

二次方程式の指導と子どもの認識

Instructions of Quadratic Equations and Children's Cognition

正田 良*・千田 直**

Rio SHOWDER, Sunao SENDA

平成10年の中学校学習指導要領の改訂で、解の公式が中学校の範囲では無くなった。そのため、中学の数学では二次方程式を平方完成を利用して解く方法と、因数分解を利用して解く方法との2通りの方法を提示することになった。平方完成の次に因数分解という順で単元構成をした授業が行われたある中学校を対象に、方程式の解の個数に関する感じ方や、方程式が解ける可能性についての生徒の感じ方がどのように変わるかについて、質問紙によって調べた。その結果、以下の知見を得た。

- ・平方完成による方法から、因数分解による方法へと解法を多様にしても、生徒の上述の感じ方に有意な変化は見られない。
- ・「解いて見せることができる」といった見通しがあると、やや複雑な計算を実行しやすい。

キーワード：二次方程式、平方完成、因数分解、解の個数、一般化

1. 教育課程の改訂と単元構成

1.1 採択されている教科書

二次方程式の解の公式が1998（平成10）年改訂学習指導要領⁽¹⁾では削除された。この調査を行ったのはその学習指導要領が実施されて2年目となる2003年度である。

二次方程式を解く方法としては、

- (1) 因数分解を利用して解く方法
- (2) 平方完成を利用して解く方法
- (3) 解の公式を利用して解く方法

の3つがあるが、第三の方法がなくなったので、残りの2つの方法をどの順に教えるかの2通りの順番が考えられることとなる。

文部科学省検定済教科書の6種についてみると、表1（本稿末尾に収録）のような順になっている。つまり、

甲：「平方完成」から「因数分解」の順に提示するのが、啓林館であり、

乙：「因数分解」から「平方完成」の順に提示するのは、他の5種である。

* 三重大学教育学部数学教室

** 桑名市立陵成中学校

この調査を行った中学校では、啓林館を教科書に採択しており、また授業でとられた順番も、以下に記す理由で教科書での順に従っている。

二次方程式は、2学期はじめの内容である。1学期には前の章を行っていて、因数分解-平方根という配列であった。そのため夏休みの直前の内容が平方根であるという状態からして、一学期の復習も兼ねて、

$$x^2 - 7 = 0$$

を、

$$x^2 = 7$$

と変形して解くことを初めに扱うことが自然だと判断したためである。

1.2 教材としての二次方程式

二次方程式は、「数と式」の領域の中の教材のひとつである。一次方程式

$$cx + d = rx + s$$

などは、等式の性質を利用することで、

$$ax + b = 0$$

の形に直すことができる。この形では未知数を1カ所しか含まないので、右辺の0となるに至った操作の逆を行っていくことで、未知数の値を求めることができる。一方、二次方程式は、未

知数を一次の項と二次の項とに含んでいるので、解くにあたって何らかの工夫が必要となる。

平方完成、 $x^2+2px = (x+p)^2 - p^2$ は、その工夫の一つであるし、

$$AB = 0 \Rightarrow \{(A=0) \vee (B=0)\}$$

を利用して、2つの条件の論理和に直すのも、もう一つの工夫である。

一次方程式は、不定・不能という特殊な場合を除けば解が1つのみであった。一般にガウスの代数学基本定理が言うように、複素数まで範囲を広げ重複を考慮すれば、 n 次方程式は n 個の解を持つ。解の数が単数ではなく複数個あることの事例として二次方程式は数学的な性質を示す教材としての意義を持っている。

因数分解ができるのであれば、 n 次方程式は、

$$a(x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \cdots (x - \alpha_n) = 0$$

とかけるので、 n 個の解があることが比較の見やすい。しかし、平方完成という技法は、三次四次での解の公式にも同様な技法を初めに用いるが、五次以上の次数の解の公式はない。また、未知数を含む項の場所を1カ所減らすという動作のみにとどまるものである。

しかし、必ずしも整数の範囲で因数分解できるとは限らないので、虚数の解は中学段階では無視せざるを得ないとしても、無理数の範囲で解を求めるには、平方完成による方法が必要となる。

