原著論文

差異表現に基づくピクトグラムの主題提示と認識向上

藤森 誠*, 伊藤 一成**, ****, Martin J. DÜRST***, 橋田 浩一****

* 青山学院大学大学院 理工学研究科, ** 青山学院大学 社会情報学部,

*** 青山学院大学 理工学部, **** (独)産業技術総合研究所

TOPIC PRESENTATION AND RECOGNITION IMPROVEMENT USING DIFFERENTIAL PICTOGRAM EXPRESSIONS

Makoto FUJIMORI*, Kazunari ITO**, ****, Martin J. DÜRST*** and Kōiti HASIDA****

* Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

** School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

*** College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University, 5-10-1 Fuchinobe, Sagami-hara-shi, Kanagawa 229-8558, Japan

**** National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 1-18-13 Sotokanda, Chiyoda, Tokyo 101-0021, Japan

Abstract : Pictograms are graphic symbols also called picture symbols. They are widely used, mainly in public accommodations. However, it is hard to say that meaning can be grasped quickly from a single pictogram. In most cases, pictograms are accompanied by some explanatory written text. In this paper, we propose a new method of displaying pictograms, displaying two slightly different pictograms successively, using the difference between the two frames to promote understanding. We limit ourselves to two frames because a higher number of pictograms makes it difficult to clearly express difference information and risks to confuse viewers more than help understanding. We experimentally evaluated the recognition properties of our new method. We showed one-frame and two-frame versions expressing the same content to 165 subjects and measured action time, percentage of correct answers, and semantic transparency. Using a Mann-Whitney U test, we found that in some problems, the semantic transparency was significantly ($p < 0.05$) higher for two-frame pictograms than for one-frame pictograms. Also, two-frame pictograms generally showed a better percentage of correct answers. We conclude that two-frame pictograms making use of difference information may contribute significantly to increasing pictogram recognition.

Keywords : Pictogram, Differential Expression, Topic Presentation

1. は じ め に

ピクトグラムとは日本語で“絵文字”、“図記号”と呼ばれるグラフィックシンボルであり、意味するものの形状を使って、その意味概念を理解させる記号である [1]。その利用用途は、交通標識やアイコン [2] などサインとしての役割と、コミュニケーション実現や意思伝達の手段としての役割 [3-5] の2種類に大別できる。近年、ユニバーサルデザインの潮流もあり、世界中でピクトグラムへの注目とその利用が広まりつつある。それに伴い、国際的には ISO [6] や IEC [7] が、日本では JIS [8] を中心に、様々な状況や用途を想定したピクトグラムの規格が定められている。

特に、空港、駅、バス停、市役所など公共施設を中心に多数のピクトグラムがサイン用途で利用されている。国内でいえば、大衆に一番認知されているのは標準案内図記号だろう [9]。さらに近年、より複雑な事象を表現した独自作成のピクトグラムが世の中にあふれてきたのが特徴である。そのような場合は、極力既存のピクトグラム部品を複数組み合わせで表現し、これにより再利用性や理解容易性を高めることが JIS などでも推奨されている。我々はこの方針に基づいて、

これまでに組み合わせを考慮し部品化したピクトグラムを約 1000 個作成し Web 上で公開し普及に努めている¹。また、組合せピクトグラムの作成を支援するツールも同様に公開している。

しかしながら標準案内図記号でさえ、おなじみの“非常口”や“トイレ”など場所を示す一部のピクトグラムを除けば、ピクトグラム単体で意味を瞬時に一般の人々が把握できているとは言い難いのが実情である。大半は併記される単語や文章によってはじめて表現内容が理解できる。それ以外のピクトグラムは言うまでもない。併記した文章を精読しなければピクトグラムの学習、言い換えれば情報伝達というピクトグラム表示の本来の目的が達成されない状況は望ましいとはいえない。

我々はその一連の取り組みの中で、関連性のある2コマのピクトグラムを連続的に提示することで、それらの差異部分から文脈、対比、帰結関係などの意味をより正確に伝達できるという仮説を立てるに至った。そこで、本論文では類似ピクトグラムの連続提示と単体提示の認識特性を実験により調査し、反応時間や一致率、意味明瞭度の結果に基づいてピクトグラム単体での認識向上について考察する。

¹ <http://sa.carc.jp/pict/>

2. ピクトグラムの差異表現

2.1 概要

現在、コマ割り表現として動画が広く認知されている。動画とは、動いている画像を指す。“多数の（時系列を細かく分割した）画像を高速に切り替え続けると、人間の視覚にはそれが連続的に見える”という特性を利用したものである。動画形式のピクトグラムについては、わかりやすさ、視覚的典型性、意味明瞭度、日常重要性などが北神らによって調査されている [10]。

しかし北神らの研究では、動作（イデオグラム）を動画形式のピクトグラムで表現することに主眼が置かれている。それに対し我々の研究は、各コマの差異から得られる情報を基に、ピクトグラムの意味理解を促進することを目的としている点で異なる。本手法の目的はあくまで得られた差異情報からピクトグラムの意味を特定することにある。そのため、コマ数をむやみに増やすと、差異部分を特定し、認識することが困難となる。また、1コマ1コマが重要な意味を持つことになるので、コマ数が多すぎる場合情報過多となり、逆に理解を妨げると考えられる。そこで、我々はコマ数を2コマに限定して、その2コマのピクトグラムを連続して提示する方法を提案する。これをピクトグラムの2コマ表現と以後表記する。

