

鉄道駅における垂直移動手段の選択行動に関する研究

—利用者の選択行動のモデル化とシミュレーション—

2011年度 修士論文

明治大学大学院 理工学研究科 建築学専攻

453R0103003 荒井 良宏

# 鉄道駅における垂直移動手段の選択行動に関する研究 —利用者の選択行動のモデル化とシミュレーション—

## 目次

<b>第1章 研究の概要</b>	.....	p.3
1－1 研究の背景		
1－2 研究の目的		
1－3 研究の対象		
1－4 研究の方法		
1－5 既往研究のレビュー		
<b>第2章 調査の対象と方法</b>	.....	p.9
2－1 調査対象の概要		
2－1－1 登戸駅		
2－1－2 武藏溝ノ口駅		
2－1－3 武藏小杉駅		
2－2 調査の組み立て		
2－3 調査方法		
<b>第3章 選択測定調査の結果と考察</b>	.....	p.20
3－1 調査結果と考察		
3－1－1 登戸駅		
3－1－2 武藏溝ノ口駅		
3－1－3 武藏小杉駅		
3－2 利用者の選択行動の考察		
3－2－1 登戸駅		
3－2－2 武藏溝ノ口駅		
3－2－3 武藏小杉駅		
3－3 利用者の選択行動のまとめ		

## 第4章 選択行動のモデル化とシミュレーション ..... p.54

### 4-1 選択行動のモデル化

4-1-1 登戸駅

4-1-2 武蔵溝ノ口駅

4-1-3 武蔵小杉駅

### 4-2 歩行者シミュレータによる選択行動の再現

4-2-1 artisoc の概要

4-2-2 シミュレーションの構築

4-2-3 本シミュレーションの構成

4-2-4 歩行者の行動ルール

### 4-3 シミュレーション1の結果と考察

4-3-1 シミュレーション結果

4-3-2 シミュレーション結果の考察

### 4-4 シミュレーション2の結果と考察

4-4-1 シミュレーション結果

4-4-2 シミュレーション結果の考察

### 4-5 シミュレーションの考察とまとめ

4-4-1 シミュレーション結果から見た選択行動の考察

4-4-2 選択行動のシミュレーションのまとめ

### 4-6 シミュレーションの可能性

### 4-7 試行

4-7-1 閑散時における選択行動のシミュレーション

4-7-2 空間条件を変化させたシミュレーションの構築

## 第5章 まとめと展望 ..... p.132

### 5-1 鉄道駅における選択行動の特徴

### 5-2 選択行動のシミュレーション

### 5-3 今後の展望

あとがき

## 第1章 研究の概要

---

- 1-1. 研究の背景
- 1-2. 研究の目的
- 1-3. 研究の対象
- 1-4. 研究の方法
- 1-5. 既往研究のレビュー

## 1-1. 研究の背景

近年、我が国では急速な高齢化が進み、それに対応するため、バリアフリー（以下、B Fとする）や、ユニバーサルデザイン（以下、UDとする）などの考え方方が広まり、さらなる環境整備が求められている。その中でも公共交通機関の環境整備は日常生活において重要な課題として早急な対応が求められ、現在整備が進められている。

2000年に「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」（以下、交通バリアフリー法とする）が策定され、さらに2006年には「高齢者、障害者等の円滑化の促進に関する法律」（以下、バリアフリー新法とする）が策定され、公共交通機関のB F化に関する法整備が進んできている。そのため、バリアフリー新法の定める対象となる駅に限らず、エレベーター（以下、EVとする）やエスカレーター（以下、ESCとする）を設置する駅が増え、公共交通機関のB F化の整備が進んできている。（表1-1）

しかしながら、EVやESCが設けられていても、それが駅の利用者にとって有効なものになっているか、複数の選択肢が提供されていても利用者が利用しやすい環境にあるかどうかは不明である。そのためこれから整備には、だれもが快適に、利用しやすい鉄道駅を目指すという、UDの視点が必要になってくるであろう。

表1-1. EV・ESCの設置状況

事業名	総駅数	1日当たりの平均利用者数が5千人以上かつ高低差5m以上の全駅数 A	EVを設置している駅数			ESCを設置している駅数		
			うち5千人以上かつ5m以上の駅数 B	5千人以上かつ5m以上の全駅数に対する割合 (B/A)*100	うち5千人以上かつ5m以上の駅数 C	5千人以上かつ5m以上の全駅数に対する割合 (C/A)*100		
JR北海道	465	29	32	25	86%	22	16	55%
JR東日本	1676	352	466	322	91%	358	297	84%
JR東海	399	84	84	76	90%	47	45	54%
JR西日本	1221	236	282	213	90%	127	112	47%
JR四国	259	4	11	4	100%	6	3	75%
JR九州	564	52	92	48	92%	40	28	54%
JR旅客会社6社 小計	4584	757	817	688	91%	600	501	66%
大手民鉄15社 小計	1632	776	882	736	95%	576	521	67%
地下鉄10社局 小計	614	588	591	567	96%	567	545	93%
鉄軌道全体 合計	9501	2334	2832	2191	94%	2051	1746	75%
参考)平成21年度末の数値	9484	2307	2598	2040	88%	2018	1714	74%

表1-1) 国土交通省HP : [http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo\\_fr7\\_000003.html](http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr7_000003.html)

平成22年度末 鉄軌道駅におけるエレベーター・エスカレーター設置状況より

## 1－2. 研究の目的

本研究では、駅利用者の利用円滑化のため、利用しやすい駅の階段・E S C・E Vとい  
う3つの垂直移動手段の配置関係をもとに、利用者の選択行動を分析し、垂直移動手段の  
配置関係と利用者行動の相互関係を明らかにすることで、今後の鉄道駅の設計・改修の一  
助となることを目的とする。

また、利用者の選択行動のモデル化・シミュレーションを行うことで、さらなる分析を行  
うとともに、シミュレーションが、新たな設計のツールや研究のツールとなり得ること  
を示すことを目的とする。

## 1－3. 研究の対象

研究対象は、不特定多数の人が利用する公共交通機関の鉄道駅とする。その中でも、バ  
リアフリー新法の対象となる乗車客が多い駅で、階段・E S C・E Vの3つの垂直移動手  
段が設置され、なおかつほぼ一定の整備状況にある、同一地域内の駅を対象とする。

本研究ではJR南武線を対象とし、以上の条件から、登戸駅・武藏溝ノ口駅・武藏小杉  
駅の3駅を対象とする。いずれも私鉄とJRの乗換駅であり、改札階から下階のホームに降  
りる形式の駅である。

なお、降車時の垂直移動手段の選択は、降車位置により大きく影響を受けると予想でき  
るため、改札を通過するという同条件の乗車時を対象とする。

#### 1-4. 研究の方法

研究は以下の5つの流れで行う。

- (1) 対象駅の平面計画を整理し、建築的条件をまとめる。
- (2) 対象駅の垂直移動手段の選択率を測定し、分析・考察する。
- (3) 対象駅における利用者の選択行動のモデル化を行う。
- (4) モデル化したものを基盤として、駅構内における利用者の選択行動をシミュレーションし、さらなる分析・考察を行う。
- (5) 考察のまとめ。

(1) では、対象駅の図面を作成し、そこから駅構内の平面計画の特徴や、バリアフリー状況を整理する。

(2) では、3駅の各垂直移動手段の利用数、選択率を測定し、対象駅の利用実態について把握し、利用者の選択行動と駅の平面計画などのハード条件との相互関係を明らかにする。

(ここで選択率とは、全乗車客数のうち、それぞれの垂直移動手段を選択した人の割合のことを指す)

- ・階段選択率 (%) = (階段選択人数／全乗車客数) × 100
- ・E S C選択率 (%) = (E S C選択人数／全乗車客数) × 100
- ・E V選択率 (%) = (E V選択人数／全乗車客数) × 100

選択率の測定は、対象駅構内で実際に各垂直移動手段の利用人数を数えあげる調査を行うことで、それを測定する。

(3) では、(2)で考察した利用者の選択行動をモデル化する。

(4) では、(3)でモデル化した利用者の選択行動を、artisocを使ってシミュレーションする。

※artisocとは、人間同士の相互作用をコンピュータ上で再現できるマルチエージェントシミュレータであり、(株)構造計画研究所が開発した複雑系シミュレータである。(詳しくは、本稿の4-2-1を参照のこと)

## 1-5. 既往研究のレビュー

公共交通機関の駅空間におけるB.F.に関する既往の研究では、視覚障害者や聴覚障害者のみを対象とした研究や、移動制約者のみを対象とした研究が多く、誰もが使いやすいというUDの視点による考察がまだあまりされていないのが現状である。

また、利用者の身体状況による行動特性や、情報提供による旅客流動の変化など、ソフト面からのアプローチの研究がされている。しかしながら、鉄道駅の平面計画などを考慮したハード面からの考察をしている研究は、駅空間のB.F.の評価方法や、B.F.の実態調査などの研究は少なからずあるが、そのほとんどは交通バリアフリー法ができる以前の研究のため、階段・E.S.C.・E.V.の3つの垂直移動手段を考慮に入れた研究はほとんどなく、多くの研究がB.F.環境の実態調査にとどまっている。(表1-2)

そのため、これからは特定の利用者属性に絞った研究だけでなく、UDの視点での考察が必要となり、また、平面計画などの建築的条件を考慮したハード面からの考察を行うことが重要になってくると思われる。

また、建築における人間の行動のシミュレーションの研究のほとんどは、行動のモデル化までの研究である。建築空間でのシミュレーションを行った研究もあるが、その数は多くなく、シミュレーションしている空間や利用者の種類は限られている。(表1-3) それらの研究では、人間の行動をシミュレーションすることを研究の分析ツールとして利用しているが、シミュレーションを行った研究の数自体がまだ少ないため、それらが有効なものとのとして確立していないのが現状である。

そのため、より多くの種類のシミュレーションを行った研究が必要であり、シミュレーションが、研究や設計における有効なツールとなり得ることを示すことが重要となってくる。

表1-2. 駅空間におけるB.F.に関する研究

	著者名	論文名	掲載紙	発行日	掲載ページ	発行所
aタイプ	上原孝雄	視覚障害者による駅駅舎利用に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	1976年10月	P867-868	日本建築学会
	切歎香澄	連客者のための移動空間からみた駅舎の分類に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	1992年8月	P771-772	日本建築学会
	大沢弘亮	視覚障害者の駅舎利用に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	1998年9月	P477-478	日本建築学会
	伊藤三千代	情報(聽覚・视觉)障害者の探索行動実験	日本建築学会大会学術講演便覧集	1998年9月	P985-986	日本建築学会
	尼崎隆	高齢者の視覚的特性に配慮した鉄道駅の視環境計画	日本建築学会大会学術講演便覧集	2000年9月	P339-340	日本建築学会
	河合邦治	移動制約者に配慮した鉄道駅の計画に関する研究 その1	日本建築学会大会学術講演便覧集	2000年9月	P1069-1090	日本建築学会
	河合邦治	移動制約者に配慮した鉄道駅の計画に関する研究 その2	日本建築学会大会学術講演便覧集	2001年9月	P887-888	日本建築学会
	河田勝典	移動制約者に配慮した鉄道駅の計画に関する研究 その3	日本建築学会大会学術講演便覧集	2001年9月	P889-890	日本建築学会
	斎藤早希	視覚障害者の視点からみた駅ホームの整備課題に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	2006年9月	P833-834	日本建築学会
	原田佳和	鉄道駅における視覚障害者の触覚・聴覚情報利用に関するアンケート調査	日本建築学会大会学術講演便覧集	2007年8月	P963-964	日本建築学会
bタイプ	浅野裕子	視覚障害者の駅駅舎利用に対するアンケート調査	日本建築学会大会学術講演便覧集	2007年8月	P965-966	日本建築学会
	佐藤瑠唯	視覚障害者の模擬歩行からみた地下鉄駅におけるバリアフリーの現状と課題	日本建築学会大会学術講演便覧集	2008年9月	P687-688	日本建築学会
	小山剛	駅ホーム上の界隈設備に関する研究 その1	日本建築学会大会学術講演便覧集	1995年8月	P749-750	日本建築学会
	青木俊幸	駅ホーム上の昇降設備に関する研究 その2	日本建築学会大会学術講演便覧集	1995年8月	P751-752	日本建築学会
	森一彦	駅の情報環境の現状分析	日本建築学会大会学術講演便覧集	1998年9月	P983-984	日本建築学会
	高田真実	鉄道駅ターミナル空間におけるバリアフリーに関する利用者意識	日本建築学会近畿支部研究報告集、計画系	2000年度	P345-348	日本建築学会
	飯野直志	駅空間の快適化に向けた研究 ユニバーサルデザインの視点による駅空間の評価	日本建築学会大会学術講演便覧集	2002年8月	P759-760	日本建築学会
	佐藤敦彦	鉄道駅における界隈設備の選択行動に関する調査	日本建築学会大会学術講演便覧集	2006年9月	P597-598	日本建築学会
	青木俊幸	リアルタイムな誘導系内で旅客混動を改善する	RRR	2006年8月	P6-9	鉄道総合技術研究所
	中村彰子	鉄道駅のエスカレータ、階段に見られる群衆行動の分析	日本建築学会大会学術講演便覧集	2007年8月	P953-954	日本建築学会
cタイプ	尾形直樹	鉄道駅における旅客流动の研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	1995年9月	P859-860	日本建築学会
	高田真実	JR神戸線・京都線駅におけるバリアフリーの現状	日本建築学会大会学術講演便覧集	2004年8月	P903-904	日本建築学会
	荻内伸彦	駅ホーム上の階段・エスカレータ併設型界隈施設における歩行者流动に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	2005年9月	P883-884	日本建築学会
	佐藤誠子	つくばエクスプレスにおけるユニバーサルデザイン	日本建築学会大会学術講演便覧集	2005年9月	P973-974	日本建築学会
	青木俊幸	スマートな駅構内歩行による利便性の向上	RRR	2005年9月	P28-31	鉄道総合技術研究所
	山本島和	鉄道駅のユニバーサルデザイン評価に関する研究	日本建築学会大会学術講演便覧集	2006年9月	P819-820	日本建築学会

表1-3. 建築空間における歩行者のシミュレーションに関する研究

	著者名	論文名	掲載紙	発行日	掲載ページ	発行所
dタイプ	木村謙	高齢者の行動特性を反映した3次元運転操作シミュレーター	大会学術講演便覧集	1999年	P569	日本建築学会
	小松喜一郎	大規模複合施設の低層部歩行空間を対象とした避難説明後対応のケーススタディ	大会学術講演便覧集	1999年	P571	日本建築学会
	加納征子	マークダウンモデルによる経路認知行動実証	大会学術講演便覧集	1999年	P821	日本建築学会
	松本淳	通行行動特徴を考慮した避難行動モデルに関する研究	大会学術講演便覧集	2000年	P1091	日本建築学会
	間根宏	鉄道駅プラットホームにおけるエスカレータ付付近の行列形成モデル	大会学術講演便覧集	2001年	P783	日本建築学会
	伊藤あかね	要介護高齢者の日常生活行動のモデル化に関する研究	大会学術講演便覧集	2002年	P261	日本建築学会
	木村謙	歩行者シミュレーションシステムSimWalk	大会学術講演便覧集	2003年	P915	日本建築学会
	佐野友紀	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	研究報告集	2003年	P5	日本建築学会
	西脇裕介	マルチエージェントモデルによる渋滞状況と渋滞係数の検討	大会学術講演便覧集	2004年	P847	日本建築学会
	田中社作	エージェント指向シミュレーションSimwalkによる待ち合わせ行動と施設配置の評価	研究報告集	2004年	P45	日本建築学会
eタイプ	金山健一	階級室に対する群集混合の実験および歩行者シミュレーションシステムSimWalkの検証	大会学術講演便覧集	2005年	P907	日本建築学会
	峯岸良和	歩行者シミュレーションシステムSimWalkの美本性評	大会学術講演便覧集	2007年	P961	日本建築学会
	峯岸良和	マルチエージェントモデルにおける群集内歩行のモデル化	研究報告集	2007年	P81	日本建築学会
	木村謙	マルチエージェントモデルにおける歩行速度および歩行距離の関係の考察	大会学術講演便覧集	2008年	P597	日本建築学会
	木村謙	マルチエージェントモデルによる歩行者歩行性状の表現	日本建築学会計画系論文集	2009年	P371	日本建築学会
	峯岸良和	マルチエージェントモデルによる群集歩行性状の構造の考察	大会学術講演便覧集	2010年	P311	日本建築学会
	田尻克之	マルチエージェント歩行者シミュレーター-SimTread の妥当性的検証	大会学術講演便覧集	2010年	P315	日本建築学会
	前川道郎	空間と人間行動との関係性の記述	大会学術講演便覧集	2008年	c591	日本建築学会
	斎藤倫	空間における人間行動の記録過程の分析	大会学術講演便覧集	2008年	c593	日本建築学会
	木曾久美子	人間行動のモデル化とシミュレーション	大会学術講演便覧集	2008年	c595	日本建築学会
	木曾久美子	セル・オートマトン法を用いた人間行動のシミュレーションの構築	大会学術講演便覧集	2010年	c699	日本建築学会
	吉澤達也	セル・オートマトン法を用いた人間行動のシミュレーション	大会学術講演便覧集	2010年	c701	日本建築学会

aタイプ：障害者を対象とした、駅のB.F.に関する研究

bタイプ：ソフト面から考察した、駅のB.F.・UDに関する研究

cタイプ：ハード面から考察した、駅のB.F.・UDに関する研究

dタイプ：木村謙らの行った研究

eタイプ：木曾久美子らの行った研究

## 第2章 調査の対象と方法

### 2-1. 調査対象の概要

2-1-1. 登戸駅

2-1-2. 武蔵溝ノ口駅

2-1-3. 武蔵小杉駅

### 2-2. 調査の組み立て

### 2-3. 調査方法

## 2-1. 調査対象

調査対象は、JR 南武線の登戸駅・武蔵溝ノ口駅・武蔵小杉駅の3駅とする。(図2-1)  
3駅とも、階段、ESC、EV の3つの垂直移動手段が選択できる環境にあり、橋上駅である。  
また、どれも川崎市内に所在し、JR 南武線の中でも主要な乗り換え駅で、利用人数が多く、  
利用状況が同程度の3駅である。

## 対象駅概要



駅名	武藏小杉駅
開業年	1927年
改修年	1990年
所在地	川崎市中原区
1日平均乗車人員	9961人

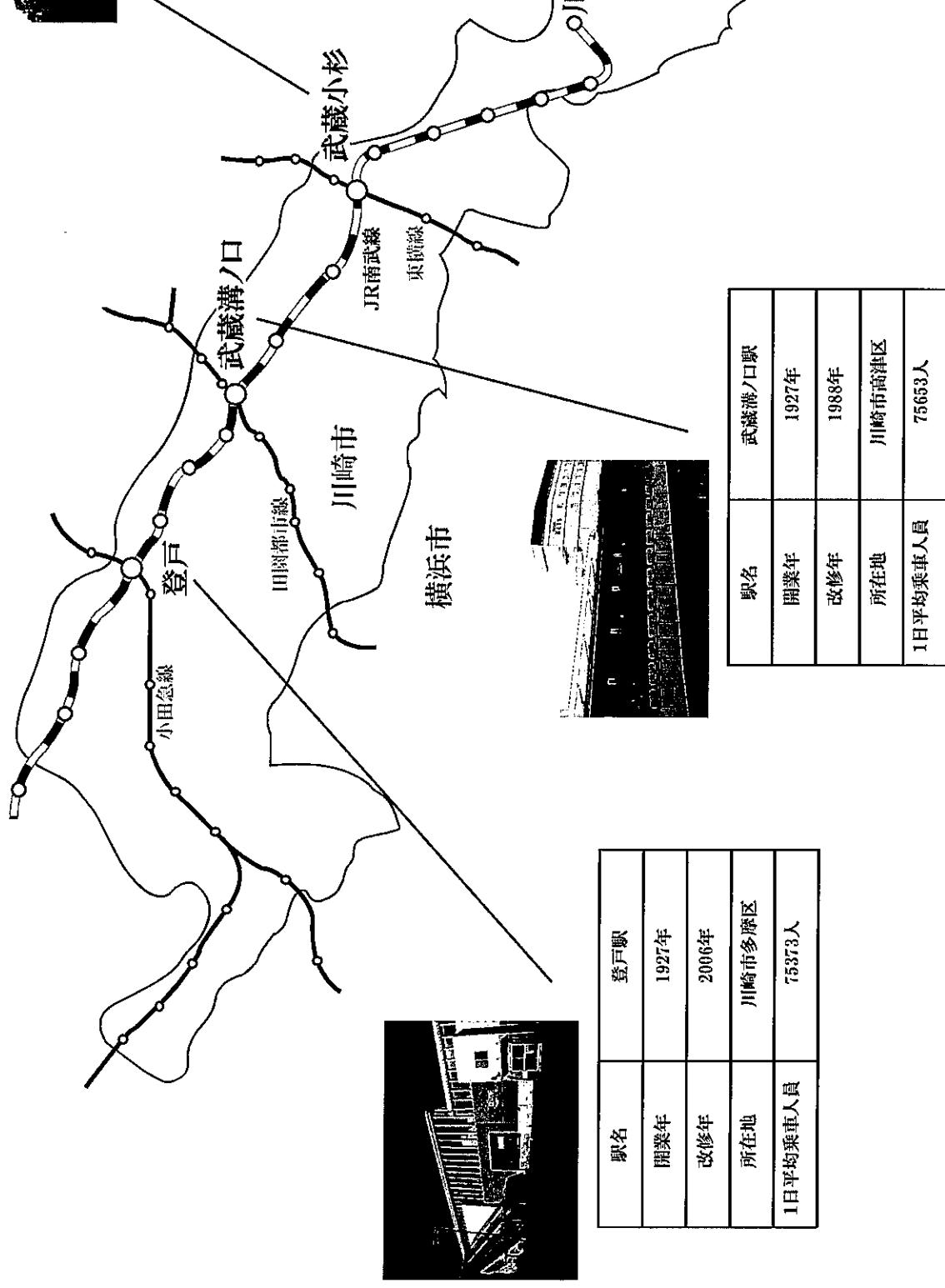


図2-1. 調査対象駅の概要

## 2-1-1. 登戸駅

### (1) 駅の特徴

川崎市内にある、JR南武線と小田急線との乗り換え駅である。1日の平均乗車客数は75373人で、利用客数の多い駅である。

上下線ともに、改札からホームまでは、下降移動のみである。

上り線とは、改札を通って左手側（図面の上側）の川崎方面。

下り線とは、改札を通って右手側（図面の下側）の立川方面。

上り線には、階段が2つ、E S CとE Vが1つずつある。改札を通って一番手前にはE S Cがあり、次に階段（以下、階段1とする）がある。次にE Vがあり、一番奥に階段（以下、階段2とする）がある。

下り線には、階段が2つ、E S CとE Vが1つずつある。一番手前には階段（以下、階段3とする）があり、次にE Vがある。一番奥に階段（以下、階段4とする）とそれに併設するE S Cがある。

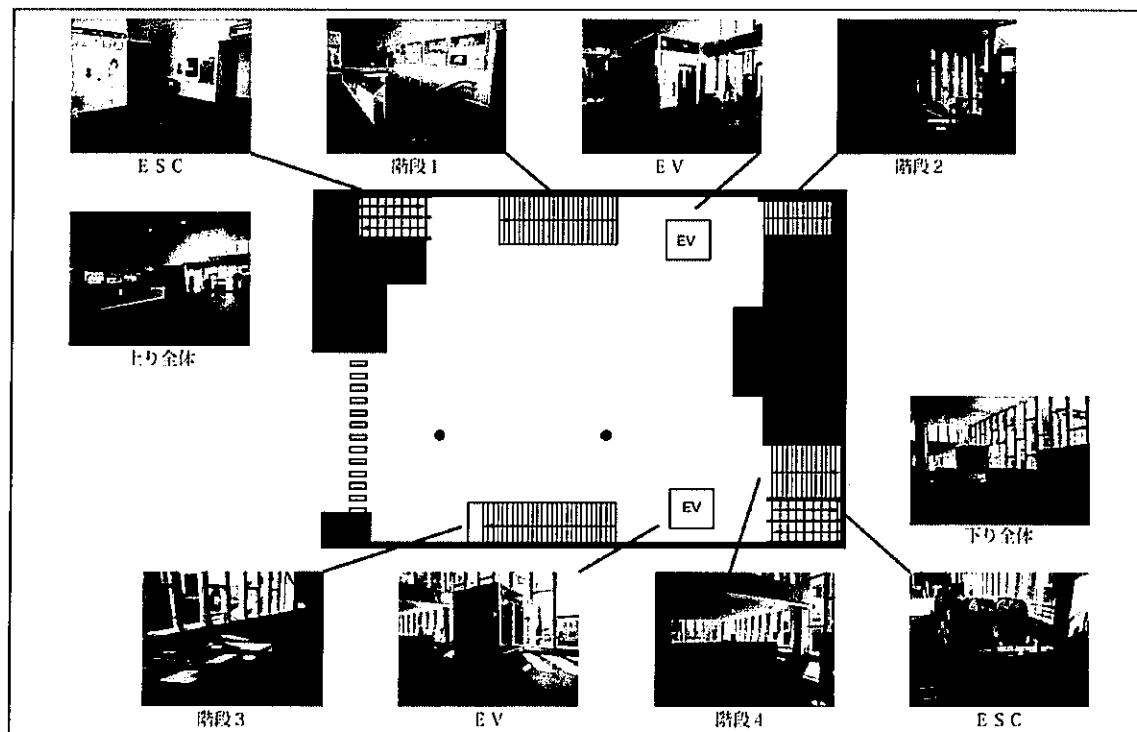


図2-2. 登戸駅構内

## (2) 空間構成の特徴

### ・上り線の空間構成

E S Cが改札から一番近い場所に位置しているが、改札通過時にはE S Cは見えない。改札通過時には、階段1とE Vが良く見え、階段2はE Vに隠れているため、全体は見えない。改札を通過し少し進むと、E S Cが確認できる。

E S Cと階段1の入口は進行方向とは逆向きに配置され、階段2は進行方向を変えずに利用できる。E Vは直角2方向型で、入口が改札と直角に位置している。そのため、E Vの待合いスペースが無く、E Vを待つ人と階段2を利用する乗降客の動線とぶつかってしまう。

また、E S Cから階段2までの距離が遠く、広範囲に、また一直線上に各垂直移動手段が配置されている。そのため、改札を通過してすぐに最初の選択を決めなくてはいけない状況になる。

### ・下り線の空間構成

改札通過時には階段3とE Vが良く見え、階段4は入口が見えるが、E S CはE Vに隠れて見えない。しかし、改札を通過し、一番手前にある階段1付近まで進むと階段2とE S Cも確認できる。

階段3の入口は進行方向とは逆向きに配置され、階段4とE S Cは進行方向を変えずに利用できる。E Vは直角2方向型で、入口が改札と直角に位置している。そのため、E Vの待合いスペースが無く、E Vを待つ人と階段4やE S Cを利用する乗降客の動線とぶつかってしまう。現在は、その対処として仮設の柵が設けられている。

各昇降設備の距離は上り線ほど離れてなく、E VとE S Cが近い位置に設置されている。そのため、改札を通過してから階段1付近まで選択を考える余地がある。

## 2-1-2. 武藏溝ノ口駅

### (1) 駅の特徴

川崎市内にある、JR南武線と田園都市線との乗り換え駅である。1日の平均乗車客数は75653人で、利用客数の多い駅である。

上下線ともに、改札からホームまでは下降移動のみである。

上り線とは、改札を通って左手側（図面の上側）の川崎方面。

下り線とは、改札を通って右手側（図面の下側）の立川方面。

上り線には階段が2つ、E S CとE Vが1つずつある。改札を通って一番手前に階段（以下、階段1とする）があり、次にE Vがある。一番奥に階段（以下、階段2とする）とそれに併設するE S Cがある。

下り線には、階段とE S C、E Vがそれぞれ1つずつある。一番手前にE Vがあり、次に階段、一番奥にE S Cがある。

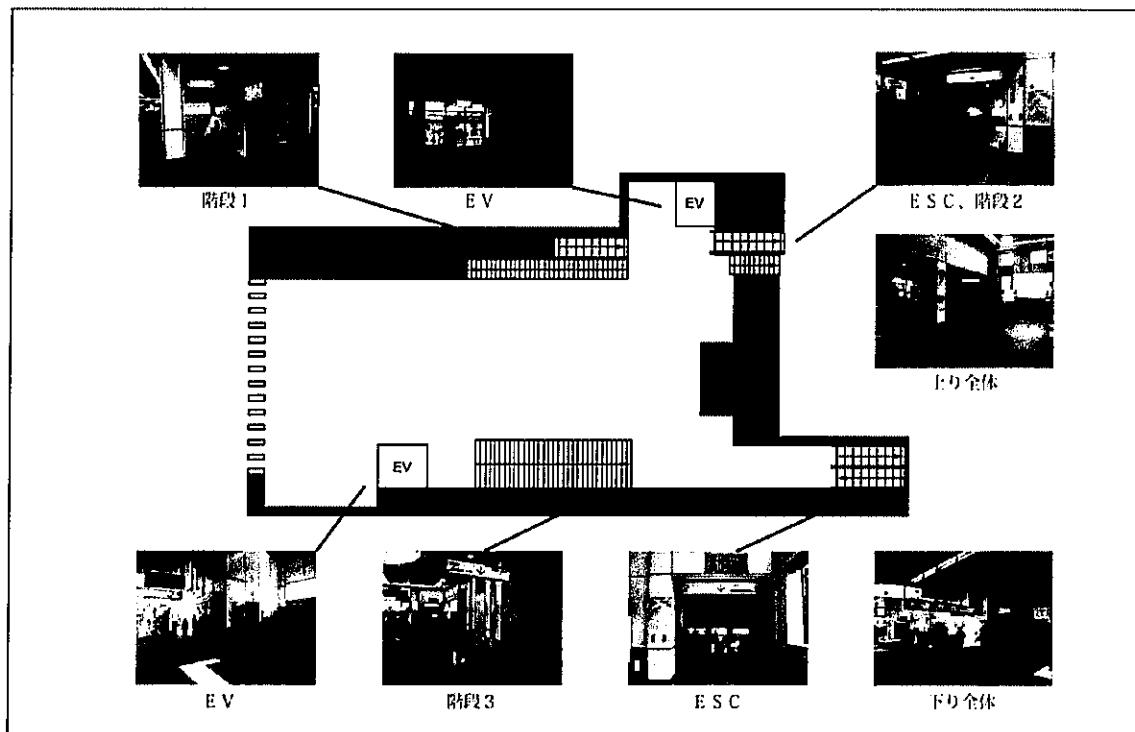


図2-3. 武藏溝ノ口駅構内

## (2) 空間構成の特徴

### ・上り線の空間構成

階段1が改札から一番近い場所に位置していて、その対面に階段2とそれに併設するE S Cがある。その横にEVがあり、EV専用の待合いスペースがある。

改札通過時にはEVが見えず、E S Cも見えにくい。しかし、各垂直移動手段の距離が近く、選択時には全体を見ることが出来る。また、それぞれの距離が近く、全体のスペースが狭いため混雑しやすく、入口での滞留の発生や降車客とぶつかることが多い。

階段1の入口は進行方向と逆向きに配置され、階段2とE S Cは進行方向を変えずに利用できる。

垂直移動手段が奥にまとまっているため、改札を通過してから階段1付近まで、選択を判断する時間がある。

### ・下り線の空間構成

EVが改札から一番近い位置にあり、次に階段がある。一番奥にE S Cがあり、改札通過時にはE S Cは見えず、遠い位置に配置されている。

EVの専用の待合いスペースがあり、他の垂直移動手段の利用者の動線と重ならない。また、EVはスルー型である。EVと階段は近い位置にあり、改札からの距離も近いが、E S Cは改札からも遠く、奥まった場所に位置している。そのため、改札を通過するとすぐに選択を決める必要がある。

また、どの垂直移動手段も進行方向を変えずに利用でき、一直線上に配置されている。

## 2-1-3. 武蔵小杉駅

### (1) 駅の特徴

川崎市内にある、JR南武線と東横線との乗り換え駅である。1日の平均乗車客数は99617人で、利用客数の多い駅である。

上下線ともに、改札からホームまでは下降移動のみである。

上り線とは、改札を通って左手側（図面の上側）の川崎方面。

下り線とは、改札を通って右手側（図面の下側）の立川方面。

上り線には階段とE S C、E Vが1つずつある。改札を通って一番手前に階段（以下、階段1とする）があり、その対面にE S Cがある。E S Cの左横にE Vへ向かうための入口があり、独立して奥まった位置にE Vが配置されている。

下り線には階段とE S C、E Vが1つずつある。改札を通って一番手前に階段（以下、階段1とする）があり、その対面にE S Cがある。E S Cの右横にE Vへ向かうための入口があり、独立して奥まった位置にE Vが配置されている。

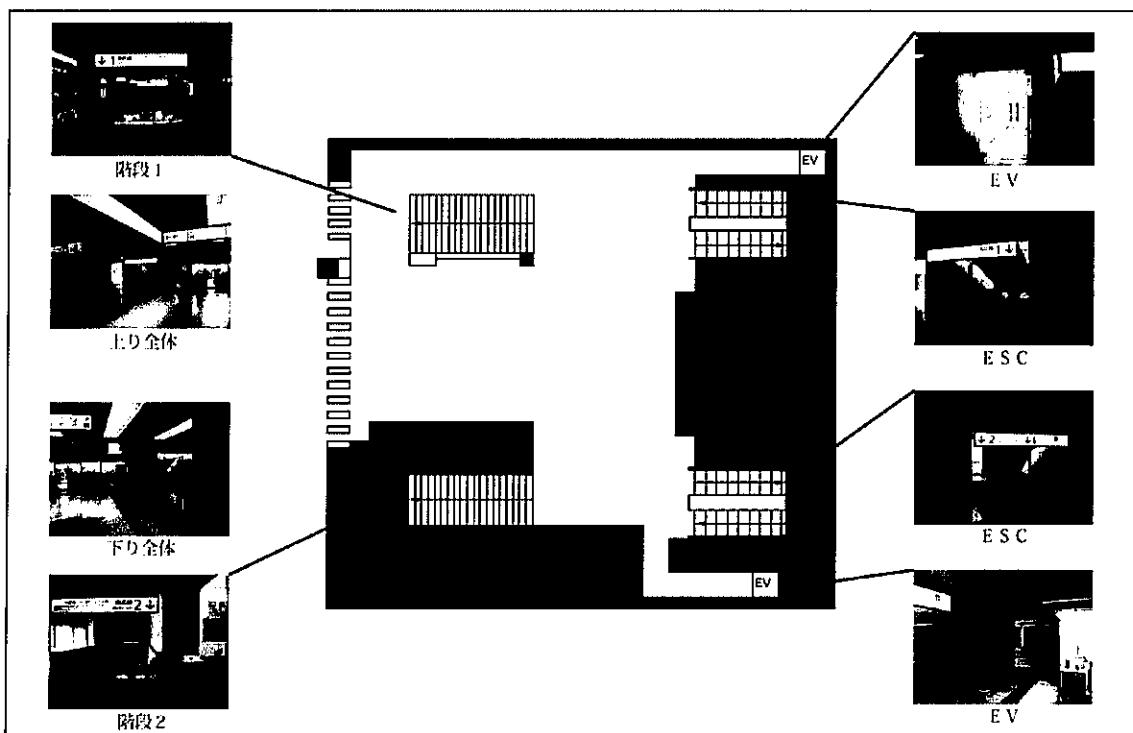


図2-4. 武蔵小杉駅構内

## (2) 空間構成の特徴

### ・上り線の空間構成

改札の通過時には、階段1とE S Cが見えるが、E Vは見えない。

E Vへの入口がE S C横にあり、E V自体は見えないが、独立性が高く、E V専用の待合いスペースがある。

階段1とE S Cが近くにあり、選択を判断するのは1回のみになる。

### ・下り線の空間構成

改札の通過時にはE S Cは見えるが、階段2とE Vは見えないが、改札を通過し構内を少し進むと階段2とE Vへの入口が確認できる。

E Vへの入口がE S C横にあり、E V自体は見えないが、独立性が高く、E V専用の待合いスペースがある。

階段2とE S Cが近くにあり、選択を判断するのは1回のみになる。

## 2-2. 調査の組み立て

調査は「選択測定調査」を行う。

選択測定調査とは、各垂直移動手段の利用数と利用者属性を測定する調査である。

調査は以下の3つの条件に基づいて行う。(図2-5)

- ①空間的条件・・・空間構成による選択行動の差異
- ②時間的条件・・・利用時間帯による選択行動の差異
- ③利用者条件・・・利用者の特徴による選択行動の差異

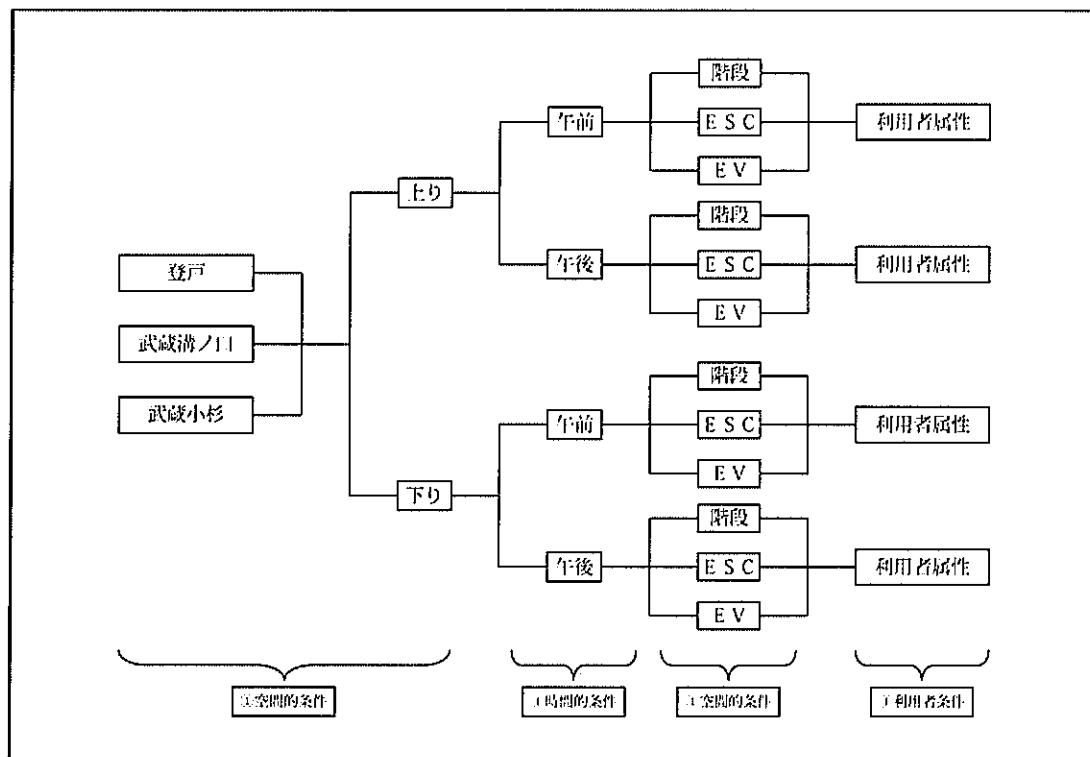


図2-5. 調査の組み立て

## 2-3. 調査方法

### (1) 調査概要

垂直移動手段の選択率を測定するために、駅構内で各垂直移動手段の利用人数を数える。調査の時間帯は、利用者に余裕がなく直感的な行動を見るため、朝のラッシュ時の8:00～8:30の30分間と、利用者に余裕があり、利用者属性の偏りが少ないと予想できる昼の時間帯の14:00～14:30の30分間の1日2回の調査を行う。

計測対象は改札からホームに向かう利用者のみで、乗車客数のみである。

調査概要是表2-1の通りである。

※以降、午前とは8:00～8:30を指し、午後とは14:00～14:30を指す。

表2-1. 選択測定調査の概要

調査場所	登戸		武藏溝ノ口		武藏小杉	
調査日	2009/11/19		2009/11/26		2010/6/24	
時間帯	午前	午後	午前	午後	午前	午後
天気	くもり	雨	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
調査人員数	8人	8人	7人	6人	6人	6人

### (2) 調査方法

駅構内の各垂直移動手段の利用者が測定できる位置に調査員がそれぞれスタンバイし、30分間数取器（カウンター）で階段・E S C・E Vの各利用人数を計測する。

階段とE S Cの測定は、一般者と優先者とに分けてそれぞれカウントを行い、E Vは6つの利用者属性別のカウントを行う。これらは調査者がその属性を判断する。

カウントした人数を10分間隔で記録用紙に記録し、同時に利用者の選択行動の特徴や身体状況などで気付いた点についても記録する。

優先者とは、見た目で明らかな移動困難者を指し、ベビーカーや乳幼児連れ、杖をしている人、車いす使用者、大きな荷物を持っている人などを指す。

E Vの利用者属性は、高齢者・ベビーカー・車いす・障害者・健常者・その他に分類する。

高齢者とは見た目で65歳以上を指す。ベビーカーとはベビーカーを引いている人や、乳幼児連れ。障害者とは視覚障害者や身体障害者などを指し、一時的な身体の傷害を持った人や、見た目で精神・知的障害者と分かる場合など全て含める。健常者とは移動に制約が無い人を指し、大きな荷物を持った人や、上記以外はその他に分類する。

### 第3章 選択測定調査の結果と考察

---

#### 3-1. 調査結果と考察

3-1-1. 登戸駅

3-1-2. 武蔵溝ノ口駅

3-1-3. 武蔵小杉駅

#### 3-2. 利用者の選択行動の考察

3-2-1. 登戸駅

3-2-2. 武蔵溝ノ口駅

3-2-3. 武蔵小杉駅

#### 3-3. 利用者の選択行動のまとめ

### 3-1. 調査結果と考察

#### 3-1-1. 登戸駅

##### (1) 上り線

###### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、登戸駅上り線における、各垂直移動手段の利用者数を示す。(図3-1、2)