そこで、この教材の意義に照らして、今回選択した教材配列の順序がどのような効果を及ぼしうるかを検討する必要があると思える。

2. 調査のデザイン

2.1 調査対象

三重県内のある公立中学校の中学校3年生の5クラスを調査の対象とした。住宅街にあるので、保護者の方に教育への関心を得られていること、ややクラスが多いことなどの特色がみられるが、ごく普通の公立中学校である。調査1に関しては5クラス全部に時期1、時期2の2回行った。調査2に関しては、表2のようにデザインした。この表の○は調査を実施したこと、-は実施しなかったことを意味している。

時期1とは、平方完成による解法を学習した直後、時期2とは、さらにその後の因数分解による解法を学習した直後を意味している。

なお、クラス名はデザインを説明する便宜上振った仮名である。

表2：5クラスに関する調査2のデザイン

クラス名	時期1	時期2
A	○	-
B	○	○
C	○	○
D	-	○
E	-	○

この調査の本来の趣旨は、時期1と時期2とでどのような変化があるかを調べることである。しかし上に述べたデザインによって、その他の雑音というべき要素がどの程度あるかを見ることが出来る。具体的には以下の通りである。

- (1) [クラス間の違い] 時期1でのA, B, Cの3クラスの違い、並びに、時期2でのD, Eの2クラスの違いで、クラス間の違いがどの程度であるかを見ることが出来る。
- (2) [既に問題を見たことがあるか] 一般には既に問題をみたことがあると、はじめて見た場合に比べて有利である。時期2でのB, Cの2クラスの様子と、D, Eの2クラスの様子との違いで、既に問題を見たことがあることがどの程度この調査に影響を及ぼすかを見ることが出来る。

2.2 調査1

時期1では、「平方完成の公式を利用した二次方程式の解き方」の授業について、時期2では、「因数分解を利用した二次方程式の解き方」の授業について、下記の4側面に関して5点法の評価を、「いくつかの選択肢の中からあなたの気持ちに一番近いものを選んで、番号で教えてください」という質問紙による回答で求めた。

[1] ま新しさ

- (5) まったくはじめて聴いた内容だった。
- (4) 新しく聴いたと思う内容が多かった。

- (3) どちらともいえない。
- (2) だいたいすでに知っていた内容だった。
- (1) 全部とっていいほど知っていた。

[2] むずかしさ

- (5) すごく難しい。(4) やや難しい。
- (3) どちらともいえない。
- (2) やややさしい。(1) たいへんやさしい。

[3] 理解度

- (5) 人に教えられるほどだ。
- (4) 自分の中で整理されている感じがする。
- (3) テストされるとちょっと不安だが、わかったつもり。
- (2) 授業プリントを見たりすればだいたいわかる。
- (1) まったくわかっていないと思う。

[4] おもしろみ

- (5) たいへん面白かった。
- (4) 面白かった。
- (3) どちらともいえない。
- (2) どちらかというつまらなかった。
- (1) まったくつまらなかった。

なお、それぞれの質問紙は、無記名として、さらに「成績には関係ありませんので、ありのままを率直に教えてください。」との注意を記した。

2.3 調査2

調査2の質問紙を本稿末尾に図1として示す。それぞれの質問に関する解題を記しておく。

- ①. x の一次の係数が奇数なので、分数の処理が必要となる。
- ②. 実は虚数解であるので、実数の範囲には解がない。
- ③. $AB=0 \Rightarrow \dots$ で二次方程式に帰着ができるが、未習だと解けないだろう。
- ④. 実際に解かせて、解き方を調べる。
 - (a) 因数分解で素直に解ける。もちろん平方完成でもできる。
 - (b) 解が無理数になるので、整数係数の因数分解では解けない。
 - (c) 両辺2で割るべき問題だが、その後でも

