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

○ 小島　俊希[*1]　織田　友理子[*2]
伊藤　史人[*3]　織田　洋一[*4]
吉藤　オリィ[*5] 大内　宏友[*6]

キーワード：バリアフリー　車いす　アクセシビリティ　GPS　Google

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「障害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 日に施行される障害者差別解消法による、障害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。「障害は社会のバリアーがつくり出す」といった視点により、高齢者・障害のある人と共に生きる社会をつくるための構築に向けた取り組みは、宿泊施設や観光施設、そして病院や商業施設等々にいたる施設や場所の整備はもとより、それら相互間をつなぐ空間の多様な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。国土交通省によると、1 日の利用客が 3000 人以上の駅の 85%（14 年度）にはスロープなどがあり、バリアフリー法に基づく国の基準を設けている。しかし、異なる鉄道事業者間の乗り換えに基準はなく、国は全国の自治体に対し、駅など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、協議が進まなく、異なる鉄道間の乗り換えができるターミナル駅で、車いす利用者の障壁をなくす「バリアフリー化」が遅れている。バリアフリー法では駅構内の段差解消に関する基準が設けられているが、乗り換えルートは対象外とされてきたためである。

本稿では、主に車いすを利用する高齢者・障がい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、NPO の PADAM にて推進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」の運用より得られたデータをもとに、移動しやすさ（アクセシビリティ）の評価に必要な指標の抽出と、それらの計測方法を提案し、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方法論の構築を目的とする。

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

２．プロジェクトの概要

スマートフォンの能力を最大限に利用してバリアフリー情報を収集する。これは、世界中のあらゆる人々がスマートフォンを所有しはじめているからである。そして、スマートフォンにはたくさん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各種情報が得ることが可能である[*1)]。

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最終目標とする。

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り、加速度センサーからは路面の凹凸情報が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、写真だけではわからない情報を得ることができる。また、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）。

３．これまでのバリアフリーマップ

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」である[*2)*3)]。「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。作成者の居住地を中心にデータが集積されている。

また，公衆トイレを対象としたシステムとして「みんなでつくるユニバーサルデザインイントイレマップ 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 とたいへん似ているが、地図情

報システムとして Google Maps を使用している点で異なる。その他、類似したサービスが展開されている*7)*8)*9)*10)*11)*12)*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。情報の公開形式もさまざまであり、PDF、CSV や XML など、再利用が容易な形式からそうでないものまで混在している。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などの情報である。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フリー情報を得ることは現実的ではないだろう。

４．研究調査地域

本稿では、ＪＲ駅から乗り換えにおけるアクセシビリティの調査として、中野駅・錦糸町駅・船橋駅を対象とする。また、大阪府の京橋駅では車いす利用者の移動に関する訴訟が起きました。これは移動の自由が争点とされており、今回は実際に測定を行いませんが、評価モデルとして対象とする（表１）。

表１　各駅の基本情報

ＪＲ線	1日平均乗降人員	路線数	乗り換え鉄道
中野駅	153, 746	8	東京メトロ東西線
錦糸町駅	105, 191	4	東京メトロ半蔵門線
船橋駅	137, 173	4	京成線 東部野田線
京橋駅	130, 765	4	京急線 地下鉄ニュートラム線

(2015 年度)

５．データ収集方法

スマートフォンに内蔵された各種センサーを活用することにより走行履歴、加速度情報の収集やバリアフリーマップアプリ「b-Free（Wheelog に移行中である)」の動作、機能チェックを目的とする（表２）。

表２　研究調査地域のにおける概要

駅名	番号	計測区間	移動方法	
中野駅	①	JR中央線（１-2番線）⇔　東京メトロ東西線（5番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エスカレーター(介助必須)
	②	JR中央線（１-2番線）⇔　東京メトロ東西線（4番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エスカレーター(介助必須)
	③	JR中央線（１-2番線）⇔　JR総武線（2番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エスカレーター(介助必須)
錦糸町駅	④	JR総武線（１-2番線）⇔　JR総武線快速（3-4番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ2回)
	⑤	JR総武線（１-2番線）⇔　東京メトロ半蔵門線	一般	エスカレーター
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ3回)
	⑥	JR総武線（１-2番線）⇔　東京メトロ半蔵門線	一般	階段
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ3回)
船橋駅	⑦	JR総武線（１-2番線）⇔　JR総武線快速（3-4番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ2回)
	⑧	JR総武線（１-2番線）⇔　京成線（２番線）	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ3回)
	⑨	JR総武線（１-2番線）⇔　東武野田線	一般	階段、エスカレーター
			車いす	エレベーター(乗り継ぎ3回)

