

車いすプローブ情報のビックデータを活用した都市・地域空間の分析算定手法について

- 投稿型バリアフリーマップによる新宿駅の乗り換えのアクセシビリティの算定手法に関する実証的研究 -

日大生産工 (学部) ○服部 康世

PADM 織田 友理子

PADM 織田 洋一

日大生産工 (学部) 黒江 太樹 (株) 日建設

金井 節子

日大生産工

大内 宏友

1. はじめに

2020年東京五輪・パラリンピックの開催や、国連の「障がい者の権利に関する条約」の締結に向けた国内法制度整備の一環として、2016年4月1日に施行された障害者差別解消法による、障がいの有無によって分け隔てられることなく、相互に人格と個性を尊重し合いながら共生する社会の実現推進に向け、行政やNPOなど多様な組織にて多くの取り組みがなされつつある。「障がいは社会のバリアが作り出す」といった視点により、高齢者・障がいのある人と共に生きる社会の構築に向けた取り組みは、宿泊施設や観光施設、病院や商業施設等の施設整備はもとより、それら相互間を繋ぐ多様な空間の環境整備の在り方に関する検討課題は、現在も多く存在すると考えられる。現在の我が国の鉄道事業者における取り組みとして、バリアフリー法に基づく国の基準に従った環境整備を行っており、1日の利用客が3000人以上の駅の85%にはスロープなどが設けられている(14年度国土交通省)。しかし、国の基準では異なる事業者間の乗り換えは対象外とされているため、全国の自治体に対し、駅等の個別の施設だけでなく、周辺も含めたバリアフリー化の基本構想の作成を求めているが、段階的に開発が進んできたターミナル駅の場合、費用や構造上の問題があるほか、各事業者の管理エリアが入り組んでいるために協議が整わず、車いす利用者等の障壁をなくす「バリアフリー化」が遅れている。

本稿では、主に車いすを利用する高齢者・障がい者が自ら計測できる簡易な評価手法の確立に向け、NPO法人PADAMにて運用されている世界中の車いすユーザー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」の運用により得られたデータを基に、最速ルートの選定し、それらの計測方法・評価モデルの提案を行い、今後の建築・都市・地域における計画的な方法論の構築を目的とする。

2. プロジェクトの概要

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

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^{*1)}。例えば、GPSの位置情報から得られる走行履歴から、車いすが通行できることを示す情報であったり、加速度センサーからは路面の凹凸情報であったり、映像も一緒に撮影することで、写真だけではわからない情報も得ることができる。また、VRのような全方位映像により、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。今後近い将来、タブレットには「Google Tango Project」のような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であると考えられる(図1)。バリアフリー情報を検索可能にすることを目標とする。

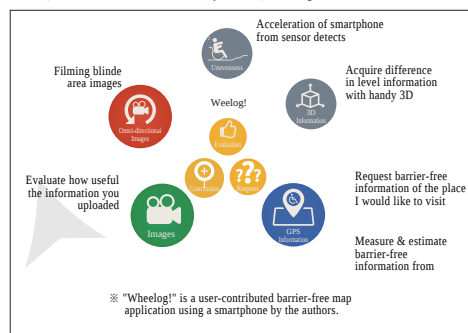


図1 バリアフリーマップの概念図
http://b-free.org/pl/

3. これまでのバリアフリーマップについて

2015年までに、運用中のバリアフリーマップで、オープンデータおよびユーザーによる投稿情報を基にしているサービスのうち、もっとも広く知られているのは「Wheelmap」^{*2)*3)}である。「OpenStreetmap」^{*4)}に構築されていることから、地図情報の改編を含め、きわめて自由度の高い編集が可能である。主に西ヨーロッパで普及しており、日本での利用者はまだ少数とみられる、もっとも特徴的なのは、地図情報システムからバリアフリー情報にいたるまで、すべてがオープンデータで構成されているということである。ただし、多くのエンドユーザーが参加しやすい反面で、データが偏在する傾向がみられる。同様に、「みんなのバリアフリーマップ」^{*5)}もユーザー投稿型である。また、公衆トイレを対象としたシステムとして「みんなでつ

【注釈】

*1) Google インパクトチャレンジ: 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PADAM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。

*2) 東修作: OpenStreetMapの事例を通じて考えるオープンデータのライセンス設定; 情報管理, Vol. 56, No. 3, pp. 140-147, (2013).

