

## 図画表現を比較するためのアニメーション手法の評価

久保田 秀和<sup>†1</sup> 高見 知里<sup>†2</sup> 小早川 真衣子<sup>†2</sup>  
敦賀 雄大<sup>†2</sup> 濱崎 雅弘<sup>†1</sup> 中村 嘉志<sup>†1</sup>  
西村 拓一<sup>†1</sup> 須永 剛司<sup>†2</sup>

異なる文脈に基づいて制作された複数の図画表現を比較するためのアニメーション手法について議論する。複数の図画表現の差異を示す際にアニメーションを用いることの有効性は、これまでもインタラクション分野で議論されてきた。しかし、主観的に表現された図画を比較する際のアニメーション手法についてはまだ十分に検討されていない。本研究では、Zuzie と呼ばれる主観的な図画表現の制作を支援するシステムについて、その図画表現の特徴と設計について述べる。また、複数の図画表現の差異を示す際に有効となるカードのアニメーション手法について、実験心理学的手法を用いて評価する。

### Evaluation for Animation Methods of Comparing Drawing Expression

HIDEKAZU KUBOTA,<sup>†1</sup> CHISATO TAKAMI,<sup>†2</sup>  
MAIKO KOBAYAKAWA,<sup>†2</sup> YUTA TSURUGA,<sup>†2</sup>  
MASAHIRO HAMASAKI,<sup>†1</sup> YOSHIYUKI NAKAMURA,<sup>†1</sup>  
TAKUICHI NISHIMURA<sup>†1</sup> and TAKESHI SUNAGA<sup>†2</sup>

We examine animation methods of comparing drawing expressions in different context. Advantages of using animation for showing difference between multiple drawing expressions have been discussed in human-computer interaction domain. However, there have been few studies of animation methods of comparing subjective drawings. The graphical features and design of Zuzie system that supports subjective drawing are discussed. The psychological experiments about effectiveness of animation methods are described.

### 1. はじめに

情報通信技術が人々による表現の社会の形成を支え始めている。Blog や SNS などを通して人々の暮らしを映し出す多様な表現が Web 上に広がりつつあるなか、市民のメディア表現をより豊かに、持続的に育むための情報デザインが必要であると言える<sup>1)</sup>。

市民のメディア表現とは、人がそれぞれの日常について、写真や文章、語り、音楽、絵画、映像、あるいはそれらの複合体として表現することである。これらの作品制作において、表現の文脈を意識し、意味を多面的に捉えることは重要である。情報編集の専門家の観点では、文脈を変えることによって情報の意味が動いてゆくというものの見方が大切であるとされる<sup>2)</sup>。表現が作品へ仕立て上げられてゆく過程においても、自分や他者が何を、どのように、なぜ表現したのか、そこにどんな価値が生まれたのかなどを、様々な文脈のもとに解釈することが重要であると考えられる<sup>3)</sup>。

本稿では、異なる文脈に基づいて制作された複数の図画表現を比較可能とするためのアニメーション手法について議論する。計算機を用いて複数の図画表現の差異をアニメーション表示することは、人が表現を比較する際の有効な手段であると考えられており、従来より情報可視化などのインタラクション分野で検討されてきた。しかし、従来研究では厳密なグラフ構造や座標系を持つ図画表現が対象であり、表現間の視覚的な隔たりが比較的大きな主観的表現については検討されてこなかった。

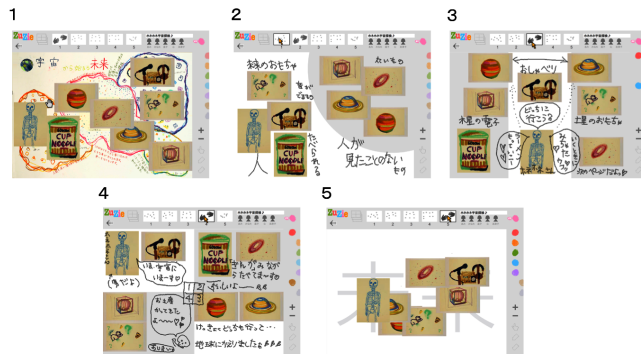
我々はこれまでにメディア表現を介した学習活動の支援を目的として、主観的表現の制作と吟味が同時に可能な視覚表現ツール Zuzie を提案してきた<sup>4)</sup>。ユーザは Zuzie 上で、電子化されたカードサイズの絵や写真を用いたデジタル組作品を制作することができる。デジタル組作品とは複数枚のシート作品の組であり、各シート作品は複数枚のカードとカードを自由にレイアウトするための 1 枚のシートで構成される (図 1)。Zuzie ではこのカードのレイアウトとシートに描かれた背景画がシート作品を解釈する上での文脈であると定める。その上で、共通のカード集合を用いて異なる文脈に基づいた複数のシート作品を制作し、切替え表示できる点の特徴とする。Zuzie の狙いは、一つの組作品を制作する過程において、この切替え表示を用いてシート作品を比較可能とすることによって、人々の表現活動を支え