分数を扱わないと平方完成ができない。

- ⑤. 3次方程式だから解が3つあるはずであるが、既習事項にそのような事実が明示的に表れてはいない。

また、④以外はそれぞれの選択肢の番号で、④に関しては、本稿末尾の表3に示すようなコードによって分類して集計した。

3. 調査の結果

3.1 調査1

調査1の結果を表4として示す。

表4: 調査1の結果

統計量\問		1	2	3	4
時期1	標本数	166	166	166	166
	平均	2.96	2.54	3.78	3.24
	標準偏差	1.28	1.14	0.93	1.08
差の α 値		0.00	0.01	0.37	0.13
時期2	標本数	170	170	170	170
	平均	2.12	2.21	3.88	3.42
	標準偏差	1.11	1.03	0.97	1.06
解釈		新奇	難度	理解	興味

理解、興味の側面で、時期1、2間に統計的に有意な差異は認められなかったが、新奇、難度の側面で5%有意の差異が認められる。平方完成の方法が、子どもにとって「ま新しい」ものとして受け取られたのに対して、因数分解による方法は既知のもの応用として受け取られたと考えられる。ただし、授業者が綿密に設計された練習問題などで丁寧な指導を心掛けたこともあってか、表5に示すように相関係数をとってみると、難度と新奇の相関は時期1よりも時期2の方がむしろ高く、新奇性を難しいことの原因と子どもはとらえてはいないと判断できる。

表5: 調査1での問の間の相関

問	1	1	2	1
問	2	3	3	4
時期1	0.289	-0.143	-0.541	0.111
時期2	0.610	-0.505	-0.638	-0.072

なお、問2の難度と問3の理解とはどちらの時期にも負のやや強い相関があるので、問1と問3の相関にも影響が見られるが、問4の興味性に関しては、どの時期においても、どの問とも、その相関係数の絶対値は0.2を超えるものではなかった。

3.2 調査2の結果

(1) 質問1

本稿末尾の表6に記すように、質問1(質問紙では、□と記された質問)は、時期毎の変化もクラス毎の変化も顕著なものではなかった。ttestとして示したのは、差の検定での α の値で、MS-Excelの「=ttest(範囲1, 範囲2, 2, 3)」による結果である。また、「A1」は「A組の時期1」、「C2」は「C組の時期2」などとクラスの仮名と時期とを表す記号である。

(2) 質問2

同じく本稿末尾の表7に記す。さすがに1位と最下位である7位との差は統計的に有意となるが、それは同じ時期のデータであるから、時期による差は、クラス間の差に比べて顕著であるとは言えない。

(3) 質問3

統計量を表8に記す。ここでも時期による顕著な差はあらわれてはいない。

(4) 質問4の正答率の概要

統計量を表9に記す。小問によって時期による変化の傾向が異なっている。(a)では、時期1よりも時期2の正答率が上がっている。この差は、問題をはじめてみたクラスか2回目のクラスかに拘わらず時期2の方が上回っている。ただ、クラス毎の差と比べて格段に向上したとは断言できるとは言えない。このことは、正答率がかなり高いこともあって、上限に近付いた際の伸び止りに当たっていることが原因かと思われる。

その反対に、(b)では正答率が時期1から時期2へかけてやや下がる傾向がみられる。そして(c)では時期による違いよりもむしろ、はじめてその問題をみるのか、2回目かによ

る違いとしての方が差が説明しやすいものとなった。

(a)では、因数分解でも平方完成でも解ける比較的素直な問題である。このため取りうる解き方が多くなることでより解きやすくなり正答率が上がったと思われる。(c)では、整数係数の範囲では因数分解できないし、分数を用いないと平方完成さえもできない問題であるので、1回みてその問題の性格を知っている方が解きやすいのであろう。(b)については、さらに細かい反応別の変化をみる必要がある。

(5) 質問4の反応別の変化

表3に示されたコード別の反応率を表10に記す。

質問4(a)の反応では、時期1で解法Aと用いていた者が、時期2では解法Bを用いることで、解法Aを選ぶものが少なくなっている。これはこの問題が解法B、即ち因数分解を用いる方法によって解くことが楽であるので、当然の結果と言えるだろう。しかし、因数分解を教える前の時期1でも、過半数の生徒が解法Bを選んでいるのは、やや不思議な現象とも言える。これは恐らく、生徒たちは通塾などでの学校以外の学習の場を持っていることのあらわれだろう。