30分間での登戸駅上り線の利用数は、午前は3808人、午後は418人であった。  
午前、午後ともESCの利用数が高く、EVの利用数が低い。

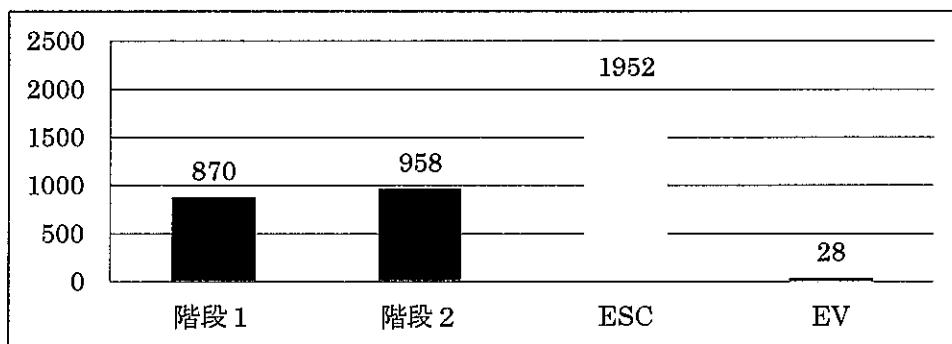


図3-1. 登戸駅上り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

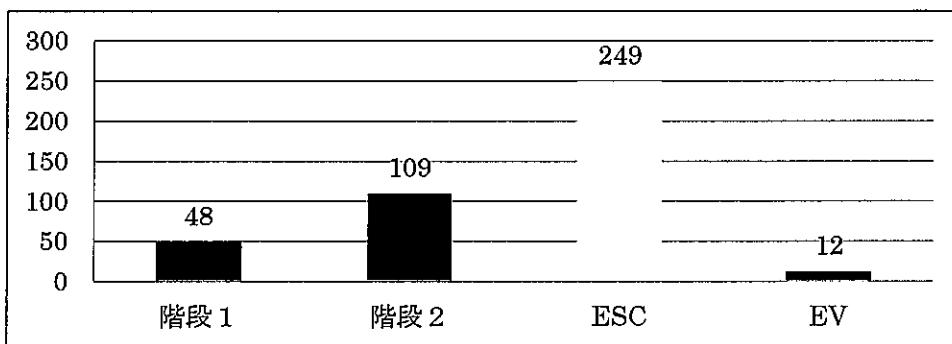


図3-2. 登戸駅上り線・午後の各垂直移動手段の利用数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図 3-3)

午前では、E S C の選択率が 51% と約半数を占め、午後になると E S C の選択率はさらに上がり、60% となる。E S C は改札通過時には見えづらい位置にあるが、一番近い選択肢でもあるため選択率が高く、午後の余裕のある時間帯になると、その選択率はさらに上がった。また、午前は利用数が多いため各垂直移動手段が混雑しやすく、特に、選択率の高いE S C は混雑度が高いため、選択を他の垂直移動手段に変える可能性があると考えられる。

階段 1、2 の選択率は午前ではそれぞれ約 25% だが、午後になると階段 1 の選択率は下がり 11%、階段 2 の選択率はあまり変化が無く 26% となった。午後になると、階段の優先度が下がっていると考えられる。

E V の選択率は午前が 1%、午後は 3% と低く、あまり利用されていないことがわかった。これは、E V 専用の待合いスペースが無く、E V を待つスペースと他の垂直移動手段を利用する乗降客の動線が重なっていることが原因の 1 つと考えられる。

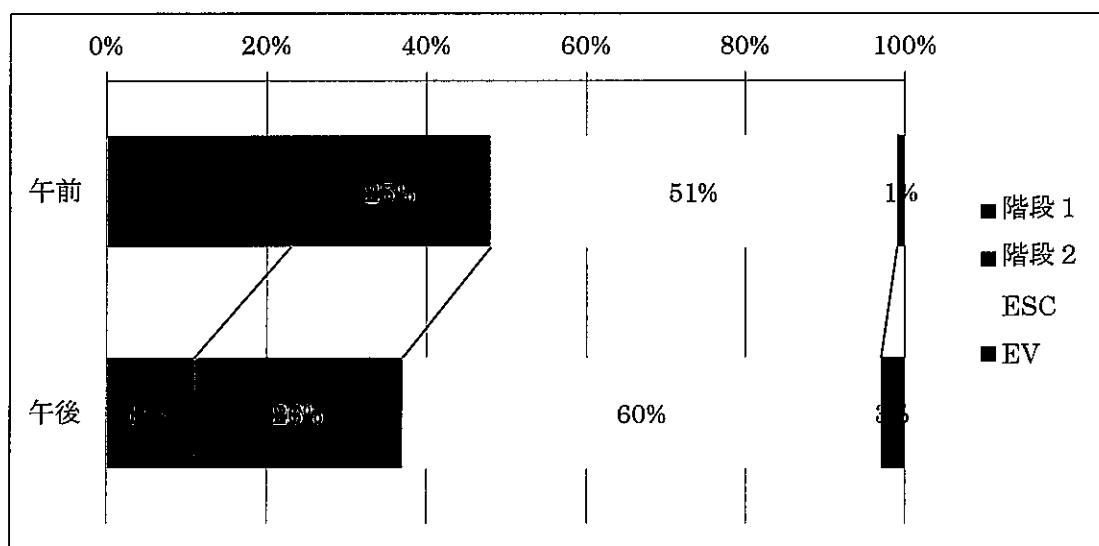


図 3-3. 登戸駅上り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

EVの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-4、表3-1)

EVの利用数は非常に少なく、午前は28人、午後は12人である。午前のEVの利用者は健常者の利用率が高く、午後になると高齢者とベビーカーの利用率が高くなる。午前中は健常者の利用が半数以上を占めることから、優先者は、午前中はあまり利用していないことがわかった。午後には利用者数は増えるが、人数は多くない。しかし、ベビーカーをはじめ、高齢者や障害者など、午前、午後ともEVの利用が必須となる人がいることが明らかになった。

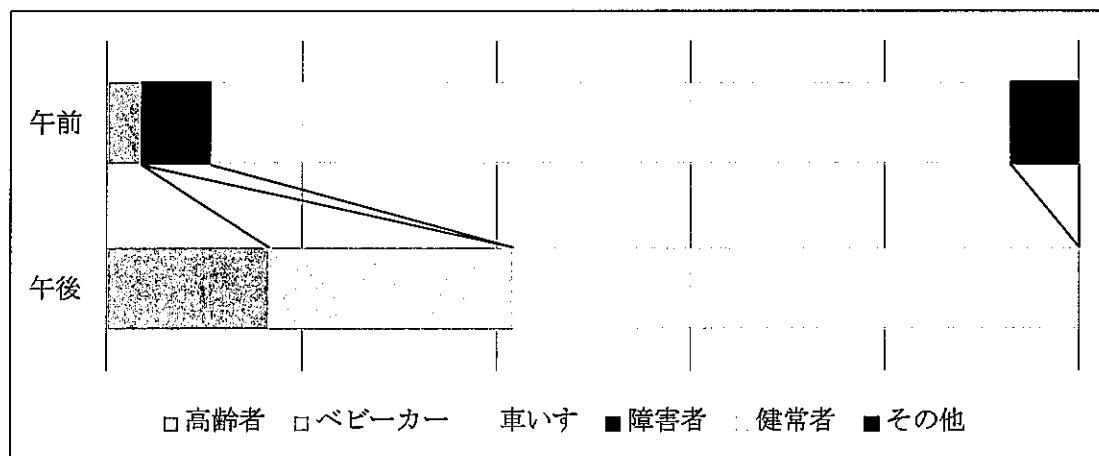


図3-4. 登戸駅上り線のEV利用者属性の割合

表3-1. 登戸駅上り線のEV利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
登戸 上り	午前	1	0	0	2	23	2	28
	午後	2	3	0	0	7	0	12

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-5、表3-2)

午前は、EVや階段を利用する人もいたが、ESCを多く利用していた。午後になるとEVの選択率が高まり、階段を利用する人はほとんどいなくなった。

午前の優先者の利用者数は24人で全体の0.6%程度と少なかったが、午後になると利用者数は11人で全体の2.6%となり、優先者の利用率が少し上がった。しかし、全体として優先者の利用率は低いことが明らかになった。

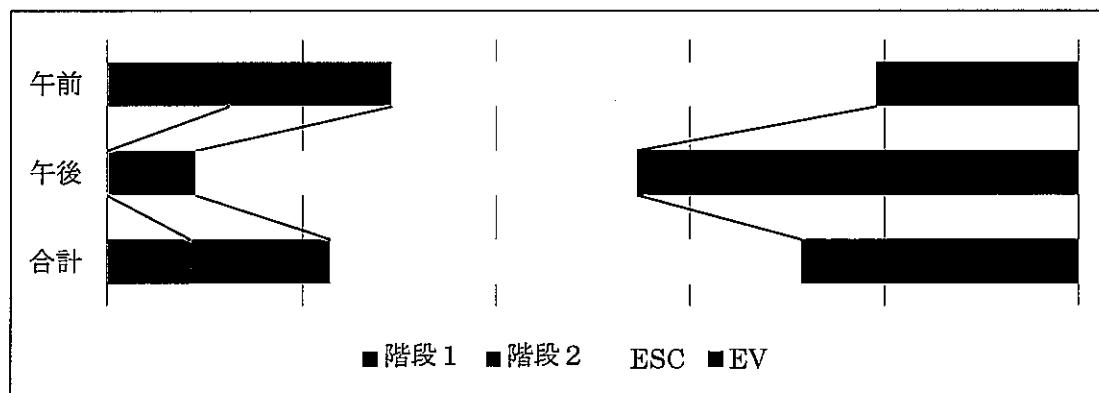


図3-5. 登戸駅上り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-2. 登戸駅上り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段1	階段2	ESC	EV
午前	3	4	12	5
午後	0	1	5	5
合計	3	5	17	10

## (2) 登戸駅下り線

### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、登戸駅下り線における、各垂直移動手段の利用数を示す。(図3-6、7)

30分間での登戸駅下り線の利用数は、午前は1243人、午後は248人で、上り線より利用数が低い結果となった。

上り線と同様、午前、午後ともEV利用数が低い。

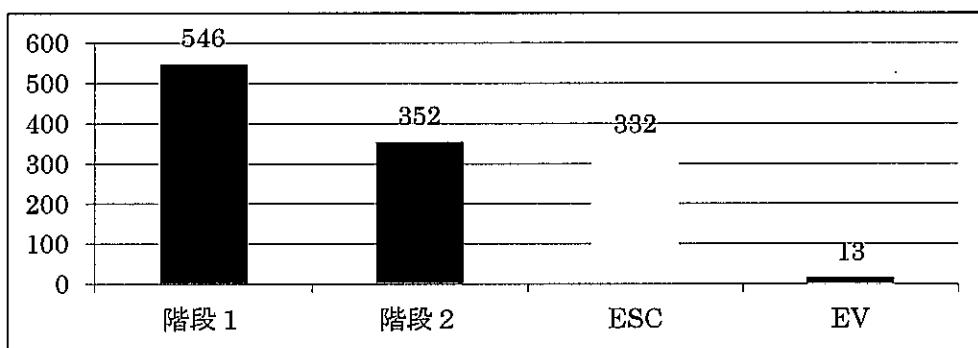


図3-6. 登戸駅下り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

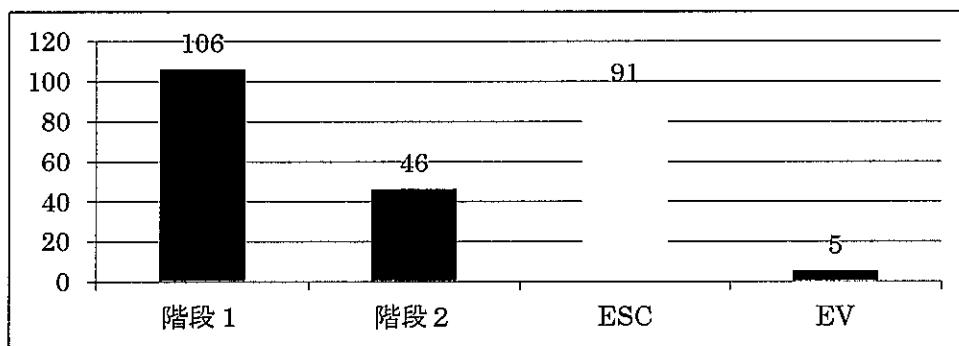


図3-7. 登戸駅下り線・午後の各垂直移動手段の利用者数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図 3-8)

午前では階段 1 の選択率が 44 %で一番高く、午後になっても 43 %と選択率が一番高い結果となった。また、階段 2 の選択率は午前が 28 %で、午後になると 18 %に下がった。

ESC の選択率は午前が 27 %で、午後になると 37 %と高くなかった。午前は階段 2 の選択率の差はあまりなかったが、午後は ESC の優先度が高くなつたと考えられる。ESC は改札通過時には見えづらい位置にあり、一番遠い位置にあるため、比較的選択率が低いが、時間に余裕の出る午後になると、選択率があがる。

EV の選択率は午前が 1 %、午後は 2 %と低く、上り線と同様にあまり利用されていないことが明らかになった。

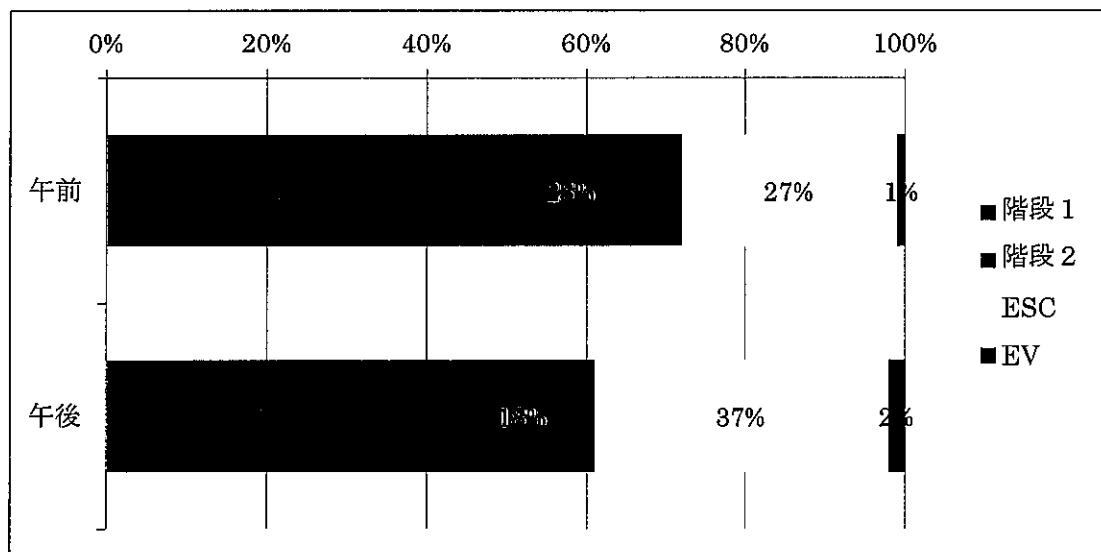


図 3-8. 登戸駅下り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

E Vの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-9、表3-3)

E Vの利用は非常に少なく、午前は13人、午後は5人である。午前の利用者は健常者の利用率が高く、午後になると高齢者とベビーカーの利用率が高くなつた。午前は建除者の利用が半数を占めるが、午後になると半数以下になり、高齢者やベビーカーの利用者が増える。このことから、やはり優先者が公共交通機関を利用するには、全体の利用人数が少ない時間帯が多いと考えられる。

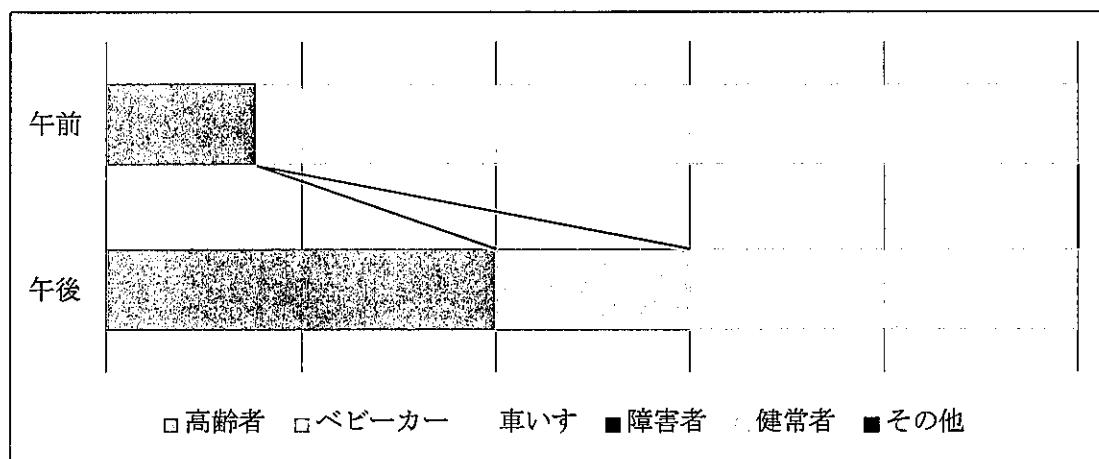


図3-9. 登戸駅上り線のE V利用者属性の割合

表3-3. 登戸駅下り線のE V利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
登戸 下り	午前	2	0	0	0	11	0	13
	午後	2	1	0	0	2	0	5

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-10、表3-4)

午前、午後ともEVの選択率が高いことは変わらず、ESCを合わせると約80%程度を占めている。午前も午後も階段の選択率が低く、優先者の選択行動では、ESCとEVの優先度が高いことが明らかになった。

午前の優先者の利用数は5人で全体の0.4%程度と少なく、午後になると7人で全体の2.8%となり、優先者の利用率は上がるが、全体として優先者の利用数は少ない。

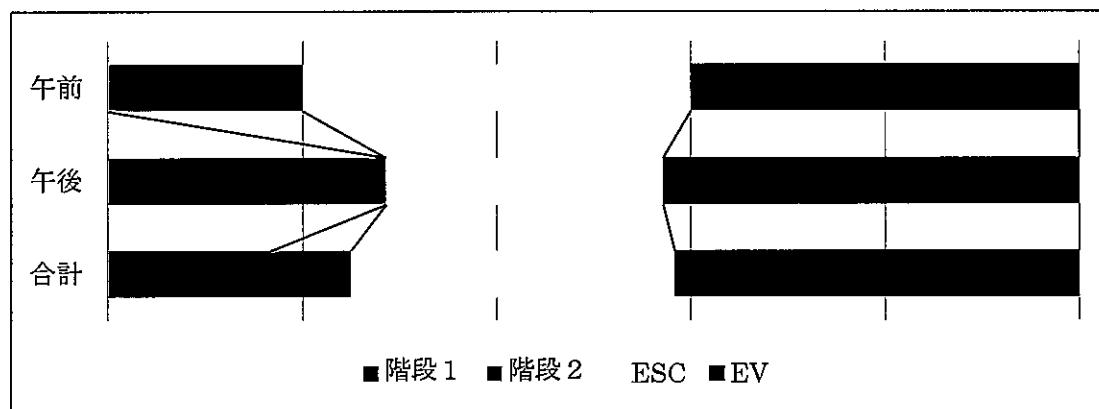


図3-10. 登戸駅下り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-4. 登戸駅下り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段1	階段2	ESC	EV
午前	0	1	2	2
午後	2	0	2	3
合計	2	1	4	5

### 3-1-2. 武蔵溝ノ口駅

#### (1) 上り線

##### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、武蔵溝ノ口駅上り線における各垂直移動手段の利用者数を示す。(図3-11、12)

30分間での武蔵溝ノ口駅上り線の利用数は、午前は3549人、午後は428人であった。  
午前、午後ともE S Cの利用数が多く、階段2とE Vの利用数は少なかった。

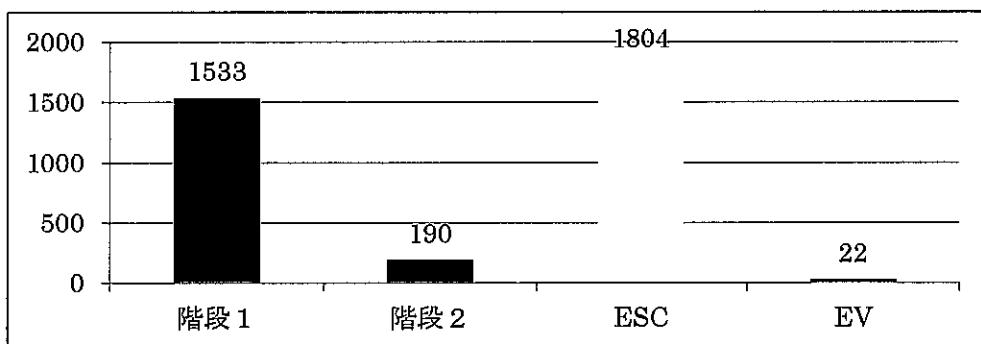


図3-11. 武蔵溝ノ口駅上り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

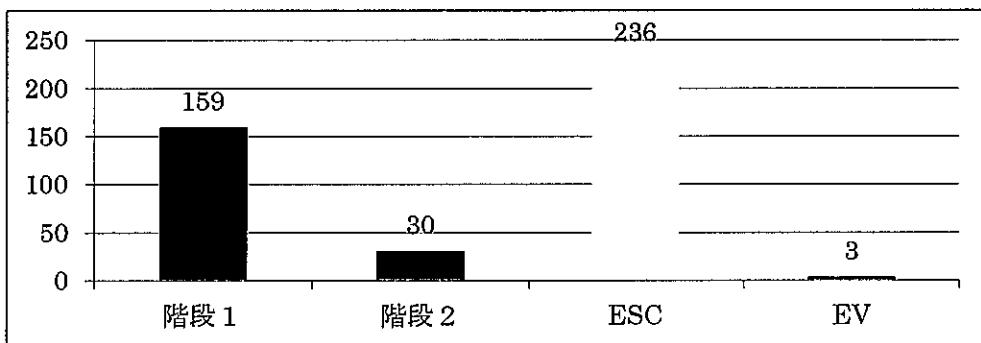


図3-12. 武蔵溝ノ口駅上り線・午後の各垂直移動手段の利用数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図 3-1-3)

午前では、E S C の選択率が 51% と約半数を占め、午後になると E S C の選択率はさらに上がり 55% となって、一番選択率が高い結果になった。午後の余裕のある時間帯になるとやはり階段の選択率が下がり、E S C の選択率が上がった。

階段 1 の選択率は午前が 43%、午後が 37% と、午後になって選択率が下がった。階段 1 は、改札からの距離が一番近い垂直移動手段であるが、E S C の選択率よりは低い結果になった。また、階段 2 の選択率は午前が 5%、午後が 7% で非常に選択率の低い結果となった。これは、併設する E S C がホーム行きのため、降車客は階段 2 を利用するしかなく、階段 2 は降車客で混雑することが原因の一つと考えられる。

また、E V の選択率は、午前も午後も 1% と低く、あまり利用されていないことがわかった。

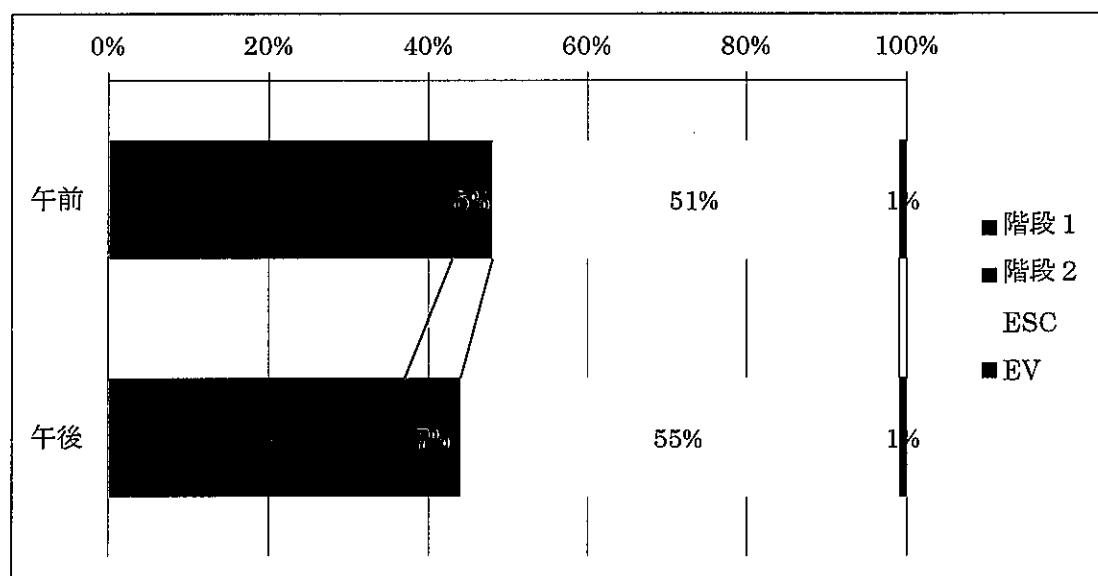


図 3-1-3. 武蔵溝ノ口駅上り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

EVの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-14、表3-5)

EVの利用数は非常に少なく、午前は22人、午後は3人であった。午前のEVの利用者は、高齢者と健常者の利用率が高く、午後になると、ベビーカーの利用率が高くなつた。

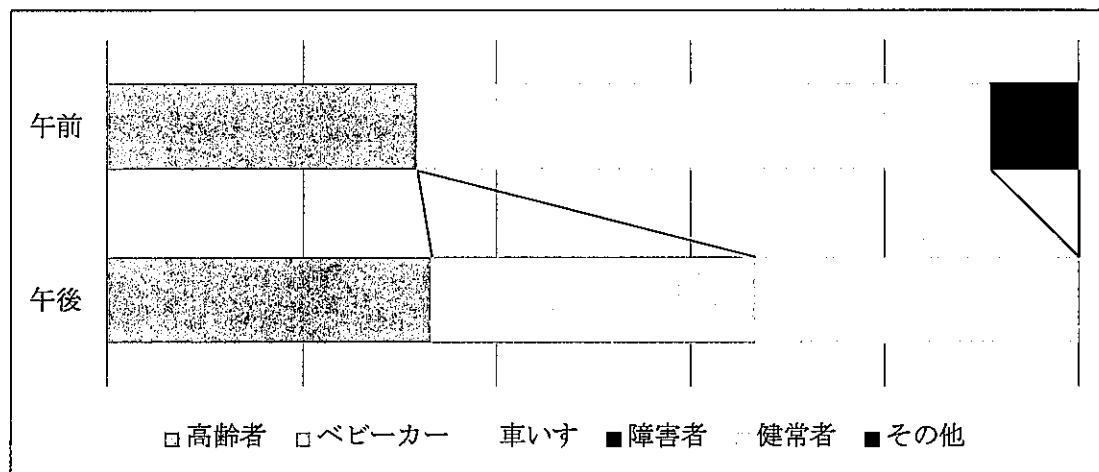


図3-14. 武藏溝ノ口駅上り線のEV利用者属性の割合

表3-5. 武藏溝ノ口駅上り線のEV利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
武藏溝ノ口 上り	午前	7	0	0	0	13	2	22
	午後	1	1	0	0	1	0	3

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-15、表3-6)

午前、午後とも階段2を利用する優先者はいなかった。午前は階段1やEVを利用する人が多く、午後はESCを利用する人が多かった。

午前の優先者の利用者数は19人で全体の0.5%と少なく、午後になると利用者数は14人で全体の3.2%となり、優先者の利用率が少し上がった。しかし、全体として優先者の利用率は低い。

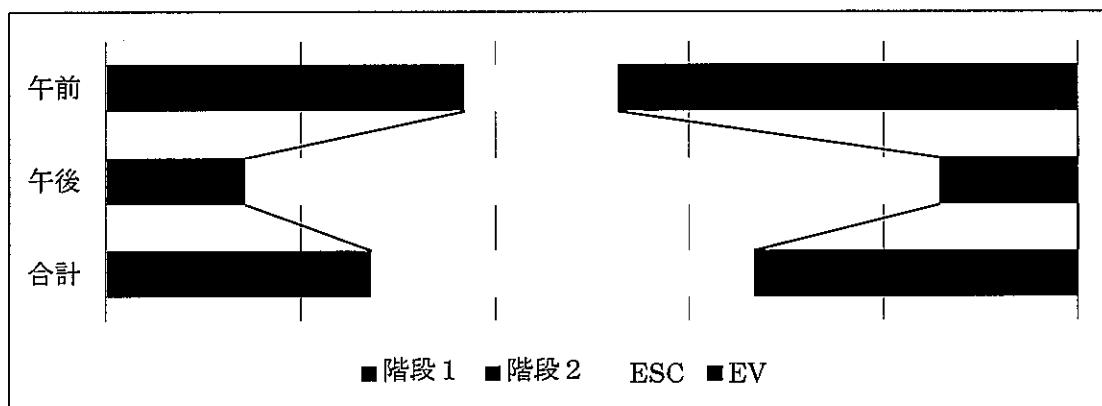


図3-15. 武蔵溝ノ口駅上り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-6. 武蔵溝ノ口駅上り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段1	階段2	ESC	EV
午前	7	0	3	9
午後	2	0	10	2
合計	9	0	13	11

## (2) 武藏溝ノ口駅下り線

### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、武藏溝ノ口駅下り線における各垂直移動手段の利用数を示す。(図3-16、17)

30分間での武藏溝ノ口駅下り線の利用数は、午前は1534人、午後は445人であった。

午前、午後とも階段1の利用数が高く、EVの利用数が低かった。

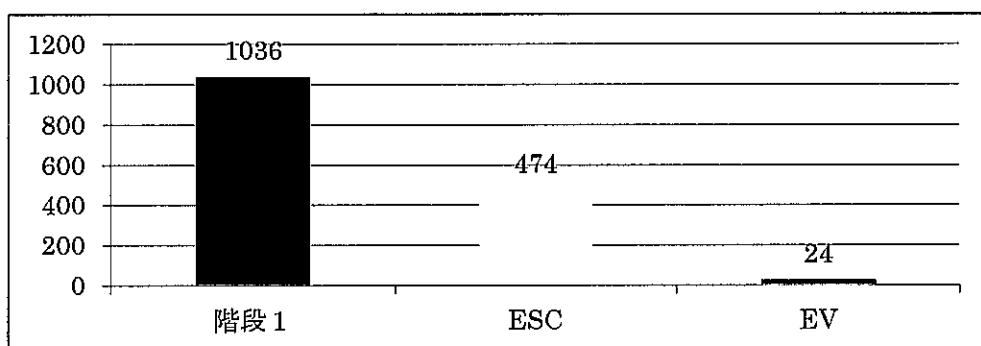


図3-16. 武藏溝ノ口駅下り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

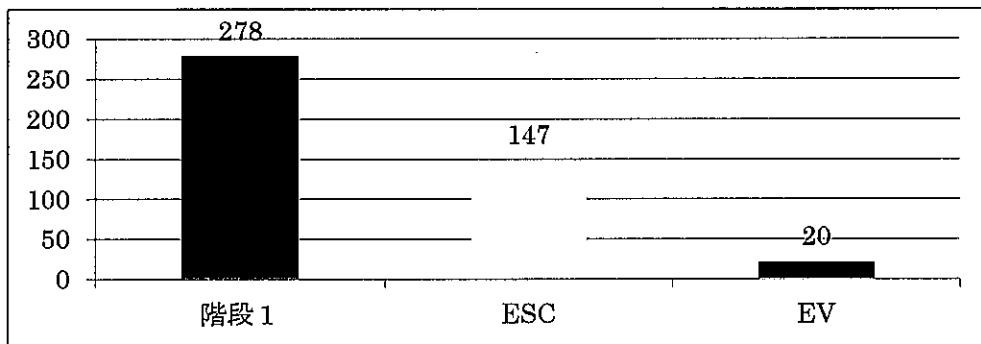


図3-17. 武藏溝ノ口駅下り線・午後の各垂直移動手段の利用者数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図3-18)

午前では階段1の選択率が67%で一番高く、午後になっても62%と選択率が一番高い結果となった。階段1はESCより近い位置にあり、利用しやすいため選択率が高くなつたと考えられる。

ESCの選択率は午前が31%、午後になると少し上がり33%となった。ESCは改札からの距離が遠く、また、改札通過時には確認しづらいため、選択率が低くなつたと考えられる。しかし、午後になって選択率が上がることから、ESCを利用しようとする人はもつといいる可能性があると考えられる。

EVの選択率は午前が2%、午後が5%と低かったが、上り線や他の調査駅のEVの選択率と比べると比較的高く、一番利用されているEVである。武蔵溝ノ口駅下り線に設置されているEVは、改札からの距離が近く、EVの待合スペースも他の垂直移動手段の利用者の動線とも重ならないため、利用しやすい環境にあると考えられる。

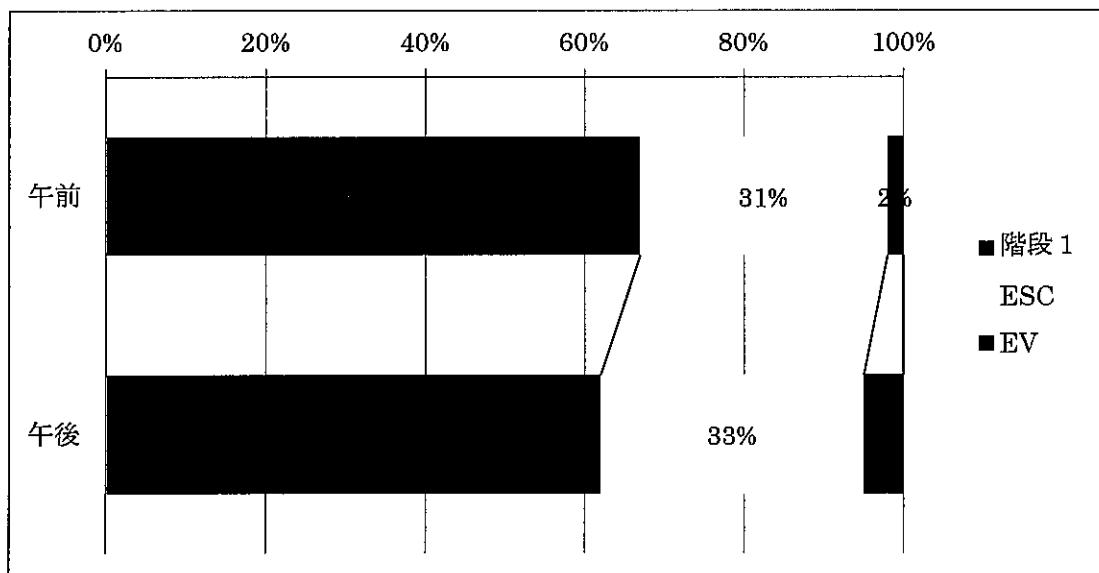


図3-18. 武蔵溝ノ口駅上り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

EVの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-19、表3-7)

EVの利用数は少なく、午前は24人、午後は5人である。午前の利用者はやはり健常者の利用率が高く、午後になると高齢者やベビーカー、車いす、障害者の利用者が出てきた。特に車いす利用者などはEVの利用が必須のため、EVの設置が必要であることがわかった。

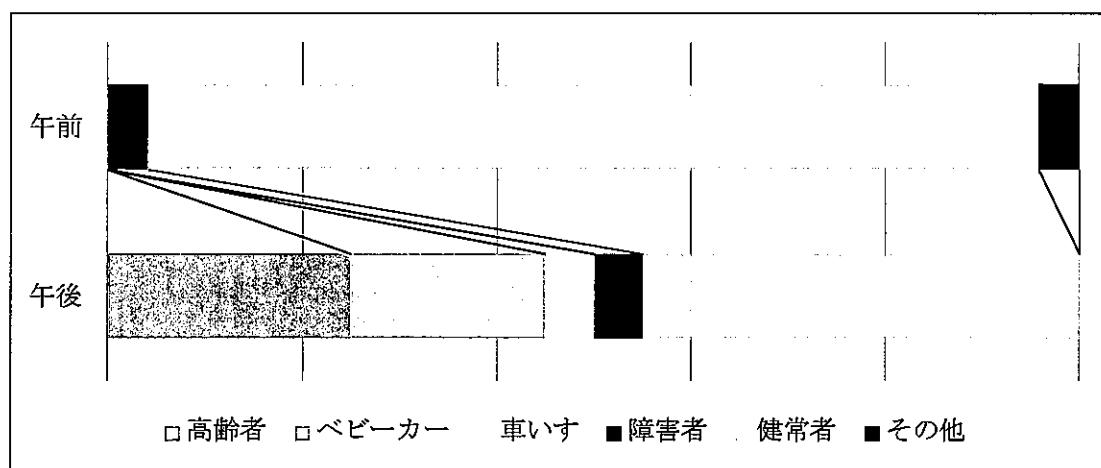


図3-19. 武藏溝ノ口駅下り線のEV利用者属性の割合

表3-7. 武藏溝ノ口駅下り線のEV利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
武藏溝ノ口 下り	午前	0	0	0	1	22	1	24
	午後	5	4	1	1	9	0	20

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-20、表3-8)

午前も午後も階段を利用する人はいなかった。EVとESCの選択率は半々だったが、午後になるとEVの選択率が少し上がった。

午前の優先者の利用数は4人で全体の0.3%程度と少なく、午後になると19人で全体の4.3%程度だった。

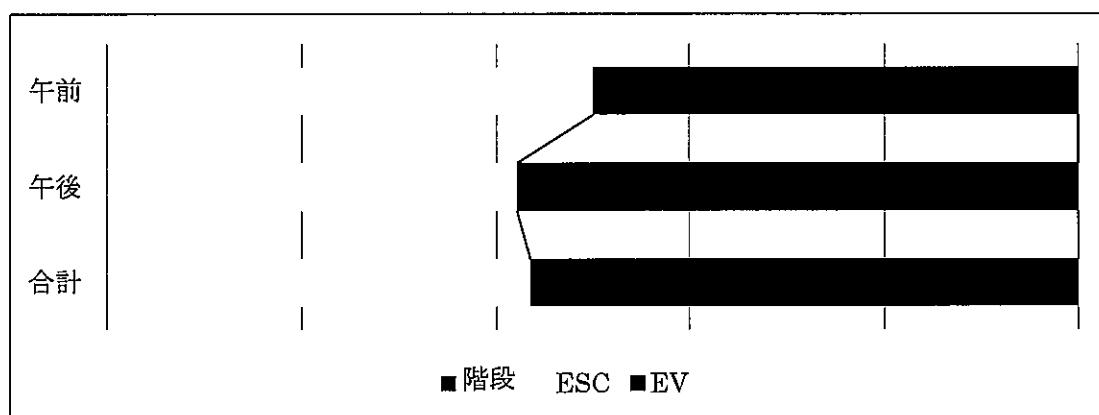


図3-20. 武蔵溝ノ口駅下り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-8. 武蔵溝ノ口駅下り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段	ESC	EV
午前	0	2	2
午後	0	8	11
合計	0	10	13

### 3-1-3. 武藏小杉駅

#### (1) 上り線

##### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、武藏小杉駅上り線における各垂直移動手段の利用者数を示す。(図3-21、22)

30分間での武藏小杉駅上り線の利用数は、午前は1553人、午後は264人であった。

午前、午後ともESCの利用数が高い。また、EVの利用数は、午前は2人、午後は1人と、その利用数は非常に少なかった。

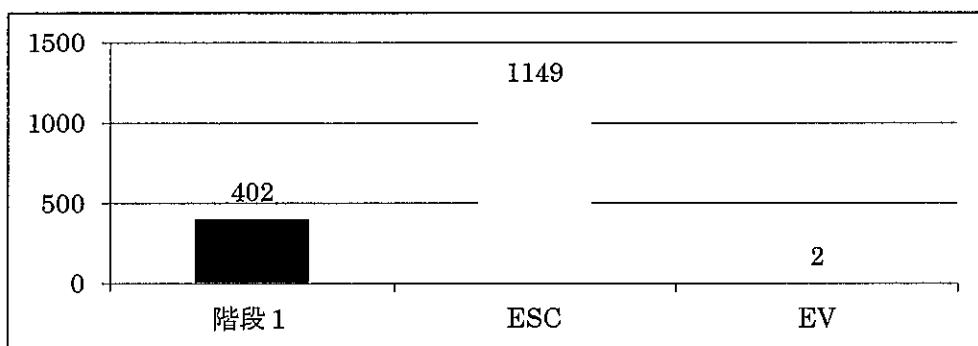


図3-21. 武藏小杉駅上り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

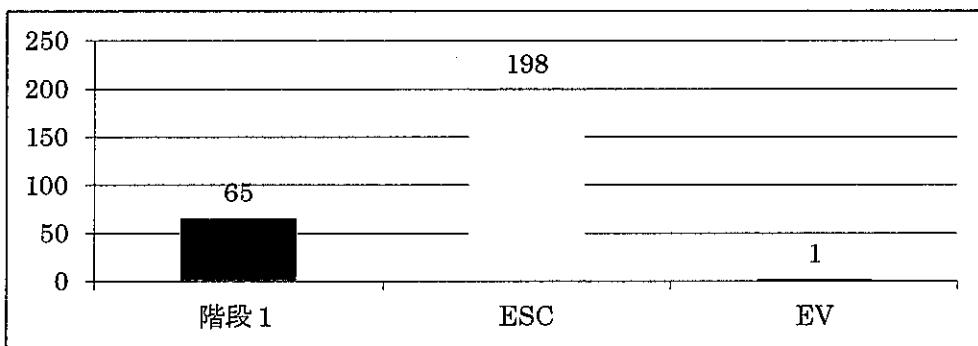


図3-22. 武藏小杉駅上り線・午後の各垂直移動手段の利用者数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図 3-2-3)

午前ではE S Cの選択率が74%と半数以上を占め、午後になってもその選択率は高いままで、75%であった。E S Cは改札通過時から見えていて、利用しやすい環境にあると考えられる。また、やはり午後になるとE S Cの選択率は上がった。

階段1の選択率は午前が26%、午後は25%だった。階段1は改札から一番近い位置にあるが、E S Cの位置も改札から遠くないため、階段1の選択率はあまり高くない結果となった。

E Vの選択率は午前、午後とも0%で、ほとんど利用されていないことが明らかになった。これは、E Vの位置が分かりにくく、独立した場所に設置されている事が原因の1つであると考えられる。

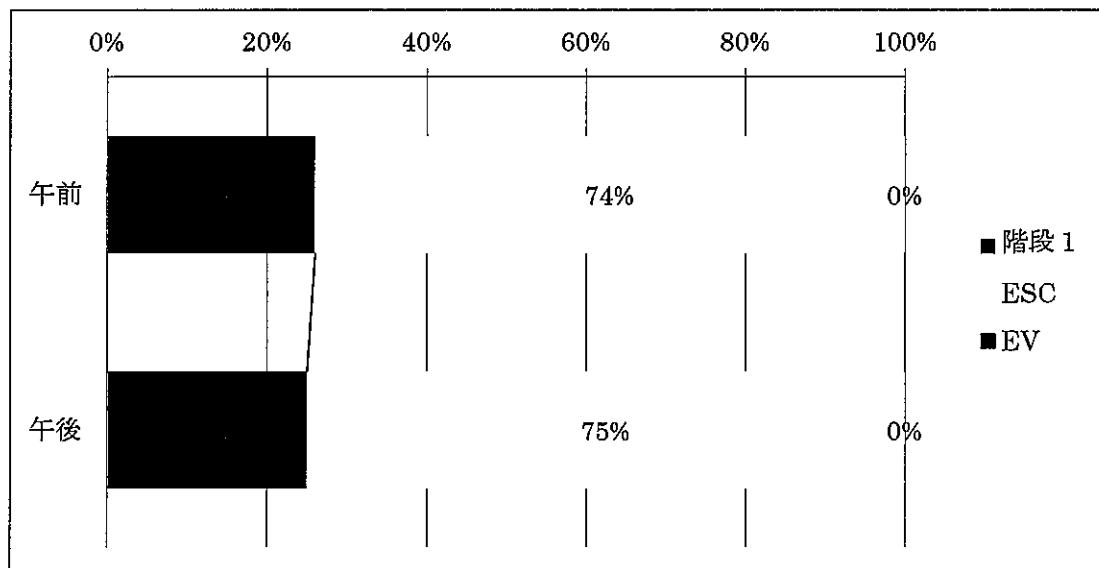


図 3-2-3. 武蔵小杉駅上り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

EVの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-24、表3-9)

