

2010年度 卒業論文

# 加速直線運動から受ける感情強度の推定

指導教員：渡辺 大地 講師

メディア学部 ゲームサイエンスプロジェクト

学籍番号 M0107365

野口 彩

**2010年度 卒業論文概要**

**論文題目**

加速直線運動から受ける感情強度の推定

**メディア学部**

**学籍番号：M0107365**

**氏名**

野口 彩

**指導  
教員**

渡辺 大地 講師

**キーワード**

感情推定、感情強度、動画、加速度、プロシージャルアニメーション

近年のメディアの発達により、映像はインターネット、携帯電話などを利用した映像に触れる機会も増え、身近な存在となった。映像は映画やテレビ、ゲーム、アニメーションなど、多くの種類があり、人々に親しまれている。映像の表現として、動きを使っているものが多くある。映像を見ている人は、映像作品にでてくる人物やキャラクタ、物体、図形などを利用し、様々な動きによって、何らかの印象を受けることがある。人は物体がどのような感情を持って動いているかといった印象を受ける。しかし、物体の動きに対してどのような印象を受けるかは人によって様々である。本研究では、人が物体の動きを見た時に、どのような印象を受けるかといった動きと印象の関連性に着目した。また、人が動きを見た時に、Russellの提唱した感情の円環モデルを使用し、感情の方向だけでなく感情の強さをどのように感じるかの変化についてに調べることを目的とした。

動きを生成する手法として、初等関数を使ったプロシージャルアニメーションを用いた。上から下に移動する直線運動でアンケートを取った結果、同じ種類の動き方でも、上から下に移動する直線運動に加速度が増すことで、怒りや恐れといった感情の傾向、加速度が減ることで、冷静といった感情の傾向というように、人が動く物体の感情の方向性は変化することが分かった。また、人が動きを見た時に受ける印象は、加速度の変化によって感情の強さも変化することが分かった。数式に対しての印象の傾向も知ることができたため、数式を使った動きで強さの違う感情表現ができるようになった。

# 目次

<b>第1章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	研究の動機と目的 . . . . .	1
1.2	本論文の構成 . . . . .	4
<b>第2章</b>	<b>直線運動から受ける感情の強さの調査手法</b>	<b>5</b>
2.1	物体の動きについて . . . . .	5
2.2	直線運動の生成手法 . . . . .	6
2.3	上から下に移動する加速直線運動の関数 . . . . .	7
2.4	加速直線運動を作る時の条件 . . . . .	8
2.5	感情の種類 . . . . .	14
<b>第3章</b>	<b>調査及び分析</b>	<b>15</b>
3.1	調査方法 . . . . .	15
3.2	調査結果 . . . . .	16
3.3	考察 . . . . .	18
<b>第4章</b>	<b>まとめ</b>	<b>23</b>
	<b>謝辞</b>	<b>25</b>
	<b>参考文献</b>	<b>26</b>

# 目 次

1.1	感情の円環モデル . . . . .	3
2.1	式 (2.18) の加速度 . . . . .	11
2.2	式 (2.19) の加速度 . . . . .	12
2.3	式 (2.20) の加速度 . . . . .	12
2.4	式 (2.21) の加速度 . . . . .	13
2.5	式 (2.22) の加速度 . . . . .	13
3.1	動き 1 . . . . .	18
3.2	動き 2 . . . . .	18
3.3	動き 3 . . . . .	19
3.4	動き 4 . . . . .	19
3.5	動き 5 . . . . .	19
3.6	動き 1 . . . . .	20
3.7	動き 4 . . . . .	20
3.8	動き 3 . . . . .	21
3.9	動き 5 . . . . .	21
3.10	動き 1 . . . . .	21
3.11	動き 2 . . . . .	21
3.12	動き 3 . . . . .	21

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究の動機と目的

近年のメディアの発達により、映像はインターネット、携帯電話などを利用した映像に触れる機会も増え、身近な存在となった。映像は映画やテレビ、ゲーム、アニメーションなど、多くの種類があり、人々に親しまれている。映像の表現として、動きを使っているものが多くある。映像を見ている人は、映像作品にでてくる人物やキャラクタ、物体、図形などを通して、様々な動きによって、何らかの印象を受けることがある。印象を受ける様々な動きの例として、ディズニーアニメなどでよく見るアニメーションによる誇張表現 [1][2][3] や、金田アニメ [4] 作品の独特な動きといった工夫した動きがある。視聴者はそのような工夫した物体の動きの変化を楽しんでいる。そのような表現から、視聴者は動いている対象物がどのような感情を持っているかを推定し、そのような印象を受ける。しかし、物体の動きに対してどのような印象を受けるかは人によって様々である。本研究では、人が物体の動きを見た時に、どのような印象を受けるかといった動きと印象の関連性に着目した。

単純な動きの表現による、動きと印象に関する研究 [5] は多く行われている。動きと感情に関する研究例として、単純な図形動画を用いた Heider ら [6] や Michotte [7] などによる心的帰属 [8][9][10][11] の研究がある。心的帰属は観察対象に心があると感じることであり、その対象は人間だけに限らない。Heider らの研究では、人が

動きを見た時に、その動きに対してなんらかの印象を受けるのではないかという調査を行っている。3角形や円といった幾何図形が、形は変わらずに動きまわる動画を2回提示した後に被験者に動画で何が起こっていたかを自由に記述してもらった結果、図形を男女に見立てて「けんかしている」「追いかけている」といった記述が見られた。丸、3角、4角のような単純な図形が動くことで、幾何図形の動きを生物のように感じる意見が多かったことから、これらの図形が心を持っていると被験者が感じるということが明らかになった。

また、動きを見た時に人が受ける感情推定の研究も行われている。富川ら [12] による研究では、球体を用いた拡大縮小や上下移動のような、形や位置が変化する12種類の動きを見た時に、どのような感情を持って動いていると感じるかといった調査を行っている。富川らの調査で使用する感情の種類は、Ekman[13][14]が提唱した基本感情説 [15] である喜び、悲しみ、怒り、恐れ、嫌悪、驚きといった6つの感情にあわせ、感情なしを含めた7つの感情とした。調査の結果、拡大縮小や上下運動や下運動のような、被験者が形や位置が変化する12種類の動きに関して、一定の傾向が得られた。特に、拡大縮小は驚き、上下移動は喜び、下移動は悲しみという意見が多かった。よって、形や位置が変化する12種類の動きを見た時の感情の方向を分類することができた。

