

結語

本研究では、探索行動時の歩行者の視覚探索および会話による情報交換に着目し、その特性を実験的に明らかにすることを目的とした。そのために、第1章ではアイカメラを装着した被験者が地下鉄駅舎内を探索する実験を行い、日常生活空間における探索行動時の視覚探索の特性を調査した。第2章ではこれに引き続き、アイカメラを装着した被験者が階段を上る実験と下る実験を行い、階段歩行時の視覚探索の特性を詳しく調査した。第3章では、仮想現実空間における探索行動時の視覚探索および歩行行動の特性を明らかにするため、仮想現実空間内に構築した地下鉄駅舎でアイカメラを用いた探索行動実験を行い、現実地下鉄駅舎における実験結果と比較した。第4章では、多数の計算機を接続したマルチユーザ型仮想現実空間によって、集団が仮想迷路内を自由に情報交換しながら探索行動する実験を行った。

探索行動時の視覚探索や情報交換は実験的に調査することが難しく、従来解明が進まなかった。本研究では、適切な実験場所の選定や新しい実験システムの開発などの実験方法の工夫、および 1/60 sec 単位での注視行動の分析や文法モデルに基づく会話の分析などによって、研究目的に整合する実験の実施やその結果の分析を可能にし、既往研究にはない多くの新しい成果を得ることができた。その成果の概要を章ごとに以下に示す。

第1章

本章では、日常生活空間における探索行動時の視覚探索を明らかにすることを目的とした。そのため、実在する地下鉄駅舎でアイカメラを装着した被験者による探索行動実験を行った。探索行動時の歩行経路は被験者によって異なることが多く、定量的な分析を行い一般的な結論を得ることは従来困難であった。本章では地下鉄駅舎で探索行動実験を行い、そこで見られた注視行動を注視行動解析図や透視図などを用いて詳細に分析するだけでなく、全被験者が同じ経路を歩行した今出川駅における探索行動実験に特に着目し、そこで得られた膨大なデータを注視時間や注視対象などに着目して 1/60 sec 単位で解析した。その結果明らかになったことは以下の通りである。

経路学習後は誘導サインや案内サインなどへの注視が減少し、床や人、柱など、身体 of 安全にかかわる対象物への注視が増加することが明らかになった。すなわち、経路学習前の歩行者の注視は誘導サインや案内サインに集中しやすく、身体 of 安全にかかわる注視が十分に

なされることが予測できる。このことは、交通空間を計画する上で留意すべき点であると考えられる。

またサインや人への注視時間は短時間注視(100 msec 未満)から長時間注視(300 msec 以上)にわたって広く分布する一方、床への注視は短時間注視が約半分を占めること、サインへの注視には反復的注視や集中的注視が見られることなど、注視対象による注視時間や注視パターンの相違も明らかになった。階段付近では、壁によって構成される垂直な遮蔽縁だけでなく、床や天井によって構成される水平な遮蔽縁にも注視が集まりやすくなることも分かった。なお遮蔽縁とは、出隅を構成する片方の面は見えるが他方の面は見えない出隅のことであり、探索行動における歩行行動は、この遮蔽縁の選択の連続として記述することによってモデル化可能である。

第2章

第1章の結果を踏まえ、階段歩行時の注視行動をより詳細に調査することを目的として、地下鉄駅舎出入口の階段をアイカメラを装着した被験者が上る実験と下る実験を行った。実験場所に選んだ階段は、壁、床、天井によって構成される遮蔽縁や階段の見え方が、歩行に伴って複雑に変化するため、これらと注視行動との関係を詳細に調査するのに適していた。その結果明らかになったことは以下の通りである。

階段を歩行する際には水平および垂直の遮蔽縁付近への注視によってその奥の環境や他の歩行者に関する情報を得ようとするのと同時に、階段付近への注視によって足元の状況を確認しようとするのが明らかになった。ただし、この両者をとらえる注視行動は階段を上る時と下る時とで大きく異なる。階段を上る場合は、歩行に従って注視場所が階段付近、床遮蔽縁付近、その奥の風景へと段階的に変化する。一方階段を下る場合、歩行中の注視点は頻繁に移動する。水平な遮蔽縁(床遮蔽縁または天井遮蔽縁)が手前に見える場合はその遮蔽縁と階段の間を注視が垂直に往復する。壁遮蔽縁が手前に見える場合は、注視が階段に偏ったり、注視の動きが複雑になるなど、被験者やシーンによるばらつきが大きくなる。

