情報交換を伴う仮想迷路探索行動実験

WAY-FINDING BEHAVIOR WITH VERBAL COMMUNICATION IN A VIRTUAL MAZE

鈴木利友*, 岡崎甚幸**

Toshitomo SUZUKI and Shigeyuki OKAZAKI

We developed the multi-user system for the experiments of way-finding with verbal communication in a virtual maze. We experimented competitive-cooperative way-finding with the multi-user system: two subjects make a pair and two pairs compete with each other in finding a goal. We also experimented cooperative way-finding: four subjects cooperate in finding a goal. According to these experiments, we have found seven kinds of way-finding behaviors, state-transition from one behavior to another, kinds of communication words, and characteristics of image map drawn by subjects.

Keywords: way-finding behavior, communication, virtual space, maze, competition, cooperation

探索行動、情報交換、仮想現実空間、迷路、競合、協調

序

これまで巨大迷路探索歩行実験¹⁾や、迷路や地下鉄駅舎でのアイカメラを用いた探索歩行実験²⁾³⁾を行ってきた。その結果の分析から、歩行者が環境からどのように情報を獲得し、その情報を探索歩行にいかん利用するかを明らかにしてきた。しかし探索歩行中の歩行者は、環境からの情報だけでなく、空間を共有する他の歩行者と情報交換を行い、そこから得た情報も歩行に利用する。この探索歩行と情報交換をあわせて探索行動とする。情報交換が探索歩行に果たす役割の解明は、避難行動など群集歩行の観点からみた建築空間の評価や設計のために重要である。

他者からの情報が探索歩行に与える影響を調べた実験的研究には、地図や目的地への方向指示、同行指示が空間把握や経路探索に与える影響を調べた研究⁴⁾、線画による仮想迷路空間を用いて避難行動におけるリーダーシップ効果を調べた研究⁵⁾、地下街や室内を使って誘導者と避難者の人数比を変化させて、避難誘導法の有効性の比較を行った研究⁶⁾などがある。また、歩行者がどのような場面で道を尋ねるのかを携帯電話やPHSを用いて調べた研究⁷⁾もある。しかしこれらの実験での情報の提供は、実験者から被験者に対し一方的に行われている。複数の被験者による情報交換を伴う探索行動実験を試みた研究には、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研究がある⁸⁾。しかし歩行経路や、共同で探索するか分担して探索するかなどといった探索方法の制限を加えずに探索した実証的研究はまだ例がない。それは現実空間で複数の歩行者による探索行動実験を行い、会話や歩行軌跡の詳細なデータを取り、分析するのが困難なためである。なお単独での探索歩行時の発話を分析した研究には日色らによるものがある⁹⁾。

本研究ではマルチユーザ型仮想現実空間を構築し、複数の歩行者が自由に情報交換可能な仮想迷路探索行動実験を行った。その結果の分析を通して、情報交換や探索歩行と環境との関係の解明を目指す。本システムによる実験は視野が狭い、キーボードを用いて頭部運動や身体運動を行うなど現実空間での実験と異なる点がある。しかし4人の被験者からなる集団で、探索方法や探索経路、会話の制限を加えることなく、会話や歩行軌跡のデータを詳細に記録し、分析することが可能である。

探索行動中の情報交換は、歩行者の相互依存関係によって大きく変化する。そのうちもっとも典型的なものが協調型と競合型の関係である。協調型の関係とは「複数の個人または集団が1つの目標に向かって力を合わせることによってはじめて目標が達成できる事態」である。本研究では歩行者間に協調型の関係を形成するため、複数

* 京都大学大学院工学研究科 博士後期課程・工修
** 京都大学大学院工学研究科 教授・工博

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., M. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., Dr. Eng.

の歩行者が同一の目的地を協力して探索する状況を設定し、実験を行った。競合型の関係とは「複数の個人または集団が1つの目標を達成しようとして競い合い、1人または1集団がその目標を達成すると、他はそれに妨害されて目標を達成できなくなる事態」である。すべての歩行者が競合型の関係にある状況では情報交換が生じにくい。そこで、協調型の関係によって形成された集団の2組が競い合って目的地を探索する状況を設定し、どのような情報交換が行われるかを調べた。情報交換の詳細な構造分析は今後の課題とする。構造分析をすすめることによって、情報交換を伴う探索行動のモデル化やそれによるシミュレーションが可能になると考えている。

環境として採用した迷路は実際の建築空間に比べ壁の形が複雑であるが、環境を構成する要素の種類は少なく、探索行動への影響がわかりやすい。本研究では迷路内の分岐点をすべて十字路とT字路で構成した。これによって歩行者の経路選択に影響する環境の要素を単純化し、選択可能な経路を限定するとともに、言語化が容易な実験空間にして、情報交換と探索歩行の関係を分析しやすくした。

1. 実験システムの構築および実験方法

1-1. FreeWalk-VRML による実験システムの構築

仮想現実空間内で複数の被験者が同時に探索歩行と情報交換が可能な FreeWalk-VRML を開発した。3次元空間内を移動しながらネットワークによる音声や表情が交換可能なシステムである FreeWalk¹⁰⁾ に、VRML97による建築・都市空間の表示、壁との衝突判定、床や階段面の高さ判定、および自分自身の仮想現実空間内の化身であるアバター Avatar の身体表現や頭部回転運動(水平および垂直)を導入したものである。システムは Browser と Server からなる。

Browser は、VRML97 で記述した仮想現実空間に参加するためのインターフェイスである。各被験者には Browser が起動した計算機を1台ずつ割り当てる。被験者はアバターを介して仮想現実空間に参加する。Browser には自分のアバターの目から見た仮想現実空間の風景が表示される(写真1)。画面に表示される視野角は垂直方向90°、水平方向106°である。またキーボード操作で頭部を水平から