*3) Wheelmap, <http://wheelmap.org/>

*4) OpenStreetMap Japan 自由な地図をみんなの手で, <https://op.ybf.com/>

Study on The city and the area space Big date of wheelchair hill information was utilized
-Positive study on the calculation technique of the accessibility of the transfer
in Shinjuku station by the contribution type barrier free map-
Yasuyo HATTORI, Taiki KUROE, Yuriko ODA, Youichi ODA, Setuko KANAÏ, Hirotomo OHUCHI

くるユニバーサルデザイントイレマップ「Check a Toilet」^{*6)}が知られている。ユーザーによる投稿情報からトイレマップを作る点では、収集情報の違いはあるものの「Wheelmap」と酷似しているが、地図情報システムとして「Google Map」を使用している点で異なる。その他、類似したサービスがいくつか展開されている^{*7)~13)}。オープンデータは自治体を中心に、多種多様の情報が公開されつつあり、AED 設置場所、市営駐車場や避難所など実に多岐にわたる。情報の公開形式も PDF、CSV や XML 等、再利用が容易な形式だけでなく、様々な形式が混在している。そのため、総務省は情報の再利用の行いやすさでレベルを定義している。自治体が公開している。

オープンデータのうち、バリアフリー関連のものとしては、トイレ、エレベータやエスカレータ等の情報である。しかし、民間が設置したものについてはオープンデータになっていない情報が多く、自治体からの提供データのみでは必要な情報は得られない。都市部においては、民間が設置した設備が多いため、オープンデータのみでは十分なバリアフリー情報を得ることは現実的ではない。

4. 研究調査地域

本稿では、乗り換えにおける移動しやすさ（アクセシビリティ）及び同行率の調査として、東京都の副都心に位置する新宿駅を対象とする。新宿駅は、JR 新宿駅を中心に東・西・南口、周辺の各地下鉄駅、商業施設等が通路や地下街で広範囲に連絡している（図 2）（表 1, 2）。



図2 新宿駅における各路線の改札位置

表1 新宿駅における各路線の一日平均乗降数

	路線数	路線名	一日平均乗降人数
新宿駅	①	JR中央線	76.9万人
	②	東京メトロ丸の内線	55.7万人
	③	小田急線	50.0万人
	④	京王線	77.0万人
	⑤	京王新線、都営地下鉄新宿線	29.0万人
	⑥	大江戸線	5.9万人

5. データ収集方法

スマートフォンアプリである「WheelLog」を用いて、走行履歴、加速度情報のデータ収集を行うと共に、投稿されたバリアフリーマップ情報を活用する。また、「WheelLog」の動作、機能チェックを行う。また、データの補完のためデジタルウォーキングメジャーを用いてデータ収集を行った。（時間帯による混雑は考慮しない。）