６．評価手法モデルの概要

ホームからホーム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（図２，３，4)。

７．評価手法モデル及び得られた数値の考察（表３）

７．１．中野駅（図４-Ａ，５-Ａ）

移動距離は一般利用者の最短移動距離と同様である。

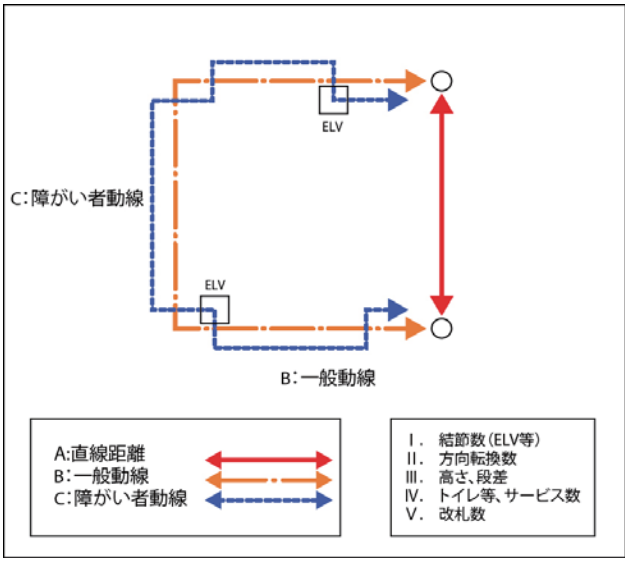

図２　評価算定のモデルルート

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

図３　評価算定の算出方法

しかし、エレベーターが駅構内に設置されていないため、車いす利用者の独立した移動が困難であり、移動はできないといえる。中野駅では、乗り換えをする場合駅員の補助が必要となり、エスカレーターを利用した移動を 2 回することになる。乗車駅で係員に中野駅で下車することを伝えていない場合、エレベーター脇に備え付けられたインターフォンを用いて駅員を呼び出さなければならないなど駅員及び介助者の労力も含めて車いす利用者に負荷がかかっていないとは言えない。また、複数人で移動する場合、車いす利用者の人数だけ移動に時間がかかることになる。

７．２．錦糸町駅（図４-Ｂ，５-Ｂ）

JR 錦糸町駅にはホーム間の階段脇にエレベーターがあり、一人での移動が可能であった。しかし、ホーム間をつなぐエレベーターからエレベーターまでの距離が階段から階段に移るよりも長いため、負荷として数字に表れる結果となった。東京メトロ半蔵門線のホームへの道中には小さな段差を介するためによるスロープを利用した迂回方法がある。また、エレベーターの位置が階段・エスカレーターの位置から離れた場所にあるために負荷となり、明確に数字に表れる結果となった。ルート⑤(エレベーター利用）とルート⑥(階段利用）では負荷率の差がある。階段を利用する場合、改札と階段の距離が改札とエレベーターの距離より長くなるため、移動距離の差が長くなり、負荷率が高くなる。

