

# カードゲーム型学習教材「エトミー」の開発と使用について

## Development and Utilization of Card-Based Learning tool “*Etomi*”

南垣内 智 宏

MINAMIGAITO Tomohiro

(和歌山大学教職大学院)

2021年9月30日受理

### Abstract

Current research at home and abroad has reported that the main problems in junior high school mathematics are that students have little interest in mathematics and lack their ability of logical reason and explanation. In order to solve these problems, I developed a card-based learning tool “*Etomi*” and practiced using this teaching material with my collaborators at several junior high schools.

I believe that this material will help students to choose the best solution from several existing procedures and to explain with counterexamples what are not always true, and it will help them to use mathematical expressions such as equations, words, tables and diagrams appropriately.

This paper has described the progress of the development of the teaching materials, student’s interest in the teaching materials and their mathematical effects based on the results of surveys and questionnaires in the classroom.

In the future I will conduct research on how to disseminate the material and how to investigate the above effects.

**キーワード：**カードゲーム型教材、反例、数学的な考え方、エトミー

### I. はじめに

現在、中学校数学における課題として、生徒の数学への関心・興味が低い点と論理的に理由付けて説明する力が不足していることが挙げられている。

TIMSS2015<sup>1)</sup>では、小・中学生の算数・数学の平均得点は平成7年(1995年)以降の調査において最も良好な結果になっているとともに、中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合も改善が見られる一方で、いまだ諸外国と比べると低い状況にあるなど学習意欲面で課題があるとされ、TIMSS2019<sup>2)</sup>でも同様の傾向が続いている。

さらに、平成30年度～令和3年度の全国学力・学習状況調査<sup>3)~5)</sup>の結果から、中学校「数と式」の領域で、筋道を立てて考え、事柄が成り立つ理由を説明することに引き続き課題があることがわかっている。

令和3年度全面実施の中学校学習指導要領<sup>6)</sup>においても、このような課題を意識して、数学の目標の冒頭で「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを旨とする。」とされており、冒頭の数学的な見方・考え方のうち考え方については、「目的に応じて

数、式、図、表、グラフ等を活用しつつ、論理的に考え、問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能を関連付けながら、統合的・発展的に考えること」と位置付けられている。また、論理的に理由づけて説明することに関連し、命題が常に成り立つためには命題を証明する必要があるのに対し、命題が常に成り立たないことを示すには反例を1つ示せばいいことを理解し、実際に反例を用いて常に成り立たないことを説明ができるようになることを求めている。

筆者もこのような現状を受け、また、中学校での指導経験、行政の立場から現場を見てきた経験を生かし、中学校数学の場で生かせるような教材を開発し、その効果を確かめることができないかと考え、今回の研究に至った。

### II. 研究の目的

研究の目的として、生徒の興味・関心を高め、楽しく数学に取り組むことができるとともに、論理的に説明する力を習得することができる教材を開発し、その効果を明らかにしていきたい。教材に関しては、授業中の使用に加え、普段から教室に配置して自由に使え

るような教材を想定した。そこで、まず興味を持ち、手に取ってもらえるようにと、カード型の教材を作成する方針を立てた。カードゲーム型の教材については、教科等にかかわらずこれまで種々開発されているが、その特質として、藤本<sup>7)</sup>は、ゲーム教材の長所として、学習意欲の向上を挙げている。ただし、学習内容と直接関係のないゲームのストーリー等に気を取られて必ずしも学習への意欲向上につながらないケースもあるため、単にゲームを取り入れるのではなく、学習目的に沿った効果が得られるようにゲームと学習の関連付けが求められるとしている。また、導入時の障壁として教科カリキュラムへの対応の難しさや授業時間枠の制約をあげており、そのような中、ゲーム教材によって、今後、ゲームのインタラクティブ性を活かした教育方法や学習環境デザインの枠組みの確立が教育改善の貢献につながるとも述べている。

本教材についても、単にゲームの楽しさだけではなく、数学のよさ・楽しさに触れることができるような教材としていきたい。

### Ⅲ. 開発した教材

#### 1. 先行研究されている算数・数学のカード教材

これまで、算数・数学の分野で開発されたカードゲーム型教材には次のようなものがある。

村川・黒上<sup>8)</sup>は子どもが楽しみながら進んで計算練習を行い、四則計算に対する苦手意識を解消することを目的に、あらかじめ提示された数字を与えられた数字と四則演算からつくりだし、相手よりも早くカードを使い切るカードゲーム型教材「マススピード」を開発した。同教材は小学生に好意的に受け入れられ、利用することでわり算やひき算に対する苦手意識が薄まり、1つの数字を幾つかの数字の四則で考えられるようになり、素数の単元の導入にも有効的であることがわかった。また、村川<sup>9)</sup>は同教材の攻略要素を分析し、数の性質と関係を示そうとした結果、マススピードの攻略要素の中で特に有効だと考えられているものの多くは、数の性質につながることを明らかにした。