上記以外にも、感情に関する研究は多くの研究者によって行われており、様々な感情モデルが提案されている [15]。その中でも、Ekman に対して Russell[16]は、感情の円環モデルを提唱している。図 1.1 では Russell の感情の円環モデルを示している。感情の円環モデルは、感情は「快-不快」を横軸とし、「覚醒-眠気」を縦軸として2次元で表すことができる平面上に、円環状に並んでいるものである。感情の円環モデルでは、幸福と喜びのような類義語は接近した円環状に配置し、幸福と悲しみのような反意語は円環状では対極の位置に配置する。各感情は2次元の座標軸上のベクトルの方向と大きさとして表示し、各感情間のベクトルの方向の差はそれぞれの相関係数を表す。また、原点からのベクトルの大きさのことを感情の強さとした。Russell の感情の円環モデルから、感情には方向性だけでなく、

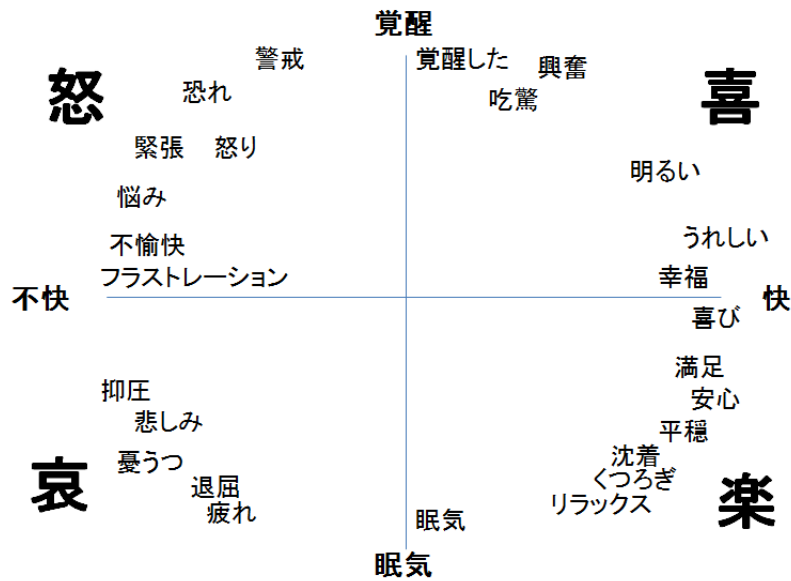


図 1.1: 感情の円環モデル

感情の強さがあることが分かった。

富川らの研究では、Russell の感情の円環モデルにおける感情の方向性を知ることができたが、感情の強さに関して不明のままである。動きの微量な変化が人の感情にどのような影響を受けるのかを知るためには、感情の強さを知る必要性がある。そこで、本研究では、Russell が提唱した感情の円環モデルを使用する。1 種類の動き方で感情の強さにどのような変化があるかを調べることを目的とし、感情の強さは、動いている物体を見た時に、人にどのような影響を受けるかを対象とする。

本研究では、加速度の変化が心的帰属における感情に影響するといった仮説を立てた。人は、力のかけ方の増加に対して、楽しんでもるように見えるといった感情の高まりを想起し、力のかけ方の減少に対しては、感情の落ち着きを想起する。また物体は、力の増加に比例して加速度が増加し、力の減少に対して加速度が減少する。従って、加速度が増加している物体に対して人は感情の高まりを想起し、加速度が減少している物体に対して人は感情の落ち着きを想起すると考えた。このことから、人が動く物体を見たものに対して印象を受ける感情の強さは、加速

度の変化から影響を受け、感情と力は関係性があるのではないかと想定した。

人が動きを見た時に、感情の方向だけでなく感情の強さによってどのような変化をするか知ることができれば、動きを使って強さの違う感情を表現する際に役に立つ。

感情の強さを調べる時に、球体が上から下に移動する直線運動を見てもらい、アンケートをとった。動きを生成する手法として、人が動きを見た時に、どのような影響によって、人の感情の強さが変化するか分析を行いやすい数式を使ったプロシージャルアニメーション [17] を用いた。

調査の結果、速度が変化する上から下に移動する直線運動の動きでは、感情の方向性だけでなく、感情の強さにも変化がでることが分かり、一定の傾向を得ることができた。富川らの研究では 12 種類の動きで 95 % の被験者の評価から「悲しみ」という感情の高い一致度を示し、感情の方向性を得ることができた。しかし、本研究の調査の結果から、同じ種類の動き方でも、上から下に移動する直線運動に加速度が変わることで、動く物体の感情の方向性は「悲しみ」以外にも変化することが分かった。

また、加速度が増加する動きは、感情の強さも大きくなり、恐れや怒り、嬉しさなど、「覚醒」の方向に傾向が強くなった。加速度に変化がない、減少するといった動きは、感情の強さも小さくなり、安心や、冷静、憂鬱、悲しみなどといった「眠気」の方向に傾向が強くなった。このことから、人が動きを見た時に受ける印象は、加速度の変化によって感情の強さも変化することが分かり、感情の強さが、動きを見た人が印象を受ける一つの要因となることが分かった。

## 1.2 本論文の構成

本論文は、本章を含めて全 4 章で構成する。第 2 章で、直線運動から受ける感情の強さの調査手法、第 3 章では調査及び、検証を行い、最後に第 4 章で本研究のまとめについて述べる。



## 第 2 章

# 直線運動から受ける感情の強さの調査 手法

本研究では、人は動く物体を見た時に、加速度によって感情の強さがどのような変化をするか調べることを目的とした。本章では、感情の強さを調べるための手法について述べる。2.1 節では物体の動きの概念と加速度と力の関係性や数式を使った感情の関係性について述べ、2.2 節ではなぜ数式を使った直線運動を選んだのか具体的に述べる。2.3 節では上から下に移動する加速直線運動で用いる関数を示し、2.4 節で直線運動を作る時の条件を提示し調査で用いる動きの関数を紹介した。2.5 節では調査で用いる感情を紹介する。

### 2.1 物体の動きについて

位置、速度、加速度がすべて連続である動きは、位置、速度、加速度の関係を立式することによって表すことができる。ある時間  $t$  における物体の位置を  $\mathbf{P}(t)$  と表し、速度を  $\mathbf{V}(t)$ 、加速度を  $\mathbf{A}(t)$  とする。