2.2 ピクトグラムの2コマ表現の例

公共交通機関や他の公共機関で実際に用いられているピクトグラムを題材に2コマ表現の作成を試みた。

表1に2コマ表現の例を12テーマ示す。表1において、カラム“1コマ表現”とはいわゆる静止画のピクトグラムをいう。本論文では以後2コマ表現との対比から、あえて1コマ表現と表記する。また表1でカラム“状況”とはピクトグラムが用いられている場所、カラム“説明文”とは、公共の場で実際にピクトグラムに付記されている説明文である。

次に各テーマの作成意図について説明する。

- 1) かばんのテーマでは、1コマ表現の場合、かばんの色が赤であることから、それを意識させたいことは認識できるが、具体的な動作を想起することは困難である。推奨動作を認識するためには、説明文を読む必要がある。そこで、2コマ表現では“かばんを持ち替える”という動作を表現するため、“かばんを背負っている場面”から“かばんを前に持っている場面”というかばんの位置の変化を差異情報として提示した。
- 2) ドアのテーマでは、矢印を使って人と扉との距離に注目させたいことが伺える。2コマ表現ではさらに、ドアに近づきすぎている状態と禁止マークを重ねたピクトグラムを追加した。ここでの差異情報とは、人間の位置のことである。
- 3) エスカレータ（親子）のテーマでは、ピクトグラムに3つの意味（センテンス）が含まれているため、非常にわかりにくくなっている。特に1コマ表現の場合、ピク

表1 ピクトグラムの1コマ表現、2コマ表現例

テーマ	状況	1コマ表現	説明文	2コマ表現	
				1コマ目	2コマ目
1) かばん	電車内		リュックは前に持ちましょう。		
2) ドア	電車のホーム		扉から離れてお立ち下さい。		
3) エスカレータ（親子）	エスカレータ前		ベルトにつかまり黄色の案内にお乗り下さい。お子様は中央に。		
4) エスカレータ（走る）	エスカレータ前		エスカレータはかけ上がらないで下さい。		
5) 駐車	駐車場		前向き駐車をお願い致します。		
6) ゲート	電車のホーム		ホームゲートから身を乗り出さないでください。		
7) アイドリング	駐車場		アイドリングはご遠慮下さい。		
8) 携帯電話	電車内		マナーモードに設定の上、通話はお控え下さい。		
9) エスカレータ（列整列）	エスカレータ前		ラッシュ時はあなたを閉めずに前の方に立ってお乗り下さい。		
10) 座席	電車内		多くの人が座れるように座はつめて座りましょう。		
11) 立て掛	電車のホーム		ホームゲートの上に物を立てかけないで下さい。		
12) ゴミ捨て	公園		ゴミはゴミ箱へ捨てましょう。		

トグラムのどこに注意を払えばよいのかが分からないため、伝達内容の理解が困難である。そこで、2コマ表現では、禁止状態を表現したピクトグラムを2コマ目に用意し、さらにその対応する箇所に禁止マークを付けることで注目位置をより限定するようにした。

- 4) エスカレータ（走る）のテーマでは、2コマ表現の2コマ目と1コマ表現とで同じピクトグラムを利用した。1コマ目は、“走る”の対比である“歩く”を用いることで1コマ表現との差別化を図った。
- 5) 駐車の場合は、禁止マークの存在から、車に関連する禁止事項であることは推測できるが、この例も何が具体的に禁止されているかがわかりにくい例である。例えば、後ろ向き駐車が禁止であるという意味以外にも、ここには駐車してはいけないという意味にも解釈可能である。そこで、2コマ表現では1コマ目に、前向き駐車のパクトグラムを提示する。車の向きという差分情報から駐車方向に関する警告を示すピクトグラムであることを推測させる。
- 6) ゲートのテーマでは、身を乗り出しているピクトグラムを1コマ表現と2コマ表現の2コマ目に利用した。1コマ目に、通常の起立状態の人間を1コマ目に表現することで、身を乗り出すという動作を差異情報と認識し、かつそれが主題であることを認識させる。
- 7) アイドリングのテーマでは、アイドリングを複数の煙