佐野・辻・森田<sup>10)</sup>は、21世紀型能力の思考力と数量スキルの育成を目標として、ルーレットで提示された数字と場に出した数の積が等しくなるように、順に定められた出し方(数字カードを1枚出す、数字カード2枚で積を作って出す、1枚の数字カードと機能カードを組み合わせる)で出し、早く数字カードを使い切るゲーム型学習教材「ラスワン」を開発した。学習者は、本教材を使用する際、論理的思考力を用いており、その推論方法は演繹的推論に限らず、帰納的推論および類比的推論も用いていることが示された。また、佐野・辻・森田<sup>11)</sup>はこの教材の改良も進めた上で、数量スキルと同教材の戦略を立てる際の思考力が関連していることを明らかにしている。

これ以外にも、論文として発表はされていないが、条件に基づいて並べられているカードに書かれた数字を推理して当てる算数オリンピック委員会<sup>12)</sup>作成の「アルゴ」や分数のかかれた手札を条件にしたがってなくなるまで出していく株式会社分数大好き<sup>13)</sup>作成の「分数大好き」のように教育現場で使用されているカード型の算数・数学教材がある。いずれの教材も算数・数学に対する興味を高め、児童生徒に習得させたいねらいを持って作成されている。

#### 2. 概要及び素材とした問題

今回開発した教材は、数の正負または0を(以下、正負等と表現する)カードによって提示された条件から判断する対戦型カードゲーム教材である。

次のように不等式から元の数の正負を判断する問題を素材として作成した。

$$\begin{aligned} a, b, c, d & \text{はいずれも} 0 \text{ ではない数で、} \\ a c d & > 0 \\ a & < d < b \\ a b c d & < 0 \end{aligned}$$

この不等式が成り立っている。このとき、4つの数  $a, b, c, d$  はそれぞれ正の数か、負の数か。

この問題は、与えられた条件を組み合わせる個々の数の正負を判断する問題であり、条件を統合して考えることができる特徴がある。

ただし、問題の持つ課題として、1問で1パターンの解答しかできず自由度が小さいこと、問題としての性質上、選択の順を考える必要はあるものの、提示されるのは必要十分な条件で必要な条件を取捨選択して利用する場面がないこと、生徒にとってあまり興味・関心の高い問題ではないことなどがあげられる。

そこで、相手が自由に  $a \sim d$  の正負等を設定し、任意に示される条件からそれを類推する教材を開発した。上の課題についても、次のように解消している。

- ・毎回正負等を設定でき、提示される条件も毎回変更されるため、同じ問題・条件になることがほぼない。
- ・提示される条件が必要最小限ではなく、必要のない条件もランダムに提示されるため、解答するためにその順番も含めて条件を取捨選択する必要がある。
- ・ゲームの要素を取り入れているため、単に問題を解答するよりも興味を持って取り組める。

また、提示される条件から必要なものを取捨選択して統合的に考えることから、論理的に思考する力が育成されるとともに、条件の提示を間違えると負けになるが、その際、相手は反例をあげて常に成り立たない

ことを説明する必要があり、現学習指導要領が求める反例を用いた事象が成り立たないことの説明の場面が自然に設定されるという利点もある。

### 3. 構成

ゲームは次の3種類のカードとゲームボードから構成される。

- **符号カード** 4数 $a\sim d$ が正の数か負の数か0(以下、正負等と示す。)であることを示すカード。 $a\sim d$ の数ごとに正負等を示す12種類のカードを1組とする。

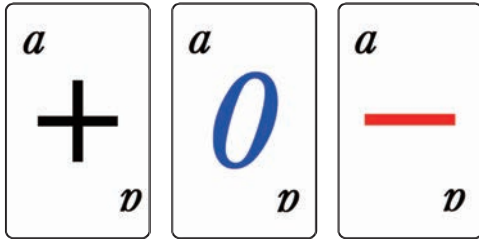


図1-1 符号カード( $a$ のオモテ面)

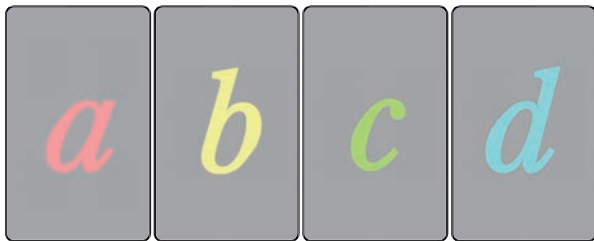


図1-2 符号カード( $a\sim d$ のウラ面)

- **条件カード** 4数 $a\sim d$ の和や積の結果及び大小関係を示すカード。和と積は2数から4数の演算結果、大小関係は2数の大小と1数と0との大小を示す。相手に示すカードの向きによって演算結果等を示す。カードの種類と枚数は【資料2】に一覧表を用意している。

