

K\_035

## 3次元CGを用いたアニメーションの提示速度の検討 A Study on Animation Speed by Using Three Dimensional Computer Graphics

安井 孝児†  
Koji Yasui

重田 和弘‡  
Kazuhiro Shigeta

### 1. まえがき

近年3次元コンピュータ・グラフィックス(CG)によるアニメーションを用いた、マルチメディア学習教材が多数開発されている。また3次元映像を立体的に表示できる立体ディスプレイも普及し始めている。立体ディスプレイを用いて3次元CGを表示すれば立体図形の認識が容易になることが期待される。

アニメーションを提示する場合には、提示する図形が見やすく、かつ理解しやすい速度で映像を提示することが必要である。しかし3次元CGのアニメーションを画面に見やすく提示するための条件は明らかになっていない。

これまでに、立体図形を自転させて提示するアニメーションを対象に、被験者が見やすいと感じる提示速度を調べている<sup>[1],[2]</sup>。さらに、立体図形を自転させる場合の他に左右、上下、前後の方向に直線的に運動させて提示する場合についても検討している<sup>[3]</sup>。その結果、見やすい提示速度は個人差が大きい、同一被験者内では物体の運動方向が異なるアニメーション間で、高い相関があることが明らかになった<sup>[4]</sup>。

そこで本研究では、被験者が見やすいと考える提示速度がその被験者にとって本当に適切なものであるかどうかを検討した。また2次元表示と3次元表示で適切な提示速度に違いが生じるかの検討も行った。

### 2. 実験方法

本研究では、惑星運動を3次元CGのアニメーションで表示するシステムを用いた。表示したアニメーションがケプラーの法則に従って正しく運動しているか否かを判別させる課題を出題し、その回答時間を測定して見やすさを調べた。

実験は、まず各被験者の見やすい提示速度を測定し、次にその見やすい提示速度をもとに提示速度を変化させて課題を出題し回答時間を測定した。課題の回答時間が短ければ、物体の運動が認識しやすく適切な提示速度であったと考えることができる。また、一般的な平面提示(2次元表示)と両眼視差を与えた立体提示(3次元表示)で見やすい提示速度に差があるかどうか比較検討した。

#### 2.1 実験装置

アニメーションの提示には液晶シャッターメガネを用いた2眼式立体ディスプレイを用いた。ディスプレイは21インチCRTディスプレイ(1280\*1024pixel)、液晶シャッターメガネはStereo Graphics社製のCrystalEYES2を用いた。ディスプレイから視点までの距離は60[cm]とした。

本実験では、ディスプレイの明るさを統一するため、3次元表示の時だけでなく、2次元表示の場合も液晶シャッターメガネを着用した。

Table 1 ケプラーの法則

第1法則	太陽を焦点の一つとする楕円軌道を描く
第2法則	惑星と太陽を結ぶ線分が一定時間に描く面積は一定である(面積速度一定の法則)
第3法則	公転周期の2乗と太陽からの距離の3乗は、惑星によらず一定である

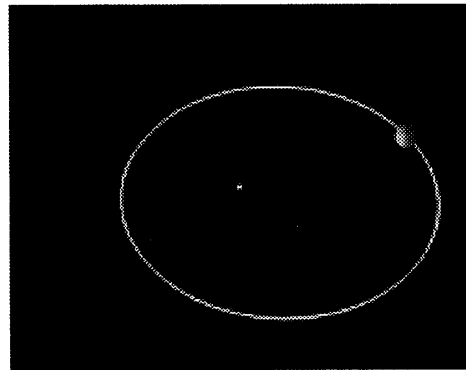


Fig.1 実験に用いたアニメーションの一例

Table 2 被験者が適切と考える提示速度

表示方法	最大値 [回転/sec]	最小値 [回転/sec]	平均値 [回転/sec]
2次元表示	1.17	0.38	0.88
3次元表示	1.13	0.35	0.85

#### 2.2 課題

太陽系の惑星はTable 1に示す3法則からなるケプラーの法則に従って運動している。本実験ではこのうちの第2法則に着目し、課題を作成した。第2法則に従って惑星が公転する正しいものと、惑星が太陽を中心に等角速度で公転する間違ったものの2種類のアニメーションを作成し、画面に提示したアニメーションが正しいか否かを判断する課題とした。

提示する惑星は画面上で半径1[cm]の大きさの球とし、色はグレー、離心率は水星と同じ0.206とした。また、長軸半径をディスプレイ上で13[cm]とし、視点は軌道平面から45°傾いた点から画面の中央に表示した太陽の位置に向くよう設定した。

#### 2.3 見やすい提示速度の測定

まず2.2で説明した課題に回答するために被験者が最も見やすいと考えるアニメーションの提示速度を測定した。被験者にはマウスの左右のクリックで正しいものと間違っているものを切り替えさせながらアニメーションの速度を調節させ、第2法則に従った運動をしているか否かを判断するのに最も適切と思われる移動速度を回答させた。測

