

# 図形操作行動に見られる共通性 - インタラクティブ不可能図形を用いた実験

谷部好子\*<sup>1</sup> 藤波努\*<sup>1</sup>

The Common Activities Appeared under the Spontaneous Operations of Impossible Necker Cubes

Yoshiko Yabe\*<sup>1</sup> Tsutomu Fujinami\*<sup>1</sup>

## 1. 目的

本研究は、ディスプレイ上に描かれた図形そのものがインタラクションを引き起こす可能性について実験している。ある図形が一定の不快感や快感を人間に抱かせ、不快感や快感が招く行動に共通性があるとしたら、人間が描かれた図形を操作するとき、画像自体が操作を左右することになる。どう左右するのかを解明することにより、ソフトウェアを操作する人間がディスプレイ上の画像に対して取ってしまいがちな行動、癖を、予測することが可能になる。この予測は、より使いやすいインターフェースを設計する一助となるはずである。

我々はそのような「癖」を操作者達が持つと考え、特に3次元図形操作行動に着目する。快・不快をもたらす要素としては矛盾した遮蔽関係を想定し、不可能図形、現実世界には存在し得ない図形をインタラクティブにマウスで操作できるアプレットを作成し、実験を行った。

## 2. 背景

Gibson による一連の理論を、本研究は背景としている。奥行知覚をもたらす情報は、観察者や対象が動くことによって増大する。Gibson<sup>[1]</sup>に従えば、運動が遮蔽を起し、対象の面がどう配置されているかを観察者に気づかせる。2次元に描かれた図形であれ、3次元空間に存在する物体であれ、人間は遮蔽関係の変化を使い対象がどのような立体かを想定する。ディスプレイ上の図形に運動が与えられる場合、それを見る人間に与えられる情報は飛躍的に増える。

また Gibson は、アフォーダンスという理論を打ち出し、動物は自らの身体に相応しい情報を、自分自身の内部からではなく環境から取り出すと主張した。環境に情報が埋まっているという Gibson の考え方は、図形そのものがインタラクションの引き金を引くという

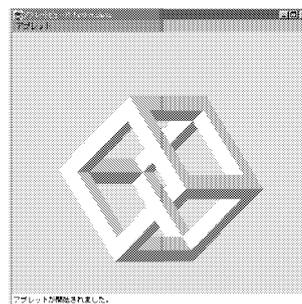


図1 陰影あり不可能図形  
Fig.1 Inable Cube with Shade

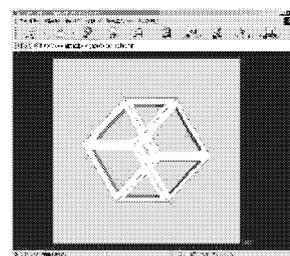


図2 陰影無し不可能図形  
Fig.2 Inable Cube without Shade

我々の仮説につながっている。

## 3. インタラクティブ不可能図形

不可能図形 ( impossible figure ) は、現実には存在し得ない位置関係をもつように描かれた立体である。ペンローズの三角箱など様々な図で知られ、イラストや絵画にもよく登場する。

また、位置関係を把握できないように描かれた立体をあいまい図形 ( ambiguous figure ) という。ネッカーの立方体 ( Necker Cube ) は輪郭線のみで描かれた立方体であり、どの辺・頂点が手前にあるのか、奥にあるのか、判定しようが無い。手前に見えていた頂点が奥に見え始めたりと、反転が生じることもある。

我々は不可能図形の立方体を、どこが奥でどこが手前に見えるのかを被験者から聞き出す便宜を図り、ネッ

\*1: 北陸先端科学技術大学院大学 {y-yabe,fuji}@jaist.ac.jp  
\*1: Japan Advanced Institute of Science and Technology

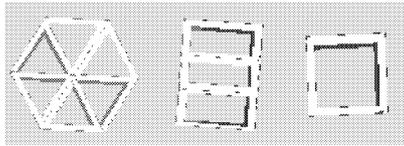


図3 固執された図形・陰影なし  
Fig.3 Adhered Image

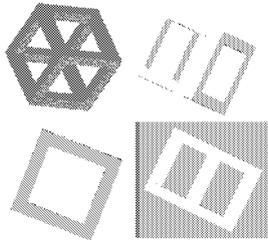


図4 固執された図形・陰影あり  
Fig.4 Adhered Image

カーキューブを参考にしながら作成した。今までに、陰影あり(図1)・無し(図2)2種類のインタラクティブ不可能図形をJavaで実装した。<http://www.jaist.ac.jp/~y-yabe>を参照されたい。