表2 研究調査地域における概要

番号	計測区間	移動方法	移動距離	備考
新宿駅	① JR中央線⇄東京メトロ丸の内線	一般	91.70m	人の流れを優先
		最短	86.65m	人の流れを無視
		車いす	141.15m	EVやスロープを利用
	② JR中央線⇄小田急線	一般	96.65m	一般・最短・車いすのすべてが同じルート
		最短	96.65m	
		車いす	96.65m	
	③ JR中央線⇄京王線	一般	134.15m	人の流れを優先
		最短	110.70m	人の流れを無視
		車いす	140.20m	EVやスロープを利用
	④ JR中央線⇄都営地下鉄新宿線	一般	143.00m	南口乗り換え・人の流れを優先
		最短	134.70m	南口乗り換え・人の流れを無視
		車いす	408.45m	甲州街道を上る
新宿駅	⑤ JR中央線⇄都営地下鉄新宿線	一般	351.15m	西口乗り換え・人の流れを優先
		最短	351.15m	西口乗り換え・人の流れを無視
		車いす	368.10m	西口乗り換え
	⑥ JR中央線⇄大江戸線	一般	214.10m	人の流れを優先
		最短	200.05m	人の流れを無視
		車いす	250.65m	EVやスロープを利用
	⑦ 東京メトロ丸の内線⇄小田急線	一般	187.90m	人の流れを優先
		最短	185.85m	人の流れを無視
		車いす	203.45m	EVやスロープを利用
	⑧ 東京メトロ丸の内線⇄京王線	一般	203.45m	人の流れを優先
		最短	193.05m	人の流れを無視
		車いす	243.90m	EVやスロープを利用
新宿駅	⑨ 東京メトロ丸の内線⇄大江戸線	一般	94.15m	人の流れを優先
		最短	92.00m	人の流れを無視
		車いす	135.80m	EVやスロープを利用
	⑩ 京王線⇄小田急線	一般	152.65m	人の流れを優先
		最短	136.85m	人の流れを無視
		車いす	185.55m	EVやスロープを利用

6. 評価手法モデルの概要

各路線の改札から改札への距離を直線距離・一般動線の最短距離・障がい者の動線の距離とする。これにより、本稿で提案するアクセシビリティは「WheelLog」により測定することが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（図 3, 4）。

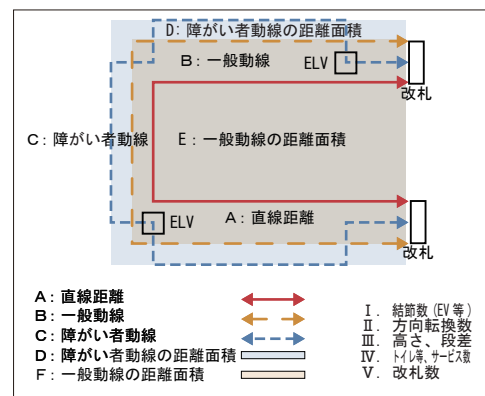


図3 評価算定のモデルルート

A: 直線距離 / B: 一般動線の最短距離 = α : アクセシビリティ
A: 直線距離 / C: 車いすの走行距離 = β : 車いす利用のアクセシビリティ
A: 直線距離 / (A: 直線距離 + B: 一般動線の最短距離) = γ : 一般動線の負荷率
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) = ω : 車いす利用の負荷率
100 - (X: 車いすの走行距離面積 - Y: 一般動線の最短距離面積) / Y: 一般動線の最短距離面積 = ζ : 同行率

図4 評価算定の算出方法

*5) みんなのバリアフリーマップ, <http://happybf.com/>

*6) Check a Toilet, <http://www.checkatoilet.com/>

*7) てくてく山陰, <http://tekuteku-sanin.com/>

*8) えきベディ, <http://www.ekipedia.jp/>

*9) 授乳室・おむつ替え検索地図アプリ ベビ★マ, <http://babymap.jp/>

*10) Comolib 子どもとおでかけ情報アプリ, <http://comolib.com/>

*11) AXSMAP, <https://www.axsmap.com/>

*12) 車椅子でお出かけバリアフリーマップ, <http://barrier-free-map.com/>

*13) 東京メトロエレベータ案内, https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.gr.java_conf.pgrs.metro&hl=ja

