

Title	熟知した環境の地図に対する正誤判断
Author	天ヶ瀬, 正博
Citation	人文研究. 46 卷 10 号, p.565-586.
Issue Date	1994
ISSN	0491-3329
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学文学部
Description	

Placed on: Osaka City University Repository

熟知した環境の地図に対する正誤判断

天ヶ瀬 正 博

わたしたちは移動を通じて環境の地理的配置関係を知覚し記憶する。また、わたしたちは毎日生活している熟知した環境において経路を適切に選び移動することができる。ときには道を間違えることもあるが、考えごとをしながらでも、同行者とおしゃべりをしながらでも、そのような移動ができる。このことは、未知の地域を歩く場合と明らかに異なっている。初めて歩く地域では、つい気をとられて道と道とのつながりや目印となる建物などを見落とし、移動がきわめて困難になる。

これらのことから、熟知している環境での移動に、その環境の配置についての何らかの“記憶”あるいは“知識”が関与していることは疑いようがない。ただし、それとともに、環境内のさまざまな地点での眺望(perspective)にはその環境の配置についての情報が存在する。そのような情報は、環境の“見えている”部分だけでなく、現在地を含むかなり広い範囲の“見えていない”環境の配置や対象物の位置についても特定しうる(天ヶ瀬, 1993)。環境の配置についての“知識”は、その環境内の各地点でこのような情報を抽出することを可能にし、そして、柔軟かつ適切な移動を行うことを可能にする。熟知した環境での移動は、その環境の配置についての“知識”と眺望からの情報とによって達成されると考えられる。天ヶ瀬(1993)による環境内の眺望における情報の分析に対して、今回の実験は環境の配置の記憶だけに基づく配置の正誤判断の遂行特性を調べた。そして、環境の配置についての知識の様式について考察を行った。

日常において、わたしたちは熟知した環境内のさまざまな地点でさまざまな方向を向いて立ちそして移動を行う。また、必要に応じて建物などの地理的対象物の方向を判断したり指し示したりする。このような日常における観察では、熟知した環境内のどのような地点でどのような向きで立っていよう

と、適切に目的地に向けて移動を開始できる（あるいは、目的地の方向を定位できる）。つまり、環境内での現在位置や身体の向きに影響を受けない柔軟な定位行動が可能である。また、例えば、多くの哺乳類はある期間内において日常的な活動圏を一定にしテリトリーを形成する。そのような熟知した環境であるテリトリー内で巣から目的地へと移動しそして引き返す。帰り道では行き道とは逆の方向からさまざまな場所へと進入する。場合によっては、危険を回避して回り道をとらなければならない。テリトリーである熟知した環境の配置に対して、さまざまな場所でさまざまな向きで目的地の方向を定位できなければならない。このように、日常的な観察からだけでなく、環境への適応という理論的な観点からも、柔軟な定位行動の存在あるいは必要性を考えることができる。

柔軟な定位行動が可能であるということは、環境の配置に関する知識様式あるいは記憶様式について一定の制約を課す。環境の配置についての知識は一般に“認知地図 (cognitive map)”と呼ばれている (Tolman, 1948)。しかし、環境の配置についての知識を鳥瞰図的な地図と同型 (isomorphic) あるいは類同的 (analog) な絵的心像 (picture-like mental imagery) である (Levine, Jankovic, & Palij, 1982) とすると、それから柔軟な定位行動を導くのは困難であるように思われる。例えば、地図を一定の向きで固定して手に持ち、その地図から現在地と目的地を読みとり、そして、目的地の方向を判断 (定位) することを考えてみよう。このとき、手に持たれた地図の上側（あるいは、観察者の身体から遠い方）に目的地があり下側（あるいは、観察者の身体に近い方）に現在地がある場合、目的地の方向判断は比較的容易である。それに対して、現在地が地図の上側に目的地が地図の下側にある場合、目的地の方向判断は先の場合に比べて困難で誤りやすい。つまり、場合によって目的地の方向判断に難易が生じ、柔軟な定位行動ができない。このような地図の向きの効果は、一定の向きで固定された地図を見て憶えた後、記憶に基づいて方向判断する場合にも認められている (e. g., 天ヶ瀬, 1991; Levine, Jankovic, & Palij, 1982; Levine, Marchon, & Hanley, 1982; 松井, 1992; Presson, 1982; Presson & Hazelrigg, 1984; Rossano & Warren, 1989; Sholl, 1987)。柔軟な定位行動を行うためには、向きの固定した1枚の地図のような絵的心像とは異なる知識が必要であると考えられる。

このようなことから、今回の実験では、まず、熟知した環境の配置につい

での知識が、向きにとらわれない (orientation-free) 様式で利用できるかどうか吟味された。このことを調べるために、Evans & Pezdek (1980) の実験手続きを利用した。Evans & Pezdek (1980) は、大学内の建造物の配置を表した図をスライド投影画面上にさまざまな向きで提示し、その大学の学生と他大学の学生とに配置の正誤判断をさせた。他大学の学生は、実験の前に、一定の向きで置かれた大学案内図を見て憶えた。正誤判断のために提示された配置図には正配置と誤配置があった。誤配置は正しい配置を鏡映変換した配置 (鏡映像) であった。他大学の学生では、正誤判断のために提示された配置図が学習時の案内図の向きからずれるにしたがって、判断時間が増加した。それに対して、その大学の学生による正誤判断の時間には、配置図の向きに対して一貫した傾向は認められなかった。この実験結果から、熟知した環境の配置についての知識あるいはその知識による環境定位の様式に対して示唆がえられる。すなわち、日常的に移動している環境の配置については、向きにとらわれずに判断できることが示唆される。

しかしながら、彼らの実験手続きにいくつかの問題があり、この結論を即座に導くことはできない。まず、正誤判断のために提示された配置図の向きの問題がある。彼らは、判断時間に対する配置図の向きの効果を調べるために、配置の北方向を上側にした配置図を被験者間で一律に基準 (0°) とした。(したがって、例えば、南が上である配置図は基準から 180° ずれた向きである。) そして、その基準となる配置図の向きから正誤判断される配置図の向きがどれだけずれるかによって判断時間がどのように変化するかが調べられた。これは、案内図から大学の配置を学習した他大学の学生に関しては問題ない。なぜなら、学習時の案内図は上側が北であったからである。しかし、その大学内で日常的に移動している被験者たちにおいて、どの向きでの配置図が基準となるかは個人間で異なっていたかもしれない。もしそうであるならば、個人間で判断時間をプールし、その平均値でデータを分析しても、配置図の向きに対する判断時間に何らかの一貫した傾向がえられなかったのは当然だと考えられる。

