

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—

Knowledge Sharing Process by Cooperative Communication

-Way-finding with Communication in a Virtual Maze Part2 -

○伊藤明宏 鈴木利友 増田博雄 黒岩将人 岡崎甚幸

京都大学大学院工学研究科

Akihiro ITO, Toshitomo SUZUKI, Hirotaka MASUDA, Masato KUROIWA, Shigeyuki OKAZAKI

Graduate School of Engineering, Kyoto University

序

「その1 探索歩行における協調行動の分析」(以下「その1」)では、仮想迷路空間において複数の被験者が、互いに空間情報を交換しつつ、一つの目的地を探す場合の実験を報告した。本論では、属性の異なる複数のゴールが存在する場合のゴールの選択行動を伴う探索歩行について報告する。

一般に建築には複数の出入口が存在する。しかし、出口の属性は一律ではなく、到達距離、幅、安全性、施錠の有無、分かりやすさなどの条件がそれぞれ異なっている。また、たとえ一人の人間にとって最も安全で近い出口が見つかったとしても、多数の人間が同じ出口に集中した場合には、早く安全に出られるとは限らない。したがって、複数の出口を持つ空間から脱出する場合には、未知の出口を探し出すだけでなく、その中で自分にとって、あるいは集団全体にとって最も望ましいと考えられる出口を選択する必要がある。さらに、自分の選択が最終的に不利にならない様、自分の判断を他者に伝え同意を求める行動(合意形成)が必要になる場合もある。

「その1」の実験においては、ゴール位置の情報交換が主であるため、会話の中に環境情報が現れない吸着誘導のみでも全員がゴールに到達することができた。この場合、被験者の中の誰か一人が空間を把握すれば目的は達せられ、必ずしも被験者全員が詳細な環境情報を共有する必要はなかった。しかし、条件の異なるゴールがあり、各自が希望するゴールに到達するための合意形成が円滑に行なわれるためには、少なくともゴール属性に関しては、被験者間の情報共有が必要であると考えられる。

今回の実験の目的は、各被験者がそれぞれ最適と考えるゴールに到達するため、協調的に情報交換を行い、合意を形成するプロセスを明らかにすること

である。

1. 実験方法

1.1 実験装置および被験者

本実験は、ゲーミング・シミュレーション^{1)~4)}の手法を用いて、仮想迷路内の被験者の行動を観察する。実験用迷路は、VRML97^{5)~6)}で記述され、コンピュータ・グラフィックスを用いた仮想現実(virtual reality:以下VRと略す)空間^{7)~9)}に構築される。実験装置および被験者は「その1」の実験と同じである。被験者は以下の3人である。

- ・被験者IM:24歳 男 京都大学建築系学生M1
- ・被験者TA:24歳 女 京都大学建築系学生M2
- ・被験者NY:22歳 男 京都大学建築系学生4年

仮想空間内では、被験者はそれぞれ色の異なる服を着たアバタ(avatar:化身)で表示される。

実験の全体の流れは、

- 1)練習用迷路による操作練習
- 2)単独歩行による迷路探索
- 3)複数被験者の単一目的地の探索…実験1
- 4) " 条件付き複数目的地の探索…実験2
- 5)ヒアリング

となっている。実験1が「その1」で報告したもので、実験2が本論の実験である。

1.2 VR環境

実験に使用した迷路形状は実験1と同じで、図1の通りであるが、8枚の数字サインの他に、ゲーミング・シミュレーションを行なうために新たにゴールの属性を説明した3枚のメッセージボードを設置した。ただし、被験者には同じ形状の迷路であることは伝えていない。

