

博士論文

論文題目 駅の階段を中心とした群集歩行時の
安全性評価に関する研究

山本昌和

論文の概要

本論文は、駅の建築計画や安全対策を支援する立場から、階段を中心とした駅の歩行空間における、群集流動の安全性を定量的に評価するための手法について研究したものである。

駅の群集流動は、鉄道の定時運行や駅の歩行空間の安全性を確保するうえで、課題の一つとされてきた。かつては、大都市に人口が流入し続けるなか、都市部と郊外を結ぶ鉄道を時刻通りに運行するためには、利用者を安全かつ効率的に列車に乗降させ、駅の群集流動を円滑にすることが欠かせなかった。鉄道の輸送人員が減少の傾向を見せ始めた現在でも、一部の都市や路線においては、駅の群集流動を安全に保つことは重要な課題の一つとされている。

近年、駅の建築計画や安全対策の詳細な検討には、コンピューターシミュレーションを用いることが一般的となりつつあり、群集流動に関する検討も例外ではない。それゆえ、今後の駅の群集流動の安全管理は、短時間で詳細な検討が可能になるとともに、設計者にも理解しやすい客観的かつ定量的な判断基準が求められる可能性が高い。しかし、現状では駅の群集流動の安全に関して、シミュレーションに対応した定量的な判断基準はなく、参考となるデータも不足している。

本論文では、群集流動の安全性と関連の深いラッシュアワーのピークなどに見られる群集流動、さらに、駅の歩行空間のなかでも特に事故や事故の不安を感じやすい、階段とホーム狭隘部の群集流動を研究対象としている。そして、群集流動の実測や実験を通して流動量や歩行速度など群集流動の基本となる状態量を把握し、時系列変化に着目した詳細な分析をおこなった。また、群集流動のなかで歩行者が感じる歩きにくさや不安感など、安全性に係わる心理量に関して、群集流動の状態量との関係性を把握し、駅の階段やホーム狭隘部における群集流動の安全性を評価するための基礎的な知見を得た。

駅の階段を中心とした群集歩行時の安全性評価に関する研究

目次

第1章 序論	1
1-1 本論文の背景と目的	1
1-2 既往研究における本論文の位置づけ	2
1-2-1 群集流動の安全性に関する研究	2
1-2-2 本論文の特色	4
1-3 本論文の構成	4
第2章 駅の歩行空間に対する利用者の安全意識の実態調査	11
2-1 はじめに	11
2-1-1 研究の背景	11
2-1-2 研究の目的	11
2-2 調査の概要	12
2-2-1 アンケート調査の内容	12
2-2-2 回答者の属性	12
2-3 駅の歩行空間における事故経験に関する調査の結果	15
2-3-1 事故経験の概要	15
2-3-2 ケガの有無	16
2-3-3 事故の原因	17
2-4 駅の歩行空間における危険認識に関する調査の結果	18
2-4-1 危険認識の概要	18
2-4-2 危険を感じた原因	20
2-5 まとめ	21
2-5-1 調査結果に関する考察	21
2-5-2 駅の歩行空間における階段の重要性に関する考察	21
2-5-3 駅の歩行空間における不安の把握に関する今後の課題	22

第3章 駅の階段における一方向流動の特性.....	25
3-1 はじめに.....	25
3-1-1 研究の背景.....	25
3-1-2 研究の目的.....	26
3-2 調査の概要.....	26
3-2-1 調査場所の概要.....	26
3-2-2 測定および解析の方法.....	27
3-3 調査の結果.....	30
3-3-1 分析対象とする群集流動の抽出.....	30
3-3-2 累積通過人数の変化.....	33
3-3-3 平均流動係数の変化.....	35
3-3-4 流動係数の変化.....	37
3-3-5 歩行速度の変化.....	39
3-4 まとめ.....	42
3-4-1 調査結果に関する考察.....	42
3-4-2 駅の群集流動のデータに関する今後の課題.....	42
第4章 駅の階段における群集歩行時の歩きにくさの評価.....	47
4-1 はじめに.....	47
4-1-1 研究の背景.....	47
4-1-2 研究の目的.....	47
4-1-3 研究の方法.....	48
4-2 模擬駅の階段における歩きにくさの要因に関する調査.....	48
4-2-1 群集流動の再現のための実態調査.....	48
4-2-2 模擬駅の階段における歩きにくさの要因に関する調査の概要.....	50
4-2-3 階段における歩きにくさの要因の分析.....	54
4-3 駅の階段における歩きにくさの要因の検証.....	58
4-3-1 検証の方法.....	58
4-3-2 模擬駅と実際の駅における群集流動の比較.....	60
4-3-3 階段における歩きにくさの計算値と実測値の比較.....	63
4-3-4 階段前の滞留による影響に関する考察.....	65
4-4 まとめ.....	66
4-4-1 本調査で得られた成果.....	66
4-4-2 階段の歩きにくさ評価に関する今後の課題.....	67

第5章 駅の階段における群集の安全性の評価	69
5-1 はじめに.....	69
5-1-1 研究の背景	69
5-1-2 研究の目的	70
5-2 歩行開始時の不安感に関する調査.....	70
5-2-1 歩行実験の概要.....	70
5-2-2 アンケート調査の概要.....	72
5-2-3 歩行開始時の不安感に関する調査の結果.....	73
5-3 歩行開始の遅れに関する調査.....	75
5-3-1 調査の概要	75
5-3-2 分析の方法	77
5-3-3 歩行開始時の遅れに関する調査の結果	79
5-4 階段における上限密度に関する考察.....	83
5-5 まとめ	83
5-5-1 本調査で得られた成果.....	83
5-5-2 階段における歩行者密度に関する今後の課題	84
第6章 ホーム狭隘部における歩行者の安全性の評価.....	89
6-1 はじめに.....	89
6-1-1 研究の背景	89
6-1-2 研究の目的	90
6-1-3 研究の方法	90
6-2 ホーム狭隘部における歩行に関する実験.....	91
6-2-1 実験の概要	91
6-2-2 実験の条件	98
6-2-3 実験の結果	98
6-3 ホーム狭隘部における安全性の評価指標の提案.....	108
6-3-1 ホームの狭隘部における安全の考え方	108
6-3-2 評価指標の概要.....	109
6-3-3 評価指標による評価の方法.....	112
6-4 ホームの端部において不安を感じない歩行位置に関する調査.....	113
6-4-1 調査の概要	113
6-4-2 調査の結果	116
6-5 まとめ	118
6-5-1 本実験で得られた成果.....	118
6-5-2 ホームにおける歩行者の安全性に関する課題	118

第7章 結論	121
謝辞.....	125
副論文リスト	126
付録.....	127
付録1 鉄道利用時の安全性に関する調査におけるアンケート用紙.....	127
付録2 階段歩行実験における試番表兼アンケート用紙.....	141

第1章 序論

1-1 本論文の背景と目的

鉄道は、数ある交通手段のなかでも一度に多くの乗客を運ぶことができる点に特長がある。また、都市の成長の過程において、政治や経済の機能が集約された都心部とそれらに隣接する郊外との間に人の流れが形成されるとき、鉄道は人々の移動のための主たる手段とされることが多い。この人の流れを都市全体でみた場合、方向性があり時間的にも偏っていることが、ラッシュアワーを代表とする朝夕の利用者が集中する時間帯が生じる一因となっている。例えば、都心部での人々の活動が開始される朝には、郊外から都心部に向かう人の流れが優勢となり、逆に都心部で人々が活動を終える夕方には、都心部から郊外へ向かう人の流れが優勢となる。そのため、鉄道の利用者が車両から乗り降りするために欠かせない施設である駅においても、朝は郊外の駅では列車に乗ろうとする利用者が列をなし、都心部の駅では列車の到着に伴い一斉に利用者が降りてくる光景がみられる。

一方、夕方はその逆転現象として、都心部の駅で列車に乗った利用者が郊外の駅で列車から降りてくる光景がみられる。このように、駅の利用者数の観点からみた場合における一日の駅の利用者の大半が朝と夕方の利用者が占められた状況、すなわち利用者の偏りが、朝夕の駅が混み合う状況、つまり駅の歩行空間において日常的に群集流動が形成される一因である。

駅における群集流動は、古くから鉄道の定時運行や駅の歩行空間の安全確保の点で課題の一つとされてきた¹⁾。かつては、増え続ける利用者を安全かつ効率良く列車に乗せ降ろし、駅のなかを通過させることが、大都市において列車を時刻通りに運行するために欠かせない要素であった。鉄道輸送人員が減少の傾向を見せ始めた現在でも、一部の路線や地域においては駅における利用者の流れを安全に保つことは重要な課題の一つである。

このような課題を解決するため、これまで多くの研究や交通量調査がおこなわれた。それらの結果は、数々の算定式^{2)~8)}やシミュレーションプログラム^{9)~14)}の形で駅の歩行空間を設計する際の規模算定手法として活用されてきた。駅の歩行空間の規模算定は駅的设计における初期段階にあたり、その後の設計にも影響する。近年では、計算機やシミュレーション技術の向上により、駅に限らず群集流動を高精度に再現、可視化することも可能^{15)・16)}となり、設計者にとって高精度なシミュレーション技術は、より身近な存在となりつつある。そのため、駅的设计において群集流動を対象としたシミュレーション技術を活用する機会は今後増えることが予想される。

今後期待される群集流動を対象としたシミュレーション技術の活用例としては、駅の新設時に限らず、既存駅の改修時における歩行路の切り替え計画の際に役立てられる例^{17)・18)}もある。これには、過去に作られた駅の多くが今後続けて改修などの更新時期を迎えていることや、利用者の日常的な利便性を損なわないように駅の使用を続けながら改修工事がおこなわれるという、わが国特有の事情も関係している。また、近年、様々なリスクに対する意識が高くなっていることを背景として、今後は地震や浸水、火災を想定した駅の避難安全性を確認することが求められる可能性¹⁹⁾も高い。これには、物販やサービスなどの商業施設を代表とする、従来はみられなかった集客機能を駅に内包するといった駅の新しい使われ方が出始め、駅に集う人々の数や属性が従来とは大きく変わり始めたことも大きく影響している。

このように、群集流動を扱うシミュレーションの担う役割はより大きくなっており、駅の構内

からの避難にシミュレーション技術を適用した研究事例^{20)~22)}や、駅を対象としたシミュレーションモデルの深度化を目的とした研究^{23)~29)}も多く存在する。

一方で、群集流動を扱うシミュレーション技術の進展と普及に伴い、シミュレーションによって導かれた計算結果をいかに読み取るか、ということの重要性が増していると筆者は考えている。かつて国鉄などでは駅の規模算定には比較的簡易な計算式³⁰⁾が用いられていた。

近年、わが国の鉄道会社は国内の鉄道輸送人員の減少を見据え、駅に商業施設を複合化するなど駅の空間を高度に利用することで得られる鉄道輸送以外の収益を重点化したり、利用者数が見込めない地域では駅にかかるコストや駅の規模を制限したりすることで、合理的な経営をおこなわなければならないという事情がある。これには、わが国の鉄道が民間企業により経営されているという独自の背景もあるが、いずれにせよ今後は、駅の歩行空間の規模や性能に関しても、客観的な基準に基づき精緻に判断することが求められるものと予想される。この点でも、駅の設計段階において群集を対象としたシミュレーションを活用することは、駅の歩行空間を精度良く検討できる点でニーズに合致するものと考えられる。

しかしながら、現状ではシミュレーションにより得られた結果から、どのレベルの混雑であれば駅の利用者に許容されるか、また最低限の安全性は確保できるのか、といった判断をするための明確な目安はない。駅を利用する人々の属性を鑑みた場合、移動制約者の自立した生活を保障するためのバリアフリー化の促進や少子高齢化などの社会的な背景により、従来考えられてきた駅の利用者の属性は、大きく変わろうとしている。例えば、駅の設計においても、これまでのように通勤通学の利用者を想定するだけでなく、高齢者や子連れの利用者、外国人など多様な利用者を想定することが重要である。そのため、今後は多様な利用者を含む人の流れを想定しながら駅の歩行空間の安全性を評価する方法が必要とされているが、現時点では通勤通学のような比較的均質な群集流動に対する評価についても確立された指標は存在しない。

そこで、本論文では、駅の歩行空間を対象とした群集流動の安全性の定量的評価手法の基礎的な検討を目的としている。様々な評価手法のなかでも定量的な手法に着目したのは、駅における群集流動の安全性に関する数値的な目安が不足していることに加え、上述したように、今後活用の場が広がる様々なシミュレーション技術への適用が期待できるためである。

1-2 既往研究における本論文の位置づけ

1-2-1 群集流動の安全性に関する研究

本論文の位置づけを明確にするため、群集流動の安全性に関わる既往研究をレビューする。

建築物における群集流動を取り扱った、初期の代表的な研究としては木村・伊原^{31)・32)}によるものがある。この研究は劇場や映画館、競技場、講堂のような多数の人員を収容する建築物、すなわち集会建築の計画に資することを目的として、群集流動の基礎的な特性と出口の条件と退出時間の関係を明らかにしている。また、戸川³³⁾は建物から安全に避難するための建築的な条件を求めることを目的として、群集が出口から流出する際の一連の状況を、実観測に基づきモデル化している。伊藤^{34)・35)}は停車場建築（駅）の設計者の立場から、人が自然に形成しうる群集流動に応じた停車場を設計するための実務的なモデルの基礎となる考え方を提案している。上田は階段における群集流動に関する一連の研究^{36)~46)}で群集流動に関する精緻な調査結果と人の个体幅と通路容量について先駆的な考察をおこなっている。海外の例では、フルーイン⁴⁷⁾は都市や施設

などにおける人体の歩行行動から群集歩行行動、歩行空間の計画・デザインに至るまでを体系的にまとめ、歩行空間の質を定める「サービス水準」を提案している。プシュカレフ⁴⁸⁾らは、都市計画の観点からマクロな人の流れも含め、より実践的な歩行空間の設計方法をまとめている。いずれも現在のわが国の群集研究の礎となるものである。以降の群集研究では施設ごとに多くの調査やモデル化がおこなわれ、流出時間の算定式やシミュレーションに適用することで、避難施設的设计^{49)・50)}などに役立ってきた。また、近年では、群集流動を精緻にモデル化・可視化^{51)・52)}することで、従来からある状態量では表現できなかった群集流動の特性が明らかとなりつつある。

しかしながら、群集流動の安全性を直接的に扱った研究は、建物からの避難時間や駅の旅客流動、シミュレーションに関する研究に比べあまり多くない。フルーイン⁴⁷⁾は著書のなかで、雪嵐により止まっていた鉄道が運転再開した際の、駅の大群集における圧力に危険を感じたという自身の体験談を通じ、サービスが途切れたり群集整理がない場合などに起こりうる大群集による危険について触れている。同時に、施設の性格によって許容人数の制限を強力に規定することの重要性について述べており、このような考え方が前述の「サービス水準」の基礎となっている。

群集事故の事例研究としては、岡田・阪井による一連の研究^{53)~59)}がある。岡田らの研究は、過去の新聞記事などから1934~1982年に起きた国内外の群集事故事例を収集した貴重な資料であるとともに、多くの事故事例を類型化することで群集事故の発生メカニズムを体系化し、建物を計画する際の安全対策をまとめたものである。また、作成時期は不明であるが雑踏警備におけるマニュアル⁶⁰⁾にも、警備の立場からの群集への対応基準をみることのできる他、防災設計の手引き書⁶¹⁾や建築の安全計画に関する資料⁶²⁾、超高層建築物の籠城避難に関する研究⁶³⁾のなかにも、群集を安全に施設に収容するための考え方をみることができている。

それ以降は群集の安全性に関わる資料は極端に少なく、2001年7月明石市の花火大会時に歩道橋で起きた群集事故⁶⁴⁾以降、再び群集の危険性に注目が集まる。三島⁶⁵⁾は海外のサッカー競技場や巡礼地で起きた群集事故を例に、わが国のイベントが持つリスクを紹介している。吉村・末原ら^{66)~68)}は歩道橋での事故を受け、群集圧に関する詳細な実験をおこない、建築物に作用する群集圧の新たな知見を明らかにしている。鈴木⁶⁹⁾らは歩道橋での事故をシミュレーションにより解析している。日本建築学会においても事故を教訓とした研究会⁷⁰⁾が開催され、シミュレーションを用いた事故防止対策に関する検討がおこなわれている。さらに、上田ら⁷¹⁾は岡田・阪井による研究以降、空白となっていた群集事故の事例調査をおこない、海外のみならず国内でも群集事故が一定の頻度で生じていることを明らかにしている。その他、雑踏警備においても、明石市の事故調査報告書⁶⁴⁾に岡田・阪井らの収集した事例が盛り込まれる他、一連の雑踏警備の手引き書^{72)~74)}も事故以降に改訂され、その際、岡田らの知見が盛り込まれている。

また、群集流動を定量的に評価しようとする研究としては、フルーインによるサービス水準の研究⁴⁷⁾以降、歩行路のサービス水準を考察する幾つかの研究^{48)・75)~77)}がなされている。ただ、群集事故が起こりうるような密度が4人/m²を超える領域については、最も厳しい状態である「渋滞」⁴⁸⁾、「完全に拘束された歩行状態」⁷⁵⁾、「適用すべきでない状態」⁷⁶⁾とするのみで、詳細な特性には触れられていない。また、前述の雑踏警備の手引き⁷³⁾では、混雑状況と群集の密度の関係がまとめられているが、調査時期や場所の詳細が不明である。また、階段に関する記述がないことから、水平な歩行路のみを取り扱った一覧であると推察される。一方、貝辻らは一連の研究^{78)~80)}で、イベント時における安全対策の視点から事例の詳細分析をおこない、群集において波動現象や危険回避行動が発生する密度を推定しているが、主に屋外でのイベントを対象としている。

1-2-2 本論文の特色

以上のように、群集流動の安全性に関する研究、特に安全性の評価を対象とした研究は多くない。これは、群集が危険となる前の状態、すなわち建物の性能を決める際に快適性の限界を上限とすることで、建物内の群集流動を安全に保つという考え方が根本にあるためと推察できる。

もちろん、駅のように日常的に群集流動が生じる施設でも、上記のような思想が実現できることが望ましい。しかし、駅では列車の遅れによって突発的に滞留者数が増加したり、駅周辺の開発などの外的要因により駅の規模に比して利用者数が増加したりする恐れもある。また、都心部の空間的に制約の多い駅では、異常時に対しても快適なレベルを維持するだけの空間的余剰を持つことが現実的に困難な場合も多い。

そのため、本論文は、以下の5点のような特色を持たせることで、駅の計画や安全管理に資する結果を得ようとするものである。(1)駅特有の群集流動、特に階段における群集流動を中心に扱う点 (2)効率や快適性の観点から論じられることの多かった駅の群集流動を安全性の観点から扱う点 (3)事例調査や状況観察が主流であった群集流動の分析を再現実験によりおこなう点 (4)再現実験による利点として被験者へのアンケートにより歩行者視点で評価をおこなう点 (5)今後のシミュレーション技術への適用を考慮し群集流動の安全性評価を対象とする点

1-3 本論文の構成

本論文は、次のような7章にて構成されている。各章の関係性を図1-1に示す。

第1章では、序論として研究の背景と目的を述べる。また、過去の群集研究について調査した結果をまとめるとともに、駅における群集流動を対象とした安全性評価の必要性について述べる。

第2章では、筆者がおこなった高齢者へのアンケート調査を基に、駅における利用者の安全意識に関する調査結果をまとめる。ここでは、日常時の安全性の観点から、駅の歩行空間で課題となりやすい箇所とその原因を明らかにする。

第3章では、第2章のアンケート調査で安全上の課題を持つ箇所として挙げられた駅の階段に着目し、駅の階段特有の現象である一方向流動に関する調査結果についてまとめる。ここでは、既往の研究では一様に取り扱われることの多かった駅の階段の群集流動に関し、時間的な変化の分析をおこなうことで、階段の群集流動が時々刻々と変化する実態を定量的に明らかにする。

第4章では、筆者がおこなった群集歩行実験に基づき、階段の歩きにくさを評価する方法を検討する。ここでは、駅の階段の安全性につながる課題の一つである、群集が歩行する際に感じる歩きにくさとその要因に着目し、階段の群集の状態量と歩きにくさの関係性を明らかにする。

第5章では、筆者がおこなった極度な混雑再現実験に基づき、階段内に安全に滞留させられる群集の規模を検討する。ここでは、階段内に静止している群集の密度と群集が歩き始める際に感じる不安感の関係を明らかにするとともに、昇りと降り異なる群集歩行の違いを明らかにする。

第6章では、階段に次いで安全上の課題をもつ箇所として挙げられた駅のホームのうち特に狭い箇所(狭隘部)に着目し、狭隘部における事故防止方法を検討する。ここでは、狭隘部を模擬した群集再現実験の結果を基に、狭隘部での群集の滞留状況と狭隘部での触車事故につながりやすい状態との関係を明らかにするとともに、群集が安全に狭隘部を通過するために必要な条件を算出する手法を提案する。

第7章では、得られた成果をまとめるとともに、群集流動の安全に関する課題について述べる。

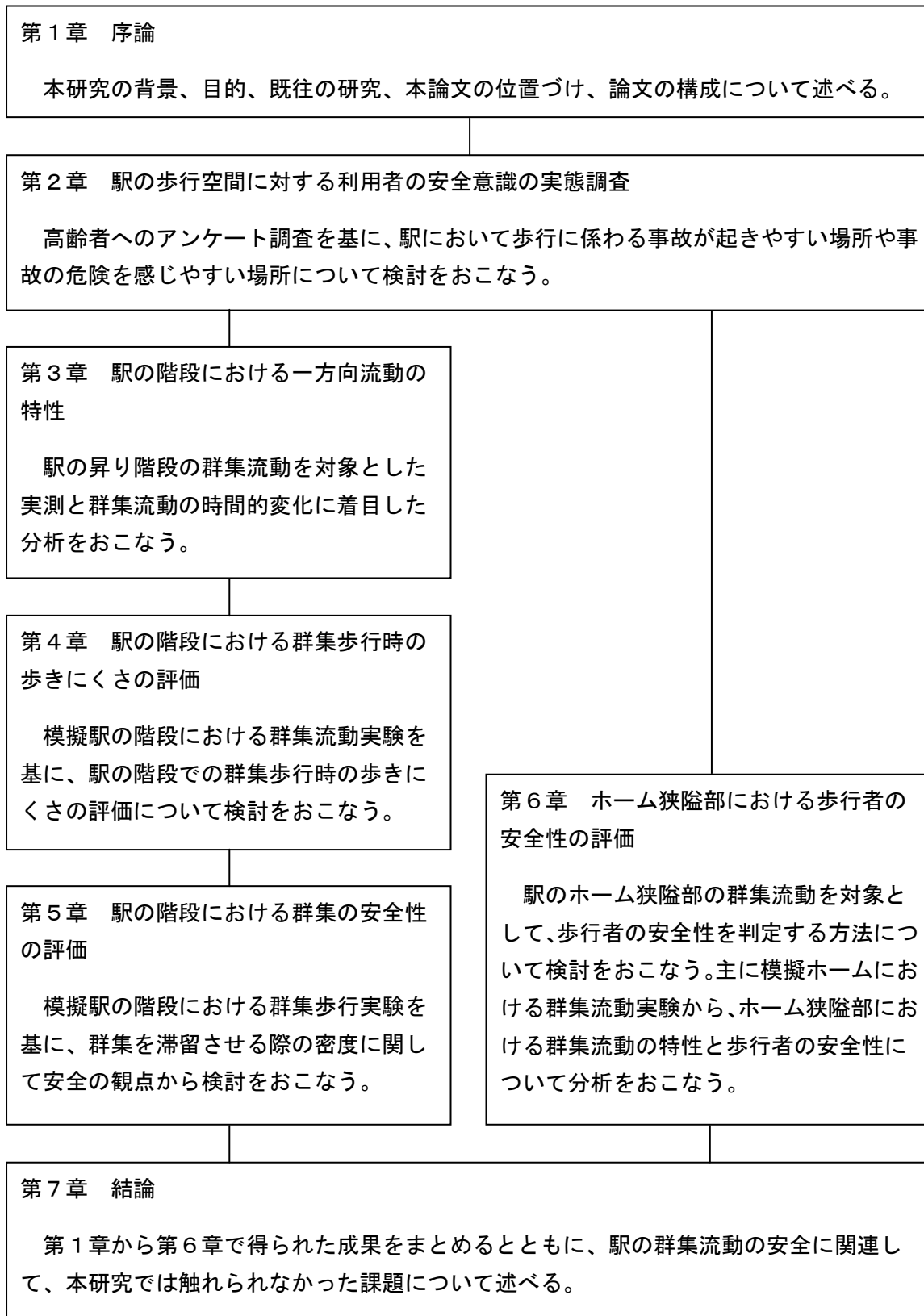


図 1-1 本論文の構成と概要

参考文献

- 1) 伊藤滋：旅客の流れ方、建築雑誌、vol.56、No.697、pp.a2-a4、日本建築学会、1942.9
- 2) 伊藤滋：都市高速度電車驛の設計、建築雑誌、vol.64、No.748、pp.34-35、日本建築学会、1949.2
- 3) 打田富雄：電車站の乗降場及び階段幅員、鉄道技術研究所中間報告、7-91、鉄道技術研究所、1956.7
- 4) 宮田一：高密度旅客輸送の一形態（並びに諸問題）、鉄道技術研究所速報、No.58-51、鉄道技術研究所、1958.3
- 5) 宮田一：列車運転になぞらえた歩行の人間工学的考察、第6回鉄道に関するオペレーションズ・リサーチ研究発表会論文集、pp.134-149、日本国有鉄道審議室、1966.3
- 6) 小関憲章：ラッシュ時における通勤客流動のデータ、鉄道技術研究所速報、No.68-131、鉄道技術研究所、1968.6
- 7) 阿久津七郎、石井忠久：旅客設備規模算定式に関する調査、東三工、第9号、pp.73-88、日本国有鉄道東京第三工事局、1980.11
- 8) 西山秋二、石井忠久、徳江邦弘、望月利雄：旅客設備規模算定式に関する調査 その2、東三工、第10号、pp.37-55 日本国有鉄道東京第三工事局、1981.11
- 9) 中祐一郎：交差流動の構造 鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究(1)、日本建築学会論文報告集、第258号、pp.93-102、日本建築学会、1977.8
- 10) 中祐一郎：交錯流動のシミュレーションモデル 鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究(2)、日本建築学会論文報告集、第267号、pp.103-112、日本建築学会、1978.5
- 11) 中祐一郎：鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究、鉄道技術研究報告、No.1079、施設編第481号、鉄道技術研究所、1978.3
- 12) 中祐一郎、福島文男、島田元、小林健二、荒井良明、池本敏己：駅構内旅客流動のシミュレーション シミュレーションプログラム SP-2 による実行法、鉄道技術研究所報告、第1153号、施設編第505号、鉄道技術研究所、1980.9
- 13) 大戸広道、小島祥司：旅客流動シミュレーションの改善 使用方法と使用例、鉄道技術研究所速報、第A-86-53号、鉄道技術研究所、1986.3
- 14) 安藤恵一郎、青木俊幸、大戸広道：旅客流動シミュレーションシステムの改良、鉄道総研報告、第5巻、第8号、pp.3-10、鉄道総合技術研究所、1991.8
- 15) 木村謙、佐野友紀、林田和人、竹市尚広、峯岸良和、吉田克之、渡辺仁史：マルチエージェントモデルによる群集歩行性状の表現 歩行者シミュレーションシステム SimTread の構築、日本建築学会計画系論文集、第74巻、第636号、pp.371-377、日本建築学会、2009.2
- 16) 大原一之、末松孝司、門倉博之：イベント時の鉄道駅構内における旅客の挙動特性に関する基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.909-910、日本建築学会、2003.7
- 17) 西日本旅客鉄道：特集 駅設備に関わる旅客流動について、鉄道建築ニュース、第635巻、第10号、鉄道建築協会、2002.10
- 18) 片山孝治：流動シミュレーションを用いた設備配置の検討 大阪駅環状線ホームの安全対策について、鉄道建築ニュース、第763巻、第6号、pp.17-19、鉄道建築協会、2013.6
- 19) 火災予防審議会、東京消防庁：複合化するターミナル施設の防火安全対策のあり方、火災予防審議会答申、東京消防庁予防部予防課、2011.3
- 20) 榎本満帆、長谷見雄二、森山修治、志村洋樹：改札外地下通路で接続するターミナル駅の災

- 害時避難計画に関する研究 複合化する改札外地下通路における避難安全検証、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2、pp.327-330、日本建築学会、2013.8
- 21) 藤井皓介、橋爪隆一、佐野友紀：階順次避難における避難開始時間の差異が混雑状況及び階避難完了時間に与える影響 大規模鉄道駅の火災避難時における利用者の避難経路選択方略に関する研究 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2、pp.375-376、日本建築学会、2013.8
 - 22) 山田武志、大森高樹、廣井悠、福井潔：群集シミュレーションを用いたターミナル駅地下空間における避難安全確保対策の検討、地下空間シンポジウム論文報告集、第18巻、pp.137-144、土木学会地下空間研究委員会、2013
 - 23) 加瀬史朗、坂本圭司、佐藤敏彦、柴崎亮介、石間計夫、木下芳郎、山田武志、中村仁也：実現象の定量データを用いたシミュレーションの再現性向上のための全体構想 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.645-646、日本建築学会、2011.7
 - 24) 山田武志、加瀬史朗、坂本圭司、小口悠、柴崎亮介、中村仁也、大西一聡：駅ホーム上の混雑状況を再現した旅客流動シミュレーションモデルの開発 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.647-648、日本建築学会、2011.7
 - 25) 大西一聡、加瀬史朗、坂本圭司、中村仁也、山田武志、柴崎亮介：シミュレーションパラメータ最適化に関する研究 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その3、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.649-650、日本建築学会、2011.7
 - 26) 山田武志、加瀬史朗、坂本圭司、印南潤二、中村仁也、大西一聡、石間計夫：ホーム上旅客流動シミュレーションの再現性向上のための歩行モデル改良 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その4、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.645-646、日本建築学会、2012.9
 - 27) 加瀬史朗、坂本圭司、中村仁也、大西一聡、山田武志、印南潤二、石間計夫：ホーム上旅客流動シミュレーションの最適パラメータ値の精度向上に関する研究 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その5、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.647-648、日本建築学会、2012.9
 - 28) 大西一聡、加瀬史朗、坂本圭司、中村仁也、山田武志、印南潤二、石間計夫：ホーム上旅客流動シミュレーションのパラメータ最適化に関する研究 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その6、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.649-650、日本建築学会、2012.9
 - 29) 藤井皓介、佐野友紀：歩行者シミュレーターSimTreadにおける火災避難時の改札口幅員設定方法の検討 鉄道駅における群集の流動性状の把握 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2、pp.209-210、日本建築学会、2011.7
 - 30) 旅客設備研究会：国鉄 旅客設備ハンドブック、株式会社交通日本社、1985.3
 - 31) 木村幸一郎、伊原貞敏：建築物内に於ける群集流動状態の観察、建築學會大會論文集、pp.307-316、日本建築学会、1937.3
 - 32) 木村幸一郎、伊原貞敏：建築物内に於ける群集流動状態の観察、建築學會大會論文梗概、pp.382-383、日本建築学会、1937.3
 - 33) 戸川喜久二：群集流の観測に基く避難施設の研究、建築研究報告、No.14、建設省建築研究

所、1955.2

- 34) 伊藤滋：省線電車驛に於ける旅客施設の設計について、学位論文、1947.8
- 35) 伊藤滋：停車場の設計と旅客の群集流動、日本建築学会論文集、第39巻、pp.91-97、日本建築学会、1949.11
- 36) 上田光雄：階段の容量、日本建築学会研究報告、No.29-2、pp.59-60、日本建築学会、1954.10
- 37) 上田光雄：階段の容量（Ⅱ）、日本建築学会研究報告、No.31-2、pp.35-36、日本建築学会、1955.5
- 38) 上田光雄：階段の容量、日本建築学会研究報告、No.30、pp.1-4、日本建築学会、1955.5
- 39) 上田光雄：階段に於ける群集流動の性状、日本建築学会論文報告集、第55号、pp.94-99、日本建築学会、1957.2
- 40) 上田光雄：階段における単位幅についての考察、日本建築学会論文報告集、No.57-2、pp.73-76、日本建築学会、1957.7
- 41) 上田光雄：階段昇降における流出率(1)、日本建築学会研究報告、第45巻、pp.153-156、日本建築学会、1959.3
- 42) 上田光雄：階段昇降における流出率(2)、日本建築学会研究報告、第45巻、pp.157-160、日本建築学会、1959.3
- 43) 上田光雄：階段における単位幅について(2)、日本建築学会研究報告、第45巻、pp.161-164、日本建築学会、1959.3
- 44) 上田光雄：模型実験による流動特性、日本建築学会近畿支部研究報告集、第8巻、設計計画・都市計画・住居、pp.137-140、日本建築学会、1968.5
- 45) 上田光雄：模型実験による流動特性 その2 小型鉄球の場合、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、第43巻、計画系、pp.353-354、日本建築学会、1968.9
- 46) 上田光雄：模型実験に基づく流動仮説、日本建築学会論文報告集、第217号、pp.53-56、日本建築学会、1974.3
- 47) J.J フルーイン著、長島正充訳：歩行者の空間、鹿島出版会、1974.12
- 48) B.S プシュカレフ、J.M ジュパン共著、月尾嘉男訳：歩行者のための都市空間、鹿島出版会、1977.11
- 49) 国土交通省住宅局建築指導課、国土交通省建築研究所、日本建築主事会議、財団法人日本建築センター編：2001年版避難安全検証法の解説及び計算例とその解説、海文堂出版 2005.3
- 50) 国土交通省鉄道局監修、土木関係技術基準調査研究会、土木関係技術基準作業部会編：解説 鉄道に関する技術基準（土木編）（別冊）地下駅等の火災対策基準・同解説、日本鉄道施設協会、2007.11
- 51) 佐野友紀、渡辺仁史：空間-時間系モデルを用いた群衆歩行軌跡の可視化、日本建築学会計画系論文集、第479号、pp.125-130、日本建築学会、1996.1
- 52) 今西美音子、佐野友紀：群集流横断における歩行者間の回避強度水準の検討 短時間歩行パス分析をもちいた群集解析 その1、日本建築学会計画系論文集、第79巻、第698号、pp.917-922、日本建築学会、2014.4
- 53) 岡田光正、阪井由二郎：事例分析による群集事故の研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、第26巻、計画系、pp.389-392、日本建築学会、1986.5
- 54) 岡田光正、阪井由二郎：事例分析による群集事故防止対策の研究 その1 群集事故の実例に

- ついて、日本建築学会大会学術講演梗概集、第59巻、pp.1413-1414、日本建築学会、1984.9
- 55) 岡田光正、阪井由二郎：事例分析による群集事故防止対策の研究 その2 事故の発生要因と安全対策について、日本建築学会学術講演梗概集、第59巻、pp.1415-1416、日本建築学会、1984.9
- 56) 岡田光正、阪井由二郎：事例分析による群集事故防止対策の研究 その3 各種施設における事故発生時刻について、日本建築学会学術講演梗概集、E、pp.367-368、日本建築学会、1985.9
- 57) 岡田光正、吉田勝行、柏原士郎、辻正矩：建築と都市の人間工学、鹿島出版会、1977.6
- 58) 岡田光正：群集のための規模計画、新建築学体系、建築規模論、第13巻、pp.87-108、彰国社、1988.2
- 59) 岡田光正：群集安全工学、鹿島出版会、2011.5
- 60) 京都府警察本部外勤課雑踏警備係：雑踏状況は握要領、京都府警察本部、年代不明
- 61) 広瀬貞之、守屋秀夫、村尾成文、浜田信義：建築の防災設計、pp.290-301、建築プランニングセンター、1978.1
- 62) 日本建築学会建築計画委員会：安全計画の視点、安全計画、Vol.1、彰国社、1981.10
- 63) 奈良松範、熊谷尚登、渡部学：中間避難階に要求される避難者密度の研究、日本火災学会論文集、vol.45、No.1・2、pp.1-9、日本火災学会、1996.7
- 64) 明石市民夏まつり事故調査委員会：第32回明石市民夏まつりにおける花火大会事故調査報告書、2002.1
- 65) 三島和子：群集災害とリスクコミュニケーション 明石市花火大会圧死事故からワールドカップサッカーのリスクを見る、災害の心理学 セキュリティ産業新聞連載記事、第9回、pp.22-26、三井住友海上グループ インターリスク総研、2001.8
- 66) 末原隆司、柏原士郎、吉村英祐、横田隆司、飯田匡：群集密度と群集圧の関係に関する測定実験、日本建築学会近畿支部研究報告集、第43巻、計画系、pp.297-300、日本建築学会、2003.5
- 67) 吉村英祐、柏原士郎、横田隆司、飯田匡：人間の詰め込み実験に基づく群集密度と群集圧の計測、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.943-944、日本建築学会、2003.9
- 68) 吉村英祐：阪急梅田駅中央口における群集密度の実測調査、建築雑誌、第121巻、第1546号、p.39、日本建築学会、2006.4
- 69) 鈴木智彦、山田哲也、三阪朋彦、兼田敏之：エージェントシミュレーションを用いた群集事故分析の試み、日本建築学会学術講演梗概集、F-1、pp.471-472、日本建築学会、2003.7
- 70) 日本建築学会建築人間工学小委員会・安全計画小委員会：群集事故の人間工学 事例を教訓として、第45回建築人間工学研究会 安全計画小委員会研究会資料、日本建築学会、2005.7
- 71) 上田貴子、柏原士郎、吉村英祐、横田隆司、飯田匡：事例分析による群集事故の研究 その2 特に1986年以降の事例を中心に、日本建築学会近畿支部研究報告集、第44巻、計画系、pp.373-376、日本建築学会、2004.5
- 72) 兵庫県警察本部：雑踏警備の手引き、兵庫県警察本部、2002.12
- 73) 全国警備業協会編：雑踏警備業務の手引、全国警備業協会、2006.9
- 74) 全国警備業協会編：雑踏警備業務の手引【上級】、全国警備業協会、2006.9
- 75) 毛利正光、塚口博司：歩行路における歩行者挙動に関する研究、土木学会論文報告集、第268号、pp.99-108、土木学会、1977.12
- 76) 橋田直子、石田健、村田直紀、明瀬寛昭：鉄道旅客駅のサービス水準に関する研究 駅コンコ

- ースにおける群集密度と混雑状態・感覚の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.725-726、日本建築学会、1997.9
- 77) 吉田克之、峯岸良和、城明秀、竹市尚広、木村謙、佐野友紀：避難歩行流の質の定量的評価方法に関する試案 マルチエージェント歩行者シミュレーター、SimTread の適用を通じて、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2、pp.207-208、日本建築学会、2011.8
- 78) 貝辻正利、北後明彦：大規模イベント「ジャパンカウントダウン 2001」の高密度群集滞留の予見と危機の回避ができなかった要因に関する事例分析、神戸大学大学院工学研究科・システム情報学研究科紀要、第2号、pp.1-13、神戸大学、2010.3
- 79) 貝辻正利、北後明彦、四方修：大規模イベントの安全対策視点での会場適正に関する研究、イベント学会発表論文集、イベント学会、2011
- 80) 貝辻正利、北後明彦：雑踏事故に至る高密度群集滞留下での群集波動現象に関する研究 大規模イベント事例分析を通じて、地域安全学会論文集、No.17、pp.21-29、地域安全学会、2012.7

第2章 駅の歩行空間に対する利用者の安全意識の実態調査

2-1 はじめに

2-1-1 研究の背景

近年、社会活動を行う人々の多様化、高齢化の進行とともに、不特定多数が利用する施設には、誰でも使いやすいユニバーサルデザインが求められている。一方でドアやエスカレータ、階段など建物内で起こる予期せぬ事故も起きており、日常生活に潜む危険性が再認識され始めている。駅も例外ではなく、駅建物の構造上、階段および段差が生じることは避けられず、バリアフリー化の進展により、エスカレータやエレベータなどの昇降設備が設置されている駅はもはや珍しいものではない。実際、エスカレータに関連する事故は、駅において多く発生している傾向がある。これには、他の建物に比べ、駅におけるエスカレータの設置数、利用者数および稼働時間の多さが影響していることも考えられる。しかし、事故の発生件数としては他の建物に比べ多いことに変わりはなく、しかも高齢者の事故発生率も高いことが報告¹⁾²⁾されている。

鉄道に関連する事故、例えば鉄道運転事故や踏切障害事故に関しては、事故件数等が毎年公表³⁾されている。一方、鉄道の運行に直接かわからない、コンコースでの転倒や衝突などの駅で発生する予期せぬ事故については、鉄道会社に報告書等の記録が残されているものの事故の発生状況や件数は公表される仕組みとはなっていない。そのため、駅での歩行に係わる事故や事故に至る前の段階にあるインシデントの発生状況、発生場所の傾向を明確にすることは難しい。

また、駅は毎日多くの人々が通勤や通学で利用する施設であり、ラッシュアワーの通路や階段において群集流動が形成される様子はわが国では日常的な光景となっている。しかし、これらの群集流動は毎日駅を利用する人々、いわば群集歩行に熟練した歩行者によって形成されている一面があり、相互の熟練度に依存することで安定状態を保っているとも考えられる。その安定状態のなかに移動制約者など群集歩行に不慣れた歩行者や身体能力の異なる歩行者が混ざった場合や、我先に先を急ぐ事態への変化など、安定状態を保つうえで欠かせない周囲への配慮や相互の信頼関係が崩れた場合には、一転して駅の歩行空間が混乱した状況に陥る可能性もある。このような背景から、筆者は駅の歩行空間における安全性を議論するうえでは、それら歩行に係わる事故の実態や利用者が日頃感じている潜在的な不安を把握し、場所や条件などの傾向を分析することが欠かせないと考える。

2-1-2 研究の目的

そこで、本章では、駅における歩行に係わる事故の発生状況や、駅の利用者が日常的に感じている、歩行に係わる危険について、場所の傾向やその要因を把握することを目的とする。

研究の方法については、高齢者を中心とする駅の利用者を対象としたアンケート調査を実施し、その回答から、駅での歩行に係わる事故の経験や、日常的に不安を感じている箇所を読み取る方法とした。ここで、調査対象者を高齢者とした理由は二つある。一つ目の理由は、筆者は、これからの駅の歩行空間は将来的な高齢者社会を想定して検討されるべきであると考えているためである。二つ目の理由は、先のエスカレータでの事故調査報告においても、高齢者による事故発生率が高いことから、階段などの歩行空間においても、若年者に比べ高齢者による事故が多く発生している可能性が高く、多くの事例が集められると考えたためである。

2-2 調査の概要

2-2-1 アンケート調査の内容

調査の概要は、以下の通りである。なお、アンケートは、2002年時点の名簿で60歳以上の男女に送付しているため、本調査で年齢が63歳以下となっている回答は、家族が記入したものと推察できる。また、宛先不明で返送されたものや未回収のものも57通（約17%）あった。

アンケートは、大きく分けて、鉄道利用時の歩行に係わる事故の経験と、事故の危険認識について聞いており、事故経験が複数ある場合は、三つまで回答できるようにした。回答者が勤務先等をリタイアしていることも想定し、現役時代を含めて事故経験を聞いている。

事故経験がない場合も、事故の危険認識について聞いており、駅での歩行中に危険と感じた場所や、その要因を聞いている。実際に送付したアンケート用紙を、付録に掲載する。

実施期間：2006年2月23日(木)～3月20日(月)

実施方法：郵送によるアンケート調査

対象：過去に鉄道総研が実施したアンケート調査に協力実績のある、A市周辺に在住の60歳以上（2002年時点）の男女

（家族が代わりに記入していると思われる例があった。63歳以下32名）

謝礼：500円相当

回収状況：発送265通（宛先不明6通、回収221通、未回収38通）回収率83%

アンケートの構成：

- (A) 回答者の鉄道利用状況
- (B) 鉄道利用時の事故経験の有無
- (C) 事故経験1
- (D) 事故経験2
- (E) 事故経験3
- (F) 転落の危険認識
- (G) 転倒の危険認識
- (H) 衝突・衝撃の危険認識
- (I) 触車の危険認識
- (J) その他の危険認識
- (K) 回答者の属性

2-2-2 回答者の属性

集計の結果、回答者は、男性128名、女性92名（不明1名）の計221名であった。年齢構成は、60歳代および70歳代で約9割を占めており、60歳代前半、60歳代後半、70歳代前半の回答者が多かった（図2-1）。職業は、無職と主婦が約7割を占めている（図2-2）。主に利用する路線として、居住区域に近いa線を挙げた回答者が67.2%いた（図2-3）。主に利用する駅として挙げられた上位10駅を見た場合、A市内にあるA駅、C駅、隣接するB市にあるB駅を中心に利用しており、次に都心ターミナル駅のD駅、F駅、郊外ターミナル駅のE駅、G駅が多いことから、居住地の最寄り駅からa線を用いてターミナル駅周辺に出かけるパターンが多いものと推察

できる (図 2-4)。

次に、回答者の鉄道の利用頻度を聞いたところ、週数回～月数回利用する回答者の割合が高かった (図 2-5)。また 60 歳以上を見ると、年齢層が上がるに伴って、鉄道利用の頻度が下がっていることがわかる (同図)。利用時間帯では、9 時～11 時台が最も多く、次いで、12 時～16 時台、17 時～18 時台の利用者が多いことがわかる (図 2-6)。曜日では、平日および特に決まっていな
いと回答した人が約半数ずつおり、土日を中心に利用する回答者は少なかった (図 2-6)。

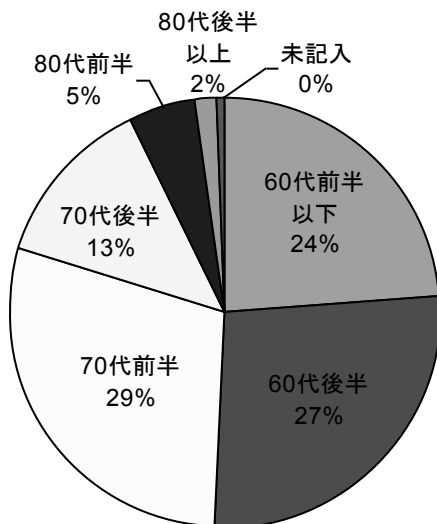


図 2-1 回答者の年齢構成

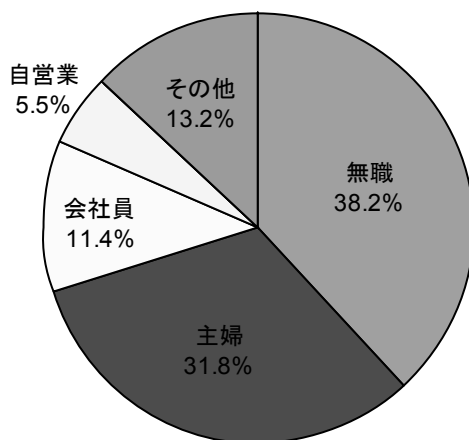
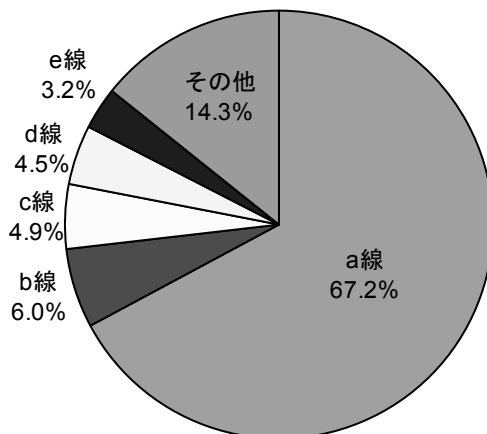


図 2-2 回答者の職業



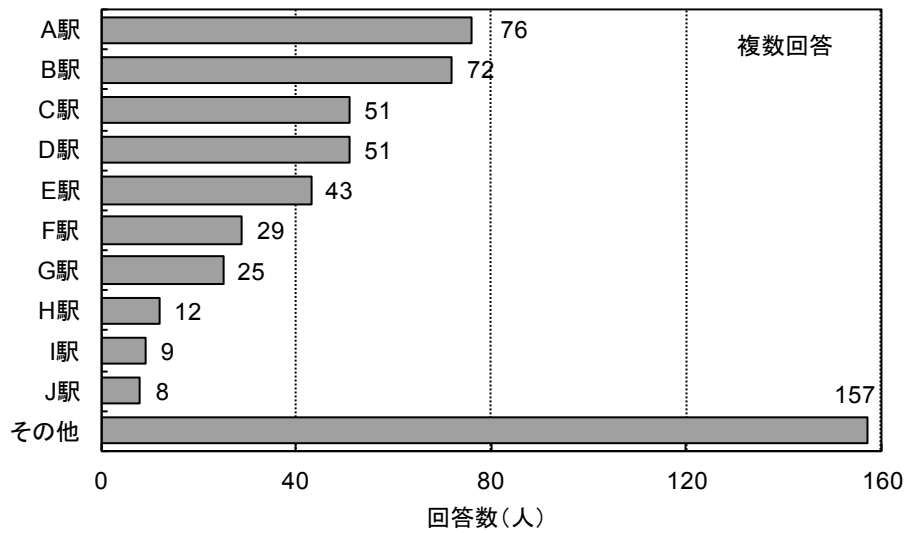
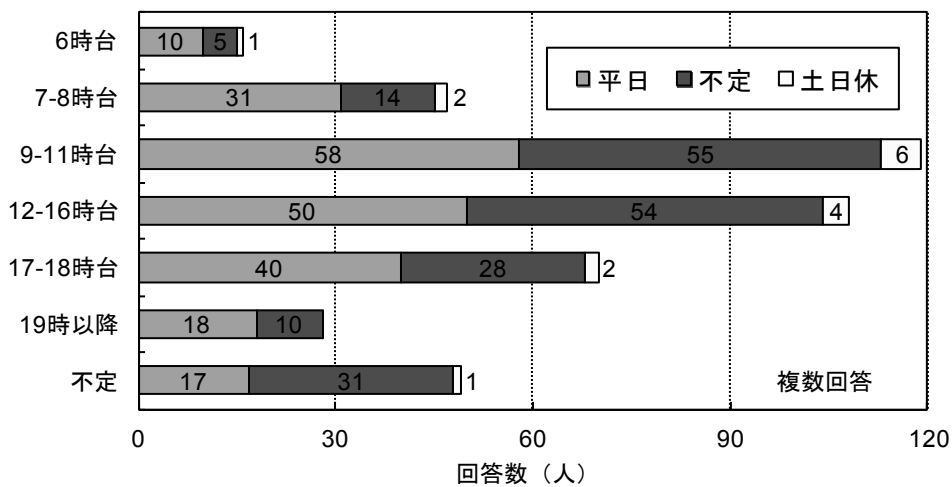
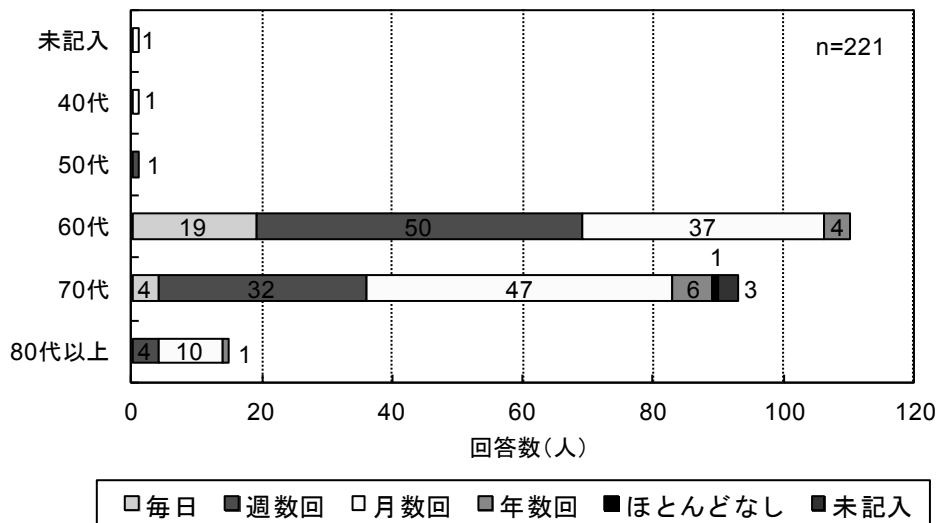


図 2-4 主に利用する駅



2-3 駅の歩行空間における事故経験に関する調査の結果

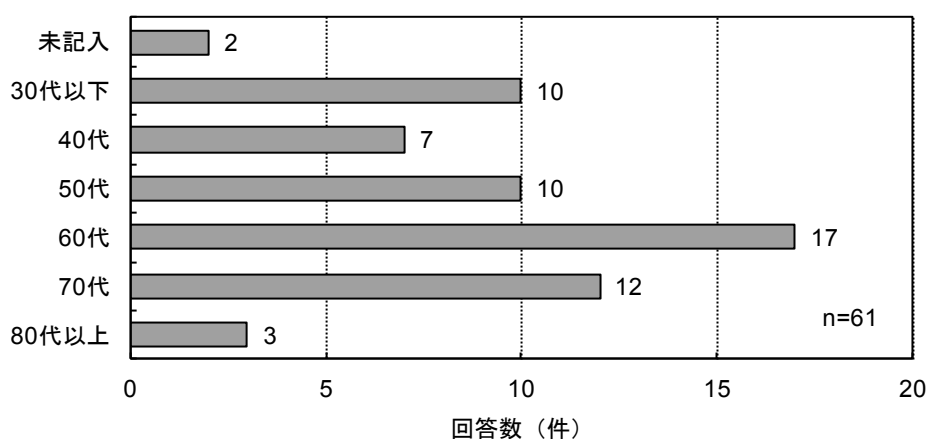
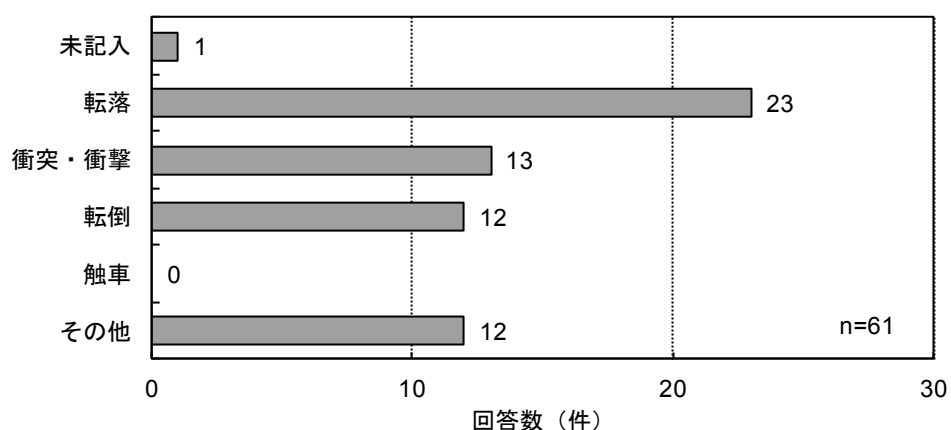
2-3-1 事故経験の概要

回答者自身もしくはその家族が、駅で転落、転倒、衝突・衝撃^{注1)}、触車等の事故に遭った経験について聞いたところ、ある44人(20%)、ない177人(80%)と約2割に事故経験があった。

