

カードゲーム型学習教材「エトミー」の効果について

Effects of Card-Based Learning tool “Etomi”

南垣内 智宏

MINAMIGAITO Tomohiro

(和歌山大学教職大学院)

受理日 令和4年1月31日

抄録：現在国内外の調査から、生徒の数学への関心・興味が低いこと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、中学校数学における課題として明らかになっている。この課題を解決するためにカード型学習教材「エトミー」を開発し、複数の中学校の協力者に依頼してこの教材を用いた授業実践を行った。

この教材を利用することで、反例を用いて常に成り立たないことを説明する力が身に付くと考えられると共に、複数存在する条件から必要なものを選択し問題を解決する力、そして数学で求められる式、言葉、表、図等の数学的な表現を適切に使用できる力を習得できることが予想される。

本論文は、授業実践時の調査やアンケートの結果から、教材を通して数学に対する関心・意欲の向上や数学的な思考力の獲得に効果があることを示唆するものである。

キーワード：カード型学習教材、反例、数学的な考え方、エトミー

1. 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。TIMSS2019ではこれまで同様、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に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ことが示されている。また、平成30年度～令和3年度の全国学力・学習状況調査(2018,2019-1,2021)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課題が見られる。平成29年告示の中学校学習指導要領(2017)においても、このような課題を意識して、数学の目標の冒頭に「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目指す。」と記されており、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できるようになることを求めている。

本研究では、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ことを目的としたカードゲーム教材の開発と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(2017)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ことも述べている。

2. 開発教材及びそれを用いた授業について

2. 1. 先行研究

村川（2016）は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、同教材の利用は、数理知識の活用力の特に低い子どもに有効であることを示し、加えて、学習への意欲の高まりを検証するために、ゲームの攻略法を考えさせた条件群、勉強に役に立つことを教示した条件群、楽しいゲームであることを教示した条件群を用意して調査を行ったところ、全ての質問項目においてゲームの攻略法を考えさせた条件群が最も高いことがわかった。佐野・辻・森田（2020）は、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、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。これら以外にも、算数・数学に対する興味を高め、児童生徒に習得させたいそれぞれねらいを持ってカード型の算数・数学教材が作成されている。

本研究では、南垣内（2022）が開発した「エトミー」を利用する。「エトミー」は、数の正負または0を（以下、正負等と記す）カードによって提示された条件から推理する対戦型カードゲーム教材である。ゲームでは、4数 $a \sim d$ の正負等を示す符号カード（図1左）と4数 $a \sim d$ の和や積の結果及び大小関係を示す条件カード（図1右）、そしてゲーム性を高めるため相手に命令をする効果カードを使用する。また、条件カードはその向きによって演算結果等を示す。下の図では、4数 $abcd$ の積が正の数になることを示している。

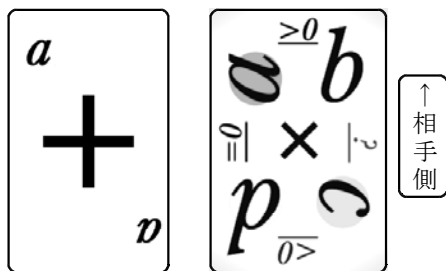


図1 符号カード（左）と条件カード（右）

上記のカード以外に資料1に示したゲームボードを使用する。ゲームの流れは以下の通りである。

- ① 各自が $a \sim d$ の符号カードでそれぞれの正負等を決める。
- ② 場に置いた条件カード、効果カードの山から1枚ひき、自分の符号カードの正負等から示された条件を計算または判断し、その結果をカードの向きによって相手に提示する。
- ③ ②を交互に繰り返し、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をかけ、正負等を答える。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。
- ④ 条件によって得点が決まっており、得点を3点とるか3セット終わればゲームが終了する。

セットの勝敗は相手よりも早く相手の設定した正負等を正答することであり、その際、

- 相手の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
- もし、1枚でも正負等を間違えれば相手の勝ち
- ただし、間違った際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ルールを決めている。

この教材は、次のような、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。

a, b, c, d はいずれも 0 ではない数で、
 $a c d > 0$
 $a < d < b$
 $a b c d < 0$
 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。この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、生徒にとって興味・関心の高い問題ではないことなどがある。そこで、相互に4数 $a \sim d$ の正負等を設定し、任意に示された条件からそれを類推するゲームを開発した。上の課題についても、次のように解消している。

- 自由度が小さいという課題については、対戦毎に毎回正負等が設定され、相互に提示する条件も条件カードをひくことで毎回ランダムに設定されるため、同じ問題や条件で解答することがほぼなくなっており、問題の自由度も大きくなっている。
- 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

必要な条件をその順番も含めて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、相手の条件提示の間違いを指摘する際、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、現行の学習指導要領で求められている事象が常に成り立たないことを説明する際に反例を用いるという場面が自然に設定されている。

2. 2. 実施した授業及び活動

教材の効果を確かめるために、2021年5～7月にかけて中学校3校で2時間ずつの授業を実施した。実施にあたり、【資料2】の指導案を参考に、担当教員が生徒の現状に沿った形にアレンジをして授業を行った。A校は、3年生2クラス44名を対象に実施し、1限目はルールの説明と2名の教員が演示を行い、周囲で参観した生徒がいずれかの教員の符号を推測して考える形で授業を進めた。また、2時間目は条件を制限するために、和の条件カードを使用せずにゲームを行った。B校は、3年生2クラス55名を対象に実施し、1限目はルールの説明と4枚の符号カードのうち、 d の符号カードを開いて3枚のカードの符号等を推測する形で指導を行った。2限目は実際にゲーム形式を取り入れた授業を行った。なお、両校とも2時間目のゲームで、効果カードは用いず、時間制限も行わなかった。C校は、3年生4クラス127名を対象に実施し、指導案に近い形で指導を行った。また、すべての学校の各教室に2～4週間、空き時間に自由に使い、継続的な使用の結果どのように生徒が変化するかを調査するために教材を配置した。その結果、66名の生徒が使用した。

3. 指導前後の調査について

A校45名、B校55名の2校計100名の生徒に対し、反例の意味理解と反例を用いた説明ができるかどうかと問うため、次の問題を用いて指導の事前事後にそれぞれ調査を行った。

なお、問題の難易度による正答率等のばらつきを防ぐために、A校では問題Ⅰを事前調査、問題Ⅱを事後調査としてそれぞれ実施し、B校では事前調査と事後調査を問題Ⅰと問題Ⅱを入れ換えてそれぞれ実施した。

3. 1. 調査問題及び解答基準

問題Ⅰ

- 1、次のことがらの逆を言いなさい。また、それが正しいかどうか調べて解答欄の「正しい」「正しくない

い」のいずれかを選び、正しくない場合には反例を示しなさい。

- 整数 a 、 b で、 a が偶数、 b が奇数ならば、 $a + b$ は奇数である。
- 2、2つの偶数の和は偶数になります。これは次のように説明できます。
 m 、 n を整数とすると、2つの偶数は、 $2m$ 、 $2n$ と表される。
 このとき、その和は、

$$2m + 2n$$

 $m + n$ は整数だから、 $2(m + n)$ は偶数である。
 したがって、2つの偶数の和は偶数である。
 それでは、2つの偶数の商は偶数であるといえますか。説明しなさい。