<sup>†1</sup> 産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

<sup>†2</sup> 多摩美術大学

Tama Art University



5つのシート作品は共通のカード集合を用いて制作されるが、カードを解釈するための文脈（レイアウト、背景画）は作品毎に異なっている。

図1 Zuzie デジタル組作品の例  
Fig. 1 Example of Zuzie Digital Composition

ることである。このとき、シート作品間の差異をアニメーション表示することは重要な役割を担うと考えられる。

以下ではまず図画表現の観点から Zuzie の特徴を明らかにする（2 節、3 節）。その後、Zuzie における図画表現を比較する際に有効となるアニメーション手法について、実験心理学的手法に基づいた評価と議論を行う（4 節、5 節）。

## 2. 図画表現の文脈と比較

情報を図画として表現することの利点は人の空間的な知能を活かせる点にある。異なる文脈に基づいて制作された図画表現の比較を対象とする本研究は、探索的な情報検索、図を用いた発想支援、仮想作業空間などの空間的な情報の表現や整理、探索に関する技術分野と深い関わりがある。本節では Zuzie ならびに各技術分野における図画表現の構造や文脈の取り扱いを比較することによって、Zuzie の特徴を明らかにする。

図画表現における意味の単位と文脈がどのように捉えられているかは分野によって異なる。探索的な情報検索においてユーザがグラフ構造や地図を比較する場合、ツリー構造のノード<sup>5)</sup>や地図上の興味深い場所（POI, Point of Interest）<sup>6)</sup>のようなユーザの注目する部分が意味単位となり、その周辺に見える連結構造やレイアウトが文脈となる。あるいは、統計グラフのような座標図の場合は、レイアウトされるデータを意味単位として、それらを解

釈するための枠組み（座標や尺度、グラフの並べ方）が文脈となる<sup>7)</sup>。

図を用いた発想支援では、ユーザが図を描きながら思考を展開する過程において、ひとつの概念を表すカード<sup>8)9)10)</sup>を意味単位として、その連結構造やグループ構造、レイアウトが文脈となる。

仮想作業空間とは、実世界におけるデスクトップの機能を計算機上の仮想空間に構築したものである。この仮想作業空間を図画として眺めると、ファイルを示すアイコンを意味単位として、ユーザがファイル整理の手がかりとするアイコンのレイアウトやデスクトップのテクスチャ<sup>11)12)</sup>、タスク毎に分類するグループ構造<sup>13)14)</sup>などが文脈となる。

文献 15) では図と絵の違いについて、表現を構成する意味単位の観点から比較している。図ではその意味作用に関与する特徴が明示的であり、意味単位の種類が限られている。また、関与しない特徴でも意味の一部を強調するために役立つことがある。一方、絵の場合は絵を構成する要素の特徴を明記することは非常に難しく、意味単位の種類は不定であり、絵の意味は見る人の解釈の仕方によって変わる。ここまで本節で採り上げた図画表現では意味単位の切り分けや文脈のとらえ方がおおよそ明示的であり、15) で述べられた図の性質に近い。しかし、Zuzie の狙いは、絵のように主観的な表現の制作において、図のように明示的な比較検討の可能な過程を盛り込むことによって、制作とその吟味が同時に可能な学習ツールを実現することである。このため Zuzie における図画表現は、明確な意味単位であるカード表現と意味単位の不定なシート上のレイアウトおよび背景画の組み合わせで構成される。ここでカードはレイアウトと背景画を文脈として伴うことによって、1つのシート作品として解釈される。

Zuzie は発想支援を目的としないが、カードをレイアウトしながら図画表現を制作する点において、図的な思考の展開過程と類似する。ただし、Zuzie の図画表現は図的に比較検討の可能な部分と手書きの絵としてより主観的に表現された部分の両方を持つ点が特徴である。

探索的検索や図的思考支援は作業のための一時的な情報レイアウトを扱うが、仮想作業空間では比較的長期に渡って特定の場所にファイルが置かれる点が異なっている。Zuzie におけるシート上のカードレイアウトも、制作中には試行錯誤されるが完成した後はシート作品として長期的に鑑賞される。従来研究ではファイルを置く背景の柄は円や縞線経線など単純な見た目をしているが、Zuzie ではカードを置く背景となるシートの柄はユーザが自由に描いた絵であるため、主観的な手がかりの多い表現となっている点が特徴である。

本研究では、複数の表現を切替え表示で比較する時に、その差異を示すためのアニメーション手法について検討する。一般に、計算機上の表現においては、アニメーションの有効

な場面、有効でない場面があるが、空間的な表現の変化をアニメーションを用いて表示することは空間上のタスクに対するメンタルモデル構築<sup>16)17)</sup>や変化しているデータの文脈を理解するタスク<sup>18)</sup>に有効であるという報告がある。表現が急に変わると前後の対応付けが判らなくなるが、連続的なアニメーションがこの対応付けを助ける。また、アニメーションを見ること自体の楽しみによって、ユーザが没入感をもって表現世界を探索可能となる効果も期待できる<sup>18)19)</sup>。