階段上り歩行時、下り歩行時とも、前方に壁遮蔽縁が見え、その手前に階段が見える場合には、壁遮蔽縁付近が注視できていない事例が多く見られた。よって階段を歩く場合、階段などの水平な対象物と壁遮蔽縁など垂直な対象物を同時にとらえるような注視行動が困難であり、交通空間において見通しの悪い曲がり角を階段と接近させて設けることは望ましくないことが予想できる。

第3章

本章では、スクリーンとキーボードを用いた仮想現実空間における探索行動時の視覚探索および歩行行動が、現実空間のそれとどのように異なるのかを明らかにすることを目的とし

た。そのため第1章で行った今出川駅舎での探索行動実験をシミュレートした実験を仮想現実空間で行い、その結果を第1章の実験結果と比較した。明らかになったことは以下の通りである。

仮想現実空間では現実空間で頻繁に見られる 100 msec 未満の短時間注視がほとんど見られなかった。現実空間における短時間注視は駅舎ホームの床や歩行者付近に多く生じる。このことから、短時間注視は現実空間において、衝突や転落などの身体の危険を回避するために生じる注視であると考えられる。また、仮想現実空間では視野周辺の制限によって身体と障害物との距離が把握しにくくなるので、転倒の危険がないにもかかわらず、床面への注視は増加する。これは、歩行者が仮想現実空間での歩行に適応するために生じた注視であると考えられる。ただし床面と人以外の注視対象は、仮想現実空間であっても現実空間と同程度注視されることが明らかになった。

また仮想現実空間では、風景が変化しても画面上の注視点が移動しない受動的注視が生じることも明らかになった。現実空間における歩行では、風景は能動的に変化するためこのような現象は生じない。しかし仮想現実空間における歩行では、被験者が意図しない受動的な風景の変化が生じることがあるため、このような現象が生じる。この時、歩行者が仮想現実空間での歩行に完全には適応できない、身体性の問題が生じているものと思われる。

第4章

本章では、未知の空間で集団が行う探索行動について、主にそこで見られる情報交換に着目して明らかにすることを目的とした。大人数の集団による探索行動実験は、会話や歩行軌跡の詳細なデータをとって分析することが困難なため、これまで行われてこなかった。しかし本章では、多数の計算機を接続したマルチユーザ型仮想現実空間を用いることによって、仮想迷路内の目的地を4人または8人からなる集団が探索する実験を行い、その結果を分析することが可能になった。本章の実験では、第1章から第3章までにおいて研究対象とした目的地単独探索行動だけでなく、目的地共同探索、歩行者探索、追従、誘導、待機など、多様な行動を観察することができた。

また実験中の情報交換である会話を、質問と回答、主語、場の記号、格および述語によって構成されるものととらえて分析を行った。場の記号には、サインなどの環境記号、方向などの限定記号が見られるだけでなく、「私」「〇〇さん」などの身体記号、「こっち」「そっち」「どっち」「ここ」などの指示記号も多く見られた。集団での探索行動のように、話し手と聞き手の身体が同じ空間を共有する状況では、身体記号や指示記号のように身体に依存する場の記号も、会話に多く利用されることが分かった。また多くの者が用いる会話は限られた数のパターンに分類できること、その使われ方は話し手の行動や状態と密接に関係しつつ変化することを示した。これらは、今後群集歩行シミュレーションへの応用の可能性をもつ知見

であった。さらに、実験後の被験者が描画した迷路の地図に着目すると、分岐路の形状や方向を手がかりに経路を覚える者と、サインの順序を手がかりにする者がいることが分かった。

以上本論で明らかになった結果は、個人または集団の探索行動において、現実空間を歩行する人間が本能的にもつ身体の安全を確保する機能や、同じ空間を共有する他者の存在が、探索行動における視覚探索や情報交換に大きく影響することを示していると考えられる。つまり建築や都市を設計する際には、単に人間が利用する道具として空間をとらえるのではなく、人間が身体を介して参加し、他者と共有する空間として考えることが重要ではないだろうか。