この問題に加えて、提示された配置図がとった向きの範囲が狭かったことがもう1つの問題である。彼らは、正誤判断のために提示された配置図を、北が上である向き (0°) から時計回りに 180° 回転を加えた向き (南が上である向き) までの範囲で変化させた。正誤判断される配置図がとりうる向きをこのように限定することは、上述したように被験者間で基準となる向き

が不明確である場合において、特に問題となる。このことは、配置図の向きの変化に対する判断時間の一貫した傾向を見いだすことを困難にする。例えば、被験者によっては、東または西が上であるような配置図が判断しやすく配置の正誤判断における基準となっているかもしれない。この場合、配置図を上側が北となる向きから時計回りに 180° の範囲で回転を加えて提示しても、その被験者の判断時間は配置図の向きによって大きな違いを生じないことが予測される。

それゆえ、今回の実験では、これらの問題が生じないように実験手続きを改良した。まず、各被験者に固有の基準となる配置の向きの問題に対しては、各被験者に配置図を“もっとも描きやすい向きで”自由に描かせることによって対処した。すなわち、各被験者において、正誤判断のために提示された配置図の向きが、その被験者が描いた配置図の向きからどれだけずれているかによって、判断時間がどのように変化するかを調べた。また、正誤判断のために提示される配置図の向きは、北を上とした向きから、東を上とした向き、南を上とした向き、そして、西を上とした向きというように 360° の範囲で変化させた。このような手続きの改良によって、上述の問題を回避できると考えられる。

さらに、今回の実験では、正誤判断のために提示される配置図の向きだけでなく、その配置図に描かれている配置の実際の広さも実験条件として設定した。今回の実験目的は、環境の配置についての知識の様式あるいはそれによって配置を判断するときの遂行特性を調べることであった。それゆえ、配置図の向き、あるいは、配置に対する身体の向きという問題だけでなく、配置の大きさという距離の問題も考える必要がある。提示される配置の画面上での大きさ自体は一定であったが、そこに描かれている配置の現実世界での大きさが異なっていた。すなわち、提示される配置図が、大学の一領域内での配置関係である場合から、大学全体にわたるような配置関係である場合までであった。したがって、提示される配置の種類によって縮尺が異なっていた。画面上に提示される配置の大きさを一定にして縮尺を変化させた理由は、実験結果を現実の配置の広さだけに起因させるためであった。仮に縮尺を一定にして異なる広さの配置を画面上に提示したならば、さまざまな配置関係によって画面上での大きさが異なり、その見やすさも異なってしまふ。提示された配置図の見やすさが実験結果に影響しないようにする必要があった。

このように、今回の実験では、広さの異なるさまざまな地理的配置関係を

同一の大きさで表した配置図が使用された。表されている配置関係は、いずれも被験者の熟知している配置関係であった。配置図には、正しい配置関係を表した正配置図と、それを鏡映変換した誤配置図とがあった。それらの配置図は360°の全方向にわたるさまざまな向きで提示された。被験者はそのようにして提示された配置図の正誤判断を行った。そして、配置図の向きと描かれている配置の広さによって、正誤判断の時間がどのように変化するかが調べられた。

方 法

被験者

大阪市立大学に在学する3年生以上の学生12名が被験者として実験に個別に参加した。12名の被験者のうち6名が男子学生、残り6名が女子学生であった。以下に示すように、被験者が遂行した課題は、CRT画面上に提示された大阪市立大学内の地理的な配置関係の正誤判断であった。それゆえ、その配置関係を熟知している者として、大阪市立大学の3年生以上を被験者とした。

材料と装置

熟知した環境の地理的配置関係の正誤判断課題のために、材料として大阪市立大学構内の建造物に関する9種類の配置関係が用いられた。ただし、材料として用いられた配置関係には、大阪市立大学の西側に隣接するJR阪和線杉本町駅も含まれていた。大阪市立大学構内は、教養地区、理工地区、本館地区という3つの地区に分かれている。実験の材料として用いられた建造物の配置関係は、教養地区内の配置関係、本館地区内の配置関係、そして、3つの地区をあわせた大学全体の広さにわたるような配置関係であった。配置関係はほぼこの順で広がっている。これらの教養地区、本館地区、大学全体という3つの範囲から、それぞれ、大阪市立大学の学生が熟知している建造物が4つずつ選び出された。ただし、大学全体にわたる広さの配置関係を表すために選ばれた建造物のなかには、教養地区と本館地区のそれぞれにおいて選ばれた建造物も含まれていた。各領域内において、選び出された4つの建造物から無作為に3つの建造物を組み合わせて、各領域につき3つの配置関係、3つの領域あわせて9つの配置関係を実験に用いた(表1参照)。また、それらの9種類の配置関係のそれぞれを鏡映変換した配置関係が誤配

置として使用された。それぞれの正配置と誤配置は、 45° ずつ異なる方向を上にしてCRT画面に提示された。このように配置の向きを変化させるために、3つの建造物からなる三角形の配置の重心を軸として 45° ステップで配置図に回転を加えた。したがって、9つの配置関係について、8種類の向きの正配置と誤配置、合計で144の配置図が作成された。配置図における各建造物の位置は黒い点で示されており、その左右どちらかに文字でその建造物の名前が添えてあった。大阪市立大学のキャンパスは各側面がそれぞれ東西南北に面している。そのため、提示された配置図の8種類の向きには東西南北それぞれを上側にした場合が含まれていた。

表1 実験に用いられた大阪市立大学構内の配置関係の面積（概算）

各領域において選ばれた配置関係	面積 (㎡)
教養地区	
2号館, 教養食堂, 教養門	3,000
3号館, 教養食堂, 教養門	5,400
3号館, 2号館, 教養門	7,000
本館地区	
正門, 1号館, 図書館	6,600
正門, 1号館, 田中記念館	12,100
田中記念館, 図書館, 1号館	18,500
大学全体	
1号館, 2号館, 理学部棟	39,700
1号館, 理学部棟, 杉本町駅	58,100
1号館, 2号館, 杉本町駅	74,500



