

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：32408

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K04500

研究課題名（和文）映像作品の表現技法と動的質感知覚に関する実験心理学的検討

研究課題名（英文）Psychological study for the relationship between the expression techniques for video contents and material perception from visual motion

研究代表者

増田 知尋（Tomohiro, Masuda）

文教大学・人間科学部・准教授

研究者番号：60449311

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、映像作品中の表現技法の分析から、視覚的な運動による対象の質感知覚の基本原理を実験的に明らかにすることである。まず、質感のひとつである粘性及び対象の大きさ表現に関連する表現について、特撮作品を中心に分類を行った。その分類を基に、映像作品及び作成したCGによるパターンそれぞれについて、映像内の流体の粘性と被写体の見た目の大きさ判断を行う実験を実施し、映像内の粘性判断と、それに関連する対象の大きさ判断との間には相互関係があることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、これまで映像制作者が経験則で行ってきた映像作品中の表現技法について、質感・素材感をキーワードとした心理学実験を通じてその効果を検証した点である。本研究成果により表現技法とその視覚的効果の関連が明文化されることで映像制作現場における技術や基礎知識の共有につながるなど、心理学のみならず映像表現や感性研究の分野にも広く貢献することができると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Our purpose was to clarify the principles for the material perception from visual motion through the analysis for the expression techniques for video contents. First, we classified the video contents mainly on perceived viscosity and size expression techniques focusing on special effect movies. Based on the classification, we conduct psychological experiments, and we found the perceptual objects size and related viscosity are interrelated in visual motion.

研究分野：実験心理学

キーワード：運動知覚 質感知覚 映像表現 事象知覚

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

コンピュータの処理能力やディスプレイ性能の向上により、現実と見紛うばかりの高品質な映像を目にすることが増えてきた。これらの映像作品における情報の多くは視覚によるものであるが、映像を映し出しているディスプレイ内での2次元平面上での位置や時間的な変化のみならず、実際の空間内に存在しているかのような没入感や対象の立体感・素材感などを伴った多様な経験することができる。加えて、このような映像の作成も以前と比べて格段に容易になってきた。例えば、液体のような粘性が影響する対象の変形に関する表現は、流体シミュレータにより、現実場面に近い映像が容易に作成可能である。物理シミュレーションにより作成された動画は、動きのみならず、その見た目も非常にリアルである。その一方で、われわれの知覚系は、映像作品内の素材感の視知覚に関して、その動きが物理シミュレーションほどの精度を持っていなくても、そのように「みえる」こともある。例えば、特撮作品では怪獣などの巨大なものの動きや、それに関連する水の動きなどは、実際に巨大な被写体を撮影することやシミュレーションを用いた映像を作成することなく、巨大感や液体の自然さを出すためにスローモーションで表現されることがある。他にも、実写をトレースして動きを作成するロトスコープ手法を用いたアニメーションは、動きとしては精確なはずであるが、キーフレームを意識しない完全トレースでは動きに違和感が生じる場合がある。これらのように物理的運動を精確に映像に落とし込まない、現場で用いられてきた映像表現技法は、「見せる」ことについての技法であるため、「どのように見えるか」を扱う知覚心理学研究における新たな質感・素材感知覚に関する知見となり得る可能性がある。また、心理学研究で明らかにされてきた素材感知覚の特徴は、それらと関連する要因が明確なため表現技法としても有用である可能性が高い。しかしながら、心理学の立場から見た映像における表現技法についての分析はされていないことが現状である。

2. 研究の目的

視覚的な運動情報による多種多様な知覚印象について、われわれの知覚系は2次元画像の時間的な変化による視覚情報から、3次元空間内の環境にある対象の奥行き形状や位置だけでなく、重さやかたさ、滑らかさなどの物理的性質（物性）をはじめとする多彩な情報までもピックアップすることができる。これが心理学分野において研究されてきた。

このような背景の中、映像内の対象の移動や変形に代表される動的要因が質感・素材感知覚に影響を及ぼすとして、申請者は、ある対象が別の対象に入り込む運動（貫入運動）において、貫入速度の時間的な変化（加速度）を操作することで、視覚による被貫入対象のかたさ判断の強度が変化することを見出した。また、変形する面の素材感に関して、主観的輪郭図形の誘導図形の振り子運動（図1）における時間差（位相差）の程度、振り子運動の振れる大きさ（振幅）やその時間的な減衰の変化により、知覚される面の素材感の種類や、知覚される面の粘性や弾性の強度が系統的に変化することを見出した。加えて、これらの視覚による素材感の種類や強度の違いを規定する要因について物性毎の物理的な運動との比較を行い、われわれの視覚による素材感判断は、物理的な運動と類似した傾向のみならず、視知覚に特有の素材感を生じさせる要因があることを明らかにした。