なお本研究では、実験条件の制約上、集団での探索行動時の視覚探索や、群集を導入した仮想現実空間での探索行動時の視覚探索の特性、あるいは現実の建築や都市における集団での探索行動時の情報交換などを明らかにすることはできなかった。今後は、これらの行動を実験的に解明していくための方法論を模索しながら研究を進めることにより、環境と人間行動の関係を明らかにするモデルを構築し、建築・都市の設計や評価に貢献していきたいと考えている。

既発表論文一覧

I. 学術論文（審査付）

- 1) 鈴木利友，岡崎甚幸：

情報交換を伴う仮想迷路探索行動実験，

日本建築学会計画系論文集 No. 543, pp. 155～162, 2001. 5

- 2) 鈴木利友，岡崎甚幸，徳永貴士：

地下鉄駅舎における探索歩行時の注視に関する研究，

日本建築学会計画系論文集 No. 543, pp. 163～170, 2001. 5

- 3) 鈴木利友，岡崎甚幸：

地下鉄駅舎とその仮想現実空間における探索歩行時の注視と歩行行動の比較，

日本建築学会計画系論文集 No. 555, pp. 199～205, 2002. 5

- 4) 鈴木利友，岡崎甚幸：

地下鉄駅舎出入口における階段歩行時の注視行動，

日本建築学会計画系論文集 No. 558, pp. 151～158, 2002. 8

- 5) 中村祐記，岡崎甚幸，鈴木利友：

茶室露地における飛石歩行の際の注視行動，

日本建築学会計画系論文集 No. 560, pp. 151～158, 2002. 10

II. その他の論文

- 1) 黒岩将人，中村真悟，伊藤明宏，鈴木利友，増田博雄，岡崎甚幸：

仮想迷路空間における探索歩行時の所要時間・注視回数・注視時間，

日本建築学会近畿支部研究報告集 第39号 計画系 pp. 249～252 1999. 6

- 2) 伊藤明宏，徳永貴士，鈴木利友，岡崎甚幸：

地下鉄駅舎内の探索歩行における注視対象・視点移動・頭部運動，

日本建築学会近畿支部研究報告集 第39号 計画系 pp. 253～256 1999. 6

- 3) 徳永貴士，中村真悟，伊藤明宏，鈴木利友，岡崎甚幸：

- 地下鉄駅舎の特徴的な場面における注視と歩行行動
-地下鉄駅舎における探索歩行に関する研究 その1-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) E-1, pp. 811~812, 1999. 9
- 4) 中村真悟, 伊藤明宏, 鈴木利友, 徳永貴士, 岡崎甚幸:
仮想地下鉄駅舎内での探索歩行における注視と歩行行動
-地下鉄駅舎における探索歩行に関する研究 その2-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) E-1, pp. 813~814, 1999. 9
- 5) 鈴木利友, 中村真悟, 徳永貴士, 伊藤明宏, 岡崎甚幸:
仮想および現実地下鉄駅舎における注視行動の比較
-地下鉄駅舎における探索歩行に関する研究 その3-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) E-1, pp. 815~816, 1999. 9
- 6) 鈴木利友, 伊藤明宏, 増田博雄, 黒岩将人, 柳沢和彦, 岡崎甚幸:
探索歩行における協調行動の分析
-仮想迷路空間における情報交換を伴う探索歩行に関する研究 その1-,
平成11年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp. 147~152, 1999. 12
- 7) 伊藤明宏, 鈴木利友, 増田博雄, 黒岩将人, 岡崎甚幸:
協調的情報交換による知識共有プロセス
-仮想迷路空間における情報交換を伴う探索歩行に関する研究 その2-,
平成11年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp. 153~158, 1999. 12
- 8) 黒岩将人, 鈴木利友, 増田博雄, 柳沢和彦, 岡崎甚幸:
廊下及び階段における制限視野歩行実験による行動特性
-アイカメラを用いた通常視野歩行実験との比較を通して-,
平成11年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp. 73~78, 1999. 12
- 9) 増田博雄, 北濱亨, 鈴木利友, 黒岩将人, 柳沢和彦, 岡崎甚幸:
探索歩行時における注視と歩行行動の特性に基づくシミュレーションモデルに関する研究
平成11年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp. 79~84, 1999. 12
- 10) 前田昌亮, 鈴木利友, 岡崎甚幸, 伊藤明宏:
ネットワークを用いた仮想迷路探索行動実験
-情報交換を伴う探索行動に関する研究 その1-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) E-1, pp. 1065~1066, 2000. 9
- 11) 鈴木利友, 岡崎甚幸, 前田昌亮, 伊藤明宏:
仮想迷路探索行動実験でみられる行動
-情報交換を伴う探索行動に関する研究 その2-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) E-1, pp. 1067~1068, 2000. 9