図1 実験で提示された配置図の例。正配置図と誤配置図について4種類の向きが例示されている。

配置図の提示はパーソナル・コンピュータ (Apple 社製 Macintosh II ci) に接続された12inch ディスプレイによって行われた。観察距離は約40cmであった。コンピュータのキーボードの“d”と“k”のキーが正誤判断の反応キーとして使用された。実験の制御はIntellimation社製MindLab (Ver. 2.1) によって行われた。CRT画面の長方形の枠が配置の正誤判断に影響するかもしれないなかったので、各配置は円枠をつけて提示された。通常的地図の書式では、地図の枠は長方形で、北が地図の上側になっており、上下左右の各辺が東西南北に対応している。それゆえ、この実験では、配置がさまざまな向きで提示されていることを被験者に注意させるために、配置は異方性のない円枠をつけて提示された。円枠は、各配置 (三角形) の重心を中心として、直径12cm (視角にして約17°) であった。提示された各配置は、その配置の実際の広さにかかわらず、できるかぎり円枠いっぱいまでの大きさに広げて提示された。図1はさまざまな向きで提示された正配置図と誤配置図の例を示している。

手続き

実験を始めるにあたって、被験者が環境内でどの方向を向いているかがわからないようにするための手続きがとられた。今回の実験では、正誤判断される配置関係と実験を行う部屋とがともに同じ大学内にあった。このように判断の対象となる配置と判断を行っている場所 (現在地) が地理的に近接している場合、現在地で被験者がとっている身体の向きが被験者の判断に影響を与える (Sholl, 1987; 天ヶ瀬, 1993)。また、熟知した環境においては、室内の見えであっても地理的対象物の定位のための情報となると考えられる (天ヶ瀬, 1993)。この実験では、配置図に対する記憶だけにに基づく判断の遂行特性を調べることが目的であったので、これらの要因を統制し排除する必要があった。それゆえ、実験は一様な模様のあるカーテンに取り囲まれた円形の空間で行われた。被験者は、この実験用の空間に入る前に目隠しされ身体を数回回転された。そして、実験用の空間に入ると、完全密閉式のヘッドフォンを着用し、目隠しをはずした。ヘッドフォンからは、外部の環境音を遮断しかつ被験者の耳障りにならないように音量を調整された器楽曲が流れていた。被験者は実験の間中ヘッドフォンを着用していた。被験者への教示はヘッドフォンをとおして伝えられた。

まず、被験者は、配置図が提示されるCRTディスプレイの前の椅子に着

席し教示を受けた。教示によって、被験者は、実験の大まかな説明、実験材料として使用される各建造物とその位置を熟知しているかどうかの質問、そして、具体的な実験課題の説明を受けた。実験内容の大まかな説明では、京都、大阪、神戸の位置関係が、実験で使用された配置図と同じ様式で、表されてあるカード（正配置図と誤配置図）が使用された。実験材料である建造物を熟知しているかどうかの確認において、被験者は、各建造物をよく知っているかどうか、そして、それがどのような建造物でありどこにあるか、を各建造物個別に口頭で答えさせられた。各建造物について確認してゆく順序はランダムであった。これらの質問に対して適切に答えられなかった被験者には実験が実施されないことになっていたが、そのような被験者は1人もいなかった。

つづいて、練習試行と実験試行が行われた。練習試行と実験試行は、提示された配置図と試行数が異なっているだけであった。まず、練習試行が行われた。練習試行では1つの配置関係だけが用いられた。用いられた配置図は大学内の建造物の配置関係を表していたが、実験試行では使用されない配置関係であった。提示された配置図には実験試行と同様にして描かれたそれぞれ8種類の向きでの正配置図と誤配置図とがあり、合計16の配置図が被験者毎にランダムな順で提示された。練習試行の終了後ただちに実験試行が行われた。実験試行では試行がブロックに分けられた。各ブロックは、教養地区内の配置関係に対する試行、本館地区内の配置関係に対する試行、そして、大学全体にわたる配置関係に対する試行のブロックであった。各ブロック内で、3つの配置関係に対して、それぞれ8種類の異なる向きの正配置図と誤配置図とがあり、合計48試行が被験者毎にランダムに提示された。3つのブロックの実施順は被験者間で異なりカウンターバランスされた。この3つのブロックで1つのセッションをなし、2セッション行われた。両セッションの間には10分間の休憩があった。

各試行はつぎのような手続きで行われた。まず、CRT画面の中央にアスタリスクで示された注視点が1秒間提示され、それが消えると同時に配置図が提示された。被験者は、注視点を凝視し、つづいて提示された配置図を見て、それが正しいか誤っているかを判断した。そして、コンピュータのキーボードの“d”または“k”キーを押すことで回答した。どちらのキーに正誤の選択肢を割り当てるかは、被験者間で入れ替えてカウンターバランスされた。これら2つのキーには星印のシールが貼り付けてあり、どちらのキーが

“正”または“誤”であるかはキーボードの前にカードを置いて被験者にわかりやすいようにされた。被験者はできるだけ早くかつ正確に判断することを求められ、正誤判断の反応時間と正確さが記録された。判断時間の記録は、実験制御のために用いられたソフトウェアの特性上、1/60sが最小単位であった。被験者の判断が正しかったかどうかのフィードバックは、練習試行においてのみ被験者に与えられた。各試行は被験者の反応によって終了し、配置図は被験者が反応するまで提示された。試行間間隔は2秒間であった。

実験試行終了後、被験者は、教養地区、本館地区、大学全体の3種類の地図を描くことを求められた。3つの地図を描く順は被験者間でカウンターバランスされた。各地図は、フリーハンドで、その被験者がもっとも描きやすいと思う向きで描かれた。このようにして描かれた地図は、さまざまな向きで提示された配置関係に対する判断時間を各被験者毎に分析するための基準として用いられた。また、この地図描画課題が実験試行後に行われた理由は、正誤判断課題の遂行がこの地図描画に影響されないようにするためであった。