問題Ⅱ

- 1、次のことがらの逆を言いなさい。また、それが正しいかどうか調べて解答欄の「正しい」「正しくない」のいずれかを選び、正しくない場合には反例を示しなさい
 - 整数 a で、 a が6の倍数ならば、 a は3の倍数である。
- 2、2つの偶数の和は偶数になります。これは次のように説明できます。
 m 、 n を整数とすると、2つの偶数は、 $2m$ 、 $2n$ と表される。
 このとき、その和は、

$$2m + 2n$$

 $m + n$ は整数だから、 $2(m + n)$ は偶数である。
 したがって、2つの偶数の和は偶数である。
 それでは、2つの整数の和が偶数であるとき、その2つの整数はいずれも偶数であるといえますか。説明しなさい。

調査終了後、以下の正答例と解答基準を作成し、正答（表内の○）を2点、部分正答（表内の△）を1点として採点し、結果を数値化した。なお、問題1については、

- ① 与えられた命題の逆を述べる。
- ② その真偽を問う。
- ③ 偽の場合、反例を述べる。

の項目に分け、それぞれ採点・分析を行った。

問題Ⅰ

《正答例》

- 【1-①】（逆の提示）・・・整数 a 、 b で、 $a + b$ が奇数ならば、 a は偶数、 b は奇数である。
- 【1-②】（逆の真偽の判断）・・・正しくない。
- 【1-③】（反例の提示）・・・ $a = 3$ 、 $b = 4$
 (a が奇数、 b が偶数)

- [2] $m = 12, n = 4$ のとき、その商は3となり、偶数ではない。
したがって、2つの偶数の商は偶数であるとは言えない。

表 1-1 問題 I の解答類型及び解答基準

[1-①]

整数 a, b で、 $a + b$ が奇数ならば、 a は偶数、 b は奇数である。(同意可)	○
$a + b$ が奇数ならば、 a は偶数、 b は奇数である。(前提抜け)	△
整数 a, b で、 a が奇数、 b が偶数ならば、 $a + b$ は奇数である。 (b が偶数、 a が奇数を含む。)	
整数 a, b で、 b が奇数、 a が偶数ならば、 $a + b$ は奇数である。	
その他	
無解答	

[1-②]

正しくない。	○
正しい。	
その他	
無解答	

[1-③]

$a = 3, b = 4$ (a が奇数、 b が偶数)	○
$1 + 2 = 3$ のようにどちらが奇数か明確でない。	△
a : 偶数、 b : 奇数を例としてあげているもの	
1-②で正しいと答え無解答	
その他	
無解答	

[2]

反例を用いて正しく解答している。	○
反例を提示しているが説明が不十分である。	△
2数を m, n と置いて解答している。	○
2数を m, n と置いて解答しようとしているが説明が不十分。	△
2数を m, n と置いて解答しようとしているが説明ができていない。	
結論を偶数として証明している。	
商を和、差、積と間違えて説明している。	
その他	
無解答	

問題 II

《正答例》

- [1-①] (逆の提示) \dots 整数 a で、 a が 3 の倍数ならば、 a は 6 の倍数である。
[1-②] (逆の真偽の判断) \dots 正しくない。

- [1-③] (反例提示) $\dots a = 3, 9 \dots$ (a が 3 の倍数であって 6 の倍数でない数)
[2] 2つの整数が 1, 3 のとき、その和は 4 となり、偶数である。
したがって、その和が偶数である 2つの整数はいずれも偶数であるとは言えない。

表 1-2 問題 II の解答類型及び解答基準

[1-①]

整数 a で、 a が 3 の倍数ならば、 a は 6 の倍数である。(同意可)	○
a が 3 の倍数ならば、 a は 6 の倍数である。(前提抜け)	△
整数 a で、 a が 6 の倍数ならば、 a は 3 の倍数でない。(とは限らない。)	
整数 a で、 a が 3 の倍数でないならば、 a は 6 の倍数でない。	
その他	
無解答	

[1-②]

正しくない。	○
正しい。	
その他	
無解答	

[1-③]

$a = 3, 9 \dots$ (a が 3 の倍数であって 6 の倍数でない数)	○
反例を示しているが書き方が適切でないもの ($3a = 9, 3 \times 3 = 9$)	△
1-②で正しいと答え無解答	
その他	
無解答	

[2]

反例を用いて正しく解答している。	○
反例を提示しているが説明になっていない。(または不十分)	△
(奇数) + (奇数) = (偶数) を証明して根拠としている。	○
(奇数) + (奇数) = (偶数) を証明して根拠としているが不十分。	△
(奇数) + (奇数) = (偶数) を用いようとしている。	
命題が正しい前提で証明しようとしている。	
(偶数) + (偶数) = (偶数) を証明している。	
その他	
無解答	

3. 2. 調査結果

調査の結果は以下の通りである。表中の“部分”は

部分正答を示す。

調査項目【1-①】の結果を表2-1に示す。t検定の結果、命題の逆を求める問題については、指導前と指導後に有意差が認められた。正答者は72名から86名に増加し、誤答・無答の人数がほぼ同数減少していることから、効果があったと考えられる。

表2-1 調査項目【1-①】の結果

	正答	部分	誤答	無答	有意差
事前	72	2	22	4	*
事後	87	1	11	1	

* $p<0.05$

調査項目【1-②】の結果を表2-2に示す。t検定の結果、有意差は認められなかった。問題が真偽を問う問題であり、二者択一の問題であったことが影響していると考えられる。

表2-2 調査項目【1-②】の結果

	正答	部分	誤答	無答	有意差
事前	60		32	8	
事後	64		28	7	

調査項目【1-③】の結果を表2-3に示す。t検定の結果、反例を述べる問題については、指導前と指導後に有意差が認められた。正答者は38名から54名に増加しており、部分正答者の人数はほとんど変わらないことから、効果があったと考えられる。

表2-3 調査項目【1-③】の結果

	正答	部分	誤答	無答	有意差
事前	38	6	40	16	*
事後	55	5	28	12	

* $p<0.05$

調査項目【2】の結果を表2-4に示す。t検定を行った結果、 $p<0.05$ となり、反例を挙げて説明する問題については、指導前と指導後に有意差が認められた。正答者は6名から16名に増加しており、部分正答者の人数はほとんど変わらないことから、効果があったと考えられる。また、無答率についてもt検定の結果、 $p<0.05$ となり、実数も34名から22名に減少したため、効果があったと考えられる。

表2-4 調査【2】の結果

	正答	部分	誤答	無答	有意差
事前	6	9	51	34	*
事後	16	10	52	22	

* $p<0.05$

調査項目【2】について、指導前と指導後の正答数等を相関図にまとめてみると表3のようになる。

表3 反例に関する問いの解答結果

前\後	正答	部分正答	誤答	無解答
正答	1	2	3	0
部分正答	4	0	4	1
誤答	9 ^{イ)}	6	31	5
無解答	2 ^{ア)}	2	14 ^{ウ)}	16

この結果から、

ア 無解答→正答

イ 誤答→正答

ウ 無解答→誤答

の3グループについて見ていく。

3.2.1. グループアについて

2名の解答者については、いずれも「いえない」ことを明示した上で、その理由として反例を用いて説明をしている。また、授業のふり返りでは、

- 1つ1つ整理していくとけっこう簡単だった。どれが何なのか分かってきた。
- 条件が3つ4つ出たところでややこしくなってあきらめてしまった。

と条件から判断することについてのコメントはあるが、反例を用いた説明のについての説明はない。ただし、いずれの生徒も教材に対しての関心が他の生徒よりも高いことを示す感想を記していることと、使用したワークシートの記述から数学への興味・関心と能力が高いことを読み取ることができ、授業の中でゲームを繰り返す中から、常に成り立たないことの説明について反例を用いて説明する方法を自然と身に付けた数少ない例と考えられる。

