

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

－ 渋谷駅における「WheelLog！」による分析・評価について－

○ 宗 士淳^{*1} 織田 友理子^{*2}
織田 洋一^{*2} 金井 節子^{*3}
佐藤 耕介^{*4} 大内 宏友^{*5}

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 Wheellog! 都市空間 車いす

1. はじめに

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に「WheelLog!」は、Googleマップを利用し、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。

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し^{(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で唯一のアプリであるといえる(図1、2参照)。これまで、筆者らは船橋駅、錦糸町駅、新宿駅を研究対象地域として、都市・地域空間の評価手法の提案を行ってきた^{(注1)~(7)}。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^(注4)。

本稿では、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「WheelLog!」を用いた線路が立体的に絡み合い、連絡通路や階段が多く、利用者には分かりにくい渋谷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。

3. 「WheelLog!」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

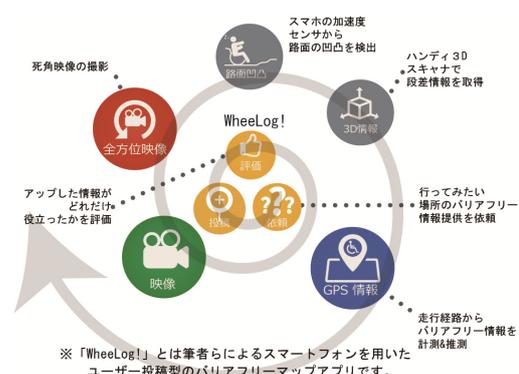


図1 「WheelLog!」の概要



図2 「WheelLog!」のディスプレイ画面（渋谷駅周辺）

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 「WheelLog!」の3つの機能
表1 渋谷駅の1日平均乗降人員(2017)

路線	乗降人員
JR（湘南新宿ライン・埼京線・山手線）	370,669
東京メトロ（銀座線・半蔵門線・副都心線）	219,936
京王グループ（井の頭線）	357,444
東急電鉄（東横線・田園都市線）	1,149,334

「関東交通広告協議会 平成28年度1日平均乗降人員・通過人員」
「平成29年版 渋谷区勢概要」により

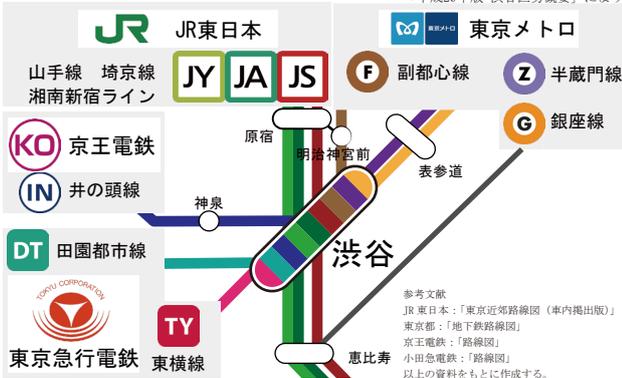


図4 路線図-渋谷駅

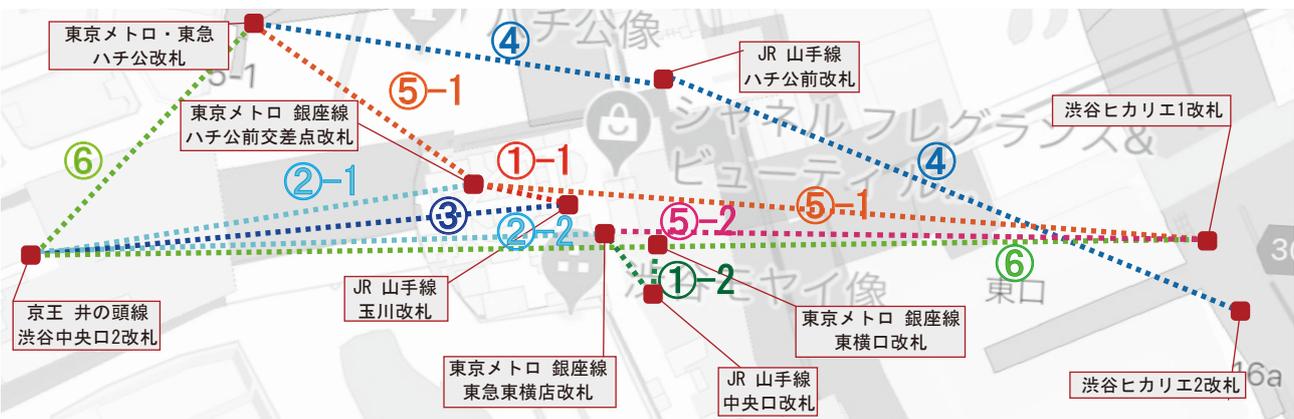


図5 各改札の位置・調査区間

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。みんなで作るという名の通り、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4,5）