### 3. Zuzie システム

Zuzie は図画表現の制作を中心としたワークショップにおける学習活動を支援する。制作においては表現の文脈を意識し、意味を多面的に捉えることが重要であるため、Zuzie では共通のカード集合を用いたシート作品を複数枚制作し、相互に比較することができる。ここで生まれた図画表現は、同じカードであってもシートに描かれた背景画や全体のレイアウトによって意味が変化しているという特徴を持つ。

例えば、図1のデジタル組作品は日本科学未来館における Zuzie 実践<sup>4)</sup>において、小学校6年生のグループが館内の展示物を自分でスケッチした絵を用いて5枚のシート作品を制作したものである。このうち土星の描かれたカードはシート作品2では「丸いもの」「人を見たことのないもの」として分類され、シート作品3では宇宙探検の行き先として分類される。また、シート作品4ではシートを区切って制作された4コマ漫画のストーリーの中に組み込まれている。

Zuzie では一度に1枚のシート作品を表示して制作作業を行うが、いつでも別のシート作品へ切替えることが出来る。その際、シートの背景画が変化するとともに、シート上のカードも切替え前の作品上での位置から切替え後の作品上での位置へアニメーションを伴って変化する。Zuzie ではこのようにシート作品を切替えることによって、カードを用いた表現を様々な方向から比較可能とする。

Zuzie の設計思想としては、異なる文脈に基づいた表現を制作、相互比較できるという点に重点を置き、それ以外を可能な限りシンプルなものとした。例えば、シートには背景画を描くことができるが、利用できるのはグレーの1色のみ、太さは一定、ツールは鉛筆と消しゴムのみとしている。

#### 3.1 実装の概要

Zuzie はサーバクライアント型のシステムである。視覚表現ツール（クライアント）は Macromedia Flash を用いて実装され、Web ブラウザ上でデジタル組作品を制作、閲覧で

きるインタフェースを提供する（図1）。サーバとシステム管理ページは CakePHP フレームワーク<sup>\*1</sup>で実装され、デジタル組作品とユーザを管理する。

デジタル組作品は複数のシート作品から構成される。シート作品はユーザが複数枚のカードを1枚の大きなシート上で自由にレイアウトすることによって制作される。レイアウト操作はペンタブレットやマウスによるドラッグアンドドロップで行われる。

**シート** シート作品はそれぞれ1枚のシートを持つ。ユーザはシートの柄を描画ツールを用いて自由に描いたり、あらかじめ用意された背景画ファイルから選択することができる。

**カード** カードは「画像」「作者の顔写真」「作文」の3つの要素を内部に持ち、いずれかのサムネイルがシート上に表示される。画像はユーザの制作した1枚の写真やスケッチを電子的に取り込んだものである。サムネイルをダブルクリックするとダイアログが開いて3つの要素を閲覧したり、どの要素のサムネイルをシート上で表示するかを選択することができる。ここでの選択結果は作品中の全てのカードに反映される。なお、カードの枚数はシート作品1つにつき5枚から40枚程度を想定する。

デジタル組作品の制作に際しては、ユーザは1人あるいは2から4人程度からなるグループを組んで、Zuzie 上で1つのシート作品を制作する。ただし同時に作業できるのは1人であり、複数人が利用する場合、Zuzie の操作者は必要に応じて交替する。

シート作品は共通のカード集合を用いて5枚まで制作可能であり、その際、シート作品を切替え表示して比較しながら進める。Zuzie の画面上端には、制作したシート作品のサムネイルが表示される。サムネイルをマウスでクリックすると、そのシート作品へ表示が切替わる。

Zuzie ではシート作品を切替える際にカードの位置が変化する。シート作品はそれぞれ別の文脈で制作された異なる表現であるが、切替えの際に表現の違いをアニメーションで滑らかに変化させることによって、ユーザにとってシート作品の比較は容易になると予想される。

### 4. 評価実験

2節で述べたように、人が複数の図画表現を比較する際に表現の差異をアニメーションで示すことは分かりやすさや楽しさをもたらすことが期待できる。特に Zuzie の図画表現は視覚的な隔たりが比較的大きく、有効なアニメーション手法について検討することは重要であると考えられる。このため、Zuzie における図画表現の差異を示す際に有効となるカード

\*1 <http://cakephp.org/>

のアニメーションについて実験心理学的手法を用いて評価した。

#### 4.1 実験デザイン

3 (アニメーション方式：順次移動／同時移動／フェード) × 2 (アニメーション速度：高速表示／低速表示) の 2 要因被験者内計画。

#### 4.2 実験協力者

22 名 (男性 11 名, 女性 11 名, 平均年齢 23.9 歳, 範囲は 20 歳から 29 歳)。

#### 4.3 刺激

本実験では切替えの際のカードアニメーションについて、3つのアニメーション方式（順次移動／同時移動／フェード）と2つのアニメーション速度（高速表示／低速表示）を組み合わせた6パターンのアニメーション刺激を用意する。シートについては今回はカードアニメーションを重点的に調査するため、先にシートが変化した後、カードが変化するアニメーション方式を用いる。

