



Title	イメージの利用が空間表象の精緻化に及ぼす影響：移動課題を用いた実験的検討
Author(s)	中村, 真理香
Citation	若手イメージ研究者のためのブラッシュアップセミナー（Brush up seminar for young researchers on mental imagery）. 2013年3月16日（土）～17日（日）. 北海道大学学術交流会館, 札幌市., 62-67
Issue Date	2013-03-14
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/52532
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	proceedings
File Information	nakamura.pdf



[Instructions for use](#)

イメージの利用が空間表象の精緻化に及ぼす影響

移動課題を用いた実験的検討

○中村 真理香

(北海道大学大学院文学研究科)

キーワード：空間表象の精緻化過程，イメージの機能，移動経験

目 的

新しい場所へ引っ越した当初は周囲の環境がわからないため、地図を見て移動したり、誰かに連れられて移動したりする。あるいは地図を参照したり人に聞くことができない場合、移動の途中で立ち止まって、どちらの方向へ進めばいいのかをイメージしたり、どの道をたどってどこで曲がったというようなことを、いちいち考えながら移動することもあるだろう。しかし移動経験を積み重ねることで、地図を見たり、途中で立ち止まって逐一イメージをしなくてもスムーズに目的地まで移動でき、ときにはショートカットを使うこともある。これは移動経験を積み重ねることで、次第に頭の中にある環境についての知識（以下、空間表象）が精緻になり、方向や距離といったメトリックな特性や経路のつながりが理解されるからであるといわれている(e.g., Siegel & White, 1975; Cousins, Siegel & Maxwell, 1983; Montello, 1998)。空間表象の獲得過程における先行研究では、空間表象がどのような情報を元に形成されているのか、あるいはどのような形態で頭の中に形成されているのかといったことは調べられている(e.g., Siegel & White, 1975; Ishikawa & Montello, 2006)。しかし、移動を行いながら空間表象を精緻化するために、どのような処理が行われているのかは明らかにされていない。それでは、空間表象の精緻化にはどのような処理が関わっているのだろうか。

Lynch (1960)は道を見つける過程において重要な手がかりは環境のイメージであると述べている。また、イメージによって、より精緻な表象が獲得されるといわれている(Iachini, & Ruggiero, 2010; Kosslyn, Ganis, & Thompson, 2001)。このことから、

移動経験によって空間表象が精緻になるためにはイメージの利用が関わっているのではないかと考えられる。もし、イメージが移動場面における空間表象の精緻化に関与しているならば、空間表象が十分に精緻化されていないとき、すなわち移動経験が少ないときほど、イメージが利用されることが予測される。

そうした予測を検証するためには、課題遂行中にイメージを行っているかどうかを確かめる必要がある。どのような認知方略、イメージの使用を行っているのかは、基本的には主観的な質問紙や内省報告でしか測定できない。そのため、その信頼性や妥当性に関して疑問を呈されることもある(菱谷, 2012)。近年ではイメージを行っているときの神経活動を fMRI などの脳イメージング技法を用いることで調べられてはいるものの、この技法は寝台に拘束するというような使用条件の制限がある。したがって、移動場面におけるイメージの利用を検討するにはこういった技法を使用することができない。同様に、質問紙に関しても、質問紙に答えながら移動課題を行うことはできないため、使用することができない。そこで、本研究ではイメージを行っていることを確認する方法として、移動課題中のプロトコルデータを用いる。移動課題中に考えていることを声に出して話してもらうことで、単にイメージを行っているかを確認できるだけでなく、イメージを利用してしている状況や、主観的ではあるがイメージの内容についても検討することができる。これまでにも、参加者に内省を求め、その報告から予測される情報処理過程の一部を検証するような研究が行われており、主観的報告とはいえ、イメージの利用を

検討するうえで、プロトコルデータを用いることは妥当であると考えられる(e.g., 菱谷・山内, 1976; 北村・山内・高戸・安田, 2007)。そこで本研究では、課題中のプロトコルデータを用いて、空間表象が十分に精緻化されていないときほどイメージがよく利用されるのかについて検討を行う。

