

# ミニチュア映像におけるミニチュア感要素の抽出と 観察者の感性との相関に関する研究

宮脇 巧真<sup>1)</sup> 菊池 司<sup>2)</sup> (正会員)

1) 東京工科大学メディア学部 2) 東京工科大学

## A study on the Necessary Element in Miniature Video and the Sensitivity of the Viewer

Takuma MIYAWAKI<sup>1)</sup> Tsukasa KIKUCHI<sup>2)</sup> (Member)

1) School of Media Science, Tokyo University of Technology 2) Tokyo University of Technology

1) m011241255@edu.teu.ac.jp 2) kikuchitks@stf.teu.ac.jp

### アブストラクト

実景を撮影した映像であるのにもかかわらず、まるでミニチュアのように見える映像作品がある。本論文では、このような「ミニチュア映像」においてどのような映像的要素（撮影俯角、焦点距離、ぼけ、および色彩など）が観察者の感覚のズレを導いているのかを明らかにすることを目的に、主観評価実験を行った結果を述べ、議論を行う。そして、カメラワークの有無がミニチュア感に大きく作用していることを明らかにする。

*Keywords* : ミニチュア効果, 映像要素, 主観評価

### Abstract

In spite of an image obtained by photographing the actual scene, there is a video work like looks like a miniature. In this research, evident in such "miniature video", what kind of image elements (shooting depression, focal distance, blur, and color, etc.) whether has led to the displacement of the sense of the observer by subjective evaluation experiment is, the more in any imaging target it was verified whether satisfied.

*Keywords*: Miniature Effects, Video Elements, Subjective Evaluation

## 1. はじめに

実景を撮影した映像であるのにもかかわらず、まるで模型のジオラマやおもちゃのように小さく感じる映像作品がある。この効果は、ミニチュア効果やミニチュアライズ効果と呼ばれ [1]、近年ではテレビのコマーシャルなどでも利用されるほど注目を集めている。

ミニチュア効果の特徴としては、周辺部、特に上下方向のぼけが誇張されている点、高彩度である点、およびディテールがつぶされている点が主に挙げられる [1]。この効果を付加する機能を搭載したデジタルカメラも多数販売されており、こうした効果に基づいた作品が多数世の中で出回っている。また、構図的な特徴としては、ビルの高層階などの高いところから下界を見下ろしたような、俯瞰的な構図のものが多い。

しかしながら、これまでの研究で検証されているものは「写真」などの静止画に関するものが多く、ミニチュア映像の動画特有の要素、たとえば、再生スピード（タイムラプス効果）やズームイン・ズームアウトの効果に関しては検証されていない。

そこで本論文では、「ミニチュア映像」においてどのような映像的要素（撮影俯角、焦点距離、ぼけ、および色彩など）が観察者の感覚のズレを導いているのかを明らかにすることを目的に、主観評価実験を行った結果を述べ、議論を行う。そして、カメラワークの有無がミニチュア感に大きく作用していることを明らかにする。

## 2. ミニチュア効果に関する研究例

ミニチュア効果の成立に関係する要素に関して、三浦らは以下のようなものを挙げている [2]。

- ・視点の高さ(撮影俯角)
- ・ぼけ
- ・高彩度の色彩
- ・特定の色彩(たとえば、緑)
- ・画面全体の輝度
- ・質感(テクスチャーの粗さ)
- ・奥行き手がかりの少なさ(線遠近法、肌理の勾配、影)

- ・ 知覚の枠組み(モノクローム, 認知的文脈, 学習効果)
- ・ 違和感
- ・ 文化的社会背景

その中でもぼけ, 高彩度な色彩の影響が大きいことを明らかにしている. カメラや我々の目は, 被写体との距離が近ければ近いほど被写界深度が狭くなり, ぼけは大きくなる. つまり, ぼけが多く含まれる写真は比較的近くから対象を見た状況に近く, 近距離を見るような印象を与えていることになることがミニチュア感を増幅しているとしている. また, 近距離のものは色鮮やかに見えるだけでなく, 色鮮やかなものは近くに見える. Oyama は報告している [3]. さらに, 模型やおもちゃは主に近距離で見るものであり, また高彩度の色彩を有しているものが少なくない. こうした視覚的な経験もミニチュア効果に寄与していると佐藤は指摘している [4].

