岐阜数学教育研究
2006,Vol.5, 80-91

論理的思考力を養うことのできる教材の開発とその実践

近藤圭一郎[1]，山田雅博[2]

生徒が数学の楽しさや面白さを感じることができ，さらに自ら課題を見つけ追究し，自分の考えを深めていけるような教材の開発を目指した。題材として，ボタンを使ったゲームを取り上げ，それを考察する中で場合分けに関する数理を追究する。簡単なルールのゲームを問題としたことで，生徒の関心を引き付け，また考えを深めやすいようにグループでの追究活動を主として授業を構成した。この教材を通して，生徒に論理的思考力，数学的活用力を養わせ，また数学の有用性も感じさせたいと思う。本論文はその教材の内容及び，中学生，高校生を対象として行った実践の結果と，それに対する考察をまとめたものである。

＜キーワード＞論理的思考，数学の有用性，ゲーム，場合分け

1. はじめに

OECD（経済協力開発機構）は 2004 年 12 月，生徒の学力到達度 (PISA 2003) と国際数学･理科教育動向調査 (TIMSS 2003) の調査結果を発表した。それを見てみると，PISA 2003 の調査結果からは，前回調査 (PISA 2000) で世界１位だった数学的活用力が世界６位に後退してしまったことが分かる。また，TIMSS 2003 の調査結果の中では，算数の勉強が楽しいと思うと回答した日本の児童は 65 ％であり，これは国際平均値の 78 ％よりも 13 ％下回っている。さらに，中学校での調査で，数学の勉強が楽しいと回答した日本の生徒は 39 ％であり，これは国際平均値の 65 ％よりも 26 ％も下回る結果となった。この結果から，日本の児童生徒は学年が上がるにつれて，数学への興味・関心が薄れてしまう傾向にあると考えられる。また，生徒は日常生活の中での数学の有用性を感じられないまま，ただ何となく数学を勉強しているのではないだろうか。

そこで，今回，高校生を対象とした教材開発に取り組むことにした。この教材のねらいは，問題を論理的に思考する力や数学的活用力を養い，それを解決していく中で，生徒が数学の有用性を感じることにある。この教材を通して，生徒が数学に興味･関心を持ち，数学的な見方や考え方を高めていけることを第一に考える。また，題材をゲームとすることで，生徒にとっては親しみやすく，追究の時間もグループ活動を主として授業を構成することで，さらに自分たちの考えを深めていけることをねらった。本論文では，その教材の研究と実践結果について報告する。

[1]岐阜大学教育学部
[2]岐阜大学教育学部

2. 教材について

2.1. 教材の説明

以下に今回取り扱う課題を示す。

○ **課題** (LIGHT―ON ゲーム)

「図のように並んだボタンを，すべてＯＮにするには，どうしたらよいか?ただし，１個のボタンを押すと，そのボタン，および上下左右のボタンの ON，OFF が切りかわる。な

お，○…ON，●…OFF とする。(写真 1)」

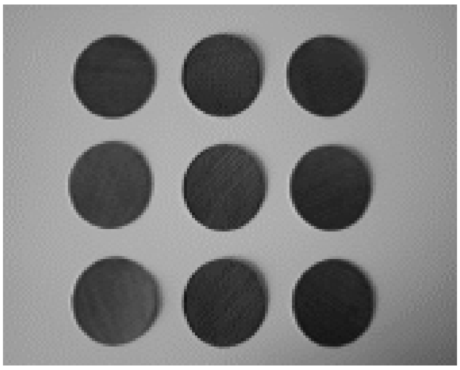


写真１

今回の実践では，生徒が取り組みやすいように，初めはすべて●（OFF）の状態から考えることにする。

そして，それから先は生徒の自由な追究の時間とする。例えば,「最初の状態がどんな場合でもすべて○（ON）にすることができるのか。」や「４×４の場合についてはどうだろうか。」など，生徒の中から自然と生まれてくる疑問を，自由に課題として設定させる。それは，生徒の自主的な追究活動を最も大切にしたいと考えるからである。また，それぞれのグループごとに，この教材の題材である，表が白色（ON），裏が黒色（OFF）のボタンを，必要な枚数用意する。これは生徒の追究のために大きな手助けとなると考える。そして，生徒は何度も試行錯誤しながら，このゲームの法則性について気付いていくだろう。その追究の中から，場合分けに関する数理について考えていく。