本実験では統制をとるため刺激提示用の実験システムを開発した (図 2)。実験システム上では切替えボタンを押下するたびに、シート作品 1 からシート作品 2 への切替え表示が行われる。シート作品 1 ではシート上に3つの円 (A, B, C) が重ならないように描かれ (図 3(a))、シート作品 2 では、A, B, C と異なる位置に3つの円 (D, E, F) が重ならないよう描かれている (図 3(b))。ただし、実験協力者にはシートの絵を覚えるのではなくカードの動きに着目してもらいたいため、シート作品 2 にもシート作品 1 の3つの円 (A, B, C) を薄く表示させるものとした。シート上では9枚のカードが各円の内側に3枚ずつレイアウトされており、カードは1色で塗りつぶされている\*1。

カードのレイアウトは刺激ごとにランダムであるが、「赤」「青」「黄」のカードだけはシート作品 1 上では必ず異なる円に置かれる。また、シート作品 1 と 2 でレイアウトがばらばらになるよう、シート作品 1 において同じ円内にあるカードは、シート作品 2 では別々の円に置かれる。例えば、A 内の3枚のカードは、D に1枚、E に1枚、F に1枚置かれる。

アニメーション方式は2通りの移動方式 ((a) 順次移動, (b) 同時移動) に (c) フェードを加えた3通りとする。フェードは映像作品やプレゼンテーション作成ソフトにおける画面表示の切替えでよく見られるアニメーション方式であるため、これと比較することによって移動方式の特徴を明らかにすることが狙いである。

(a) 順次移動 シート上のカードは一つずつ順番に動き始める。図 3(a) から図 3(b) へ変化

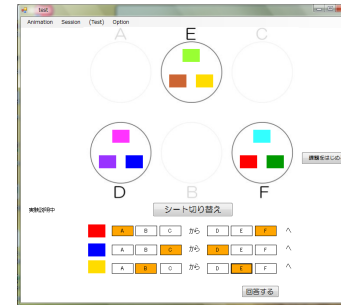


図 2 実験システムの画面

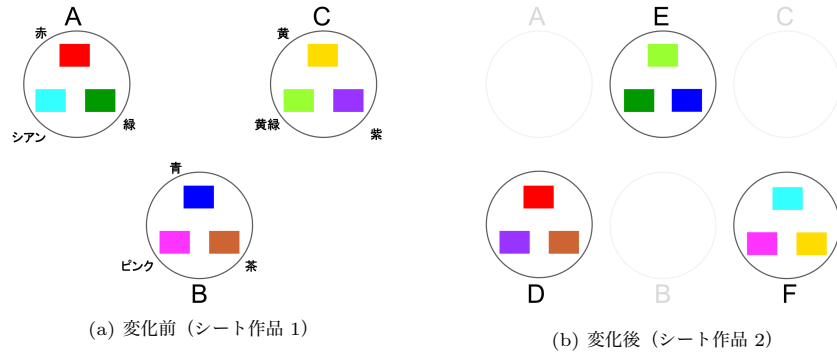
Fig.2 Screenshot of Experimental System

する過程を図 4(a) に示す。図中の数字は移動順、矢印はアニメーション開始後の移動の軌跡である。

- (b) 同時移動 シート上のカードは同時に動き始める。図 3(a) から図 3(b) へ変化する過程を図 4(b) に示す。図中の矢印はアニメーション開始後の移動の軌跡を示す。
- (c) フェード シート作品 1 の全てのカードがフェードアウトを始めると同時に、シート作品 2 の全てのカードがフェードインを始めると同時に、図 3(a) から図 3(b) へ変化する過程を図 5 の (1)(2)(3) に示す。

また、アニメーション表示では速度も大きく影響すると考えられる。本実験では各アニメーション方式について高速表示と低速表示の2通りの速度を用意した (表 1)。ただし、それぞれアニメーション方式が異なるため共通の基準で速度の尺度を定めることは難しい。まずは高速表示の場合、順次移動については予備調査での検討を元に、各カードが 300ms 間隔で移動開始し、それぞれ 500ms 後に移動先へ到着するものとした。この場合、カード全体の変化 (9 枚のカードの変化開始から変化終了まで) にかかる時間は、最後のカードが移動を始めるときの時間 ( $8 \times 300 = 2400ms$ ) に最後のカードが移動を終えるのにかかる時間 (500ms) を加えた 2900ms となる。一方、同時移動およびフェードにおいて、1枚のカードの変化にかかる時間はカード全体の変化にかかる時間と等しい。これを順次移動のカード全体の変化 (2900ms) と揃えた場合、1枚のカードが 2900ms かけて移動あるいはフェードするのは、500ms で移動する順次移動と比べてかなり遅く感じられた。このため、同時移動とフェードの高速表示では、順次移動において1枚のカードの変化にかかる時間 (500ms) を用いることにした。

