

意味学習期間を短期化する 算数科学習支援のための視覚言語 (マゼマピクト) の再考案

田中 典昭^{1,a)}

概要: 筆者らはすでに計算手順や方法を表すマゼマピクトが児童の興味関心と結びつくなど算数科学習支援となる可能性を示した。しかし、マゼマピクトの意味理解に時間がかかることも明らかとなった。本報告では、基本マゼマピクトの二次元合成によって「見てすぐに分かるマゼマピクト」になることをねらい、新マゼマピクトのデザインを提案する。

キーワード: 理解支援, 算数, 絵文字, ピクトグラム

Re-design of a visual language (MathemaPicto) to support mathematics understanding in short learning period of M-Picto.

TANAKA NORIAKI^{1,a)}

Abstract: I showed the possibility " MathemaPicto increases the interest of children and supports mathematical understanding ." However, it took time to understand the meaning of MathemaPicto. In this report, I aim for "Immediately understandable MathemaPicto". I synthesize the Basic MathemaPict(BMP) two-dimensionally and design the New MathemaPicto(NMP).

Keywords: Understanding support, mathematics, emoji,pictogram

1. はじめに

著者らは、日本語を母語としない外国人児童にとって、日本語（学習に用いる言語）の理解不足を補う学習支援のための絵文字「マゼマピクト」を提案した。（図1）算数の教科書に書かれたまとめ文から計量分析を行い、算数用語・動詞・形容詞等を抽出した。そして、まとめの文型を定義型・計算型・性質型の3つに分類して、計算型7つの文型でまとめ文の視覚言語化を試みた。その中から、視認性を高めたのが図1のマゼマピクトである。

小学3年の単元「筆算のしかたを考えよう」における検証で有意差を示す結果を得た。マゼマピクトが筆算の手順を理解させる支援として有用となる可能性を示すことがで



図1 前回提案した「数と計算」領域マゼマピクト

きた。[1]

しかし、授業での検証結果は、マゼマピクト以外に次の要素の影響も考えられる。

- 授業者の特性
- 児童の意欲と関心
- その他の授業技術（ICTの活用）の影響
- 教室環境（座席）による影響など、

これらマゼマピクト以外の要因も否定できない。ある授業実践で、マゼマピクトが学習支援効果を示した可能性がある。」といえるケーススタディであった。

¹ 三重県桑名市多度中小学校, 放送大学大学院 (学生)

^{a)} nori-tanaka@nifty.com

本報告でも「数と計算」領域に関するマゼマピクトを再提案する。しかし、「大きさを比べる」「式と図を関連づける」など数学的思考を表現できるように、ピクトグラムに関する先行研究や漢字の成り立ちをを参考にした。漢字が象形文字どうしを合わせて作られたように基本マゼマピクトの二次元合成という手法を探求した。「漁」という漢字が、「水」と「魚」の意味から推測できるように、基本マゼマピクトから意味を推測させることで意味学習の短期化をねらった。効果検証については、Excel VBA で正解までの反応時間を測定するソフトを開発し、それを分析するという手法を用いることにした。

2. マゼマピクトの課題とステージ

マゼマピクトの着想は、外国人児童への学習理解支援であった。算数のまとめ文「かけ算とわり算は、たし算とひき算よりも先に計算します。(計算方法)」「3本の直線がかこまれた形を三角形といいます。(定義)」「小数のわり算では、1より小さい数でわると、商はわられる数より大きくなります。(性質)」などの文章を「見て理解できる絵(文字)」で表現すること理解支援をねらった。算数用語を記号化したり矢印と組み合わせたり [17]、上下2段に配置したりする [16] ことを参考にして試案を作成した。計算手順を表すマゼマピクトは、「1st」や「2nd」、「+」や「×」などの数字と記号を組み合わせることで絵文字にすることができた。一方、場所を表す表現や身体の動きを組み合わせることで情報を伝達しようとする公共空間のピクトグラムと決定的に異なり課題となったのは「目に見えない思考をどう表すか」ということであった。ハンドサインやジェスチャーを参考にすることも方法である。しかし、日本での「OKサイン」がブラジルでの禁止サインであるなど、ユニバーサル視点では配慮すべき点があることもわかった。

四月の異動により、外国人児童への学習理解支援を実践・研究することが難しくなった。そこで、研究目的からユニバーサルの視点を外し、日本人児童にとっても学習理解支援となることをねらいとした。また、下記の3ステージをマゼマピクトの研究過程として再設定した。先行研究に見られる課題も整理して、再びステージ1と2に挑む。言語の発展を、記号(文字)→言葉→文→文章と考え、それぞれ対応させることにした。