EVの利用数は非常に少なく、午前は2人、午後は1人であった。健常者は1人も利用していないことから、武藏小杉駅上り線のEVは利用しにくい環境にあると考えられる。

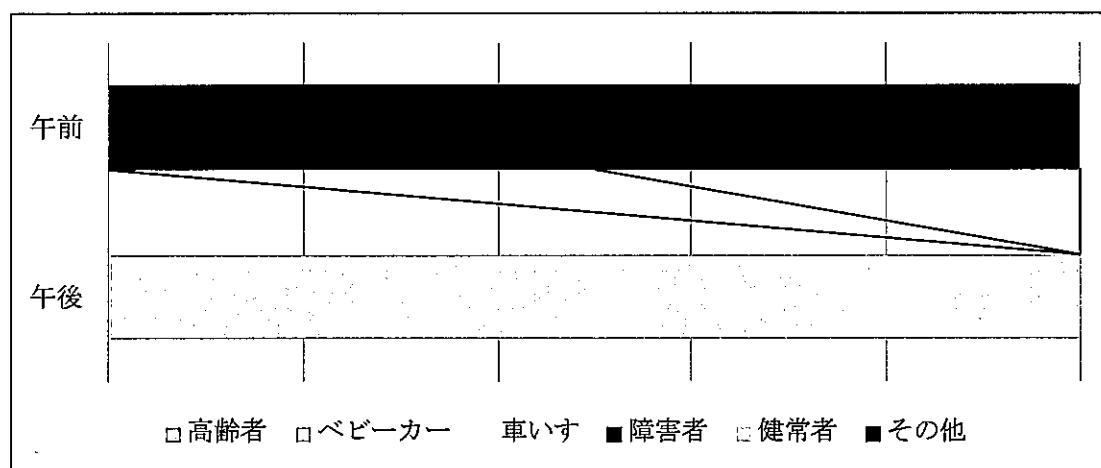


図3-24. 武藏小杉駅上り線のEV利用者属性の割合

表3-9. 武藏小杉駅上り線のEV利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
武藏小杉 上り	午前	0	0	0	1	0	1	2
	午後	0	1	0	0	0	0	1

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-25、表3-10)

午前、午後ともE S Cを利用する人が多く、階段を利用する人はいなかつた。また、EVを利用した人は午前が2人、午後は1人と少なかつた。

午前の優先者の利用者数は14人で全体の0.9%程度と少なく、午後のお利用者数も7人で全体の2.7%程度であった。午後になって多少優先者の利用率が増えたが、全体としては優先者の利用率は低い。

優先者のみの選択率を見てもEVの選択率が低いことから、武蔵小杉駅上り線のEVが利用しにくい環境にあるということが明らかになった。

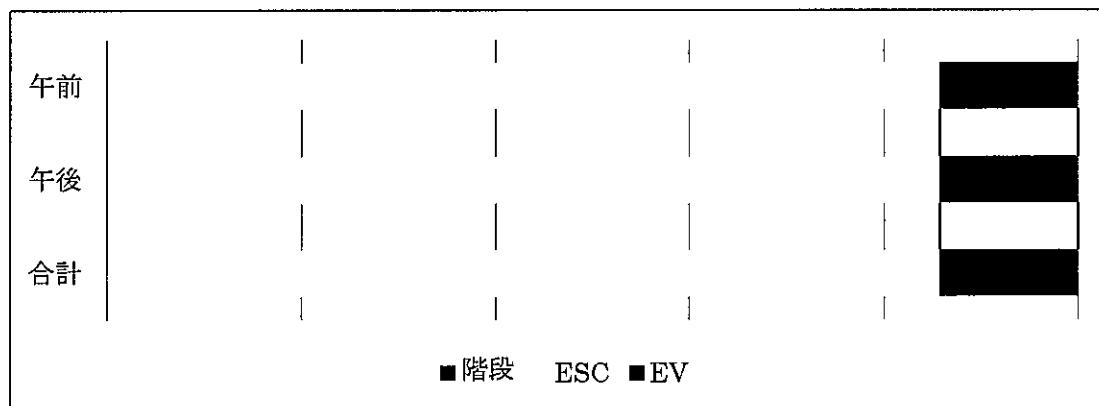


図3-25. 武蔵小杉駅上り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-10. 武蔵小杉駅上り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段	ESC	EV
午前	0	12	2
午後	0	6	1
合計	0	18	3

## (2) 武蔵小杉駅下り線

### ①空間的条件・時間的条件からみた考察

まず、武蔵小杉駅下り線における各垂直移動手段の利用数を示す。(図3-26、27)

30分間での武蔵小杉駅下り線の利用数は3158人、午後は566人で、上り線より利用数が高い結果となった。

午前午後とも、ESCの利用数が多く、EVの利用数が低かった。

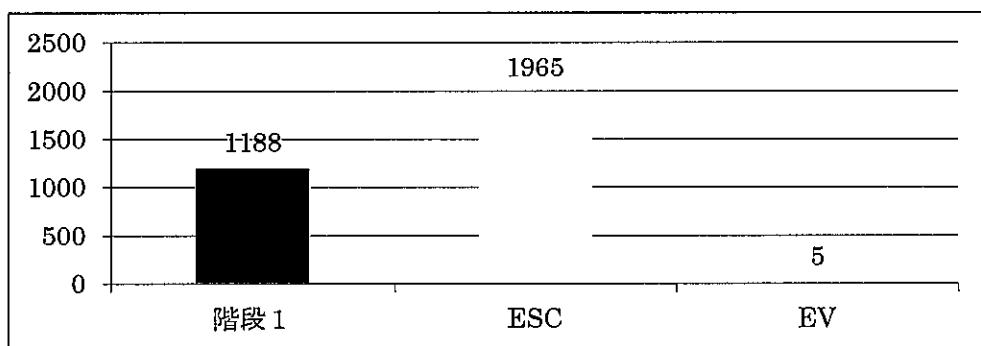


図3-26. 武蔵小杉駅下り線・午前の各垂直移動手段の利用者数

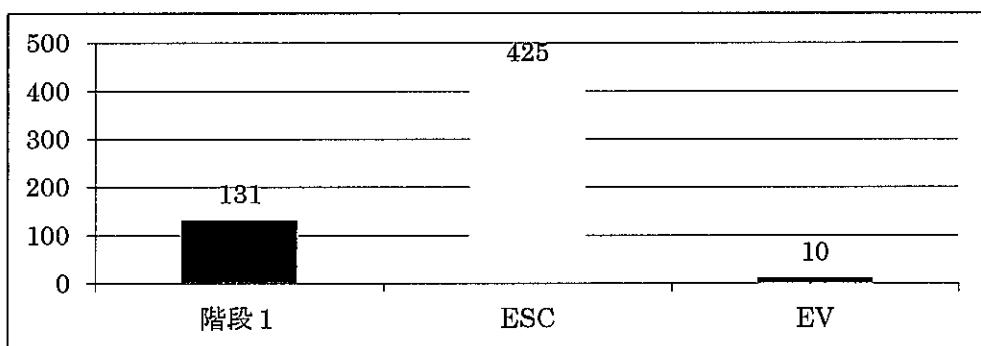


図3-27. 武蔵小杉駅下り線・午後の各垂直移動手段の利用者数

次に、各垂直移動手段の選択率を示す。(図3-28)

午前ではE S Cの選択率が62%で一番高く、午後になると75%となり、その選択率はさらに上がった。比較的時間に余裕のある午後になってE S Cの選択率が大きく上がることから、E S Cの優先度は高いと考えられる。

また、階段1の選択率は午前が38%で、午後になると23%に下がった。午前中はE S Cが混雑し、それを避けるために階段1に選択を変える人がいると考えられる。

E Vの選択率は午前が0%、午後は2%と低く、あまり利用されていないことが明らかになった。

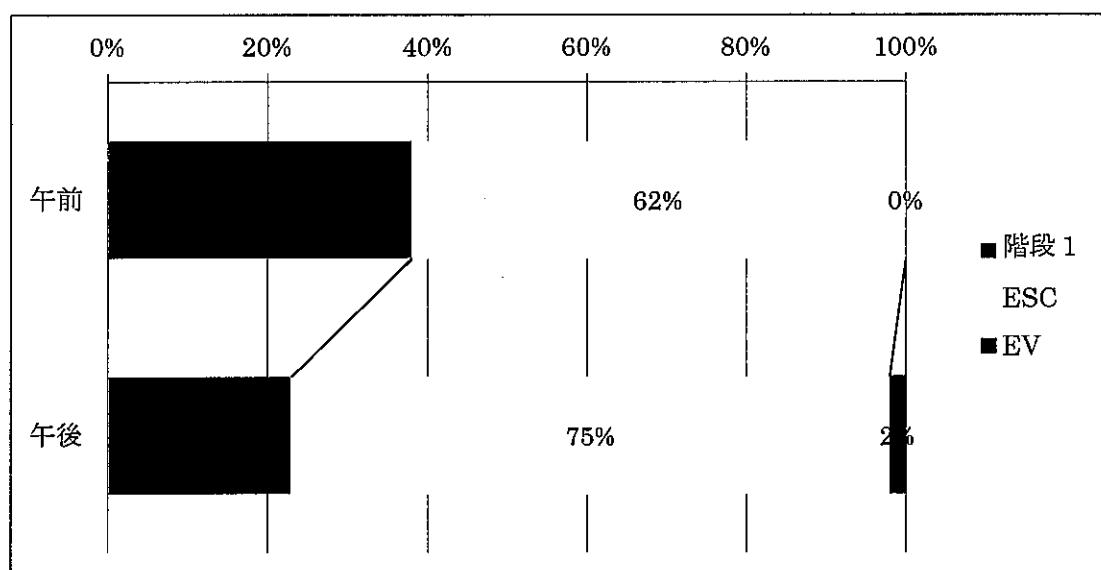


図3-28. 武蔵小杉駅下り線の各垂直移動手段の選択率

## ②利用者条件からみた考察

E Vの利用者属性の割合、利用数は次の通りである。(図3-29、表3-11)

E Vの利用は非常に少なく、午前は5人、午後は10人であった。午前の利用者は健常者の利用率が高く、次にベビーカーの利用率が高かった。午後になるとベビーカーの利用率が高くなり、E Vを必要としている人がいることが明らかになった。

E Vの位置は上り線と同様に独立した位置にあるため、利用しにくい位置にあるが、エスカレーターと迷って、E Vを選択する人がいた。

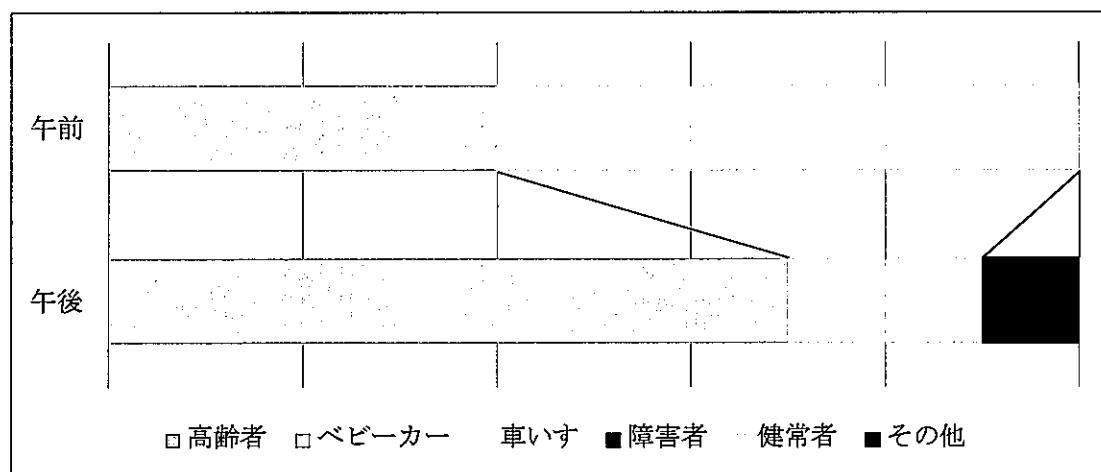


図3-29. 武藏小杉駅下り線のE V利用者属性の割合

表3-11. 武藏小杉駅下り線のE V利用状況

	時間帯／利用者属性	高齢者	ベビーカー	車いす	障害者	健常者	その他	合計
武藏小杉 下り	午前	0	2	0	0	3	0	5
	午後	0	7	0	0	2	1	10

次に優先者の選択傾向を示す。(図3-30、表3-12)

午前はE S Cの選択率が高く、午後は各垂直移動手段でほとんど選択率の差はなかった。午後になってE S Cの選択率が下がり、E Vの選択率が上がった。優先者にとってはやはりE Vの優先度が高いことが考えられる。

午前の優先者の利用数は19人で全体の0.6%程度と少なく、午後になると20人で全体の3.5%となり、優先者の利用率は上がるが、全体として優先者の利用数は少ない。

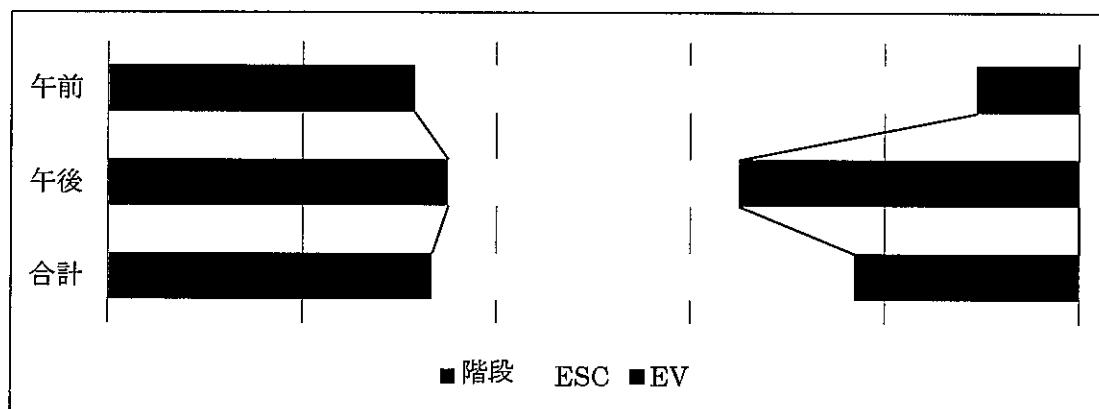


図3-30. 武蔵小杉駅下り線における優先者の各垂直移動手段の選択率

表3-12. 武蔵小杉駅下り線における優先者の選択状況

時間／垂直移動手段	階段	Esc	Ev
午前	6	11	2
午後	7	6	7
合計	13	17	9

### 3-2. 利用者の選択行動の考察

#### 3-2-1. 登戸駅

登戸駅における選択率の一覧を示す。(図3-31、32)

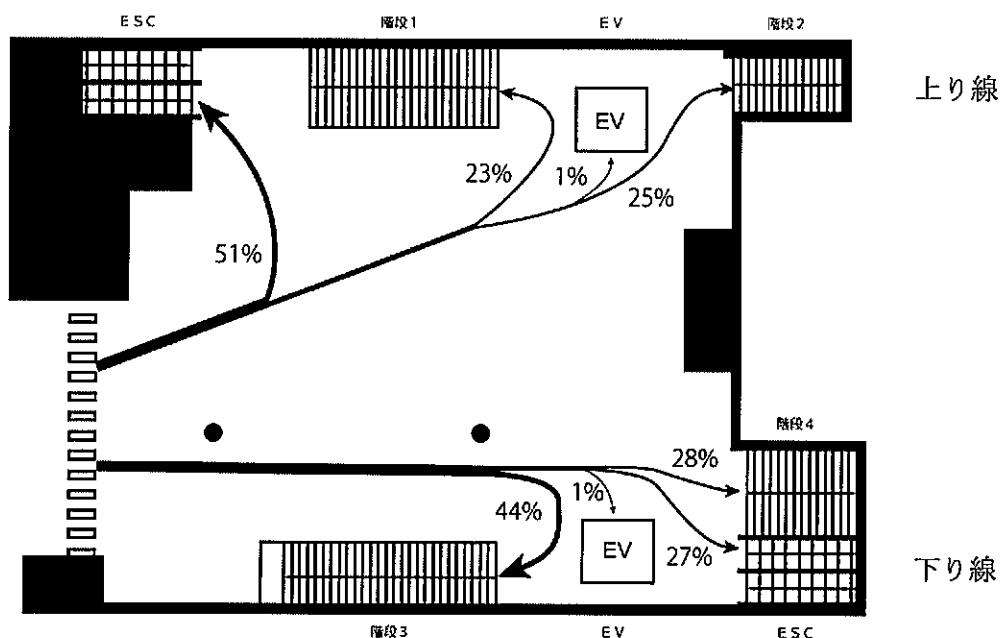


図3-31. 登戸駅午前の選択率

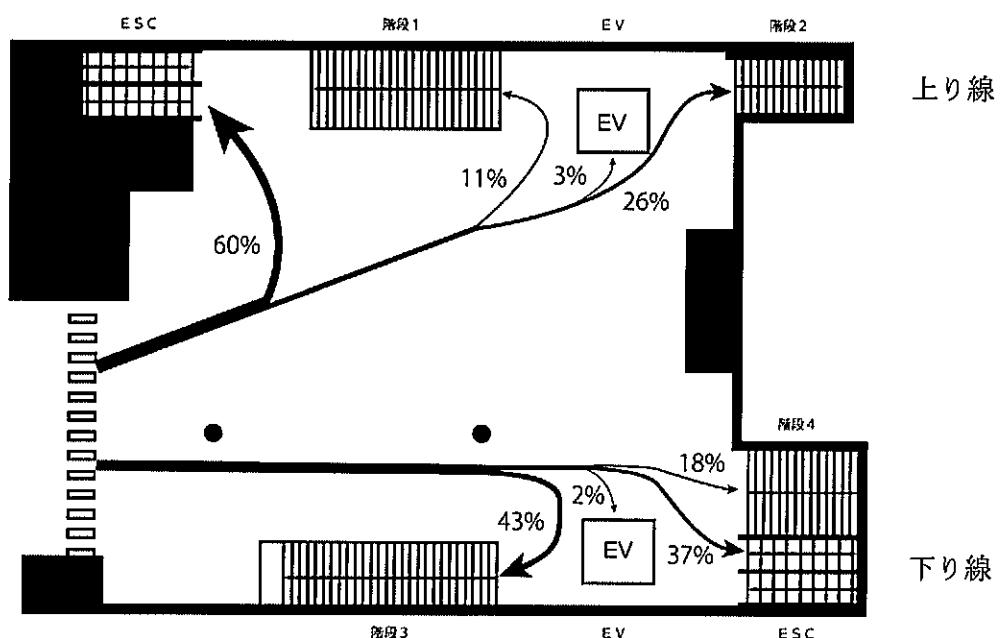


図3-32. 登戸駅午後の選択率

午前の選択率を見ると、改札から近い垂直移動手段の選択率が高かった。上り線ではE S Cの選択率が一番高く、下り線では階段3の選択率が高い。これらは、午後になっても高い選択率だが、上り線のE S Cの選択率は上がり、階段3の選択率は少し下がっている。しかし、改札から近い距離にある垂直移動手段の選択率が高い傾向にあるということがわかつた。

また、上下線のE S Cは、午後になって選択率が上がっている。比較的余裕のある午後に選択率が上がるということから、E S Cの優先率が高いということが考えられる。

上下線のE Vは、午前、午後ともに選択率が低く、利用者がほとんどいないことが明らかになった。E Vは改札通過時には良く見えるが、改札からの距離は近くなく、他の垂直移動手段の利用者の動線と、E Vの待合いスペースが重なるため、E Vの選択率が低くなっていると考えられる。

午前の選択率は、選択分岐点で選択率が約半分ずつに分かれている。それが午後になって、E S Cの選択率が増え、そのE S Cに近い階段の選択率が減少している。このことから、E S Cと階段の選択の分岐点で、午後になってE S Cの優先度が大きくなり、それに近い階段の優先度が低くなることがわかつた。

### 3-2-2. 武藏溝ノ口駅

武藏溝ノ口駅における選択率の一覧を示す。(図3-33、34)

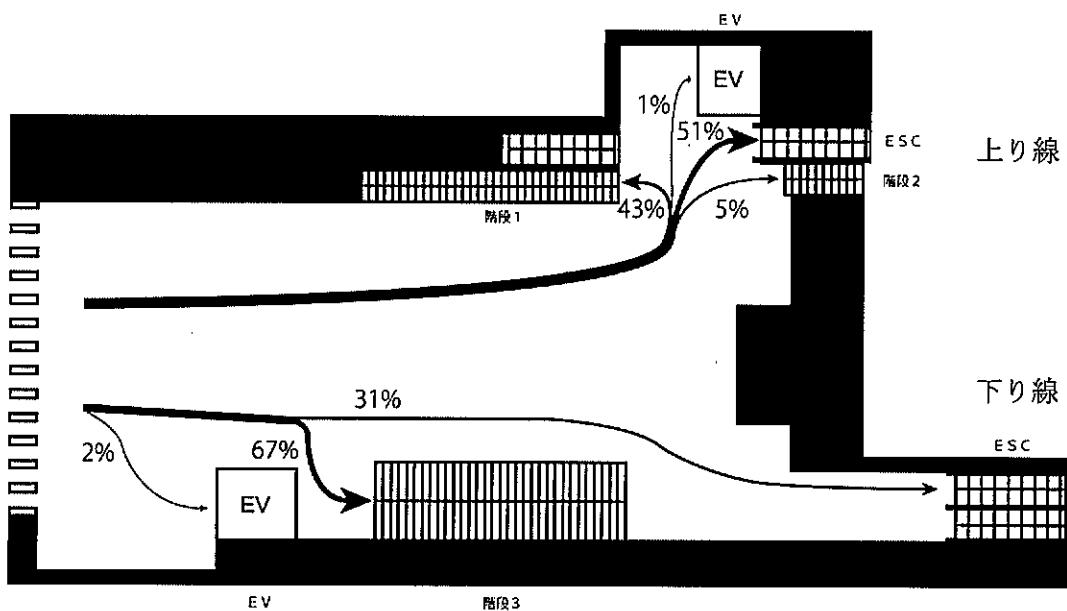


図3-33. 武藏溝ノ口駅午前の選択率

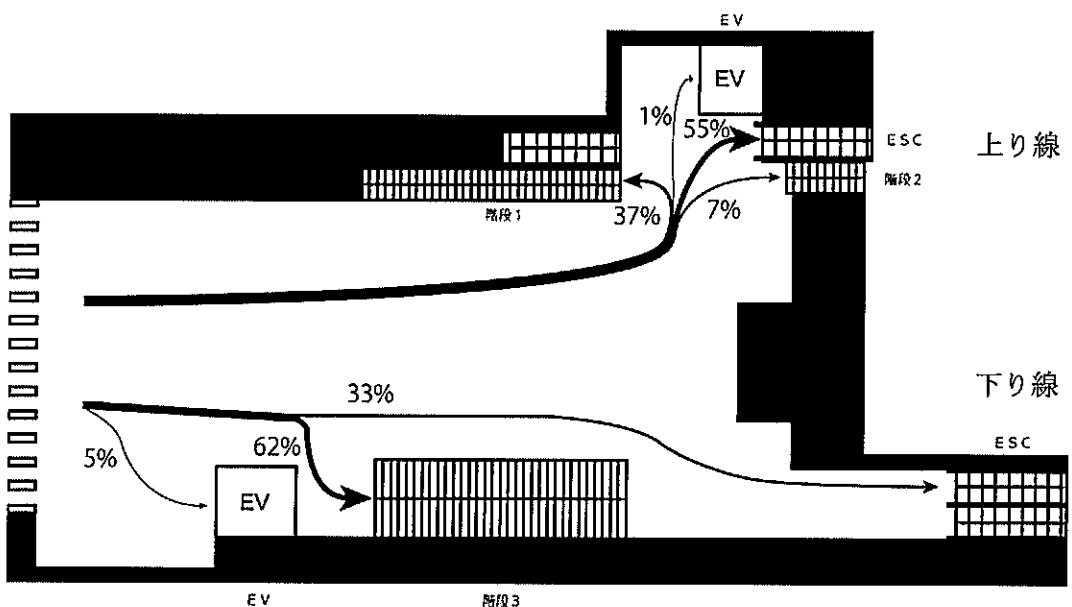


図3-34. 武藏溝ノ口駅午後の選択率

上り線では、E S Cの選択率が一番高かった。午前は5 1 %で午後になって5 5 %となり、選択率は上がった。改札から一番近い階段1の選択率も高い傾向にあるが、E S Cよりは低い選択率となった。これは、階段1が一番改札から近い垂直移動手段ではあるが、他の垂直移動手段との距離とも近く、各垂直移動手段の配置が集中しているため、改札からの近さよりも、E S Cの優先度が高くなつたと考えられる。また、階段2の選択率は午前、午後とも低く、乗車客はあまり利用していないことがわかつた。しかし、階段2は、乗車客専用のE S Cと併設のため、降車客の利用が必然となつていて、降車客で混雑している状況であるため、乗車客は利用しづらい環境にあることが考えられる。

また、上り線のE Vの選択率は低く、午前午後とも1 %程度であった。E Vは専用の待合いスペースがあり、利用しやすい環境にはあるが、E S Cの方が近いため、E Vを待つよりもE S Cの利用を優先していると考えられる。

下り線では、階段3の選択率が一番高かった。次にE S Cの選択率が高かつたが、E S Cの選択率としては比較的低く、午前の選択率は3 1 %であった。しかし、このE S Cも午後になって選択率が上ることとは共通して、午後は3 3 %と選択率が少し上かつた。下り線のE S Cは改札通過時には見えづらい位置あり、また改札からの距離も遠く独立した位置にあるため、利用しづらい環境となっていると言える。このことから、改札化から各垂直移動手段の距離によって、選択の優先度が変わつくることがわかつた。また、E S Cの優先度は比較的高いが、遠い位置にあつたり、見えづらい位置にあるE S Cの選択率は低くなる傾向にあることがわかつた。

また、下り線のE Vの選択率は、午前は2 %、午後が5 %であった。この選択率は、E Vとしては比較的高い数値である。これは、改札からE Vの距離が近く、E V専用の待合いスペースもあるため、利用しやすい環境にあることが理由となつていると考えられる。

### 3-2-3. 武藏小杉駅

武藏小杉駅における選択率の一覧を示す。(図3-35、36)

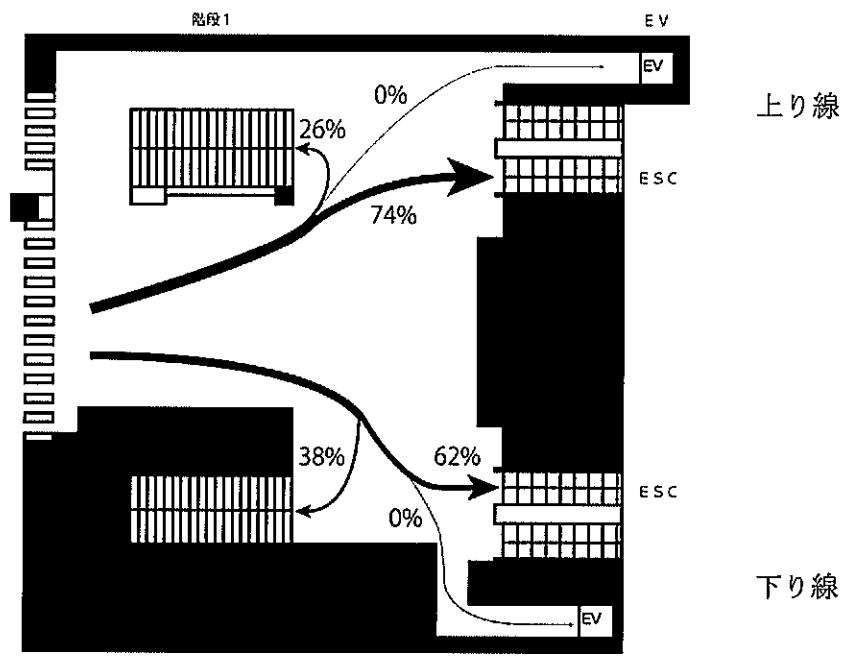


図3-35. 武藏小杉駅午前の選択率

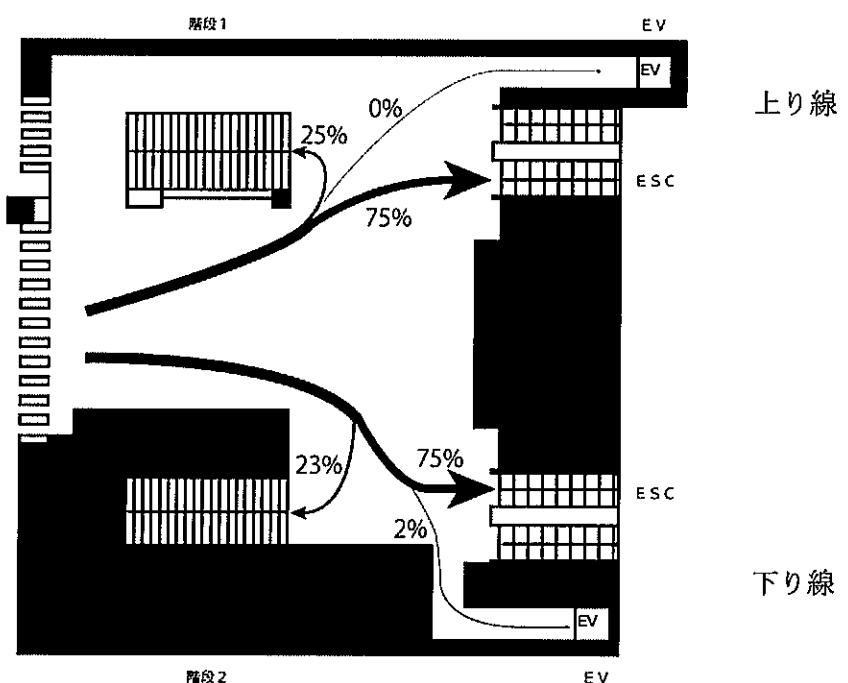


図3-36. 武藏小杉駅午後の選択率

武蔵小杉駅では、上下線とも E S C の選択率が高い結果となった。午前では、下り線の E S C の選択率が 6.2% だったが、午後になって 7.5% となり高い選択率であった。また、午後になると上下線で選択率にあまり差がなかった。これは、上下線で各垂直移動手段の配置関係にもあまり差が無かったためと考えられる。

やはり E S C の選択率は午後になって上がることから、E S C の優先度は高いということが言える。

また、上下線とも階段が改札から一番近い位置にあるが、E S C も改札通過時から良く見え、距離もあまり階段と変わらないため、改札からの距離による選択率の影響は少なかったと考えられる。

E V の選択率は低く、あまり利用されていないことがわかった。これは、上下線とも E V が独立していて、奥まっている位置にあるため、利用しづらい配置となっていることが原因と考えられる。

午後の選択率は上下線ともほぼ同じであったが、午前の選択率には差があった。これは、上下線で利用者数に差異があり、混雑度が違うためと考えられる。午前の上り線の利用者数は 1553 人、下り線は 3158 人で、下り線の利用者数は上り線の利用者数の約 2 倍であった。そのため、E S C の混雑度に違いがあり、E S C の選択率が低くなったと考えられる。

このことから、利用者数によって混雑度が違ってくるため、垂直移動手段の選択率は利用者数によっても変わってくるということが分かった。

### 3-3. 利用者の選択行動のまとめ

利用者の選択行動のまとめとして、以下の6つことが明らかになった。

#### ①利用時間帯によって鉄道駅の利用の仕方が変わる

本研究では、午前と午後の時間帯に分けて調査を行った。そこから、利用時間帯によって利用者数が変わり、その結果として利用者の選択行動も変わってくる、ということが明らかになった。

利用時間帯による選択行動の違いとして一番大きな点は、E S CやE Vの選択率である。午前より午後になると、E S CとE Vの選択率は高くなる傾向にあった。これは、午後になって利用数も減り、空間的にも時間的にも余裕があるため、選択率が上がったと考えられる。

#### ②優先者の利用数が少ない

全体の利用者数から見て、優先者の利用数が少ないということが分かった。(表3-13) 優先者の利用率は、午前では全ての駅で1%未満、午後は約3~4%となっている。午後になって利用率が上がっているが、その数は少ない。

今回の調査ではベビーカーなどの一時的な移動制約者も含めて優先者としているため、慢性的な移動制約者、障害者のみに絞るとさらに利用率は低くなる。

のことから、優先者にとっては未だ鉄道駅は外出に際しての大きな障害になっている可能性があることがわかる。

表3-13. 優先者の利用率

対象駅	登戸				武藏溝ノ口				武藏小杉			
	上り		下り		上り		下り		上り		下り	
時間	午前	午後										
全利用者数(人)	3808	418	1243	248	3549	428	1534	445	1553	264	3158	566
優先者の利用者数(人)	24	11	5	7	19	14	4	19	14	7	19	20
優先者の利用率(%)	0.83%	2.63%	0.40%	2.82%	0.54%	3.27%	0.26%	4.27%	0.90%	2.65%	0.60%	3.53%

### ③E S Cの選択率、選択の優先度が高い

選択率調査の結果では、比較的E S Cの選択率が高かった。

また、午後になって選択率が高くなることから、E S Cの選択の優先度が高いことが分かった。(図3-37、38、39)

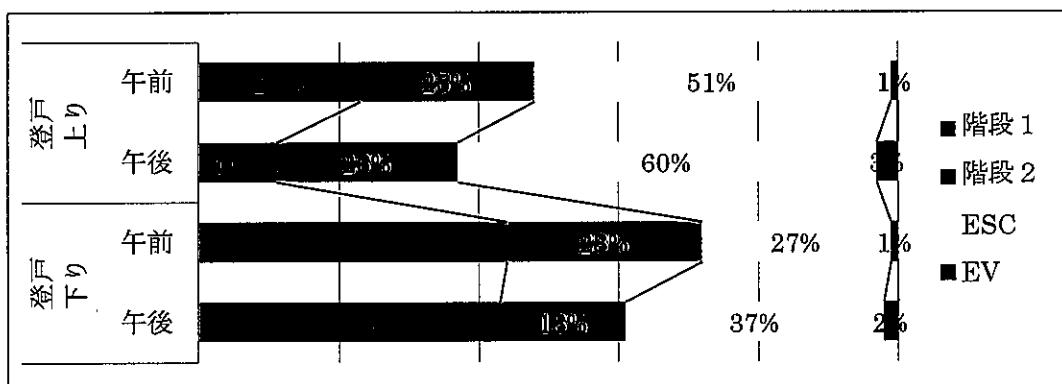


図3-37. 登戸駅の選択率一覧

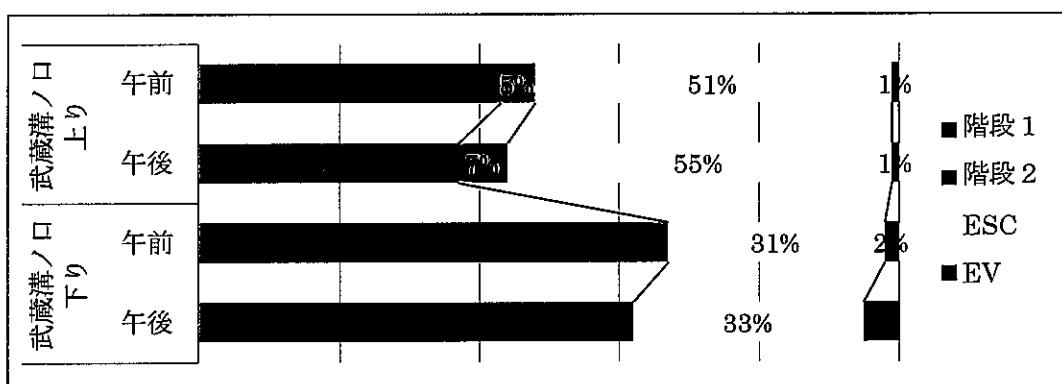


図3-38. 武蔵溝ノ口駅の選択率一覧

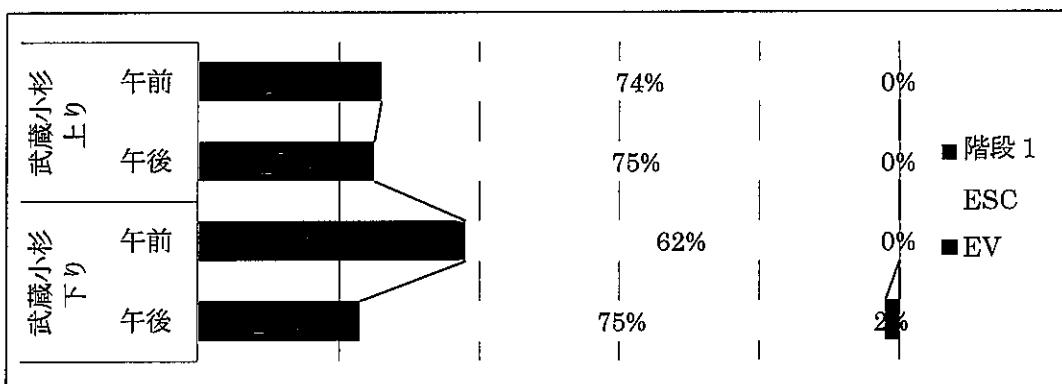


図3-39. 武蔵小杉駅の選択率一覧

#### ④ E Vの利用率が低い

E Vの選択率は全体的に低く、午前では1%程度、午後は少し上がるが、それでも1～5%程度であった。

改札からの距離やE S Cとの距離、また待合いスペースの利用環境などによって利用のしやすさが変わり、空間構成の違いで選択率に差異が出るということが明らかになった。

#### ⑤利用者数によって選択行動が変わる

利用者数によって、各垂直移動手段の混雑の仕方が変わってくるため、それに伴って利用者の選択行動も変化してくることが分かった。

#### ⑥空間構成によって利用者の選択行動が変わる

本研究では、登戸駅の上り線・下り線、武蔵溝ノ口駅の上り線・下り線、武蔵小杉駅の上り線・下り線と、6つの場所で調査を行った。この6つは、どれも空間構成が異なっていて、それぞれで選択率にも差異が見られた。

調査結果から、選択率に影響する空間構成の条件は次の3つことが言える。

##### a.改札から垂直移動手段までの距離

改札から遠すぎるとその垂直移動手段の選択率は下がる傾向にある。反対に、改札から近い垂直移動手段の選択率は高い傾向にあった。

##### b.各垂直移動手段同士の距離

E S Cと他の垂直移動手段が近かつたり、併設であつたりすると、特に午後においては、E S Cに選択が偏る傾向がある。

また、各垂直移動手段の配置が近すぎると、それらの入口スペースが狭くなるため、混雑が起りやすく、利用者の選択行動に影響が出る。反対に、垂直移動手段の配置が広範囲にあると、遠くに配置された垂直移動手段の選択率が低くなってしまう傾向にある。

##### c.垂直移動手段の見えやすさ

垂直移動手段が見えづらい位置にある場合や、見えない位置にある場合に選択率が低くなる傾向にあることから、改札通過時や、選択行動の各分岐点において、垂直移動手段がどのように、どれだけ見えるかということが選択行動に影響していると考えられる。

垂直移動手段の見えやすさによる選択行動への影響については、主に4章で記述する。

これらのことから、改札から各垂直移動手段の距離と、それぞれの垂直移動手段の距離が適切な位置にあることや、改札や選択行動の分岐点での見やすさが駅の利用のしやすさにつながると言える。

## **第4章 選択行動のモデル化とシミュレーション**

---

### **4-1. 選択行動のモデル化**

4-1-1. 登戸駅

4-1-2. 武蔵溝ノ口駅

4-1-3. 武蔵小杉駅

### **4-2. 歩行者シミュレータによる選択行動の再現**

4-2-1. artisoc の概要

4-2-2. シミュレーションの構築

4-2-3. 本シミュレーションの構成

4-2-4. 歩行者の行動ルール

### **4-3. シミュレーション1の結果と考察**

4-3-1. シミュレーション結果

4-3-2. シミュレーション結果の考察

### **4-4. シミュレーション2の結果と考察**

4-4-1. シミュレーション結果

4-4-2. シミュレーション結果の考察

### **4-5. シミュレーションの考察とまとめ**

4-5-1. シミュレーション結果から見た選択行動の考察

4-5-2. 選択行動のシミュレーションのまとめ

### **4-6. シミュレーションの可能性**

### **4-7. 試行**

4-7-1. 開散時における選択行動のシミュレーション

4-7-2. 空間条件を変化させたシミュレーションの構築

#### 4-1. 選択行動のモデル化

鉄道駅における垂直移動手段の選択行動のシミュレーションを行うために、第3章で考査した利用者の選択行動のモデル化を行う。歩行者のモデル化は、改札通過から垂直移動手段の選択までとし、現実の事象を捉えやすくし、結果に影響する要因を探るため、なるべく単純なモデルを作成する。