で表現している。アイドリングの様な表現しにくい概念をいかに直感的に、説明文無しに伝えるかはピクトグラムの研究で非常に重要である。

- 8) 携帯電話のテーマでは、マナーモードを表現しようとしている。マナーモードは主に、着信時に音を鳴らさずにバイブレートで振動を発するように動作するモードという意味で利用されるが、ピクトグラムによる表現は容易ではない。1コマ表現は通話を禁止することを表現したピクトグラムとしては、比較的理解が容易であると言える。しかし、その禁止行為の対象を特定しきれず、本来なら許可されるべきマナーモードも禁止されているという誤解を招くおそれがある。そこで2コマ表現では、禁止行為の対象を限定化する。1コマ目にマナーモードによる利用は禁止では無いことを“メール”をディスプレイ内部に表示することで印象づける。
- 9) エスカレータ(整列)のテーマは、1) かばんのテーマと同様、指示動作の想起が非常に困難である。そこで、2コマ表現では、“間を開けずに並ぶ”という指示動作を、1コマ目に間を開けたピクトグラム、2コマ目に間を詰めるという実際にユーザにしてもらいたい動作を差分として提示する。さらに緑のマルという差分により推奨の意味を付加した。
- 10) 座席のテーマも1) かばんのテーマと同じく、一部が赤い色で表現されているが、この色の変化で伝えたい内容が不明である。そこで、2コマ表現では、1コマ目に必要以上の場所を使っている人を提示し、2コマ目に1コマ目の人の姿勢を正したピクトグラムを示した。詰めて座ることにより、もう一人座ることができることを色の変化で示し、正しく座ることを推奨の緑のマルを用いて表現した。
- 11) 立て掛けのテーマは、他の例と比べ理解しやすい内容といえる。しかし、1コマ表現では、スキーボードの所持自体が禁止なのか、立て掛ける行為が禁止なのか分からない。そこで、2コマ表現では、1コマ目にスキーボードを持っているピクトグラムを提示することで、禁止が所持では無く、行為であることを示している。
- 12) ゴミ捨てのテーマは、禁止と推奨を同時に利用している。1コマ表現では、表現内容が何を伝えたいのかがわかりにくい。そこで2コマ表現では、1コマ目にゴミのすぐ下に禁止マークを付与し、2コマ目にその位置にゴミ箱を配置した。これからゴミを捨てる対象としてのゴミ箱に主題があることを提示する。

以下表1で示した12テーマをもとに、ピクトグラムの2コマ表現について総合的に考察する。

禁止、推奨、限定などがJISの標準案内図記号の利用意図に示されているが、それらについては問題なく表現可能である。禁止は“～しないで下さい”という内容を表す。表1に示したテーマの内では2) ドア、3) エスカレータ(親子)、5) 駐車、6) ゲート、7) アイドリング、11) 立て掛けが当

てはまる。これらのピクトグラムに共通する点は、禁止マークが用いられていることである。このマークもJIS規格として定められているため、標識などで目にする機会が多い。また、禁止を示す赤を用いており、直感的にも理解しやすいと言える。推奨は“～して貰いたい(～してください)”という要求を表現する。例の中では、1) かばん、9) エスカレータ(整列)、10) 座席、12) ゴミ捨てが相当する。推奨を表す場合、推奨前の行為は禁止事項で無いことが大半である。例えば、1) かばんのテーマでは、“かばんは背負うのではなく、前に持ちましょう”と要求している。かばんを背負うという行為(推奨前の行為)は禁止されてはいない。しかし、かばんを前に持つことで、より多くの乗客を乗せることができるため、推奨行為を行ってもらえるように促している。1コマ表現の場合、かばんを前に持っているという状態は認識が容易だが、後ろから前に持ち替えるという行動要求の認識は困難である。限定は、“～はしてはいけません。しかし…はしてもかまわない”という内容を表現する。表1のテーマでは8) 携帯電話がそれに相当する。1コマ表現では、通話と音だしが禁止であることは理解できるが、それ以外の行為を行っても良いのか定かではない。そこで、2コマ表現では、メールを行うことは許可し、通話や音を出すことは禁止した。これにより、観察者に携帯電話の限定的な利用法を伝えている。

また、注視すべき領域が認識しやすいという点もある。1コマ表現では、注視すべき領域を明示する場合、色やサイズを変化させることで対応していた。しかし、色やサイズを変化させるだけでは、その変化が何を捉えているのかが特定しにくい場合が多い。そこで2コマ表現では、それらの変化や差異情報を利用することで伝達内容の具体化を図ることができる。

2コマ表現について熟慮すべき点も存在する。2コマを時間軸に沿って同一領域に続けて表示させる場合には、2コマ表現あることを明示しなければ、変化が現れるか無変化であると分かるまで注視し続けなければならない。

一方、表1の様2コマの画像を横並びに並列配置する表示では、2コマの差異表現が直感的に分かりにくい。

2コマ表現の内容を理解する上で、その提示順序は非常に重要な要因である。例えば文章で考えると、「あの人はおっちょこちょいだけど、頭は切れる。」は肯定的記述であり、「あの人は頭は切れるけど、おっちょこちょいである」は否定的否定的記述である。これは、人は後方刺激を重要と捉える傾向にあるという言語学的知見の利用に由来する。よって表1に示す2コマ表現を作成するにあたり、伝えたい内容を表現したピクトグラムを2コマ目に配置した。

3. 実験

今回行った実験の趣旨と詳細、被験者に関する情報、実験手順について述べる。

実験では、2コマ表示から得られる差分情報がピクトグラ

図1 実験画面遷移図

ムの認識にどのように影響を与えるかを調査する。あるセンテンスを表現した2コマ表現のピクトグラムあるいは1コマ表現のピクトグラムをその利用状況と合わせて提示し、反応時間、一致率、意味明瞭度を測定した。反応時間は、2コマ表現あるいは1コマ表現が提示されてから、内容を理解したと被験者が判断するまでの時間を計測したものである。一致率は、公共の場で実際にピクトグラムに付記されている説明文の内容と被験者が予想した内容とが一致していたかを Yes, No で回答させた結果の比率である。意味明瞭度は、説明文の内容と提示されたピクトグラムがわかりやすかったかどうかを被験者に7段階で評価させた値である。7段階の評価は、7.非常にわかりやすい、6.わかりやすい、5.ややわかりやすい、4.どちらとも言えない、3.ややわかりにくい、2.わかりにくい、1.非常にわかりにくいの中から選択させた。