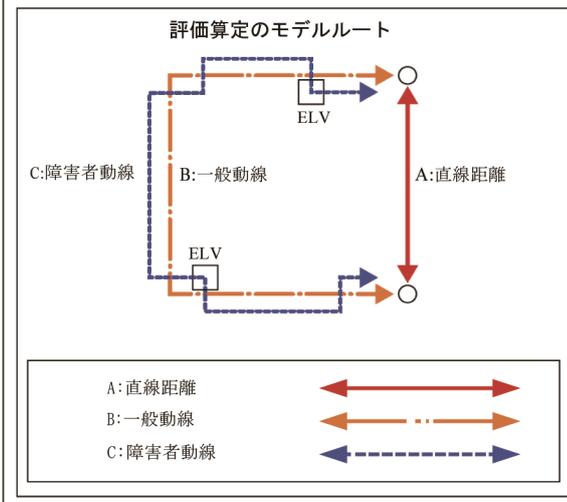
ここでは、改札間の乗り換えにおけるアクセシビリティの調査として、渋谷駅を研究対象地域とする。今回の研究対象である渋谷駅は東京の渋谷区の主要鉄道駅で、4鉄道会社の全9路線が通っており、多くの路線が立体交差するように接続し、増・改築により多数の鉄道駅施設や商業施設などが立体的に絡み合い、連絡通路や階段が多く、利用者には分かりにくい地上3階から地下3階までの駅構造となっている（表1,2）。

5. 評価手法モデル及び得られた数値の分析（図6,7）

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（WheelLog!）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6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

表2 調査対象地域の概要

No.	計測区間	改札	移動方法		備考
			一般	車いす	
渋谷駅	①-1	JR山手線→銀座線（乗車専用改札利用）	玉川改札⇒ハチ公前交差点改札	一般 車いす	階段 ELV、スロープ
	①-2	銀座線（降車専用改札利用）⇒JR山手線	東横口改札⇒中央改札 東急東横店改札⇒玉川改札	一般 車いす	— ELV
	②-1	京王井の頭線→銀座線（乗車専用改札利用）	ハチ公前交差点改札⇒渋谷中央2F改札	一般 車いす	階段 ELV
	②-2	銀座線（降車専用改札利用）⇒京王井の頭線	東急東横店改札⇒渋谷中央2F改札	一般 車いす	ELV、階段 ELV、ESC
	③	JR山手線⇒京王井の頭線	玉川改札⇔渋谷中央2F改札	一般 車いす	— スロープ
	④	JR山手線⇔副都心線・田園都市線・東横線・半蔵門線	ハチ公改札⇔ハチ公改札 ハチ公改札⇔渋谷ヒカリエ2改札	一般 車いす	階段(2)、ESC ELV
	⑤-1	副都心線・田園都市線・東横線・半蔵門線→銀座線（乗車専用改札利用）	ハチ公改札⇒ハチ公前交差点改札 ヒカリエ1改札⇒ハチ公前交差点改札	一般 車いす	階段(3)、ESC ELV(2)
	⑤-2	銀座線（降車専用改札利用）⇒副都心線・田園都市線・東横線・半蔵門線	ヒカリエ1改札⇒東急東横店改札	一般 車いす	ELV、階段/ESC(2) ELV(2)
	⑥	副都心線・田園都市線・東横線・半蔵門線⇔京王井の頭線	ハチ公改札⇔渋谷中央口改札	一般	階段(3)
			ヒカリエ1改札⇔渋谷中央口改札	車いす	ELV(2)



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 : 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)
- $\omega-1$: 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)
- $\omega-2$: 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6 評価算定の算出方法