上下にそれぞれ60°、進行方向から左右にそれぞれ60°ずつ回転することができる。したがって頭部の回転によって上下210°、左右226°の広がりを見ることができる。各被験者はキーボードで自分のアバターの位置や向きなどを操作することにより、仮想現実空間を歩行する。

各被験者の計算機にマイクとヘッドホンのついたヘッドセットを備え付けた(写真2)。被験者はヘッドセットを装着して他の被験者と会話する。仮想現実空間内でのアバターの距離に応じて音量を減衰させたため、遠くのアバターと会話ができない。また被験者の表情を撮影するCCDカメラを各被験者の計算機のモニタに装着した。アバターの頭部は正面を底面とした四角錐で、CCDカメラで撮影した被験者の顔のビデオ画像を、リアルタイムで対応するアバターの頭部前面に表示する。これにより、相手の表情をそのアバターの頭部に見ることができる(写真1)。

Server は仮想現実空間に参加している各アバターの位置や向きなどを管理し、自動的に記録する機能をもつ。Browser と Server は LAN によって相互に接続している。各被験者のアバターの位置、向き、音声、表情は Server を介してリアルタイムで共有される。

1-2. 実験方法

同一被験者群(4人)に対し、2人が組になり他の組と競争して迷路内の目的地を探索する競合協調型の探索行動実験と、4人の被験者が協調して目的地を探索する協調型の探索行動実験を続けて行う。

1-2-1. 競合協調型の探索行動実験

実験装置 計算機5台を配置する(図1)。被験者がネットワークを介して音声や表情を交換できるよう、座席は実験室内に分散して配置する。実験者用の計算機は Server で、仮想現実空間を鳥瞰図で表示、そこに各アバターの現在位置をリアルタイムで表示する。被験者に割り当てた4台は Browser で、それぞれにCCDカメラとヘッドセットを用意する。実験中の各アバターの位置や身体・頭部の向きは Server が自動的に記録する。会話は、当初は全員の音声を Server に集め、8mmビデオカメラやテープレコーダで録音した。しかし結果をより詳細に記録するため、各被験者ごとにビデオデッキ

写真2 ヘッドセットを装着しキーボードでアバターを操作する実験風景

写真1 各被験者の Browser に表示されるアバターと仮想現実空間

図1 実験室内の実験者と被験者の座席配置

表1 各実験事例における被験者の特性および人間関係

	被験者A アバター 白	被験者B アバター 赤	被験者C アバター 緑	被験者D アバター 黄	被験者間の人間関係
事例1	20歳 女 専門学校生(看護)	19歳 女 専門学校生(看護)	18歳 女 専門学校生(看護)	19歳 女 専門学校生(看護)	全員が専門学校の同級生。普段から仲がよい。
事例2	23歳 男 大学院生(建築系)	22歳 男 大学生(建築系)	29歳 男 フリー	24歳 男 大学院生(政策科学)	AとBは大学で同じ研究室に所属。AがBの先輩。それ以外の被験者間は初対面
事例3	22歳 男 大学生(建築系)	19歳 男 大学生(建築系)	21歳 男 大学生(建築系)	20歳 男 大学生(農学)	全員大学で同じサークルに所属。Bが他の3人の後輩。
事例4	21歳 男 大学生(情報系)	22歳 男 大学生(情報系)	22歳 男 大学生(情報系)	22歳 男 大学生(情報系)	全員大学で同じ研究室に所属している同級生。
事例5	20歳 女 大学生(文学)	24歳 男 大学院生(建築系)	24歳 男 大学院生(建築系)	25歳 男 大学院生(建築系)	全員顔見知り。A以外の3人は、学部時代の同級生で仲が良い。

を1台ずつ用意し、計算機のモニタから出力した Browser の画像と、計算機の音声出力の双方を合わせて、各被験者ごとに1本のビデオテープに録画・録音する方法に変更した。

被験者 4名の被験者を1組にして実験5事例を行う。計20名の被験者は10代から20代の大学生、大学院生、専門学校生、社会人で、学生の専攻はさまざまである。また各事例での被験者間の人間関係も、友達、研究室の先輩後輩や同級生、初対面など多様である(表1)。

環境(仮想現実空間) 実験に使用した迷路の平面図を図2に示す。被験者の経路選択に影響する環境の要素を絞るため、迷路の全分岐点をT字路と十字路で構成する。また被験者が会話で表現可能な環境の情報を増やすため、交差点や突き当たりや袋小路の壁(図2中1～15, AB, CD)に、サイン(食物や動物などのイラスト)を貼る(8～15は同じサインを2枚向かい合わせに配置)。Gゴールには「ゴール」と記したサインを貼る。4人の被験者をペアに分ける。被験者AとBのアバタは図2中AB、被験者CとDのアバタは図2中CDの地点に互いに向かい合わせの状態で立ち、同時に探索行動を開始する。別々の場所からスタートした互いに競合関係にあるアバタ同士が、実験中に会うことを意図して設計した迷路である。

教示 実験開始直前に次のように教示する。「みなさんは今、同じ迷路に2組のチームに分かれて立っています。白の○○さんと赤の△△さんが同じチーム、緑の□□さんと黄色の××さんが同じチームです。こちらが合図をしたら、他のチームよりも早く、ゴールと書かれたサインの場所に同じチームの2人で到着してください。いっしょに探す、別れて探すなど、探し方は自由です。互いに見えている人同士なら、同じチームの人だけでなく、別のチームの人とも話をして構いませんが、見えていない人どうしでは話をしないようにしてください。終了の合図はこちらからします。」実際には全員がゴールに到着するまで終了の合図は行わない。