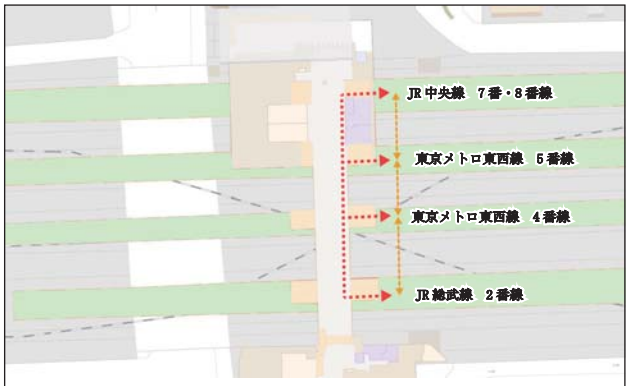

図４-Ａ　ＪＲ中野駅

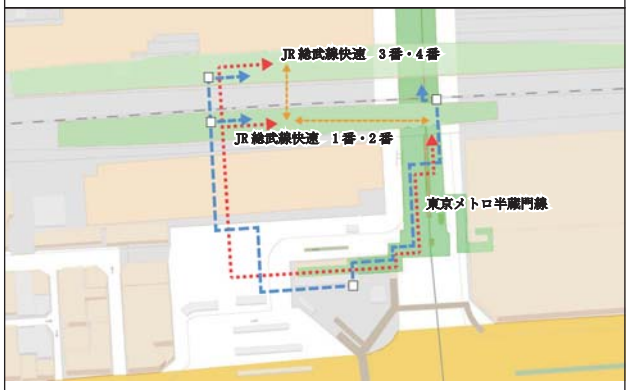

図４-Ｂ　ＪＲ錦糸町駅

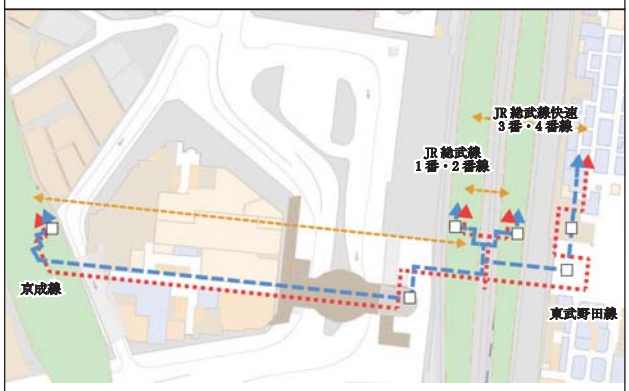

図４-Ｃ　ＪＲ船橋駅

図４-Ｄ　ＪＲ京橋駅

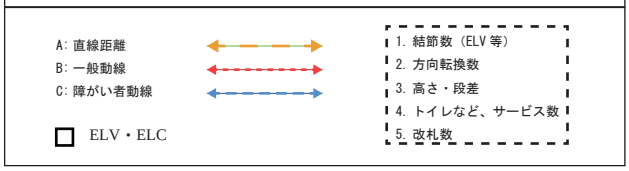

図４　実際の地図上ルート

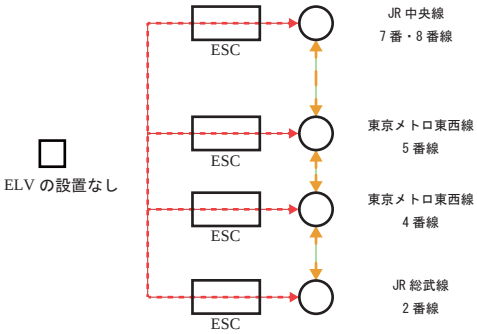

図５-Ａ　ＪＲ中野駅

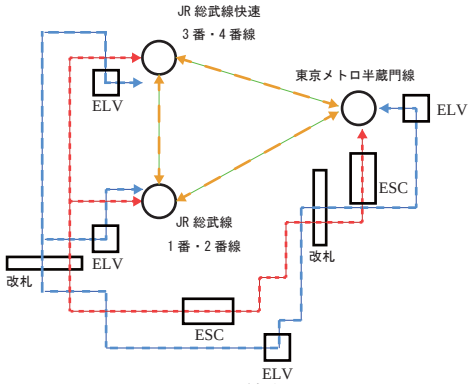

図５-Ｂ　ＪＲ錦糸町駅

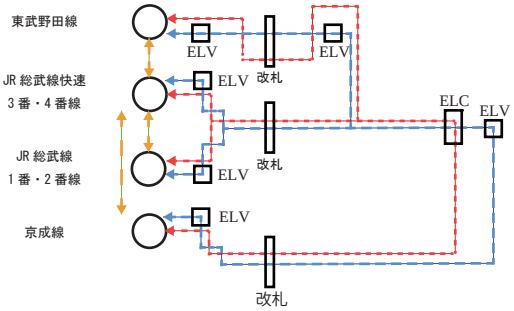

図５-Ｃ　ＪＲ船橋駅

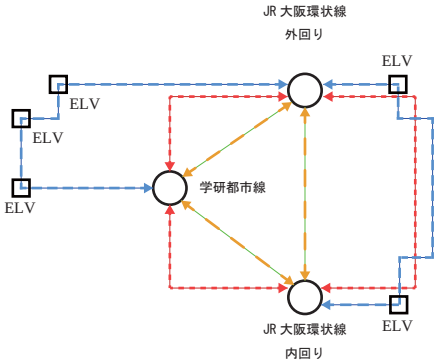

図５-Ｄ　ＪＲ京橋駅

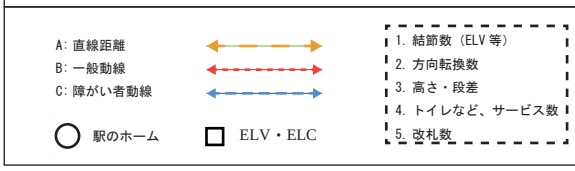

図５　評価モデル算定ルート

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:一般利用の負荷率	ω:車いす利用の負荷率
中野駅	①	15.4m	35.7m	—	43.14%	—	30.14%	—
	②	30.6m	55.9m	—	54.74%	—	35.38%	—
	③	47.8m	68.4m	—	69.88%	—	41.14%	—
錦糸町駅	④	22.2m	56.3m	63.6m	39.43%	34.91%	28.28%	53.04%
	⑤	55.7m	278.4m	344.1m	20.01%	16.19%	16.67%	55.28%
	⑥	55.7m	319.7m	354.8m	17.42%	15.70%	14.84%	52.60%
船橋駅	⑦	18.0m	66.5m	69.8m	27.07%	25.79%	21.30%	51.21%
	⑧	188.1m	298.6m	298.8m	62.99%	62.95%	38.65%	50.02%
	⑨	24.3m	210m	169.1m	11.57%	14.37%	10.37%	44.61%

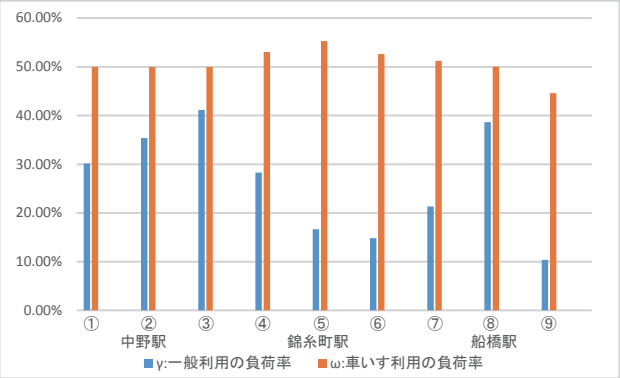

図６　アクセシビリティ値のグラフ

７．３．船橋駅（図４-C，５-C）

JR 船橋駅での乗り換えは、エレベーターが直線上に存在するため車いすの移動距離が少ないが、大きな負荷がかかっているといえる。

別路線への乗り換え移動には改札を二回通過しなければならないが、一般利用者が移動する導線と同じルートにエレベーターが設置してあり、1 人での移動における評価モデル図を作成した駅の中で最もアクセシビリティが高いといえる。⑧JR 総武線快速のホームから京成線への乗り換えでは移動距離にあまり変化がなく同じ距離を示した。⑨JR 総武線快速のホームから東武野田線のホーム移動に関しては、改札に最も近い箇所にエレベーターが設置してあり、一般利用者はエレベーターの裏に回り込むように移動するため、車いす利用者の移動距離が非常に短く負荷率が１番小さくなっている。

７．４．京橋駅（図４-D，５-D）

