

蓄光材料による階段の避難誘導に関する研究

STUDY ABOUT THE EVACUATION OF THE STAIRS BY PHOSPHORESCENCE MATERIALS

土屋 迅¹・藤田晃弘^{2※}

Jin TSUCHIYA¹, Akihiro FUJITA^{2※}

It has been planned by traffic barrier-free enactment to have movement smoothly, but that I take refuge in stairs is expected not to be able to use an elevator when a disaster is up, and it was cut off. Therefore I examined a viewing evaluation examination and a walk this study paid its attention to the stairs which were one of the movement means of the subway yard which was public transport and installed the test body which used phosphorescence materials for stairs, and to be able to take refuge safely in stairs when a disaster got up, and it was cut off. As a result, I was able to confirm it when I installed the test body which I used phosphorescence materials for in each part of stairs when I was easy to walk very much and could walk in peace.

Key Words : phosphorescence, disaster, refuge, stairs

1. はじめに

近年, バリアフリーやユニバーサルデザインの理念の下, 国や地方自治体においては交通バリアフリー法(「移動円滑化のために必要な旅客施設及び車両等の構造及び設備に関する基準」), ハートビル法(「高齢者, 身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」), および福祉のまちづくり条例が制定され, 高齢者や身体障害者に配慮した公共空間の設備が進められている。その中で, 上下階の移動や床面に高低差がある場合について, 車椅子使用者に配慮した傾斜路またはエレベータの設置とともに高齢者, 身体障害者に配慮した階段に関する基準が設けられている。このような社会情勢の中, 高齢者, 身体障害者等に配慮した生活環境のため, 公共空間の階段の安全歩行は極めて重要な課題である。そして, 交通バリアフリー法の制定により手すりの義務化, エレベーターの設置, スロープの設置により高低差が解消されて, 移動が円滑にできるよう図られてきた。しかし, 災害の多いわが国では屋内や地下鉄の駅, 地下街に誘導灯や避難標識が設置されていても, 災害によって停電が起きた場合, 誘導材を認知することができず, 上下階へ移動する際の手段として, 主に階段, エスカレータ, エレベータが利用されているが階段やエ

スカレータでは躓きやすべり, 踏み外し, 転落などによる事故が多く発生しているのが現状である。

また, 災害が起きて停電になった時はエレベーターを使用することができず, エスカレーターも停止し, 階段で避難することが予想される。しかし, 真っ暗な状況下では何も見えず, 階段で避難することができない可能性がある。

これを打開すべく本研究では蓄光材料を使い, 階段でのすべり, 踏み外し等の事故を防ぎ, 災害が発生した時でも階段で健常者だけでなく視認が困難な高齢者や視覚障がい者が安全に避難できるよう目視評価及び歩行試験により検討を行った。

2. 健常者による目視評価試験

(1) 試験方法および評価方法

蓄光材料を照射照度 200lx で 20 分間励起後, 停電時を想定した環境照度 0lx において, 全 15 段の階段に設置した。視認開始は照射停止後 0, 5, 10, 20, 40, 60 分として, 今回被験者は健常者のみで行った。(20 代 15 名)

目視評価試験及び, 階段昇降試験の評価項目と評価点を以下に示す。評価項目は, 蓄光材料(以下供試体という)の確認, 昇降のしやすさ, 点灯時と比較した時の安心感,

キーワード: 蓄光, 災害, 避難, 階段

1 非会員 名城大学大学院理工学研究科 Master, Department of Civil Engineering, Meijo University,

(E-mail:BLACKSHEEPbyPTP@gmail.com)

2 正会員 名城大学 理工学部教授 Professor, Department of Civil Engineering, Meijo University

必要性の4つで、0から4点の5段階評価で行った。

写真-1に試験風景、表-1に評価項目と評価点を示す。

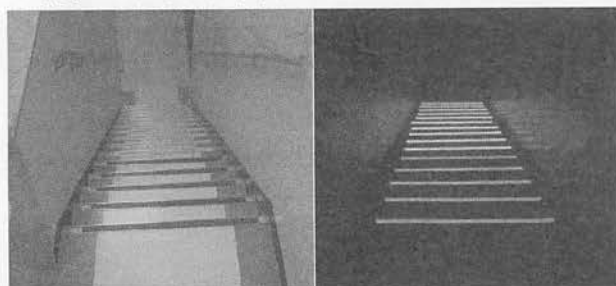


写真-1 目視試験風景

表-1 評価項目と評価点

評価項目		評価点					
供試体の確認	視認できる	4点	3点	2点	1点	0点	視認できない
昇降	昇りやすい	4点	3点	2点	1点	0点	昇りにくい
安心感	安心感がある	4点	3点	2点	1点	0点	不安である
必要性	必要である	4点	3点	2点	1点	0点	必要ない