3.2.2. グループイについて

9名の解答者について指導前の誤答を分析すると、2数の和の例をそのまま使用し、間に置き換えて解答とした生徒が4名、そのまま問題に置き換えて解答しようとしたが、途中までしか解答できなかった生徒が5名となっている。また、指導後の結果については、反例を用いて説明をした生徒が7名、反例を用いずに、「答えが(偶数に)定まらない。」ことを述べて説明とした生徒が2名となっている。反例を用いて説明をした生徒のふり返りでは、

- 反例を楽しんで学ぶことができた。
- このゲームを機に反例について学ぶことができた。というコメントがあったが、反例を用いてどのように証明をするのかを学んだのか、反例の意味を復習することができたという捉え方なのかは判断することができなかった。また、これ以外に、
- 与えられた条件から推測するのはできた。

- ・ -か+か0 を考えるのが楽しかった。
- と反例に関するものではなく、条件から判断する力やゲームの感想を述べているコメントがあった。

3. 2. 3. グループ ウ について

14名の授業後の解答については、グループイの授業前の解答と同様、2数の和の例をそのまま問題に置き換えて解答とした生徒が3名、そのまま置き換えて解答しようとしたが、途中までの生徒が9名となっている。また、

- ・ $1 + 2 = 3$ のように、・・・(以下、略)
- ・ $2(4 + 4) = 16$

のように、題意に合わない2数を記述している例が2例あった。なお、無解答→部分正答の2名については、正しい反例を挙げているが説明が不十分な解答である。

反例に関する生徒のふり返しには、

- ・ 反例を示すことによって、より理解が深まった。
- ・ 反例の勉強になった。
- ・ 1つの条件(反例)を加えると難しかった。

のコメントがあったが、具体的にどのように理解をしたのかやどのような場面であったのかの記述は見られず、めあて内で示した「反例」という用語を受けて記述したものではないかと推測できる。また、他のコメントについても、ゲームに関する感想や相手が正答したことへの驚きなど数学に直接関係しないことが散見された。

4. 使用後のアンケートについて

教材についてのアンケートを、以下の項目で実施した。(n=227)

- 1 教材を使用した授業は面白かった。
- 2 ゲームのルールは分かりやすかった。
- 3 条件から符号等を求めることができるようになった。
- 4 ゲームの中で論理的に考えることができた。
- 5 論理的に考える力を身につけるのに効果があると感じた。
- 6 (授業のとき使用して、) 論理的に考える力と運や感の割合は (:) と思った。(割合の合計が10となるように指示)

なお、授業後、教材を教室に配置して自由に使用できるようにし、その結果についても調査したため、授業終了後、A校・B校は2週間後にC校は4週間後それぞれ調査した。そのため5件法に加え、『忘れた』という項目も追加して調査を行っている。

4. 1. 授業終了時に関するアンケートの結果

図2-1は、教材を使用した授業は楽しかったかと

いう質問に対する回答である。88.5%の生徒が肯定的に回答している。授業終了時の振り返りの中にも、

- ・ 間違ってしまったときはどこでいけなかったのか、さかのぼると、あーそこか! っとなり、今度からは気をつけようと計算にも応用できたので、面白かったです。

と具体的に楽しむことができた点を列挙していたものや、

- ・ カードゲームで反例(を学習)することでなんかスーって入ってきたし、楽しく学べた。みんなで協力してするのも楽しかった。苦手な数学をこれで勉強できたらいいのに…

といったようにゲームとしての利用やペアでの学習を目標を持つことで自然にできたことが楽しかったと振り返っている意見があった。また、

- ・ 問題だったら難しくて楽しめないと思うけれども、ゲームだから楽しみながら考えることができました。

とゲーム教材の長所について述べている意見もあった。

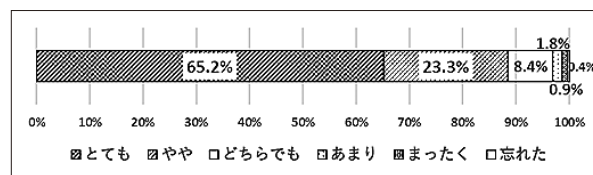


図2-1 アンケート1の結果

図2-2はゲームのルールは分かりやすかったかという質問に対する回答である。62.0%の生徒が肯定的に回答しているが、他の項目と比較すると低くなっている。授業の実施に伴い、ゲームの説明書を用意し事前に読んでおく宿題を出していたが、曖昧な部分をなくすために細かいところまで説明した文章中心の説明書となっていたため、振り返りやアンケートでもわかりにくかったと訴えるものが多かった。そのような中で、

- ・ ルールの説明書を読むと難しそうだなーと思ったけれど、よく考えるとシンプルで実は奥が深いゲームだということが分かりました。
- ・ 正直初回の時はさっぱりでしたが、2回目は本当によく作られているなど・・・(以下、略)

といったように、実際にゲームをする中で納得したという生徒も見取ることができた。また、マニュアルのビデオ化を希望する意見もあったので今後の教材普及の参考としたい。

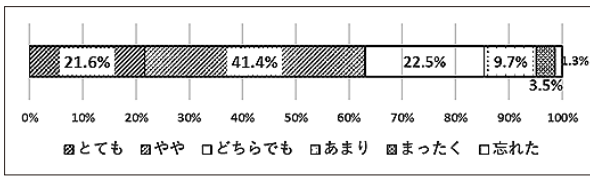


図2-2 アンケート2の結果

図2-3は、条件から符号等が求められるようになったかという質問に対する回答である。73.5%の生徒が肯定的に回答している。そのような中で、

- カードから分かったことや途中経過のことなどメモしておくとなかりやすかったです。
- ペアの人と「かけ算して+になるってことは、-と+じゃなくて、-と-か+と+かな。」とか話して解くことができました。

といったように方法やペアでの活動について振り返りを行った意見もあり、単に符号を判断するだけでなく、考えるスキルを身に付けることにもなっていた。

また、符号等をあてるだけではなく、相手にあてられないようにするために、

- どうすればバレにくいとかペアと考えるのが楽しかったです。「+」「-」「0」を混ぜるとバレにくかったです。
- 0をふたつ設定すると=カードが出ると自爆するし、×カードだと0になるので0ふたつ以上は無理だと思った。+、-何個か入れた方が勝ちやすいと思いました。