このように, ミニチュア効果には複数の要因が関係していることが明らかになっているが, これまでは主に静止画が研究対象となっており, 動画での検証が行われていない.

また, 中村はミニチュア効果によって視覚誘導性自己運動知覚に及ぼす影響に関して検討している [5]. 中村の論文[5]では, 実世界画像(移動カメラにより撮影された自然環境の流動画像)に対する周辺部ぼかし, および彩度強調によりミニチュア感が増幅することを明らかにしているが, カメラワークに関する検証は行われていない.

長田らは, CG による遠距離空間の描画手法として, 遠距離を対象とした拡大率関数の有効性に関して検証している [6]. 長田らの論文 [6] では, 遠距離を対象として知覚される大きさが写真の何倍であるのかを示す拡大率を測定し, その結果から拡大率関数を提案している. 拡大率関数は, 実測した拡大率と観察距離の関係に対して, 飽和特性を持つロジスティック方程式を適用して得ている. しかしながら, 長田らの論文で提案されている拡大率関数は「撮影時のカメラ特性(焦点距離など)」と, 観察者の心象とのズレを埋めるための関数」であり, 静止画が対象となっているためカメラワークに関する検証は行われていない.

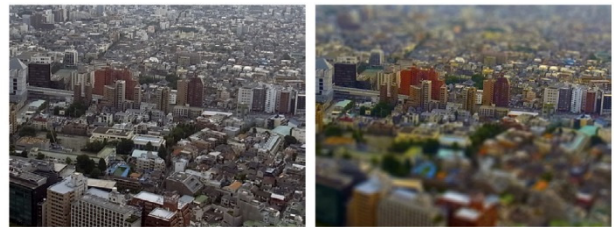
観察者の心象風景を CG で再現しようとする試みは, 河島らによって行われている [7]. 河島らは, 観察者が記憶している映像を「心象風景(imagined scene)」と呼び, CG によって心象風景をレンダリングする手法を提案した. 具体的には, 心象風景の表現要素を選定し, フィルタリングにより心象風景に近い画像を生成している. これにより, 認知的な現実感(cognitive reality)を提供できるとしている. しかしながら, この論文の中ではミニチュア感に関しては検証されていない.

本論文では, ミニチュア映像(動画)に着目し, 動画特有の要素, たとえば, 再生スピード(タイムラプス効果)やズームイン・ズームアウトの効果に関して検証を行った結果に関して述べる.

### 3. ミニチュア映像の定義

ミニチュア効果に基づいた作品が日本国内ではじめて注目されたのは, 写真家の本城直季氏の写真集「small planet」 [8] が 2006 年第 32 回木村伊兵衛写真賞を受賞したのがきっかけであるといわれている.

ミニチュア効果を用いた写真は, 中心部は鮮明だが, 周辺に向かうにつれて解像度が落ちていく構造になっているのが基本である. 本城氏の作品の場合, あおりレンズを用いて撮影されているので, 中心ではなく画面中央を横切る水平線に沿った部分は鮮明であり, それから上下にずれるにしたがって解像度が落ちている(図 1).



(a) (b)

図 1. ミニチュア写真実例[9]

(a: 元写真, b: ミニチュア効果が生じる写真)

本論文では, 佐藤ら[1] が挙げているミニチュア効果に必要な要素(周辺部のぼけ, 鮮やかな色彩, 俯瞰的な構造, 被写体の大きさ, および人物などの点)に加えて, 再生スピード(タイムラプス効果)とカメラワーク(ズームイン・ズームアウト, ティルト, およびパンなど)を加えた映像を, 「ミニチュア映像」と定義するものとする(参考動画 [10]).

### 4. カメラワークの効果に関する検証実験

本論文では, 動画だからできる表現でさらにミニチュア効果を強調できると仮定し, カメラワークに着目して 3 つの検証実験を行った.

