空間探索のストラテジーの分析

九州大学 中 村 奈 良 江¹

An analysis of the strategies in a spatial exploration task

Narae Nakamura (*Department of Educational Psychology, Faculty of Education,
Kyushu University, Higashi-ku, Fukuoka 812*)

In an attempt to examine spatial cognitive processes, 20 adult subjects were asked to explore freely an unfamiliar place and then to report verbally what they had seen in the course of their explorations. There were four experimental sessions in an exploration, during which six map-drawing tasks were given to the subjects. Results showed that the subjects could be classified into two strategy types, the Boundary-dependent type and the Center-dependent type as to their explorative patterns. Typically, the Boundary-dependent subjects went around along the place-boundary at the first sessions, and then explored the inner space, whereas the subjects of the Center-dependent type explored a part of the unfamiliar place at first, went back to the starting points, and then went on to explore another part. The Boundary-dependent subjects appeared to use the available direction cues more than the Center-dependent subjects. The Boundary-dependent subjects may have taken in new informations in relation to reference frame.

Key words: cognitive map, spatial cognition, spatial information.

いちべつしただけでは全体をとらえられない広い空間の全体像を認識できるようになるために、人はどのような空間探索の方略を用いているのであろうか。

この方略を明らかにするための方法としては、2つの手法が試みられている。まず、第1の方法²は、空間探索によって認知した空間の全体像を当人の手で描画させたり (Devlin, 1976; 石井・山本, 1977; 船津・山内, 1983; Shemyakin, 1962; 谷, 1980), 再構成させたり (Hazen, Lockman, & Pick, 1978), その中のある場所を再認させたり (Cousins, Siegel, & Maxwell, 1983; Herman, 1980), 近道を発見させる (Cousins et al., 1983; 谷, 1979) ものである。第2の方法は、一定の空間内で観察される人々の実際の空間の探索行動を直接分析するものである (山本・石井, 1977)。従来、第1の方法の研究は多く行われており、その中の1つ、船津・山内 (1983) は、スケッチ・マップの描画方略に、地図の周辺 (外枠) から描く方略と中心から描く方略を見出し

た。しかし、第2の方法のような探索行動を直接観察した研究は少なく、また、どのような方略によって探索が行われるかについての詳細な研究は行われていない。そこで、本研究は、探索行動そのものを観察することによって空間の全体像の認識過程を検討することを主な目的とする。その際、人はその人なりの方略によって全体像を認識していくのであろうか、その方略は船津・山内の結果から示された描画課題での方略に対応しているのであろうか。もし、空間探索にもこのような方略が認められるとするならば、空間の知識の正確さや情報収集行動にもその方略の違いが生じると考えられる。そこで本研究では、スケッチ・マップ及び行動中のプロトコルを用いて空間の知識の正確さや情報収集行動の検討を試みることとする。

方 法

被験者 成人 20 名 (男性 8 名, 女性 12 名)。

実験空間 はぼ 1 時間で探索可能な地域であり、実験空間の端の 2 側面が川に囲まれている (Fig. 1 (a) 参照)。この地域には、特に小高くなった場所はなく全体を見渡すことはできない。

手続き 被験者は、実験空間の中心近くの地点 (神社) まで連れていかれ、そこで次の教示をうける。“この地域は約 1 時間で探索できます。ここは、この地域の中心近くに位置しています。今からこの地域を探索し、15 分毎に歩いた地域の地図を画いてもらいます。全部で 6 枚の地図を描かなければなりません。最後の地図は、この

¹ 本論文を作成するにあたり御指導いただいた九州大学教育学部山内光哉教授に感謝いたします。

² そのとき収集した情報をどのような形態で表象するかについては、2つの立場が考えられる。1つはイメージ派の立場 (Paivio, 1971) であり、他は命題派の立場 (Pylyshyn, 1973) である。しかし、どちらか一方の表象形態のみがあるというのではなく、環境要素のような抽象的ラベリングは命題的であるが、環境内での対象間の相対的位置のような情報はアナロジー的に処理され、両方の立場の表象形態が含まれると考えられる (Evans, 1980)。