また，実践の途中で中間発表の時間を入れる。他のグループの考え方を参考にして，さらに自分たちの考えを深めていけると考える。

2.2. 教材のねらい

この教材のねらいは以下の３点である。

1. 数学の有用性を感じ，興味･関心を高めることができる。
2. 課題を論理的に思考し，数学的活用力を養うことができる。
3. 課題を自ら見つけ，追究し，自分の考えをまとめることができる。

3. 教材研究

LIGHT―ON ゲームに現れる法則性を，定理として以下にまとめる。

定理 1：

ボタンを押す順番は結果と無関係である。

（例）

（i）初めに中央のボタンを押して，次に１列目の中段のボタンを押す。

● ● ●　　● ○ ●　　○ ○ ●
● ● ● → ○ ○ ○ → ● ● ○
● ● ●　　● ○ ●　　○ ○ ●

（ii）初めに１列目の中段のボタンを押して，次に中央のボタンを押す。

● ● ●　　○ ● ●　　○ ○ ●
● ● ● → ○ ○ ● → ● ● ○
● ● ●　　○ ● ●　　○ ○ ●

例の（i）,（ii）のように，ボタンを押す順番を逆にしても最終的な状態は同じである。

定理 2：

各ボタンを押す回数は，０回か１回で考えればよい。

同じボタンを奇数回押せば，ボタンの ON, OFF は切りかわり，偶数回押せば，ボタンの ON，OFF は切りかわらない。

つまり，２回以上のボタン操作は必要ない。よって，各ボタンを押すか押さないか，だけを考えればよいことになる。

ここからは，各ボタンを押した場合を１，押さない場合を０として図に表す。

これを ON―OFF 図と呼ぶことにする。

（例）　　　　押したボタン

１　０　０　　　２列目の上段のボタン
０　１　０　←　中央のボタン
０　１　０　　　２列目の下段のボタン

定理 3：

(1) すべてOFF→すべてONとなるON―OFF図（これを解とよぶ）では，各ボタンの切りかわった回数は奇数である。逆に，各ボタンの切りかわった回数がすべて奇数であれば，それは解である。

(2) どんなON―OFF図においても，あるボタンがOFF→ONとなっているときは，そのボタンは奇数回切りかわっている。

定理４：

各ボタンの切りかわる回数は，ON―OFF図において，そのボタン，および上下左右のボタンに対応する数を加えた値に等しい。

（例）

ON―OFF図　各ボタンの切りかわる回数

1	1	0		2	3	2
0	1	1	→	3	3	2
1	0	0		1	2	1

例のON―OFF図のようなボタンの押し方では，各ボタンの切りかわる回数に偶数が含まれるので，解ではないことが分かる。

ここからは，ボタンを行列で表す。

	1列	2列	3列
1行	○	○	◎
2行	○	○	○
3行	○	○	○

n行，m列目のボタンを(n, m)と表す。例えば，上図の◎は(1,3)と表される。

ON―OFF図の第１列目に着目して考える。

例えば，第１列が次の例のようなON―OFF図となる解があるかどうか考える。このON―OFF図が解だと仮定する。このとき，ボタン(1,2)が１だとすると，ボタン(1,1)の切りかわる回数は，１＋０＋１＝２となり，偶数になる。これは定理３(1)に反するので，ボタン(1,2)は０である。また，第２列の２行目，３行目も同じようにして考えられる。第２列が定まると，第３列も同じように考えられ，すべてが奇数となれば，解であることがいえる。

（例）	第１列	第２列	第３列
	1	?	?
	0	?	?
	0	?	?

定理５：

(1) 第１列を与えたON―OFF図では，第２列，第３列は自動的に決まる。

(2) あるON―OFF図において，最後の列の次の列がすべて０ならば，そのON―OFF図は解である。

（例）　第４列

$$\boxed{\begin{matrix}1 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 1\\ 1 & 0 & 0\end{matrix}}\ \begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\ \leftarrow \text{解である}$$

$$\boxed{\begin{matrix}1 & 0 & 1\\ 0 & 1 & 0\\ 1 & 0 & 1\end{matrix}}\ \begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\ \leftarrow \text{解である}$$