2章で概説した表1の12テーマを用意した。1つのテーマにつき、それぞれ2コマ表現と1コマ表現の2種類を用意した。各被験者には、計12テーマそれぞれに対して、2コマ表現もしくは1コマ表現を提示し回答させた。1コマ表現と2コマ表現でのテーマの重複が無いよう配慮した。提示する際、テーマの提示順、2コマ表現が提示されるか1コマ表現が提示されるかは乱数を用い、ランダムにした。しかし、1コマ表現と2コマ表現が6テーマずつにするようにした。

本実験の被験者は、青山学院大学の学生165名である²。ピクトグラムについての予備知識が無い被験者を選び、実験を行うに当たっても、特別な事前学習は行っていない。実験には、パソコンを用い、全てのテーマをブラウザ上で回答させた。実験中、実施者は被験者に特別な指示は与えず、実験の説明もブラウザ上で行った。それぞれのテーマについて、以下の手順で回答させた。図1に手順に沿った実験画面遷移図を示す。

Step 1. 被験者は、指定されたWebページにアクセスし、フォームに学生番号を入力後、“送信ボタン”をクリックする。

Step 2. 被験者は、実験の説明文を読み、その後“次へ”ボタンをクリックする(図1の画面(1)参照)。

Step 3. 画面に、スタートボタン、現在の回答テーマ数、実験の説明文が表示される(図1の画面(2)参照)。被験者が“スタートボタン”を押すと、ピクトグラム(1コマ表現あるいは2コマ表現)と状況説明が現れる。スタートボタンは“ストッ

プボタン”に変わる。また、時間の計測が開始される(図1の画面(3)参照)。2コマ表現の場合は、1コマ目がスタートボタン押下後0秒から2秒まで1コマ目を表示し、2秒以降は同じ場所に2コマ目を表示し続ける。

Step 4. 被験者は、提示されたテーマの内容を理解後、“ストップボタン”を押す。ボタンを押すと、時間の計測を終える。

Step 5. テーマと内容説明文が表示され、被験者は説明文とstep 4で予想した内容との正誤を Yes (正), No (誤)の選択肢から選び“送信ボタン”を押す(図1の画面(4)参照)。

Step 6. 被験者は、テーマ内容のわかりやすさ(明瞭度)を7段階で評価し、“送信ボタン”を押す。

Step 3 から Step 6 をすべてのテーマについて繰り返す。全テーマを回答した後、実験終了の旨を画面に表示する。

反応時間、一致率、意味明瞭度の観点から結果を集計した。その結果、意味明瞭度に関して検定が必要と考えた。意味明瞭度は正規性が検出されなかったため、マン・ホイットニーのU検定を用い、1コマ表現と2コマ表現の間で意味明瞭度に有意差が認められるかを検証した。

4. 実験の結果と考察

本章では、主にテーマ別の結果と個人別の結果の観点から結果の提示と考察を行う。

表2に実験結果を示す。表3に2コマ表現と1コマ表現の意味明瞭度に対してU検定を行った結果を示す。表3において、E(U)は統計量Uの期待値、V(U)は分散、Zは正規得点を表す。

1コマ表現よりも2コマ表現の意味明瞭度の方が高いという有意な差を、1) かばん ($p<0.01$)、5) 駐車 ($p<0.01$)、9) エスカレータ(整列) ($p<0.01$)、10) 座席 ($p<0.01$) の4テーマにおいて見いだすことができた。これら4テーマの共通点として、推奨を表す緑のマルの利用、1コマ表現の意味の不明瞭さが挙げられる。5) 駐車を除く3テーマでは1コマ表現には推奨や禁止など、ピクトグラムから成すべき行為を想起しにくい点が強く影響していると考えられる。そのため、2コマ表現で推奨行為の差分情報から行為を特定でき、一致率、意味明瞭度が上昇したと考えられる。

一方、5) 駐車のテーマでは、1コマ表現に禁止マークがあるにもかかわらず、明瞭度に有意差が見いだされた。その原因として内容の不明瞭さが関係していると考えられる。詳