(2) 供試体条件

形状は2種類、段鼻のベース色は3色の計6パターンを用意し、形状・寸法を以下に示す。

a) 段鼻供試体(蓄光ライン3本): 幅30mm, 蓄光ライン幅5mm, 色(スウィートブラウン・イエロー・ブラック) 励起前と励起後の供試体を写真-2に示す。

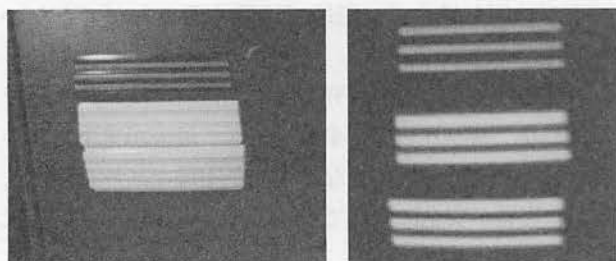


写真-2 蓄光ライン3本タイプ

b) 段鼻供試体(蓄光ライン1本): 幅34mm, 蓄光ライン幅4mm, 色(ホワイトグレー・イエロー・ブラック) 励起前と励起後の供試体を写真-3に示す。

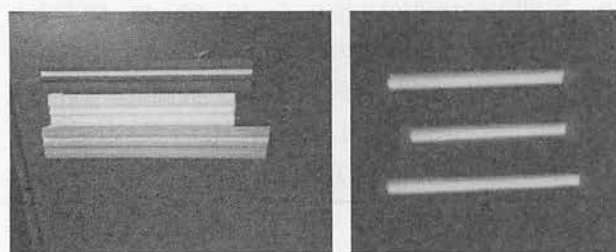


写真-3 蓄光ライン1本タイプ

c) 段鼻供試体りん光輝度測定結果

蓄光ライン3本タイプと1本タイプのりん光輝度測定結果を図-1、図-2に示す。

蓄光ライン3本タイプのものは、ベース色の違いによる輝度の変化が出た。段鼻ベース色イエローが一番良く、次にスウィートブラウン、そしてブラックが他の二色より低い値となった。

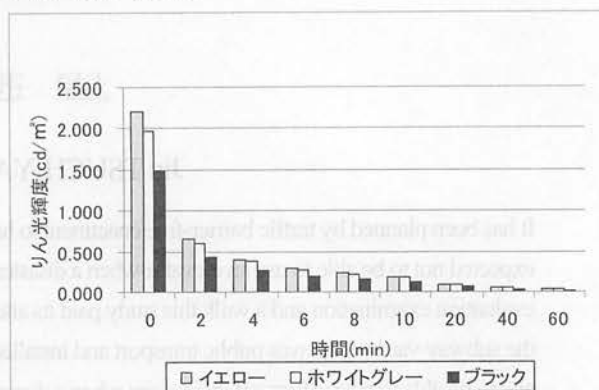


図-1 りん光輝度測定結果(蓄光ライン3本タイプ)

蓄光ライン1本タイプのものはベース色による違いはないものの、3本タイプの段鼻ベース色ブラックと同程度の値となった。

どちらのタイプも0~2分では大きく輝度が下がるがそれ以降は輝度の低下は少なくなる。

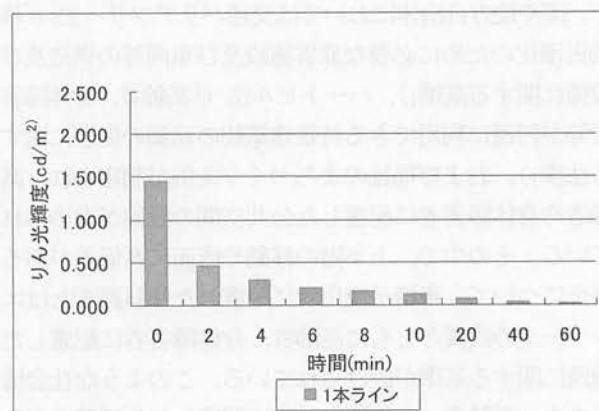


図-2 りん光輝度測定結果(蓄光ライン1本タイプ)

