バリアフリーマップを活用した利用者のアクセシビリティに関する実証的研究

－東京駅における「WheeLog！」による分析・評価について－

○佐藤 耕介[*1]　織田 友理子[*2]
織田 洋一[*3]　金井 節子[*4]
宗　士淳[*5]　大内 宏友[*6]

キーワード：　バリアフリー　スマートフォン　アクセシビリティ　プローブ情報　Wheelog！

１．はじめに

スマートフォンには種々のセンサーが内蔵されていることから、車いすに取り付けて走行するだけで様々な情報を得ることが可能である。これら国際的にも世界中にスマートフォンが広く普及していることに着目し、スマートフォンの能力を最大限に活用してバリアフリー情報の収集を行い、あらゆる場所の情報を集積し、地球上のすべてのバリアフリー情報を検索可能にすることを目標とする。中でも「WheeLog!」は、Googleマップを利用、車いすの走行ログをマップに記録。多くの車いす利用者が通るほど、その色は濃くなっていく。車いす利用者は、ユーザーとして情報を参照するとともに、自身が投稿者として情報の拡充に参画することができる。多目的トイレ、パーキング、段差情報、エレベーターの有無なども投稿でき、一部のデータは投稿者以外でも修正できる仕様になっている。これは、筆者らにより2015年の「Googleインパクトチャレンジ」でグランプリを受賞[注1)2)3)]、2017 年 5 月 28日に一般向けに提供を開始した。同種のバリアフリーマップや情報サイトは多く見られるが、行政単位や地域エリアに縛られることなくどこでも生成可能で、最新データがリアルタイムに収集・更新されるものは数少ない。さらに、国際的にも車いす利用者の走行ログの取得が可能な唯一のアプリであるといえる(図1、2参照)。

一方、国土交通省においても、ユニバーサル社会の構築に向けて、車いす使用者の方が通行できるバリアフリールートをスマートフォンにてナビゲーションする等のＩＣＴを活用した歩行者移動支援サービスの普及展開を目指し、バリアフリー･ナビプロジェクトを推進しつつある。具体的には移動しやすさのサービスの実現に向けデータを収集する手法の一つとして、「WheeLog!」は「ローブ情報を活用した“通れたマップ”実証実験」の事業主体に採択され[注4) 5)]、2017年11月下旬から、アプリを用いて東京23区内にてプローブ情報の収集・分析等を行い、2018年にも新たな実証実験に行う予定である。

本稿では、主に車いすを利用する高齢者・障害者当事者において計測できる、簡易な評価手法の確立に向け、（一社 ）WheeLog にて推進されている世界中の車いす利用者が訪問したエリアのバリアフリー情報を、ユーザー同士で共創するプロジェクトの「みんなでつくるバリアフリーマップ」の運用より得られたデータをもとに、アクセシビリティの評価に必要な指標の抽出と、評価算定モデルを用いて分析を行い、バリアフリーマップ「WheeLog!」を用いた世界で最も乗降者数の多い新宿駅の乗り換えのアクセシビリティの評価手法の検討を行う（図 2)。

２．プロジェクトの概要

GPS（Global Positioning System）の位置情報から得られる走行履歴からは、車いすが通行できることを示す情報を取得することが可能である。映像も一緒に撮影することで、地図だけではわからない情報を得ることができる。また、写真による全方位映像により、車いすの走行時に死角になりやすい部分を事前に確認することができる（図 4)。今後近い将来、タブレットには 3D 計測機能が実装され、3D 計測による空間情報から車いすの走行シミュレーションが可能となると考えられる。

図1「WheeLog！」の概要

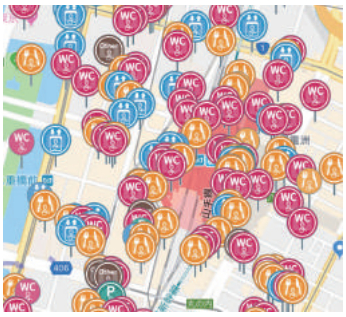
図 2「WheeLog!」のディスプレイ画面（東京駅周辺）

機能①

地図上に軌跡(Log)を線で表示できる。車いす利用者が通ったことのある道を表示し、線が多く集まっていればいるほど、通りやすさの推測ができる。

機能②

バリア・バリアフリースポット（多目的トイレ・EV・障害者駐車場・スロープ…）の写真を投稿できる。現時点でのカテゴリ・トイレ・エレベーター・駐車場・飲食店・公共交通・その他