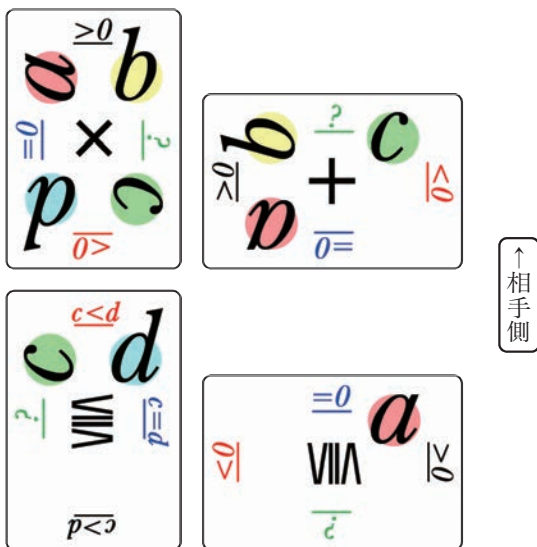


図2 条件カード

カードの各辺にある $> 0$ 、 $= 0$ 、 $< 0$ 、 $?$ 、および、 $a > b$ 、 $a = b$ 、 $a < b$ 、 $?$ の記号は、計算結果及び大小関係をそれぞれ示しており、計算結果を相手に示す際、結果に対応する辺を相手側に向けて計算結果等を相手に示す。

例えば、図2の左上のカードは $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ の積が正であることを示しており、以下、

右上のカード： $a$ 、 $b$ 、 $c$ の和は不定である。

左下のカード： $c$ は $d$ より小さい。

右下のカード： $a$ は0と等しい。

をそれぞれ示している。

- **効果カード** ゲーム性を高めるために相手に命令をするカード。次の3種類がある。条件カードを5枚ポート上に出した後に使用できる。

- Openカード…指定した数の符号カードを1枚ないし2枚開かせるカード
- Stopカード…途中でゲームを止め、強制的に相手に4数の符号を答えさせるカード
- Blockカード…他の効果カードを無効とするカード

また、条件カードと効果カードのウラ面は同じデザインになっており、取り札として1枚ずつひいて使用する。



図3 効果カード

- **ゲームボード** 図4のようなゲームボードで、大きさはA2サイズである。

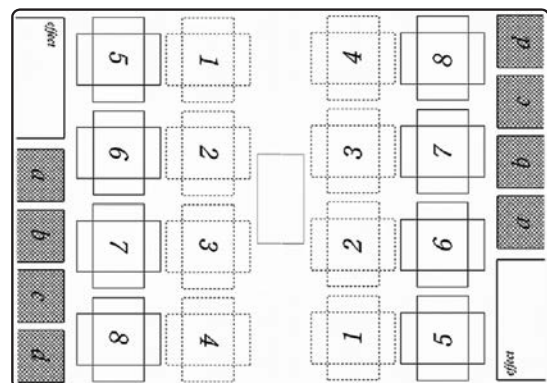


図4 ゲームボード

#### 4. ゲームの概要

##### ・対象人数

- ・ 2人または2グループ。グループで行う場合は、1グループ2～3名が適当である。

##### ・対象学年

- ・ 中学1年以上(正負の数とその演算を扱うため)

##### ・勝敗の条件

- ・ 相手の4種類の符号カードの正負等を、相手よりも先に正しく答えれば勝ちとなる。

##### ・ゲームの流れ

- ①  $a \sim d$ の符号カードからそれぞれの正負等を決める。
- ② 取り札を1枚ひき、自分の符号カードの正負等による演算結果、またはその大小をカードの向きによって相手に示す。
- ③ ②を相互に繰り返し、相手の符号カードの正負等がすべてわかった時点で「ストップ」と宣言して進行を止め、正負等を答える
- ④ 4枚の符号カードの正負等をすべて正解すればこちらの勝ちとなる。もし、1枚でも間違えれば相手の勝ちとなるが、間違っただけに相手の提示した条件カードを確認し、その提示に間違いがあればこちらの勝ちとなる。また、双方が条件カードを8枚提示して解答することができなければ引き分けとなる。
- ⑤ 条件によって得点が決まっている。得点を3点とするか3セット終わればゲーム終了となる。

なお、詳しいルールについては、【資料1】に取扱説明書を添付している。

#### 5. 期待できる効果

この教材の最も数学への興味・関心を高めることに加え、思考力・判断力・表現力の獲得に関連して、以下のような効果が期待できる。

##### ・複数存在する解法の中から最適なものを選択し、解への見通しを持てるようになる

実践時、以下のような条件提示例があった。

- 1枚目  $a > b$  …①
- 2枚目  $a + c + d = ?$  …②
- 3枚目  $a \times c \times d > 0$  …③
- 4枚目  $b \times c \times d = 0$  …④