地域全部をまとめた地区です。探索中は見たもの、気づいた点（例えば、あの道はここに繋がっているのか、など）について声に出してテープに録音して下さい。行く必要のない場所については、そのつど一緒に行く実験者が指示します。”教示の後、被験者は自由に探索することができる。

地図作成課題は、15分毎の各4セッションの後にその回の出発点から後にわかったことをすべて書く4課題と、第2セッションの終りには、前述の地図以外に第1、第2セッションでわかったことを描く地図課題（中間地図：M）、及び、第4セッションの終りに、第1—第4セッションを通してわかったことをすべて描く地図課題（最終地図：F）の計6課題である。ただし、地図②、③、④ではその回の探索中に、以前の地図が修正されることもあると思われるので、前回分も書き加えてもよいこととした。また、最終地図の作成中、被験者が描きながら作成順序をテープに録音した。

実験は個別に行われ、実験者は被験者の探索順序を記録用紙に記入する。最後に、被験者に次の事柄の内省報告を求めた。①“どのようにこの地域を探索しようと思いましたか。”②“また、一般にあなたは未知の土地を探索するときにはどんな知識を手がかりにしていっただよいと思いますか。”

結 果

1. 探索方略 被験者がどのような探索方略を用いたかを、探索順序記録と被験者の内省報告①から分析した結果、次の2つのタイプが見出された（Fig. 1 参照）。

Fig. 1. The map of the actual environment used in the experiment (a). Typical maps drawn by a subject of the Boundary-dependent type (b), and by a subject of the Center-dependent type (c).

周辺枠依存型（Fig. 1 (b)）：外枠となる空間の端の道をまず探索し、全体構図を予想した後に、内側へと探索を進めていくタイプであり、外枠に準拠枠を設定したと考えられる。中心依存型（Fig. 1 (c)）：出発点を常に準拠点として、新しい空間を探索すると出発点に戻るというように、ループを描きながら探索をすすめるタイプ。

各タイプの人数は、周辺枠依存型8名、中心依存型8名で残りの4名はその中間型であると判断された。周辺枠依存型は、内省報告①に於いて、周辺を先にまわるという意向を初めから持っていたことを述べたが、中心依存型では、初めはとくに計画を持たなかったと述べており、出発点に戻る行動は意識化されなかったと推察される。各方略型の探索距離には差異はみられなかった。

2. 地図の正確さ 各方略型が作成した地図の正確さを検討するために、空間情報の中から距離、道の結合、方向、目印の4項目について評定を行った。各評定の仕方は次の通りである。

距離の評定：被験者の画いた地図上の道を交差点から交差点まで測り（ X_i ）、実際の地図上の値（ R_i ：Fig. 1 (a) 参照）との縮小率を同じにするために X_i に重みづけ（ $T = \sum R_i / \sum X_i$ ）を与え、両者の誤差の割合をもとめた（距離誤差評定値 $= 100 / n [(X_i T / R_i) - 1]$ 、 n ：測定した道（交差点から交差点まで）の数、ただし、0—10% を評定値0とし、11—20% は1、以下10% ごとに評定値が1段階ずつ進む）。

道の結合の評定：誤差評定値（地図①②M③④） $= 100 (1 - \text{正しく描かれている通路数} / \text{描かれた通路数})$ 。ただし、地図Fについては、1時間内に把握した道のつながりの量を評定するために次式に従った。（地図F） $= 100 (\text{正しく描かれている通路数} / \text{実際値})$ 。

方向の評定：方向の正誤は、川添いの道A（Fig. 1 (a)）を基準とし、各交差点から基準道に垂線をおろし、その垂線と道の角度が $\pm 20^\circ$ 以上の場合をエラーとして、次の評定値を求めた。誤差評定値 $= 100 (\text{誤りの通路数} / \text{描かれた通路数})$ 。

目印の評定：被験者の描いた地図中の目印の個数をそのまま評定値とした。ただし、出発点の神社、橋、川は個数に含まれていない。

以上の4種の評定値について各方略型の平均結果をもとめた。分散分析の結果、距離の評定値には有意差はみられなかった（Fig. 2 参照）。道の結合の評定値はセッションの主効果に有意差が認められた（ $F_{(5,70)} = 4.88$, $p < .01$, Fig. 3 参照）。方向の評定値はセッションの主効果と、セッションと群の交互作用は傾向に留まった（ $F_{(5,70)} = 2.55$, $p < .10$; $F_{(5,70)} = 2.11$, $p < .10$, Fig. 4 参照）。目印の評定値はセッションの主効果に有意差が見出された（ $F_{(5,70)} = 11.05$, $p < .01$, Fig. 5 参照）。