機能③

知りたい機能や情報のリクエストを投稿できる。具体的な場所にスポットを立てて、知りたい内容を投稿することができる。

図3「WheeLog！」の3つの機能

表1　JR東京駅と乗り換え駅の1日平均乗降人員(2017)

駅名	乗降人員(人)
JR東京駅 JK JY JC JO JE JT	452,549
東京メトロ 大手町駅 I C T Z M	338,955
東京メトロ 東京駅 M	211,558
東京メトロ 京橋駅 G	60,685
東京メトロ 二重橋前駅 C	34,898

参考文献：JR東日本　各駅の乗車人員 2017年度
東京メトロ　各駅の乗降人員ランキング 2017年

図 5 路線図－東京駅周辺

3．「WheeLog!」の機能（図 3）

A) 利用者がバリアフリー情報を事前に検索する事により自らの最適な経路を探索することが可能となる。さらに、このアプリでは唯一のルートを提示するのではなく、障害の程度が違う各車いす利用者が自身の選択によって適したルートを選択するための情報を提供するアプリとなりうる。

B) 投稿に対して評価・コメント機能を実装することで、承認欲求を刺激し、最近の良質な情報の循環を実現できる。さらに、アップデートした情報の有用性の評価は、カテゴリ別にアンケートを設けており、バリアフリーの程度を投稿者及び実際に利用したアプリユーザーがGood/Bad の評価をする仕組みを持つ。

C) これらを継続的に運用することにより、検索時点で以前より常に最適な経路探索が可能となる。また、アプリユーザー間の情報共有、つまりインセンティブの仕組みはとしては、毎月集計を行い、ランキングを発表している。上位者には協賛企業等からの景品をプレゼントし、さらに、アプリ内においても投稿数などを応じて、ステータスが上がる仕組みを持つ。そして、投稿に対する他のアプリユーザーからのコメントや「いいね！」など、アプリユーザー間における交流によって投稿するモチベーションに繋がると考えられる。

D) また、測定した距離データをもとに、移動しやすさ（アクセシビリティ）の指標を抽出し、障害者、高齢者のみでなく一般利用者の施設管理者や行政にとっても改修やインフラ整備評価に必要な最新のデータとなる。具体的には、共有された情報の品質、間違った情報ではないかの保証は、あくまで個人による投稿であるため、管理者としては保証することはできない。しかし、投稿された情報の位置や内容が間違っている場合には、通報できるシステムを組み入れている。みんなでつくるという名の通り、情報の共有及び修正を管理者はもちろん、アプリユーザー間でも行っている。

E) さらに、これらの波及効果として高齢者、妊婦やベビーカー利用者等を対象にも利活用が期待できる。

4．研究調査対象地域（図 5, 6）

ここでは、改札間の乗り換えにおけるアクセシビリティの調査として、東京駅を研究対象地域とする。今回の研究対象である東京駅は千代田区の主要鉄道駅で、複数の在来線が通る他、新幹線の発着駅でもある。また、駅周辺には乗り換え可能な 6 つの地下鉄が通っている。地下のアーケード、地上のアーケード、多数の廊下がある（表 1, 2）。