このとき、生徒は提示された順に考えたため、 $a$ と $b$ の符号等の判断について、以下のように考えた。

- ①より $a > 0$ または $a = 0$  …⑤
- ③より $a \neq 0$  ( $a < 0$ または $a > 0$ ) …⑥
- ⑤、⑥より  $a > 0$
- ③、④より  $b = 0$

(以下、 $c$ と $d$ の判断については、後述)

しかし、4枚目を提示されたとき、改めて考えると、

$$\text{③、④より } b = 0 \quad \dots\text{⑤}$$

$$\text{①、⑤より } a > 0 \quad \dots\text{⑥}$$

と、より効率的に求められることに気付く。このように、常に条件を見直すことで最適な方法で解を求めることができ、これを繰り返すことで解答の見通しを一層身に付けることができると考えられる。

##### ・反例を用いた説明ができるようになる

現学習指導要領では、反例を用いた常に成り立たないことの説明が取り上げられている。しかし、反例は何かを理解できていても、反例を用いて常に成り立たないことの説明ができる生徒は少ない。全国学力・学習状況調査においても数年ごとに反例を用いた説明に関する状況が調査されているが、課題は解消されていない。

この教材では、解答の際、

正答ならば得点→誤答ならば失点

→相手の提示条件が間違っていれば得点

というプロセスをたどるようになっていく。この最後において、相手の条件が間違っていることを説明するのに反例を用いて説明する必要がある。

例えば、 $a$ :正、 $b$ :0、 $c$ :負、 $d$ :正のとき、一例として $a=3$ 、 $c=-4$ 、 $d=2$ をそれぞれ代入して、条件カードを $a+c+d > 0$ と提示していた場合、「 $a=1$ 、 $c=-4$ 、 $d=2$ とすると、 $a+c+d$ の値が正は成り立たない。常に成り立たないから提示された条件は正しくない。」という説明をすることになる。

##### ・式、言葉、表、図を適切に利用できるようになる

数学では、言葉や数、式、表などのさまざまな表現を適切な場面・方法を選んで用いることが求められる。この教材では、式については、ゲームルールの共有に基づき、『 $a+c+d=?$ 』といった独自の式を定義し使用する場面が想定される。普段の数学の中で、数の拡張等に伴い、新しく記号や計算(無理数の導入に伴う根号( $\sqrt{\quad}$ )や $3-5=-2$ )を定義することがあるが、独自の式を定義する機会はない。このゲームのように共通の認識の中、式を定義する機会は表現力の拡張につながるものである。

また、カードを図とすると、視覚的にとらえた図を式に変形したり、逆に式を図の変換して提示したりと相互変換の機会となっている。

最後に、表については直接使用しないが、思考のツールとして利用する事がある。この例は後述する。

##### ・背理法の考え方に触れる機会を持てる

背理法は中学校では指導しないが、考え方としては大切なものであり、何らかの形で触れておくことは有効であると考えられる。

前述した例においても、後半(太字部分)で次のよう

に使われている。

③、④より  $b = 0$  …⑤

①、⑤より  $a > 0$  …⑥

③、⑥より  $c > 0$ 、 $d > 0$  または  $c < 0$ 、 $d < 0$

ここで、 $c > 0$ 、 $d > 0$  と仮定すると、 $a > 0$  より②に矛盾する。

よって、 $c < 0$ 、 $d < 0$

したがって、 $a > 0$ 、 $b = 0$ 、 $c < 0$ 、 $d < 0$

## 6. 試作版からの改善点

教材の開発にあたり、図5左図のような条件カードの試作品を作成した。

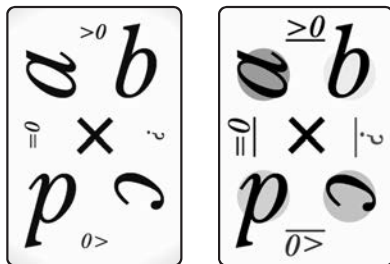


図5 条件カードの試作版(左)と改良版(右)  
(右は図2左上と同じ)

この試作品をゲーム上の課題抽出を目的に、当大学院生6名が試用した。

その結果、デザイン上の課題として、

1、 $b$ と $d$ が判別しにくい。

2、条件カードの条件を示す部分が、条件を読み取る側から見ると反対になり、読み取りにくい。

との意見があった。

これらの意見を受けて、図5右図のように改良した。

1に関しては、符号カードのウラ面(図1-2)で使った文字毎の色を条件カードの文字の背景色として使用し、色で判断できるように変更している。

なお、5～7月に授業で変更後のカードを使用した際も生徒から、

・ $b$ と $d$ を間違ってしまった。

・ $a \sim d$ をA～Dと大文字に変更してほしい。

の意見があった。背景色で区別することをもっと周知する必要があると考える。

2に関しては、もともと間違いのないように負の数や左側が小さい場合は赤色、正の数や左側が大きい場合は黒色等、一般的な感覚に基づいて色分けをしているがそれだけではわかりにくいということもあり、条件提示部分に下線を入れることでどちらが下かを明確にし、間違いがなくなるように修正した。