位置を表す  $\mathbf{P}(t)$  を微分すると速度となり、式 (2.1) と表す。また、速度を微分すると加速度となり、式 (2.2) と表す。

$$\mathbf{V}(t) = \frac{d}{dt}\mathbf{P}(t) \quad (2.1)$$

$$\mathbf{A}(t) = \frac{d}{dt}\mathbf{V}(t) \quad (2.2)$$

ニュートンの運動法則 [18][19] から、物体の質量を  $m$ 、物体の加速度を  $\mathbf{A}$  としたとき、物体にかかる力  $\mathbf{F}$  は次の式 (2.3) に示す運動の第 2 法則に基づく。

$$\mathbf{F} = m\mathbf{A} \quad (2.3)$$

人は力のかけ方に対し、感情が高まると力が増加していき、心が落ち着くと力は減少していくイメージとなると考えた。感情の強さと加速度が関係しているのであれば、様々な関数を 2 階微分した加速度を使って、感情の強さと力の関連性を導くことができると想定した。

## 2.2 直線運動の生成手法

人が物体の動きを見た時、感情の強さはどのような変化をするか調査するために、動きを用意する必要がある。動きを作るためのアニメーション制作手法 [17] に、プロシージャルアニメーションやキーフレームアニメーション [20] という手法がある。本研究では、上から下に移動する直線運動を生成する手法としてプロシージャルアニメーションを用いた。本研究の目的においては、感情の強さと動きの加速度の関係性を調べるため、任意の時刻における加速度を求める必要がある。キーフレームアニメーションの手法では、キーフレームの打ち方や補間の仕方によって動きを作っているが、その動きから加速度を求めるには、手間がかかるので不向きである。このことから、キーフレームアニメーションの手法では、今回の調査では用いないことにした。数式を用いたプロシージャルアニメーションの手法では、一般的な数式を使って、動きの生成ができる。数式は関数による調査の分析がしやすく、数式で生成した動きは、どのような影響によって、人の感情の強さが変化しているか分析しやすい。このことから、プロシージャルアニメーションを動きを生成する手法として選んだ。

調査で使用する動きの種類として、上から下に移動する加速直線運動を選んだ。理由として、感情の変化の度合いを調べるには、最もシンプルな動きが調査とでは行いやすいと考えたからである。また、富川ら [12] の先行研究で、上から下に移動する直線運動は、95 %の被験者の評価から高い一致度を示したため採用した。

## 2.3 上から下に移動する加速直線運動の関数

本研究では、平面上で球体が上から下に移動する加速直線運動を関数で表す。加速直線運動は、時間経過とともに加速していくことである。関数は初等関数を用いる。 $f$  を一般の実関数として、球体の位置を指定する関数とすると、2次元座標平面上における球体の位置座標を  $(0, f(t))$  と表すことで、球体が上から下に移動する加速直線運動を表すことができる。

初等関数の中から、上から下に移動する加速直線運動を表すことができる関数として、多項式関数、三角関数、ハイパボリック関数を対象とした。本研究で用いる多項式関数は式 (2.4) 式 (2.5) 式 (2.6) を用いた。

$$g_1(x) = x^2 \quad (2.4)$$

$$g_2(x) = x^3 \quad (2.5)$$

$$g_3(x) = x^4 \quad (2.6)$$

三角関数は周期性があるため、式 (2.7) の関数の上から下に移動する直線運動で使える部分を用いた。

$$g_4(x) = \cos x \quad (2.7)$$

ハイパボリック関数は、式 (2.8) を直線運動として用いた。

$$g_5(x) = \cosh x \quad (2.8)$$

## 2.4 加速直線運動を作る時の条件

本研究の調査では、式 (2.12) の関数を使って上から下に移動する加速直線運動を生成する時、球体が上から下に移動するために、始点と終点を決める。人は球体の移動を見たとき、速度だけで印象を判断してしまうことがある。そのようにならないため、速度の変化の度合いを見てもらうように条件を合わせる。そのため、異なる関数を使った動きでも、球体が始点から終点に到達するまでの時間を合わせる必要がある。

よって、球体が始点から終点に到達するまでの到達時間を合わせ、速度の変わり方で動きを見てもらうようにした。球体の到達時間が一緒になる条件を、式 (2.9) 式 (2.10) 式 (2.11) とした。式 (2.9) は直線運動をする球体の始まりを (0,0) 上とするための式である。

$$f_i(0) = 0 \quad (2.9)$$

式 (2.10) は、直線運動をする球体の終わりを、(0,-20) とするための式であり、m は上から下に球体が終点に到着する時間を一定に合わせるために用意した変数である。

$$f_i(m) = -20 \quad (2.10)$$

また、球体が直線運動をする時、動きが止まっている状態から開始するため、式 (2.11) を用いた。

$$f'_i(0) = 0 \quad (2.11)$$

本研究では、調査をするための条件に当てはめるように、対象とした関数である式(2.4)、式(2.5)、式(2.6)、式(2.7)、式(2.8)と、上から下に移動する加速直線運動を作る条件を加えた式(2.9)式(2.10)式(2.11)を式(2.12)に当てはめて、上から下に移動する加速直線運動を生成する。

式(2.12)は、 $g_i(t)$ を $x$ 方向や $y$ 方向に移動したり拡大縮小することができる一般式である。 $\alpha$ は $x$ 方向の移動、 $\beta$ は $x$ 方向の拡大縮小、 $\gamma$ は $y$ 方向の移動、 $\delta$ は $y$ 方向の拡大縮小を行うことができ、式(2.12)を使うことで、グラフを自由に変換することができる。式(2.12)での $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ を適切に設定することにより、条件にあった加速直線運動を生成することができる。

$$f_i(t) = \delta g_i \left( \frac{t - \alpha}{\beta} \right) + \gamma \quad (2.12)$$

この条件を使って、多項式関数、三角関数、ハイパボリック関数の式(2.12)係数を調整すると式(2.4)は式(2.13)、式(2.5)は式(2.14)、式(2.6)は式(2.15)、式(2.7)は式(2.16)、式(2.8)は式(2.17)のようになる。本研究の調査で使う上から下に移動する直線運動は、この5つの式を用いた。

$$f_1(t) = -\frac{20}{m^2}t^2 \quad (2.13)$$

$$f_2(t) = -\frac{20}{m^3}t^3 \quad (2.14)$$

$$f_3(t) = -\frac{20}{m^4}t^4 \quad (2.15)$$

$$f_4(t) = \left(40 + 20\sqrt{2}\right) \cos\left(\frac{\pi}{4m}t\right) - 40 - 20\sqrt{2} \quad (2.16)$$

$$f_5(t) = -\cosh\left(\frac{\log(21 + 2\sqrt{110})}{m}t\right) + 1 \quad (2.17)$$

