の知覚的アクセシビリティ評価

(1) 実験方法

歩行空間が人に与える影響から感じる距離評価値を用いて、実距離ではなく知覚距離を用いたアクセシビリティ評価を行う必要がある。その距離評価値を測るための歩行実験を行った。実験を行う際の経路の環境を統一することが困難なことから、様々な要因が含まれてしまうことから、コンジョイント分析を用いた歩行経路の選定とパラメータ推定を行う。まず、表-3に示すような属性を設定した。平均勾配と階段は、上りと下りをそれぞれ考慮する。歩道幅員に関しては、狭い、広い、その間の3段階を想定している。そして、属性と水準が均等に現れる条件にするために直交表を作成する。作成結果を表-4に示し、この直交表に基づき実空間の経路を決定した。計9経路を図-12に示す。各属性をそれぞれ兼ね備えている八事駅周辺を実験場所に選定した。歩行実験は、2017年11月下旬～12月下旬の13時から16時の晴天時に実施し、被験者は21歳～25歳の学生25人とする。はじめに2経路を歩行した後、質問票に回答してもらい、歩行と質問を交互に9経路分を繰り返す。なお被験者は、歩行経路を事前に知らないため誘導者が先を歩き、その数メートル後ろを歩行することとする。質問票では、総合評価、近接性、快適性、安全性の4項目について、経路1もしくは経路2もしくはどちらも同じ、という3段階でどう感じたかを一対比較を用いて回答する。ただし、比較の際は被験者には経路に関する各属性を明示し

ない。この一対比較を 1 人 9 回、ランダム組み合わせで回答してもらった。

この歩行実験の結果を用いて、パラメータ推定を行う。質問票の回答の内、どちらも同じという回答を除き二項ロジットモデルにより推定を行った。さらに、そのパラメータを用いて、歩行空間の属性の距離評価値を算出する。なお、距離評価値とは式(1)を用いる。

$$\text{距離評価値} = \frac{\beta_1}{\beta_D} \quad (1)$$

ここで、 β_1 は推定される歩行要因 x のパラメータとし、 β_D は推定される距離のパラメータとする。

表-3 属性の設定

属性	水準
平均勾配	0°, 上り(+3°, 下り(-3°
距離	100m, 105m, 110m
歩道幅員	1.5m, 2.5m, 3.0m
階段	無, 上り(+25段, 下り(-25段

表-4 経路の直交表

No.	平均勾配	距離	歩道幅員	階段
1	0°	100m	1.5m	無
2	0°	105m	2.5m	+25段
3	0°	110m	3.0m	-25段
4	+3°	100m	2.5m	-25段
5	+3°	105m	3.0m	無
6	+3°	110m	1.5m	+25段
7	-3°	100m	3.0m	+25段
8	-3°	105m	1.5m	-25段
9	-3°	110m	2.5m	無

ない傾向を負としているため、平均勾配と階段では負のパラメータとなった。一方、広い幅員の経路を選択する傾向にあるため歩道幅員では、正のパラメータとなった。距離に関しては、どの評価でも有意なパラメータを得られなかった。歩行実験の際に設定した距離水準の差が少なかったことが原因ではないかと考えられる。

さらに、式(1)を用いて歩行空間の属性の距離評価値を算出した結果を、表-5の下段に示す。各属性それぞれ 1°, 1m, 1段あたりの距離抵抗を示している。但し、知覚距離を算出する際は、歩道幅員の広狭も考慮しなければならない。「道路の移動等円滑化整備ガイドライン」⁹⁾において、歩行者が通行可能な最小幅員を2.0mと設定していることに基づき、実際の幅員と基準とする2.0mとの差分を用いることとした。よって、幅員が狭い箇所を考慮した知覚距離を算出することができる。加えて、地下空間内の幅員は全て2.0mとし、エレベーター・エスカレーター利用時の歩行は0m、移動時間は乗車時間に加え移動時間と同様の待ち時間も含み、速度を分速30mとする。