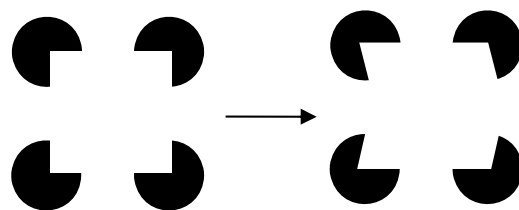


図1 主観的輪郭による運動の例。垂直線分の傾きを変化させると、物理的には存在しない輪郭形状の変化が知覚される

加えて、申請者は知覚心理学研究の知見と映像作品における表現技法との関連を検証するため、知覚心理学研究で扱われている視覚誘導性自己運動感覚（ベクション）に関して、アニメーション作品の中でのベクションと対応する表現技法の使用頻度を調査し、それぞれのベクション強度の心理物理的測定法により測定を行い、実験場面で用いられるものと強度が異なる表現技法があることと、それらの表現技法が心理学実験における新たな検討課題となる可能性を見出した。さらに当該研究においてアニメーション制作者にインタビューを行い、ベクションに関しては、心理学で研究されていることや用語に関しては知らず、制作者は経験則に基づいて映像表現を行っていることが示された。これらのことは、既存の映像作品における表現技法について、その程度を測定することで、これまでの心理学研究で見出されていなかった新たな視覚要因について検討することができる可能性を示唆している。

以上の申請者が見出した知見は、実験心理学的手法で動的な素材感判断を精査できることと、その実験手法によりこれまで検討されていなかった映像作品中の表現技法で用いられてきた素材感に関する表現の定式化と、素材感判断を規定する新たな要因の発見につながる可能性を示唆している。このように、心理学実験による知見と映像作品の表現技法との関連性を明確にしていくことで、新たな素材感判断に関する現象の発見を含む、より発展した動的な質感知覚メカニズムの解明が期待される。

これらのことから、映像作品で用いられている多種多様な素材感を生じさせる表現技法について、1) 映像作品で用いられている素材感知覚と関連する表現技法の整理と視覚的な規定要因の精査、2) 各種表現技法による素材感知覚について心理学実験の手法を用いて測定を行うことで、映像作品における表現技法と関連した動的な質感知覚の基本原則を見いだすことを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 表現技法の整理とデータベースの作成について 現在の映像作品には多種多様な表現技法が用いられている。制作者が経験則に基づき見出ししてきた映像表現の技法は多岐にわたる為、まず、市販されているアニメーションやCG映画等の映像作品中で種々の素材感を表現していると考えられるシーンの収集・分類を行った。例えば、ミニチュア撮影における巨大感やそれに伴う液体の粘性の見え方を操作するためのスローモーションを用いる表現技法や、自然な重量感や運動対象の重心を表現するための動作のブレや誇張表現、あるいはキーとなる時間的フレームの設定やフレーム間における時間間隔の操作などによる滑らかさ表現等、多くの表現技法とそれによる素材感判断のカテゴリが考えられる。まずはこれら表現技法の分類とそれに付随する素材感の分類を行い、動的素材感の実験的検討を行うためのデータベースの作成を行った。

(2) 表現技法と素材感知覚に関する心理学実験 I

映像内の被写体の大きさ表現について、撮影時には映像中の再生速度や液体の粘性を操作し巨大感の演出を行っていることから、まず、上記データベースを基に、市販の映像作品を用いて、一対比較法により映像内の巨大感と粘性判断に及ぼす影響について検討した。

実験参加者：裸眼または矯正視力により正常な視力を有する 10 名であった (平均年齢 22.1 歳 ($SD = 0.57$))。

実験パターン：作成したデータベースから、他の手がかりを排除する為に映像内に被写体と流体のみが撮影されているシーンのうち、設定上の被写体の身長が 2 種類、再生速度が通常のものに変更されているもの 2 種類の組み合わせからなる計 4 カテゴリの映像を 2 種ずつ、計 8 シーンを選定した。これらの 8 シーンそれぞれで、タイムラインにそって 1 フレームずつ画像を保存したものを連続提示する動画を作成した。