次に、地図 F について各評定値間の相関をスピアマンの順位相関によって各方略毎に求めたところ、方略のタイプにより方向と道の結合の相関に差異が見出された(周辺枠依存型 .73; 中心依存型 -.22; $z = .476$, $p < .05$). これに対し、両方略型に共通する特徴としての、道の結合と目印の正の相関をさらに詳しく検討するために、目印の内容分析を行ったが、有意差は見出せなかった。しかし、内省報告②では、未知の土地の探索に必要なこととして周辺枠依存型は高い建物・交差点の目印・方向の見当をあげている(8人中8人)のに対し、中心依存型は交差点の目印のみをあげていた(8人中6人)。

さらに、両方略型の地図の作成順序(地図 F)を分析したところ、周辺枠依存型は外枠から構造的(サーヴェイ・マップ)に描き(8人中7人)、中心依存型は中心からルートにそって(ルート・マップ)描く(8人中6人)ことが明らかとなった($\chi^2_{(1)} = 9.07$, $p < .05$).

3. プロトコル分析 被験者の探索計画や情報収集行動を検討するために探索時のプロトコルを分析した。プロトコルの内容は、行動を直接制御している計画、推測、確認および行動中に集取した情報である目印に分類された。以上の他に目印のリハーサルや自分の学習状況に対する評価が認められたがここでは除いた。

2(方略)×4(項目)×4(セッション)の方略を被験者間

要因とした分散分析の結果、方略型と項目の主効果が見出された($F_{(14,1)} = 10.7$, $p < .05$; $F_{(42,3)} = 20.9$, $p < .01$). しかし、各方略型それぞれのプロトコルにみられる計画、推測、確認目印の頻度がセッションによって異なるのではないかと期待されたが、方略×項目×セッションの交互作用は有意ではなかった。

考 察

本研究では、一定の地域についての探索方略を分析すると共に、その探索過程で獲得した空間情報を地図に描かせ、その地図の正確さを分析した。その結果、地図作成過程にみられる方略と同様の方略(周辺枠依存型、中心依存型)が空間探索においても利用されていることがわかった。方略型ごとの探索行動の特徴は収集される情報にあらわれると仮定したが、道の結合、方向、距離、目印という情報の平均量や正確さ(誤差評定値)に差異は認められなかった。しかし、両方略型をこみにすると、情報の収集の仕方はセッション間に違いが見られ、Canter(宮田・内田訳, 1982)によって示された結果と同様に目印の数は最終的に増加することが確認された。それに対し、道の結合の正確さは増加せず、むしろ誤りの割合が増すことが明らかとなった。この誤りは空間探索過程で収集した情報をひとつの全体像として体制化していく際に生じたものと考えることができる。

次に、道と道のつながり方を把握するためにどのような情報が有効であったかについて考えてみると、周辺枠依存型においては、道の結合の評定値と方向の評定値および目印の評定値との相関が高かったことから、方向や

Fig. 2. Error ratings for the distance which were based on the discrepancies between the route distance on the drawn map and that on the real map, for the Boundary-dependent type and the Center-dependent type. M refers to the middle map task which is drawn ① and ② together, F to the final one drawn ①—④ together.

Fig. 3. Percent of the errors in the way the paths were connected, for the Boundary-dependent type and the Center-dependent type.

Fig. 4. Percent of the number of the paths in which directions deviated from real ones.

Fig. 5. Number of landmarks drawn on the maps by the subjects of the Boundary-dependent type and by those of the Center-dependent type.