² 内訳は、理工学部2年の学生67名と社会情報学部1年の学生98名である

表 2 実験結果

テーマ	表現方式	明瞭度回答数							明瞭度平均	明瞭度分散	一致率	平均反応時間	反応時間分散
		1	2	3	4	5	6	7					
1) かばん	1 コマ	4	14	12	5	15	9	24	4.639	4.112	0.639	5.603	10.476
	2 コマ	1	3	2	2	16	19	39	5.951	1.899	0.939	4.879	8.290
2) ドア	1 コマ	4	4	7	7	15	15	27	5.253	3.243	0.810	5.095	12.490
	2 コマ	2	10	10	4	17	15	28	5.105	3.436	0.791	5.298	12.329
3) エスカレータ(親子)	1 コマ	7	15	17	13	11	15	13	4.132	3.627	0.560	4.715	9.768
	2 コマ	2	12	13	12	14	9	12	4.338	3.131	0.649	6.964	50.945
4) エスカレータ(走る)	1 コマ	1	4	2	4	12	21	48	6.011	2.011	0.935	3.972	8.220
	2 コマ	2	2	5	3	15	12	34	5.726	2.535	0.890	4.472	4.246
5) 駐車	1 コマ	17	27	16	5	5	3	7	2.888	3.266	0.238	5.645	12.206
	2 コマ	1	1	3	2	9	26	43	6.141	1.504	0.941	5.052	6.076
6) ゲート	1 コマ	3	7	9	4	12	16	30	5.259	3.519	0.778	4.444	6.985
	2 コマ	3	10	11	3	19	18	20	4.893	3.398	0.774	5.466	7.194
7) アイドリング	1 コマ	6	15	8	10	17	14	19	4.517	3.889	0.618	4.128	11.393
	2 コマ	3	7	10	6	12	14	24	5.039	3.558	0.724	4.678	3.148
8) 携帯電話	1 コマ	1	9	11	7	15	11	25	5.013	3.320	0.747	3.607	5.386
	2 コマ	2	12	16	4	13	11	28	4.849	3.871	0.744	4.597	11.897
9) エスカレータ(整列)	1 コマ	18	21	16	11	4	1	6	2.857	2.940	0.130	7.743	31.364
	2 コマ	11	17	18	10	13	6	13	3.761	3.839	0.511	6.573	17.442
10) 座席	1 コマ	13	15	13	7	12	8	10	3.692	4.112	0.564	6.630	14.505
	2 コマ	2	3	8	11	14	18	31	5.414	2.664	0.874	7.881	169.639
11) 立て掛け	1 コマ	7	23	11	11	6	13	8	3.722	3.716	0.468	4.986	7.493
	2 コマ	15	16	17	10	11	5	12	3.570	3.989	0.477	6.289	16.993
12) ゴミ捨て	1 コマ	0	3	0	3	5	14	57	6.415	1.332	0.951	4.225	6.789
	2 コマ	0	1	3	3	10	12	54	6.301	1.359	0.976	4.012	6.808

表 3 意味明瞭度に関する U 検定結果

テーマ	U	E(U)	V(U)	Z	P 値
1) かばん	2174	3403	87657.43	4.152	0.000032852
2) ドア	3256	3397	89063.04	0.472	0.6365944
3) エスカレータ(親子)	3157	3367	90915.10	0.696	0.4861357
4) エスカレータ(走る)	3033	3358	80334.88	1.147	0.2515258
5) 駐車	724	3400	90151.64	8.912	4.99E-19
6) ゲート	2937	3402	89776.22	1.552	0.1206788
7) アイドリング	2847	3382	90506.87	1.779	0.07507683
8) 携帯電話	3270	3397	89556.14	0.424	0.6712879
9) エスカレータ(整列)	2473	3388	90817.93	3.038	0.002382381
10) 座席	1775	3393	91193.71	5.358	8.42E-08
11) 立て掛け	3245	3397	91477.97	0.504	0.6141137
12) ゴミ捨て	3214	3403	65042.57	0.741	0.4586472

しくは 2 章で述べたが、このピクトグラムでは、禁止マークが何を禁止しているのか特定が難しい。そのため、推奨と禁止を対比できた 2 コマ表現との間に有意差が見いだされたと考えられる。1 コマ表現の改善案として、奥あるいは手前に前向き駐車のを並べることが考えられる。他の車が前向きであることが明示されていれば、禁止対象の特定が容易になる。

しかし、上記の 4 テーマ以外に、12) ゴミ捨て、8) 携帯電話のテーマにおいて推奨の緑のマルを利用したが、有意差は見いだされなかった。その理由はいくつか考えられるが、1 コマ表現、2 コマ表現共に高い一致率、意味明瞭度が得られていることから、このテーマが広く浸透したピクトグラムであることが影響したと考えている。各公共交通機関では、利用者のマナー向上を目指し、マナーモードの徹底を促して

いる。そのため、実験者は被験者に対して、実験前にピクトグラムについての学習や説明は行っていないが、公共交通機関の利用時にテーマ 8 の内容を事前に学習している可能性が高い。また、同様に公園にはゴミ捨てマナー向上のためのピクトグラムや、説明が多数存在するため、両者のテーマは推奨を利用せずとも十分に内容を推測できたと考えられる。

表 4 に個人別の正誤に基づいた実験結果を示す。個人別に集計を行ったところ、正答の場合、意味明瞭度と反応時間に弱い負の相関があることが明らかになった ($r < -0.39$)。また、正答の場合に意味明瞭度は高い値を示し(平均 5.69)、誤答の場合には低い値を示している(平均 2.58)ことから回答の正誤と意味明瞭度には相関があることが予想される。実験では、被験者に 2 コマ表現が切り替わるタイミング(2 秒)を知らせずに実験を行った。そのため、表示されているテーマが 1 コマ表現か 2 コマ表現か確認するために最低 2 秒の時間が必要となる。つまり、2 コマ表現の 2 コマ目を見ることなく回答した被験者がいるということである。そこで、2 秒未満の回答者数に関する結果を表 5 に示す。

4) エスカレータ(走る)のテーマでは、1 コマ表現での正答者数の割合が大きい。これは、1 コマ表現が 2 コマ表現の 2 コマ目と同じであることと関係していると考えられる。2 コマ表現では、伝えたい内容を表現したピクトグラムを 2 コマ目に配置したため、それを見ていない回答者よりも良い結果が得られたと推測できる。

さらに、1 コマ表現における概要把握の容易さも影響していると考えられる。表 2 における 4) エスカレータ(走る)の正答率は 1 コマ表現、2 コマ表現共に非常に高い数値を示