手続き：8 種類の動画について、2 つの動画を左右位置に並べ提示した。8 種類の動画の組み合わせた 28 試行に加え、左右の位置を反転させたものを加えた合計 56 試行をランダムな順で行った。実験参加者の課題は、対提示された 2 つの動画のうち、どちらの被写体が大きく見えるかを判断することであった。観察距離は約 53cm であった。また、同じパターンを用いて、どちらの映像内の液体の粘性が高く見えるかについて判断する実験を別セッションとして行った。実験は暗室で行った。

(3) 表現技法と素材感知覚に関する心理学実験 II

上記実験において映像作品における被写体の大きさや表現について、粘性表現と関連する再生速度等の要因が寄与していることが示された一方で、カメラアングルや画角の違い及び被写体に関する知識の違い等の要因も影響を及ぼしていたことが考えられる。そこで、これらを統制する為にコンピュータグラフィックスを用いたパターンを作成し、実験を行った。

実験参加者：裸眼または矯正視力により正常な視力を有する 10 名であった (平均年齢 22.0 歳 ($SD = 0.47$))。

実験パターン：3DCG ソフトウェア Blender (Blender Foundation) により、球状の運動対象の上半分程度が流体から露出したまま、横方向に移動するパターンを作成した (図 2)。映像の再生速度 (slow・normal・fast)、球体のサイズ (little・middle・big)、流体の粘性 (Low・Standard・High) を操作した。これらの組み合わせに左右反転を加えた計 54 パターンについて、繰り返し 3 回を加えた計 162 パターンをランダムな順序で提示した。

手続き：全てのパターンは、再生速度 normal)、球体のサイズ middle、流体の粘性 Standard のパターン (基準パターン) を提示後に続けて提示した。実験参加者は、基準パターンと比べた主観的な運動対象の“大きさ”と流体の“粘性”についてそれぞれビジュアルアナログスケール (VAS) を用いて評定した。

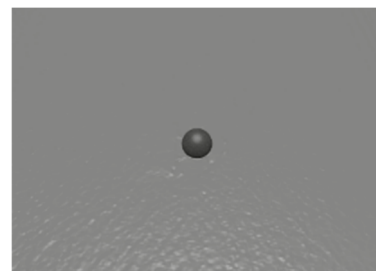


図 2 実験で用いたパターン (サイズ：middle 条件)

4. 研究成果

(1) 表現技法の整理とデータベースの作成について

データベースの作成により、どのような映像作品でどのような表現技法が行われてきたのか、制作された年代や監督及び、作品中のどこで用いられたのかというようなタイムラインや時間間隔に関する情報の整理を行うことが可能となり、今後研究を進めていく上での貴重な情報を得ることができた。

(2) 表現技法と素材感知覚に関する心理学実験 I

実験参加者別にサーストンの一対比較法による尺度値を算出した (図 3a, b)。この尺度値が小さいほど、被写体が大きい/粘性が高いと判断されていたことを示している。また、8 種類の動画について、映像内での設定上の大きさを L (Large) 及び S (Small)、映像内での再生速度の違いを n (normal speed) 及び s (slow speed) とした。Tukey の多重比較を行った結果、大きさ判断については Ss_1 及び Ss_2 が Ls_2 よりも有意に大きく、粘性判断については Ln_2 及び

Ls2 が Ss 1 及び Ln1 よりもそれぞれ有意に大きいことが示された ($p < .05$)。また、順位相関係数により、大きさ判断と粘性判断の間には弱い負の相関があることが示された ($r = -.33$)。



図 3a 被写体の大きさ判断の尺度値 Ln は被写体サイズ大・再生速度通常、Ls は Ln は被写体サイズ大・再生速度低速、Sn は被写体サイズ大・再生速度通常、Ss は被写体サイズ大・再生速度低速、それぞれの記号の添字は映像の違いを示している。