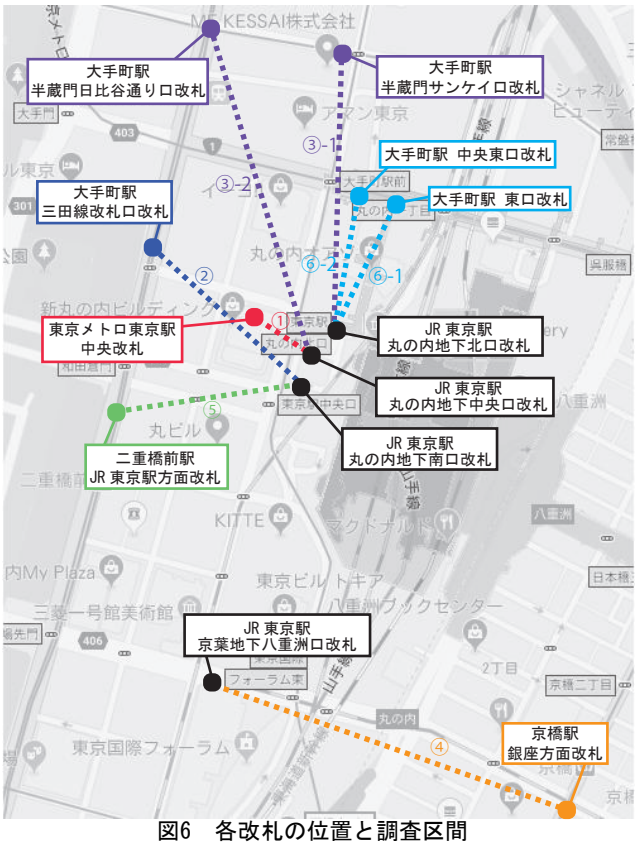


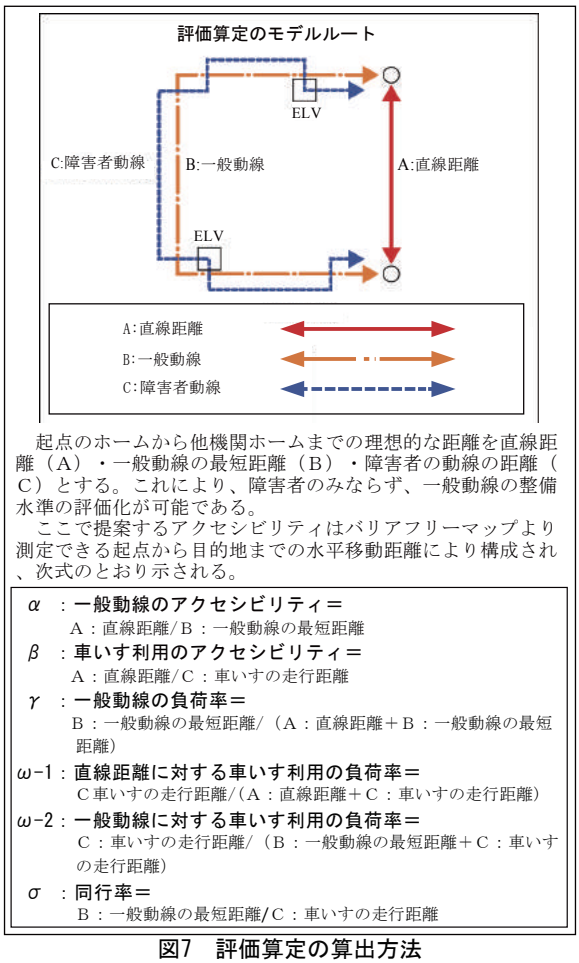
図6　各改札の位置と調査区間

表2　調査区間の概要

	計測区間		移動方法	備考
	路線	改札		
①	JR ⇕ 丸の内線（東京駅）	丸の内地下中央口 ⇕ 中央	一般	―
			車いす	―
②	JR ⇕ 都営三田線（大手町駅）	丸の内地下南口 ⇕ 三田線改札口	一般	階段
			車いす	エレベーター
③	JR ⇕ 半蔵門線（大手町駅）	丸の内地下北口 ⇕ 半蔵門サンケイ口	一般	エスカレーター（3ヶ所） 階段（4ヶ所）
		丸の内地下北口 ⇕ 半蔵門日比谷通り口	車いす	エレベーター（2ヶ所） スロープ
④	JR ⇕ 銀座線（京橋駅）	京葉地下八重洲口 ⇕ 銀座方面	一般	エスカレーター・階段（3ヶ所）
			車いす	エレベーター（2ヶ所）
⑤	JR ⇕ 千代田線（大手町駅）	丸の内地下南口 ⇕ JR東京駅方面口	一般	エレベーター
			車いす	
⑥	JR ⇕ 東西線（大手町駅）	丸の内地下北口 ⇕ 東口	一般	エスカレーター・階段
		丸の内地下北口 ⇕ 中央東口	車いす	エレベーター