## IV. 教材を使用して

### 1. 教材に対する生徒の反応

2021年5～7月に3中学校の3年生計227名を対象に、教材を使った授業を実施した。

授業後のアンケートの結果、『教材を使用した授業は面白かったか。』という質問に対し、88.5%の生徒が肯定的な回答を示した。

### 2. 記録紙から読み取れること

大学院生による試用の際の意見から、ゲーム時に、

- ・ゲーム中に相手が提示した条件やそこから考えられること
- ・ゲーム終了時に、ゲームのふり返しとして次の対戦に使えるポイント

を記録する記録紙を配布した。以下はこの用紙に記録された内容を集約・類型化したものである。

なお、以下の記録については、チーム内でやりとりしたもので、前提や主語が省略されている場合がある。

### 独自の式の導入について

カードに不定を表す?を採用していたため、

- ・ $a + b + c = ?$
- ・ $b ? d$

のような独自の式を用いていた。クラス全体で振り返りの共有を行った際、この表現に対して異論を述べる生徒はなく、納得して導入していたようである。

### 大小を示す条件について

表現は様々であるが、2数の大小を示すカードから数の正負等について言及した記述があった。

- ・ $a < c$  ( $a = -, 0$ ) ( $c = 0, +$ )
- ・左 $>$ 右のとき、左は $+$ 、 $0$ 、右は $0$ 、 $-$ になる。
- ・ $b < c$   $c \dots -$ でない。 $b \dots +$ でない
- ・大小関係で?になったときは同じ符号
- ・2つの関係が?だったときは、2つの同じ符号になるということ。
- ・ $a ? c$ のときだったら、 $a$ と $c$ は、 $-$ 、 $-$ か $+$ 、 $+$ になるのでよく考える。

### 数の和について

和の結果については、各数の絶対値によって不定となり、?で示されることがある。その場合についての気づきを書かれていた。しかし、チーム内でも結果に不安を持っていたようで最後に?が記入されている。

- ・?が出ると $+$ と $-$ が絶対あること
- ・ $b + d = ?$ 、 $a + b + d = ?$ 、 $a + b + c + d = ?$ の結果から?
- ・ $a + b + c = 0$  全部0?

### 条件を組み合わせて

条件カードの提示ごとに新しい条件が明らかになるが、これらを組み合わせることで結論を絞り込む過程が読み取れる記述があった。

- ・どちらが大きいかのカードは大きいヒントになる。

→( < のとき)、「-か+」、「-か0」、「0か+」に  
しぼれて、×のカードで0でなかったら2つ(の符  
号)はわかる。

### 式を表で表す例

縦軸に $a\sim d$ の文字、横軸に $+-0$ をそれぞれ記入し  
た $4\times 3$ の表を作成し、条件から該当しないことが明  
らかなセルに×を、条件から該当することが明らかな  
セルに○を、それぞれ入れて考えてを整理していた例  
が4例あった。以下に代表的なものを挙げる。

①図6左図を用意

②条件 $abc > 0$ から

$$a \neq 0, b \neq 0, c \neq 0$$

と判断して、図6中図のように記入

③条件 $cd = 0$ から

$$d = 0$$

と判断して、図6右図のように記入

※ここで対戦相手がストップをかけて解答したた  
め、途中で終わっていた。

	+	-	0
a			
b			
c			
d			

	+	-	0
a			×
b			×
c			×
d			

	+	-	0
a			×
b			×
c			×
d	×	×	○

図6 使用された表

### 3. 教員からの聞き取り

授業で利用した3校6名の教員から、授業終了後に  
聞き取りを行った。次のような意見があった。

#### 教材の使い方や使い勝手について

- ・2時間の授業時間で使用したがルールが難解であるため、フルスペックでゲーム(効果カードの使用、時間の制限)をするには、説明の時間を含めて2~3時間以上の時間が必要ではないか。ただし、後半の生徒の様子を見ると興味深く取り組んでいる様子が読み取れた。また、初見では難しいのではないかと感じていたが思った以上にスムーズに進んでいた。
- ・条件を制限するために、1時間目ではあらかじめ $d$ をオープンにして、授業を進めた。事前の打ち合わせの際、符号カードを $a\sim c$ の3枚にして、条件カードも $d$ に関するものを抜いてと話があったが、条件カードがそのまま使えることからこのような方法を取り入れた。
- ・条件を制限するために、+に関する条件カードを抜いて使用した。
- ・授業前に教材研究として実際にやってみたが、説

明書を読んでも難しかったので、ゲームの様子を見せるようにした。(複数校)

#### 生徒の様子について

- ・数学の授業で今年一番盛り上がっていた。
- ・授業中にルールが分からず最初からストップを繰り返して他の生徒の鞦韆を買っていた生徒が徐々に興味を持ち、自習の空き時間に他の生徒とゲームをしてもいいか担当教員に聞いてきて、その後友達にルールを教えてもらいながら取り組んでいた。