質問4(b)の反応では、時期2で因数分解で解けると誤認した者が、時期1と比べて多くなるために正答率が下がっていることがわかる。よく指摘される間違い⁽²⁾であるが、ここでも現象としてあらわれている。

質問4(b)及び(c)では、反応Bは起こらないはずである。また、解法として解の公式を採りはじめる反応例(C, c)もみられる。学校では学習していない事柄であるので、上述のような学校以外での学習の場で指導要領に比べて進んだ内容が提供されている状態のあらわれと言えるだろう。

質問4(c)では、反応Bの計数の代わりに、両辺を2で割るまでの動作はしたが、その後誤答となったという反応hの計数をしている。分数の操作が必要になるにも拘わらずこの正

答率と示し、並びに、誤答ではあっても両辺を2で割るというアルゴリズムを適用している率を考えると授業での基礎的な部分は、この被験者たちの場合には、かなりの到達度を得ていると言えよう。

なお、授業での進捗から見て、被験者から見て「おかしな」出題であるので、1回経験したことがあるクラスでの2回目が他のクラスよりも、「無意味にやっかいな計算」を実行しえているからだろうが、やや正答率が高くなっている。

(6) 質問5

表11に結果を記す。時期2は時期1に比べて平均値が下がる傾向にあるが、統計的に有意ではない。どちらの時期ともに「この他に解があるかもしれない」を半数程度が選んでいるが、「解がある」という自信があるわけではない。

また、質問3とのクロス集計を試みたが、結果の具体的な数値の記述を省くが、質問3に対する反応と質問5に対する反応とには、有意な関連を見いだせなかった。その理由として2点を考えることができよう。第1は、質問3で「実際に解いて見せることができる」と三次方程式の解が3つある実例となるのだが、そのような自信を答えさせているだけで、解かせてはいない。また、質問5でも何となくの感じで答えられる質問となっているので、顕著な結果がでなかったこと。第2には、質問3で1と答える例が十分な結果を出すための数に比べて少なかったことである。これらの点に関しては今後の課題としなくてはならない。

(7) 質問4(c)とのクロス集計

表12に示すように質問1や2で、「1:実際に解いて見せることができる」と答えた者とそれ以外と区別し、質問4(c)を解けている(コードがAもしくはC)かどうかを区別し、2×2の分割表を作って χ^2 検定を行ったところ、どちらも少なくとも5%水準で有意な関連を示した。質問1に関しては、実際の解けるという見込みと解けたという行動が

一致しているが、質問2では、虚数まで拡張する必要までを見込めてはいないと思われる。

なお、質問3との関連では5%有意とはならなかった。

表12: 質問4(c)を解いたか

実測値	質問1		合計
	解ける	それ以外	
解いた	66	45	111
解けない	34	86	120
合計	100	131	231

χ 自乗検定 0.00000

実測値	質問2		合計
	解ける	それ以外	
解いた	49	62	111
解けない	25	95	120
合計	74	157	231

χ 自乗検定 0.00015

4. 考 察

二次方程式の解法をはじめに、平方完成による方法で教え、次に因数分解による方法で教えると、

- (1) 平方完成による方法が「ま新しい」と生徒は感じるが、難しいとはそれほど思わず、自分は理解をしていると感じるようである。
- (2) また、因数分解による方法を習う際に、統計的には有意ではないが、若干興味性が増す傾向にあった。

しかし、

- (3) 因数分解による方法を新たに知っても、質問3に見られるような、三次方程式が同様な手法で解きえるという認識の程度は質問紙の反応の平均値を見る限りでは、さほどの変化を示さなかった。
- (4) また、三次方程式の解の個数に関する認識も同様にさほどの変化を示さなかった。

これらのことから、解き方が多様になったことは、はじめに記したような、

- n 次方程式は n 個の解を持つ。
- 積が 0 である場合は、どちらかが 0 であることを、他のことに適用する。

といった、より一般的な事柄へ発展的にとらえられることには関連が弱いことが分かった。

しかし、一方では、「解いて見せることができる」といった見通し⁽³⁾は、実際に分数の操作が必要となる場合にも既知のやりかたを適用した計算を実行することと関連があった。