【注釈】

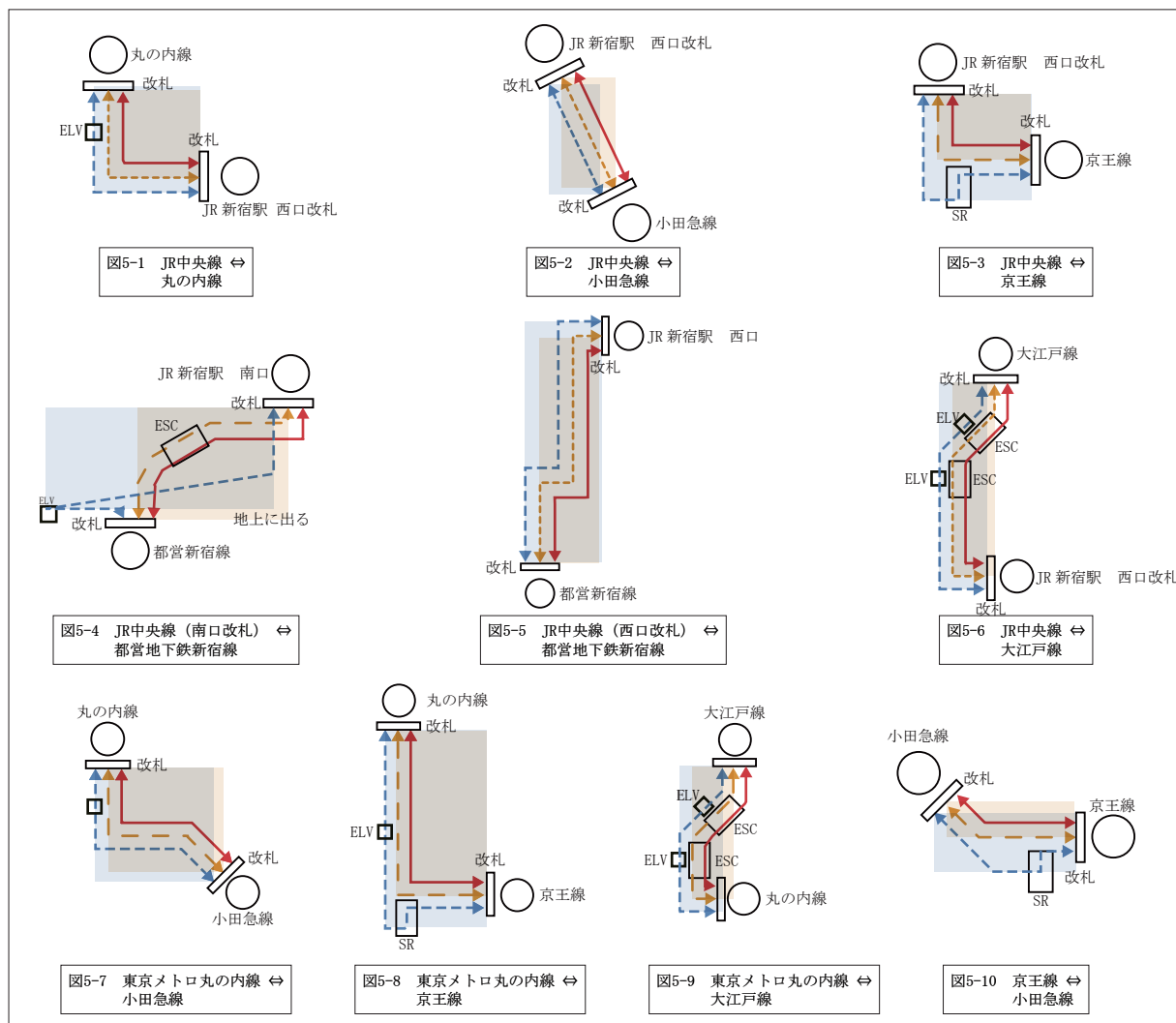


図5 評価モデル算定ルート

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

駅名	番号	A:直線距離	B:一般の最短距離	C:車いすの走行距離	α :アクセシビリティ	β :車いす利用のアクセシビリティ	γ :一般動線の負荷率	ω :車いす利用の負荷率
新宿駅	①	86.65	91.70	141.15	0.94	0.61	48.58%	60.62%
	②	96.65	96.65	96.65	1.00	1.00	50.00%	50.00%
	③	110.70	134.15	140.20	0.83	0.79	45.21%	51.10%
	④	134.7	143.00	408.45	0.94	0.33	48.51%	74.07%
	⑤	351.15	351.15	368.10	1.00	0.95	50.00%	51.18%
	⑥	200.05	214.10	250.65	0.93	0.80	48.30%	53.93%
	⑦	185.85	187.90	203.45	0.99	0.91	49.73%	51.99%
	⑧	193.05	203.45	243.90	0.95	0.79	48.69%	54.52%
	⑨	92.00	94.15	135.80	0.98	0.68	49.42%	59.06%
	⑩	136.85	152.65	185.55	0.90	0.74	47.27%	54.86%

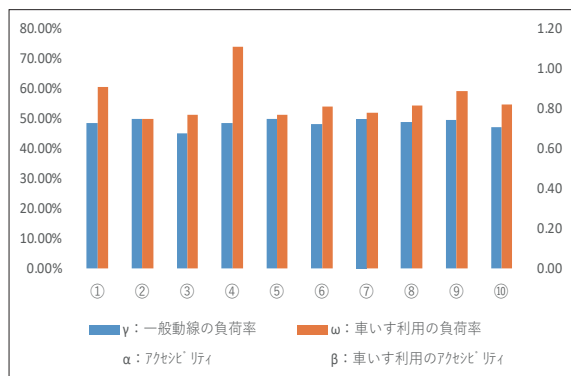


表4 評価モデルの動線の面積及び同行率

番号	車いすの走行距離面積 (B)			一般動線の最短距離面積 (O)			総和 (B+O)	同行率 (ζ)
	W	H	S	W	H	S		
①	14.462	14.462	209.1494	12.462	12.017	149.7559	59.39359	71.60%
②	6.878	14.944	102.7848	6.878	14.944	102.7848	0	100.00%