5．評価手法モデル及び得られた数値の分析（図 7, 8）

本稿では提案するアクセシビリティはバリアフリーマップ（WheeLog ！）より測定できる起点（改札）から目的地（他の機関の改札）までの水平の移動距離により構成され、図 7 に示した評価算定モデルを用いて分析・考察を行う。改札間の最短距離（直線距離・一般動線・障害者の動線）を測定する。一般動線と障害者の動線との重なる距離を同行率として算定する。これにより、本稿で提案するアクセシビリティはバリアフリーマップ（WheeLog ！）より測定できる起点（改札）から目的地（他の機関の改札）までの水平の移動距離により構成され、図 7 に示した評価算定モデルを用いて分析・考察を行う。



起点のホームから他機関ホームまでの理想的な距離を直線距離（A）・一般動線の最短距離（B）・障害者の動線の距離（C）とする。これにより、障害者のみならず、一般動線の整備水準の評価化が可能である。

ここで提案するアクセシビリティはバリアフリーマップより測定できる起点から目的地までの水平移動距離により構成され、次式のとおり示される。

α ：一般動線のアクセシビリティ＝
A：直線距離/B：一般動線の最短距離

β ：車いす利用のアクセシビリティ＝
A：直線距離/C：車いすの走行距離

γ ：一般動線の負荷率＝
B：一般動線の最短距離/（A：直線距離＋B：一般動線の最短距離）

ω-1：直線距離に対する車いす利用の負荷率＝
C 車いすの走行距離/（A：直線距離＋C：車いすの走行距離）

ω-2：一般動線に対する車いす利用の負荷率＝
C：車いすの走行距離/（B：一般動線の最短距離＋C：車いすの走行距離）

σ ：同行率＝
B：一般動線の最短距離/C：車いすの走行距離

図7　評価算定の算出方法

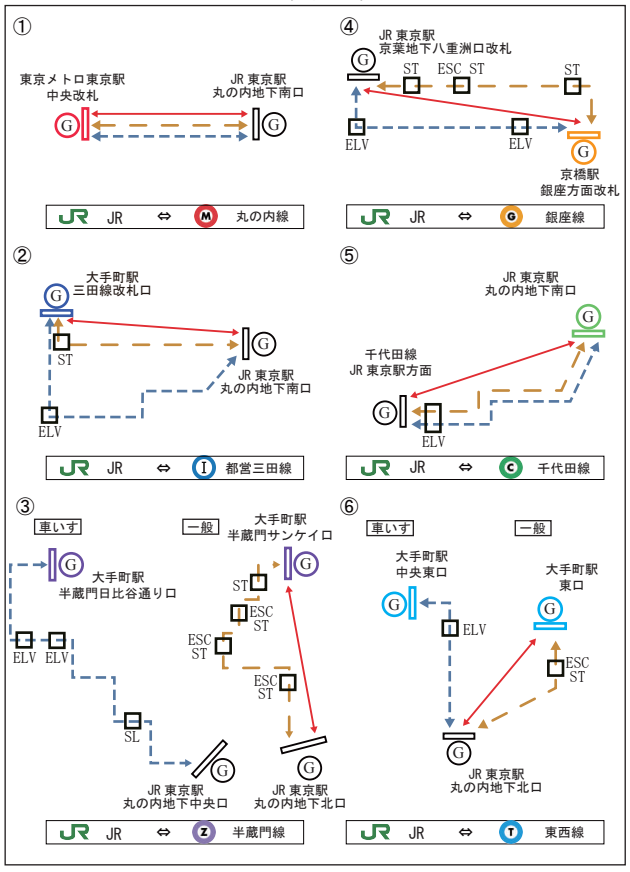


図8　評価モデル算定ルート

表3　測定値の距離データ及びアクセシビリティ値の一覧

番号	A 直線距離	B 一般動線	C 障害者動線	α アクセシビリティ	β 車いす利用 アクセシビリティ	γ 一般動線 の負荷率	ω-1 直線距離 に対する車いす 利用の負荷率	ω-2 一般動線 に対する車いす 利用の負荷率	σ 同行率
②	315.0m	412.10m	590.85m	76.44%	53.31%	56.68%	65.23%	58.91%	69.75%
③	523.0m	583.55m	779.65m	89.62%	67.08%	52.74%	59.85%	57.19%	74.85%
④	400.0m	513.25m	605.80m	77.93%	66.03%	56.20%	60.23%	54.14%	84.72%
⑥	274.0m	276.15m	310.95m	99.22%	88.12%	50.20%	53.16%	52.96%	88.81%
⑤	326.0m	345.30m	345.30m	94.41%	94.41%	51.44%	51.44%	50.00%	100.00%
①	54.0m	57.40m	57.40m	94.08%	94.08%	51.53%	51.53%	50.00%	100.00%