では、逆に因数分解から平方完成へと方程式の解法を多様化するとどうなるだろうか。授業を組むに当たっては、中学校 3 年のそれまでの内容の流れを考えた設計が必要であるので、1 年間の指導計画から入念な検討が必要となる。すぐにここに他の選択肢を示すことはできない。しかし、今後の成否を検証すべき仮説として以下のことを申し述べたい。啓林館以外の他の 5 社に見られる、因数分解による方法から、平方完成へと解法を多様にする方法では、前者が適応できる方程式の範囲が後者に比べて限られているので、解けるかどうかの見通しを考える機会を持たせることができるのではないか。また、その際には因数分解を拡張するための道具として平方完成を位置付けるなどの、教材の流れの工夫も必要になるだろう。

方程式を解きかたが日常生活とどのような関連があるのかと教育課程審議会で問われた教材でもあったが、単なる解き方の理解、習熟以外に、その見通し一般化が問われる内容である⁽⁴⁾ので、生徒の見通しを重視した学習活動が今後も展開できるような工夫を続けていきたい。

最後に、本稿の著者の一人、千田は正田との

共同研究によって、この教材や教材開発について、多くの知見を得たと思っており、他方の正田も熱心な授業者である千田との共同研究によって、教育実践に根差した調査が行われたと思っている。これは千田が研究協力員となることに理解を示し、援助していただいた、桑名市立陵成中学校並びに三重大学教育学部附属実践総合センタのお蔭である。謝意を表したい。

文献・註

- (1) 文部省『中学校学習指導要領（平成 10 年 12 月）解説 数学編』大阪書籍、1999.
- (2) 例えば、杉山吉茂（編著）『中学校 数学のつまずきとその指導』東京書籍、1982. p. 93 など。
- (3) 質問 1 と質問 4(c) との関連だけからでは、「解ける見通しがあるから解ける」のか、「解けたから、解ける見通しを持っている」のか区別ができないが、質問 2 では、虚数と言う「これまでの授業で習ったやりかた」とは違う別の工夫を使わないと解けないものであるので、「解けたから、見通しを持てた」のではなく、「見通しを持っているから、解いた」と判断するべきだろう。
- (4) 例えば、戸瀬信之『算数は役立たない』の大ウソ』『算数軽視が学力を崩壊させる』講談社、1999. p. 186 などに指導要領改訂の経緯が、正田 良『高校の数学を解く』技術評論社、2003 に二次方程式の解の状態によって現象が区別される例が紹介されている。

表 1：検定済教科書での教材配列の異同

発行所番号	2	3	4	11	17	61
略 称	東書	大書	大日本	学図	教出	啓林館
解の定義	054	051	059	057a	057	058
$AB=0 \Rightarrow \dots$	055a	052a	060b	057b	058a	062a
$(x-10)(x+8)=0$	055b	052b	060c	058a	058b	
因数分解を利用	056a	053a	060a	058b	058c	062b
$x^2-6x+9=0$	056b	053c	061	059a	059b	063c
$x(x-3)=0$	055c	052c	062a	059b	058c	063a
右辺が 0 でない型	057a	053b	063a	060	059a	063b
$x^2=7$	058a	054a	064a		060a	059b
$x^2-3=0$	058b	054b	064b	061a	060c	
$x^2-9=0$			062b	059c	060d	
$(x-1)^2=81$	059a			062b	061b	060a
$(x-3)^2-5=0$	059b	054c			061c	
$(x-3)^2=5$	059c	054c	064c	062a	061d	060b
$(x+p)^2=q$ に変形	060	055a	065b	063	062	061
$(x-3)^2-25=0$		055c			061	
$4x^2-1=0$		055b			061e	
$2x^2+10x+8=0$	057b		063b	061b	060b	059a