アンケート 実験終了後各被験者に、イメージマップおよび風景の描画をさせる。質問内容は以下の通りである。「今みなさんが歩いた迷路の平面図を、あなたが覚えている範囲で描いてみてください。また、あなたの印象に残った迷路の風景があったら、それも描いてみてください。」アンケートを行うことは、被験者には実験終了時まで知らせていない。

1-2-2. 協調型の探索行動実験

実験装置・被験者 1-2-1と同じ。

環境(仮想現実空間) 実験に使用した迷路の平面図を図3に示す。1-2-1の迷路と同様に全分岐点はT字路と十字路で構成し、交差点や突き当たりや袋小路(図3中1～21, S)の壁にサインを貼る(14～21は同じサインを2枚向かい合わせに配置)。Gはゴールで「ゴール」と記したサインを貼る。4人の被験者のアバタはサインSの前に互いに向かい合わせの状態で立ち、同時に探索行動を開始する。

教示 実験開始直前に次のように教示する。「みなさんは今、迷路の中に立っています。白が○○さん、赤が△△さん、緑が□□さん、黄色が××さんです。こちらが合図をしたらみんなで協力してゴールと書かれたサインを探し、全員で集合してください。いっしょに探す、別れて探すなど、探し方は自由です。制限時間は5分とします。互いに見えている人同士とは話をしませんが、見えていない人どうしでは話をしないようにしてください。終了の合図はこちらからします。また、先ほどの実験の後にはアンケートをとりま

図2 競合協調型の探索歩行実験で使用した迷路の平面図およびサイン

図3 協調型の探索歩行実験で使用した迷路の平面図およびサイン

したが、本実験の後にはアンケートはとりません。」

本実験後にアンケートをとらないことを教示したのは、本実験でもイメージマップや風景描画を書かされると予想した被験者が、空間を記憶することに気をとられ、それが実験結果に大きく影響する可能性があるからである。また実験開始後5分を経過しても実験は続行する。

2. 実験結果の分析

2-1. 実験中にみられる行動

実験中の行動を歩行行動や会話の違いに着目して分類する(表2)。探索する行動と、探索しない追従、誘導、待機の諸行動がみられる。

探索する行動は目的地探索行動と歩行者探索行動に分かれる。目的地探索行動には、単独で探索する目的地単独探索行動と、他の歩行者と同行しながら探索する目的地共同探索行動がある。目的地単独探索行動中は比較的発言が少ない。目的地共同探索行動中は「右行きます」「とりあえずまっすぐ」「どっち行けばいいのかなあ」など環境や方向に関する発言、歩行者探索行動中は「○○ちゃんがおらん」「みんなどこにいる?」「ちょっと待ってや」など、歩行者の場所や行動に関する発言が多いのが特徴である。

追従行動は他者の背中を追いながら歩行する。誘導行動は誘導方

表2 歩行行動や会話の違いに着目した探索行動の分類

行動の分類		意味
探索する行動	目的地探索行動	目的地単独探索行動 単独で目的地を探索
	目的地共同探索行動	他者と同行しながら目的地を探索
	歩行者探索行動	歩行者を探索
探索しない行動	追従行動	他者に追従して歩行
	誘導行動	吸着誘導行動 自分自身への追従を指示しながら他者を誘導
		指示誘導行動 目的地の方向を示す。または経路を説明することによって他者を誘導
	待機行動	ある場所にとどまる行動

法の違いから吸着誘導行動と指示誘導行動に分かれる。吸着誘導行動は、自分自身への追従を指示することによる誘導で、誘導者の発言には「ついてきて」「こっち」などがある。吸着誘導を受けた被誘導者は通常追従行動をとる。指示誘導行動は、目的地への方向を示す、または経路を説明することによる誘導で、誘導者の発言には「この奥」「〇〇の方に曲がって下さい」「〇〇のところを左に曲がったらゴールです」などがある。他者への追従の指示も指示誘導である。指示誘導を受けた被誘導者は、通常目的地探索行動をとる。

待機行動は、状況の変化を待つ、または状況を把握するために、ある場所にとどまる行動である。必ずしも静止してなくてよいが、例えば目的地探索行動などにおいて交差点で一時的に立ち止まり、

周囲を見渡す行動などは含まない。

両実験中の全歩行者が以上7種類のいずれの行動をとっていたか、目的地発見前と後に分け時系列で調べる(図4)。その結果、被験者や集団によってみられる行動に差が大きい、目的地発見前は目的地探索、追従行動、発見後は歩行者探索、待機、誘導行動を多くとる傾向がある。競合協調型の探索行動実験では、ペア2人が同行する傾向が強く、目的地共同探索行動が多い。協調型の探索行動実験では、4人が分担して探索する傾向が強く、目的地単独探索、待機、誘導の諸行動が多い。

既往研究で取り上げられている行動には以下のものがある。巨大迷路探索歩行実験¹⁾では、接近行動、迂回行動、右回り、左回りな

図4 両探索行動実験における各事例でのそれぞれの被験者の行動

注) 各事例の4本の棒グラフは左からそれぞれ被験者A, B, C, Dに対応する
競合協調型の実験事例3は記録に失敗したためデータなし

表3 協調型の探索行動実験でみられた状態遷移の要因(入力)