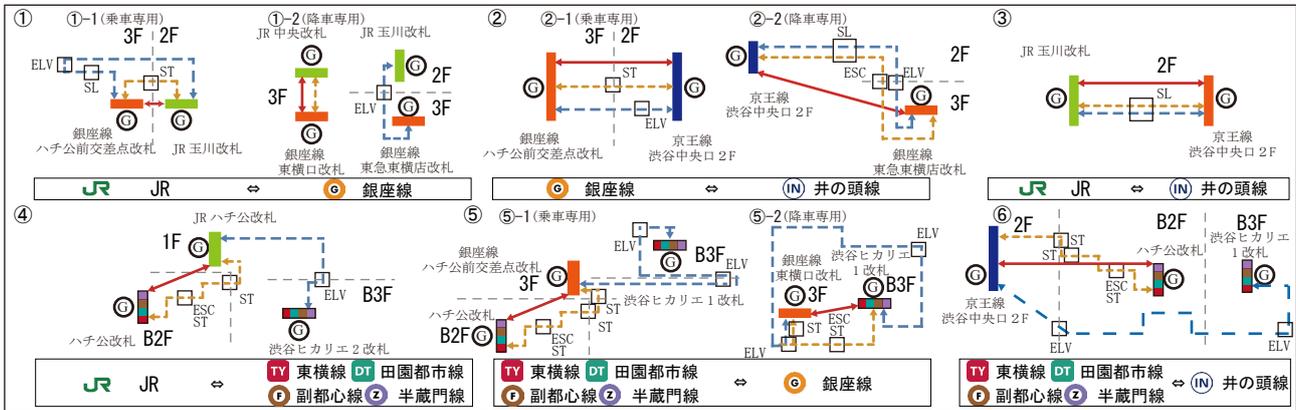


図7 評価モデル算定ルート（改札間）

(WheelLog!)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6に示した評価算定モデルを用いて分析・考察を行う。

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8)。

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に対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。

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	$\omega-1$ 直線距離 に対する車いす 利用の負荷率	$\omega-2$ 一般動線 に対する車いす 利用の負荷率	σ 同行率
①-1	19.00m	29.60m	254.20m	64.19%	7.47%	60.91%	93.05%	89.57%	11.64%
⑤-1	56.00m	167.85m	584.10m	33.36%	9.59%	74.98%	91.25%	77.68%	28.74%
④	56.00m	90.45m	238.00m	61.91%	23.53%	61.76%	80.95%	72.46%	38.00%
①-2	18.35m	18.35m	39.00m	100.00%	47.05%	0.00%	68.00%	68.00%	47.05%
⑥	144.00m	304.70m	556.00m	47.26%	25.90%	67.91%	79.43%	64.60%	54.80%
⑤-2	139.00m	216.55m	374.10m	64.19%	37.16%	60.91%	72.91%	63.34%	57.89%
②-2	139.00m	182.95m	198.40m	75.98%	70.06%	56.83%	58.80%	52.03%	92.21%
②-1	138.00m	140.90m	149.30m	97.94%	92.43%	50.52%	51.97%	51.45%	94.37%
③	147.00m	159.40m	159.40m	92.22%	92.22%	52.02%	52.02%	0.00%	100.00%

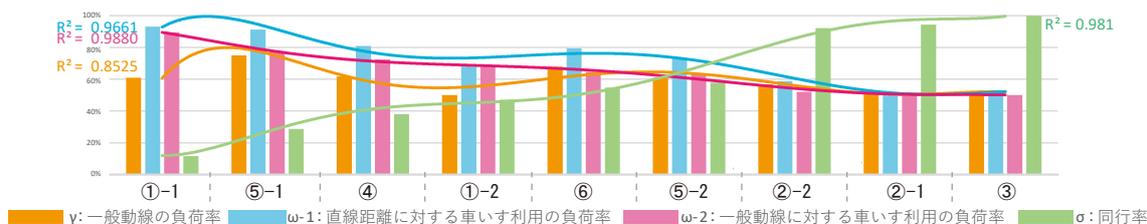


図8 アクセシビリティ値

④直線距離と一般動線が同じ移動距離の場合（表3の①-2参照）はアクセシビリティを最も高いため、負荷率が0%とする。この場合の動線は移動距離を最適化することにより、アクセシビリティを格段に高くなり、負荷率が減少することが可能となる。

⑤一般動線と車いす動線が同じ移動距離の場合（表3の③参照）は一般動線に対する車いす利用者の負荷率が0%し、一般動線と車いす動線の同行率が最大になる。

⑥渋谷駅は立体的に絡み合いが複雑のことで、これまでの平面的な評価手法のみでは困難であることから、今後エレベーター利用の適正配置による分析手法を提案したい。

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、およびに適正な配置計画の計画的な方法論の構築が今後の方針となると考える。さらに、「WheelLog!」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]

注1) 織田友理子、織田洋一、大内節子、宗土淳、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。
注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

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。
注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)
注4) 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、「WheelLog!」は「プ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5) 6)}、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を行う予定である。
注5) 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
注6) 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、宗土淳、木村敏浩：「車いすプローブ情報の「WheelLog!」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、宗土淳、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 WheelLog! 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 Hiroto Ohuchi: "Design methods of urban and regional space utilizing wheelchair probe information-Empirical Study on Accessibility of Shinjuku Station Transfer Using Barrier Free Map "WheelLog!" -" 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 Hiroto 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、宗土淳、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「WheelLog!」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、宗土淳、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「WheelLog!」によるまち歩きイベントについて -」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、吉藤オリイ、大内宏友：「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整備評価モデル」日本建築学会シンポジウム「第39回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム」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 博士後期課程 修士(工学)
*2 (一社) WheelLog
*3 (一社) WheelLog 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 博士前期課程
*6 日本大学生産工学部建築工学科 教授 工学博士