実験に用いられたゲームは、迷路内の3個所に掲示したメッセージにより、実験中に被験者自身の行

動が影響し合い、様々な状況(フェーズ)が生じるよう設計されている。それによって被験者の相互依存性を観察することができる。

3枚のメッセージボードのそれぞれの内容は以下の通りである。

メッセージ1 「7番に最初にゴールした人のみに1000ポイント差し上げます」

メッセージ2 「4番にゴールした人全員に500ポイントずつ差し上げます」

メッセージ3 「6番に全員揃ってゴールすると全員に1000ポイントずつ差し上げます」

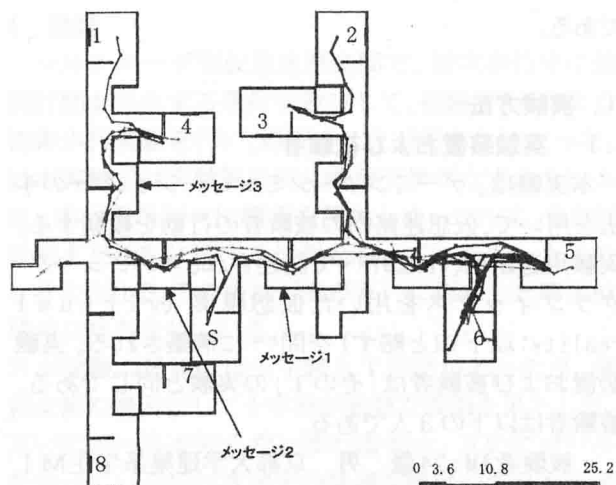


図1 迷路形状

3人の被験者アバタは、同一迷路内の異なった地点に待機し、実験者の合図に従って、同時に探索歩行を開始する。被験者IMは「1番」から、被験者TAは「2番」から、被験者NYは「5番」から、それぞれスタートする。

1.3 教示

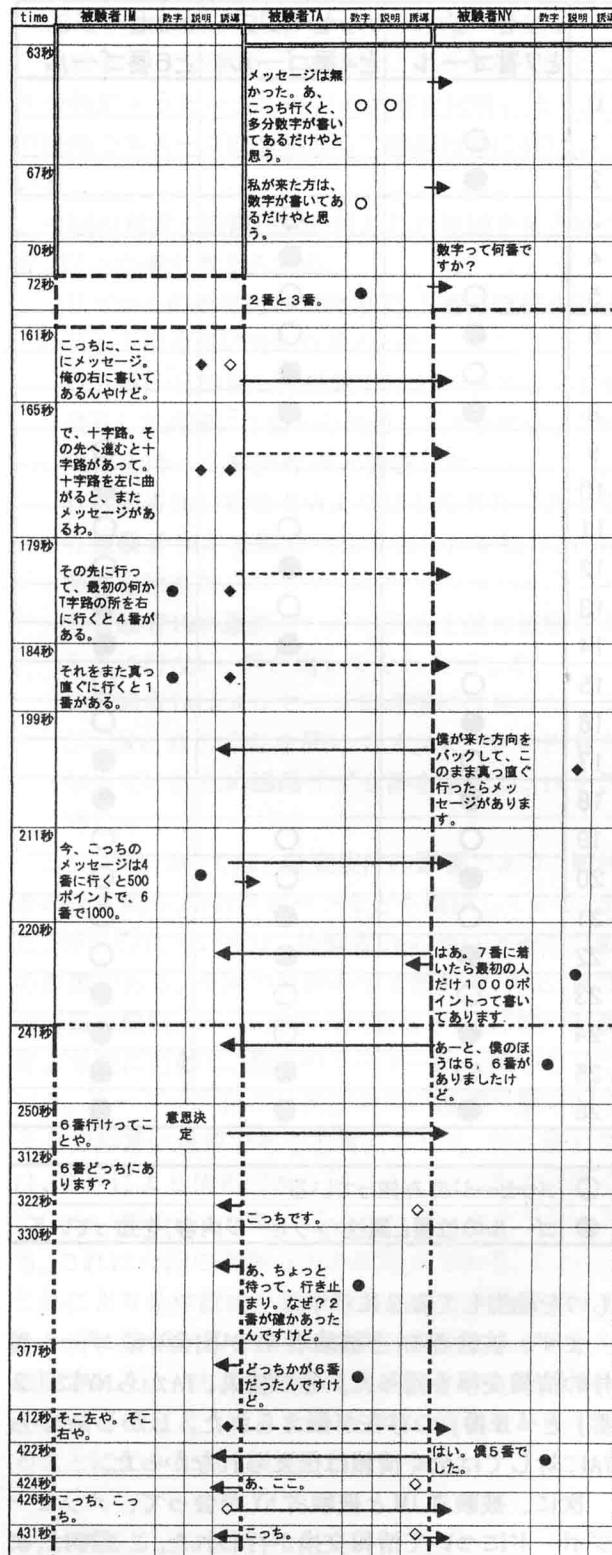
実験開始時に行なった教示は以下の通りである。「皆さんは、同一の迷路の別々の場所にいます。迷路内には、ゴールを示す数字のサインと、3枚のメッセージボードがあります。ゴールは一つとは限りません。メッセージボードにゴールの説明があるので内容を読んで、自分が最も良いと思ったゴールに行ってください。実験1と同じく、白はIMさん、赤はTAさん、緑はNYさんです。実験中は自分の画面