#### 4. 実験

以上の図形を被験者に操作させて観察している。「図形そのものがインタラクションの引き金を引く」という仮説が正しければ、矛盾した見え方に対する何らかのインタラクションがあるはずである。始めは陰影無しのものを用いて実験を行ったが、他の描画方法でも同様の結果が出るかを確認するため、陰影をつけたものを作成し、現在ではこちらを主に使用している。

多くの被験者が共通してとった行動には、「固執」行動<sup>[2]</sup>がある。陰影無しのキューブで行った最初の実験では33人中16人が、陰影ありのキューブで行った次の実験では6人中5人が、また、子供を対象として同様に行った実験でも17人中6人が、図3や図4の見え方でマウスを動かすのを止めたり、それらの見え方を表示させようと小刻みにマウスを動かしたりした。

成人被験者達からは、矛盾した位置関係に対する「気持ち悪い」、「違和感がある」、「こんがらがってきた」といった発言があった。一方、固執された図形は操作中のみ、「すっきりしている」、「矛盾が無い」、「うそが無い」と評されている。小学3年生を対象に実験したところ、彼らは成人が示したような不快感は表さず、図4のうち漢字の「目」や「口」や「日」に似ているものが表示されると歓声を上げた。成人が頻繁に固執した六角形の見えには、関心を示さなかった。

視線を追跡したところ、被験者自身が操作しているときと、他人が操作する様子を被験者が観察していると

ときと、視線の動きに違いが見られた。被験者自身に操作をさせると、視線はあまり動かないかゆっくりと動いたが、他人による操作を見る被験者の視線は、絶えず画面のあちこちを飛びまわった。また、ある被験者は、自身で操作をしている場合でも、最初の1分程度のみ頻繁に瞬きをしたり、視線をあちこちに飛ばしたりしていた。視線追跡実験は成人のみを対象にしている。

#### 5. 考察

上記の実験から、操作行動における共通性の存在を確認した。不可能図形は、可能な立体を描いた図と異なり、変化する見え方から抽出されるべき不変の構造、Gibsonの言う「不変項」(invariant)の抽出が妨げられる。観察された行動は、操作者がそのような図形を立体として認知する負担から逃れようとするような行動であったといえる。

自分で不可能図形を操作している人間は、視線を画面全体に走らせたりせず、回転軸上の角などを見つめていられる。さらに、立体として見なすには非常に偶然的で平面的と言える見え方のみを表示させ続けられる。ところが、操作に慣れていない場合や他人が操作している場合には、どのように回転が与えられるのか予想できず、楽な視線の定め方を選択することができない。せいぜい瞬きを多く出来るのみである。視線が画面をさまよると、矛盾した箇所が次々と目に入ってくる。

視覚という非常に原初的なレベルでさえ、目の動きや操作という相互作用の影響を受けることが分かった。ただし、子供達は図形の矛盾に気づきながら、不快感を表明しなかった。実験で現れた操作行動の「癖」は、日常生活を重ねるうちに馴化され固まった、立体構造を把握するときの「癖」を源とすると考えられる。

謝辞

視線を追跡する実験では、株式会社国際電気通信基礎技術研究所の開発した「頭部・眼球運動分析システム」を使用しました。草川直樹氏に深謝の意を表します。小学生を対象とした実験では、大川華代子氏を始めとする横浜市立日吉台小学校の皆様にお世話になりました。深く感謝します。

#### 参考文献

- [1] ギブソン: 生態学的視覚論 ヒトの知覚世界を探る (古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻訳); サイエンス社 (1985).
- [2] 谷部, 藤波: 3次元物体の認知過程における主体的操作の特徴について - ネットカーキューブ操作行動に見られた共通点; ヒューマンインタフェースシンポジウム2000論文集, pp.483-486 (2000).