\*1 実験協力者は一般的な色覚を持ち、カードを色で区別できる。



(図中の色名は実際のシート上には表示されない)

図3 実験用のカードレイアウト  
Fig.3 Card layout for experiment

低速表示の場合、同時移動とフェードについて、予備調査において全てのカードを追いかけられるが長すぎるということのなかった 5000ms を用いることにした。順次移動について1枚のカードの変化にかかる時間を 5000ms とするのは長すぎるため、移動開始の間隔を高速表示よりも大きい 400ms、1枚のカード変化を 1800ms とし、カード全体の変化にかかる時間が他と同じ 5000ms となるように設定した ( $8 \times 400 + 1800 = 5000ms$ )。

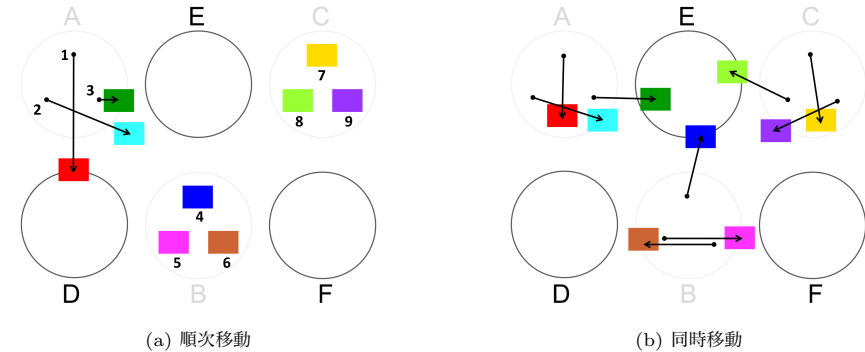
なお、順次移動、同時移動の場合について、Zuzie ではカードの移動に slow in and slow out 原理、follow through 原理のアニメーションを適用しているが、本実験では移動方式を比較するため、移動ベクトルの向きに大きな影響を与える follow through 原理は適用しない。

実験本体は以上の2要因被験者内計画であるが、この2要因以外についての議論を補う

表1 アニメーション速度  
Table 1 Animation Speed

	高速表示	低速表示
順次移動	300, 500	400, 1800
同時移動	500	5000
フェード	500	5000

順次移動: 移動開始の間隔 (ms), 1枚のカードの変化にかかる時間 (ms)  
同時移動, フェード: 1枚のカードの変化にかかる時間 (ms)

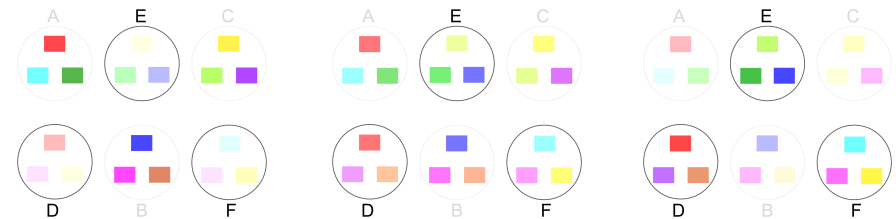


(a) 順次移動  
カードは一つずつ順番に動き始める。図中の数字は移動順、矢印はアニメーション開始後の移動の軌跡を示す。

(b) 同時移動  
カードは同時に動き始める。図中の矢印はアニメーション開始後の移動の軌跡を示す。

(図中の数字と矢印は実際のシート上には表示されない)

図4 アニメーション方式 (移動)  
Fig.4 Animation Method (Movement)



(1) 作品1のカードがやや透明, 作品(2) 作品1と2のカードが同程度に透明 (3) 作品1のカードがかなり透明, 作品2のカードがかなり透明

(1) から (3) の順でシート作品1がフェードアウト、シート作品2がフェードインする。

図5 アニメーション方式 ((c) フェード)  
Fig.5 Animation Method (Fade)

ため実験協力者には上記計画を妨げない形で次の補足的条件による刺激も提示している。  
**(ア) 同期フェード (高速表示)** 上記のフェードを用いた刺激提示ではシートが変化した後カードが変化するが、映像作品等でフェードアニメーションを用いる場合を考えると、画像全体が同時にフェードするほうが自然かもしれないと考えた。本条件では、切