位置を示す関数を2階微分することで、時間を合わせて調整した物体の加速度を求めることができる。式(2.13)を微分すると式(2.18)となり、以下同様に、式(2.14)は式(2.19)、式(2.15)は式(2.20)、式(2.16)は式(2.21)、式(2.17)は式(2.22)と、力のかかる様子を表すことができる。

$$\frac{d^2}{dt^2}f_1(t) = -\frac{40}{m^2} \quad (2.18)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}f_2(t) = -\frac{120}{m^3}t \quad (2.19)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}f_3(t) = -\frac{240}{m^4}t^2 \quad (2.20)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}f_4(t) = -\frac{\pi^2}{16m^2}(40 + 20\sqrt{2})\cos\left(\frac{\pi}{4m}t\right) \quad (2.21)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}f_5(t) = -\frac{(\log(21 + 2\sqrt{110}))^2}{m^2}\cosh\left(\frac{\log(21 + 2\sqrt{110})}{4m}t\right) \quad (2.22)$$

図2.1、図2.2、図2.3、図2.4、図2.5では加速度の様子で、それぞれの関数の加速度が、時間が進むにつれてどのように変化しているのかを示している。また、加速度は下向きの力を表している。

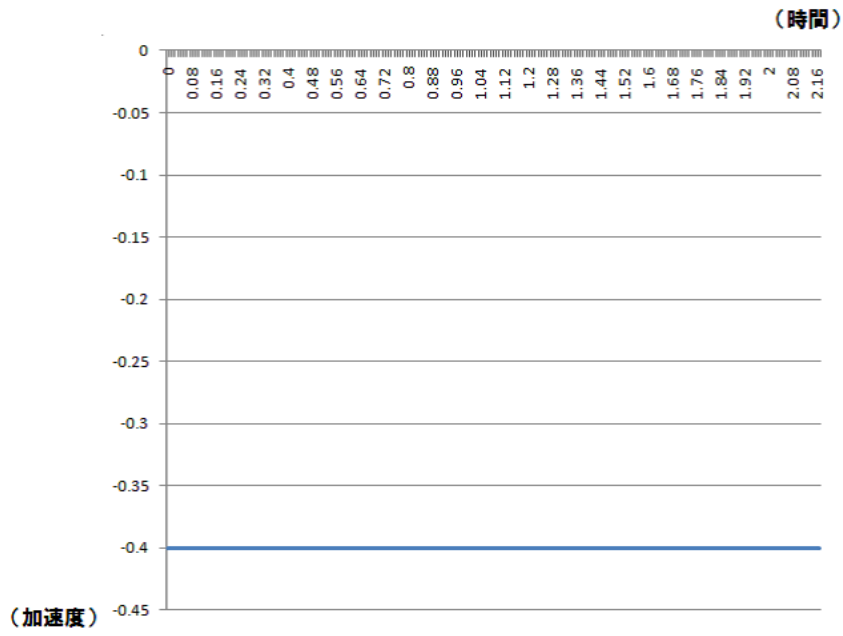


図 2.1: 式 (2.18) の加速度

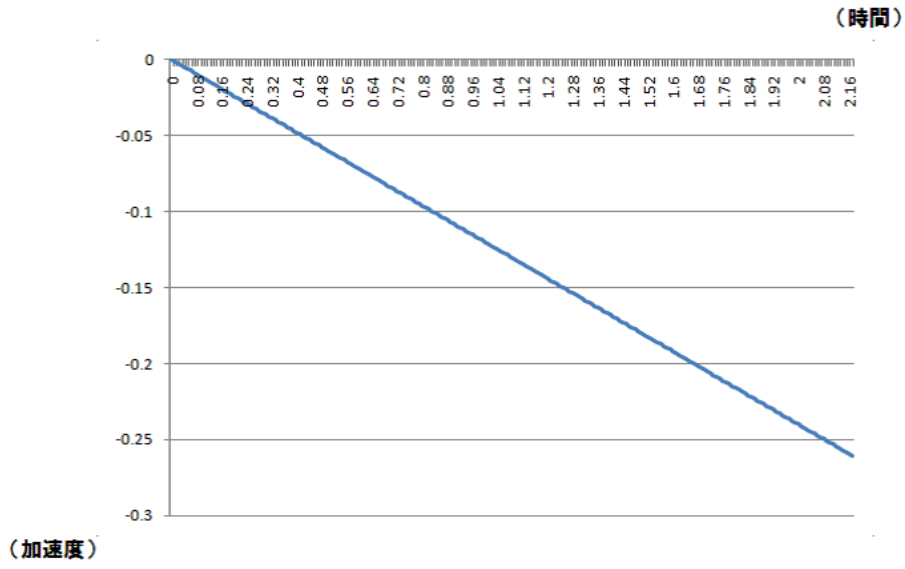


図 2.2: 式 (2.19) の加速度

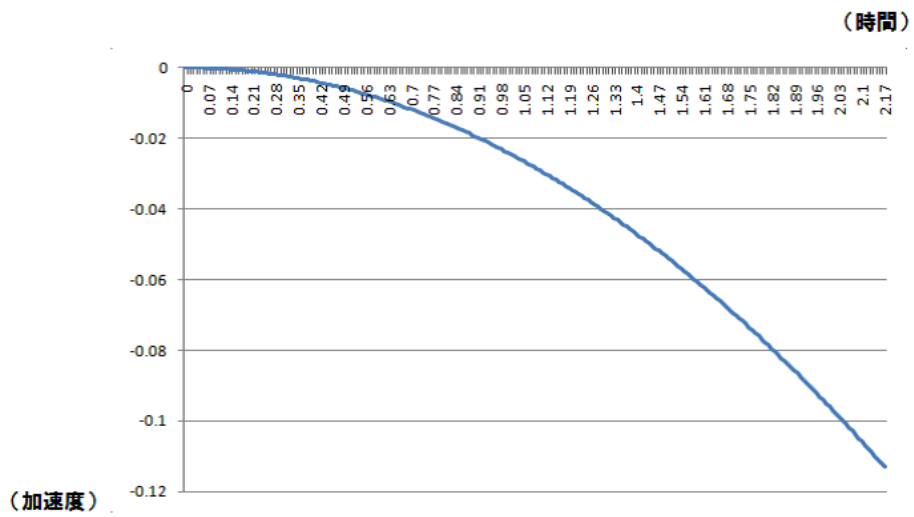


図 2.3: 式 (2.20) の加速度



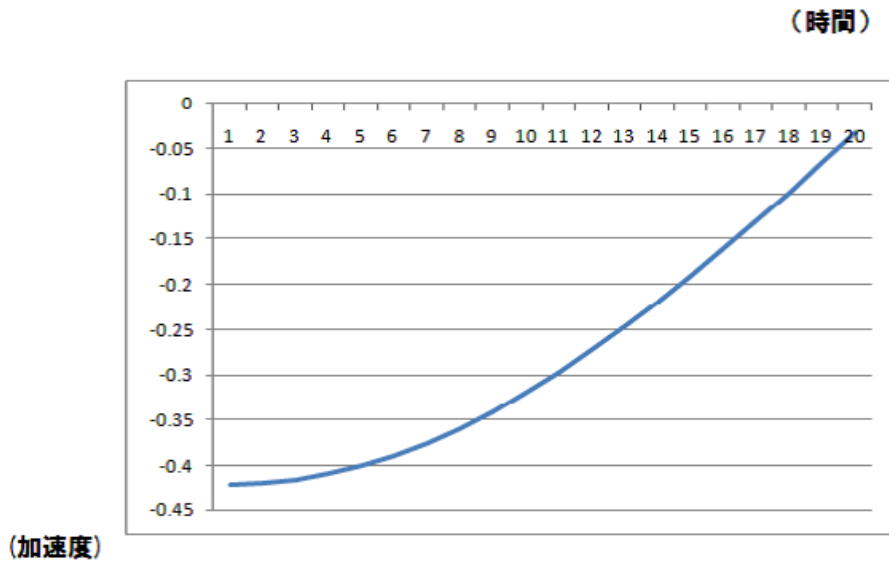


図 2.4: 式 (2.21) の加速度

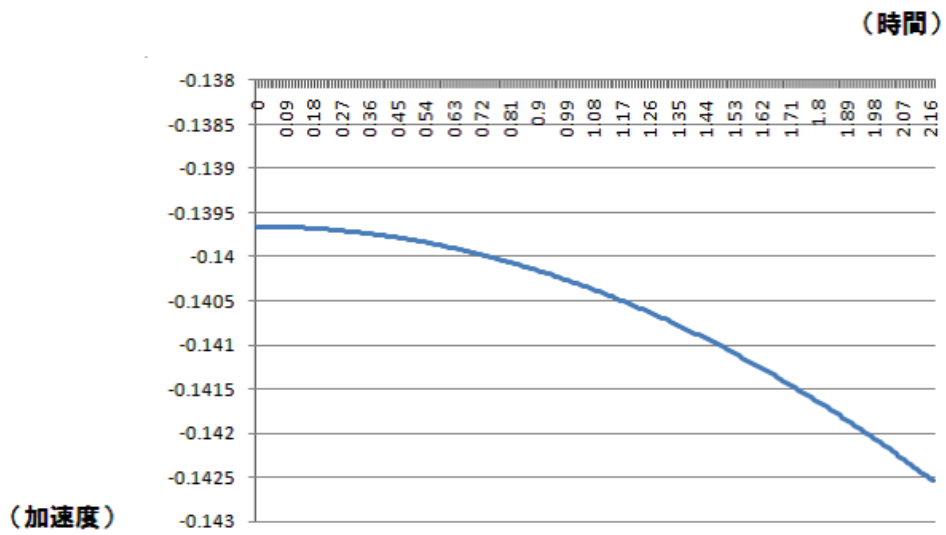