③	14.763	14.429	213.0153	12.763	8.948	114.2033	98.812003	53.61%
④	31.14	13.846	431.1644	20.566	15.215	312.9117	118.25275	72.57%
⑤	10.492	32.876	344.935	8.082	30.794	248.8771	96.057884	72.15%
⑥	6.496	28.201	183.1937	5.736	26.427	151.5853	31.608424	82.75%
⑦	16.191	15.542	251.6405	15.701	14.266	223.9905	27.650056	89.01%
⑧	13.873	26.96	374.0161	12.369	22.518	278.5251	95.490938	74.47%
⑨	5.902	19.846	117.1311	5.597	18.115	101.3897	15.741437	86.56%
⑩	19.382	8.059	156.1995	17.359	4.863	84.41682	71.782721	54.04%

7. 評価手法モデル及び得られた数値の考察

図5, 6及び表3, 4より以下のことが考察される。

図5-1 JR中央線⇄東京メトロ丸の内線

中央線から丸の内線間の乗り換えは直線距離と一般動線の距離は同じである。車いすでの乗り換えは一般動線と少し離れた場所にエレベータがあるので移動距離が長くなり車いすの人の負荷率が高い。

図5-2 JR中央線⇄小田急線

中央線から小田急線間の乗り換え距離はすべての同じであるのでアクセシビリティはすべて同じである。今回の調査の中で一番アクセシビリティ、負荷率がともに一番良いといえる。

図5-3 JR中央線⇄京王線

中央線から京王線の乗り換えは直線距離と一般動線の距離はほぼ同じである。車いすでの乗り換えは一般動線の階段と少し離れたところにスロープがありその分移動が必要であり、一般動線よりも移動距離が長くなる。

