

序

研究の目的および意義

探索行動は、個人または集団が不慣れな空間の中で目的地を探索する行動である。人間は探索行動を行う過程で周囲の環境と密接に関わりあう。よって人間の探索行動のメカニズムを解明することは、環境と人間行動の関係を明らかにし、人間にとってやさしい建築や都市を設計、評価する上で重要である。環境と人間行動の関係をとらえるためには、探索行動中の歩行者が周囲からどのような情報を獲得しているのかを明らかにすることが必要である。しかし、従来の探索行動に関する実証的研究は、歩行者の経路選択の調査やそのモデル化、および地図などの描画の分析が中心であり¹⁾⁻³⁾、探索行動時の歩行者の情報獲得に関しては依然解明されていない部分が多い。

そこで本研究は、探索行動時の歩行者の情報獲得に着目し、その特性を実験的に明らかにすることを目的とする。探索行動中の歩行者は、つねに視覚探索によって環境から情報を獲得しながら歩行する。よってまず本研究では、探索行動中の歩行者が視覚探索によってどのように情報を獲得しているのかを、歩行者の眼球運動を測定する装置であるアイカメラを用いて実験的に調査する。近年アイカメラの性能が著しく向上し、歩行者の眼球運動、つまり注視行動を高い精度で調査することが可能になった。しかし日常生活空間での探索行動実験の場合、通常は被験者によって歩行経路が異なるため、各被験者に共通する注視行動の特徴を定量的に結論づけることは従来困難であった。本研究では、地下鉄駅舎および階段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舎における実験や階段歩行実験で得られた膨大なデータを、予備実験の結果に基づき 1/60 sec 単位で解析することなどによって、探索行動時の視覚探索の特性を定量的、定性的に明らかにした。

また集団で探索行動を行う場合、集団の構成員は視覚探索だけでなく他者との情報交換によっても必要な情報を獲得する。日常生活空間における探索行動は、集団で行われることも多いので、その中で生じる情報交換を明らかにすることも重要である。しかし従来の探索行動に関する実験的研究は個人もしくはペアを被験者としたもののみであり、それ以上の人数からなる集団を被験者とした研究は見られない。現実空間で集団での探索行動実験を行った

場合、会話や歩行軌跡の詳細なデータをとって、分析するのが困難なためである。本研究では、多数の計算機をネットワークで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、被験者の行動を制限せずに実験を行い、そこで見られた行動や会話による情報交換を詳細に分析することを可能にした。

既往研究に対する本研究の位置づけ

探索行動時の視覚探索について、渡邊らは頭部にCCDカメラを装着した被験者が、総合病院で診察室を探索する実験を行うことによって解明を試みている⁴⁾。この方法では、探索行動時の被験者の視野の動きは分かるが(渡邊らは「見回し」と「直視」に分類している)、被験者が視野の中のどこを注視し、そこから情報を獲得しているのかは明らかにできないため、視覚探索に関して一般化された結論を導き出すには至っていない。

被験者の注視点を明らかにする装置にアイカメラがある。これまで探索行動時の歩行者にアイカメラを装着し注視行動を調べた研究として、廊下などにサインや障害物を設置して痴呆性老人、知的障害者や健常者を被験者とした実験を行い、その結果を比較した足立らのものがある⁵⁾⁻⁸⁾。その結果痴呆性老人は健常者と比較して注視が正面や床方向に集中すること、知的障害者は注視が重要な情報に集中せずに分散することから、痴呆性老人や知的障害者はサインなどの重要な情報に対し注視が集中しにくく、見落としが多いことなどを明らかにしている。痴呆性老人、知的障害者と健常者に共通する知見として、サインは連続的に配置したほうが有効であること、障害物は大きいほど見落としにくいことを結論付けているが、健常者の注視行動に関する詳細な分析は行われていない。

健常者の探索行動時の注視行動の特性を詳細に調査したものとして、6m×7.2mの実験用迷路を使用して行った北濱らの研究がある⁹⁾。その結果、注視や頭部、身体の動きは、初回の歩行ではランダムで複雑であるが、経路学習が進むにつれて進行方向への指向性が明確になり、相互が連動するようになることなどを明らかにした。この北濱らの研究成果を踏まえ、三浦金作らはヴェネツィアの街で探索行動実験を行い、地図やビデオによって経路を把握した被験者の方が頭部の回転は少なく、人への注視が多いこと、街路よりも広場や曲がり角の方が注視時間が長くなることなどを結論付けている¹⁰⁾。しかしこの研究では、実験前の経路の把握の状況も、実験中の歩行経路も異なる3被験者の1回の実験結果のみを分析しており、日常生活空間における探索行動時の注視行動を解明したとはいいがたい。本研究では、北濱らの研究成果を踏まえ、地下鉄駅舎および階段でアイカメラを使用した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した。また全被験者が同じ経路を歩行した今出川駅や階段における実験で得られた膨大なデータを、予備実験の結果に基づき 1/60 sec 単位で解析することなどによって、探索行動時の視覚探索の特