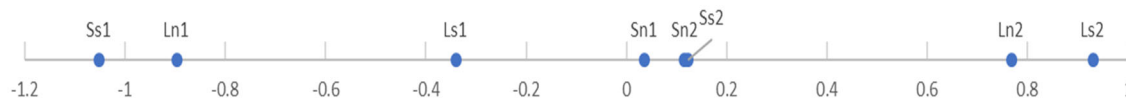


図 3b 被写体の粘性判断の尺度値 Ln は被写体サイズ大・再生速度通常、Ls は Ln は被写体サイズ大・再生速度低速、Sn は被写体サイズ大・再生速度通常、Ss は被写体サイズ大・再生速度低速、それぞれの記号の添字は映像の違いを示している。

これらのことから、映像作品内での設定と同様の大きさ判断がなされていることと、再生速度が遅い方がよりその傾向が大きくなることが示された。加えて、大きさと粘性の判断に負の相関が見られたことから、被写体が大きく見える映像は関連する対象の粘性が低く判断される可能性があることが示された。一方で、再生速度が遅くなることは、見えの大きさあるいは粘性の高さどちらかに影響を及ぼすことが示された。このことは実験で用いたパターンにおけるカメラアングルや画角等の別の要因によると考えられる。

(3) 表現技法と素材感知覚に関する心理学実験 II

再生速度、球体のサイズ、流体の粘性それぞれの条件別に、運動対象の主観的な“大きさ”と流体の“粘性”評定の平均値を算出した (図 4, 5)。この値が 0 であれば基準パターンと同様の“大きさ”及び“粘性”、正の値であればそれより“大きい”あるいは“粘性が高い”、負の値であればそれより“小さい”あるいは“粘性が低い”と判断されたことを示している。

大きさ評定値を従属変数、再生速度、球体のサイズ、流体の粘性を独立変数とした 3 要因の分散分析を行った結果、再生速度及び球体のサイズの主効果及び交互作用、再生速度、球体のサイズ、流体の粘性の交互作用が有意であった ($F(2, 18) = 9.44, p < .01$; $F(2, 18) = 295.23, p < .01$; $F(4, 36) = 3.85, p < .05$; $F(4, 36) = 2.46, p < .05$)。下位検定の結果、球体サイズ middle 条件下かつ再生速度 fast 条件下では流体の粘性 High 条件より Stan 条件で、球体サイズ big 条件下かつ再生速度 normal の条件下では粘性 High 条件より Low 条件で、それぞれ大きさ評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。粘性 High 条件下かつ再生速度 slow 条件下、粘性 Low 条件下かつ再生速度 normal 条件下での球体サイズ middle と big 条件間を除く全てのサイズ条件間でサイズ大、中、小の順に大きさ評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。また、球体のサイズ middle 条件下では全ての粘性条件下で、再生速度 slow 条件で fast 条件よりも大きさ評定値が有意に大きく、粘性 High 条件下かつ球体のサイズ middle 条件下及び粘性 Low 条件下かつ球体のサイズ big 条件下で再生速度 slow 条件で normal 条件よりも有意に大きく、粘性 Stan 条件下かつ球体のサイズ middle 条件下で再生速度 normal 条件で fast 条件よりも大きさ評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。

これらのことから、映像内の被写体のサイズ条件に従って大きさ判断ができており、加えて映像内の流体の粘性が高い、あるいは再生速度が遅くなると大きさ判断が大きくなることが示された。

粘性評定値を従属変数、再生速度、球体のサイズ、流体の粘性を独立変数とした 3 要因の分散分析を行った結果、再生速度、球体のサイズ、流体の粘性の主効果及び球体のサイズと粘性の交互作用及び粘性と再生速度との交互作用が有意であった ($F(2, 18) = 41.26, p < .01$; $F(2, 18) = 31.52, p < .01$; $F(2, 18) = 165.81, p < .05$; $F(4, 36) = 3.49, p < .05$; $F(4, 36) = 12.44, p < .01$)。下位検定の結果、下位検定の結果、全ての再生速度条件下で粘性 High 条件では他の 2 条件よりも粘性評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。また、粘性 Stan 条件下では球体サイズ big, middle, little の順に粘性評定値が有意に大きく、粘性 Low 条件下では球体サイズ big 及び middle 条件では little 条件よりも有意に粘性評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。加えて、再生速度 fast 及び High 条件下では粘性 High 条件で他の 2 条件よりも粘性評定値が有意に大きく、再生速度 slow 条件下では粘性 High 及び Stan 条件では、粘性 Low 条件よりも粘性評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。粘性 Stan 条件下では再生速度 slow, normal, fast 条件の順に粘性評定値が有意に大きく、粘性 Low 条件下では再生速度 slow 条件が他の 2 条件よりも有意に粘性評定値が有意に大きかった ($p < .05$)。