表4 正答・誤答別の実験結果

テーマ	表現方式	正答					誤答				
		回答数	平均反応時間	反応時間分散	意味明瞭度平均	意味明瞭度分散	回答数	平均反応時間	反応時間分散	意味明瞭度平均	意味明瞭度分散
1) かばん	1 コマ	53	5.05	11.56	5.85	1.78	30	6.58	7.34	2.50	1.02
	2 コマ	77	4.65	6.90	6.16	1.13	5	7.65	26.17	2.80	3.70
2) ドア	1 コマ	64	4.44	9.26	5.89	1.53	15	7.82	17.99	2.53	1.41
	2 コマ	68	4.88	9.59	5.72	1.94	18	6.89	20.44	2.78	2.30
3) エスカレータ (親子)	1 コマ	51	4.37	6.35	5.27	2.44	40	5.15	14.05	2.68	1.35
	2 コマ	48	5.74	18.76	5.13	2.37	26	9.22	105.34	2.88	1.31
4) エスカレータ (走る)	1 コマ	86	3.79	7.04	6.27	1.07	6	6.55	21.31	2.33	1.07
	2 コマ	65	4.46	4.56	6.11	1.35	8	4.54	2.00	2.63	1.41
5) 駐車	1 コマ	19	5.16	29.03	5.16	3.14	61	5.80	7.26	2.18	1.22
	2 コマ	80	5.05	6.34	6.33	0.98	5	5.05	2.36	3.20	0.70
6) ゲート	1 コマ	63	3.94	4.64	5.97	1.64	18	6.20	11.73	2.78	2.18
	2 コマ	65	5.25	5.17	5.54	2.16	19	6.21	14.03	2.68	1.34
7) アイドリング	1 コマ	55	3.51	3.54	5.75	1.60	34	5.12	22.94	2.53	1.17
	2 コマ	55	4.56	2.75	5.91	1.68	21	4.99	4.25	2.76	1.29
8) 携帯電話	1 コマ	59	3.73	6.25	5.76	1.91	20	3.24	2.85	2.80	0.91
	2 コマ	64	4.71	8.38	5.67	2.29	22	6.97	19.05	2.45	0.74
9) エスカレータ (整列)	1 コマ	10	4.80	8.80	4.70	3.79	67	8.18	33.41	2.58	2.28
	2 コマ	45	5.19	4.93	5.20	2.34	43	8.03	26.01	2.26	0.89
10) 座席	1 コマ	44	5.92	15.76	5.00	2.79	34	7.55	11.75	2.00	0.73
	2 コマ	76	7.56	188.20	5.74	2.04	11	10.10	36.87	3.18	1.11
11) 立て掛け	1 コマ	37	4.38	7.29	5.27	2.42	42	5.52	7.23	2.36	0.87
	2 コマ	41	5.49	22.85	5.22	2.18	45	7.02	10.92	2.07	0.88
12) ゴミ捨て	1 コマ	78	4.17	6.79	6.62	0.53	4	5.27	7.56	2.50	1.00
	2 コマ	81	4.07	6.84	6.40	1.02	2	1.84	1.76	2.50	0.50

している。また、2秒以下での回答は1コマ表現の正答者の3割である。これらの結果から、被験者によっては、全体像を把握しやすい1コマ表現の方が2コマ表現よりも適する可能性が示唆される。7) アイドリングのテーマも同様である。1コマ表現の正答数が高く、2コマ表現は少ない。理由として、前述の1コマ表現の全体像を把握しやすい点がある。またそれだけでなく、2コマ表現で回答者が少なかった理由に、1コマ目の役割が影響していると考えられる。2コマ表現は1コマ目あるいは2コマ目だけの提示では、全体の表現内容が完結しない場合がある。1コマ目のピクトグラムは車が止まっているだけであり、2コマ目を提示されないことには、内容を推測できない。そのため、多数の被験者は2コマ目の提示を待つために2秒以上の時間を要したと考えられる。

表5の結果において、回答時間が2秒以下にも関わらず、高い正答率が得られているテーマがいくつか存在する。その要因は1コマ表現、2コマ表現の表現内容に強く影響し、1コマ表現の内容がわかりやすい、あるいは広く認知されている場合には、1コマ表現は瞬時に認識が可能であることが示唆された。しかし、今回は集団の母数が少ないため、より詳細な設定の元での実験が必要になるであろう。

ここからは、今回提案したピクトグラムの2コマ表現を実際に利用する状況を想定した場合に考えられる考慮点について述べる。

2コマ表現の実利用時の考慮点として、他の年齢での被験

表5 2秒未満の回答者数及びその割合

テーマ	1 コマ表現		2 コマ表現	
	正答	誤答	正答	誤答
1) かばん	7 (13.2%)	0 (0.0%)	10 (13.0%)	1 (20.0%)
2) ドア	10 (15.6%)	0 (0.0%)	11 (16.2%)	0 (0.0%)
3) エスカレータ (親子)	10 (19.6%)	6 (15.0%)	8 (16.7%)	2 (7.7%)
4) エスカレータ (走る)	28 (32.6%)	1 (16.7%)	8 (12.3%)	1 (12.5%)
5) 駐車	4 (21.1%)	0 (0.0%)	6 (7.5%)	0 (0.0%)
6) ゲート	9 (14.3%)	1 (5.6%)	4 (6.2%)	3 (15.8%)
7) アイドリング	13 (23.6%)	5 (14.7%)	3 (5.5%)	1 (4.8%)
8) 携帯電話	12 (20.3%)	3 (15.0%)	9 (14.1%)	3 (13.6%)
9) エスカレータ (整列)	2 (20.0%)	3 (4.5%)	4 (8.9%)	6 (14.0%)
10) 座席	7 (15.9%)	0 (0.0%)	10 (13.2%)	1 (9.1%)
11) 立て掛け	3 (8.1%)	5 (11.9%)	3 (7.3%)	0 (0.0%)
12) ゴミ捨て	11 (14.1%)	0 (0.0%)	19 (23.5%)	1 (50.0%)

