

1. はじめに

藤吉研究室では、子供の空間認識能力の発育を促す知育ソフトとして、3D パーツを移動し、モデルを組み立てる「クミタテ Zoo」を試作している。三次元である物体の移動操作を画面上の二次元操作（マウス）で行うには限界があり、ユーザの意図する操作が困難な場合がある。また、子供を対象としているため簡単かつ直感的に理解できる物体の移動操作法が必要となる。そこで、本研究では子供を対象とした 3D 物体の移動操作法の検討と評価を目的とする。

2. 移動操作方法

PC 上の仮想 3 次元空間における対象物の移動操作は 6 方向であるが、入力デバイス（マウス）による操作は 4 方向である。次元数の低いデバイスからでも簡単かつ直感的に理解できる 3 種類の 3D 物体移動操作法を以下に示す。  
**3D ボタンによる移動操作** 移動方向を三次元で表示した 3D ボタンをクリックすることで対象物をその方向に移動する。図 1 に示すように、視点変更によりステージが回転するとそれに応じて 3D ボタンも回転する。

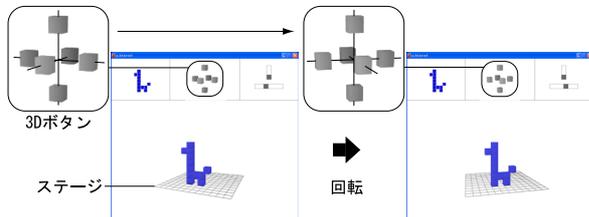


図 1：視点変更による 3D ボタンの回転

**仮想平面による移動操作** 対象物をドラッグすると、画面上の二次元方向と平行な仮想平面に沿って移動する（図 2 参照）。視点変更によるステージの回転に対応して移動可能な仮想平面が変更される。

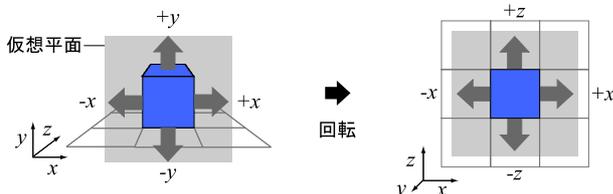


図 2：回転による移動方向の変化

**三面図による移動操作** モデルを組み立てる空間を上面、正面、側面の三方向から投影した三面図（図 3 参照）を用いて、移動先の位置を指定して対象物を移動する。

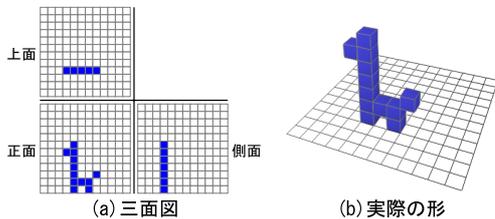


図 3：三面図による移動

3. ユーザビリティの評価

提案した 3 種類の移動操作法に対し、主観的評価としてアンケートを実施した。アンケートは各操作法に対して、(a) 操作法はすぐに理解できたか、(b) 操作法は非常に簡単か、の 5 段階評価による 2 項目と、各操作法を比較する (c) 利便性の順位付け、の全 3 項目とした。

評価方法 直感的な操作のユーザビリティを評価するために被験者には操作法についての説明は行わず、モデルの組み立てを行い、終了後にアンケートの項目 (a)(b) の調査を行う。これを提案した 3 種類の操作法について行う。各操作法による組み立てが終了した後にアンケートの項目 (c) の調査を行う。

次に、習熟による各操作法のユーザビリティの変化を評価するために連続で 4 種類（キリン、トリ、タワー、ヒコウキ）のモデルを組み立てるタスクを行う。これを各操作法毎に行い、各タスクが終了した後、再度アンケートの項目 (c) の調査を行う。各モデルの組み立てに費やした完成時間を計測する。

評価結果 20 歳から 24 歳の 25 人を被験者として評価を行った。図 4 に習熟度によるモデル組み立て時間の平均を示す。また、図 5 に初回組み立て時と最終組み立て時における最も利便性の良い操作法の集計結果を示す。

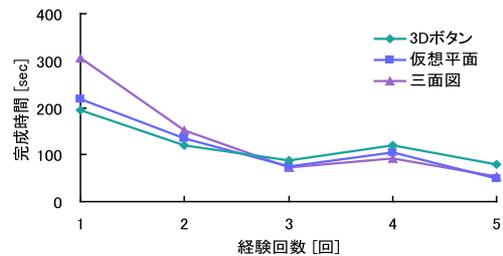


図 4：習熟度による組み立て時間

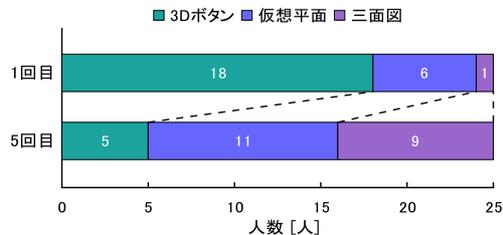


図 5：利便性の良い操作法の結果

図 4 と図 5 より習熟度が上がるにつれて各操作法によるモデルの組み立て時間の差はなくなり、利便性の結果も偏りがなくなる。初回組み立て時では、三面図を用いた操作はモデルの完成時間が他の操作法よりも多くかかり、利便性が良いと感じる人が少ないことがわかる。一方、3D ボタンと仮想平面は、モデルの完成時間に差はないが、利便性においては 3D ボタンの方が高評価である。初回組み立て時の 3D ボタンと仮想平面のユーザビリティの比較として、アンケート項目 (a)(b) の結果を図 6 に示す。

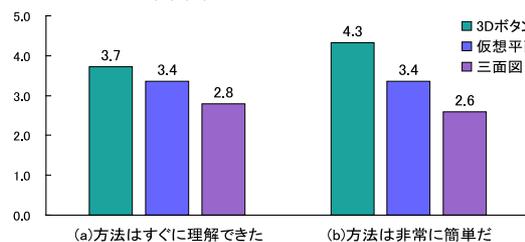


図 6：アンケートによる 5 段階評価の平均

図 6 における 3D ボタンと仮想平面のアンケート評価の有意性を検討するために、分散を考慮した平均値の差の検定である t 検定を用いた。有意水準 1% で検定した結果、アンケート項目 (a) は有意差なしであるが、項目 (b) では有意差ありとなる。つまり、理解のしやすさは同等であるが、仮想平面よりも 3D ボタンの方が簡単な操作であると被験者が感じているといえる。

これらの評価の結果から、初回利用時においては 3D ボタンが最もユーザビリティが高いと評価でき、簡単かつ直感的に理解できることが求められる子供のための 3D 物体移動操作法に最も適しているといえる。

4. おわりに

本研究では、3D 物体の移動操作法について提案し、その有効性をユーザビリティの面から評価した。今後は、子供による操作法の有効性を評価する必要がある。