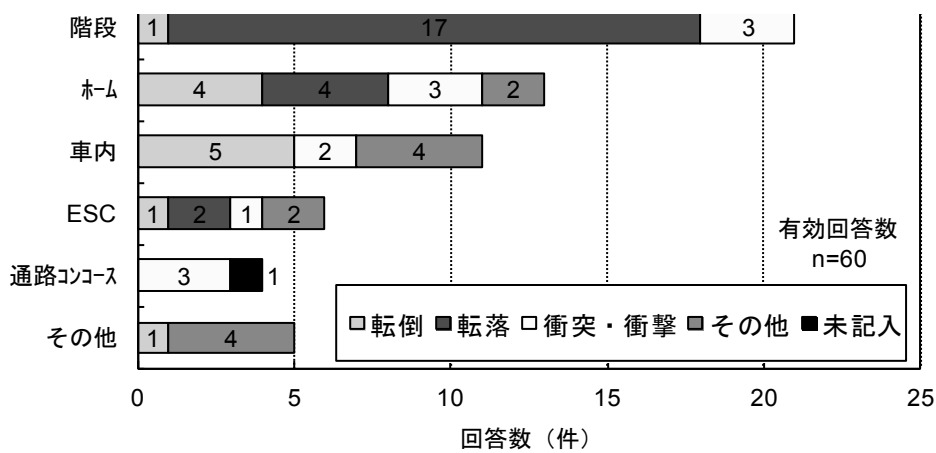
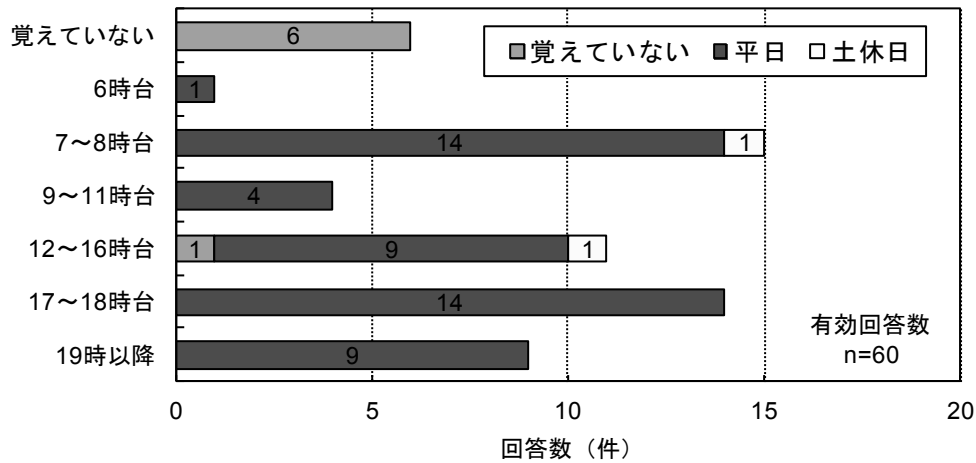
事故の経験がある人には、最大三つまで、事故の概要について聞いており、事故件数としては61件の回答が寄せられた。事故の種類では、転落が最も多く、次いで衝突・衝撃が転倒とほぼ同数となっている(図2-7)。触車事故に遭ったと回答した人はいなかった(同図)。その他の事故としては、車両とホームの間での踏み外しや扉への挟まりなどの事故が多かった。

事故に遭った人の当時の年齢を見ると、60歳代のときが最も多く、70歳代のときが続いているが、30歳~50歳代のときにも事故に遭っていることがわかる(図2-8)。事故に遭った時間帯を見ると、平日の7~8時台と17~18時台が回答する際の時間帯が狭い割に多く、これは、通勤および帰宅時間帯の事故が多いことを意味している(図2-9)。

事故が発生した場所については、階段における転落事故が最も多く、車内およびホームでの転倒も目立つ(図2-10)。衝突・衝撃に関しては、階段、ホーム、通路・コンコースで3件であった(同図)。その他の事故には、前述のようにホームと車両の間での踏み外しや扉への挟まりがあるが、発生場所は、ホーム、車内、その他の場所、として回答されていた。

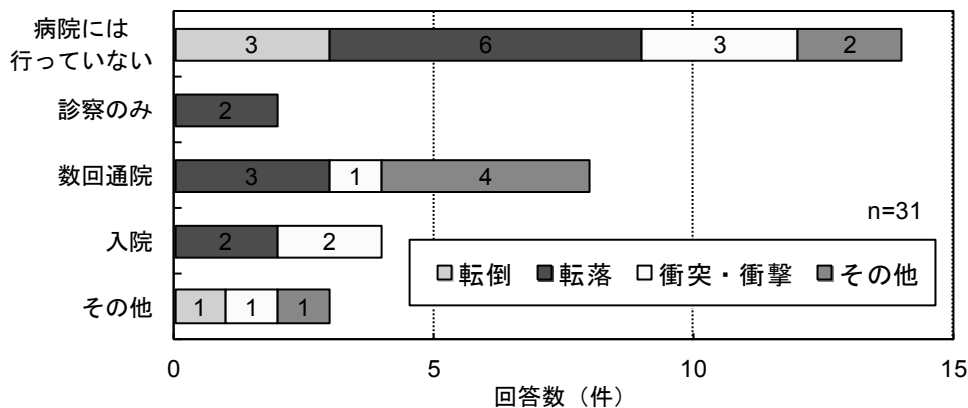


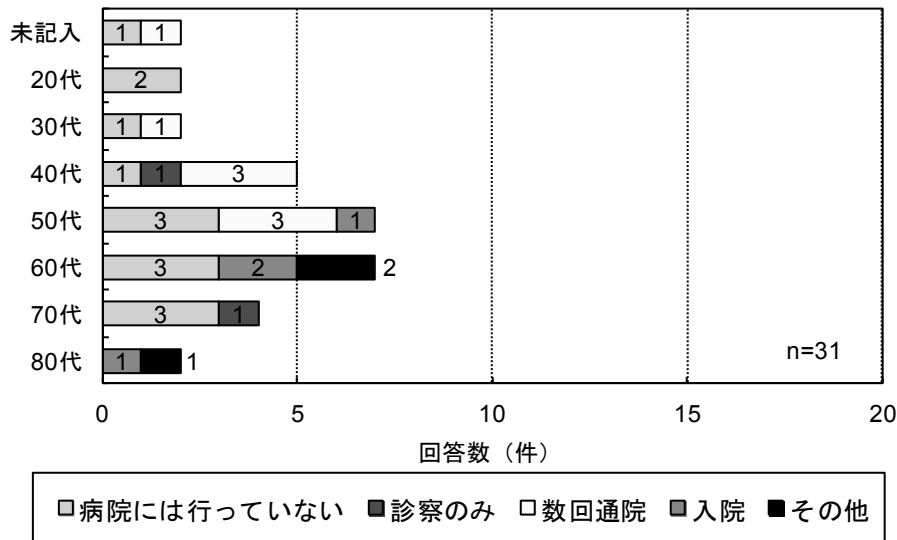
第2章 駅の歩行空間に対する利用者の安全意識の実態調査



2

事故 61 件のうち、ケガを伴う事故は、約半数の 31 件であった。これらの事故についてケガの程度を聞いたところ、病院には行かないケースが最も多く、次いで数回通院したケースが多かった（図 2-11）。また、事故の種類とケガの程度を比較した場合、転落事故と衝突・衝撃事故では、入院に至るほどのケガをしているケースがあることがわかる。また、その他の事故、概ね車両とホームの間付近での事故であるが、数回通院しているケースが多いことがわかる（同図）。ケガを伴う事故に遭った人の年齢層を見ると、入院に至るケガをしているのは 50 歳以上であることがわかる（図 2-12）。

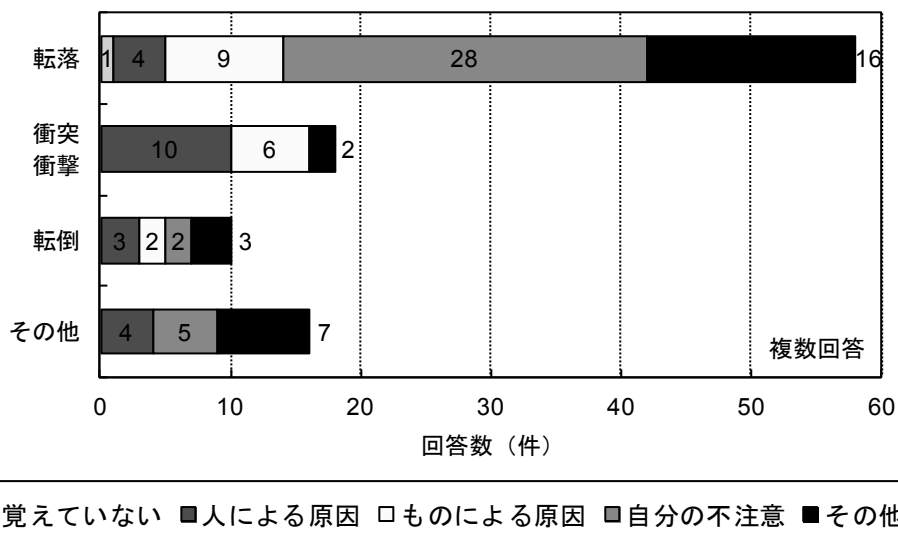


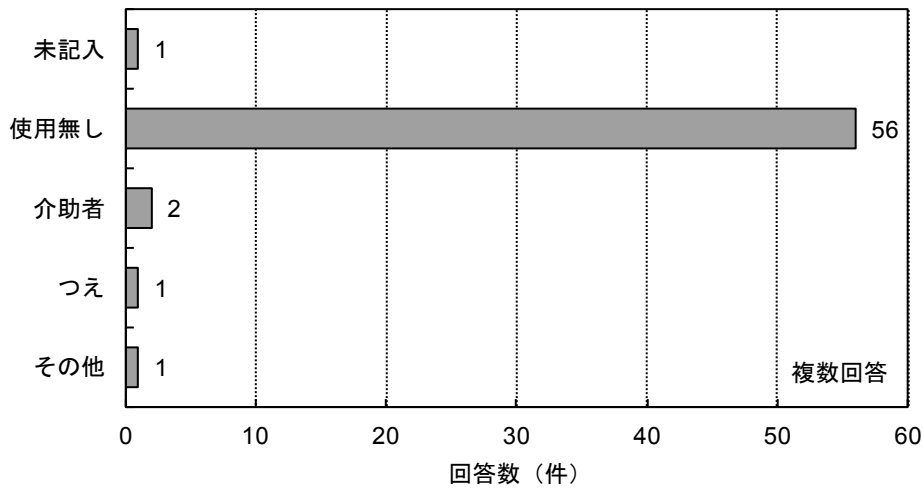
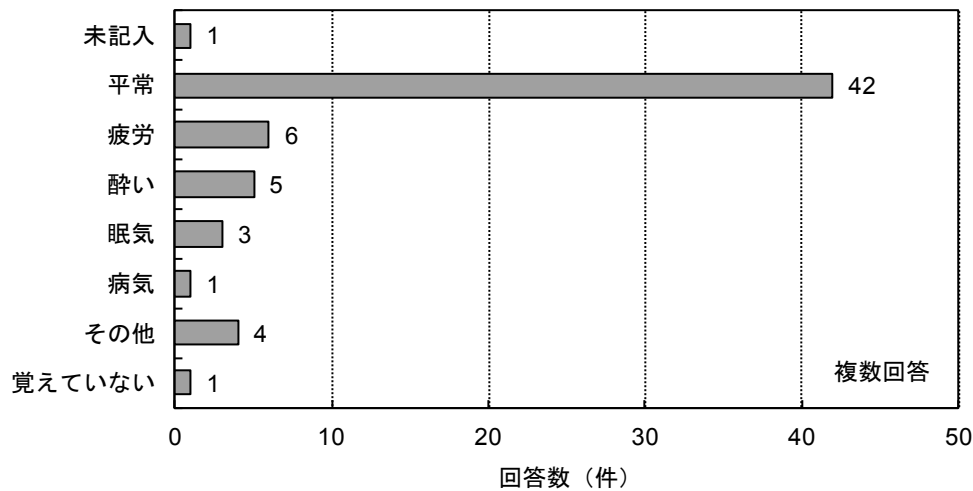


2-3-3 事故の原因

事故の原因と思われるものについて、複数回答で聞いたところ、最も多かった転落事故では、約半数のケースで本人の不注意を原因として挙げている（図 2-13）。一方、衝突・衝撃事故については、約半数のケースで、他の人を原因として挙げている（同図）。ものによる原因が挙げられたケースでは、具体的な事例について書かれていない回答も多かったが、同じ回答者の他の自由記述欄での回答から推測するに、転落事故の場合、段差の見えにくさが原因と思われるものがあった。衝突・衝撃事故の場合は、他の人の荷物や改札機の扉が原因として挙げられているものもあった。

また、事故に遭ったときの体調に関する質問では、平常であったケースが最も多く、それ以外の疲労や酔いの状態であったケースはほぼ同数であった（図 2-14）。また、事故の際に、手押し車やつえ等の歩行補助具を使用していたかどうかについても聞いたところ、使用していないケースがほとんどであり、事故の経験者が、著しく体調に問題があったり、歩行が不自由であったりした訳ではないことがわかる（図 2-15）。





2-4 駅の歩行空間における危険認識に関する調査の結果

2-4-1 危険認識の概要

駅構内での、転落、転倒、衝突・衝撃、触車について、そのような事故に遭う危険を感じたことがあるかについて聞いたところ、全回答者 221 名のうち、衝突・衝撃の危険を感じたことがある人の割合が最も多かった (図 2-16)。その他は転落、転倒と続いており、触車に関しては、危険を感じたことがあると回答した人は、約 20%であった (同図)。また、衝突・衝撃については、よく危険を感じると回答した人の割合が最も多かった (同図)。

危険を感じたことのある回答者を年齢別に見ると、転落と衝突・衝撃については、年齢層による差はあまり見られないが、転倒については、高齢になるにつれて、危険を感じている回答者の割合が増えていることがわかる (図 2-17)。

次に、事故に遭う危険を感じた場所について複数回答で聞いたところ、階段が最も多かった (図 2-18)。階段で感じた危険の種類としては、転落、衝突・衝撃がほぼ同数であり、エスカレータ (ESC) においても同様の傾向が見られる (同図)。衝突・衝撃については、どの場所でも事故に遭う危険を感じていることがわかる (同図)。

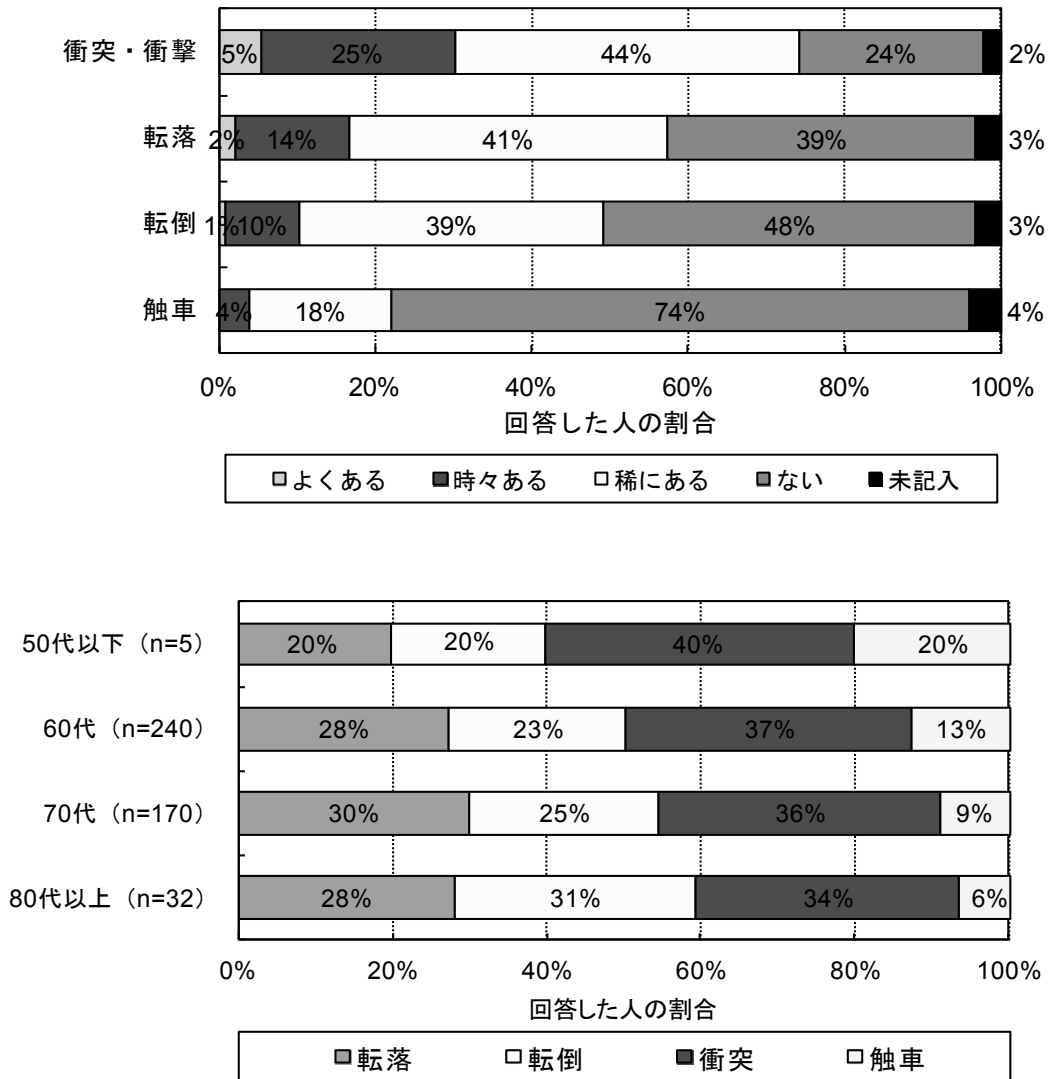


図 2-17 危険を感じた人の年齢層

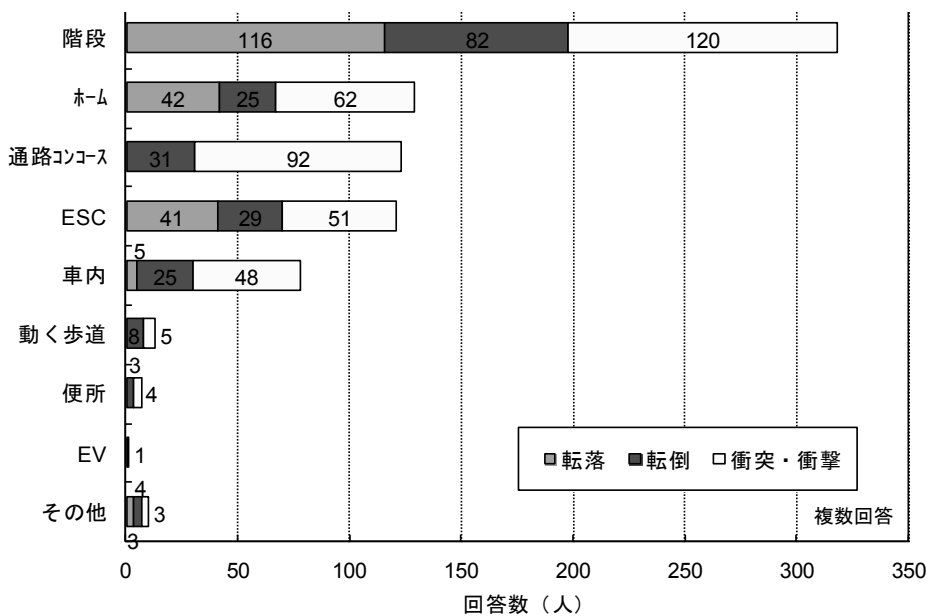
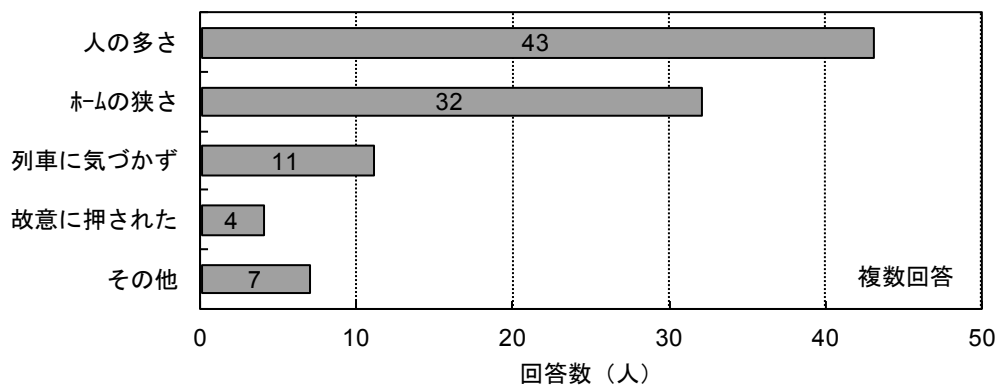
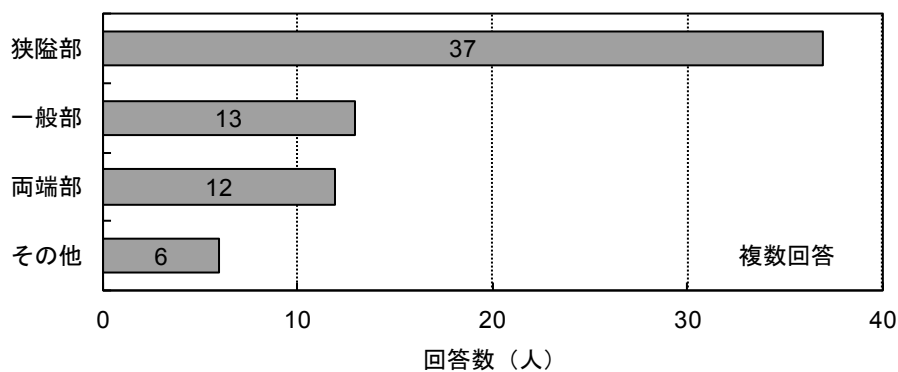
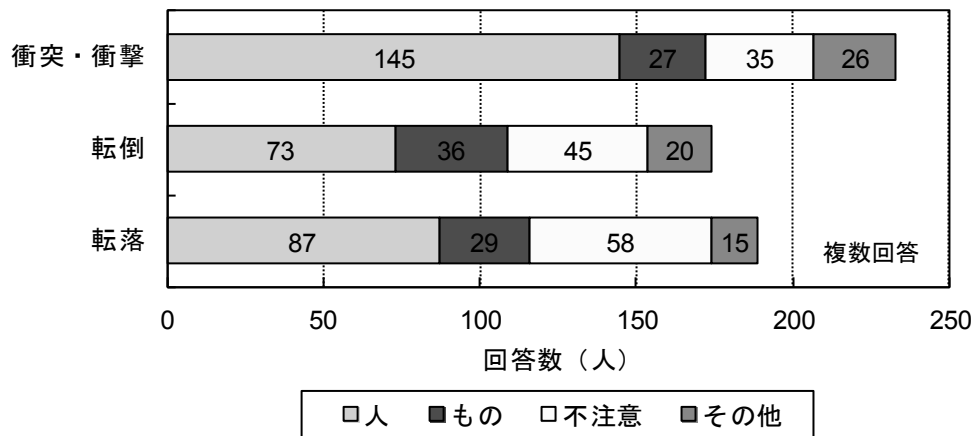


図 2-18 危険を感じた場所

2-4-2 危険を感じた原因

危険を感じた原因を複数回答で聞いたところ、衝突・衝撃、転倒、転落共に、人を原因に挙げる回答者が多く、次いで、自分の不注意を原因に挙げる回答者が多かった（図 2-19）。ものを原因に挙げた回答者の自由記述では、衝突・衝撃では他の人の荷物を挙げているケースが多く、転倒および転落では、床面の状態、特に雨で床が濡れた状態のときに危険を感じているケースが多く、その他階段の段差の認識がしにくいことで、危険を感じているケースが多かった（同図）。

また、ホームで触車の危険を感じると回答した 49 人のうち、狭隘部で危険を感じると回答した人が最も多く（図 2-20）、その原因としては、人の多さを挙げる回答者が多かった（図 2-21）。また、ホームの狭さを原因として挙げる回答者もいた。



2-5 まとめ

2-5-1 調査結果に関する考察

A市周辺に在住の高齢者を対象として、鉄道利用時の安全性に関するアンケート調査を実施し、以下のような結果を得た。

- (1) 221人中の約2割の回答者自身もしくはその家族に事故の経験があることがわかった。
- (2) アンケート対象とした高齢者に加え、30~40代で事故に遭う歩行者がいることもわかった。
- (3) 事故の場所と種類の傾向として、階段での事故と転落が最も多いことがわかった。
- (4) 事故の時間帯の傾向として、平日朝夕の通勤通学時間帯に最も多いことがわかった。
- (5) 事故に伴うケガの程度としては、病院に行かない場合が最も多く、50代以上の年齢層では入院に至るケースもあることがわかった。
- (6) 事故の原因としては、転落では本人の不注意を原因とする例が最も多く、衝突・衝撃では他人を原因とする例が最も多いことがわかった。
- (7) 事故に遭ったときの体調としては、平常であった場合が最も多く、また、歩行補助具を用いていない場合が最も多いことがわかった。
- (8) 日常的に事故の危険を感じている場所として、階段を上げる人が最も多く、事故の種類として転落および衝突・衝撃を上げる人が最も多いことがわかった。
- (9) 衝突・衝撃の危険を感じる場所は、階段、ホーム、コンコースなど幅広いことがわかった。
- (10) 事故の危険を感じた原因としては、他人を上げる回答者が最も多く、歩行速度が突出して早い歩行者との衝突に不安を感じているということがわかった。
- (11) 事故の危険を感じる傾向は、転落、衝突・衝撃では年齢層による差はみられないが、転倒では高齢になるほど危険と感じる割合が高くなることがわかった。
- (12) ホームでの触車の危険については、事故の経験はないが、危険を感じている回答者は階段について多いことがわかった。また、危険を感じる場所としては狭隘部で危険を感じやすく、その原因としては人の多さとホームの狭さを原因と感じていることがわかった。

今回のアンケート調査では、調査対象を特定の地域の高齢者としたが、その結果からは、駅での歩行に係わる事故は、高齢層を中心に発生しているものの、事故経験時の年齢は、高齢であるとは限らないことがわかった。また、歩行に係わる事故の経験に関して、得られた事例数は決して多くはないものの、事故を経験した箇所と、事故の不安を感じている箇所には、似た傾向があることも確認できている。

アンケート結果では、事故を経験した箇所、事故の不安を感じている箇所ともに、階段、ホームの順に多い結果であった。その他には、通路コンコース、エスカレータ、車内が事故の不安を感じる箇所として挙げられており、これらは、順序は異なるものの、事故を経験した箇所と概ね一致している。いずれの箇所も、駅を利用するうえで、必ず通過する箇所であることから、事故の経験、事故の不安に関連する箇所として上位に挙がることは、当然の結果ともいえる。しかしながら、階段に関しては、事故の経験、事故の不安ともに突出して高い結果となっており、高齢者が日常的に事故の不安を感じていることと、実際に事故が起きやすい箇所であることがわかる。

2-5-2 駅の歩行空間における階段の重要性に関する考察

駅にとって、階段のような上下移動のための施設は構造上不可欠なものである。

表 2-1 に、日本の主要な駅のタイプとその特徴を示す。日本の鉄道では、改札を通じて駅に出入りする方式が主流であり、列車への乗降時には、列車への乗り込みを容易にするため、乗降は専らホーム（乗降場）にておこなわれる。また、複数の線路とホームがある場合には、これらを行き来するための経路が必要となる。例えば、線路を跨ぐ跨線橋の設置や線路を下部に通路やコンコースが設置される事例がある。また、踏切等を経由して複数のホーム間を移動する例もあるが、将来的には、特に都市部においてそれらの例は少なくなることが予想される。このように上下移動のための施設が増える背景として、まちづくりの一環でおこなわれる、駅の橋上化に合わせた移動円滑化の促進や、鉄道の高架化事業、地下化事業をはじめとする、踏切解消に向けた交通施策がある。

一方で、エレベータを代表とする、上下移動を容易にするためのバリアフリー設備も充実してきた。しかし、多くの場合、設置されているエレベータの台数に比して、鉄道の輸送する乗客規模は著しく多いことから、全ての乗客がエレベータを利用して上下移動することは困難である。そこで、階段やエスカレータのように、一度に多くの乗客が上下移動できる施設が必要となり、今後も、駅には、階段やエスカレータが存在し続けることが想定される。

本調査で得られた結果は、駅の階段に対し歩行者が不安を感じやすいこと、実際に転倒・転落等の事故が発生していることを示している。また、上述のように、駅の歩行空間において階段は、構造上不可欠な施設であるという事実は、本論文で検討しようとする、駅の階段における歩行安全の重要性を裏付けるものである。

さらに、本調査では、階段の次に利用者が事故の発生や不安が生じている箇所として、ホームが挙げられている。そこで、本論文では、駅のホームにおける歩行安全性についても検討をおこなうこととする。特に駅のホームは、コンコースや階段など駅の空間のなかでも、生命に係わる危険が生じやすい箇所であり歩行安全の重要性は高い。よって、第6章においてその安全性の評価のあり方について述べることとする。

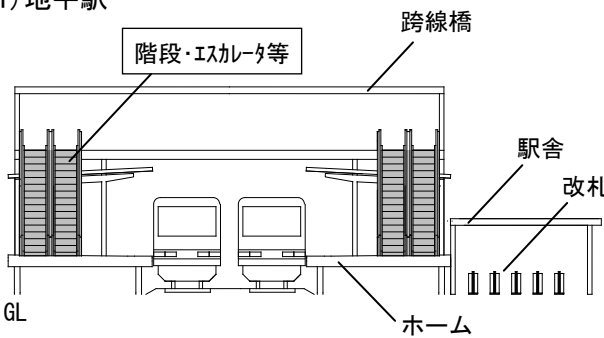
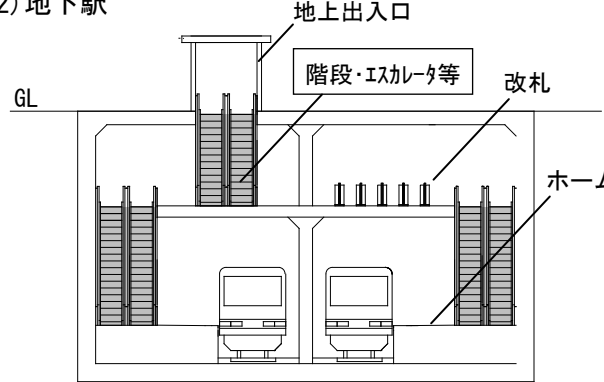
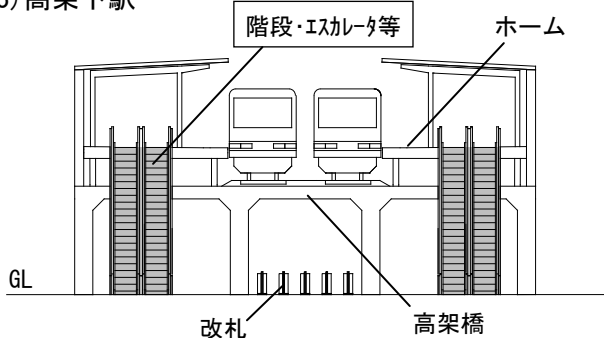
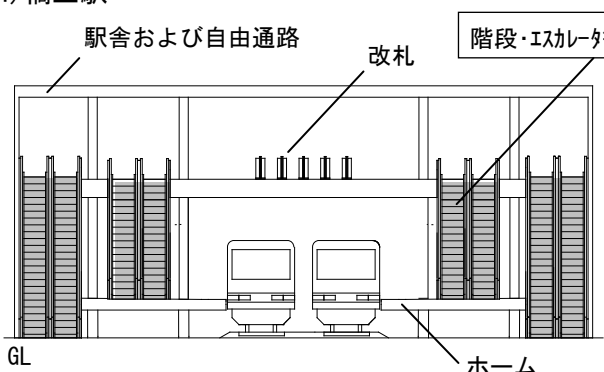
2-5-3 駅の歩行空間における不安の把握に関する今後の課題

本章では、高齢者による駅利用時の事故経験や危険認識箇所の回答から、駅の歩行空間における危険と思われる箇所の把握を試みた。

今回実施したアンケート調査は、特定の地域の高齢者を対象としており、鉄道全体で見た場合に、その結果の一般性については不十分である点は否めない。しかし、アンケートが届かなかった人を除けば、実回収率は85%を超えており、過去に協力実績のある回答者である点を考慮しても、高齢者が非常に関心を持っていることがわかる。

しかしながら、事故に関する経験や、駅の利用者が日頃抱いている不安を引き出すには、郵送によるアンケート調査では限界がある。他の方法として、鉄道会社および消防署などが保管している、駅での事故や救護実績データの活用が期待されるが、現状では、それらの情報は公開されていない。そのため、都市部や都市部以外を含む多様な地域でのアンケート調査やヒアリング調査、更には子供連れ、障がい者、若年者も含む多様な属性を対象とした地道な調査をおこない、駅の歩行空間における事故発生状況の一端を明らかにすることが、事故が起きるメカニズムの解明、施設管理者側で実施できる事故の防止対策の検討、更には公共交通施設におけるリスクマネジメントに貢献するものと考えられる。

表 2-1 日本における駅の種類と特徴

駅の種類	特徴
<p>(1) 地平駅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・「駅本屋の敷地が付近の道路面と高さにおいてあまり差がない駅」⁴⁾ ・ホームが複数ある場合、跨線橋や踏切で接続することが多い
<p>(2) 地下駅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・「線路が地中にある駅。一般に地下式構造の鉄道の駅を指す」⁴⁾ ・都市部では、専ら道路の下につくられるため、地上出入口の数は制限されることが多い
<p>(3) 高架下駅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・「鉄道線路を支える高架橋構造物の下の空間を利用する形式の駅。鉄道線路の立体化とともに生じてきたものであり、新幹線の駅や新しく敷かれた鉄道の駅に多くみられる」⁴⁾ ・その他にも、高架橋内につくられる「高架駅」もある
<p>(4) 橋上駅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・「線路上部に駅本屋を配置する形態をとる駅。線路をまたぐ歩行者専用の自由通路(跨線橋)に接続する形が多い。駅を橋上化することによって、駅の表と裏といった概念がなくなるため、駅周辺の再開発と絡めて既存の駅の橋上化が進んでいる。また、線路上部に建てられた建物全体を橋上建物と呼ぶことがある」⁴⁾

注

注 1) 本研究における「衝突・衝撃」とは、人や人の体の一部が、自ら意図の有無にかかわらず周囲の人や周囲の人の持物、柱など建物の部材にぶつかることを指す。

参考文献

- 1) エスカレーターに係る事後防止対策検討委員会：エスカレーターに係る事後防止対策について報告書、東京消防庁指導広報部生活安全課、2005.3
- 2) 高橋儀平：エスカレーター事故についての考察、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、E-1、pp.897-898、日本建築学会、2005.9
- 3) 国土交通省 運輸安全委員会：鉄軌道輸送の安全にかかわる情報の公表について、http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk8_000001.html、参照 2014.11
- 4) 鉄道総合技術研究所：鉄道技術用語辞典、丸善、2006.12

第3章 駅の階段における一方向流動の特性

3-1 はじめに

3-1-1 研究の背景

第2章では、高齢者へのアンケート結果を基に、駅の歩行空間において危険を感じやすい場所、また実際に歩行に係わる事故が起きやすい場所として階段があることを明らかにした。本章では、そのような駅の階段を利用する歩行者の実態を、群集流動の観点から明らかにする。

第2章でも述べたように、駅にとって階段もしくはエスカレータといった昇降施設は構造上不可欠な施設である。そのため、多くの駅では主となる動線に階段やエスカレータが含まれる場合が多く、一般的な建築物に比べ階段を利用する歩行者の数が多いたが特徴である。特に、駅のホーム階とコンコース階をつなぐ階段には、列車によって一度に大量に運ばれてくる乗客を円滑にコンコース階へ移動させるため、3mを超える広い幅員を持つ階段も多く存在する。

これら駅の階段の幅員や数量の設計方法については、1930年代から国鉄を中心に多くの調査と研究が積み重ねられ、現在では鉄道会社が持つ自主的な設計目安へと受け継がれている。設計の基本段階においては、流動係数(人/sec・m)と階段幅員(m)による簡易な算定手法を用いる場合が多い。近年では、複数の路線や出入口を有する都市部の駅の計画を中心に、時間的・空間的により複雑な乗客の出入りに対して、より良い規模の歩行空間を設計するため、群集歩行シミュレーションなどの動的な解析手法が取り入れられることも多い。

このように、駅の階段を歩行する群集の基礎的な特性に関しては、長年に亘り多くの調査報告がなされており、駅以外の階段を対象としたものを含めれば更に多くの調査報告がある。しかしながら、これらの調査報告の多くは、現在の測定技術を基準としたとき、その詳細に関しては幾つかの課題があることも知られている。これには、現在普及しつつある動的な解析手法が、計算式などを用いた静的な解析手法とは異なり、時々刻々と変化する群集流動の状態を把握することも可能となっていることが背景にある。動的な解析手法を中心とした解析結果の妥当性を検討する上では、群集流動の時間的な変化を捉えたデータが重要性を増しているためである。

例えば、吉田ら¹⁾は過去の調査データの比較から、調査方法の曖昧さや適用範囲の問題点を指摘している。また、人間行動をモデル化したシミュレーションの検証に関して、佐野ら²⁾は検証用データの整備が不十分であることを指摘している。

木村ら³⁾は集会建築からの流出人員数の時間変化を模式的に表したグラフによって、上田⁵⁾は駅の昇り階段における2~3秒毎の乗客数のグラフによって、戸川⁷⁾は都内の駅ホームの降り階段における5~15秒毎の通過人数のグラフによって、階段における群集流動の時間的な変化を図式的にとらえている。しかし、当時は写真機や数取器を用いた調査手法が主体であったため、同一箇所における多くの群集流動サンプルのデータを取得することは困難であったと推測される。

近年の事例では、奈良ら⁸⁾は通勤時間帯の駅の階段を対象として群集歩行を詳細に調査しているが、各データの時間的な変化については触れられていない。中村ら⁹⁾は群集流動の時系列解析手法の提案の中で駅のエスカレータに併設された階段における調査結果を報告しているが、エスカレータが主な分析対象となっている。石間ら¹⁰⁾は、駅の階段・エスカレータの流率の時間変化に関するグラフを示しているが、測定対象の詳細や条件は明らかにされていない。

このように、駅の階段における群集流動の実態に関して、基礎的な特性については駅以外の階

段も含め参考となるものが多く存在するが、現在の新しい調査手法に基づく群集流動の詳細については、調査方法を含めて明らかにされているものはなく、特に群集が階段を通過する際の時間的な変化を詳細に捉えた事例は報告されていない。このような駅の階段において時々刻々と変化することが予想される群集流動の特性は、駅の階段の安全性を考えるうえでも重要な知見であると考えられる。

3-1-2 研究の目的

本章では、駅の階段における群集流動の安全性を検討するのに先立ち、実際の階段で生じている群集流動の実態を把握することを目的とする。特に群集流動の特性を考えるうえで基本となる一方向流動を対象とした実測調査を通じて、駅の階段を通過する群集流動の状態量、例えば歩行速度、流動係数などの時間的な変化を定量的に捉えることとする。

また、これら群集流動を詳細に捉えた情報は、現在主流となりつつある駅計画時の動的な解析手法やその結果を検証する際にも役立つものである。

3-2 調査の概要

3-2-1 調査場所の概要

調査は、首都圏にある路線の終端駅 A、B、C 駅の 3 駅、計 5 か所の階段で実施した。調査対象とした階段の概要を表 3-1 に示す。

終端駅を選んだ理由としては、到着する全ての列車から、全ての乗客が降車するため、階段の通過人数が多く、列車の到着直後に断続的な一方向流動が高い頻度で観察できるためである。いずれの駅も地上にプラットフォームがあり、プラットフォーム上部にコンコース階がある橋上駅舎であり、調査対象とした階段は、プラットフォームとコンコースを結ぶ階段である。

表 3-1 実測した階段の諸元

	A 駅		B 駅		C 駅	実験場
調査日	2008年 7月28日(月)		2008年 7月31日(木)		2009年 2月3日(火)	2008年 10月4日(土)
調査時間	7:00~8:00		7:00~8:00		7:30~8:30	—
調査場所	階段①	階段②	階段①	階段②	階段	階段
全幅員(m)	1.6	3.2	3.0	2.0	3.0	2.4
有効幅員 (m)※1	1.1	2.7	3.0	2.0	2.2	2.4
高低差(m) ※2	2.7	2.7	2.2	2.9	2.6	昇:約2.2 降:約1.2
高低差(段) ※2	17	17	14	17	16	昇:13 降:7
蹴上(mm)	160	160	160	170	160	165
踏面(mm)	340	340	330	340	330	330
すれ違い	あり	あり	あり	あり	あり※3	
併設ESC	あり(昇)	なし	なし	あり(昇降)	なし	
中間柵	なし	なし	なし	なし	あり	

※1 昇りで使用している幅員を指す ※2 調査範囲は中間踊場より上の部分とした

※3 すれ違いはあるが柵により区分されている

階段の幅員は1.6～3.2mであり、全ての階段で昇り降りの群集によるすれ違いがあった。有効幅員は、昇り方向に使用されている幅員^{註1)}とした。階段の勾配は、蹴上が160～170mm、踏面が330～340mmと概ね等しい。また、二つの階段にエスカレータ（以下、ESC）が併設されていたが、今回の調査対象からは除外した。

調査の時間帯は、降車客が短時間に集中する朝のラッシュアワーの午前8時前後とした。実測調査では、到着した列車から降車した乗客が、一斉に階段に集結し、一方向流動が数分にわたり持続する状況が確認できた。また、2階コンコースでは、流動上のボトルネックおよび階段の流動に影響を与える滞留は見られなかった。

3-2-2 測定および解析の方法

図3-1～図3-5および写真3-1～写真3-5に示すA、B、C駅のホーム階段において、上部から階段内部が映るようにビデオカメラを設置し、階段を昇降する群集を撮影した。これらの映像をモニターに映しながら、階段の最上段の段鼻両端部から165cmの高さに設定した線分を基準線として、目視により線分を横切る歩行者数を1秒毎に記録した。記録の仕組みは、歩行者が基準線を通過した瞬間に、記録員が通過した歩行者の数だけパソコンのキーボードを叩くことにより、通過歩行者数と時刻がパソコン内に保存されるようになっている。なお、基準線の高さ165cmは、通勤・通学時間帯に駅を利用していると思われる年齢15歳以上60歳未満の男女の平均身長164.4cm¹⁾を参考に設定した。

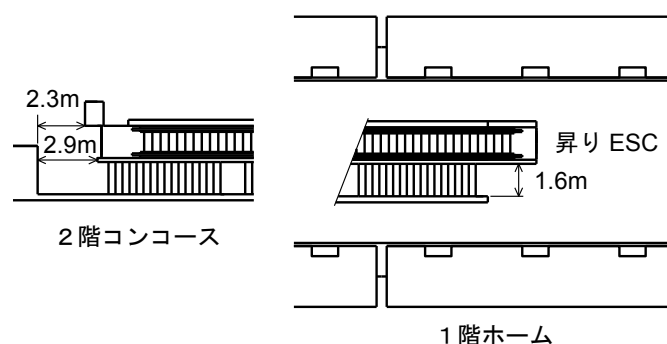


図3-1 A駅の階段①周辺の見取り図



写真3-1 A駅の階段①内部の様子

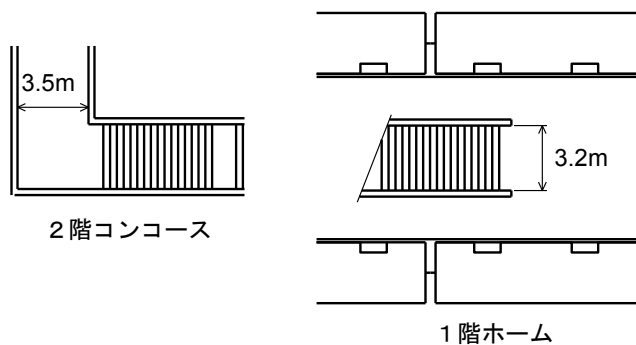


図 3-2 A 駅の階段②周辺の状況



写真 3-2 A 駅の階段②内部の様子

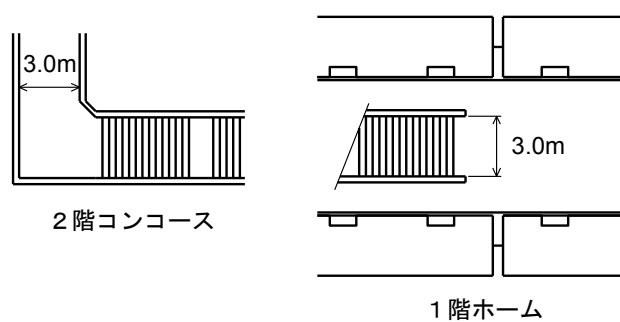


図 3-3 B 駅の階段①周辺の見取り図



写真 3-3 B 駅の階段①内部の様子

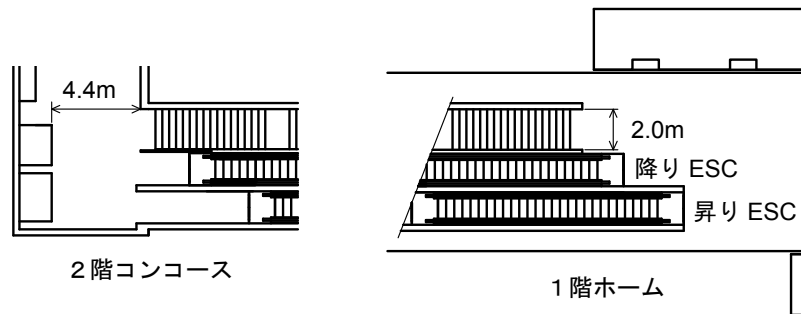


図 3-4 B 駅の階段②周辺の見取り図



写真 3-4 B 駅の階段②内部の様子

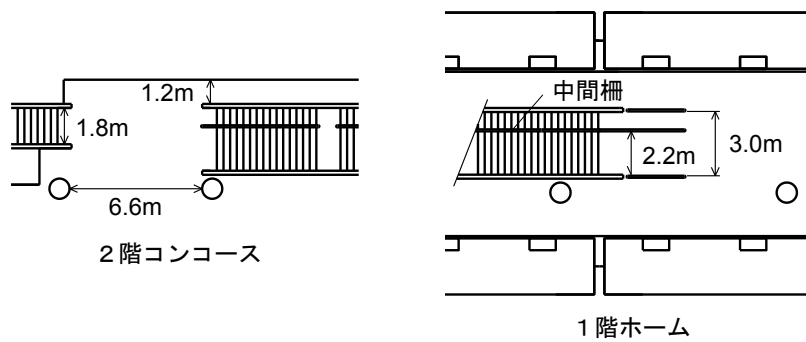


図 3-5 C 駅の階段周辺の見取り図



写真 3-5 C 駅の階段内部の様子

ここで、階段を通過する群集を考える場合、階段手前で階段への流入待ちをしている歩行者が階段内よりも高密度で滞留すれば、滞留階段への流入人数（すなわち階段入口での通過人数）が、実際の階段の通過人数である階段出口での流出人数より多くなる可能性がある^{注2)}。一方、階段出口での通過人数は、実質の階段の通過人数を表すものと思われる。階段の群集流動を取り扱ううえでは、こちらの値がより実態に近いと考え、今回は、階段の最上段における通過歩行者数を計測対象とした。

3-3 調査の結果

3-3-1 分析対象とする群集流動の抽出

今回、調査対象とした階段において、比較的人数の多い昇り方向の群集流動を観測することができたが、C 駅を除き、中間柵などによる昇り降りの区分がなされていないことから、降り方向の群集流動による昇り方向の群集流動への影響を考慮する必要がある。そこで、各階段における昇り方向と降り方向の通過人数の変化を比較した。

図 3-6～3-14 は、A～C 駅の各階段で測定した 1 秒あたりの通過人数を時刻歴で表したものである。なお、C 駅については、階段内に設置された中間柵により、昇り降りの区分がなされていることから、昇り方向の人数のみを掲載した。

調査対象とした階段を通過する歩行者のうち、昇り方向（図 3-6、図 3-8、図 3-10、図 3-12、図 3-14）の歩行者は、到着する列車からの降車客であるため、列車到着時に集中し、それ以外のときは、通過人数がないことがわかる。そこで、到着の時刻順に、発生する群集流動にナンバリングした。

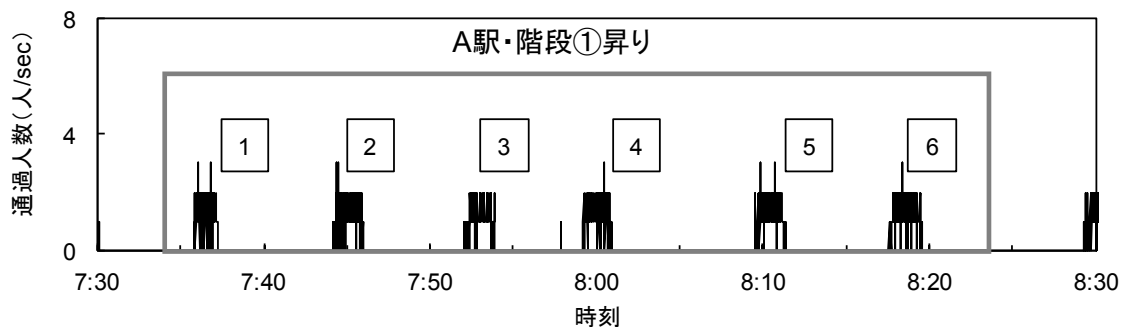


図 3-6 A 駅（階段①昇り方向）の通過人数の変化

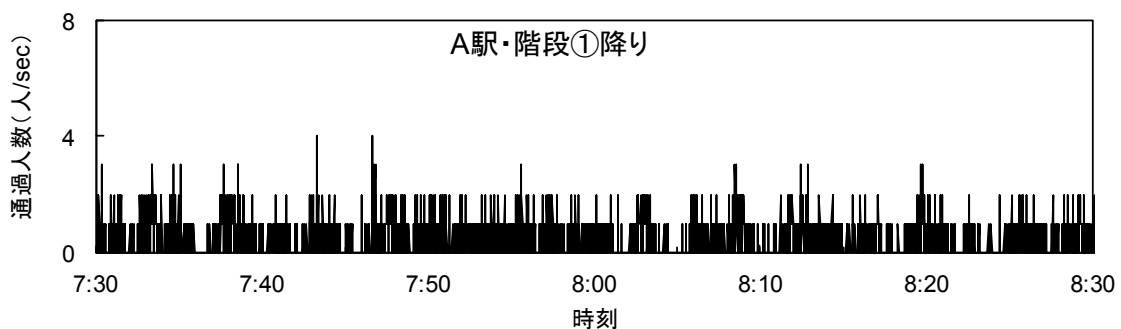


図 3-7 A 駅（階段①降り方向）の通過人数の変化

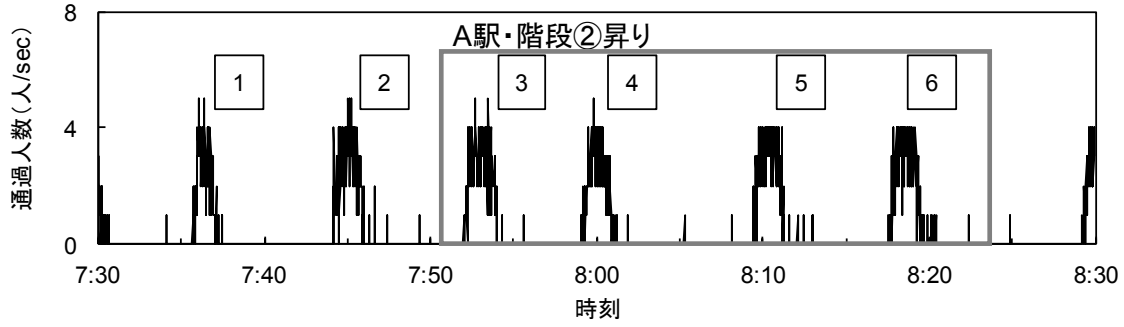


図 3-8 A 駅（階段②昇り方向）の通過人数の変化

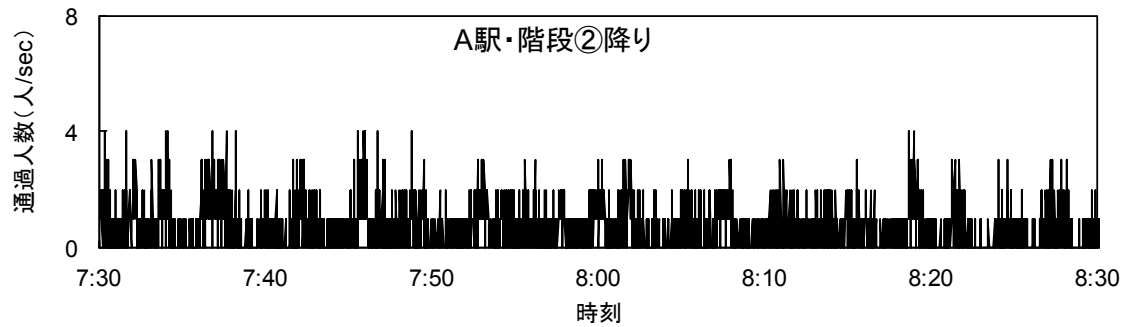


図 3-9 A 駅（階段②降り方向）の通過人数の変化

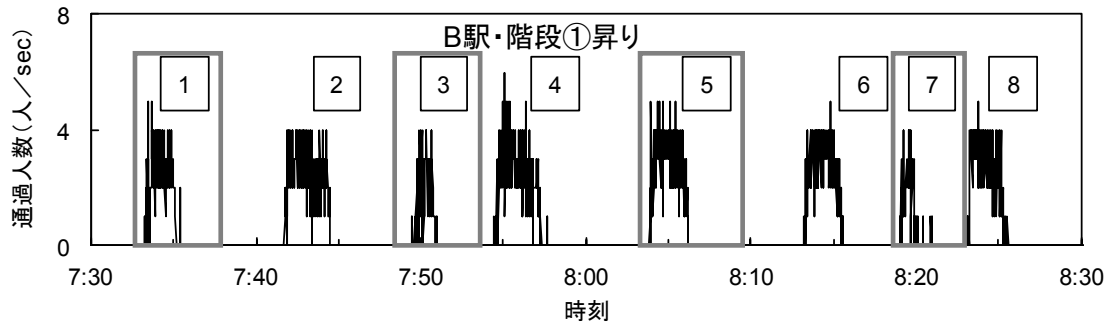


図 3-10 B 駅（階段①昇り方向）の通過人数の変化

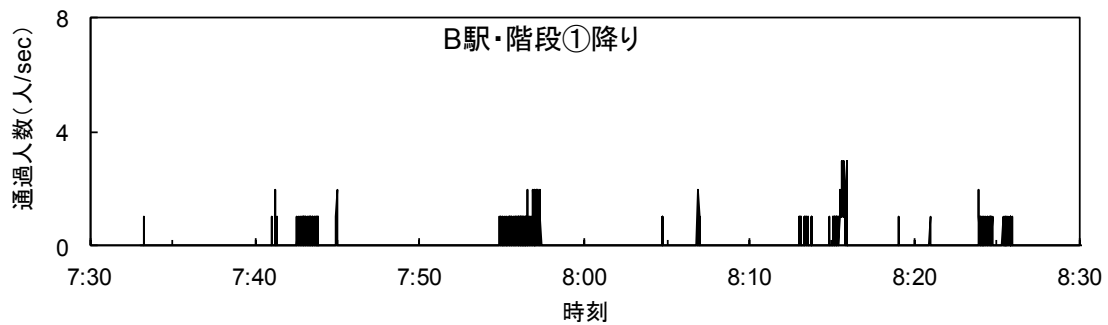


図 3-11 B 駅（階段①降り方向）の通過人数の変化

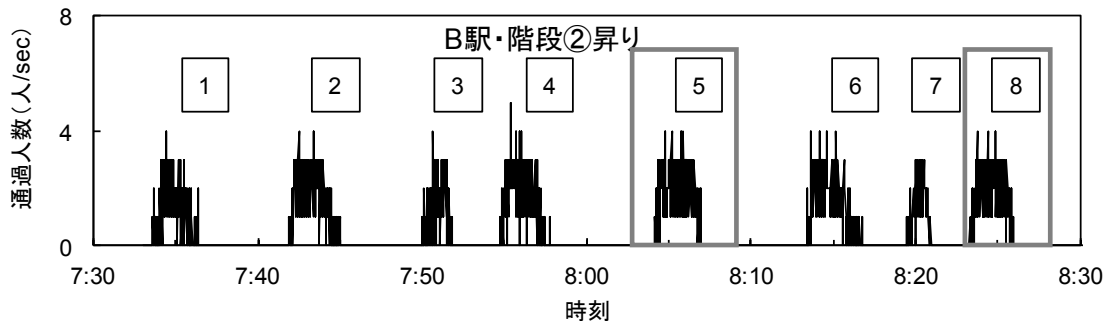


図 3-12 B 駅（階段②昇り方向）の通過人数の変化

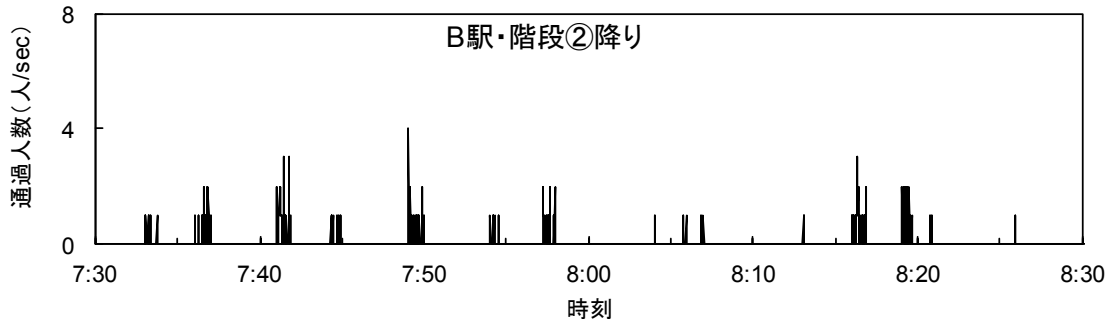


図 3-13 B 駅（階段②降り方向）の通過人数の変化

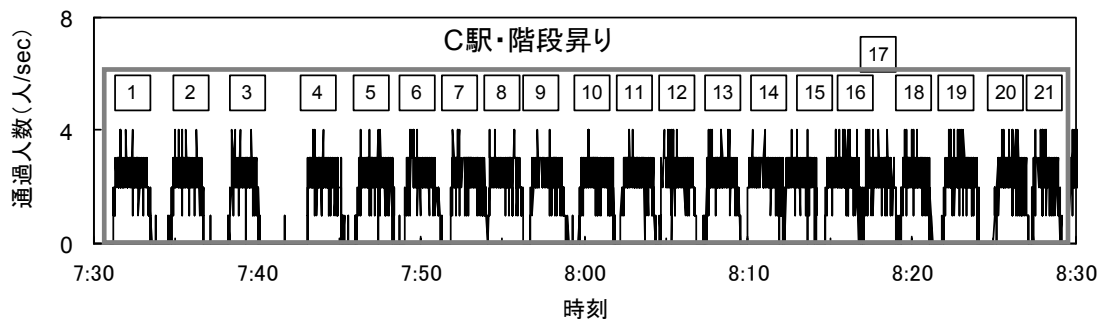


図 3-14 C 駅（階段昇り方向）の通過人数の変化

A 駅昇り方向では、階段①②ともに 6 組の群集流動が確認できた（図 3-6、図 3-8）。B 駅昇り方向では、階段①②ともに 8 組の群集流動が確認できた（図 3-10、図 3-12）。C 駅では、時間内に 21 組の群集流動が確認できた（図 3-14）。