替え前のシートと全てのカードが同時にフェードアウトして、切替え後のシートと全てのカードが同時にフェードインする。変化にかかる時間は  $500ms$  とする。

(イ) 同期フェード (低速表示) (ア)と同じであるが変化にかかる時間は  $5000ms$  とする。

(ウ) アニメーションなし 本条件では全くアニメーションを行わず、切替えボタンを押下する毎に、シート作品1とシート作品2の表示が瞬間的に切替わる。

#### 4.4 手続き

実験は個別実験であり、実験協力者はシート作品を切替えて「赤」「青」「黄」の3枚のカードがそれぞれシート作品1上のどの円からシート作品2上のどの円へ移動したかを答えるよう求められた。実験システム上には各色について円と対応するA,B,CおよびD,E,Fとラベルの貼られた6つのボタンがあり、回答はこのボタンをマウスクリックすることによって行われた。回答の正誤は「赤」「青」「黄」すべての回答入力後に「回答する」ボタンを押すと自動的に判断され、誤りのある場合は正答できるまで回答を修正するものとした。正答すると次の刺激提示へ進むためのボタンが表示される。なお、1つの問題について切替えボタンは何度でも押すことが可能であり、アニメーション再生の途中で押しても良い。その場合は現在のアニメーションがリセットされて始めから再生される。

1人の実験協力者に対して6パターンアニメーション刺激が全て提示された。パターンの並び方は実験協力者ごとにランダム化されている。ここで、同じパターンの刺激は必ず連続して7つ提示された。ただし、この7つについて回答する前に、同じパターンの刺激が練習として最大7つまで提示された。練習はパターンと回答方法に慣れるためのものであり、実験協力者が充分と思った時点で練習を切り上げることも可能であった。本番では出来る限り早く回答するよう求められた。

補足的条件の(ア)(イ)(ウ)を用いたパターンについても、上の6パターンの提示とは混合しない順序で同様の方法によって連続的に提示された。補足的条件内での提示順序も実験協力者ごとにランダム化された。

本実験では、刺激の提示から正しい回答が行われるまでに要する時間が計測された。また、その際にシート作品を切替えた回数も記録された。全ての刺激を提示し終えた後には実験システム上で質問紙調査が行われ、提示した9つのパターンについて、それぞれ回答する際の分かりやすさ(「1:分かりにくい」から「5:分かりやすい」の5段階評定)と楽しさ(「1:楽しくない」から「5:楽しい」の5段階評定)について主観的に判断し、入力するよう実験協力者は求められた。また、もしあれば感想についてキーボードで自由記述するよう求められた。

本タスクは集中力を要するものであるため、実験協力者は次の刺激提示へ進む前に合計5分までの休憩を任意にとってよいものとされた。実験に要した時間は教示、練習、休憩も含めて1人につき約40分であった。

#### 4.5 実験結果

誤操作によるアニメーション刺激不良のため、1名のデータは以下のすべての分析から除外した。その結果、21名のデータを分析対象とした。

図6(a)は分かりやすさの評定値の平均値を示したものであり、平均値の差について2要因分散分析を行った結果、アニメーション速度の主効果 [ $F(1, 20) = 7.32, p < .05$ ] が有意で、低速表示 ( $M = 3.87$ ) のほうが高速表示 ( $M = 3.02$ ) よりも分かりやすいことが明らかになった。

一方、図6(b)は楽しさの評定値の平均値を示したものである。この平均値の差について2要因分散分析を行った結果、アニメーション方式とアニメーション速度の交互作用 [ $F(2, 40) = 3.29, p < .05$ ] が有意であった。交互作用をScheffeの方法で多重比較した結果、順次移動のときは高速表示 ( $M = 4.14$ ) のほうが低速表示 ( $M = 3.38$ ) よりも楽しいことが明らかになった [ $F(1, 20) = 8.18, p < .01$ ]。また、高速表示の場合について、順次移動と同時移動を合わせた移動群 ( $M = 4.07$ ) はフェード ( $M = 3.29$ ) よりも楽しいことが明らかになった [ $F(2, 60) = 4.20, p < .05$ ]。

図7は回答に要した時間の平均値を示したものであり、平均値の差について2要因分散分析を行った結果、有意水準を5%としてアニメーション方式の効果 [ $F(2, 40) = 0.43, n.s.$ ] もアニメーション速度の効果 [ $F(1, 20) = 3.22, n.s.$ ] も両者の交互作用 [ $F(2, 40) = 3.09, n.s.$ ] もあるとは言えなかった。

シート作品を切替えた回数の平均値の差については、2要因分散分析の結果、アニメーション速度の主効果 [ $F(1, 20) = 11.81, p < .005$ ] が有意で、低速表示 ( $M = 1.18$ ) のほうが高速表示 ( $M = 1.45$ ) よりも切替えた回数が少ないことが明らかになった。

質問紙調査の自由記述の結果としては、「全体的に簡単であった」(2名)「慣れると次第に簡単になった」(3名)という主旨のコメントを得た。その他、カードが移動する方式について、「色を線で覚える感じで面白かった」「後半では移動した順に(前半では赤、青、黄の順番に答えていたが)答えられるようになった」とのコメントを得た。フェードする方式については、「前の状態が長く見えているので覚えやすい」「だんだんとぼやけていくものはある瞬間に18の四角が表示されてごちゃごちゃしてしまうので個人的にはあまり好きじゃなかった」とのコメントも得た。



