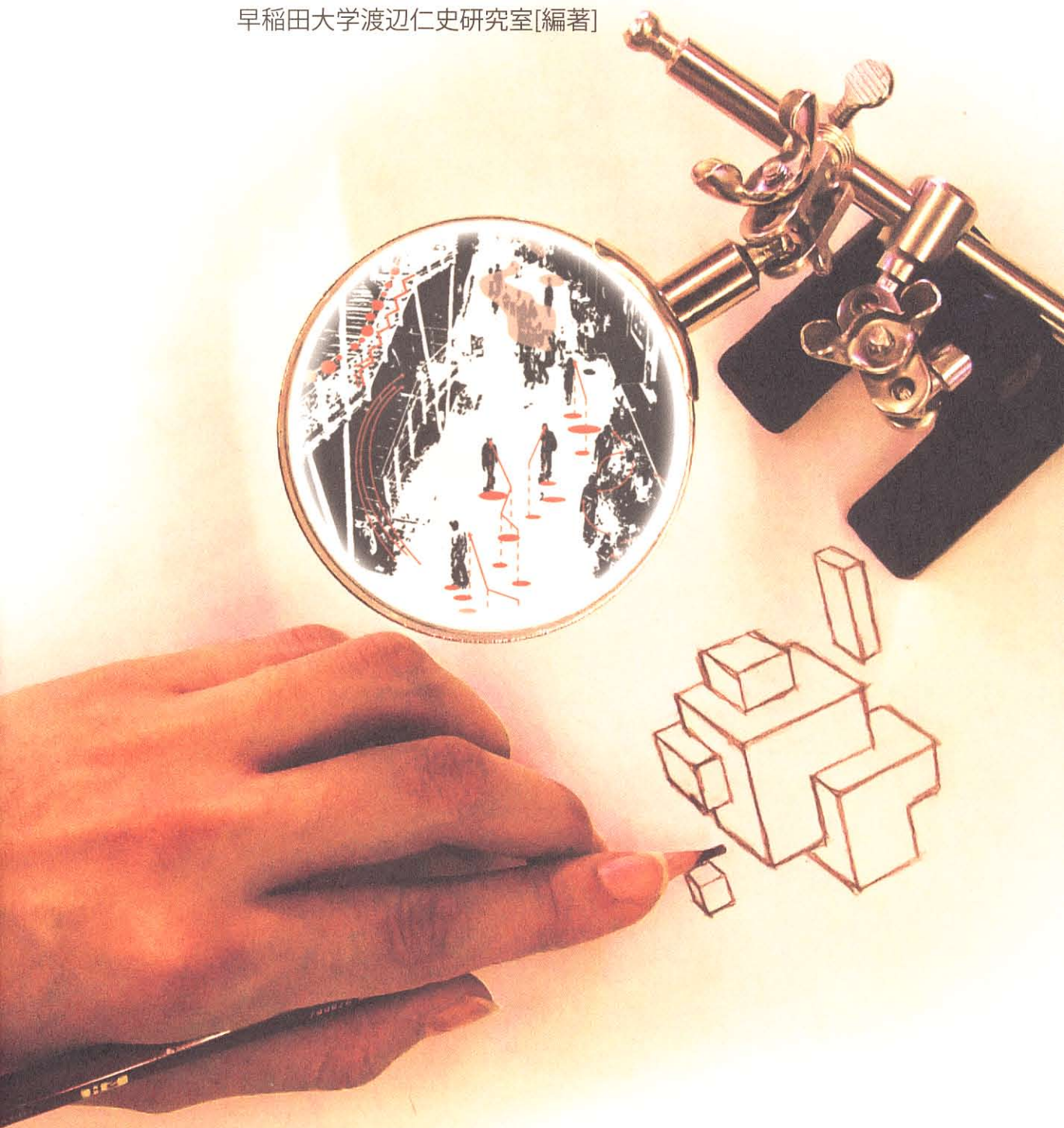


Designing by Human Behavior

行動をデザインする

早稲田大学渡辺仁史研究室[編著]