目印の情報が有効であったといえよう。中でも、方向の情報は2点間の途中の詳細な情報を必要としない命題的情報であるので、周辺枠依存型が新しい情報を周辺枠との関係でとらえていたことがわかる。これに対し、中心依存型は目印以外に特に有効な情報は認められず、個々の目印を主な手がかりとして全体像を構成していったと考えられる。そのため、全体の枠組は最後に把握される bottom-up 的情報収集が行われたものと推察されよう。

さらに、このことから空間探索時のプラン設定およびその修正過程に注目してみると、この過程はプロトコルによりよくあらわれると期待したが、各方略型における項目の出現頻度はセッションによって異ならなかった。その原因として、本研究のプロトコルがある程度自由発話であったため、プロトコル量が中心依存型の方が周辺枠依存型よりも有意に多く、両群間の比較がむづかしかったことと、初めの方のセッションで発話が多く、終りの方では減っていくといった反応傾向が生じ、プロトコル量が正確に内実を反映していたか否か確かでないことが考えられる。今後、計画、推測、確認などの内的過程について、強制的発話などを用いて量的変化だけでなくそれらの内容の変化を調べることにより、プラン設定、修正過程をさらに研究する必要がある。

また、周辺枠依存型、中心依存型の方略の差異は個人差であるのか、あるいは課題要求からの目標設定の差異(例えば、おおまかな探索路がわかればよいのか、正確な地図が要求されているのか)によるものか吟味することも必要であろう。このことは、船津(1983)において、全体構造をもとめたスケッチ・マップからひきだされた方向、距離の成績の方が、方向、距離を個々に求めた方向、距離判断における成績よりもよいという、目標設定の差異による成績の差が見出されていることから示されよう。

このことを方略一般に広げて考えるなら、目標設定の仕方によって周辺枠依存型の人も中心依存型を示すかもしれないし、逆に、中心依存型の人も周辺枠依存型を示すこともあると考えられる。そこで、今後スケッチ・マップから方向、距離あるいは全体的特徴を判定する場合には、被験者がどんな目標設定のもとに探索行動を行っていたか、との関係の中で分析していかねばならないと考えられる。

引用文献

- カンター D. 宮田紀元・内田 茂(訳) 1982 場所の心理学 彰国社
(Canter, D. 1977 *The psychology of place*. London: Architectural Press Ltd.)
- Cousins, J. H., Siegel, A. W., & Maxwell, S. E. 1983 Way finding and cognitive mapping in large-scale environments: A test of developmental model. *Journal of Child Psychology*, 35, 1-20.
- Devlin, A. S. 1976 The "small town" cognitive map: Adjusting to a new environment. In G. T. Moore & R. G. Golledge (Eds.), *Environmental knowing*. Stroudsburg, Pa.: Dowden, Hutchinson and Ross. Pp. 58-66.
- Evans, G. W. 1980 Environmental cognition. *Psychological Bulletin*, 88, 259-287.
- 船津奈良江 1983 実空間における空間認知——課題及び経験日数の効果—— 日本心理学会第47回大会発表論文集, 249.
- 船津奈良江・山内光哉 1983 地図作成過程におけるストラテジーの分析 九州大学教育学部紀要, 27, 137-145.
- Hazen, N. L., Lockman, J. J., & Pick, H. L., Jr. 1978 The development of children's representation of large-scale environment. *Child Development*, 49, 623-636.
- Herman, J. F. 1980 Children's cognitive maps of large-scale space: Effects of exploration, and repeated experience. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 126-143.
- 石井眞治・山本多喜司 1977 環境認知の微視発生的発達に関する研究(2) 広島大学教育学部紀要 第1部, 26, 347-353.
- Paivio, A. 1971 *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Pylyshyn, Z. W. 1973 What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.
- Shemyakin, F. N. 1962 Orientation in space. In B. G. Ananyev et al. (Eds.), *Psychological Science in the USSR*. Vol. 1, part 1. Washington, D. C.: U. S. Office of Technical Reports. Pp. 186-255.
- 谷 直樹 1979 イメージマップの発達の研究Ⅲ——迷路学習後の児童の近道発見能力—— 日本教育心理学会第21回総会発表論文集, 410-411.
- 谷 直樹 1980 ルートマップ型からサーヴェイマップ型へのイメージマップの変容について 教育心理学研究, 28, 192-201.
- 山本多喜司・石井眞治 1977 環境認知の微視発生的発達に関する研究(1) 広島大学教育学部紀要 第1部, 26, 339-345.

——1983. 7. 18. 受稿, 1984. 7. 14. 受理——