

空間探索実験システム“PsyMaze”を用いた空間表象の形成に関する研究 A study of the formation of spatial representation by using the “PsyMaze” system

文野 洋*・小野 滋**・市原 茂***・本間道子****

Yoh FUMINO, Shigeru ONO, Shigeru ICHIHARA, Michiko HONMA

In this article, we conducted an experimental study of the formation of spatial representation by using the “PsyMaze” system. The experiment examined the characteristics of two kinds of spatial representation formed through a simulated way-finding.

8 subjects given the instructions(which leads to form Route or Survey representation) viewed the simulated way-finding movie showed by the “PsyMaze” system. The performance in the two different tasks (given after the movie) suggested some features of Route or Survey representation. The need to modify the tasks and for the study utilizing the “PsyMaze” system for investigating way-finding are discussed.

Keywords: the “PsyMaze” system, spatial representation, way-finding

1. はじめに

本稿では，実験的な3次元大規模空間を構築し，そこでの探索行動を研究するために開発された空間探索実験システム「PsyMaze」を利用した，空間表象の形成に関する基礎的研究を報告する。

地下空間の迷路性を解消する方策に有効な知見を提供することを目的として，筆者らは地下街・地下通路における目標探索行動について研究を行ってきた^{1) 2) 3) 4)}。これらの研究においては，フィールド（現場）における実験・調査法が採用されてきた。厳密な条件設定を行わず，フィールドにおける実際の目標探索行動を記述することは，知見の蓄積されていない段階においては，その特徴を具体的に把握できるという点で有効である。その反面，独立変数の統制が困難であることから，フィールド実験・調査によって得られた結果は，空間属性と関係づけて考察することが難しい。

この難点を補うのが，コンピュータによるシミュレーション実験である。研究者が問題とする空間属性を操作し，その他の属性を統制することにより，得られた結果を特定の空間属性と関係づけることが容易となる。そこで筆者らは，大規模空間の構築・提示・探索行動のデータ収集機能を備えた空間探索実験システム「PsyMaze」を開発し，目標探索に関わる空間表象の形成に関する基礎的研究を行った。

以下に，まず「PsyMaze」の概要を簡潔に述べ，次に「PsyMaze」を実際に用いて行った，異なる空間表象の形成とその特徴に関する実験研究の結果を報告する。

* 学生会員 修（心理） 東京都立大学人文科学研究科

** 非会員 修（心理） 東京都立大学人文科学研究科

*** 正会員 文博 東京都立大学人文学部教授

**** 非会員 博（心理） 日本女子大学人間社会学部教授

2. PsyMazeの概要

PsyMazeは、PC上で動作するシステムで、3次元大規模空間の構築、構築した空間の提示、探索行動データの収集という機能を持つ、3つの主要なプログラムで構成されている。空間構築のプログラムは、通路が直角に交差する迷路空間を構築するが、これに対し、さまざまな空間属性を設定することが可能である(図-1)。例えば、迷路のサイズに関わる属性として、ブロック数、道路幅、天井高等が指定可能である。また、迷路の難易度を操作する属性として、スタートからゴールまでの最短距離、スタート方向へ逆行する通路の数、十字路やT字路の数、サインの位置・数・サイズ等が指定可能である。これらの空間属性は、実験の目的に応じて実験者が設定することになる。

空間提示のプログラムは、構築された空間のデータファイルを読み込み、ディスプレイ上に提示する。ここでは、あらかじめ定められた探索経路を自動的にたどる、自動歩行の機能も利用できる。自動歩行機能では、歩行のスピード、結節点での経路探索(首振り)の有無・方向などが設定できる。自由な探索行動を行う場合には、3Dマウスやジョイスティックなどのデバイスも利用可能である。