一方、降り方向の歩行者は、各駅での乗車客や他の路線からの乗換え客であり、A 駅では、列車の到着にかかわらず安定した通過人数を示す（図 3-7、図 3-9）。次に、B 駅では、昇り方向とは異なる間隔で通過人数の増減が見られる（図 3-11、図 3-13）。

ここで、A 駅では、階段①においては、降り方向の流動が定常的に見られることから、1～6 の全ての昇り方向の群集流動を分析対象とした（図 3-6）。階段②においては、対向する降り方向の流動が比較的多い 1 と 2 を除いた、3～6 の群集流動を分析対象とした（図 3-8）。

B 駅では、降り方向の流動が一定ではないことから、対向する降り方向の影響が小さいと思われる昇り方向の群集流動を分析対象とした。すなわち、B 駅階段①では、1、3、5、7 とし（図 3-10）、B 駅階段②では、5 と 8 とした（図 3-12）。

C 駅では、中間柵により対向する群集流動の影響を受けることはないため、1～21 の全ての群集流動を分析対象とした（図 3-14）。

3-3-2 累積通過人数の変化

図 3-15~3-19 は、A、B、C 駅において分析対象とした、階段を昇る群集流動の通過人数データを、群集の先頭が通過した時点をもととして、群集の最後尾が通過するまでの通過人数の累積値の変化を表したものである。図 3-15~3-19 の累積通過人数のグラフの傾きは、各階段における群集の流動量 (人/sec) を意味する。

A 駅の階段①② (図 3-15、図 3-16) は、グラフの傾きは異なるが、いずれの群集流動においても、累積通過人数の増加傾向は階段毎に同一であり、ばらつきが小さいことがわかる。一度の列車の到着で、階段①では約 150 人、階段②では常時約 300 人の群集が通過していることがわかる。

B 駅の階段①② (図 3-17、図 3-18) は、同様に累積通過人数の増加傾向はほぼ同一であるが、特に階段①については、各群集流動の総通過人数が 100 人単位で異なり、累積通過人数の増加傾向にもばらつきが見られた (図 3-17)。階段①では 100~400 人の間で通過人数に差が見られるが、階段②では、今回分析対象とした群集流動における通過人数はいずれも 300 人程度であった (図 3-18)。

C 駅の階段 (図 3-19) は、分析対象とした群集流動のサンプル数の多さや総通過人数の大小にかかわらず、グラフの傾きがほぼ均一であった。また、最大の総通過人員は概ね 300 人であった。

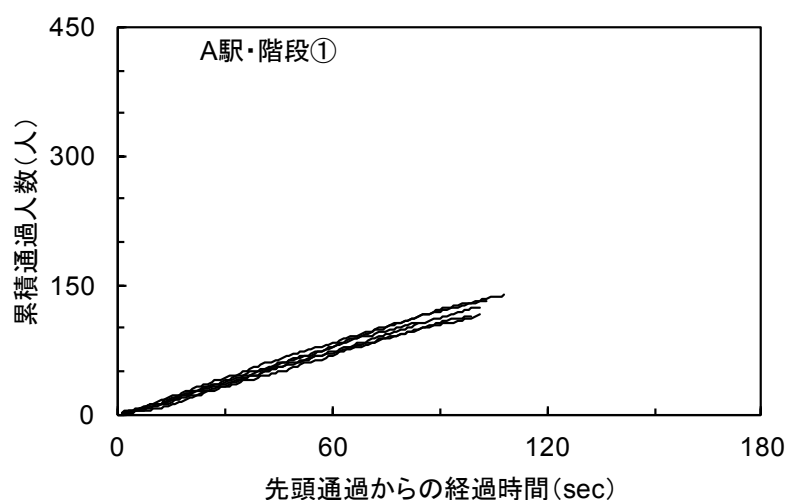


図 3-15 A 駅階段①の累積通過人数

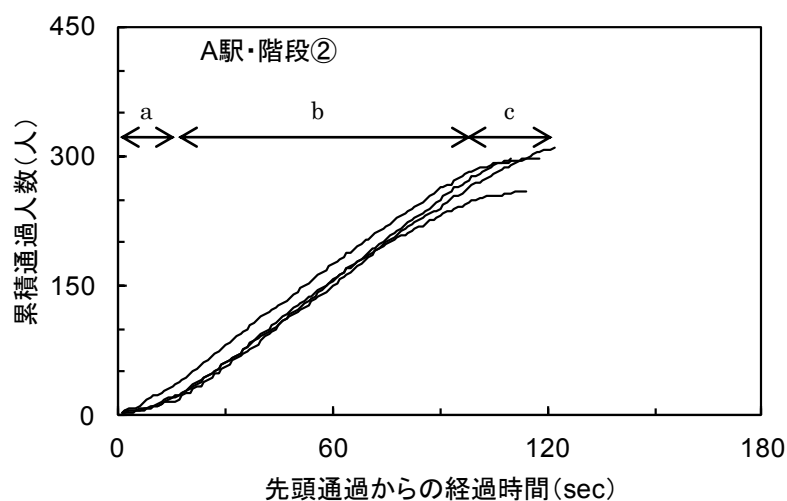


図 3-16 A 駅階段②の累積通過人数

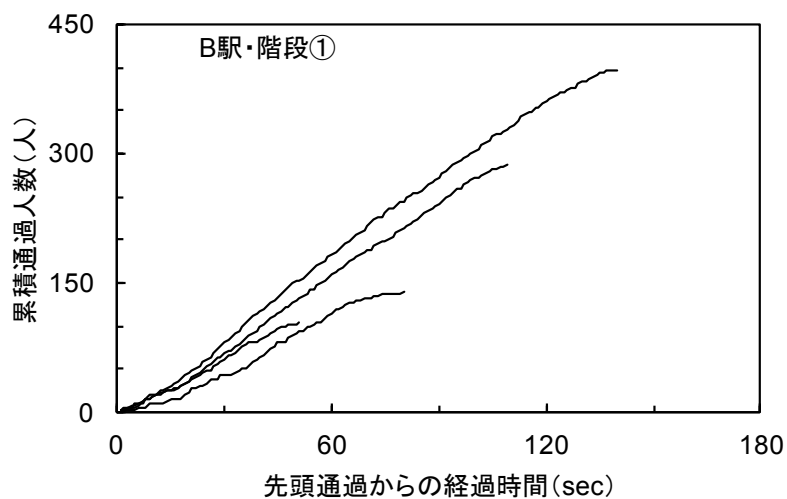


図 3-17 B 駅階段①の累積通過人数

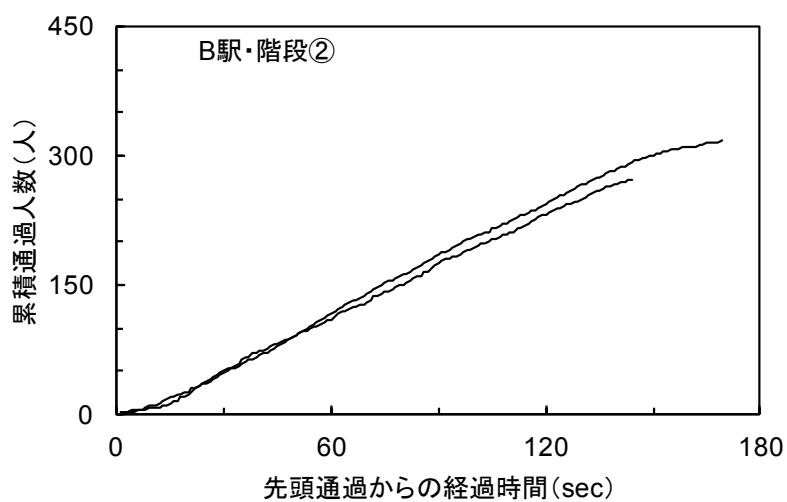


図 3-18 B 駅階段②の累積通過人数

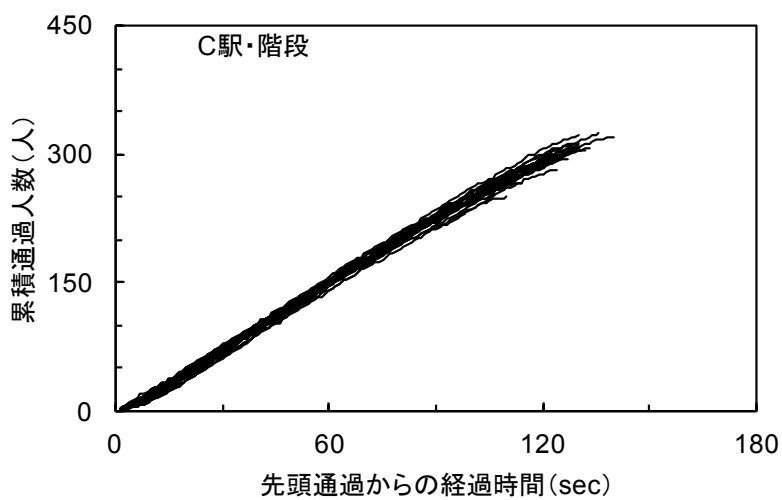


図 3-19 C 駅階段の累積通過人数

3 駅に共通して、累積通過人数の増加を示すグラフは、両端が曲線、中間部が直線の S 字を引きのばした形となっており、これは戸川⁷⁾が述べている群集流動の「不定常部」^{注3)} (区間 a)、「定常部」(区間 b)、「減衰部」(区間 c) にあたるものと考えられる。

なお、A 駅の階段② (図 3-16)、B 駅の階段①② (図 3-17、図 3-18) に比べ、A 駅の階段① (図 3-15)、C 駅の階段 (図 3-19) では、区間 a が不明確となっている。これは、A 駅の階段①および C 駅の階段が、通過する群集流動に対して幅員が狭く、早期に階段容量^{注4)}の上限に近づくことから、短時間で定常状態に移行するためと考えられる。

図 3-15～3-19 のグラフの傾き、すなわち流動量は、階段幅員の影響を受けるため、異なる階段を単純に比較することはできないが、B 駅階段① (図 3-17) のように同じ階段でも異なる傾きが見られることから、通過する人数が異なる場合などに、群集流動の通過状況によって異なることがわかる。また、C 駅階段 (図 3-19) のように、階段容量の上限に近い群集流動が頻繁に見られる階段では、流動量も概ね一定となる。

3-3-3 平均流動係数の変化

図 3-20～3-24 は、3-3-2 で述べた累積通過人数(人)を先頭通過からの経過時間(sec)および各階段の階段幅員(m)で除した値である平均流動係数(人/sec・m)と、先頭通過からの経過時間との関係を表したものである。グラフに示される値は、群集の先頭通過からある時点までの平均化された流動係数^{注5)} (以下、平均流動係数)を意味している。これら平均流動係数は、時間の経過に伴い、一定の値に収束する傾向があり、グラフの右端が示す平均流動係数は、1 回の群集流動の通過から得られる流動係数に相当する。

A 駅階段② (図 3-21)、B 駅階段② (図 3-23)、C 駅階段 (図 3-24) では、ピークとなる値および最終的な値は、通過する群集流動による大きな差は見られない。一方、A 駅階段① (図 3-20)、B 駅階段① (図 3-22) では、ピーク値、最終的な値ともに差が大きいことがわかる。

このことから、累積通過人数のグラフにおいて、B 駅階段①のように、ばらつきが顕著な群集流動はもとより、A 駅階段①や A 駅階段②、C 駅階段のように、ばらつきが顕著ではない群集流動でも、平均流動係数のグラフにばらつきが現れる場合には、群集流動が時間とともに変化する状況が均質ではないことがわかる。逆に、サンプル数は少ないが B 駅階段②のように、平均流動係数のグラフでのばらつきが小さい群集流動では、累積通過人数のグラフのばらつきも小さいことが確認できる。

また、平均流動係数のグラフにおいても、群集流動の「不定常部」「定常部」「減衰部」による変化の状況がみられる。C 駅階段 (図 3-24) を例にとると、区間 a～区間 c により、平均流動係数の傾向が異なる。区間 a では、区間 b および区間 c に比べ大きくばらついており、また、区間 b から区間 c にかけて平均流動係数はやや低下している。このことから、階段を通過する群集流動の先頭を起点として流動係数を測定しようとする場合、「定常部」で測定を打ち切った場合と、「減衰部」まで測定を継続した場合とで、得られる流動係数に差が生じることがわかる。このことから、ピークとなる平均流動係数を得ようとする場合には、「定常部」で測定を終える必要がある。A～C 駅のグラフ (図 3-20～3-24) では「定常部」が一定時間持続しており、その間に平均流動係数は概ね一定の値を取ることから、「定常部」に達した段階では、どの段階で測定を終えても、得られる平均流動係数に大きな差はないことがわかる。

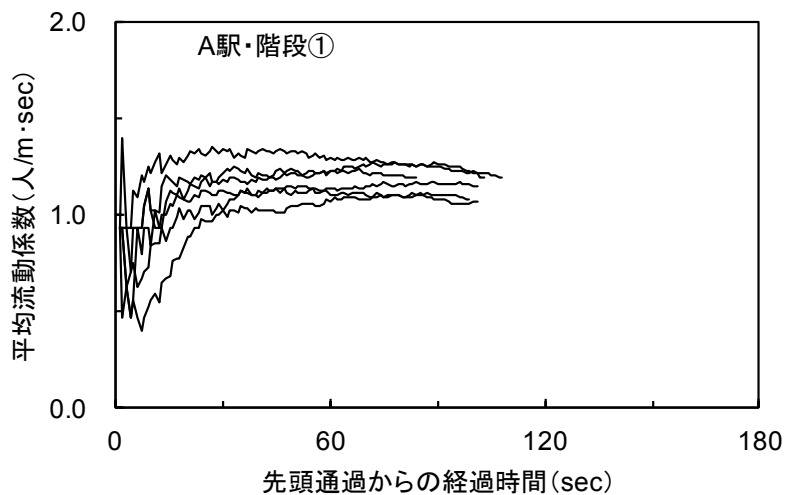


図 3-20 A 駅階段①の平均流動係数

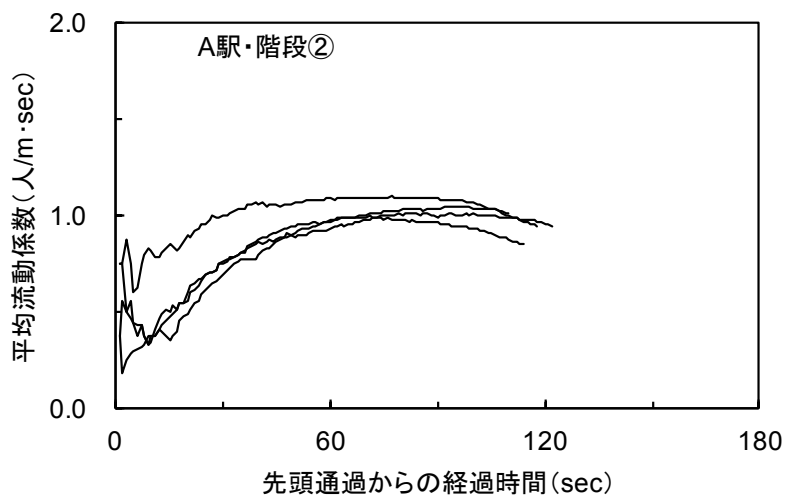


図 3-21 A 駅階段②の平均流動係数

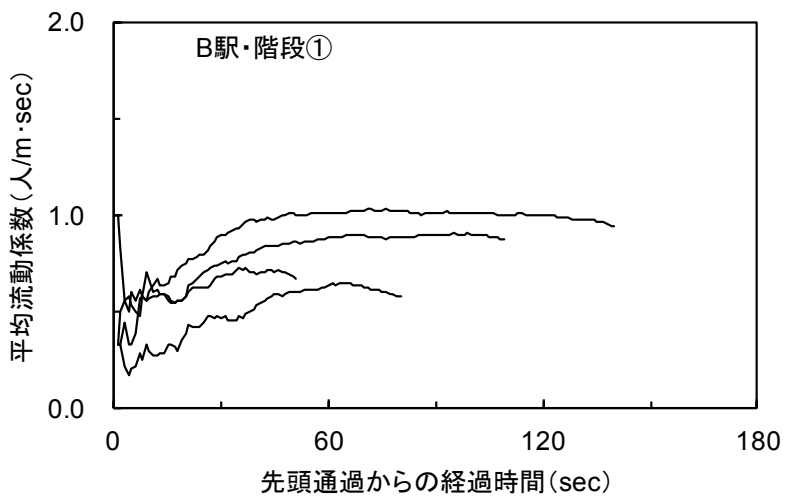


図 3-22 B 駅階段①の平均流動係数

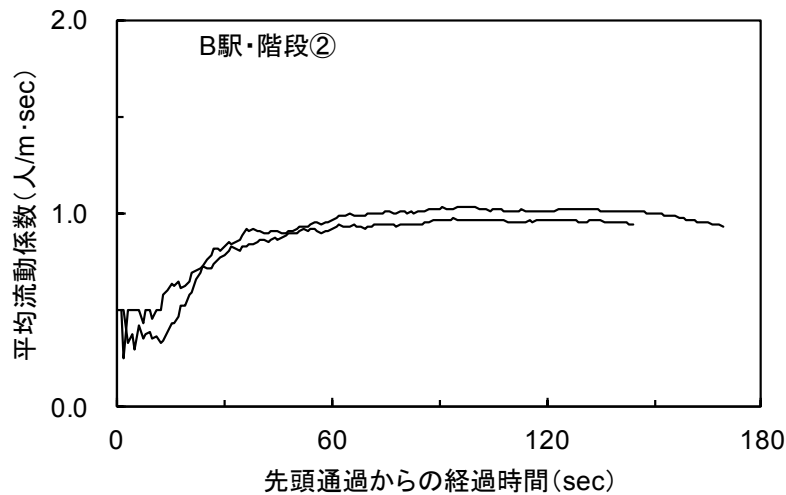


図 3-23 B 駅階段②の平均流動係数

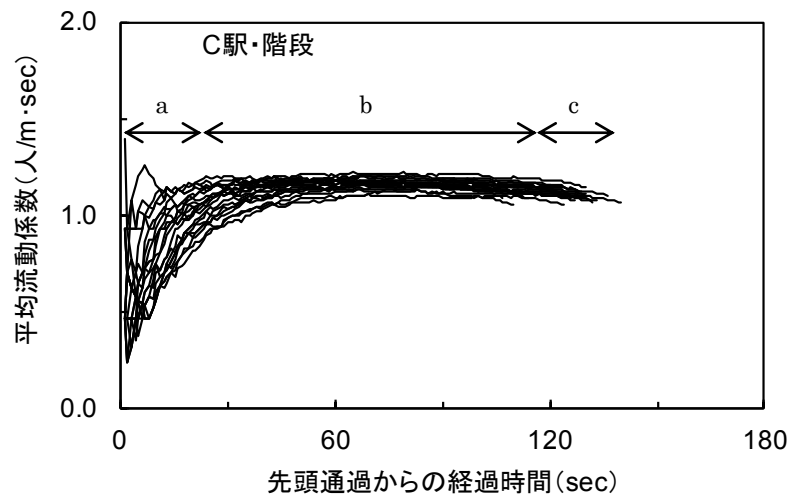


図 3-24 C 駅階段の平均流動係数

3-3-4 流動係数の変化

図 3-25～3-29 は、分析対象とした群集流動について、元データとなる 1 秒あたりの通過人数(人/sec)を 2 秒あたり通過人数に丸めた^{注6)}うえで、各階段の幅員(m)で除した流動係数(人/m・sec)のグラフである。ただし、同一階段で複数観測された群集流動のうち、群集流動の継続時間が近いものを選び出して^{注7)}算出した流動係数を、時刻ごとに平均して表したものである。横軸は、3-3-2、3-3-3 同様、群集の先頭が通過した時刻を 0 とした場合の経過時間を表しているが、3-3-3 の平均流動係数とは異なり、2 秒ごとに求めた瞬間的な流動係数の時間変化を表すものである。

A 駅では、階段① (図 3-25) 階段② (図 3-26) とともに、群集流動が通過し始めた時点では、流動係数が増加し、ピークを迎えた後、最後は減少する様子が見て取れる。B 駅でも同様の増減が見られるが、階段① (図 3-27) 階段② (図 3-28) とともに、A 駅に比べ流動係数のばらつきが大きい。C 駅階段 (図 3-29) でも同様の増減が見られ、A 駅 B 駅に比べピークが続く状態が明確に表れていることが特徴である。また、流動係数のグラフにおいても、群集流動の通過に伴う「不定常部」(区間 a)、「定常部」(区間 b)、「減衰部」(区間 c) が生じていることがわかる。

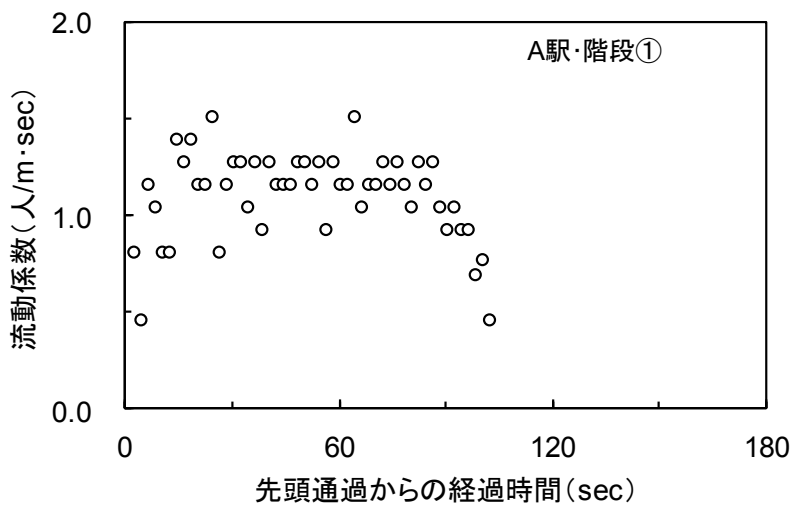


図 3-25 A 駅階段①の流動係数

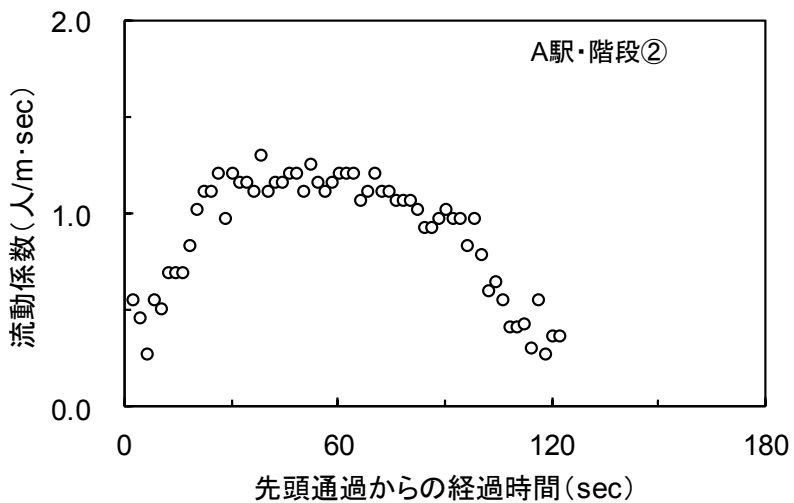


図 3-26 A 駅階段②の流動係数

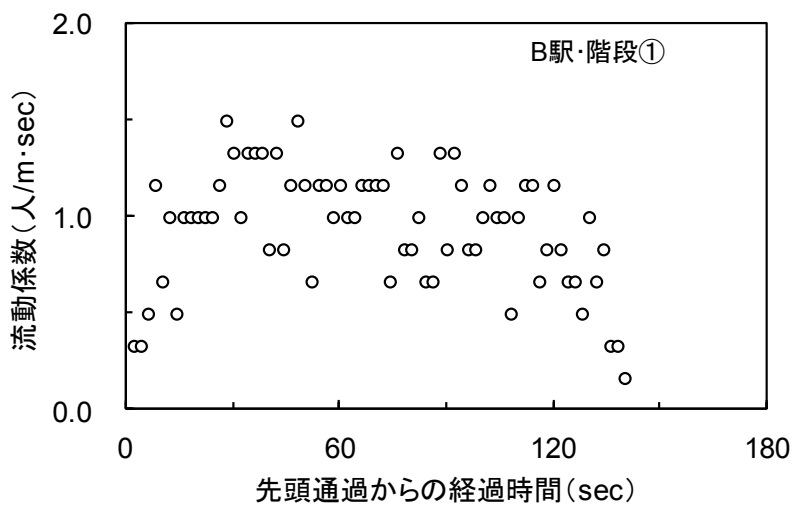


図 3-27 B 駅階段①の流動係数

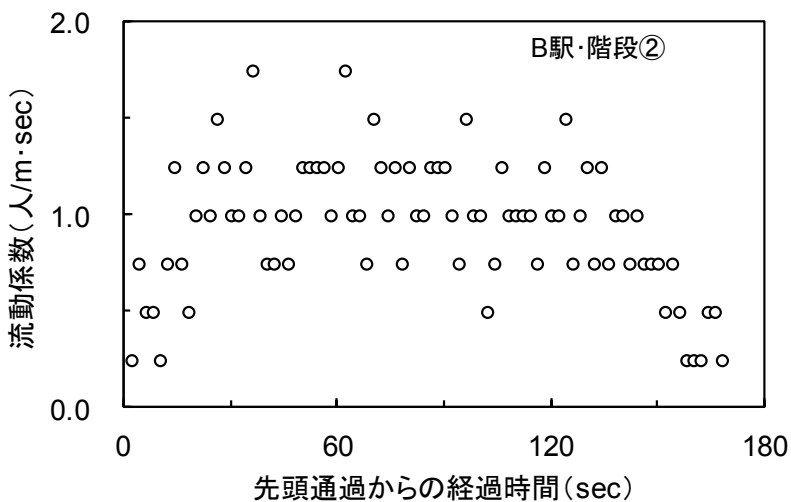


図 3-28 B 駅階段②の流動係数

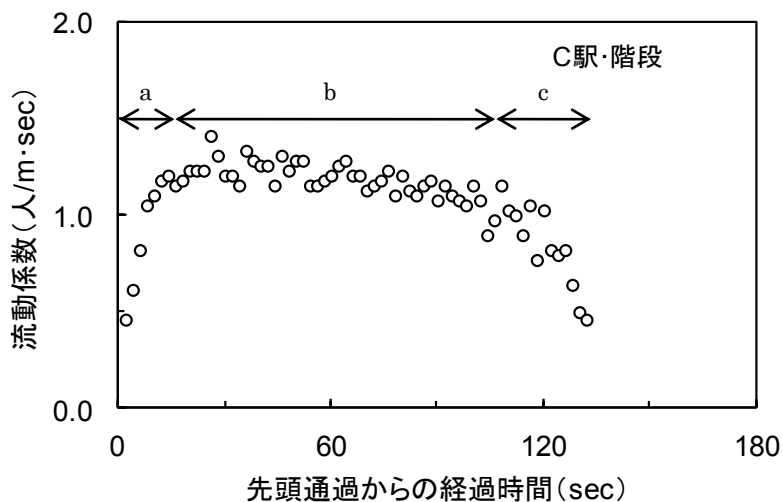


図 3-29 C 駅階段の流動係数

上記グラフから、A 駅の階段① (図 3-25) のように、階段幅員が狭い階段では、1 人の通過があった場合でも幅員の大部分を占有することになり、流動係数は早期に高い値を示しやすいことが確認できる。

B 駅の階段① (図 3-27) や階段② (図 3-28) のように、少ないサンプル数の群集流動を取り扱う場合には、流動係数がばらつき、ピークとなる流動係数の傾向は捉えにくいことがわかる。

A 駅の階段② (図 3-26) や C 駅の階段 (図 3-29) のように、群集流動が階段容量に達する状態を安定して観察できる階段では、流動係数が定常状態を示す状況が確認しやすいこともわかる。

3-3-5 歩行速度の変化

図 3-30～3-34 は、各階段において測定した昇り方向の歩行速度^{注 9)}であり、以降の歩行速度は、昇り方向のものを意味する。縦軸を歩行速度・昇り (m/s)、横軸を経過時間 (s) とし、群集の先頭が通過した時刻を 0 としている。階段部であるため、速度は、水平成分 (●印)、鉛直成分 (○印)、それらの合成速度^{注 9)} (×印) で表現している。

測定方法は、A～C 駅において撮影した映像を見ながら、特定の断面間 (距離、段数は表 3-1

の通り)を、昇り方向に通過する歩行者を無作為に選び出し、断面間通過にかかる時間を測定することで、歩行速度を算出した。

今回は、各階段ともに中間にある踊場より上の部分の群集流動を調査対象としている。これは、目視により測定可能な映像を取得できたのが踊り場より上の部分であったためであるが、通過人数を測定箇所と同様、階段内の状況を把握するという点で問題はないと考えた。上記の分析を、映像を繰り返し再生しながら行い、A駅の階段①で127人、階段②で153人、B駅の階段①で168人、階段②で162人、C駅の階段で461人のサンプルを得た。

A～C駅に共通して、群集流動が通過し始めた時点では、歩行速度は約1.0～1.5m/sec(水平成分)の値を示し、その後、歩行速度は急激に低下して約0.5m/sec(水平成分)付近に収束する傾向が見られる。これは群集が階段を通過する際、最初は自由歩行^{注10)}に近い速度で先頭集団が通過するが、時間とともに階段内の歩行者が増え、歩行速度が制限される状況を表しているものと考えられる。歩行速度も0.5m/sec(水平成分)付近に収束しており、先頭集団の歩行速度よりも半減している。若干の大小はあるがどの階段でも同様の傾向が見られ、特にC駅では、他の駅と比べて多くの歩行者のサンプルが得られたため、歩行速度の低下・収束傾向がより顕著である。

流動係数の時間変化と同様に群集流動の「不定常部」「定常部」「減衰部」を模式的に示した区間a、b、cをC駅の歩行速度のグラフに重ね合わせると、区間aでは大きく歩行速度が低下するが、区間bおよび区間cでは歩行速度の低下は見られない。一方、図3-29において、流動係数は、区間bにおいて徐々に低下し、区間cにおいて大きく低下していることから、階段を通過する群集流動の密度は、定常部において徐々に、減衰部において急激に低下するものと推測できる。

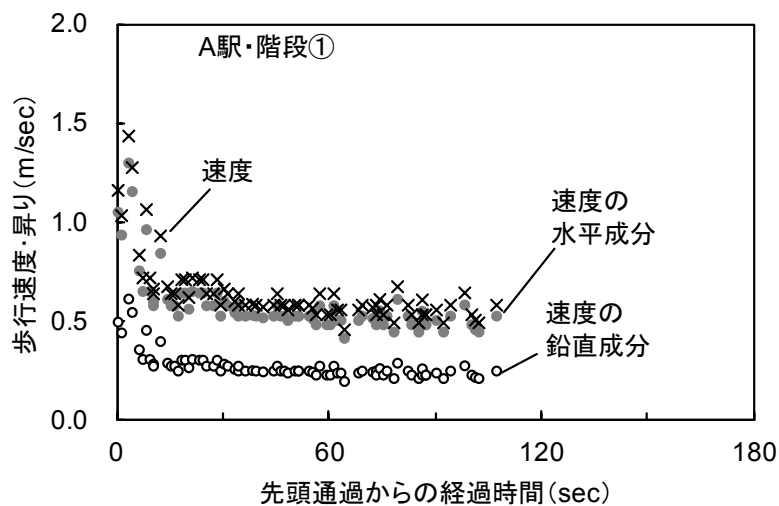


図 3-30 A 駅階段①の歩行速度・昇り

- 速度の水平成分
- 速度の鉛直成分
- × 段鼻を結んだ方向の速度
(図 3-30～図 3-34 に共通)

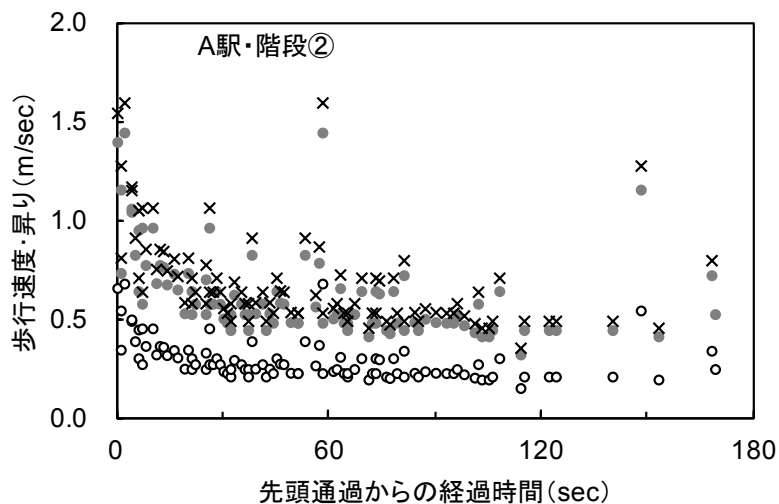


図 3-31 A 駅階段②の歩行速度・昇り

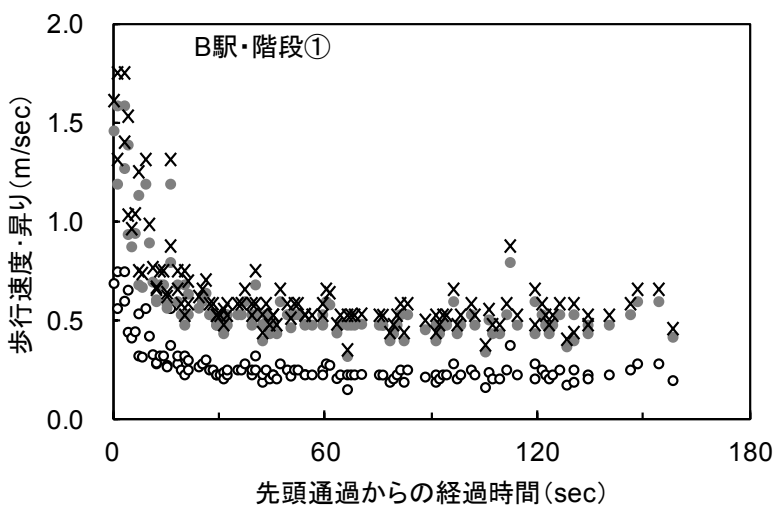


図 3-32 B 駅階段①の歩行速度・昇り

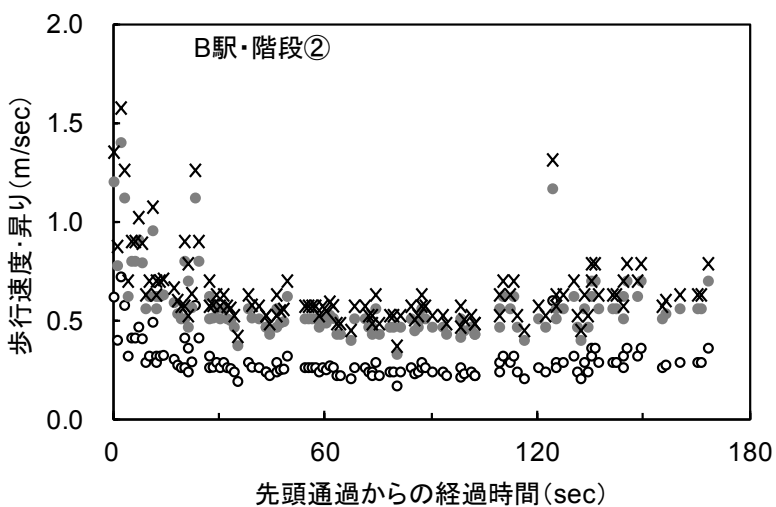


図 3-33 B 駅階段②の歩行速度・昇り

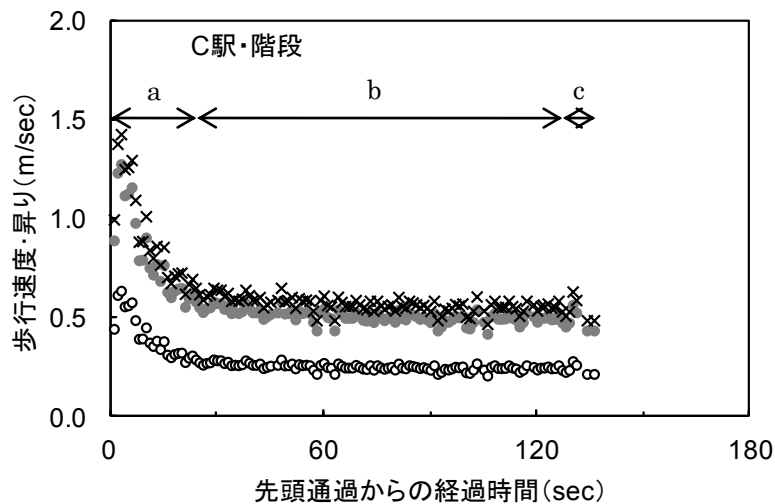


図 3-34 C 駅階段の歩行速度・昇り

3-4 まとめ

3-4-1 調査結果に関する考察

大規模な一方向流動が確認できる駅ホームの階段において、昇り方向の群集流動を対象とした実測調査を行い、累積通過人数、流動係数、歩行速度について時間変化の観点から分析した。その結果は、以下の通りである。

- (1) 駅ホームの昇り階段における 1 秒あたりの通過人数データから、階段を通過する群集流動が不定常部～定常部～減衰部と変化する状況を定量的に把握した。
- (2) 通過する群集流動の人数に対し、幅の狭い階段においては、不定常部が続く時間は短く、早期に定常部に移行することを定量的に把握した。
- (3) 群集流動の定常部では、流動係数がピークとなり定常状態を示すことを定量的に把握し、この状態が続く時間は、群集流動が持続する時間に応じて長くなるが、流動係数の値は、減衰部にかけて徐々に低下することを把握した。
- (4) 階段での歩行者の昇り方向の歩行速度をサンプリングしたデータから、階段を通過する群集流動の昇り方向の歩行速度の時間変化においても、不定常部、定常部を定量的に把握し、減衰部に相当する時間帯では、昇り方向の歩行速度は定常部とほぼ同じであることを把握した。

3-4-2 駅の群集流動のデータに関する今後の課題

シミュレーションなどの解析手法の検証に資するためには、実測データに基づき群集流動をモデル化する必要がある。本研究では、実測したデータを示すに留まっているが、実測の結果からも、一見一様に見える群集流動においても、詳細な時間変化を見る限り、その傾向は様々であり、それら多様性の取扱いについても考察を深める必要があると考える。また、群集流動の様々な課題を検討する上で、密度の情報は不可欠であるが、群集流動の状態を代表する群集密度の定義や測定方法については明確になっていない部分も多い。本研究では、定点カメラと仮想の断面を設定することで得られる、通過人数と昇り方向の歩行速度の実測結果に基づき考察を行っているが、今後、降り方向の群集流動や密度の面でも測定方法や考察を深める必要があると考える。

注

- 注 1) 有効幅員は、階段の全幅員から、降り方向で使用される幅員を差し引いた値とした。A駅の階段①②では、降り方向の歩行者が占有するのは最大でも1列分であることを映像から確認し、1列の幅を一人分の幅に相当する50cmとして、昇り方向の有効幅員を算定した。B駅の階段①②では、以降の分析において、すれ違いによる影響が小さい時間帯の測定値を採用しているため、階段の全幅員を昇り方向の有効幅員とした。C駅の階段では、中間柵による昇り降りの通行区分が徹底されていたため、中間柵で仕切られた部分のうち、昇り方向で使用される側の幅員を有効幅員とした。
- 注 2) 理想的に均質な群集流動では、階段入口と階段出口では、通過人数の最大値は等しくなると考えられる。しかしながら、実際の群集流動では、階段出口の通過人数が最大となるような状況では、階段入口手前において、滞留を生じている場合が多い。このとき、滞留の密度の上昇に伴い、階段入口の通過人数も多くなることが予想されるが、高い密度域では、「階段入口の通過人数」>「階段出口の通過人数」となる可能性があると考えた。
- 注 3) 戸川喜久二(文献7))の表記による。
- 注 4) 文献5)において、上田は、エスカレータ等の機械が発揮し得る歩行者の運搬量に準じて、階段の運搬能力をcapacityの意で「階段の容量」と表現している。本報でも同様に、階段における群集の通過処理能力を「階段容量」として定義した。
- 注 5) 例えば、数取器とストップウォッチを用いた群集流動の調査に置き換えて考えると、群集流動の先頭通過時点で数取器とストップウォッチをスタートさせた場合、ある時点までの通過人数と時間により算定される流動係数にあたる。
- 注 6) 元データとなる1秒あたりの通過人数は、映像から目視で確認した人の通過をキーボードを叩いて記録しているため、前後1秒程度の誤差は生じているものとし、2秒あたりの通過人数に丸めることで、可能な限り詳細な流動係数を算出することとした。
- 注 7) 選び出した群集流動は、A駅・階段①で群集流動2~5、A駅・階段②で群集流動3~6、B駅・階段①で群集流動5、B駅・階段②で群集流動5、C駅・階段で群集流動6、7、10~14、16、19である。いずれも群集流動の継続時間が近くサンプル数が多くなるように抽出した。
- 注 8) この歩行速度は、流動係数と同様に各時刻での歩行速度のサンプルを平均化したものである。
- 注 9) 合成速度は水平成分と鉛直成分のベクトル合成値であり、これを段鼻を結んだ方向の速度としている。
- 注 10) 実際の駅では「乗換を急ぐ」「滞留を避ける」意識が働きやすいため、群集の先頭数名に限っては、ほぼ「駆け昇り」に近い状況が見られる。A~C駅は、乗換路線を有する駅であることから、同様の状況が確認された。

参考文献

- 1) 吉田克之、渡辺仁史、岡田雅之：防災計画の研究 8. 集団歩行の速度と流動係数の調査方法に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、E、pp.1025-1026、日本建築学会、1993.9
- 2) 岡田雅之、吉田克之、渡辺仁史：防災計画の研究 7. 集団歩行の速度と流動係数の調査方法に関する文献調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、E、pp.1023-1024、日本建築学会、1993.9
- 3) 佐野友紀、高柳英明、木村兼、渡辺俊、林田和人、川口和英、池田浩敬、位寄和久、渡辺仁史：

- 人間行動シミュレーションのための行動データの体系化、日本建築学会関東支部研究報告会、第74巻、pp.5-8、日本建築学会、2004.2
- 4) 木村幸一郎、伊原貞敏：建築物内に於ける群集流動状態の観察、建築學會大會論文集、pp.307-316、日本建築学会、1937.3
 - 5) 上田光雄：階段の容量、日本建築学会研究報告、No.29-2、pp.59-60、日本建築学会、1954.10
 - 6) 上田光雄：階段に於ける群集流動の性状、日本建築学会論文報告集、第55号、pp.94-99、日本建築学会、1957.2
 - 7) 戸川喜久二：群集流の観測に基く避難施設の研究、建築研究報告、No.14、建設省建築研究所、1955.2
 - 8) 奈良松範、大島泰伸、渡部学：避難時の群集歩行速度について 階段における歩行、日本火災学会論文集、vol.45、No.1・2、pp.11-17、日本火災学会、1996.5
 - 9) 中村彩子、諏訪正浩、佐野友紀、青木俊幸、石突光隆：短時間歩行パス分析による旅客流動の分析 鉄道駅の群集流動評価に関する研究その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.581-582、日本建築学会、2008.9
 - 10) 石間計夫、尾住秀樹、坂本圭司、木下芳郎：駅ホームにおける階段、エスカレータの流率調査 鉄道駅旅客の階段、エスカレータ流動調査と旅客処理能力算定式の作成 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.633-634、日本建築学会、2012.9
 - 11) 厚生労働省：平成17年国民健康・栄養調査報告、p.164、2007.12

その他参考資料

- 12) 辻本誠：階段室における群集流動の実測例とその解析、日本建築学会東海支部研究報告集、vol.20、pp.249-252、日本建築学会、1982.2
- 13) 西田佳弘、堀内三郎、高橋昭子：群集の歩行速度と群集密度との関係に関する研究 大阪梅田の阪急電車駅構内における階段降下流動について、日本建築学会近畿支部研究報告集、第24巻、計画系、pp.321-324、日本建築学会、1984.6
- 14) 植竹徹、渡部学、奈良松範：出入口および階段降り口における群集流の流動係数について、日本火災学会論文集、vol.44、No.1・2、pp.1-7、日本火災学会、1996.4
- 15) 萩原一郎：「出入口および階段降り口における群集の流動係数について」（本誌第44巻第1・2号1頁）に対する質問、日本火災学会論文集、Vol.48、No.1、pp.33-35、日本火災学会、1998.6
- 16) 植竹徹：「出入口および階段降り口における群集の流動係数について」質問に対する回答、日本火災学会論文集、Vol.48、No.1、pp.36-37、日本火災学会、1998.6
- 17) 萩原一郎：「避難時の群集歩行速度について-階段における歩行-」（本誌第45巻第1・2号11頁）に対する質問、日本火災学会論文集、Vol.48、No.1、pp.39-41、日本火災学会、1998.6
- 18) 大島泰伸：「避難時の群集歩行速度について-階段における歩行-」質問に対する回答、日本火災学会論文集、Vol.48、No.1、p.42、日本火災学会、1998.6
- 19) 都築知人、不破徹、青木俊幸、大戸広道、河合邦治：鉄道駅の流動評価に関する研究 その1 階段・エスカレーター、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、E-1、pp.841-842、日本建築学会、1999.9
- 20) 長谷川宏、上田眞司、都築知人、森田信弥：鉄道駅の流動評価に関する研究 その4 階段・通路接合部における旅客流動の特性、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、E-1、

pp.1087-1088、日本建築学会、2000.9

- 21) 玉村淑子、上田眞司、山根清香：鉄道駅の流動評価に関する研究 その5 階段上部の旅客流動軌跡、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、E-1、pp.787-788、日本建築学会、2001.9
- 22) 佐藤隆、青木俊幸、薄田勝典、山本昌和、古賀和博：鉄道駅の階段における旅客流動に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)、E-1、pp.707-708、日本建築学会、2002.8
- 23) 市川和宏：中規模駅における階段流動検証の基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、E-1、pp.937-938、日本建築学会、2003.9
- 24) 佐藤敏彦、青木俊幸、山本昌和、佐藤隆：駅階段における旅客流動に関する研究 中間手すり位置変更による流動実験、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、E-1、pp.939-940、日本建築学会、2003.9
- 25) 佐野友紀、大宮喜文、阿部修太郎、石突光隆、中野陽介、萩原一郎：高層建築物における在館者の避難行動特性 その1 高層建築物における垂直避難行動の必要性、日本建築学会関東支部研究報告集、第74巻、pp.315-318、日本建築学会、2004.2
- 26) 石突光隆、大宮喜文、阿部修太郎、中野陽介、佐野友紀、萩原一郎：高層建築物における在館者の避難行動特性 その2 階段歩行速度の検討、日本建築学会関東支部研究報告集、第74巻、pp.319-322、日本建築学会、2004.2
- 27) 中村彩子、佐野友紀、青木俊幸、石突光隆：鉄道駅のエスカレータ、階段に見られる群集行動の分析、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1、pp.953-954、日本建築学会、2007.8
- 28) 佐野友紀、今西美音子、布田健、萩原一郎：群集歩行実験によるデータ収集と避難行動シミュレーション妥当性検討の問題点、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、E-1、pp.1-4、日本建築学会、2009.8
- 29) 木下芳郎、尾住秀樹、坂本圭司、石間計夫：駅ホームにおける階段、エスカレータの流率調査 鉄道駅旅客の階段、エスカレータ流動調査と旅客処理能力算定式の作成 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、E-1、pp.635-636、日本建築学会、2012.9
- 30) 吉岡昭雄：歩行者交通と歩行空間 (I) 歩行者交通量の変動と設計のための交通流量、交通工学、第13巻、第4号、pp.25-36、交通工学研究会、1978.4
- 31) 吉岡昭雄：歩行者交通と歩行空間 (II) 歩行速度・密度・交通量について、交通工学、第13巻、第5号、pp.41-53、交通工学研究会、1978.5

第4章 駅の階段における群集歩行時の歩きにくさの評価

4-1 はじめに

4-1-1 研究の背景

第2章では駅の階段における利用者不安の実態を明らかにし、第3章では駅の階段における一方向流動の特性を明らかにした。本章では駅でラッシュアワーに日常的にみられる群集流動とそのなかを歩く歩行者が感じている歩きにくさに着目する。

これは、日常的に群集流動がみられる駅の階段の安全性を考える際には、異常時のような極度な混雑状態を考えるまえに、通常時にみられる群集流動を対象として群集流動の状態と歩行者の心理の関係を明らかにしておく必要があると考えたためである。また、通常時に感じる歩きにくさは一定のレベルを超えると危険にもつながる可能性もあることから、本研究では安全性にも係わる要素であると位置づけた。

さて、群集流動を形成する歩行者が歩きにくさを感じる主たる要因は、群集流動の交錯による相互の進路妨害¹⁾にあることや、他の歩行者を回避する行動に制約がかかるなどの他の歩行者との関係性²⁾にあることが知られている。例えば、駅のコンコースのような歩行空間においても同様の交錯流³⁾が見られることが知られており、駅の歩行空間の歩きにくさについても同様の要因が影響している可能性は高い。ただ、歩きにくさを感じる評価構造は、歩行空間の種類によっても異なる可能性がある。特に駅の階段は、上下階間の移動をするための施設であり、段状の歩行路を歩くことから、コンコースやホームのような平面通路とは異なる評価構造で歩きにくさの評価がなされていることが予想される。

階段と他の歩行空間の歩行状態の違いの例としては、第3章でも取り上げたように、階段の向きに対して群集流動が同一方向となりやすいことや、段を昇り降りすることによる身体的負担を感じやすいことがある。また、コンコースや通路の幅員よりは階段の幅員は狭くなっている場合が多いことから、群集流動が通過する際には流動上のボトルネックとなりやすく、階段手前に滞留が生じ、滞留する群集内の混みあった状態では歩行者の行動が制限されやすいことなどがある。

さらに、ホームとコンコースを結ぶ階段においては、列車を降りた歩行者が一斉に押し寄せることが多いため、階段を通過する群集は列車の発着による影響を受けやすく、朝夕みられるラッシュアワーには歩行者に常に混んでいる印象を与えている。

しかしながら、これまでの研究では、群集流動の密度や流動係数から定まる階段のサービス水準⁴⁾は存在するものの、わが国の駅では限られた空間を効率的に利用している事例が多く、特に都市部の駅に、それらの水準をそのまま適用することが難しい場合⁵⁾もある。また、昨今の測定技術やシミュレーション技術の進展を考えた場合、階段の群集流動をより詳細に捉え、歩行者の心理量に裏付けられた評価方法が求められている。

4-1-2 研究の目的

そこで、本章では、駅の階段が駅の他の歩行空間と群集流動の特性が異なることを前提として、群集歩行実験およびアンケートによる評価の聞き取りを実施することで、駅の階段特有の歩きにくさの評価構造を探るとともに、駅の階段でみられる群集流動の特性から、群集流動の状態量と歩きにくさとの関係を明らかにすることを目的としている。

4-1-3 研究の方法

本章では、群集歩行実験を通した駅の階段の評価構造を探り、駅の階段における群集流動の状態量と歩行者が感じる歩きにくさとの関係性を明らかにするのにあたって、次のような3つの調査および実験を実施している。

一つ目は、群集歩行実験に先立つ駅の階段における歩行速度の実態調査である。具体的には第3章で述べた朝ラッシュ時間帯の駅ホームの階段における群集流動の調査結果を指す。歩きにくさの評価を目的とした群集流動の再現にあたっては、評価に影響を与えられる状況を限られた時間と被験者を用いて効率良く再現することが大切であり、さらに現実性を逸脱しない実態に近い群集流動を再現することが大切である。そのため今回の研究対象である駅の階段の実態は群集歩行実験を実施するうえで大いに参考になる。

二つ目は、実態調査を基に群集を再現する群集歩行実験である。これは「駅シミュレータ」¹¹⁾と呼ばれる模擬駅舎の階段において約100名の被験者による群集再現実験である。歩行速度やすれ違いの有無など実際の駅の階段で生じ得る状況の幾つかを再現し、被験者が感じた歩きにくさをアンケート方式で回答させている。被験者による再現実験としたのは本研究の主目的が歩きにくさの評価にあるためであり、再現する群集の状態量を実験者側の意図で制御しやすい利点がある。また、実験後に被験者から評価の回答を得やすいという利点もある。実際の駅の階段を用いた群集再現実験や実際の駅利用者を対象にした評価の聞き取りは、施設管理者の許諾や安全管理など様々な制約や問題があり現実的に実施は困難である。一方で人工的に再現できる群集流動の条件は限られていることや、被験者が実際に駅を利用しているような現実味を持って実験に参加できるかによって結果に影響を受ける可能性もあり、被験者を使った群集の再現実験には実験実施の方法を含めて課題があることも否めない。

三つ目は、実際の駅の階段で朝のラッシュアワーに被験者を十数名歩かせて歩きにくさを評価させた確認実験である。これは、模擬駅での群集歩行実験で得られた階段の歩きにくさの評価の仕組みが、実際の駅でも成り立つのか確認する意味を持つ。この方法には、実際の駅の階段で生じている群集流動を事前に示し合わせた被験者に体験させ評価をおこなうことで、他の通勤者が感じている評価により近い評価が得られる利点があり、駅の階段の歩きにくさを評価する仕組みの妥当性を確認するうえで適している。ただ、生じている群集流動の条件を意図的に変えることは不可能であることや、あまり多くの駅で実施することは難しいことから、確認実験として位置づけるのが妥当であると考えた。

4-2 模擬駅の階段における歩きにくさの要因に関する調査

4-2-1 群集流動の再現のための実態調査

模擬駅の階段での群集再現実験に先立ち、実際に歩きにくい状況が発生している駅の階段での群集流動を把握するため流動調査を実施している。具体的な調査の対象は第3章で述べたA駅の階段①②およびB駅の階段①②である。このA駅およびB駅は路線の終端としての機能と他路線への乗換え機能を併せ持つ橋上駅であり、各駅の階段①および階段②は終端となる路線のホームからコンコースをつなぐ階段である(表4-1)。

調査をおこなった朝のラッシュアワーには調査時間全体を通じて、列車が到着する度に到着した乗客が全員降車し、ホーム上にある階段①および階段②へ向かう様子がみられた。最終的な階

段あたりの通過人数は、1回の列車到着あたり A 駅階段①で約 150 人、A 駅階段②で約 300 人、B 駅階段①で約 150~400 人、B 駅階段②で約 300 人の乗客が階段を通過していた。

その結果、階段内で群集流動が持続する状況がみられ、持続時間、すなわち先頭の乗客が階段を通過し終えてから最後尾の乗客が階段を通過し終えるまでの時間は、A 駅階段①で約 1.5~2 分、A 駅階段②で約 2 分、B 駅階段①で約 1~2.5 分、B 駅階段②で約 2.5~3 分であった。このような群集の通過が、調査時間帯である 7:30~8:30 の 1 時間の間に A 駅で 6 回、B 駅で 8 回繰り返される状況がみられた。また、階段の入口では階段に入りきれない乗客の滞留も確認できた(写真 4-1)。