#### 他の単元で使用するための方法について

この教材を、1、2学年の単元で使用することを前提に、ゲームを難易度を下げるために、すべての符号カードから0を除いたり、符号カードを $a, b, c$ の3種類にして、 $d$ に関する条件カードも除いたりする方法を伝えている。これ以外にも、次のような意見があった。

- ・符号カードを具体的な $-2, -1, 0, 1, 2$ の5種類にすれば、1年生でも使用できるのでは。
- ・1年の文字の式の単元終了後ならば文字数を減らす(例えば、4数から、 $a\sim c$ の3数に)ことで利用可能ではないか。
- ・2年で反例を学習した後、反例の取り扱いについては図形が多いので、計算(式)でも使える事例として取り扱ってはどうか。

なおこれらの意見以外に、教材について、

- ・説明書が複雑で生徒が理解しにくい。
- ・ビデオによる説明のような具体例があればよりわかりやすい。

と今後の普及につながる意見をいただいた。

## V. まとめ

### 1. 今後の検討課題

#### (1)条件カードの構成枚数の検討

今回、実際に試用する中で、生徒から「運ゲー」(論理的な思考と比較して、運に大きく左右されるゲーム)との意見が複数あった。その原因として、条件カードの構成の問題ではないかと考えた。具体的には、2数の大小を提示するカードが12枚あり、3~4数の和や積を表すカードに比べて割合が大きい。そのため、逆転の要素が大きくなってしまい、そのような意見に結びついたのでないかと考えられる。今後、論理の要素をより高くするために、条件カードの構成を検討したい。具体的には、2数の大小を提示するカードを6枚にし、その分、3~4数の和や積を表すカード、特に4数に関する条件カードを増やし、変更前後の捉え方を調査して理想的な条件構成につなげたい。

## (2)条件カードのデザインの検討

条件カードの条件の示し方については、大学院生による試行の段階から検討事項として出ていた。今回、授業で使用する場合、相手側を黒板の上部と仮定して提示すると見やすいという利点があったため、図7左図を授業で使用した。また、生徒対象に実施した授業終了後のアンケートでどちらがいいかを調査した結果、左図が95名、中図が99名、無回答が32名とほぼ拮抗していた。

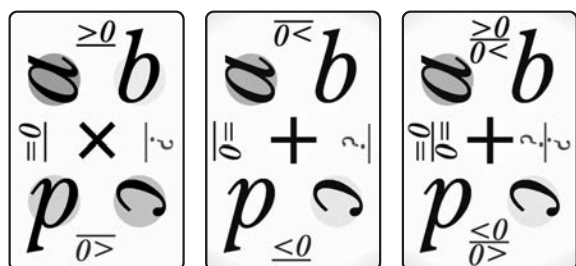


図7 条件カードの改良版3種  
(左は図2左上と同じ)

また、これら以外にも図7右図のように両方提示する案も考えられるため、今後改訂の際に再度検討する。

## (3)教材の普及に向けて

今回、授業で使用するにあたり、生徒に資料1の説明書を事前に配布しルールを予習する宿題を出した。その結果、読んだだけでは理解が難しく、1時間目には難しく感じたが2時間目には理解できている生徒が多かったことが振り返りから読み取れた。またアンケートでの生徒の要望には、「説明ビデオがあれば…」というものがあった。確かに、図が入っているとはいえ、初めてのゲームのA4版4ページ分の使用説明書は中学生にとって理解するは厳しい。また、想定時間が2単位時間であったが学級によって時間が足りない判断される場面もあった。スムーズに授業を進めるために、あらかじめゲーム方法を説明するビデオを作成し、事前に視聴させておくことが考えられる。

## 2. 最後に

この教材を用いることで、実際に習得できる力は、必要な条件を取捨選択し、それらの条件を統合して判断する力や根拠を元に説明する力であると考えている。しかし、生徒に「この教材を使用して数学のどのような力がつくと思いますか。」という質問を行い、そこからキーワードを抽出した結果、次のような単語が抽出された。

**考える力、計算力、判断力、思考力、整理する力、理解する力、予想する力 (多い順に記述)**

その結果から、予想以上に計算(する)力と答えた生徒が多く、筆者が考える習得できる力と生徒が実感した習得できる力との間に相違が認められる。

今後、前述の通り教材の普及を図るとともに、客観的なデータ数を増やし調査を続けることで、習得できる力がどのようなものかを明確なものにしていきたい。

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、

- ・かつらぎ町立笠田中学校
- ・かつらぎ町立妙寺中学校
- ・和歌山大学教育学部附属中学校

の皆様より多くの協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

## ※「エトミー」の由来

記号+はラテン語のetを、記号-はminusのmをそれぞれ簡略化したものといわれています。そこで、+、0、-の記号・数をet、o、mにそれぞれ置き換え、minusのiを加えた造語etomiから「エトミー」と名付けました。(商標登録済)