図 2.5: 式 (2.22) の加速度

## 2.5 感情の種類

本研究では感情の円環モデルを使用する。感情円環モデルは、1章の図1.1で分かるように色彩環を取り巻く色相に似ている。幸福と喜びのような類義語は接近した円環状に配置され、幸福と悲しみのような対義語は円感情では、対立した位置に配置される。今回は同じ上から下に移動する直線運動の中でも、感情の強さがどのように変化するか調べるために、感情が類義語ばかりに偏らないようにした。

類義語で分類している喜怒哀楽を右上から反時計回りに第1象限、第2象限、第3象限、第4象限と分類した。その4つに分類された感情から、近いものとならないように各象限から2種類を抽出し、吃驚、嬉しい、恐れ、怒り、悲しみ、憂うつ、沈着、安心の8種類を選んだ。また、原点からのベクトルの大きさによって感情の強さを示すことができるようにした。

# 第 3 章

## 調査及び分析

### 3.1 調査方法

被験者にパソコン上で動画を提示し、その動きがどのような感情を持って動いていると感じるか判断してもらい、解答用紙に記入してもらった。動画表示は 13cm 四方の枠内に直径 1cm の赤い円図形を動かすこととした。課題として、数式で生成した 5 種類の上から下に移動する直線運動の動画を用いた。この 5 種類の動画を、課題 A と課題 B に分け、課題を提示した。課題 A は動画 1 から 5 までを順番に見せる方法で、課題 B は動画 5 から 1 までを順番に見せる方法とした。また、その 5 つの動画とは別に、調査する動画の中で比較をしないために、調査する動画の前に基準となる動きを、毎回見てもらった。評定項目として、第 1 章、2 章で述べた Russell による感情の円環モデルから選択した感情（吃驚、嬉しい、恐れ、怒り、悲しみ、憂うつ、沈着、安心の 8 種類）を用いた。被験者が感情の意味を理解しやすいよう、評定項目の欄では、吃驚は驚き、沈着は冷静と表した。

調査は、10 代、20 代の男女 34 名に行った。動画を切り替えるために、キーボードを使って操作できるようにした。操作方法は、0 キーで基準となる動き、1 キーで動き 1、2 キーで動き 2、3 キーで動き 3、4 キーで動き 4、5 キーで動き 5 とした。また、第 2 章で述べた、式 (2.13) を動き 1、式 (2.14) を動き 2、式 (2.15) を動き 3、式 (2.16) を動き 4、式 (2.17) を動き 5 と表した。