探索行動のデータ収集プログラムは、順序判断課題の提示、および判断データの格納を行う。探索行動時の軌跡などのオンライン指標をデータとして格納することも可能である。

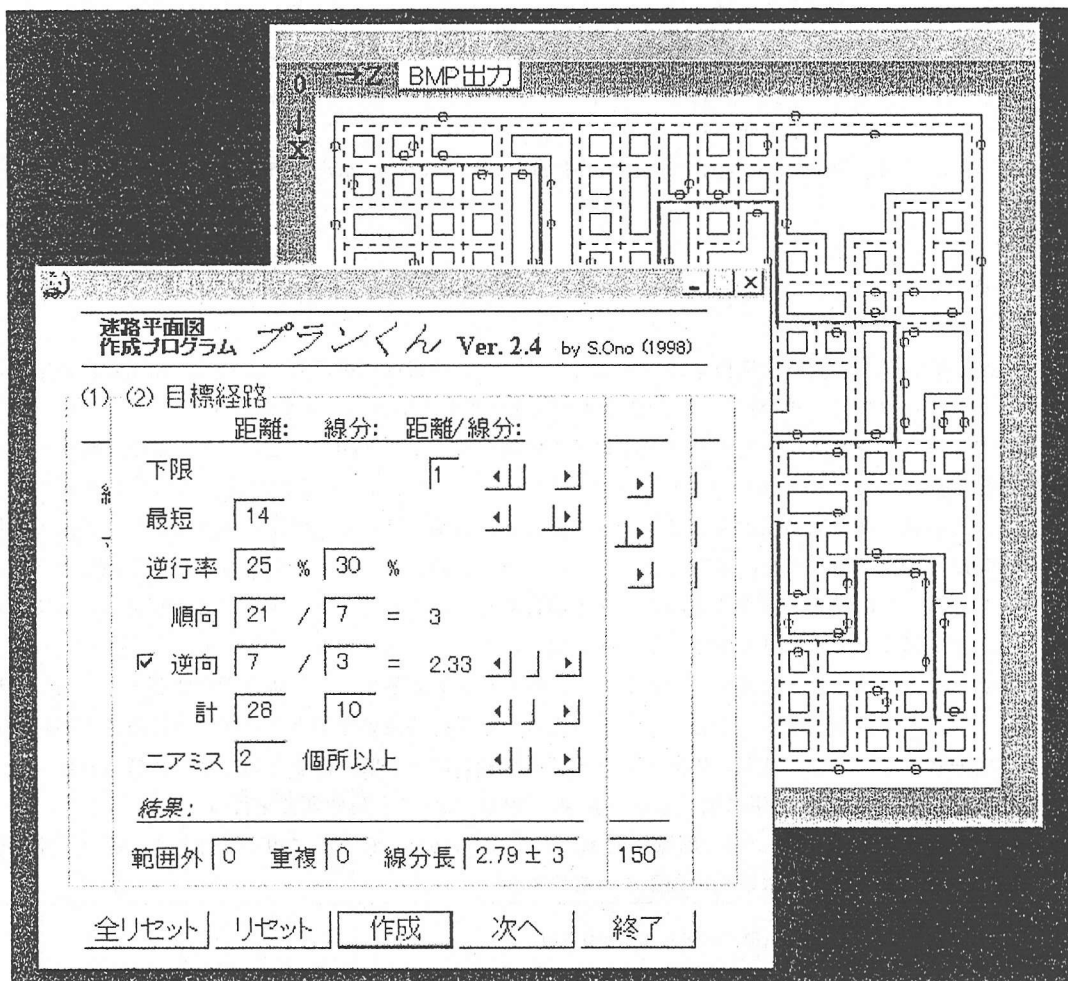


図-1 空間属性の設定画面(手前)と構築空間の平面図(奥:実線は自動歩行経路,○印はサインの位置)

3. 異なる空間表象の特徴に関する実験

地下街・地下通路における目標探索行動には、空間表象（認知地図）が関与しており、認知地図がうまく機能することで、目標探索行動が促進される。したがって、この空間表象に関する知見も、円滑な目標探索行動を支援する上で重要である。