* 同じページに複数の内容があってその順番を示すときには、a, b, cなどを付けることにする。

表 3：調査 2 質問 4 の反応コード

コード

- A 平方完成を用いて解き、正答に至った。
- a 平方完成を用いて解こうとしているが、誤答に終わった。
- g 上記 a であるが、特に、平方根の外に平方数を出していないことで、誤答と判定された。
- B 因数分解を用いて解き、正答に至った。
- b 因数分解を用いて解こうとしているが、誤答に終わった。
- C 解の方式を用いて解き、正答に至った。
- c 解の方式を用いて解こうとしているが、誤答に終わった。
- h 2乗の係数で両辺を割ることはしているが正答には至っていない。
- z 無答。理由不明な誤答。

このアンケートは、方程式に対する感じ方が私の授業でどのように変わったか変わらなかったかを調べて、今後の授業の参考にするためのものです。成績には関係ありませんので、ありのままを率直に教えてください。質問①、②、③、⑤については、いくつかの選択肢の中からあなたの感じ方に一番近いものを選んで下の回答欄へ答えてください。質問④はそれぞれの方程式の下のスペースへ解いてください。

① 方程式 $x^2 = 3x + 5$ について聞きます。

- (1) 実際に解いて見せることができる (解き方を知っている)。
- (2) これまでの授業で習ったのと同じやりかたで解けるだろう。
- (3) これまでの授業で習ったのと、ほとんど同じやりかたで解けるだろうが、ちょっと大変だろう。
- (4) これまでの授業で習ったやりかたとは、別の工夫が必要だろう。
- (5) この方程式は誰がやっても解けないだろう。

② 方程式 $2x^2 - 4x + 5 = 0$ について聞きます。

- (1) 実際に解いて見せることができる (解き方を知っている)。
- (2) これまでの授業で習ったのと同じやりかたで解けるだろう。
- (3) これまでの授業で習ったのと、ほとんど同じやりかたで解けるだろうが、ちょっと大変だろう。
- (4) これまでの授業で習ったやりかたとは、別の工夫が必要だろう。
- (5) この方程式は誰がやっても解けないだろう。

③ 方程式 $(x-5)(x^2 - 4x + 2) = 0$ について聞きます。

- (1) 実際に解いて見せることができる (解き方を知っている)。
- (2) これまでの授業で習ったのと同じやりかたで解けるだろう。
- (3) これまでの授業で習ったのと、ほとんど同じやりかたで解けるだろうが、ちょっと大変だろう。
- (4) これまでの授業で習ったやりかたとは、別の工夫が必要だろう。
- (5) この方程式は誰がやっても解けないだろう。

④ 次の3つの方程式をそれぞれあなたが一番得意な方法で解いてください (学校で習っていない方法で解いてもいいですが、なるべく途中のやりかたがわかるように書いてください)。

(a) $x^2 - 6x + 8 = 0$ スペース	(b) $x^2 + 8x + 4 = 0$	(c) $2x^2 - 6x - 4 = 0$
--------------------------------	------------------------	-------------------------

⑤ タロウ君が方程式 $x^3 = 7x - 6$ を解いています。 $x=1$ を代入したら、左辺が1、右辺も1になり、 $x=2$ を代入したら、左辺が8、右辺も8になったので、この方程式の解は、 $x=1, 2$ だと思いました。さて、あなたの意見は？

- (1) この他にも解は絶対にある。
- (2) この他に解があるかもしれない。
- (3) たぶんこれら以外に解はないだろう。
- (4) これら以外に解はない。

【回答欄】

質問①	質問②	質問③	記入しないで下さい	質問⑤
			/	

図1 調査2の質問紙

表 6 : 調査 2 質問 1 の結果概要

	A1	B1	B2	C1	C2	D2	E2
被験者数	33	35	34	34	34	33	33
平均	1.85	2.06	1.94	2.12	1.91	2.18	2.24
標準偏差	0.89	1.14	1.16	1.18	1.01	1.17	1.26

ttest

	A1	B1	B2	C1	C2	D2	E2
A1	1.00	0.41	0.72	0.30	0.79	0.20	0.15
B1	0.41	1.00	0.68	0.83	0.58	0.66	0.53
B2	0.72	0.68	1.00	0.54	0.91	0.41	0.32
C1	0.30	0.83	0.54	1.00	0.45	0.83	0.68
C2	0.79	0.58	0.91	0.45	1.00	0.32	0.25
D2	0.20	0.66	0.41	0.83	0.32	1.00	0.84
E2	0.15	0.53	0.32	0.68	0.25	0.84	1.00