結 果

まず、配置図の正誤判断において、提示された配置図の向きによって判断時間がどのように影響されるかが吟味された。この分析のために、正誤判断の材料として提示された各配置を含む大学内の各領域を、各被験者がどのような向きで描いたかが調べられた。各被験者が描いた各地図は、それぞれの被験者にとって“もっとも描きやすい向きで”描かれていた。表2には、各被験者が描いた大学の各領域の地図の向きが示されてある。序論において予想されたとおり、描きやすい向きとして描画された地図の向きは被験者間で異なっており、また、被験者内でも領域間で異なっている場合があった。表2にあるとおり、描かれた地図の向きが、北、東、南を上側にした向きにかぎられていたのは、大阪市立大学のキャンパスの側面が東西南北の四方位にそれぞれ面していたことによると考えられる。西を上側とした地図はどの被験者によっても描かれなかったが、その理由は不明である。提示された配置図の向きによる判断時間への効果を分析するために、各被験者が描いた地図での配置の向きが基準(0°)とされた。そして、実験において提示された各配置図の向きがそれからどれだけずれているかが時計回りの角度で各被験者毎に決定された。例えば、ある被験者が地図の上側を北として大学の

表2 各被験者が描いた大阪市立大学の各領域の地図の向き

	教養地区	本館地区	大学全体
被験者A	東	南	東
B	東	南	東
C	北	北	北
D	東	東	東
E	東	南	東
F	東	東	東
G	東	南	東
H	北	北	北
I	北	北	北
J	東	南	南
K	東	南	東
L	南	南	南

註) 表中の方角は描画された地図の上側になった方角である。

地図を描いたならば、その被験者において、東を上として提示された配置図は90°、南を上として提示された配置図は180°、西を上として提示された配置図は270°、というように、提示された配置図が基準となる向きからどれだけずれているかが角度によって表された。提示された配置図のずれの大きさ（基準となる向きからの回転角度）によって、判断時間がどのように変化しているかが調べられた。

配置図に対する正誤判断の反応時間が、正配置と誤配置それぞれ別々に、3（領域：教養地区、本館地区、大学全体）×8（提示された配置図の向き）の被験者内2要因分散分析によって分析された。提示された配置図の各向き（すなわち、基準となる向きからの時計回りの8種類の各回転角度）に対する反応時間は、各領域毎に3種類の配置関係をまとめて平均された。分散分析の結果、正配置に対する判断時間では、領域の効果だけが統計的に有意であった [$F(2,22)=10.341, p<.001$]。各領域の正配置に対する平均判断時