ところで、空間表象については多くの研究者がさまざまな特性をあげているが、主要な特性として、ルートの表象とサーベ이의表象があげられる。ルートの表象は、空間内の対象間を結ぶ手続き的・系列的（道順的）な表象であり、サーベ이의表象は、空間内の対象を相互に関連づける形態的・全体的（地図的）な表象である。従来、これらの表象は個人内の発達の変化として捉えられ、発達の過程でルートの表象がより高次のサーベ이의表象に包括される、と考えられてきた。しかしわれわれの日常生活においては、例えば人から道を教えてもらう（「その階段を降りて、改札の手前を左折して…」）際には、ルートの表象を用いていると考えられる探索行動も存在する。したがって、ルートの表象とサーベ이의表象は連続した1つの次元上にあり、探索課題によってそのウェイト（ルートのかサーベ이의か）が変更される、とも考えられる。しかし、これら2つの表象の連続性を支持する知見は少ない。

そこで本実験では、ルートの表象とサーベ이의表象との連続性に関する基礎的な研究として、2つの表象の特徴を捉えることを目的とした模擬的な空間内歩行実験を行う。具体的には、PsyMazeを用いて2種の3次元空間を構築し、構築した空間を提示する際に、教示によってルートの表象とサーベ이의表象を形成させ、その後2つの課題（歩行時画面の順序判断、提示した空間全体の描画課題）を実施し、これらの結果の比較から、2つの空間表象の特徴を検討する。

3・1 実験刺激

PsyMazeを用いて、実験刺激として提示する空間を構築した。この実験では、教示によって形成される空間表象の特徴を検討することが目的であるため、空間属性は一定に保つ必要がある。同一の空間属性（曲がり角の数等）でも異なる空間が想定できることから、本実験では、同一属性を持つ2つの異なる空間を構築した（図-2、図-3）。