大分類	小分類	意味
環境からの要因	目的地発見	目的地を発見する
	目的地に近づく(目的地既知の場合のみ) 分岐点に到達する(他者からの影響がない場合) 袋小路に入り込む(他者からの影響がない場合)	
他の歩行者からの要因	情報交換による要因	表4参照
	1) 指示を与えられる	情報交換の送り手が受け手の行動を指示する
	2) 情報を与えられる	情報交換の送り手が自分自身または第三者、環境に関する情報を提供する
	3) 指示を求められる	情報交換の送り手が自分自身の行動について指示を求める
情報交換によらない要因	他の歩行者との位置関係	他の歩行者を発見する 他の歩行者に近づく 他の歩行者が遠ざかる 他の歩行者を見失う
	他の歩行者の変化	同行している歩行者が目的地を発見する
内的要因	時間経過 その他	時間が経過する 自らの意志のみによる行動遷移など

図5 状態遷移の要因(入力)となる情報交換の種類

どの行動を見出し、それをもとにシミュレーションモデルを構築した。舟橋⁴⁾は探索行動として迷い、探索、確認、追従を、室崎¹¹⁾は避難経路選択の特性として、帰巢性、日常動線志向性、向光性、向開放性、易視経路選択性、至近距離選択性、直進性、本能的危険回避性、理性的安全志向性、付和雷同性を挙げている。また釘原⁵⁾は避難時の集合行動の特徴として、脱出反応の活発化、追従、固着、攻撃、利己的行動の増加、譲歩行動の低下を明らかにした。杉万⁶⁾は避難誘導法に吸着誘導法、指差誘導法の2種類があるとし、誘導者と避難者の人数を変化させ、両者の有効性を比較している。以上の中で、帰巢性、日常動線志向性、向光性、向開放性、至近距離選択性、本能的危険回避性、理性的安全志向性、付和雷同性、脱出反応の活発化、固着、攻撃、譲歩行動は、今回の実験で明らかにできない。それは本実験が緊急を要する避難行動でないこと、火や煙のない仮想迷路での探索歩行実験であることに起因すると思われる。

2-2. 状態遷移の要因となる情報交換の分類

歩行者がある行動をしている状態から別の行動をしている状態に遷移することを状態遷移とする。状態遷移の要因(入力)は、環境、他の歩行者、それ以外(内的要因)のものからに分かれる(表3)。他の歩行者からの要因にはさらに情報交換によるものとよらないものがある。この情報交換の要因を、それが送り手や受け手の行動に対してもつ意味の違いから以下の4種類に分類する(図5)。

- 1) 指示を与えられる 送り手が受け手の行動を指示する。「ついてきて」などの発言がこれに当てはまる。指示を与えられた受け手が送り手の指示に従い、状態遷移をする場合がある。
- 2) 情報を与えられる 送り手が自分自身または第三者、環境に関する情報を提供する。「私左行つたよ」「行き止まり」などがこれに当てはまる。情報を与えられた受け手が、その情報をもとに何らかの判断を下し、状態遷移をする場合がある。
- 3) 指示を求められる 送り手が自分自身の行動について指示を求める。「次どこ行こう?」などの発言がこれに当てはまる。指示を求められた受け手がその発言に対して何らかの反応を示し、状態遷移をする場合がある。
- 4) 情報を求められる 送り手が受け手または第三者、環境に関する情報を求める。「ついてきてんの?」などの発言が当てはまる。情報を求められた受け手がその発言に対して何らかの反応を示し、状態遷移をする場合がある。

Bales¹²⁾によると、集団の成員が目的達成のために行う情報交換に

表5 協調型の探索行動実験全事例における行動と会話(出力)との関係

大分類	小分類	目的地 単独探索	目的地 共同探索	追従	歩行者 探索	待機	吸着 誘導	指示 誘導	計
1) 指示を 与える	①分担保索の指示		2						2
	②共同探索の指示		2						2
	③歩行方向の指示	3	15	4	2	1	3	1	27
	④歩行経路の指示	1				1		2	17
	⑤追従行動の指示							2	27
2) 情報を 与える	⑥待機行動の指示		1	7	1	3	1	1	10
	①分担保索の情報	1							1
	②歩行方向の情報	16	14	7	1	4		2	37
	③待機行動の情報			5	1	1			6
	④追従行動の情報		1	1					2
3) 指示を 求める	⑤待機行動の情報								1
	⑥目的地発見の情報	5	2	9	2	1	3	2	19
	⑦探索経路ありの情報	2	4	2					6
	⑧探索経路なしの情報	11	6	3		1			18
	⑨探索経路の有無の確認		5						5
4) 情報を 求める	①分担保索の質問		6						6
	②共同探索の質問		6						6
	③歩行方向の質問	12	19	10				1	41
	④歩行経路の質問			2					2
	⑤待機行動の質問				1	1			2
5) 追従行動の 確認	①分担保索の確認	1	2	1					4
	②歩行方向の確認				2				2
	③追従行動の確認		1						1
	④目的地発見の確認	3							3
	⑤探索経路の有無の確認	1	3						4