といった問題を出す側に立ったときの方法についても思案していた様子が見て取れた。

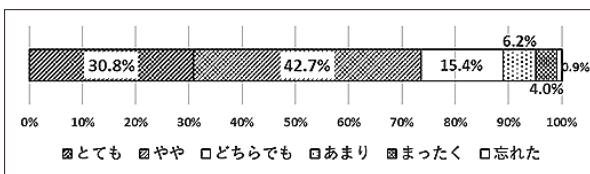


図2-3 アンケート3の結果

図2-4は、ゲームの中で論理的に考えることができたかという質問に対する回答である。73.6%の生徒が肯定的に回答している。

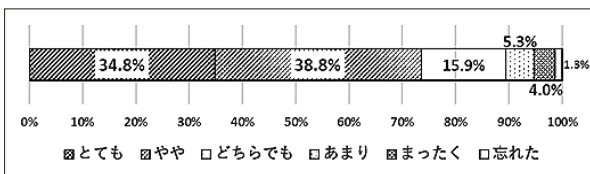


図2-4 アンケート4の結果

そのような中、図3は実際の思考の様子を記録した生徒のメモである。

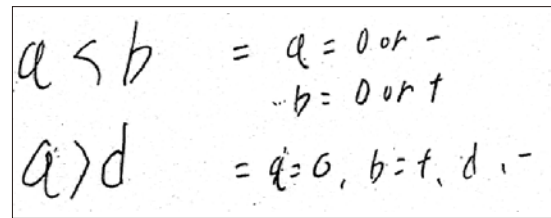


図3 生徒のメモから

まず提示された条件 $a < b$ から、

$$a < 0, b = 0 \text{ または } a = 0, b > 0$$

であると判断している。

次に提示された条件 $a > d$ において、

もし、 $a < 0, b = 0$ とすると、 $a > d$ に矛盾するから、 $a = 0, b > 0$

よって、 a よりも小さい d は負の数となり、

$$a = 0, b > 0, d < 0$$

と考えたことが推察できる。

このように、背理法的な考え方を取り入れて判断している例があった。

図2-5は、論理的に考える力を身に付けるのに効果があると感じたかという質問に対する回答である。

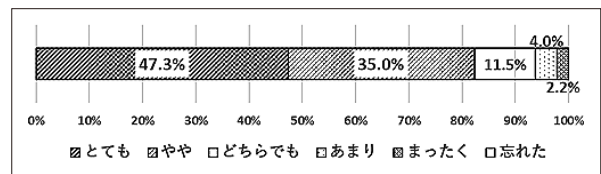


図2-5 アンケート5の結果

82.3%の生徒が肯定的に回答している。また具体的などのような観点で論理的に考えたかを振り返りから抽出すると、以下のものがあった。

予測を立てて考えること

- 色々仮定して考えるのも楽しかったです。
- ある程度の仮定を立ててものごとを考えることの重要性がわかった。

とあらかじめ符号等を仮定して考えることに言及したものがあつた。 $a \sim d$ の符号等の組み合わせは81通り考えられるが、ゲームの早い段階で提示された条件から組み合わせを絞り込み、予想立てて考えたことが推測される。

情報の選択

- よくよく考えると確定している情報でも情報量が多いとこんがらがってしまって難しかったです。
 - たくさん情報があるほうが答えに近づくけど、たくさんありすぎると頭が混乱してしまった。
- と複数の条件から必要な条件を選択する必要性について

て言及したものがあつた。一般的な数学の問題は、与えられる条件が必要十分なものであり、不必要な条件が混在していることはまずない。しかし、今回の教材では、条件がランダムに提示されるため、必要のない条件が提示される。この違いに対する違和感がこのようなふり返りにつながつたものであろう。

反例の利用

- 実際にやってみて、相手が間違っている所を反例を示して指摘できた。
- 反例を頭の中で出して何通りも答えを出すことで、どんどん選択の幅をせまくできました。
- チーム内で反例を用いて考えながら答えを導いていくことができた。

といったように、反例を思考の手段として用いていたことが読み取れる。相手の間違いを指摘するためだけに反例を用いるのではなく、相手の符号を判断する際にあらかじめ相手の符号を仮定して、反例を用いて複数ある候補から絞り込んでいくことに使われていたと推測できる。

図2-6は、ゲームを実施する際、論理的に考える力と運や感との割合はどのようになると感じるかきいた回答である。すべてが論理的に考える力であると考えた生徒はいなかったが、すべて運と答えた生徒も若干名いた。ただし、論理的に考える力が6割以上の生徒が55.3%だったのに対し、運や感が6割以上の生徒が26.5%であった。運や感に左右される以上に論理的に考える力が必要であると考えた生徒が多かった。

また、自由使用後の結果は、論理的に考える力が6割以上の生徒が65.2%だったのに対し、運や感が6割以上の生徒が19.7%と論理的に考える力が強いと考えた生徒が増えている。(n=66)

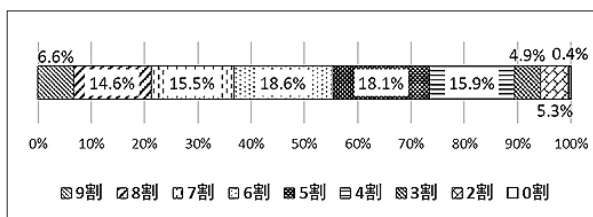


図2-6 アンケート6の結果

5. 考察と今後の検討課題

5.1. 考察

研究のまとめとして考察を述べる。

まず、教材を通した数学に対する関心・意欲の向上については、2時間の授業に限定すれば興味・関心を持って授業に取り組んでいた。このことは前述したふり返りからも読み取ることができる。ゲームへの興味・

関心かゲームを通した数学への興味・関心かについては、授業観察や生徒の振り返りからしか判断できないが、いずれの時間でも単にゲームをするだけでなく、反例というキーワードを含んだめあてを提示した上で授業を進めた結果、数学への関心の高まり、意欲の向上はあつたと考えられる。ただし、これまで経験したことのない教材であつたためルール理解に時間がかかり、教材が使用できるまでに時間が必要であつたり、ルール習得までの時間に個人差があつて取り組みに温度差が生じたりと、事前の準備不足を起因とする課題も見て取れたので限られた時間内で教材に集中させ、関心・意欲の向上に繋げるより細やかな事前の準備を検討する必要がある。

次に習得できると考える力について、2つに分けて考察する。

5.1.1. 必要な条件を取捨選択し問題を解決する力

必要な条件を取捨選択して問題を解決する力に課題があり今後習得する必要があることについては、全国学力・学習状況調査小学校・算数(2007)で取り上げられており、指導の際には過剰な情報を含んだ場面や事柄を提示し、それらの中から問題解決のために必要な情報を選択する活動を取り入れることが求められている。

今回使用した教材は、不必要な条件が出たり、最適な順番で条件が出なかつたりといったゲーム教材の持つ偶然性という特性を持っている。もし普通の数学の問題で不必要な条件を入れて出題した場合、不必要な条件は問題に含まれないという大前提が崩れることから、生徒は解答に戸惑うとともに問題に不信感を抱くかもしれない。しかしゲーム上では、運の要素として必要のない情報が提示されることは自然に受け入れると考えられる。

実社会においても、不必要な条件が混在する中から、最適な解を求めるために、必要な条件を取捨選択して課題を解決する場面に対応できる力が求められている。

生徒も社会で求められている力にこの教材がつながることをおぼろげながらも感じる事ができたよう

- で、身につく力を聞いた際も、
- たくさんの条件の中から必要な条件を絞り出す力
 - どの情報を使って答えを導き出すかを決める力
- との答があり、そのような力が習得できることを実感できたようである。

またこの力に関連して、

- カードから分かつたことや途中経過のことなどメモしておくとなかりやすかったです。
- このゲームは紙に書いてまとめないと頭が混乱してミスが起きやすいということに気づいたし・・・(以下、略)

と頭の中だけでイメージするのではなく、思考の際に

実際にメモをとることの大切さについても言及している意見があった。

このように、この教材では問題解決の一手順として必要な条件を取捨選択することが必要であることを理解することができ、実際にその機会を体現できるため、このような力を習得するのに有効であると考えられる。

5. 1. 2. 反例を用いて理由を説明する力

反例を用いて常に成り立たないことを説明することについては、使用前後の調査から条件付きで有効であると考えられる。前述の通り、学習指導要領解説(2017)でも、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が求められているが、現在使用されている7社の中学校数学の教科用図書(2021)では、反例の意味説明と常に成り立たないことを説明するために反例を用いることができることを記述するのみで、実際に反例を用いてどのように説明するのかについては言及されていない。そのため、生徒は『反例とは何か。』について理解をしているが、授業で反例を用いて常に成り立たないことの説明をした経験がなく、具体的な説明方法を知らない現状があると考えられる。全国学力・学習状況調査の結果に基づいた授業ヒント集(2019-2)でも、反例を用いた説明の指導について取り上げられているが、現場ではまだまだ普及していない。