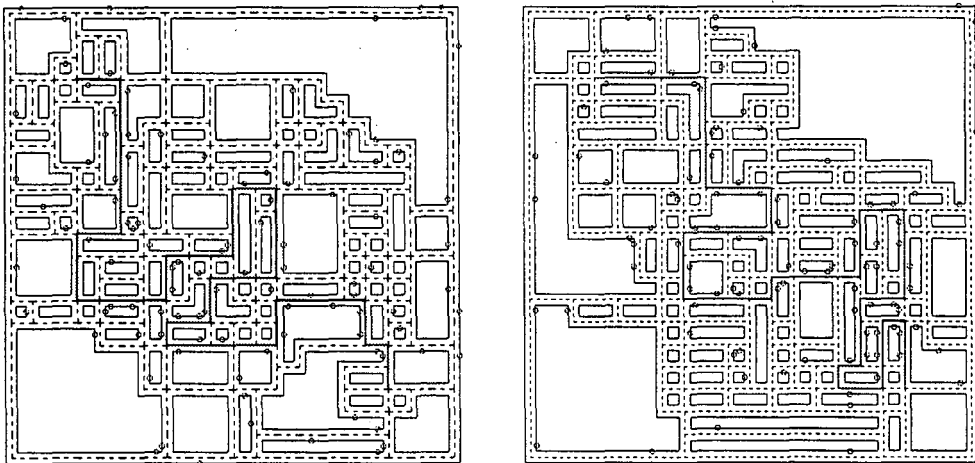
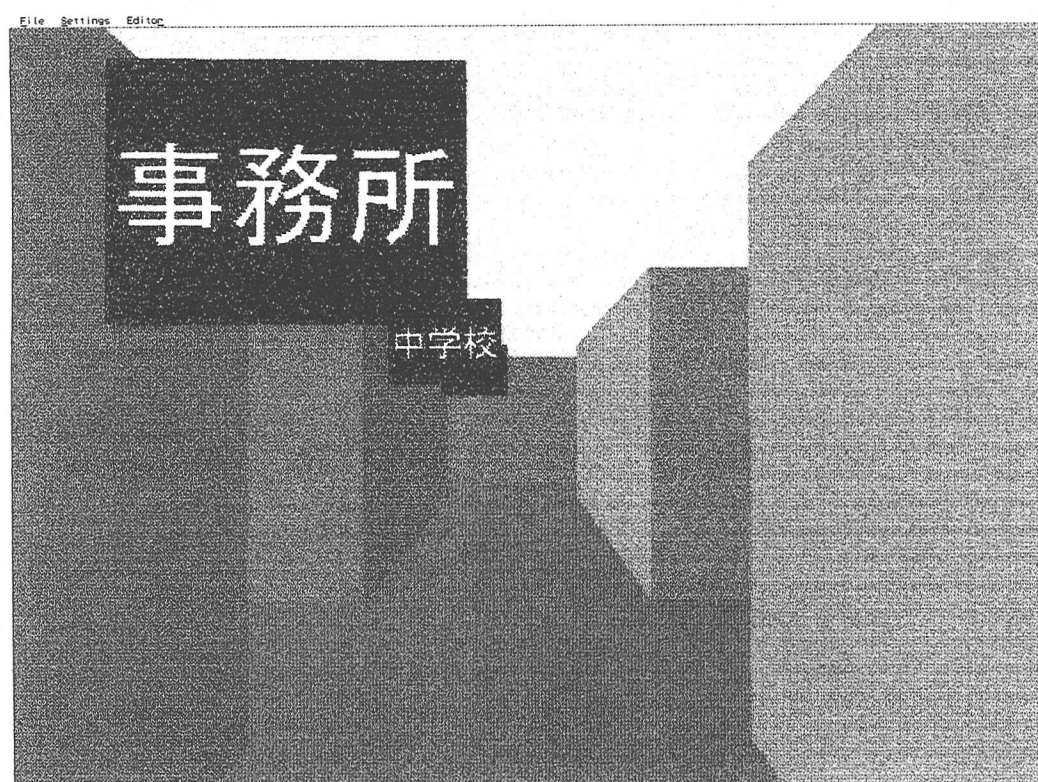
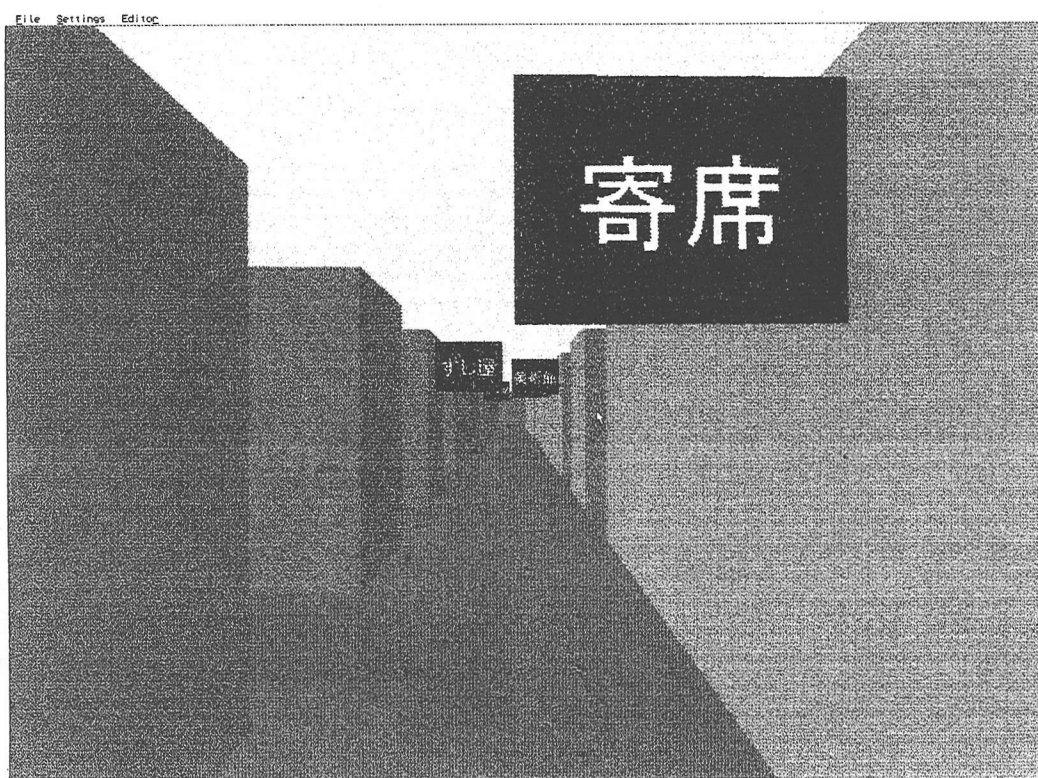