実験では, カメラワークを「パン(今回の実験映像では左方向のみ)」、「ズームイン」、「ズームアウト」, および「ティルト(今回の実験映像では上方向のみ)」の 4 種類と定義し, 撮影したままのタイムラプス映像と, ミニチュア効果 [1] を付けただけでカメラワークなしの映像, および 4 種類のカメラワークを付けた映像の合計 6 種類の実験映像(それぞれ 5 秒間の映像)を制作した(図 2, <https://youtu.be/eb6lZ93qBVY> にて公開しているので参照されたい). パンとティルトを一方向のみとした理由は, 映像中の注視部分が映像の中心からずれており, かつ映像中の大半のオブジェクトの動きに合わせるようにしたからである. 各実験の詳細を以下に述べる.



(a)加工前の映像



(b)カメラワークなし(ミニチュア効果[1]のみ)



(c)パン映像



(d)ズームアウト映像



(e)テイルト映像



(f)ズームイン映像



図 2. 6 種類の実験映像 ( <https://youtu.be/eb6lZ93qBVY> )



#### 4.1 実験1：少人数一斉に実施した検証実験

CG や映像に関して専攻している東京工科大学メディア学部4年生15名（男性8名、女性7名）に対して、6種類の実験映像（図2）をスクリーン上に3回ずつループ再生し、どの程度ミニチュア効果を感じられるかを5段階SD法によって評価する（5：ミニチュア効果を強く感じる — 1：ミニチュア効果が全く感じられない）実験を行った。実験は、15名一斉に提示された映像を鑑賞してもらう形で行った。

実験映像の再生順は、図2(a) からアルファベット順とした。すなわち、「(a) 撮影したままの映像」の映像を3回、「(b) カメラワークなし」の映像を3回、「(c) パン」の映像を3回、「(d) ズームアウト」の映像を3回、「(e) ティルト」の映像を3回、および「(f) ズームイン」の映像を3回上映するという順番である。

実験前には、「最初に流れる映像（図2(a)）を基準に、以後の映像に関してミニチュア効果がどの程度感じられるかを5段階で評価してください」と被験者に説明を行った。すなわち、質問の仕方によって評価を誘導するフレーミング効果と、カメラワークの名称などを必要以上に説明することによる威光効果が出ないように注意を払った。

なお、実験環境は被験者と映像提示スクリーンの距離を約2m（部屋の中で行ったため、全員が厳密に同じ距離というわけにはいかなかった）とし、映像は縦1.5m 横3.0mで提示した（図3）。

#### 4.2 実験1の結果と考察

実験1の評価平均値と標準偏差を表1に示す。また、実験結果を箱ひげ図にまとめたものを図4に示す。図4における縦軸は、5段階評価における評定値である。

表1、および図4より、ズームアウト、およびズームインを用いた時の映像のほうが、その他の要素（静止、パン、ティルト）よりも評定値が高いことが明らかとなった。ズームアウトとズームインにおける中央値はそれぞれ、4.0と3.5であった。

すなわち、ズームアウト、およびズームインのカメラワークがミニチュア効果を強調する傾向があると考えられる。

しかしながら、表1、および図4より、標準偏差とIQR（interquartile range）がともに大きな差が見られず、本実験結果の統計的な有意差を実証することが難しいこと、および「映像表現・芸術科学フォーラム2015」[11]において本実験に関するディスカッションを行った際、5段階SD法による評価の有意差への疑問が出てきた（5段階による評価では、そもそも差が表れにくいのではないかなど）ことから、同様の実験において被験者を大人数にし、評価方法を「100点満点による採点方式」に変更して行うこととした。



図3. 少人数での実験1の様子

表1. 実験1の評価平均値と標準偏差

| カメラワークの種類    | 平均値  | 標準偏差 |
|--------------|------|------|
| (b) カメラワークなし | 3.15 | 1.05 |
| (c) パン       | 3.1  | 0.94 |
| (d) ズームアウト   | 3.65 | 1.09 |
| (e) ティルト     | 2.7  | 1.07 |
| (f) ズームイン    | 3.45 | 1.05 |