- ステージ1: 算数的操作を絵文字にすること
- ステージ2: 算数的思考を絵言葉にすること
- ステージ3: 算数的まとめ文を絵文で表現すること

2.1 先行研究からみるマゼマピクトの課題

2.1.1 課題1

稲葉ら [2] によれば、次のことが示されている。

- 子供は絵文字を組み合わせることで、単体では意味しない新たな意味を見出している。

- 子供はコミュニケーションで絵文字を「語彙」の置き換えに利用するだけでなく、ひとつの「絵」として捉えている。

このことは、基本マゼマピクトの理解が合成されたマゼマピクトの意味理解を自然に促進させる可能性を示している。その一方で、自然な学習(教師なし学習)では、考案者が想定しない意味を付加してしまう可能性も示唆している。基本マゼマピクトを作成する段階で、シンプルで一意的に意味が対応できるデザインを考える必要がある。

2.1.2 課題2

藤森ら [3] によれば、次のことが示されている。

- 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。

ピクトグラムの2コマ表現に関する研究である。1コマ表現ではあるが、計算処理マゼマピクト「かけ算します」と「たし算します」(図1)も基本デザインは共通して「×」と「+」の僅かな差がある。このように、共通デザインをもとに僅かな差を意識させることで、1コマ表現であっても認識の向上につながる可能性がある。

2.1.3 課題3

北神ら [4] によれば、次のことが示されている。

- ピクトグラムは具象性が高いため学習も進みやすいが、イデオグラムは具象性が低いものが多いため、シンボルと意味との対応付けが難しく学習が進みにくい。
- これらの解決策として、「動きや様子」のシンボルをアニメーション化する試みがある。これらの研究からの知見として、「動画形式にすることでほとんどのものが分かりやすくなるが、すべてが分かりやすくなるというわけではない。」が得られた。「欲しい」「知っている」などの概念は観察不可能であり、そもそも視覚的典型性を高めること自体が困難である。

具体性が低いと意味との対応が難しくこと。また、アニメーション化をしても観察できない表現はデザインすることが難しいことが示されている。この研究が示唆するように、思考は観察できない表現である。しかし、ロダンの地獄の門にある「考える人」のように、私たちが身体表現を通して共通に認識できる要素もある。思考は、人類共通の営みや文化である。共通表現に着目することで、思考表現を伝達可能にしたい。

2.1.4 課題4

工藤ら [5] によれば、次のことが示されている。

- ピクトグラムが表す意味を学び、ピクトグラムを目視し、意味と目的行動を関連づけるサイン教育の機会を設ける必要がある。
- 目にする頻度が低いピクトグラムは、グラフィック要素をひとつ加える必要がある。(動きや音、場所を象徴する人物、その場所での行動もしくはその行動を表す人物)

ピクトグラムも出合った時に意味を学習する必要がある、目にする頻度が高くなるほど理解も早くなる。太田幸夫による非常口のピクトグラム [16] が典型例で、いつも「出入口」で目にするうちに意味を瞬時に認識できるようになっていく。マゼマピクトも使用場面が教室での学習活動に限定され、学習内容も算数に限定される。その点では非常口のピクトグラムと同じように「算数学習」と関連づけやすい要素をもっていると考えられる。しかし、意味をしっかりと関連づけるには「サイン教育」とはいかなくとも「出会い学習」は必要である。このことは、前回の報告 [1] でも示した。そのことを前提とした上で、意味学習期間を短期化するデザインを目指したい。

2.1.5 課題 5

藤森ら [6] によれば、次のことが示されている。

- 一次元配置は、その複雑さから理解を放棄する傾向がある。
- 絵文が新たな表現・コミュニケーションメディアとして有効である。
- 絵文理解のためには、9才の壁がある。
- 一次元や文は、情報量が多すぎる。イラストや写真も絵文より情報量が多い。
- 絵文は、写真、イラストと同様に人の感性に働きかける作用がある。