(3) 結果及び考察

a) 蓄光ライン3本タイプ

蓄光ライン3本タイプの段鼻供試体の試験結果を図1~図4に示す。縦軸に評価点、横軸に照射停止後の経過時間を示す。視認性、昇降のしやすさ、安心感、必要性において全体的に段鼻ベース色ブラックの評価が低い。これはりん光輝度測定結果で、ベース色によって輝度に違いが出た事が原因と考えられる。この結果、輝度の違いによって被験者の評価が下がる事がわかった。また必要性の項目については、照射停止後60分が経過しても高い

評価を得ていることから、輝度の低下を著しく感じながらも段鼻供試体を必要とすることがわかった。

b) 蓄光ライン1本タイプ

蓄光ライン1本タイプの段鼻供試体の試験結果を図5～図8に示す。縦軸に評価点、横軸に照射停止後の経過時間を示す。蓄光ライン3本タイプとは構造が異なり、ベースの色によって輝度に変化は現れない。しかし時間経過による輝度の低下によって評価は下がった。

c) 蓄光ライン3本タイプと1本タイプの比較

蓄光ライン3本タイプと1本タイプの比較結果を図9～図12に示す。縦軸に評価点、横軸に照射停止後の経過時間を示す。照射停止後40分まではあまり差がみられなかったが、60分経過時になると評価点に差がでた。

りん輝度が低下することで1本タイプよりも3本タイプの方が被験者は明るく感じ、評価点が高くなったと考えられる。3本タイプの評価が高く、感覚的に安心であり、視認しやすい。しかし、被験者の中には1本タイプの方がはっきり見えて昇降しやすいという意見もあり、明るい方が良いとする先入観だけで判断する事を避ける必要があると考えられる。