このような階段を通過する群集の歩行速度を調べるため、調査時に取得した映像から歩行者をサンプリングし、階段内の特定の区間を通過するのに要する時間を測り歩行速度を算定した。測定方法の詳細は、第3章の 3-3-5 で述べた通りである。得られた歩行速度と各サンプルの階段通過時刻のデータから、群集の先頭が階段を通過した時点を中心とする各サンプルの階段通過時刻を横軸、各サンプルの歩行速度を縦軸としてプロットしたものが図 4-1 である。

第3章でも述べたように、いずれの駅の階段でも時間の経過とともに歩行速度が収束していることがわかる。このことから、駅の階段を群集が通過する際には歩行速度 1.5m/sec (水平成分) 付近の速度で歩行できる、すなわち自由歩行ができるのは先頭集団に含まれる一部の歩行者に限られ、後続する歩行者は群集の最後尾に至るまで概ね 0.5m/sec (水平成分) 付近の歩行速度で歩行していることが定量的にみてとれる。このような駅の階段における群集の歩行特性も参考に、以降では群集の再現方法について検討することとした。

表 4-1 A 駅および B 駅の階段の概要

	A 駅		B 駅	
調査時間	7:30~8:30		7:30~8:30	
調査場所	階段①	階段②	階段①	階段②
幅員(m)	1.6	3.2	3.0	2.0
高低差(m)※	2.7	2.7	2.2	2.9
駅形態	橋上駅		橋上駅	
すれ違い	あり	あり	あり	なし
備考	昇ESC併設		昇降ESC併設	

※高低差は歩行速度を測定した中間踊場より上の部分を指す



写真 4-1 滞留の状況 (A 駅階段②)

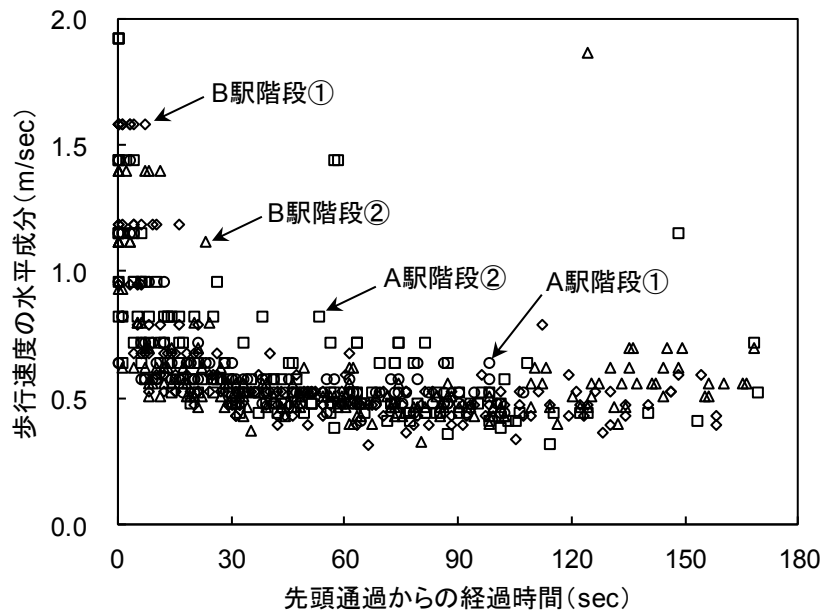


図 4-1 歩行速度の時間変化 (A 駅および B 駅)

4-2-2 模擬駅の階段における歩きにくさの要因に関する調査の概要

前述の A 駅および B 駅の階段で観察されたラッシュアワーの群集の特性や筆者の日常的な経験を基に、歩行者が駅の階段で歩きにくさを感じる要因を以下のように仮定した。

- ①群集が形成され、歩行者が各自の自由な速度で歩行できないため
- ②階段内で対向する群集流動があり、歩行者同士のすれ違いを意識しなければいけないため
- ③階段前に滞留が生じ、階段内に入るまでに待たされるため

これらの要因のうち①については、再現する群集の歩行速度を変化させることで、歩行速度と歩きにくさとの関係を調べることができると考えた。また、②については、群集を再現する際にすれ違いのある場合とない場合の条件を設定することで、すれ違いの有無と歩きにくさとの関係を調べることができると考えた。ただ、③については、階段前の滞留の規模すなわち滞留時間と歩きにくさの関係を調べることができると考えた。

群集の再現実験にあたっては、(公財)鉄道総合技術研究所内にある実物大駅舎模型、駅シミュレータの階段を使用することとした。この駅シミュレータは、地平駅、地下駅、高架下駅など幾つかの駅の種類のなかでも橋上駅を模擬したもので、2 箇所の階段と 2 階コンコースを有する。

実験に使用した階段の寸法は幅員 2700mm(両側手摺間の有効幅員 2510mm)、蹴上げ 150mm、踏み面 300mm であり、中間に長さ 1200mm の踊り場、踊り場より上側に 13 段、下側に 12 段の階段部がある。階段面は鼠色の花崗岩で、段鼻は色彩の異なる赤い花崗岩で仕上げられている。これらは公共交通施設のバリアフリーガイドラインに準拠しており、実際の駅の階段と同等のものである。

実験では、図 4-2 に示すように被験者 97 名を階段の昇り口、降り口に整列させ、実験者の合図とともに階段を昇降し全員が階段を昇り切る (もしくは降り切る) までを一試番とした。このとき実験条件として、方向「昇り・降り」、すれ違い「なし・片側・両側」、歩行速度「極遅・遅・通常」を変化させた。

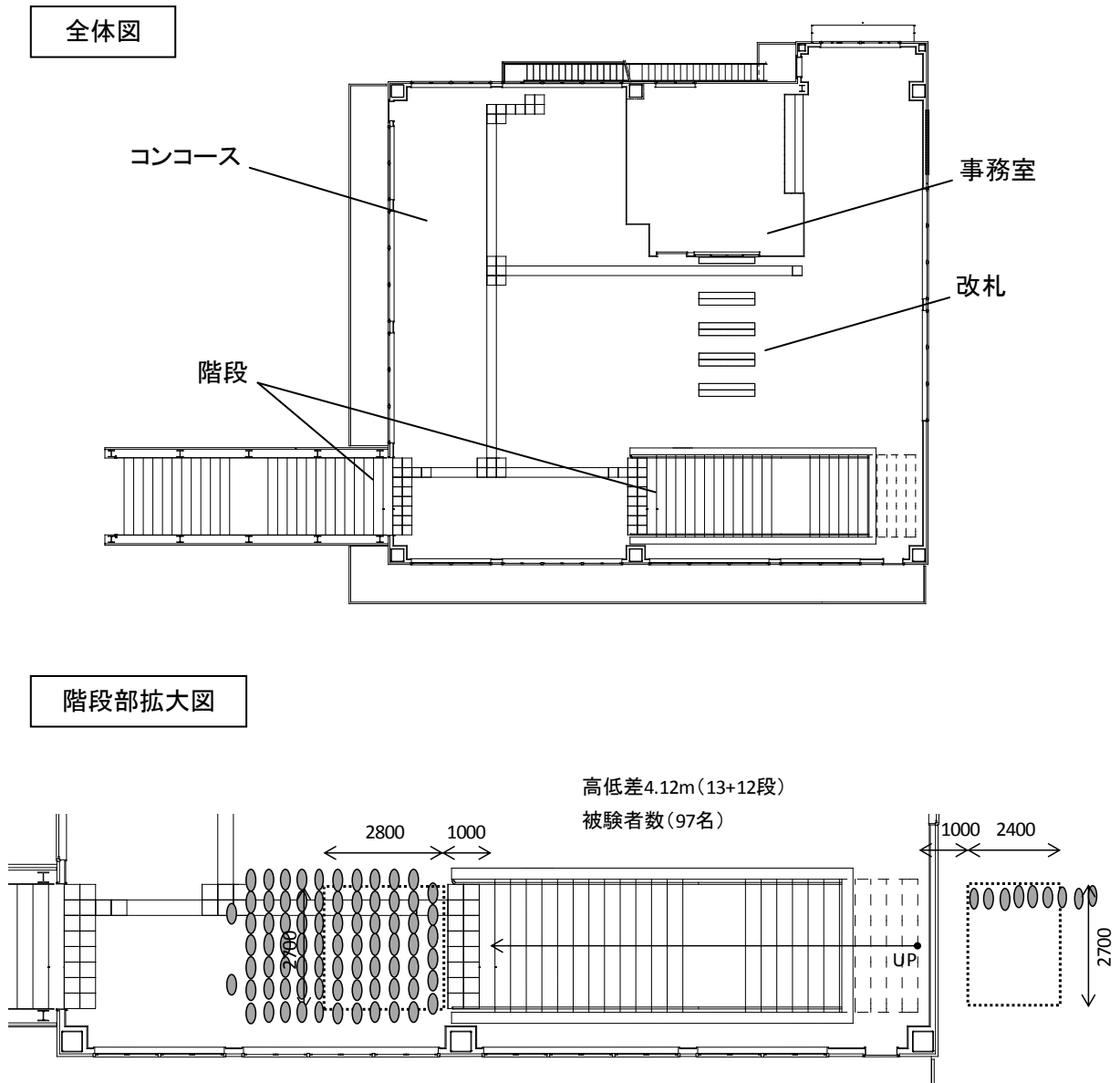


図 4-2 駅シミュレータの概要

すれ違いの再現に関しては、9名の小集団が階段の片側を他の大集団とは逆向きに昇降する「片側のすれ違い」と、9名ずつの2組の小集団がそれぞれ階段の両側を大集団とは逆向きに昇降する「両側のすれ違い」と、被験者全員が一方向に昇降する「すれ違いなし」の条件を再現した。

これは、通勤駅の階段でよくみられる、自然に形成された通行区分により階段内の群集流動が層状の流れとなる現象に基づいている。駅の群集は列車から降りた乗客（降車客）と列車に乗ろうとする乗客（乗車客）に大別できるが、例えば降車客が優勢な駅、すなわち朝のラッシュアワーの都心部に近い駅などでは降車客に比べ乗車客の人数は少ない。さらに、列車の到着に伴い短時間に集中する降車客に比べ、乗車客の到着率は概ね一定で平均的に駅に流入する傾向が知られている。このような対向する群集流動の規模の違いが駅の階段ですれ違う際には、劣勢な側の群集流動は優勢な群集流動に対し正面から割って入ろうとするのではなく、階段の片脇か両脇によって歩行することを想定し、実験では両側もしくは片側のすれ違いを再現した。

次に、歩行速度の再現に関しては駅での実態調査から得られた結果を基に検討した。図 4-1 で示した駅の階段で実測された歩行速度を、階段一段を昇降するのに要する時間に置き換える（図 4-3）。階段を通過する群集流動の歩行速度が安定した状態と考えられる約 0.5sec/段~約 1.0sec/段の範囲において、0.95sec/段、0.75sec/段、0.55sec/段の三つの速度を、それぞれ極遅、遅、通常と定義した。

また、これらの速度を群集に適用するにあたっては、群集の先頭となる 6 名の被験者に電子メトロノームを持たせることで群集の上限速度を制御した。例えば、通常（0.55sec/段）の場合であればメトロノームが 1 分間に 109 拍（ $\approx 60 \div 0.55$ ）のテンポを打つように設定し、メトロノームを持った被験者はそのテンポに合わせて一段ずつ昇降するように教示した。なお、メトロノームを持つ被験者は実験全体を通じて共通の人物とし、イヤホンを使用することで周囲の他の被験者にはテンポが聞こえないようにした。試番毎の歩行速度はメトロノームを持った被験者以外には知らせず、試番開始直前に先頭のメトロノームを持った 6 名にだけ耳打ちして伝えた。すれ違いをする被験者の速度は制限していない。

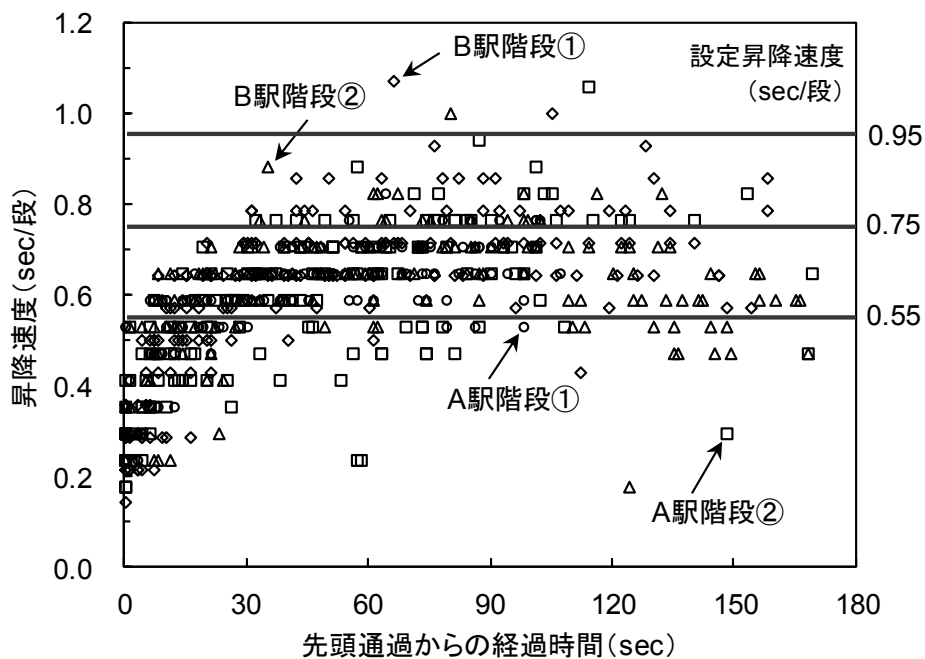


図 4-3 昇降速度の設定

歩きにくさの評価については、先頭の被験者を除く全員にアンケートの質問と回答欄が記載された資料を配布し、階段前で感じた歩きにくさの程度と階段内で感じた歩きにくさの程度を別々に、4 段階で評価させた^{注1)}。また、同時に最初に整理した際に被験者がいた位置および階段を歩行した際に通過した階段内での位置を記載させた。質問と回答は次のとおりである。

【質問】

歩きにくいと感じたか

【回答】

- ①全く感じない ②ほとんど感じない ③少し感じた ④大いに感じた

実験に際して被験者におこなった教示は次のとおりである。また、実験の様子を写真 4-2～4-5 に示す。実験時に被験者に配布したアンケート用紙を付録に掲載する。

【教示】

- ・スタートラインに前から 6 人ずつ順に並んで下さい。前の方、後ろの方、場所は自由です。
- ・整列したら、自分の並んだ位置が前から何列目か記録しておいて下さい。
- ・「始め」の合図と共に、早く次の電車に乗りたいという気持ちで、階段を昇り降りして下さい。
- ・途中、よけたり、追い越したりしても構いませんが、前の人を押したりしないで下さい。
- ・イヤホンをした先頭の数名は一定の速度で歩きます。この人達は絶対に追い抜かないで下さい。
- ・一部の試番で少数グループになる人がいます。この人はなるべく手すりに沿って端を歩くようにしてください。
- ・階段を昇り（または降り）切ったら、立ち止まらず広い側へよけて、後ろの人を通してあげて下さい。
- ・階段手前の平らな部分を歩いているときと、階段の中を歩いているときの「歩きにくさ」を評価して下さい。



写真 4-2 階段上で整列した状態



写真 4-3 階段下で整列した状態



写真 4-4 すれ違いがない場合



写真 4-5 両側ですれ違いがある場合

4-2-3 階段における歩きにくさの要因の分析

(1) 階段内の歩きにくさの要因

階段における歩行実験で得られたアンケートを集計し、実験で変化させた条件のうち階段内での歩きにくさの評価に影響を与えたと考えられる要因について、歩きにくさへの影響度を調べるため分析をおこなった。今回要因として分析対象としたのは、(1)階段内の歩行速度^{注2)} (2)被験者の(前後の)歩行位置 (3)被験者の(左右の)歩行位置 (4)すれ違いの有無 (5)被験者が属する群集の人数の大小 (6)昇り降りの違いである。いずれも実験時に設定した条件および被験者がアンケート用紙に記入した内容、実験時の外的状況から把握ができるものである。

分析の方法としては、被験者が評価した歩きにくさの程度を1(全く歩きにくいと感じなかった)～4(歩きにくいと大いに感じた)の評価値に置き換え、これらを従属変数とした。次に、歩きにくさに影響を与えたと考えられる要因(アイテム)を独立変数として数量化I類を行うことで、各アイテムと歩きにくさの程度との関連の強さを偏相関係数で表した。このとき、各アイテムは(1)階段内の歩行速度(1: $V_h < 0.4\text{m/sec}$ 、2: $0.4 \leq V_h < 0.5\text{m/sec}$ 、3: $V_h \geq 0.5\text{m/sec}$) (2)被験者の前後方向の歩行位置(前から1～15(列目)) (3)被験者の整列位置(1: 群集の内側、2: 群集の外側) (4)すれ違いの有無(1: すれ違いなし、2: すれ違いあり) (5)被験者が属する群集の人数の大小(1: 少人数側、2: 大人数側) (6)昇降の違い(1: 昇り、2: 降り)として分析した。

図4-4に各アイテムにおける偏相関係数を示す。グラフからは「階段内の歩行速度」「整列位置(前後)」「すれ違いの有無」の順に偏相関係数が高くなっていることがわかる。このことから、階段内での歩きにくさの評価に最も影響しているのは歩行速度であることがわかる。

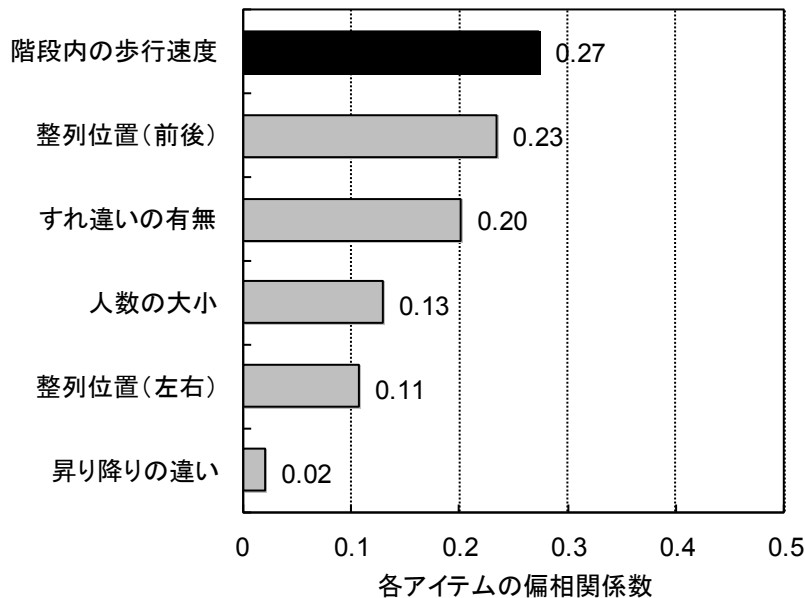


図4-4 各アイテムと階段内評価との相関

「歩行速度」の次に偏相関係数が高かった「(前後の)整列位置」の影響について、図4-5に整列位置と歩きにくさの関係を示す。昇り降りいずれの場合においても群集の前方になるにつれて評価の値が高くなる、すなわち歩きにくいと感じやすくなっていることを表している。

このことから、今回の実験では最前列の被験者の歩行速度を制限したことで、その直後にいる

群集の前方付近の被験者の歩行速度が制限されやすかった可能性があると考えられる。実験の状況を観察しても群集の後方にかけて被験者の前後間隔が空き、最前列の被験者の歩行速度の影響が及んでいない様子もみられた。ただし、今回の実験に参加した被験者に対し前後どの位置に並ぶか指定しなかったことから、積極的な意識で参加する被験者が前方に集中し群集の後方にかけてやや積極性に欠けた被験者が集中した可能性も考えられる。

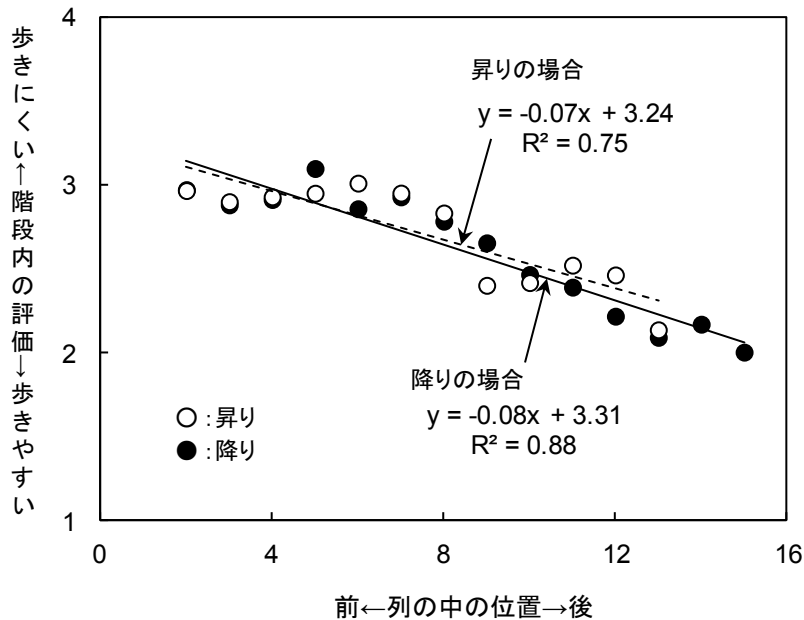


図 4-5 整列位置と階段内評価の関係

このような状況は被験者による実験、特に多くの被験者を扱う群集再現実験を行ううえでは、やむを得ない部分であると筆者は考えている。そのため、今回再現した群集は、駅で形成される群集のうち最混雑部での評価を分析の対象とすることとする。つまり、先頭の被験者は、群集中の最も遅い速度で歩く歩行者を演じているものとし、その直後を歩く前半分の被験者は、群集内で思うに歩くことができず、本実験が狙いとする、群集により歩行速度が低下する状況を体験していることになる。一方、後半分の被験者は、群集の伸びによって被験者間の空気が広がっていることから、先頭の被験者の速度の影響を受けていない可能性があるため、その評価については分析の対象としないものとする。

そこで、図 4-5 から階段内の歩きにくさの評価が低下しはじめる 8 列目より前にいた被験者のデータのみを今後の分析の対象とする。これにより、前後の整列位置の影響を取り除いたうえで、群集の中程にいる歩行者すなわち群集のなかで最も歩きにくさを感じている歩行者を対象とした分析が可能である。

「歩行速度」「(前後の) 整列位置」の他に階段内の歩きにくさに影響していると思われる要因のうち、「(左右の) 整列位置」と「昇り降りの違い」については、歩きにくさへ与える影響の程度が低いと思われることから分析時に考慮しないものとした。また、「人数の大小」については、今回は大人数側にいる歩行者の評価をおこなうものとし、少人数側の被験者の評価は分析の対象とせず、「人数の大小」の影響は取り除いて分析を進めた。その結果、「歩行速度」と「すれ違いの有無」と、歩きにくさの評価値^{注3)}との関係は図 4-6 のようになり、階段内の歩きにくさの評価値は歩行速度による式(4-1)および式(4-2)のように表すことができた。

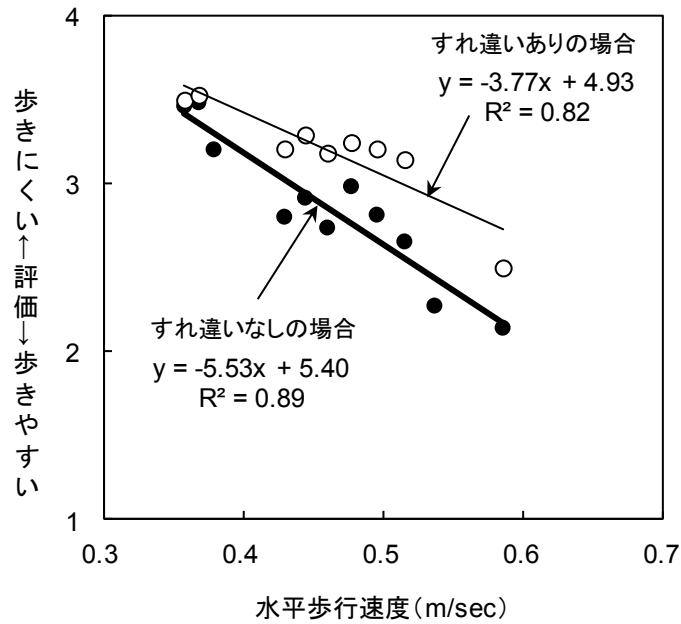


図 4-6 歩行速度と階段内評価の関係

すれ違いがない場合

$$E_1 = -5.53V_h + 5.40 \dots\dots\dots(4-1)$$

すれ違いがある場合

$$E_1 = -3.77V_h + 4.93 \dots\dots\dots(4-2)$$

E_1 : 階段内の歩きにくさ評価値

V_h : 階段内の歩行速度の水平成分(m/sec)

(2) 階段前の歩きにくさの要因

次に階段前での歩きにくさの評価についても同様に数量化 I 類による分析を行った。今回要因として分析対象としたのは、(1)階段前の滞留時間^{注4)} (2)階段前の滞留密度^{注5)} (3)階段入口の流動係数^{注6)} (4)被験者の(前後の)整列位置 (5)被験者の(左右の)整列位置 (6)昇り降りの違い であり、少人数のため階段前で歩きにくさを感じなかったことが自明な少人数の集団は分析の対象としなかった。また、階段前ではすれ違いの有無も無関係であるため分析の対象としなかった。なお、要因(1)~(6)も実験時に設定した条件および被験者がアンケート用紙に記入した内容、実験時の外的状況から把握ができるものである。

階段内の分析と同様に、被験者が評価した歩きにくさの程度を 1 (全く歩きにくいと感じなかった) ~4 (歩きにくいと大いに感じた) の評価値に置き換え、従属変数とした。次に、独立変数とする各アイテムは (1)階段前の滞留時間 (1: $t < 25\text{sec}$, 2: $25 \leq t < 30\text{sec}$, 3: $t \geq 30\text{sec}$) (2) 階段内の滞留密度 (1: $\rho < 3.0 \text{人/m}^2$, 2: $3 \leq \rho < 3.5 \text{人/m}^2$, 3: $3.5 \leq \rho < 4.0 \text{人/m}^2$, 4: $4.0 \leq \rho < 4.5 \text{人/m}^2$, 5: $\rho \geq 4.5$) (3)階段入口の流動係数 (1: $N < 1.0 \text{人/m} \cdot \text{sec}$, 2: $1.0 \leq N < 1.5 \text{人/m} \cdot \text{sec}$, 3: $N \geq 1.5 \text{人/m} \cdot \text{sec}$) (4)被験者の前後方向の歩行位置 (前から 1~15(列目)) (5)被験者の左右の整列位置 (左から 1~5(行目)) (6)昇降の違い (1: 降り, 2: 昇り) として分析した。

図 4-7 に各アイテムにおける偏相関係数を示す。グラフからは「整列位置（前後）」「階段前の滞留時間」「階段入口の流動係数」の順に偏相関係数が高くなっていることがわかる。ここでも階段内の場合と同様に群集内の前後の整列位置と歩きにくさの評価に他と比べて強い相関がみられた。前後の整列位置と歩きにくさ評価の関係をグラフ化すると図 4-8 のようになる。

群集の中央部分で歩きにくさの評価値が最も高くなる、すなわち歩きにくく感じていることがわかる。これは、階段前における歩きにくさを考えた場合、群集の前方にいる被験者は、さほど待たずに階段に入れるのに対し、群集の中央部にいる被験者は密集した状態で待たされるためと考えられる。ただ、群集の後方にいる被験者については階段内の部分でも触れたように、評価を目的とする群集再現実験においては取扱いに注意が必要である。そこで、群集のうち前 4 列の被験者と後 4 列の被験者の評価は分析の対象から外し、群集の中央部に当たる 5~10 列目の被験者の評価を基に分析を進めた（図 4-8）。

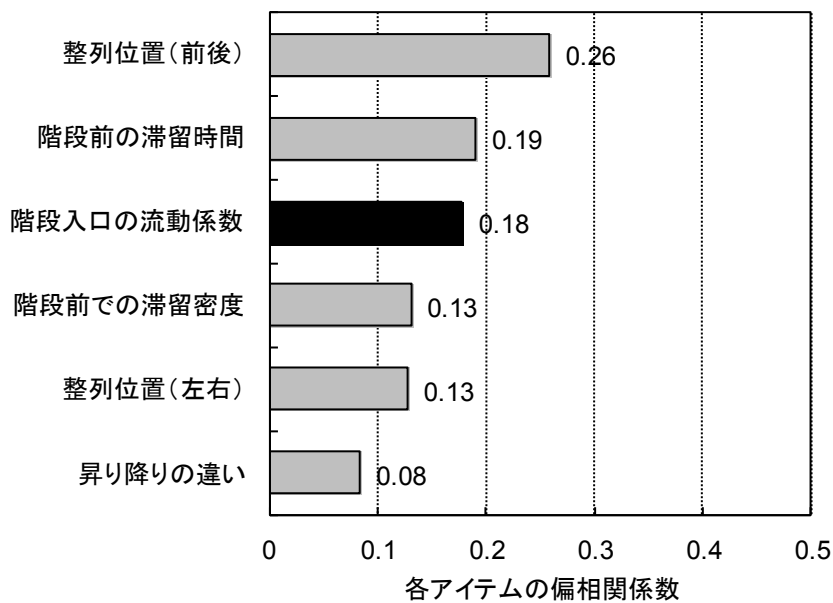


図 4-7 各アイテムと階段前評価との相関

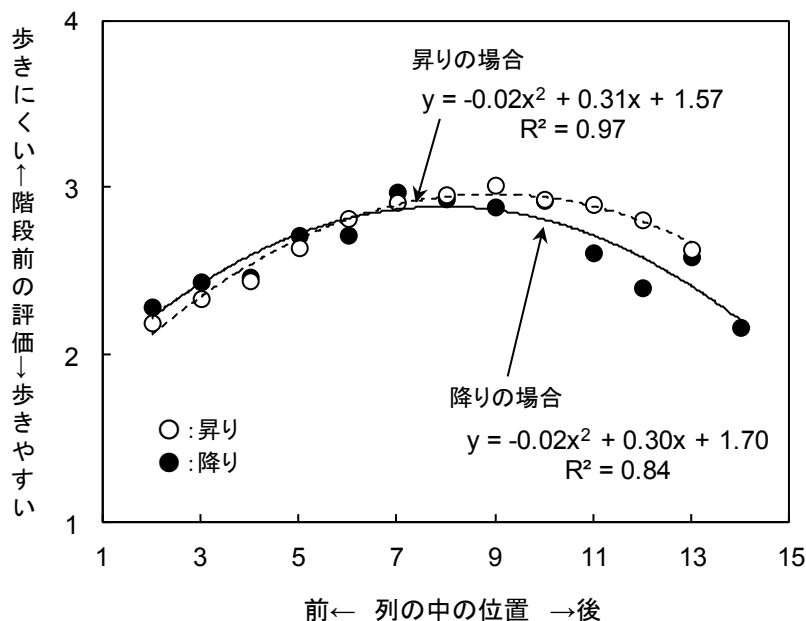


図 4-8 整列位置と階段前評価の関係

「(前後の) 整列位置」以外の要因のうち、「(左右の) 整列位置」、「昇り降りの違い」は歩きにくさへ与える影響が低いと思われることから、今回の分析時に考慮しないものとした。「滞留密度」も同様に歩きにくさへ与える影響は低い結果となったため、分析時には考慮しないものとした。

残る「滞留時間」と「流動係数」は別の要因として偏相関係数を比較しているが、これらは相互に独立した値ではない。これは階段前の流動係数が高ければ滞留時間も短くなるという関係にあるためであり、今回は群集の規模によらない値である階段入口の流動係数に絞って分析を進めた。その結果、「階段入口の流動係数」と、歩きにくさの評価値との関係は図 4-9 のようになり、階段前の歩きにくさの評価値は階段入口の流動係数による式(4-3)のように表すことができた。

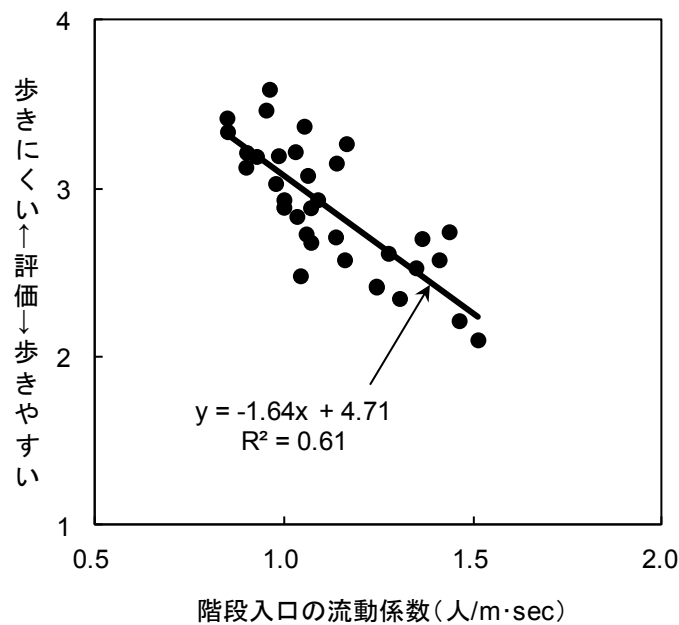


図 4-9 流動係数と階段前評価の関係

$$E_2 = -1.64N + 4.71 \dots\dots\dots(4-3)$$

E_2 : 階段前の歩きにくさ評価値

N : 階段入口の流動係数(人/m・sec)

4-3 駅の階段における歩きにくさの要因の検証

4-3-1 検証の方法

駅シミュレータでの群集流動実験で得られた階段内と階段前における歩きにくさを評価する仕組みが、実際の駅でも成り立つのか確認をおこなった。この確認は、実際の駅の階段で生じている群集流動を被験者に体験させ評価をおこなうことで、実際の駅利用者が感じている歩きにくさの評価を聞き取った場合と同等の結果が得られる可能性が高いという想定に基づいている。そのため、駅の階段の歩きにくさを評価する仕組みの妥当性を確認するという意味合いを持つ。

確認実験としては、第3章でも紹介した C 駅の階段において歩行実験を実施している。C 駅は、A 駅、B 駅と同様に路線の終端としての機能を持つ橋上駅である。立地上は A 駅、B 駅と比べて

も都心部に位置することから、朝のラッシュアワーにみられる階段利用者数はA駅、B駅よりも多く、ホーム上にある階段前での滞留は2分近く継続している。また、列車も約3分おきに到着するため、階段前の滞留が解消してもすぐに次の滞留が発生するという状況が繰り返される（写真4-6）。階段の詳細は表4-2に示す通りであるが、この階段は全幅員3m中2.2mの位置に中間柵が設置されており、朝のラッシュアワーには幅員2.2mの部分を上りの群集が、残りの部分を降りの群集が使用する状況であった。

このC駅のホーム上において図4-10のように階段から1車両分（約20m）離れた出発地点に被験者を待機させ、実験者はホームに列車が到着した直後から5秒おきに被験者に合図を出し、一人ずつ階段を通過する群集に送り込むものとする。被験者には、階段に向かって歩いて群集流動に合わせて階段を昇り、コンコース階に上がったなら群集流動から離れ別の実験者が待つ集結地点に集合するように教示した。被験者は合計10名で、5名ずつの2グループに分け、5名全員がコンコース階の集結地点に集合したら、再びホーム上の出発地点に移動するよう指示した。

その結果、朝のラッシュアワーのピークである7:30~8:30の間に、計21列車分の群集流動の中間部に被験者を5名ずつ送りこむことができた。



写真 4-6 C駅の階段前の状況

表 4-2 C駅の階段の概要

	C駅
調査時間	7:30~8:30
調査場所	路線の終端ホーム
階段有効幅	3.0m(うち昇り2.2m)
ホーム形態	島式ホーム
列車数	約21本/時
到着の仕方	各番線に交互に到着

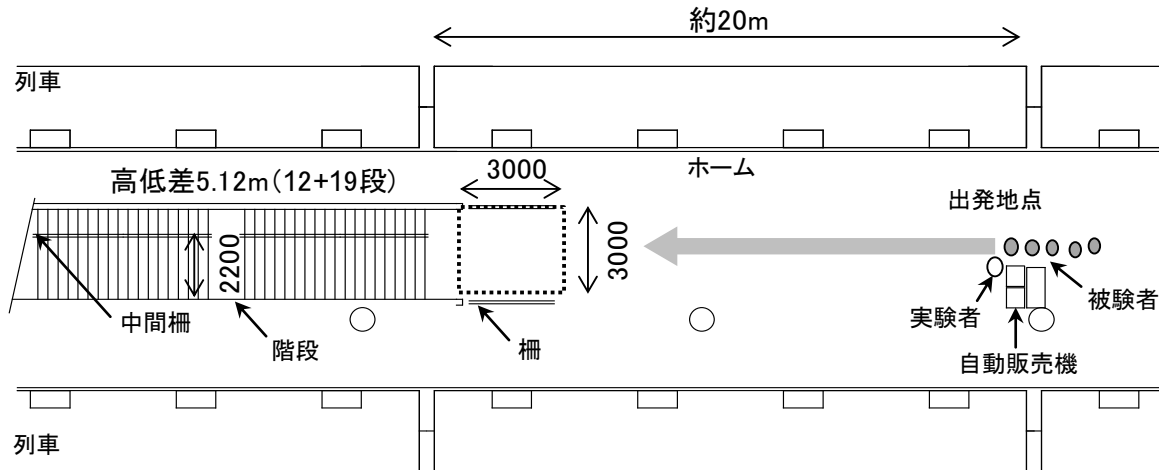


図 4-10 C 駅階段周辺の概要

被験者へは事前に時計とアンケート用紙とペンを配布し、階段前と階段内を通過した際に感じた歩きにくさについて、駅シミュレータでの実験時と同様の4段階評価で回答させた。回答のタイミングは集結地点に到着した時点とした。また、階段前の滞留内に踏み込んだ時点と階段の1断面を踏んだ時点での時刻を記録させた。階段前は、図4-10に示す階段直前の3m×3mの範囲とした。なお、実験中は被験者の両手が空くように時計は首掛け式のものとし、アンケート用紙もA6サイズと被験者のポケットに収まるサイズのものとした。

4-3-2 模擬駅と実際の駅における群集流動の比較

(1) 歩行速度の比較

C駅での階段の歩行状況については、第3章でも触れたようにA駅、B駅の場合と同様に歩行速度をサンプリング調査により実測している。すでに述べたように階段を通過する群集の先頭が通過した時点をもとに、階段の通過時点と歩行速度の関係をプロットしたグラフでは、群集の後方にかけて歩行速度が収束する傾向が見られる(図4-11)。

これらを階段一段昇降するのに要する時間に置き換えると図4-12のようになり、駅シミュレータの実験条件として先頭の被験者に指示した速度では、遅(0.75sec/段)と通常(0.55sec/段)の範囲に概ね収まっていることがわかる。このC駅の階段でみられた歩行速度は、A駅、B駅と比べてもばらつきが小さいことから、列車の到着の度に発生する群集の状態もばらつきが小さかったものと推測できる。

さらに駅シミュレータでの実験において、先頭の被験者に指示した速度ではなく、実際に被験者が階段を歩行した際の速度をサンプリング調査し、試番毎に平均した速度を図4-13に示す。図4-11と図4-13を見比べると、駅シミュレータで再現された群集の歩行速度とC駅で観測された群集の歩行速度が概ね同じ範囲に収まっていることがわかる。

以上のことから、C駅で被験者が体験した群集の歩行速度は、駅シミュレータで再現された群集の歩行速度と概ね一致していることが確認でき、C駅の階段でみられた群集は、駅シミュレータで再現された群集と、歩行速度の点ではほぼ同等の群集であったことが推察できる。

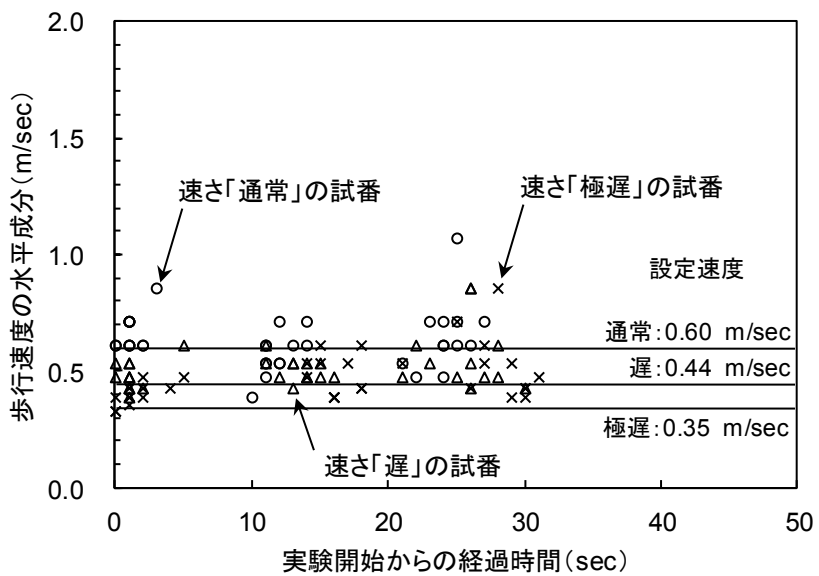
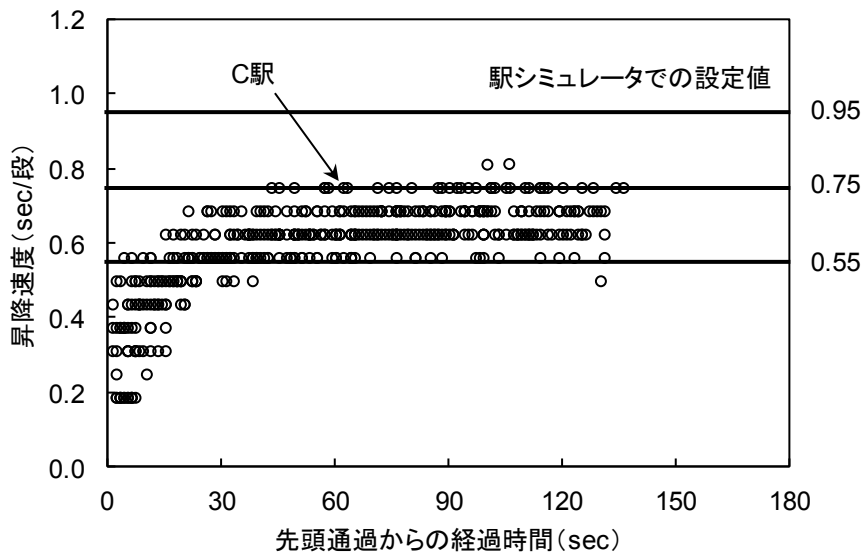
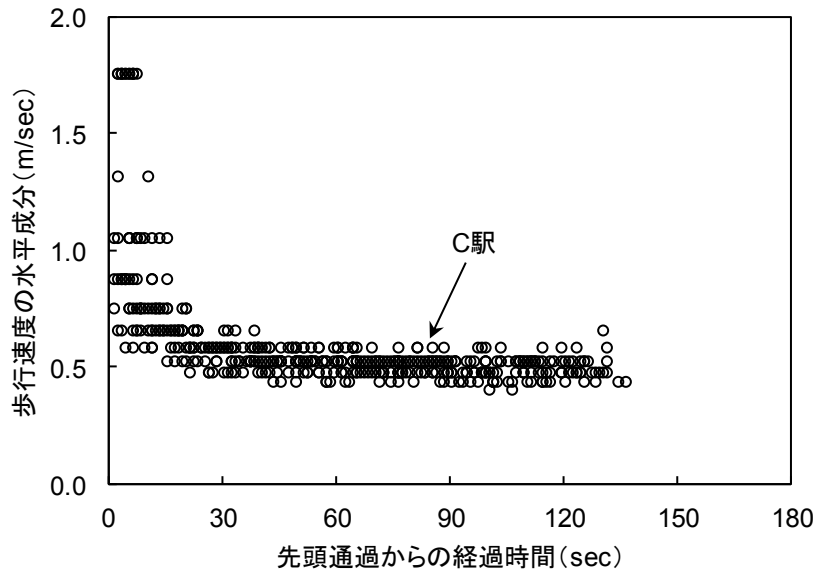


図 4-13 駅シミュレータでの歩行速度の水平成分

(2) 流動係数および密度の比較

次に、C 駅でみられた階段入口の流動係数を駅シミュレータの実験で測定された流動係数と比較する。図 4-14 に示す平均流動係数のグラフでは、駅シミュレータでの流動係数は約 0.8~1.3 人/m・sec の範囲に分布しているのに対し、C 駅では約 0.6~1.2 人/m・sec と上限値が低くなっていることがわかる。また、駅シミュレータにおける平均流動係数のグラフは他の A 駅、B 駅、C 駅と比べて短く、群集流動の継続時間が短かったことを示している。これは、駅シミュレータでの実験では幅員 2.7m の階段に対し被験者数が 97 名であったのに対し、実際の駅では同程度の幅員の階段に対して 200 人超の歩行者が通過していたことから、再現できる群集の規模が大きく異なっていたことに起因している。また、駅シミュレータの実験では階段前に整列させた被験者を一斉に歩行開始させていることから、歩行開始直後に高い流動係数を示し短時間のうちに流動係数が低下し、C 駅でみられたような流動係数は一時的にしか再現できていないことがわかる。

さらに、階段前の滞留密度について比較をおこなう。図 4-15 に駅シミュレータの階段前で生じた滞留密度の変化を示す。駅シミュレータでの実験では群集の中間部より後方を再現していることから、グラフの左側のピーク値が実際の群集の中央部を指しているものと考えられる。図 4-16 に C 駅の階段前で生じた滞留密度を示す。この密度は、駅シミュレータでのデータのように群集の歩行開始から 5 秒おきに記録したものではなく、被験者が C 駅の階段前を通過する時点で記録した時刻において階段前の 3m×3m の領域にいた歩行者の数から算出したものである。したがって、C 駅での実験で被験者が体験した密度を指す。これらを比較すると、駅シミュレータでのピーク値と C 駅での観測値はいずれも密度 3.0~5.0 人/m² の範囲にあることがわかる。ただ、高い密度が持続する時間は、C 駅の方が長いこともわかる。

以上より、C 駅で被験者が体験した群集では、階段入口の流動係数は駅シミュレータで再現されたものとは時間的な変化の観点でやや異なるが再現した範囲には含まれること、階段前の滞留密度は駅シミュレータで再現されたピーク値とは概ね一致していることが確認できた。

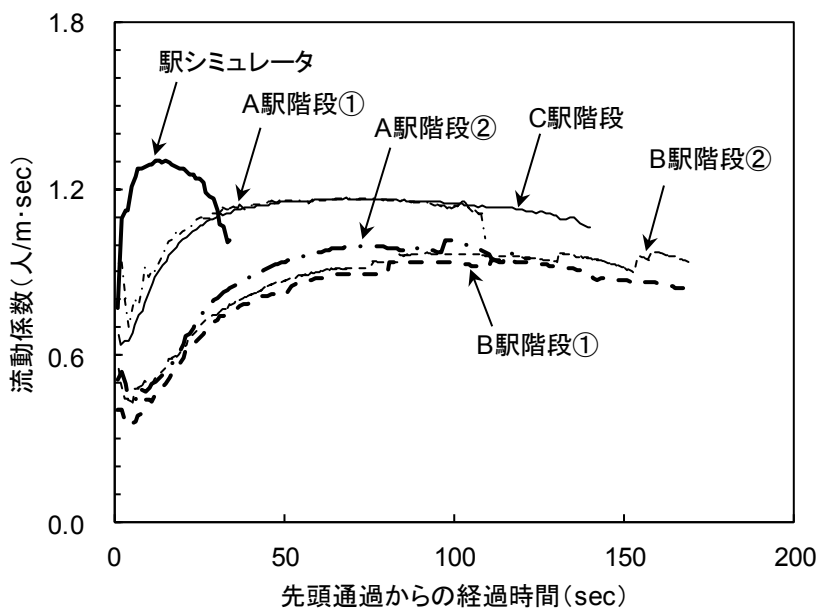


図 4-14 階段入口の平均流動係数の比較

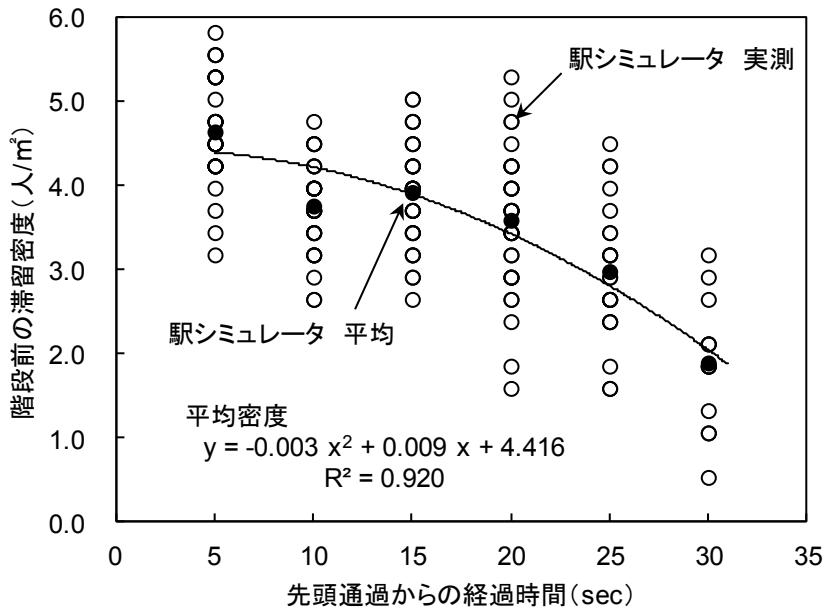


図 4-15 駅シミュレータでの階段前密度

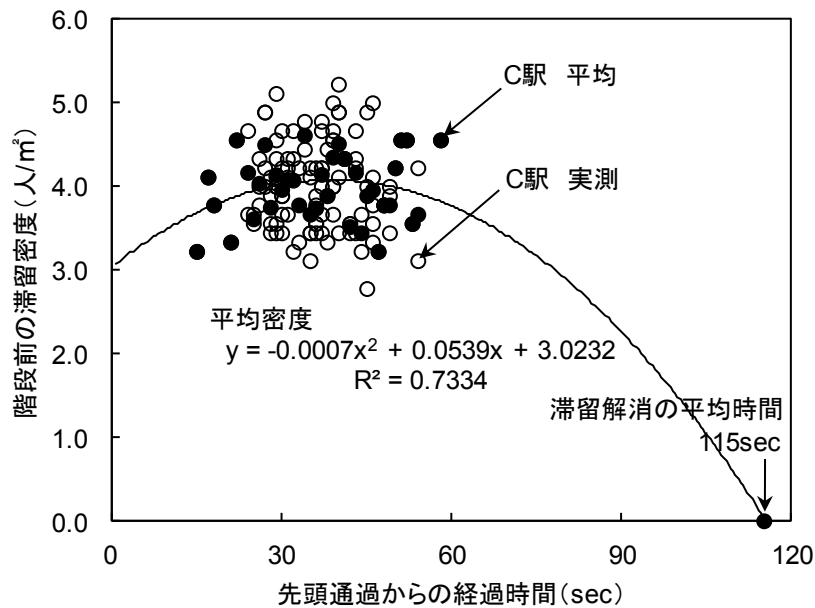


図 4-16 C 駅での階段前の滞留密度

4-3-3 階段における歩きにくさの計算値と実測値の比較

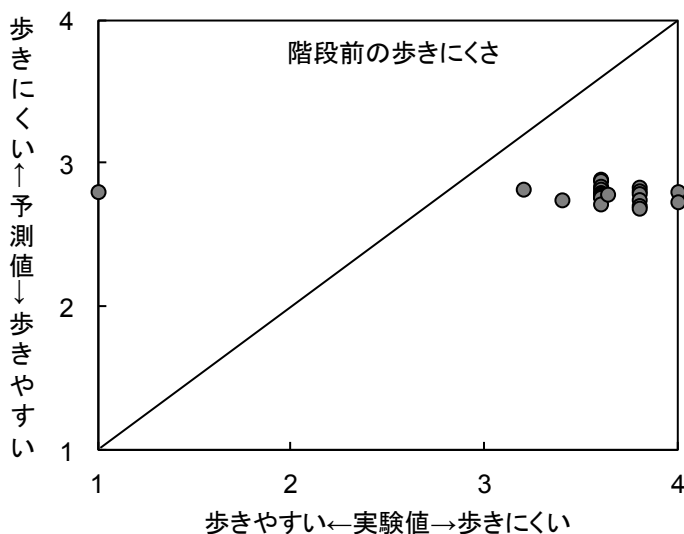
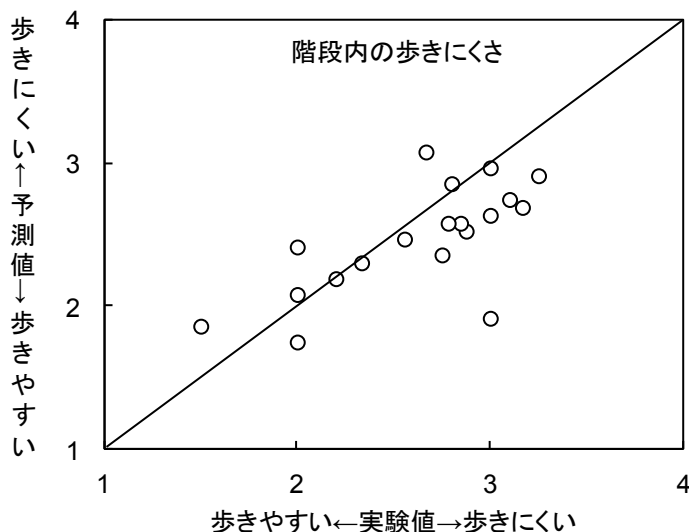
駅シミュレータでの群集再現実験で得た階段内および階段前における歩きにくさの評価と C 駅で被験者に実際の群集を体験させた実験で得た階段内および階段前における歩きにくさの評価とを比較してみる。これは、4-2-3 で述べた歩きにくさの評価式の妥当性を検証する意味合いがあることから、駅シミュレータの実験結果から推定した階段の状態量と歩きにくさの評価値との関係式に、C 駅で被験者が体験した群集の状態量を代入して算出できた評価値を「予測値」、C 駅で被験者がおこなった評価の結果を「実験値」として取り扱うこととする。

なお、C 駅では、階段の内側に中間柵が設置されており、昇りと降りの群集の区分が徹底されていたことから、先に上げた関係式のうち、階段内の評価に関しては式 (4-1) を、階段前の評価

に関しては式(4-3)を用いることとした。

まず、C 駅で被験者が階段前を通過した時刻および階段内に足を踏み入れた時刻における、階段入口の流動係数および階段内で観測された歩行速度を式(4-1) および式(4-3)に代入して評価値を算出し、それらを「予測値」とした。次に、10名の被験者が記録した回答を集計した。このとき、複数の被験者が同一の速度や同一の流動係数を体験している場合については、それら被験者の評価値を平均したものを「実験値」とした。この「予測値」と「実験値」をグラフ上にプロットしたものが図4-17、図4-18である。これらのグラフは、図中に追記した対角線上にプロットした点が近づくほど、予測値と実験値が合致していることを意味する。

図4-17では、プロットした点が概ね対角線上に沿う傾向がある。このことから、階段内の歩きにくさを階段内の歩行速度の関数で表した式(4-1)により、階段内の歩きにくさの評価をある程度推定できたことがわかる。一方、図4-18では、プロットした点に対角線から大きく外れており、プロットした点の多くは対角線よりも右下にあることから、C 駅での実験では被験者は階段入口の流動係数による式(4-3)で予測した評価よりも歩きにくさを感じたことを意味している。