表1 会話記録

time	被験者IM	被験者TA	被験者NY
57秒		あ、NY君。	
60秒			どうも。何かありましたか？
63秒		メッセージは無かった。あ、こっち行くと、多分数字が書いてあるだけやと思う。	
66秒			そっち何ですか？
67秒		私がきた方は、数字が書いてあるだけやと思う。	
70秒			数字って何番ですか？
72秒		2番と3番。	
74秒		捜さないためやね。	
86秒		絶対、NY君動くの速いわ。	
88秒			そうですか？
90秒		最大のスピードで押してんねんけど、まじで動かへんもん。	
97秒		その足で情報収集してきてください。	
99秒			はい。
156秒	おー		
157秒			どうも。
161秒	こっちに、ここにメッセージ。俺の右に書いてあるんやけど。		
162秒			はい。
165秒	で、十字路口。その先へ進むと十字路口があつて。		
167秒			はい。
169秒	十字路口を左に曲がると、またメッセージがあるわ。		
172秒			直ぐに行くんですか？
175秒	おう。		
178秒			はあ。
179秒	その先に行って、最初の何かT字路の所を右に行くと4番がある。		
182秒			はあ。
184秒	に行くと1番がある。		
190秒			はあ。まあ、分かんですけど。
194秒	分かんやろな。		
199秒			僕が来た方向をバックして、このまま真っ直ぐ行ったらメッセージがあります。
202秒	何のメッセージがあるんや？		
211秒	今、こっちのメッセージは4番に行くと500ポイントで、6番で1000。		
220秒			はあ。7番に着いたら最初の人だけ1000ポイント書いてあります。
223秒	ああ、ほんま？		
233秒			はい、まあ、とりあえず。

237秒	の？こっちの方向は。		
241秒			あーと、僕のほうは5、6番がありましたけど。
246秒	5、6？		
248秒			はい。
250秒	6番行けてことや。		
309秒		あ、IM君や。	
312秒	6番どっちにあります？		
322秒		こっちです。	
330秒		あ、ちょっと待って、行き止まり。なぜ？	
347秒		2番が確かあったんですけど。	
360秒	ここはどっちへ行くんですか？		
363秒		ちょっと待って、どっちだったけ？	
373秒		多分…。調べてきます。	
377秒		どっちかが6番だったんですけど。	
379秒	はい。		
382秒		忘れちゃったんです。	
385秒	俺が真っ直ぐ行って、戻ってこなかった		
386秒	ききます。		
388秒	逃ったら来てください。		
388秒		はい。	
410秒			おお。
412秒	そこ左や。そこ右や。		
415秒			え？
419秒		NY君、今見えてたような気がしたんやけど。	
421秒	NY君		
422秒			はい。僕5番でした。
424秒		あ、ここ。	
426秒	こっち、こっち。		
428秒			何かむちゃくちゃ遅いですよ、スピードが。
431秒		こっち。	
444秒	はい。		はい。
448秒	抜いたな、俺を。		
453秒			そうですね。

表2 情報交換の経緯



に見えている人以外とは話をしないで下さい。また、他の人の画面は絶対に覗かないで下さい。全員がゴールに到達した時点で終了の合図をします。それまでは、一旦ゴールした人が、気が変わって他のゴールに移動しても構いません。開始の合図があったらスタートして下さい。」

2. 実験結果

実験開始から終了までの会話記録を表1に示す。これらの会話の中で、各被験者の情報交換を伴う

矢印凡例	凡例	数字	説明	経緯
有効な伝達	●	●	●	-
不完全伝達	○	○	○	-
	◇	◇	◇	◇

表3 ゴール情報の状況

	メッセージ1 と7番ゴール	メッセージ2 と4番ゴール	メッセージ3 と6番ゴール
0			
1	○		
2	●		
3		○	
4		●	
5	○	○	
6	●	○	
7	○	●	
8	●	●	
9			○
10			●
11		○	○
12		●	○
13		○	●
14		●	●
15	○		○
16	●		○
17	○		●
18	●		●
19	○	○	○
20	●	○	○
21	○	●	○
22	●	●	○
23	○	○	●
24	●	○	●
25	○	●	●
26	●	●	●

○	メッセージのみ知っている
●	ゴールの位置と属性(メッセージ内容)を知っている

ものを抽出して表2に示す。

まず、被験者TAと被験者NYが出会い、ゴール番号の情報交換を行った。その結果、TAからNYに「2番」と「3番」の存在が伝えられた。しかしNYからTAに対しては全く情報は伝えられなかった。