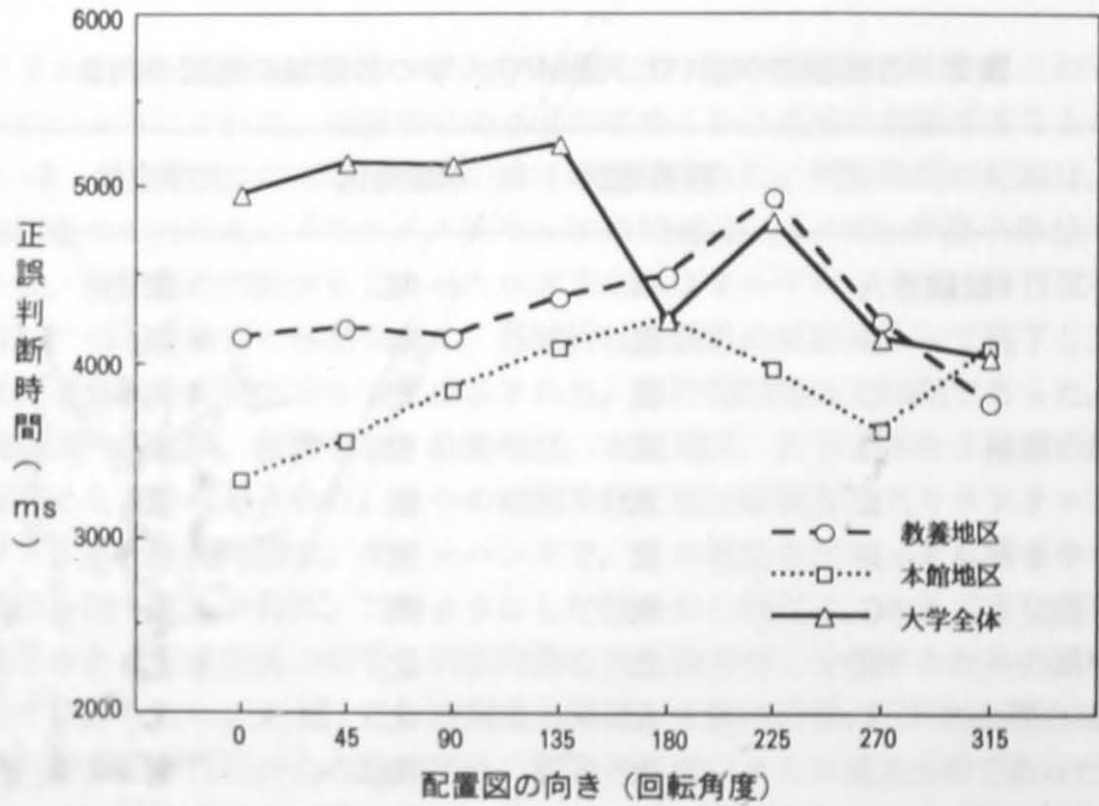


図2 正配置図の向きに対する正誤判断時間。配置図の向きは各被験者毎の基準となる向きからのずれである。正誤判断時間は各領域毎に示されている。

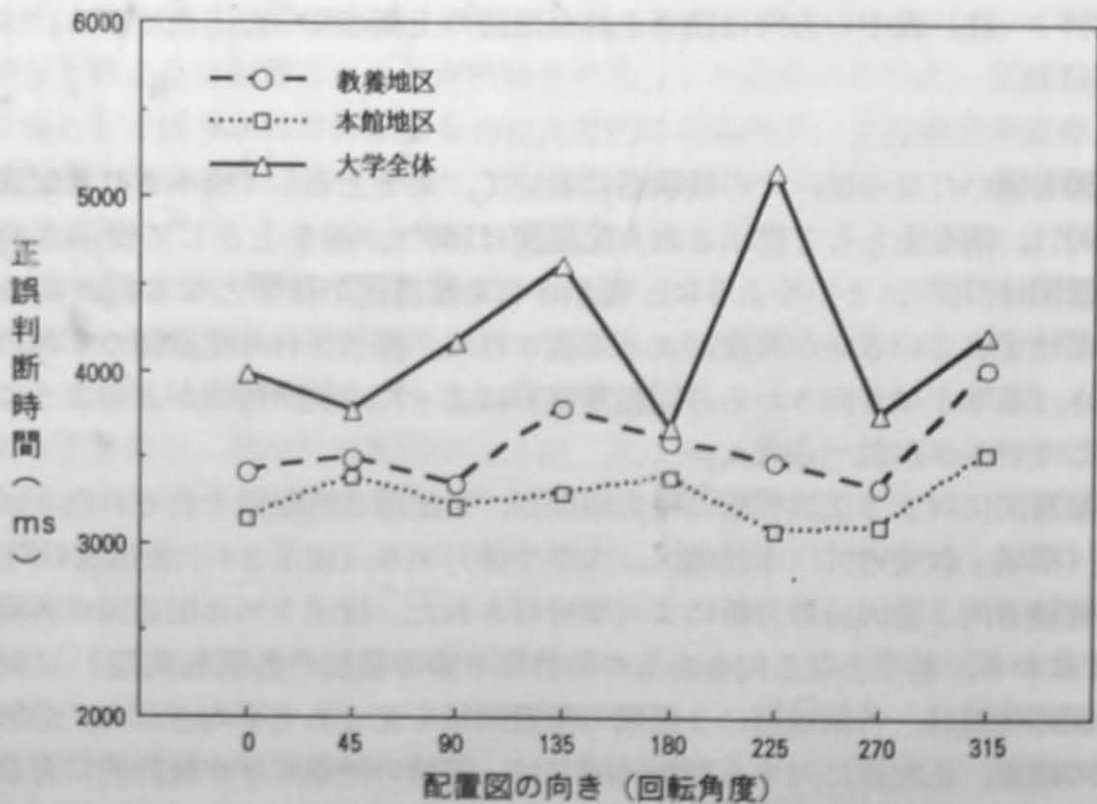


図3 誤配置図の向きに対する正誤判断時間。配置図の向きは各被験者毎の基準となる向きからのずれである。正誤判断時間は各領域毎に示されている。

間は、教養地区が3550ms, 本館地区が3260ms, 大学全体が4170msであった。本館地区と大学全体との平均判断時間の間に、統計的に有意な差が認められた ($p < .01$, Tukey の HSD 検定)。誤配置に対する判断時間では、領域の効果, 領域と向きの交互作用が統計的に有意であった [それぞれ, $F(2, 22) = 7.55$, $p < .005$; $F(14, 154) = 1.98$, $p < .05$]。各領域の誤配置に対する平均判断時間は、教養地区が4280ms, 本館地区が3840ms, 大学全体が4710msであった。ふたたび、本館地区と大学全体との平均判断時間の間に、統計的に有意な差が認められた ($p < .01$, Tukey の HSD 検定)。各領域毎に配置図の向きの単純主効果検定の結果, 大学全体においてのみ, 配置図の向きの効果が統計的に有意であった [$F(7, 231) = 3.21$, $p < .005$]。図2と3に、それぞれ、正配置に対する判断と誤配置に対する判断とを別々に、配置図の向きに対する各領域毎の平均判断時間が示されてある。誤判断の割合は、正配置の判断において平均25%, 誤配置において平均24%であった。判断時間と同様の分散分析の結果, 正配置と誤配置のどちらの誤判断数においても、統計的に有意な主効果と交互作用いずれも認められなかった。

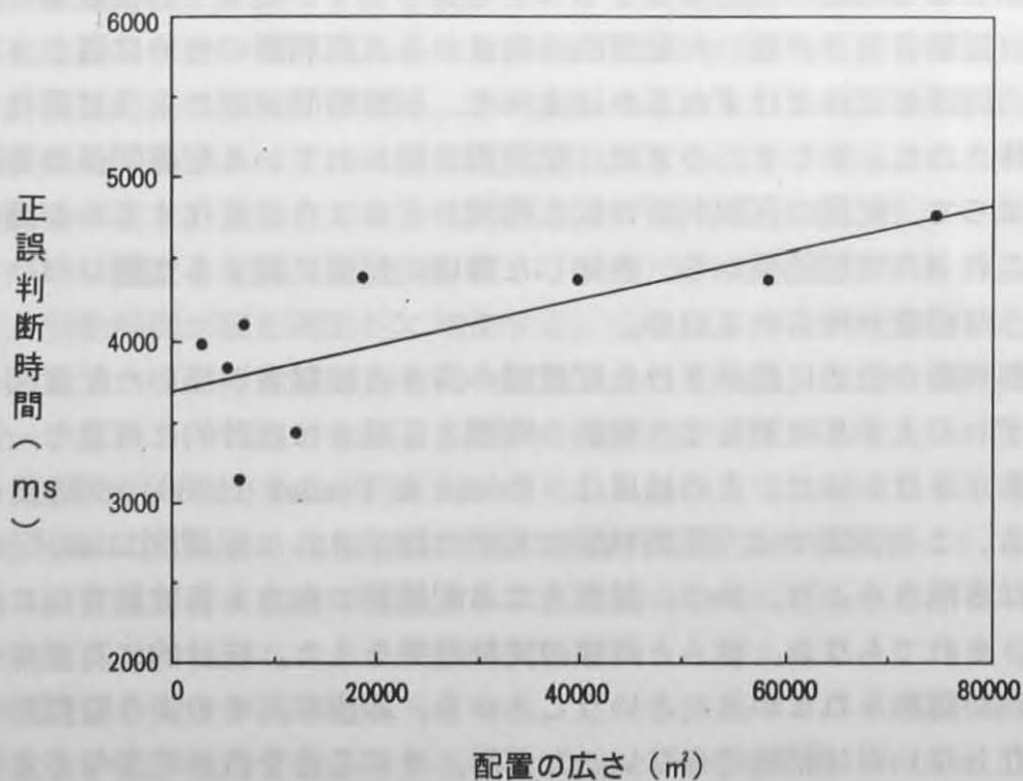


図4 配置の広さに対する正誤判断時間。配置の広さは実際の環境での広さである。

つづいて、描かれている配置の実際の広さによる正誤判断時間の変化が調べられた。図4は、配置の実際の広さに対する平均正誤判断時間を示している。配置の広さと正誤判断時間との間に、統計的に有意な正の相関があった ($r=0.731$, $p<.05$, 両側確率)。すなわち、配置図に描かれている配置関係の実際の広さがより広くなるにしたがって、配置の正誤判断が全般的により長くなった。また、もっとも判断時間が短い配置関係とそのつぎに判断時間が短い配置関係には、大学の正門が含まれていた。それらは、その他のいずれの配置関係よりも統計的に有意に判断時間が短かった (いずれも、 $p<.05$, 両側 t 検定)。