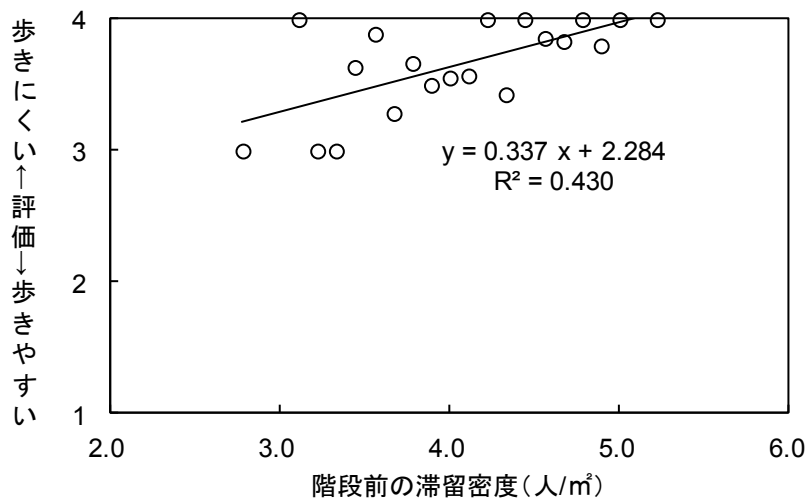
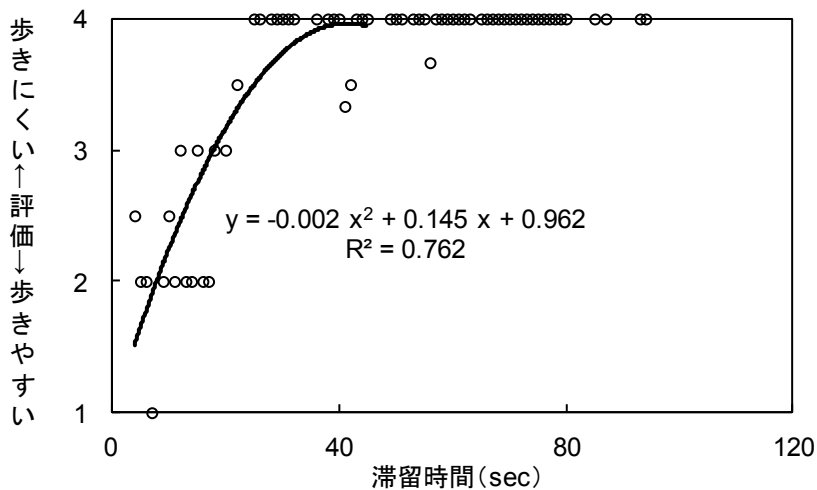
4-3-4 階段前の滞留による影響に関する考察

C 駅での実際の評価が評価値 3~4 付近に分布しているにもかかわらず、式 (4-3) では評価値が 3 付近に偏ったのは、評価式検討の際に考慮しなかった滞留時間の影響や群集内での位置などの影響が出ている可能性がある。

実際に C 駅で実験に参加した被験者は、駅シミュレータの実験で再現された階段前の滞留よりも高密度の滞留を長い時間体験しており、その際に感じた歩きにくさが評価にも表れていると考えられる。

図 4-19 は、C 駅で被験者が階段前で滞留した時間と感じた歩きにくさの評価値の関係である。滞留時間とは、被験者が階段前の滞留に入った時刻と階段内に足を踏み入れた時刻から算出したものである。同一の対流時間に対する評価値が複数あった場合には評価値は平均している。このグラフからは、滞留時間が約 40 秒を超えると多くの被験者が評価 4 と回答していることがわかる。

図 4-20 は、C 駅で被験者が通過したときの階段前の密度と歩きにくさの評価値の関係である。C 駅で被験者が体験した密度は少なくとも 3.0 人/m² 以上であり、密度が高くなるにつれて歩きにくいと評価する被験者が増えていることがわかる。



駅シミュレータの再現実験から推定した階段前の歩きにくさの評価を予測する関数は、C 駅の階段を通過する群集に対しては、妥当性を欠く結果となったが、C 駅での確認実験の結果と比較することで、駅の階段前で歩行者が体験する滞留時間や滞留密度が歩きにくさの評価に影響する可能性のあることが改めて確認できた。特に C 駅のように、階段の前で滞留が長時間持続するような駅では、滞留時間と歩行者が感じる歩きにくさには何らかの因果関係があることがわかった。

4-4 まとめ

4-4-1 本調査で得られた成果

本章では、日常的に群集流動がみられるわが国の駅階段の安全性を考えるうえで、通常時の群集流動の状態と歩行者の心理の関係を明らかにしておくは重要であること、通常時に感じる歩きにくさは状況によっては危険にもつながる可能性があることから、通常時の階段の群集流動も安全性に係わる要素であると位置づけ、駅のラッシュアワーに階段を歩く歩行者が感じている歩きにくさに着目した。

また、昨今の測定技術やシミュレーション技術の進展を考慮し、階段を通過する群集流動の状態量と歩行者の心理量との関係に基づく駅の階段の定量的な評価手法を検討するため、群集歩行実験を実施することで、駅の階段特有の歩きにくさの評価構造を探るとともに、駅の階段の特性を考慮した群集流動の状態量と歩きにくさとの関係を明らかにした。さらに、実駅での確認試験を行うことで階段内の評価式の有効性や限界を確認した。得られた成果は以下のとおりである。

- (1) 実駅の階段での歩行速度の調査結果を基に駅シミュレータにおける群集再現実験をおこない、群集の規模は異なるものの、実際の駅の階段に近い歩行速度の群集を再現することができた。
- (2) 駅シミュレータでの実験において、群集の歩行速度、すれ違いの有無を変化させることで、複数の状態量に対する被験者の歩きにくさ評価の回答を得ることができた。
- (3) 実験で再現した状態量と歩きにくさ評価の回答を分析することにより、階段内を歩行する群集の歩行速度と歩行者が感じる歩きにくさとの関係性を明らかにした。
- (4) また、階段内を歩行する群集の歩きにくさには、階段内で生じるすれ違いの有無が影響することを明らかにした。
- (5) それ以外の階段内の歩きにくさに影響を与える要因として群集の中での歩行者の位置が関係しており、群集の後方にかけて歩きにくいと感じる被験者が少なくなる傾向を把握した。
- (6) 同様に、階段前で滞留する群集に関しては、階段入口の流動係数と歩行者が感じる歩きにくさの関係性を明らかにした。
- (7) 階段内と同様に階段前においても、群集の中での歩行者の位置が歩きにくさの評価に関係しており、群集の中央部に比べ前方と後方にかけて歩きにくさを感じにくいと感じる被験者が少なくなる傾向を把握した。
- (8) 上記の関係性の妥当性を確認するため、実際の駅の階段において歩行実験をおこない、階段内の歩きにくさは群集の歩行速度によって概ね推定できることを明らかにした。
- (9) ただ、階段前の歩きにくさについては、階段入口の流動係数のみにより推定するには限界があることを確認した。
- (10) さらに、実際の駅での実験結果を分析することで、階段前における歩行者の歩きにくさにつ

いては、階段前での滞留時間が著しく長い場合や階段前での滞留密度が 3.0 人/m²を超える場合には、滞留時間や滞留密度の影響を受ける可能性があることを明らかにした。

4-4-2 階段の歩きにくさ評価に関する今後の課題

今回の実験では、階段内の群集の定常状態での歩行速度や階段入口での定常状態での流動係数以外の要因が、階段の歩きにくさに影響する可能性があることがわかっている。特に、群集のなかでの歩行者の位置や階段前での滞留時間による影響の強さは、実際の駅での実験からも確認できた。これらの要因は群集の中でも歩行者ごとに異なるものである。さらにこれらの要因は時間とともに変化するため定量的なデータの収集が難しいという課題がある。時間とともに変化する要因に対応する歩行者の評価を得るには、アンケートのような事後評価しかできない方法では限界があり、時間的に変化する心理量を捕捉する手法が必要であり、今後実験方法を工夫しながら取得していく必要がある。今回論じた評価式から得られる評価値は、あくまでも相対的な尺度によるものであり、絶対的な評価を示すものではない。群集流動の数値シミュレーションのように同一の指標によって、駅の同一階段の評価値の推移をみることを目的とする場合には、これらの相対的な尺度を活用できる可能性が高いが、異なる駅の階段を同一の指標により比較し優劣を判断することを目的とする場合には注意が必要である。このような指標の一般化は、実用的な駅階段の評価基準を検討するうえで、今後の大きな課題であると考えられる。

注

- 注 1) SD 法では、一般的に 5 段階や 7 段階の評定尺度が使用される¹²⁾が、今回の実験では「歩きにくい」か「歩きにくくない」かを被験者に明確に判断させることを優先し、敢えて 4 段階の評定尺度を用いた。
- 注 2) 分析には実験条件として設定した 3 段階の速度ではなく、各試番の歩行状況を撮影した映像から実測した歩行速度を用いた。映像内の特定の区間を通過する被験者をサンプリングし、その区間の距離を所用時間で割ることで歩行速度を算出し、その水平成分を平均することで各試番を代表する歩行速度とした。
- 注 3) 評価値は、アンケートの回答を（全く歩きにくいと感じなかった）=1、（ほとんど歩きにくいと感じなかった）=2、（少し歩きにくいと感じた）=3、（大いに歩きにくいと感じた）=4 と点数化し、分析の対象とした被験者の回答を平均した値である。
- 注 4) 滞留時間は、各試番の滞留状況を撮影した映像から実測した。各試番の開始から最後尾の被験者が階段に入るまでの時間(sec)を滞留時間(sec)とした。
- 注 5) 滞留密度は、各試番の滞留状況を撮影した映像から実測した。各試番の開始から 5sec 毎に階段の一断面から 1m 離れた箇所にあるスタートライン前の幅 2.7m 奥行き 1.4m の範囲にいる被験者数(人)を数え、面積 $2.7\text{m} \times 1.4\text{m} = 3.78 \text{ m}^2$ で割ることで 5sec おきの密度(人/m²)を算出した。各試番を代表する滞留密度には、試番の開始から滞留の解消直前までの 5sec おきの密度を平均した値を用いた。
- 注 6) 流動係数は、各試番に参加した被験者数(人)を前述の滞留時間(sec)と階段入口の幅員(m)でわることで算出した。

参考文献

- 1) 佐野友紀、志田弘二、建部謙治：物理指標からみた交錯についての実験的研究 群集流動横断時の歩行特性に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、第546号、pp.127-132、日本建築学会、2001.8
- 2) 建部謙治、佐野友紀：フィールド調査にもとづく通過しにくさの解析 群集流動横断時の歩行特性に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文集、第554号、pp.175-180、日本建築学会、2002.4
- 3) 今西美音子、佐野友紀：群集流横断における歩行者間の回避強度水準の検討 短時間歩行パス分析をもちいた群集解析 その1、日本建築学会計画系論文集、第79巻、第698号、pp.917-922、日本建築学会、2014.4
- 4) 佐野友紀、今西美音子：実験概要および移動方向バラ図・短時間歩行パス図を用いた群集の評価方法 群集流横断における歩行者間の回避行動分析 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.601-602、日本建築学会、2013.8
- 5) 今西美音子、佐野友紀：進入角度・群集密度が回避の強度に与える影響 群集流横断における歩行者間の回避行動分析 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.603-604、日本建築学会、2013.8
- 6) 佐野友紀、今西美音子：進入角度・群集密度が回避時の身体のひねりに与える影響 群集流横断における歩行者間の回避行動分析 その3、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.699-700、日本建築学会、2014.9
- 7) 今西美音子、佐野友紀：歩行者主体移動軌跡図をもちいた回避行動における速度・方向変化の可視化 群集流横断における歩行者間の回避行動分析 その4、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.701-702、日本建築学会、2014.9
- 8) 中祐一郎：鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究、鉄道技術研究報告、No.1079、施設編第481号、鉄道技術研究所、1978.3
- 9) J.J フルーイン著、長島正充訳：歩行者の空間、鹿島出版会、1974.12
- 10) 橋田直子、石田健、村田直紀、明瀬寛昭：鉄道旅客駅のサービス水準に関する研究 駅コンコースにおける群集密度と混雑状態・感覚の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.725-726、日本建築学会、1997.9
- 11) 石突光隆：駅シミュレータの開発、鉄道建築ニュース、第704号、第7巻、pp.13、鉄道建築協会、2008.7
- 12) 日本建築学会編：建築・都市計画のための調査分析方法改訂版、p.125、井上書院、2012.5

第5章 駅の階段における群集の安全性の評価

5-1 はじめに

5-1-1 研究の背景

都市部に近い駅における朝夕のラッシュアワーには、列車の発着に伴い駅のホームや階段などで乗客による群集流動が生じている。

特に輸送障害などにより列車の発着が遅延した際には、駅の利用者が累積的に駅構内に滞留しやすい。他路線への振替輸送が行われた際には、迂回先となる駅に通常時を上回る利用者が集中することもある。また、自然災害などの影響で広域にわたって運行が停止した場合、運行の再開直後に一部の駅に多数の乗客が殺到し、ホームや階段などが混乱することもある。

一般に不特定多数の人が集まる施設では、群集事故を防止するための様々な対策が取られている。イベントのように事前に来場者数が予想できる場合には、通例、開催者・交通事業者・警察・警備会社等による事前協議が行われ、警備計画が立てられる^{2)~4)}。駅でも周辺で開催される花火大会等のイベントへの対応がこれに該当する。しかし、ラッシュアワー等に発生する輸送障害等は予測が不可能であり、群集規模の想定や十分な要員の配置が難しい。

イベント時における群集事故防止対策としては、入場規制や群集の分断、情報の提供などの群集の特性を踏まえた制御が有効とされている^{5) 6)}。その中の一つに、群集の過度な滞留や圧力を緩和するため規制ラインを用いて群集流動を制止する方法があり、駅でも、改札口や階段の入口で入場規制をおこなう事例⁵⁾がみられる。

本来、群集は階段のように足元が不安定かつ群集事故が起きた際に被害が大きくなりやすい場所ではなく、平らな部分に滞留させるべきである。しかし、実際の駅では階段の先にあるホーム上で群集流動が滞っている場合には、階段の入口で規制を実施したとしても階段内に群集の一部が残されてしまう可能性がある。また、先に述べた要員の関係から階段の出口でしか群集を規制できない可能性もある。このような場合、階段内が危険な状態とならないように群集の密度を一定以下に抑える必要がある。

階段に収容できる群集の上限としては、避難安全検証法⁷⁾で避難経路等の部分に収容可能な避難者数を算定するための値が示されている。階段室での一人当たりの必要滞留面積を $0.25 \text{ m}^2/\text{人}$ すなわち密度 $4.0 \text{ 人}/\text{m}^2$ ^{註1)}としているが、その根拠は示されていない。

萩原⁸⁾は米国における避難安全規定の変遷を明らかにするなかで 1913 年に制定されたニューヨークの工場法を紹介している。この工場法では、区画された階段内に在館者を収容するという考え方に基づき、一列のユニット幅を 22 インチとし、避難者が階段に一段おきに立つことを想定している。この考え方を参考に、建築基準法施行令第 23 条第 1 項に基づいて標準的な階段を幅員 1.2m、踏み面 24cm とし、一段おきに二人ずつが並んだときの密度を算定してみると密度は約 $3.5 \text{ 人}/\text{m}^2$ ($=0.29 \text{ m}^2/\text{人}$)^{註2)}となる。また、Jake L. Pauls⁹⁾は実測調査に基づく避難階段内の密度と歩行速度の関係を明らかにしている。実際に観測された最大密度は約 $2.5 \text{ 人}/\text{m}^2$ であるが、近似関数上で歩行速度が $0 \text{ m}/\text{sec}$ となる最大密度は約 $3.7 \text{ 人}/\text{m}^2$ ^{註3)}となる。

新井¹⁰⁾は静力学的なモデルを用いた計算から、階段で将棋倒しが生起しない人間の間隔を水平距離 60cm としている。しかし、この間隔は人間を棒状に近似したモデルに基づいており、実際の群集への適用は慎重に行う必要がある。

心理的な観点から群集を定量評価した事例としては、毛利¹¹⁾らは追い越しのしやすさの観点から密度による歩行路のサービス水準を提案している。吉田ら¹²⁾は歩行速度による避難の円滑さの指標を提案している。しかし、いずれも群集事故が生じるおそれのある高い密度については、評価の適用範囲としていない。

また、大竹ら¹³⁾は歩行者の個体専有面積分布を把握する実験のなかでアンケートを実施しており、平面床上での密度と心理量との関係を示している。吉村、末原ら^{14)、15)}は被験者実験を通じて群集密度と体感圧力や呼吸のしやすさについてアンケート調査を実施している。貝辻ら¹⁶⁾は、群集事故の事例分析に基づき群集の密度と危険回避行動の関係を示している。しかし、いずれも平面における群集を対象としており、階段における群集を対象としたものではない。

一方、駅の階段で生じ得る密度に関する既往の調査として、階段内で静止した群集の密度を計測した例はないが、都築ら¹⁷⁾は通勤時の駅階段を歩行する群集で最大 2.5~3.0 人/m²と報告している。また、戸川¹⁸⁾は降り階段での調査結果^{注4)}を 2~6 人/m²と記述したうえで「流動をとめ、階段に収容し得る人数をきめようとするとき、1 平方メートルに 3 人とか 4 人とかいう低い密度ではない。8 人/m²でも決して危険ではない。(中略) 階段の段面上の密度を、水平面積に直して、1 平方メートルにつき 8 人までなら、安全に収容し得る」と記述している。

さらに、明石花火大会事故(2001年)の調査報告書¹⁹⁾では、事故発生場所直近の階段において、踏み面 30cm、有効幅員 2.8m の各段に 4 人が立っていたと推計しているが^{注5)}、この状況での群集密度は 4.76 人/m²となる。これらの事例や、何としても目的の列車に乗りたい、少しでも早く他のホームに移動したいと欲する駅利用者の心理を考慮すると、筆者は駅の階段で 4 人/m²超の密度が生じる可能性は否定できないと考える。

5-1-2 研究の目的

この上限となる密度に関して、筆者は、階段における群集歩行で注意すべきは規制解除された群集が一斉に動き始めたときと考えている^{注6)}。特に駅の階段のように、一般的な建築物の階段に比べ幅員が広く中間に手すりがない階段では、群集が物理的に収容できる密度ではなく群集が不安を感じずに歩き始められるような密度を上限とすべきであり、これらを明らかにする必要がある。

本研究の目的は、これらの既往研究を参考に階段における群集の心理を考慮した評価は十分なされていない^{注7)}としたうえで、駅の階段に滞留していた群集が一斉に歩き始める現象に主眼を置き、そのときの密度と不安感の関係を実験的に明らかにする点にある。

5-2 歩行開始時の不安感に関する調査

5-2-1 歩行実験の概要

研究は、実験場の階段において再現した群集内の被験者を対象として、歩き始めの際の足の動き、不安感および歩行開始の遅れに関するアンケート調査および計測を行う方法とした。表 5-1 に実験の概要を示す。

実験は、(公財)鉄道総合技術研究所内にある駅シミュレータの中にある、ホームからコンコースに上がる階段を模した階段において実施した。表 5-2 に階段の概要^{注8)}を示す。実験では、高低差

が3.6mある階段のうち踊場から下の部分にあたる高低差1.65mの部分を用いた。

群集の再現では、37名の被験者の一部もしくは全員を階段内に整列させることで、0.6~4.9人/m²の範囲にある9種類の密度の静止した群集を再現した。また、被験者の配列^{注9)}は被験者の目の前の一段が必ず空いている状態、すなわち千鳥配置となるようにした。このように被験者が階段に整列した状態を初期状態とする。表5-3に初期状態の密度と被験者数および配列の状況を示す。表5-3の○および●は被験者を罫線は階段の踏み面を意味し、表上側が階段の上方向、表下側が階段の下方向を表している。特に●は密度算定の対象とした被験者を表している。

実験の試行は、実験者の合図とともに被験者には初期状態から3歩^{注10)}だけ階段を昇らせる（もしくは、降りさせる）方法とした。被験者には「合図があっても動けない場合は、無理に動く必要はありません」「絶対に前の人を押さないで下さい。大変危険です」「皆さんが、自然に歩く様子を撮影します。混雑した駅をイメージして、普段通りに歩いて下さい」という教示を与えた。手摺の利用は被験者の意思に任せたが、実際に手摺を利用する被験者はいなかった。

試行は同じ密度での昇降を1セットとし、4セット実施した。ただし、0.6人/m²の条件は自由歩行となることが自明であることから1セットのみとした。実験上特に注意を要する密度^{注11)}として4.0人/m²を超える4.3人/m²、4.9人/m²の条件については、被験者の安全を確認しながら1セットのみ実施した。試行順は1.2人/m²から3.7人/m²の条件まで段階的に密度を高くすることで実施した。0.6人/m²、4.3人/m²、4.9人/m²の条件は最後に実施した。

表5-1 実験の概要

実験日時：2010年9月25日(土) 10:00~12:00 実験場所：(公財)鉄道総合技術研究所 駅シミュレータ階段 被験者：18~55歳（平均25歳）の健常な一般男性37名 実験方法：①指定した配列で被験者を階段内に整列させる ②実験者の合図で被験者を3歩だけ昇降させる ③実験終了後、被験者はアンケートに回答する 調査項目：(1)歩き始める際の足の動きについて (2)歩き始める際の不安感について (3)歩き始める際の歩行行動のばらつきについて

表5-2 模擬駅の階段の仕様

階段幅員：2.7m （有効幅員2.51m） 高低差：3.6m （高さ1.65mに踊場あり） 蹴上げ：15cm 踏み面：30cm 仕上げ：花崗岩 JP 仕上げ
--

表 5-3 被験者の配列と密度の一覧

密度 (人/m ²)	0.6	1.2	1.6	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9
被験者 (人)	6	12	15	18	24	30	36	37	37
階段内での被験者の配置	○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
● 密度算定対象の被験者	●	● ●	● ● ●	● ●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
○ その他の被験者	○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○

5-2-2 アンケート調査の概要

階段において群集が歩き始める際の足の動きおよび不安感については、アンケート調査を実施した。被験者が自分の意思でうまく踏み出せたかどうか、そのとき不安を感じたかどうかを聞いた。

密度 0.6 人/m²、4.3 人/m²、4.9 人/m²については1セット目終了後に、密度 1.2 人/m²、1.6 人/m²、1.9 人/m²、2.5 人/m²、3.1 人/m²、3.7 人/m²については3セット目終了後^{註12)}にアンケート調査を行い、歩行開始する際の足の動きについては4段階評価で、不安感に対する主観評価については5段階評価で回答させた。回答は用紙の選択肢に印を付ける記入式とした。表 5-4 にアンケートの内容を示す。

表 5-4 被験者へのアンケートの内容

Q1: 階段をのぼる(おりる)ときの足の動きについてお聞きします。

①合図に合わせて自分の意思で踏み出すことができた

②合図は聞こえたが、踏み出すことができず、
前の人が進むまで踏み出すことができなかった。

③合図は聞こえたが、踏み出すことができず、
後の人があたって踏み出さざるを得なかった。

④まったく踏み出すことができなかった。

Q2: 階段をのぼる(おりる)ときの気持ちについてお聞きします。

①不安 ②どちらかといえば不安 ③どちらでもない

④どちらかといえば安心 ⑤安心

5-2-3 歩行開始時の不安感に関する調査の結果

図 5-1、図 5-2 に足の踏み出しに関するアンケート結果^{注13)}を示す。なお、密度 4.9 人/m²の条件は追加試番^{注14)}として実施したため、アンケート調査は行っていない。

昇りの場合、降りの場合ともに「後ろから押され踏み出さざるを得なかった」「まったく踏み出せなかった」という回答は、ほとんど見られなかった。「前が動くまで踏み出せなかった」という回答は、昇りの場合、降りの場合ともに、密度 1.9 人/m²のときにはじめて現れ、密度が高くなるにつれて、回答者の割合が増えている。一方、「自分の意思で踏み出せた」という回答は、密度が高くなるにつれて、回答者の割合が減っている。そして、昇りの場合、降りの場合ともに密度 4.3 人/m²のとき、「自分の意思で踏み出せた」という回答と「前が動くまで踏み出せなかった」という回答の割合が逆転する。特に降りの場合、密度 4.3 人/m²で「前が動くまで踏み出せなかった」という回答が 6 割に達している。

次に、図 5-3、図 5-4 に不安感に関するアンケート結果を示す。

アンケート結果の集計では、「安心」「どちらかといえば安心」という回答は「安心」として、「不安」「どちらかといえば不安」という回答は「不安」として集計している。

昇りの場合、降りの場合ともに「不安」という回答は密度 1.9 人/m²のときにはじめて現れ、密度 3.7 人/m²以上で大幅に増えている。特に降りの場合、この傾向が顕著である。一方、「安心」という回答は、密度が高くなるにつれて徐々に減る傾向がみられ、密度 3.1 人/m²以上で大幅に減少している。そして、昇りの場合、降りの場合ともに密度 4.3 人/m²のとき、「安心」という回答と「不安」という回答の割合が逆転する。これは足の踏み出し状況に関するアンケート結果と同様の傾向である。特に降りの場合、密度 4.3 人/m²で「不安」という回答が 7 割に達している。

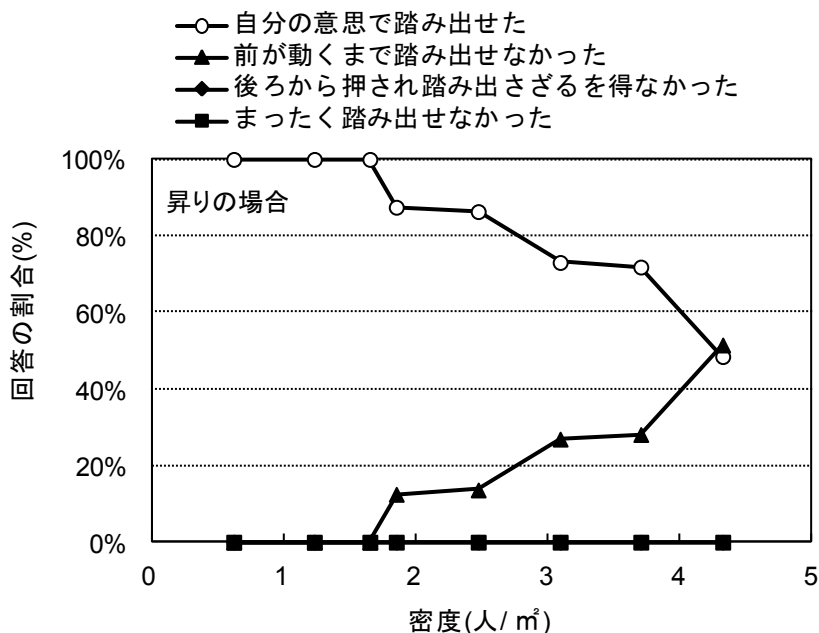


図 5-1 足の運びに関する回答の変化 (昇りの場合)

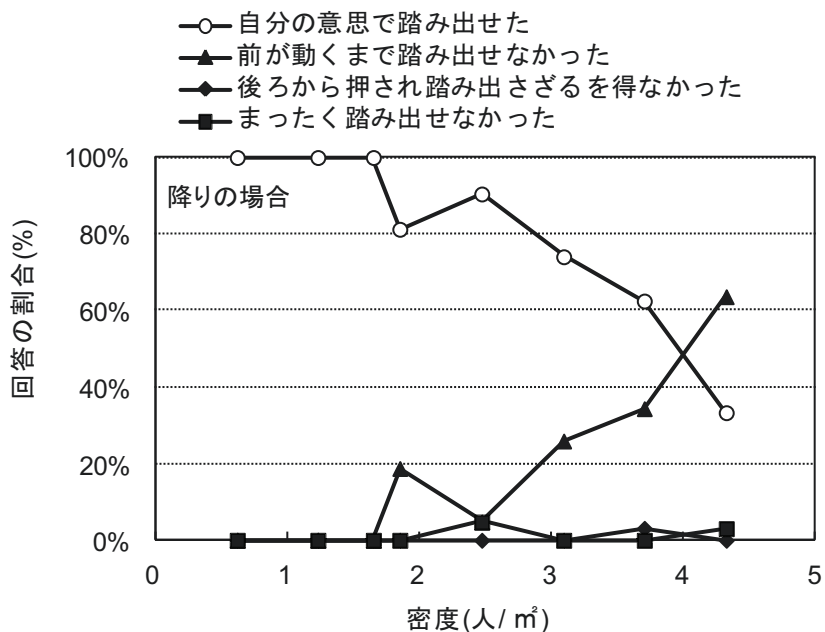


図 5-2 足の運びに関する回答の変化 (降りの場合)

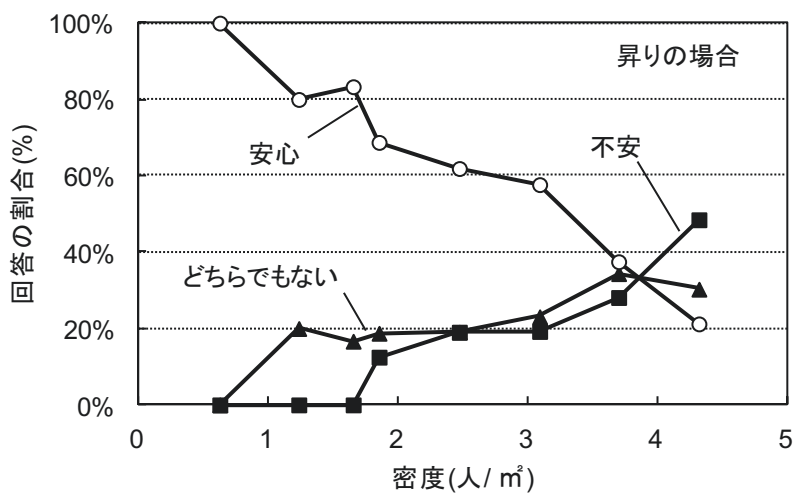


図 5-3 不安感に関する回答の変化 (昇りの場合)

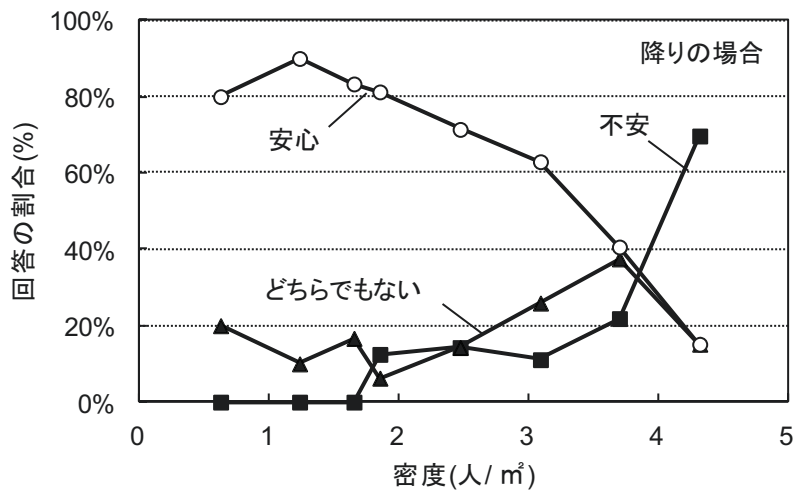


図 5-4 不安感に関する回答の変化 (降りの場合)

5-3 歩行開始の遅れに関する調査

5-3-1 調査の概要

階段において、群集の歩き始めに生じる歩行開始の遅れを把握するため、被験者の動きを計測した。なお、群集の足の動きを詳細に捉えることは困難なため、頭部の動きを計測した。

計測は、図 5-5、写真 5-1 に示すように、ビデオカメラ（SONY 製 HDR-CX520V）を実験場の階段の上方に設置することでおこなった。また、計測範囲が最大となるように、ビデオカメラの位置は可能な限り高い位置になるように調整した。このときのビデオカメラのレンズ中心と直下にある階段との距離は約 5.9m であった。

計測する範囲は画像の中心付近とし、ビデオカメラの画角から、階段中央部の 6 段分（水平方向 1.8m、鉛直方向 0.75m）の範囲とした。図 5-5 に示すように、計測対象となる被験者は水平距離 1.8m の範囲に頭頂部が位置する被験者とする。なお、ビデオカメラの角度の微調整を容易におこなうため、ビデオカメラの画像は接続したモニターにより確認できるようにし、ビデオカメラの角度は遠隔から操作できる電動雲台（Bescor 製 MP-101）を用いて調整した。

写真 5-2、写真 5-3 に示すように、被験者全員に頭頂部にターゲットマーク^{注15)}を張り付けた帽子を着用させ、頭部の動きを捕捉できるようにした。また、ビデオカメラの画像から被験者が特定できるように、被験者の肩の位置に上方に向けた番号札を張り付けた。

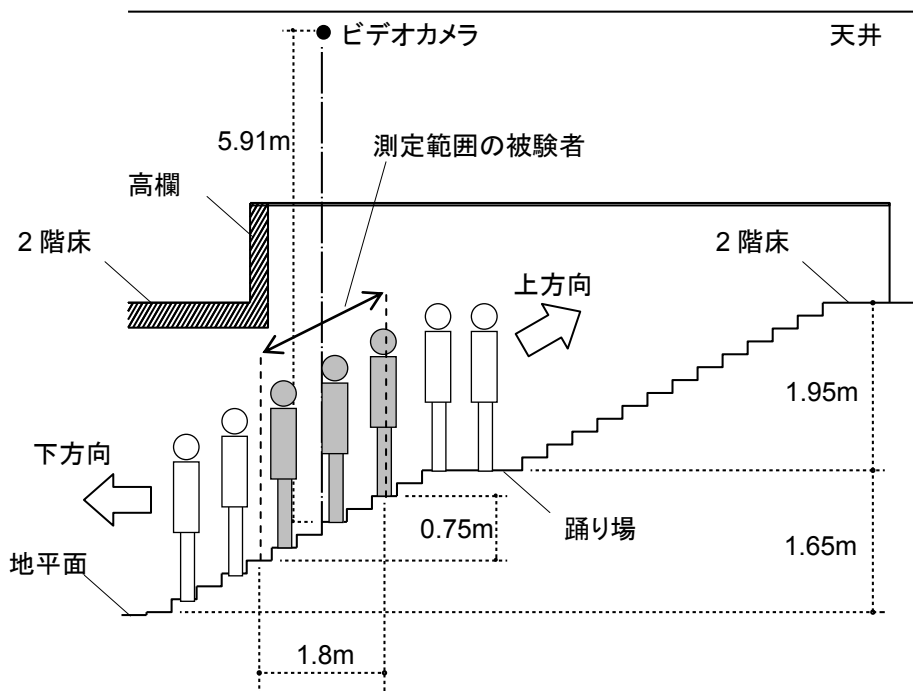


図 5-5 模擬駅における階段断面と被験者の配置

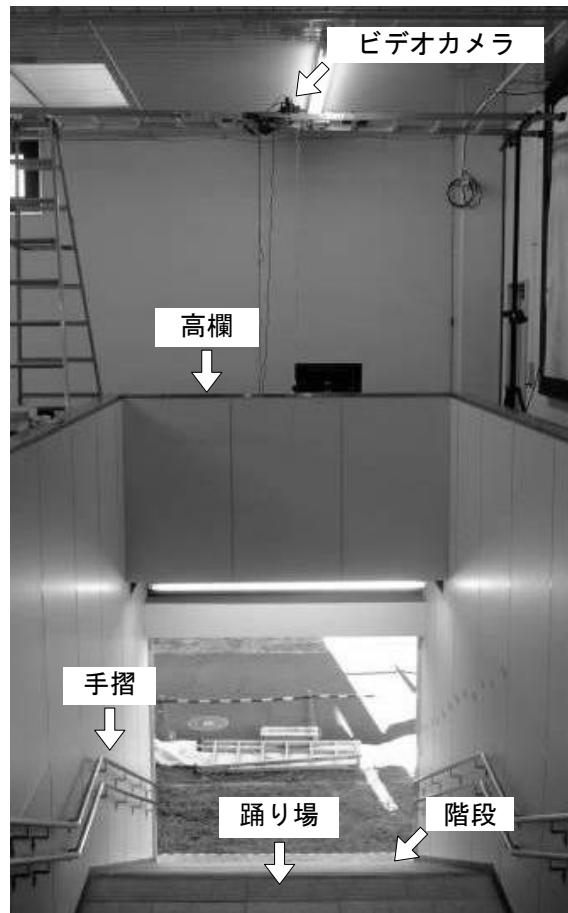


写真 5-1 階段内とカメラの設置状況



写真 5-2 被験者の状況（前面）密度 4.3 人/m²

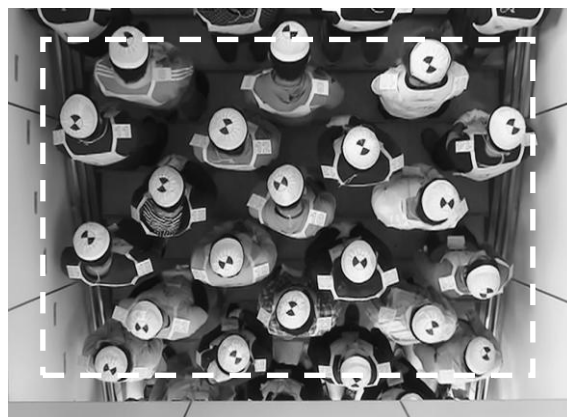


写真 5-3 被験者の状況（上部） 密度 4.3 人/m²

5-3-2 分析の方法

得られた画像からターゲットマークを自動的に読み取るソフトウェア^{注16)}を用いて、基準点^{注17)}に対する被験者の位置を分析した。ただし、今回は群集の進行方向の動きのみに着目したため、左右方向の座標については分析していない。

得られた座標データは階段斜面を上部から鉛直下向きに撮影した画像を基にしているため、階段の最上部と最下部では実際の距離と画面上の距離とに差がある。そこで、図 5-6 に示す座標系を設定してデータの補正をおこなった。

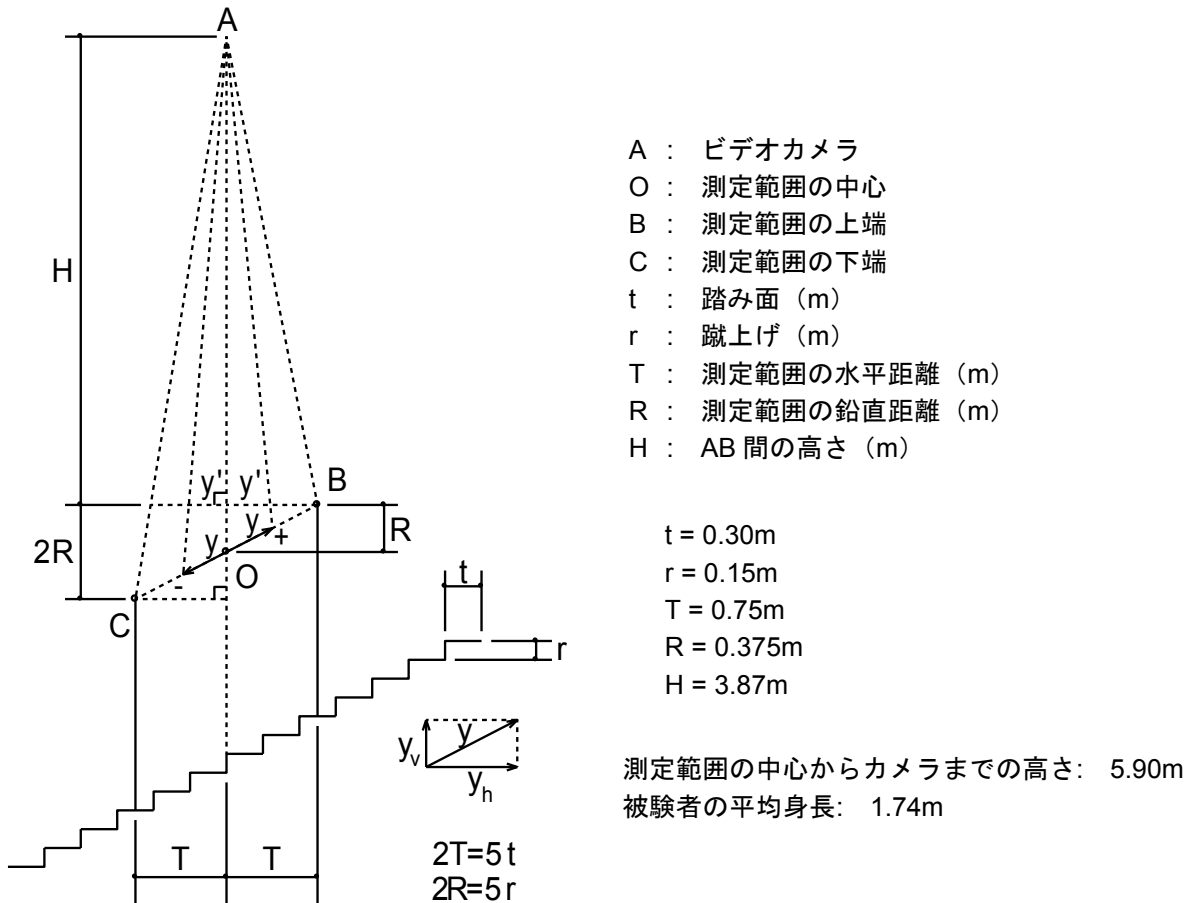


図 5-6 ビデオ映像における被験者位置を変換するための座標系

ある移動体が階段の踏み面より一定の高さを保ち、測定範囲中心点 O から測定範囲端部 C または B まで移動するときの水平移動距離、鉛直移動距離をそれぞれ T (m)、R (m) とする。測定範囲中心の直上にある点 A と点 B との高さの差を H (m) とする。点 O と点 B および点 C を結ぶ任意の長さ y を持つベクトル \mathbf{y} を考え、OB 方向をプラス、OC 方向をマイナスする。ベクトル \mathbf{y} の水平成分を y_h 、鉛直成分を y_v とする。また、点 A から見て、点 B と同一の水平面上にベクトル \mathbf{y} を投影したものをベクトル \mathbf{y}' とする。

$y' > 0$ のとき、三角形の相似則から以下の関係が得られる。

$$\frac{y'}{H} = \frac{y_h}{H + R - y_v}$$

階段の斜度は一定であることから、 y_h は y' を用いて式(5-1)のように表わすことができる。

$$y_v = \frac{R}{T} y_h \quad \text{より}$$

$$y_h = \frac{T(H + R)y'}{HT + Ry'} \dots\dots\dots(5-1)$$

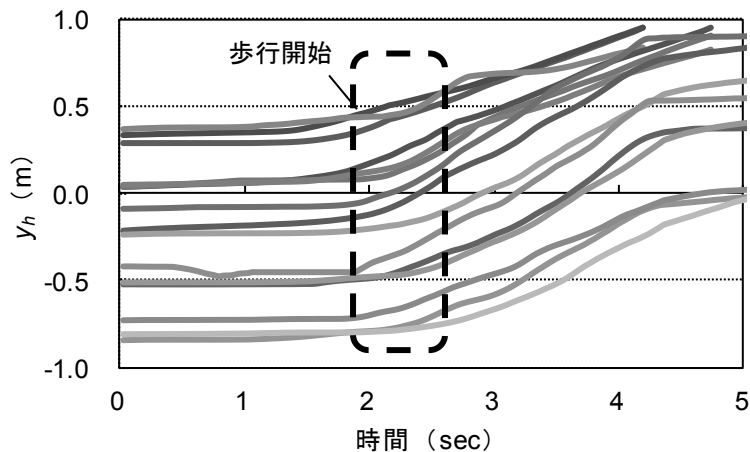
$y' < 0$ のときも同様に、 y_h は y' を用いて式(5-2)のように表わすことができる。

$$\frac{y'}{H} = \frac{y_h}{H + R + y_v}$$

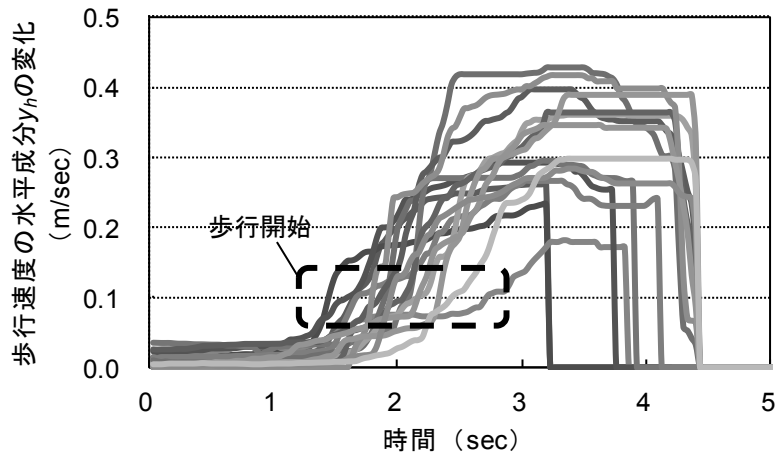
$$y_h = \frac{T(H + R)y'}{HT - Ry'} \dots\dots\dots(5-2)$$

ここで、点 A をビデオカメラレンズの中心、点 B、点 O、点 C は被験者の頭頂部と考えた場合、 y' は画像上での階段進行方向の移動距離 (m) となる。階段の諸元や機器の設置条件から決まる定数項は、図 5-6 に示した通りである。

式(5-1)および式(5-2)を基に得られた個々の被験者の頭部の水平移動距離 y_h の時間変化^{注 18)}は、単調増加 (もしくは単調減少) する曲線として表される。図 5-7 に密度 3.7 人/m²で昇りの場合の被験者全員の頭部の座標変化を示す。さらに、図 5-7 の破線で囲んだ被験者全員が歩行を開始したと思われる時刻を詳細に把握するため、1sec あたりの y_h の変化量 (m) すなわち水平速度 (m/sec) をみる。図 5-8 に図 5-7 と同じ条件での被験者全員の頭部の水平速度の時間変化を示す。ここで、水平速度が最初に 0.1m/sec 以上となったときの時刻を各被験者の歩行開始時刻 (sec) と定義する。そのうち最初に歩行を開始したと判断される被験者の移動開始時刻を基準としたときの、他の被験者の移動開始時刻との差を歩行開始の遅れ (sec) と定義する。



場合)



n²の場合)

5-3-3 歩行開始時の遅れに関する調査の結果

(1) 歩行者の密度による歩行開始の遅れの違い

実験の試行回数が1回の密度 0.6 人/m²および 4.3 人/m²、4.9 人/m²の条件は再現性の観点から分析の対象とせず、密度 1.2 人/m²、1.6 人/m²、1.9 人/m²、2.5 人/m²、3.1 人/m²、3.7 人/m²の条件で得た有効データ数^{注19)}と歩行開始の遅れの平均値を示したものが表 5-5、表 5-6、これらをグラフで表したものが図 5-9、図 5-10 である。

歩行開始の遅れにおける密度の影響を調べるため分散分析^{注20)}をおこなったところ、昇りの場合は有意でなかったのに対し、降りの場合には有意 ($p < 0.01$) であった。また、歩行開始の遅れに対する昇りと降りの影響を調べるための各密度での結果に対し分散分析をおこなったところ、密度 1.2 人/m²以外の密度で有意 (1.6 人/m² : $p < 0.05$ 、1.9~3.7 人/m² : $p < 0.01$) であった。

このことから、階段内の密度が 1.2 人/m²~3.7 人/m²の範囲において、昇り方向の静止した群集では歩行開始の遅れは密度の影響を受けにくいのに対し、降り方向の静止した群集では歩行開始の遅れは密度の影響を受けやすく、密度が高くなるのに伴い歩行開始の遅れは大きくなる傾向があることがわかった。また、密度が 1.6 人/m²~3.7 人/m²の範囲において、昇り方向よりも降り方向の群集の方が歩行開始の遅れは大きくなる傾向があることがわかった。

表 5-5 密度と歩行開始の遅れ (昇りの場合)

密度 (人/m ²)	1.2	1.6	1.9	2.5	3.1	3.7
サンプル数	14	28	29	36	44	53
平均 (sec)	0.48	0.48	0.41	0.51	0.54	0.62
標準偏差 (sec)	0.36	0.25	0.24	0.38	0.33	0.37

表 5-6 密度と歩行開始の遅れ (降りの場合)

密度 (人/m ²)	1.2	1.6	1.9	2.5	3.1	3.7
サンプル数	14	20	24	32	40	53
平均 (sec)	0.36	0.71	0.70	0.97	0.90	1.23
標準偏差 (sec)	0.26	0.42	0.40	0.45	0.41	0.58

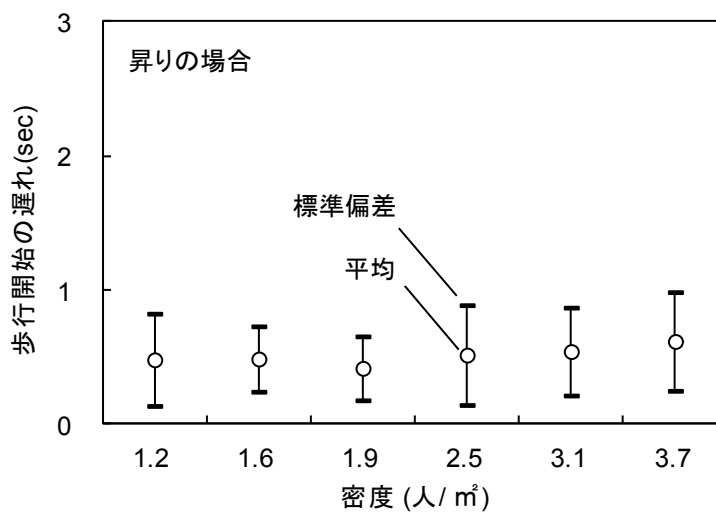


図 9-9 密度と歩行開始の遅れの関係 (昇りの場合)

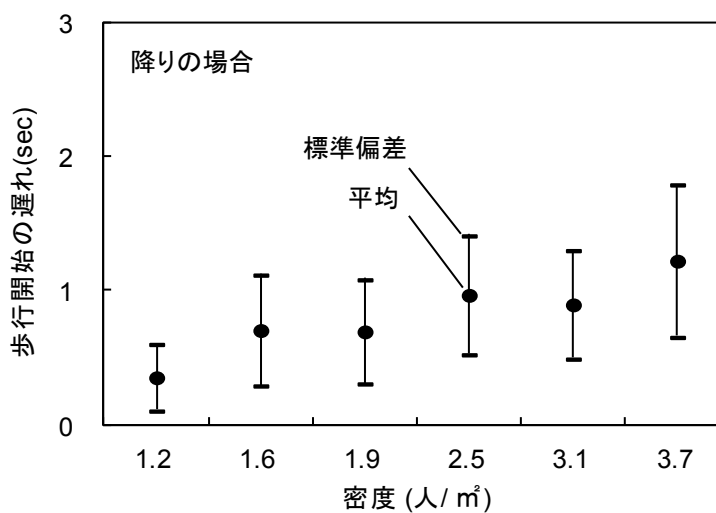


図 9-10 密度と歩行開始の遅れの関係 (降りの場合)

(2) 歩行者の位置による歩行開始の遅れの違い

試行回数が少なかった、密度 0.6 人/m²および 4.3 人/m²、4.9 人/m²の条件での結果については、前述の通り他の結果と同等に比較することはできないが、参考値として密度 1.2~3.7 人/m²の条件と比較したものが図 5-11、図 5-12 である。有効データ数は、0.6 人/m²：(昇り) 1 (降り) 2、4.3 人/m²：(昇り) 17 (降り) 15、4.9 人/m²：(昇り) 18 (降り) 18 であった。

これらのグラフからは、昇り降りにかかわらず密度 4.3 人/m²から密度 4.9 人/m²にかけて歩行開始の遅れが急増しており、何らかの要因によって合図と同時に歩行開始できなかった被験者が増えていることがわかる。この密度 4.3 人/m²から密度 4.9 人/m²にかけての歩行開始の遅れに関して、密度による違いを詳細に把握するため、被験者の位置ごとの、歩行開始の遅れの違いを分析した。

図 5-13、図 5-14 に被験者の位置と歩行開始の遅れの関係を示す。横軸の数字は、計測範囲の最上段から順に 1 段目、2 段目、・・・6 段目としたときの、被験者が最初に立っていた段を表わす。なお、歩行開始後に計測範囲の外に出てしまう先頭(降りの場合 6 列目、昇りの場合 1 列目)のデータは除外している。

密度 4.3 人/m²のとき、昇りの場合、降りの場合ともに、被験者の位置による歩行開始の遅れに差はみられない。次に、密度 4.9 人/m²のとき、昇りの場合は、階段の前から後にかけて遅れが徐々に大きくなる傾向がみられる。一方、降りの場合は、被験者の位置による歩行開始の遅れに差はみられない。このように、密度 4.9 人/m²では、昇りの場合は、群集の前方と後方で歩行開始の遅れに差が出るのに対し、降りの場合は、群集の前方と後方にかかわらず、群集の各所で、歩行開始の遅れに差がでていない。

このことから、密度 4.0 人/m²を超える高い密度においては、昇りの場合は群集が伸長するように前方から徐々に歩行が開始される現象²⁰⁾、降りの場合は群集内の位置にかかわらず歩行が開始される現象が起きている可能性がある。このような昇りと降りによる歩行開始行動の違いと安全性との関係性については、再現性の観点から複数回の試行を行い確認する必要があると考える。

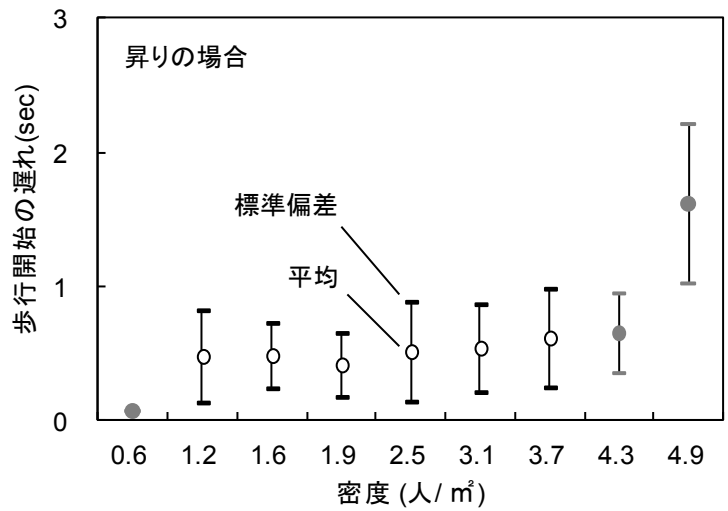


図 5-11 高密度域を含む歩行開始の遅れの比較 (昇りの場合)

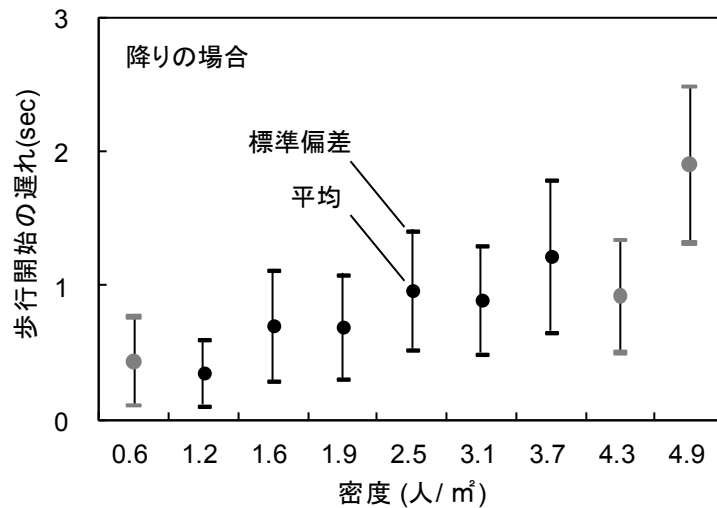


図 5-12 高密度域を含む歩行開始の遅れの比較 (降りの場合)

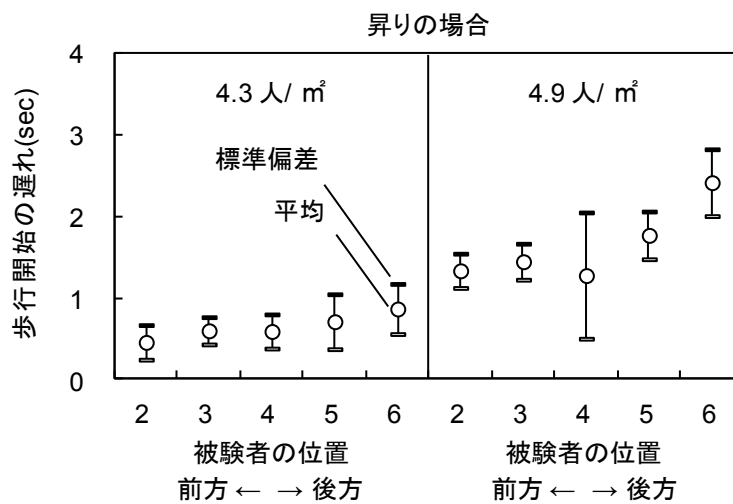


図 5-13 被験者の位置と歩行時間の遅れの関係 (昇りの場合)