定理５に基づき，課題について考える。考えられる第１列は次の８通りである。（対称性を考えると６通り）

$$\boxed{\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}1\\0\\0\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}0\\1\\0\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}1\\1\\0\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}0\\0\\1\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}1\\0\\1\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}0\\1\\1\end{matrix}}\ \boxed{\begin{matrix}1\\1\\1\end{matrix}}$$

すべての第１列について解となるON―OFF図がつくれるかどうか調べてみる。

0 1 1
0 1 0 ←解でない
0 1 1

1 0 0
0 0 0 ←解でない
0 1 0

0 0 1
1 0 0 ←解でない
0 0 1

1 1 0
1 1 0 ←解でない
0 0 0

0 1 0
0 0 0 ←解でない
1 0 0

1 0 1
0 1 0 ←解である
1 0 1
(a)

0	0	0		1	1	1	
1	1	0	←解でない	1	0	0	←解でない
1	1	0		1	1	1	

すべてONにするボタンの押し方は, (a) の１通りである。

また，定理５に基づけば，最初の状態がどんな場合でも，解を導き出すことができる。

次の２つの例について考えてみる。

（例）

（iii）● ○ ●　　（iv）○ ● ●
● ● ○　　● ● ○
○ ○ ●　　● ● ●

すべての第１列について解となる ON—OFF 図がつくれるかどうか調べてみる。

（iii）の場合

0	1	0		1	0	0	
0	1	1	←解でない	0	0	1	←解でない
0	0	1		0	0	0	

0	0	0		1	1	1	
1	0	1	←解である	1	1	1	←解でない
0	1	1	(b)	0	1	0	

0	1	1		1	0	0	
0	0	1	←解でない	0	1	1	←解でない
1	1	0		1	1	1	

0	0	1		1	1	0	
1	1	1	←解でない	1	0	1	←解でない
1	0	0		1	0	1	

すべてONにするボタンの押し方は, (b) の１通りである。

（iv）の場合

0	0	0		1	1	1	
0	1	1	←解でない	0	0	1	←解でない
0	1	1		0	1	0	

0	1	0		1	0	1	
1	0	1	←解でない	1	1	1	←解でない
0	0	1		0	0	0	

0	0	1		1	1	0	
0	0	1	←解でない	0	1	1	←解でない
1	1	0		1	0	1	

0	1	1		1	0	0	
1	1	1	←解でない	1	0	1	←解である
1	1	0		1	1	1	(c)

すべてONにするボタンの押し方は, (c) の１通りである。

(iii), (iv) と同様に，３×３の課題においては，最初の状態がどんな場合でも，解を導き出すことができる。

☆３×４の課題について考える。

「下の図のように並んだボタンを，すべてＯＮにするには，どうしたらよいか？

ただし，１個のボタンを押すと，そのボタン，および上下左右のボタンのON，OFFが切りかわる。なお，○…ON，●…OFFとする。」

● ● ● ●
● ● ● ●
● ● ● ●

３×３の場合と同様に，定理５に基づき，すべての第１列について調べる。

ここでは，その解だけ書くことにする。

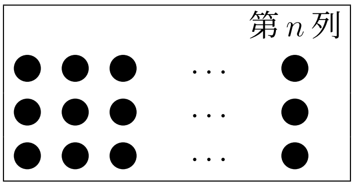
（解）					（各ボタンの切りかわる回数）			
1	1	1	1		3	3	3	3
1	0	0	1	→	3	3	3	3
1	1	1	1		3	3	3	3

☆３× n の課題について考える。

「下の図のように並んだボタンを，すべてON にするには，どうしたらよいか？

ただし，１個のボタンを押すと，そのボタ

ン，および上下左右のボタンのON，OFFが切りかわる。なお，○…ON，●…OFFとする。」



定理５を一般的に表すと，次の通りである。

第 n 列の式は，第 $n-2$ 列，第 $n-1$ 列から定まる。つまり，第 $n-2$ 列，第 $n-1$ 列，第 n 列を次のように，

第 $n-2$ 列	第 $n-1$ 列	第 n 列
A_{n-2}	A_{n-1}	A_n
B_{n-2}	B_{n-1}	B_n
C_{n-2}	C_{n-1}	C_n