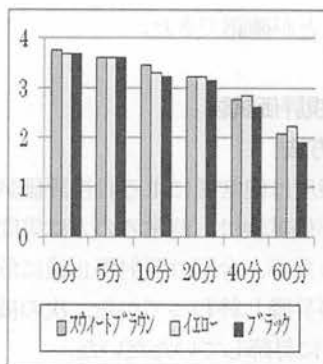


図-7 供試体の確認

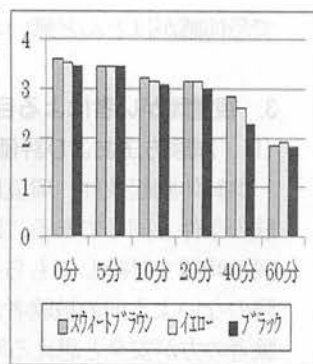


図-8 昇降のしやすさ

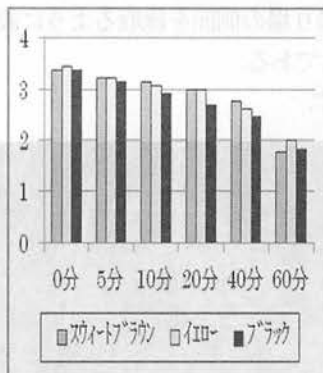


図-9 安全性

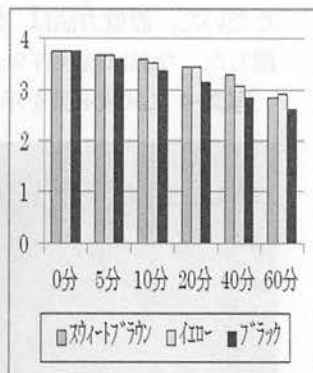


図-10 必要性

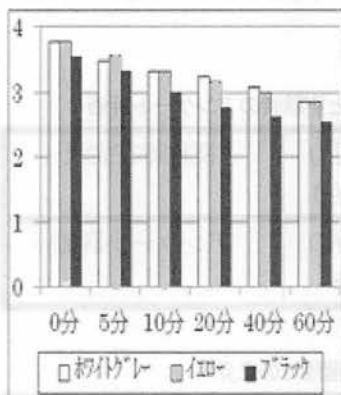


図-3 供試体の確認

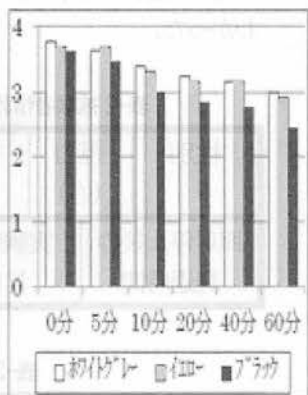


図-4 昇降のしやすさ

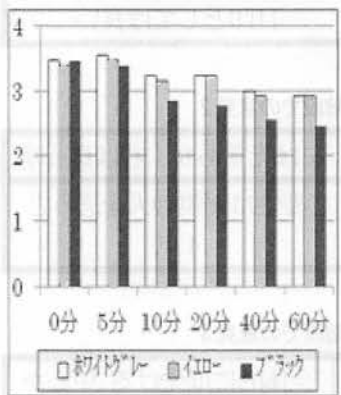


図-5 安全性

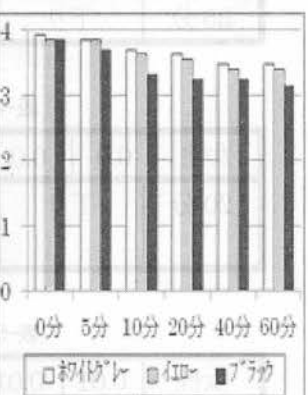


図-6 必要性

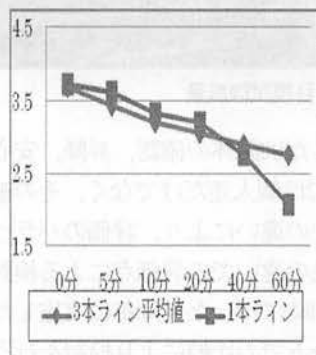


図-11 供試体の確認

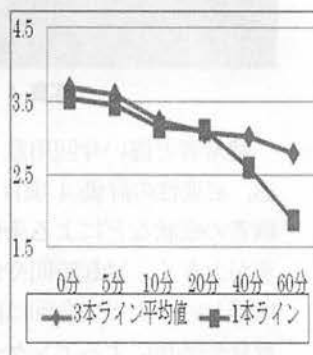


図-12 昇降のしやすさ

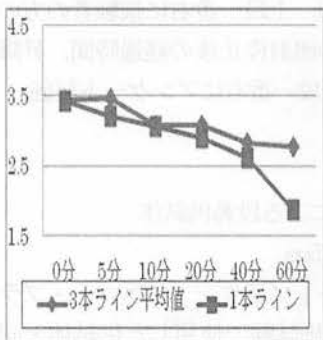


図-13 安全性

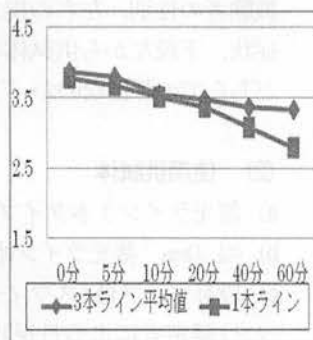


図-14 必要性

(4) 健常者による試験結果のまとめ

被験者による階段の昇降後の評価において、各試験結果からも供試体の確認ができ、非常に昇降しやすく、安心

で恐怖感がほとんど無いことが確認できた。

3. 視覚障がい者による目視評価試験

(1) 試験方法および評価方法

供試体励起条件、環境照度は健常者による目視評価試験の条件と同じである。評価試験は、健常者の方は等間隔の時間で昇降してもらったが、今回は照射停止後に危険のないよう前の被験者が昇降し終わってから、次の被験者の方が安全と思える時に昇降していただいた。

今回の試験では階段の昇降時に階段の踏み面だけでなく、昇降の先にある踊り場へ蓄光を設置し、評価していただいた。設置方法は、踊り場の側面を縁取るように設置した。なおは被験者9名である。