本研究では移動課題として、参加者に一度学習した環境にあるいくつかの目印までなるべく最短で移動することを求める。これまでの空間表象の獲得過程について調べた研究では、学習した経路をもう一度たどらせる課題や、学習した環境にある目印間の距離や方向を評定させる課題、あるいは学習した環境の地図を描かせる課題が用いられている(Cousins, Siegel & Maxwell, 1983; Ishikawa & Montello, 2006)。もし学習した経路をもう一度たどらせるだけの課題を用いれば、この課題は歩いた経路を記憶するだけで簡単に遂行できてしまうため、空間表象が精緻化されたために課題を遂行できたのか、記憶力が優れていたために遂行できたのかを区別することができない。したがって、空間表象の精緻化過程について検証するためには、空間表象が精緻に獲得されていなければ遂行できないような課題を用いる必要がある。目的地までなるべく最短で移動することを求める課題は、学習した経路を覚えているだけでは遂行できず、地点間の位置関係や経路のつながりについても理解していなければならない。地点間の位置関係や経路のつながりは空間表象が精緻化されていなければ理解できないため、この課題は空間表象の精緻化過程を検討するためには適切な課題であると考えられる。距離や方向を判断させる課題や地図を描かせる課題も地点間の位置関係について理解していなければ達成できない課題ではあるが、なるべく最短の経路を通して目的地までの移動を求める課題のほうが生態学的妥当性が高く、実践的な観点から空間表象の精緻化過程について検討することができるであろう。

方法

実験参加者 北海道大学の大学生 30 名（男性 12 名、女性 18 名）が実験に参加した。実験を行う前のスクリーニング調査によって、実験場所に足を踏み入れたことのない人を参加者として採用した。

材料と課題 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園の一部を実験場所として用いた。この領域の中から実験者が任意に 6 つの目印を選択した。特定の目印から他の目印を見ることはできなかった。学習経路は 6 つの目印を 1 回ずつ通る経路であった。学習経路の距離は約 420 メートルであった。

装置 参加者が移動課題中に発話した内容を記録するために、OLYMPUS 社製のボイスレコーダー（ボイストレック V-72）を用いた。

手続き 実験課題は個人ごとに行われた。すべての参加者が学習課題を行った後、移動課題を行った。参加者 1 人が実験をすべて遂行するのに、平均で約 90 分かかった。

学習課題では、参加者は実験者の後ろをついて歩くことで実験場所を学習した。参加者は歩きながら歩いた経路、目印の場所を覚えるように教示された。また、それぞれの目印の場所までたどり着くと、実験者は立ち止まり、参加者に目印の名称を覚えるように教示した。

移動課題では、参加者は、学習課題で通った経路は通らなくてもよいので、普段歩くペースでなるべく最短の経路を通して目的地までの移動を行うように教示された。また、参加者は移動を行いながらそのときに考えていることを常にマイクに向かって話す（ex：この経路はさっきも通った、あの目印があるということは〇〇に繋がっているはずだ）ように求められた。実験者は、参加者が目的地から遠ざかる方向へ歩いた回数を記録しながら参加者の後ろをついて歩いた。課題の制限時間は設けなかったが、参加者が学習領域を超えて 2 分以上歩いた場合には、学習領域を超える直前の地点まで戻し、その地点から再度課題をやり直

してもらった。

課題は全部で7 試行あり、すべての参加者で試行を行う順番は同一であった。

結 果

指標

指標は移動成績とイメージ使用率の2つを用いた。

移動成績は参加者が決定点で目的地から遠ざかる方向へ歩いた回数を、選択ミスした回数とした。移動課題は試行ごとに歩く距離や難易度が異なっていたため、以下のように調整を行った。最短経路で移動を行うようにルートすべて正しく選択した場合の1 試行あたりのルート選択数をあらかじめ計測し、参加者が正しい選択数より多くルートを選択した割合を求めた。すなわち、

$$\{(\text{選択ミスした回数} - \text{正しい選択回数}) / \text{正しい選択回数}\} + 1$$

という式を用いて、それぞれの試行ごとに数値を算出し、この値を移動成績とした。

イメージ使用率は、移動課題遂行中のすべてのプロトコルのうち、イメージを使うことで、どの経路や方向に進むのかを判断している内容の割合（以下、イメージ使用率）を個人ごとに算出した。イメージを利用することで経路や方向を判断している内容は、たとえば、「目印 E はたしかこの辺にあったはず」や「石柱のところを左に曲がる」というようなものであった。