とおくと，

$$A_n \equiv A_{n-2} + A_{n-1} + B_{n-1} + 1 \pmod 2$$

と表せる。ここで，$n \equiv a \pmod k$ とは，n を k で割ったときに，余りが a になるという式である。

A_n を定めるとき，$A_{n-2}+A_{n-1}+B_{n-1}+A_n$ が奇数となるように，A_n(0か1) を決める。

$A_{n-2}+A_{n-1}+B_{n-1}$：偶数　→　A_n は「1」
$A_{n-2}+A_{n-1}+B_{n-1}$：奇数　→　A_n は「0」

また，同様にして B_n，C_n についても定められる。

ここで，すべての第１列について，第 n 列がすべて0になる n を調べると，次のようになる。

（1）$n=6,7$

$$\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & & 0 & 0 \end{array}$$

（2）$n=3$

$$\begin{array}{ccccc} 1 & 0 & & 0 & 1 \\ 0 & 0 & & 0 & 1 \\ 0 & 1 & & 0 & 0 \end{array}$$

（3）$n=2$

$$\begin{array}{cccc} 0 & & 0 & 1 \\ 1 & & 0 & 0 \\ 0 & & 0 & 1 \end{array}$$

（4）$n=3$

$$\begin{array}{ccccc} 1 & 1 & & 0 & 0 \\ 1 & 1 & & 0 & 0 \\ 0 & 0 & & 0 & 1 \end{array}$$

（5）$n=3$

$$\begin{array}{ccccc} 0 & 1 & & 0 & 0 \\ 0 & 0 & & 0 & 1 \\ 1 & 0 & & 0 & 1 \end{array}$$

（6）$n=4$

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 1 & & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & & 0 & 0 \end{array}$$

（7）$n=3$

$$\begin{array}{ccccc} 0 & 0 & & 0 & 1 \\ 1 & 1 & & 0 & 0 \\ 1 & 1 & & 0 & 0 \end{array}$$

（8）$n=5,6$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & & 0 & 0 \end{array}$$

上の８パターンのON―OFF図を考察すると,（2）の第４列は,（4）の第１列と一致していることが分かる。また,（4）の第４列は（5）の第１列,（5）の第４列は（7）の第１列と一致している。そして,（7）の第４列は（2）の第１列と同じである。

同様に,（3）の第３列は（6）の第１列,（6）の第５列は（3）の第１列と一致している。また,（8）の第５列は（1）の第１列と一致し,（1）は（1）で繰り返し続ける。

A_n（2）→（4）→（5）→（7）→（2）→ $\cdots$
B_n（3）→（6）→（3）→ $\cdots$
C_n（8）→（1）→（1）→ $\cdots$

第 A_n 列がすべて 0 となる n は次のように表される。

◎ A_n の場合

（第 1 列を（2）とする）

$$n=\begin{cases}2,8,14,20,26,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}2+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

（第 1 列を（4）とする）

$$n=\begin{cases}2,8,14,20,26,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}2+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

（第 1 列を（5）とする）

$$n=\begin{cases}2,8,14,20,26,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}2+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

（第 1 列を（7）とする）

$$n=\begin{cases}2,8,14,20,26,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}2+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

◎ B_n の場合

（第 1 列を（3）とする）

$$n=\begin{cases}1,7,13,19,25,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}1+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

（第 1 列を（6）とする）

$$n=\begin{cases}3,9,15,21,27,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}3+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

◎ C_n の場合

（第 1 列を（7）とする）

$$n=\begin{cases}4,10,16,24,30,\cdots\\5,11,17,23,29,\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}4+6k\\5+6k\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