これらのことから、映像内の被写体の粘性条件に従って粘性判断が可能であり、加えて球体が大きいほど、再生速度が遅いほど粘性が高いと判断されることが示された。

本実験結果から、映像内の大きさ判断と粘性判断は共変関係にあり、加えてこれらには再生速

度や被写体の移動速度も影響を及ぼすことが示唆された。このことは、対象の見えの大きさに関して、同時にその対象までの見えの空間的距離が同時に参照されるように、粘性判断が同時に参照されている可能性を示している。

また、上記と関連して、一方の判断が他方の判断と関連することについて、照明の情報との関連について論じられることの多かった“明るさ”判断に関して検討を行い、照明のみならず、視対象をどのような形状として捉えるかが、その対象の明るさ判断に影響を及ぼすことについても新たな視点を見出すことができた。例えば、図6は不可能図形を立体模型で作成したものであるが、不可能図形として三角形の形状が見えるとき（図6a）と三角形の形状が見えないとき（図6b）では、物理的には同じ図形を観察した場合でも、模型を構成する面の明るさが異なって見える。

本研究では質感の一つである粘性判断について、特撮での巨大感を表現する際に用いられることもある再生速度などの時間的変化が影響を及ぼすことを実験的に検討した。これらの研究を通じ、映像作品において経験則に基づき用いられてきた大きさや質感に関連する表現技法について実験的に検討することができた。

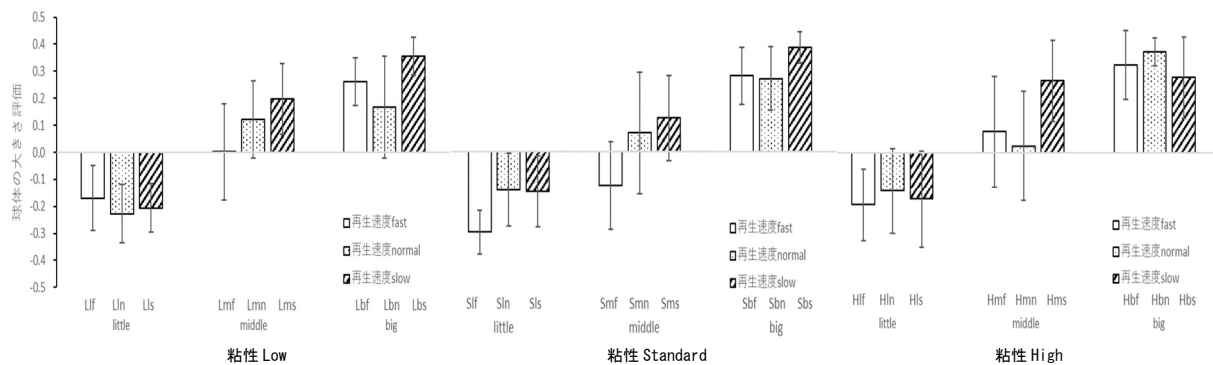


図4 映像の再生速度(fast・normal・slow)、球体の直径(little・middle・big)、流体の粘性(Low・Standard・High)ごとの球体の大きさ評定値

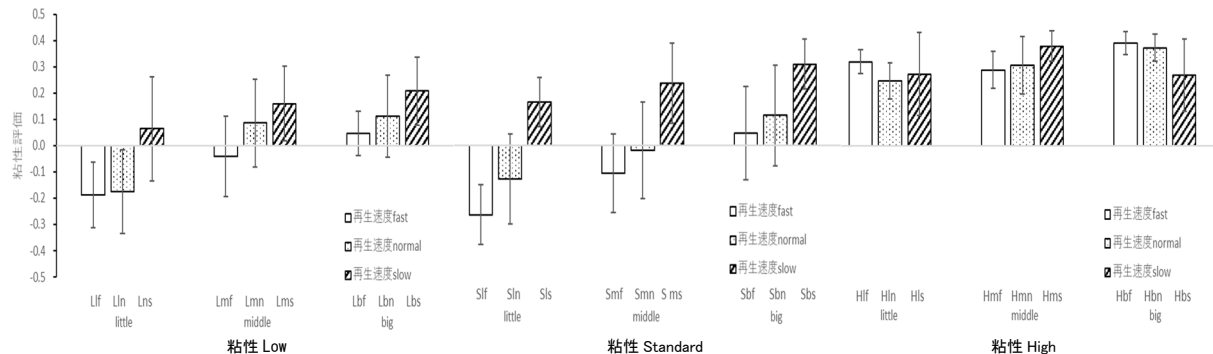


図5 映像の再生速度(fast・normal・slow)、球体の直径(little・middle・big)、流体の粘性(Low・Standard・High)ごとの粘性評定値