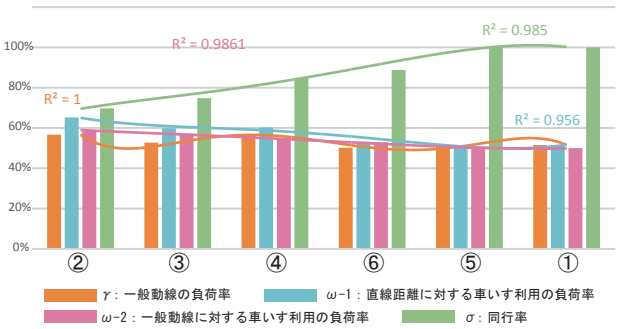


図9　アクセシビリティ値

6．考察・まとめ

本稿における内容を以下にまとめる。測定した距離データをもとに、アクセシビリティの評価に必要な指標を抽出した。また、移動した経路をもとに評価モデルにより、一般動線・車いす利用者の負荷率のデータを比較考察した（表3，図9）。

① おおまかに一般動線と比べ、車いすの移動距離は負荷率が高い傾向が見られる。

② 機関の異なる改札口相互間の移動に関するアクセシビリティについて、直線距離に対する車いす利用者の負荷率と一般動線する車いす利用者の負荷率が減少にともない、一般動線と車いす動線の同行率が増加する傾向が見られる。

③ 一般動線の負荷率と車いす利用者の負荷率（直線距離と一般動線）の差が減少にともない、一般動線と車いす動線の同行率が増加する傾向が見られる

④ エレベーターを利用するルートが一般動線の最短距離になる場合（図8の⑤）があることから、車いすのバリアをなくすことで一般動線のアクセシビリティを高くする可能性がある。

⑤ 東京駅は乗降客が多く、同じ路線でも乗り換え駅や改札が複数あることから、最短のルート選択が困難になっている。

以上により、得られたデータをもとに、アクセシビリティの評価に必要な指標の抽出し、車いすプローブ情報を活用した都市・地域空間の設計計画手法論の構築に向けた基礎的な考察を行った。これらは今後におけるバリアフリーの整備評価の基準値として設定できると考えられる。今後の研究では、バリアフリー法の定める移動の自由を適切に確保するためには、高さおよび移動全体にかかる時間のデータの把握が不可欠であるためエレベーターなどによる高さの移動や、やむをえず移動補助機器を利用した場合の待ち時間を含めたアクセシビリティの測定方法、およびに計画的方法論の構築が今後の方針となると考える。さらに、「WheeLog!」は、専門家でなくても都市・地域の評価に必要な指標を可視化することにより、一般市民にも利用可能な分析の提案、評価モデルの構築を行うことで、建築・都市・地域における今後の整備評価の基準値の構築を行う予定である。

[注釈]
1) 織田友理子、織田洋一、大内節子、宗士淳、木村敏浩、大内宏友：「ソーシャルアプリによるオープンデータと連携したみんなで作るバリアフリーマップ」，2017 年度日本建築学会 技術部門設計競技 優秀賞受賞　テーマ：「ユニバーサル社会を支える環境技術＿多様な利用者の安全快適な環境デザインをめざして」2017.7.29.。
2)Google インパクトチャレンジ：Google インパクトチャレンジとは、様々なテクノロジーの活用を通じ、社会問題の解決にチャレンジする非営利団体を支援するプログラムで、Google では本プログラムを、インド、ブラジル、英国、米国、オーストラリアで開催、2014 年 11 月に日本で開催し、NPO 法人の PADM の提案「みんなでつくるバリアフリーマップ」はグランプリに選ばれた。
3) Zero Project Innovative Practice 2018 on Accessibility で Zero Project（ウィーン）から賞を受賞した。テーマ：「Connecting wheelchair - accessible maps with GPS tracking」（代表：織田友理子）
4) 平成 29 年度国土交通省白書：「プローブ情報を活用した“通れたマップ”作成に関する実証実験」，pp43 ～ 44，2018
5) 国土交通省：「プローブ情報を活用した“通れたマップ”実証実験の中間報告」，2018.12