イメージ使用率の高低で群分けしたときの各群のイメージ使用率

試行全体の平均イメージ使用率によって参加者をイメージ使用率が高い群 15 名とイメージ使用率が低い群 15 名の2群に分けた。各群のイメージ使用率を Table. 1 に示した。課題を行い、移動経験を重ねるにつれて、イメージ使用率がどのように変化しているのかを見るために、全体7 試行を、前半3 試行（以下、移動経験の少ない試行）と後半3 試行（以下、移動経験の多い試行）に分けた。

試行全体、移動経験が少ない試行、移動経験が多い試行それぞれについて、イメージ使用率が高い群のほうが低い群よりもイメージを使用しているのかを確かめるため、片側 t 検定を行った。なお、以降の分析ではすべて $p < .05$ を統計的に有意と見なした。その結果、試行全体、移動経験が少ないとき、多いときのいずれにおいてもイメージ使用率が高い群のほうが有意に低い群よりもイメージを使用していた ($t(28)=6.99, p<.01$; $t(28)=4.00, p<.01$; $t(28)=3.68, p<.01$)。

Table.1 群ごとのイメージ使用率

	試行全体	移動経験少ない	移動経験多い
イメージ使用率が高い群	0.62	0.56	0.64
イメージ使用率が低い群	0.33	0.31	0.39

移動成績の高低で群分けしたときの各群の移動成績

全試行の平均移動成績により、参加者を移動成績上位群 14 名と移動成績下位群 16 名の2群に分けた。各群の移動成績を Table. 2 に示した。移動成績上位群が試行全体、移動経験の少ない試行、多い試行のいずれにおいても、移動成績下位群よりも優れた成績であることを確かめるため、それぞれについて片側 t 検定を行った。その結果、移動経験の少ない試行、多い試行、試行全体のすべてにおいて移動成績上位群のほうが有意に下位群よりも成績が高かった ($t(16)=5.75, p<.01$; $t(16)=5.62, p<.01$; $t(18)=2.88, p<.01$)。

Table. 2 群ごとの移動成績

	試行全体	移動経験少ない	移動経験多い
移動成績上位群	0.40	0.10	0.15
移動成績下位群	2.10	0.92	0.41

移動成績で群分けしたときのイメージ使用率
空間表象の精緻化度合いによってイメージ使用率が異なるかどうかを調べるために、イメージ使用

率について 2 (群：移動成績上位群・移動成績下位群) × 2 (試行：移動経験少ない・移動経験多い) の 2 要因混合分散分析を行った (Fig. 1)。その結果、群の主効果のみ有意で、移動成績下位群のほうが移動上位群よりもイメージ使用率が高かった ($F(1,28)=9.41, p<.01$)。試行の主効果や、群と試行の交互作用はみられなかった。

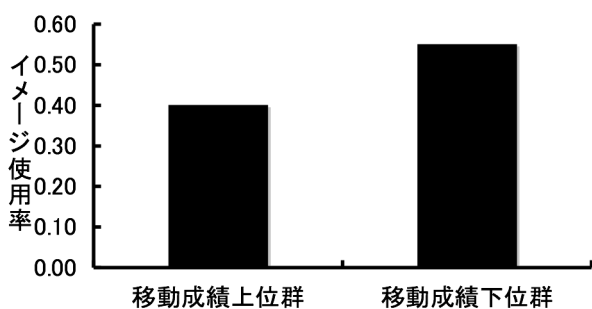


Fig. 1 移動課題で群分けしたときのイメージ使用率

イメージ使用率で群分けしたときの移動成績

イメージを利用することで空間表象の精緻化に影響を及ぼすのかどうかを検討するため、イメージ使用率の高低で参加者を群分けし、移動成績について 2 (群：イメージ使用率が高い群・イメージ使用率が低い群) × 2 (試行：移動経験が少ない・移動経験が多い) の 2 要因混合分散分析を行った (Fig. 2)。その結果、試行の主効果が見られ、移動経験が多いときのほうが少ないときよりも移動成績が優れていた ($F(1,28)=7.86, p<.05$)。また、群と試行の交互作用も見られた ($F(1,28)=9.41, p<.01$)。多重比較を行った結果、移動経験が少ないときにイメージ使用率が低い群のほうが高い群よりも移動課題の成績が優れていた ($F(1,56)=5.73, p<.05$)。また、イメージ使用率が高い群は移動経験が多いほうが少ないときよりも移動成績が優れていた ($F(1,28)=13.17, p<.01$)。