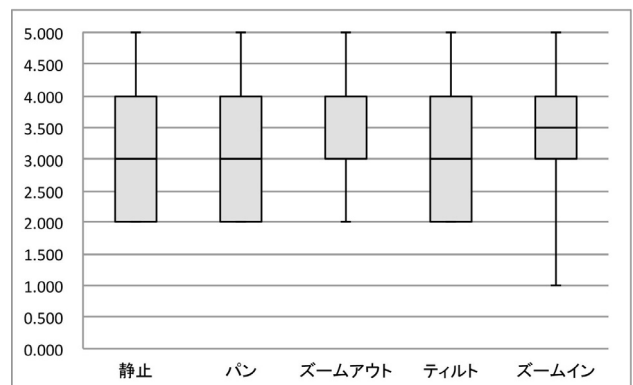


図4. 実験1の箱ひげ図

#### 4.3 実験2：大人数一斉に実施した検証実験

前述の実験1と同様の実験映像再生手順と事前説明にしたがって、被験者を東京工科大学メディア学部1年生146名（男性87名、女性59名）とし、どの程度ミニチュア効果を感じられるかを100点満点で採点する方式の実験を行った。採点は、ミニチュア効果を感じられたものほど点数を高くするものとした。

実験環境は、東京工科大学キャンパス内のメディアホールを使用し、プロジェクターで映像を提示した（図5）。



図5. 大人数での実験2の様子

#### 4.4 実験2の結果と考察

実験2の評定平均値と標準偏差を表2に示す。また、実験結果を箱ひげ図にまとめたものを図6に示す。図6における縦軸は、100点満点評価における評定値である。

表2、および図6より、静止している時は平均値、および標準偏差ともに他のカメラワークが存在する映像に比べて評価が低くばらつきも見られる。そのため、何らかのカメラワークを用いた時の映像のほうがよりミニチュア感を強調することができることが明らかになった。さらに、これらの要素の中でズームアウトとティルトのIQR、および標準偏差が他に比べて小さいため、評定値にばらつきが少なく、多くの観察者に一定の効果が得られやすいことが明らかになった。すなわち、静止しているよりもカメラワークを加えて、ある程度画面に動きを与えてあげたほうが、ミニチュア感を増幅すると言える。また、その中でもティルト、およびズームアウトが効果的であるのではないかと考えられる。

しかしながら、実験1、および実験2においては、複数人に対して一斉に実験映像を提示しているため、実験映像の再生順序は同一である。そのため、実験映像の提示順序による影響が評価に関与するキャリーオーバー効果が出ている可能性が考えられた。

そこで、実験映像の提示順序をランダムにし、キャリーオーバー効果を無くした上でひとりひとりに100点満点で採点してもらう評価実験を行った。

表2. 実験2の評定平均値と標準偏差

| カメラワークの種類    | 平均値   | 標準偏差  |
|--------------|-------|-------|
| (b) カメラワークなし | 56.86 | 21.07 |
| (c) パン       | 65.32 | 18.53 |
| (d) ズームアウト   | 61.81 | 15.66 |
| (e) ティルト     | 66.19 | 15.61 |
| (f) ズームイン    | 61.83 | 18.59 |

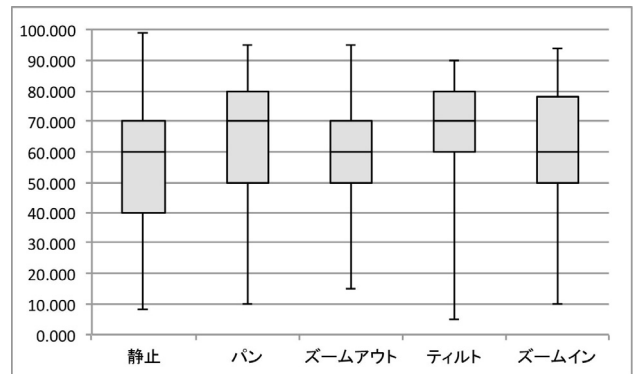


図6. 実験2の箱ひげ図

#### 4.5 実験3：少人数個別に実施した検証実験

前述の実験1、および実験2では、被験者に提示した実験映像の順番によって評価に影響を及ぼすキャリーオーバー効果が出ている可能性が考えられたため、被験者ひとりひとりに対して実験映像を提示する順番をランダムに変更して評価をしてもらう実験を行った。