（第 1 列を（3）とする）

$$n=\begin{cases}5,11,17,23,29,\cdots\\6,12,18,24,30\cdots\end{cases}$$

$$=\begin{cases}5+6k\\6(1+k)\end{cases}\quad(k\geq 0)$$

以上より，3× n (n $=1,2,3,\cdots$) の場合，すべて解があることがわかる。

○ $n\equiv 0\ (\mathrm{mod}\,6)$ の場合

第 1 列を（8）から始める。

○ $n\equiv 1\ (\mathrm{mod}\,6)$ の場合

第 1 列を（2）から始める。

○ $n\equiv 2\ (\mathrm{mod}\,6)$ の場合

第 1 列を（1）（3）（4）（6）から始める。（解は 4 通り）

○ $n\equiv 3\ (\mathrm{mod}\,6)$ の場合

第 1 列を（5）から始める。

○ $n\equiv 4\ (\mathrm{mod}\,6)$ の場合

第 1 列を（7）から始める。

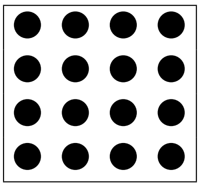
○$n \equiv 5 \pmod 6$ の場合

第１列をどれから始めてもよい。（解は６通り）

☆４×４の課題について考える。

「下の図のように並んだボタンを，すべてON にするには，どうしたらよいか？

ただし，１個のボタンを押すと，そのボタン，および上下左右のボタンの ON，OFF が切りかわる。なお，○…ON，●…OFF とする。」



４×４の場合は考えられる第１列は次の１６通りである。（対称性を考えると，１０通り）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0

(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

これまでと同様に，定理５に基づき，すべての第１列について調べる。ここでは，その解だけ書くことにする。

４×４の場合は，どの第１列においても解が１通りずつ存在する。回転したものや，裏返したものを同じと考えれば，下の５通りの解が存在する。

最短で，ボタンを４回押せば，課題が達成される。

（解）　（2）（4）（5）（14）（16）

$$\boxed{\begin{matrix}1&0&0&1\\0&0&0&0\\0&1&1&0\\0&1&1&0\end{matrix}}\quad \boxed{\begin{matrix}1&1&0&0\\1&1&0&1\\0&0&1&0\\0&1&0&1\end{matrix}}\quad \boxed{\begin{matrix}0&1&0&0\\0&0&0&1\\1&0&0&0\\0&0&1&0\end{matrix}}$$

$$\boxed{\begin{matrix}1&0&1&1\\0&1&1&1\\1&1&1&0\\1&1&0&1\end{matrix}}\quad \boxed{\begin{matrix}1&1&1&0\\1&0&1&0\\1&0&1&0\\1&1&1&0\end{matrix}}$$

4. 実践の概要

4.1. 実践について

平成 18 年 12 月 23 日，24 日の 2 日間にわたり，高校数学セミナーにおいて授業を実践した。講座名は「LIGHT―ON ゲーム」で，会場は岐阜駅構内にあるハートフルスクエアーGを利用した。中学 1 年生 1 人，中学 3 年生 1 人，高校 2 年生（1 日目は 22 人，2 日目は 13 人）を対象に実践を行った。

4.2. 実践のねらい

本時のねらいを「LIGHT―ON ゲームを通して，自分で課題を見つけ，追究し，自分の考えをまとめることができる。」とした。これは，第 2.2 節で述べた，この教材のねらいの中で，3 を特に重要視したからである。

4.3. 実践の展開

文末の資料参照。

5. 生徒の活動と考察

5.1. 活動の様子

生徒は３人ずつのグループに別れて活動する。それぞれのグループに必要枚数のボタンを用意し，机上でのグループ学習を主として授業を進めた。どのグループもボタン操作を繰り返しながら，その法則性を見つけ出そうと，試行錯誤している姿が見られた。（写真 2）

また,「４×４でボタンを並べた場合はどうだろうか。」と疑問を感じ，発展的に課題を追追究していたグループもたくさんあった。自

分たちで新たな課題に向かう姿も，実践を通して見ることができた。(写真3)

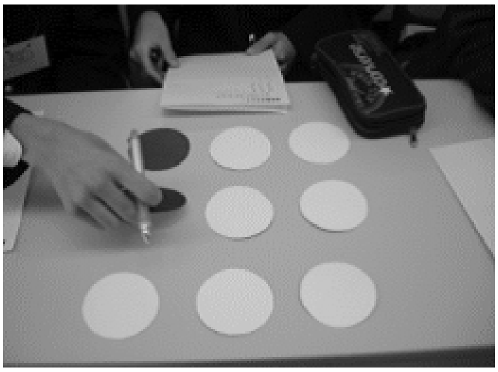


写真２

写真３

5.2. 生徒の追究結果

生徒に配布したプリントや全体発表の中から,「LIGHT―ON ゲーム」に対して，様々な法則性，解法を独自で見つけ出し，まとめている姿を見ることができた。その中でも，特に場合分けの考え方以外の方法で考えているいるグループが１つだけあった。我々にとっても大変興味深いものであったので，以下に，そのグループの追究結果を紹介したいと思う。