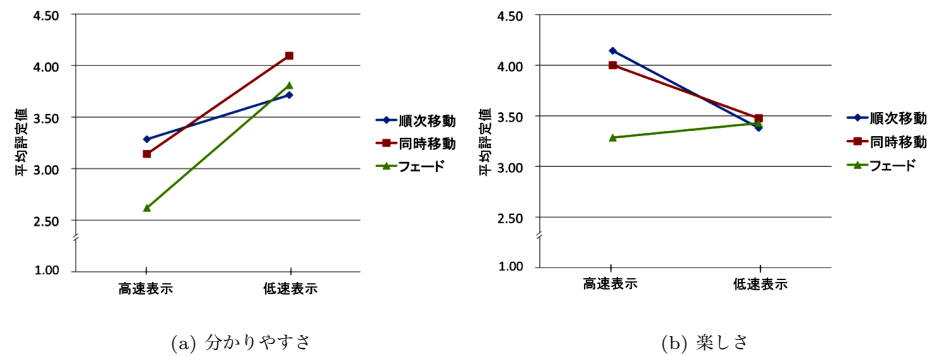


図 6 主観的評定の平均値  
Fig.6 Mean Subjective Rating Score

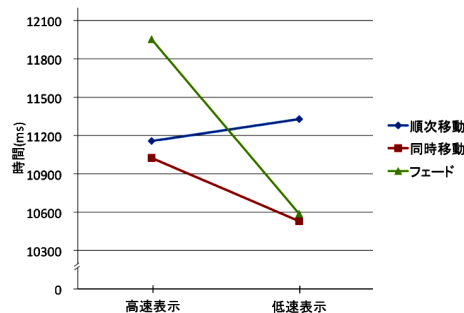


図 7 回答時間の平均値  
Fig.7 Mean Reaction Time

なお、補足的条件の刺激 ((ア) 同期フェード (高速表示), (イ) 同期フェード (低速表示), (ウ) アニメーションなし) を提示した結果、楽しさの平均評定値については 1 要因 (水準数は (ア) (イ) (ウ) の 3 つ) の分散分析の結果、有意差があった [ $F(2, 40) = 7.49, p < .005$ ]. Scheffe の方法で多重比較した結果、(ア) と (イ) をフェード群としてまとめた場合、フェード群 ( $M = 3.10$ ) はアニメーションなし ( $M = 1.91$ ) よりも楽しいと評価されたことが明らかになった [ $F(2, 60) = 7.05, p < .005$ ]. 回答時間の平均の差については 1 要因分散分

析の結果、有意差があったが [ $F(2, 40) = 3.57, p < .05$ ], 多重比較では有意差が生じなかった。分かりやすさには有意水準を 5% として差がなかった。

## 5. 議 論

図画表現の差異を示すアニメーションがある場合となしの場合についてはこれまでも比較検討されてきた<sup>7)16)17)20)</sup>。一方、本研究では同じタスクに対して複数の異なるアニメーション提示手法で比較することに着目し、アニメーション方式については移動 (順次移動, 同時移動) の場合とフェードの場合、またそれぞれについてアニメーション速度を変更して評価実験を行った点が新しい (4 節)。実験結果を要約すると、カードレイアウトの差異を切替えアニメーションで示す場合、低速表示のほうが高速表示よりも分かりやすいことが明らかになった。また、順次移動のときは高速表示のほうが低速表示よりも楽しく、高速表示のときはカードを移動 (順次移動・同時移動) するアニメーション方式のほうがフェード方式よりも楽しいことが明らかになった。以上に加え、アニメーションなしとアニメーションあり (同期フェード) の場合を比較することによって、楽しさに関するアニメーションありの効果を部分的に確認した。これらの実験結果から示唆されるアニメーションの設計指針としては、カードレイアウトの差異を示すアニメーションについて、分かりやすさの観点からは適切な表示速度を検討が必要であると同時に、楽しさについても考慮するならば、それぞれの速度に応じて有効なアニメーション方式を工夫する必要があると言える。

質問紙調査の自由記述の結果からは、タスクが簡単であったこと、アニメーション方式がそれぞれ実験協力者に対して異なる視覚的印象を与えていることが示唆される。このため、今後、3 枚のシート作品を切替えるなど難易度を上げた実験を行うことによって、アニメーション方式による差をより明確にすることができる可能性がある。

Zuzie はこれまでに大学やミュージアムにおけるワークショップで実践的に利用されてきた。日本科学未来館における実践<sup>4)</sup>では、ユーザがシート作品を切替え表示することによって 1 枚のカードに対する意味づけが深まる様子が観察されている。今後、本稿での議論を Zuzie のデザインへ反映させることによって、視覚表現を介した学習活動の支援を加速させてゆきたい。