ピクトグラムを横に並べると、視線を左から右に動かす必要と左右のピクトグラムの意味関連を考え判断する必要や、どこに意味の重心をとらえるかなどの複雑な要素が情報量を多くし、理解しにくさにつながる。その点、提案された「絵文」は視認性も高く、理解しようとする心情面にも負荷をかけない。マゼマピクトも「絵文」を構成するのと同様に矩形の中にデザインすることで、意味の重心もはっきりし理解しやすくなる。一方、示された絵文理解の「9才の壁」については、小学校低学年（小学生1年から3年）でマゼマピクトが有用であるかないか今後の検証課題の一つとなるだろう。ただ、小学校低学年の時期は自由帳への「お絵かき（表現）」によるコミュニケーションが大好きな時期でもあることを考えると、課題克服の可能性もある。

2.2 マゼマピクトのデザイン基準と仮説

先行研究から見えてきたマゼマピクトの可能性は、次の5つである。

- (1) 組み合わせることで、新たな意味を表現できる。
- (2) 差異情報こそが、認識向上につながる。
- (3) 観察不可能な思考なども、身体表現で表現できる。
- (4) 理解するための出会い学習期間は、環境によって短くできる。
- (5) 矩形の中に合成するほうが、理解しやすい。

以上を踏まえて、デザイン基準と仮説を設定する。

【デザイン基準】

JIS T 0103[12]によると、次のように絵記号の作図原則が示されている。

- j) 絵記号の組合せ 絵記号をデザインする場合、あらかじめ意味を定めた図材を共通シンボルとし、カテゴリを横断的に用いる（例：人物・職業+家の外・街/施設・学校=教師）

マゼマピクトも、基本要素（算数用語と思考動詞など）に対応した図材を共通シンボルとし、それらを合成して新しいマゼマピクトをデザインする。

【仮説1】

マゼマピクトが基本マゼマピクトの合成であることで、学習を重ねるほど意味を推測しやすくなる。

【根本仮説】

マゼマピクトを視覚的に提示することで、学習理解を支援することができる。

3. 学習指導要領の分析

算数学習に必要な表現を抽出するために、平成29年3月告示の新学習指導要領・算数科「A 数と計算（1年から6年）」の表現を分析した。

3.1 数学的思考表現の分解

そもそも、思考は言葉と切りはなせない。波頭 [7] は「思考」を、次のように定義している。

思考者が思考対象に関して何らかの意味合い（メッセージ）を得るために頭の中で情報と知識を加工すること。

その定義に倣えば、数学的思考とは「思考者が数学的思考対象に関して、何らかの意味合い（結果）を得るために数学的思考方法で情報や数字を加工すること」といえる。つまり、「数学的思考対象」と「数学的思考方法」との組み合わせで数学的思考を表現できると考えた。そこで、学習指導要領から抽出した表現を一般化し（2次）、それを「対象」と「方法」のたし算（図2・図3）に分解した（3次）。これらは、「何を（数学的对象）」を「どう処理する（思考動詞）」という文構造である。具体的には、以下のような変換と分解を行った。

ア 次のような知識及び技能を身に付けること

- ものともとの対応させることによって、ものの個数を比べる（1次）→大きさを比べる（2次）→数字+比べる（3次）
- 数を十や百を単位としてみるなど、数の相対的な大きさについて理解する（1次）→百や十を単位としてみる（2次）→百・十+まとめる/分ける（3次）

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること

- 数のまとまりに着目し、大きな数の大きさの比べ方や数え方を考え、日常生活に生かす（1次）→まとまり

に着目する (2次) →まとまり+着目する (3次)

	2次	3次
知識	2位数、3位数、4位数、分数、万、10倍、100倍、1000倍、1/10、億、兆、整数、偶数、奇数、約数、倍数、加法、減法、乗法、九九、除法、余り、商、小数、端数、分数、等分、□、概数、四捨五入、見積り、被除数、除数、乗数、等しい、分母、分子、()、公式、小数点、異分母、同じ関係、同じ法則、a、x	
技能	数える 数直線に表す 対応させる 比べる 順序づける 和や差、積としてみる 関係づける 百や十を単位としてみる まとめて数える 計算する 筆算する 等分する 分類整理する 式に表す 式を読み取る 逆の計算をする 関係を理解する できるかどうかを考える 目的に合った数の処理の仕方を考える 公式を用いる □、△などをを用いて表す 関係を式に表す □、△などに数を当てはめる 小数を分数の形に直す 分数を小数で表す	数字+表す 数直線+表す 関係づける 比べる (大きい、小さい)+順に+並べる 和・差・積+表す 関係づける 単位+まとめる まとめて+数える 計算する 筆算+計算する (等しい)+分ける 関係づける+分ける 式+表す 文+表す 逆+計算する 関係づける できない+考える よい+計算+考える 公式+計算する □△+表す 式+表す □△+計算する 分数+表す 小数+表す