注) 表5中各マスの左側は目的地発見前、右側(斜字)は発見後の数を示す。

表4 協調型の探索行動実験でみられた情報交換の会話内容による分類

1) 指示を与える/与えられる	前行くわ。 じゃあ行く。 私左行つたよ。 俺前行きます。 こっち曲がる。 方向変えます。 私もゴールへ。 じゃあ、XX(の方に)行きま す。 XX行きました。 こっち行こうか。 ほなそこ行くで。 ちょっと戻ろう。 今そこ行くで。 うち左行こうか。 今から行きます。 ここやな、行くで。 今から向かいま。 だから直進します。 とりあえずまっすぐ。 じゃこっちは行つて。 一応行つてみたけど。 私前曲がりますね。 XX方角に曲がります。 こっちはまっすぐ行きます。 じゃあ私行つてみます。 ちょっと 私右行つて。 この、XXの方を行きますね。 じゃ俺と〇〇左行つたからこの。 じゃボクはXXの方に 行きます。 XXのものに向かっ ております。 俺は左、XXの方 に行つて みます。	①分担保索の指示 別れましょう、別れましょ う。 * 分かれ道だからここで二 手に別 れるぞ。*	②共同探索の指示 いっしょに行こうや。 いっしょにこっちやな。	③歩行方向の指示 右な。* XXの方。* お前左行け。* こ、こ、こ。 〇〇ちゃんまっすぐ。* よしはんなら、こ戻らんわ。 * * * 〇〇君の方に行つて ください。 * * * あの前の2人の行 つた方に戻 りましょ うか。* 左。 直進。 これだ。 こっち。 行つて。 行つて。 戻ろう。 行くで。 まっすぐ。 左だ。 こっち。 こっちは こっち。 この奥の奥。 〇〇右、右後ろ。 じゃあ〇〇行 つて。 〇〇ちゃん の後ろ側。 XX方角に曲 がろう。 〇〇君につ いてきて。 〇〇君の方 角に進んで。 XXの前ま で戻ろうや。 こっちは 先行つて、 〇〇君。 全速力 で戻りま しょうか? ほんなあ 〇〇ちゃん 右行こう か。 開いてる ところ俺 が見てい る方。 ということは、 向こうか 右だつた んだ。 とりあえ ず行ける ところま で行つて こ。こ。 だから一 応スタート 地点に戻 つてみよ う。	④歩行経路の指示 XXの方に曲が って下さい。 * XXのところ を左に曲 がらう。 * このXXの方。 XXの方。 XX行つて △△の三 叉路左。 * うん、(そ こを)曲 がる。 XXの後ろ。 まっすぐ 入って。 XXまっ すぐ。 XX、XX、 XX(の所 を曲が る)。 XXの後ろ つ。 XXをま っすぐ。 そこを まっすぐ で。 XXみ つて下さ い。 XXの先 つちよ。 で、(そ こを)ず つと行く んです よ。 XX、XX、 XXを曲 がる。 XXの 後ろに ゴールが ありま す。 XXある ところ を曲が つてく ださい。 XXある 方に。 こっち 入って、 なんか 次野菜 見え たら、 そこ左 曲が つて。 XXが ありま すから、 XXのと ころを 左に曲 がらう。 そこを ずつと 行く とXX が あり ま す け れ ど、 XX の と ころ を 曲 が り ま す。	⑤追従行動の指示 来て。* こっち。 ついて きて。 * 行 き ま し よ う。 俺の方 につ いて き た ら。	⑥待機行動の指示 待つて。 * 待つて いて。 * 立 っ て な い。 ち よ つ と こ の 交 差 点 立 っ て い て。 2) 情報を与える/与えられる	①分担保索の情報 うん、〇〇ちゃん (別れた)。 ③歩行方向の情報 右行きます。 * 左行きます。 * じゃ俺はXX の方。 * 今から、XX の前に。 * XXの方に い っ て み ま す。 * 私右。 直進。 右行こう。 * 俺右行。 * 右行くで。 * 前行くわ。 じゃあ行く。 私左行つたよ。 俺前行きます。 こっち曲がる。 方向変えます。 私もゴールへ。 じゃあ、XX(の方に)行きま す。 XX行きました。 こっち行こうか。 ほなそこ行くで。 ちょっと戻ろう。 今そこ行くで。 うち左行こうか。 今から行きます。 ここやな、行くで。 今から向かいま。 だから直進します。 とりあえずまっすぐ。 じゃこっちは行つて。 一応行つてみたけど。 私前曲がりますね。 XX方角に曲がります。 こっちはまっすぐ行きます。 じゃあ私行つてみます。 ちょっと 私右行つて。 この、XXの方を行きますね。 じゃ俺と〇〇左行つたからこの。 じゃボクはXXの方に 行きます。 XXのものに向かっ ております。 俺は左、XXの方 に行つて みます。	⑦目的地発見の情報 よしや、* あつ、ゴール。 * おー、あつた。 * おっしや。 おー、やつた。 ゴールあり ましたね。 ありまし た。あり まし た。 おー ゴールや、 こっちや。 あつ、み つた。み つた。	⑧歩行者発見の情報 みんな発見。 * 見つけ。 おった。 ほんまや (〇〇が いま す)。 あー、い た。 あつ、発 見。 あつ、来 た。 あつ、〇 〇。 あ、いた いた。 おつ、〇 〇や。 来た来た 来た。 あつ、い る。 今来は りまし た。 おー、〇 〇ちゃん。 あつ、〇 〇ちゃん だ。 あつ、発 見発見 発見。 おー、〇 〇ちゃん 発見。 あー、追 いつき ました ね。 あつ、 ほん とだ。 〇〇 ちゃん (が い る)。 おつた。 みえた。 みえた。 みえ た。 みえた。	⑨探索経路ありの情報 行ける。 * こっち 側行 ける。 * 道はあ る。 こっち まだ 行 つ て な い け ど、 XX 行 つ て な い で す ね え。 XX ま だ 行 つ て な い ね ん け ど、 違 う 違 う、 私 今 こ し こ し 行 つ て な い。 行き止 まり じ や な い ね ん け ど、 分 か れ 道 や。	⑨探索経路なしの情報 行き止まり。 * だめです ね。こっ ちない です わ。 だめだ。 そっ ち 行 き 止 ま り。 右側 も 行 き 止 ま り。 こっ ち は 行 き 止 ま り。 こっ ち も 行 き 止 ま り や。 こっ ち は 行 き 止 ま り だ。 こっ ち も 行 き 止 ま り だ。 XX 行 つ て △ △ 行 つ て。 こっ ち 全 部 行 き 止 ま り だ よ。	XXは、うん 行き止 まりで。 私の行 つた 方 も 何 も な い で す よ。 こっ ち も ね え、 な ん か 行 き 止 ま り だ っ た ら。 ボ ク ら の 行 つ た と ころ、 ぜ ん ぜ ん 何 も な か つ た ん で す け れ ど。	3) 指示を求める/求められる	①分担保索の質問 別れるか? 行つて いいの? 二人二 人で 行く? 二 手 に 別 れ ま す か? 二 人 二 人 で 行 き ま す か?	②共同探索の質問 4人で 行くの? じゃ俺 と〇〇 が ま だ 左 行 く か? でも い っ し ょ に 行 く ん で し ょ う? い っ し ょ に 行 く ん じ や な い で す か? こ れ み ん な と 一 緒 に 行 く ん で し ょ う? こ れ み ん な で い っ し ょ に 行 つ た ら い い の? い っ し ょ に 行 つ た ほ う が い い ん じ や な い?	③歩行方向の質問 どこに 行く? * 〇〇 ちゃん、 向 こ う? * 左? ど こ? 戻 る? ど う す る? ど う す る? 曲 が る の? ど こ 出 る? 戻 ら う か? ど う 行 く の? お ま え の 方? XX ? △ △? ど う 行 く? XX の 後 ろ? ど う ち? XX ? ど う ち 行 こ う? 次 ど こ 行 こ う? ど う ち に 進 む? ど う ち で す か? こ っ ち で す か? XX ま っ す ぐ? 戻 り 方 分 か ら ん。 え っ? ど う ち を? XX の 方 で す か? ど う ち 行 こ う か? ど う し よ う? 右 だ つ た ん か な あ? XX か な? XX の ほ う。 ど う ち ま っ す ぐ? ど う ち に 進 む? ど う ち に 出 口 が あ る? え っ? こ の XX を? こ の 曲 が る ん で す か? こ っ ち は ど う す る? ど う ち? XX ? XX ? XX ? XX と ど う ち で す か? 左 つ て こ っ ち じ や な く て? ど う ち に 行 け ば い い ん で す か ね え? ど う か 開 い て ん の 見 え て ん の な い?	④歩行経路の質問 どこに? XX つ て ど こ で す?	⑤待機行動の質問 とりあ えず 待つ と く? じゃ あ 俺 こ こ で 待つ て ん の?	4) 情報を求める/求められる	①分担保索の確認 別れたん?	③歩行方向の確認 どうす んねん? ど う ち 行 き ま す か? あ ら? ど う ち に 行 き ま す か? XX の 方 へ 行 か れ ま し た? XX 曲 が る ん じ や な い の?	⑤追従行動の確認 ついて きて て ん の? * なん だ、 真 後 ろ つ い て き て た ん? * 来 て る? つ い て き て る?	⑦目的地発見の確認 あつた? み つ か つ た? な ん か あ つ た? ゴ ール あ り ま し た?	⑨探索経路有無の確認 行つた? 行 き 止 ま り? 行 き ま せ ん で し た っ け? あ、 で も こ っ ち XX 行 き ま し た っ け?
-----------------	---	--	---------------------------------------	--	--	---	--	--	---	---	---	---	--	-----------------	--	---	---	---	---	-----------------	-------------------	---	---	---	--