## 6. おわりに

本稿では、異なる文脈に基づいて制作された複数の図画表現を比較するための、適切なアニメーション手法について議論した。特に、Zuzie と呼ばれる主観的な図画表現の制作を支

援するシステムについて、シート上にカードをレイアウトする図画表現の特徴と設計について述べた。カードレイアウトの差異を示す際に有効となる切替えアニメーションの手法について、実験心理学的手法を用いて評価した結果、アニメーションが低速表示のほうが高速表示よりも分かりやすいことが明らかになった。また、アニメーション方式が順次移動のときは高速表示のほうが低速表示よりも楽しく、高速表示のときはカードを移動するアニメーション方式のほうがフェード方式よりも楽しいことが明らかになった。

**謝辞** 本研究の一部は、科学技術振興事業団「JST」の戦略的基礎研究推進事業「CREST」における研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」の研究課題「情報デザインによる市民芸術創出プラットフォームの構築」の支援により行いました。

### 参 考 文 献

- 1) 須永剛司：ネットワークによる市民芸術プラットフォームの具体化に向けた調査(2006). 平成 17 年度戦略的創造研究推進事業 (CREST) 特定課題調査報告書.
- 2) 松岡正剛：知の編集術 発想・思考を生み出す技法, 講談社現代新書 (2000).
- 3) 須永剛司, 植村朋弘, 永井由美子, 須永公清, 繁田智行, 小早川真衣子, 敦賀雄大：学際共同研究としての表現プラットフォーム構築の構想 - 表現の創造・共有・交換を支えるプラットフォーム・デザイン (1) -, デザイン学研究. 研究発表大会概要集, 日本デザイン学会, pp.122-123 (2008).
- 4) Lee, T.-W., Kobayakawa, M., Tsuruga, Y., Takami, C. and Sunaga, T.: Facilitating Interpretation of Objects Based on "Constructive Scrapbook", *Proceedings of International Service Innovation Design Conference (ISIDC)*, pp.323-331 (2008).
- 5) Lamping, J., Rao, R. and Pirolli, P.: A Focus+Context Technique Based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies, *CHI '95: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, pp.401-408 (1995).
- 6) Reilly, D. and Inkpen, K.: Map Morphing: Making Sense of Incongruent Maps, *In Proceedings of Graphics Interface 2004*, pp.231-238 (2004).
- 7) 松下光範, 加藤恒昭：コンテキスト保持による探索的データ分析支援の枠組, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.18, No.2, pp.251-264 (2006).
- 8) 川喜田二郎：発想法 創造性開発のために, 中公新書 (1967).
- 9) 三末和男, 杉山公造：図的発想支援システム D-ABDUCTOR の開発について, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.9, pp.1739-1749 (1994).
- 10) 宗森 純, 堀切一郎, 長澤庸二：発想支援システム郡元の分散協調型 KJ 法実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.1, pp.143-153 (1994).
- 11) Robertson, G. G., Czerwinski, M., Larson, K., Robbins, D. C., Thiel, D. and Dantzych, M.V.: Data mountain: using spatial memory for document management,

- UIST '98: Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM, pp.153-162 (1998).
- 12) Agarawala, A. and Balakrishnan, R.: Keepin' it real: pushing the desktop metaphor with physics, piles and the pen, *CHI '06: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, pp.1283-1292 (2006).
- 13) Card, S.K. and Henderson, A.: A multiple, virtual-workspace interface to support user task switching, *CHI + GI '87: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems and graphic interfaces*, ACM, pp.53-59 (1987).
- 14) Robertson, G.G., Dantzych, M.V., Robbins, D., Czerwinski, M., Hinckley, K., Ridsden, K., Thiel, D. and Gorokhovskiy, V.: The Task Gallery: a 3D window manager, *CHI '00: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, pp.494-501 (2000).
- 15) 出原栄一, 吉田武夫, 渥美浩章：図の体系 図的思考とその表現, 日科技連 (1986).
- 16) Gonzalez, C.: Does animation in user interfaces improve decision making?, *CHI '96: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, pp.27-34 (1996).
- 17) Bederson, B.B. and Boltman, A.: Does Animation Help Users Build Mental Maps of Spatial Information?, *InfoVis '99: Proceedings of IEEE Symposium on Information Visualization*, IEEE, pp.28-35 (1999).
- 18) Nakakoji, K., Takashima, A. and Yamamoto, Y.: Cognitive Effects of Animated Visualization in Exploratory Visual Data Analysis, *InfoVis '01: Proceedings of IEEE Symposium on Information Visualization*, IEEE, pp.77-84 (2001).
- 19) Chang, B.-W. and Ungar, D.: Animation: From Cartoons to the User Interface, *UIST '93: Proceedings of the 6th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM, pp.45-55 (1993).
- 20) 西原陽子, 辻由紀子, 田中大智, 砂山渡：嗜好の違いの解釈を支援するアニメーションインタフェース, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.19, No.1, pp.3-12 (2007).