また歩行者のモデルは、垂直移動手段の配置関係などの空間構成によって変わってくるため、3駅上下線の6パターンのモデル化を行う。

#### 4-1-1. 登戸駅

##### (1) 上り線

①：改札入場。

階段1、EVが良く見え、階段2は存在が分かる。また、ESCは見えない。

①へ向かう。

①：改札通過。

①でもほとんどESCは見えないが、①時点より各垂直移動手段が確認しやすい。

②へ向かう。

②：ESCと他の垂直移動手段の選択分岐点。

②ではESCが見える。ここまで全人が通過するポイント。

全ての垂直移動手段が見え、並列的な状況になる。ESCが一番近い選択肢となる。

③：階段1、EV、階段2の選択分岐点。

③は、②時点でESCを選択しなかった人が通過するポイント。

階段1と2に距離の差は少なく、歩行の向きを変えるか、そのまま直進するかの選択。

EVを選択する人は、改札入場時に決めていることが多い。

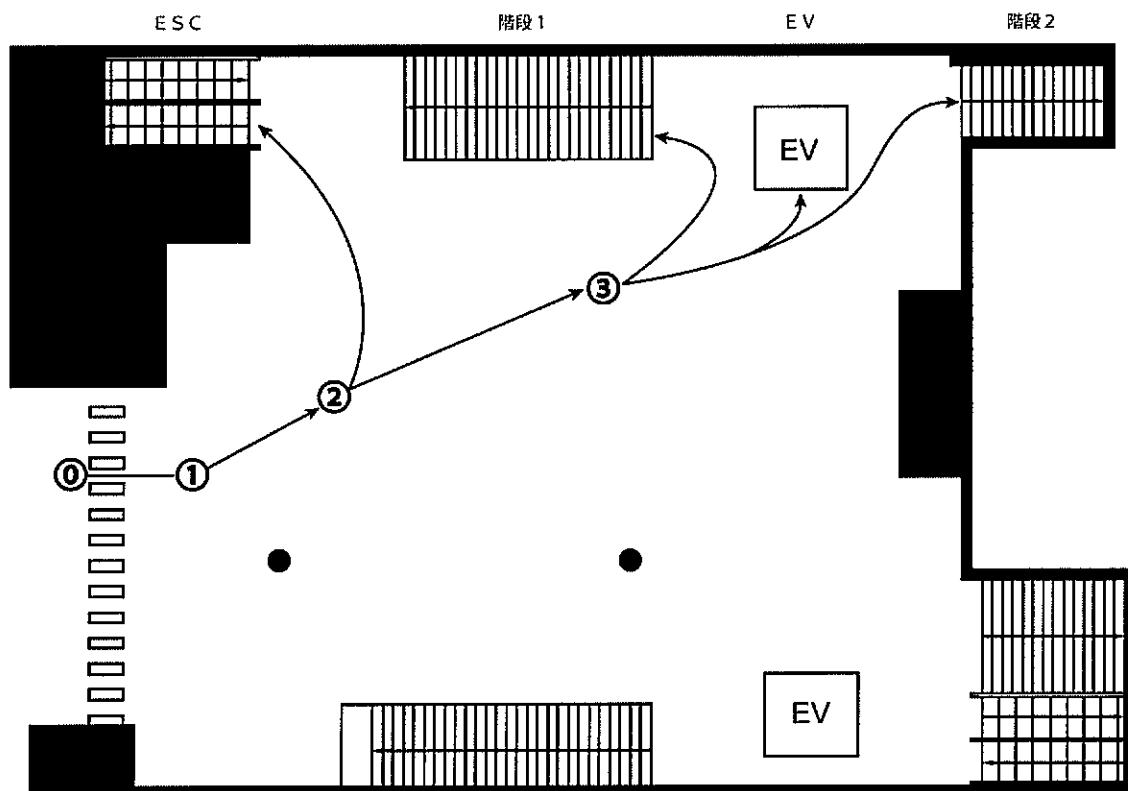


図4-1. 登戸駅上り線における歩行者の選択行動動線

登戸駅上り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

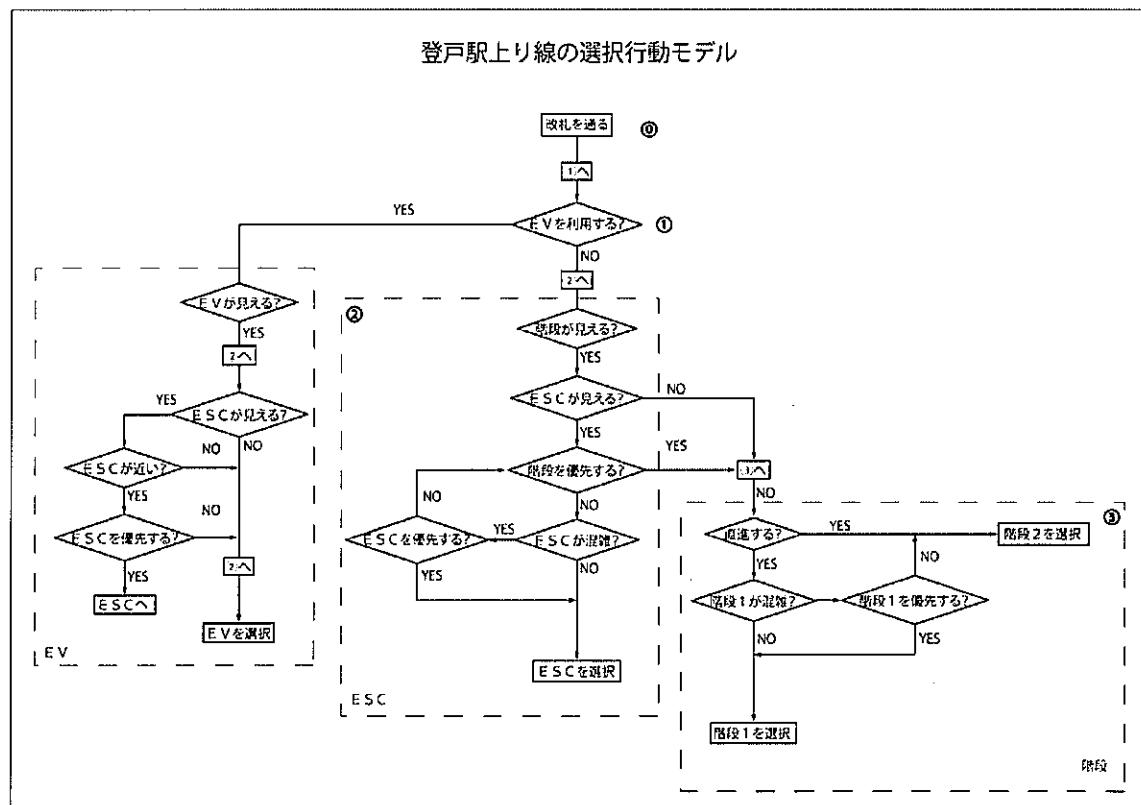


図4-2. 登戸駅上り線における歩行者の選択行動モデル

## (2) 下り線

①：改札入場。

階段1・2、EV見えるが、ESCは見えない。

①へ向かう。

①：階段1とその他の垂直移動手段の選択分岐点。

階段1が近く、階段2は一直線で利用できる。

②へ向かう。

②：EVと階段2、ESCの選択分岐点。階段1を通りすぎた人が通過するポイント。

ESCも完全に見えるようになる。

EVを選択する人は、改札入場時に決めている事が多い。

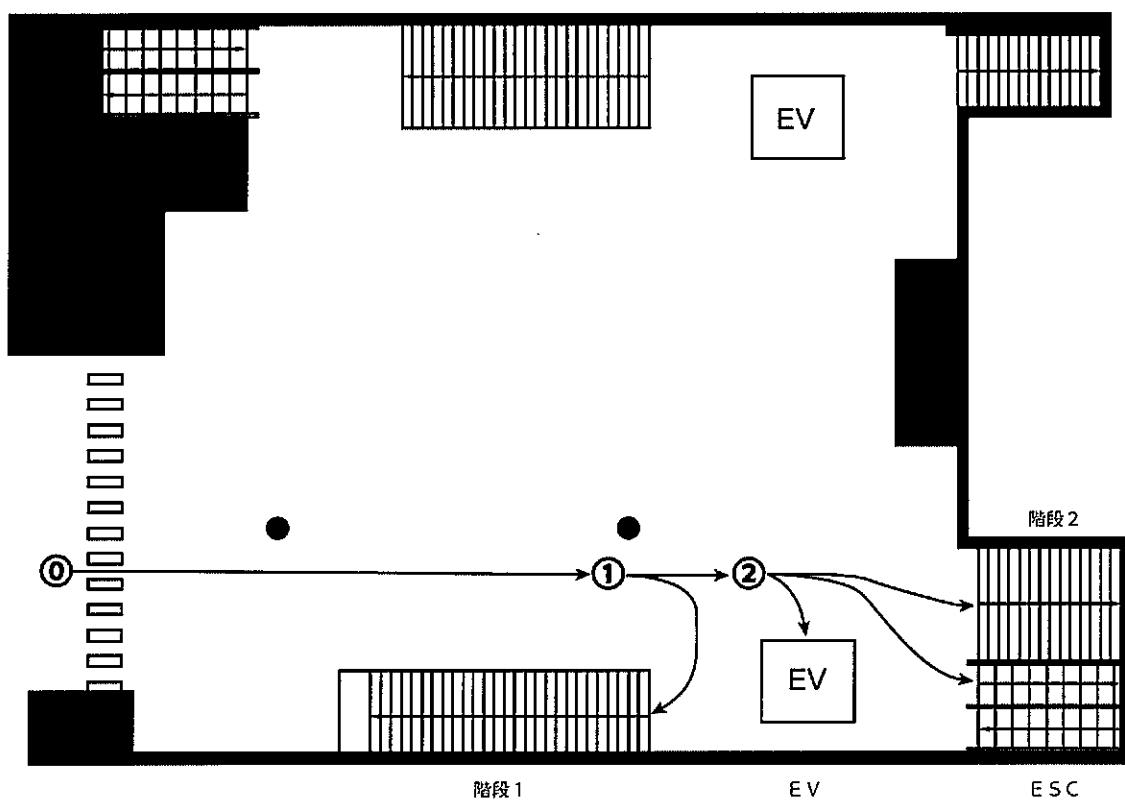


図4-3. 登戸駅下り線における歩行者の選択行動動線

登戸駅下り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

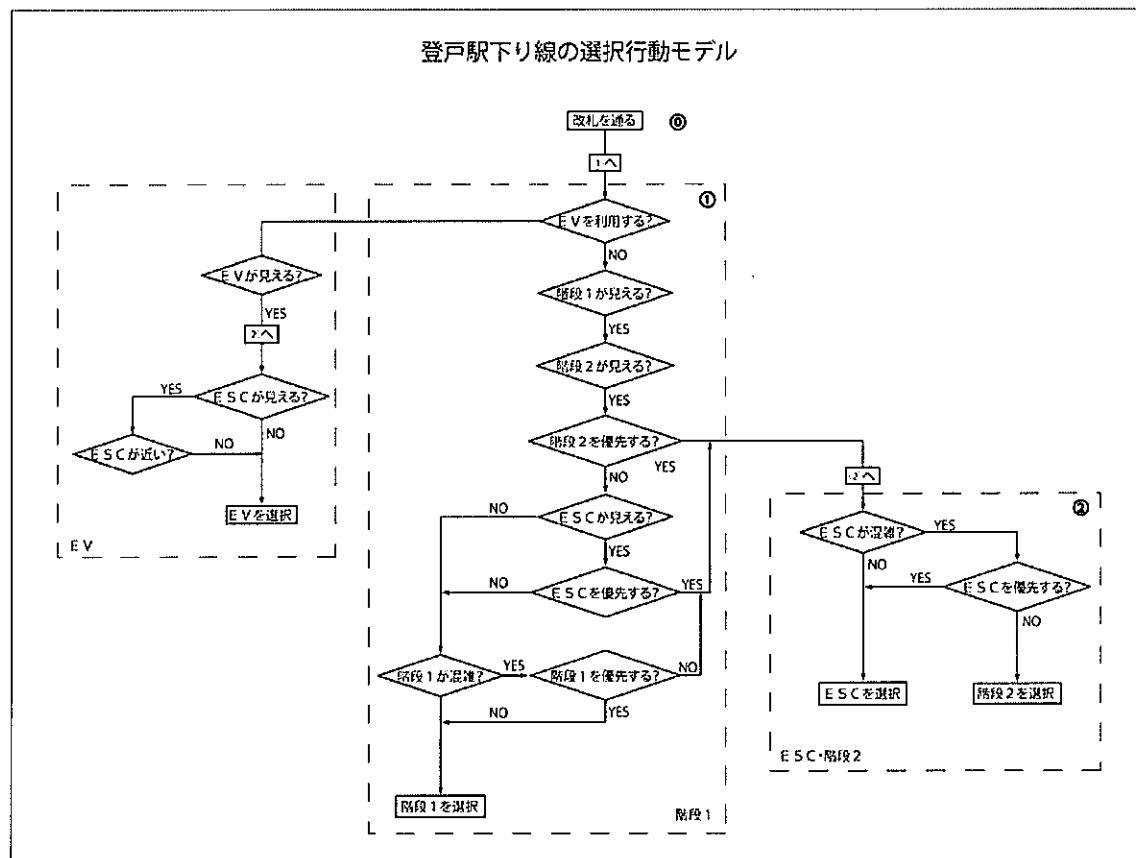


図4-4. 登戸駅下り線における歩行者の選択行動モデル

#### 4-1-2. 武蔵溝ノ口駅

##### (1) 上り線

①：改札入場。

各垂直移動手段の配置関係はまだ分からず、E S C、E Vは見えない。

垂直移動手段が奥に集中していると分かり、①へ向かう。

①：改札通過。

階段1・2の配置関係が分かるようになるが、E S C、E Vは見えない。

②へ向かう。

②：全ての人が、全てこのポイントを通過する。

E S C、E Vの配置関係も分かり、全ての垂直移動手段が見えるようになる。

階段1が一番近い選択肢で、E S Cの入口は少し分かりづらくなっている。

E Vを利用する人は改札入場時に決めていることが多いが、改札入場時にはE Vは見えないので、このポイントで選択する人も多い。

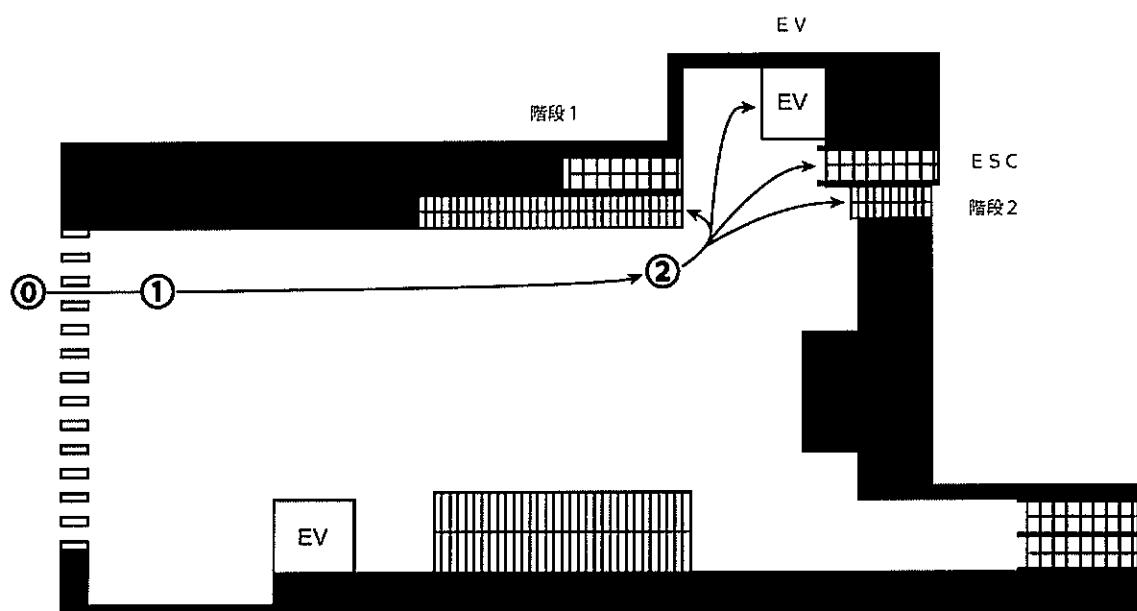


図4-5. 武蔵溝ノ口駅上り線における歩行者の選択行動動線

武蔵溝ノ口駅上り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

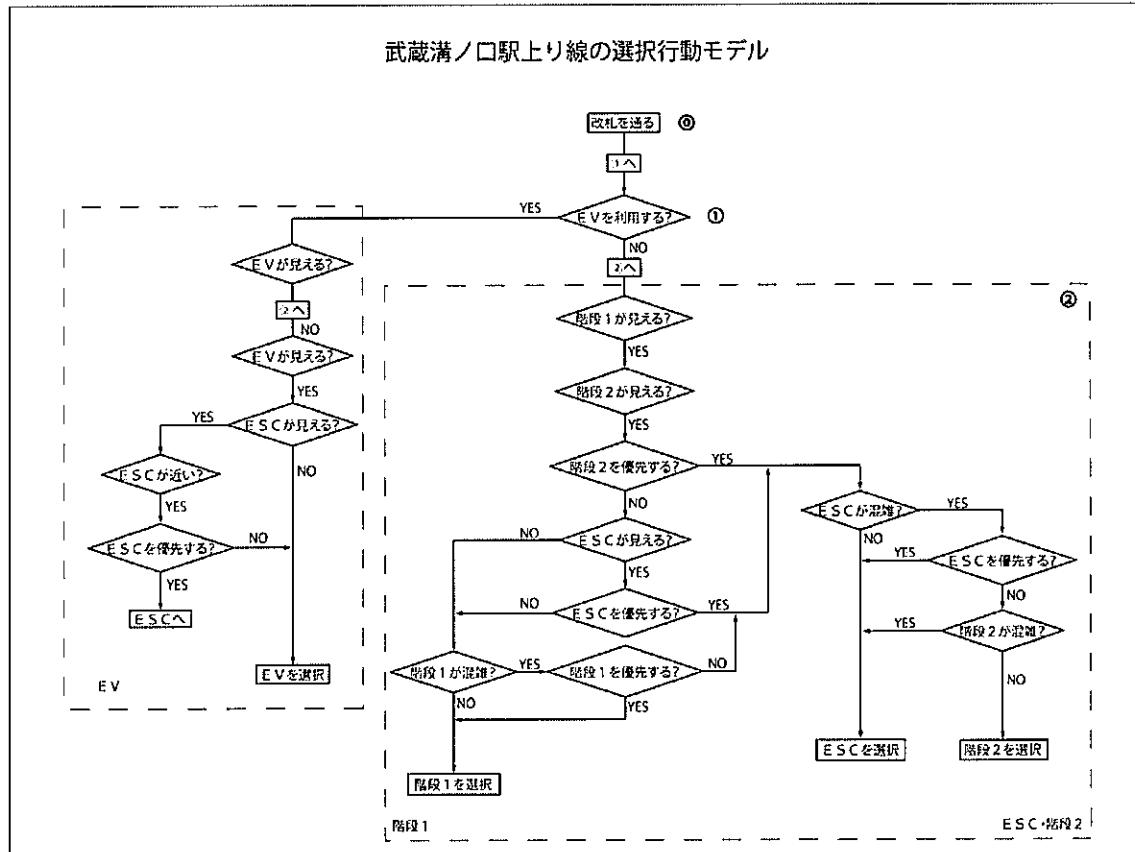


図 4-6. 武蔵溝ノ口駅上り線における歩行者の選択行動モデル

## (2) 下り線

①：改札入場。

階段、EVは見えるが、ESCはほとんど見えない。

①へ向かう。

①：改札通過。EVと他の垂直移動手段の選択分岐点。

EVが一番近い位置にあり、改札通過後すぐにEVを選択する状況になる。

②へ向かう。

②：EVを利用しなかった人が通過するポイント。階段とESCの選択分岐点。

ここまで来ても、ESCは完全には見えない。階段は歩行の向きを変えずに、一直線に利用できる。

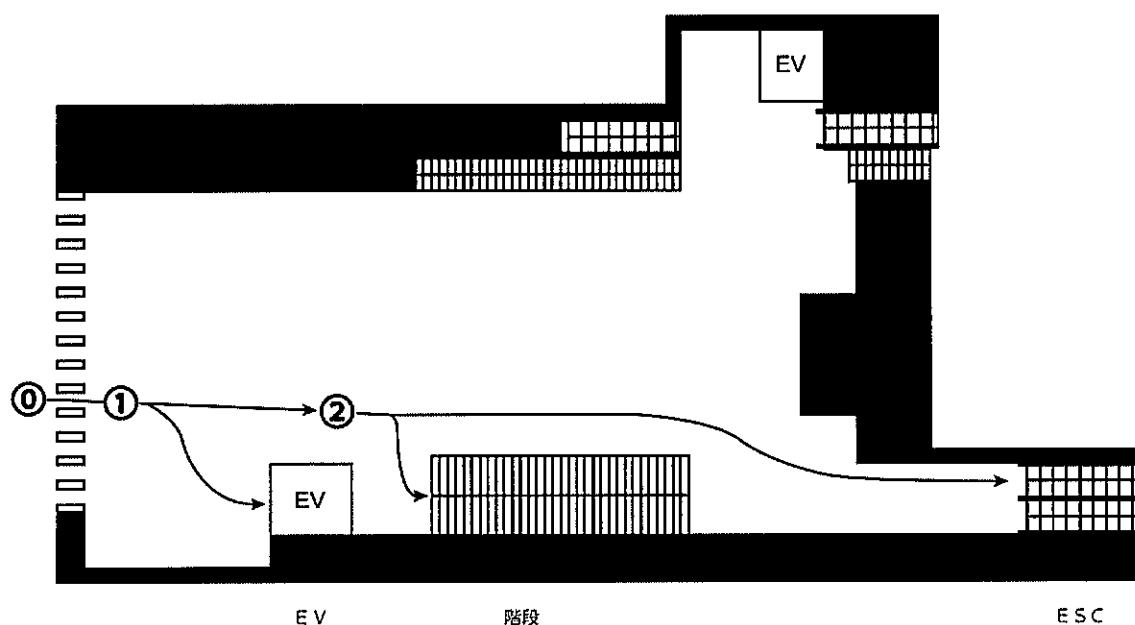


図4-7. 武藏溝ノ口駅下り線における歩行者の選択行動動線

武藏溝ノ口駅下り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

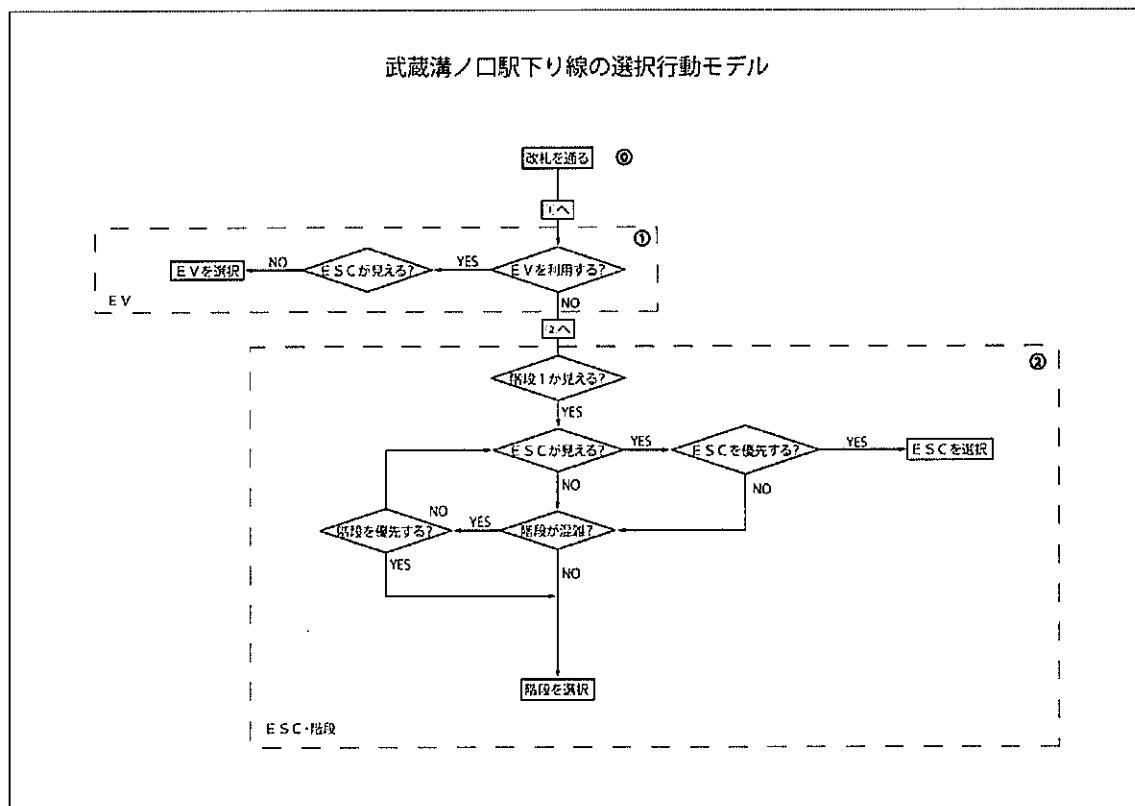


図4-8. 武藏溝ノ口駅下り線における歩行者の選択行動モデル

#### 4-1-3. 武蔵小杉駅

##### (1) 上り線

①：改札入場。

EVは見えず、ESC、階段は確認できる。

①へ向かう。

①：改札通過。

EVへの入口が見えるが、EV自身は確認できない。

階段が見えづらい位置にあるが、ESCはずっと見えている。

②へ向かう。

②：階段の入口付近での、各垂直移動手段の選択分岐点。

階段とESCは見えるが、EVは入口のみ見える。

EVを利用する人は、改札入場時に決めていることが多いが、EVは分かりづらい位置にあるため、EVを探したり、ESCに選択を変える可能性がある。

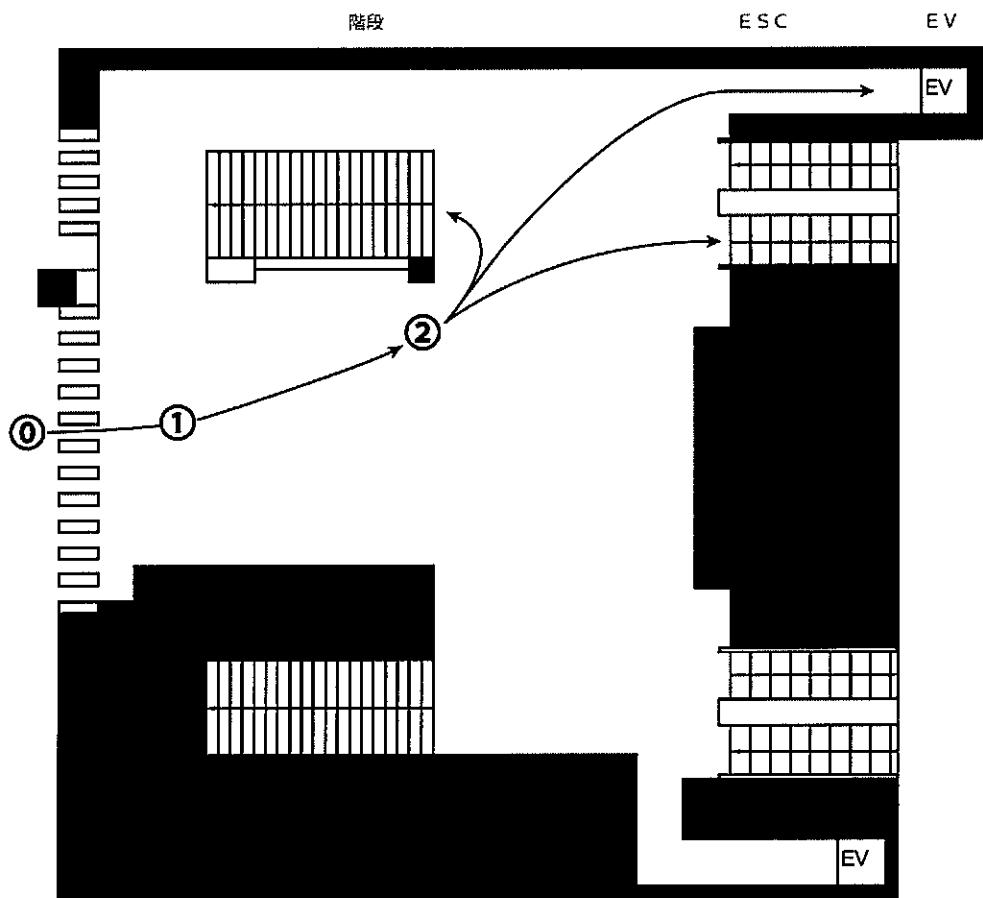


図4-9. 武蔵小杉駅上り線における歩行者の選択行動動線

武蔵小杉駅上り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

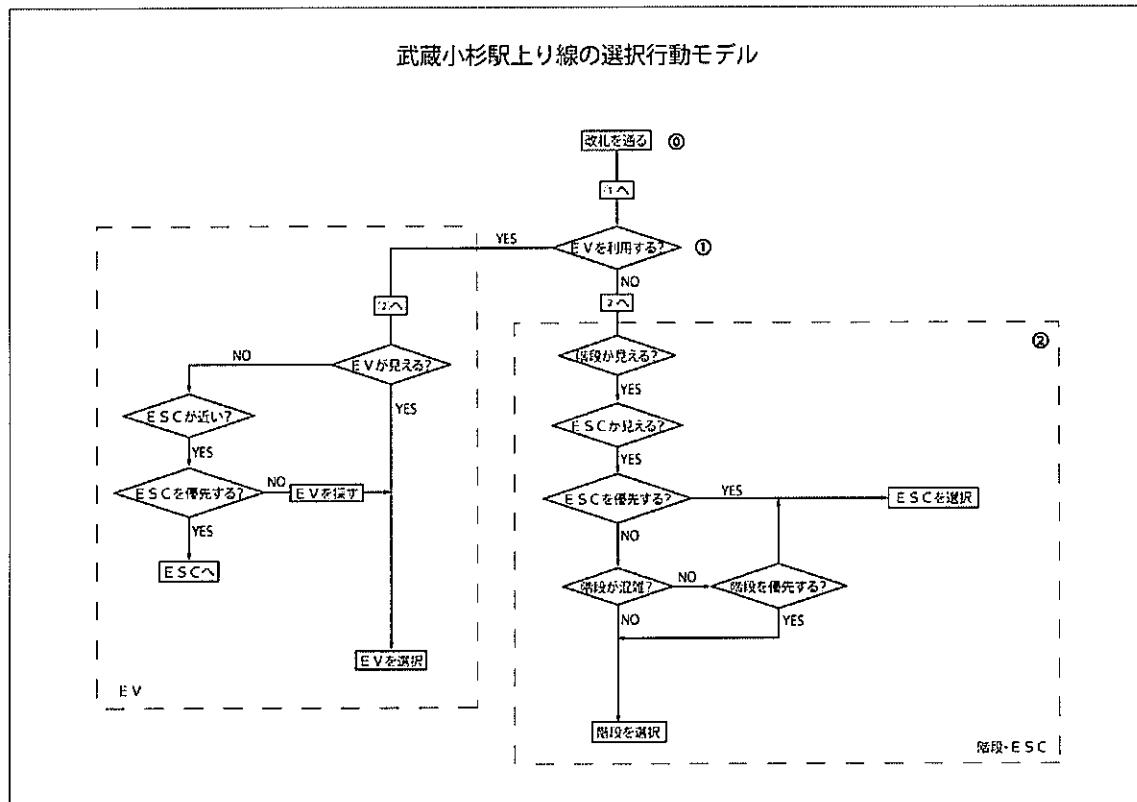


図4-10. 武蔵小杉駅上り線における歩行者の選択行動モデル

## (2) 下り線

①：改札入場。

この時点では、どの垂直移動手段も見えない。

①へ向かう。

①：改札通過。

このポイントで E S C が見えるようになる。階段と E V はまだ見えない。

②へ向かう。

②：各垂直移動手段の選択分岐点。

E V は、 E V への入口だけが見える状況で、 E V 自体は見えないため、 E V を探したり、 E S C に選択を変える可能性がある。

ここで階段が見えるようになる。また、 E S C はずっと見えている。

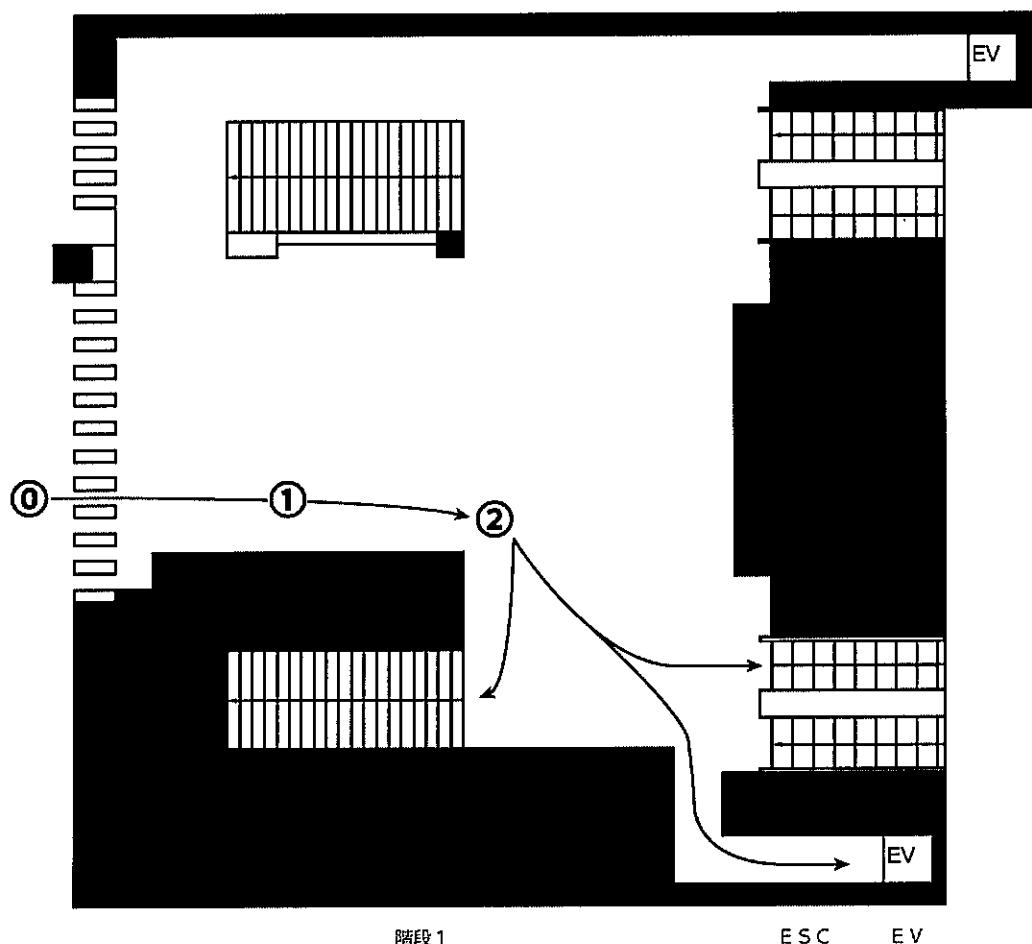


図 4-1-1. 武蔵小杉駅下り線における歩行者の選択行動動線

武蔵小杉駅下り線における、歩行者の選択行動のモデルは下図のようになる。

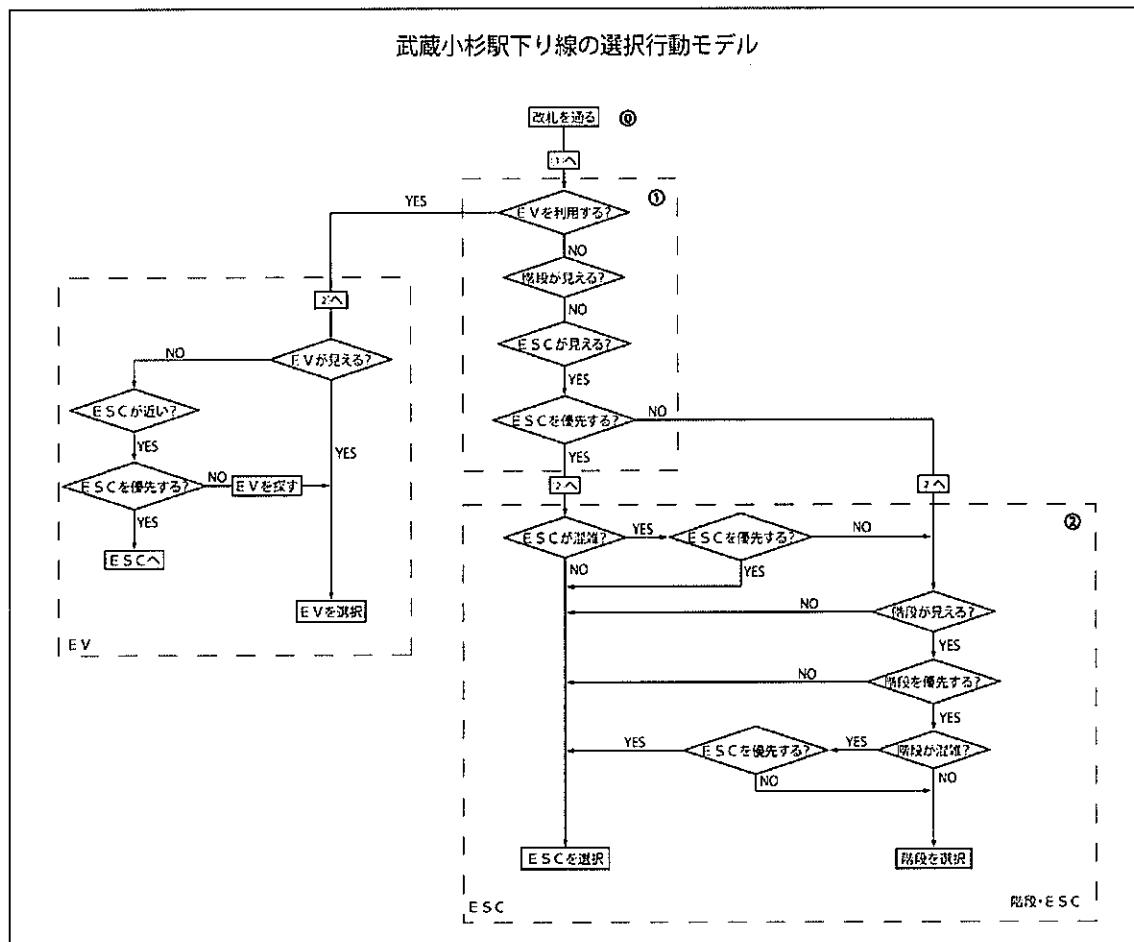


図4-12. 武蔵小杉駅下り線における歩行者の選択行動モデル

## 4-2. 歩行者シミュレータによる選択行動の再現

鉄道駅における選択行動のシミュレーションは、artisoc を使用して、そのモデリングとシミュレーションを行う。

また、シミュレーションは、登戸駅、武藏溝ノ口駅、武藏小杉駅の3駅の各上下線について行う。

### 4-2-1. artisoc の概要

artisoc は（株）構造計画研究所により開発された、マルチエージェントシミュレータである。人間同士の相互作用をコンピュータ上で再現することができ、ダイナミックに変化する社会現象を生きたまま分析できる。

マルチエージェントは、自らの価値基準に従って自分の行為を自由に選択できるような自律的なエージェントが多数共存する環境にあり、エージェント同士が相互依存関係にある。

※MAS コミュニティのサイトより引用 (<http://mas.kke.co.jp/>)

また、artisoc のシミュレーションの出力画面は下図のようになる。

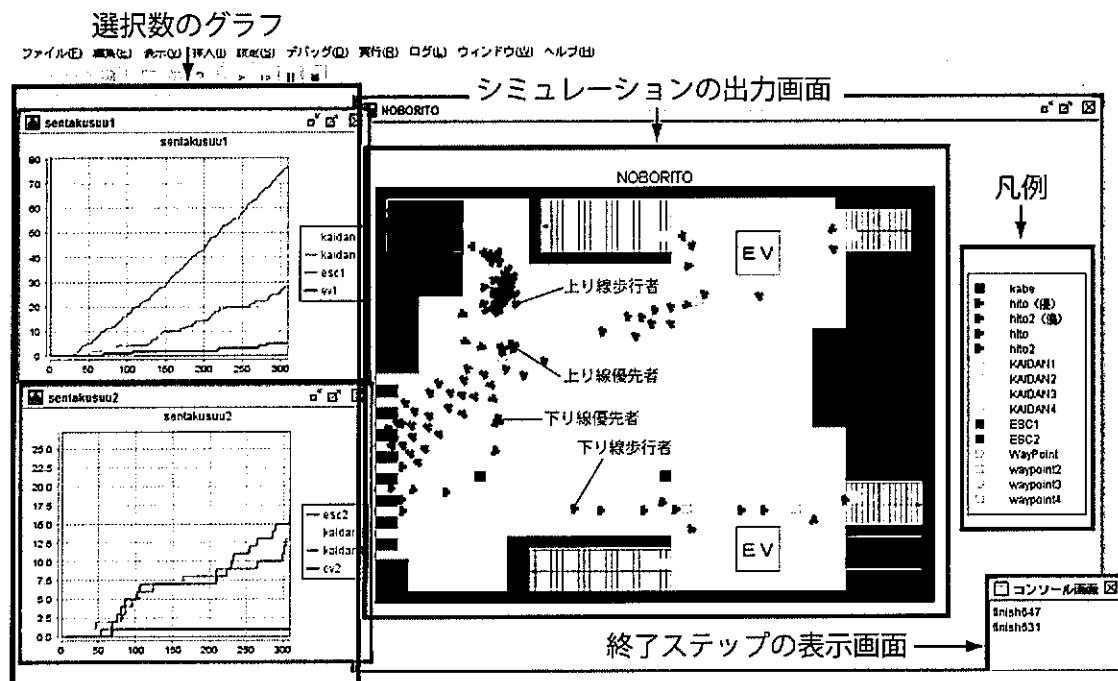


図4-13. artisoc の出力画面の例

#### 4-2-2. シミュレーションの構築

シミュレーション上の空間は、 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$  を1単位（1セル）として構成する。また空間の構成要素は、各垂直移動手段と、壁、改札とする。ここでは、柱は壁として扱う。

また、artisocでは、歩行者をエージェントと呼び、エージェントは空間に存在する。そのエージェントがプログラミングしたルールに従い、状況に応じて自己判断で行動を決める。その1回の行動を1stepとする。また、本研究では、3stepで現実の1秒間と設定した。