性を定量的、定性的に明らかにした。

一方、探索行動における他者との情報交換に着目した場合、従来の実験的研究はきわめて限定的なものである。会話による情報交換には話し手と聞き手がいるが、実験者が話し手となって、被験者である聞き手の行動を調査した実験は従来から数多く行われてきた。例えば、地図による教示や目的地への方向教示、あるいは同行教示といった経路の教示方法による探索行動の違いを屋外で調査した舟橋の研究¹¹⁾、線画による仮想迷路を用いて避難行動におけるリーダーの発言を変化させ、それによる被験者の行動の違いを調べた釘原の研究¹²⁾、誘導者と避難者の人数比および避難誘導の方法による脱出時間の違いを地下街や室内で調べた杉万らの研究¹³⁾、携帯電話によっていつでも道案内が利用できる状況で探索行動実験を行い、道が分からない場合だけでなく、道を確認したい場合にも道案内がよく利用されることを明らかにした新垣らの研究¹⁴⁾などがある。ただこれらの研究では、生じる会話は実験者によってあらかじめ決められているので、集団が探索行動を行う際に自然に生じる会話は明らかに出来ない。

逆に話し手が被験者である実験には、実験室で被験者にある特定の経路の道案内を言葉でさせ、その構文構造の特徴の説明を試みた藤井らの研究¹⁵⁾や、実験室で道案内文を作成させ、その文中に見られる要素と分かりやすさとの関係の解明を他の被験者に評定させることによって試みた本多らの研究¹⁶⁾などがある。しかし、こうした実験で得られる発話や文章は、実験室で被験者が経路を想起することによって得られたものであり、話し手である被験者が実際にその空間で探索行動している状況での発話を明らかにするものではない。また集団が探索行動する際に行う発話は、道案内とは限らない。なお、探索行動時の被験者の発話を分析し、それに基づき簡易なシミュレーションを試みた研究として、日色らによるものがある¹⁷⁾。しかし、これは1人の被験者に対し、発話しながら目的地を探索するよう教示した上で収集した発話を分析したものであって、集団が探索行動を行う際に自然に生じる会話を明らかにしたものではない。

本研究のように、集団での情報交換を伴う探索行動実験を行った例としては、地図を使ったペアによる経路探索がその後の同一経路の地図なしでの単独歩行および地図描画に与えた影響を調べた加藤の研究がある¹⁸⁾。その結果、方向感覚が優れている被験者の場合は優れている被験者どうしでペアになった方が、方向感覚が劣っている被験者の場合は優れている被験者とペアになった方が、その後の単独での探索行動や地図描画の成績がよいことなどを明らかにしている。しかしこの実験では、実験者が被験者の歩行経路を制限していること、共同で探索するよう指示していること、できる限り会話をするよう教示をしていることなど、非常に制約条件が多い実験であった。これは現実空間で集団での探索行動実験を行った場合、会話や歩行軌跡の詳細なデータをとって、分析するのが困難なためである。本研究では、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、大人数の集団を構

成する各被験者の行動を制限せずに実験を行い、詳細な分析を行うことを可能にした。

論文の構成

本論文は全部で4章からなる。

第1章と第2章では、現実の日常生活空間における単独での探索行動時の視覚探索を調査した。第1章では、アイカメラを装着した被験者が地下鉄駅舎でホームや出口を探す実験を行った。日常生活空間として地下鉄駅舎を選んだのは、壁、柱、サイン、階段などのデザインがある程度統一されており、樹木や他の建物が見えないので、環境と注視行動との関わりが分析しやすく、実験に適していると考えたためである。この実験で、階段付近では床や天井によって構成される遮蔽縁(出隅を構成する片方の面が見えるがもう片方の面が見えないもの) 付近への注視が多く見られることが分かったが、実験条件の制約から、階段歩行時の注視行動を詳細に明らかにするには至らなかった。これを踏まえ、第2章ではアイカメラを装着した被験者が地下鉄駅舎出入口の階段を歩行する実験を行い、その結果を詳細に分析することによって、階段歩行時の遮蔽縁や階段の見えの変化と注視行動との関係を調査した。

本研究では他者との情報交換を伴う探索行動実験を、計算機を利用した仮想現実空間を用いて行う。しかし、そのためには仮想現実空間における人間の探索行動が、現実空間におけるそれとどのような関係にあるのかについて調査しておく必要がある。そこで第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を、現実空間におけるそれと比較することにした。具体的には仮想現実空間内に地下鉄駅舎を構築し、その中でアイカメラを装着した単独の被験者が目的地を探索する探索行動実験を行い、その結果を第1章と同様に、注視対象や注視時間などに着目して 1/60 sec 単位で解析した。