具体的な実験映像の提示法としては、まず撮影したままの映像(図2(a))を提示し、次にミニチュア効果とカメラワーク要素が入っているいずれかの映像(図2(b)~(f)のいずれか)を提示する。その後、また撮影したままの映像(図2(a))を提示し、次にさきほど提示されなかったミニチュア効果とカメラワーク要素が入っているいずれかの映像を提示し、また撮影したままの映像(図2(a))に戻るというように、ミニチュア効果とカメラワーク要素が入っている映像を提示する前に毎回撮影したままの映像(図2(a))を評価基準とするようにした。

評価は、どの程度ミニチュア効果を感じられるかを100点満点で採点する方式とし、本実験は東京工科大学学部生20人(男性10名、女性10名)を被験者として、全員に対して同一仕様の24インチPCモニターを使用して映像を提示した(図7)。

実験前には、「はじめに、撮影したままの映像が流れます。次に、ミニチュア効果を施した映像を流します。これを5種類の映像に対して繰り返しますので、どの程度ミニチュア効果が感じられるかを100点満点で評価してください」と説明し、フレーミング効果と威光効果が出ないように注意を払った。

なお、本実験の被験者は実験1、および実験2での被験者とは異なる者とした。



図3. 個別での実験3の様子

#### 4.6 実験3の結果と考察

実験3の評定平均値と標準偏差を表3に示す。また、実験結果を箱ひげ図にまとめたものを図7に示す。図7における縦軸は、100点満点評価における評定値である。

図7より、ズームアウト、およびティルトを用いた時の映像のほうが、その他の要素（静止、パン、ズームイン）よりも評定値が高く、標準偏差とIQRがともに低いことが明らかとなった。ズームアウト、およびティルトの中央値はそれぞれ、70と65であった。

すなわち、ズームアウトとティルトのカメラワークが多くの観察者に一定の効果でミニチュア感を強調する傾向があると言える。

これは、ズームアウト、およびティルトをしていくことによって、ぼけていない鮮明な部分とぼけている周辺部分の差が明確になり、同じぼけ量でも強調されるからであると考ええる。また、まるでミニチュアセットの一部分を凝視した状態からカメラの焦点距離を徐々に広角に変更していくことで強い俯瞰感を生み出し、それにしがって視覚的なスケール感も変化していくためであると考ええる。

表3. 実験3の評定平均値と標準偏差

| カメラワークの種類    | 平均値   | 標準偏差  |
|--------------|-------|-------|
| (b) カメラワークなし | 51.85 | 31.97 |
| (c) パン       | 55.75 | 18.73 |
| (d) ズームアウト   | 62.75 | 19.90 |
| (e) ティルト     | 60.0  | 18.35 |
| (f) ズームイン    | 57.0  | 20.22 |

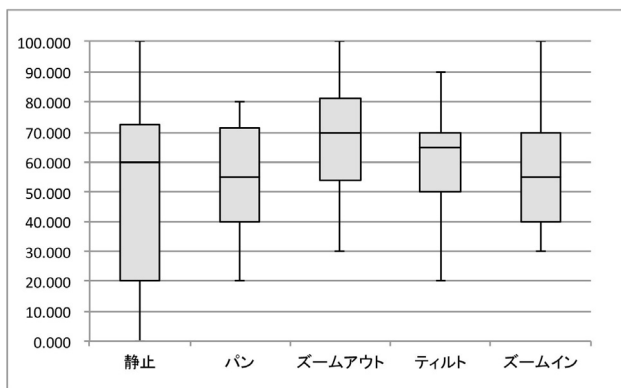


図7. 実験3の箱ひげ図

#### 5. まとめと今後の課題

本論文では、映像においてミニチュア効果を感じられる要素をまとめ、カメラワーク要素を入れることによってミニチュア効果をさらに強められることを評価実験によって明らかにした。中でも、ズームアウトとティルトがミニチュア効果を更に強められることも評価実験によって明らかにした。