者でも同様の結果が得られるかが考えられるであろう。我々はこれまでに、静止画（1コマ表現）ピクトグラムの年代別の理解度調査を紙ベースで行っている [11]。実験では、小学校低学年から70代の被験者を対象としており、その結果

50 代以降に認識率の低下が見られることがわかっている。また、ピクトグラムの内容が複雑になるにつれ回答を放棄する傾向があることも見受けられた。この点に関しては、50 代以降認識率が低下すること、シンプルなピクトグラムは理解度が高く、複雑な内容ほど誤解されやすいことが、三枝によっても報告されている [12]。今回は PC 上で実験を行うこととしたため、PC 操作スキルに問題ない学生を実験対象としたが、本件においても、同様の結果が得られると推察される。

また、実環境ではある程度の距離から目視することになる。そもそもピクトグラムには、案内目的だけでなく、避難誘導や危険回避もその目的にあるため、遠距離からもある程度容易に視認できるよう考慮されている。しかしながら、ピクトグラムの視認の容易さは、サイズ、色、形状などが複雑に関係しているため、実利用の際はピクトグラムの表示法に若干の配慮が必要となるかもしれない。

さらに、すべての人が数秒かけて 2 コマ表現を見てくれる訳ではないという点も考慮すべきであろう。今回の実験で 2 コマ表現は、1 コマ表現の内容補助を目的として利用されることが多かった。実験で利用した 2 コマ表現は、2 コマのうちのどちらかに 1 コマ表現とほぼ同じ、あるいは全く同じピクトグラムが利用されている。さらに、実際に利用されているテーマを基にピクトグラムを作成したため、多少の事前学習が行われていると考えられる。それにより、1 コマ目だけでもその内容を理解できると考えられる。図 2 に個人別の平均反応時間の累積度数グラフを示す。横軸は時間(秒)、縦軸は回答者の人数を表す。また、図 3 から図 6 に、テーマ 1) かばん、テーマ 7) アイドリング、テーマ 8) 携帯電話、テーマ 9) エスカレータ(整列)における反応時間の累積比率のグラフを示す。横軸は時間(秒)、縦軸は回答者の比率を表す。累積であるため、横軸の時間までに回答された回答数の比率となることを注意されたい。例えば図 3 において、横軸の 2.8 という数値では、2.8 秒までに被験者の 20% が回答したことを表現している。グラフ内の赤い点線は、2 秒の時に 2 コマ表現の 2 コマ目を提示したことを表し

図 2 個人別平均反応時間の累積度数

図 3 反応時間の累積比率(テーマ1 かばん)

図 4 反応時間の累積比率(テーマ7 アイドリング)

図 5 反応時間の累積比率(テーマ8 携帯電話)

図 6 反応時間の累積比率(テーマ9 エスカレータ(整列))

ている。比率が100%に達していないのは、回答に10.0秒以上要した被験者が存在するためである。ここではわかりやすさを考慮し10.0秒までの表示とした。また、傾きが急なほど、その時間範囲（0.2秒間）における回答数が多かったことを表している。

テーマ8) 携帯電話の結果を表した図5のグラフでは、1コマ表現の回答の収束時間が非常に早い。これは前述の通り、被験者の事前学習に強い影響を受けている。被験者は、日頃の経験から、電車内という状況と携帯電話のピクトグラムと禁止マークを見ることにより、マナーモードに設定すること、通話は禁止であることを反射的に予測していると考えられる。一方、2コマ表現の場合、1コマ目の情報がその推測を導き出すことを阻害してしまっていると考えられる。そのため、このテーマでは、1コマ表現で非常に顕著な結果が見られたと言える。この様に、1度学習が行われれば、次回以降2コマ目の提示は不要であり、認識に必要な時間はごく短時間で済む。

事前学習が行われていない場合には、1コマ目と2コマ目を別々に観察し、その後両者の差分から意味把握を行うという手法が考えられる。例えば、ある地点に1コマ目を表示し、少し離れた別の地点に2コマ目を表示する。観察者はそこを通過することで2コマを認識し、その差分から意味の把握を行うことも考えられる。この手法では、連続的な提示でないことから、即時の直感的理解は困難になると予想される。しかし、今回の2コマ表現では、1コマ表現と同じピクトグラムを利用してものもあるため、片方だけの提示でも効果があり、十分な理解度が得られると考えられる。その他にも、見る角度を変えると別の画像が現れるといった特殊印刷を利用した手法も考えられる。これには、画像の変化に時間遷移を用いず、観察者の位置変化を用いることで、自分のタイミングで見ることができる。こちらは移動速度にも影響するが、概ね連続提示の状況を作り出すことができるため、今回の実験と同様の結果になると考えられる。