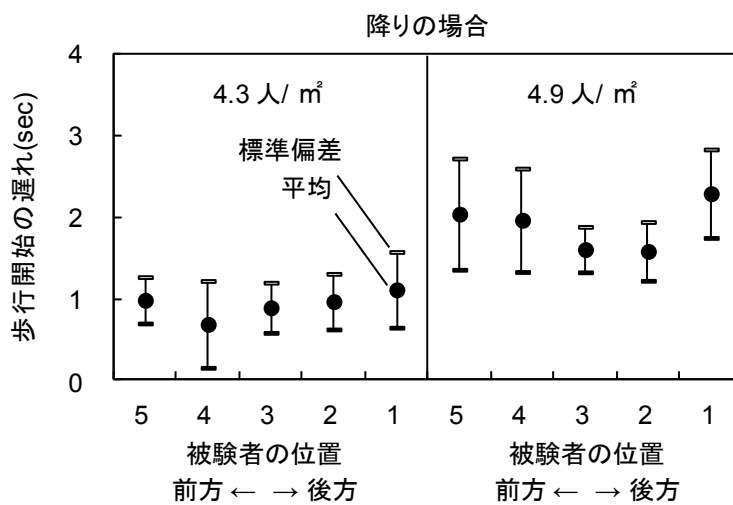


図 5-14 被験者の位置と歩行時間の遅れの関係 (降りの場合)

5-4 階段における上限密度に関する考察

ここでは、不安感に関するアンケート調査および歩行開始の遅れの計測の結果から、駅の階段において群集を滞留させる際に上限となる密度について考察する。

実験では、降りの場合にのみ密度 1.2 人/m²から 3.7 人/m²の範囲で密度が高くなるほど歩行開始の遅れが大きくなる傾向がみられた。また、昇りの場合に比べ降りの場合の方が歩行開始の遅れが大きくなる傾向がみられた。

このことから、階段内における昇り方向の群集に比べ降り方向の群集は、歩行開始時に何らかの抵抗を感じやすい可能性がある。今回の実験では抵抗の要因を明らかにするには至っていない。被験者へのアンケートでは、昇りと降りの試番が終了した後に昇りを降りについて続けてアンケートに回答させているため、アンケート結果における昇りと降りの違いに関する解釈には注意が必要であるが、特に密度 4.0 人/m²を超える条件では、階段を降りる場合には、昇る場合に比べ、足の動きに制約を感じた被験者、不安を感じた被験者ともに多い可能性がある(図 5-3、図 5-4)。

一方、過去の群集事故の事例⁶⁾からも、群集の一部で生じた転倒や躓きが事故のきっかけとなることが知られている。今回、降り方向の群集が歩行開始する際に見られた歩行開始の遅れと群集内部での転倒や躓きの発生との関係は明らかではないが、階段における降り方向の群集では一歩を踏み出すのに躊躇する状況が生じるなど、周囲と歩調を合わせにくい状況が歩行開始の遅れや不安感に影響している可能性がある。また、群集の後方にいる人々が群集中ほどで生じている歩行開始時の躊躇を知らずに無理に歩行開始しようとした場合には前述のような転倒や躓きに繋がる恐れもある。以上のことから、降り方向の群集を階段内で滞留させた場合には注意が必要であると考える。

次に、階段で群集を滞留させる際の上限となる密度について考えてみる。密度 4.3 人/m²のとき半数以上の被験者が前の歩行者が動くまで足を踏み出せなかったと回答している(図 5-1、図 5-2)。このことから、密度が約 4.0 人/m²付近までは被験者が比較的自由に足を踏み出せたものと推察できる。一方、心理面では、密度 3.7 人/m²のとき安心と感じる被験者と不安と安心のどちらでもないと感じる被験者の割合が拮抗していることから、密度が約 4.0 人/m²付近で大半の被験者の心理が不安へと移行している可能性が高い(図 5-3、図 5-4)。

よって、密度約 4.0 人/m²は群集が自由に足を踏み出すことができる余地があり、大半の歩行者が不安を感じていない状態と推察できる。そのため、階段においては、昇り降りにかかわらず密度約 4.0 人/m²を超える状態で群集を滞留させるべきではないと考える。

また、今回の実験は、主として実験の安全確保のため健常な若い男性被験者によって実施している。そのため、女性や子供、高齢者等の多様な属性が含まれる群集では、より低い密度で不安を感じる可能性が高い点に注意が必要である。

5-5 まとめ

5-5-1 本調査で得られた成果

本章では、駅の階段に群集を滞留させた場合の、歩行開始時に感じる不安や歩行行動のばらつきを調べる実験を行い、密度と不安感および歩行開始の遅れとの関係を明らかにした。以下に主な成果を示す。

(1) 自分の意思で足を踏み出しにくい被験者と不安を感じる被験者が現れるのは、昇り降りにか

かわらず密度が 1.9 人/m²のときであった。

- (2) 自分の意思で足を踏み出しにくい被験者と不安を感じる被験者が半数を超えるのは、昇り降りにかかわらず密度が 4.3 人/m²のときであった。
- (3) 密度が 1.6~3.7 人/m²のとき、歩行開始の遅れは昇りよりも降りの場合で大きく、降りの場合では密度の上昇により歩行開始の遅れが大きくなる傾向がみられた。

以上の成果から、駅の雑踏警備において、やむなく階段で群集を滞留させるときに注意すべき点として、次のような知見が得られた。

- (4) 階段内の密度が約 2.0 人/m²前後に達するとき、群集の一部で不安が生じ始め、密度が約 4.0 人/m²前後に達すると、群集の大半で不安が生じる可能性がある。
- (5) 高い密度で静止した状態から階段を昇り始める群集に比べ、降り始める群集では、不安を感じる歩行者が多い可能性がある。そのため、特に降り階段に滞留させていた群集の規制を解除する際には注意が必要と考える。
- (6) 階段内に群集を滞留させるとき、群集が自由に足を踏み出す余地があり、大半に不安を感じさせない密度は約 4.0 人/m²と推察できる。このことから、階段内には密度 4.0 人/m²を超える密度で、群集を滞留させるべきではないと考える。
- (7) 上記の知見は若い男性被験者による実験から得られた成果に基づいており、不特定多数の歩行者がいる状況では、より低い密度を上限とする必要があると考える。

また、参考値として非常に高い密度である、密度 4.3 人/m²と密度 4.9 人/m²のときの歩行開始の遅れについて考察したところ、次のような可能性を見出した。

- (8) 階段内の密度が 4.3 人/m²から 4.9 人/m²にかけての歩行開始の遅れは、昇り降りにかかわらず大幅に大きくなる可能性がある。
- (9) このときの階段内での歩行開始行動として、昇りの場合は群集の前方から徐々に歩行が開始されるのに対し、降りの場合は群集内の位置と無関係に歩行が開始される可能性がある。

5-5-2 階段における歩行者密度に関する今後の課題

今後の課題として、より多様な属性についても考慮した上限密度を検討する必要がある。また、実際の雑踏警備では、動いている群集を制止し密度が高くならないように規制するタイミングも重要であると考えられることから、階段における密度上昇のメカニズムも明らかにする必要があると考える。さらに、高密度な状態の階段内で起きていた詳細な歩行行動や昇りと降りによる違いのように、群集事故の原因となる可能性がある状態についても安全性との関係を明らかにしていく必要があると考える。

注

- 注 1) この密度は区画された階段室内に滞留できる避難者数を簡易に算出するための定数であることから、静止状態の群集を想定したものと推察できる。ただし、上記の目的から階段と踊り場の区別はなされていない。
- 注 2) この密度は階段に立つ避難者数の考え方に基づいていることから、踊り場を含まない階段で静止状態にある群集の密度と考えられる。
- 注 3) この密度は踊り場を含まない階段の範囲で計測された結果に基づいていること、歩行速度が 0m/sec となる密度をグラフより読みとっていることから、踊り場を含まない階段で静止状態にある群集の密度と考えられる。
- 注 4) 観測状況の詳細に関する記載はないが、階段における群集流動の密度の特徴として、戸川は比較的長尺の階段（24 段、27 段）における密度には濃淡があるという見解を述べており、昇り場合で上 8 段、中 8 段、下 8 段のいずれの部分でも 2.6 人/m²であるのに対し、降りの場合で上 8 段 6 人/m²、中 8 段 4 人/m²、下 8 段 2 人/m²の実測結果が得られたとの記載がある。
- 注 5) 階段の寸法は、明石歩道橋事故が発生した歩道橋の設計図面²¹⁾による。
- 注 6) 群集事故には、(1) 群集密度が高まることによる危険 (2) 高密度の群集が統制なく動き出すことによる危険があると考えられるが、本研究は(2)を対象としている。(2)に類似した群集事故の事例として「二重橋事件(1954.1)」⁶⁾があり、これは一般参賀に訪れた群集のロープ規制をゆるめた直後に起きた事故である。その他にも「大阪造幣局事件(1967.4)」¹⁹⁾のように門前に集まった花見客の規制を解いた直後に生じた事故や、「大阪市新朝日ビル事件(1971.12)」¹⁹⁾のように公開番組収録に集まった小中学生の階段下での規制に失敗した事故がある。(1)は、後続する群集流動を分断するなど動いている群集を制止する方法に大きく依存すると考えられることから、群集流動の制御方法を考えるうえでも重要な現象であると考えられる。
- 注 7) 新井らも、「群集事故防止策の第 1 は、なんといっても群集を構成する各個の心理制御である。おそらく、それは群集中に適当な空間を保持することによって確保される」と、心理面の重要性を述べている。
- 注 8) 駅の階段に関するガイドライン²²⁾では、駅の階段の標準的な寸法として、蹴上げ 16cm 程度以下、踏面 30cm 程度以上としている。そのため、今回の実験で使用した階段（蹴上げ 15cm、踏面 30cm、勾配 1/2）よりも急勾配な駅の階段が存在する可能性もあるが、ガイドラインにて標準的とされる範囲においては、上限となる勾配（1/1.875）に比較的近い勾配を持つ階段と位置付けられる。
- 注 9) 被験者の配置にあたっては、密度算定範囲とする中央の 6 段における密度が 0.5 人/m²~4.0 人/m²の近傍で概ね 0.5 人/m²の等間隔となるような被験者数を決め、それらの被験者が階段内で均等な分布かつ被験者の目の前の一段が必ず空いている状態、すなわち千鳥配置となるように配置を決めた。この配置以外にも空いている段を設けない配置も考えられるが、最初に人数を決めたうえで均等に配置する方法としたため、結果的に表 5-3 のような配置となった。密度の算定にあたっては、階段（幅 2.7m）の中央部 6 段（踏み面 30cm×6 段=1.8m）に立つ被験者の人数と階段の水平投影面積（2.7m×1.8m）から算出した。階段幅については、手すりは被験者の肩よりも低い位置にあるため、群集の配列に影響を及ぼさないと考え、手すりを無視している。実際、今回再現した最大の密度 4.9 人/m²でも、1 段に並ぶ被験者は 4 人であり、被験者の腰が手すりに押しつけられるような状況ではなかったことを確認している。

- 注 10) 実験時の転倒事故を防止するため、高密度な状態での歩行を継続させないように配慮した。また、被験者には、足が踏み出せない場合は無理に動かない、前方の被験者を絶対に押さないように教示をしている。本研究では、歩き始めに感じる不安感の把握を目的としていることから、被験者の歩行を3歩に限定しても問題ないと考えた。
- 注 11) 避難安全検証法⁷⁾における「滞留が継続する時間に対する心理的な要因を考慮」した1人当たりの必要滞留面積の値に基づく密度は4.0人/m²であり、雑踏警備²⁾でも、密度4.0人/m²は水平路における「群集の安全確保上の限界密度」とされていることから、今回の実験を安全におこなううえで注意を要する密度と考えた。
- 注 12) 4セット目は頭部の位置測定のための試行回数を増やすことを目的としており、3セット目とは時間を空けて実施した。
- 注 13) 群集の先頭および最後尾にいた被験者は実験におけるダミー条件として扱っており、その回答は分析するデータには含めていない。
- 注 14) 当初の実験計画では、安全性を考慮して、最大密度は4.3人/m²としていた。4.3人/m²における被験者の様子から、全ての段に4人並べる4.9人/m²の条件も十分安全に実施できると判断し、追加試番として実施した。
- 注 15) ターゲットマークとは、黄と黒のパターンで構成された円形のマークであり、画像解析ソフトにより比較的精度良く捕捉することが可能である。
- 注 16) 米 Glenallan Technology Inc. 製 View Point。このソフトでは、入力した画像をコマ単位に分析することで、画像内のターゲットマークの座標を時刻毎のデータとして出力できる。今回は30Hzで分析をおこなった。
- 注 17) 計測する範囲および解析の基準となる点をビデオカメラの画像に映し込むため、長さ1.74mの棒の先端に被験者の頭頂部と同じターゲットマークを取り付けたものを用意した。この棒を、計測範囲内の最下段および最上段の踏み面の中心点に垂直に立てた状態で撮影をおこなうことで、基準点を含む画像を取得した。棒の長さ1.74mとは、今回の被験者37名の靴を履いた状態での平均身長から決定した。
- 注 18) 被験者の頭部の細かな動きがノイズとしてデータに表れるのを防ぐため、30Hzで取得したデータを1Hzに平均化している。平均化にあたっては、ある時刻における対象物の y_h は、その前後0.5secの範囲にある母数30個の y_h の値の最頻値（メジアン）とした。
- 注 19) 計測は全ての試番に対しておこなっており、1回の試番において有効となるデータ数は、計測範囲内にターゲットマークが入っている被験者の数から最初に歩行を開始した被験者1名を差し引いた数となる。また、歩行開始時に頭部の動きが大幅に先行する被験者は、実験映像を確認しデータから除外している。実験では実験条件である密度毎に4回の試行を実施しており、4回分のデータを足し合わせたものが全データ数となる。
- 注 20) 密度を水準とした場合の各水準のデータ数が異なることから、平均値の比較にはt検定ではなく一元配置の分散分析を用いた。

参考文献

- 1) 永田工、宮嶋加菜子：3・11 バラバラ首都鉄道 JR 運休地下鉄は再開 大混乱の夜検証へ、朝日新聞夕刊、p.1、2011.4.23

- 2) 全国警備業協会編：雑踏警備業務の手引、pp.24-35、2006.9
- 3) 全国警備業協会編：雑踏警備業務の手引【上級】、pp.65-92、2006.9
- 4) 兵庫県警察本部：雑踏警備の手引き、2002.12
- 5) 岡田光正、吉田勝行、柏原士郎、辻正矩：建築と都市の人間工学、pp.68-72、鹿島出版会、1977.6
- 6) 岡田光正：群集安全工学、pp.15-72、pp.167-172、鹿島出版会、2011.5
- 7) 国土交通省住宅局建築指導課編：2001年版避難安全検証法の解説及び計算例とその解説、pp.31-60、2005.3
- 8) 萩原一郎：建築火災における避難安全規定の研究、博士論文、東京大学、1996.4
- 9) Pauls, J. L. : Building Evacuation: Research Findings and Recommendations, Fires and Human Behaviour, pp.251-275, John Wiley & Sons, 1980
- 10) 新井邦夫、丸井信雄：群集の流動と事故、総合都市研究、第14号、pp.13-20、東京都立大学都市研究所、1981
- 11) 毛利正光、塚口博司：歩行路における歩行者挙動に関する研究、土木学会論文報告集、第268号、pp.99-108、土木学会、1977.12
- 12) 吉田克之、峯岸良和、城明秀、竹市尚広、木村謙、佐野友紀：避難歩行流の質の定量的評価方法に関する試案 マルチエージェント歩行者シミュレーター、SimTreadの適用を通じて、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2、pp.207-208、日本建築学会、2011.8
- 13) 大竹宏之、久保田一弘、直井英雄：限定空間内の群集の個体専有面積分布を把握するための基礎実験 個体領域の確保を考慮した室空間の規模計画手法に関する研究その4、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.991-992、日本建築学会、2009.8
- 14) 吉村英祐、柏原士郎、横田隆司、飯田匡：人間の詰め込み実験に基づく群集密度と群集圧の計測、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.943-944、日本建築学会、2003.9
- 15) 末原隆司、柏原士郎、吉村英祐、横田隆司、飯田匡：群集密度と群集圧の関係に関する測定実験、日本建築学会近畿支部研究報告集、第43巻、計画系、pp.297-300、日本建築学会、2003.5
- 16) 貝辻正利、北後明彦：雑踏事故に至る高密度群集滞留下での群集波動現象に関する研究 大規模イベント事例分析を通じて、地域安全学会論文集、No.17、地域安全学会、pp.21-29、2012.7
- 17) 都築知人、不破徹、青木俊幸、大戸広道、河合邦治：鉄道駅の流動評価に関する研究 その1 階段・エスカレーター、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1、pp.841-842、日本建築学会、1999.9
- 18) 戸川喜久二：群衆と密度、都市計画、vol.73、pp.17-19、日本都市計画学会、1972.11
- 19) 明石市民夏まつり事故調査委員会：第32回明石市民夏まつりにおける花火大会事故調査報告書、p.94、明石市、2002.1
- 20) 吉田克之：建築設計における避難行動予測に関する研究、博士論文、早稲田大学、1991.3
- 21) 兵庫県明石市：朝霧連絡歩道橋取付部及び橋面工整備工事竣工図 第4葉(平面詳細図・断面詳細図、縮尺1:50)、2001
- 22) 国土交通省総合政策局安心生活製作課監修：公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン、旅客施設編、p.47、交通エコロジー・モビリティ財団、2013.10

第6章 ホーム狭隘部における歩行者の安全性の評価

6-1 はじめに

6-1-1 研究の背景

第3章、第4章、第5章では、駅の階段における群集流動の実態、群集歩行時の歩きにくさの要因、群集歩行開始時に不安を感じさせる要因などについて論じた。本章では、第2章でも明らかとなったように多くの高齢者が階段の次に不安を感じた経験のあるホームに着目する。

よく知られているように、駅では毎日多数の乗客が駅のホームにおいて列車を乗り降りしている。特に、都心の駅での朝のラッシュアワーにあたる1~2時間の間には、終日を通して最も多くの利用者が集中する傾向があり、駅のホーム上や階段、列車内は、そのスペースに対して非常に多くの乗客が存在する状況となりやすい。

更に、都市圏の交通ネットワークを形成している路線の一部において、輸送障害^{注1)}や自然災害、気象条件の悪化などのトラブルに起因する列車遅延が発生した場合には、一時的に通常よりも輸送力が低下し、駅の構内に滞留する利用者の数が増加しやすい。また、特定の路線で間引き運転や運転の見合わせが実施された場合には、鉄道の利用者が他の路線を利用して目的地へ近づけるように、他の鉄道会社やバスなども含めた振替輸送と呼ばれる対策が取られることもある。このような際には、新たな迂回先となる他の路線や他の駅において、通常よりもはるかに多くの利用者が集中する場合がある。

なかでも、普段は利用者がそれほど多くなく輸送力や駅の物理的な空間に余裕がない駅が、振替輸送時の迂回先もしくは迂回中の利用者が交通機関を乗り継ぐ駅となる場合には、ホームに人が入りきらない、利用者数に対して駅のなかの通路空間が不足するといった状況が生じることで円滑な乗り継ぎが阻害され、駅中の利用者数が累積的に増加することもある。

特に駅のホームは乗客と列車の距離が最も近づくことから、利用者数の大小にかかわらず列車と乗客の接触事故（以降、触車事故）のような乗客の生命にもかかわる重大な事故が発生しやすい空間である。これはホームが外周壁のないステージ状の平面であるにもかかわらず、多くの乗客が歩行や滞留、列車からの乗り降りをおこなうためである。また、駅のホームには「一般部」と呼ばれる幅員の広い場所と、駅の構造上、階段やホーム上にある詰所の脇にできる「狭隘部」と呼ばれる狭小な空間がある。一般部に比べ狭隘部では、乗客と列車の距離が一層近づこうえ、そこを群集流動が通過する場合には一部の歩行者は線路や列車に近い位置を歩くことを余儀なくされることもある。そのような状況から、列車が通過する際にホーム上にいる利用者、特に混雑時にホームの端部にいる歩行者の安全上の問題が懸念されている。昨今、ホーム柵などの導入によりホームの安全性を高めることが効果的な対策として検討されているが、導入コストや費用対効果の面からも、全ての駅に導入されるには一定の時間が必要と考えられる。

ここで、群集については、第1章、第5章でも紹介したように、建築や防火の分野において多くの研究がなされており、密度と歩行速度の関係などを代表とする基礎的なメカニズムは既に明らかにされている。また、興業開催時を対象とした雑踏警備の業界においても、歩行者の制御や治安の維持を目的とした対策の立て方が概ね確立されている。

これら群集歩行に関する知見は、建築物からの避難時間の検討に活かされているだけでなく、古くから鉄道の分野においても駅などの施設の規模算定にも活かされており、具体的には簡易式

やシミュレーションとして、施設計画時の利用者動線の検討に役立てられてきた。

しかしながら、これらの検討は日常的な発生頻度が最も高い通常時の通勤ラッシュを対象におこなわれることが多く、通勤時間帯の異常事象を想定した検討がおこなわれる事例は少なかった。特にホームに関しては、これまで定量的な安全性の評価方法が確立されていないのが実情である。

ホームの狭隘部を歩行する歩行者にとっての危険、すなわち最も避けなければならない事象とは線路に転落することと触車することである。そのため、歩行者の安全性を論じる場合、線路に転落しないこと、触車しないことが最低限満たされるべき事項であるといえる。

ただ、筆者は、ホームの狭隘部の安全を具体的に考えるとき、転落や触車さえしなければ狭隘部の有効幅員を線路側の限界まで使用しても良いという考え方に基づくべきではないと考える。これは、歩行者が不意に押されたり、めまいなど体調の変化を起こすことによってホームの端部で急にバランスを崩したり、ホームの端部を歩行中に手や荷物などが線路側にはみ出すことも考えられるためである。前述したように、ホームドアなどの物理的な安全対策が最も望ましいことは論を俟たない。しかしながら、それらが完全に普及するまでの間、狭隘部の安全に関して設計者や施設管理者ができることは、本人が意図的にホームの端部を歩く場合は別として、歩行者がホームの端部を歩かなくても済むように通行量や通行状態に見合った十分な幅員を確保することであると考える。

6-1-2 研究の目的

そこで、本章では上記のような背景をもとに、駅のホーム空間のなかでも特に狭隘部に着目したうえで、そこを通過する群集を対象とした安全性の評価方法を検討する。

具体的には、ホームの狭隘部を通過する群集流動を再現する実験をおこない、狭隘部における群集流動の状態量と歩行者が狭隘部を安全に通過するために必要な条件との関係性を定量的に明らかにし、ホームの狭隘部を歩行者が安全に通過できる状態を簡易に判断するための判定方法を新たに提案することを目的とする。

また、一般部・狭隘部にかかわらず、歩行者がホームの端部のような転落の危険がある箇所の直近を歩行する際に、端部とどの程度の距離を保とうとするのか確認することを目的とする。

6-1-3 研究の方法

本章では、研究を進めるにあたって実験と調査を実施している。

実験とは、ホームの狭隘部における歩行実験である。これは、群集が狭隘部を通過する際に狭隘部内における歩行者の密度が高くなる条件を実験的に再現し、そのときの群集流動の特性やホーム端部での歩行行動について基礎的なデータを収集することを目的としている。狭隘部特有の現象としては、一般部に比べ幅員が狭いため多数の歩行者が通過したり、すれ違ったりする際に群集密度が上昇しやすいことがある。また、狭隘部の中に乗車待ちの乗客がいた場合には、有効幅員がより狭くなるため、すれ違いなどの影響を受けやすく、転落の危険性も高まると考えた。今回の実験では、ホーム柵が設置されていないホームを想定しており、狭隘部には列車が停車していない場合を対象としている。これは、表 6-1 に示すようにホームの狭隘部の安全性の観点から条件の整理をおこなったうえで、混雑時に柵のないホーム狭隘部を多数の歩行者が通過する条件は相対的に危険性が高いと考えたためである。

表 6-1 転落の危険性から見たホームの条件整理

施設条件 \ 利用条件		歩行者数（通常時）			歩行者数（混雑時）		
		列車なし	列車通過時	列車停車時	列車なし	列車通過時	列車停車時
一般部	柵なし	◎	◎	◎	○ ^{※1}	○ ^{※1}	◎
	柵あり	◎	◎	◎	◎	◎	◎
狭隘部	柵なし	○ ^{※1}	○ ^{※1}	◎	△ ^{※1}	△ ^{※1}	◎ ^{※2}
	柵あり	◎	◎	◎	◎	◎	◎ ^{※2}

「柵」とは、ここではホーム柵を指す。

◎：転落の危険性は少ない、○：条件によって転落の危険性あり、△：転落の危険性が高い

※1 乗車待ちの列の増大によりホーム端部を歩行する歩行者が増えることによる転落

※2 転落の危険性はないが、歩行者が密集する可能性がある

調査とは、歩行者がホーム端部との間に保とうとする距離を把握するための実験場における調査である。歩行者は、日常的にホームを歩行するなかで転落を避けるため無意識のうちにホーム端部と距離を保ちながら歩行していると考えられる。この実験では、歩行者が不安を感じないためにはホームの端部とどの程度の距離を保つかを把握することを目的としている。

これらの距離を実際の駅で調査することも可能であるが、実際の駅のホームには、柱や高欄、他の歩行者が存在することから、歩行者がそれらを回避する行動や追い抜こうとする行動をとる可能性もある。そのため、歩行者が意図的にホームの端部に接近して歩行した、すなわち不安は感じていたがホームの端部を歩かざるを得なかったのか、意図せずにホームの端部に接近して歩行した、すなわち何ら不安を感じることなくホームの端部を歩行したのか判断することが難しい。その点、実験場では被験者の条件を同じにすることが可能であり、それぞれの被験者が取るホームの端部との距離を同等に比較できると考えた。

以上のような、実験および調査を実施することで、ホームの狭隘部における歩行者の安全性、特に群集流動が通過する際の安全性の検討に資するデータを得ることとした。

6-2 ホーム狭隘部における歩行に関する実験

6-2-1 実験の概要

(1) 実験場所の概要

群集がホームの狭隘部を通過する際の特性について基礎的なデータを収集することを目的として、ホーム狭隘部における歩行実験を実施した。本実験では、群集が幅員および乗車待ちする乗客数の異なる狭隘部を通過する際の流動係数および密度を測定する。実験の日程、場所および被験者数は以下の通りである。

実験日時：2011年11月9日(水) 9:00~14:00

実験場所：(公財) 鉄道総合技術研究所 駅シミュレータ下ホーム

被験者数：男性 80 名

駅シミュレータ下ホームとは、第4章および第5章で紹介した駅シミュレータの下に敷設した長さ 41m、幅員 7m、地面からの高さ 30cm のホームを指す。床面は、実際の駅のホームでも

よく使われているアスファルトで舗装されており、ホーム端には、幅 0.8m のコンクリート製タイルと幅 0.4m の視覚障害者用警告ブロック（内方線付き^{註2)}）が帯状に敷設されている。ホーム上の階段脇には、長さが 6.72m、最大幅員が 2.5m の狭隘部がある（写真 6-1～6-3）。

実験では、図 6-1 に示すような階段脇の狭隘部を想定した。狭隘部には、ホーム端から 70cm の位置に白線を敷設し、被験者には、その内側を歩行するように教示した。このような白線は、現在では敷設の義務付けはされていないが、ホームにおける警戒白線として、「ホーム縁端から 70cm～100cm の位置であり、標準は 80cm」¹⁾ のような目安が示されていた経緯があり、これは、ホーム上での乗客の安全に対する風速限界により定められたものでもある^{2)、3)}。今回は、最も線路に近い位置となる最小の 70cm とした。

また、狭隘部の幅員として、2.5m、2.0m、1.5m の3つを再現した。2.5m は新幹線ホームにおける跨線橋口、地下道口、待合所等とホーム縁端との距離の最小値であり、1.5m は在来線ホームにおける同値の最小値である⁴⁾。また、狭隘部の幅員を調節にあたっては発泡スチロール塊（高さ約 2.0m、幅約 1.0m、厚み約 0.5m）を狭隘部の階段側に並べ、2.5m、2.0m、1.5m の狭隘部を再現した（写真 6-4～6-6）。

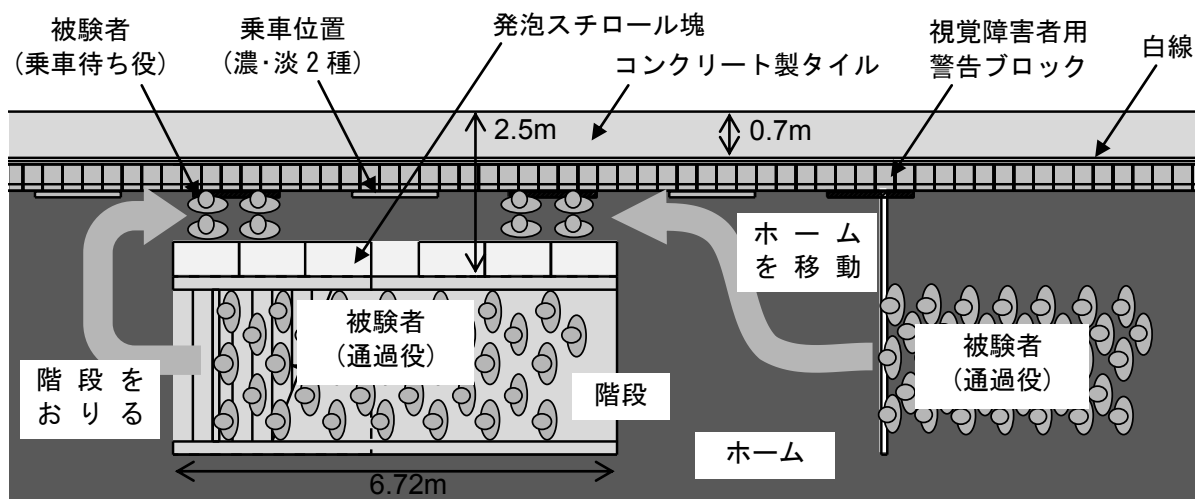


図 6-1 狭隘部歩行実験に使用した狭隘部の平面図



写真 6-1 狭隘部（全景）



写真 6-2 狭隘部（階段側より）



写真 6-3 狭隘部(ホーム側より)

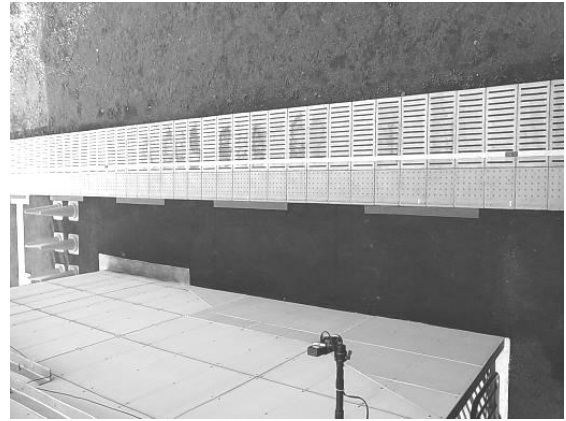


写真 6-4 狭隘部 (幅員 2.5m)

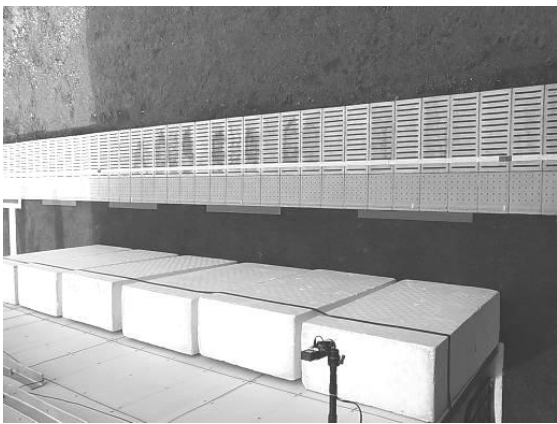


写真 6-5 狭隘部 (幅員 2.0m)

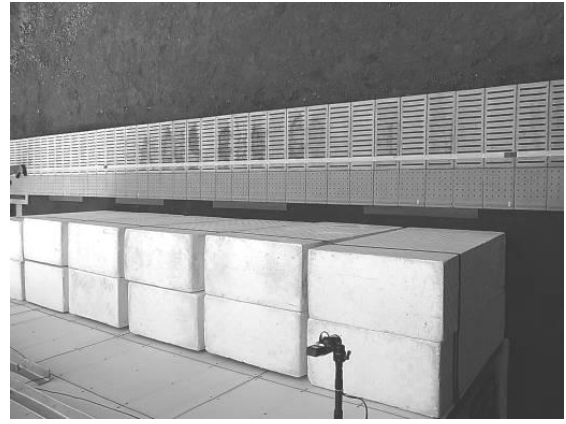


写真 6-6 狭隘部 (幅員 1.5m)

(2) ホーム狭隘部における群集流動の再現

a) 被験者

群集の再現には被験者を用いた。被験者は総数 80 名の健常な男性で構成されており、年齢構成は 18~64 歳、平均年齢 25.5 歳であった。健常な男性被験者のみとしたのは、これまでの歩行実験と同様に、被験者の体格や運動能力を均質にすることにより、群集の再現を安全に行うためである。

なお、被験者数を 80 名としたのは、過去の群集再現実験において、対向する群集流動により再現される密度が最大でも約 6 人/m²を超えないという知見を得ており、今回使用する狭隘部の有効面積 (長さ 6.72m×(2.5m-0.7m)=約 12 m²) から逆算 (6 人/m²×12 m²=72 人) し、最低人数 72 人に余裕を持たせた 80 名の被験者がいれば、被験者全員が狭隘部内に収容されてしまうことはなく、最小限の被験者数で狭隘部における滞留を持続させることができると考えたためである。

b) スタート位置

狭隘部において群集の密度が高くなるシナリオとして、次の二つの群集流動が狭隘部において交錯する場合を想定した。

- ①列車に乗車しようと階段を下り、狭隘部を通過して階段裏側の乗車位置に向かう群集流動
- ②列車から降車したのち、狭隘部を通過して階段へ向かう群集流動

各群集流動をなす被験者のスタート位置は、階段内およびホーム上に設けた。また、限られた被験者数で効率良く混雑を発生させるため、各スタート位置の先頭にいる被験者が狭隘部に進入するタイミングがほぼ同時となるような位置に、スタートラインを設定した。その他の被験者は、スタートラインを先頭に最大でも密度4人/m²を超えない状態で整列させた。整列する被験者の人数が異なる場合も先頭の被験者が同一の位置となるようにした（写真6-7、6-8）。

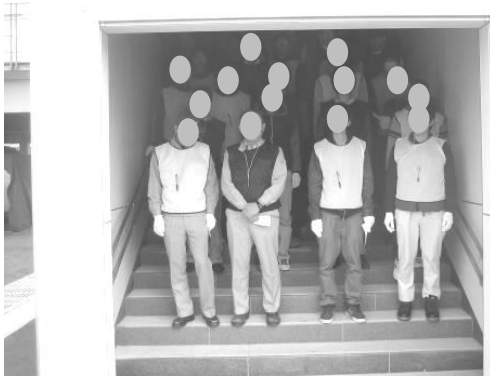


写真 6-7 スタート位置の状況（階段）



写真 6-8 スタート位置の状況（ホーム）

c) 列車を待つ乗客

ホームにおいて列車の到着を待つ乗客（以下、乗車待ち）がいる場合を想定し、被験者のうち数名を乗車待ち役として、狭隘部に立たせた（写真6-9～6-15）。また、狭隘部以外の箇所には、一般部における乗車待ちが占める範囲にカラーコーンを置いた（写真6-16）。

乗車位置としては、狭隘部に停止する車両扉の数が1箇所の場合と複数の場合を想定し、ホーム上に乗車位置を示すラインを貼り付けた。鉄道の車両には様々なタイプのものが存在するが、今回は、都市圏で使用されることの多い、通勤型車両の扉配置（扉数4箇所、開口幅員1.3m、扉中心間隔2.4m）を参考に、長さ6.72mの狭隘部に1箇所（図6-1の淡、写真6-9、6-11）および2箇所（図6-1の濃、写真6-10、6-12）の乗車位置を設定した。

乗車待ちは、原則2列に整列させ、人数が多く整列し切れない場合は、狭隘部からはみ出さないように整列させることとした。

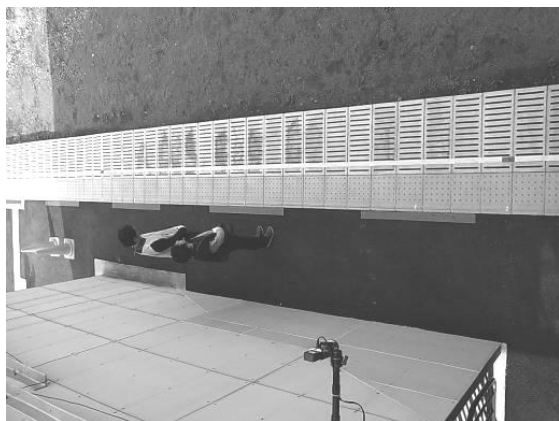


写真 6-9 乗車待ちの状況(1)



写真 6-10 乗車待ちの状況(2)



写真 6-11 乗車待ちの状況(3)

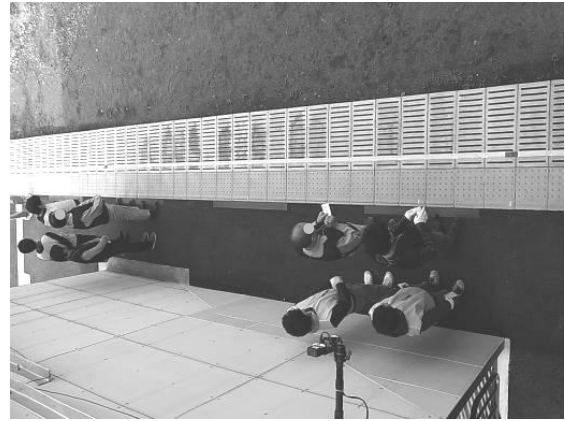


写真 6-12 乗車待ちの状況(4)



写真 6-13 乗車待ちの状況(5)



写真 6-14 乗車待ちの状況(6)



写真 6-15 乗車待ちの状況(7)

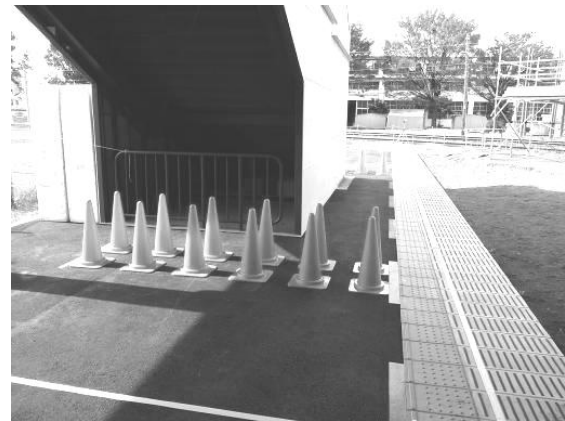


写真 6-16 カラーコーンの状況

d) その他の教示

狭隘部を通過する被験者への教示として、狭隘部を通過する際には、可能な限り、ホーム端部から 0.7m の位置にある白線の内側を歩行するようにし、他の被験者を無理に押しついたりしないよう教示した。乗車待ちについては、乗車位置を先頭に視覚障害者用警告ブロックよりもホーム内側に整列し、通過する被験者がいても乗車位置は離れないように教示した。また、実験者による笛の合図と共に一斉に歩行を開始させ、最後尾の被験者が狭隘部を通過し終わった時点で試番を終了することとした。

(3) 測定の方法

図 6-2 のように狭隘部を中心にビデオカメラ①~⑤と写真機 1 台を設置し、狭隘部を群集が通過する状況を撮影した（写真 6-17~6-21）。ビデオカメラの内部時計の時刻は、電波時計を基準に実験直前に調整し、できる限り誤差を 1 秒未満におさえることとした。また、写真機については、インターバルタイマー機能を用いて、実験中、1 分毎に自動的に撮影が行われるように設定した。

ビデオカメラ①および②については、図 6-2 に線分で示す狭隘部両端の断面流動量を正確に把握できるよう、上空から真下に向けて撮影が行えるように設置した。また、ビデオカメラ①~④については、実験中、正常に作動しているかを確認するため、監視モニターにて集中監視できるように設定した（写真 6-22、6-23）。

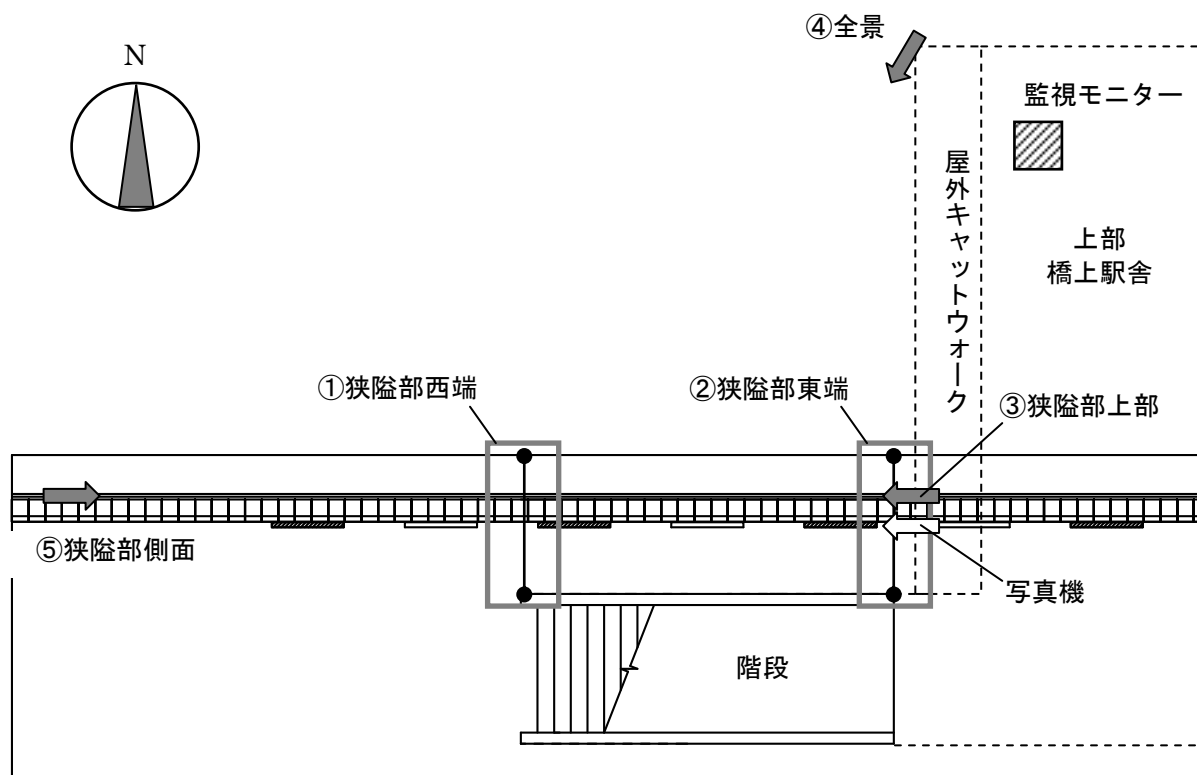


図 6-2 狭隘部歩行実験における機器の配置



写真 6-17 ビデオカメラ①狭隘部・西端



写真 6-18 ビデオカメラ②狭隘部・東端



図 6-19 ビデオカメラ③狭隘部・上部



図 6-20 ビデオカメラ④全景



図 6-21 ビデオカメラ⑤狭隘部・側面



図 6-22 監視モニター・装置

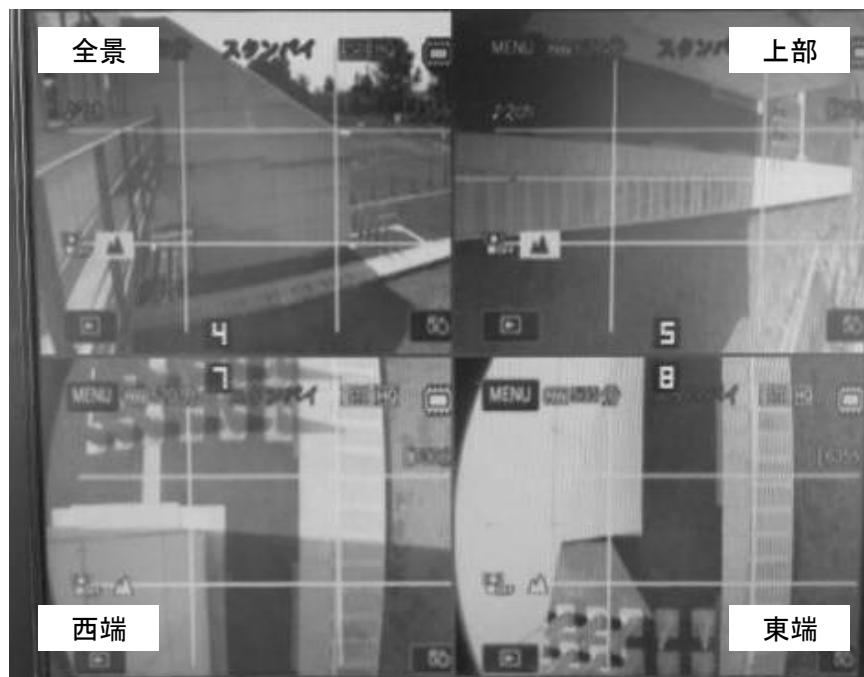


図 6-23 監視モニター・画面

6-2-2 実験の条件

実験試番の構成は、まず、狭隘部の幅員により大きく3種類（A～C）に分けた。その中で、狭隘部における乗車待ち人数および狭隘部への被験者の流入方向を変えることで、列車到着前の狭隘部における様々な混雑状況を再現した（表 6-2）。

狭隘部幅員については、6-2-1 で述べたように、新幹線ホームにおける基準上最小の狭隘部幅員 2.5m、在来線ホームにおける基準上最小の狭隘部幅員 1.5m、その中間の幅員 2.0m の3種類を目安として設定した。ただし、狭隘部幅員を調節する発泡スチロール塊の厚み（公称 50cm）が実際には 1～2cm 大きかったため、実際は、約 2.0m は 1.98m、約 1.5m は 1.45m の幅員となったが、狭隘部の条件としては厳しくなることから、安全側のデータが得られるものとして問題はないものと考えた。

乗車待ち人数については、狭隘部の幅員により最大人数が異なっているが、狭隘部の乗車待ちの密度（以降、初期密度と記す）を、視覚障害者用警告ブロックよりも内側の範囲（ホーム端より 1.2m 以上内側）での密度に換算（換算した初期密度）した際に、最大でも約 4 人/m²付近となるように設定した。ただし、狭隘部幅員が約 1.5m の場合については、視覚障害者用警告ブロックの内側の範囲が極端に狭くなっているため、換算した初期密度は 4.0 人/m²を超えているが、実際には、被験者が無理なく並べる状況であった。

方向については、一方向流動とは、階段からホームへ向かう流れが狭隘部を通過する状況を指し、対向流動とは、階段からホームへ向かう流れとホームから階段へ向かう流れが狭隘部で交錯する状況を指す。また、対向流動の場合、被験者の人数は、ほぼ同数とした。

なお、被験者が取る行動としては、「階段からホームへ向かって歩く」「ホームから階段へ向かって歩く」「狭隘部に立つ」の3つのうちいずれかであることから、これまでの被験者を用いた歩行実験から得た経験上、今回もばらつきの少ない結果がえられるものと考え、試番は各種 1 回ずつの試行とした。実際、被験者がデータに影響を与えるような特異な行動を取る状況は見られなかった。

表 6-2 試番の概要

試番	狭隘部幅員	乗車待ち人数	群集の種類
A01～A16	約2.5m	0,2,4,6,8,12,35人	一方向流動
			対向流動
B01～B12	約2.0m	0,2,4,8,21人	一方向流動
			対向流動
C01～C10	約1.5m	0,2,4,5,7,9人	一方向流動
			対向流動

6-2-3 実験の結果

(1) 通過人数の変化

実験により得られたビデオカメラ①および②の映像から、狭隘部に入出入りする被験者の通過時刻を目視により計測し、1秒あたりに通過する被験者の流動量データ（人/sec）を作成した。狭隘部を通過する被験者数の累積人数を図 6-3～6-8 に示すようなグラフで表した。原点は、階段をス

タート位置とする被験者（乗車しようとする乗客）とホームをスタート位置とする被験者（降車した乗客）のいずれかの被験者が最初に狭隘部に入った時刻とした。

実線は、狭隘部に入った被験者の累積人数を、破線は、狭隘部から出た被験者の累積人数を表わす。乗車する被験者のみの条件を一方向流動とした。また、対向流動（図 6-4、6-6、6-8）がある場合については、乗車する被験者のデータを濃い実線および破線、降車した被験者のデータを、薄い実線および破線を用いて表した。

これらのグラフから、累積人数が一定になる、すなわち全ての被験者が狭隘部を通過し終えるまでの時間（sec）は、狭隘部の幅員が狭いほど長くなる傾向がみられる（図 6-3、6-5、6-7 および図 6-4、6-6、6-8）。また、狭隘部の幅員が同じ場合は、対向流動がある場合、同じ人数（40人）に被験者が通過し終えるのに要する時間は長くなる状況が表れている。

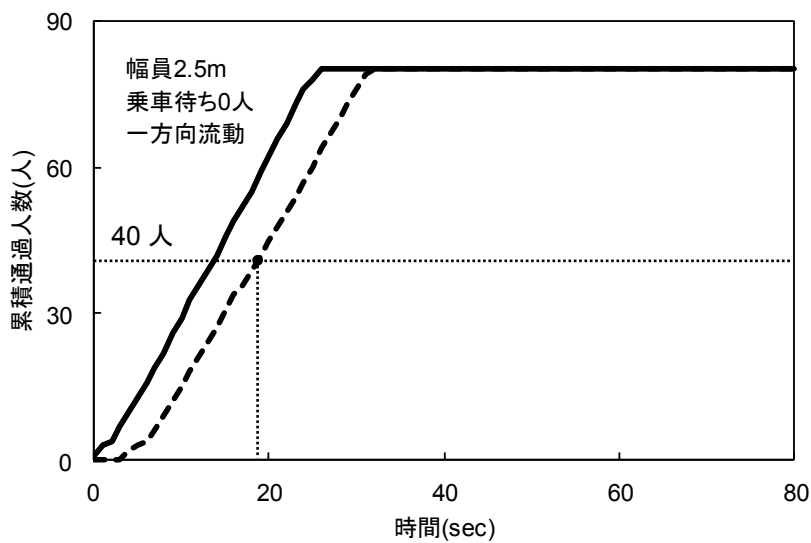


図 6-3 通過人数の変化（一方向流動、幅員約 1.5m、乗車待ちなし）

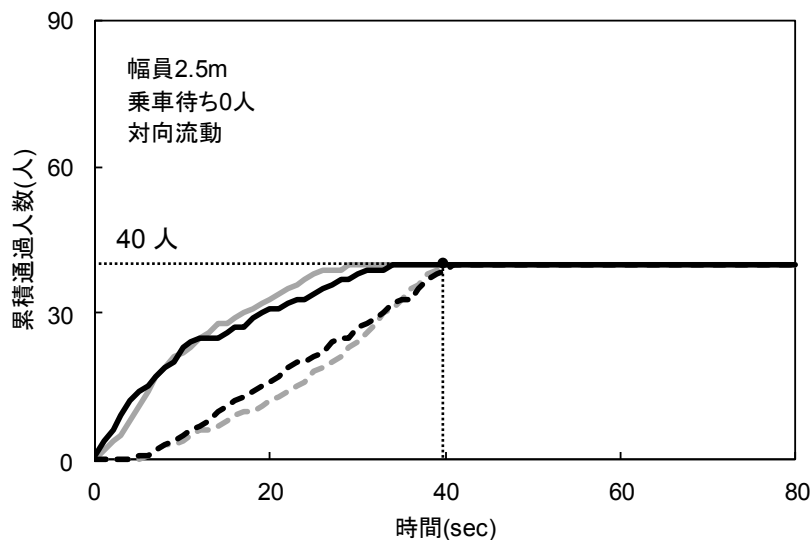


図 6-4 通過人数の変化（対向流動、幅員約 1.5m、乗車待ちなし）

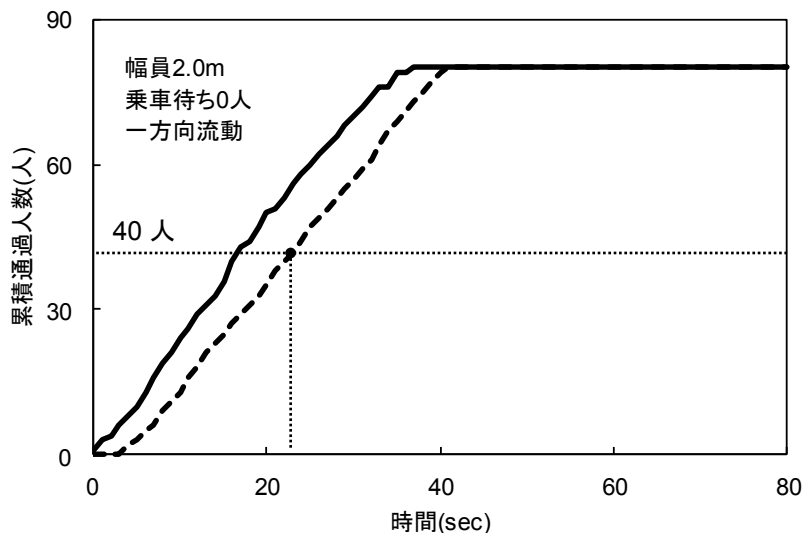


図 6-5 通過人数の変化（一方向流動、幅員約 2.0m、乗車待ちなし）

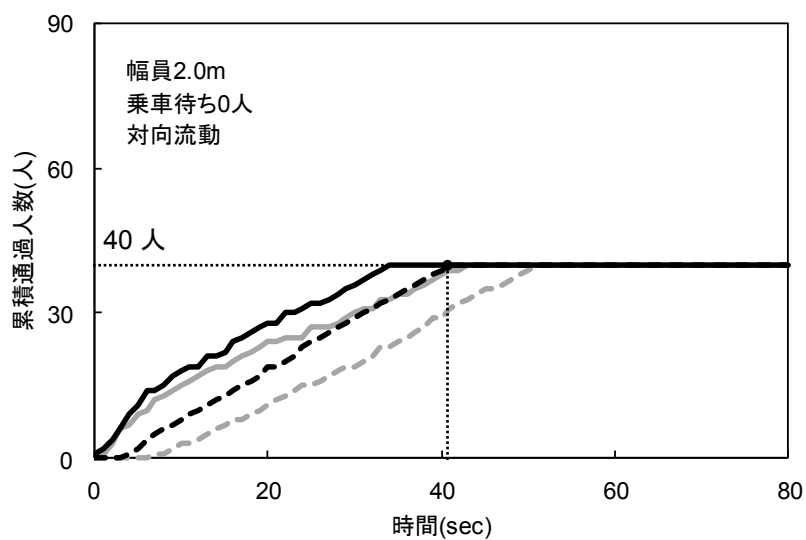


図 6-6 通過人数の変化（対向流動、幅員約 2.0m、乗車待ちなし）

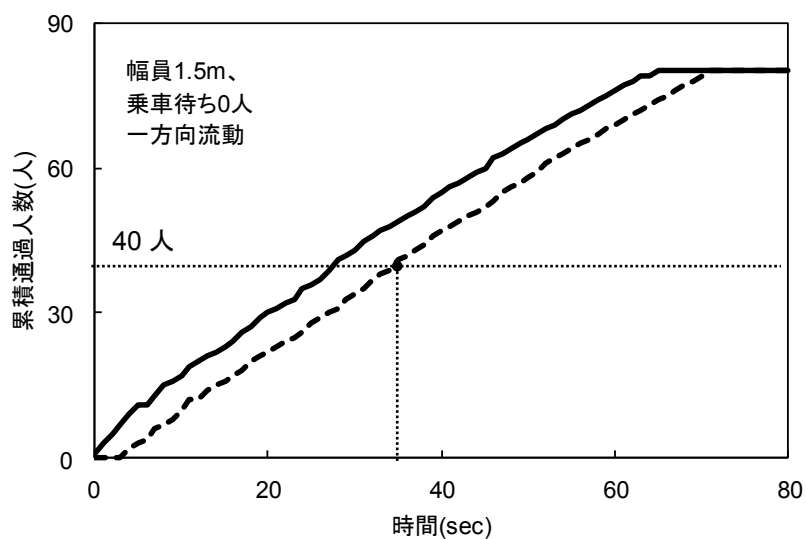


図 6-7 通過人数の変化（一方向流動、幅員約 2.5m、乗車待ちなし）

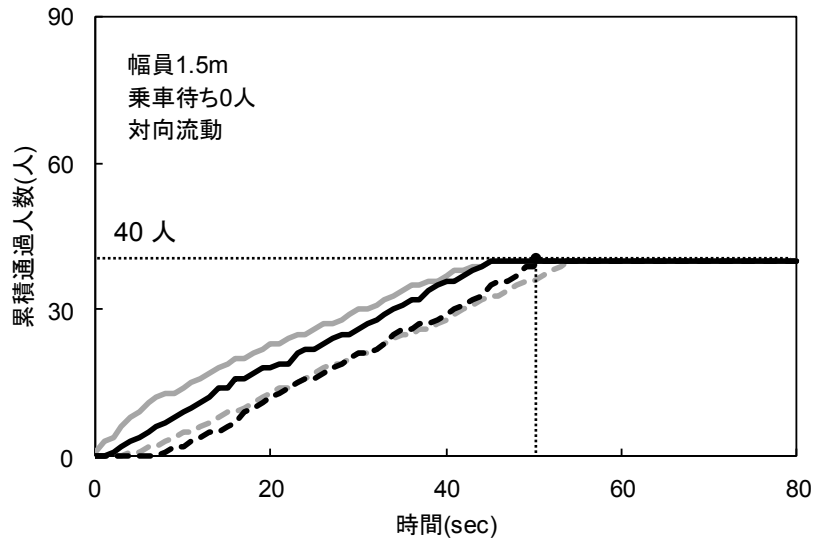


図 6-8 通過人数の変化（対向流動、幅員約 2.5m、乗車待ちなし）

(2) 密度の変化

次に、6-3-1 で得られた累積人数より、狭隘部に入った被験者の人数（実線）と狭隘部から出た被験者の人数（破線）の差を取ることで、その時刻に狭隘部にいる被験者の人数（人）を推定した。それら被験者の人数を図 6-9 に示すように、狭隘部の長さ（6.72m）と狭隘部の幅員（1.45m、1.98m、2.5m）で示される面積で除すことで狭隘部の密度（人/m²）を推定した。それらの時間変化の事例を図 6-10 および図 6-11 に示す。一方向流動、対向流動に共通して、被験者の通過に伴い、密度がある上限に到達し持続する状況が見られた。