この状況に関連して、指導前後の調査の問題【2】で示したように、授業実施前後を比較すると、正答者が6名から16名に増加している。このうち、反例を用いて説明ができた生徒は3名から11名に増加し、2時間の指導の中で教材に取り組んだことから、反例を用いて説明する方法を身に付けたものと推測できる。ただし、無答の生徒については34名から22名に減少しているが、5.1で示したように、常に成り立たないことを説明するには反例を示せばいいことを理解している生徒が4名、常に成り立つことを説明するときと同様に説明する必要があると理解している生徒が14名、説明の方法が分からず無解答のままの生徒が16名となっている。また、指導前後のいずれも誤答であった生徒が31名おり、これらの生徒を含めた半数以上の生徒が、反例を用いれば常に成り立たないことが説明できると今回のゲームを用いた反例を用いた授業の関連付けができなかったものと考えられる。以上のことから、反例を用いて常に成り立たないことの説明ができるようになるためにこの教材は有効ではあるが、単に今回のようなゲームを中心とした授業だけではなく、あらかじめ常に成り立たないことを反例を用いてどのように説明するかを指導した上で、ゲームを用いた授業を行い、また、ゲームを用いた授業から得た反例を用いた説明の事例を他の事例に当てはめて、再度指導する必要があると考える。

なお、5.1.1で示した必要な条件を取捨選択して問題を解決する力については、このゲームを行う上で常に求められているが、反例を用いて相手の提示した条件の間違いを指摘する場面は、相手が条件提示を間違えたために解答を間違った場合に限定される。今回、授業内で行ったのは1~2ゲームであり、反例を用いて相手の間違いを指摘する場面が少なかったことも影響していると推測できる。今後、反例を用いて説明する力を身に付けるためには、反例を用いて相手の間違いを指摘する機会を数多く持つために、継続的に使用する必要がある。

5. 2. 今後の検討課題

5. 2. 1. 客観的な効果の測定方法の検討

今回の調査では、反例に関して指導前後の理解度を問題で調査した。問題の難易度による影響をできるだけないように心がけたが、結果が客観的であったか、教材を用いた指導以外の影響の受けていないかまだまだ不安なところもある。橋本(2001)は、数学教育における論理的思考力を調査した際、命題に関し客観的に判断できる調査問題を用意しそれを用いて調査を行っている。比較対象として中学生にも調査を実施しているため、その際の調査問題を参考に測定問題について検討したい。

また、これまでの調査以外に、授業終了時に自由記述形式でアンケート調査を行っている。その中の、『この教材を使うと数学のどのような力がつくと感じたか書いてください。』という質問の回答を分析して、使われている単語を抽出し、多数使用されている単語として、表4の単語を得ることができた。今後の調査する際、これらの単語を念頭に選択肢を作成していく。

表4 『つく力』の調査から抽出された単語

計算(速く計算、暗算を含む) 80回、考える 51回 符号 29回、判断 27回、条件 20回、情報 13回 導く 11回、思考 10回、整理、理解各 9回、 推理、予想各 6回
--

5. 2. 2. 長期使用時における効果の調査方法の検討

今回の使用は2時間の授業での使用と2~4週間の自由使用であり、長い学校でも1ヶ月に満たない使用期間であった、また、自由使用については、その回数も1回が26名、2~5回が40名と筆者が想定していたよりも少ないものであった。今後数ヶ月のスパンで継続的に利用していき、その際どのような変化が起こるかを見ていく必要があると考える。実際授業で継続的に取り扱うには授業時間が不足するという課題もあり、具体的にどのように効果を持つかを調査するにあたっては、研究協力校の追加も含めて検討する必要がある。

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

文部科学省 (2021)、国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2019) のポイント https://www.mext.go.jp/content/20201208-mxt_chousa02-100002206-1.pdf (参照日 2021.11.25)

国立教育政策研究所 (2018)、平成 30 年度 全国学力・学習状況調査報告書【中学校／数学】p8 <https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukouku/report/18middle/18math/> (参照日 2021.11.25)

国立教育政策研究所 (2019-1)、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】p8 <https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukouku/report/19middle/19math/> (参照日 2021.11.25)

国立教育政策研究所 (2021)、令和 3 年度 全国学力・学習状況調査 報告書【中学校／数学】p8 https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukouku/report/middle_math.html (参照日 2021.11.25)

文部科学省 (2017)、中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 数学編、p20、p114

藤本徹、森田裕介 (2017) ゲームと教育・学習 教育工学選書Ⅱ ミネルヴァ書房、p10-14

村川弘城 (2016)、算数教育におけるゲーム教材の教育効果の検証：ゲーム型教材「マスビード」を利用した授業実践から、関西大学審査学位論文、<http://doi.org/10.32286/00000205> (参照日 2021.11.25)

佐野友香莉、辻宏子、森田裕介 (2020)、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)、p399-402

南垣内智宏 (2022)、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、和歌山大学教育学部紀要 第 72 集、p117-p126

国立教育政策研究所 (2007)、平成 19 年度全国学力・学習状況調査 解説資料【小学校／算数】p54-59 https://www.nier.go.jp/tyousa/07kaisetsu_shou_sansuu.pdf (参照日 2021.11.25)

東京書籍 (2021)、新しい数学 2、p135

大日本図書 (2021)、数学の世界 2、p140

学校図書 (2021)、中学校数学 2、p136-137

教育出版 (2021)、中学数学 2、p152

新興出版社啓林館 (2021)、未来へひろがる数学 2、p131-132

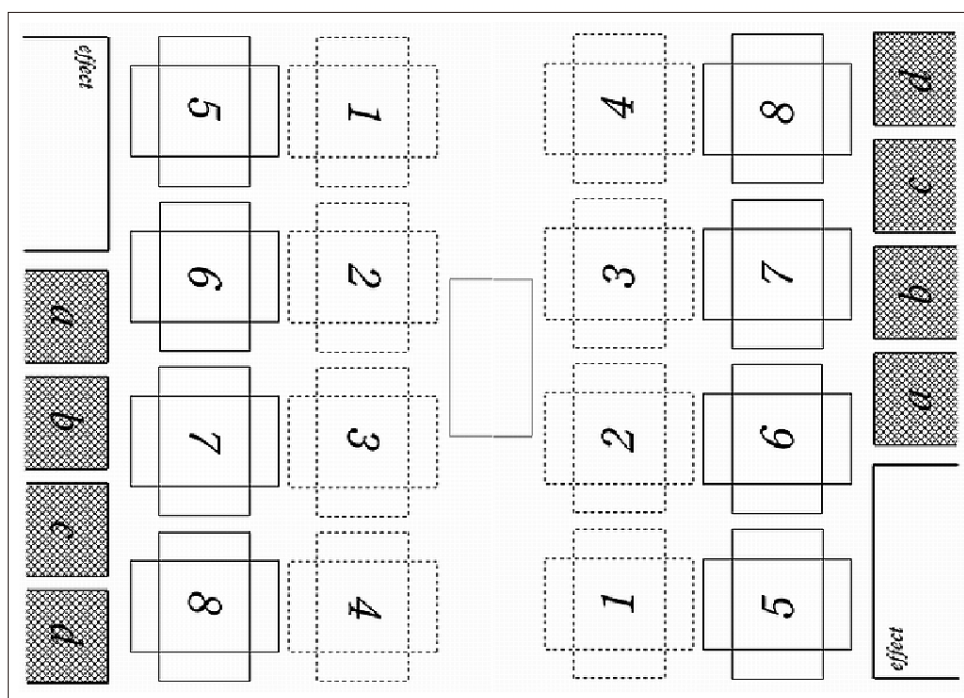
数研出版 (2021)、これからの数学 2、p150-151

日本文教出版 (2021)、中学数学 2、p141

国立教育政策研究所 (2019-2)、令和元年度 全国学力・学習状況調査 授業アイデア例 p1 https://www.nier.go.jp/jugyourei/h31/19idea-mmth_01.pdf (参照日 2021.11.25)