序説 人間と空間、そして時間	6	第4章 「集い」をデザインする	76
第1章 「居心地」をデザインする	10	4-1 集客ターゲットをデザインする	78
1-1 快適な「ケータイ空間」をデザインする	12	4-2 施設の魅力をデザインする	80
1-2 美術館の賑わいをデザインする	14	4-3 集客施設の入場者数をデザインする	82
1-3 街灯空間の居心地をデザインする	16	4-4 人が集まる仕組みをデザインする	84
1-4 快適な明るさの連なりをデザインする	18	4-5 人集めを意識した街をデザインする	86
1-5 快適なレベル差をデザインする	20	4-6 人の集まる都市空間をデザインする	88
1-6 気持ちのよい階段をデザインする	22	4-7 地域の活性化をデザインする	90
1-7 人が沿って歩きやすい壁をデザインする	24	4-8 魅力の組合せをデザインする	92
1-8 都市情報メディアの見やすさをデザインする	26	4-9 集客施設をリニューアルデザインする	94
1-9 ルールに従ってファサードをデザインする	28	4-10 魅力の配置をデザインする	96
1-10 盛り上がるダンス空間をデザインする	30	4-11 集客のための情報空間をデザインする	98
参考文献一覧	32	参考文献一覧	100
第2章 「人の流れ」をデザインする	34	第5章 「安全」をデザインする	102
2-1 大勢の人の流れをデザインする	36	5-1 安全なデザインであるかを事前に検証する	104
2-2 回避行動をデザインする	38	5-2 避難する人をデザインする	106
2-3 回遊行動をデザインする	40	5-3 誘導サインをデザインする	108
2-4 縦方向の動線をデザインする	42	5-4 住宅を強くする仕組みをデザインする	110
2-5 人の群集流動をデザインする	44	5-5 復興対策をデザインする	112
2-6 群衆を画像で捉える	46	5-6 地域の防災力を高める仕組みをデザインする	114
2-7 人の群集流動における交差をデザインする	48	参考文献一覧	116
2-8 歩行空間の経路選択をデザインする	50	第6章 「優しさ」をデザインする	118
2-9 追従歩行をデザインする	52	6-1 個人の状態に合致した椅子をデザインする	120
2-10 人の行動から空間をデザインする	54	6-2 施設の使い勝手をデザインする	122
参考文献一覧	56	6-3 優しい住宅をデザインする	124
第3章 「人溜り」をデザインする	58	6-4 音の伝わり方をデザインする	126
3-1 ターミナル空間の人溜りをデザインする	60	6-5 身体状況と行動データベースをデザインする	128
3-2 駅での立止り行動をデザインする	62	6-6 パーソナルスペースをデザインする	130
3-3 昇降施設回りの人溜りをデザインする	64	6-7 ナビゲーション方法のデザイン	132
3-4 「エキナカ」をデザインする	66	参考文献一覧	134
3-5 街の人溜りをデザインする	68	索引	137
3-6 住宅内での人の行動をデザインする	70		
3-7 人と物との関係をデザインする	72		
参考文献一覧	74		

「かたち」と「いのち」をつなぐもの

神戸芸術工科大学教授で『かたちの誕生』(NHK出版)の著者である杉浦康平氏は、「かたちを使って考える思考」がデザインであると捉えています。そして、この「かたち」という言葉は、「かた」と「ち」が結び付いたものであり、いのちの「ち」が、形状を定める「かた」の中を駆け巡って「かたち」を形成するとしています。

この「かた」と「ち」を結び付けているものが、まさに人間の「行動」であり、この行動を見つめることこそ、デザインであると私は考えています。

もちろん、デザインの定義はいろいろあります。

ここでは、「デザインする」というのは、現実の空間に具体的な見える「かた」を与えることだけでなく、そこにどのような「ち」が流れ、どのように働きかけるのか、つまり「かた」としての空間における「利用者の行動をあらかじめ時系列的に予測すること」であるとしています。

線や点あるいは面といった目に見える物理的な形を与えることではなく、目に見えないさまざまな利用のされ方を科学的に予測してそれによる適否を評価するという一連の思考をデザインという言葉に込めています。

では、この定義に従って何をデザインするのか、つまりデザインの対象をここでは6つ取り上げました。建築あるいは都市空間における「いごち」「ながれ」「たまり」「つどい」「あんぜん」「やさしさ」の6つです。そして、たとえば「いごちをデザインする」とは、人間の行動をどのように捉え、どのように予測することなのかを、これまで私の研究室で発表してきた研究論文を基に、わかりやすく解説しました。