各垂直移動手段の選択数は、エージェントの垂直移動手段の選択時に常時カウントし、それをグラフに表示させる。

また、3駅のそれぞれの空間構成は次図の通りである。（図4-14、15、16）

- : 垂直移動手段
- : 壁（障害物）
- : 改札
- : waypoint（通過点）

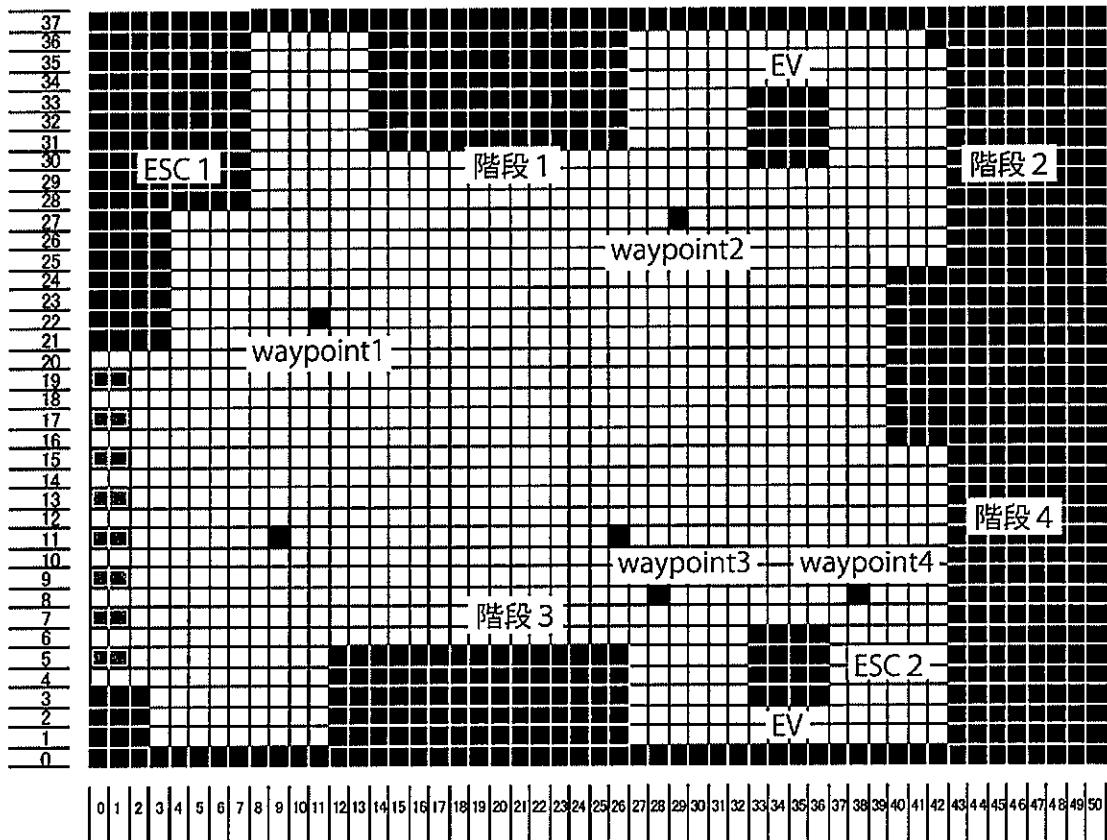


図4-14. 登戸駅の空間構成

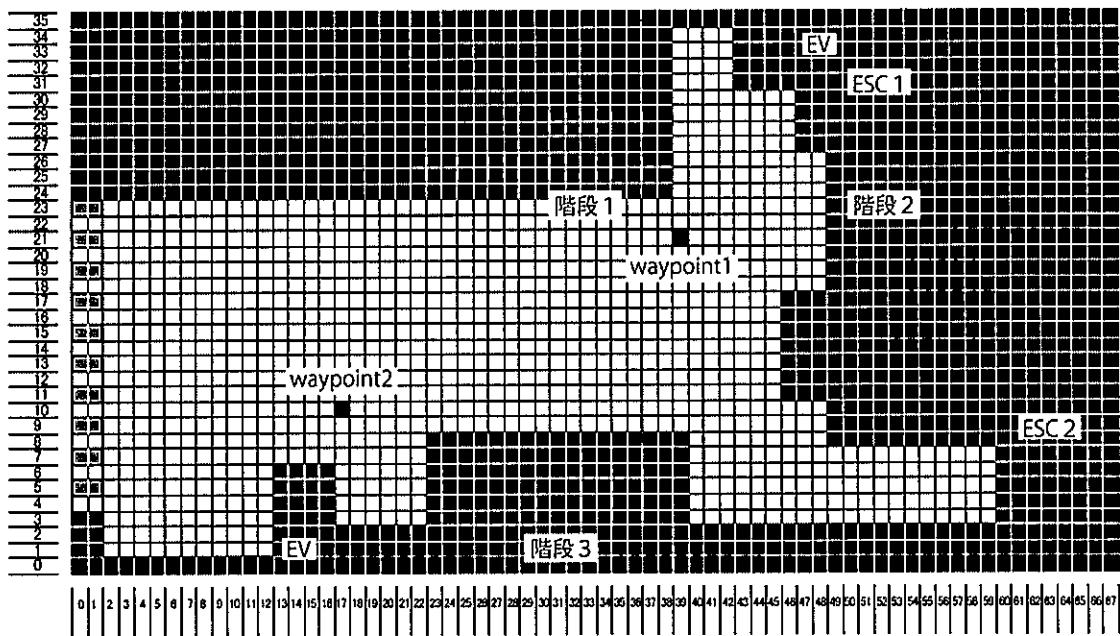


図4－15. 武藏溝ノ口駅の空間構成

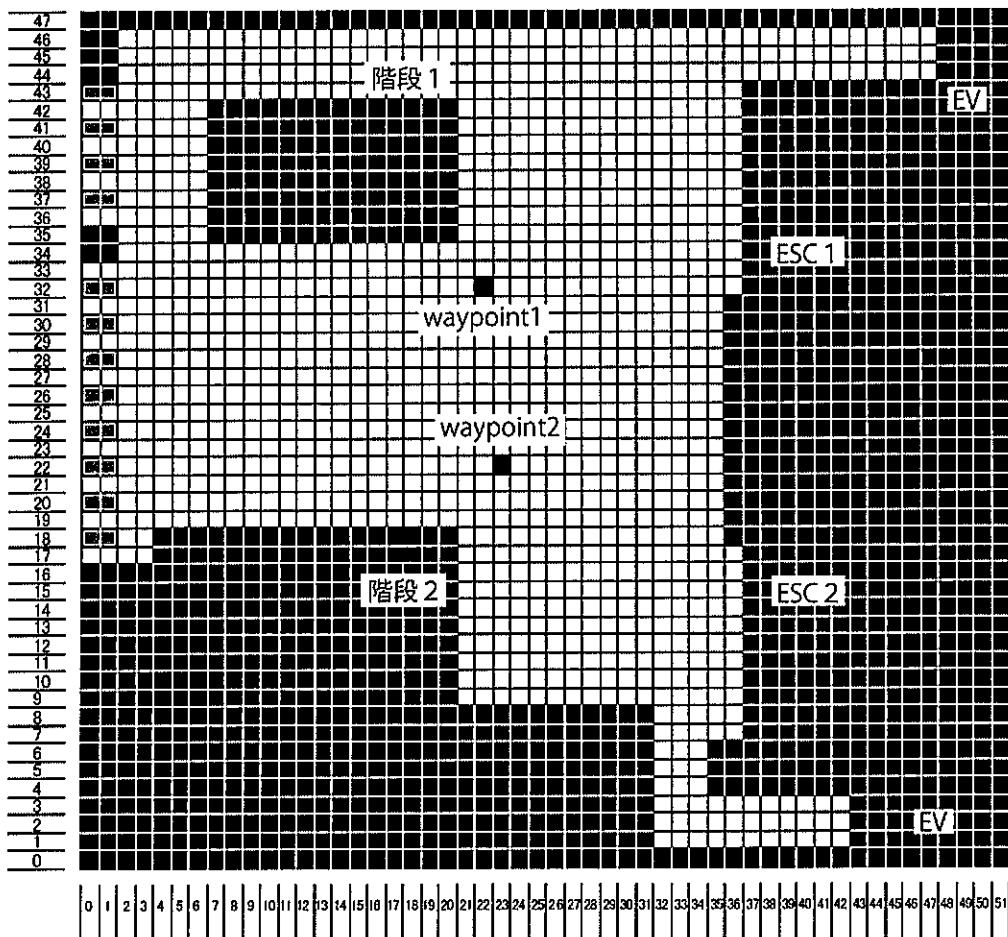


図4－16. 武藏小杉駅の空間構成

#### 4-2-3. 本シミュレーションの構成

本研究のシミュレーションでは、シミュレーション1とシミュレーション2とに分け、2段階でシミュレーションを行う。

シミュレーション1は、500stepまでに改札を通過したエージェントの選択行動をシミュレーションしたものである。500stepまでに改札を通過した全てのエージェントが垂直移動手段を選択し終わったときシミュレーションは終了し、その時点の選択率を見る。これは、すでに駅に入場していた人、その後に入場してくる人の再現はされていないため、連続的に起きている選択行動を断片化したシミュレーションである。シミュレーション1は、その選択行動の断片を読み取り、現象の一部を再現することで、現象の全体像を捉えるためのものである。現実には、その500stepは重なりながら連続的に起きているものであるが、シミュレーション1では、その1つの起点から終点までを抜き取り、再現したものである。そのため、これにより断片的に捉えることが出来た現象を、連続的に扱った場合のシミュレーションを行う必要がある。

そこでシミュレーション2では、シミュレーションを終了させずに、その中から180step～270stepまでの90stepを抜き取り、その90stepにおける選択率を見る。90step（現実の30秒）とは、駅利用者が垂直移動手段を選択するまでに要する最も遅い時間であり、選択行動の1サイクルと予想できるため設定したものである。シミュレーション2を行うことで、空間に歩行者がいないという状況は生まれないため、シミュレーション1では考慮されていない、すでに入場していた人とその後に入場してくる人の再現ができると考えられ、選択行動を連続的な現象として考察する。

現実とシミュレーションとの比較は表4-1の通りである。

表4-1. シミュレーションと現実との比較

	シミュレーション1	シミュレーション2	現実
時間軸	3step	3step	1秒
選択率測定時間	500step(167秒)	90step(30秒)	30分(5400step)
現象	断片的	連続的	連続的
歩行者の発生率	一定	一定	一定

#### 4-2-4. 歩行者の行動ルール

歩行者は基本的に次図のように行動する。(図4-17、18)

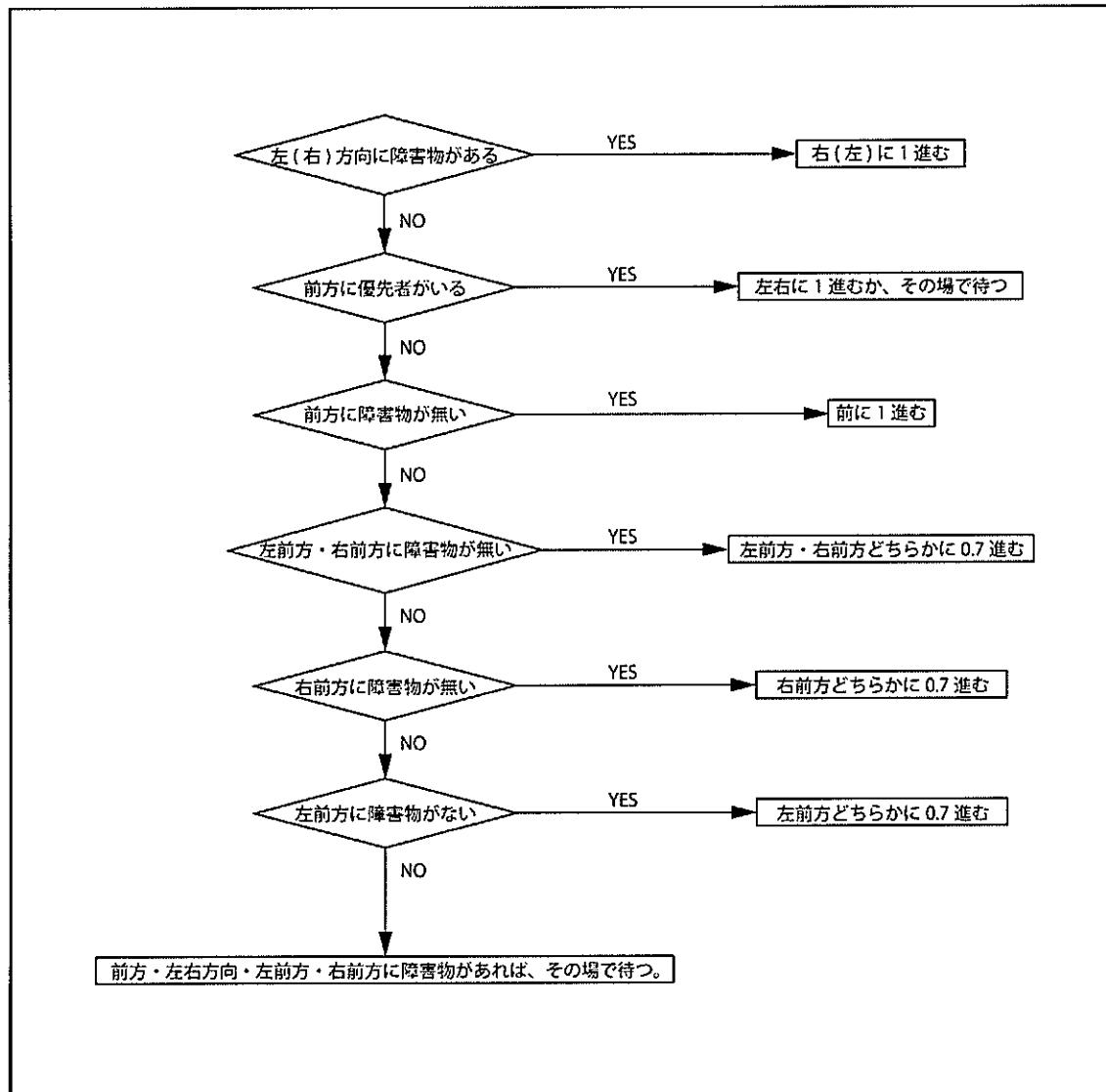


図4-17. 歩行者の行動の基本ルール

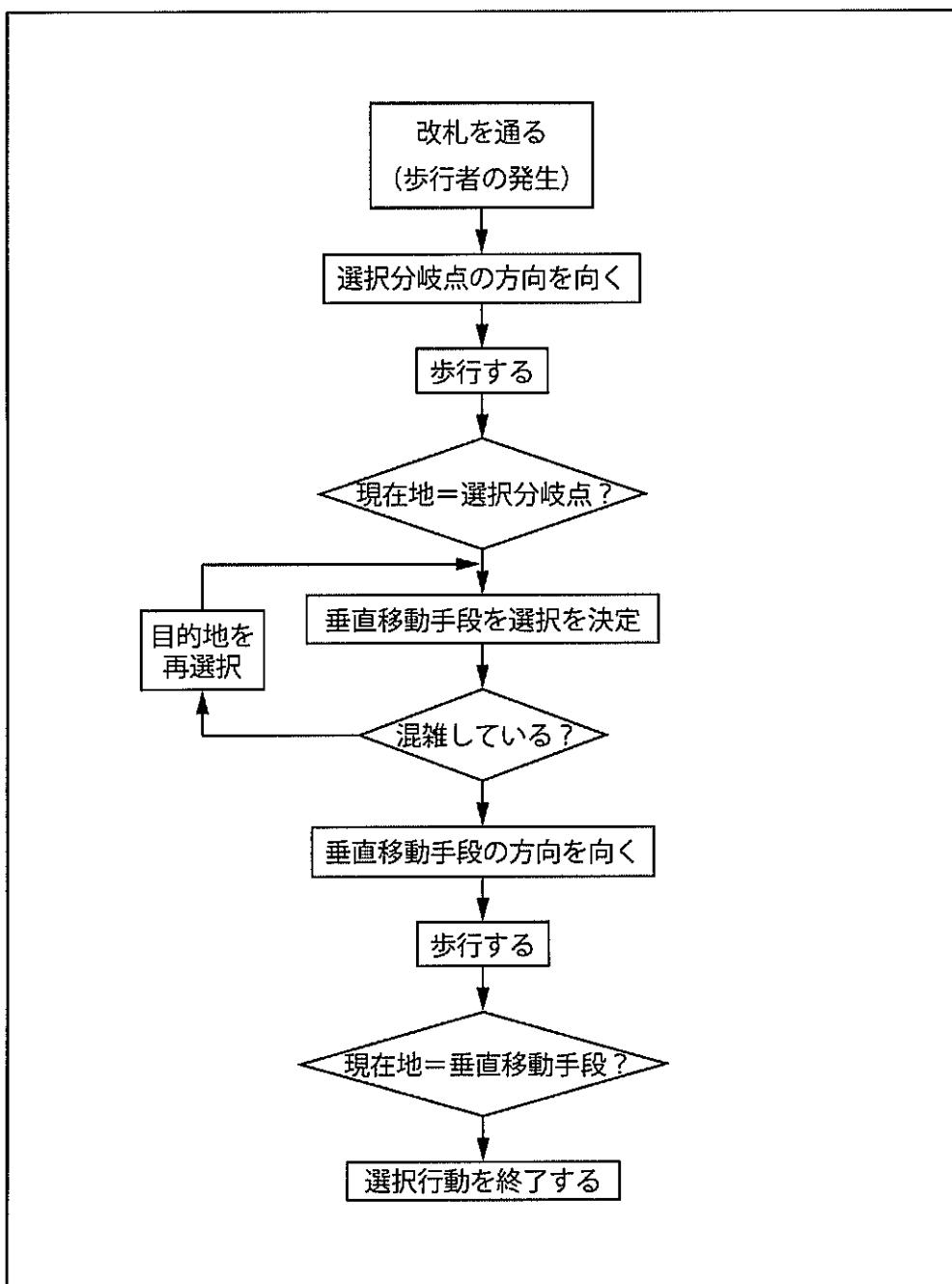


図4-18. 歩行者の基本行動モデル

また、歩行者に与えるパラメータは、基本的に以下の4種類とした。

a、発生率

改札に歩行者を発生させる確率を決めるパラメータ。

数値は0～1までの値を取り、発生率が0であれば、歩行者は発生せず、発生率が1であれば、毎ステップに1人を発生させる。

(例：発生率  $0.5 \times 500\text{step}$  で、250人の歩行者が発生)

b、分岐選択率

選択分岐点における、垂直移動手段の選択割合を決めるパラメータ。

数値は0～100までの値を取り、優先度が0であれば、その垂直移動手段は選択されず、優先度が100であれば、その垂直移動手段を全ての歩行者が選択する。

c、混雑回避度

歩行者が選択をするときに、抵抗値となるパラメータである。これは、降車客の影響を考え、測定していない降車客の数を、仮想的に数値化して捉えたものである。

数値は1～20までの値を取り、選択分岐点において、選択しようとする垂直移動手段の周辺が混雑しているとき、歩行者が選択を変えるときの混雑人数を決めるパラメータ。

d、ESC選択加速度

ESC選択加速度とは、選択の分岐点でESCの選択を優先する確率である。

その値が正であるときは、ESCを優先しなかった歩行者の中で、ESCが利用しやすかったため、ESCが選択の優先となるときの確率を示す。また、その値が負であるときは、ESCを優先したが、ESCが利用しづらかったため、ESCが選択の優先でなくなるときの確率を示す。

数値は-100～100までの値を取り、ESC認知度が100であれば、全ての歩行者がESCを選択し、-100であれば、歩行者はESCを選択しない。

次に、3駅における、それぞれの歩行者のルールを示す。

### (1) 登戸駅上り線

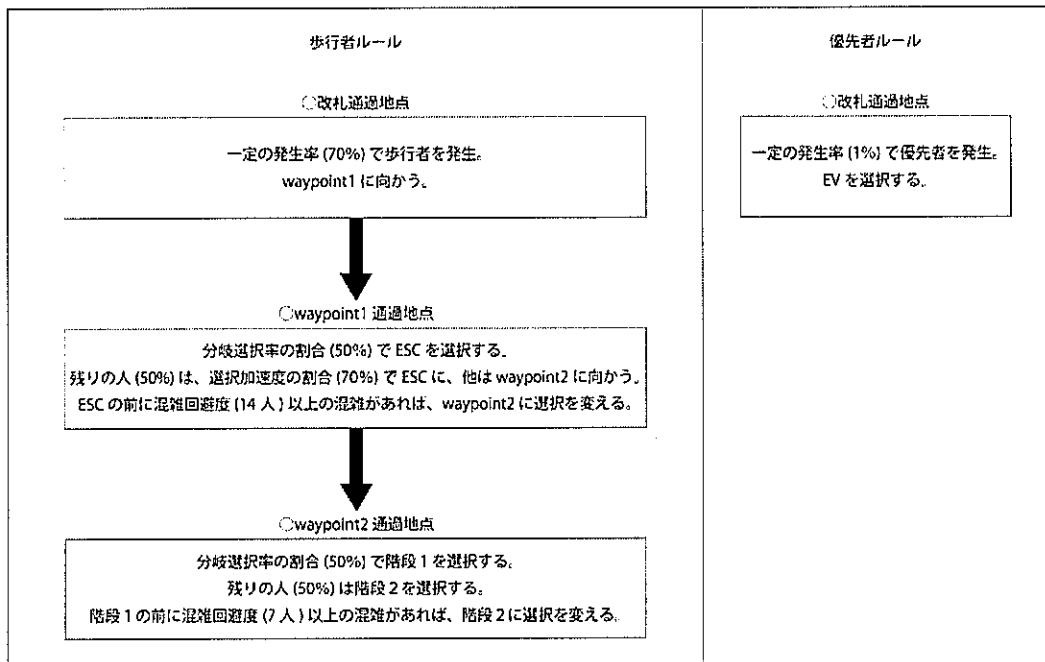


図4-19. 登戸駅上り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の6つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint1、waypoint2 地点での分岐の割合
- 4、ESC選択加速度：ESCの利用のしやすさで上がる ESC の優先度の割合
- 5、ESC混雑回避度：waypoint1 時点で、歩行者が選択を変える ESC の混雑度合い
- 6、階段1混雑回避度：waypoint2 時点で、歩行者が選択を変える階段1の混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表4-2. 登戸駅上り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段1混雑回避度
パラメータ設定値	0.7	0.01	50	70	14	7

## (2) 登戸駅下り線

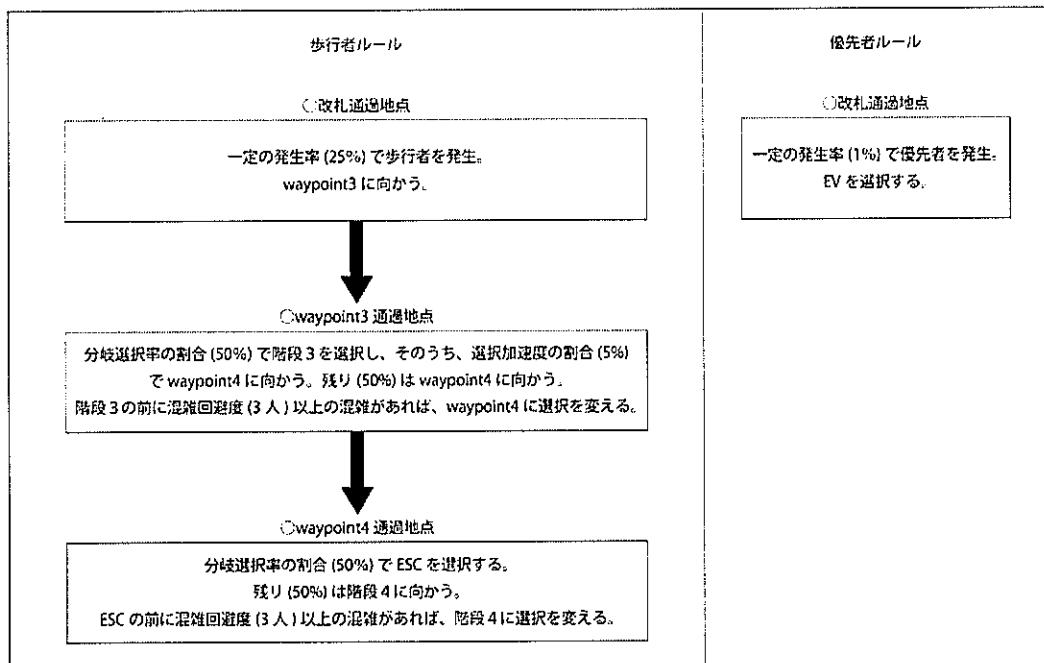


図4-20. 登戸駅下り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の6つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint3、waypoint4 地点での分岐の割合
- 4、階段3混雑回避度：waypoint3 時点で、歩行者が選択を変える階段3の混雑度合い
- 5、ESC選択加速度：ESCの利用のしやすさで上がるESCの優先度の割合
- 6、ESC混雑回避度：waypoint4 時点で、歩行者が選択を変えるESCの混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表4-3. 登戸駅下り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段3混雑回避度
パラメータ設定値	0.25	0.0025	50	5	5	3

### (3) 武藏溝ノ口駅上り線

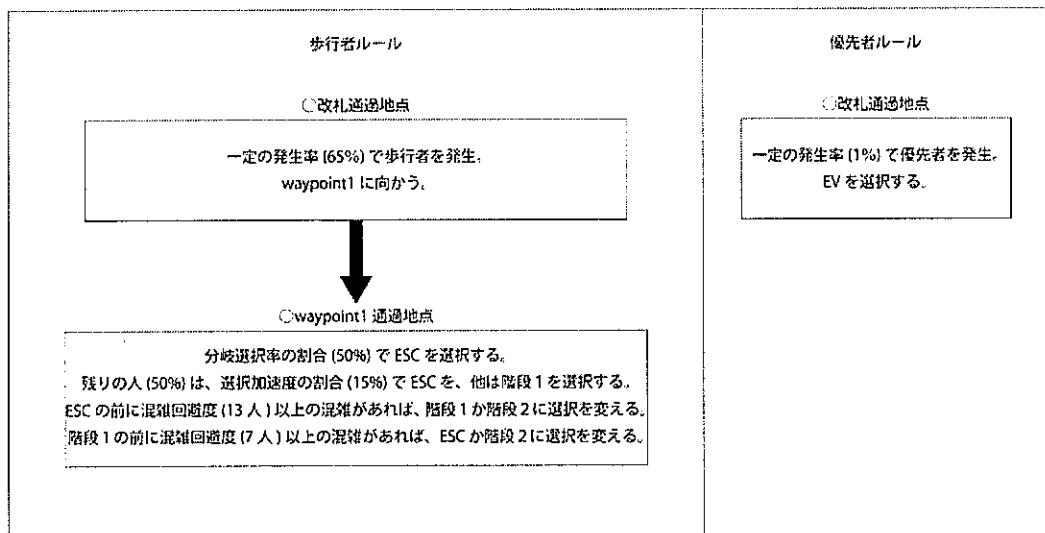


図4-21. 武藏溝ノ口駅上り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の6つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint1 地点での分岐の割合
- 4、ESC選択加速度：ESCの利用のしやすさで上がる ESC の優先度の割合
- 5、ESC混雑回避度：waypoint1 時点での、歩行者が選択を変える ESC の混雑度合い
- 6、階段1混雑回避度：waypoint1 時点で、歩行者が選択を変える階段1の混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表4-4. 武藏溝ノ口駅上り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段1混雑回避度
パラメータ設定値	0.65	0.01	50	15	13	7

#### (4) 武藏溝ノ口駅下り線

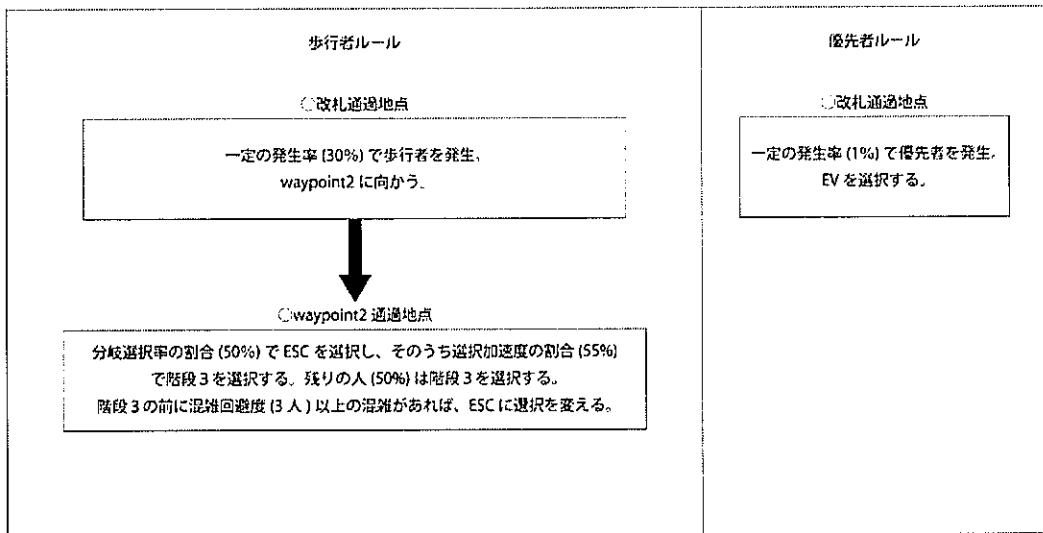


図4－22. 武藏溝ノ口駅下り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の5つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint1 地点での分岐の割合
- 4、ESC選択加速度：ESCの利用のしくにくさで下がる ESC の優先度の割合
- 5、階段3混雑回避度：waypoint2 時点での、歩行者が選択を変える階段3の混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表4－5. 武藏溝ノ口駅下り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	階段3混雑回避度
パラメータ設定値	0.3	0.005	50	-55	3

(5) 武藏小杉駅上り線

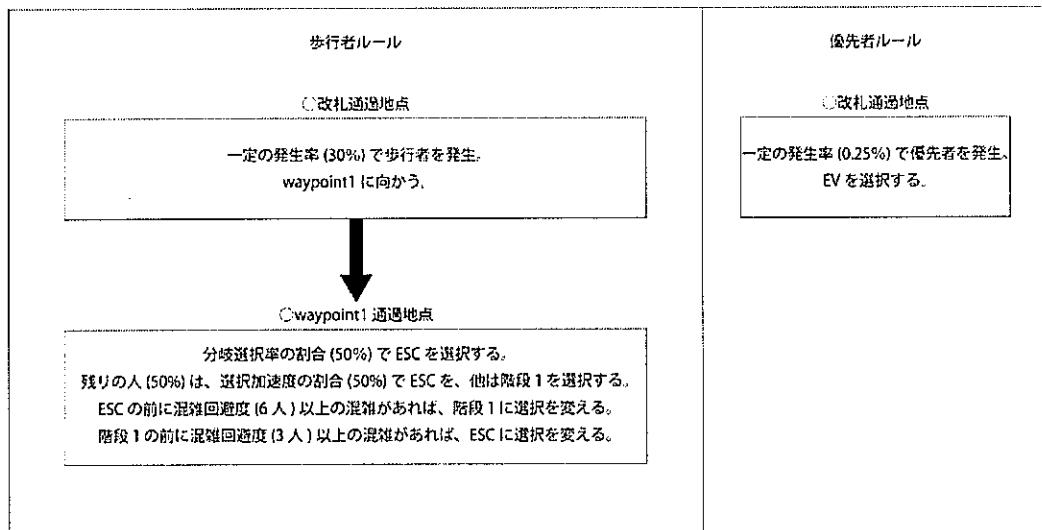


図4-23. 武藏小杉駅上り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の6つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint1 地点での分岐の割合
- 4、ESC選択加速度：ESCの利用のしやすさで上がる ESC の優先度の割合
- 5、ESC混雑回避度：waypoint1 時点での、歩行者が選択を変える ESC の混雑度合い
- 6、階段1混雑回避度：waypoint1 時点で、歩行者が選択を変える 階段1 の混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表4-6. 武藏小杉駅上り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段1混雑回避度
パラメータ設定値	0.3	0.0025	50	50	6	3

## (6) 武藏小杉駅下り線

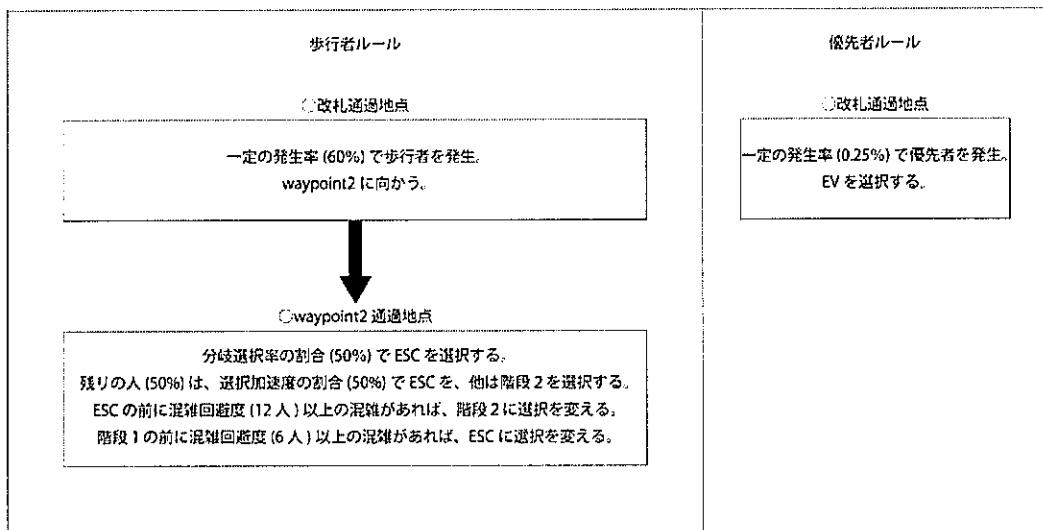


図 4-2-4. 武藏小杉駅下り線利用者の選択行動ルール

歩行者の行動のパラメータは次の6つを設定した。

- 1、歩行者発生率：歩行者の発生数を決めるパラメータ
- 2、優先者発生率：優先者の発生数を決めるパラメータ
- 3、分岐選択率：waypoint2 地点での分岐の割合
- 4、ESC選択加速度：ESCの利用のしやすさで上がる ESC の優先度の割合
- 5、ESC混雑回避度：waypoint2 時点での、歩行者が選択を変える ESC の混雑度合い
- 6、階段2混雑回避度：waypoint2 時点で、歩行者が選択を変える階段2の混雑度合い

設定値は次表のように設定した。

表 4-7. 武藏小杉駅下り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段2混雑回避度
パラメータ設定値	0.6	0.0025	50	50	12	6

### 4-3. シミュレーション1の結果と考察

#### 4-3-1. シミュレーション結果

3駅のシミュレーション1の結果を示す。  
結果の数値は、シミュレーションを5回繰り返し、その平均値を取ったものであり、シミュレーションの様子は、20step毎の出力画面である。

### (1) 登戸駅

登戸駅のシミュレーション結果は以下の通りである。()内は実測値であり、シミュレーション値とは概ね一致している。

表4-8. 登戸駅上り線のシミュレーション結果1

番号	ESC選択率	階段1選択率	EV選択率	階段2選択率	合計
1	202	70	6	66	344
2	160	76	3	98	337
3	197	85	10	74	366
4	156	91	6	80	333
5	173	88	7	88	356
合計	888	410	32	406	1736
割合	51%	24%	2%	23%	

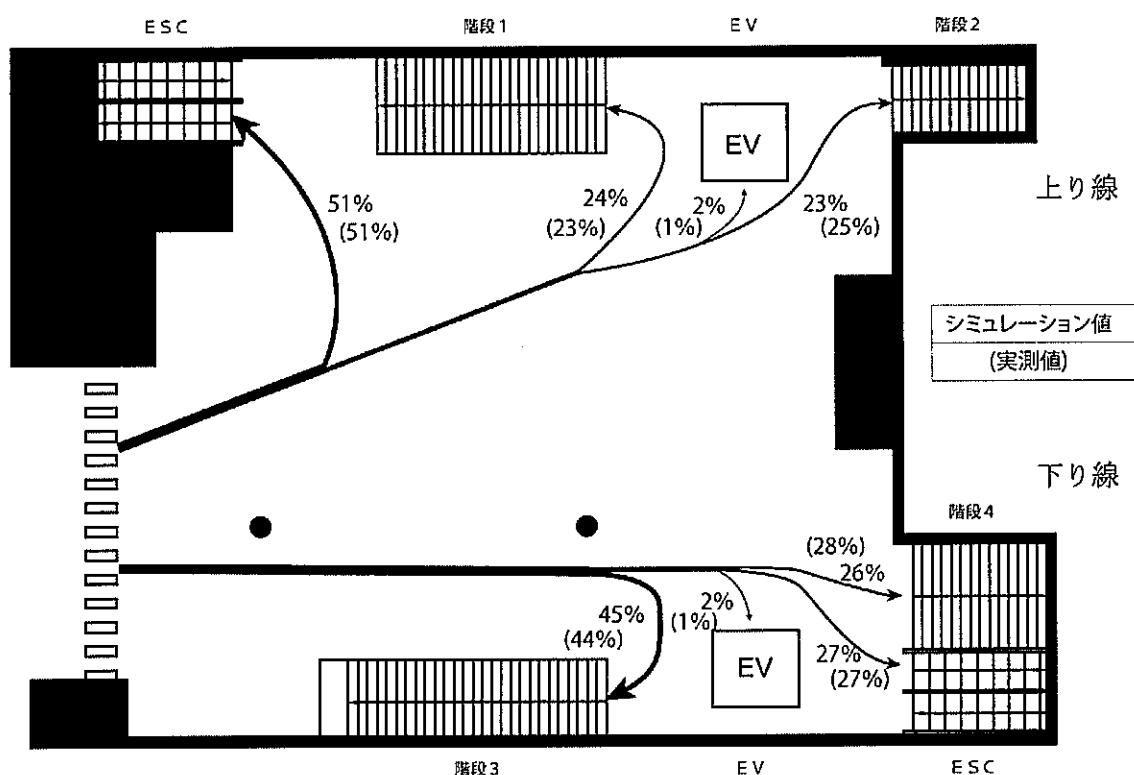


図4-25. 登戸駅のシミュレーション結果1

表4-9. 登戸駅下り線のシミュレーション結果1

番号	階段3選択率	EV選択率	階段4選択率	ESC選択率	合計
1	55	1	24	34	114
2	63	4	24	32	123
3	46	1	31	32	110
4	45	2	30	22	99
5	48	2	36	35	121
合計	257	10	145	155	567
割合	45%	2%	26%	27%	



図4-26. 登戸駅のシミュレーション1出力結果一覧

## (2) 武藏溝ノ口駅

武藏溝ノ口駅のシミュレーション結果は以下の通りである。()内は実測値であり、シミュレーション値とは概ね一致している。

表4-10. 武藏溝ノ口駅上り線のシミュレーション結果1

シミュレーション結果	番号	階段1選択率	階段2選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	153	7	185	6	351
	2	159	18	182	4	363
	3	131	9	171	13	324
	4	131	12	162	5	310
	5	150	10	176	5	341
	合計	724	56	876	33	1689
	割合	43%	3%	52%	2%	

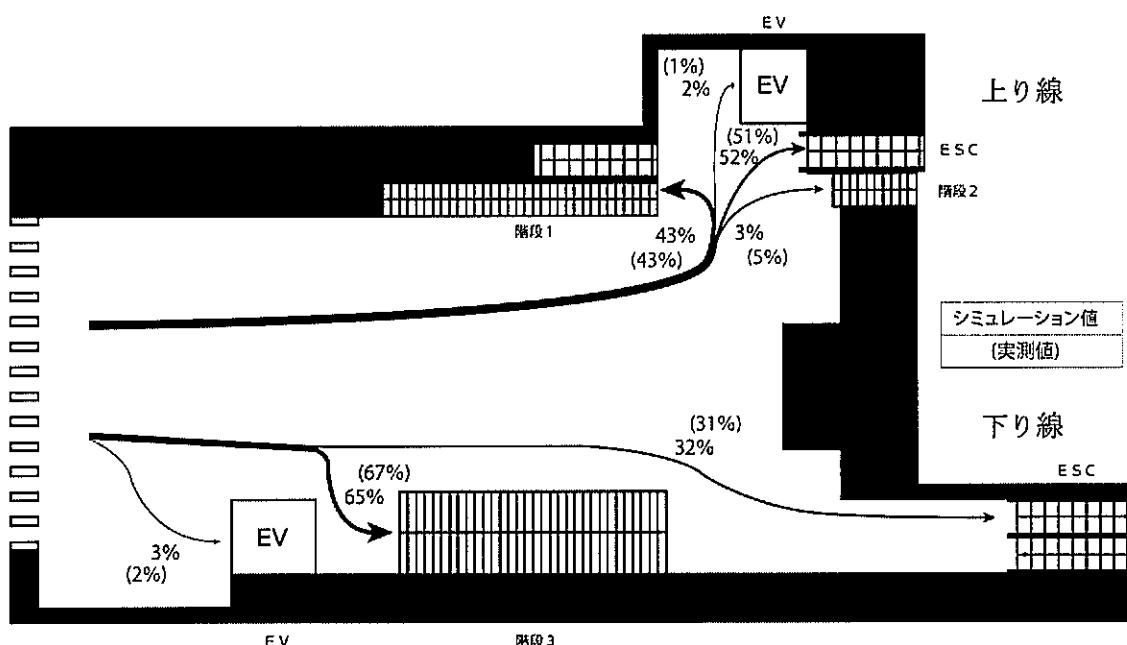


図4-27. 武藏溝ノ口駅のシミュレーション結果1

表4-11. 武藏溝ノ口駅下り線のシミュレーション結果1

シミュレーション結果	番号	EV選択率	階段3選択率	ESC選択率	合計
	1	3	92	37	132
	2	4	105	62	171
	3	5	99	48	152
	4	7	95	40	142
	5	2	93	53	148
	合計	21	484	240	745
	割合	3%	65%	32%	



図4-28. 武蔵溝ノ口駅のシミュレーション1出力結果一覧

### (3) 武藏小杉駅

武藏小杉駅のシミュレーション結果は以下の通りである。()内は実測値であり、シミュレーション値とは概ね一致している。

表4-12. 武藏小杉駅上り線のシミュレーション結果1

シミュレーション結果	番号	階段1選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	45	103	2	150
	2	32	100	3	135
	3	39	110	2	151
	4	38	99	2	139
	5	30	107	1	138
	合計	184	519	10	713
割合					
26%					
73%					
1%					

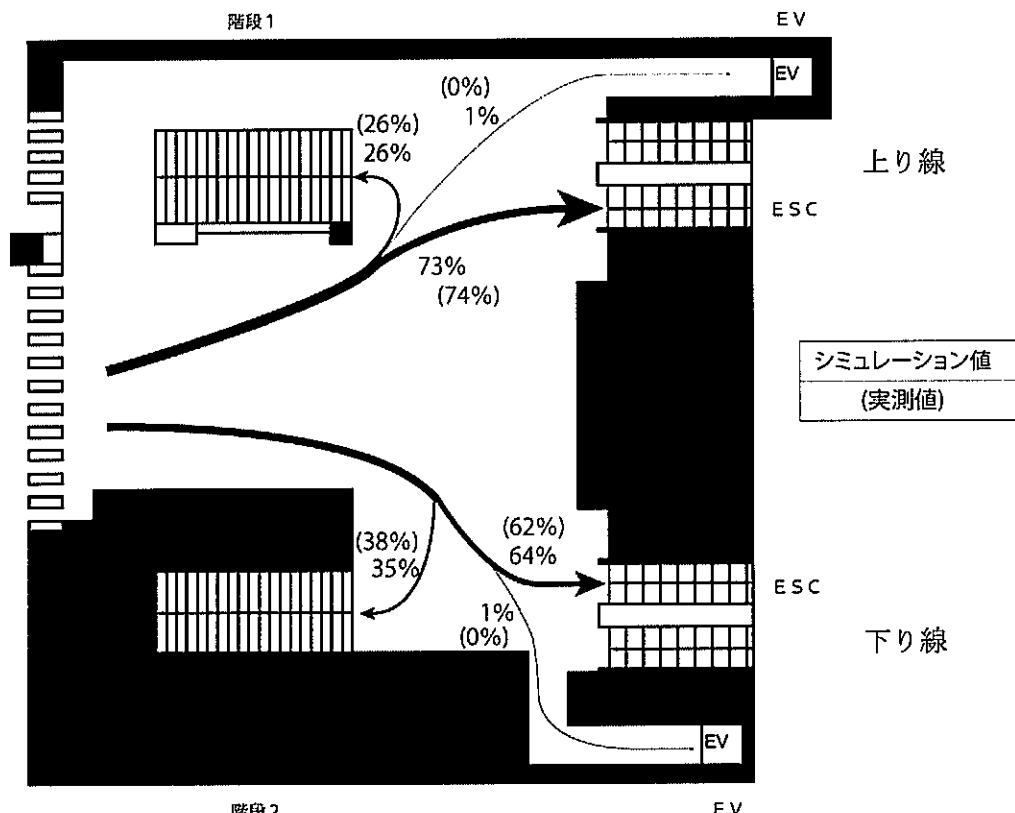


図4-29. 武藏小杉駅のシミュレーション結果1

表4-13. 武藏小杉駅下り線のシミュレーション結果1

シミュレーション結果	番号	階段2選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	94	193	5	292
	2	95	178	5	278
	3	103	200	1	304
	4	100	201	4	305
	5	122	187	1	310
	合計	514	959	16	1489
割合					
35%					
64%					
1%					

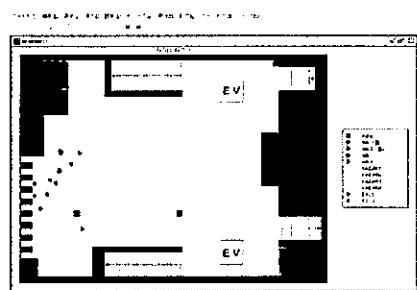


図4-30. 武藏小杉駅のシミュレーション1出力結果一覧

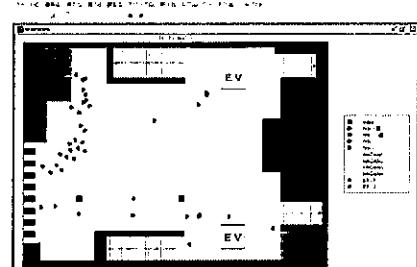
#### 4-3-2. シミュレーション結果の考察

##### (1) 登戸駅上り線

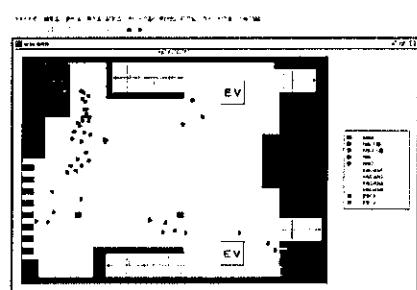
青色の歩行者が上り線の利用者である。



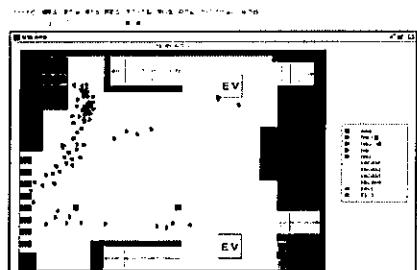
左図は、歩行者が発生してから 10 step 目の様子である。  
歩行者は 1 step 内で 70 % の確率で発生する。  
優先者は 1 % の確率で発生する。



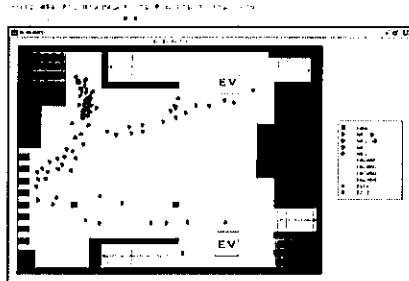
60 step 目の様子である。  
ESC はまだ混雑していないため、多くの歩行者が ESC を選択している様子が分かる。  
ESC の優先度は 50 % で、ESC 選択加速度は 70 である。



100 step 目の様子である。  
ESC が混雑し始めたことが分かる。  
ESC 周辺に 14 人以上の混雑があれば、歩行者は ESC を回避する。



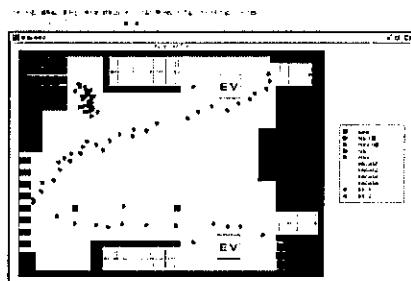
220 step 目の様子である。  
ESC がかなり混雑している様子が分かる。



260step 目の様子である。

ESC が混雑しているため、階段に選択を変えている歩行者が多くなってきたと考えられる。

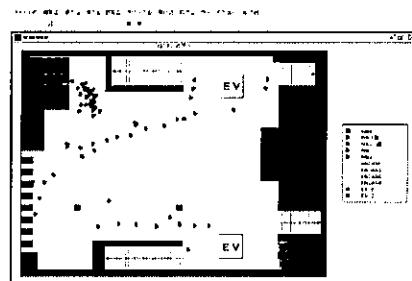
階段 1 と階段 2 の選択分岐の割合は 50% である。



400step 目の様子である。

ESC が混雑しているため、ほとんどの歩行者が階段を選択する様子が分かる。

階段 1 の周辺に 7 人以上の混雑があれば、歩行者は階段 1 を回避し、階段 2 を選択する。

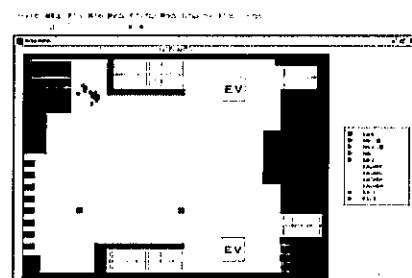


500step 目の様子である。

500step 目で歩行者の発生は終了する。

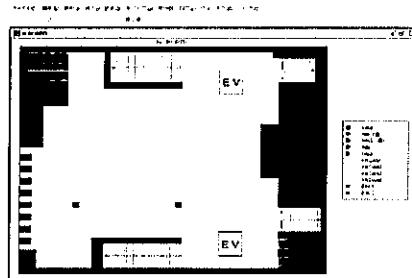
歩行者は 500step × 70% で、約 350 人程度が発生する。

優先者は 500step × 1 % で、約 5 人程度が発生する。



580step 目の様子である。

ESC が混雑していたので、ESC を選択した歩行者が渋滞でまだ残っている。

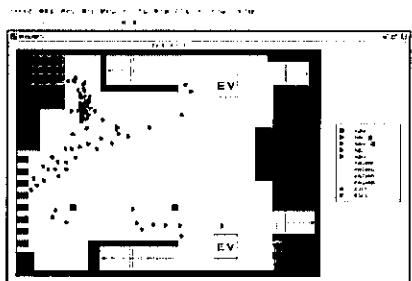


623step 目の様子である。

歩行者が空間にいなくなったので、シミュレーションはここで終了する。

## (2) 登戸駅下り線

赤色の歩行者が下り線の利用者である。

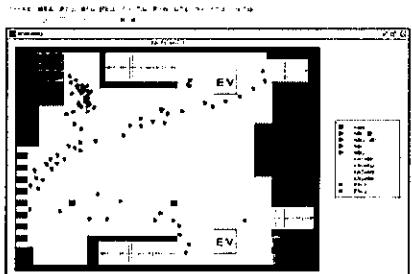


240 step 目の様子である。

下りは利用者が少ないため、どの垂直移動手段もほとんど混雑しない。

歩行者は 1 step 内で 25% の確率で発生する。

優先者は 0.25% の確率で発生する。

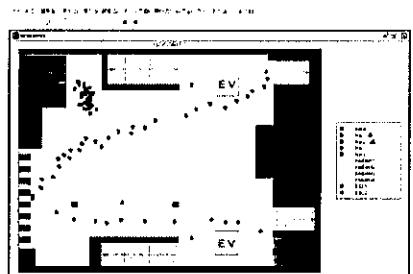


380 step 目の様子である。

階段 3 が少し混雑するときもあるが、その数は少なく、全体として下りは閑散としている。

階段 3 の優先度は 50% で、階段 3 の周辺に 3 人以上の混雑があれば、歩行者は階段 3 を回避する。

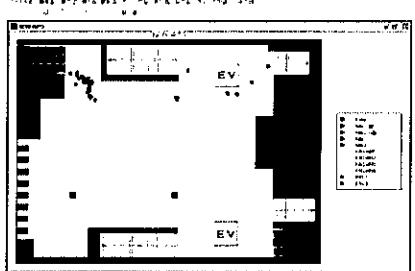
また、ESC 選択加速度は 5 である。



400 step 目の様子である。

階段 4 と ESC の選択分岐の割合は 50% ずつで、ESC 選択加速度は 5 である。

また、ESC 前方に 5 人以上の混雑があれば、歩行者は ESC を回避し、階段 4 を選択する。



540 step 目の様子である。

上り線には歩行者がまだいるが、下り線の歩行者は全て垂直移動手段に到達した。

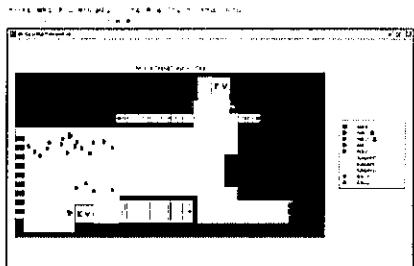
また、500step 目で歩行者の発生は終了する。

歩行者は 500step × 25% で、約 125 人程度が発生する。

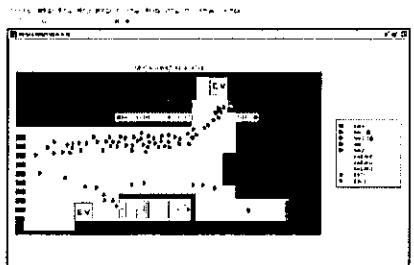
優先者は 500step × 0.25% で、約 1 人程度が発生する。

### (3) 武藏溝ノ口駅上り線

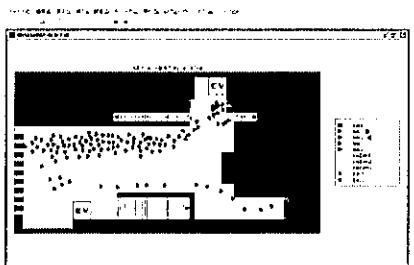
青色の歩行者が上り線の利用者である。



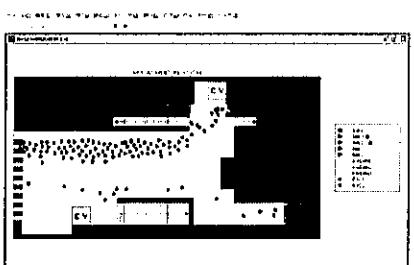
左図は、歩行者が発生してから 20 step 目の様子である。  
歩行者は 1 step 内で 65 % の確率で発生する。  
優先者は 1 % の確率で発生する。



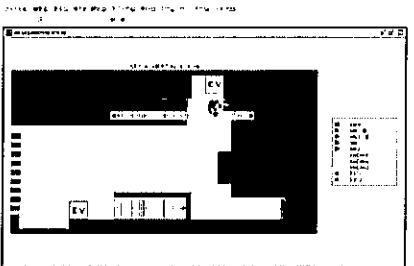
180 step 目の様子である。  
上り線では混雑が始まる様子が分かる。  
ESC と階段 1 の選択分岐の割合は 50 % で、ESC 選択加速度は 15 である。



460 step 目の様子である。  
かなり混雑している様子が分かる。  
ESC の周辺に 13 人以上の混雑があれば、歩行者は ESC を回避し、階段 1 の周辺に 7 人以上の混雑があれば、歩行者は階段 1 を回避する。



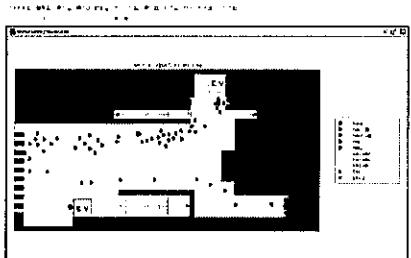
500 step 目の様子である。  
500step 目で歩行者の発生は終了する。  
歩行者は 500step × 65 % で、約 325 人程度が発生する。  
優先者は 500step × 1 % で、約 5 人程度が発生する。



700 step 目の様子である。  
ESC が渋滞しているため、ESC 選択者が残っている。この歩行者の選択行動が終了した時、シミュレーションを終了する。

#### (4) 武藏溝ノ口駅下り線

赤色の歩行者が下り線の利用者である。

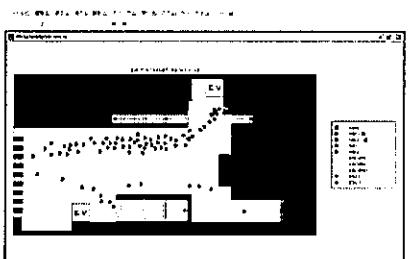


100 step 目の様子である。

下りは利用者が少ないため、どの垂直移動手段もほとんど混雑しない。

歩行者は 1 step 内で 30% の確率で発生する。

優先者は 0.5% の確率で発生する。

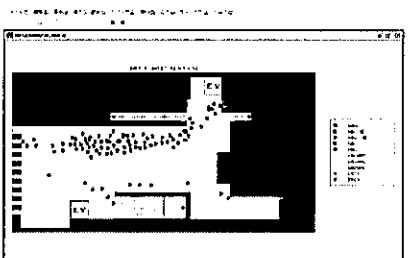


180 step 目の様子である。

階段 3 が少し混雑するときもあるが、その数は少なく、全体として下りは閑散としている。

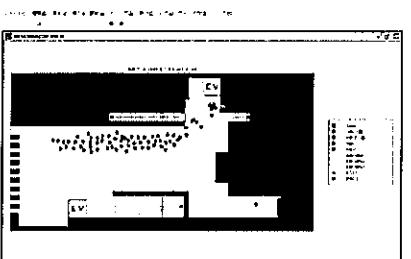
階段と ESC の選択分岐の割合は 50% ずつである。

また、ESC 選択加速度は -55% である。



380 step 目の様子である。

階段 3 の周辺に 3 人以上の混雑があれば、歩行者は階段 3 を回避し、ESC を選択する。



560 step 目の様子である。

上り線には歩行者がまだいるが、下り線の歩行者は全て垂直移動手段に到達した。

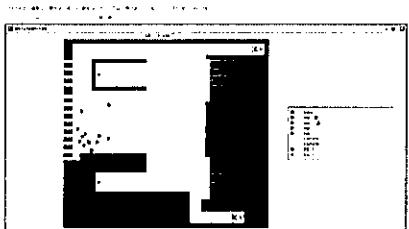
また、500step 目で歩行者の発生は終了する。

歩行者は 500step × 30% で、約 150 人程度が発生する。

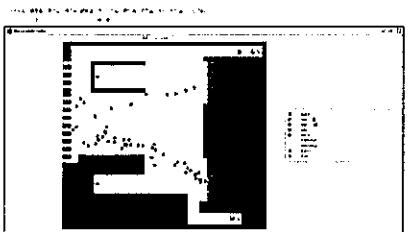
優先者は 500step × 0.5% で、約 3 人程度が発生する

## (5) 武藏小杉駅上り線

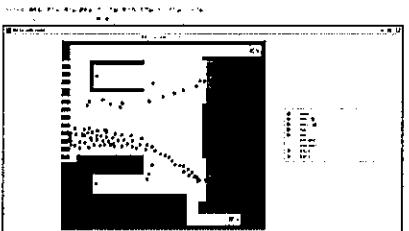
青色の歩行者が上り線の利用者である。



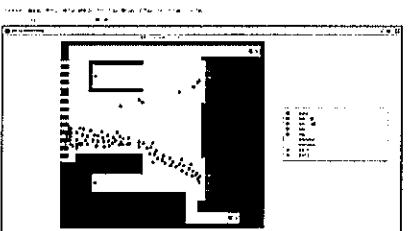
左図は、歩行者が発生してから 20 step 目の様子である。  
歩行者は 1 step 内で 30 % の確率で発生する。  
優先者は 0.25 % の確率で発生する。



120 step 目の様子である。  
ESC と階段 1 の選択分岐の割合は 50 % ずつで、ESC 選択  
加速度は 50 である。  
階段 1 の周辺に 3 人以上の混雑があれば、歩行者は階段  
1 を回避し、ESC を選択する。



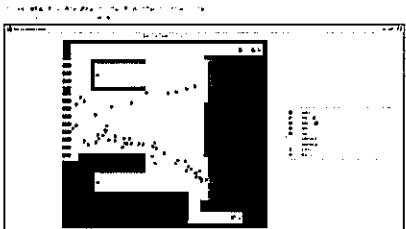
380 step 目の様子である。  
上り線は利用者が少ないため、混雑が起きにくく、ESC  
を選択する人が多い。  
ESC の周辺に 6 人以上の混雑があれば、歩行者は ESC を  
回避し、階段 1 を選択する。



500 step 目の様子である。  
500step 目で歩行者の発生は終了する。  
歩行者は 500step × 30 % で、約 150 人程度が発生する。  
優先者は 500step × 0.25 % で、約 1 人程度が発生する。

## (6) 武藏小杉駅下り線

赤色の歩行者が下り線の利用者である。

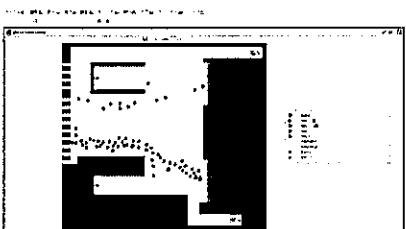


1 2 0 step 目の様子である。

歩行者は 1 step 内で 6 0 % の確率で発生する。

優先者は 0. 25% の確率で発生する。

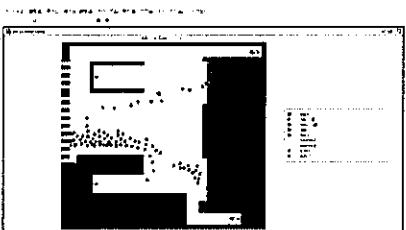
階段 2 の周辺に 6 人以上の混雑があれば、階段 2 を回避し、ESC を選択する。



2 6 0 step 目の様子である。

ESC が混雑し始めていることが分かる。

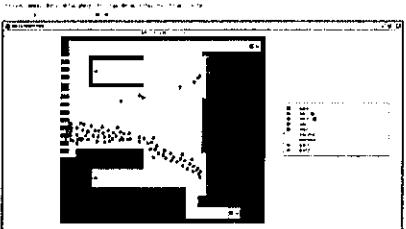
ESC と階段 1 の選択分岐の割合は 5 0 % ずつで、ESC 選択加速度は 5 0 である。



3 2 0 step 目の様子である。

ESC の周辺に 1 2 人以上の混雑があれば、歩行者は ESC を回避し、階段 2 を選択する。

ESC が混雑し、階段に選択を変えていると考えられる。

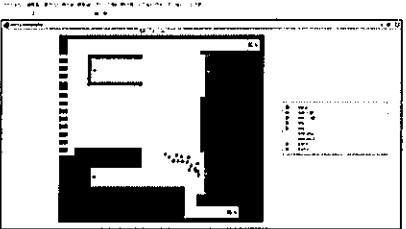


5 0 0 step 目の様子である。

500step 目で歩行者の発生は終了する。

歩行者は 500step × 60% で、約 300 人程度が発生する。

優先者は 500step × 0. 25% で、約 1 人程度が発生する。



6 4 0 step 目の様子である。

ESC が渋滞しているため、ESC 選択者が残っている。この歩行者の選択行動が終了した時、シミュレーションを終了する。

#### 4-4. シミュレーション2の結果と考察

##### 4-4-1. シミュレーション結果

###### (1) 登戸駅

表4-14. 登戸駅上り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	ESC選択率	階段1選択率	EV選択率	階段2選択率	合計
	1	270-180	25	11	1	9	46
	2	270-180	26	12	0	8	46
	3	270-180	27	12	1	10	50
	合計		78	35	2	27	142
	割合		55%	25%	1%	19%	

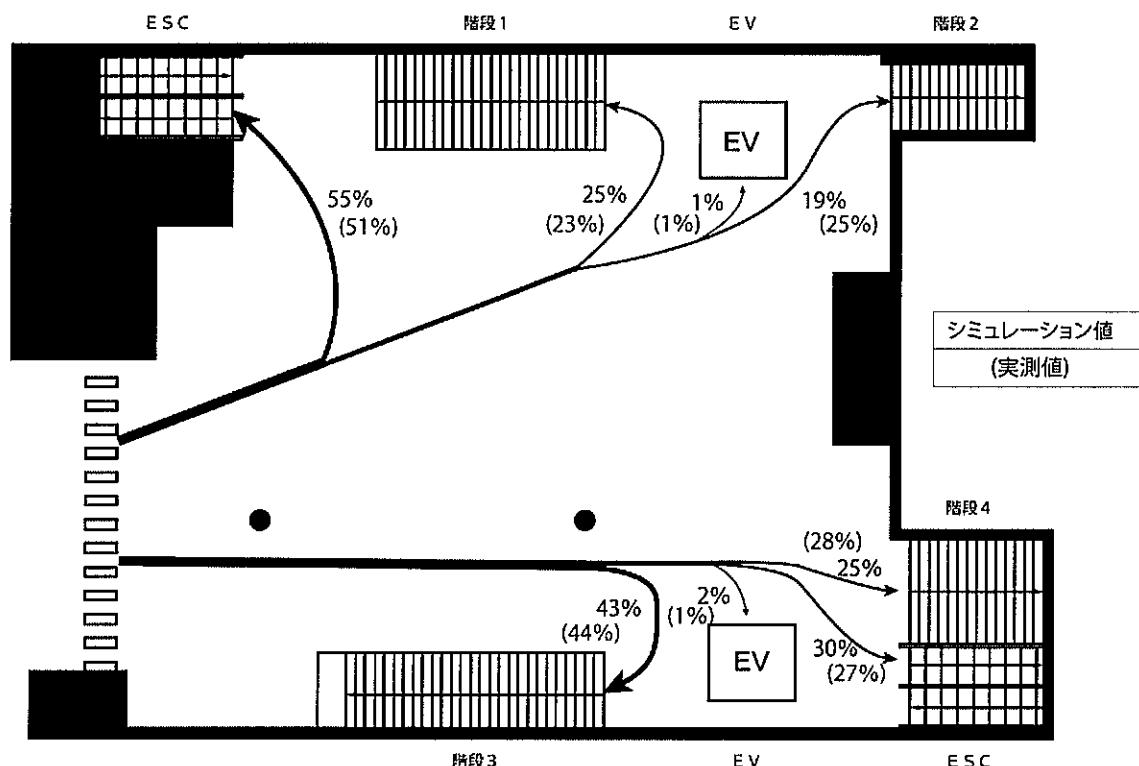


図4-31. 登戸駅のシミュレーション結果2

表4-15. 登戸駅下り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	階段3選択率	EV選択率	階段4選択率	ESC選択率	合計
	1	270-180	10	1	4	7	22
	2	270-180	11	0	9	8	28
	3	270-180	6	0	3	4	13
	合計		27	1	16	19	63
	割合		43%	2%	25%	30%	

(2) 武蔵溝ノ口駅

表4-16. 武蔵溝ノ口駅上り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	階段1選択率	階段2選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	270-180	24	0	28	0	52
	2	270-180	16	2	28	1	47
	3	270-180	21	0	26	0	47
	合計		61	2	82	1	146
	割合		42%	1%	56%	1%	

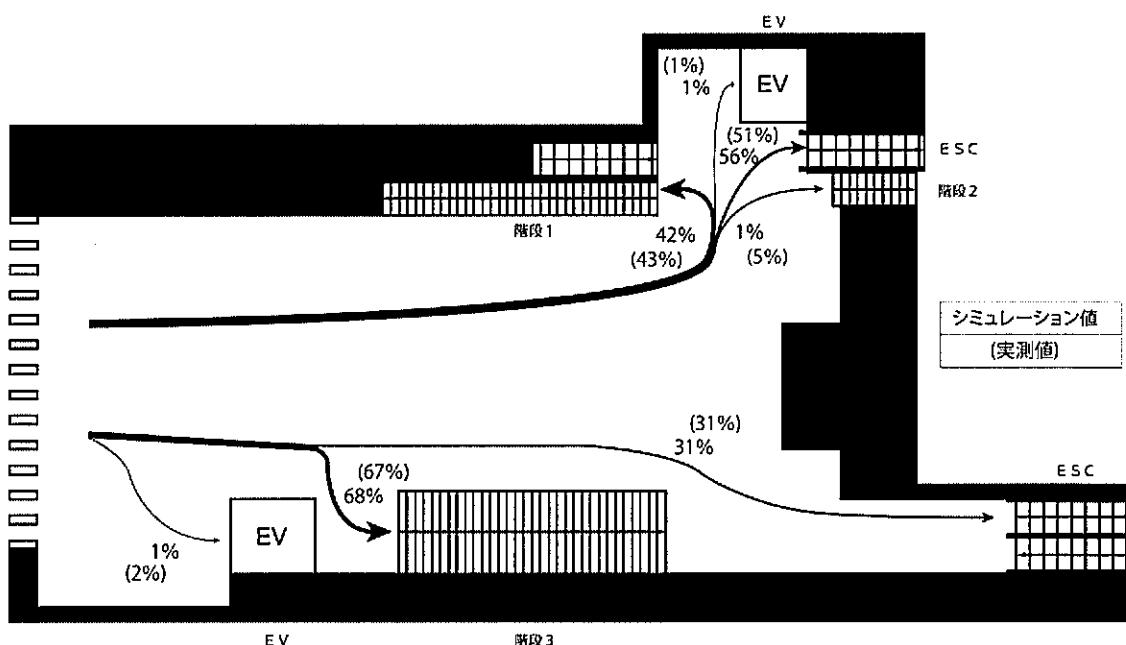


図4-32. 武蔵溝ノ口駅のシミュレーション結果2

表4-17. 武蔵溝ノ口駅下り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	EV選択率	階段3選択率	ESC選択率	合計
	1	270-180	0	20	8	28
	2	270-180	1	14	7	22
	3	270-180	0	12	6	18
	合計		1	46	21	68
	割合		1%	68%	31%	

(3) 武藏小杉駅

表4-18. 武藏小杉駅上り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	階段1選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	270-180	9	18	0	27
	2	270-180	4	25	0	29
	3	270-180	7	23	1	31
	合計		20	66	1	87
	割合		23%	76%	1%	

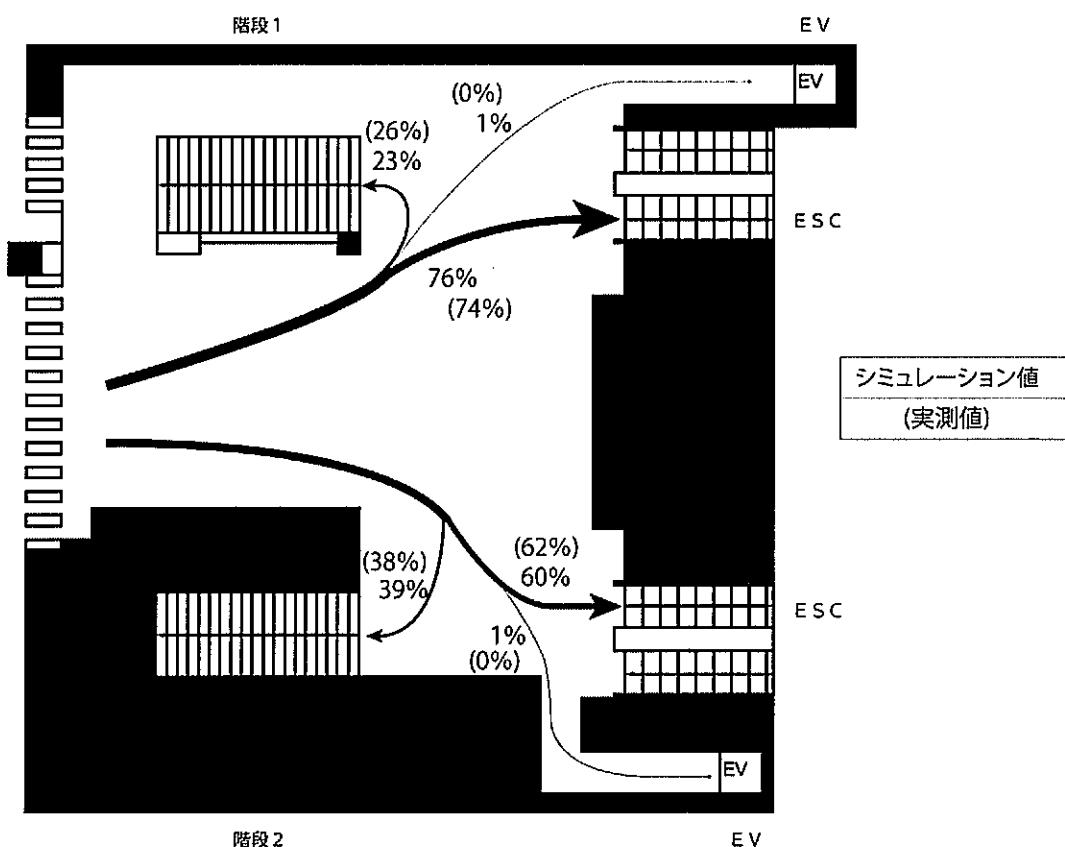


図4-33. 武藏溝ノ口駅のシミュレーション結果2

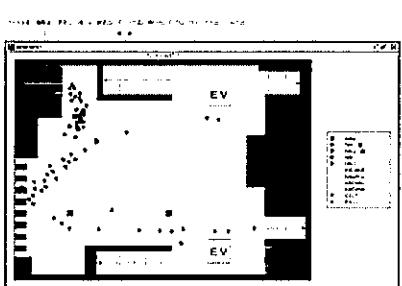
表4-19. 武藏溝ノ口駅下り線のシミュレーション結果2

シミュレーション結果	番号	step	階段1選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
	1	270-180	18	25	0	43
	2	270-180	14	27	1	42
	3	270-180	17	23	0	40
	合計		49	75	1	125
	割合		39%	60%	1%	

#### 4-4-2. シミュレーション結果の考察

##### (1) 登戸駅

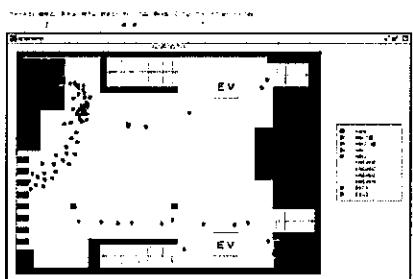
青色の歩行者が上り線の利用者であり、赤色の歩行者が下り線の利用者である。



##### ○180step 目

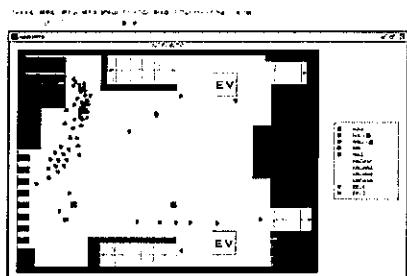
切り取った 90step の内の最初のステップである。  
上り線は、既にコンコース内に入っていた人で ESC が混雑している状況にある。  
また、下り線は混雑が少なく、歩行者が散在している状況にある。

シミュレーション 2 では、この step から各垂直移動手段の選択率を計測する。



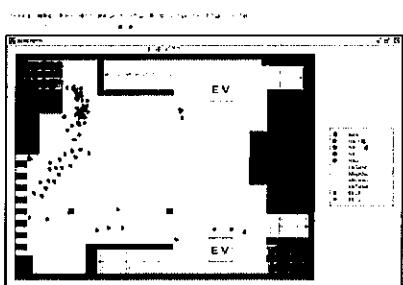
##### ○190step 目

90step の内の 10step 目である。  
上り線では、入ってきた利用者は ESC を優先的に選択している。  
下り線では、未だ混雑はなく、各垂直移動手段を自由に選択している。



##### ○200step 目

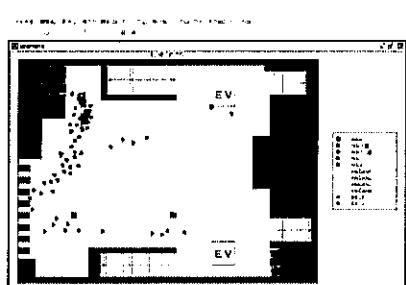
90step の内の 20step 目である。  
上り線では相変わらず ESC が混雑している。  
下り線でも状況に変化はなく、連続して同じような状況が続いている。



#### ○210step 目

90step の内の 30step 目である。

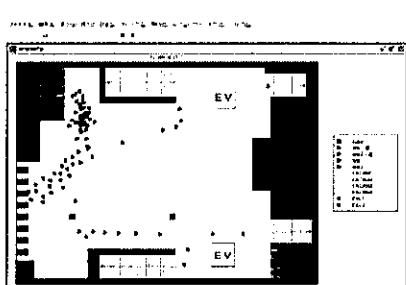
上り線では ESC が未だ混雑している。そのため、ESC を回避しようとしている人が出てきたことがわかる。下り線では、利用者数に変化はないので、混雑などは起きにくいため、自由に選択行動ができる状況が続いている。



#### ○220step 目

90step の内の 40step 目である。

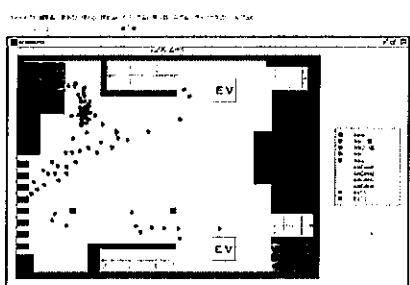
ESC 周辺が混雑しているので、階段に選択を決定する人が出てきたことがわかる。下り線では、現在選択分岐点に歩行者がいることがわかるが、その前には歩行者がいないため、他の歩行者からの影響は受けず、自由に垂直移動手段を選択することができる。



#### ○230step 目

90step の内の 50step 目である。

上り線では、ここまででは階段の選択率は低かったが、ESC 周辺が混雑しているため、階段の選択率が上がってくると考えられる。



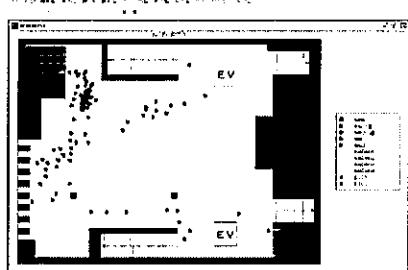
#### ○240step 目

90step の内の 60step 目である。

ESC を選択しなかった人の中は、階段 1 と 2 の選択をしなければならない。階段 1 も階段 2 も混雑はしていないので、2 番目の選択分岐点では自由に選択をすることができる。

下り線では、少しまとまって利用者が入ってきた様子がわかる。これらの歩行者もその前に駅に入っていた歩行者は少ないので、自由に選択行動ができると考えられる。

### ○250step 目

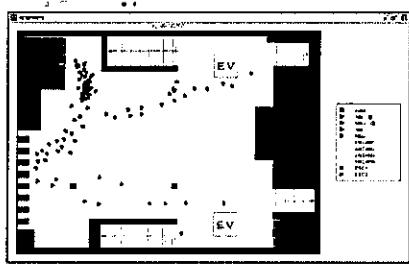


90step の内の 70step 目である。

上り線では、ESC の混雑は解消されず、階段を選択する人が多い状況が続いている。

下り線では、この step では階段 3 を優先的に選択する人が多い。これは、ESC が見えづらく、遠い位置にあるため、ESC 選択加速度が低いため、自由に垂直移動手段を選択できる状況にある時は、階段 3 の優先度が多少高いことが考えられる。

### ○260step 目



90step の内の 80step 目である。

上り線では、歩行者の選択が分散してきたことがわかる。この時点を見ても階段の選択率が上がって来ていることがわかる。

下り線では、未だ自由に選択行動が出来る状況が続いている。

### ○270step 目



90step の内の最終ステップである。

上り線では、ESC の混雑は変わらないが、階段の選択率が増え、階段周辺も多少の混雑が見られる。

下り線では、全体を通して利用者数が少なく、あまり他の歩行者の影響を受けずに選択行動ができていた。

シミュレーション 2 では、この step までの各垂直移動手段の選択率を測定する。

## ○まとめ

以上より、180step から 270step 間の全 90 step での選択率は図 4-33 のような結果となった。この結果は、実測値と大きく離れていないことから、本モデルのシミュレーションには妥当性があると言える。また、シミュレーション 1 の結果とも同じようなシミュレーション値を得られたことで、断片的に現象を捉えたシミュレーション 1 と連続的に現象を捉えたシミュレーション 2 の両方のシミュレーションの妥当性を確認することができた。

本モデルは、正確に現実の選択行動を再現できているわけではないが、現実と近い選択率になるシミュレーションができていることから、選択行動の基本的な現象は捉える事ができたと言え、本シミュレーションを使って、登戸駅における垂直移動手段の選択行動の現象を再現できるということを示すことが出来た。

しかしながら、選択行動の全ての要素を捉えきれたわけではなく、降車客数の実測値から得られる乗降客の混雑の影響や、実測時間と同等の時間のシミュレーション値の取得は今後考察すべき課題である。

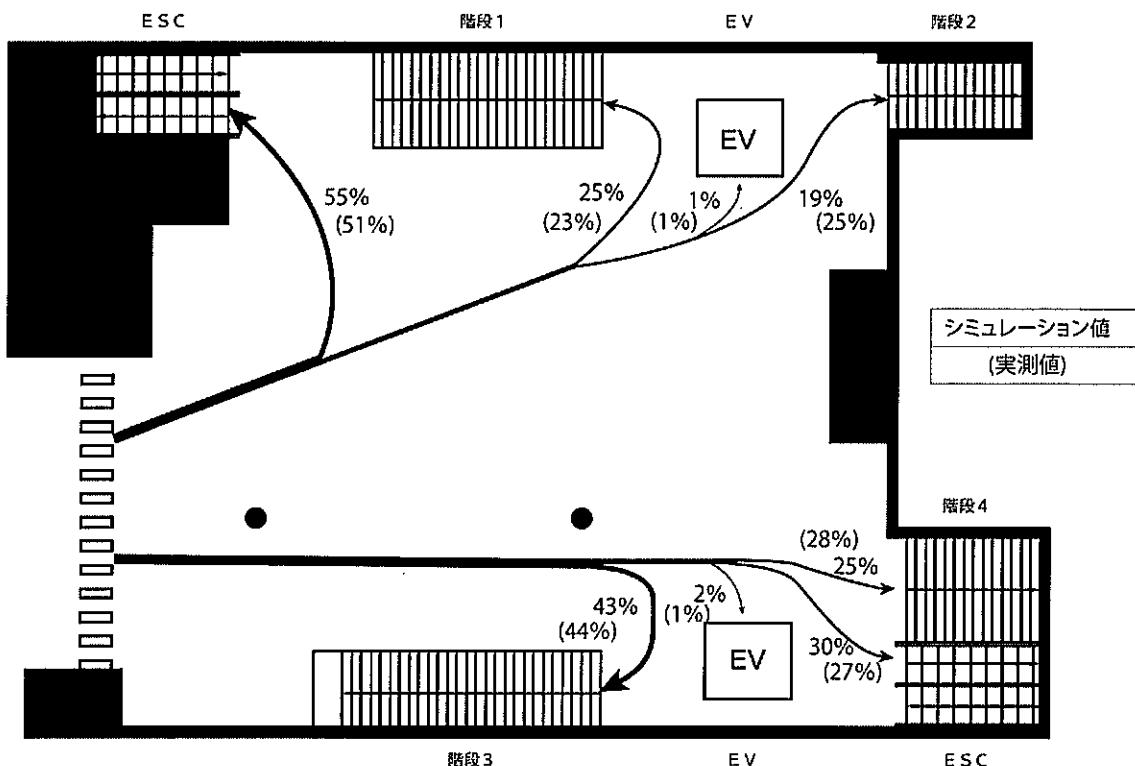
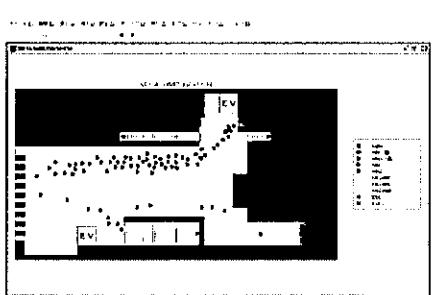


図 4-34. 登戸駅のシミュレーション結果 2

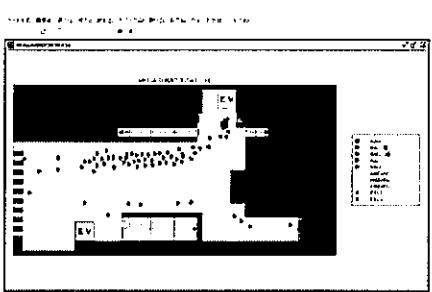
## (2) 武蔵溝ノ口駅

青色の歩行者が上り線の利用者であり、赤色の歩行者が下り線の利用者である。



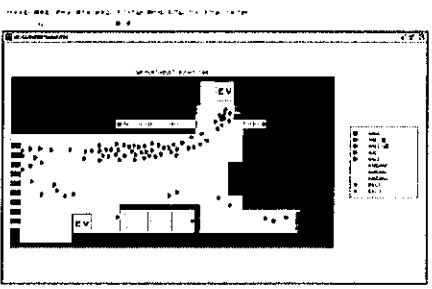
### ○180step 目

切り取った 90step の内の最初のステップである。上り線は、既にコンコース内に入っていた人で、ESC や選択分岐点が混雑し始めている。また、下り線は階段 3 が多少混雑しているが、全体的に混雑が少なく、歩行者が散在している状況にある。シミュレーション 2 では、この step から各垂直移動手段の選択率を計測する。



### ○190step 目

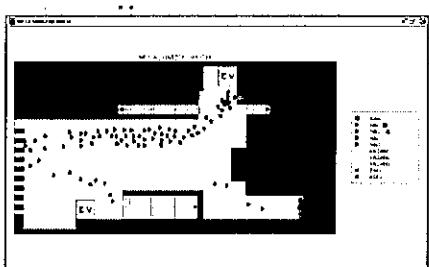
90step の内の 10step 目である。上り線では、入ってきた利用者が ESC を優先的に選択しているため、ESC 周辺が混雑してきていることがわかる。下り線では、前ステップで階段 3 に多少の混雑があったため、現在のステップでは ESC の優先度が上がっていいると考えられる。



### ○200step 目

90step の内の 20step 目である。上り線では、ESC が混雑しているため、階段 1 を選択する人も多くなってきた。下り線では、ESC に選択を決めた人が、未だ到達できずに、ESC を目指している。しかし、次に入場してきた人は、コンコース内に混雑は無いため、自由に選択行動ができると考えられる。