写真-4 に試験風景を示す。

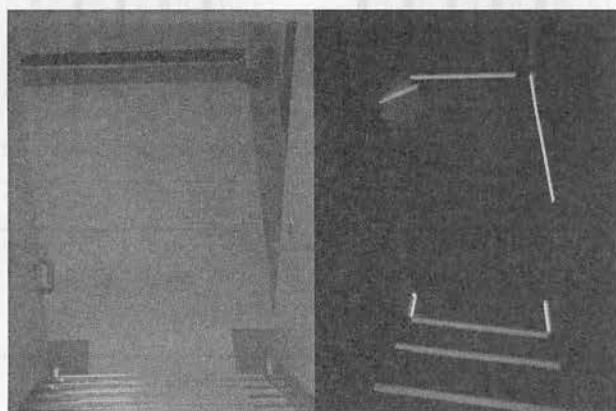


写真-4 目視試験風景

健常者と違い今回用意した供試体の確認、昇降、安心感、必要性の評価4項目では個人差だけでなく、その被験者の症状などによる条件の違いにより、評価のバラつきが大きく、励起時間や色の違いでの評価点による検討は難しい。よって今回は同時に行った昇降毎に実施した意見や感想によるアンケートでの比較により検討を行う。アンケートの項目内容は表-2で示すとおり上段左から、被験者の性別、左右の視力、上段一番右に被験者の方の症状、下段左から供試体の照射停止後の経過時間、昇降どちらでの評価なのか、下段一番右にアンケート評価。

(2) 使用供試体

- a) 蓄光ライン3本タイプによる段鼻供試体
- b) 幅30mm 蓄光ライン幅5mm
- c) 段鼻ベース色(スウィートブラウン・イエロー・ブラック)健常者による目視評価試験で使用した供試体と同じもの

(3) 結果及び考察

a) 階段での目視評価試験

供試体の色の違いを判断される被験者の方がいたり、

表-3、表-4で示す通り「目印としては良い」「必要性は弱視の人を思うとよく見える」など好印象の意見もいくつかあったが、表-5、表-6、表-7のように「線が太すぎるとわかりにくい」「手すりが一番安心で二番が光という感じ」「階段の奥行きが認識ができず、供試体の張り方に工夫が必要かもしれない」など厳しい意見が多くみられた。やはり階段の段鼻部分だけでなく、踏み面や蹴上げ、手すりなどにも蓄光材料を使用し、暗闇でも空間的に階段を認識させることが重要である。

b) 踊り場での目視評価試験

踊り場の足元を縁取る様に蓄光を使用すると階段の時よりも反応が良く、重要視されるのは階段の昇降よりも階段から踊り場や廊下などに移ったり、またその逆の踊り場や廊下から階段に移るころである。今回の目視評価試験では、表-8、表-9で示す通り「踊り場の淵にあると安心感がある」や「矢印をつけると良い」という意見があったが表-10、表-11のように「踊り場は全体的につけた方がよい」「真ん中に矢印があるより淵にあった方がよい」等の反対の意見もあり、逆に表-12のような「踊り場で光っていても踊り場だとはわからない、まだ階段があるのかもしれないと考える」という意見もあり、蓄光材料をただ置けば良いという問題でもないことが本実験でわかった。