JR 大阪環状線内回りホーム外回りホーム間での乗り換えには特筆すべき問題はなく、JR 大阪環状線内回り学研都市線間および JR 大阪環状線外回り学研都市線間の乗り換えでは、一般利用者が階段を下りるだけで乗り換えが完了するのに対して、車いす利用者は ３～ ５回の乗り換えを強いられることとなり、車いす利用者のアクセシビリティは非常に低く、負荷率は高いと考えられる。

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。また、移動した経路をもとに評価モデルを作成した。評価モデルでは一般動線・車いす利用者の負荷率のデータを比較した結果、車いすの移動距離に関して、距離以上に負担がかかっている。（図６）。しかし、今回のデータではあくまでも移動した平面距離に関してのみの物であり、高さの移動に関しては考慮されてない。また、隣り合うホーム間の移動では距離が離れたホームとの移動に比べて一回の迂回の距離が大きく影響してしまうため負荷率が高く計測された。

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。

以上により、得られたデータをもとに、移動しやすさ（アクセシビリティ）の評価に必要な指標の抽出をした。それらの計測方法を提案し、評価モデルの構築を行った。これらは今後の整備評価の基準値として設定できると考えられる。

【謝辞】
本研究をまとめるにあたり、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 遠位型ミオパチー患者会。また、調査・分析には、日本大学大内研究室卒業研究生の山崎龍一君の協力を得て、まとめることができました。記して感謝いたします。

【注釈】

＊1)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。

＊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/

＊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) えきペディア，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

【参考文献】

[1] 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
[2] 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.
[3] 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 Vol.20,Suppl.No.2,pp.57-60,2000.
[4] 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.
[5] 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.
[6]（社）日本交通計画協会編 ：駅前広場計画指針、技報堂出

＊1　日本大学大学院生産工学研究科　博士前期課程
＊2　NPO法人PADM
＊3　島根大学総合理工学研究科　助教授・博士（ソフトウェア構報学）
＊4　NPO法人PADM　博士（法務）
＊5　株式会社オリィ研究所
＊6　日本大学大学院生産工学研究科　教授・工博