討 論

今回の実験目的は、熟知した環境の配置図に対して記憶だけに基づく正誤判断を行う場合に、どのような運行特性があるかを調べることであった。そして、明らかになった課題運行の特性から、熟知した環境の配置に関する知識について検討することであった。この実験では、実験試行の後、正誤判断の対象となる環境の配置関係をもっとも描きやすい向きで各被験者に描画させた。被験者自身が描いた配置図の向きから正誤判断のために提示された配置図の向きがどれだけずれるかによって、判断時間がどのように変化するかが吟味された。そして、つぎに、配置図に描かれている配置関係の実際の広さによって、配置の正誤判断の反応時間がどのように変化するかが調べられた。これらの実験結果から、熟知した環境の配置に関する知識について、どのような示唆が得られるのか。

正誤判断のために提示された配置図の向きと被験者が描いた配置図の向きとのずれの大きさに対して、判断の時間と正確さは統計的に有意な一貫した傾向を示さなかった。この結果は、Evans & Pezdek (1980) の結果と同様である。この実験では、正誤判断のために提示された配置図は 360° の範囲で異なる向きをとり、かつ、基準となる配置図の向きも各被験者毎に決定された。それでもなお、彼らと同様の実験結果をえた。統計的に有意な一貫した傾向が認められなかったということから、即座に、そのような傾向が実際に存在しないとは結論できない。ただし、そのことを含めて少なくとも以下のように考えることができる。

今回の実験結果は、熟知した環境の配置に対して観察者がどのような向き

をとっていようとその配置についての知識をほぼ同等な早さと正確さで利用できることを示している。このことから、熟知した環境の配置に関する知識について、認知地図あるいは空間知識に関するこれまでの理論に基づいて、3つの解釈が可能である。まず、環境の配置についての知識が物理的な地図と同様な絵的心像として利用でき (e.g., Levine, Jankovic, & Palij, 1982), 熟知した環境の配置についてはその絵的心像をきわめて速い速度で心的に回転できるのかもしれない。あるいは、そのような環境の配置に関する絵的な心像が、1枚の地図のようなものとしてではなく、さまざまな向きで多数利用できるのかもしれない (e.g., Evans & Pezdek, 1980; Kuipers, 1983)。それとも、環境の配置に関する知識は、絵のような心像ではなく、向きにとらわれない様式で蓄えられているのかもしれない (e.g., Presson, DeLange, & Hazerligg, 1989; Presson & Hazelrigg, 1984)。

まず、第一の解釈を考えてみよう。Evans & Pedzek (1980) の実験において、大学の案内図を一定の向きで見て憶えた被験者では、正誤判断のために提示された配置図 (正しい配置図かその鏡映像の配置図) がその学習時の案内図の向きからずれるにしたがって判断時間が増大した。これは、Shepard & Metzler (1971) によって取り上げられた“心的回転 (mental rotation)” と呼ばれる現象において見られる、対象物の物理的回転角度とその正誤判断時間との関数関係に類似している。心的回転が認められる判断課題は、一般に、鏡映像の関係にある2つの対象物の図が異なる向きで提示され、それらの比較判断が課される場合である (高野, 1987)。このとき、2つの対象物の向きが時計回りまたは反時計回りで 0° から 180° の範囲でずれるにしたがって、判断時間が線形関数的に増加する。これは、一方の対象物が心的に回転されもう一方の対象物の向きに一致させられてから、比較されたと解釈される。すなわち、そこでは、どちらかの対象物の向きが基準となっており、他方対象物がその向きに心的に向けさせられたうえで比較されると考えられる。Evans & Pezdek (1980) の実験で他大学の学生を被験者とした場合において、さまざまな向きで提示された配置図は心的に回転され学習時の案内図の向きにあわせられたうえで正誤判断されたと考えられる。つまり、学習時の案内図の向きが基準となっていた。ただし、基準となる案内図は、2つの対象物の絵が並べて提示される場合 (e.g., Shepard & Metzler, 1971) と異なり、心的にイメージされていたと解釈される (このような記憶との照合における心的回転については、Cooper, 1975を参考)。今回の実験結果に

対する第一の解釈は、日常的に熟知している配置関係も一定の向きのある1枚の地図のように心的にイメージされたことを主張する。対象物の絵を用いた心的回転実験において、対象物の熟知性や配置関係の単純さが心的回転関数の勾配を小さくさせることが知られている (Bethell-Fox & Shepard, 1988)。それゆえ、今回の実験において、正誤判断のために提示された配置関係が単純でかつ被験者に熟知されていたために、心的回転関数の勾配が緩やかとなり、その傾向を統計的に見いだすことができなかつたのかもしれない。

しかし、この解釈は、今回の実験結果によって積極的に支持されないことに加えて、その他に多くの難点がある。まず、新奇な配置関係でも地図から憶えた場合と直接観察した場合とで方向判断などの課題遂行において異なることが知られている (e. g., Presson & Hazelrigg, 1984; Presson, DeLange, & Hazelrigg, 1989)。また、逆に、地図による環境の配置の学習を数回重ねて熟知したとしても、地図による学習と直接的な観察による学習とで方向判断や距離判断などの課題遂行が異なることも知られている (e.g., Thorndyke & Hayes-Roth, 1982)。さらに、移動ロボットの構築という理論的な観点からも、1枚の地図のような固定された単一の座標系による内部表現には問題があることが指摘されている (e.g., Kuipers, 1983)。移動による大規模な環境の配置の知覚においては、情報が時々刻々えられ、環境の配置が明らかになってゆく。また、それまでにえられた配置に関する知識が修正される。これらを単一の座標系をもつ内部表現によってまかなうことはきわめて困難である (Kuipers, 1983)。Kuipers (1983) はこのようなことから内的空間表象の多重認知地図モデルを提出している。