図-2 実験刺激の平面図（左：刺激1、右：刺激2）



図一3 PsyMazeにより構築された3次元空間（上：刺激1，下：刺激2）

3・2 実験計画および手続き

実験計画は、教示（ルート、サーベイ）×課題（ルート、サーベイ）×空間刺激（刺激1，刺激2）の3要因計画（被験者間要因）である。以上の各実験条件につき，1名の被験者を割り当てた。実験手続は，以下の通りである。

- (a) 被験者をディスプレイの前に着席させ，はじめに教示用の刺激（3次元空間内を自動歩行するデモ映像）を提示する。デモの提示中，各サイン（看板）は1ヶ所に1つであること，交差点では曲がる前に必ず反対方向を一度振り向く設定であることを伝える。
- (b) 教示の操作（教示群ごとに異なる教示を与える）を行う。
 - ルート教示群：「次に見せる街で，歩いた道順を説明してもらいます。」
 - サーベイ教示群：「次に見せる街の，全体の見取り図を描いてもらいます。」
- (c) テスト刺激（刺激1 or 刺激2内を自動歩行するデモ映像）を提示する。提示は4回連続して行い，3分間の休憩の後，さらに連続4回の提示を行う。
- (d) 妨害課題（5分間の休憩時間中，最近見た映画を逆に再生させる）を実施する。
- (e) 課題群ごとに異なる課題を実施する。

順序判断課題：20の曲がり角のうち，2つの曲がり角の画像をディスプレイ上に対提示し，自動歩行コース中，先に提示された画像を判断する。合計70対について判断を求める。

描画課題：スタートからゴールを含む街全体についての地図の描画（A3版用紙表面に描く，3分ごとにペンの色を替える，描法の指示はなし。）

4. 結果と考察

4・1 順序判断課題の結果

順序判断の正答率は，サーベイ教示を受けた群がルート教示を受けた群に比べ，10%程高い値を示した。課題の特性から，ルート教示によりルートの表象を形成した被験者は，順路についての手続き的な表象をもつために高い正答率を示し，サーベイ教示によりサーベイ的表象を形成した被験者はそれよりも低い正答率を示すことが期待される。しかし表-1では，反対の結果が示されている。この点について考察するために，さらに，対提示した曲がり角の順番（1～20）の差をとり，これを道のり的な距離と考えて，距離の変化による正答率の変化を図-4に示した。