図5-4 JR中央線(南口)⇄都営新宿線

中央線(南口)から都営新宿線の乗り換えは直線距離と一般動線の距離はほぼ同じである。車いすでの乗り換えは一般動線とは全く異なる。エレベータを利用するのに外に出なければならないため移動距離が一般動線と比べるとかなりある。そのため一般動線と車いす動線の負荷率の差は最も大きい。また、車いすでのアクセシビリティは最も低くなっている。同行率は平面的に出している所以他のものとは比べて最も大きくはない。

図5-5 JR中央線(西口)⇄都営新宿線

中央線(西口)から都営新宿線の乗り換えはすべて同じである。緩やかな長いスロープがありその両脇に様々な店舗が並んでいた。とても人通りが多くスロープも長いので車いす利用者は補助者がいたほうが自身の負荷率は減少すると考えられる。

図5-6 JR中央線⇄大江戸線

中央線から大江戸線の乗り換えは直線距離と一般動線は同じである。車いすでの乗り換えは、エレベータが途中で二か所あり一か所が一般動線と少し離れたところにあり移動距離がおおくなる。そのため、一般動線との負荷率の差が生まれる。

図5-7 東京メトロ丸の内線⇄小田急線

東京メトロ丸の内線から小田急線間での乗り換えは直線距離と一般動線は同じである。車いすでの乗り換えは一般動線から少し離れたところにエレベータがあるので移動距離が少し多くなり車いすの人の負荷率が高い。

図5-8 東京メトロ丸の内線⇄京王線

東京メトロ丸の内線から京王線間での乗り換えは直線距離と一般動線は同じである。車いすでの乗り換えは一般動線の階段と少し離れたところにスロープがありその分移動をとまなうので、一般動線よりも移動距離が多くなる。スロープが離れたところにあることによりアクセシビリティや負荷率は高くなるといえる。

図5-9 東京メトロ丸の内線⇄大江戸線

東京メトロ丸の内線から大江戸線間での乗り換えは直線距離と一般動線は同じである。車いすでの乗り換えはエレベータが途中で二か所あり一か所が一般動線と少し離れたところにあり移動距離が長くなる。

図5-10 小田急線⇄京王線

小田急線から京王線での乗り換えは直線距離と一般最短距離は途中から分かれていた。一般最短距離はすこし細い道を通る必要がある。車いすでの乗り換えは一般動線の階段と少し離れ

たところにスロープがあり、その分移動する必要がある、一般動線よりも移動距離が多くなる。スロープが離れたところにあることによりアクセシビリティや負荷率は悪くなってしまうといえる。

8. まとめ

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)の評価に必要な指標を抽出した。

・新宿駅構内の各鉄道事業者間の乗り換えにおける一般動線と障がい者動線のアクセシビリティの詳細を明示できた。

・一般利用者と車いす利用者、それぞれの乗り換えルートに共用している比率である同行率は、スロープやエレベータを多く利用する場合、同行率が低い傾向がみられるた。

・移動した経路をもとに評価モデルを作成した。これらは今後の整備評価の基準値として設定できる可能性がある。これらの評価モデルを、今後の建築・都市・地域における計画的な方法論の構築を目的として、研究を進める予定である。

【謝辞】

本研究に際し、Google インパクトチャレンジにてグランプリを取られ「みんなで作るバリアフリーマップ」の構築作業を進められている、NPO 法人 PADM 遠位型ミオパチ患者会の皆様をはじめ、伊藤史人氏(島根大学)、吉藤オリィ氏(オリィ研究所)の方々の協力を頂きました。心から御礼申し上げます。

【既発表論文】

- [1] 織田友理子、織田洋一、大内節子、木村敏浩、大内宏友：「Residents post-type barrier-free map that utilizes big data such as probe information.」 The Eleventh International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, UBIComm 2017 2017年11月12日
- [2] 伊藤史人・織田友理子・織田洋一・林雄二郎「スマートフォンのセンサー群によるバリアフリーマップ自動生成手法の提案」電子情報通信学会HC シンポジウム 2015年12月16日

【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 論文集 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

【受賞】

- [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年7月29日