課題

「３×３の並び方で，最初の状態がどんな場合でも，すべて ON にすることができるか？」

考察

まず，下図のように，それぞれのボタンに番号をつける。

① ② ③
④ ⑤ ⑥
⑦ ⑧ ⑨

３×３の並び方においては，回転したり，裏返したりした形が同じであれば，同一のものとして考えられる。

また，第３節で述べた，定理１～定理４についても考えられていた。

次の３パターンの状態について考える。

1） ① だけが ON の状態

○ ● ● ←⑤，⑥，⑧，⑨
● ● ● のボタンを押せば,
● ● ● すべてＯＮになる。

これは回転させれば，③だけが ON の状態と同じものである。また，⑦，⑨についても同様にいえる。

2） ② だけが ON の状態

● ○ ● ←①，③，⑧
● ● ● のボタンを押せば,
● ● ● すべててＯＮになる。

これは回転させれば，④だけが ON の状態と同じものである。また，⑥，⑧についても同様にいえる。

3） ⑤ だけが ON の状態

● ● ● ←⑤以外のボタン
● ○ ● をすべて押せば,
● ● ● すべてＯＮになる。

この，1），2），3）が基準となる。これらを組み合わせれば，最初の状態がどんな場合でも，すべて ON にすることができることがいえる。例として次の状態を考える。

(例) ● ○ ○
● ● ○ ･･･ (★)
● ● ●

(★) は，(1,2)，(1,3)，(2,3) がＯＮの状態である。そこで，まず (1,2) だけがＯＮの状態について考える。

●○● ←①，③，⑧
●●● のボタンを押せば,
●●● すべててＯＮになる。

次に，(1,3) だけがＯＮの状態について考える。

●●○ ←④，⑤，⑦, ⑧
●●● のボタンを押せば,
●●● すべててＯＮになる。

そして，(2,3) だけが ON の状態について考える。

●●● ←③，④，⑨
●●○ のボタンを押せば,
●●● すべててＯＮになる。

この３つの操作を順に行えば，(★) はすべてＯＮにすることができる。また，ボタンを押す回数は 0 回か 1 回で考えるので，重なる数字はペアで消していくことにする。

この場合，解は①，⑤，⑦，⑨を押せば，すべてＯＮにすることができる。（写真 4）

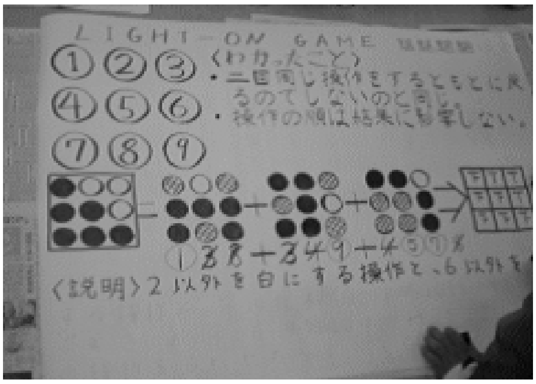


写真 4

5.3. アンケート結果

アンケート結果について考察する。

１．高校数学セミナーはどうでしたか？
楽しかった １４人
普通 １人
楽しくなかった ０人

２．自分の考えをきちんと整理できましたか?
できた ７人
普通 ６人
できなかった ２人

３．セミナー全体を通して思ったことを書いて下さい。

- ゲーム感覚で色々と課題が追究できて楽しかった。
- 数学の奥深さを感じて，今まで以上に数学が好きになった。
- 最初は難しく考えていたけど，一つ法則のようなものを見つけると楽しくなり，どんどん取り組むことができた。
- 普通の問題を解くよりも達成感があった。
- 自分で考えたり，他人の意見を聞いたりして，新しい視点から問題を考えることができた。

5.4. ねらいに対する考察

プリントやアンケート結果から，第 2.2 節で述べた，本教材のねらいに対する考察を行う。

・教材のねらい１について

実践中に，生徒たちの積極的な課題への取り組みが見られたことと，アンケートから「楽しかった」という意見が大半を占めていたことから，生徒の興味・関心を高めるというねらいについては達成できたと考える。また，アンケート結果から「自分の身の回りにあるゲームについても，また調べてみたい。」という回答があった。このことから，数学の実生活への有用性も感じられたと考える。