図 6-10 および図 6-11 中に太矢印で示す上限となる密度（最大密度）は、一方向流動で約 1 人/m²、対向流動で約 2 人/m²（いずれも狭隘部に乗車待ちが無い場合）であり、対向流動が一方向流動の約 2 倍の密度となっており、狭隘部の両端から被験者が流入するときは、狭隘部の密度が急激に高くなり、一方向流動のみの場合よりも短い時間で最大密度に達していることがわかる。

実施した全ての試番に対し、上記のような通過人数の差から密度の変化を推定することにより、狭隘部の幅員と初期密度の変化に対する、狭隘部の最大密度を算定した。

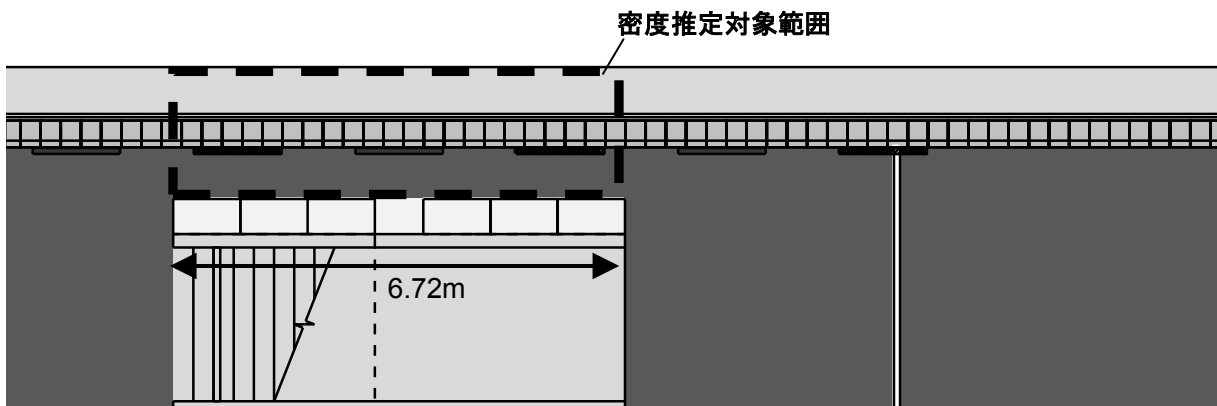


図 6-9 狭隘部の密度を推定する範囲の考え方

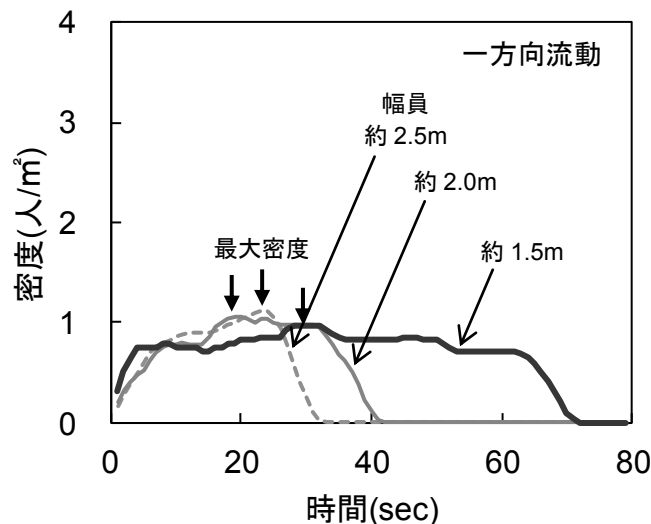


図 6-10 密度の変化 (一方向流動)

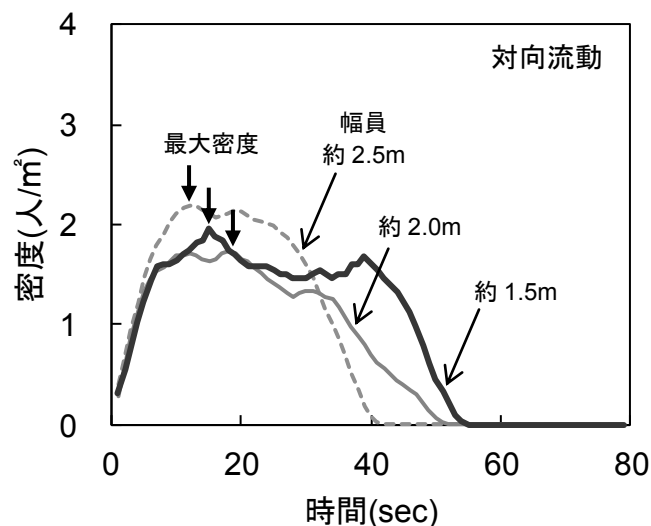


図 6-11 密度の変化 (対向流動)

(3) 狭隘部幅員および狭隘部の初期密度と最大密度の関係

幅員や初期密度などの狭隘部の条件が、群集の通過時に狭隘部で生じる最大密度に与える影響を調べるため、狭隘部の条件別に最大密度を比較した。

図 6-12 に一方向流動の場合の、図 6-13 に対向流動の場合の狭隘部幅員と最大密度との関係を示す。一方向流動、対向流動ともに、狭隘部の幅員と最大密度には明確な相関関係は見られない。

初期密度と最大密度との関係を図 6-14 および図 6-15 に示す。最大密度の算定には、初期密度すなわち乗車待ちしている被験者の人数も含めていることから、これらのグラフに明確な相関関係が見られることは自明であるといえる。

ここで、実際の駅のホームにおいて多くの乗客で混み合う狭隘部を考えてみる。混雑を課題に持つ多くのホームでみられる、狭隘部が混み合った状態、すなわち密度の高い状態には、様々な原因がある。その原因のひとつとして狭隘部の幅員が狭いことや、狭隘部を大規模な群集流動が通過することが考えられる。しかし、図 6-14 および図 6-15 からわかるように、初期密度と最大密度に密接な関係があれば、狭隘部が混み合う場合の多くは、初期密度すなわち元々狭隘部に

いた乗客が原因となっている可能性が高いと考えられる。

このような原因を探るには、実際の駅のホームで調査をおこないホームの狭隘部が混み合う要因を調べる方法もあるが、そのためには長期間にわたる調査や多くの駅での調査を必要とする。今回は実験的に狭隘部が混み合う状況を再現することで、ホームの狭隘部の最大密度が高くなる条件を定量的に調べているが、初期密度が高いほど最大密度も高くなるという自明の結果であっても、初期密度を変数とした場合の影響を定量的に明らかにできたことには意味があると考えられる。

以上のことから、群集が通過する際に狭隘部の密度が高くなる要因は、乗車待ち人数にある可能性が高いことがわかった。また、この傾向は、一方向流動、対向流動に共通して見られる。

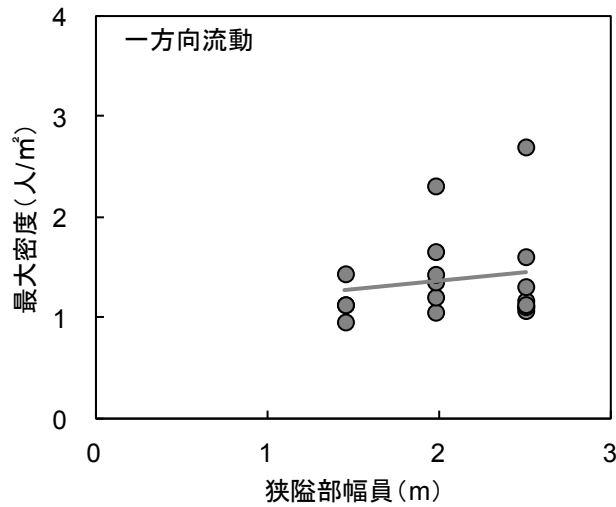


図 6-12 狭隘部幅員と最大密度の関係 (一方向流動の場合)

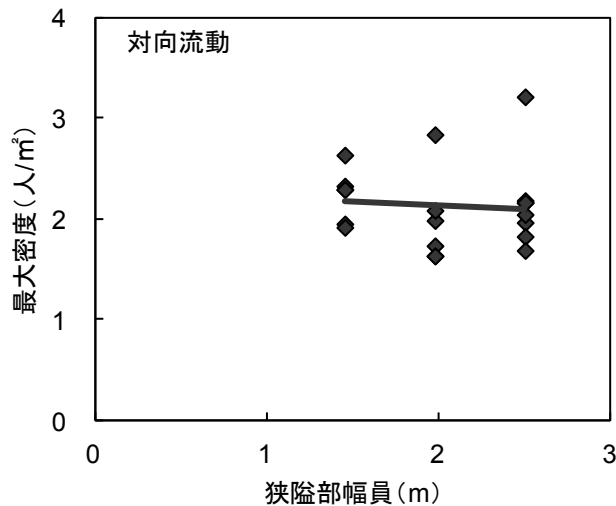


図 6-13 狭隘部幅員と最大密度の関係 (対向流動の場合)

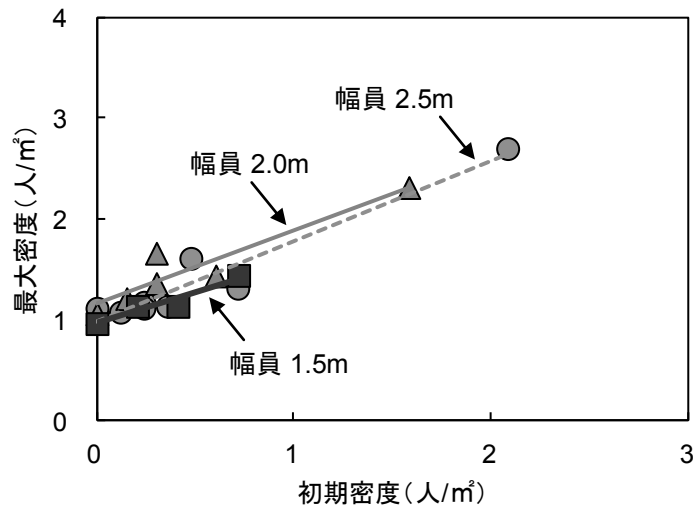


図 6-14 初期密度と最大密度の関係（一方向流動の場合）

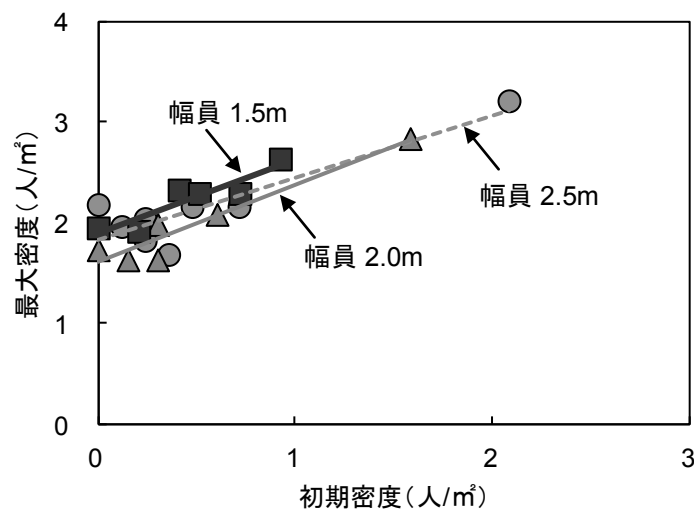


図 6-15 初期密度と最大密度の関係（対向流動の場合）

(4) 最大密度と安全な歩行行動の関係

次に、歩行者の安全性の観点から、群集が狭隘部を通過する際の歩行行動について調べた。ここでは、歩行者がホーム端から十分な距離を保って歩行できたかどうか、という点に着目することで歩行者の安全性を評価することとした。

ここでいう十分な距離とは、実験時に設定したホームの端部から 70cm の距離、すなわち白線の位置を指しており、この白線を線路側に越えたかどうかで安全な通過の成功を判定することとした。また、群集の状態によっては、実際に白線を越えなかったとしても、（実際は踏みとどまったが）あと少しで越えそうになる、という行動には表れない状況や、（実際には何ら物理的な制約はなかったが）超えてしまうかもしれないなど感じる、心理的な影響があることを考慮し、表 6-3 に示すようなアンケートによる評価を実施した。

対象は、乗車待ち役となった被験者を除く、狭隘部を通過する役の被験者全員とした。アンケートに回答するタイミングは、各試番の終了時点とし、直前の試番について回答させた。アンケート用紙は事前に被験者にペンと共に配布し、被験者が記入したものを実験終了後に回収した。

表 6-3 アンケートの内容

質問：狭隘部を歩いている際に、自分の意思に反して、白線の外側に押し出されそうになりましたか？あてはまるものに丸をして下さい。

回答： ①なった
 ②なりかけた
 ③なりそうな不安を感じた
 ④ならなかった

これらのアンケート結果を集計し、各試番で計測された最大密度の大きさの順に並べ替えたものが図 6-16 および図 6-17 である。

一方向流動の場合、白線の外側に「押し出されそうになった」と回答した被験者は、ほとんどいなかった。最大密度別に見ると、最大密度が 1.11 人/m²以下のときは「押し出されそうにならなかった」と回答した被験者が 8 割を超えているが、最大密度が 1.13 人/m²以上のときは「なりそうな不安を感じた」と回答した被験者の割合が 3 割~4 割を占める状況も見られる。また、「押し出されそうになりかけた」と回答した被験者の割合は「押し出されそうになった」と回答した被験者同様に低い。

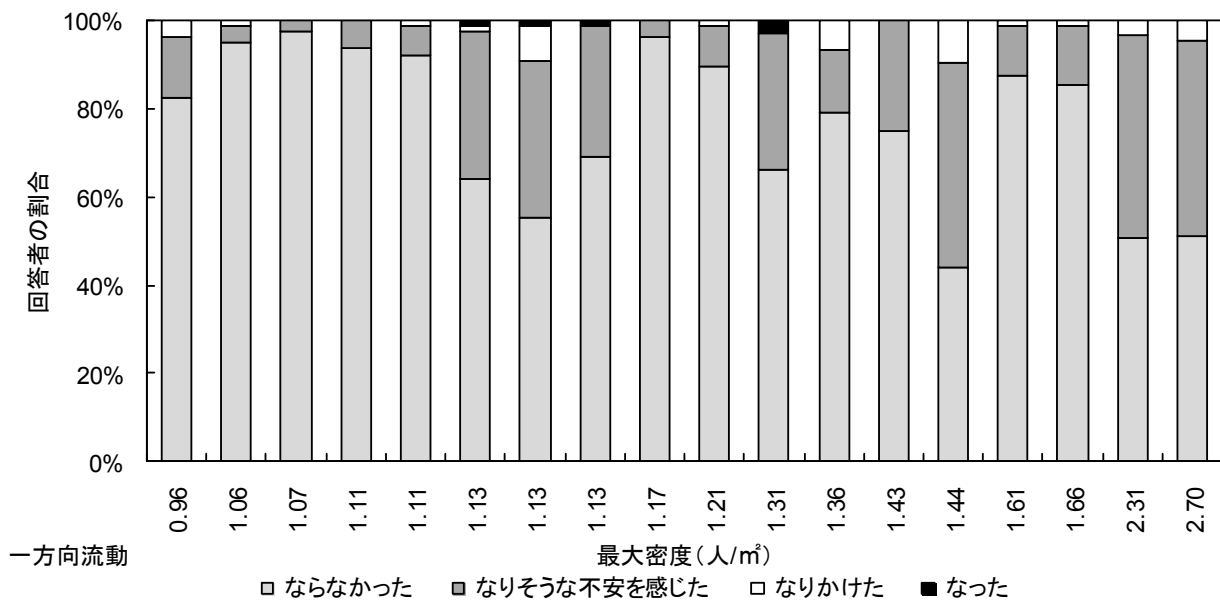


図 6-16 最大密度によるアンケート結果の比較 (一方向流動)

次に、対向流動の場合、白線の外側に「押し出されそうになった」と回答した被験者が半数を超える状況が見られ、一方向流動の場合と異なる結果となった。最大密度別に見ると、最大密度が 2.29 人/m²以上のときは「押し出されそうになった」と回答した被験者が半数近くを占める状況が見られる。最大密度が 2.18 人/m²以下のとき、最大密度と被験者の回答の関係には明確な傾向が見られず、例えば最大密度が 1.63 人/m²、1.95 人/m²、2.16 人/m²のときは、ほぼ同じ最大密度であるにもかかわらず、被験者の回答の傾向が大きくことなる状況も見られた。

これらの結果から、「押し出されそうになった」被験者が多かったのは、一方向流動と対向流動

では対向流動の場合に特に目立つことがわかった。また、再現された最大密度の範囲において、1.11 人/m²以下のように低い密度では「押し出されそうにならなかった」被験者が 8 割超であったり、2.29 人/m²以上のように高い密度では「押し出されそうになった」被験者が半数近くに上るものの、押し出されそうになる状況と最大密度の関係は単純な相関関係にはないこともわかった。

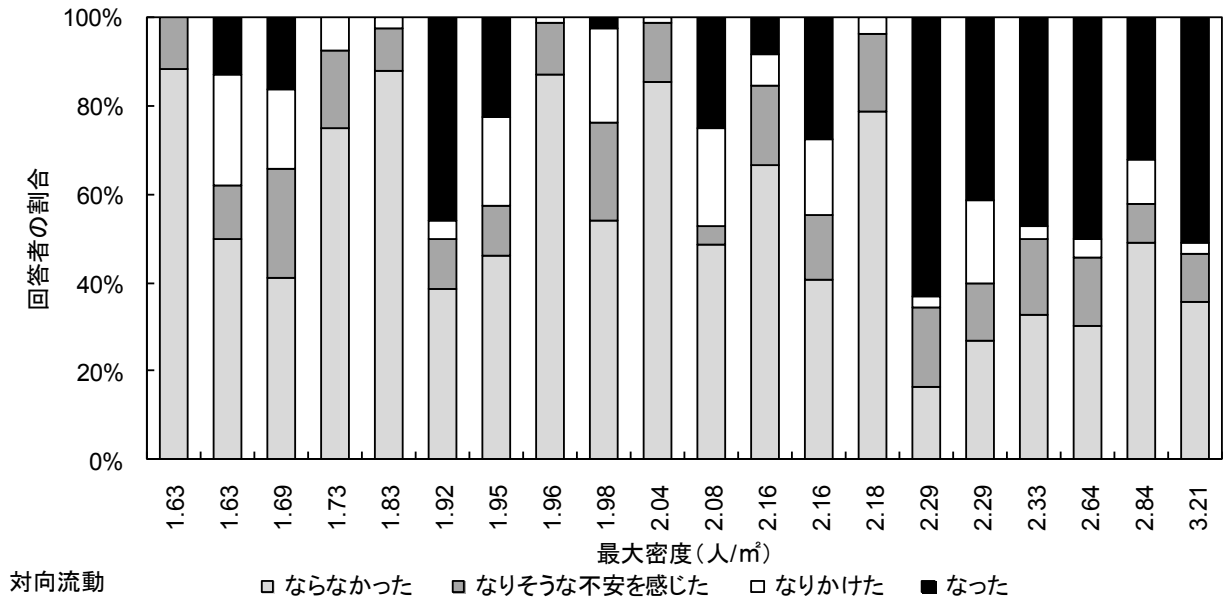


図 6-17 最大密度によるアンケート結果の比較 (対向流動)

更に、最大密度と回答者の割合を散布図で表したものが図 6-18~6-20 である。これらのグラフでは、白線から押し出されそうになった状況 (被験者の回答の割合) と最大密度の関係を一方向流動 (●) と対向流動 (◆) に分けて表記している。

図 6-18 に、白線から「押し出されそうになった」と回答した被験者の割合と最大密度の関係を示す。このグラフからは、一方向流動では白線の外側に「押し出されそうになった」と回答した被験者はほとんどいないのに対し、対向流動では、最大密度が高いほど、白線の外側に「押し出されそうになった」と回答した被験者が多いことが見て取れる。ただし、最大密度が同じでも「押し出されそうになった」と回答した被験者の割合が大きく異なる場合があることも見て取れる。

図 6-19 に、白線から「押し出されそうになった」または「押し出されそうになりかけた」(以下、少なくとも押し出されそうになりかけた) と回答した被験者の割合と最大密度との関係を示す。このグラフでは図 6-18 と同様の傾向が見られるが、異なる点は、一方向流動において「少なくとも押し出されそうになりかけた」被験者が低い割合ではあるが少数いることである。

図 6-20 に、白線から「押し出されそうになった」「押し出されそうになりかけた」または「押し出されそうになりそうな不安を感じた」(以下、少なくとも押し出されそうになりそうな不安を感じた) と回答した被験者の割合と最大密度との関係を示す。このグラフでは、「少なくとも押し出されそうになりそうな不安を感じた」被験者の割合が、一方向流動、対向流動にかかわらず、最大密度が高くなるほど増えていることがわかる。

以上のことから、ホームの狭隘部を群集が通過する際に歩行者の一部が安全な歩行範囲、すなわちホームの端部から 70cm の位置にある白線の内側の範囲から押し出されそうになるような状

況は、群集が一方向流動よりも対向流動の場合に生じやすいことがわかった。また、安全な歩行範囲の外側にはみ出さないまでも押し出されるかもしれないと感じる状況は、対向流動だけではなく一方向流動の場合でも起こり得ることがわかった。

狭隘部で生じる最大密度との関係では、対向流動では、最大密度が高いほど安全な歩行範囲の外側に押し出されそうになる傾向があるが、最大密度が同じでも外側に押し出されそうになる場合とならない場合があることがわかった。一方向流動では最大密度にかかわらず、外側に押し出されそうになる場合はほとんどないこともわかった。

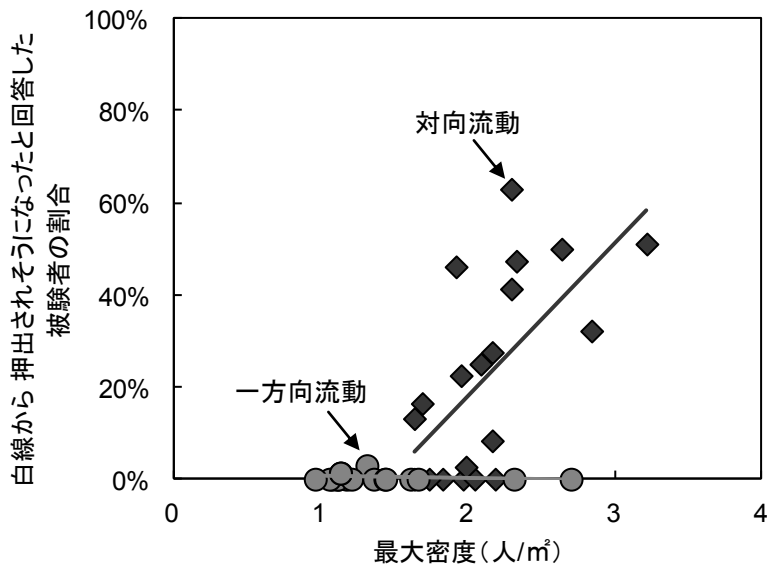


図 6-18 「最大密度と「押し出されそうになった」と回答した被験者の割合の関係

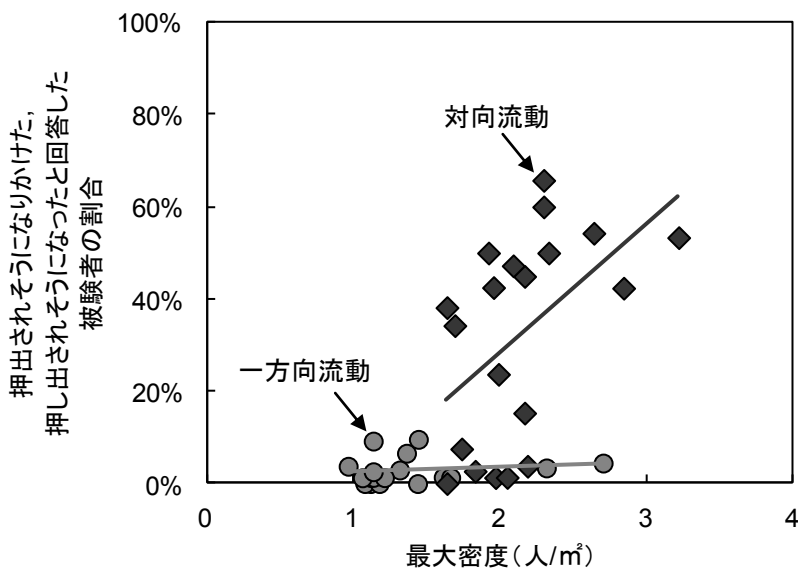


図 6-19 取入密度と「押し出されそうになった」または「押し出されそうになりかけた」被験者の割合の関係

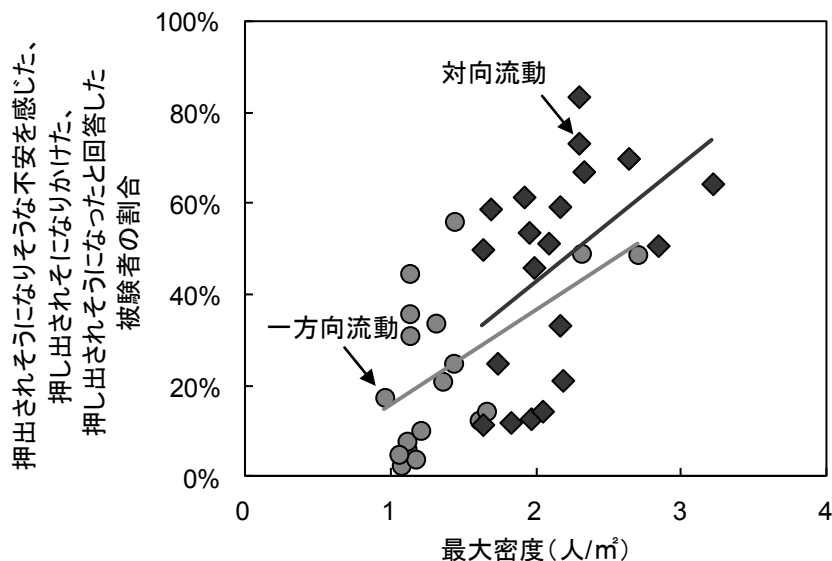


図 20 「押し出されそうになった」、「押し出されそうになりかけた」または「押し出されそうになりそうな不安を感じた」被験者の割合の関係

6-3 ホーム狭隘部における安全性の評価指標の提案

6-3-1 ホームの狭隘部における安全の考え方

本章の冒頭でも述べたようにホーム上にいる乗客の安全性、すなわちホームからの転落や触車の恐れをなくすには、ホームドア等を設置することが最も効果的である。ただ、実際にはホームドアを設置するための補強を中心としたホーム構造物の改造が必要なホームが全国に数多くあることや、扉位置の異なる複数種の車両が運行されている路線では現在国内で最も普及している形式のホームドア等を導入することができず、車両の更新時期を待つ必要があることなどから、全ての駅に早急にホームドアを導入することは難しい。そのため、当面、ホームドアの導入に時間を要する駅や、ホームドア導入の検討対象とならない駅では、引き続きホーム上の安全の検討が必要となる。

なかでもホームの狭隘部は、その危険性は認識されているものの、ホームの幅員やホーム上の階段の配置などの関係から完全になくすことはできない現状がある。また、ホームの狭隘部を拡幅したとしても、これまで以上に多くの乗車待ちをする乗客が生じることによって、拡幅だけでは安全性向上の効果に限界があると考えられる。

このように、ホームの狭隘部の幅員だけではなく乗車待ちしている乗客の数、狭隘部を通過する群集流動の方向性によって、ホームの狭隘部を通過する歩行者が安全な範囲の内側で歩行することができない可能性があることは、実験結果からも明らかである。

一方、乗客で込み合うホームの狭隘部においては、拡幅のようなハード面の対策だけではなく、乗客を規制・誘導するなどのソフト面の対策も考えられる。ハード面での対策の限界については上述の通りであるが、今後、これらソフト面での対策の可能性についても検討をおこなっていく必要があると考える。特に、歩行者が安全な範囲から押し出されそうになりやすいことが明らかとなった対向流動については、ソフト面も考慮した対策を検討していく必要があると考える。

そこで、実験およびアンケートによって、

- ①ホームの狭隘部で歩行者が安全な歩行範囲から押し出される状況は、対向流動によって狭隘部における密度が上昇する場合に生じやすく、一方向流動では、ほとんど発生しない
- ②乗客が安全な歩行範囲から押し出される定量的な条件は、狭隘部の幅員や最高密度などの単独の条件では表すことが難しい

という点が明らかとなっていることを受け、ホームの狭隘部の幅員と乗車待ちする乗客の状況を総合的に考慮することで、ホームの狭隘部を安全に通過することができるかを判定するための評価指標を新たに検討することとした。また、この評価指標に基づいて、ホームの狭隘部が許容できる乗車待ち乗客数を算定するための手法を検討することとした。

6-3-2 評価指標の概要

ホームの狭隘部を群集、特に対向流動が通過するときの状況は、図 6-21 に示す模式図のようになると考えた。一般に駅で歩行者がすれ違う場合には、前から来た歩行者の前方をふさぐ形ではなく、すれ違いが始まってからは層状の群集流動になることが知られている。このときどちらの群集流動がホームの内側となるかは、群集の先頭が最初にどちらを占有するかによって決まるため、群集の後方には選択する余地はないと考えられる。また、ホームの狭隘部において乗車待ちをしている乗客がいる場合、その人数よりもむしろ並び方が重要であり、例えば人数が少なくとも乗車待ちする乗客が横切る群集流動の進路をふさぐ形で並んでいれば群集が通過するための幅員は必然的に狭められる。乗車待ちする乗客は線路に向かって楯状に並ぶことが一般的であるが、どれだけ楯の間隔が空いていようと、群集流動が通過できる幅員は楯の長さ、すなわち乗車待ちする乗客の列の長さにより決まると考えられる。実験の結果を分析した際にも、乗車待ちの人数や最大密度では安全な歩行範囲から押し出される状況を説明できなかったのは、このためであると考えられる。また、安全な歩行範囲から押し出される状況が一方向流動ではなく対向流動を中心に見られたのは、狭隘箇所でのすれ違い行為に原因があると考えられ、対向流動がすれ違うためには双方の群集流動にとって必ず一人が通過できるだけの最低限の幅員が残されている必要がある。この点、一方向流動の場合には最低でも一人が通過できる幅員があれば、群集は細長くなるものの安全な歩行範囲の外にはみ出さずに狭隘部を通過することが可能である。

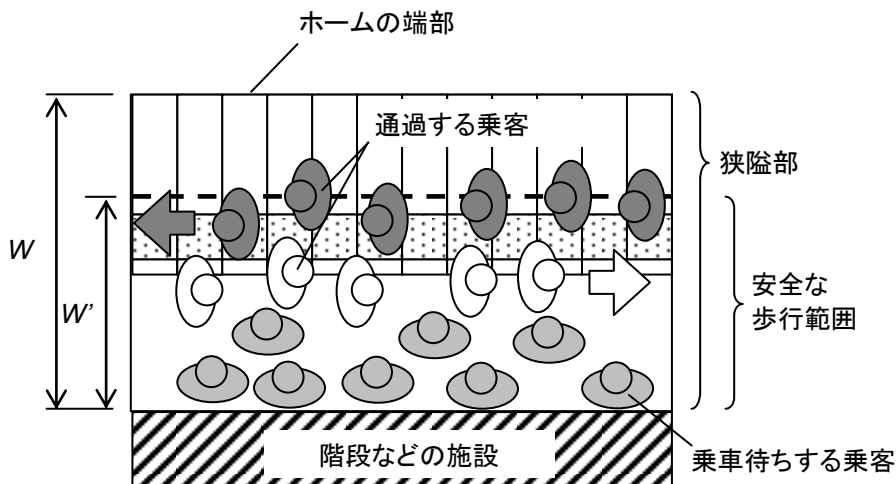


図 6-21 ホームの狭隘部での対向流動の通行と安全な歩行範囲の関係

このように、ホームの狭隘部を群集が通過するときに歩行者が狭隘部を安全に通過できるかを判定するための評価指標として、狭隘部の幅員 W (m)、乗車待ち行列の列の数 L_{wait} (列) および歩行者の身体の単位寸法により決定される、通行可能列数 L_{pass} (列) を式 (6-1) ように定義した。このとき、歩行者の身体の単位寸法は、図 6-22 のように幅 50cm、厚み 30cm とした。また、ホームの端部における安全な歩行範囲 (安全歩行幅) W' (m) は、実験での設定値と同様に狭隘部の幅員から 70cm を差し引いた値とし、 $W' = W - 0.7$ (m) とした。

$$L_{pass} = \frac{W' - 0.3L_{wait}}{0.5} \dots\dots\dots (6-1)$$

L_{pass} : 通行可能列数(列)

L_{wait} : 乗車待ち列数(列)

(ただし L_{pass} 、 L_{wait} は整数)

W' : 安全歩行範囲の幅員(m)

W : 狭隘部の幅員(m)

歩行者の単位寸法 :

厚み 30cm 幅 50cm

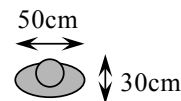


図 6-22 歩行者の単位寸法

歩行実験から得た結果のうち対向流動に関するデータを対象とした L_{pass} の算定値と安全な歩行範囲から押し出されそうになったと回答した被験者の割合の関係を図 6-23 に示す。

白線 (前述の実験でホーム端の安全な歩行範囲を示す境界線) から押し出されそうになった被験者が急激に増えるのは、 L_{pass} が 2 列未満となる場合であることが分かる。このことから、ホームの狭隘部において乗車待ちする乗客も考慮したうえで、狭隘部に人二人が通過できる幅員として人の単位幅で 2 列以上の幅員が残っていれば、安全な歩行範囲から逸脱することなく狭隘部を安全に通過することができることがわかる。

以上の結果から、対向流動が生じるホームの狭隘部において、狭隘部の幅員と乗車待ちする乗客の並ぶ列の長さを考慮した指標 L_{pass} を用いることによって、歩行者がホームの狭隘部を安全に通過できるか、すなわち安全な歩行範囲から逸脱する歩行者の有無を判定できる可能性があることを明らかにした。

次に、指標 L_{pass} を用いる事例として、安全性に不安のあるホームの狭隘部でおこなうべき規制・誘導などのソフト面での対策を検討する流れを図 6-24 のフローチャートに示す。

まず、対象となる狭隘部において、対向流動の規制を実施するかしないかを検討する。この対向流動の規制とは、狭隘部を通過する人の流れを一方向に限定することを意味している。雑踏警備における観客の誘導にもみられる群集流動の一方向化には、群集の交錯による混乱を避けるという意味合いがあるが、ここでの一方向化は、狭隘部でのすれ違いをなくし、安全な歩行範囲を逸脱する歩行者をなくすという意味合いがある。仮に対向流動を規制する場合、狭隘部を通過する群集は狭隘部に残された幅員を少なくとも 1 列になって進むことで、歩行者が安全な歩行範囲からはみ出す可能性は低くなる。駅のホームの端部で乗車待ちをする乗客は、黄色い線 (視覚障害者用警告ブロック) の内側に並ぶことがわが国では一般的であることから、群集はこの黄色い線の上を歩行することで安全な歩行範囲の内側を使用して狭隘部を通過することができる。

一方、対向流動を規制しない場合には、狭隘部を対向流動が通過することを前提に必要な幅員を検討する必要がある。ここでは、まず性能として求める L_{pass} を先に決定することとした。対向流動がすれ違うためには最低でも L_{pass} は 2 列以上必要となるが、決定した L_{pass} を実現できるような乗車待ちさせられる乗客人数を逆算する。そして、具体的な手段としては、人的な誘導によって乗車待ちさせても良い乗客の人数の範囲に収まるように、狭隘部での乗車待ちを規制する方法を考えた。以上のような手順で検討を進めることによって、狭隘部に対向流動の群集が安全にすれ違うことのできる幅員を確保できると考える。

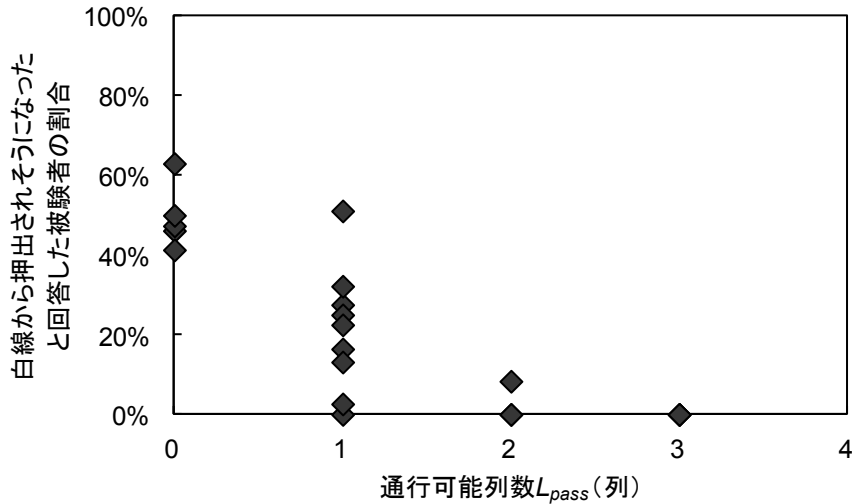


図 6-23 対向流動における通行可能列数と歩行状況の関係

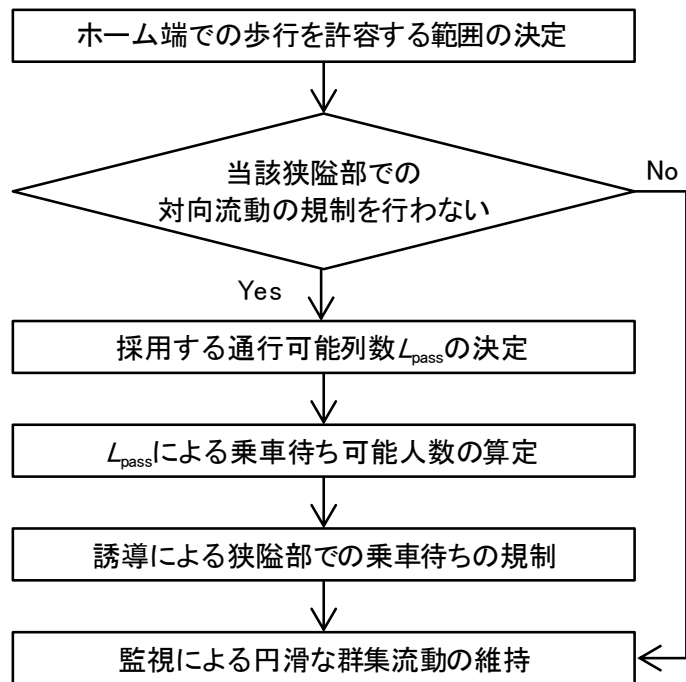


図 6-24 狭隘部における群集流動の規制対策検討の流れ

6-3-3 評価指標による評価の方法

ここでは、もう少し具体的に L_{pass} を用いて狭隘部における乗車待ちする乗客の規制目安を算定する方法について説明する。

図 6-25 は、様々な値を取る L_{pass} に対して、ホームの狭隘部の幅員と各 L_{pass} を実現するような乗車待ち列数の関係を示したものである。このとき、 L_{pass} 算定の前提は図 6-22 で示した歩行者の単位寸法と安全な歩行範囲の幅員を用いた。また、適用範囲となる狭隘部の幅員は、実験で再現した狭隘部幅員 1.5~2.5m とした。

この図からは、例えば、幅員 2m の狭隘部で、 $L_{pass}=2$ を実現するためには、乗車待ち列数は 1 列以下に保つ必要があり、 $L_{pass}=3$ を実現するためには、乗車待ち列数は 0 列以下、すなわち狭隘部に乗客を待たせてはいけないことが分かる。また、幅員 2.5m の狭隘部では、 $L_{pass}=2$ を実現するためには、乗車待ち列数は 2 列以下に保つ必要があり、 $L_{pass}=3$ を実現するためには、乗車待ち列数は 1 列以下に保つ必要があることがわかる。

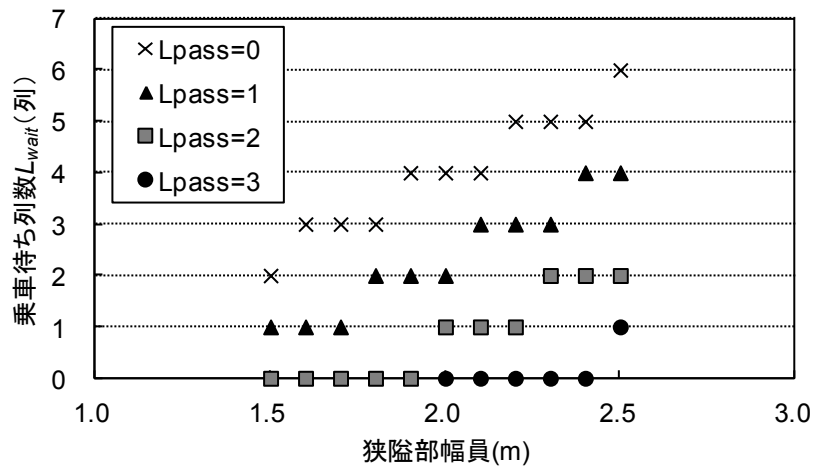


図 6-25 狭隘部幅員と乗車待ち列数の関係

次に、図 6-26 は、 $L_{pass}=2$ を実現しようとした場合に、狭隘部に乗車待ちさせても良い乗客の数を判断する際の目安を、狭隘部の幅員と狭隘部の長さから読みとるためのグラフである。このとき、 L_{pass} 算定の前提は、上記と同様に図 6-22 で示した歩行者の単位寸法と安全な歩行範囲の幅員を用いた。また、狭隘部の幅員も同様に、実験で再現した狭隘部幅員 1.5~2.5m とした。

この図からは、例えば、長さ 5m、幅員 2.0~2.3m の狭隘部において $L_{pass}=2$ を実現しようとするとき、乗車待ち人数は最大でも 10 人程度に抑える必要があることがわかる。また、同じ長さ 5m でも、狭隘部の幅員が 2.0m 未満の狭隘部においては、 $L_{pass}=2$ を実現しようとするとき、乗車待ち人数は最大でも 0 人、すなわち狭隘部で乗客を待たせてはいけないことがわかる。

以上のように、 L_{pass} という評価指標を用いることで、狭隘部で取るべき規制・誘導の方向性や規制の目安を簡易に決定できることがわかった。

ただし、これら判断目安の運用上の課題としては、 L_{pass} の算定に必要な、歩行者の単位寸法や安全な歩行範囲の幅員の設定の仕方がある。例えば、歩行者の単位寸法は、着衣や所持品、体格・姿勢の違いなどによって異なり、万が一転倒した場合でも転落や触車を避けるのに十分なスペースや歩き方も個々の歩行者によって異なる可能性がある。そのような安全率の取り方によって L_{pass} の値は異なってくることから、現実的に妥当な L_{pass} の範囲は、具体的な事例を対象とし

た検証に基づき決められるべきである。また、今回提案した判定方法が適用できるホームの狭隘部の大きさの上限など適用範囲についても、現実の状況を踏まえた検証が必要である。

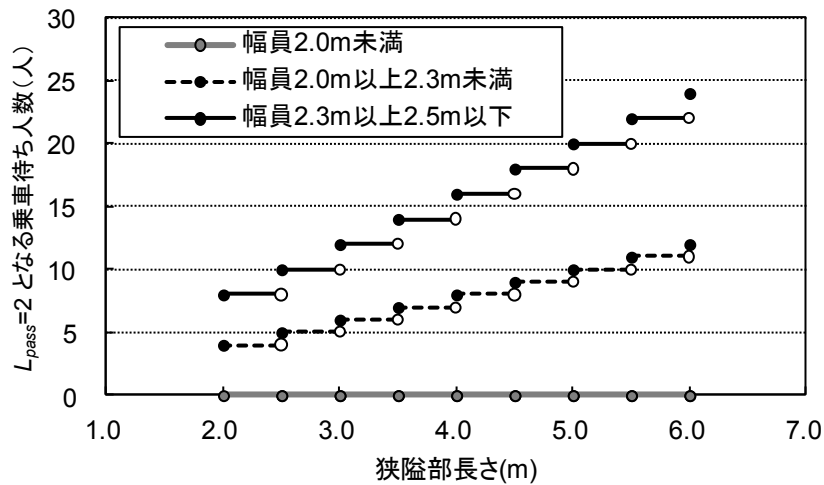


図 6-26 狭隘部大きさと乗車待ち人数の関係

6-4 ホームの端部において不安を感じない歩行位置に関する調査

6-4-1 調査の概要

(1) 調査場所の概要

6-3 までに述べた L_{pass} を用いたホームの狭隘部の安全性の評価方法の課題として、意図的にホームの端部を歩行する歩行者の安全性は担保できない点がある。これは、ホームの狭隘部が乗車待ちの乗客やその他の乗客によって混み合っていないときでも、場合によってはホームの一般部においても、意図的にホームの端部を歩行する歩行者もしくは意図的ではなくともホームの端部直近を歩行することに何のためらいもない歩行者がいた場合、当然線路への転落や触車の危険性が高まることは予想に難くない。

ここでは、ホームの端部に立つ歩行者が不安を感じないような、ホームの端部からの距離を把握することを目的として調査をおこなった。調査は、実際の駅のホームと同等の高さを持つ模擬ホームを用いて、狭隘部での歩行実験に参加した被験者の協力を得て実施した。調査項目は、日常的な鉄道利用の中で、ホームを歩く歩行者が転落を避けるために取るホーム端部との距離を測定した。調査の日程、場所および被験者数は以下の通りである。

調査日時：2011年11月9日(水) 14:00~15:00

調査場所：(公財) 鉄道総合技術研究所 模擬ホーム

被験者数：男性 80 名

調査に用いたホームは、鉄道総研構内にある模擬ホームであり、ホームの全長は 21m、全幅は 6m、地上との高低差は約 1.3m である。ホームには片側からスロープにてアクセスする構造となっており、構造は鉄骨とプレキャスト版により構築されている。地上との高低差は実際の駅のホームからレールの下面までの距離と同様の高さである (写真 6-24~6-27)。



写真 6-24 模擬ホーム (スロープ側から)



写真 6-25 模擬ホーム (スロープの反対から)



写真 6-26 模擬ホームの端部



写真 6-27 車両が停止した状態

(2) 調査の方法

調査の手順は、次の①~③のようにおこなった。

- ①被験者を1人ずつホームの端部に立たせて表 6-4 に示す教示をおこなう
- ②被験者を少しだけ歩かせ、不安を感じない範囲で最も線路に近い位置に立ち止まらせる
- ③被験者の足の側面とホーム端部の距離を測定する

表 6-4 被験者への教示内容

教示内容:

「あなたは、混雑した駅のホームを歩いています。ホーム上は電車を待つ人で溢れています。先に進むには、ホームの端を歩くしかありません。他の人に押されたり、ふらついたりすることで線路に落ちる危険もあります。実際にホームの端を歩いてみて、あなたが不安を感じない範囲で最も線路に近い場所で立ち止って下さい。」

具体的には、図 6-27 に示すように、ホーム端部の教示場所に被験者を立たせて教示をおこなったうえで、被験者を約 4m 歩かせ、被験者が立ち止った位置で距離の測定をおこなった。このとき、被験者には、混み合うホームのイメージを抱かせ、普段ホームを歩く際に、不安を感じない範囲で保つ距離感を再現するよう教示をおこなった。

また、測定するホーム端部からの距離は、被験者の線路側の足の靴の外側から、ホーム端部までの距離をメジャーにて測定した（図 6-28）。測定は、被験者 1 人ずつ行い、計 80 人に対し実施した。実際の調査の様子は、写真 6-28～6-30 の通りである。

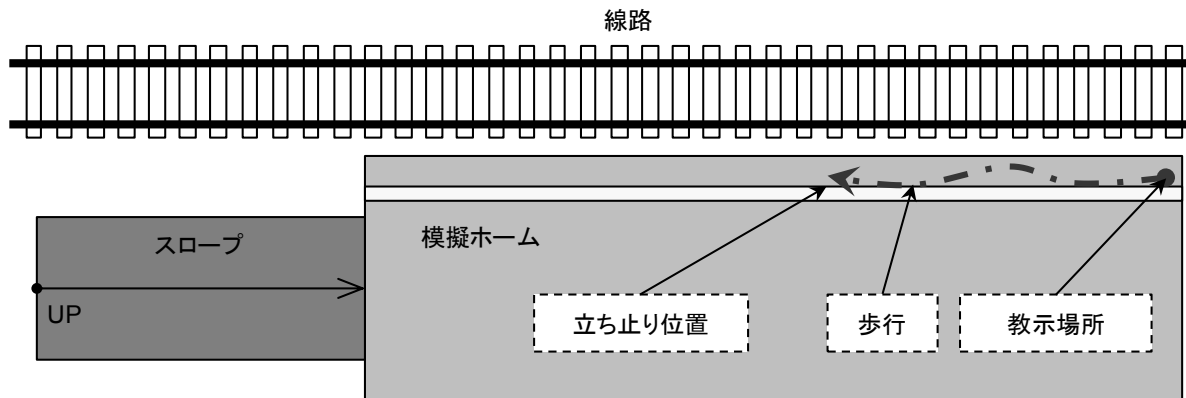


図 6-27 ホーム端での不安感の調査状況

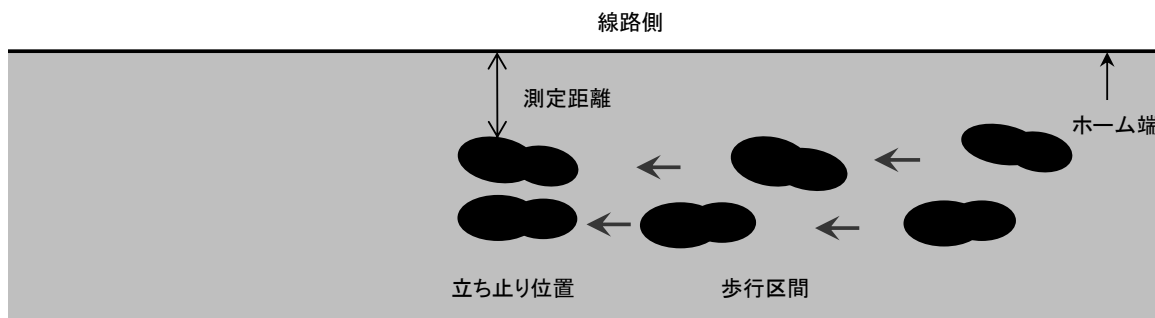


図 6-28 被験者の移動と測定距離



写真 6-28 教示中の様子



写真 6-29 歩行中の様子



写真 6-30 測定中の様子

6-4-2 調査の結果

表 6-5 に調査の結果を示す。表 6-6 に、被験者がホームの端部で不安を感じない範囲で最も線路に近い位置からホームの端部までの距離を度数分布表で示す。また、この表 6-6 をヒストグラムで表わしたものが図 6-29 である。

被験者の位置からホーム端までの距離は、平均で 19.7cm、最短では 3.5cm、最大でも 44.5cm であった。また、度数分布を見ても、約 95%以上の被験者が、ホームの端部から 40cm 以内の位置でも不安を感じていないという結果であった。この範囲は、移動円滑化整備ガイドラインに準拠した標準的な駅のホームに置き換えて考えた場合、視覚障害者用警告ブロックよりも線路側の滑りにくく仕上げられた床材の部分に当たる（図 6-30）。

このことから、今回調査に参加した被験者の多くは、駅のホームに敷設された黄色い視覚障害者用警告ブロックよりも線路側に相当する位置を歩くことに不安を感じていないことがわかった。これは、調査に用いたのホームは実際に列車が通過する恐れのない模擬ホームであったことや、周囲が実際に混み合っていないことなどから、混み合うホームの臨場感がないことも結果に大きく影響している可能性も考えられる。また、調査に参加した被験者は若い男性が中心であったことも結果に影響していると思われ、高齢者や女性、子供などを含む多様な被験者で調査すれば異なる結果が得られる可能性もある。

しかし、ホームの端部からの距離が近かった数名の被験者に口頭で確認したところ、「普段もこれくらいの距離感で歩いている」「(この距離でも) あまり怖くない」と答えた被験者もいたことから推察するに、実際の駅においてもホームの端部を歩行する際にあまり不安を感じていない歩行者が少なからずいる可能性がある。ただ、実際の駅で同様の調査をおこなうことは不可能であり、結果の検証ができないことから、今回得た結果は参考値として取り扱うことが妥当と考える。

表 6-5 調査結果概要

平均値	19.7cm
最大値	44.5cm
最小値	3.5cm
標準偏差	10.8

表 6-6 度数分布表

区間(cm)	度数(人)	累積(人)	累積(%)
0以下	0	0	0%
0~10	19	19	24%
10~20	26	45	56%
20~30	19	64	80%
30~40	12	76	95%
40~50	4	80	100%
50以上	0	80	100%

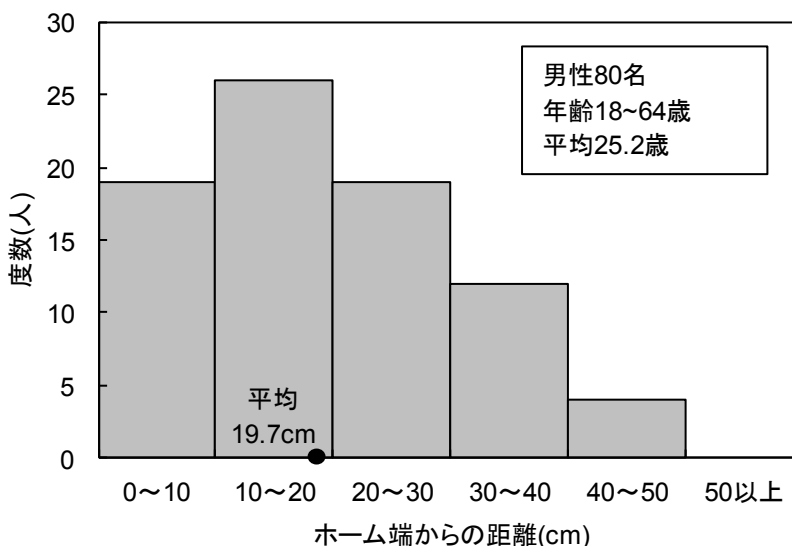


図 6-29 ホーム端で不安を感じる距離と度数

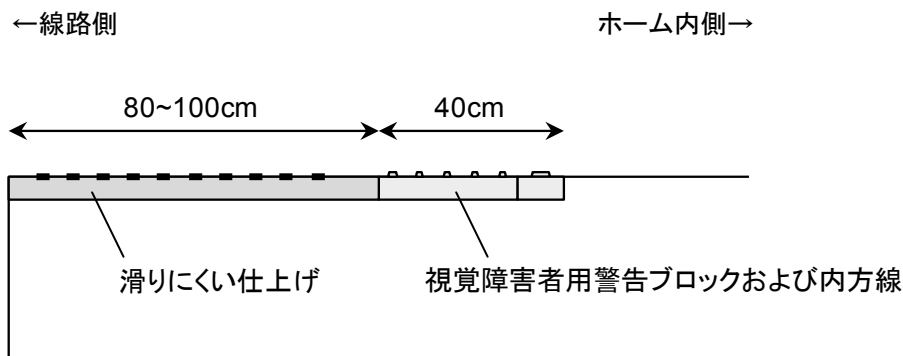


図 6-30 ホーム端部の代表的な仕上げの例 (断面図)