第2の解釈はこの多重認知地図仮説に基づいている。Kuipers (1983) は、個々の場所を個別に表しているだけの内部表現から、場所どうしのルートによるつながりだけを表しているトポロジカルなルート表現、移動者自身を中心とした極座標系による対象物の位置の表現、そして、直角座標系による環境配置のユークリッド幾何学的な表現に至るまで、さまざまな認知地図を仮定している。この最後の段階は、基本的に、地図のような配置関係の絵的な心像と等価である。ただし、同一の配置関係に対してもさまざまな向きでさまざまな範囲にわたって表現されている。熟知している環境の配置に対しては、さまざまな方向からそれを眺望した経験がある。したがって、多数の眺望地点から見ることによって配置関係がさまざまな向きで知識として蓄えられ、単一の向きを基準とすることなく配置関係の判断ができるのかもしれない。

い。Evans & Pezdek (1980) は、日常的に配置関係を熟知している群が配置図の正誤判断において心的回転関数を示さなかった原因として、多数の眺望点によってその配置が経験されていたことを挙げている。

しかし、この説にもいくつかの難点がある。今回の実験では、描かれている配置の実際の広さが広くなるにしたがって、判断時間が増加した。また、地理的な対象物が現在地から遠くなるにしたがって、その方向を指示するのにも時間がかかることが示されている(天ヶ瀬, 1990)。これらの実験結果は、多重認知地図仮説を支持しない。多重な認知地図によってさまざまな向きで配置関係を同等な早さで判断できるのならば、範囲と広さの異なる配置も同等な早さで判断できるはずである。さらに、室内に設置された比較的大きな配置を単一の眺望点から直接観察したとしても、その記憶による方向判断の課題遂行は地図学習による場合とは異なった特性を示す(Presson & Hazelrigg, 1984)。

第三の解釈は、上空からの観察点によるような地図的表現とは異なる空間知識によって今回の実験結果を説明する。Presson & Hazelrigg (1984) および Presson *et al.* (1989) は、環境の配置を移動や観察などの直接的な経験をとおして学習した場合、向きにとらわれない空間知識が獲得されると主張している。Presson *et al.* (1989) によれば、そのような空間知識は、Marr (1982) の対象物中心(object-centered)座標系による環境配置の表現、あるいは、Gibson (1979) のいう環境の不変構造(invariant structure)の知識である。対象物中心座標による配置も、不変構造も、特定の観察点に依存しない。配置に対してどのような観察点をとってしようと、この知識を利用することができる。ただし、Gibson (1979) は、環境の配置を移動しながら観察することによって、特定の観察点にとらわれない環境の全体的な不変構造が知覚されると言うにとどまっている。一方、Marr (1982) は、物体の表面の配置を対象物中心座標系によって表現されるものとして明示的に取り扱っている。したがって、以下ではこの対象物中心座標系による配置の表現について検討しよう。

結論から言えば、物体の表面の配置を記述するために用いられた対象物中心座標系を、環境の配置を表現するために用いることには、多くの問題がある。Marr (1982) は、観察者中心(viewer-centered)座標系によって記述されるシーンの情報から、対象物中心座標系によって記述される物体表面の配置の表現を導こうとする。これを受け入れるとして、次のような問題が生

じる。環境の配置全体は単一の網膜像あるいはシーンに収まりきるものではない。また、観察者中心座標系の原点は、常に、移動する必要がある。さらに、環境の配置は観察者を取り囲んでいる。つまり、対象物中心座標系の内部に観察者中心座標系がある。これらのことは、どのような情報から対象物中心座標系による表現の達成へと至るかという計算上の問題であって、本質的な問題ではないかもしれない。実際、わたしたちは、個人差があるにせよ、今回の実験のように現実にはとったことのない鳥瞰的な視点による配置図の正誤判断ができるし、記憶だけに頼って熟知した環境の鳥瞰図を描くこともできる。それゆえ、対象物中心座標系による環境の配置の記述も可能であるかもしれない。しかし、対象物中心座標系による表現を内的表象と仮定すること、あるいは、それによって環境の配置が知覚されると仮定すること自体にも、いくつかの問題がある。環境の配置を対象物中心座標系で記述することは、単一の地図的内部表現系の問題としてKuipers (1983) が挙げたのと同様の問題を生じる。さらに、単一の物体ならば対象物中心座標系を設定することも可能であるが、経験によって漸次広がってゆく環境の配置をどのような範囲で一つのまとまりとして切り出してくるのか。また、ここでの議論とは論点が異なるが、物体の認知において心的回転が必要な場合が存在することから、対象物中心座標系による物体の最終的な内部表現自体も疑問視されている (e.g., 高野, 1987)。環境の配置に関する知識様式がどのようなものであるかは、根本的に考え直される必要がある。

したがって、まず、熟知した環境での移動において要求されている課題について考えてみよう。環境の配置は、すでに知覚され熟知されていると仮定しよう。その知識を用いて、単なる経路選択だけでなく、その環境内の任意の地点においてそこからは見えない目的地の方向を定位することができる。最終的には、序論で述べたように、このような課題の達成が必要であり、個人差があるものの、この課題は達成可能である。したがって、知識あるいは認知機構として必要とされるのは、熟知した環境の各地点での眺望から、その地点を含むある程度の範囲にわたる配置 (あるいは、少なくとも、つぎの移動目的地の方向) を定位できることである。極言すれば、各地点での環境の眺望自体に定位のための情報があり、移動者はそれを利用して定位を行う認知システムをもっていけばよい。