- 12) 鈴木利友, 岡崎甚幸, 呉怡貞, 上野達哉:
地下鉄駅舎出入口におけるアイカメラを用いた階段歩行実験
-階段歩行時の注視行動に関する研究 その1-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) E-1, pp. 743~744, 2001. 9
- 13) 呉怡貞, 岡崎甚幸, 鈴木利友, 上野達哉:
階段上り歩行実験で見られる注視行動の特徴
-階段歩行時の注視行動に関する研究 その2-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) E-1, pp. 745~746, 2001. 9
- 14) 上野達哉, 岡崎甚幸, 鈴木利友, 呉怡貞:
階段下り歩行実験で見られる注視行動の特徴
-階段歩行時の注視行動に関する研究 その3-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) E-1, pp. 747~748, 2001. 9
- 15) 中村祐記, 鈴木利友, 岡崎甚幸, 須貝成芳:
現実及び仮想地下鉄駅舎における探索歩行実験の概要
-現実及び仮想現実地下鉄駅舎での探索歩行における注視と歩行行動 その1-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) E-1, pp. 751~752, 2001. 9
- 16) 須貝成芳, 鈴木利友, 中村祐記, 岡崎甚幸:
仮想地下鉄駅舎における注視行動の特性
-現実及び仮想現実地下鉄駅舎での探索歩行における注視と歩行行動その2-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) E-1, pp. 753~754, 2001. 9
- 17) 中西英之, 石田亨, 鈴木利友, 岡崎甚幸:
3D都市シミュレーション環境FreeWalk,
情報処理学会シンポジウムシリーズ データベースとWeb情報システムに関するシンポジウム(DBWeb2001), No. 17, pp. 313~322, 2001. 12
- 18) 鈴木利友, 須貝成芳, 岡崎甚幸:
迷路空間における移動方法と注視行動の関係に関する研究
-能動的探索歩行と車椅子による受動的移動の比較を通して-
電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 Vol. 102, No. 44, HIP2002-3, pp. 13-18, 2002. 5
- 19) 原祥子, 中村祐記, 岡崎甚幸, 鈴木利友:
茶室露地における飛石歩行実験の方法
-茶室露地における飛石歩行の際の注視行動 その1-,
日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 677~678, 2002. 8
- 20) 中村祐記, 原祥子, 岡崎甚幸, 鈴木利友:
飛石に従って歩行した時の注視行動の特性

-茶室露地における飛石歩行の際の注視行動 その2-,

日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 679~680, 2002. 8

21) 猪股圭佑, 須貝成芳, 岡崎甚幸, 鈴木利友:

能動的移動実験と受動的移動実験の方法について

-迷路内での能動的探索歩行と車椅子による受動的移動における注視行動の比較に関する研究(その1)-,

日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 683~684, 2002. 8

22) 須貝成芳, 岡崎甚幸, 鈴木利友, 猪股圭佑:

能動的移動と受動的移動における注視行動の比較

-迷路内での能動的探索歩行と車椅子による受動的移動における注視行動の比較に関する研究(その2)-,

日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 685~686, 2002. 8

23) 鈴木利友, 岡崎甚幸, 天畠秀秋:

8人での探索行動実験の概要および誘導に用いられた言葉

-情報交換を伴う探索行動に関する研究 その3-,

日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 691~692, 2002. 8

24) 天畠秀秋, 鈴木利友, 岡崎甚幸:

探索行動実験後における地図および風景描画の特徴

-情報交換を伴う探索行動に関する研究 その4-,

日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) E-1, pp. 693~694, 2002. 8

謝辞

この博士学位論文は、私が京都大学大学院工学研究科生活空間学専攻の大学院生としてこれまで行ってきた研究活動の総括であるとともに、今後展開していくべき研究の出発点となるものです。研究の遂行にあたっては、学内外の多数の方々のご協力を得ることができました。