### ○210step 目

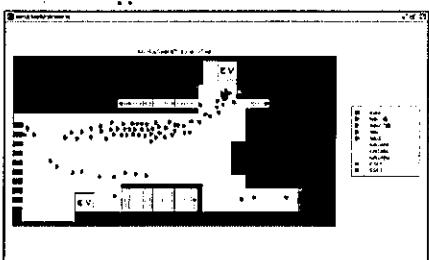


90step の内の 30step 目である。

上り線の状況はあまり変わらず、ESC と階段 1 の選択者が多く、階段 2 の選択者はほとんどいない。

下り線では、ESC が見えづらく、遠い位置にあるため、選択加速度が低く、階段 3 を優先的に利用している事がわかる。

### ○220step 目

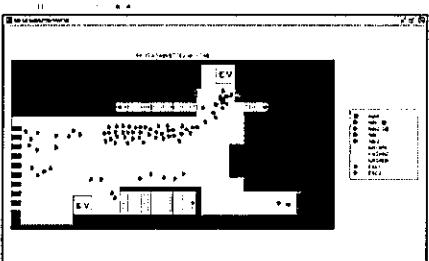


90step の内の 40step 目である。

上り線も下り線も状況はあまり変わらない。

上り線では、歩行者の発生率は一定のため、混雑が解消も、さらに混雑する事もなく、同じような状況が続いている。

### ○230step 目

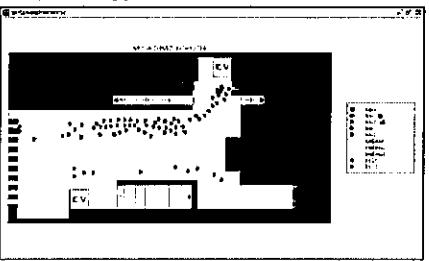


90step の内の 50step 目である。

このステップになっても、上下線ともあまり状況に変化はない。

下り線では、階段 3 の選択率が高くなっているが、駅の状況によって、ESC を選択する人も多くなってきていることがわかる。

### ○240step 目

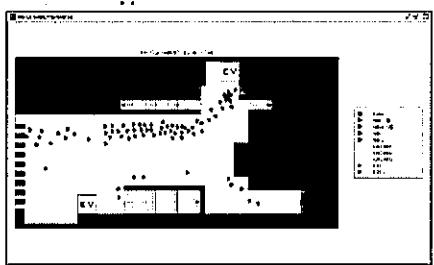


90step の内の 60step 目である。

上り線では、多少混雑が解消されているように見える。そのため、選択の自由性があり、ESC の優先度が上がっていると考えられる。

下り線では、利用者の数が少ないため、自由に選択行動ができる状況が続いている。

### ○250step 目

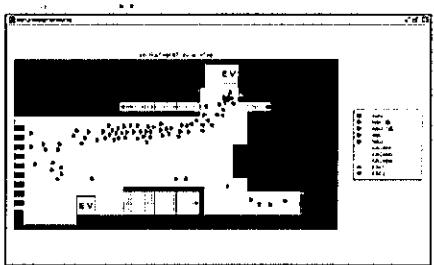


90step の内の 70step 目である。

上り線では、前ステップとあまり状況は変わらないが、解消しつつあったコンコースの混雑が、また混雑してきたことがわかる。

下り線では、ESC を選択した人が多い様に見えるが、選択してから実際に辿り着くまでに時間がかかっているため、空間に長く残っている歩行者が多い。

### ○260step 目

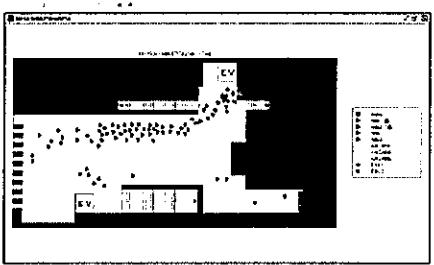


90step の内の 80step 目である。

上り線では、ESC と階段の選択が分散してきたことがわかる。

下り線では未だ自由に選択行動が出来る状況が続いている。

### ○270step 目



90step の内の最終ステップである。

上り線では、構内の混雑は変わらず、階段 1 と ESC の選択が分散している。しかし、ESC は見える位置にあり、距離も遠くないため、選択の優先度は階段より多少高いと考えられる。

また、下り線では、全体を通して利用者数が少なく、あまり他の歩行者の影響を受けずに選択行動ができていた。

シミュレーション 2 では、この step までの各垂直移動手段の選択率を測定する。

## ○まとめ

以上より、180step から 270step 間の全 90 step での選択率は図 4-34 のような結果となった。登戸駅と同様に、この結果は実測値やシミュレーション 1 の結果と大きく離れていないことから、本モデルのシミュレーションには妥当性があると言える。

本モデルは、正確に現実の選択行動を再現できているわけではないが、現実と近い選択率になるシミュレーションができていることから、選択行動の基本的な現象は捉える事ができたと言え、本シミュレーションを使って、武藏溝ノ口駅における垂直移動手段の選択行動の現象を再現できるということを示すことが出来た。

しかしながら、今回考慮されていない選択行動のさまざまな要素は、今後考察すべき課題である。

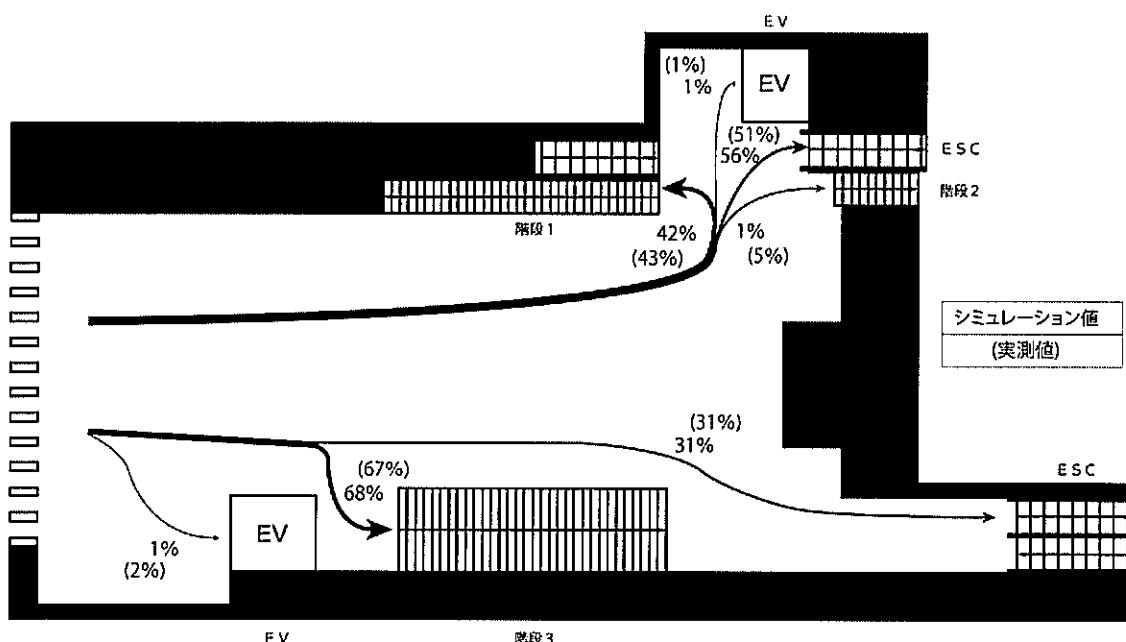
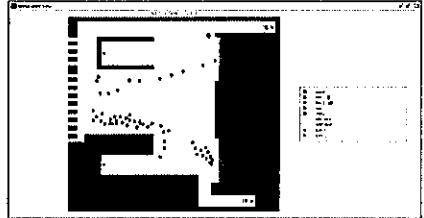


図 4-35. 武藏溝ノ口駅のシミュレーション結果 2

### (3) 武蔵小杉駅

青色の歩行者が上り線の利用者であり、赤色の歩行者が下り線の利用者である。

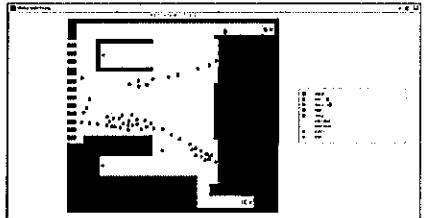
#### ○180step 目



切り取った 90step の内の最初のステップである。  
上り線は利用者数が少なく、既にコンコース内に入っている人は ESC を選択しているが多いという状況である。  
下り線は、利用者が多く、ESC 周辺で混雑が起きているという状況である。

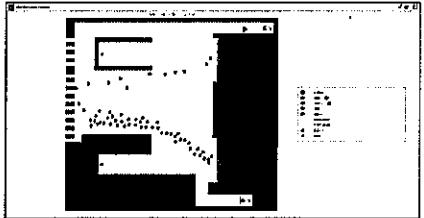
シミュレーション 2 では、この step から各垂直移動手段の選択率を測定する。

#### ○190step 目



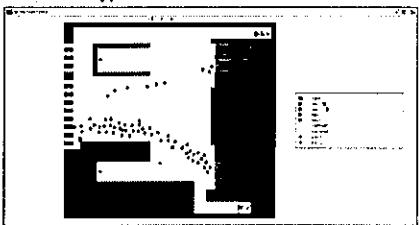
90step の内の 10step 目である。  
上り線では、混雑などではなく、自由に垂直移動手段を選択できる状況にある。  
下り線では、ESC の選択率が高いため、ESC が混雑し始めている。

#### ○200step 目



90step の内の 20step 目である。  
上り線では状況に変化がなく、ESC の選択率が高くなっている。  
下り線も ESC の選択率が高い状況が続いている。

#### ○210step 目

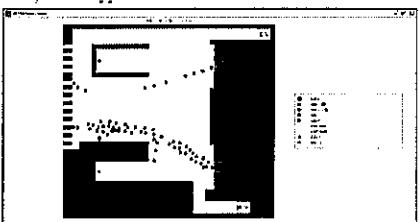


90step の内の 30step 目である。

上り線では、ESC が多少混む場面もあるが、利用者数が少ないため、その混雑はすぐに解消され、自由に選択行動ができていると考えられる。

下り線では、ESC の混雑度が増し、階段 2 を選択する歩行者が増えてきた。

#### ○220step 目

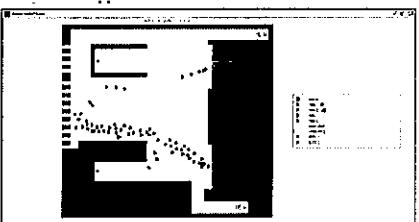


90step の内の 40step 目である。

上り線の状況はほとんど変わらない。

下り線もあまり状況は変わらないが、階段 2 の選択率が増えってきた。

#### ○230step 目



90step の内の 50step 目である。

上り線の状況は変わらず、他の歩行者の影響をあまり受けることなく選択行動ができている。

下り線では、階段 2 と ESC の選択が分散してきた。

#### ○240step 目

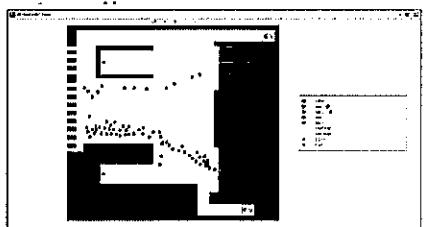


90step の内の 60step 目である。

上り線では、多少 ESC に混雑があるときは、階段 1 を選択する人もいる。

下り線では、前ステップで多少 ESC の混雑が解消されたため、また ESC に選択が集中してきたことがわかる。

### ○250step 目

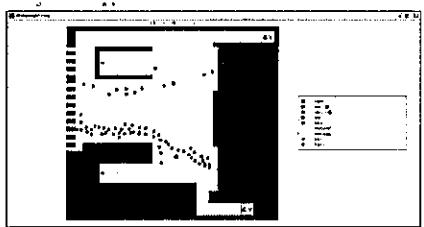


90step の内の 70step 目である。

上り線の状況にほとんど変化はない。ESC 選択加速度が高いため、依然として、ESC の選択率が高いと考えられる。

下り線は、ESC がまた混雑し始めたため、階段 2 の選択率が上がってきたと考えられる。

### ○260step 目

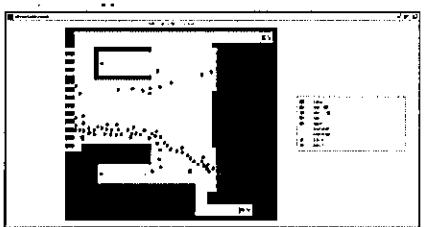


90step の内の 80step 目である。

上り線では、未だ自由に選択行動が出来る状況が続いている。

下り線では、階段 2 と ESC の選択が再び分散してきたことで、階段の選択率が上がっていると考えられる。

### ○270step 目



90step の内の最終ステップである。

上り線では、全体を通して利用者数が少なく、あまり他の歩行者の影響を受けずに選択行動ができていた。

下り線では、ESC の混雑が常にあったが、そのため階段の選択を優先する歩行者がいたと考えられる。

シミュレーション 2 では、この step までの各垂直移動手段の選択率を測定する。

## ○まとめ

以上より、180step から 270step 間の全 90step での選択率は図 4-35 のような結果となった。先に示した 2 駅と同様に、この結果は実測値やシミュレーション 1 の結果と大きく離れていないことから、本モデルのシミュレーションには妥当性があると言える。

本モデルは、正確に現実の選択行動を再現できているわけではないが、現実と近い選択率になるシミュレーションができていることから、選択行動の基本的な現象は捉える事ができたと言え、本シミュレーションを使って、武藏小杉駅における垂直移動手段の選択行動の現象を再現できるということを示すことが出来た。

しかしながら、今回考慮されていない選択行動のさまざまな要素は、今後考察すべき課題である。

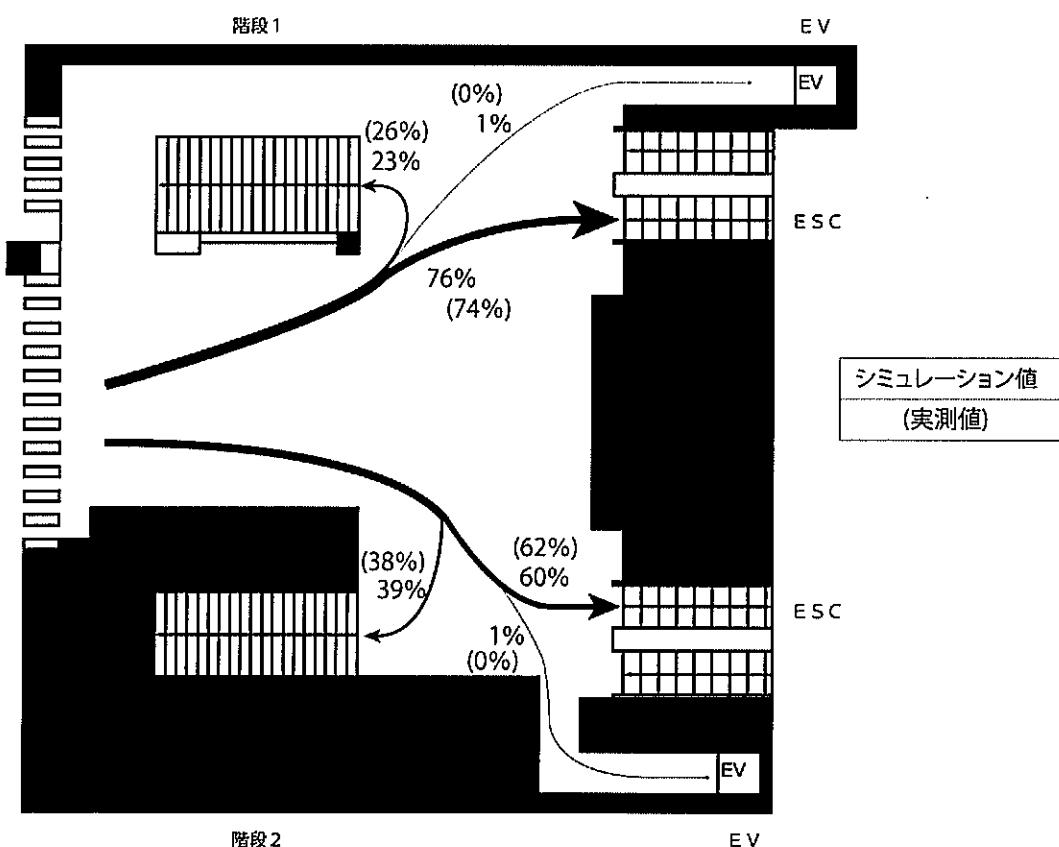


図 4-36. 武藏小杉駅のシミュレーション結果 2

## 4-5. シミュレーション結果の考察とまとめ

### 4-5-1. シミュレーション結果から見た選択行動の考察

#### (1) 各選択分岐点での分岐選択率の設定

分岐選択率とは、垂直移動手段の選択ポイント、つまり選択分岐点における選択分岐の割合である。この分岐選択率の設定は、3駅上下線の全てで一定に50%とした。

つまり鉄道駅における選択行動の初期設定では、各選択分岐点において、歩行者は半分ずつに分かれていく。

#### (2) 混雑回避度の設定

混雑回避度の値は、歩行者の発生率に依存する。

- ・ ESC 混雑回避度は、歩行者発生率×20（人）と設定する。
- ・ 階段混雑回避度は、歩行者発生率×10（人）と設定する。

混雑回避度の設定は、独立して奥にある垂直移動手段においては設定されない。これは、一番奥にある垂直移動手段が混雑していても、他に選択肢が残っていないため、そのような状況にある場合は、この混雑回避度は設定されない。

混雑回避度の設定によって、利用者の選択行動が大きく変わることから、鉄道駅における選択行動では、垂直移動手段の混雑の状況が歩行者の選択行動の決定に影響する一因であることがわかった。

### (3) ESC 選択加速度の設定

ESC 選択加速度 (A) は、相対的近接度 (La) と視認画面率 (Sa) の和で決定する。

$$\cdots A = La + Sa \quad (\text{式 } 1)$$

相対的近接度は、改札を通過してから一番初めの選択分岐点から一番近い位置にある階段までの距離 (Ls) に対する、その選択分岐点から ESC までの距離 (Le) の割合で決定する。その割合は距離割合 (L) とする。

つまり、 $L = Le / Ls$  (式 2) で L 値が得られる。

La の算出方法の詳細は後述するが、 $La = -19L + 60$  (式 3) の式に近似できる。

視認画面率は、選択分岐点における、ESC の視認面積の割合で決定する。その割合は視覚割合 (S) とする。

また、視覚割合 (S) の値は、選択分岐点に到達するまでの 3 秒間の 9 つの画像 (= 3 コマ / 秒 × 3 秒) の面積 (St) のうち、ESC が見える面積 (Se) の割合 (%) を計測することで得られる。

つまり、 $S = (Se / St) * 100$  (式 4) で S 値が得られる。

Sa の算出方法の詳細も後述するが、 $Sa = 4.3S - 5$  (式 5) の式に近似できる。

これらの算定方法は、pp. 111-114 で記述する。

また、ESC 選択加速度 (A) は、算定方法を容易にするため、5 の倍数で設定する。

この ESC 選択加速度の設定によって、利用者の選択行動が大きく変わることから、鉄道駅における選択行動では、選択分岐点から垂直移動手段の距離と、選択分岐点での ESC の視認性が、歩行者の選択行動の決定に影響する一因であることがわかった。

各駅の ESC 選択加速度は以下のようになっている。

表 4-20. ESC 選択加速度一覧表

空間名	登戸駅		武藏溝ノ口駅		武藏小杉駅	
	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線
ESC選択加速度	70	5	15	-55	50	50
相対的近接度	50	5	10	-50	25	25
視認画面率	20	0	5	-5	25	25

①相対的近接度 (La) の算定

各駅の、選択分岐点から ESC・階段の距離は以下の通りである。

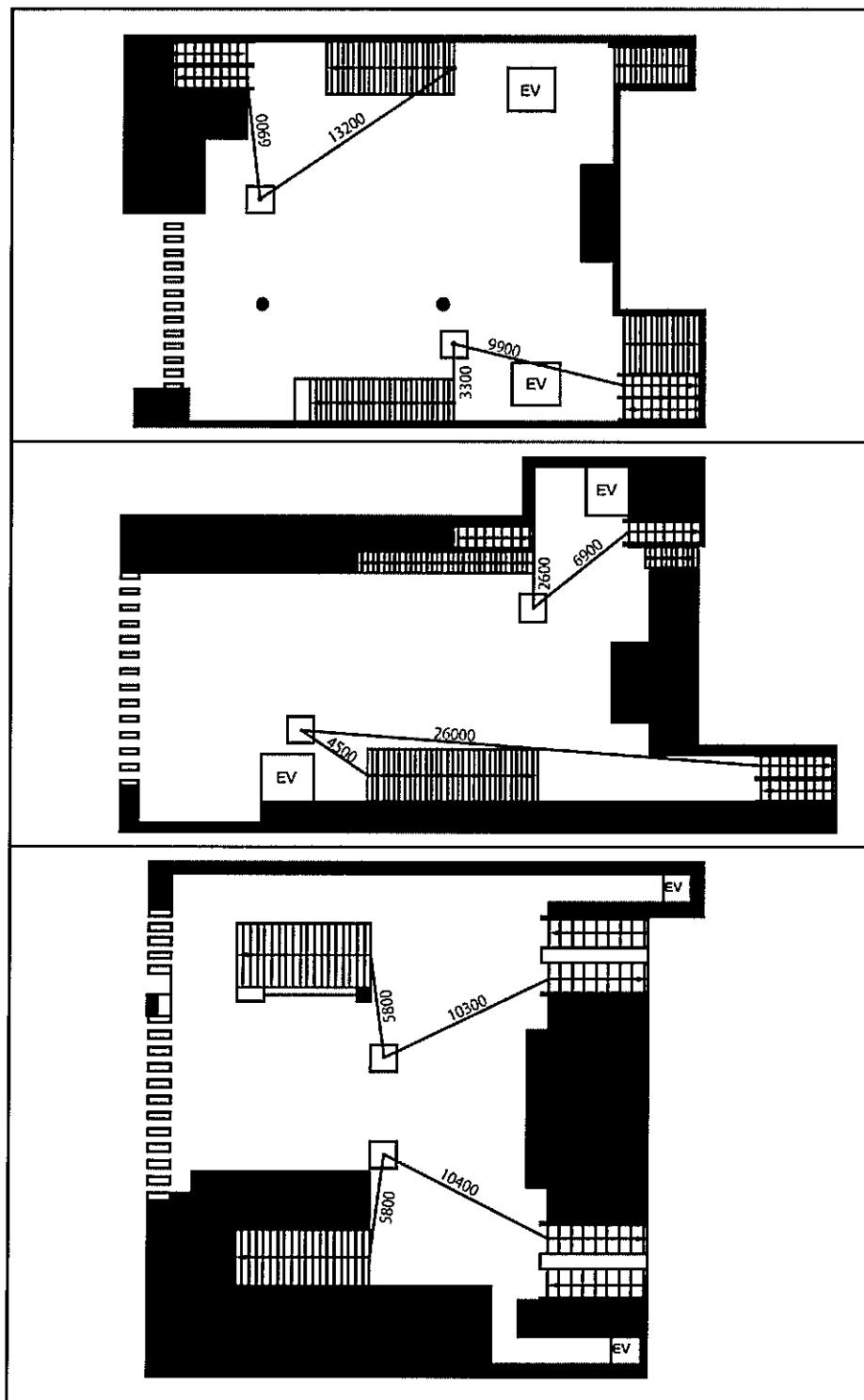


図4－37. 選択分岐点から垂直移動手段までの直線距離

相対的近接度 ( $L_a$ ) を求めるために、まず距離割合 ( $L$ ) を求める。

距離割合は、式 2 で求める。

$$\text{式 2 : } L = L_e / L_s$$

- ・  $L_e$  : 選択分岐点から ESC までの距離
- ・  $L_s$  : 選択分岐点から一番近い階段までの距離

表 4-21. 相対的近接度算定表

空間名	登戸駅		武藏溝ノ口駅		武藏小杉駅	
	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線
距離割合 ( $L$ )	0.52	3	2.65	5.78	1.78	1.79
相対的近接度 ( $L_a$ )	50	5	10	-50	25	25

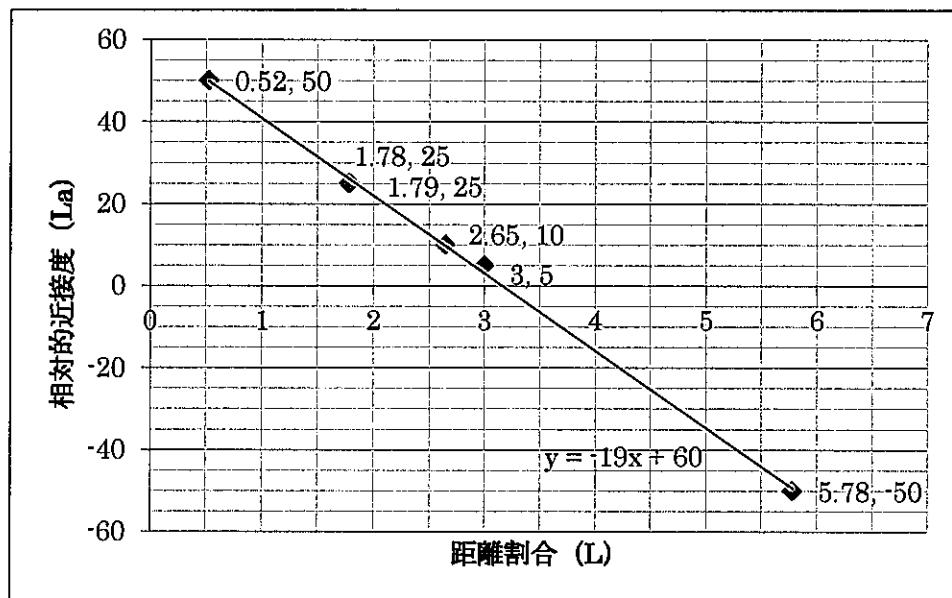


図 4-38. 相対的近接度算定グラフ

上図から、近似式として、式 3 が求められた。

$$\text{式 3 : } L_a = -19L + 60$$

この式より、相対的近接度を求める。

また、選択加速度は 5 の倍数としたため、式 3 で算出した相対的近接度の値は、5 の倍数に切り捨て、切り上げを行う。

## ②視認画面率(Sa)の算定

各駅の選択分岐点での ESC の視認面積は以下の通りである。

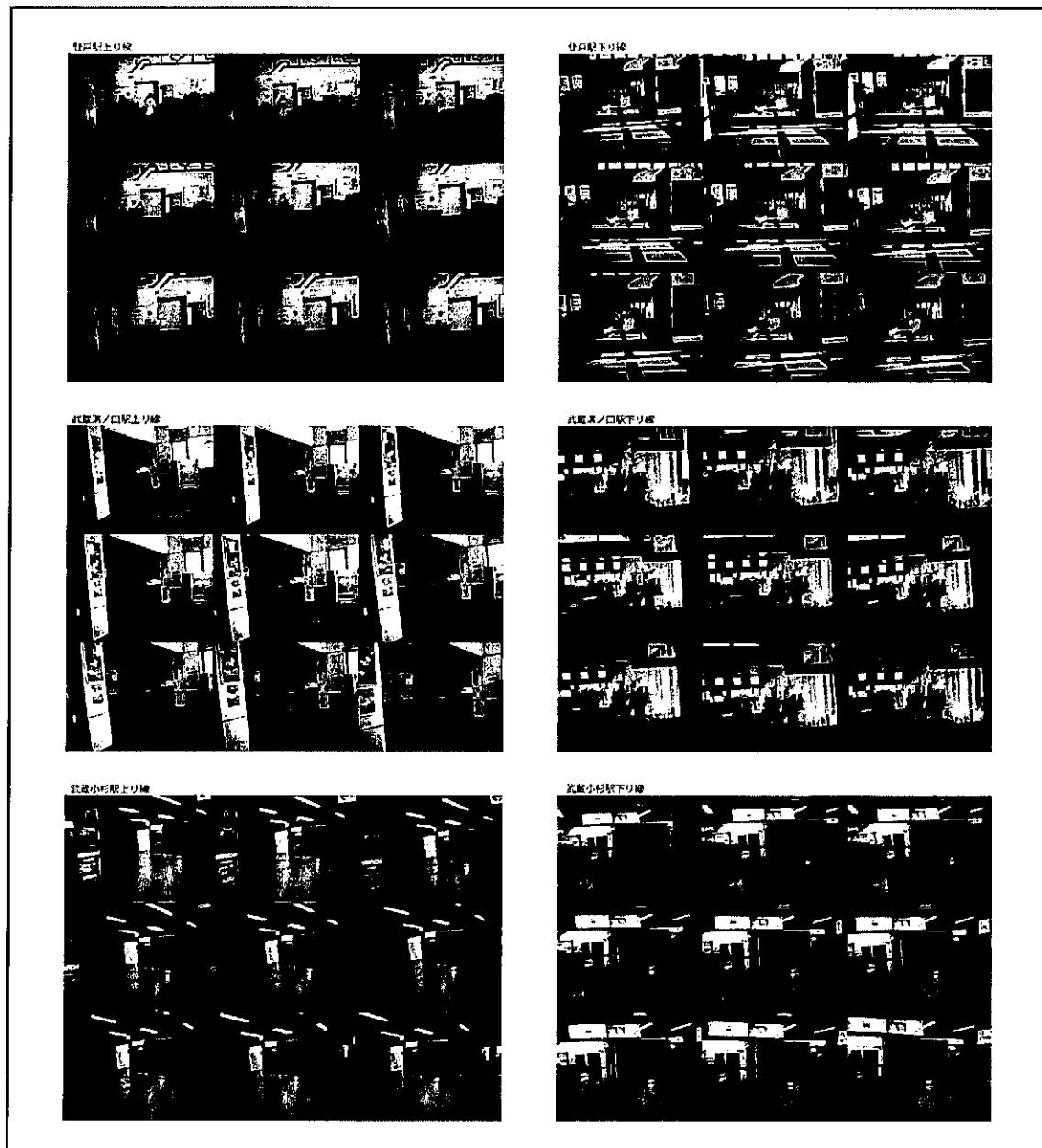


図 4-39. 選択分岐点での ESC の視覚面積

視認画面率 ( $S_a$ ) を求めるために、まず視覚割合 ( $S$ ) を求める。  
視覚割合は、式 4 で求める。

$$\text{式 4 : } S = (S_e / S_t) * 100$$

- ・  $S_e$  : 9つの画像における、ESC の見える面積の総和
- ・  $S_t$  : 9つの画像（3コマ/秒×3秒間）の総面積

表 4-22. 視認画面率算定表

空間名	登戸駅		武藏溝ノ口駅		武藏小杉駅	
	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線
視覚割合 ( $S$ )	5.35	0.94	1.98	0.10	6.95	6.76
視認画面率 ( $S_a$ )	20	0	5	-5	25	25

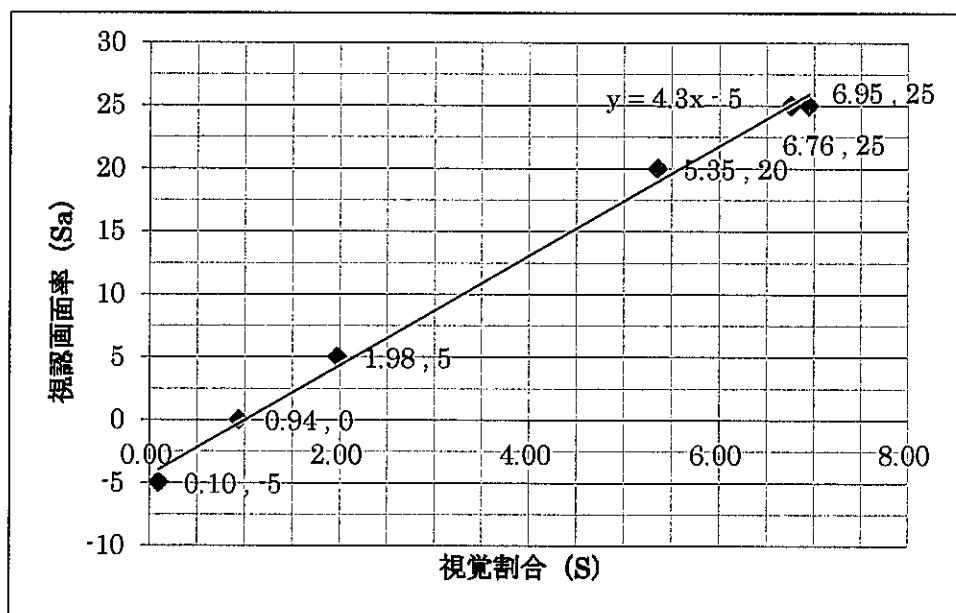


図 4-40. 視覚的認知度算定グラフ

上図から、近似式として、式 5 が求められた。

$$\text{式 5 : } S_a = 4.3S + 5$$

この式より、視認画面率を求める。

また、選択加速度は 5 の倍数としたため、式 5 で算出した視覚的認知度の値は、5 の倍数に切り捨て、切り上げを行う。

#### 4-5-2. 選択行動のシミュレーションのまとめ

鉄道駅における垂直移動手段の選択行動のシミュレーションでは、以下の 6 つのパラメータを設定し、それぞれのパラメータは次のように設定する。

歩行者発生率・・・歩行者数は各駅の利用状況で決まる

優先者発生率・・・優先者数は各駅の利用状況で決まる

分岐選択率・・・50%と設定

ESC 選択加速度・・・ $ESC \text{ 選択加速度 } (A) = \text{相対的近接度 } (La) + \text{視認画面率 } (Sa)$

$$\cdot La = -19L + 60$$

$$\cdot Sa = 4.3S - 5$$

ESC 混雑回避度・・・歩行者発生率 × 20 と設定

階段混雑回避度・・・歩行者発生率 × 10 と設定

以上のパラメータ設定と、先に述べた歩行者ルールでモデルを作ることで、鉄道駅における垂直移動手段の選択行動のシミュレーションを行うことができる。

歩行者発生率は駅固有のパラメータであり、利用状況で決定する。

分岐選択率が 50% であるため、各選択分岐点での、分岐の基本的な割合は 1/2 ずつということがわかった。この数値から、利用状況や各垂直移動手段の利用のしやすさにより選択率が増減し、歩行者の選択が決定する。

また本モデルは、因果関係が理解しやすい様に出来るだけ単純化したものであり、特に混雑度、ESC の距離、ESC の視認性の要素について抽出したものであり、このことから、前述した選択率を増減させる要因として、乗降客によるコンコース内の混雑度、ESC までの距離、ESC の視認性が歩行者の選択行動を決定する一因になっていることが明らかになった。

また、シミュレーション 1 とシミュレーション 2 とでは大きなズレはなく、どちらのシミュレーションも現実の実測値と大きく離れていないことから、本モデルの妥当性を示すことができた。

#### 4-6. シミュレーションの可能性

本研究では、現実のデータから選択行動をモデル化、シミュレーションし、現況との比較をすることで、選択行動という現象を捉える事ができた。

そのため、このシミュレーションを利用すれば、他の駅においても垂直移動手段の選択行動がシミュレートできる。そこで、垂直移動手段の配置の検討などが行えることから、シミュレーションは今後の設計ツールとして有効なものになり得ると言える。

また、駅だけでなく、様々な建築空間や都市空間でシミュレーションが使える可能性があり、本研究ではその中の1つの例を示すことができた。

しかし、本研究においても、全ての要因をモデル化しているわけではなく、出来るだけ単純化したものであるため、現象の全てを捉えたとは言えない。これをさらに拡張することで、より現実に近く、精度の高いシミュレーションができるようになる。

このようにモデルリングとシミュレーションを繰り返し、シミュレーションの精度が上がることで、設計や研究のツールとして利用できるものになると考えられる。

## 4-7. 試行

### 4-7-1. 閑散時における選択行動のシミュレーション

これまで、午前の混雑時の選択行動のシミュレーションを行ってきたが、午後の閑散時における選択行動のシミュレーションを行う。その結果と現実の実測値とのズレをみるとことで、本モデルの有効性の確認を行う。

午前と比べて午後は利用者数が減るため、歩行者発生率と優先者発生率のみを変化させたシミュレーションを行う。そのため、歩行者のルールは変えないが、混雑回避度は歩行者発生率に依存したパラメータであるので、混雑回避度は変化してくる。

(1) 登戸駅

表4-23. 登戸駅上り線午後におけるパラメータ設定値

パラメータ設定値	歩行者発生率	優先者発生率	分歧選択率	ESC選択加速度	ESC混着回遊度	階段1混着回遊度
	0.1	0.001	50	70	2	1

表4-24. 登戸駅上り線午後のシミュレーション結果

番号	ESC選択率		階段1選択率		EV選択率		合計
	1	2	3	4	5	6	
1	33	5	1	10	49		
2	41	7	1	6	55		
3	36	5	1	8	50		
合計	110	17	3	24	154		
割合	71%	11%	2%	16%			

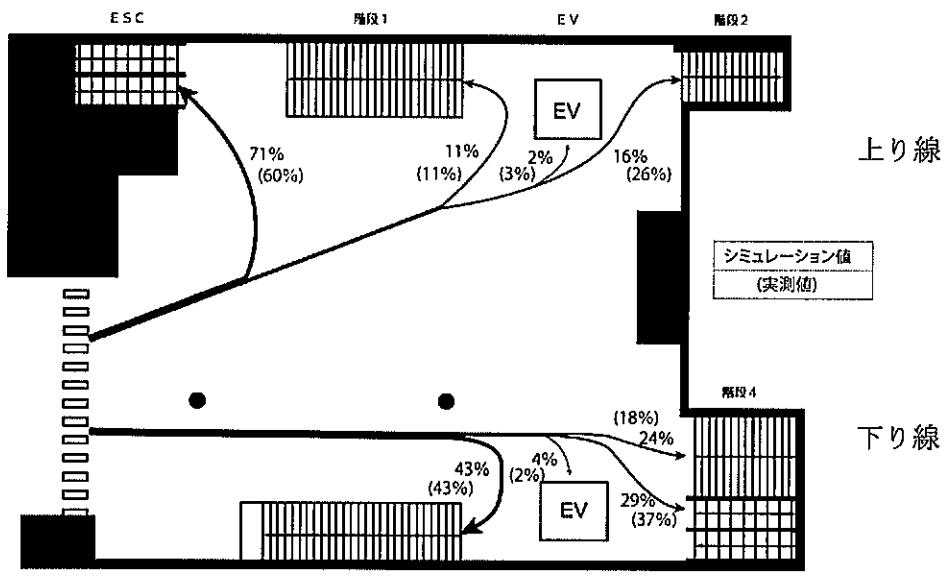


図4-41. 登戸駅午後のシミュレーション結果

表4-25. 登戸駅下り線午後におけるパラメータ設定値

パラメータ設定値	歩行者発生率	優先者発生率	分歧選択率	ESC選択加速度	ESC混着回遊度	階段3混着回遊度
	0.05	0.001	50	5	1	1

表4-26. 登戸駅下り線午後のシミュレーション結果

番号	階段3選択率		EV選択率		ESC選択率		合計
	1	2	3	4	5	6	
1	12	1	6	6	25		
2	10	1	8	9	28		
3	12	1	5	8	26		
合計	34	3	19	23	79		
割合	43%	4%	24%	29%			

以上の結果を見ると、上り線では、午前のシミュレーションより ESC の選択率が上がるという点においては現実と変わらないが、現実と比べ ESC の選択率が高くなり過ぎていて、階段 2 の選択率が低くなってしまった。これは、時間的に余裕があり、垂直移動手段の選択の自由性が高まった状況で、ESC の相対的な近さや視認性が、午前より選択行動に影響していない可能性があると考えられる。

また、下り線では、階段 4 の選択率が現実よりも高く、ESC の選択率が低いという結果になった。これは、階段と ESC が並列になっている状況においては、午前よりも午後の方が ESC の選択加速度が大きい可能性があると考えられる。

(2) 武藏溝ノ口駅

表4-27. 武藏溝ノ口駅上り線午後におけるパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC選択回数	階段1混雑回数
パラメータ設定値	0.1	0.001	50	15	2	2

表4-28. 武藏溝ノ口駅上り線午後のシミュレーション結果

	番号	階段1選択率	階段2選択率	ESC選択率	EV選択率	合計
シミュレーション結果	1	18	3	26	1	48
	2	17	3	24	1	45
	3	16	1	27	1	45
	合計	51	7	77	3	138
割合		37%	5%	56%	2%	

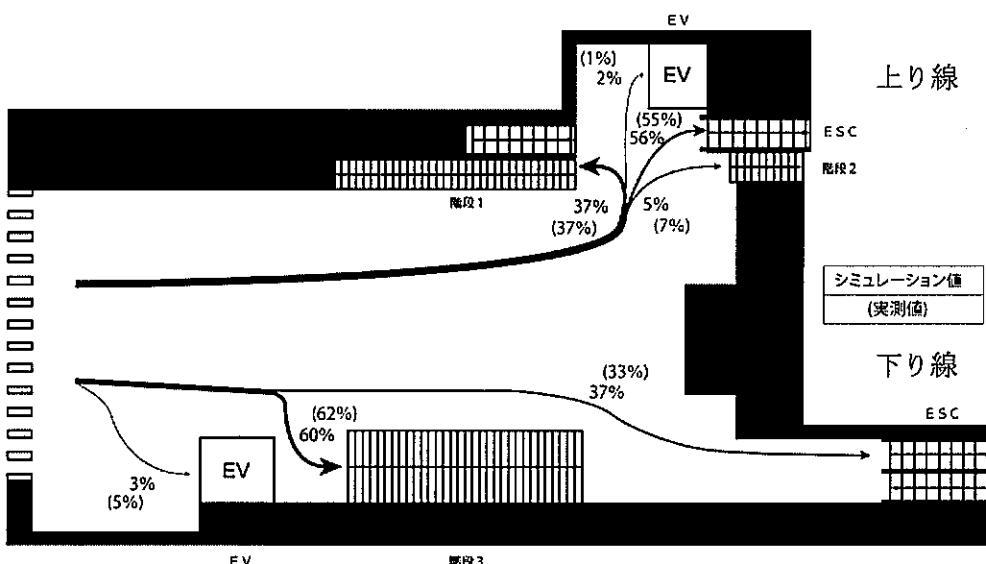


図4-42. 武藏溝ノ口駅午後のシミュレーション結果

表4-29. 武藏溝ノ口駅下り線午後におけるパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	階段3混雑回数
パラメータ設定値	0.1	0.002	50	-55	1

表4-30. 武藏溝ノ口駅下り線午後のシミュレーション結果

	EV選択率	階段3選択率	ESC選択率	合計
シミュレーション結果	1	1	34	20
	2	2	33	23
	3	2	32	19
	合計	5	99	62
割合		3%	60%	37%

以上の結果を見ると、武蔵溝ノ口駅における午後のシミュレーション値は、上下線とも現実と概ね一致していると言える。

しかし、下り線においては、ESC の選択率が現実より高く、階段 3 の選択率が少し低い結果になった。これは、階段 3 の混雑回避度が低いためと考えられ、乗降客のコンコース内の混雑による選択行動の影響は、今後考察すべき重要な課題である。

(3) 武藏小杉駅

表4-31. 武藏小杉駅上り線午後におけるパラメータ設定値

パラメータ設定値	歩行者発生率	優先者発生率	分歧選択率	ESG選択加速度	ESG混列回遊度	階段1混列回遊度
	0.05	0.001	50	50	1	1

表4-32. 武藏小杉駅上り線午後のシミュレーション結果

番号	階段1選択率	ESG選択率	EV選択率	合計
1	5	16	1	22
2	8	20	0	28
3	7	19	1	27
合計	20	55	2	77
割合	26%	71%	3%	

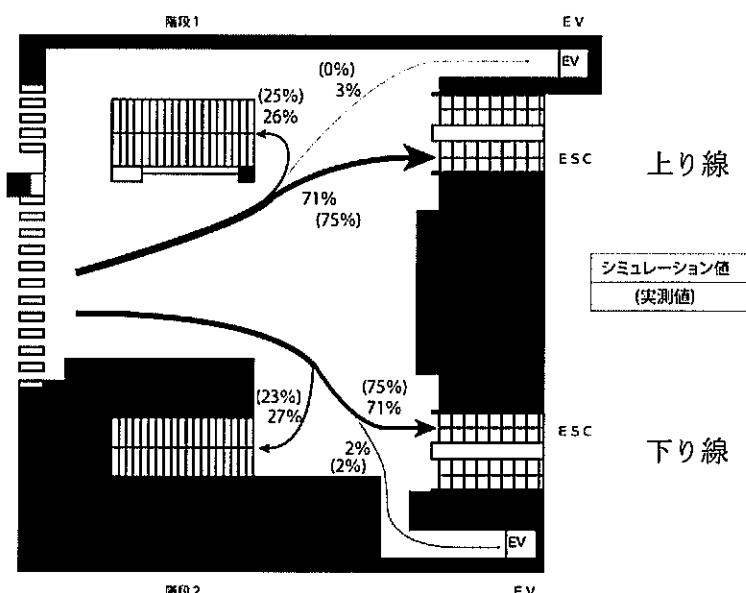


図4-43. 武藏小杉駅午後のシミュレーション結果

表4-33. 武藏小杉駅下り線午後におけるパラメータ設定値

パラメータ設定値	歩行者発生率	優先者発生率	分歧選択率	ESG選択加速度	ESG混列回遊度	階段2混列回遊度
	0.1	0.001	50	50	2	1

表4-34. 武藏小杉駅下り線午後のシミュレーション結果

番号	階段2選択率	ESG選択率	EV選択率	合計
1	17	35	1	53
2	16	35	1	52
3	11	45	1	57
合計	44	115	3	162
割合	27%	71%	2%	