注) 〇〇は人名、XX、△△、□□、▽▽は互いに異なるサインの名称を示す。*は受け手の状態遷移の要因となった会話である

は社会的情動的な領域 social-emotional area と課題の領域 task area に分かれる。本実験で social-emotional area に当てはまる発言には「おー、ファイトです」などがあるが、状態遷移の要因にはならなかったため、ここでは取り扱わない。さらに task area には「示

唆、方向」「意見、評価、分析」「オリエンテーション、情報」の意味をあて、これらを与える場合を attempted answers、求める場合を questions としている。「示唆、方向」は本論でいう指示、「オリエンテーション、情報」は情報にあたる。「意見、評価、分析」は本実験で

表6 協調型の探索行動実験全事例における状態遷移とその要因(入力)との関係

遷移前の行動	行動遷移の要因の入力				遷移後の行動							遷移前の 行動別 合計							
	大分類		小分類		a	b	c	d	e	f	g								
目的地単独探索 a	環境からの要因			目的地発見	1	1	2 4	1	4	1	1	8							
	他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる	③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路なしの情報									3						
			2) 情報を与えられる	③歩行者発見									4						
		情報交換によらない	他者との位置関係	1									3						
目的地共同探索 b	環境からの要因			目的地発見	1	1	1	1	5	1	6								
	他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる	分岐点到達								3							
			2) 情報を与えられる	①分担探索の指示 ③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑥待機行動の指示 ⑧歩行方向の情報 ⑨歩行方向の質問 ⑩追従行動の確認								1							
		情報交換によらない	他者との位置関係	同行者行方不明								1							
				その他								2							
			環境からの要因									目的地発見	2	1	1	3	1	6	
			他の歩行者からの要因	情報交換による								1) 指示を与えられる							分岐点到達
	2) 情報を与えられる	①分担探索の指示 ③歩行方向の指示 ④歩行経路の指示 ⑥待機行動の指示 ⑧歩行方向の情報 ⑦目的地発見の情報 ⑨歩行者発見の情報										1							
情報交換によらない	他者との位置関係	歩行者接近 同行者行方不明		1															
		その他		2															
	環境からの要因			分岐点到達 袋小路進入	1	2	1	1	1	1	1								
	他の歩行者からの要因	情報交換による		1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ④歩行経路の指示 ⑥待機行動の指示 ⑨探索経路ありの情報							1
2) 情報を与えられる			歩行者発見	1															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見	3															
			その他	4															
		環境からの要因										分岐点到達 袋小路進入	1	2	1	2	1	1	1
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因			時間経過	1	1	4	2	1	1	5								
	他の歩行者からの要因		情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる		③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見		2															
情報交換によらない		他者との位置関係	歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
		環境からの要因										時間経過	1	1	4	2	1	1	5
		他の歩行者からの要因	情報交換による	1) 指示を与えられる								③歩行方向の指示 ⑤追従行動の指示 ⑦目的地発見の情報 ⑨探索経路ありの情報 ⑩追従行動の確認							
2) 情報を与えられる	③歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見			2															
情報交換によらない	他者との位置関係		歩行者発見 歩行者接近 歩行者疎隔 同行者目的地発見	2															
			他者の変化	1															
	環境からの要因																		