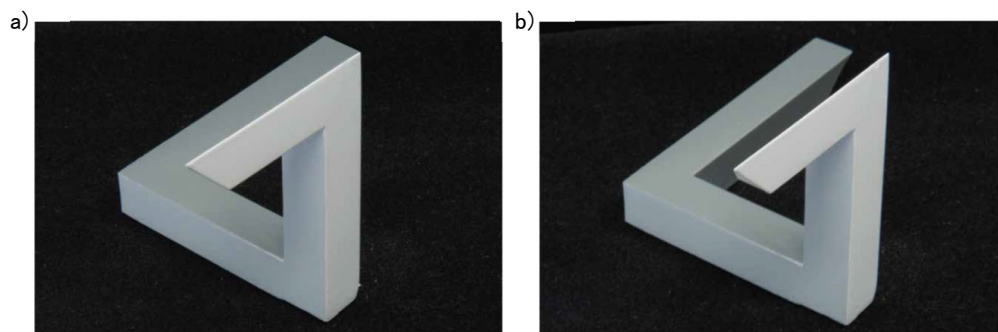


図6 知覚される形状によって面の明るさが異なって見える例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Arai Tetsuya, Masuda Tomohiro, Igarashi Yuka, Omori Keiko, Aizawa Yasunori, Masuda Naoe	4. 巻 14
2. 論文標題 Depth inversion with a 3D structure influences brightness perception	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0224192
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0224192	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 新井 哲也、増田 知尋、増田 直衛	4. 巻 38
2. 論文標題 事象知覚の観点から捉えた明るさ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 基礎心理学研究	6. 最初と最後の頁 63～76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14947/psychono.38.7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Matsubara Kazuya, Kasai Satoshi, Masuda Tomohiro, Shoji Toshihiko, Hayakawa Fumiyo, Kazami Yukari, Ikehata Akifumi, Yoshimura Masatoshi, Kusakabe Yuko, Wada Yuji	4. 巻 23
2. 論文標題 Estimation of Subjective Internal Browning Severity Ratings for Scanned Images of Fuji Apples	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 545～549
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3136/fstr.23.545	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 酒井駿輔・増田知尋
2. 発表標題 知覚される“穴”の特徴に関する実験的検討 透明視における面の重なりとの比較から
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田知尋
2. 発表標題 「変化する知覚」の諸相 視知覚・嗅知覚の時間変動に関する知見から (WS企画)
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊村知子・増田知尋・和田有史・友永雅己・岡嶋克典
2. 発表標題 チンパンジーにおける食物の鮮度知覚
3. 学会等名 肉肉カンファレンス2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸山敦也・和田有史・松原和也・鎌田晶子・増田知尋
2. 発表標題 バネの水平振り子運動における視覚的弾性判断に関する実験的検討
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新井哲也・増田知尋・鎌田晶子
2. 発表標題 不可能図形における明るさ知覚 (2)
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kousuke TOKUNAGA, Yoshitaka FUJII, Masaki OGAWA, Satoshi IKEHATA, Tomohiro MASUDA, and Takeharu SENO
2. 発表標題 Measurement of vection strength induced by vection scenes in the Japanese animations
3. 学会等名 The 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, "Fechner Day 2017" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊村 知子・和田 有史・増田 知尋・白井述・川上 文人・岡嶋 克典・友永 雅己
2. 発表標題 チンパンジーは特徴の「平均」を知覚できるのか?
3. 学会等名 行動2017 2017年度 日本動物心理学会・日本動物行動学会・応用動物行動学会・日本家畜管理学会・日本行動神経内分泌研究会 合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田知尋・鎌田晶子・新井哲也
2. 発表標題 不可能図形における明るさ知覚
3. 学会等名 日本基礎心理学会第36回大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----