表-2 被験者情報と実験時のアンケート評価

性別	視力 (右)	視力 (左)	視覚障害症状
照射停止後の 経過時間	実験時の 昇降		アンケート評価

表-3 階段での意見1

男性	0.0	0.3	視野狭窄
35分	下り		目印としては良い

表-4 階段での意見2

女性	0.0	0.0	左は光覚あり 右は真つ暗
20分	下り		必要性は弱視の人を思うと 4点

表-5 階段での意見3

女性	0.01	0.01	全体的にぼやける 中心が見にくい
15分	下り		線が太すぎるとわかりにくい

表-6 階段での意見 4

女性	0.01 弱	眼前 手動	霧がかかっていて、中心の 視野がない
18 分	上り	手すりが一番安心で二 番が光という感じ。	

表-7 階段での意見 5

男性	0.2	0.09 以下	脈絡膜欠損 白内障も少し併発
5 分	下り	階段の奥行きが認識ができ ず、供試体の張り方に工夫 が必要かもしれない。	

表-8 踊り場での意見 1

女性	0.01	0.01	全体的にぼやける 中心が 見にくい
69 分	下り	踊り場の淵にあると安心 感がある。	

表-9 踊り場での意見 2

男性	0.01	0.0	緑内障等眼底出血
25 分	上り	矢印をつけると良い	

表-10 踊り場での意見 3

男性	0.06	0.0	左目眼底破裂並びに右目が 視力 0
63 分	下り	踊り場は全体的につけた方 がよい	

表-11 踊り場での意見 4

女性	0.01	0.01	全体的にぼやける 中心が 見にくい
69 分	上り	真ん中に矢印があるより 淵にあった方がよい	

表-12 踊り場での意見 5

男性	0.0	0.3	視野狭窄
35 分	下り	踊り場で光っていても踊り 場だとはわからない まだ 階段があるのかもしれない と考える	

(4) 視覚障がい者に対するまとめ

災害時に、境界照度 0lx になった時等は階段の昇降よりもその階段や踊り場へ移る際の最初の一步が一番危険である。

4. 今後の課題

(1) 健常者による今後の課題

実際には消灯し、予備灯が 10lx 程度での点灯する場合もあり、まったくの暗闇 (0lx) ではない可能性がある。その状況を想定した環境照度での目視評価試験を行い、比較する必要がある。今回は大学構内という限られた空間での、目視評価試験を行った為、パニック状態になることもなかったが、有事の際には冷静でいることもままならないという可能性もある。実際の有効性を評価するために、心理的条件も踏まえ実際の地下鉄構内の階段に供試体を設置し、その有効性を不特定多数の方に評価していただき、その有効性の検討が必要である。その際には蓄光材料の耐久性や耐摩耗性の検討も必要となってくる。

(2) 視覚障がい者による今後の課題

実際に環境照度 0lx という状況での階段を上り下りして一番怖いのは階段や踊り場などに移る際の第一歩である。その一步が踊り場に着いている足なのかそれとも、もう 1 段あるのかもしれないという一瞬の判断の迷いで災害時などでは 2 次災害につながってしまう。階段を上る時はある程度、健常者も視覚障がい者も自分のリズムで上ることが今回の試験でわかった。これにより階段を上る感覚を身体で覚えるのだが、階段全体だけでなく、このリズムが止まる階段終わりから踊り場へ移り変わる際の蓄光材料での、避難誘導に今後重点を置く必要がある。

5. 今後の研究方針

屋内実験とはいえ、視認が困難な階段での昇降では健常者よりも視覚障がい者の方のほうが落ち着き、慣れた手つきで昇降されることが今回の実験でわかった。これは普段から日常生活をする上で健常者は 5 感の中で一番に視覚を頼ってしまうが、視覚障がい者はあまり頼ることができず、他の聴覚や感覚に頼りながら日常を送っている。よって本研究のように人が一番に頼ってしまう視覚を遮断してしまう環境下では視覚障がい者ではなく、健常者のほうが暗闇に弱く、本研究ではそのように暗闇に弱い方を対象にし、視認が困難な状況下でのよりよい蓄光を使用した避難誘導を考えていき、それに加え視覚障害者の方の実験でも効果のあった階段から踊り場や通路への移動するにあたり、こちらでもより効果的な蓄光

を使用した避難誘導を考案していきたい。

参考文献

- 1) 藤田晃弘, 堀場一生, 尾藤翔: 「蓄光材料を用いた階段の安全誘導に関する基礎的研究」, 第28回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 57-60, (2008-11)
- 2) M. S. Hur, A. Fujita and S. Bito: “The fundamental study about the safe going up and down of stairs”, Proceeding of 2008 Spring Annual Conference. Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 95-99, (2008-4)
- 3) 原野脩平, 松岡大介, 藤田晃弘, 釜石忠美: 「地下鉄駅誘導対策に関する研究」, (社) 日本交通科学協議会, 交通学研究資料第49集, pp. 67-70, (2008-5)
- 4) 堀場一生, 藤田晃弘: 「蓄光材料を用いた階段の安全誘導に関する研究」, 安全工学会 安全工学シンポジウム2008講演予稿集, pp. 177-180, (2008-7)
- 5) 堀場一生, 藤田晃弘: 「蓄光材料を用いた階段の安全誘導に関する研究」, 福祉のまちづくり学会 第11回全国大会概要集, pp. 205-206, (2008-9)
- 6) 尾藤翔, 藤田晃弘: 「階段の安全昇降に関する基礎研究」, 土木学会平成18年度土木学会全国大会第61回年次学術講演会講演概要集, IV-4-121 pp. 239~240, (2006-9)
- 7) 尾藤翔, 堀部潤, 藤田晃弘: 「階段の安全昇降に関する基礎研究」, 土木学会平成17年度中部支部研究発表会講演概要集, IV-24- pp. 325~326, (2006-3)
- 8) 堀部潤, 鏡味伸也, 新田武彦, 藤田晃弘: 「階段の安全昇降に関する研究」, 日本福祉のまちづくり学会第8回全国大会概要集, pp. 62~65, (2005・8)