第4章では、探索行動時の他者との情報交換を調査するため、集団が空間内で、自由に情報交換しながら目的地を探索する実験を行った。このような実験を現実空間で行い、会話や歩行軌跡のデータを詳細にとることは困難なため、複数の計算機を用いたマルチユーザ型の仮想現実空間で行った。本実験では複数の被験者が各自の計算機の前に座り、計算機を介して仮想現実空間に参加する。キーボードを用いて自由に移動しながら、CCDカメラやヘッドセットを用いて互いに情報交換可能である。

なお第4章の実験で用いた迷路は、分岐路が十字路およびT字路によってのみ構成され、しかもある分岐路から次の分岐路が見えないように設計した。また迷路内のサインは、分岐路および行き止まりにのみ配置したため、一度に画面に現れる数は多くても4個以内である。さらに第3章でも述べた通り、本実験で用いる仮想現実空間は視野周辺が制限されているので、現実空間と比較して被験者の注視対象が限られている。よって、各被験者が操作する計算機の画面上に表示される分岐路の遮蔽縁やサインは、その被験者が注視している可能性が高い

と考えられる。よって、本実験では人数の制約などのためアイカメラを使用していないが、視覚探索と情報交換の基礎的な関係を検討できる可能性もあると考えた。

参考文献

- 1) 松下聡, 岡崎甚幸: 巨大迷路における歩行実験による探索歩行の研究, 日本建築学会計画系論文報告集 No. 428, pp. 93～100, 1991. 10
- 2) 松下聡, 岡崎甚幸: 巨大迷路歩行実験による探索歩行のためのシミュレーションモデルの研究, 日本建築学会計画系論文報告集 No. 429, pp. 51～59, 1991. 11
- 3) 岡崎甚幸, 松下聡: 巨大迷路探索歩行実験における経路イメージおよび歩行経路のためのシミュレーションモデルの研究, 日本建築学会計画系論文報告集 No. 441, pp. 71～79, 1992. 11
- 4) 渡邊昭彦, 楊迪鋼: 総合病院の経路探索ビデオ画像による視認と情報空間の関連分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その6 -, 日本建築学会計画系論文集 No. 513, pp. 143～150, 1998. 11
- 5) 足立啓, 荒木兵一郎: 屋内歩行時の視覚誘導情報への痴呆性老人と精神薄弱者の注視に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集 No. 439, pp. 55～63, 1992. 9
- 6) 足立啓, 赤木徹也: ホール状空間における視覚情報探索行動 - 屋内歩行時の視覚誘導情報への痴呆性老人と精神薄弱者の注視に関する実験的研究 その2 -, 日本建築学会計画系論文集 No. 512, pp. 101～105, 1998. 10
- 7) 足立啓, 赤木徹也, 小林敏子: 痴呆性老人の屋内探索歩行時における連続的誘導情報の有効性について, 日本建築学会計画系論文集 No. 514, pp. 87～93, 1998. 12
- 8) 足立啓, 赤木徹也: 痴呆性老人と知的障害者の屋内歩行空間における BARRIER に対する注視特性, 日本建築学会計画系論文集 No. 522, pp. 171～178, 1999. 8
- 9) 北濱亨, 三浦利章, 岡崎甚幸, 篠原一光, 田村仁志, 松井裕子: 迷路探索歩行時の注視と歩行に関する研究, 人間工学 35, No. 3, pp. 145～155, 1999. 6
- 10) 三浦金作, 土方吉雄, 大嶋知広: ヴェネツィアの都市空間に関する研究 - 探索歩行時の注視行動について -, 日本建築学会技術報告集 No. 12, 183～188, 2001. 1
- 11) 舟橋國男: 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴 - 不整形街路網地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 424, pp. 21～30, 1991. 6
- 12) 釘原直樹: パニック実験 - 危機事態の社会心理学 -, pp. 72～83, ナカニシヤ出版, 1995. 11
- 13) 杉万俊夫, 三隅二不二: 緊急避難状況における避難誘導方法に関するアクション・リサーチ

- チ(II) -誘導者と避難者の人数比が指差誘導法と吸着誘導法に及ぼす効果-, 実験社会心理学研究 Vol.23, No.2, pp.107~115, 1984.
- 14) 新垣紀子, 野島久雄: 人はいつ道を尋ねるのか: ナビゲーションにおける外的資源としての他者, 認知科学 Vol.5, No.3, pp.49~58, 1998.9
- 15) 藤井晴行, 青木義次: ことばによる経路案内の統語論的分析, 日本建築学会計画系論文集 No.549, pp.199~206, 2001.11
- 16) 本多明生, 仁平義明: どのようなルート説明が分かりやすいか, 電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 Vol.102, No.44, HIP2002-12, pp.65~70, 2002.5
- 17) 日色真帆, 原広司, 門内輝行: 迷いと発見を含んだ問題解決としての都市空間の経路探索, 日本建築学会計画系論文集 No.466, pp.65~74, 1994.12
- 18) 加藤義信: ペアでの経路探索が後の単独移動時のパフォーマンスに及ぼす影響 - 移動中のコミュニケーションに注目して -, 認知科学 Vol.5, No.3, pp.36~48, 1998.9