注) 表6中各マスの左側は目的地発見前、右側(斜字)は発見後の数を示す。目的地発見前に多くみられる行動を左および上、発見後に多くみられる行動を右および下に順に配置している。

は少なく、しかも指示または情報と明確に区別できなかった。それはBales が研究対象にした討論などと違い、本実験中の被験者は意見を長時間述べあったり、評価や分析を詳細に行なったりせず、比較的短時間に自身の行動を決定する傾向が強いことに起因する。

状態遷移の要因となった1)～4)の情報交換について、その指示や情報の内容をさらに分析し、送り手または受け手の行動に関係する内容と、周囲の状況に関係する内容に分類できた。「○○君は向こう行ってる」のような、第三者の行動に関係する情報交換による状態遷移はなかった。行動に関係する内容は①分担して探索すること②共同で探索すること③歩行する方向④歩行する経路⑤追従行動⑥待機行動、行動以外に関係する内容は⑦目的地の発見⑧歩行者の発見⑨探索する経路の有無に分類できる。協調型の探索行動実験中にみられた①～⑨の内容をもつ会話を表4に示した。

2-3. 協調型の探索行動実験における行動と会話(出力)との関係

歩行者が各行動時に、表4に挙げた会話を行った回数を、目的地発見前後に分けて表5に示す。図4の行動別時間割合との比較から、目的地発見前は目的地共同探索行動、発見後は誘導行動中の歩行者が、最も積極的に情報交換を行うことがわかる。目的地発見前の歩行者は歩行方向の指示や情報、質問、探索経路なしの情報など、経路探索に直接関係する情報交換が多い。また追従行動時には歩行者発見に関する多くの情報を与える。一方目的地発見後は誘導行動中に、歩行方向、歩行経路、追従行動に関する多くの指示を与える。情報や指示を他者に求めることは少ない。

2-4. 協調型の探索行動実験中の状態遷移とその要因となる入力との関係

表3、表4の分類に基づいて、歩行者の状態遷移とその要因(入力)との関係を調べた(表6)。目的地発見前は環境や情報交換による要因、発見後は歩行者の位置関係や内的要因による状態遷移が多いことがわかる。

2-5. 被験者やその集団の特性と行動との関係

図4に示すように、本実験では各被験者、事例ごとの行動に特徴的な違いがある。そこで事例ごとの実験の概要を述べる。

事例1 競合協調型実験 AB組: 独力で探索しようとするAと、積極的に相手に追従したがるBのペアである。Aが単独行動をとったため、BもAを見失い単独行動になった。**CD組:** マイペースだが他者にも気を使うCと、相手に追従したがるDのペアである。しかしCは競合実験にもかかわらずゆっくり探索しようとしたため、Dは時間経過とともに別行動をとりだした。BとCは互いに競合しながら目的地を発見した。そして牽制しあいながらしばらく待機行動をとった後、ペアを組む相手を探索に向かった。BがAを発見し、目的地へ誘導し、勝利した。**協調型実験** Cは前実験のはじめと同様、Dに対してリーダーシップを発揮した。誰かに追従したがったDはCに経路選択の判断を任せた。独力で探索しようとするAと、Aに追従しようとしたが見失ったBは、単独行動をとることが多かった。CとDは目的地を先に発見したのち、CがリーダーシップをとってA、Bを探索し、誘導した。

事例2 競合協調型実験 AB組: 研究室の先輩のAは、後輩のBを引きつけて探索しリーダーシップを発揮した。BはAの指示に従いながら、自らも周囲の状況を把握し助言した。**CD組:** 積極的に他者に追従したがるCは、Dに追従することをはじめに宣言した。Dは初対面のCを常に気にしながら共同で探索した。**協調型実験** Cは前実験同様、他者に追従することをはじめに宣言した。しかしAはみんなで分かれて探索するよう提案した。後輩のBと初対面のDはそれに従い、分担して探索した。Cは前実験同様Dに追従しつつ、しばしば単独行動もとったが、その経路選択は混乱した。一番先に目的地を発見したAが、B、D、Cを順に指示誘導した。

事例3 協調型実験 4人とも単独行動をとった。全く会話しないDは、他者を無視して独力で探索した。やはり会話に消極的なBとCも黙々と探索した。誰かに追従したがっていたAも、誰にも相手にされないので単独行動をとった。B、D、Cの順に目的地を発見するが、いずれの者も他の歩行者を積極的に誘導しようとはしなかった。

