

三次元仮想空間における 日本語位相的空間表現理解に関わる要因の検討

小島隆次¹ 楠見孝²

¹京都大学グローバル COE(京都大学大学院教育学研究科) ²京都大学大学院教育学研究科

現代社会において、三次元コンピュータグラフィックス(3DCG)による仮想空間は、様々な分野でユーザーとコンピュータとの間の、或いはネットワークを介してユーザー同士の間の、情報提供空間として利用されている。しかし、こうした空間内での空間情報を言語によって適切にユーザーへ、或いはユーザー間に、提供するためには、人間の 3DCG 空間における空間表現理解の諸特性を明らかにする必要がある。この点に関して、これまでに様々な実験心理学的研究が行われているが、その多くは投射的空間表現と言われる、前・後・左・右などの空間表現であり、位相的空間表現(近く・ところ・隅・中・間など)についてはあまり見られない。そこで本研究は、3DCG で作成される仮想空間内での対象の位置関係と日本語基礎空間表現の関係につき、特に位相的空間表現の理解に焦点を当てて心理学実験を行い、そのデータに基づき、3DCG 空間内での日本語位相的空間表現理解に関わる要因を検討した。

実験では、3DCG で作成された仮想空間内に地平面と物体を配置し、配置された物体の位置関係など様々な要因に対して、言語による空間指示(例「○の近くにある」や「×は○の中にある」など)の理解が、それらとどのような関係にあるのかを検討した。ここで、各要因とその水準や指示対象及び参照対象(注:空間表現において、一般に「○が×の△にある」の形式を想定する場合、△に空間表現が割り当てられるとすれば、○を指示対象、×を参照対象と呼ぶ)の形状の選定にあたっては、先行研究などを参考に個々の空間表現で問題となるであろうもの、及び、計算機での空間表現処理に役立つと考えられるものという基準を用いた。また、実験では、実験データをできるだけ定量的で応用可能なものにするということから、従来この分野の実験的研究で用いられてきたような質問紙や評定法を用いず、精神物理学的測定法の一つである調整法を簡便な形で利用した。以下における実験では、24名の被験者を個々の空間表現に12名ずつ、空間表現間の類似性を考慮した上でカウンターバランスを取って割り当てた。被験者は全員日本語を母語とする者であった。

近く・そば・ところ・辺り・周り

「近く・そば・ところ・辺り・周り」は基本的に参照対象の周辺(但し、本稿での実験における仮想空間内では重力の存在を前提としているため、静止状態の物体間の関係において現実

ではほとんどありえないような位置関係は考慮していない)を示すものであるが、これらの言葉が、基本的に参照対象のどの部位を基点として、どの程度までの範囲を示すのかを考える必要がある。実験では、この点を検討することを目的とした。指示対象を赤い球とし、参照対象としてこの球の直径と同じ長さを一辺とする立方体、そしてその立方体を3つあるいは6つ繋ぎ合わせてできる直方体を用いた。地平面のテクスチャはランダムな模様の地面のテクスチャを用いた(地平面については本稿での実験では全て同じものを用いた。但し以下の図1~4では指示対象と参照対象がわかりやすくなるように地平面部分は薄灰色としてある)。直方体は垂直方向、水平方向、奥行き方向に配置された。図1はこの実験での刺激例と調整に用いた方位を示す。

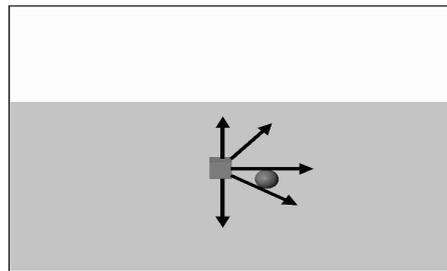


図1. 「近く・そば・ところ・周り」での刺激と調整方向の例

被験者は参照対象に対して5方向に指示対象位置を調整した。その際、各表現に最適な位置となんとか許容できる位置の二点を選択した。調整においては、参照対象との関係で遠い地点から近づくように調整する系列と、参照対象位置から遠ざかるように調整する系列を用意した。

実験結果から、「近く・そば・ところ・辺り・周り」については、指示対象が参照対象からどの程度離れているのかという距離の要因が重要であることが改めて確認された。ただ、その距離というのは、対象間で視覚的に確認できる参照対象と指示対象の近接面の間で規定される距離であった。また、距離の算定には参照対象の形状が効果を持つことが示唆された。

表現間の差異としては、「近く・そば」では、「そば」の方が狭く、参照対象に近い位置を最適とする傾向があった。「ところ・辺り・周り」では「辺り」が他の二者に比較して指示領域が広い傾向にあった。

隅・角・端

「隅・角」については、隅と角の見えの違いと隅や角への物

体の配置方位が異なる場合、隅や角から対象への距離の感覚が異なるため、その影響を確認することを目的とした。「端」に関しては、参照対象の縁からの距離がどの程度離れるまでを許容するのかということと、奥行き方向の距離知覚の歪みがその算定にも影響するのかを検討することを目的とした。