6-5 まとめ

6-5-1 本実験で得られた成果

ホームの狭隘部を群集が通過する際の、群集流動の基礎的な状態量および群集流動の状態量と安全な通過行動との関係を把握するため狭隘部の歩行実験をおこない次のような成果を得た。

- (1) 群集が狭隘部を通過するのにかかる時間は、狭隘部の幅員が狭いほど長くなり、狭隘部の幅員が同じ場合は、対向流動がある場合に長くなることがわかった。
- (2) 狭隘部で生じる最大の密度は、狭隘部に乗車待ちがない場合、一方向流動で約 1 人/m²、対向流動で約 2 人/m²と約 2 倍の差があり、狭隘部の両端から群集が流入する対向流動では、短時間のうちに最大密度に達することがわかった。
- (3) 狭隘部における最大密度と狭隘部の幅員の間には、一方向流動、対向流動ともに明確な相関関係は見られなかった。
- (4) 狭隘部における最大密度と初期密度の間には、一方向流動、対向流動ともに明確な相関関係が見られ、狭隘部で生じる最大密度が、乗車待ちの人数により影響を受けることがわかった。
- (5) 狭隘部での歩行状態に関するアンケートの結果、一方向流動の場合、白線の外側に押し出されかけたと回答した被験者はほとんどいなかったのに対し、対向流動の場合、白線の外側に押し出されかけたと回答した被験者が半数以上を占める場合があることがわかった。
- (6) 対向流動の場合、最大密度が 2.3 人/m²を超える場合に、白線の外側に押し出されそうになったと回答した被験者が多くなる傾向が見られた。ただし、最大密度が 2.3 人/m²以下の場合でも同回答者が多くなる場合が見られた。
- (7) 狭隘部を群集が通過する際、安全な歩行範囲の外側に押し出されるかもしれない、という不安感は一方向流動においても起こり得るということがわかった。

上記の歩行実験の結果を基に、次のような成果を得た。

- (8) ホームの狭隘部において、安全な歩行範囲からはみ出すことなく通過できる条件を判定する評価指標として、狭隘部の幅員と乗車待ちの乗客を考慮した L_{pass} による評価指標を提案した。
- (9) ホームの狭隘部では一方向流動よりも対向流動において安全な歩行範囲からはみ出しが生じやすいという特性から、 L_{pass} を用いた規制の考え方および規制時の判断目安を示した。

歩行者が不安を感じないようなホームの端部からの距離を把握するため、模擬ホームの端部を用いた調査をおこない次のような成果を得た。

- (10) 95%以上の被験者は、ホームの端部から 40cm 以内、すなわちホーム上の視覚障害者用警告ブロックよりも線路側の範囲を歩いても不安を感じていない。
- (11) 若い男性に偏った被験者構成で得られた結果ではあるが、実際の駅のホームにおいてもホーム端部の直近を歩行しても不安を感じていない乗客がいる可能性を示唆する結果である。

6-5-2 ホームにおける歩行者の安全性に関する課題

鉄道における運転事故^{注3)}は、毎年 800 件を超える件数が発生しており⁶⁾、そのうち鉄道人身傷害事故件数に関しては、平成 14 年から平成 24 年の 10 年間においても、増加する傾向がみら

れる。さらに、鉄道人身事故のうちホームにおける人身傷害事故^{注4)}も同様に増加しており、平成24年度において223件が報告されている。運転事故発生件数が概ね一定していることから、運転事故に占める、鉄道人身事故件数ならびにホームにおける人身傷害事故件数の割合が増していることがわかる⁷⁾。さらに、これらにはホームから転落した人が駅員などの駆け付ける前に立ち去ったりした事例など事故として報告されていない転落や、本人の意思と思われる自殺によるものは含まれないことから、公表されている統計データ以上に、ホームからの転落・飛び込み事象が発生していることになる。

このようなホームにおける人身傷害事故の影響としては、事故当事者の生命や身体に与える損害の他にも、列車の運転士やホーム上にいた他の乗客が被害に巻き込まれる事例^{8)、9)、10)}もある。また、救出作業や現場検証、安全確認に伴う運転見合わせなどの影響により、鉄道会社ならびに鉄道利用者が被る損失以外にも、事故後に後遺症や心的ストレスを訴える事例¹¹⁾もあり、事故当事者やその家族はもちろんのこと、対応に当たった乗務員や駅員、居合わせた目撃者が受ける心的影響は計り知れない。

このようなホームにおける人身事故防止に向けた具体的な対策のひとつとして、全国の鉄道会社においてホームドアの導入が進められている。ホームドア導入による効果としては、導入路線において転落事故件数がゼロとなる事例^{7)、12)}が報告されており、その転落防止効果が明らかとなっている。最近では、ホームドアが導入された路線においてホームドアを乗り越えて飛び込んだと思われる事例¹³⁾も発生している。国でも、鉄道会社を交えながら、ホームドアの整備等、転落防止対策の推進に向けた検討¹⁴⁾が進められているが、多くの場合において、飛び込みの抑止という点でも一定の効果が期待できるものである。

さて、今回実施したホーム端部の歩行位置の調査では、実験実施のうえでの臨場感の不足が結果に影響していることも考えられるが、被験者の日常的な鉄道の利用経験に基づき、被験者が習慣的にホームの端部と保つ距離感もしくは被験者が転落に繋がらないことを経験的に知っている距離感を示した。被験者の多くが若く健常な男性に偏っていることから、今回の結果をホーム上の安全性を担保するための距離として扱うべきではない。ただ、この結果は、ホーム端部を歩行することに躊躇しない歩行者が存在する可能性を示している。

鉄道会社の多くは、駅のホームを歩行する際には視覚障害者用警告ブロックよりも内側を歩くよう呼び掛ける案内放送や注意喚起を行っている。しかしながら、実際には今回の調査結果のようにホームの端部直近をためらわずに歩行する乗客が後を絶たない。これは、混み合うホーム上で少しでも早く目的地に着きたい、日常的に使用している号車に乗りたいと思う乗客の心理が影響していると考えられる。

ただ、筆者は、ホーム上での歩き方は個々の乗客が自らの安全を自ら確保しようとする意識にも係わる重要な部分であると考え。そのため、継続的に乗客に対して注意喚起をおこなうことはもちろん、ホームの端部を歩行することの危険性を伝えるなどの啓蒙が重要であると考え。当然、ホームを利用する乗客の数に見合ったホームの面積や幅員を確保することや、通常時を超える乗客が予想される場合には適切な規制をおこない最悪の事態を避けることは必要である。しかし、上述したようなホームでの事故が引き起こす大きな影響を考えた場合、個々の乗客自身の安全への意識が持つ重要性を再認識する必要があると考え。

注

- 注1) 輸送障害とは、列車の運転の休止や運転に遅延が生じるなど、鉄道による輸送に障害が生じた事態を意味する。
- 注2) 「内方線」とは、視覚障害者がホームの内側であることを容易に認識できるようにするためのもので、点状ブロックの内側に内方線が位置するように設置する。具体的な敷設方法は、ガイドライン⁵⁾に基づくことが基本とされており、その形状はJIS T9251にも規定されている。
- 注3) 運転事故には、列車衝突事故、列車脱線事故、列車火災事故、踏切障害事故、道路障害事故、鉄道人身傷害事故、鉄道物損事故が含まれる。
- 注4) ホームにおける人身傷害事故とは、ホームから転落して接触、ホームでの接触を指す。

参考文献

- 1) 旅客設備研究会：国鉄 旅客設備ハンドブック、株式会社交通日本社、1985.3
- 2) 小美濃幸司、種本勝二：列車風とホーム上の人々の安全、RRR、第62巻、第11号、鉄道総合技術研究所、2005.11
- 3) 種本勝二、梶山博司：列車通過時のホーム上の列車風と圧力変動、鉄道総研報告、Vol.17、No.11、鉄道総合技術研究所、2003.11
- 4) 国土交通省監修：解説・鉄道に関する技術基準(土木編)、pp.539-566、日本鉄道施設協会、2002.3
- 5) 国土交通省総合政策局安心生活製作課監修：公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン、旅客施設編、p.101、p.103、p.163、交通エコロジー・モビリティ財団、2013.10
- 6) 国土交通省鉄道局：首都圏ホーム事故対策会議の結果について、国土交通省、2010.12
- 7) 岸谷克己：ホームドア導入に向けた課題と新しいタイプのホームドアに関する技術開発の動向、平成25年度「車両と機械」技術セミナー第4回資料、No.8、pp.1-11、日本鉄道車両機械技術協会、2013.12
- 8) 電車で飛び込みの男性が運転積のガラスを破って車内へ、産経ニュース West、2013.6.16
- 9) 新小岩駅で女性はねられ死亡、ホームの客4人もけが、朝日新聞 Digital、2011.7.12
- 10) 男性飛び込み死亡 女性3人巻き添えでけが、大阪・弁天町駅、日経新聞 Web版、2014.4.22
- 11) 鉄道事故の巻き添えでけがした女性が JR 東日本提訴/横浜地裁、神奈川新聞、2009.10.14
- 12) 秋山侃：ホームドアで転落事故ゼロ、東京新聞、p.25、2005.11.17
- 13) 「TXで初めて人身事故」運転士が携帯でFB投稿、朝日新聞 Digital、2014.3.27
- 14) 国土交通省鉄道局：ホームドアの整備促進等に関する検討会 中間とりまとめ、国土交通省、2011.8

第7章 結論

本論文は、階段を中心とする駅の歩行空間を対象として、駅の計画や安全対策を支援する立場から、群集が歩行する際の安全性を定量的に評価するための手法について研究したものである。今後の駅の計画や安全管理において群集流動を扱うシミュレーションや群集の規制をおこなう際には客観的な判断基準が求められる可能性が高い。しかし、現状では定量的な判断基準の基になる関連データが不足している。本論文では、特に駅の歩行空間のなかでも階段やホームにおいて事故や事故の不安を感じる頻度が高いことを明らかにしたうえで、これまで不足していた階段における密度の高い群集流動の特性と、歩きにくさや不安感など歩行者の心理状況との関係性を明らかにした。さらに、ホームの狭隘部における群集密度と歩行状態との関係を明らかにし、狭隘部の安全確保に関する定量的な指標の基礎を示した。以下に、各章での成果の概要を述べ、まとめとする。

第1章では、主に群集流動の安全性を直接的に扱った既往研究を振り返った。群集流動の安全性に関する研究、特に安全性そのものを定量的に扱った研究は少なく、これは建物の性能を考える際には群集が危険となる前の状態、すなわち快適性の限界を上限とすることで建物内の群集流動を安全に保つという考え方が一般的であるためと考えられる。

しかし、駅のように列車の遅れによって突発的に滞留者数が増加したり、周辺の開発などの外的要因によって当初の建物規模に比して利用者数が増加したりする恐れのある施設では、常に快適なレベルを維持することが困難な場合も多い。特に、都心部の駅のように空間的に制約の多い駅では空間的余剰を持つことが現実的に困難な場合も多いことから、駅の計画や安全管理を考えるうえでは、駅特有の群集流動を客観的に評価するための考え方が必要となる。

また、昨今の駅的设计におけるシミュレーション技術の普及により、計算結果を定量的に判定する必要がある状況を鑑みるに、群集流動の安全性を対象とした定量的な評価方法が必要となる。

第2章では、高齢者へのアンケート調査によって、駅における歩行に係わる事故の発生箇所の傾向や不安を感じる箇所の傾向を調査した。その結果、事故を経験したのは60~70代の高齢層で最も多かったが、30~40代の非高齢層でも事故を経験していることが明らかとなった。また、得られた事故事例の総数は決して多くはないものの、事故を経験した箇所と、日常的に事故の不安を感じている箇所は、類似する傾向があることも明らかとなった。

これらの事実は、日頃利用者が不安を感じている箇所を把握しておくことは、事故を未然に防ぐうえでも役立つ可能性があることを示している。なかでも、事故を経験した箇所、事故の不安を感じている箇所ともに、階段、ホームが挙げられていることから、階段やホームにおける事故の状況や原因などの現状を改めて把握することの重要性がわかる。特に階段は、事故の経験、事故の不安いずれも突出して高く、高齢者が日常的に事故の不安を感じ、また実際に事故が起きやすい箇所であることが明らかとなっており、優先的な対策の検討が望まれる。さらに、駅の歩行空間にとって階段やエスカレータ、ホームは不可欠な施設であることから、それら施設での安全性に関する考え方は、駅全般に通じる有益な知見となる。

一方で、事故に関する経験や、駅の利用者が日頃抱いている不安を引き出すには、郵送による

アンケート調査では限界がある。そのため、鉄道会社および消防署などが保管している、駅での事故や救護実績データの活用が期待される。また、多くの研究者によるアンケート調査やヒアリング調査、さらには子供連れ、障がい者、若年者も含む多様な属性を対象とした地道な調査は、駅の歩行空間における事故発生状況の一端を明らかにし、事故が起きるメカニズムの解明につながるものと期待される。それらの知見は、施設管理者側が実施する事故防止のための対策、さらには公共交通施設におけるリスクマネジメントにも貢献するものである。

第3章では、大規模な一方向流動が確認できる駅ホームの階段において、昇り方向の群集流動を対象とした実測調査を行い、累積通過人数、流動係数、歩行速度について時間変化の観点から詳細な分析をおこなった。その結果、階段を通過する群集流動が不定常部～定常部～減衰部と変化する状況を定量的に示すことができ、通過する群集流動の人数に対し、幅の狭い階段においては、不定常部が続く時間は短く、早期に定常部に移行することを明らかにした。また、群集流動の定常部において流動係数がピークを示す時間帯は、群集流動が持続する時間に応じて長くなり、減衰部にかけて流動係数は徐々に下降することを明らかにした。昇り階段での群集流動の歩行速度は、群集流動の減衰部に相当する部分において定常部とほぼ同じであることも明らかにした。

以上のような昇り方向の群集流動の特性は、駅や階段の条件、時代によっても異なることが予想されるが、これまで群集流動に関するデータが詳細な調査条件とともに示された例は意外と少ない。今後、駅を対象とした群集流動のシミュレーション技術を駅の計画に役立てるためには、実際の駅で得た群集流動のデータに基づいた検証が不可欠である。そのためには、より最新の群集流動のデータが必要であると同時に、それらのデータをどのような条件下で取得・整理したか、という共通のフォーマットが必要になると筆者は考える。

これまでの計算式に基づく検討方法では、定数として提示された歩行速度や流動係数が多くの設計実務に役立ってきたが、今後、シミュレーションのような動的な解析手法を用いる場合においては、時間軸の概念を無視することはできない。本章で示した群集流動に関する時系列データが、今後、駅の群集流動を対象としたデータベース構築の端緒となれば幸いである。

本論文で紹介した実測の結果からは、一見一様に見える群集流動においても、詳細な時間変化を見る限り、その傾向は様々であり、それら多様性の取扱いについて考察を深める必要がある。また、群集流動に関する様々な課題を検討する上で、密度の情報は不可欠であるが、群集流動の状態を代表する群集密度の定義や測定方法については明確になっていない部分も多い。本論文で取り扱うことのできなかつた、降り方向の群集流動や密度についても測定方法や考察を深める必要があると考える。

第4章では、駅の階段における群集歩行時の歩きにくさに関する知見は、安全性の観点においても有益であるとの考えに基づき、駅の階段における歩きにくさの評価手法について検討をおこなった。階段を通過する群集流動を再現した歩行実験では、群集流動の状態量と歩行者の心理量との関係から、駅の階段特有の歩きにくさの評価構造の一端が明らかとなった。例えば、階段内を歩行する群集の歩行速度と歩行者が感じる歩きにくさには関係性があることや、階段内を歩行する群集の歩きにくさには、階段内で生じるすれ違いの有無が影響していることが明らかとなった。これらの事実に基づき、階段内の群集流動の歩きにくさを歩行速度による評価式で表し、実駅での通勤群集を対象に検証試験を行うことで、評価式の有効性を確認することができた。

本論文では、階段内の群集の定常状態での歩行速度や階段入口での定常状態での流動係数以外の要因が、階段の歩きにくさに影響する可能性があることも明らかにした。特に、群集のなかでの歩行者の位置や階段前での滞留時間については、実際の駅での実験からも影響の強さが確認できたが、それらを考慮した評価モデルを提案するには至らなかった。これらの要因は群集の中でも歩行者ごとに異なるものである。さらにこれらの要因は時間とともに変化するため定量的なデータの収集が難しいという課題がある。時間とともに変化する要因に対応した歩行者の評価を得るには、アンケートのような事後評価しかできない方法では限界がある。時間的に変化する心理量を捕捉する方法については、更なる工夫が必要であるため、今後の課題としたい。

また、第4章で示した評価式から得られる評価値は、あくまでも相対的な尺度によるものであり、絶対的な評価を示すものではない。群集流動の数値シミュレーションのように同一の指標によって、駅の同一階段の評価値の推移をみることを目的とする場合には、これらの相対的な尺度が活用できる可能性は高い。しかし、異なる駅の階段を同一の指標により比較し優劣を判断することを目的とする場合には注意が必要である。このような指標の一般化は、実用的な駅階段の評価基準を検討するうえで重要であり、今後の課題であると言える。

ただ、階段内および階段前の歩きにくさに影響する幾つかのパラメータを抽出したこと、階段内の歩きにくさを歩行速度という単一のパラメータによって評価できたことは一つの成果である。通常時の階段の群集流動において、歩行速度、すなわち各人の歩くペースが歩きにくさに関係するという事実は、異常時の階段における安全性の評価方法を考える際にも、群集のなかで各人が自由に足を運べることが安全上重要であるという考え方につながり、第5章のヒントともなった。

第5章では、駅のホーム等への入場規制などの際、群集を階段内に安全に滞留させるための密度について検討した。模擬駅の階段における被験者実験により、規制解除後に群集が不安を感じることなく歩行開始するための上限となる密度を歩行実験とアンケート調査から分析した。

その結果、階段内の密度が約 2.0 人/m²を超えると群集内の一部の歩行者が不安を感じ始め、密度が約 4.0 人/m²を超えると群集内の大半の歩行者が不安を感じるようになった。また、密度が 1.6~3.7 人/m²の範囲において、歩行開始の遅れは昇りよりも降りの場合で大きく、降りの場合では密度の上昇により歩行開始の遅れが大きくなることを定量的に確認した。

本論文では、駅の群集整理にあたっては、階段内に群集を滞留させることは避けるべきであるという立場を基本としつつも、やむなく階段で群集を滞留させるときに注意すべき点として、次のような知見を得た。まず、高い密度で静止した状態から階段を昇り始める群集に比べ、降り始める群集では、不安を感じる歩行者が多い可能性があることから、特に降り階段に滞留させていた群集の規制を解除する際には注意が必要である。さらに、階段内に群集を滞留させるとき、群集が自由に足を踏み出す余地があり、大半に不安を感じさせない密度は約 4.0 人/m²と推察できたことから、階段内には密度 4.0 人/m²を超える密度で群集を滞留させるべきではなく、特に老若男女を含む不特定多数から構成される群集については、もっと低い密度を上限とすべきである。

また、階段内の群集に関する次の二つの特性については、サンプル数が少なかったため可能性を示唆するに留まった。一つ目は、密度 4.3~4.9 人/m²の非常に高い密度域では、階段内の密度が高くなるのに伴って歩行開始の遅れが大幅に大きくなる特性である。これは、非常に高い密度状態にある群集が一斉に動き出すことの難しさを示している可能性がある。二つ目は、昇りの群集では群集の前方から徐々に歩行が開始されるのに対し、降りの群集では群集内の位置と無関係に

歩行が開始される特性である。これは、昇りに比べ降りの場合に不安を感じる被験者が多かったことの一因と考えられるが、その因果関係を定量的に明らかにするには至らなかった。

その他、本論文で取り上げなかった、多様な属性を考慮した上限密度の検討や階段内に群集が徐々に滞留し始める現象についても引き続き研究が必要である。特に、階段における密度上昇のメカニズムの解明については、動いている群集を制止し密度が高くなるように規制する雑踏警備において、規制のタイミングを見極める際にも重要な知見となる。

第6章では、第2章のアンケートでも不安を感じる割合の高かった、ホームの狭隘箇所を通過する群集流動を対象とした安全性について検討した。ホームの狭隘部を通過する群集流動の基礎的な特性を把握することと、群集流動の状態量と安全な通過行動との関係を把握することを目的として狭隘部の歩行実験を実施し、以下のような知見を得た。

ホーム狭隘部の群集流動の基礎的な特性として、群集流動が対向流動の場合には、群集流動が一方流動である場合に比べ通過に時間を要する。また、対向流動の場合、一方流動の場合に比べ短時間のうちに狭隘部の密度が高まりやすく、生じる密度の最大値も一方流動の場合に比べ約2倍となることが実験的にもわかっている。さらに、ホームの狭隘部を通過する群集流動の密度は、狭隘部の幅員よりも乗車待ちの乗客数の影響を受けやすいことも実験的に明らかとなっている。

また、ホームの狭隘部を群集流動が通過する際に、ホームの端部を歩行する人が線路側へ押し出される状況を実験的に確認したところ、一方流動の場合およびホームの狭隘部に乗車待ちの乗客がない場合にはほとんど生じないことを確認している。そのため、ホームの狭隘部において全ての歩行者が安全な歩行範囲を歩くためには、対向流動と乗車待ちの乗客の影響を受ける際に注意が必要と考えられる。そこで、ホームの狭隘部において、安全な歩行範囲からはみ出すことなく通過できる条件を判定する評価指標として、狭隘部の幅員と乗車待ちの乗客を考慮した評価指標を提案し、それらを用いた規制の考え方および規制時の判断目安を示した。日常的に乗客が不安を感じているホームの狭隘部や、列車運行が乱れたときに混み合うことが予想されるホームの狭隘部では、これらの目安を参考に群集流動の制御や乗車待ちの制限方法を検討することができる。

一方で、ホームを歩く歩行者は線路に対してどのような距離感を保ちながら歩行するのか、という疑問に端を発し、歩行者自身が転落や触車の不安を感じないようなホームの端部からの距離を実験場で調査した。その結果、約95%の被験者がホームの端部から40cm以内の範囲を歩いても不安を感じないという事実がわかった。ただ、被験者の大半が若い男性であったことや、実験場の臨場感の問題から、この結果を一般的なものと解釈することはできない。そのため、本論文では、ホーム端部の直近を歩行しても不安を感じない乗客がいる可能性を示唆するに留めている。

しかしながら、ホーム上での歩き方は個々の乗客が自らの安全を自ら確保しようとする意識にも係わる重要な部分である。そのため、乗客に対して継続的に注意喚起をおこなうことはもちろん、ホームの端部を歩行することの危険性を伝えるなどの啓蒙が重要である。当然、ホームドアを設置したり、ホームを利用する乗客の数に見合ったホームの面積や幅員を確保したり、通常時を超える乗客が予想される場合には適切な規制をおこない最悪の事態を避けたりすることは必要である。しかし、ホームでの触車事故が引き起こす多大な影響を考えた場合、個々の乗客自身の安全への意識が持つ重要性を再認識すべきであると考えられる。

謝辞

本論文をまとめるにあたって、多くの方々にご指導・ご協力を賜りましたこと、ここに記して感謝の意を示します。

まず、大阪工業大学 吉村英祐教授には、筆者の大学院在籍中から現在に至るまで、長年にわたって多大なるご指導を賜り、研究者としての心構えや建築の安全に対する真摯な姿勢など多くの事を学ばせていただきました。共同研究においても土日を厭わず長時間にわたる議論にお付き合いいただいたおかげもあり、限られた時間ながら内容の濃い実験を実施することができました。本論文の執筆にあたって、主査職として、終止にわたり懇切なご指導やご鞭撻をいただきました。ここに深甚なる感謝の意を表します。

論文を審査いただきました、大阪工業大学 岡山敏哉教授、大阪工業大学 吉川眞教授には、細部に至るまでご指導いただき、駅における群集研究の今後の進め方に関する重要なご助言を賜りました。厚く御礼申し上げます。

また、大阪大学名誉教授 柏原士郎先生には、筆者の修士論文において群集に関わる研究テーマを与えていただき、貴重なご指導を賜りました。群集の安全は、筆者が研究職に従事するきっかけとなったもので、今日に至るまで継続的に取り組んできたテーマであり、本論文の根幹をなすものです。ここに改めて感謝申し上げます。

鉄道総合技術研究所に入社以来、駅の旅客流動の基本や調査方法、模擬旅客を使った実験方法の実践的なご指導を賜りました(公財)鉄道総合技術研究所 青木俊幸氏、(株)ジェイアール東日本建築設計事務所 浜本敏裕氏、東日本旅客鉄道(株) 佐藤敏彦氏には、心より感謝いたします。

本論文に関する調査や実験では、(公財)鉄道総合技術研究所 石突光隆氏をはじめ、多くの方にご協力をいただきました。駅での群集流動調査では、(公財)鉄道総合技術研究所 清水克将氏、鉄道会社の関係各位にご協力いただきました。駅シミュレータにおける実験では、ジェイアール総研サービス(株) 大戸廣道氏、(株)テス 舟津浩二氏、(株)テス 田中尚氏をはじめ、多くの方にご協力いただきました。群集流動映像の分析では、(株)テス 高橋菜穂子氏をはじめ、多くの方にご協力いただきました。深く感謝申し上げます。

早稲田大学 佐野友紀教授には、学会等で群集研究に関する多大なるご助言をいただきました。(公財)鉄道総合技術研究所 舘山勝氏には、当時の上司として吉村英祐教授との共同研究を実施する環境を整えていただくなど論文執筆への大きな後押しを賜りました。(公財)鉄道総合技術研究所 谷村幸裕氏には、上司として論文執筆にあたって温かい励ましを賜りました。ここに感謝の意を表します。

(公財)鉄道総合技術研究所 建築研究室 伊積康彦室長をはじめ、建築研究室と研究開発推進室の皆様には、手厚いご支援を賜りました。厚く御礼申し上げます。

その他にも、数多くの方のご指導とご協力をいただくことによって、本論文をまとめることができました。ここに深甚なる感謝の意を表します。

最後に、長年にわたって、筆者の論文執筆を応援し、日々辛抱強く支えてくれた妻 希冴と家族に心より感謝します。

副論文リスト

第2章

【口頭論文】

- 1) 山本昌和、青木俊幸、伊積康彦、石突光隆：鉄道利用者の歩行に係る事故についての考察
高齢者を対象としたアンケート調査、日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）、E-1、
pp.303-304、日本建築学会、2008年7月

第3章

【審査論文】

- 2) 山本昌和、吉村英祐：駅の階段における一方向群集流動の特性の定量的把握、日本建築学会
計画系論文集、第79巻、第701号、pp.1515-1521、日本建築学会、2014年7月

第4章

【報告】

- 3) Masakazu YAMAMOTO, Mitsutaka ISHIZUKI, Toshiyuki AOKI : Passenger Flow
Simulation to Evaluate the Degree of Discomfort for Walking in Stations, QR of RTRI,
Vol.51, No.3, pp.138-145、Railway Technical Research Institute, Aug.2010

第5章

【審査論文】

- 4) 山本昌和、吉村英祐：駅の階段における歩行者の密度と不安感の関係性の実験的把握、日
本建築学会計画系論文集、第80巻、第708号、日本建築学会、2015年2月掲載決定

【口頭論文】

- 5) 吉村英祐、山本昌和、石突光隆：鉄道駅における混雑時の歩行安全性に関する研究 その
4 階段における歩行開始実験、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、E-1、pp.641-642、
日本建築学会、2011年8月

【報告】

- 6) 山本昌和、石突光隆：駅の階段とホーム狭隘部における混雑時の歩行安全性評価、鉄道総
研報告、第27巻、第6号、pp.43-48、鉄道総合技術研究所、2013年1月

第6章

【口頭論文】

- 7) 山本昌和、吉村英祐、石突光隆：鉄道駅における混雑時の歩行安全性に関する研究 その
6 ホームの狭隘部における通過安全性評価、日本建築学会学術講演梗概集（北海道）、E-1、
pp.587-588、日本建築学会、2013年8月
- 8) 山本昌和、吉村英祐、石突光隆：鉄道駅における混雑時の歩行安全性に関する研究 その
5 ホームの狭隘部における通過実験、日本建築学会学術講演梗概集（東海）、E-1、
pp.637-638、日本建築学会、2012年9月

【報告】

- 9) 前掲 6)

付録

付録1 鉄道利用時の安全性に関する調査におけるアンケート用紙

鉄道利用時の安全性に関するアンケート調査

【A 1】 あなたの鉄道の利用頻度に、1つだけ○をつけて下さい。

1. 毎日利用する	2. 週に数回利用する	3. 月に数回利用する
4. 年に数回利用する	5. ほとんど利用しない	6. <u>利用したことがない</u>

→下の【B 1】にお進み下さい

【A 2】 【A 1】で1～5に○をつけた方にお聞きします。

あなたの鉄道の主な利用目的に、1つだけ○をつけて下さい。

1. 通勤	2. 通学	3. 買物	4. 旅行・レジャー	5. その他の用事
-------	-------	-------	------------	-----------

【A 3】 あなたがご利用になる代表的な路線と駅を、最大3つまで記入して下さい。

_____線 _____駅	_____線 _____駅	_____線 _____駅
------------------	------------------	------------------

【A 4】 鉄道を主に利用される曜日に、1つだけ○をつけて下さい。

1. 平日（月～金）	2. 土日休	3. 曜日を問わず利用する
------------	--------	---------------

【A 5】 鉄道を主に利用される時間帯として、あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

1. 6時台	2. 7～8時台	3. 9～11時台	4. 12～16時台
5. 17～18時台	6. 19時以降終電まで	7. 特に決まっていない	

【B 1】 あなたやあなたの家族が、実際に駅（車内を含む）で転落・転倒・衝突・衝撃等の事故に遭った経験がありますか？1つだけ○をつけて下さい。

1. ある	2. <u>ない</u>
-------	--------------

→8ページの【F 1】にお進み下さい

【B 1】で「1. ある」に○をつけた方は、2ページの【C 1】にお進み下さい。事故の経験が複数ある場合は、【C 1】の後、【D 1】と【E 1】に進むことで最大3つまで回答できます。

事故経験 1 件目

【C1】事故の種類は、何ですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1. (その場で転ぶ等の) 転倒 | 2. (階段から落ちる等の) 転落 |
| 3. (他のお客様や柱とぶつかる等の) 衝突・衝撃 | |
| 4. 動いている列車との接触 (触車) | 5. その他 () |

【C2】事故に遭われた方の性別に1つだけ○をつけ、当時の年齢を記入して下さい。

性別	1. 男性	2. 女性	当時の年齢	_____ 歳くらい
----	-------	-------	-------	------------

【C3】事故の際、ケガをされましたか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------|----------|
| 1. 覚えていない | 2. した | 3. していない |
|-----------|-------|----------|

【C4】けがをされた方にお聞きします。ケガの程度はどのくらいでしたか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|---------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 病院には行っていない | 3. 診察のみ受けた |
| 4. 数回通院した | 5. 入院した | 6. その他 () |

【C5】事故の場所は、どこですか？路線と駅名を記入し、あてはまる場所に1つだけ○をつけて下さい。(覚えている範囲で結構です)

_____ 線 _____ 駅の

- | | | | |
|-----------|---------------------|-------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 通路・コンコース | 3. 階段 | 4. エスカレーター |
| 5. エレベーター | 6. 動く歩道 (ムービングウォーク) | 7. ホーム | |
| 8. 車内 | 9. 便所 | 10. その他 () | |

【C6】事故に遭われた曜日はいつですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 平日 (月～金) | 3. 土日休 |
|-----------|-------------|--------|

【C7】事故に遭われた時間帯はいつ頃ですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | | |
|------------|------------|--------------|-----------|
| 1. 覚えていない | 2. 6時台 | 3. 7～8時台 | 4. 9～11時台 |
| 5. 12～16時台 | 6. 17～18時台 | 7. 19時以降終電まで | |

【C8】 事故のとき、事故に遭われた方の体調はどうでしたか？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | | |
|-----------|------------|----------|-----------|---------|
| 1. 覚えていない | 2. 平常 | 3. 酔っていた | 4. 疲労していた | 5. 眠かった |
| 6. 病気 () | 7. その他 () | | | |

【C9】 事故のとき、事故に遭われた方は、歩行を補助するものを使用されておりましたか？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | |
|-----------------|--------------|------------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 何も使用していない | 3. つえ | 4. 車いす |
| 5. 歩行補助車 (手押し車) | 6. 介助者 | 7. その他 () | |

【C10】 事故の原因として、思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. 覚えていない | 2. (自分以外の) 人による原因 |
| 3. (建物等の) ものによる原因 | 4. 自分の不注意 |
| 5. その他 () | |

【C11】【C10】で、「1. 人による原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 走ってきた人にぶつかられた 人が多く歩きにくかった 等)

【C12】【C10】で、「2. ものによる原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 通路が濡れていた 階段の段差が見えにくかった 等)

事故経験が2つ以上ある方は、次ページの【D1】にお進み下さい。

事故経験が1つだけの方は、8ページの【F1】にお進み下さい。

事故経験 2 件目

【D1】事故の種類は、何ですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1. (その場で転ぶ等の) 転倒 | 2. (階段から落ちる等の) 転落 |
| 3. (他のお客様や柱とぶつかる等の) 衝突・衝撃 | |
| 4. 動いている列車との接触 (触車) | 5. その他 () |

【D2】事故に遭われた方の性別に1つだけ○をつけ、当時の年齢を記入して下さい。

性別	1. 男性	2. 女性	当時の年齢	_____ 歳くらい
----	-------	-------	-------	------------

【D3】事故の際、ケガをされましたか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------|----------|
| 1. 覚えていない | 2. した | 3. していない |
|-----------|-------|----------|

【D4】けがをされた方にお聞きします。ケガの程度はどのくらいでしたか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|---------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 病院には行っていない | 3. 診察のみ受けた |
| 4. 数回通院した | 5. 入院した | 6. その他 () |

【D5】事故の場所は、どこですか？路線と駅名を記入し、あてはまる場所に1つだけ○をつけて下さい。(覚えている範囲で結構です)

_____ 線 _____ 駅の

- | | | | |
|-----------|---------------------|-------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 通路・コンコース | 3. 階段 | 4. エスカレーター |
| 5. エレベーター | 6. 動く歩道 (ムービングウォーク) | 7. ホーム | |
| 8. 車内 | 9. 便所 | 10. その他 () | |

【D6】事故に遭われた曜日はいつですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 平日 (月～金) | 3. 土日休 |
|-----------|-------------|--------|

【D7】事故に遭われた時間帯はいつ頃ですか？1つだけ○をつけて下さい。

- | | | | |
|------------|------------|--------------|-----------|
| 1. 覚えていない | 2. 6時台 | 3. 7～8時台 | 4. 9～11時台 |
| 5. 12～16時台 | 6. 17～18時台 | 7. 19時以降終電まで | |

【D 8】 事故のとき、事故に遭われた方の体調はどうでしたか？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | | |
|-----------|-------|----------|-----------|---------|
| 1. 覚えていない | 2. 平常 | 3. 酔っていた | 4. 疲労していた | 5. 眠かった |
| 6. 病気 (|) | 7. その他 (|) | |

【D 9】 事故のとき、事故に遭われた方は、歩行を補助するものを使用されていましたが？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | |
|-----------------|--------------|----------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 何も使用していない | 3. つえ | 4. 車いす |
| 5. 歩行補助車 (手押し車) | 6. 介助者 | 7. その他 (|) |

【D 10】 事故の原因として、思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. 覚えていない | 2. (自分以外の) 人による原因 |
| 3. (建物等の) ものによる原因 | 4. 自分の不注意 |
| 5. その他 (|) |

【D 11】【D 10】で、「1. 人による原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 走ってきた人にぶつかられた 人が多く歩きにくかった 等)

【D 12】【D 10】で、「2. ものによる原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 通路が濡れていた 階段の段差が見えにくかった 等)

事故経験が2つ以上ある方は、次ページの【E 1】にお進み下さい。

事故経験が1つだけの方は、8ページの【F 1】にお進み下さい。

事故経験 3 件目

【E 1】 事故の種類は、何ですか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1. (その場で転ぶ等の) 転倒 | 2. (階段から落ちる等の) 転落 |
| 3. (他のお客様や柱とぶつかる等の) 衝突・衝撃 | |
| 4. 動いている列車との接触 (触車) | 5. その他 () |

【E 2】 事故に遭われた方の性別に1つだけ○をつけ、当時の年齢を記入して下さい。

性別	1. 男性	2. 女性	当時の年齢	_____ 歳くらい
----	-------	-------	-------	------------

【E 3】 事故の際、ケガをされましたか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------|----------|
| 1. 覚えていない | 2. した | 3. していない |
|-----------|-------|----------|

【E 4】 けがをされた方にお聞きします。ケガの程度はどのくらいでしたか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|---------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 病院には行っていない | 3. 診察のみ受けた |
| 4. 数回通院した | 5. 入院した | 6. その他 () |

【E 5】 事故の場所は、どこですか？ 路線と駅名を記入し、あてはまる場所に1つだけ○をつけて下さい。(覚えている範囲で結構です)

_____ 線 _____ 駅の

- | | | | |
|-----------|---------------------|-------------|------------|
| 1. 覚えていない | 2. 通路・コンコース | 3. 階段 | 4. エスカレーター |
| 5. エレベーター | 6. 動く歩道 (ムービングウォーク) | 7. ホーム | |
| 8. 車内 | 9. 便所 | 10. その他 () | |

【E 6】 事故に遭われた曜日はいつですか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | |
|-----------|-------------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 平日 (月～金) | 3. 土日休 |
|-----------|-------------|--------|

【E 7】 事故に遭われた時間帯はいつ頃ですか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | | |
|------------|------------|--------------|-----------|
| 1. 覚えていない | 2. 6時台 | 3. 7～8時台 | 4. 9～11時台 |
| 5. 12～16時台 | 6. 17～18時台 | 7. 19時以降終電まで | |

【E 8】 事故のとき、事故に遭われた方の体調はどうでしたか？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | | |
|-----------|------------|----------|-----------|---------|
| 1. 覚えていない | 2. 平常 | 3. 酔っていた | 4. 疲労していた | 5. 眠かった |
| 6. 病気 () | 7. その他 () | | | |

【E 9】 事故のとき、事故に遭われた方は、歩行を補助するものを使用されておりましたか？あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | |
|-----------------|--------------|------------|--------|
| 1. 覚えていない | 2. 何も使用していない | 3. つえ | 4. 車いす |
| 5. 歩行補助車 (手押し車) | 6. 介助者 | 7. その他 () | |

【E 10】 事故の原因として、思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. 覚えていない | 2. (自分以外の) 人による原因 |
| 3. (建物等の) ものによる原因 | 4. 自分の不注意 |
| 5. その他 () | |

【E 11】【E 10】で、「1. 人による原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 走ってきた人にぶつかられた 人が多く歩きにくかった 等)

【E 12】【E 10】で、「2. ものによる原因」に○をつけた方にお聞きします。事故の原因として思い当たることがあれば具体的に教えて下さい。(覚えている範囲で結構です)

記述欄 (例 通路が濡れていた 階段の段差が見えにくかった 等)

次ページの【F 1】にお進み下さい。

【F 1】あなたが、ふだん駅（車内を含む）を利用する際に、（階段から落ちる等の）転落の危険を感じたことがありますか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | | |
|---------|-----------|----------|--------------|
| 1. よくある | 2. ときどきある | 3. まれにある | 4. <u>ない</u> |
|---------|-----------|----------|--------------|

→ 9ページの【G 1】にお進み下さい

【F 2】【F 1】で1～3に○をつけた方にお聞きします。

転落の危険を感じた場所として、あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | | |
|-----------|------------|--------|-------|-------|
| 1. 階段 | 2. エスカレーター | 3. ホーム | 4. 便所 | 5. 車内 |
| 6. エレベーター | 7. その他 () | | | |

【F 3】転落の危険を感じた原因は、何ですか？思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. (自分以外の) 人 | 2. (建物等の) もの |
| 3. 自分の不注意 | 4. その他 () |

【F 4】【F 3】で「1. 人」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？具体的に教えて下さい。

記述欄 (例 上りエスカレーターの降り口で急に立ち止まる人がいるから 等)

【F 5】【F 3】で「2. もの」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？具体的に教えて下さい。

記述欄 (例 階段の段差が見えにくいから 等)

【F 6】転落の危険を避けるために、気をつけていることがあれば、記入して下さい。

記述欄 (例 階段では、手摺りを持つようにしている 等)

【G1】 あなたが、ふだん駅（車内を含む）を利用する際に、（その場で転ぶ等の）転倒の危険を感じたことがありますか？ 1つだけ○をつけて下さい。

1. よくある	2. ときどきある	3. まれにある	4. <u>ない</u>
---------	-----------	----------	--------------

➔ 10ページの【H1】にお進み下さい

【G2】 【G1】で1～3に○をつけた方にお聞きします。

転倒の危険を感じた場所として、あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

1. 通路・コンコース	2. 階段	3. エスカレーター	4. ホーム
5. 便所	6. 車内	7. エレベーター	8. 動く歩道
9. その他 ()			

【G3】 転倒の危険を感じた原因は、何ですか？思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

1. (自分以外の) 人	2. (建物等の) もの
3. 自分の不注意	4. その他 ()

【G4】 【G3】で「1. 人」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？を具体的に教えて下さい。

記述欄 (例 人混みの中で、押されそうになったから 等)

【G5】 【G3】で「2. もの」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？具体的に教えて下さい。

記述欄 (例 雨の日に床が濡れていて、滑りやすくなっていたから 等)

【G6】 転倒の危険を避けるために、気をつけていることがあれば、記入して下さい。

記述欄 (例 雨の日は、通路の床に注意しながら歩いている 等)

【H1】あなたが、ふだん駅（車内を含む）を利用する際に、（他のお客様や物とぶつかる等の）衝突・衝撃の危険を感じたことがありますか？ 1つだけ○をつけて下さい。

- | | | | |
|---------|-----------|----------|--------------|
| 1. よくある | 2. ときどきある | 3. まれにある | 4. <u>ない</u> |
|---------|-----------|----------|--------------|

→ 11ページの【i1】にお進み下さい

【H2】【H1】で1～3に○をつけた方にお聞きします。

衝突・衝撃の危険を感じた場所として、あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

- | | | | |
|-------------|-------|------------|---------|
| 1. 通路・コンコース | 2. 階段 | 3. エスカレーター | 4. ホーム |
| 5. 便所 | 6. 車内 | 7. エレベーター | 8. 動く歩道 |
| 9. その他 () | | | |

【H3】衝突・衝撃の危険を感じた原因は何ですか？思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. (自分以外の) 人 | 2. (建物等の) もの |
| 3. 自分の不注意 | 4. その他 () |

【H4】【H3】で「1. 人」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？具体的に教えてください。

記述欄（例 通路を走ってくる人がいるから 等）

【H5】【H3】で「2. もの」に○をつけた方にお聞きします。なぜ、そのように感じましたか？具体的に教えてください。

記述欄（例 通路の曲がり角で、向こうから来る人が見えないから 等）

【H6】衝突・衝撃の危険を避けるために、気をつけていることがあれば、記入して下さい。

記述欄（例 曲がり角では、大回りをするようにしている 等）

【i 1】あなたが、ふだん駅のホームで、動いている列車との接触（触車）の危険を感じたことがありますか？1つだけ○をつけて下さい。

1. よくある	2. ときどきある	3. まれにある	4. <u>ない</u>
---------	-----------	----------	--------------

→ 12ページの【J 1】にお進み下さい

【i 2】【i 1】で1～3に○をつけた方にお聞きします。

触車の危険を感じた場所として、あてはまるものすべてに○をつけて下さい。

1. (列車の先頭や最後尾等の) ホームの両端部分
2. (階段横等の) ホームの幅が急に狭くなる部分
3. (特に何も無い) 普通の部分
4. その他 ()

【i 3】触車の危険を感じた原因は、何ですか？思い当たるものすべてに○をつけて下さい。

1. 人が多いから
2. ホームが狭いから
3. 列車の接近に気付かなかったから
4. 故意に押されそうになったから
5. その他 ()

【i 4】触車の危険を避けるために、気をつけていることがあれば、記入して下さい。

記述欄 (例 黄色い線の外側は歩かないようにしている 等)

【J 1】 これ以外に、あなたが駅を利用して、危険と感じたことなどがあれば、記入して下さい。

①危険と感じたこと： ②危険を感じた場所： ③思い当たる原因： ④危険を避けるために気をつけていること：

【J 2】 今後、駅（車内を含む）における転倒・転落等の事故防止について、ご意見ご要望があれば、下の記述欄にお書き下さい。

記述欄

最後にあなたのプロフィールについてお聞きします。

【K 1】 あなたの性別を教えてください。

1. 男性	2. 女性
-------	-------

【K 2】 あなたの年齢を教えてください。

_____ 歳

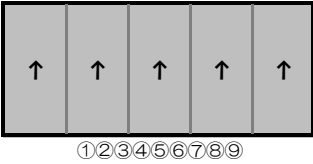
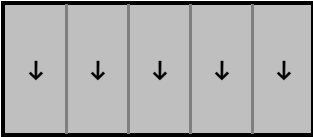
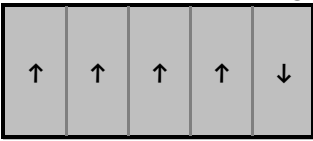
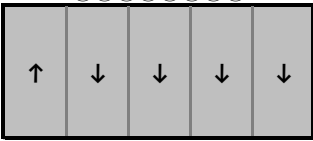
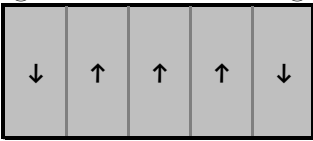
【K 3】 あなたの職業を教えてください。

1. 会社員	2. 自営業	3. 主婦	4. 学生	5. 無職	6. その他
--------	--------	-------	-------	-------	--------

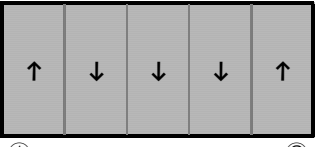
◆ご協力ありがとうございました◆

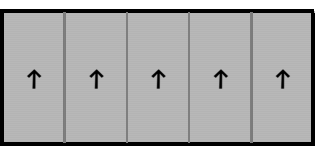
付録2 階段歩行実験における試番表兼アンケート用紙

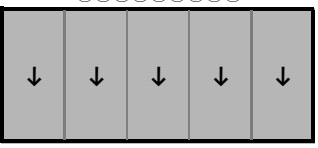
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

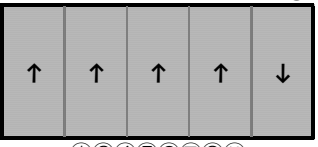
1	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価
 <p>①23456789</p>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
2	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価
 <p>①23456789</p>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
3	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価
 <p>① ②3456789</p>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
4	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価
 <p>① ②34567810</p>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
5	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価
 <p>① ② ③4567810</p>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

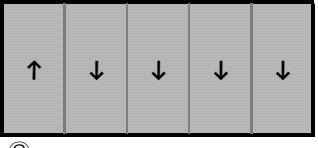
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

6	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価
③④⑤⑥⑦⑧⑩			
			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

7	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

8	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
①②③④⑤⑥⑦⑨⑩			
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

9	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
②			
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

10	1,2,3,4,5,6,8,9,10	班	評価
①③④⑤⑥⑧⑨⑩			
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

階段歩行実験		氏名	
	午後		班

11	1,2,3,4,5,6,8,9,10	班	評価								
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ② ③ </div> <p style="text-align: center;">①④⑤⑥⑧⑨⑩</p>		<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
	出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)		<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

12	1,2,3,4,5,6,8,9,10	班	評価								
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ①④⑤⑥⑧⑨⑩ ② ③ </div>		<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
	出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)		<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

13	1,2,3,4,5,7,8,9,10	班	評価								
			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
	出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)		<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

14	1,2,3,4,5,7,8,9,10	班	評価								
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ①②③④⑤⑦⑧⑨⑩ </div>		<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
	出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)		<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

15	1,2,3,4,5,7,8,9,10	班	評価								
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ①②④⑤⑦⑧⑨⑩ ③ </div>		<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
	出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)		<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

階段歩行実験		氏名	
	午後		班

16	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<p style="text-align: center;">①②④⑥⑦⑧⑨⑩</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">③</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

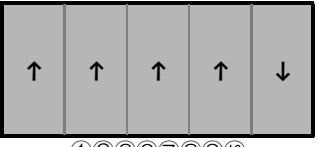
17	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<p style="text-align: center;">③ ④</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">①②⑥⑦⑧⑨⑩</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

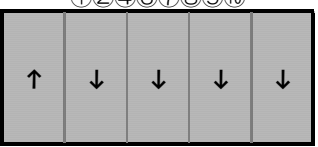
18	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<p style="text-align: center;">①②⑥⑦⑧⑨⑩</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">③ ④</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

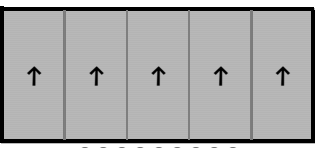
19	1,2,3,5,6,7,8,9,10	班	評価								
<p style="text-align: center;">⑤ ⑥</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">①②③⑦⑧⑨⑩</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

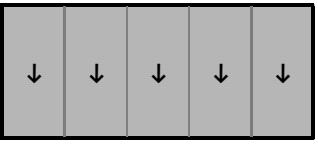
20	1,2,3,5,6,7,8,9,10	班	評価								
<p style="text-align: center;">①②③⑦⑧⑨⑩</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">⑤ ⑥</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

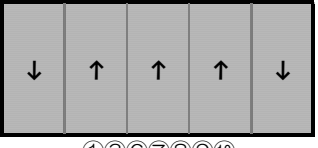
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

21	1,2,3,5,6,7,8,9,10	班	評価								
⑤			階段前 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

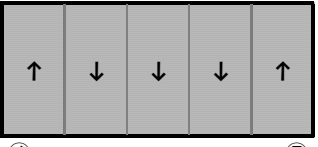
22	1,2,4,5,6,7,8,9,10	班	評価								
⑤			階段前 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

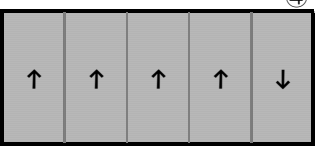
23	1,2,4,5,6,7,8,9,10	班	評価								
⑤			階段前 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

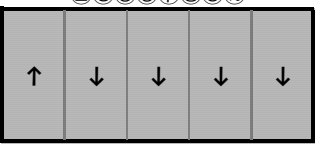
24	1,2,4,5,6,7,8,9,10	班	評価								
⑤			階段前 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

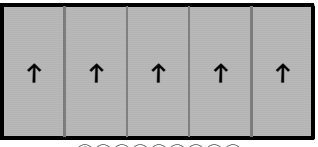
25	1,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価								
④ ⑤			階段前 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか								
			<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">全く 感じない</td> <td style="text-align: center;">ほとんど 感じない</td> <td style="text-align: center;">少し 感じた</td> <td style="text-align: center;">大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

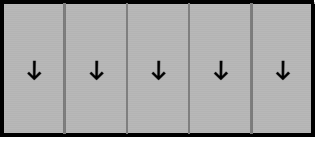
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

26	1,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価
①③⑥⑦⑧⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

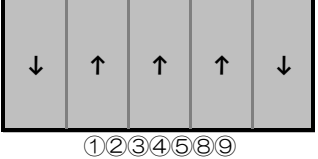
27	1,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価
④			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

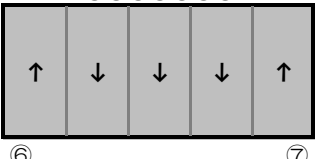
28	2,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価
②③⑤⑥⑦⑧⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

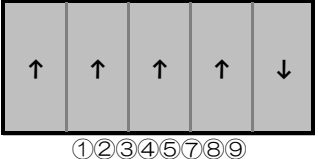
29	2,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価
②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

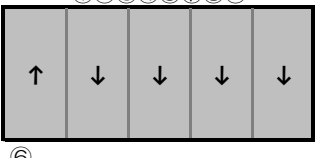
30	2,3,4,5,6,7,8,9,10	班	評価
②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
			
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

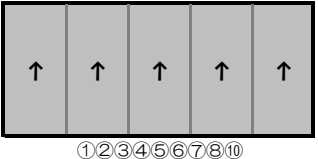
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

31	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価								
<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ⑥ ⑦ </div>  <p style="text-align: center;">①②③④⑤⑥⑦⑧⑨</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

32	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価								
<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨ </div>  <p style="text-align: center;">⑥</p> <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

33	1,2,3,4,5,6,7,8,9	班	評価								
<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ⑥ </div>  <p style="text-align: center;">①②③④⑤⑥⑦⑧⑨</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

34	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価								
<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ①②③④⑤⑥⑦⑧⑩ </div>  <p style="text-align: center;">⑥</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

35	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価								
 <p style="text-align: center;">①②③④⑤⑥⑦⑧⑩</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

階段歩行実験		氏名	
	午後		班

36	1,2,3,4,5,6,7,8,10	班	評価
<div style="text-align: center;">①②③④⑤⑥⑦⑧⑩</div>			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目 階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4

37	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
①②③④⑤⑥⑦⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			

38	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
①②③④⑤⑥⑦⑨⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			


39	1,2,3,4,5,6,7,9,10	班	評価
⑨			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
①②③④⑤⑥⑦⑩			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)


40	1,2,3,4,5,6,8,9,10	班	評価
①②③④⑤⑥⑧⑩			階段前 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
⑨			階段内 歩きにくいと感じたか 全く ほとんど 少し 大いに 感じない 感じない 感じた 感じた 1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)

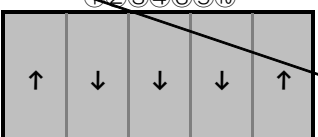
階段歩行実験	午後	氏名	
		班	

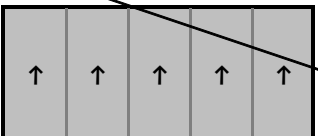
41	1,2,3,4,5,6,8,9,10	班	評価
⑨			階段前
⑩			歩きにくいと感じたか
↓ ↑ ↑ ↑ ↓			全く ほとんど 少し 大いに
①②③④⑤⑥⑧			感じない 感じない 感じた 感じた
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
↑ ↓ ↓ ↓ ↑			全く ほとんど 少し 大いに
⑨			感じない 感じない 感じた 感じた
⑩			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
↑ ↑ ↑ ↑ ↑			全く ほとんど 少し 大いに
①②③④⑤⑦⑧⑨⑩			感じない 感じない 感じた 感じた
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
↓ ↓ ↓ ↓ ↓			全く ほとんど 少し 大いに
①②③④⑤⑦⑧⑨⑩			感じない 感じない 感じた 感じた
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
↑ ↑ ↑ ↑ ↓			全く ほとんど 少し 大いに
①②③④⑤⑧⑨⑩			感じない 感じない 感じた 感じた
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
⑦			全く ほとんど 少し 大いに
↑ ↑ ↑ ↑ ↓			感じない 感じない 感じた 感じた
①②③④⑤⑧⑨⑩			1 2 3 4
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか
↑ ↑ ↑ ↑ ↓			全く ほとんど 少し 大いに
①②③④⑤⑧⑨⑩			感じない 感じない 感じた 感じた
1 2 3 4			1 2 3 4
出発した位置は、 _____ 列目			階段内
階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)			歩きにくいと感じたか

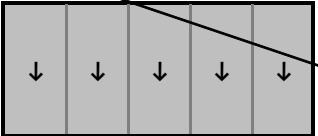
階段歩行実験		氏名	
	午後		班

46	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<div style="text-align: center;">①②③④⑥⑧⑨⑩</div>  <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

47	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<div style="text-align: center;">①②③④⑥⑧⑨⑩</div>  <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

48	1,2,3,4,6,7,8,9,10	班	評価								
<div style="text-align: center;">①②③④⑥⑧⑨⑩</div>  <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

49	1,2,3,5,6,7,8,9,10	班	評価								
<div style="text-align: center;">①②③⑤⑥⑦⑧⑨⑩</div>  <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								

50	1,2,3,5,6,7,8,9,10	班	評価								
<div style="text-align: center;">①②③⑤⑥⑦⑧⑨⑩</div>  <p style="text-align: center;">⑦</p> <p>出発した位置は、 _____ 列目</p> <p>階段を歩いた場所(矢印に丸をつける)</p>			<p>階段前 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								
			<p>階段内 歩きにくいと感じたか</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>全く 感じない</td> <td>ほとんど 感じない</td> <td>少し 感じた</td> <td>大いに 感じた</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた	1	2	3	4
全く 感じない	ほとんど 感じない	少し 感じた	大いに 感じた								
1	2	3	4								