次に、被験者IMと被験者NYが会って、メッセージボードについて情報交換が行われた。ここでは、まずIMからNYに「メッセージ2の位置」と「メッセージ3の位置」が伝えられようとしたが、IMの情報に誤りがあったのと、経路情報が複雑でNYには十分伝わらなかった。NYからIMには「メッセージ1の位置」

が伝えられた。引き続き、IMからNYに「メッセージ2の内容」と「メッセージ3の内容」、NYからIMに「メッセージ1の内容」が伝えられた。さらにNYからIMにはNYの知るゴール番号「5番」「6番」の存在が伝えられたが、IMからNYに対してはゴール番号の情報は伝えられなかった。

この時点でIMは目標とするゴールを「6番」に決定し、声を出してNYに対してそれを示した。その後、NYは「メッセージ2」と「メッセージ3」を確認に行き、IMは6番を探しに行く。IMはその途中でTAに会って、6番の位置を尋ねたが、TAの記憶が曖昧だったため、2人で手分けして捜した後、TAが発見しIMとNYを誘導した。

3. 考察

今回の実験においては、被験者の状態の組合せにより、以下の3つのフェーズが想定される。

フェーズI 全員が各々単独で行動している状況

フェーズII 一部の被験者のみが協調する状況

フェーズIII 全員が協調行動を行う状況

この実験の場合のフェーズIは、被験者TAと被験者NYが出会う開始から57秒までの間。フェーズIIは、全員がメッセージの情報を共有する223秒までの間。それ以降がフェーズIIIの段階と言える。

各被験者の協調の度合いとフェーズの関係を概念図で示すと図2のようになる。

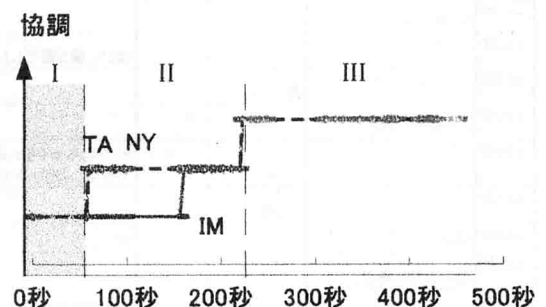


図2 フェーズの推移

被験者の行動は、ゴール情報の有無により大きく左右される。メッセージにはゴールの属性が示されているが、その内容により、相手との情報交換を避けたり、全体として情報の共有化が十分に行われず、最終的に全員の協調行動に至らないことも考えられる。また、ゴールについて位置のみを知っているか、あるいはメッセージを見るなどして、ゴールの属性まで知っているか否かによっても影響を受ける。これらをまとめると、表3に示す27通りの状態が想定さ

れる。

今回の実験では、被験者IMについては、被験者NYと会うまでは「0」→「9」→「12」と推移し、被験者NYから情報を得た段階で「21」となった。被験者NYは、「0」→「1」の後、被験者IMに会って「23」となった。被験者TAは、自分でメッセージを見ておらず、被験者IMと被験者NYの会話を聞いて「0」→「23」と推移した。

一般に5番あるいは2番から出発した被験者がメッセージ1を発見し、メッセージ3の情報を知らなかった場合には協調行動は発生しにくいと考えられる。これは表3の「1」「2」「5」「6」「7」「8」の状態である。その場合は自分だけが7番のゴールに到達することを考え、自分の持つ情報を伝えない行動にできる可能性が高いからである。実際、実験後のヒアリングにおいて被験者NYは、「最初のメッセージを見た時、一人で7番にゴールしようと思った」と述べている。

既に7番を知っている場合はメッセージ1を見た段階で即座に7番のゴールに向かうであろう。また、メッセージ1を見た後、7番を発見すればそのままゴールするであろう。この様にメッセージ1を知り、メッセージ3を知らない状態で、7番ゴールの位置を知れば単独でゴールする可能性がさらに高くなる。すなわち「2」「6」「8」の状態である。

先に述べた通り本実験でも、ある時点で被験者NYが「1」の状態になった。しかし、被験者NYは単独でゴールを探す行動を起こさなかった。被験者NYがメッセージ1を発見した直後に被験者IMと遭遇し、メッセージ3の情報を知ったからである。また、情報交換を拒否する行動も見られなかった。

ここで、メッセージ3の伝達が被験者IMから被験者NYへと円滑に行われた理由として考えられることは、

- 1) 被験者NYの進行方向から被験者IMが接近してきたことにより、未知の情報を得ようとする行動につながったこと
- 2) 被験者IMが被験者NYより目上であったため、信頼度や依存度が高くなったこと
- 3) 被験者IMが被験者NYより先に声を掛け、情報提供や質問を始めたことに対し、返礼、回答の義務感を感じたこと