表-1 順序判断の正答率

正答率	平均
Route教示	0.70
Survey教示	0.81

この図においても，サーベイ教示群の成績が安定していることがわかる。ただし，非常に距離が近い場合には，この差は若干逆転する傾向にある。

ルート教示群の正答率が安定せず，サーベイ教示群よりも低い成績を示

している点については，提示順序の非近接性の影響が単純な正答率の増加として現れなかったという意味で，

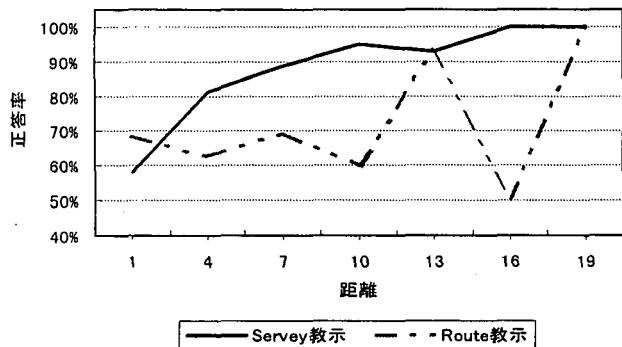


図-4 道のり距離ごとの正答率の変化

ルート指示によるルートの表象の形成が何らかの影響を与えていると考えられる。その一因として、ルートの表象を構築する際に、特定の曲がり角に対してより注意が向けられたことが想定されるが、この点については今後より詳細な分析・追加実験によってその原因を検討する必要がある。

4・2 描画課題の結果

描画地図における記載事項を空間表象の表現とみなし、その質的な差異について検討した。特徴的な差異は、ルート指示を与えられた被験者が2名とも、従来の研究においてサーベイ的表象を形成した被験者が描くとされるような、全体的な（ブロック単位の）地図を描いた。これは、ルート指示によりルートの表象を形成した被験者が、「街全体の見取り図」を求められたために故意に「地図らしい地図」を描いた、ということが考えられる。一方、サーベイ指示を与えられた被験者には、全体的な地図の描画は見られず、他に特徴的な共通性は認められなかった。これらの結果は、2名ずつのデータによるものではあるが、従来の研究のように描画地図を表象の指標とすることに対し問題を提起する。すなわち、指示と課題との関係によって、表象の表現が影響を受ける可能性が示唆されるということである。

また、描画の順序をみると、どちらの被験者も全体的にルートの順番に沿って描画を行っていた。ただし、サーベイ指示の被験者は、全体的な（ゴール付近までの）地図を描いた後に他の部位をまた描く、というという傾向が見られた。この結果は、ルート指示の被験者がルートの（道順的）表象を形成したために、ルートに拘束された描画順序を取ったのに対し、サーベイ指示を受けた被験者がサーベイ的（全体的）表象を形成したために、ルートに拘束されない描画順序をとったことを示唆している。

5. まとめと展望

本稿では、実験的な3次元大規模空間を構築し、そこでの探索行動を研究するために開発された空間探索実験システムPsyMazeを利用した空間表象の形成に関する基礎的研究を報告した。

実験では、ルートの表象、サーベイ的表象の特徴を、2つの課題から検討した。この結果、順序課題においてはルートの表象の特徴が示されることが示唆された。さらに、結果の再分析によってその特徴を同定し、これをよりの確に捉えるために課題を再検討する必要性が指摘された。描画課題においては、従来の研究で指摘されたように、全体的地図の描画がサーベイ的表象の表現であるとは限らないことが示された。描画課題においては、むしろ描画順序がサーベイ的表象の特徴を捉える際に有効な指標となることが示唆された。

本稿の実験では、地下空間の属性に関心が向けられなかったために、PsyMazeの利点である、実験結果を空間属性との関連で検討することは行われなかった。今後は、地上空間の学習が後の地下空間の学習に与える影響など、PsyMazeの利点を十分に生かしたテーマで実験を行うことにより、地下空間における探索行動についての有用な知見が得られると考えられる。

6. 引用文献

- 1) 加藤義明・文野 洋・栗山 清・西 淳二： 地下街における目標探索行動に関する研究，土木計画学研究・講演集，vol.17，pp.297-300，1995.
- 2) 文野 洋 西 淳二 榎本博明 田中 正： 地下街・地下通路における目標探索行動と認知地図との関連についての基礎的研究，土木学会第51回年次学術講演会概要集共通セッション，pp. 74-75，1996.
- 3) 西 淳二・加藤義明・文野 洋： 地下街における探索行動と再認記憶，土木計画学研究・論文集，vol.14，pp.51-58，1997.
- 4) 文野 洋・市原 茂・西 淳二： 地下街における目標探索行動と認知地図の研究，地下空間シンポジウム論文・報告集，第3巻，pp.175-178，1998.