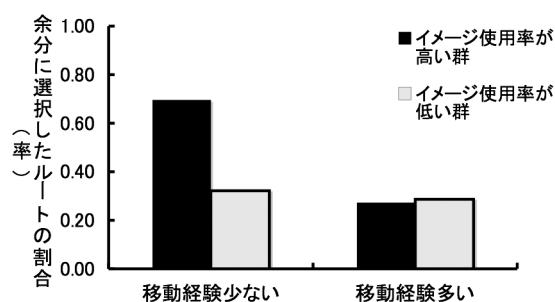


Fig. 2 イメージ使用率で群分けしたときの移動成績

考 察

本研究では、移動経験が少なく空間表象が十分精緻化されていないときほど、移動時にイメージが利用されるのかについて検討を行った。

移動成績下位群のほうが上位群よりも有意にイメージ使用率が高かったことから、最短での移動ができていない人ほどイメージを使う割合が高いことが示された。ただし、最短での移動ができる上位群でも下位群ほどではないにしろ、イメージを使っていることから、イメージは最短でスムーズに移動できないときに利用されると考えられる。それでは、どのようなときにスムーズに最短で移動できないのだろうか。これは、移動課題の特性を考えてみると以下のように考えられる。

移動課題を達成するためには、なるべく最短の経路を通らなければならないため、単に学習した経路を再び通るだけでは不十分で、目印の位置関係や経路のつながりを理解していなければならない。すなわち、精緻な空間表象を十分に獲得できていなければ、最短での移動を行うことができず、移動課題を達成することはできなかった。このことから、空間表象が十分に精緻化されていないときにイメージを使うと考えられる。

それでは、イメージはどのような機能を果たしているのだろうか。イメージとは多感覚的体験の意図的、意識的なシミュレーションの形態の一つであるといわれている (Iachini, 2011)。たとえば、サッカー選手がボールを蹴る前にイメージを行う、あるいは、うまくゴールにボールが入らなかった場合にゴールに入るイメージをするといったことがある。このように、イメージには過去の体験に

基づいて特定の予測を行うことを助ける機能がある。移動が困難なときにイメージを使うという結果と、シミュレーションが意識化したものがイメージであるという先行研究の知見から、移動が困難なときにはイメージを利用することで、頭の中で、どの経路あるいは方向を進めばいいのかをシミュレートしていると考えられる。

また、空間表象を「イメージの地図」「心的地図」「認知地図」などの言葉で表す研究者もいることから(e.g., Shemyakin, 1962; Downs & Stea, 1973; Siegel & White, 1975), イメージを地図と同義で考えると以下のようにイメージが利用されていると考えられる。イメージの利用が少ない人はイメージを地図のように利用していて、移動しながら意識的にイメージを行わなくても移動できるが、分岐点でどちらに曲がれば良いかというような移動にとって重要な判断をしなければならないときに必要に応じてイメージを利用する。一方、イメージの利用が多い人は、初めての場所まで地図を見ながら移動するようにイメージを利用すると考えられる。すなわち、イメージをすることでまめに現実空間と空間表象を照らし合わせ、表象内にある情報が正しいかをチェックすると思われる。

次に、Fig. 2 で示されているように、移動経験が多いときのほうが移動成績が優れていたことから、空間表象は移動経験を積み重ねることで次第に精緻になることが示された。この結果は、これまでの先行研究の結果と一致している(e.g., Siegel & White, 1975; Cousins, Siegel & Maxwell, 1983; Montello, 1998)。

また、イメージ使用率によって群分けを行い、移動経験に伴う移動成績を分析したところ、移動経験が少ないときには、イメージ使用率が高い群のほうが低い群よりも有意に成績が低かった。この結果は次のように解釈される。先述した通り、Fig. 1 の結果より空間表象を十分に獲得していないときにはイメージを使うことが示唆された。すなわち、スムーズに移動できない移動経験の少

ないときにイメージを使おうとしたことが示された。また、移動経験が少ないときよりも多いときのほうが移動成績が優れていたことから、移動経験が少ないときは空間表象は十分に精緻ではないことがわかる。つまり、移動経験が少ないときには、イメージを使っても、イメージの元となる空間表象が精緻ではない。したがって、スムーズに移動できず、移動成績は悪くなったと考えられる。一方、イメージ使用率が低い人は移動経験が多いときと少ないときの移動成績に差が見られなかった。このことから、イメージ使用率が低い人は移動経験が少ないときから十分に精緻な空間表象を獲得していたと考えられる。そして、彼らは先述したように、分岐点などの移動にとって重要なときに確認程度にしかイメージを使っていなかった可能性が考えられる。移動経験の少ないときからイメージ使用率の低い人は空間表象が精緻であったため、移動経験の少ないときにイメージ使用率が高い群よりも移動成績が良く、また、イメージの使用率は少なかったと考えられる。