このことから、多重な認知地図であろうと、環境の配置についての鳥瞰図的な知識は不適切であることが考えられる。そのような配置の鳥瞰図的知

識によっては、実際の環境内の各地点における地上での眺望から情報を取り出し利用することが困難である。鳥瞰図には、等高線のような情報でも含めないかぎり、少なくとも、地理的な対象物の高さに関する情報がない。それゆえ、それらの対象物間の遮蔽関係がわからない。いわゆる“画家の手がかり”にあるように、大地上に散らばる対象物間の眺望における遮蔽関係(“重なり”)は、それらの対象物どうしの奥行きにおける配置関係を知覚するための重要な手がかりとなる。また、移動における見通し(vista)の展開、すなわち、対象物の遮蔽関係の変化パターンは、環境の配置を知覚し、それらを定位するための重要な情報となる(Gibson, 1979)。逆に、熟知した環境での移動のために利用される知識、あるいは、そのような移動を行うための認知システムは、環境の眺望や見通しの展開から配置に関する情報を利用し適切な移動の遂行を可能にするものでなければならない。環境の眺望から上述のような重要な情報をえるためには、環境に関する鳥瞰図的な知識は不適切であるように思われる。

Sedgwick (1983) は、環境における眺望構造(perspective structure)によって、配置についての環境を基準とした(environment-centered)表現が可能であることを示した。彼の言う“環境”とは、観察者から独立に存在するものではない。それはある観察点においてえられる眺望構造であると言ってもよい。厳密に言えば、環境基準表現は、大地面と観察点の存在に基づき、その観察点においてえられる大地および対象物の表面の地平線から、各表面の傾きそして表面どうしの配置関係を表わす。したがって、それは、Marrの観察者中心座標系と対象物中心座標系との双方を含むと考えることもできる。このような対象物の表面の配置あるいは形態の表現の必要性は、高野(1987)によっても“主体中心の座標系”として言及されている。Sedgwickの議論を用いてつぎのように仮定することは有益であろう。すなわち、移動のための知覚および認知システムは、各地点での眺望構造から情報をえて、環境基準に表現される環境の配置関係を、知識としてもっているか、少なくとも、そのように表現可能な環境の変数に対して反応する。さらに、環境内の各地点の眺望構造には、そこにおいて直接見ることでできない環境の配置関係についての情報も存在しうる(天ヶ瀬, 1993)。環境内を移動しさまざまな地点から環境の配置を眺めることによって、そのような情報をより多くよりうまく利用することができるようになると考えられる。

環境の配置の環境基準表現は、対象物中心座標系とは異なり、観察点での

眺望構造にある程度依存している。それゆえ、現実の配置が広くなるにしたがって正誤判断時間が増加したことも説明しうる（天ヶ瀬，1993を参考）。また、今回の実験結果において、正門を含む配置図の判断時間が他に比べてきわめて短かったことも説明しうる。今回の実験の被験者たちの日常生活において、大学の正門はよくとられる観察点である。したがって、その地点を利用して配置関係を判断することが容易であったと考えられる。この論理にしたがえば、環境の配置関係を熟知していたとしても、1つの観察点だけからそれを観察したことしかなければ、その配置関係を示した配置図の正誤判断において心的回転に類似した現象が認められることも予測される。問題は、環境基準表現による環境配置の知識から、環境の配置に関する鳥瞰図的な知識を導くことが可能であるかどうかである。直感的には、対象物中心座標系においてそれが可能であるように、環境基準表現においてもそれは可能であるように思われる。この問題は解決すべき問題の1つであろう。

今回の実験結果に対して、これまでの認知地図に関する理論から3つの可能な解釈が考えられた。しかし、いずれも不十分であった。そして、環境の配置関係の環境基準表現に基づく新たな理論の可能性が提起された。この理論は現在のところ有効なように思われるが、さらに精緻化され、実験によって検討される必要がある。

文 献

- 天ヶ瀬正博 1990 地理的対象指示の反応時間と角度誤差：直線距離，経路距離，曲り角数の影響。基礎心理学研究，9，65。
- 天ヶ瀬正博 1991 認知地図の方向性——認知地図の整列性効果に関する考察。人文論叢（大阪市立大学大学院文学研究科），20，95-115。
- 天ヶ瀬正博 1993 熟知した環境での定位行動。人文研究（大阪市立大学文学部紀要），45，23-58。
- Bethell-Fox, C.E., & Shepard, R.N. 1988 Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 12-23.
- Cooper, L.A. 1975 Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20-43.
- Evans, G.W., & Pezdek, K. 1980 Cognitive mapping: Knowledge of real-

world distance and location information. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, **6**, 13-24.

Gibson, J.J. 1979 *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Kuipers, B. 1983 The cognitive map: Could it have been any other way? In H. L. Pick, Jr., & L. P. Acredolo (Eds.), *Spatial orientation: Theory, research, and application*. New York: Plenum Press. Pp. 345-359.

Levine, M., Jankovic, I.N., & Palij, M. 1982 Principles of spatial problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, **111**, 157-175.

Levine, M., Marchon, I., & Hanley, G. 1982 The placement and misplacement of you-are-here maps. *Environment and Behavior*, **16**, 139-157.

Marr, D. 1982 *Vision*. New York: Freeman.

松井孝雄 1992 空間認知の異方性と参照枠——整列効果はなぜ生じるのか? 慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要, **34**, 51-58.

Presson, C.C. 1982 The development of map-reading skills. *Child Development*, **53**, 196-199.

Presson, C.C., DeLange, N., & Hazelrigg, M.D. 1989 Orientation specificity in spatial memory: What makes a path different from a map of the path? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **15**, 887-897.

Presson, C.C., & Hazelrigg, M.D. 1984 Building spatial representation through primary and secondary learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **10**, 716-722.

Rossano, M., & Warren, D.H. 1989 Misaligned maps lead to predictable errors. *Perception*, **18**, 215-229.

Sedgwick, H.A. 1983 Environment-centered representation of spatial layout: Available visual information from texture and perspective. In J. Beck, B. Hope, & A. Rosenfeld (Eds.), *Human and machine vision*. New York: Academic Press. Pp. 425-458.

Shepard, R. N., & Metzler, J. 1971 Mental rotation of three-dimensional

- objects. *Science*, 171, 701-703.
- Sholl, M. J. 1987 Cognitive maps as orienting schemata. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 615-628.
- 高野陽太郎 1987 傾いた図形の謎 (認知科学選書11). 東京: 東京大学出版会.
- Thorndyke, P. W., & Hayes-Roth, B. 1982 Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14, 560-589.
- Tolman, E.C. 1948 Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.

謝 辞 今回の実験の実施にあたって、大阪市立大学文学部平成5年度卒業の田中裕子氏に協力を得た。ここに記して氏に感謝する。