図2 「数と計算」領域 (技能)

思考力・判断力・表現力	まとまりに着目する 数量の関係に着目する 数量の対応や変わり方に着目する 仕組みや単位に着目する 意味に着目する 広げて意味をとらえる 比べ方や考え方を考える 計算の意味を考える(読み取る) 計算の仕方を考える 計算の仕方を多面的にとらえる 計算を工夫する 計算を確かめる 日常生活に生かす 乗法及び除法に着目する 観点を決める 類別する仕方を考える 成り立つ性質を見い出す 性質を活用する 図や式で表す 式と図を関連づける 等しい分数を探す 数量の関係を簡潔、また一般的に表現する 相対的な大きさを考察する 除法の結果の表し方を振り返り分数の意味をまとめる 式で表されている関係を考察する	まとまり+着目する 関係+着目する 変化+着目する 表し方+着目する 意味+着目する 広く+意味+着目する 比べ方+見い出す 計算+意味+見い出す 計算の仕方+見い出す 計算+広く+見い出す 計算+選択する(工夫する) *よりよく計算する 計算+確かめる *逆の計算をする 日常生活+生かす 乗、除+着目する 比べ方+見い出す 分け方+見い出す 性質+見い出す 性質+生かす 図、式+表す * (式と図)+関連づける * 分数+分数+関連づける * 一般化して+表す *公式+表す 大きさ+見い出す 意味+まとめる(見い出す) 関係+見い出す
-------------	---	---

図3 「数と計算」領域 (思考力・判断力・表現力)



図4 新計算マゼマピクト

3.2 二次元表の作成

分解した表現から基本要素を再抽出し、二次元表 (4次) (図5) に構成した。横には「表す・関係づける・比べる・並べる・まとめる・分ける・変える」8項目の思考動詞を、縦には「数字・数直線・和・差・積・商・単位 (十、百)・等しく・逆に・図式・文・よりよい・できない・□△・分数・小数・公式」と「着目する・見い出す」の19 (17+2) 項目を配置した。「着目する・見い出す」は動詞型であるので、横項目と組み合わせるときに、「関係づける (動詞) →関係 (名詞)」のように変換し、「関係に着目する」という合成を作ることにした。結果、学習要領算数科「数と計算」にある技能30、思考力・判断力・表現力10の合計41の表現を当てはめることができた。ただ、(図3)の3次変換での「日常生活に生かす」と「性質を活用する」は思考表現でないため表から省き、「計算を工夫する」は「よりよく計算する」・「計算をたしかめる」は「逆の計算をする」・「一般的に表現する」は「公式で表す」と置き換えて技能表現に位置付けた。

4. 二次元合成マゼマピクト

二次元表に構成した言葉を、横8項目+たて19項目の基本マゼマピクトに置き換え、41の表現を縦と横の基本マゼマピクトで合成したのが (図6・図7・図8) である。

43の合成マゼマピクトになったのは、表現になかった「わり算 (商) で表す」を加え、「図や式で表す」を「図に表す」と「式で表す」に分けたためである。空欄も存在するが、数と計算領域における技能と思考・判断に関する表現をおおむね二次元表にまとめることができた。

前回報告したマゼマピクト「計算する」(図1)等は、「着目する」「見い出す」の思考表現と合成するために●のデザインを加えて改変した。(図4)

5. 検証

マゼマピクトの学習理解が短期化したかを検証するために、ExcelVBAを利用した反応時間測定プログラムを作成した。

プログラムでは、43の合成マゼマピクトをランダムに重なりなく出題し、その意味を三択と「わからなかった」の4つのボタンを押して解答する (タブレットによる画面タッチ操作) (図11)。43の内訳は、「あわせる」と「まとめて数える」が同じためマイナス1、「数字をかえる」を偽マゼマピクト (図9) として加えてプラス1である。

- 三択のうち二択は他の合成マゼマピクトの意味からランダムに抽出し、ランダムに表示する。
- 「わからなかった」ボタンは一番下に固定表示する。
- 合成マゼマピクトが左に表示されると同時に三択肢も表示し、その時からどれかの正解ボタンが押されるまでの時間 (1/100秒単位) を取得する。