それが、「かたち」に「いのち」を入れることだと思っています。

行動をデザインする

タイトルの「行動をデザインする」とは、空間における人間の行動を時々刻々予測して、安全で快適で不都合のない空間の仕様を提示することです。つまり、ここには人間一空間一時間という3つの「間(ま)」が存在し、それらの間をつないであげることが「行動のデザイン」であるとしています。

人間の行動には、一人一人がそれぞれの身体的状態において、それぞれの目的のために空間に対して働きかけるとても複雑で膨大なパターンがあると考えられますが、個々の人間の行動特性を少し大局的に概観してみると、そ

こには一定の法則、ルール、あるいは癖のようなものが存在します。

そのような行動特性を観察や調査によって把握することで、これを解析すれば人間の行動を数学的なモデルとして表すことができます。この「行動モデル」こそが、行動のデザインにとって最も重要な道具となります。

この「行動モデル」を、さまざまな状況や対象に応じて作成すると、建築設計者が提示した計画案が利用者にとってどの程度の性能を発揮するものかを科学的・客観的に示すことが可能になります。今風に言えば、エビデンスを示すことができるわけです。

つまり、空間の見えない「かたち」を科学的に評価できるのが「行動モデル」です。本書で取り上げた6つのデザインの対象それぞれについて、人間の空間行動をどのように把握するのか、そしてそれをどのように行動モデルとして立案したらよいかを、これまた研究室で蓄積してきた膨大な研究論文の中から体系化してみました。

「行動をデザインする」ということは、ある空間における人間の行動を規模や配置あるいは運営によってコントロールできるということであり、設計の段階で行動にとって不都合な空間や具合のわるい状況が起こるのを未然に回避できるということであり、利用者にとってより質の高い空間を実現できるということでもあります。

「ち」を合わせて「かたち」とする

本書の執筆にあたっては、多くの「ち」を集めました。これまで私の指導のもとで博士の学位論文をまとめた「ち」、あるいは現在まとめている最中、さらに現職として何らかのかたちで教育の現場に関係している11人の「血」と「知」を「かた」に合体させて出来上がった「かたち」です。

本書の企画立案と監修を私が担当しましたが、具体的な編集および進行は林田和人、遠田敦の2名が主体となって担当しました。そしてデザイン対象となった6つの章について、1人がひとつの章を担当するというのではなく、11人の著者が最も得意とする話題を受け持って執筆し、それを各章の最も相応しいところに割り当てました。

あまりにも多岐に渡る項目と、建築界としては初めての内容であるがために、企画から執筆完了までに5年ほども経ってしまいましたが、どの内容もけっして色あせることなく、むしろこれから先の建築設計のあり方に示唆をもたらしてくれる研究成果がまとめられたと思っています。そのような事情を理解していただいた彰国社の田尻裕彦氏の励ましとお力添えにより、何とか出版という「かたち」にこぎ着けることができました。

また、執筆や編集にあたっては、研究室の卒業生や在校生の多大な尽力なくして本書の出版はありえなかったと思います。巻頭の本扉裏にお名前を記して、深く感謝したいと思います。

若夏の石垣島にて

第2章

「人の流れ」をデザインする

人の移動と空間との関係

通勤・通学時間帯の駅などでは明確な目的地を持った歩行が多いため、最短経路で、しかも速度が速い歩行となる。一方、商業施設や遊園地などでの歩行は目的地が決まっていないことが多く、目的地がある場合にくらべて歩行速度が遅くなり、目的地が次々と変わる回遊歩行が多くみられる。個人が時間推移とともに歩行した軌跡が歩行経路であり、それを地図上に書き込んだものが歩行経路図である。この歩行経路図からは個人の位置が時系列的に変化する様子が読み取れるため、特に回遊歩行を分析する場合の有効な調査手法となる。歩行経路図は個人の歩行の様子を示すものだが、これら個々人の歩行経路を空間上に重ねれば歩行者の群集流動を表す図となる。これによって、歩行経路図だけでは読み取れなかった群集の振舞いが浮かび上がってくる。群集の状態を表す指標として、群集の密度や流動係数などがある。群集密度は、単位空間当り歩行者の人数（人/m²）として表される。また流動係数は、単位時間、単位幅当りの、ある断面を通過する歩行者の人数（人/m・s）で表される。群集の状態と快適性を評価するための指標としては、ジョン・J・フルーイン（John J. Fruin）が提唱したサービス水準が一般的に知られている。これは、群集密度や流動係数を基準としたA～Fまでの6段階で、それぞれの段階における群集の状態を定性的に表したものである。