まず、調査用紙に記入した調査方法に詳しいことを加え、読み上げた。調査方法は、「これから丸い図形が現れ、動きだします。5種類の動きを見た時に、動きがどのような感情を持って動いていると感じるか判断してください。感情の種類は驚き、嬉しい、安心、冷静、憂うつ、悲しみ、恐れ、怒りの8種類です。この8種類の感情について、0から100までの数値で記入してください。記入する数値は、感情に対して反対と感じたら0、賛成と感じたら100と記入します。20、40、65のような少数を含まない2桁の数字は可能とします。調査中の動きは何度も見ることができますが、指定された順番の流れで見ることになります。調査中の動きが終わるまで、次の動きを見ることはできません。ただし、基準の動きに関しては調査動画を見ている途中に何度もみることができます。」とした。

注意点として、動きがどのくらいの感情の強さにあてはまるのかを判断するのであって、動きを見て、被験者がどのような感情になたのかを回答するのではないということを告げた。なお、回答時間は実験参加者の自由とした。

## 3.2 調査結果

表3.1、表3.2、表3.3はアンケート結果を示したものである。アンケート結果は、課題Aの被験者17人、課題Bの被験者17人、全体34人から球体の動きを見て感じた数値から平均をとったものである。平均は、5種類の動きから被験者の感情の数値を比較した場合と、8種類の感情から被験者の感情の数値を比較した場合で分析を行った。動きは横軸、感情は縦軸で見る。

表 3.1: 課題 A の平均値と不偏分散の結果

	驚き	嬉しい	安心	冷静	憂鬱	悲しみ	恐れ	怒り	
動き1	平均	10.00	25.88	23.53	46.47	47.06	45.59	27.06	10.29
	不偏分散	312.50	775.74	911.76	886.76	809.56	862.13	659.56	407.72
動き2	平均	14.71	26.47	24.71	34.12	39.71	43.53	19.12	18.24
	不偏分散	488.97	1036.76	563.97	638.24	1070.22	949.26	675.74	640.44
動き3	平均	20.00	29.71	13.53	14.71	22.94	20.00	24.12	24.71
	不偏分散	462.50	657.72	436.76	326.47	759.56	550.00	738.24	938.97
動き4	平均	4.71	7.94	35.88	53.24	31.76	37.06	27.65	9.41
	不偏分散	63.97	159.56	813.24	615.44	977.94	1322.06	819.12	305.88
動き5	平均	33.82	37.65	13.53	12.94	20.00	11.18	35.88	32.35
	不偏分散	1136.03	756.62	411.76	372.06	675.00	498.53	1363.24	1419.12

表 3.2: 課題 B の平均値と不偏分散の結果

	驚き	嬉しい	安心	冷静	憂鬱	悲しみ	恐れ	怒り	
動き1	平均	11.82	25.24	50.00	50.53	39.00	34.88	26.82	12.41
	不偏分散	424.15	860.94	1174.25	1043.51	848.25	1105.24	699.90	344.63
動き2	平均	20.71	18.18	31.24	41.41	41.65	35.76	27.41	18.29
	不偏分散	685.35	424.03	881.07	1248.26	713.62	615.57	422.26	490.22
動き3	平均	25.41	30.29	20.88	21.88	34.41	35.35	36.18	28.35
	不偏分散	795.38	870.22	431.99	600.24	1062.13	1033.37	1159.03	959.24
動き4	平均	10.41	12.18	46.53	49.71	49.82	41.18	25.88	12.94
	不偏分散	152.88	363.03	1059.76	1020.22	900.53	722.40	703.86	537.68
動き5	平均	17.06	22.06	29.29	38.06	46.06	47.29	38.12	14.82
	不偏分散	459.56	822.06	1070.35	781.56	827.18	707.60	817.74	475.53

表 3.3: 全体の平均値と不偏分散の結果

	驚き	嬉しい	安心	冷静	憂鬱	悲しみ	恐れ	怒り	
動き 1	平均	9.15	21.44	35.29	49.38	44.94	45.68	24.88	10.91
	不偏分散	255.10	665.77	1017.73	879.94	920.73	988.89	596.35	299.54
動き 2	平均	18.29	22.91	24.15	37.47	39.50	34.35	24.44	19.15
	不偏分散	562.88	710.69	750.25	960.26	856.98	705.14	631.65	583.89
動き 3	平均	22.71	30.00	16.18	19.32	29.26	27.09	30.15	26.53
	不偏分散	617.43	740.91	403.39	462.83	894.14	849.48	957.34	923.77
動き 4	平均	7.56	10.06	37.97	54.71	40.21	39.12	26.76	11.18
	不偏分散	113.53	258.00	822.45	821.12	1007.50	995.62	739.22	412.21
動き 5	平均	25.44	29.85	20.09	26.82	33.03	29.24	37.00	23.59
	不偏分散	846.01	828.01	577.84	911.85	903.24	920.79	1058.73	997.76

### 3.3 考察

ここでは1章で述べた感情の円環モデルの図 1.1 を使って考察する。図 3.1、図 3.2、図 3.3、図 3.4、図 3.5 では、アンケート調査から得た全体の動きから見た感情の平均値の結果をグラフで表した図をまとめたものである。

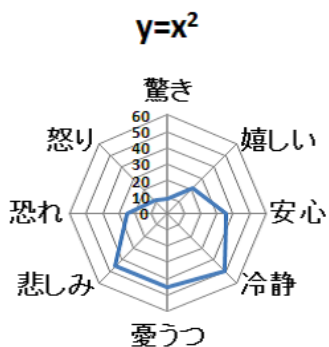


図 3.1: 動き 1

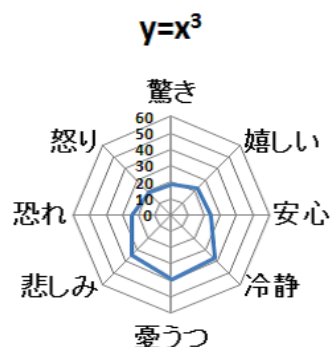


図 3.2: 動き 2



図 3.3: 動き 3

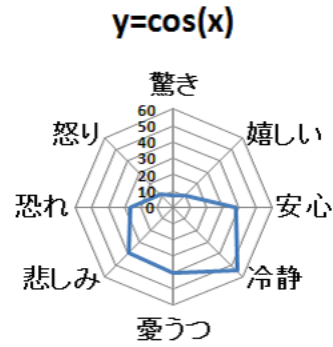


図 3.4: 動き 4



図 3.5: 動き 5

表 3.1、表 3.2、表 3.3 の平均と不偏分散の結果から、感情のばらつき度を分析した。不偏分散は平均値が高いほど、不偏分散の数値は大きくばらつき度が上がり、平均値が低いほど、不偏分散の数値はばらつき度が下がる傾向となる。表 3.1、表 3.2 では、憂うつや悲しみの感情は、平均値に比べ非常に不偏分散の数値が大きいことから、個人差が激しい不安定な感情であると言える。驚きの感情は、どの動きに対しても平均値は低く、不偏分散の数値も小さいことから、驚きには感じないといった共通した感情であると言える。表 3.3 を見ても不偏分散の結果から憂うつの感情は不安定な感情であり、驚きの感情は、どの動きに対しても当てはまりにくい感情であることが分かった。