	表す	関係づける	比べる	並べる	計算する	まとめる	分ける	変える
数字	数える	関係づける	比べる	順に並べる	計算する	あわせる	分ける	
数直線	数直線に表す							
和	和で表す				(たし算する)	まとめて数える		
差	差で表す				(ひき算する)			
積	積で表す				(かけ算する)			
商					(わり算する)			
単位(十、百)						単位でまとめる	(単位で分ける)	
等しく							等しく分ける	
逆に					逆の計算をする(*)			
図式	式に表す、図で表す(*)	式と図を関連づける(*)						
文	文に表す							
よりよい					よりよく計算する(*)			
できない							できない	
□△					□△に当てはめる			
分数		等しい分数を探す						分数に変換する
小数								小数に変換する
公式	一般化して表現する(*)				公式を用いる			
着目する	仕組みや単位に着目する 意味に着目する	関係に着目する			乗法及び除法に着目する	まとまりに着目する		変化に着目する
見い出す	意味を見い出す	成り立つ性質を見い出す 関係を考察する	比べ方を考える 観点を決める		計算の仕方を考える		類別する仕方を考える	

図 5 「数と計算」領域 (2次元)

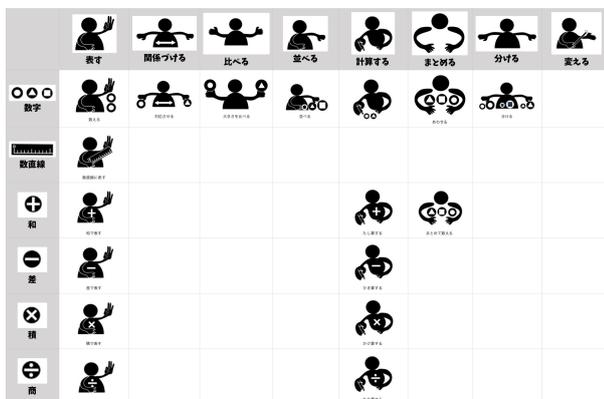


図 6 合成マゼマピクト (上)

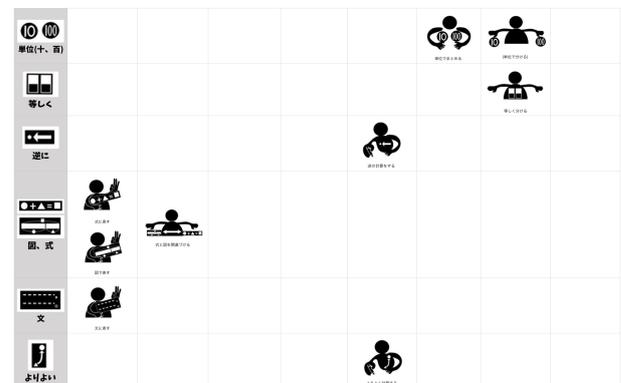


図 7 合成マゼマピクト (中)

- 不正解が押された時は F (1/100 秒単位), 「わからなかった」ボタンが押された時は N のみとして記録する。
- 被験者には, 「算数のことを表した絵の意味を右のボタンから選ぶこと. ボタンを押すまでの時間を測る実験であること. 5 分ほどで終わるので, 集中してほしいこと.」を伝える。
- ボタンに表示される文は全て平仮名とし, 分かりにくいものは一部表現を簡潔にする. 例えば, 「見い出す」は「考える」とした。(図 10)

また, 記録は, マゼマピクト別 (No.1 から 43) と被験者の解答順 (1 から 43 問) の 2 種類を同時に行い, 総被験者

の平均を求める。

なお, 43 の合成マゼマピクトには分数や小数の概念も含まれるので, 被験者は, 中学生以上で合成マゼマピクトに初めて出会う者が望ましい。

5.1 Excel による反応時間取得

検証は, 身近な 40 代女性, 20 代女性, 20 代男性の 3 人に行った。前回報告 [1] においてアンケートを行った者と同じであるが, うち 2 人は合成マゼマピクトについては初対面であり, 1 人は前回報告を読んでいることで前回報告したマゼマピクトの記憶が残っている可能性が考えられた。そのため, プレ検証に位置付けた上で分析をおこなっ

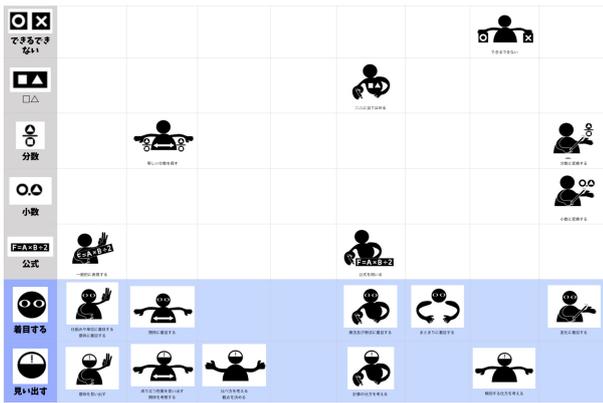


図 8 合成マゼマピクト (下)