テーマ7) アイドリングの結果を表した図4のグラフでは、2.8秒から5.2秒の2.4秒間に比率が約70%増加している。テーマ1) かばんの結果を表した図3のグラフにも同様の傾向が見られ、2.8秒から4.4秒の1.6秒間に比率が、約40%増加している。これは、2コマ目を提示したことにより初めて意味が理解できた被験者が多くいることを示している。一方、テーマ9) エスカレータ（整列）の結果を表した図6のグラフでは、4秒以降で2コマ表現の傾きが大きくなっている。これは、本テーマのピクトグラムに普段慣れ親しんでいることが影響していると考えられる。そのため、被験者は2コマ目を提示された後、2, 3秒考えたのち内容がわかり、4秒以降の回答が増加したと考えられる。3つのテーマ全てにおいて、表2、表4の結果から意味明瞭度、一致率について2コマ表現が非常によいことがわかる。

また、今回の実験では必ず表1に示した1コマ目、2コマ目の順に提示した。しかし実利用時には、タイミングによっては、2コマ目を先に見てしまう可能性も考えられ

る。2コマ目を先に見た場合、“人は後方刺激を重要と捉える傾向がある”という言語学的知見の効果が薄れてしまう。しかし前述の通り、1コマだけの単体提示でも十分な理解が得られると考えられ、多少の精度の低下は見受けられるかもしれないが、概ね今回の実験と同程度の結果が得られるであろう。

5. まとめと今後の課題

本論文では、ピクトグラムの2コマ表示と1コマ表示の認識特性を実験により調査し、反応時間や一致率、明瞭度の結果に基づいてピクトグラム単体での認識向上について考察した。いくつかのテーマにおいて1コマ表現よりも2コマ表現の方が、意味明瞭度や一致率の観点において優位性を見いだすことができた。つまり類似ピクトグラムの連続提示から得られる様々な差異情報により、ピクトグラム単体での認識向上が十分見込めると結論付けられる。

今回いくつかの点については、既存の研究に基づいた推測的考察にならざるを得なかった。実環境での実験を含めた、より詳細な検証が今後の課題である。さらに、2コマ表示方式や作成指針に関して研究を進め、その知見に基づいたピクトグラム表現やツールを幅広く流通させていきたいと考えている。

謝 辞

本研究の一部は科学研究費補助金（課題番号：20700097 研究代表者：伊藤一成）によるものです。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- [1] 太田幸夫：ピクトグラムのおはなし、日本規格協会、1995
- [2] Krisela Rivera, Nancy J. Cooke and Jeff A. Bauhs: The effects of emotional icons on remote communication, Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.99-100, 1996
- [3] Maharaji, S.C.: Pictogram Ideogram Communication, The George Reed Foundation for the Handicapped, 1980
- [4] Shi-Kuo Chang: Visual Languages: A Tutorial and Survey, Selected contributions on Visualization in programming, 5th Interdisciplinary Workshop in Informatics, pp.1-23, 1987
- [5] Aaron Marcus: Icons, Symbols, and Signs: Visible Languages to Facilitate Communication, interactions, Issue 3 (may + june), pp.37-43, 2003
- [6] ISO: ISO 7001 (Public Information Symbols), 1990
- [7] IEC: IEC 60416 and 60417 (Graphical Symbols for Use on Equipment), 2005
- [8] 日本規格協会：JIS T0103(コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則)、2005
- [9] 日本規格協会：JIS Z 8210(標準案内図記号)、2002

- [10] 北神慎司：動画形式の視覚シンボルの視覚的典型性に関する調査，日本教育工学会論文誌，30，pp.21-24，2006
- [11] 藤森誠，伊藤一成，Martin J. Dürst，橋田浩一：ピクトグラムの群配置における感性的認識に関する検証，日本感性工学会研究論文誌，8，2008
- [12] 三枝 孝司：ピクトグラムの形態表現に関する研究：高齢者対象や造形的要素をより考慮した標準案内用図記号案，九州産業大学芸術学部研究報告，38，pp.239-253，2007

藤森 誠（学生会員）

2007年青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科卒業。現在，同大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース博士前期課程在学中。日本感性工学会，日本認知科学会，情報処理学会，各学生会員。ピクトグラムを用いたコミュニケーションに関する研究に従事。

伊藤 一成（非会員）

2005年慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。博士（工学）。2005年より青山学院大学理工学部助手（2007年より助教）現在，青山学院大学社会情報学部助教。

セマンティックコンピューティング，自然言語処理及びマルチメディア情報処理に関する研究に従事。情報処理学会，電子情報通信学会，人工知能学会，日本データベース学会，ACM 各会員。

テュールスト マーティン ヤコブ（非会員）

1986年チューリッヒ大学経済学部修士。1990年東京大学大学院理学研究科情報科学専攻博士課程修了。理学博士。チューリッヒ大学情報科学科主任助手，慶応義塾大学特別研究助教授を経て，現在，青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科准教授。専門はウェブやソフトウェアの国際化。情報処理学会，IEEE，ACM，Unicode 各会員。

橋田 浩一（非会員）

1986年東京大学大学院博士課程修了。理学博士。2001年から産業技術総合研究所サイバーアシスト研究センター副研究センター長，次いで研究センター長。2004年から同情報技術研究部門副研究部門長，次いで部門

長。現在はサービス工学研究センター次長。最近の主な研究テーマは，知的コンテンツ，セマンティックコンピューティング，制約に基づくサービスのモデルなど。日本認知科学会，情報処理学会，言語処理学会，社会言語科学会，人工知能学会，日本ソフトウェア科学会各会員。