橋本三嗣 (2001)、数学教育における論理的思考力に関する調査研究 (1) 一大学生に対する論理的思考力調査の結果の分析・検討一、日本教科教育学会誌 第 24 巻第 1 号、p50

【資料 1】使用するゲームボード (大きさは A2 サイズ)



【資料2】作成した指導案

中学校第3学年数学科指導案
指導案作成者 和歌山大学教職大学院 教授 南垣内智宏

1 日 時 令和3年〇月〇〇日(〇) 第〇校時(〇〇:〇〇~〇〇:〇〇)
〇月〇〇日(〇) 第〇校時(〇〇:〇〇~〇〇:〇〇)

2 場 所 〇〇〇〇立〇〇中学校 3年〇組教室

3 学年・組 第3学年〇組(〇〇名)

4 単 元 名 (単元終了後追加)

5 教材を使用する目標
与えられた条件から正負等(正、負または0)を判断し、その理由を説明できるようにする。また、相手の間違っただけでなく、適切な説明を行うことができるようにする。そのために、ア. 数の拡張や拡張後の四則計算、反例についてその意味と必要性を理解すると共に、正負の数の計算ができたり、条件に適合した反例を提示したりすることができるようにする。【知識及び技能】イ. 提示されたカードから条件を読み取り、それらの条件から数の正負等を思考・判断することができるように、適切に反例を用いて説明することができる。【思考力・判断力・表現力】ウ. 教材によって示された問題解決の過程を振り返って評価・改善を行う態度や、多様な考えを基によりよく問題解決しようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性】

6 本教材を用いた指導にあたって
(1) 教材観
これまで数学において、論理的に筋道を立てて推論する学習が行われてきた。そして、算数・数学における数学的な推論については、児童・生徒の発達段階に応じて適切に取り扱われてきた。小学校においては、帰納と類推がいくつもの場合についての観察、操作等の活動を通して一般的な結果を導く際に用いられており、演繹も用いられている。これに対し中学校においては、演繹が個々の具体的な処理等により帰納や類推を用いて推測された数や図形の性質等を確認することに用いられることから、よりその割合が高くなっている。
新学習指導要領解説では、この帰納や類推を用いて得られた結論について、演繹によって確認する必要がある、その推測については必ずしも正しいものとは限らず、このことを反例を用いて示したり、その結果から、推測を修正したりすることの必要性が求められている。また、演繹的に考えるためには、推論の根拠となる事柄を明確にしなければならないこと、図形領域だけではなく、「a数と式」等の領域においても推測した事柄が成り立つとは限らない場合、反例を用いる必要があることも併せて示されている。
この教材を使用することで
(1) 推論の根拠を明らかにする。
(2) 論理的に筋道を立て演繹的に確かめる。
(3) 適切に反例を用いる。
ような効果が考えられる。
(1)については、相手から提示されたカードから条件を正しく読み取り、推論の根拠となる

事柄を取捨選択して必要なものを選ぶことで、その後の推論の根拠とするものである。
(2)については、(1)で得た適切な根拠から、考察の筋道を立て、論理的に考察する。その際、直接的に考えるばかりではなく、間接法的(消去法的・有理化的)な考え方により、論証を進める場合もある。
(3)については、相手の間違っただけでなく、適切な反例を示すことで間違いを指摘できること、そして、反例を用いた論証の方法(推測が間違っている場合の説明の方法)についても理解することができる。
最後に、この教材は生徒が興味・関心を持つことができるよう、適度なゲーム性も考慮して作成した。使用説明書等は別途作成している。
(2) 使用する教材について
使用する教材は、次のような問題をベースとして作成した対戦型のカードゲームである。

・不等式
 $a \times b \times c \times d < 0$
 $a < c < d$
 $a \times b \times c > 0$
 が成り立つとき、4つの数 a、b、c、d はそれぞれ正の数か、負の数か。

4数 a、b、c、d の正、負、0 (以下、符号等と記述) を条件から類推・判断するもので、上記の問題と違い、毎回 a~d の符号等を変えることができるようにしている。
カードには、符号等を示す符号カード、条件を示す条件カード、ゲーム性を高める効果カードが用意されている。
符号カードは、表面が a~d の数と符号等、ウラ面には大きく a~d の数が書かれており、a~d それぞれで符号等を選択できるようにしている。
条件カードには、条件として a~d のうち 2~4 数の和・積の結果、2数の大小、1数の符号等の3種類が用意されており、条件を示す条件カードの各辺に、正、負、0、わからない(決定しない)を割り当て、その辺を相手に示すことで、条件を示す仕組みとなっている。
また、ゲーム性を高めるため、相手の任意の符号カードを開かしたり、強制的にストップをかけたせりふりする効果カードを用意している。
(8) 生徒観 (省略)
(4) 指導観
中学校数学では、これまで言葉や数、式、図等の数学的な表現を用いて論理的に考察・表現したり、その過程を振り返って考えを深めることが求められてきた。また、前回の学習指導要領の改訂後、論証について事柄が成り立つかどうかの説明の際、全国学習の結果から事柄が成り立たない場合の判断や説明に課題が見られた。これを受けて、今回の改訂では、論証の指導の際、反例を取り扱うことが求められている。ただ、実際の扱いは与えられた命題やその命題から作成した逆の真偽を判断し、偽の場合、反例を作成することが目標となっており、そうした作成した反例をどのように用いるのか、なぜ反例によって成り立たないことの説明になるのかを理解できていないことが多い。今回の指導によって、教員が間違っただけでなく、適切な反例を示して間違っ

ていることを説明させ、反例の有効性を実感させその使い方を習得させたい。
また、ゲーム中に記録用紙を配布することで考え方を記録し、どのように思考することが有効なのかを考え、効果的な思考方法を共有・検討させる。このような過程を経て、よりよい解決や結論を見いだす能力と見いだそうとする態度も養いたい。

7 指導計画
※ 第3学年 各章終了時に (第2学年 図形の論証の単元後に取り扱い可能)
第1次 教材を用いた論証と問題解決 2時間

8 本教材の用いて指導する際の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①数の拡張の必要性と意味を理解し、基本的な正負の数の計算をすることができる。	①提示されたカードから条件を読み取り、数の正負等を判断することができる。	①与えられた条件を用いて筋道を立て、粘り強く考えようとしている。
②反例の必要性と意味を理解し、命題から反例を作ることができる。	②相手の解答等から必要に応じて反例を用い、間違っていることを説明することができる。	②問題解決の際多様な考えを認め、よりよく解決しようとしている。

9 教材に関連する単元について
(1) 学習内容の承襲

小学校

中学校1年

中学校2年

中学校3年

数学I

・数の大小 ・(三角形、四角形)・・・論証と関連して

・正の数・負の数の計算 ・数の拡張

・逆、反例

・(数の展開と因数分解)

・命題 ・逆、裏、対偶

(2) 教材を用いた指導の計画

時間	ねらい・学習活動	重点・留意点	備考
1	数の拡張や反例の意味及び教材の概要について理解した上で、数の正負等を判断する。	思	思①: 行動観察 (思②): 行動観察
2	数の正負等を論理的に判断すると共に、他の生徒の考え方を共有する。また必要に応じて、適切に反例を用いて説明をする。	思	(思①): 行動観察 思②: 行動観察 思③: 行動観察 思④: WS (2時の総括として)