・教材のねらい２について

生徒の活動の様子や追究結果から見て分かるように，場合分けや組み合わせなど，課題について，様々な考え方ができていた。また，配布したプリントからも，課題を論理的に追究できている様子が伺えた。このことから，

生徒は課題に対して，数学をしっかり活用できていたと考える。

・教材のねらい３について

生徒の活動の様子や追究結果から，自分たちで次々と新しい課題を設定して追究している姿が多く見られた。

また，最後の発表会においても，自分の考えをみんなに伝えられるように，考察をきちんと用紙にまとめ，言葉を精選して発表する姿が見られた。このことから，このねらいについても達成できたと考える。

6. 今後の課題

実践を行うに当たって，この教材の研究は十分にしてきたつもりであったが，生徒の追究結果にもあったように，この教材には様々な解法，規則性があるように思う。よって，本教材の研究を更に進めていきたいと考えている。

また，アンケート結果を見ても分かるように，生徒にとってゲームという題材は魅力的なものであると考えた。これは，生徒の数学への興味・関心を高める上で，大きな役割を果たすと思う。よって，ゲームを題材とした，新たな教材の開発も行っていきたいと考えている。

参考・引用文献

[1] 文部科学省，PISA 調査・TIMSS 調査の結果分析（中間まとめ）

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/siryo/05020801/024/001.htm#024_02

[2] 寺田文行，数学ランド・おもしろ探検 教材探検の会編，平成 9 年 10 月 1 日 第 1 版第 1 刷発行，森北出版株式会社.

[3] 文部科学省，高等学校学習指導要領解説数学編・理科編，平成 17 年 2 月 20 日 一部補訂，実教出版株式会社.

資料

学習活動	教師の指導・援助
（１日目） ◎旗あげゲームをする。 ・ ３×３に並んで行う。（９人） ・ 白と黒の旗を１人１本ずつ持つ。 ・ 最初はどちらの旗をあげていてもよい。 ・ 指名された人とその上下左右の人はあげている旗をいれかえる。 ・ それを繰り返し，すべての旗を白にしよう。	・ 生徒たちも参加させながら，ルールを説明し，旗揚げゲームをする。 ・ 生徒たちに興味を持たせて，本時のゲームにつなげていく。
◎ LIGHT－ON ゲームのルールを説明する。 **課題** 図のように並んだボタンを，すべて○にするには，どうしたらよいか。 ただし，１個のボタンを押すと，そのボタン，および上下左右のボタンの○，●が切りかわる。 また，最初はすべて●だとして考える。 ● ● ● ● ● ● ● ● ●	・ルールをしっかりと生徒たちに理解させる。 （解） 1 0 1 0 1 0 1 0 1 数字はボタンを押す回数
◎各グループごとにゲームを行う。 ２，３人で１組となって取り組む。	・下書きのプリントを配布する。
◎すべて○に切りかえる方法について追究する。 ・ボタンを押す順番は無関係である。 ・各ボタンを押すか押さないか，だけを考えればよい。 ・すべての第１列を考えれば解であるかどうか判断できる。 ・３×ｎについてはどうか考える。	・取り組みへのきっかけについて例をあげる。 ・行き詰っている生徒がいれば，状況に応じて教師が働きかけ，生徒の問題への取り組みを助ける。
◎中間発表をする。 ホワイトボードを使って発表する。 質問や意見を交流して，２日目の取り組みにつなげる。	・取り組みの様子を観察し，積極的な発表を促す。

学習活動	教師の指導・援助
（２日目） ◎１日目に引き続き，課題について追究する。 　・第１列目について着目して考える。 　・３×ｎの場合	 ・生徒たちが考えている間に，取り組みの様子を観察し，状況に応じて，助言，質問する。
◎自分たちの考えをまとめる。 　グループごとに１枚の模造紙に考えをまとめる。 　法則性など気づいたことをまとめる。	・各グループを見回り，状況に応じて，取り組みを助ける。
◎自分たちの考えを発表する。 　質問や意見を交流して，考えを深めさせる。 　・第１列に着目して考えれば解くことができる。 　・最短で５回の操作で課題が達成できる。	・生徒たちの積極的な意見，質問を促す。
◎ LIGHT－ON ゲームについてまとめる。	
◎アンケート用紙（無記名）を記入する。	・２日間の活動についてまとめる。 ・アンケート用紙を配る。