設計者は、非常時の事故を未然に防ぐためだけでなく、駅などにおける人の群集流動をスムーズなものにし、住宅においてもより利便性のよい設計をする必要がある。そのためには、設計案を人がどのように利用するのかをイメージし、不都合があればそれを修正して仕上げていく設計プロセスが重要になる。この利用のされ方をイメージするうえでは、設計者個別の勘に頼るのではなく、客観性を持ったモデルが必要になる。そこで、空間における行動調査を行い、その行動を空間などへの対応でモデル化することによって行動モデルが作成される。ここでいうモデル化とは調査場所固有の要素ではなく、より一般的な要素との関係を明らかにするという意味で、そうすることによって他の空間で作成した行動モデルを用いて新しい案件を評価することが可能となる。設計プロセスとして、設計案における人の行動をイメージすることができる。人間の行動は複雑であるため、その行動を設計者が頭の中でシミュレートするには限界がある。そこで、人間の行動が確認可能な、コンピューターを用いた行動シミュレーションが必要になってくる。この行動シミュレーションは、行動モデルをコンピューターが理解できるように翻訳することで実行可能となる。また、CADと連動することによって、システムとしての行動シミュレーターが開発されている。

追従歩行をデザインする

追跡—追従相転移現象の解析とモデル化

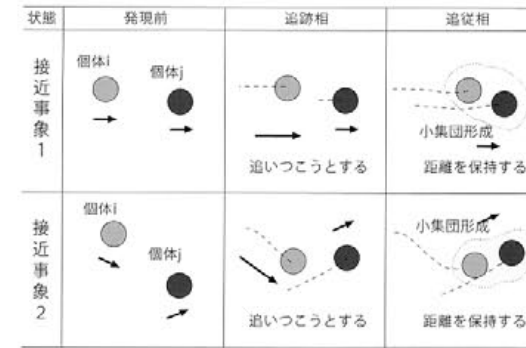
大規模な駅再整備に関する中長期的な将来構想を見るに、改札のラッチレス、ホームドア完備、情報インフラによる旅客ナビゲーションなど、新たな技術投入によって駅環境の使われ方や人の流れが確実に変わっていくことが予想される。これら駅環境を新設・改修するにあたっては安全性・快適性を基本理念とし、平常時・非常時を問わず雑踏の存在する状態で空間設計案を客観的に評価できる人間行動シミュレーションの実施が不可欠になっている。

ところで、そうした人間行動のなかのひとつに、中程度の人の群集密度下において隣接する歩行者数人があたかも意識的であるかのような小集団を形成し、他方向の流れをうまくすり抜けたり、同方向の流れと効率よく合流したりするなどの巨視的群集挙動、「追従行動」の現象を呈することがよく見かけられる。ここでは、その挙動をモデル化するために行ったシミュレーションについて述べる。

小集団形成過程の移動個体の相対距離や速度ベクトルを解析することによって、A) 前方歩行者に追いつこうと追跡している状態（以下追跡相）と、前方歩行者との距離を一定に保持しようとしている状態（以下追従相）が存在し、B) それらが群集密度に応じて安定した数値的特性を示すこと、さらにC) 追跡相と追従相を行き来しながら、局所的に高い群集密度エリアを効率よく通行していることが示唆された。