[既往学術論文]
既 1) 大内宏友，織田友理子，織田洋一，金井節子，宗 士淳，木村敏浩：「車いすプローブ情報の「WheeLog!」を活用した都市・地域空間の分析・評価手法」2018 年度日本建築学会大会（東北），2018.9
既 2) 佐藤耕介，織田友理子，織田洋一，金井節子，宗 士淳，大内宏友：「車いすプローブ情報を活用した都市・地域空間の設計手法 について－バリアフリーマップ WheeLog! を活用した新宿駅の乗り換えのアクセシビリティに関する実証的研究－」2018 年度日本建築学会大会（東北），2018.9
既 3)Yuriko Oda, Yoichi Oda, Setsuko Kanai, Kosuke Sato, Zong Shichun and Hirotomo Ohuchi：“Design methods of urban and regional space utilizing wheelchair probe information-Empirical Study on Accessibility of Shinjuku Station Transfer Using Barrier Free Map “WheeLog!” -” Proc. of The Seventh International Conference on Advances in Computing, Electronics and Communication - ACEC 2018. Kuala Lumpur, Malaysia. pp.13 ～ 18, 18-19 August, 2018.
既 4)Yuriko Oda, Fumihito Ito, Ory Yoshifuji, Yoichi Oda, Setsuko Kanai, Zong Shichun and Hirotomo Ohuchi：“Proposal of Analysis and Evaluation Method of Urban Area Space Utilizing of Wheelchair Probe Information” The 12th IEEE International Symposium on Performance Modeling and Evaluation of Computer and Telecommunication Networks in Adaptive Networks and the Cloud- PMECT2018. Barcelona, Spain. 6-8 August 2018.
既 5) 織田友理子，織田洋一，金井節子，宗 士淳，木村敏浩，大内宏友：「車いすプローブ情報を活用した都市・地域空間の分析・評価手法の提案 —投稿型バリアフリーマップの「WheeLog!」による実証的研究—」日本建築学会関東支部研究報告集，Vol.88, pp. 149 ～ 152, 2018.3
既 6) 織田洋一，織田友理子，金井節子，宗 士淳，木村敏浩，大内宏友：「車いすプローブ情報を活用した都市・地域空間の分析・評価手法の提案 —投稿型バリアフリーマップの「WheeLog!」によるまち歩きイベンドについて—」日本建築学会関東支部研究報告集，Vol.88, pp. 153 ～ 156, 2018.3
既 7) 小島俊希、織田友理子、伊藤史人、織田洋一、吉藤オリィ、大
バリアフリーマップによる車いす利用者の移動のしやすさに関する
デル」日本建築学会シンポジウム「第 39 回 情報・システム・利用・技…
ジウム」　2016.12

[参考文献]
1) 佐藤寛之、青山吉隆 、中川大、松中亮治、自柳博章：「都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減効果による便益計測に関する研究」土木計画学研究・論文集，Vol.19, No.4, pp.803-812, 2002.10.
2) 高柳英明、佐野友紀、渡辺仁史：「A202 歩行者領域モデルを用いた群集流動効率の可視化」可視化情報全国講演会（札幌 2000）論文集，Vol.20, Suppl. No.2, pp.57-60, 2000
3) 国土交通省道路局、都市地域整備局：「費用便益分析マニュアル」2003.8.
4) 加藤浩徳、芝海潤、林淳、石田東夫：「都市鉄道における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究」運輸政策研究 Vol.3, No.2, pp.9-20, 2000.
5)（社）日本交通計画協会編：「駅前広場計画指針」技報堂出版、1997.7.

＊1 日本大学大学院生産工学研究科　博士前期課程
＊2（一社）WheeLog
＊3（一社）WheeLog 法務博士
＊4（株）日建設計　建築学修士
＊5 日本大学大学院生産工学研究科　博士後期課程　修士（工学）
＊6 日本大学生産工学部建築工学科　教授　工学博士