※ 知①、②は前回学習時に概ね満足できる状況に達していなかった生徒のみ評価する。

10 本時について
(1) 本時の目標
・与えられた条件から4数の正負等を判断し、その理由を説明することができる。

・相手の推論が間違っていることを、反例を用いて説明することができる。

(2) 指導にあたって

おおむね満足できる状況(B)と判断される状況(観点)	努力を要すると判断された生徒への対応・手立て	評価方法等
・与えられた条件を用いて数の正負等を理由を明らかにしながら判断し、必要に応じて反例を用いて説明することができる。(思考・判断・表現)	・適切な条件を選択させると共に、その際、適切な表等を用いることを指示する。 ・消去法を用いて条件を絞り込み、解答に近づけていく方法を示す。	・行動観察 ・ワークシート(終了後)
・他の生徒の多様な考えを取り入れ、よりよく問題解決しようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)	・他生徒の考え方のわかりやすさをとる聞き取り、自分の考えとの違いを明らかにして、多様な考え方がありに触れさせていく。	・行動観察 ・ワークシート(終了後)

(3) 展開(第1時)

学習活動	発問・予想される生徒の反応	形鑑	評価(●)・配慮事項(○)
導入 ・2年時の復習 逆・反例の確認 (教科書2年P132問8) ・整数 a、b で、a も b も奇数ならば、a + b は偶数 ・△ABC で、∠C が直角ならば ∠A + ∠B = 90°		一考	・事前に説明書は配布して読んでおくように指示する。 ・逆、反例について、2年時の問題を取り上げて振り返る。
展開 ・ a × b < 0 ならば、いつも a > 0、b < 0 について考える	T 「2数 a、b で、a > 0、b < 0 ならば a × b は？」 S 「a × b < 0」 T 「じゃあ、a × b < 0 ならば、いつも a > 0、b < 0 ？」 S 「違うよ」 T 「a > 0、b < 0 にならないときは？」 S 「a < 0、b > 0」 T 「a × b < 0 に加えて、どんなことがわかれば、いつも a > 0、b < 0 と言える？」 S 「a > b」 S 「a > 0 (b < 0)」 T: (反応)	一考	・まとめに引き継ぎ、逆について考えると共に、条件を加えることで一意に決定することを説明する。
・めあての提示			

<p>めあて (カード型教材を使用して)、4数の正負等を判断し、なぜそうなるか説明しよう。</p>	
<p>・教材の紹介</p>	<p>以下、Tによる教材説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・条件から4数a~dの正 or 負 or 0 (以下、正負等)を求める ・条件は以下のものいずれか <ul style="list-style-type: none"> ・2~4数の和、積の正負等 ・2数の大小 ・1数の正負等 ・できるだけ早く、すべての数の正負等を判断する ・カードの説明 <ul style="list-style-type: none"> ・符号カード…裏表提示 ・条件カード…ア~エの4種類 ・逆の方向によって条件を示すことも説明
<p>・教材を用いた例題の提示</p> <p>a : + b : 0 c : - d : -</p> <p>で条件を示しながら解等の方法を示す。</p>	<p>T「ここにa~dの4種類のカードがあります。この裏には、正か負か0が隠れています。これをみなさんに推理してもらいます。」</p> <p>T「まず最初に、b、dの和は負の数です。」</p> <p>以下、順に提示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・a、c、dの積は正 ・a、b、cの積は0 <p>T「ここまでで、どんなことがわかっていましたか？」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・a、c、dの和は？ ・c、dの積は正 <p>T「これでa~dすべての符号等がわかるとおもいます。わかっただけの人はいませんか。」</p> <p>S「aは+、bは0、cとdは-だと思えます。」</p> <p>T「どうしてそう考えましたか？」</p> <p>S「(説明)」</p> <p>T「4のように必要のない条件もありません。必要なものを選びましょう。」</p> <p>T「それでは今から実際にカ</p>
<p>条件1 $b+d < 0$ 条件2 $a+c > 0$ 条件3 $a+b+c=0$ 条件4 $a+c+d=?$ 条件5 $c+d > 0$</p>	<p>・1を<0を上向きに提示は負の数です。</p> <p>・2を>0を上向きに提示</p> <p>・3を=0を上向きに提示</p> <p>・4を?上向きに提示</p> <p>・5を>0を上向きに提示</p> <p>・条件カードを示すごとに現在わかることを数ごとに確認する。</p> <p>例 bとdの和は負 →$b < 0$、$d = 0$ $b = 0$、$d < 0$ $b < 0$、$d < 0$ のいずれか</p> <p>・4人を2対2に分けて実施するよう指示する</p>
<p>・ゲームの実施 (1回目)</p> <p>・グループでゲームを行う。</p>	<p>グ</p>

<p>・発表</p> <p>・ゲームの感想や気がついたことを発表する。</p>	<p>ードを使ってゲームしてもらいます。時間は〇〇分までです。」</p> <p>T「では、別の問題を出しますので、グループで考えてください。」</p> <p>T「ゲームをしてどのような気がきましたか。」</p> <p>G「(発表)」</p> <p>T「他の班はどうでしたか。」</p> <p>G「(他の内容を発表)」</p>	<p>・記録用紙を配布し、考え方を記録するよう指示する。記録は自由に記述させる。</p> <p>・今回はゲームに慣れる目的もあるため、効果カードは使用せず、時間制限もないことを伝える。</p> <p>●思① (行動観察)</p>																				
<p>ま</p> <p>・本時のまとめ</p> <p>・本時を振り返り、併せて次時も読んでこの教材を使用することを伝える。</p>	<p>T (まとめ、次時予告)</p>	<p>一斉 (個)</p> <p>・ワークシート、ゲームの記録用紙を回収</p>																				
<p>(第2時)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>学習活動</th> <th>発問・予想される生徒の反応</th> <th>形態</th> <th>評価(●)・配慮事項(○)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>導入</td> <td>・前時の復習</td> <td>T「(確認)」</td> <td>一斉 ・プリント等の配布</td> </tr> <tr> <td>展開</td> <td>・反例を用いた例題</td> <td>T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」</td> <td>一斉</td> </tr> <tr> <td>閉</td> <td>・以下を条件を順に提示し、解答をしていく中で、条件の間違いに気づき説明をする。</td> <td>T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」</td> <td>一斉</td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>条件1 $b+c < 0$ 条件2 $a+b+c < 0$ 条件3 $b?d$ 条件4 $d < 0$ 条件5 $c+d > 0$ 解 $a > 0$、$b < 0$ $c < 0$、$d < 0$ $e < 0$</p> </td> <td> <p>T「すべて負の数です。」</p> <p>T「なぜそのような答えになりましたか。理由も説明してください。」</p> <p>S「(理由を説明)」</p> <p>T「答えは次のようになります。」</p> <p>S「えーっ」</p> <p>T「実は、先に提示した条件に間違いがありました。どの条件が間違っていますか。」</p> </td> <td> <p>・順に条件を提示すると共に、昨日と違い、すべての答えがわかった時点で答えるよう指示する。</p> <p>・解を提示する。</p> <p>●思② (行動観察)</p> </td> </tr> </tbody> </table>			学習活動	発問・予想される生徒の反応	形態	評価(●)・配慮事項(○)	導入	・前時の復習	T「(確認)」	一斉 ・プリント等の配布	展開	・反例を用いた例題	T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」	一斉	閉	・以下を条件を順に提示し、解答をしていく中で、条件の間違いに気づき説明をする。	T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」	一斉		<p>条件1 $b+c < 0$ 条件2 $a+b+c < 0$ 条件3 $b?d$ 条件4 $d < 0$ 条件5 $c+d > 0$ 解 $a > 0$、$b < 0$ $c < 0$、$d < 0$ $e < 0$</p>	<p>T「すべて負の数です。」</p> <p>T「なぜそのような答えになりましたか。理由も説明してください。」</p> <p>S「(理由を説明)」</p> <p>T「答えは次のようになります。」</p> <p>S「えーっ」</p> <p>T「実は、先に提示した条件に間違いがありました。どの条件が間違っていますか。」</p>	<p>・順に条件を提示すると共に、昨日と違い、すべての答えがわかった時点で答えるよう指示する。</p> <p>・解を提示する。</p> <p>●思② (行動観察)</p>
学習活動	発問・予想される生徒の反応	形態	評価(●)・配慮事項(○)																			
導入	・前時の復習	T「(確認)」	一斉 ・プリント等の配布																			
展開	・反例を用いた例題	T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」	一斉																			
閉	・以下を条件を順に提示し、解答をしていく中で、条件の間違いに気づき説明をする。	T「今日はルールの確認も兼ねて、問題をみんなで解いてもらいます。順に条件を示していきまので、答えがすべてわかったら答えてください。」	一斉																			
	<p>条件1 $b+c < 0$ 条件2 $a+b+c < 0$ 条件3 $b?d$ 条件4 $d < 0$ 条件5 $c+d > 0$ 解 $a > 0$、$b < 0$ $c < 0$、$d < 0$ $e < 0$</p>	<p>T「すべて負の数です。」</p> <p>T「なぜそのような答えになりましたか。理由も説明してください。」</p> <p>S「(理由を説明)」</p> <p>T「答えは次のようになります。」</p> <p>S「えーっ」</p> <p>T「実は、先に提示した条件に間違いがありました。どの条件が間違っていますか。」</p>	<p>・順に条件を提示すると共に、昨日と違い、すべての答えがわかった時点で答えるよう指示する。</p> <p>・解を提示する。</p> <p>●思② (行動観察)</p>																			