三浦利章先生（大阪大学大学院人間科学研究科教授）には認知心理学の立場から、アイカメラを用いた実験の方法や結果の分析手法などに関して、懇切丁寧なご指導をいただきました。篠原一光先生（同助手）をはじめ三浦研究室（同人間行動学講座適応認知行動学分野）の方々には、特に第1章の実験の実施にご協力いただきました。また、第1章および第3章の実験で地下鉄駅舎を使用するに当たっては、京都高速鉄道(株)の管理部長であった西澤正純氏のご協力をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

石田亨先生（京都大学大学院情報学研究科教授）および中西英之先生（同助手）には情報学の立場から、特に第3章の実験の分析に関してご指導およびご意見をいただきました。また同社会情報学専攻石田研究室（社会情報ネットワーク講座広域情報ネットワーク分野）の大学院生であった中田稔君には、第3章および第4章で使用した実験システムの開発にあたって、多大なご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

2001年9月から2002年2月まで京都大学の内地研究員であった三浦佳世先生（九州大学大学院人間環境学研究院教授）には感性認知学の立場から、特に視覚探索に関して議論を深めることができました。仁平義明先生（東北大学大学院文学研究科教授）および本多明生君（同博士前期課程）には、ナビゲーション研究の現在の状況を教えていただきました。また松下聡先生（福井大学工学部教授）は、従来から探索行動実験およびそのシミュレーションを建築計画学の立場から行っていますが、先生のご研究がなければ私の研究が生まれることはなかったものと思われます。この他にも、学会や研究会、シンポジウムなどでご一緒させていただいた建築計画学、心理学、情報学、認知科学などの研究者の方々との議論は、本研究を進める上でのヒントとなることが数多くありました。ここで厚く御礼申し上げます。

同時に、私が学部から数えて6年間にわたって在籍した岡崎研究室のみなさんにも多大なご協力をいただきました。第1章および第3章で行った実験の実施および結果の解析は徳永貴士さん（現大日本コンサルタント）、北濱亨さん（現竹中工務店）、中村真悟さんおよび前

田昌亮君（現村田機械）の多大なご協力を得て実現したものです。また第2章で行った実験の実施および結果の解析には、今村元信君（現日本ヒューレット・パカード）の協力を得ました。第4章の実験方法については、故伊藤明宏さんから主に実践的な側面からの助言をいただきました。深く御礼申し上げます。

私が学部4回生として研究室に配属されてから、6年間をともに過ごした杉浦徳利さん（博士後期課程）と柳沢和彦さん（助手）からは、それぞれ建築設計プロセスと空間図式の発達を研究する立場から、私の研究に対して貴重なご意見をいただくことが数多くありました。そこでの議論が、本論文に多大な影響を与えたことは間違いありません。この他にも、本研究の遂行に当たっては、増田博雄君（現四国電力）、黒岩将人君（現日本放送協会）、吉岡陽介君（博士後期課程）、中村祐記君（現大林組）、守山敦子さん（現安井建築設計事務所）、須貝成芳君（現研究生）、一色高志君（現東海旅客鉄道）、Murat Dundar 君（研究生）、呉怡貞さん（修士課程）、上野達哉君（同）、天畠秀秋君（同）、猪股圭佑君（同）、原祥子さん（同）といった岡崎研究室のみなさんとの議論や協力、また実験の被験者となって下さった数多くの方々のご協力がありました。ここに深く感謝の意を表します。

岡崎甚幸先生には、私が学部4回生として研究室に入って以来6年間、指導教官として絶えずご指導、ご支援、激励をいただきました。本研究を進めるにあたって、着想から実験方法、分析方法など、細部に至るまでご指導をいただきました。本研究をここまでまとめることができたのは真に先生のおかげであります。宗本順三先生（建築学専攻教授）には本学位論文の審査にあたり、建築計画学にとどまらない幅広い知識に基づいた懇切丁寧なご指導、コメントをいただきました。また石田泰一郎先生（生活空間学専攻助教授）からは、建築視環境を広く研究されている立場から、今後の研究活動にもつながる建設的なアドバイスを多くいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

最後に、研究の遂行を支援してくれた家族に感謝いたします。

2003年2月

鈴木利友