図 9 偽マゼマピクト

1	かぞえる	16	かけざんする	31	ぶんすうにする
2	かんけいづける	17	わりざんでかく	32	しょうすうにする
3	くらべる	18	わりざんする	33	こうしきにする
4	ならべる	19	たんでまとめる	34	こうしきをつかう
5	けいざんする	20	たんでわける	35	いみにめをつける
6	あわせる	21	ひとしくわける	36	かんけいにめをつける
7	わける	22	ほんたいのけいざんをする	37	けいざんにめをつける
8	かえる (偽)	23	しきにかく	38	まとまりにめをつける
9	すうちよくせんにかく	24	ずにかく	39	へんかにめをつける
10	たしざんでかく	25	ずをしきにする	40	いみをかんがえる
11	たしざんする	26	ぶんにする	41	かんけいをかんがえる
12	まとめてかぞえる	27	くふうしてけいざんする	42	くらべかたをかんがえる
13	ひきざんでかく	28	できるできないをわける	43	けいざんをかんがえる
14	ひきざんする	29	△にあてはめる	44	わけかたをかんがえる
15	かけざんでかく	30	ひとしいぶんすうにする		

図 10 問題一覧



図 11 Excel VBA 画面

た。本検証では、同意をとった 20 から 50 人程度のデータで分析し検証を重ねたい。

5.2 結果

プレ検証の結果、グラフ (図 14 上段) のようになった。ランダムな出題のため、正答するまでの時間も出題順にバラバラになっているように見える。3 人の平均をとった



図 12 不正解マゼマピクト (左から No.21・25・26・41)

8	かえる	False(2.64)	Not(10.29)	False(4.2)
21	ほんたいのけいざんをする	Not(6.13)	Not(7.86)	Not(4.07)
25	ぶんにする	Not(3.83)	Not(8.32)	Not(5.39)
26	くふうしてけいざんする	False(10.67)	Not(9.27)	Not(3.97)
41	くらべかたをかんがえる	Not(3.39)	Not(7.16)	Not(5.63)

図 13 不正解マゼマピクト別分析: False (不正解) Not (分からなかった)

のが下段グラフ (図 14 下段) である。

- 24 問目は偶然 3 人とも不正解であったため 0 秒となっている。
- 1 問目より 2 問目の正解までの時間が長い。これは、正解者が 1 名であったことの影響が考えられる。
- 3 から 5 問目が正解までの時間が短く、盆地になっている。

これら 3 点を除いて分析すると、以下のことがいえる。

- 6 問目から 29 問目にかけてわずかな右下がりが見られ、正解するまでの時間が短くなっている。
- 29 問目から 41 問目にかけてわずかな右上がりが見られるものの 43 問目までを平均すると、正解までの時間は短い水準が保たれている。

よって、出題が進むにつれて正解までの時間が短くなる傾向が認められる。

また、問題別の正答時間を平均するとグラフ (図 15) になった。

正答時間が取得できないものは、3 人とも不正解か分からなかったことが理由である。その合成マゼマピクトは、3 人とも不正解か分からなかったのは、No.8・No.21・No.25・No.26・No.41 の 5 つであった。

8 番は設定した偽マゼマピクト (図 9) であった。偽マゼマピクトの設定正答は「変える」であり、3 分の 2 で他の選択肢を選んでしまう結果になったということは、

- 合成しても意味が学習できない (理解できない) ものがある。
- そのマゼマピクトと意味が、あっていない。
- 「数字」+「変える」という数学的思考が想像できない。という可能性が考えられる。

また、他の「比べ方を考える (見出す)」「文にする」「工夫して計算する」「反対の計算をする」(図 12) は、12 分の 10 で「分からない」を選択している。このことから、

- 抽象度が高い。(文、工夫して、反対の)
- 視認性が低い。(反対の、工夫して)