## 参考文献

- 1) 文部科学省「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント」1頁、2016年 [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/fieldfile/2016/12/27/1379931\\_1\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2016/12/27/1379931_1_1.pdf)
- 2) 文部科学省「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019)のポイント」1頁、2021年 [https://www.mext.go.jp/content/20201208-mxt\\_chousa02-100002206-1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20201208-mxt_chousa02-100002206-1.pdf)
- 3) 国立教育政策研究所『平成30年度 全国学力・学習状況調査報告書【中学校/数学】』8頁、2018年 <https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukouku/report/18middle/18math/>
- 4) 国立教育政策研究所『平成31年度(令和元年度)全国学力・学習状況調査 報告書【中学校/数学】』8頁、2019年 <https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukouku/report/19middle/19math/>
- 5) 国立教育政策研究所『令和3年度 全国学力・学習状況調査報告書【中学校/数学】』8頁、2021年 [https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukouku/report/middle\\_math.html](https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukouku/report/middle_math.html)
- 6) 文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編』日本文教出版、2017年、20、114頁
- 7) 藤本徹、森田裕介『ゲームと教育・学習』教育工学選書II ミネルヴァ書房、2017年、10-14頁
- 8) 村川弘城、黒上晴夫「小学校算数「数と計算」自己学習のためのカードゲーム型教材「マスピード」開発と効果」『日本教育工学会研究報告集、12(3)』2012年、199-204頁
- 9) 村川弘城「ゲーム型教材「マスピード」における攻略要素と数の性質との関係」『日本福祉大学全学教育センター紀要第9号』、2021年、59-64頁
- 10) 佐野友香莉、辻宏子、森田裕介「ゲーム型学習教材「ラスワン」による思考力の育成に関する考察」『日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.34 No. 3』、2019年、181-186頁
- 11) 佐野友香莉、辻宏子、森田裕介「ゲーム型学習教材「ラスワン」による数量スキル育成に関する考察」『日本科学教育学会第44回年会論文集』、2020年、399-402頁
- 12) アルゴ 算数オリンピック委員会 [sansu-olympic.gr.jp/ algo/](https://sansu-olympic.gr.jp/algo/)
- 13) 分数大好き 株式会社分数大好き [bunsu-daisuki.jp](https://bunsu-daisuki.jp)  
(URLはいずれも2021年9月22日現在のものである。)

【資料1】

## カードゲーム『エトミー』説明書

Ver1.1

**ゲームの概要**  
このゲームは4つの数  $a \sim d$  の正、負または0を、与えられた条件から論理的に推荐给する対戦型のカードゲームです。論理的に考えるだけでなく、効果カードを用いることでゲーム性を高めています。

**対象**  
・12歳（中学生）以上

**カードの構成**  
・符号カード…数  $a \sim d$  の符号を示すカード（各文字3枚、計24枚）  
・条件カード…数  $a \sim d$  の演算結果、大小の結果を示すカード（48枚）  
・効果カード…相手に命令するカード（4種類、8枚）

**符号カード**  
・符号を表示するカードです。オモテ面に  $+$ 、 $0$ 、 $-$ 、ワラ面に  $a \sim d$  の文字がそれぞれ書かれています。

$a$   
—  
 $d$

$a$

**条件カード**  
・カードにかかれた数  $a \sim d$  の演算結果や大小が、『正（大）、負（小）、0（=）、（いずれか）分らない』であることを、記号が置かれたカードの辺を相手に向けることで表示します。

$\geq 0$   
 $a > b$   
 $b < a$   
 $a \times b$   
 $b \times a$   
 $a > 0$

$\leq d$   
 $a < b$   
 $b > a$   
 $a < 0$

$\neq$   
 $a \neq b$   
 $b \neq a$   
 $a \neq 0$

$\neq$   
 $a \neq b$   
 $b \neq a$   
 $a \neq 0$

上が相手方向として、次のことをそれぞれ示しています。  
 ア  $a \times b \times c \times d$  が正  
 イ  $a + b + c$  は、正か負か0かわからない  
 ウ  $c$  は  $d$  より小さい  
 エ  $a$  は0

**効果カードの種類**

- ・open…相手の符号カードから1枚を指定して開かせます。
- ・2open…相手の符号カードから2枚を指定して開かせます。
- ・stop…自分の取り札を示した後、相手に「ストップ」をかけさせます。
- ・block…相手が使用したopen、stop、blockを取り消します。

open

open

stop

block

**効果カードの使用法**

- ・5～8枚目の条件カードを置くとき、使用できます。
- ・取札を引き、条件カードをボードに置いた後のタイミングで使用します。ただし、blockは相手が効果カードの使用時に使います。
- ・条件カード1枚につき1枚使用します。ただし、blockのblockは可能です。