今後の課題としては、さらに撮影対象、撮影要素を増やして

の検証実験を行うこと挙げられる。ミニチュア効果は様々な要素が関わり合っている上で成り立っているものであり、撮影対象と要素の組み合わせによって感じるミニチュア効果は大きく変わる。そのための様々な組み合わせを検証し、どんな撮影対象でもそれぞれに効果的なミニチュア効果が得られる処理をできるようにすることなどが課題である。また、今回は検証対象とはしなかった「再生スピード（タイムラプス効果）」、および「パンとティルトの方向による効果の違い」に関する検証を行うことも課題である。特に、パンとティルトの方向による効果の違いに関しては、今回の実験では映像中のオブジェクトの大半が動いている方向、および映像中の注視点（映像中でのランドマーク）の位置によって、それぞれ片方向のみのカメラワークで検証を行ったが、鑑賞者の「利き方向（利き目、利き腕など）」による効果の違いや、映像中のオブジェクトの動きに対する効果の違いなどがあることも考えられるため、検証を行う必要がある。

#### 参考文献

- [1] 佐藤隆夫, 草野勉: “ミニチュア効果—画像のぼけと距離と大きさの知覚—”, IEICE Fundamentals Review, Vol.5, No.4, pp.312-319(2012)
- [2] 三浦佳世: “アイスステーションとしての知覚: 写真におけるミニチュア効果を通して,” 映情学技報, 33, 45, pp. 41-46 (Oct.2009)
- [3] Oyama, T: Figure-ground dominance as a function of sector-angle, brightness, hue, and orientation. J. of Exp. Psychol., 60, pp. 299-305 (1960)
- [4] 佐藤隆夫: “ボケと距離と大きさの不思議な関係—ミニチュア効果はなぜ起こる—”, 2012年電子情報通信学会総大会概要集, 情報・システム講演論文集2, ADS-1-1(2012)
- [5] 中村信次: “刺激動画像に対するミニチュア効果付与が視覚誘導性自己運動知覚に及ぼす影響”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.1, pp.3-6, 2013.
- [6] 長田和美, 三輪智也, 長篤志, 一川誠, 水上嘉樹, 多田村克己, 三池秀敏: “知覚される大きさと観察距離の関係を示す拡大率関数—実空間で得られる視覚印象を表現する画像生成に向けて—”, 日本認知学会論文誌, Vol.15, No.1, pp.100-109, 2008.
- [7] 河島修生, 藤代一成: “ヒトの視覚特性を考慮した心象風景レンダリング”, 芸術科学会論文誌, Vol.2, No.3, pp.101-104, 2003.
- [8] 本城直季: “small planet”, リトルモア, 東京, 2006.
- [9] T. Kusano and T. Sato: “The effects of defocus blur on perceived scale of objects in image --- Relationship between defocus blur and other cues to distance”, Asia Graph 2011 Proceedings, pp.107-108, 2011.
- [10] darwinfish105: “LITTLE YOKOHAMA”, <https://vimeo.com/73820329>, 2014.
- [11] 宮脇巧真, 菊池 司: “ミニチュア映像におけるミニチュア感要素の抽出と観察者の感性との相関に関する研究”, 映像表現・芸術科学フォーラム 2015 概要集 (CD-ROM), 2015-03-s05-024-AS, 2015.



### 宮脇巧真

2012 年東京工科大学メディア学部入学。現在 4 年次在学中。コンテンツ制作分野を中心に学習し、実写映像における演出やエフェクトについて研究に従事。



### 菊池 司

1999 年岩手大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士後期課程修了。博士（工学）。2000年拓殖大学工学部工業デザイン学科助手。2004年同大学専任講師。2007年から2008年まで韓国・高麗大学客員教授。2009年拓殖大学工学部工業デザイン学科（現デザイン学科）准教授。2014年東京工科大学メディア学部准教授。現在に至る。コンピュータグラフィックス, Procedural Animation, Procedural Simulation, およびコンテンツデザイン, コミュニケーションデザイン分野の研究に従事。ACM, 芸術科学会, 情報処理学会, 画像電子学会, 他会員。