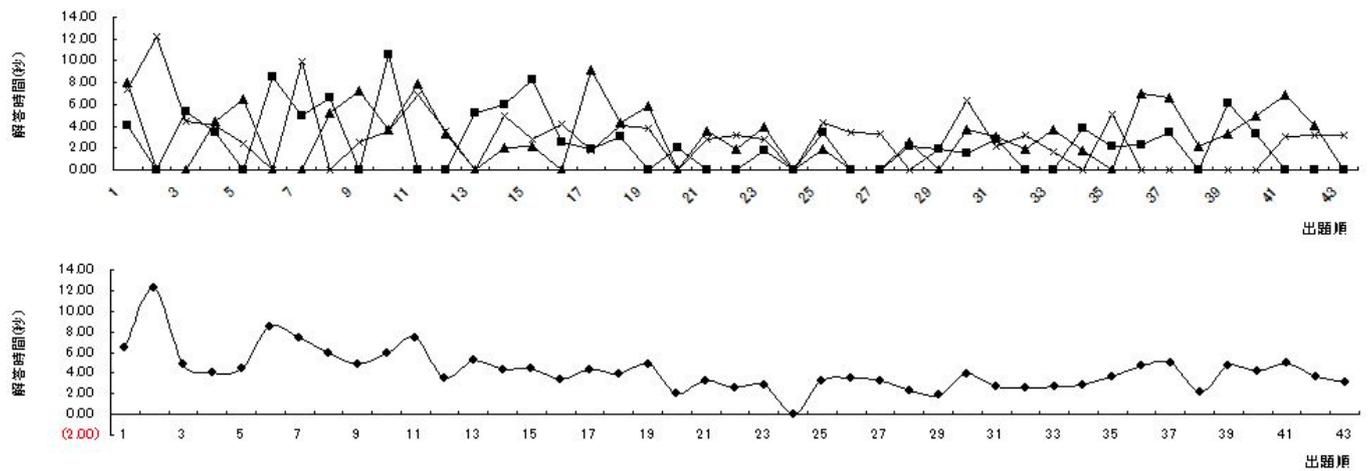


図 14 正解解答時間の推移（上段）
正解解答時間の推移平均（下段）

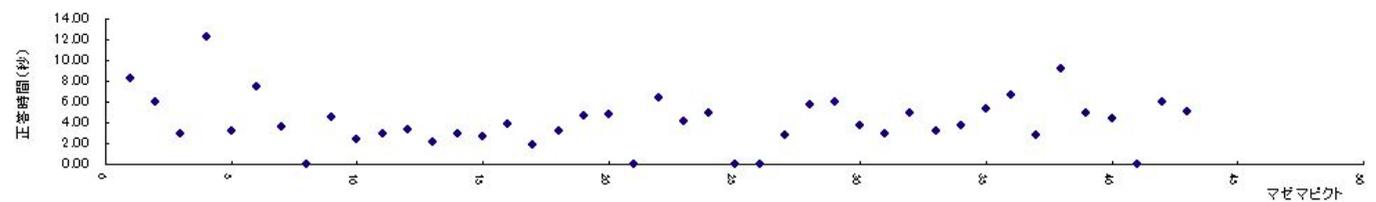


図 15 マゼマピクト別正解時間（平均）

- 要素が足りないために、想起できない。（比べる）

という可能性が考えられる。

また、マゼマピクト別正解表（図 16）は、3 人とも正解：白色、2 人正解：薄灰色、1 人正解：濃灰色、3 人とも不正解：黒色で合成マゼマピクトの背景を塗って表した表である。横に眺めると、「数字」と「見い出す（考える）」の基本マゼマピクトのデザインを改善する必要がある。縦に眺めると、「表す」のデザインを若干改善する必要があるかもしれない。全体を正答数で見ると、3 人とも正解のマゼマピクトが 21/43（48.8%）、2 人正解が 8/43、1 人正解が 9/43、3 人とも不正解が 5/43 という結果であった。過半数の正解を合格点とすると 29/43（67.4%）となった。（加重平均は、 $\{(21 \times 3) + (8 \times 2) + (9 \times 1) + (5 \times 0)\} \div 43 = 2.05$ 人となった。）

6. まとめ

プレ検証では、出題を重ねることで、被験者が自ずと差異情報によりマゼマピクトが二次元の合成でデザインされていることをへの理解を深めていったと考えられる。基本マゼマピクトの意味を推測し、出題される合成マゼマピクトの意味を推測するという「相乗的な学習効果」が働いたと考えられる。しかし、プレ検証は、解答に対する正解不正解をフィードバックしない「教師なし学習」であった。基本マゼマピクトの意味を推測できたとしても、それが本来の意味からずれていた可能性もある。「教師あり学習」と