表-5 パラメータ推定の結果と知覚距離評価値

N=168	平均勾配	距離	歩道幅員	階段
パラメータ	-0.1095	-0.2608	0.4957	-0.1586
(t値)	(-2.475)*	(-0.096)	(2.021)*	(-3.046)**
距離評価値	0.42m/1°	—	-1.90m/m	0.61m/段

(3) 駅構内を含む歩行距離評価

第3章で構築した3次元歩行空間ネットワークデータを用いて規制を付けた経路検索を行うことが可能となる。規制とは、エレベーター、エスカレーター、階段をそれぞれ使用しないように禁止するものである。全ての上下移動条件を利用できる一般歩行者、エレベーターのみを利用するベビーカーと車椅子の方を考慮した経路検索を伏見駅において行った。一般歩行者の経路結果を図-13、ベビーカーと車椅子の経路結果を図-14に示す。また、移動の総距離と移動時間を表-6に示す。

経路は、鶴舞線上小田井方面ホームから広小路長島町を対象とした。どちらの経路も、実歩行距離と比較して知覚歩行距離が短くなった。伏見駅は歩道幅員が広く、勾配が無いという特徴がある。よって、伏見駅周辺の知覚距離が実距離に比べ短くなったのではないかと考えられる。実歩行距離同士を比較すると、一般歩行者とベビーカー・車椅子では、大きな差がみられる。伏見駅には、屋外から改札までの移動手段のうち、1箇所しかエレベーターが設置されていないため、バリアフリー経路の利便性が良くないと考えられる。よって、目的地によっては、迂回経路を利用しなければならず、大きな差が生じてしまう。



図-12 歩行実験の経路

(2) パラメータ推定と知覚距離評価値

歩行実験で回答した質問を用いてパラメータ推定を行った結果を、表-5に示す。今回、特に結果の良かった総合評価の結果を示す。ほとんどの属性で有意なパラメータを得た。上り勾配・上り階段を正、二対比較で選択し

そこで、新たにエレベーターを設置した場合の経路を解析した。改善案として、新設のエレベーターの設置位置を図-15、改善案の経路を図-16 に示す。さらに、移動の総距離と移動時間を表-7 に示す。エレベーターの新たな設置により、一般歩行者の経路には変化が見られなかったが、ベビーカーや車椅子の方の実移動距離が大幅に短縮されたことが分かる。エレベーターの設置数を増やすことで、上下移動条件の厳しい方の経路を改善することが可能であると考えられる。

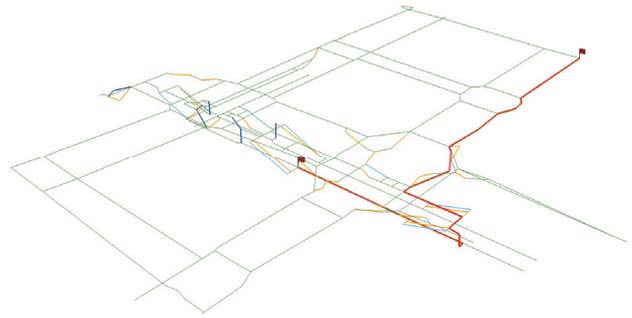


図-16 ベビーカー・車椅子<改善案>

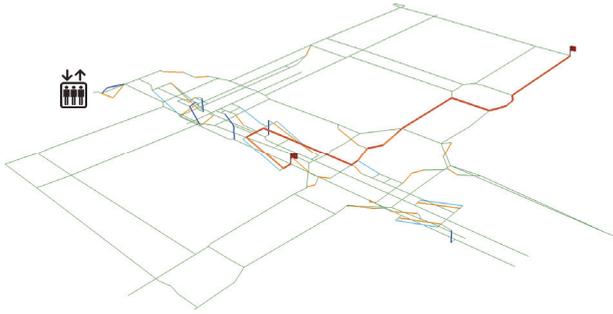


図-13 一般歩行者(階段 or エスカレーター or エレベーター)

表-6 移動の総歩行距離と時間(現状)

	①一般歩行者	②ベビーカー	③車椅子
上下移動条件	階段 or ES or EV	EVのみ	EVのみ
実歩行距離 (m)	338.5m	578.4m	578.4m
知覚歩行距離 (m)	320.0m (5.47%減)	436.0m (24.62%減)	436.0m (24.62%減)
移動時間 (分)	4.23 分	9.19 分	9.86 分
歩行速度 (m/分)	80.0m/分	71.4m/分	66.0m/分

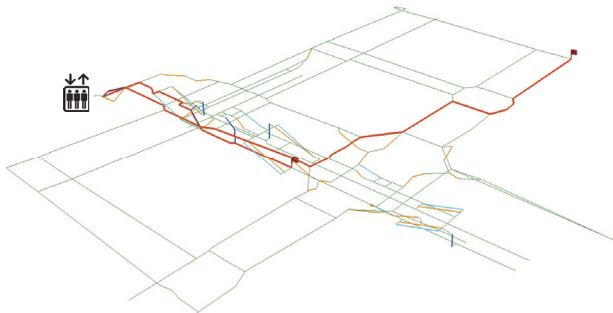


図-14 ベビーカー・車椅子(エレベーターのみ)

表-7 移動の総歩行距離と時間(改善案)

	①一般歩行者	②' ベビーカー	③' 車椅子
上下移動条件	階段 or ES or EV	EVのみ	EVのみ
実歩行距離 (m)	338.5m	377.4m (34.75%減)	377.4m (34.75%減)
知覚歩行距離 (m)	320.0m	275.9m (36.71%減)	275.9m (36.71%減)
移動時間 (分)	4.23 分	6.24 分 (32.1%減)	6.67 分 (32.35%減)
歩行速度 (m/分)	80.0m/分	71.4m/分	66.0m/分

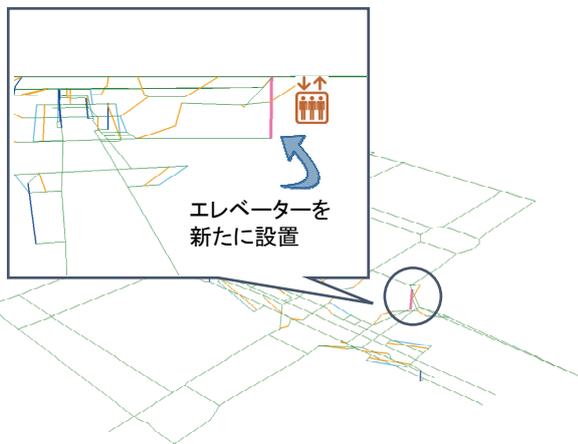


図-15 エレベーターを新設<改善案>

(4) 歩行空間の知覚的アクセシビリティ評価

次に、経路解析を利用して、アクセシビリティ評価を行う。対象地域は、勾配や駅構内を考慮した 3D ネットワークデータを構築した塩釜口駅周辺エリアとした。塩釜口駅周辺の構築したネットワークデータセットを含む 100m メッシュまでの各経路を解析する。従来のアクセシビリティ評価では、道路網が使用され、駅の出入口は代表点の 1 点しか考慮されていない。そこで、アクセシビリティ評価をするためのネットワーク条件の一部を表-8 にまとめる。表-8 の各条件に対してアクセシビリティを計算した結果を図-17 から図-21 に示す。道路網による従来のアクセシビリティ評価では、車道ネットワークを考慮した経路のため、植田川より東側が部分的に低い評価になっている。これは、植田川を渡る道路が存在しておらず経路が遠くなっていることが原因として考えられ、より現実的な評価には改善すべき点である。そこで、歩

道ネットワークを含んだ3次元歩行空間ネットワークデータを用いて評価を行った。さらに、駅構内であるホームを含めた評価を行った結果を図-19に示す。その結果、植田川の東側のアクセシビリティが改善されたことが確認できる。実際に駅を利用して目的地まで移動する場合の距離は従来の評価値よりも長い。今までの距離値は駅構内の歩行空間を考慮していなかったため、アクセシビリティが過小評価されているのではないかと考えられる。このホームから各メッシュまでの歩行空間ネットワークを用いて、知覚歩行距離での経路や、エレベーターのみを利用するベビーカーや車椅子利用者のための経路を算出した。知覚歩行距離の経路を示した図-20より、駅周辺では知覚距離が短くなり、近郊では知覚距離が長くなる傾向にあることが明らかになった。また、エレベーターのみを利用する経路を図-21に示す。次に、ホームから各メッシュまでの実歩行距離を用いた経路と、知覚歩行距離による経路の比較を行った。知覚距離が実歩行距離よりも長くなる地域は、急勾配であったり、歩道があまり整備されていないためであると考えられる。さらに、ベビーカーや車椅子のための経路との比較を行った。北西の地域が大幅に距離が長くなっている。これはエレベーターの設置位置が遠いことが影響していると考えられる。他方、南側は変化が見られなかった。これは、階段までの距離とエレベーターまでの距離に差がなかったためであると考えられる。なお、今回構築したネットワークには横断歩道を避ける等の規制が含まれていないため、今後、考慮すべき課題であると考えられる。

表-8 アクセシビリティ評価のためのネットワーク条件

		従来		駅構内を含む		ベビーカー 車椅子
		実距離	実距離 (出入口考慮)	実歩行距離	知覚歩行距離	
地上	道路NW	○	○	○	○	○
	歩道NW	×	×	○	○	○
駅構内	出入口	△(代表点)	○	○	○	○
	通路NW	-	-	○	○	○
	階段	-	-	○	○	×
	エスカレーター	-	-	○	○	×
	エレベーター	-	-	○	○	○



図-17 従来 [1番出入口から各メッシュまで]

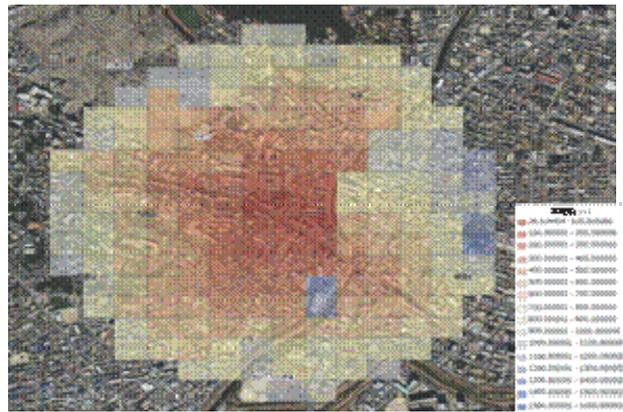


図-18 従来 [塩釜口駅出入口から各メッシュまで]

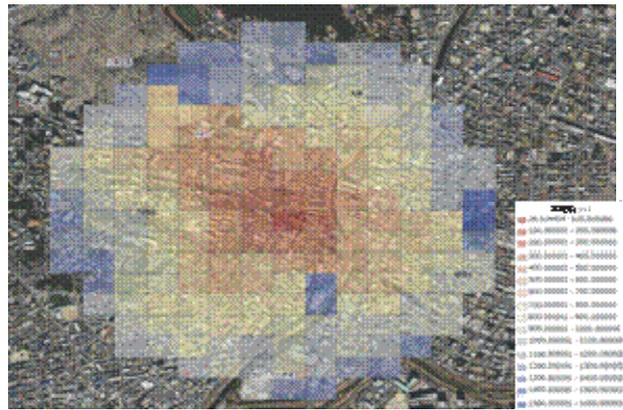


図-19 実歩行距離 [塩釜口駅ホームから各メッシュまで]



図-20 知覚歩行距離 [塩釜口駅ホームから各メッシュまで]

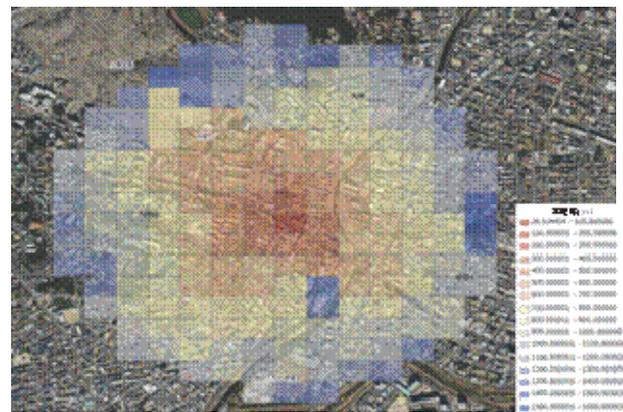


図-21 ベビーカー・車椅子 [塩釜口駅ホームから各メッシュまで]

6. おわりに

本研究では、3次元歩行空間ネットワークデータを構築し、街路空間と駅空間を一体的に考慮した歩行空間の知覚的アクセシビリティ評価を行った。Googleストリートビューと現地測量の2通りから緯度経度情報を取得し、Arc GISを用いて3次元歩行空間ネットワークデータを構築し、歩行実験をにより歩行時に影響を与える要因についてのパラメータ推定と距離評価値を算出した。その結果、総合評価において特に有意な結果となり、知覚距離を算出した。これらを用いて、歩行空間のアクセシビリティ評価を行った結果、実際に駅を利用して目的地まで移動する場合の距離は従来の評価値よりも長く、今までは過小評価されているのではないかと考えられる。さらに、知覚的アクセシビリティ評価では、駅周辺では知覚距離が短くなり、起伏のある地区や歩道が脆弱な地区では知覚距離が長くなる傾向にあることが確認できた。

このような3次元歩行空間ネットワークデータを用いることで、より現実的な歩行空間のアクセシビリティ評価を行うことが可能であることが明らかになった。また、公共交通利用促進のためのサービス向上のツール等として今後、活用できるのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局：健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン，<http://www.mlit.go.jp/common/001049464.pdf>，2014
- 2) 木澤友輔，高見淳史：徒歩アクセシビリティ概念に基づく歩いて暮らせる街づくりに関する研

- 究 —多摩ニュータウン初期開発地区を例に一，土木計画学研究・論文集 Vol.25 No.2, 2008
- 3) 高見淳史，木澤友輔，大口敬：個人属性・地形要因を反映した徒歩・自転車による日常的活動機会へのアクセシビリティに関する研究. 都市計画論文集, 42, 919-924, 2007
- 4) 矢入(江口)郁子，猪木誠二：高齢者・障害者を含むすべての歩行者を対象とした歩行空間アクセシビリティ情報提供システムの研究. 情報処理学会論文誌, 46(12), 2940-2951, 2005
- 5) 中村一樹，紀伊雅敦：歩行行動の欲求段階に基づく歩行空間の質の知覚的評価手法の構築. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 72(5), I_861-I_870, 2016
- 6) 中村一樹，森文香，森田紘圭，紀伊雅敦：歩行空間の機能別デザインが包括的な知覚的評価に与える影響. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 73(5), I_683-I_692, 2017
- 7) 渡辺完弥，今井龍一，田中成典：点群座標データ及びデジタル地図を用いた歩行空間ネットワークの整備に関する基礎的研究，土木学会論文集 F3 (土木情報学)，Vol.67, No.2, I_150- I_161, 2011
- 8) 国土交通省府総括官：歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案，<http://www.mlit.go.jp/common/001177504.pdf>，2017
- 9) 国土技術研究センター：道路の移動等円滑化整備ガイドライン，2011

(2018.4. 受付)

EVALUATION ON PERCEIVED ACCESSIBILITY USING 3D WALKING WAY NETWORK DATA

Mariko NAKATSUKASA, Nozomi KIKUCHI, Takaya HASHIMOTO and Atsushi SUZUKI