**ボードの仕様**

取り札をここに置き、交互に1枚ずつ引きます。

数字の順に条件カードを置きます。置く方向は1ページの条件カードを参考にしてください。

効果カードをここに伏せて並べます。5～8枚目の条件カードを出すとき、使用できません。

ボードと同じ文字の符号カードを1枚ずつ置きます。

※少しはみ出します。



### ゲームの進め方

#### 最初に

- ① それぞれ12枚の符号カードを持ち、a～d それぞれで+、-または0を選ぶ。
- ② 選んだカードを、自分の前に伏せる。(この回、残りのカードは使用しない。)
- ③ 条件カードと効果カードをあわせた取り札を中央に置く。(図1)



#### 取り方

- ④ 先攻・後攻を決め、先攻は取札から1枚カードを(図2)引く。
- ⑤ カードに書かれている文字と演算の結果、または大小等を判断して、それを相手方に示すように、数字の順にカードを置く。(図2)
- ⑥ 同じカードが出てても所定の場に出す。**その際、新たに取り札は引かない。**
- ⑦ 効果カードの場合は、指定の場所(effect とかかれた場所)に置き、**もう1枚取り札をくひく。**
- ⑧ 後攻も同様にカードを引き、結果を示して置いていく。

#### 勝敗

- ⑨ 相手が条件カードを出した後、a～dの+、-または0がすべてわかったら、「ストップ」をかける。(ただし、2得点を狙ったり次のターンでの相手の勝ちが確定していたりする場合では、a～dの符号等がすべてわかっていない状態で「ストップ」をかけてもよい。)
- ⑩ a～dの+、-または0を答え、すべて正解ならばこちらの勝ちとなる。
- ⑪ もし4つのうち1つでも間違っていたら、相手の勝ちとなる。
- ⑫ ただし、相手の示した計算結果や大小の判断が1枚でも間違っているか、条件カードを効果カードの置き場に伏せていた場合、こちらの勝ちとなる。
- ⑬ 両方も8枚の条件カードを示した段階でストップをかけなければ、引き分けとなり、この回は終了する。
- ⑭ すべての条件カードと効果カードをシャッフルして中央に置き、次のゲームに備える。次のゲームでは、2回目は先攻・後攻を入れかえ、3回目は改めて先攻・後攻を決める。

### 持ち時間

- ・持ち時間は各5分です。
- ・チエスクロック等の使用を推奨します。チエスクロックのソフトウェアがアプリストア、Google Play等にありますがそちらをお使いください。
- ・チエスクロックを使用する場合は、
  - ・先に条件カードをひく側(先攻)が、後攻(相手)のボタンを押します。または、後攻のボタンを押した状態でstartボタンを押します。(先攻の時間が進みます。)
  - ・条件カードを出した時点で先攻のボタンを押します。後攻の時間が進みます。
  - ・以下、それぞれの条件カード、効果カードを使用する場合は効果カードを開いた時点でボタンを押します。
  - ・ストップと同時に1次停止を押します。
  - ・持ち時間がなくなったら、その時点で解答しなければなりません。

### 得点・勝敗

#### 得点

- ・以下の得点を相手から受け取ります。
- 2点**
- ・相手の条件カードが4枚以内で「ストップ」をかけ、正答したとき
  - ・stopカードで強制的に「ストップ」をかけさせられ、正答したとき
- 1点**
- ・相手の条件カードが5～8枚で「ストップ」をかけ、正答したとき
  - ・自分が「ストップ」をかけて解答を間違えたが、相手が、
    - ・条件表示を間違えたとき
    - ・条件カードを効果カードの置き場所に伏せていたとき
    - ・相手が「ストップ」をかけて解答を間違え、①でなかったとき
- ※ ②は、stopカードを自分が使用した場合、または、相手に使用された場合も含みます。

#### 勝敗

- ・ゲームを3回行った後、得点の多い方が勝者となります。また、相手のチップがなくなっても勝ちとします。
- ・同点の場合は引き分けです。勝者を決めるときは1ゲーム追加してください。
- ・制限時間を決め、終了時の枚数で勝敗を決めることもできます。

【資料2】

条件カード・効果カードの内訳、例

文字				条件			効果	枚数	小計
a	b	c	d	+	×	大小			
○	○	○	○	○				2	
○	○	○		○				2	
○	○		○	○				2	
○		○	○	○				2	
	○	○	○	○				2	
○	○			○				1	
○		○		○				1	
○			○	○				1	
	○	○		○				1	
	○		○	○				1	
		○	○	○				1	16
○	○	○	○		○			2	
○	○	○			○			2	
○	○		○		○			2	
○		○	○		○			2	
	○	○	○		○			2	
○	○				○			1	
○		○			○			1	
	○	○			○			1	
		○	○		○			1	16
○	○					○		2	
○		○				○		2	
○			○			○		2	
	○	○				○		2	
		○	○			○		2	
○						○		1	
	○					○		1	
		○				○		1	
			○			○		1	16
						open		2	
						2・open		1	
						block		3	
						stop		2	8
									56