動きに対する感情の方向を分析すると、課題 A の平均値と不偏分散の結果の表 3.1 から、動き 1、動き 4 を見ると 8 種類の感情の中では、憂うつや悲しみ、冷静といった感情が比較的高い一致度で、感情の円環モデルの、「不快」や「眠気」といったベクトルの方向性となった。動き 3、5 の恐れ、嬉しいは、「快」「不快」の横軸で反対方向のベクトルとなるが、縦軸で見ると、「覚醒」という同じベクトルの方向性となった。課題 B の表 3.2 からは、全体的に憂うつや冷静、恐れ of 感情の平均値が全体的に高いが、恐れや嬉しい、驚きの感情の平均値は低いことから、「眠気」といったベクトルの方向性の傾向が分かった。

全体の表 3.3 から動き 1、4 は図 3.6、図 3.7 でも示しているように「眠気」の方向、動き 3、5 は図 3.8、図 3.9 でも示しているように「覚醒」の方向という分類ができた。動き 2 に関しては、全ての結果において、憂うつや悲しみといった方向性を保っていた。動きから見た平均値では、感情の円環モデルの横軸で大きく 2 つのグループに分かれ、比較的どの動きも眠気や不快の方向に強い感情を持った。

図 3.6、図 3.7 は「眠気」の方向を表した動き 1 と動き 4 の結果である。

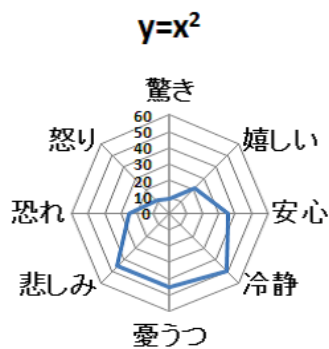


図 3.6: 動き 1

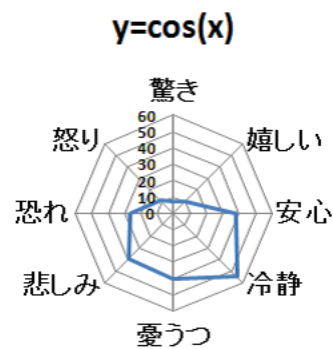


図 3.7: 動き 4

図 3.8、図 3.9 は「覚醒」の方向を表した動き 3 と動き 5 の結果である。



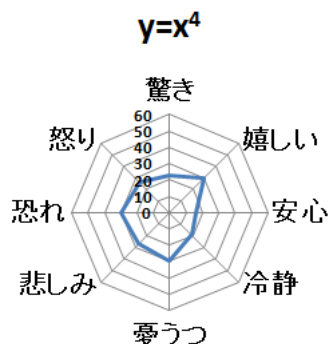


図 3.8: 動き 3

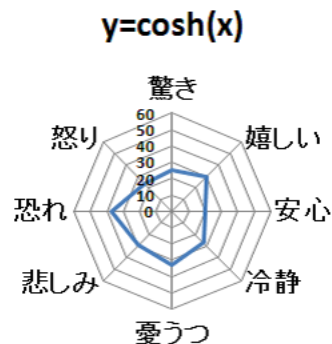


図 3.9: 動き 5

また、動き 1、2、3 の多項式関数で見ると、加速度が少しずつ増していく変化から、感情の円環モデルで、「眠気」から「覚醒」へ移り変わる様子がわかる。



図 3.10: 動き 1

図 3.11: 動き 2

図 3.12: 動き 3

調査を行った結果 2 つのことが分かった。1 つ目は感情の方向性についてである。富川らの研究では 12 種類の動きで 95 % の被験者の評価から「悲しみ」という感情の高い一致度を示し、感情の方向性を得ることができた。しかし、本研究の調査の結果から、同じ種類の動き方でも、上から下に移動する直線運動に加速度が変わることで、人が動く物体の感情の方向性は変化することが分かった。

また、感情の強さについては、上から下に移動する直線運動を見た時、人の感情は力に関係していることが分かった。第 2 章で示した式 (2.18)、式 (2.19)、式 (2.20)、式 (2.21)、式 (2.22) の力のかかる様子と調査結果を比べた。

動き1は、感情の円環モデルでいうと、憂うつや冷静といった第3象限、第4象限の「眠気」の方向性の傾向から、式(2.18)の力のかかる様子と当てはまっていた。この式では感情の強さは一定な傾向があることが分かった。動き2は、悲しみや憂うつといった動き1より、「覚醒」に感情が移動していった。式(2.19)を見てわかるように、力が増えていく様子が分かった。感情の大きな変化はなかったが、動き3は、怒りや喜びなど、第1現象、第2現象の「覚醒」の方向性の傾向があった。式(2.20)では、力のかかる様子がかかなり強くなっている様子が分かった。動き4は、安心や冷静といった第3現象の傾向が見られた。式(2.21)でも分かるように、力が弱まっている。動き5は、驚きや、恐れなど第1現象の「覚醒」の傾向がある。式(2.22)力のかかる様子は、急激に強まっていることが分かる。

これらの結果から、動き3や動き5のような、加速度が増加する動きは、感情の強さも大きくなり、恐れや怒り、嬉しさなど、「覚醒」の方向に傾向が強くなった。これとは逆に、動き1や動き4のような、加速度に変化がない、減少するといった動きは、感情の強さも小さくなり、安心や、冷静、憂鬱、悲しみなどといった「眠気」の方向に傾向が強くなった。今回の調査では、上から下に移動する直線運動を用いたが、この動きでは、横軸を中心に「覚醒」、「眠気」の方向に感情が変化している動きがほとんどであった。縦軸を中心に「快」「不快」といった傾向は全くみられなかったため、上から下に移動する直線運動では、そのような傾向は現れにくいということがわかった。人が動きを見た時に受ける印象は、加速度の変化によって感情の強さも変化することが分かった。

## 第 4 章

### まとめ

本研究では、人が物体の動きを見た時に、どのような印象を受けるかといった動きと印象の関連性に着目し、人が動きを見た時に、感情の方向だけでなく感情の強さによってどのような変化をするか調べることを目的とした。

数式を使った上から下に移動する直線運動でアンケートを取った結果、同じ種類の動き方でも、上から下に移動する直線運動に加速度が変わることで、人が動く物体の感情の方向性は変化することが分かった。このことから、感情の強さが、動きを見た人が印象を受ける一つの要因となることが分かった。人が動きを見た時に、加速度の変化によって、感情の円環モデルの「覚醒」と「眠気」といった感情の強さにも変化があることがわかった。数式に対しての印象の傾向も知ることができたため、数式を使った動きで、少し嬉しい、とても嬉しいといったような、感情の強さを表現できるようになった。

実際に上から下に移動する直線運動の動きを使って表現する場合、 $y = x^2$  や  $y = \cos x$  の数式は、眠気の感情を表現しやすい傾向がでた。 $y = x^2$  の数式では、憂うつや悲しみと感じる動きの表現、 $y = \cos x$  の数式では、力が減少していくことや一定なことから、安心や冷静と感じる動きの表現が当てはまりやすい。また、 $y = x^4$  や  $y = \cosh x$  の数式は、力が増加していくことから、覚醒の感情を表現しやすい傾向がでた。 $y = x^4$  の数式は、恐れや怒り、嬉しいと感じる動きの表現、 $y = \cosh x$  の数式では、驚きや恐れと感じる動きの表現が当てはまりやすい。また

映像の制作者にとっても、動きの表現を使って人に感情を与えたい時に、役に立つようになると考える。例えば、プロシージャルアニメーションでキャラクターが上から下に落ちる物体の動きを生成する場合、加速度を増すと怒りや恐れ、嬉しいといった覚醒を表現することができ、迫力のある落ち方となる。また、加速度を減らすと冷静や安心といった眠気を表現することができ、ゆっくり降りてくるような動きとなる。このように、同じ上から下に移動する直線運動でも加速度の変化によって感情を変えることができるようになる。

今回は上から下に移動する上から下に移動する直線運動の動きを対象としたが、それ以外の多くの動きからも、違った感情の強さを受けることが予測できる。これらの実現を今後の課題にしたい。上から下に移動する上下運動以外の動きの種類でも、人が動きを見た時に受ける印象を知ることができれば、感情の円環モデルの「覚醒」、「眠気」以外の「快」、「不快」といった感情の強さにも傾向がでるかも知れない。感情の強さの表現がさらに増えることで、動きと印象の関連性をより深めることができ、将来、動きの指針となるだろう。

# 謝辞

大地先生、三上先生、竹内さん、院生のみなさん、ゲームサイエンスの4年生のみんな大変お世話になりました。いっぱい助けていただき、仲間の大切さほんとに知りました。感謝の気持ちでいっぱいです。TUT-Windsのみんなもありがとうございます。研究で辛かったときの私の心の支えになりました。

研究室もサークルなどとっても充実した毎日でした。みんな大好きです！ありがとうございます♪

大地先生、先生と7年間ずっと一緒に過ごせてとっても楽しい学生生活でした。他の人では絶対に経験でできないこといっぱいできました。これから社会に旅立ちますが、今後も見守っていてください。よろしくおねがいします。

## 参考文献

- [1] 桑原明栄子, 牧野光則. Cg アニメーション用誇張表現作成補助システムの提案. 芸術科学会論文誌 Vol.2 No.1, pp. 21–30.
- [2] 佐藤修一, 近藤邦雄, 金子満, 佐藤尚, 島田静雄. アニメーション制作における動作強調のための motion filter. 埼玉大学 株式会社エムケイ.
- [3] Hisashisato Mitsuhiro Kobayashi, Kunio Kondo. Emphasized expressions using motion filter in creating animation. *8th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Proceedings of the 8th ICECGDG Conference Vol.2pp.451-454,, 1998.*
- [4] 金田伊功. 金田伊功スペシャル. 1982.
- [5] 吉村浩一. 運動現象のタキソノミー 心理学は“動き”をどう捉えてきたか. ナカニシヤ出版, 2006.
- [6] Simmel M Heider, F. An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, 57, pp. 243–259, 1944.
- [7] A Michotte. The percception of causality. *London: Methuen*, 1963.
- [8] 龍輪飛鳥. 運動図形のアニメーションを用いた心的帰属研究の展望. 京都大学大学院教育学研究科紀要 第 53 号, 2007.

- [9] 飛鳥龍輪. 2つの運動図形のインタラクションの知的と心的帰属の関係. 京都大学大学院教育学研究科紀要, 2008.
- [10] 飛鳥龍輪. 運動図形のアニメーションを用いた心的帰属の研究の展望. 京都大学大学院教育学研究科紀要, 2006.
- [11] 飛鳥龍輪. 運動図形に対する心的状態の付与に及ぼす図形の種類と運動パターンの効果. 京都大学大学院教育学研究科紀要, 2004.
- [12] 富川道彦, 尾田政臣. 単純な動きを示す対象図形の感情推定. 社団法人映像情報メディア学会報告, Vol. 11, pp. 12-34, 2009.
- [13] P Ekman. Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. in j. cole(ed). *Nebraska Symposium on Motivation. Vol.19*, pp. 207-283, 1972.
- [14] フリーゼン W.V. 工藤 力 (訳) エクマン. 表情分析入門-表情に隠された意味をさぐる. 誠信書房, 1987.
- [15] 濱 保久鈴木 直人. 感情心理学への招待-感情, 情緒へのアプローチ -. サイエンス社, 2001.
- [16] J. A Russell. A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39,, pp. 1161-1178, 1980.
- [17] 財団法人. デジタル映像表現-CGによる映像制作-. CG-ARTS 協会, 2008.
- [18] 戸田盛和. 力学 物理コース 1. 岩波書, 1996.
- [19] 野田学. はじめて学ぶ物理力学. 2007.
- [20] 作田涼. 板野サーカスの特徴を持ったミサイルのアニメーション作成時の作業効率化手法の提案. 東京工科大学メディア学部 ゲームサイエンスプロジェクト, 2007.