などである。また、

- 4) 本実験が、協調行動を前提とした実験1の直後に行われたため、全般にメッセージを見る前の会

話が友好的で、相手に懐疑的にならずに情報提供が積極的に行なわれていた

という実験状況も影響していると思われる。

被験者IMと被験者NYの会話による情報交換により全員がメッセージボードの内容を同時に知り、この段階でスムーズに全体として協調行動に移行している。

今回の実験で協調行動が行われた原因をまとめると、以下の事が考えられる。

- 1) ゴールの条件付けが簡単で、6番を選択するメリットが全員に分かり易かった
- 2) 5番から出発した被験者NYがメッセージ1を発見した直後に1番から出発してメッセージ3の情報を持った被験者IMと遭遇した
- 3) 被験者IMが被験者NYより目上の存在であった
- 4) 被験者IMが被験者NYより先に声を掛け、情報提供を始めた
- 5) 被験者IMが最終ゴールの決定を他の被験者より先に行ない、声を出してそれを示した
- 6) 被験者TAはメッセージを直接には見なかったが、IMとNYの会話を聞いてメッセージの内容を知っていたため躊躇せず6番を選択し、IMを誘導した

1)と2)については、環境条件の影響であり、被験者の探索順序、歩行スピードなども関係している。また、3)～5)については、被験者IMの属性とその行動の影響である。今回の実験の中で被験者IMは、質問や情報の提供、ゴール選択の決断など、常に他の被験者より先に行動し、全体のリーダー的振舞いをしていった。リーダーの存在は集団全体が協調行動を行なう上で非常に重要であると考えられる。6)に関しては、音声による情報交換を用いたためVR内では近くにいない相手にも情報が伝達されてしまうことによる。これは今回の実験方法の問題点である。しかし、これにより条件設定が簡単であれば音声情報だけでも十分に情報が共有され、協調行動が生じることも確認された。一方、被験者IMが被験者NYに空間情報を詳しく伝えようとした場面では、情報量が多すぎることによりうまく伝達されなかった。

4. 結語

本実験によって、属性の異なる複数のゴールが存在する場合のゴールの選択行動を伴う探索歩行において、複数の被験者が情報交換しながら協調行動に至る状況が観察できた。その結果、協調行動が行われ

易くするためには、ゴール選択の判断が容易であることが必要であり、そのためには、

- 1) 環境条件が簡単であること
 - 2) 環境情報を他者に伝え易い手段があること
 - 3) リーダーが存在すること
- 等が有効であることが明らかになった。

本論は協調行動が発生するか否かが論点であったが、今回の実験と同じ設定でも、被験者の組合わせ、歩行速度の違い、情報伝達手段の違い等によって結果が異なると考えられる。したがって、情報交換と協調行動の関係について、今後多くの実験を行なうことによって、さらに研究を進める必要がある。

実験を行なう上での今後の課題として、

- 1) 仮想現実空間内で近い人とのみ話ができるシステムに変更すること
 - 2) 身振りなど音声以外の情報伝達手段を導入すること
 - 3) 年齢や性別などの属性を考慮して被験者の人選をすること
- あるいは、
- 4) アバタに駅員、店員などの役割を持たせ、被験者属性と切り離せるシステムを導入すること
- などがある。

参考文献

- 1) 広瀬幸雄: シミュレーション世界の社会心理学
ゲームで解く 葛藤と共存/ナカニシヤ出版, 1997
- 2) 新井潔 ほか: ゲーミングシミュレーション(シリーズ・社会科学のフロンティア; 8)/日科技連出版社, 1998
- 3) 小幡範雄: 環境コンフリクト実験ゲーム 対立から共生への環境創造/技報堂出版, 1992
- 4) 伊藤明宏, 岡崎甚幸: 共同建替における合意形成プロセスの考察, 日本シミュレーション&ゲーミング学会第10回全国大会, 170-173, 1998
- 5) Jed Hartman, Josie Wernecke: VRML2.0 ハンドブック Web上の世界に動きを/アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン, 1997
- 6) ロジャー・リー; 松田晃一 ほか: Java+VRML JavaとVRML2.0で作るインタラクティブ3Dワールド/プレントイスホール出版, 1997
- 7) 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, 249-

252, 1999

- 8) 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, 813-814, 1999
- 9) 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, 815-816, 1999