事例4 競合協調型実験 AB組: 積極的に相手に追従したがるA

表7 両実験の各事例における被験者およびその集団の特性

競合協調型の探索行動実験

		事例1	事例2	事例3	事例4	事例5
目的地発見前に最も多くとった行動が	目的地単独探索行動であった被験者					
	目的地共同探索行動であった被験者					
	追従行動であった被験者					
	歩行者探索行動であった被験者					

注) AとB、CとDがそれぞれペアになって実験を行った。事例3は実験の記録に失敗したためデータなし

協調型の探索行動実験

		事例1	事例2	事例3	事例4	事例5
目的地発見前に最も多くとった行動が	目的地単独探索行動であった被験者					
	目的地共同探索行動であった被験者					
	追従行動であった被験者					

注) A・B・C・Dが4人1組になって実験を行った。

→ は目的地発見前にリーダーシップを発揮した被験者からそれに従った被験者へ
⇨ は目的地発見後に誘導を行った被験者からそれに従った被験者へ引いてある。

と、独力で探索しようとするBのペアである。BがAにあまり気を使わず行動したため、AはBをしばしば見失い単独行動になることもあった。CD組:積極的に追従したがるCと、他者に対してこまめに気遣いするDのペアである。CはDに追従した。DはCの同行をつねに確かめながら積極的に探索し、リーダーシップを発揮した。**協調型実験** 前実験同様追従したがるAは、こまめに気遣いするDに従った。DはAに対しリーダーシップを発揮しながら探索した。Bは独力で探索しようとした。CはBに追従したり、単独で探索したり、待機したりさまざまな行動をした。先に目的地を発見したDは、同行していたAをそこに待機させ、B、Cを探索し、誘導した。**事例5 競合協調型実験 AB組:**単独行動をとろうとするAに対し、Bははじめどうしようか迷うが、別々に探索することを選ぶ。CD組:積極的に情報交換しながら共同で探索した。経路の選択は、Cが行う場合、Dが行う場合の双方がみられた。**協調型実験** 集団で探索しようとするB、別れて探索しようとするD、態度が不明確なCが話し合った結果、前実験と同じ2組のペアで別れて探索することになり、Aもそれに従う。AとBの探索経路の分担はBが決定し、CとDの分担はDが決定した。先に目的地を発見したBが、他の3人を誘導した。実験開始時に待ち合わせの約束をしていたため、効率的に探索でき、短時間で実験が終了した。

各実験中の被験者を目的地発見前に最も多くとった行動によって分類し、これと集団内でみられたリーダーシップとの関係調べる(表7)。目的地発見前に目的地共同探索行動を多くとる者が、リーダーシップを発揮する傾向が強い。

2-6. 競合協調型の探索行動実験後のイメージマップ・風景描画の分析

風景が描画できた被験者は、建築を専攻する一部の学生のみだったが、大部分の被験者がサインの名前を1~9個程度書けた。目的地共同探索行動を多くとる被験者(図6中事例1被験者Cなど)は、あまり経路に迷わなければイメージマップをかなり正確に描け、サインの場所も多く記入できる傾向がある。目的地共同探索行動を多くとらなかった被験者の場合、断片的な地図や見たサインの名前を描けても、これら相互の関連づけができない傾向があった。全く描

図6 競合協調型の探索行動実験後のイメージマップ

画できない被験者もみられた。

結語

本研究では、仮想現実空間内で音声や表情による情報交換が可能なシステムである FreeWalk-VRML を開発した。このシステムを用いることにより、4人の被験者からなる集団で探索方法や探索経路、会話の制限を加えずに実験を行い、会話や歩行軌跡のデータを詳細に記録することが可能になり、以下のことが明らかになった。

- 1) 目的地発見前は目的地探索、追従行動を、発見後は歩行者探索、待機、誘導の諸行動を多くとる。競合協調型の探索行動実験では目的地共同探索行動が多く、協調型の探索行動実験では目的地単独探索、待機、誘導行動が多い。
- 2) 目的地発見前では目的地共同探索行動、発見後は誘導行動を多くとる者が、集団内でより積極的に情報交換を行い、リーダーシップを発揮する傾向がある。
- 3) 目的地発見前は環境や情報交換による要因、発見後は他者との位置関係や内的要因による状態遷移が多い。
- 4) 目的地共同探索行動を多くとる者は、イメージマップをより詳細に描画でき、サインの場所も多く記入できる傾向がある。

謝辞

実験のシステム開発にあたり協力下さった中田稔君(京都大学大学院情報学研究科修士課程)に感謝いたします。

参考文献

- 1) 岡崎基幸, 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
- 2) 北濱亨, 三浦利章, 岡崎基幸, 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
- 3) 徳永貴士, 中村真悟, 伊藤明宏, 鈴木利友, 岡崎基幸: 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-, 日本建築学会学術講演梗概集(中国), E-1, pp. 811 ~ 812, 1999. 9
- 4) 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
- 5) 釘原直樹: パニック実験 - 危機事態の社会心理学 -, ナカニシヤ出版, 1995.
- 6) 杉方俊夫, 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(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.
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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報告集 No. 466, pp. 65 ~ 74, 1994. 12
- 10) 中西英之, 吉田力, 西村俊和, 石田亨: FreeWalk: 3次元仮想空間を用いた非形式的なコミュニケーションの支援, 情報処理学会論文誌 Vol. 39, No. 5, pp. 1356 ~ 1364, 1998. 5
- 11) 室崎益輝: 現代建築学 建築防火・安全, 鹿島出版会, 1993.
- 12) Bales, R.F.: Interaction process analysis: a method for the study of small groups, Addison-wesley Press, 1950. 友田不二男, 手塚都恵訳: グループ研究の方法, 岩崎学術出版社, 1971.

(2000年7月17日原稿受理, 2001年1月9日採用決定)