<p>理由も含めて説明してください</p> <p>S1「条件2がおかしいと思います。a=4、b=-1、c=-1とすると、和が正の数になるからです。」</p> <p>S2「でも、aを1とすると、和が負の数になるからいいのではないですか？」</p> <p>S1「いつも $a+b+c < 0$ の条件が成り立つ必要があとあります。結果がどれでもいいのなら条件は $a+b+c > 0$ になると思えます。」</p> <p>T「そうですね。数学では例外なく成り立つ場合を「成り立つ」といいますので、成り立たない例が1つでもあると「成り立たない」となります。S1さんが言ってくれた $a=4$、$b=-1$、$c=-1$ のような成り立たない例をなんといいましたか。」</p> <p>S「反例です。」</p> <p>T「そうです。昨日の最初の復習で反例を取り上げましたが、このように条件の間違いを示すのに使うことができます。」</p> <p>T「今日のめあては、前時の目標の4数の正負等を判断し、なぜそうなるか説明しように加えて、反例等を用いて、条件の間違いを正すことができます。相手の条件が間違っていたとき、反例を用いて間違いを説明することができないか考えてみましょう。」</p> <p>T「それでは昨日と同様、ゲームをしてもらいます。もう慣れてきたと思うので、時間は〇〇分までとします。〇〇分までに終わらなければそこで</p>	<p>理由も含めて説明してください</p> <p>S1「条件2がおかしいと思います。a=4、b=-1、c=-1とすると、和が正の数になるからです。」</p> <p>S2「でも、aを1とすると、和が負の数になるからいいのではないですか？」</p> <p>S1「いつも $a+b+c < 0$ の条件が成り立つ必要があとあります。結果がどれでもいいのなら条件は $a+b+c > 0$ になると思えます。」</p> <p>T「そうですね。数学では例外なく成り立つ場合を「成り立つ」といいますので、成り立たない例が1つでもあると「成り立たない」となります。S1さんが言ってくれた $a=4$、$b=-1$、$c=-1$ のような成り立たない例をなんといいましたか。」</p> <p>S「反例です。」</p> <p>T「そうです。昨日の最初の復習で反例を取り上げましたが、このように条件の間違いを示すのに使うことができます。」</p> <p>T「今日のめあては、前時の目標の4数の正負等を判断し、なぜそうなるか説明しように加えて、反例等を用いて、条件の間違いを正すことができます。相手の条件が間違っていたとき、反例を用いて間違いを説明することができないか考えてみましょう。」</p> <p>T「それでは昨日と同様、ゲームをしてもらいます。もう慣れてきたと思うので、時間は〇〇分までとします。〇〇分までに終わらなければそこで</p>
<p>(めあての提示)</p> <p>めあて (カード型教材を使用して)、前回の目標に加え、反例等を用いて、条件の間違いを正すことができる。</p>	<p>・反例を1つ上げること「成り立たない」ことが説明ができることを確認する。</p> <p>・4人を2対2に分けて実施するよう指示する</p> <p>・記録用紙を配布し、考え方を記録するよう指示する。記録は自由に記述させる。</p> <p>・気がついたことは適宜記録させる。</p> <p>●(思①) (行動観察)</p> <p>●思② (行動観察)</p> <p>●思③ (行動観察)</p>
<p>・ゲームの実施</p> <p>・ゲームを行う。</p>	<p>グ</p>

<p>・発表</p> <p>・ゲーム中間違いうそうになったこと、間違ったことに加え、判断が難しかったことを発表する。</p> <p>・発表</p> <p>・授業の締括として、ゲームの感想や気がついたことを発表する。</p>	<p>打ち切ります。今日からは、時間の制限もしますし、効果カードを使ってゲームをしてください。</p> <p>今日は、ゲーム終了後、間違えようになったことや間違ったこと、判断が難しかったことなどをクラスで共有してもらいますから、気がついたときにはプリントに記録するようにしてください。」</p> <p>T「ゲーム中、間違えようになったことや間違ったこと、判断が難しかったところはありますか。」</p> <p>G「(発表)」…複数発表</p> <p>T「なぜそのような間違いをしたのでしょうか。説明してください」</p> <p>G「(理由を発表)」</p> <p>T「判断が難しかったとき、どのようにして決定しましたか。」</p> <p>T「実際にゲームをしてどうでしたか。また、どのようなことに気づきましたか。」</p> <p>S「面白かった。」</p> <p>S「aからdの正負等が決まっていればその和や積は一通りに決まるが、逆は何通りもあり、条件を組み合わせて1と0に決定させることが興味深かった。」</p> <p>S「またしたい。」</p>	<p>理由も併せて発表させる。また、そのような間違いをしないうための方策があればそれにも言及させる。</p> <p>・単に面白かっただけでなく、数学的にどのような点がよくなったにも触れさせる。</p> <p>(終了後)</p> <p>●思③ (ワークシート)</p> <p>・ワークシート、ゲームの記録用紙を回収</p> <p>・しばらく教室に教材を置いておくので自由に使えることを知らせる。また使用した際、感想等を記録することを指示する。</p>
<p>ま</p> <p>・本時のまとめ</p> <p>・2時間を振り返り、学習した内容や教材の感想についてまとめる。</p>	<p>T「(まとめ)」</p> <p>T「前回の時間とまとめて振り返りを書いてください。」</p>	<p>一斉 (個)</p> <p>一斉</p>