†高松工業高等専門学校専攻科 機械電気システム工学専攻  
‡高松工業高等専門学校 電気情報工学科

定は2次元表示と3次元表示の場合でそれぞれ8回ずつ行った。提示速度は0.002[回転/sec]単位の精度で測定した。8回測定した値のうち、後半の4回分の値を平均したものを各被験者の適切な速度とした。Table 2に2次元表示と3次元表示それぞれの場合について被験者が見やすいと回答した提示速度の最大値、最小値、及び平均値を示す。

## 2.4 回答時間の測定

2.3の実験で測定した各被験者の適切な速度を基準とし、 $\pm 20\%$ 、 $\pm 40\%$ 及び $\pm 60\%$ に速度を変化させた合計7種類の速度で課題を提示し、そのときの正答率および回答時間を記録した。提示されるアニメーションが第2法則に従っている場合は左クリックを、従っていない場合は右クリックをすることで回答させた。7種類の速度それぞれについて正しいアニメーションと誤ったアニメーションを作成して、合計14問を出題した。これを2次元表示と3次元表示の場合を交互に4セットずつ、合計8セット行った。各セットの間には1分の休憩をとった。また、2次元表示から始める被験者と3次元表示から始める被験者が同数となるようにした。

## 3. 実験結果と考察

### (1) 結果

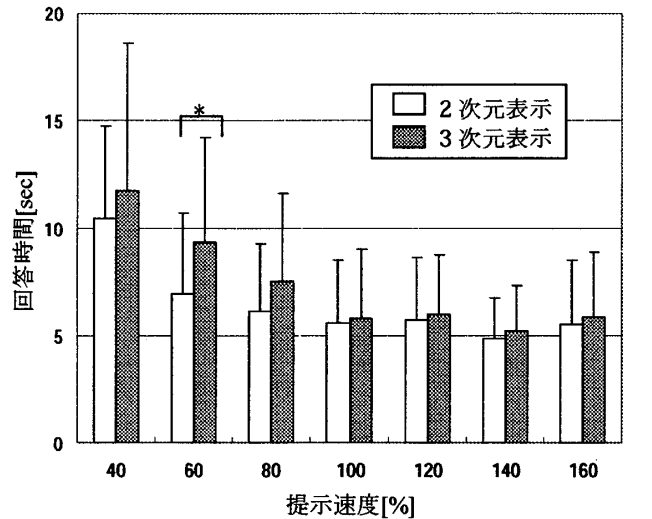
20歳から22歳までの学生8人を対象に実験を行った結果をFig.2に示す。Fig.2はケプラーの第2法則に従っている正しいアニメーションを提示した場合の被験者の平均回答時間を示している。図中の線分は標準偏差であり、個人差の大きさを表している。課題全体の正答率は最大100%、最小96.4%、平均98.4%でいずれの被験者も非常に高かった。

Fig.2より被験者が適切と考える速度かそれよりやや遅い速度で提示した場合に回答時間が短くなった。被験者が適切と考える提示速度より遅い速度で提示した場合は回答時間が長くなった。また、全ての提示速度において3次元表示よりも2次元表示の方が回答時間が短くなった。各提示速度において2次元表示と3次元表示で差があるかを調べたところ、提示速度60%の場合だけ有意差があった。

### (2) 考察

被験者が見やすいと考える速度より遅い速度で提示した場合は回答時間が長くなっているが、被験者が適切と考える速度と同じかそれより少し遅い速度で提示した場合には回答時間にほとんど差が無かった。従って被験者が適切と考える提示速度かそれより若干遅い速度で提示するのが適切と考えられる。

また2次元表示と3次元表示を比較すると、被験者が見やすいと考える速度かそれより遅い速度で提示した場合は回答時間にほとんど差がなかった。よって本実験で用いた課題に対しては、表示方法の違いによる影響はほとんど無いと考えられる。



\* : 5%水準で有意

Fig.2 実験結果

## 4. まとめ

3次元CGを用いたアニメーションの提示速度について検討を行った。まず各被験者の見やすい提示速度を測定し、次にその提示速度をもとに課題を提示し回答時間を測定した。その結果、被験者が見やすいと考える速度と同じかそれよりやや遅い速度で提示した場合に回答時間が短くなり、アニメーションの内容を理解しやすいことが分かった。また2次元表示と3次元表示では見やすい提示速度に大きな差は無かった。以上の結果から、3次元アニメーションを提示する場合には、映像を見る人が見やすいと考える速度と同じかそれよりやや遅い速度で提示するのが適切であることが明らかになった。

### 【参考文献】

- [1]重田, 松原: 三次元映像提示における適切な回転提示速度に関する検討, 2003年電子情報通信学会総合大会, D-15-14(2003)
- [2]重田: 適切なアニメーション提示速度の推定方法の検討, 2004年電子情報通信学会総合大会, D-15-22(2004)
- [3]安井, 重田: 3次元アニメーションの提示速度の検討, 2005年電気関係学会四国支部連合大会, pp.322(2005)
- [4]安井, 重田: 運動方向と見やすいアニメーション速度の関係, 2006年電子情報通信学会総合大会, D-15-26(2006)