イメージ使用率が高い人は、移動経験が少ないときよりも多いときのほうが移動成績が優れていた。これは、移動経験を積み重ねることで空間表象が次第に精緻になったため、移動経験が多いときには移動成績がよくなったと考えられる。ただし、もし移動経験を積み重ねるだけで空間表象が十分精緻化されているのであれば、移動経験が多くなるとイメージ使用率が高い人もイメージ使用率の低い人と同じように、確認程度にイメージを利用すると思われる。すなわち、移動経験が多くなるとイメージ使用率が高い群も低い群と同じように、あまりイメージを使わなくなるはずである。しかし、移動経験が増してもイメージ使用率が高い群は低い群よりも有意に多くイメージを使用していた(Table. 1)。このことから、イメージを使用することも空間表象を精緻化するための何らかの働きをしていた可能性がある。それではイメージは空間表象の精緻化のためにどのような役割

を担っていたのだろうか。一つの可能性として、先述したとおり、イメージは移動のためのシミュレーションを行うことに利用されていたと考えられる。これまでの研究で貯蔵されている情報をイメージによって新たに修正したり組み合わせたりすることで、より精緻な表象が獲得されるといわれている(Iachini, & Ruggiero, 2010)。実際の移動場面でもシミュレーションを行い、その内容と知覚した実空間との照らし合わせを行っているのかもしれない。そして、実空間と空間表象との相違があれば適宜空間表象を修正し、これを繰り返すことで次第に空間表象が精緻になるのではないだろうか。

まとめ

本研究では移動経験が少ないとき、すなわち空間表象が十分に精緻化されていないときほどイメージが利用されるのかについて検討を行った。その結果、移動をスムーズに行うことができず空間表象が獲得されていないときほどイメージが利用されることが示された。そして、空間表象が精緻化されていないときには、どの経路あるいは方向へ進めばいいのかをイメージすることで、移動のためのシミュレーションを行っていることが示唆された。また、実空間とイメージした内容を照らし合わせて適宜修正することで、イメージが精緻な空間表象を獲得するための手助けを行っている可能性が示唆された。

引用文献

- Cousins, J. H., Siegel, A. W., & Maxwell, S. E. (1983). Way finding and cognitive mapping in large-scale environments: A test of a developmental model. *Journal of Experimental Child Psychology*, **35**, 1-20.
- Downs, R. M., & Stea, D. (1973). Cognitive maps and spatial behavior: Process and products. In R. M. Downs & D. Stea (Eds.), *Image and environment*. Chicago: Aldine, 8-26.

菱谷晋介・山内光哉 (1976). ソロバン習熟者の暗算における情報処理の分析 九州大学教育学部紀要, **20**, 55-62.

菱谷晋介 (2012). イメージ 箱田裕司(編著) 「認知」「心理学研究法」2 誠心書房, 97-123.

Iachini, T. (2011). Mental Imagery and Embodied Cognition: A Multimodal Approach. *Journal of Mental Imagery*, **35**, 1-27.

Iachini, T., Ruggiero, G. (2010). The role of visual experience in mental scanning of actual pathways: Evidence from blind and sighted people. *Perception*, **39**, 953-969.

北村勝朗・山内武巳・高戸仁郎・安田俊広 (2007). 大学スノーボード実習における有効な指導法の開発-動作意識及び荷重分布の分析による学習過程の多角的分析- 大学体育学, **4**, 15-26.

Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Montello, D. R. (1998). A new framework for understanding the acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. In M. J. Egenhofer & R. G. Golledge (Eds.), *Spatial and temporal reasoning in geographic information systems*. New York: Oxford University Press. pp. 143-154.

Shemyakin, F. N. (1962). Orientation in space. In B. G. Anan'yev et al. (Eds.), *Psychological science in the USSR*. Vol. 1, Part 1. Washington, D. C: U.S. Office of Technical Reports, pp.186-255.

Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* Vol. 10. New York: Academic Press. pp.9-55.