「隅・角」については、指示対象を先の実験と同じ赤い球とし、参照対象として正方形の平面と先の実験と同じ立方体をいくつか組み合わせて作成したL字型の壁を二種類(大と小)用意した。また、視点位置を二種類設定した(通常の場合とそこから45度回転させて角や隅が視線上来る条件)。調整方向は三方向であった。「端」については、参照対象を正方形の平面とし、指示対象を「隅・角」と同じ赤い球としたが、調整方向は参照対象の平面の中心に対して奥行き方向と水平方向の二方向とした。図2が「隅」での一例である。

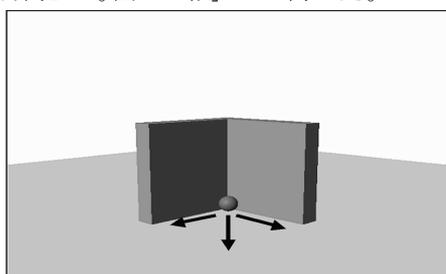


図2. 「隅」での刺激と調整方向の例

被験者は参照対象の隅か角を中心とする3方向に指示対象位置を調整した。その他試行に関する条件については「近く」などの場合と同じであった。

実験結果から、領域の境界は参照対象の一点としての「隅」や「角」の部位からの距離に規定されるが、その距離は隅や角の見えによって変わることがわかった。また、「端」については、やはり水平方向と奥行き方向で微妙な差異が見られた。

中・内

「中・内」については、参照対象が平面であれ立体であれ、その内部に含まれる場合には問題がないが、一部ははみ出る場合にもその状態を中や内にあると許容することから(例えば花瓶に挿した花など)、指示対象のはみ出しに関して、指示対象のどの部位が参照対象との関係で、どの程度はみ出すまで許容するのかを考察するために行った。

指示対象を円錐と円錐台とし、参照対象に正方形の平面と、上下底面はこの正方形と同じだが、高さが円錐の半分の直方体を用意した。図3がこの実験で用いた刺激例である。

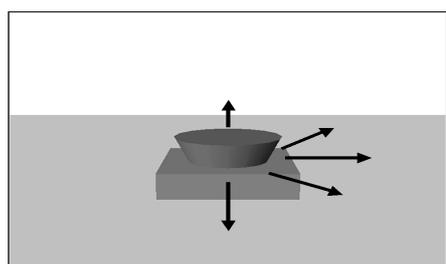


図3. 「中・内」での刺激と調整方向の例

被験者は指示対象を5方向に位置調整し、ぎりぎり「中・内」にあると言える位置を選択するよう求められた。

実験結果から「中・内」については、参照対象が形成する領域との関係で、指示対象が参照対象と接している部位が内部に入っている限り指示対象上部が領域外であっても容認する傾向が見られた。但し、立体の場合には、その上面部位とそこに接するように見えている指示対象部位(立体の上面での切断面)との関係で決まる。「中」と「内」の差異はほとんど見られないが、若干「内」の方が内部寄りの傾向が見られた。

間

「間」に関しては、他の表現と異なり、二つ以上の参照対象が必要であるが(“AとBの間にCがある”なら参照対象はAとBとなり、指示対象がCである)、三次元空間内では視点の位置によって指示対象が間にあるかどうかの見えが変化する。そこで、間として受け入れられる視点とそうでない視点が存在するような配置において、どのような条件であれば間として許容するのかという点を問題とした。

この実験では被験者は視点位置を調整した。その際、赤い球が二つの直方体の間にあると言える最適な視点位置を選択するよう求められた。直方体の配置と形状は、ある視点から見れば間に赤い球があるとは見えないが、ある視点からは間にあるように見えるよう工夫した。また、調整における二種類の系列は視点位置の回転方向に関してのものであった(時計回りと反時計回り)。図4は刺激と調整方向の例である。

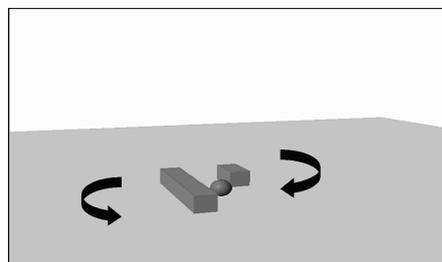


図4. 「間」での刺激と調整方向の例

実験結果から、「間」の理解においては、ある視点からの対象間見えが重要であり、「間」にあると判定されるには、その見えにおいて、当該視点位置からの前額平行面における水平軸・垂直軸に参照対象の射影が重複する領域に指示対象が入る必要があることが示唆された。

まとめ

以上より、位相的空間表現に関しては、主として対象間の相対的な距離と見かけ上の対象間の位置関係が重要であることが、本研究により示唆された。

謝辞

本研究は柏森情報科学振興財団による助成(K18 研 XI 第232号)を受けて行われた一連の研究成果の一部である。