表 7 : 調査 2 質問 2 の結果概要

	A1	B1	B2	C1	C2	D2	E2
被験者数	33	35	34	34	34	33	33
平均	1.92	2.77	2.44	2.35	2.35	2.39	2.24
標準偏差	0.93	1.22	1.26	1.23	1.16	1.18	1.21

表 8 : 調査 2 質問 3 の結果概要

	A1	B1	B2	C1	C2	D2	E2
被験者数	33	35	34	34	34	33	33
平均	2.97	3.37	3.09	3.26	3.06	2.79	3.30
標準偏差	1.27	0.99	1.29	0.95	1.11	1.25	1.27

表 9 : 調査 2 質問 4 の結果概要

質問 4(a) の正答率

	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
時期 1	94%	91%	85%		
時期 2		97%	97%	100%	97%

質問 4(b) の正答率

	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
時期 1	91%	91%	88%		
時期 2		88%	76%	79%	58%

質問 4(c) の正答率

	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
時期 1	55%	37%	41%		
時期 2		71%	47%	39%	45%

表 10 : 質問 4 の反応別変化
質問 4(a)

時期など		反応	A	a, g	B	b	C	c
全データ	時期 1	各反応率	0.27	0.09	0.63	0.01	0.00	0.00
		解法計	0.36		0.64		0.00	
	時期 2	各反応率	0.01	0.00	0.96	0.01	0.00	0.00
		解法計	0.01		0.97		0.00	
両方の時期に 解答したクラ スのみ	時期 1	各反応率	0.29	0.10	0.59	0.01	0.00	0.00
		解法計	0.39		0.61		0.00	
	時期 2	各反応率	0.03	0.00	0.94	0.01	0.00	0.00
		解法計	0.03		0.96		0.00	

丸めの誤差があるので、合計が 1.00 を超える場合がある。

質問 4(b)

時期など		反応	A	a, g	B	b	C	c
全データ	時期 1	各反応率	0.83	0.07	0.00	0.01	0.07	0.00
		解法計	0.90		0.01		0.07	
	時期 2	各反応率	0.68	0.13	0.00	0.04	0.07	0.00
		解法計	0.81		0.04		0.07	
両方の時期に 解答したクラ スのみ	時期 1	各反応率	0.86	0.06	0.00	0.01	0.04	0.00
		解法計	0.91		0.01		0.04	
	時期 2	各反応率	0.78	0.07	0.00	0.06	0.04	0.00
		解法計	0.85		0.06		0.04	

上に挙げた以外の無答等があるので、合計が 1.00 にならない。

質問 4(c)

時期など		反応	A	a	b	h	C	c
全データ	時期 1	各反応率	0.34	0.13	0.07	0.09	0.10	0.01
		解法計	0.47		0.07		0.11	
	時期 2	各反応率	0.37	0.07	0.08	0.12	0.13	0.01
		解法計	0.45		0.08		0.15	
両方の時期に 解答したクラ スのみ	時期 1	各反応率	0.30	0.22	0.07	0.07	0.09	0.00
		解法計	0.52		0.07		0.09	
	時期 2	各反応率	0.46	0.22	0.09	0.09	0.13	0.01
		解法計	0.68		0.09		0.15	

上に挙げた以外の無答等があるので、合計が 1.00 にならない。

表 11 : 質問 5 の結果概要

	人数	平均	S. D.	反 応 率				
				4	3	2	1	
被験者全体	時期 1	101	2.22	0.84	0.08	0.25	0.49	0.19
	時期 2	131	2.06	0.84	0.06	0.21	0.47	0.27
両方の時期に共 通なクラスのみ	時期 1	69	2.22	0.80	0.06	0.28	0.49	0.17
	時期 2	68	1.99	0.81	0.04	0.19	0.47	0.29