以上の結果を見ると、武藏小杉駅における午後のシミュレーション値も、上下線とも現実と概ね一致していると言える。

上下線とも、ESC の選択率が現実の値より少し低くなっている。これは、午後になって ESC の選択加速度がより上がる可能性や、ESC の混雑回避度が低いためと考えられ、午前・午後での選択加速度の違いや乗降客のコンコース内の混雑による選択行動の影響は、今後考察すべき重要な課題である。

これらの結果を見ると、全てがうまくシミュレーションできたわけではないが、ある程度の精度を持ったシミュレーションができたことがわかる。このことから、本研究で行ったシミュレーションには有効性があると言える。

また、前述したように、午前、午後のシミュレーションどちらも、選択行動を決定する全ての要素を抽出したモデルではなく、対象を理解しやすいように、できるだけ単純化したものであるため、まだ足りていない要素を1つずつモデルに加えることで、これらのシミュレーションの精度は上がってくると考えられる。

今回取り上げた選択行動の要素以外でも、選択行動を決定する要因として重要なものと考えられることは以下の通りである。

- ・通勤通学者などの、垂直移動手段の利用の慣行
- ・午前午後での選択加速度や分岐選択率の差異
- ・降車客によるコンコースの混雑

#### 4-7-2. 空間条件を変化させたシミュレーションの構築

歩行者シミュレータによる選択行動の予測を行う。

本モデルに基づき、垂直移動手段の配置関係を変えることで、選択行動がどのように変わるのがかを見た。これにより、歩行者シミュレータとして本モデルの活用を試みた。

登戸駅の空間条件を下図のように変化させたシミュレーションを行う。(図4-43)

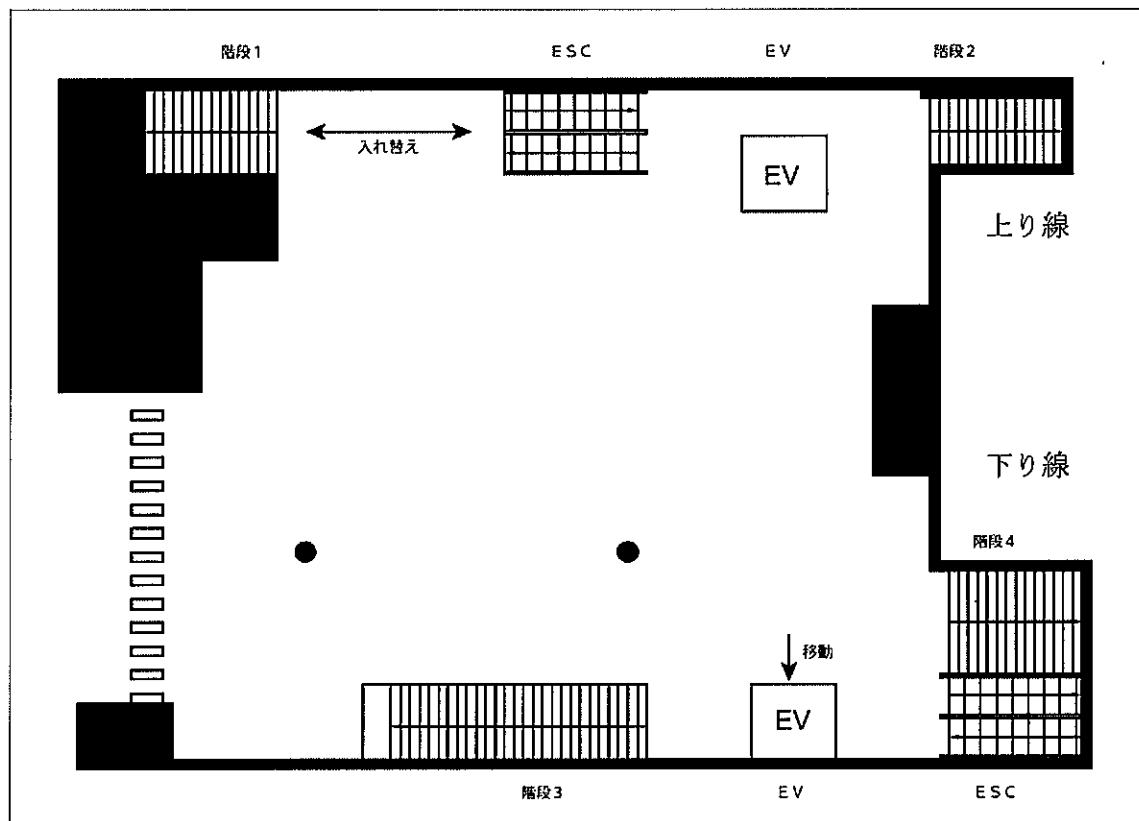


図4-44. 空間条件を変更した登戸駅

上り線では、ESCと階段1の配置を入れ替えたシミュレーションを行う。

下り線では、EVの位置をずらし、ESCの視認性を高めたシミュレーションを行う。

(1) 登戸上り線のパラメータ設定

まず、ESC 選択加速度を求める。

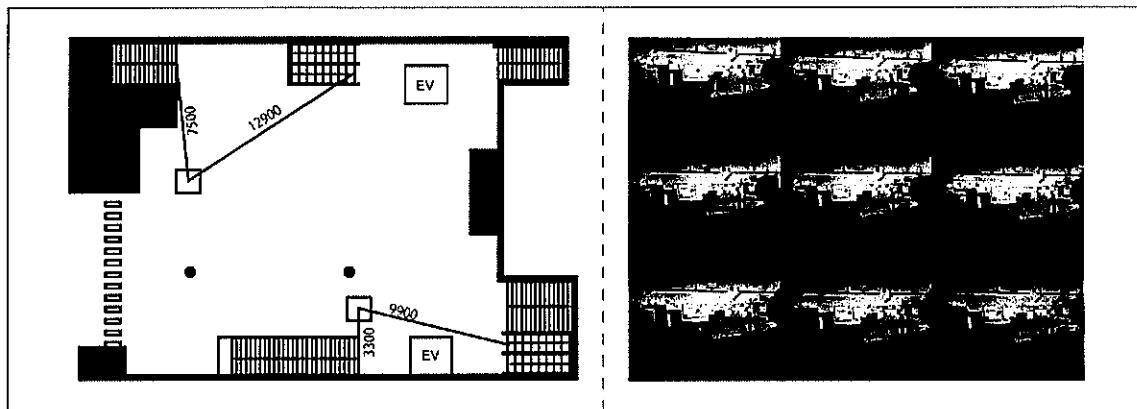


図 4-45. 相対的近接度(左)と視認画面率(右)算定図

上図から、ESC 選択加速度は、以下のように求められる。

- ・相対的近接度 (La)

$$Le = 12900, Ls = 7500$$

$$L = Le / Ls = 12900 / 7500 = 1.72$$

$$Lr = -19L + 60 = -19 * 1.72 + 60 = 27.3 \approx 25$$

- ・視認画面率 (Sa)

$$Se = 6419, St = 106032$$

$$S = (Se / St) * 100 = (6419 / 106032) * 100 = 6.05$$

$$Sr = 4.3S - 5 = 4.3 * 6.05 - 5 = 21.0 \approx 20$$

- ・ESC 認知度 (A)

$$A = La + Sa = 25 + 20 = 45$$

歩行者発生率、優先者発生率、分岐選択率、ESC 混雑回避度、階段 1 混雑回避度の設定値は変えないため、パラメータ設定値は下表のようになる。

表 4-35. 空間条件を変更した登戸駅上り線における歩行者のパラメータ設定値

	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段1混雑回避度
パラメータ設定値	0.7	0.01	50	45	14	7

## (2) 登戸下り線のパラメータ設定

まず、ESC 選択加速度を求める。

### ・相対的近接度 (La)

垂直移動手段の距離は変化しないので、 $La = 5$

### ・視認画面率 (Sa)

EV を移動させ、ESC の視認面積が 2 倍になったと想定する。

現況の視覚割合 (S) は 0.94 であるので、

$$S = 0.94 * 2 = 1.88$$

$$Sa = 4.3S - 5 = 4.3 * 1.88 - 5 = 3.08 \approx 5$$

### ・ESC 選択加速度

$$A = La + Sa = 5 + 5 = 10$$

歩行者発生率、優先者発生率、分岐選択率、ESC 混雑回避度、階段 3 混雑回避度の設定値は変えないため、パラメータ設定値は下表のようになる。

表 4-3 6. 空間条件を変更した登戸駅下り線における歩行者のパラメータ設定値

パラメータ設定値	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC混雑回避度	階段3混雑回避度
	0.25	0.0025	50	10	5	3

### (3) シミュレーションの結果と考察

空間条件を変化させた登戸駅のシミュレーション結果を示す。(図4-45、46)

表4-37. 空間条件を変更した登戸駅上り線のシミュレーション結果

シミュレーション結果	番号	ESC選択率	階段1選択率	EV選択率	階段2選択率	合計
	1	160	101	8	115	384
	2	155	95	9	98	357
	3	154	97	10	109	370
	4	150	100	4	113	367
	5	160	101	5	103	369
	合計	779	494	36	538	1847
割合		42%	27%	2%	29%	

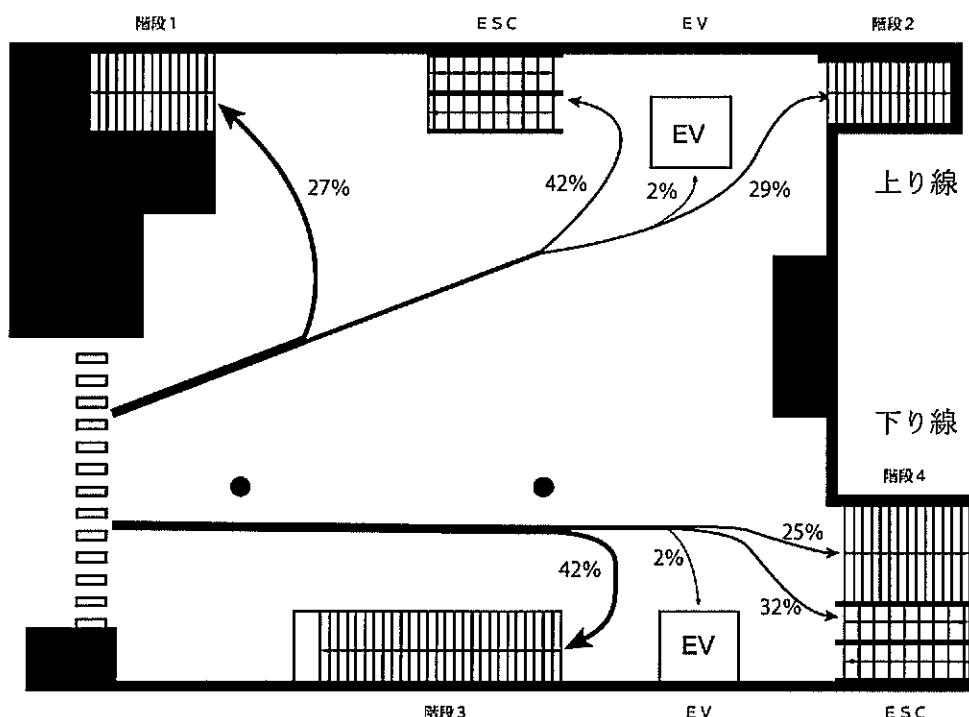
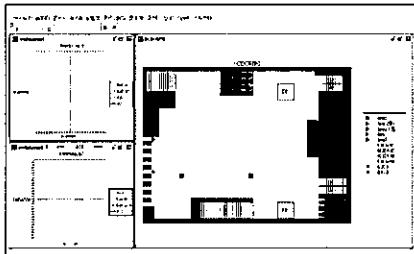


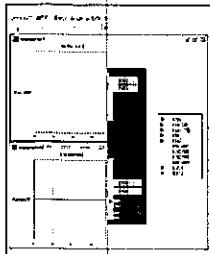
図4-46. 空間条件を変更した登戸駅のシミュレーション結果

表4-38. 空間条件を変更した登戸駅下り線のシミュレーション結果

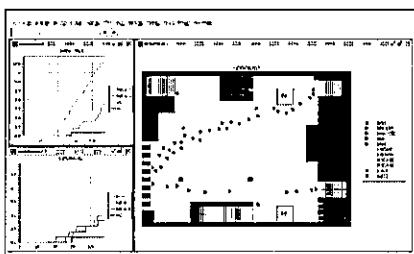
シミュレーション結果	番号	階段3選択率	EV選択率	階段4選択率	ESC選択率	合計
	1	52	2	32	35	121
	2	53	2	35	38	128
	3	69	1	25	48	143
	4	42	2	27	39	110
	5	48	2	37	41	128
	合計	264	9	156	201	630
割合		42%	1%	25%	32%	



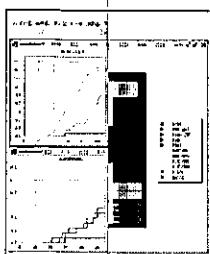
step1



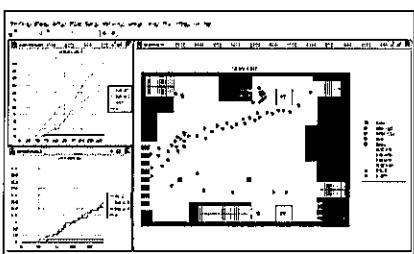
step100



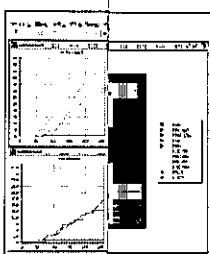
step120



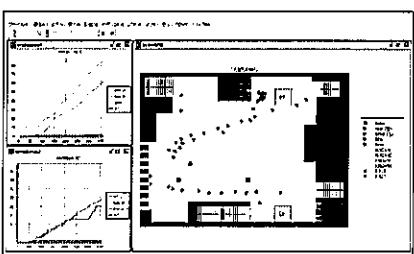
step220



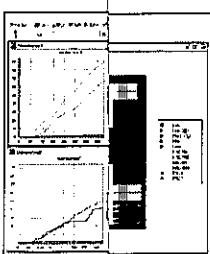
step240



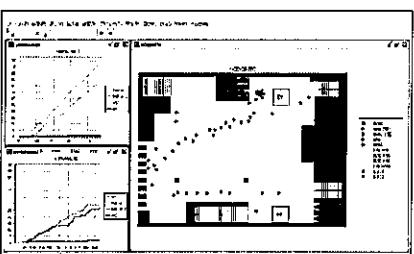
step340



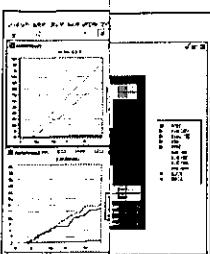
step360



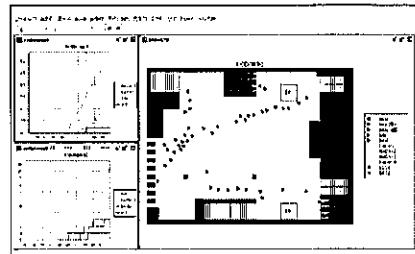
step460



step480



step567



step567

以上のように、歩行者の選択行動の予測をシミュレーションできる。

登戸駅上り線では、ESCと階段1の配置を入れ替えてシミュレーションを行った。ESC認知度の値が下がったため、結果としてESCの選択率が少し下がったが、図4-40を見ると、現況のシミュレーションと比べて、ESCがあまり混雑していないことが分かる。また、階段1と階段2の選択率は少し上がったため、ESCの混雑が多少解消したと考えられる。

登戸駅下り線では、EVの位置をずらし、ESCの視認性を上げてシミュレーションを行った。ESC認知度の値が上がったため、結果としてESCの選択率が少し上がった。ESCを含め、どの垂直移動手段も混雑している様子はないため、ESCの選択率が上がった今回のシミュレーションを行った配置関係の方が、歩行者の選択行動の利用円滑になっていると考えられる。

このように、歩行者シミュレータによる選択行動の予測を行うことで、垂直移動手段の利用状況を把握し、検討することができる。

これは、研究の分析ツールや、建築分野での設計・改修のツールとしての可能性を示すことができたと考える。

## 第5章　まとめと展望

- 
- 5-1. 鉄道駅における選択行動の特徴のまとめ
  - 5-2. 選択行動のシミュレーションのまとめ
  - 5-3. 今後の展望

## 5-1. 鉄道駅における選択行動の特徴のまとめ

本研究で、鉄道駅における垂直移動手段の選択行動には、次のような7つの特徴があることが明らかになった。

鉄道駅の利用の特徴については、以下の3つの点が明らかになった。

- ①優先者の利用数が少ない。
- ②ESCの選択率、選択の優先度が高い。
- ③EVの利用率が低い。

また、鉄道駅における選択行動を決定する要因としては、以下の4つの点が明らかになった。

- ①利用の時間帯によって利用者数や利用者属性に違いがあり、その差異が利用者の選択行動を決定する一因となっている。
- ②利用者数の違いで、垂直移動手段やコンコース内の混雑状況などが変化してくるため、その差異が利用者の選択行動を決定する一因となっている。
- ③次の3点の空間構成の違いが、利用者の選択行動を決定する一因となっている。
  - a.選択分岐点から、垂直移動手段までの距離
  - b.各垂直移動手段同士の距離
  - c.選択分岐点での、垂直移動手段の見えやすさ
- ④各垂直移動手段やコンコース内の混雑状況が、利用者の選択行動を決定する一因となっている。

また、各垂直移動手段の利用のされ方の特徴は以下の通りである。

### ①階段の利用の特徴

優先者の利用はほとんど無いが、流動率（単位時間当たりの通過量）は高いため、改札から近い位置にあるなど、利用しやすい状況にあれば、選択率は高くなる。しかし、階段幅が狭いと利用しにくくなるので注意する必要がある。

ESC よりは優先度が低いため、なるべく利用しやすい環境に配置することが重要である。

### ②ESC の利用の特徴

比較的利用率、優先度は高く、午前より午後の方が選択率は高くなる。改札から遠い位置に独立している場合はやはり選択率は下がるため、遠い位置にあっても、視認性を上げることが利用環境の向上につながる。

また、流動率は階段より低いため、利用者数が多いとき選択率が高すぎると混雑の原因となる可能性がある。そのため、利用者数が多い駅の場合は、ESC だけが改札から近いなど、ESC のみが利用しやすい状況にあることは避けた方が良い。

### ③EV の利用の特徴

利用率は低いが、EV を選択する利用者の属性は優先者が多いため、必要性のある垂直移動手段であると言える。EV を利用する人は改札通過時から選択を決めている場合が多く、利用者も優先者が多いため、他の利用者との接触を避けられるという点で、改札からなるべく近い位置に配置するとよい。

また、EV 専用の待合いスペースがあるとよく、他の垂直移動手段の利用者の動線とかぶらないようにすることが、EV の利用環境の向上につながる。

## 5-2. 選択行動のシミュレーションのまとめ

本研究では、鉄道駅における垂直移動手段の選択行動の様子をシミュレーションした。実測データをもとに artisoc 上でシミュレーションすることで、現実の選択行動の現象を捉える事ができた。

本モデルは、因果関係が理解しやすいように出来るだけ単純化したものであり、選択行動という現象の全てを捉えきれたわけではないが歩行者の選択行動を決定する要因の1つとして次のことがわかった。

まずは各選択分岐点での初期の分岐の割合は50%ずつであり、そこから選択率は利用状況によって増減する。その歩行者の選択行動の最終決定を左右する要因として、「乗降客による垂直移動手段周辺の混雑度」、「選択分岐点での ESC の相対距離」、「選択分岐点での ESC の視認性」の3点が選択行動の決定要因の1つであると、シミュレーションしたことで明らかになった。

また、このような分析や歩行者のシミュレートができる事を本研究で示せたことで、シミュレーションが、今後の設計や研究のツールとして有効なものになり得る可能性を示すことができた。

### 5－3. 今後の展望

選択行動の分析として、今後考察すべきことは以下の通りである。

- ・降車客の影響による選択行動の変化
- ・サイン計画の選択行動への影響
- ・様々な駅空間タイプにおける選択行動

また、これらの考察を行うことで、本研究で作成した歩行者モデルが、さらに現実の選択行動に近づき、シミュレーションの精度と妥当性が高まると考えられる。

その精度が上がり、また様々な空間でシミュレーション出来るようになれば、シミュレーションは建築の計画・設計、研究ツールとして、利用価値の高いものになってくるであろう。

## あとがき

今日の日本には、利用したくても利用できないもの、利用しにくくなっているものがたくさんあります。それが普通だと思っている、そんな世の中に疑問を持っていました。そこでみんなが快適に、幸せに生きていける社会を作っていくためにはどうすればよいかということを知るため、ユニバーサルデザインを深く勉強したいと思いました。そして、その知識を活かして社会に貢献したいという気持ちから本研究を始めました。

本研究が、少しでも快適に、幸せに暮らせる社会になるための役に立つこと、またより多くの人がユニバーサルデザインに興味を持ち理解し、社会の幸せを考えてくれることを願っています。

最後に、本研究の調査にあたって、阪谷武障氏をはじめ、JR駅員の皆さん、明治大学建築学科園田研究室の皆さん、調査・研究に協力していただいた全ての皆様に深く感謝いたします。

また、本研究のご指導、ご助言をして頂いた園田先生に深く感謝致します。

ありがとうございました。

2012年 2月14日 荒井良宏

## 参考文献

- 人工社会構築指南—artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門—  
山影進、書籍工房早山、2007
- artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション  
兼田敏之、書籍工房早山、2010
- セルオートマトン法を用いた人間行動のシミュレーション—建築・都市空間における人間行動の記号過程に関する研究（その5）—  
木曾久美子、日本建築学会大会講演梗概集 701-702、2010年9月
- マルチエージェントモデルによる群衆歩行性状の表現—歩行者シミュレーションシステム  
SimTread の構築—  
木村謙、日本建築学会計画系論文集 第74卷 第636号 371-377、2009年2月
- 複数グループ歩行者を考慮したシミュレーションモデルの構築と考察  
矢嶋雅倫、日本建築学会大会学術講演梗概集 739-740、2010年9月

# 鉄道駅における垂直移動手段の選択行動に関する研究

## －利用者の選択行動のモデル化とシミュレーション－

明治大学大学院理工学研究科建築学専攻 園田研究室 荒井良宏

### 1. 研究の概要

#### 1-1. 研究の背景と目的

近年我が国では急速な高齢化が進み、それに対応するため、バリアフリー（以下、BFとする）やユニバーサルデザイン（以下UDとする）などの考え方方が広まり、環境整備が求められている。中でも公共交通機関の環境整備は重要な課題として早急な対応が求められている。

そこで本研究では駅の利用円滑化のため、階段・エスカレーター（以下、ESCとする）・エレベーター（以下、EVとする）の3つの垂直移動手段に着目し、それらの配置関係と利用者行動の相互関係を明らかにすることで、今後の鉄道駅の設計・改修の一助となることを目的とする。

また、選択行動のモデル化・シミュレーションを行うことでさらなる分析を行うとともに、シミュレーションが新たな設計や研究のツールとなり得ることを示す。

#### 1-2. 研究の対象

研究対象は、不特定多数の人が利用する公共交通機関の鉄道駅とする。その中でも乗客数が多く、階段・ESC・EVの3つの垂直移動手段が設置されていて、なおかつほぼ一定の整備状況にある、同一地域内の駅を対象とする。本研究ではJR南武線を対象とし、以上の条件から、登戸駅・武蔵溝ノ口駅・武蔵小杉駅の3駅を対象とした。（表1）いずれも私鉄とJRの乗換駅であり、改札階から下階のホームに降りる形式である。なお、降車時の選択行動は降車位置による影響が大きいと予想できるため、改札を通過して垂直移動手段を任意に選択できる乗車時を対象とした。

#### 1-3. 研究の方法

研究は以下の方法で行った。

- ①対象駅の垂直移動手段の選択率を測定し、利用者の選択行動を分析・考察する。なおここでいう選択率とは、全乗客人数のうち、各垂直移動手段を選択した割合を指す。
- ②対象駅における利用者の選択行動のモデル化を行う。

表1. 対象駅の概要

駅名	登戸駅	武蔵溝ノ口駅	武蔵小杉駅
開業年	1927年	1927年	1927年
改修年	2008年	1988年	1990年
所在地	川崎市多摩区	川崎市高津区	川崎市中原区
1日平均乗車人員	75373人	75653人	99617人

③モデルを基盤として、駅構内における利用者の選択行動をシミュレーションし、さらなる分析・考察を行う。

④考察のまとめ。

#### 1-4. 既往研究のレビュー

公共交通機関の駅空間におけるBFに関する既往の研究は、障害者や移動制約者のみを対象とした研究が多く、UDの視点による考察がまだあまりない。

また、建築分野における人間行動のシミュレーションの研究のほとんどはモデル化までの研究である。建築空間でのシミュレーションを行った研究もあるが、その数は多くなく、空間や利用者の種類は限られているため、有効な研究のツールとして確立していないのが現状である。そのため、より多くの種類のシミュレーションを行った研究が必要であり、シミュレーションが研究や設計における有効なツールとなり得ることを示すことが重要となってくる。

### 2. 調査の概要

調査は「選択測定調査」を行った。これは、各垂直移動手段の利用数と利用者属性を測定する調査である。

垂直移動手段の選択率を測定するために、駅構内で各垂直移動手段の利用人数を数える。調査の時間帯は、利用者に余裕がなく直感的な行動を見るため、朝のラッシュ時の8:00～8:30の30分間と、利用者に余裕があり、利用者属性の偏りが少ないと予想できる昼の時間帯の14:00～14:30の30分間の1日2回の調査を行った。調査概要は表2の通りである。

測定は、調査員が30分間数取器で階段・ESC・EVの各利用人数を計測した。階段・ESCの測定では、一般者と優先者とに分けてそれぞれカウントを行った。ここでいう優先者とは見た目で明らかな移動困難者を指す。EVでは、高齢者・ベビーカー（乳幼児連れも含む）・車いす利用者・障害者・健常者・その他の6つの利用者属性別のカウントを行った。これらは調査者がその属性を判断した。

表2. 選択測定調査の概要

調査場所	登戸駅		武蔵溝ノ口駅		武蔵小杉駅	
	調査日	時間帯	調査日	時間帯	調査日	時間帯
調査場所	2009/11/19		2009/11/26		2010/6/24	
時間帯	午前	午後	午前	午後	午前	午後
天気	くもり	雨	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
調査人員数	8人	8人	7人	6人	6人	6人

### 3. 調査結果の考察とまとめ

#### 3-1. 登戸駅

登戸駅は橋上駅で、上下線とも改札からホームまでは下降移動のみである。利用総数は、上り線午前は3808人、午後は418人、下り線午前は1243人、午後は248人。

上り線は、ESCの選択率が午前が51%、午後はさらに上がり60%と選択率が高いことが分かった。下り線は、午前午後とも改札から一番近い階段3の選択率が高かった。また、午前はESCの選択率はそれほど高く無かったが、午後になって選択率が上がった。下り線のESCは見えづらい位置にあり、改札からの距離も遠いためあまり高い選択率にならなかつたと考えられる。(図1, 2)

#### 3-2. 武蔵溝ノ口駅

武蔵溝ノ口駅は橋上駅で、上下線とも改札からホームまでは下降移動のみである。利用総数は、上り線午前は3549人、午後は428人、下り線午前は1534人、午後は445人。

上り線のESCの選択率は午前が51%、午後はさらに上がり55%と選択率が高いことが分かった。下り線はESCの位置が改札から遠く、その存在も確認しづらいため、階段1に選択が偏ったと考えられ、階段1の選択率は、午前が67%、午後は62%と高い傾向にあった。また、下り線のEVは改札から近い位置にあるため、比較的選択率が高い傾向にあった。(図3, 4)

#### 3-3. 武蔵小杉駅

武蔵小杉駅は橋上駅で、上下線とも改札からホームまでは下降移動のみである。利用総数は、上り線午前は1553人、午後は264人、下り線午前は3158人、午後は566人。

上下線の垂直移動手段の配置関係が同じような構造の駅である。上り線はESCの選択率が午前午後とも高く、約75%を占めていた。下り線のESCも、午前は62%であったが、午後は75%と高い選択率であることがわかつた。これは、下り線午前は利用数が多く、ESCが混雑しているので、階段に選択を変える人が出てくるため、上り線のESCと比べて選択率が低かつたと考えられる。(図5, 6)

#### 3-4. 選択測定調査のまとめ

ESCの選択率、選択の優先度が比較的高く、EVの利用率が全体的に低いことがわかつた。また、優先者の鉄道駅の利用数が少ないことが明らかになった。(表3)

また、利用の時間帯や、垂直移動手段の視認性や各垂直移動手段の距離などの空間構成の違い、利用者数によって選択行動が変わってくることが明らかになった。

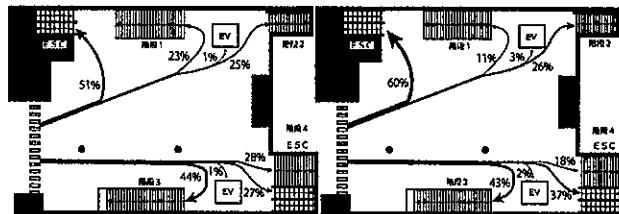


図1. 登戸駅における選択行動(左:午前 右:午後)

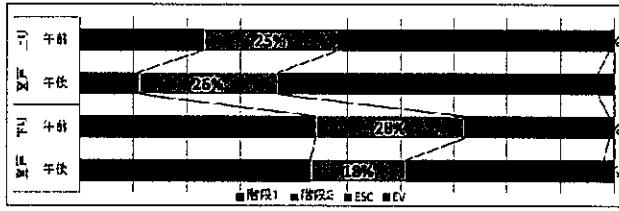


図2. 登戸駅の各垂直移動手段の選択率 (%)

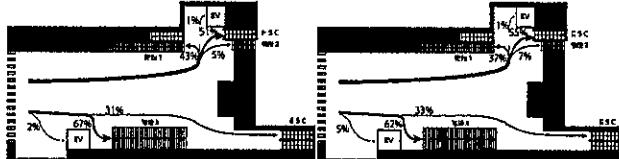


図3. 武蔵溝ノ口駅における選択行動(左:午前 右:午後)

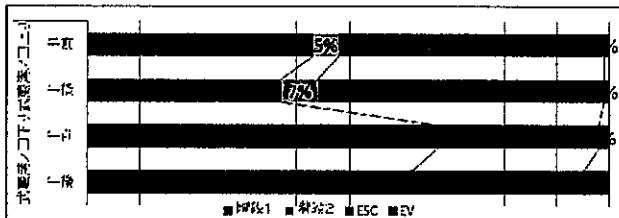


図4. 武蔵溝ノ口駅の各垂直移動手段の選択率 (%)

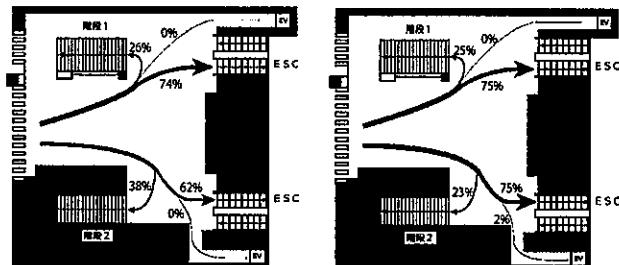


図5. 武蔵小杉駅における選択行動(左:午前 右:午後)

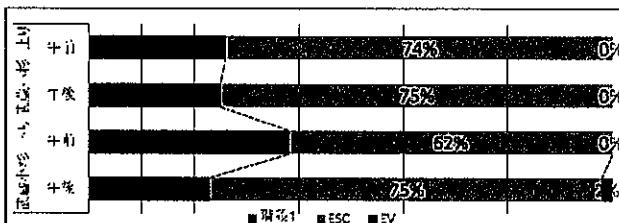


図6. 武蔵小杉駅の各垂直移動手段の選択率 (%)

表3. 優先者の利用率

対象駅	東戸				武蔵溝ノ口				武蔵小杉			
	上り		下り		上り		下り		上り		下り	
時間	午前	午後										
全利用者数(人)	3808	418	1243	246	3549	428	1534	445	1553	264	3158	566
優先者の利用者数(人)	24	11	5	7	19	14	4	19	14	7	19	20
優先者の利用率(%)	0.63%	2.63%	0.40%	2.82%	0.54%	3.27%	0.26%	4.27%	0.90%	2.85%	0.60%	3.53%

## 4. 選択行動のモデル化とシミュレーション

### 4-1. 選択行動のモデル化とシミュレータの構築

歩行者の選択行動のモデルは、空間によってそれぞれ異なってくるが、基本的には図7、図8のように行動する。

選択行動の歩行者シミュレータは、構造計画研究所が開発した「artisoc」というソフトウェアを用いてシミュレーションモデルを構築する。シミュレーション上の空間は600mm×600mmを1単位として構成する。本シミュレーションは、3stepが現実の1秒になるように設定した。

また、歩行者に与えるパラメータは以下の4種類であり、表3のようにそれぞれパラメータを設定した。

- ・発生率：歩行者の発生確率を決めるパラメータ
- ・分岐選択率：選択分岐点における分岐の割合
- ・ESC選択加速度：ESCの優先度を増減させるパラメータで、選択の分岐点でESCの選択を優先する確率
- ・混雑回避度：乗降客の混雑影響を数値化した抵抗値で、歩行者が選択を変える時の垂直移動手段周辺の混雑度

### 4-2. 歩行者シミュレータによる選択行動の再現

#### 4-2-1. シミュレーション1

空間に歩行者がいない状況でシミュレーションを始め、500step目までに駅に入場した人が空間からいなくなるまで行い、その時点での選択率を見る。(図9～11)

#### 4-2-2. シミュレーション2

パラメータは1と変えないが、シミュレーションは終了させず、180step～270step目の連続した90stepを取り出し、その間の選択率を見る。(図12～14)一部分を切り取って選択行動を見ることで、シミュレーション1では考察できなかった、既に入場していた人と後から入場していく人を考慮したシミュレーションを行い、選択行動を連續的な現象として考察する。

30step毎のシミュレーション出力結果は表5の通りである。

空間名	歩行者発生率	優先者発生率	分岐選択率	ESC選択加速度	ESC選択回速度	混雑回避度	階段
登戸上り線	70%	1%	50%	70	14	7	
登戸下り線	25%	0.25%	50%	5	5	3	階段3
武蔵溝ノ口上り線	65%	0.25%	50%	15	13	7	階段1
武蔵溝ノ口下り線	30%	0.5%	50%	-55	-	3	階段3
武蔵小杉上り線	30%	0.25%	50%	50	6	3	階段1
武蔵小杉下り線	60%	0.25%	50%	50	12	6	階段2

表4. パラメータ設定値一覧

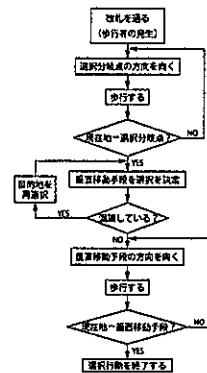


図7. 歩行者一般モデル

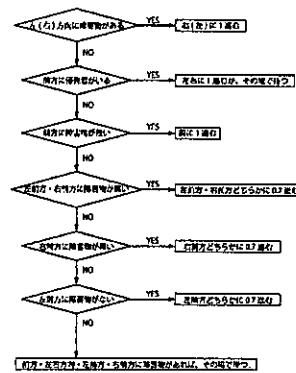


図8. 歩行ルール

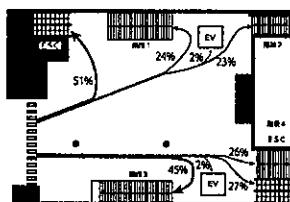


図9. 登戸駅のシミュレーション1の結果

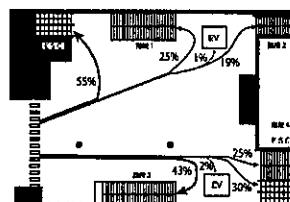


図10. 登戸駅のシミュレーション2の結果

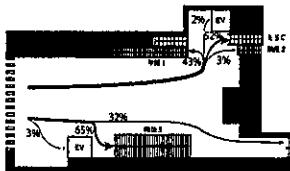


図11. 武蔵小杉駅のシミュレーション1の結果

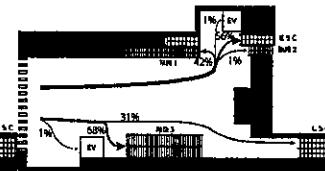


図12. 武蔵小杉駅のシミュレーション2の結果

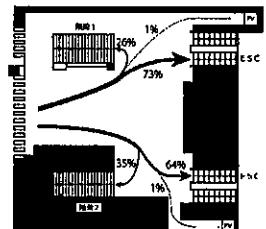


図13. 武蔵小杉駅のシミュレーション2の結果

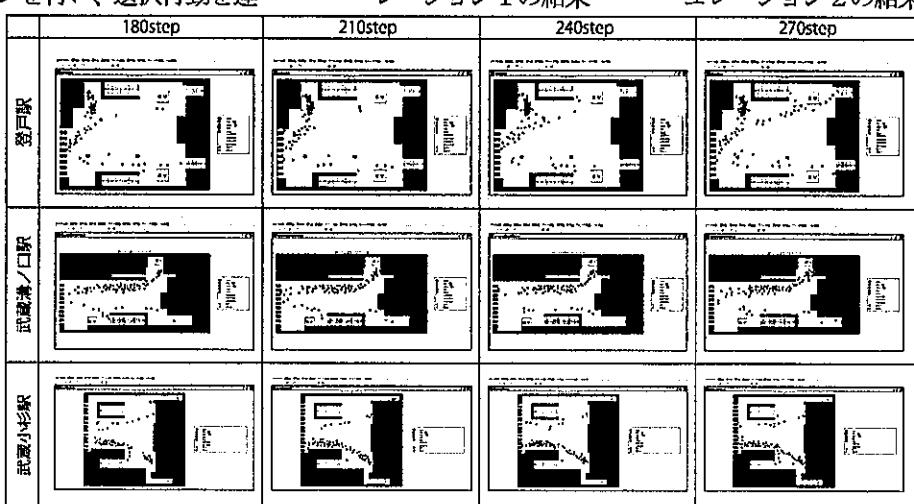


表5. シミュレーション2の出力結果一覧

#### 4-3. シミュレーションの考察

まず、6つのパラメータを以下のように設定する。

- ・歩行者発生率…各駅の利用人数で決まる
- ・優先者発生率…各駅の利用人数で決まる
- ・分岐選択率…50%と設定する
- ・ESC 選択加速度(A)

…相対的近接度(La)と視認画面率(Sa)の和

- ・ESC 混雑回避度…歩行者発生率×20と設定する
- ・階段混雑回避度…歩行者発生率×10と設定する

##### (1) 相対的近接度(La)の算出

$$La = -19L + 60 \text{ の式に近似できる。}$$

L : 最初の選択分岐点から一番近い階段までの距離(Ls)に対する、その選択分岐点から ESC までの距離(Le)の割合。  
つまり、 $L = Le / Ls$  で求められる。

また、ESC 選択加速度は算定方法を容易にするため、5の倍数で設定する。そのため、La 値も5の倍数に切り捨て、切り上げを行う。

##### (2) 視認画面率(Sa)の算出

$$Sa = 4.3S - 5 \text{ の式に近似できる。}$$

S : 選択分岐点に到達するまでの3秒間の9つの画像(3コマ/秒×3秒)の総面積(St)のうち、ESC が見える面積(Se)の割合(%). つまり、 $S = (Se / St) * 100$  で求められる。  
また、Sa 値も5の倍数に切り捨て、切り上げを行う。

##### (3) ESC 選択加速度(A)の算出

$$A = La + Sa \text{ の式で求める。}$$

また、各駅各上下線の A 値、La 値、L 値、Sa 値、S 値は表6の通りである。

以上のようにパラメータを設定し、本モデルで作成したルールでシミュレーションを行うことで、鉄道駅における垂直移動手段の選択行動を再現することができた。

#### 4-4. シミュレーションの可能性

シミュレーション1と2ではその結果に大きな違いはなく、どちらも実測値とも離れていないことから、本モデルのシミュレーションの妥当性を示すことができた。

このように本研究では選択行動という現象を捉える事

表6. 選択加速度算一覧

空間名	登戸駅		武藏溝ノ口駅		武蔵小杉駅	
	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線
ESC選択加速度(A)	70	5	15	-55	50	50
相対的近接度(La)	50	5	10	-50	25	25
距離割合(L)	0.52	3	2.65	5.78	1.78	1.79
視認画面率(Sa)	20	0	5	-5	25	25
視覚割合(S)	5.35	0.94	1.98	0.10	6.95	6.76

ができたが、現象の全てを捉えたとは言えない。そこで本研究の「午前の利用状況」に基づいて構築したシミュレーションモデルで「午後」の選択行動のシミュレーションを行い、現実とのズレを見ることで有効性の確認を行った。

また、同モデルに基づき垂直移動手段の位置関係を変えることで、選択行動がどのように変わるのかを見たことにより、本モデルの活用を試みた。

#### 5. まとめ

##### 5-1. 鉄道駅における選択行動の特徴のまとめ

鉄道駅の利用の特徴は以下の3点が明らかになった。

- ・優先者の利用数が少ない
- ・ESC の選択率、選択の優先度が高い
- ・EV の利用率が低い

選択行動の決定要因として以下の4点が明らかになった。

- ・利用の時間帯による利用者数や利用者属性の違い
- ・利用者数の違いによる、混雑などの状況変化
- ・垂直移動手段の配置関係などの空間構成の違い
- ・各垂直移動手段やコンコース内の混雑状況

##### 5-2. 選択行動のシミュレーションのまとめ

本モデルは、因果関係が理解しやすいように出来るだけ単純化したものであり、選択行動という現象の全てを捉えられたわけではないが、歩行者の垂直移動手段の選択行動について、次のことが明らかになった。

まずは各選択分岐点での初期の分岐の割合は50%ずつであり、そこから選択率は利用状況によって増減する。その歩行者の選択行動の最終決定を左右する要因として、次の3点が選択行動の決定要因の1つであるということが、本シミュレーションで明らかになった。

①乗降客による垂直移動手段周辺の混雑度

②選択分岐点での ESC の相対距離

③選択分岐点での ESC の視認性

##### 5-3. 今後の展望

今後考察すべき課題として、降車客の流れやサイン計画、様々な駅空間タイプでの選択行動などがある。また、駅だけでなく様々な空間でシミュレーションを行うことで、シミュレーションは建築の計画・設計、研究ツールとして利用価値の高いものになってくるといえよう。

#### <参考文献>

- [1]山影進：人工社会指南—artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門—、書籍工房早山、2007