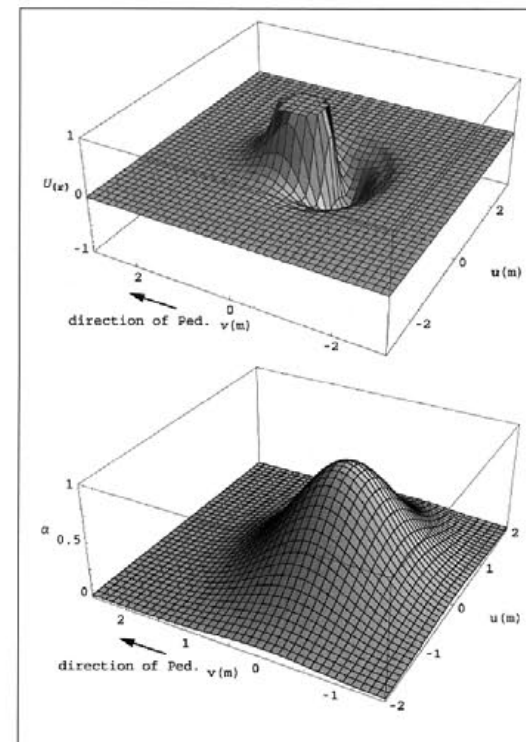
以上、3つの事象から成る巨視的群集挙動を歩行

者の最適速度保持行動と定義し、それを解析力学による数理モデルとして構築することによって、これまで難しいとされた解析力学による低・高密度雑踏空間の歩行シミュレーションが可能となった。すなわち、歩行者の最適速度保持行動に着目し、実測値に基づいた移動個体の数値的特性をもとに、速度に影響を及ぼし合う相互作用ポテンシャルを導き出し、分散系解析力学数理に基づいた歩行行動モデルが出来上がったわけである。



「いのししくち*」と追跡・追従行動

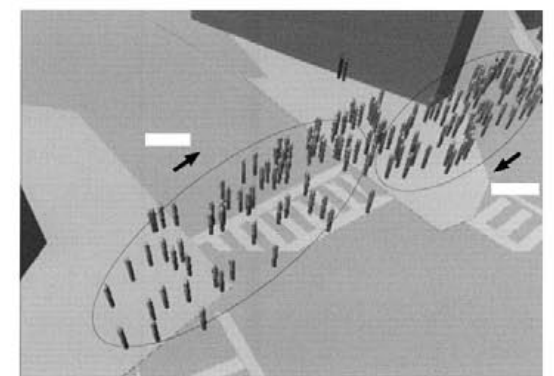
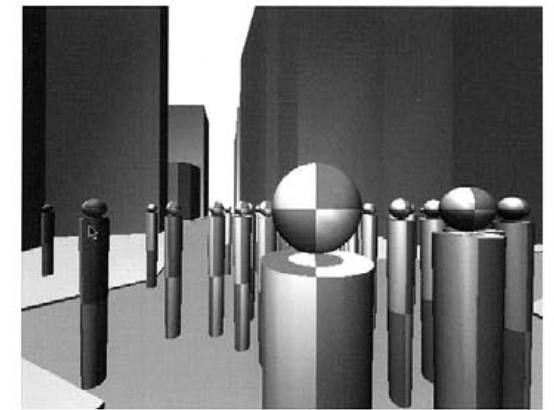
※動物が森の中でよく使う通り道、地被植物や草木にその痕跡が残る



2個体間の追跡・追従速度ポテンシャル

追従のメカニズム

いま、人の群集が小集団を形成する直前、形成時、小集団維持、離脱といった一連の過程において、移動中の任意の個体 (i) が、前方に隣接する個体 (j) に対して最適速度保持を行う行動要素を持っているとする。個体間の相対距離が充分大きいとき、個体間に相互作用は起こらない。しかし他者による干渉・割込みが起こる臨界距離より小さい場合、個体 i の j に対する追跡行動が始まる。また、安定して追跡し、速度が極大となる距離の付近を追跡相とする。次に個体 i が徐々に j に追いつき、安定して距離を保つ状態になる。このときの距離の付近を追従相と呼ぶ。個体 i は j に対して自身の状態安定のため



Web3Dを用いた群集シミュレーション

に追跡相と追従相を行き来、すなわち追跡-追従相転移を繰り返しながら最適速度を保持する。

自由歩行シミュレーションの難しさ

最適速度保持行動だけでなく、目的地到達行動、他者に対する回避行動、障害物に対する回避行動なども同時に移動個体の挙動ルールとしてシミュレーションのプラットフォーム上に組み込んだ。上の図はスクランブル交差点における雑踏を再現対象とし、仮想空間 {xyz} 上に歩行平面・歩道・建物などを三次元データ化し、挙動ルールを組み込んだ離散個体を2種類の対向群集流として2ヵ所から発生させ、予め指定した目的地点に向かって歩かせる。なお、ここでは試行上の視認性を考慮し、各個体に1つずつ人型のマネキンモデルを貼り付け、再現空間での視点を適宜変更しながら解析結果を視覚的に観察した。シミュレーションを繰返して試行し、出力された解析ログをもとに、小集団形成の事象抽出を行った。事象発生率を群集密度との関係で調べてみると、中～高密度移行相である0.10～0.70[人/m²]において、測定誤差±10[%]を含む実測値比において同傾向がみられ、よってこれをモデル検証とした。

昇降施設回りの人溜りをデザインする

エレベーターやエスカレーター乗降口付近での行動調査

駅などの交通施設では、電車の線路と歩行者の経路を分離する必要がある。一般的には、橋上駅や地下駅など、線路と人の通路を垂直方向にずらすことによってお互いがぶつからないように計画されている。従来、この縦方向の移動手段は階段が主だったため、高齢者、障害者、子供など移動に制限がある利用者にとっては苦勞を伴った。近年、交通バリアフリー法の施行などもあって駅など交通施設でもこれらを補助する手段としてエスカレーターやエレベーターが設置される例が多くなっている。

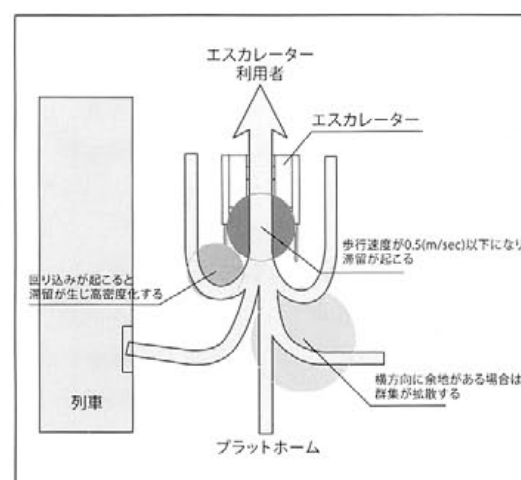
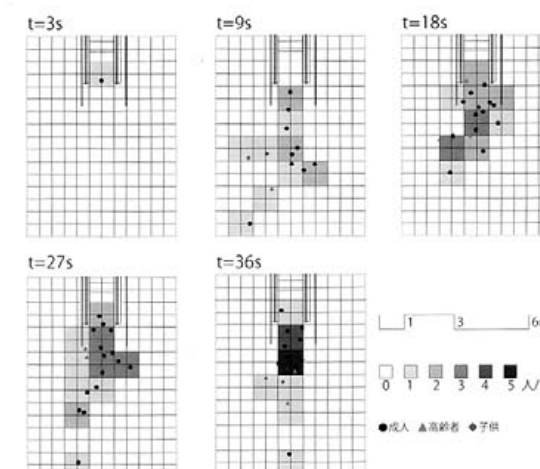
エレベーターやエスカレーターなどの設置は、駅の利用者にとって利便性の高いものである。しかし、ホームから改札口のある橋上階へ上がるこれら設備の手前などでは、ラッシュ時に人の溜りが発生する。また、これら設備の両脇部分はホームのスペースも狭くなり、ここを通行する人と設備への進入待ちの雑踏などが交錯して人の線路への転落や電車との接触の危険性を増大させるなどの問題が生じている。また、既存の階段にエスカレーターを併設することによって階段部分の幅員が減少し、流動量の多い階段では滞留を誘発する可能性がある。さらに、エスカレーターを階段以外の場所に独立して設置している例もあるが、乗降客の多い駅でのラッシュアワーなどには、階段という選択肢が失われているために利用者数が輸送量を上回ってしまい、長蛇の列が出来ることが多い。

エスカレーター利用者が、ホーム上でどのように

エスカレーターに進入しているかを明らかにすることで、安全性・快適性に考慮した駅ホームの計画を行うことができよう。そのために、駅ホームのエスカレーター周辺における人の分布を調査してみた。その結果、エスカレーターの利用率は、電車到着時の降車客による影響が最も大きいことが明らかになった。電車到着から10秒後にはエスカレーター前に人溜りが形成されはじめ、36秒後にはそれが行列になって大きな滞留が生じている。

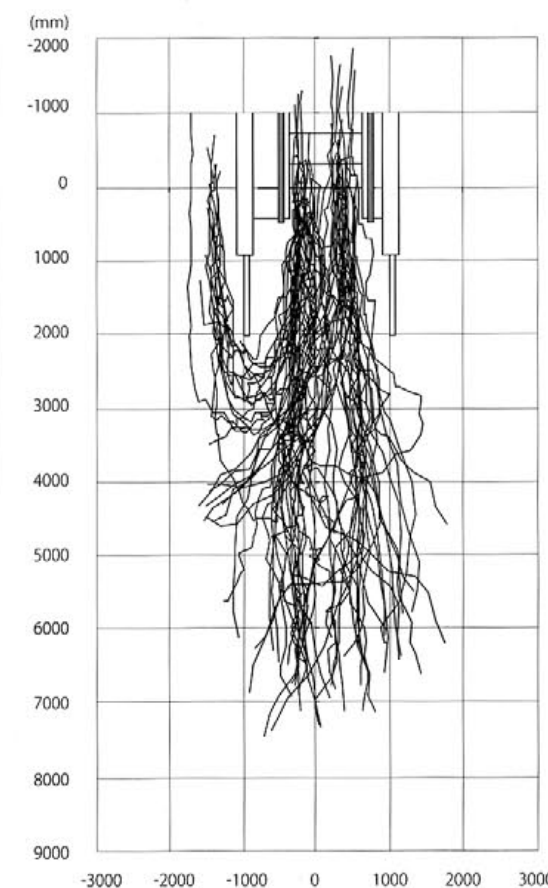
エスカレーターに進入する経路は、大きく分けて3つある。直進して進入、近くの電車扉から進入、エスカレーター・階段脇を通って回り込んで進入、である。このように、エスカレーター周辺では、回り込みや電車待ちの列との交差によって歩行速度も低下する。また、高齢者は、電車の降車位置がエスカレーターから離れた場所であっても、そこまで歩いてこれを利用する人が多い。回り込んで進入する人は、直進で進入する人の列の途中から割り込む形になり、その部分でさらに滞留が増幅される。

エスカレーターでは、先を急ぐ人のために片側をあけるといふ風習があるが、関東と関西で立ち止る側が反対になっている点などは興味深い。また、片側をあける風習は、1列車の降車客がはける後半の時間帯において、歩いて上がりたくない人が片側1列になってエスカレーター前に行列をつくり、反対側の列は使用されないという効率の悪い使い方になってしまっている場合もみられる。



駅ホームのエスカレーター周辺における人の行動特性

エスカレーター周辺は、その乗降口に向かっていくつかの方向から人が集中するために、その様子を理解していないと平面計画が難しい。現状を把握するためには、ビデオカメラを用いて人の群集流動の状況を撮影し、それを分析する必要がある。具体的には、エスカレーターに乗り込む人の軌跡をビデオ画像から抽出して記述することになるが、ここでは1本の軌跡は1人が一定時間に移動した軌跡を表すこととし、図全体としては一定時間内に歩行した利用者の軌跡を重ねて表示している。また、エスカレーター回り空間での人の分布の時間変化を記述して説明する方法がとられるが、ここでは空間を一定のグリッドで分割し、その中に単位時間（1秒）に滞在した人数を濃淡で表示するようにしている（右上の図）。色が濃いほど人数が多いことを示しているが、5人/m²は高い密集状態といえる。人の軌跡の分析（右下の図）からは人の流れの状態、人の分布の分析からは人の滞留を捉えることができる。人の軌跡が大きく曲がったり、軌跡が直線ではなくギザギザになっていたりする空間では人の流れが乱れていることが表示されている。人の分布から見て、滞留する部分が狭い空間である場合はその場所で事故が起こる危険性が高いから注意が必



要である。駅のエスカレーターや階段の周辺では、その両脇のホーム狭路などが特に滞留が生じやすい空間となる。群集流動の分析では、最終的には数量データとして押えらるとともに、図のように特徴的な人の流れを取り上げて簡潔に表現することで状況を理解し、対策をほどこす必要がある。