	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
○	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
□	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
△	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
×	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
◎	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊕	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊖	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊗	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊙	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊚	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊛	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊜	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊝	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊞	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊠	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊡	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊣	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊥	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊦	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊧	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊨	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊩	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊪	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊫	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊬	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊭	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊮	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊯	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊰	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊱	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊲	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊳	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊴	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊵	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊶	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊷	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊸	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊹	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊺	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊻	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊼	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊽	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊾	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊿	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える
⊠	表す	見い出す	数字	比べる	覚える	想像する	まとめる	表す	覚える

図 16 マゼマピクト別正解表

比較した検証も必要であろう。また、5分程度の短い時間ではあるが「解答することへの慣れ」や「意欲の低下」などの心理的影響も考慮しなければならないかもしれない。一方で、今回の検証により基本マゼマピクトのデザインについて以下のことが確認できた。

- 「数字」を数以外の絵文字で表現することが意外に難しい。しかし、「分数」「小数」はその形状から理解しやすい。
- 「逆に」「よりよく」などの抽象的表現は、より具体的にデザインしなければ全く理解できない。
- 数学記号や「○」「×」などの記号が、意味理解の大きな手助けとなっている。
- 「着目する」は目のデザインが効果的であったが、「考える（見出す）」を「脳+!」では難しい。「計算を考える」が理解できていることから、手のデザインを工夫した方がよい。人をデザインしたとき「目」や「手の動き」に意識が集中する傾向がある。

これらをもとにデザインを改良し、本検証によって課題と可能性を整理する。そして、次なるマゼマピクトの研究段階「算数的まとめ文を絵文で表現すること（ステージ3）」に進み、根本仮説【マゼマピクトを視覚的に提示することで、学習理解を支援することができる。】を検証したい。

参考文献

- [1] 田中典昭：ユニバーサルな視点で学習理解を支援する視覚言語（マゼマピクト）の考案，研究報告コンピュータと教育（CE），情報処理学会，2018-CE-143，Num.3，pp.1-9(2018)
- [2] 稲葉 利江子，高崎 俊之，森 由美子：絵文字コミュニケーションにおける類型の比較，情報科学技術フォーラム一般講演論文集，Vol.5 No.3(2006)
- [3] 藤森誠，伊藤一成，橋田浩一，Dürst Martin J：差異表現に基づくピクトグラムの主題提示と認識向上，日本感性工学会論文誌，日本感性工学会，Vol.8 No.3(2009)
- [4] 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，日本教育工学論文誌，Vol.30 No.0(2006)
- [5] 工藤真生，山本早里：ユニバーサルに配慮したピクトグラムの諸条件に関する研究，デザイン学研究，Vol.60 No.6(2014)
- [6] 藤森誠，伊藤一成，橋田浩一，Dürst Martin J：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，日本感性工学会論文誌，Vol.8 No.1(2008)
- [7] 波頭 亮：思考・論理・分析「正しく考え，正しく分かること」の理論と実践，産業能率大学出版部，初版第 11 刷（2004 年）
- [8] 石田亨，山下直美，稲葉利江子，高崎俊之，神田智子：絵文字解釈における人間の文化差判定，ヒューマンインターフェース学会論文誌，Vol.10 No.4(2008)
- [9] 大野森太郎，原田利宣，宗森純：動画表現を用いたピクトグラムにおけるデザイン指針の提案，デザイン学研究，Vol.60 No.1(2013)
- [10] 大野森太郎，原田利宣，宗森純：“動詞”の情報量分析に基づくピクトグラムデザイン支援システム，デザイン学研究，Vol.58 No.2(2011)
- [11] 竹ノ山圭二郎：心理学実験における Excel VBA を活用した刺激呈示と反応および反応時間の測定法，(2010)
- [12] 日本工業標準調査会：コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則 JIS T 0103：2005，日本規格協会（2014）
- [13] 久本博行：心理学における Excel VBA の利用 その 1，関西大学社会学部紀要，Vol.38 No.1(2006)
- [14] 国本温子，緑川吉行&できるシリーズ編集部：Excel VBA できる大事典，株式会社インプレス，初版（2017）
- [15] 新しい算数（1 年～6 年）：東京書籍（平成 22 年検定）
- [16] 太田幸夫：ピクトグラム [絵文字] デザイン普及版，柏書房（1999）。
- [17] Wally Flint：Universal Picture Language，入手先 <<https://sites.google.com/site/universalpicturelanguage/>>
- [18] 小学校学習指導要領：文部科学省，入手先 <http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm>