2004

e

Design and development of e-learning material to foster problem solving ability in mathematics

2312002009

3

G.

G.

e

FLASH MX 2004　Perl5.8

Presently, an objective on draft of the Education M

.....6
.....6
.....6
.....7
.....7
G. 8
.....9
.....10
.....10
.....10
.....11
.....12
.....13
.....14
.....21
.....25
.....26
.....27
.....35
.....49
.....55
.....56
.....56
.....56
.....57
.....57
.....59
.....61
.....61

.....63
.....63
.....64
.....64
.....64
.....66
2 1 1 66
1 1 (1).....66
1 1 (2).....70
1 1 73
1 1 (1).....73
1 1 (2).....75
.....78
2 1 1 85
1 1 (1).....85
1 1 (2).....87
.....90
.....91

URL

http://www.et.soft.iwate-pu.ac.jp/~g231a009/

研究の背景

研究の動機

1)

2)

3)

(1998) p.10 「 ώ ち

システムの設計

システム構成

3.1

3

問題解決プロセスの目標設定

2.2

3.1

3.1

原因の解決法の設定

3.4　　3.5

3.4

			2,3

3.5

			2,3

3.4　3.5　　2.2

事前テストフェーズ

「二次関数」と「個数の処理」の共通項目

3.6

3.6

→ →

3.2

3.2 3.1

3.7 1

2 3-1

3-2 4-1 4-2

3.7 1 ____

	○ ○　　× ×	
	○ ○　　× ×	
3-1		
3-2		
3-2		
	○ ○	
	○ ○	
3-2		
3-2		
	○ ○　　× ×	
	○ ○　　× ×	
3-2		
4-1		
4-1		
4-1		
	○ ○	
4-1		
4-1		
	○ ○　　× ×	
	○ ○　　× ×	
4-1		
4-2	2	
4-2		

4-2	○ ○	
4-2		
4-2	○ ○ × ×	
	○ ○ × ×	
4-2		

「二次関数」と「個数の処理」の相違項目

2

5

3.8

3.8

	$y=x^2-(m+2)x+4$ x 2 m	4 3 3 2
	$y=x^2-2(m-4)x+4$ x m	3 5 3 2
	$y=x^2-(m-1)x+1$ x 2 m	5 3 3 2
	$y=x^2+2(k-4)x+8$ x k	3 4 3 2

3.7

3.9 1

1 1

1 3.4

3.5 3-1 3.8

3.9 3.7

1	m 2>m,m>4 2<m<4	27 5
1	○ ○ × ×	○ ○ × ×

	○ ○ × ×	○ ○ × ×
	○ ○ × ×	
3-1	m<-6,m>2	2 1440

3.7

3.4 3.5

3.7 2 3.10

3.10 2

3.7 3-2 4-1 4-2

3.11 13

3.11　3-1　　4-1

$y=x^2-(m+2)x+4$ $=\{x-(m+2)+\frac{(m+2)2}{4}\}^2-\frac{(m+2)2}{4}+4$ $=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$ $(\frac{m+2}{2}, -\frac{m2+4m-12}{4})$ x　2 y　x $-(m+6)(m-2)/4<0$ $(m+6)(m-2)>0$ $m<-6,\ m>2$	x　2 D>0 $D=\{-(m+2)\}^2-4$　4 $=(m+6)(m-2)$ $(m+6)(m-2)>0$ $m<-6,\ m>2$

3.12　3-1　　4-1

2 2 -"Y	

3

3 1 1 ●

○

1

● ● ● ● ○ ○ ○

5! 1

3 3!

5! × 3! = 5 4 3 2 1 × 3 2 1 = 720

2

2 1 2

2

● ● ● ● ○

「二次関数」の追加問題における相違部分

→ → →

2 → 2 → 2

3.14　17

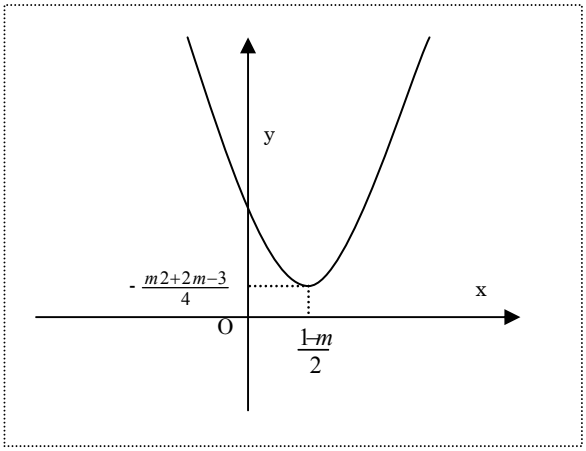
3.14

	$y=x^2-(m+2)x+4$ x 2 m	$x^2+x+1>m(x+1)$ m
	$y=x^2-2(m-4)x+4$ x m	$2(x^2-5x+15)<m(7-2x)$ m
	$y=x^2-(m-1)x+1$ x 2 m	$2x^2+4x+6>m(2x+1)$ m
	$y=x^2+2(k-4)x+8$ x k	$k^2+4k-4<m(1-x)$ m

3.15　3.7

3-1	$m<-6, m>2$	$-3<m<1$

3.16　3-2　　4-1

$x^2+x+1>m(x+1)$ $x^2+(1-m)x+1-m>0$ $y=x^2+(1-m)x+1-m$ $=\{x+(1-m)+\frac{(1-m)2}{4}\}-\frac{(1-m)2}{4}+1-m$ $=(x+\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$ $(-\frac{1-m}{2},\ -\frac{m2+2m-3}{4})$  $-\frac{m2+4m+12}{4}>0$ $m^2+2m-3<0$ $(m+3)(m-1)<0$ $m<-3,\ m>1$	$x^2+x+1>m(x+1)$ $x^2+x+1-mx-m>0$ $x^2+(1-m)x+1-m>0$ $x^2+(1-m)x+1-m=0$ D $D=(1-m)^2-4(1-m)$ $=m^2+2m-3$ $=(m+3)(m-1)$ <0 $(m+3)(m-1)<0$ m　　$-3<m<1$

3.17　4-2

x^2+x+1　m(x+1)　　1　　m $\frac{1}{2}(x^2+2x+5)>-m(x+1)$　　m $x^2+x+1<m(x+1)$　　m $\frac{1}{2}(x^2+2x+5)$　$-m(x+1)$　　m

学習フェーズ

3

3

「二次関数」と「個数の処理」の共通項目

3.18

3.18

4

3.19

3.19

3.22

3.23

3.24

3.25

3.26

3.4　3.5

3.27　32

3.27

2,3	
2,3	

3.28

	3.19
	3.19

3.29

3.30

	3.21
	3.21

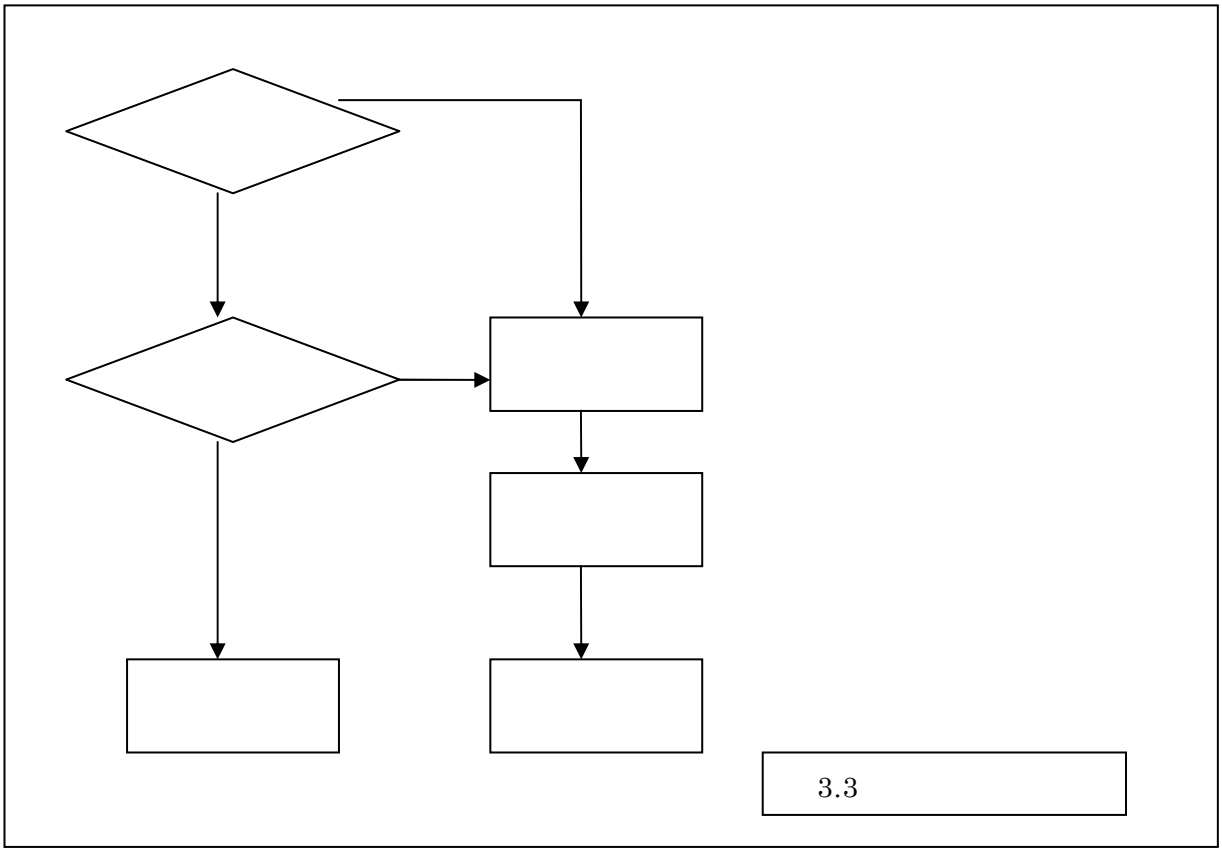
3.31

	3.19
	3.19

3.32

	3.19
	3.19

3.3



3.7

3.3 3.7 2

3.3 3.7 2 3.3

3.7

2 2 3.3

3.7 2 2

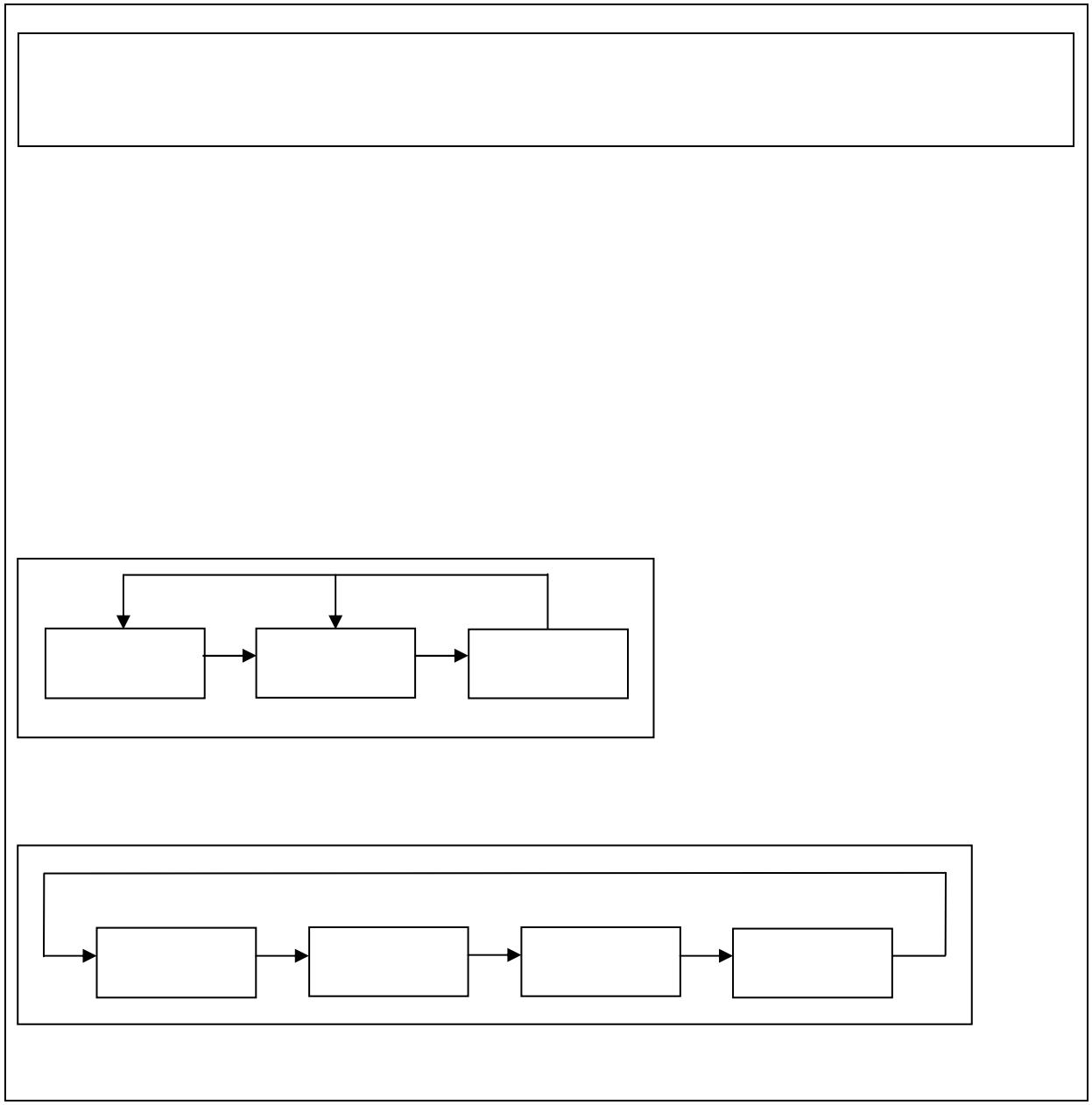
3.8 3.7

3-1

3

3.33

3.33



3.34

3.34

m<-6 , m>2

3 2

1440

3.2

3.8 3.9

3-1

「二次関数」と「個数の処理」の相違項目

3

3.4 3.5

3.4 3.5

3.35 38 2

3.35 2

2,3	2,3

3.36　2

3.37　2

3.38　2

3.4　3.5　2

3.39　44

3.39

	2　$y=ax^2+bx+c \rightarrow y=a(x-p)^2+q$ $ax+b \quad 0 \rightarrow ax \quad -b$ $ax \quad -b \rightarrow x \quad -\frac{b}{a}$ $b-ax^3+cx-dx^2 \rightarrow -ax^3-dx^2+cs+b$ $x^2-4x+3=0 \rightarrow (x-3)(x-1)=0$ $(x+2)(x-1)=0 \rightarrow x^2+x-2=0$

_____	$ax^2+bx+c=0$ b^2-4ac Discrimination $D=b^2-4ac$

3.40

_____	
_____	A A A 10 A A 10 4 10 4=6 6
_____	○ ○ × ×

3.41

_____	3.31
_____	3.31
_____	3.31

3.42

_____	3.32
_____	3.32
_____	3.32

3.43

	$y=x^2+4x+4$ $y=x^2+2x+1$ _____ $y=x^3+4x+4$ _____ $y=x^2+3x+1$

$y=x^2-(m+2)x+4$

$x^2-(m+2)x+4=0$

$D=(m+2)^2-16$

$=m^2+4m-12$

x 2 D>0

2 3

3 2

3

3 1 1 ●

○

1

● ● ● ● ○ ○ ○

5! 1

3 3!

5! × 3! = 5 4 3 2 1 × 3 2 1 = 720

2

2 1 2

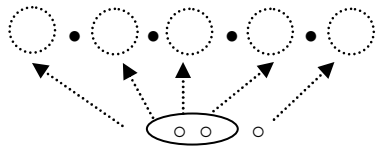
2

● ● ● ● ○ ○ ○

2 2 1

3

3



3 5 2

5P2

3 2 2

1 3P2

4 4!

5P2 × 3P2 × 5! = 5 4 × 3 2 × 4 3 2 1 = 2880

720+2880 = 3600

5440 - 3600 =1440

3.47

-6>m , m>2

$y=x^2-(m+2)x+4$ (1)

$=(x^2-(m+2)x+\frac{(m+2)2}{4})-\frac{(m+2)2}{4}+4$ (2)

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m+4+16}{4}$ (3)

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m+20}{4}$ (4)

$(\frac{m+2}{2}$, -

3.48

3.49

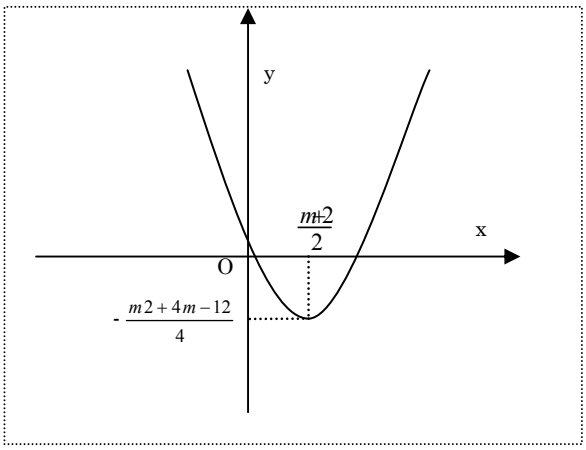
1

2

$y=x^2-(m+2)x+4$

$\rightarrow y=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m^2+4m-12}{4}$

$(\frac{m+2}{2}, -\frac{m^2+4m-12}{4})$



$-\frac{m^2+4m+12}{4}<0$ x 2

$y=x^2-(m+2)x+4$

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m^2+4m-12}{4}$

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{(m+6)(m-2)}{4}$

1

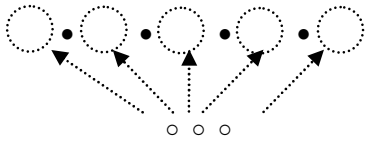
2

● ○

● ● ● ● ○ ○ ○

○ 2

2



2

2 5 3

P3

4!

P3 × 4! = 1440

-

4 3

7! = 5040

2 3

2 3

3 2

$y=x^2-(m+2)x+4$ $x^2-(m+2)x+4=0$ $D=(m+2)^2-16$ $=m^2+4m-12$ x 2 D>0	3 3 1 1 ● ○ 1 ● ● ● ● ○ ○ ○ 5! 1 3 3! 5! × 3! = 5 4 3 2 1 × 3 2 1 = 720 2 2 1 2 2 ● ● ● ● ○ ○ ○ 2 2 1 3 3 ○ ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ 3 5 2 5P2 3 2 2 1 3P2 4 4! 5P2 × 3P2 × 5! = 5 4 × 3 2 × 4 3 2 1 = 2880 720+2880 = 3600 5440 - 3600 =1440

3.50

m<-6 , m>2	3 2 1440

3.3

3.8

3.3 3.9 3-1

3.52 3.9 3-2 4-1 4-2

3.11 13

3.52 3.9 3-1

3-1	2<m<6	2 25920

3.2

3.8

3.9 3-1 3.53 3.9 3-2

4-1　　4-2　　3.11　13

3.53　　3.9　　3-1

3-1	m<-1,m>3	3 1440

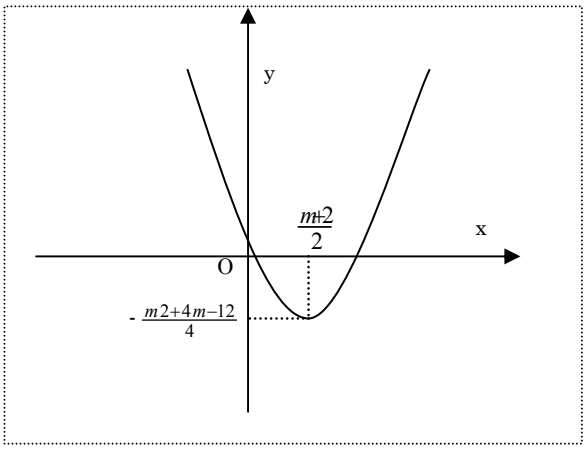
「二次関数」の追加問題における相違部分

3.54　59

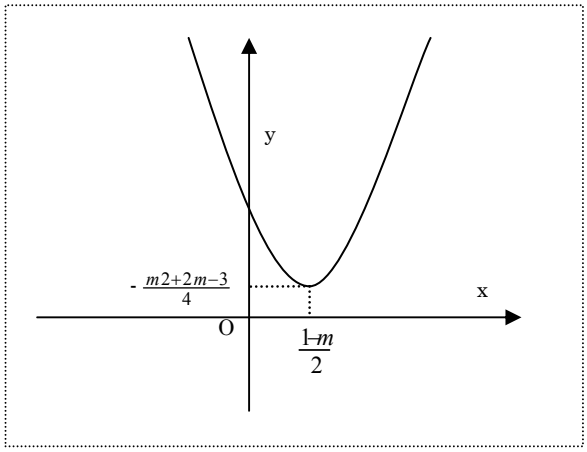
3.14　15

3.54

m m>2　　0　m　5	m m>2　　0　m　5
2,3 $y=x^2-(m+2)x+4$ → $y=x^2-(m+2)x+4$ → x m → $y=x^2-(m+2)x+4$ → $y=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$ $(\frac{m+2}{2},-\frac{m2+4m-12}{4})$	2,3 $x^2+x+1>m(x+1)$ → $x^2+(1-m)x+1-m>0$ x $y=x^2+(1-m)x+1-m$ → x m → $y=x^2+(1-m)x+1-m$ → $y=(x+\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$ $(-\frac{1-m}{2},-\frac{m2+2m-3}{4})$



m x



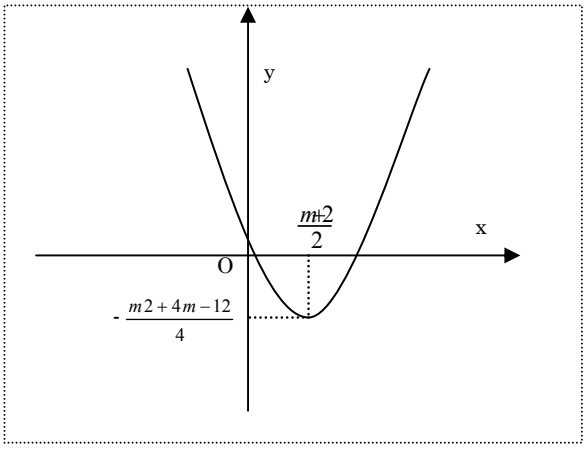
m x

3.55

$y=x^2-(m+2)x+4$	$y=x^2+(1-m)x+1-m$

→ $y=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$

$(\frac{m+2}{2}, -\frac{m2+4m-12}{4})$



$-\frac{m2+4m+12}{4}<0$ x 2

$y=x^2-(m+2)x+4$

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$

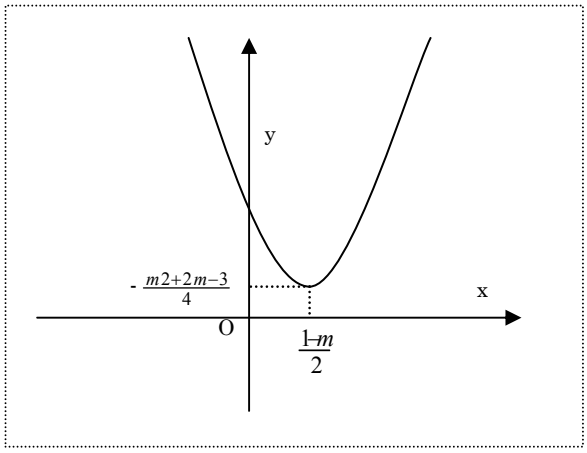
$=(x-\frac{m+2}{2})2-\frac{(m+6)(m-2)}{4}$

$y=x^2-(m+2)x+4$
$x^2-(m+2)x+4=0$
$D=(m+2)^2-16$
$=m^2+4m-12$

x 2 D>0

→ $y=(x+\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$

$(-\frac{1-m}{2}, -\frac{m2+2m-3}{4})$



$-\frac{m2+4m+12}{4}>0$
$y=x^2+(1-m)x+1-m$ $y>0$

$y=x^2-(1-m)x+1-m$

$=(x-\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$

$=(x-\frac{1-m}{2})2-\frac{(m+3)(m-1)}{4}$

$y=x^2-(1-m)x+1-m$
$x^2-(1-m)x+1-m=0$
$D=(1-m)^2-4\quad(1-m)$
$=m^2+2m-3$

x D<0

3.56

-6>m , m>2	-3<m<1
$y=x^2-(m+2)x+4$ (1) $=(x^2-(m+2)x+\frac{(m+2)2}{4})-\frac{(m+2)2}{4}+4$ (2) $=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m+4+16}{4}$ (3) $=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m+20}{4}$ (4) $(\frac{m+2}{2}, -\frac{m2+4m+20}{4})$ y (2) (3) (3) $-\frac{m2+4m+4-16}{4}$ $-\frac{m2+4m+4+16}{4}$ -6>m , m>2	$y=x^2-(1-m)x+1-m$ (1) $=(x^2-(1-m)x+\frac{(1-m)2}{4})-\frac{(1-m)2}{4}+1-m$ (2) $=(x-\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2-2m+1+4-4m}{4}$ (3) $=(x-\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2-6m+5}{4}$ (4) $(\frac{1-m}{2}, -\frac{m2-6m+5}{4})$ y (2) (3) (3) $-\frac{m2-2m+1-4+4m}{4}$ $-\frac{m2-2m+1+4-4m}{4}$ -3<m<1

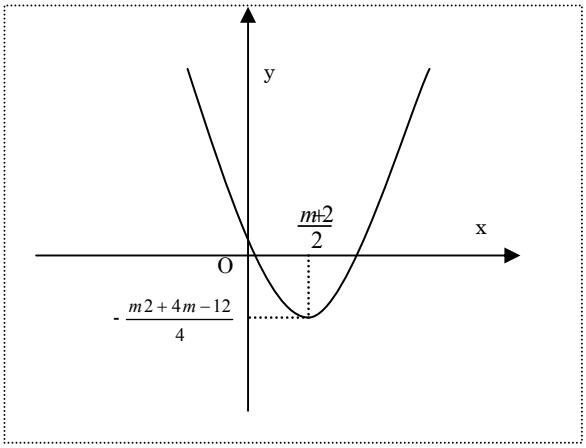
3.57

1 2	1 2

$y=x^2-(m+2)x+4$

$\rightarrow y=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$

$(\frac{m+2}{2}, -\frac{m2+4m-12}{4})$



$-\frac{m2+4m+12}{4}<0$ x 2

$y=x2-(m+2)x+4$

$=(x-\frac{m+2}{2})^2-\frac{m2+4m-12}{4}$

$=(x-\frac{m+2}{2})2-\frac{(m+6)(m-2)}{4}$

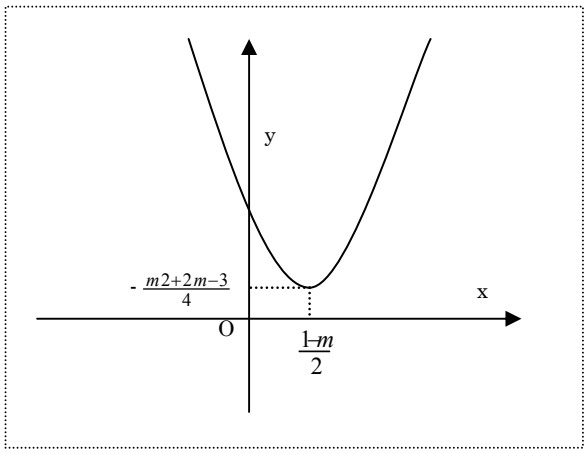
$y=x^2-(m+2)x+4$
$x^2-(m+2)x+4=0$
$D=(m+2)^2-16$
$=m^2+4m-12$

x 2 D>0

$y=x^2+(1-m)x+1-m$

$\rightarrow y=(x+\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$

$(-\frac{1-m}{2}, -\frac{m2+2m-3}{4})$



$-\frac{m2+4m+12}{4}>0$
$y=x^2+(1-m)x+1-m$ y>0

$y=x^2-(1-m)x+1-m$

$=(x-\frac{1-m}{2})^2-\frac{m2+2m-3}{4}$

$=(x-\frac{1-m}{2})2-\frac{(m+3)(m-1)}{4}$

$y=x^2-(1-m)x+1-m$
$x^2-(1-m)x+1-m=0$
$D=(1-m)^2-4$ $(1-m)$
$=m^2+2m-3$

x D<0

3.58

$y=x^2-(m+2)x+4 \rightarrow y=x^2-(m+4)x+1$ $y=x^2-(m+2)x+4 \rightarrow y=x^2-2x+m+4$ y=x2-(m+2)x+4 x x 2 m ↓ y=x2-(m+2)x+4 x x m y=x2-(m+4)x+1 m m<-6 , m>-2 x	$x^2+x+1>m(x+1) \rightarrow x^2+2x+5>-m(2x+2)$ $x^2+x+1>m(x+1) \rightarrow x^2+2x+5<-m(2x+2)$ x2+x+1>m(x+1) m ↓ x2+x+1<m(x+1) m 2+x+1 m(x+1) 1 m

事後テストフェーズ

3.2

3.8

3.9　3-1　3.59　60

3.9　3-2　4-1　4-2

3.11　15

3.59　3.9　3-1

3-1	1<k<7	3　2 3600

3.60　3.9　3-1

3-1	1<k<7	-8<k<-4

システムの開発

開発環境

Macromedia　　Flash MX2004　　Action Script

Perl5.8.0　　Action Script

4.1

4.1

Flash	○			
Action Script		○	○	
Perl			○	○

診断機能の実装

3　　5

4.2

4.2

or / or				
	A	B		
	E	F	G	H
	I	J	K	
	M	N		

1

1

A

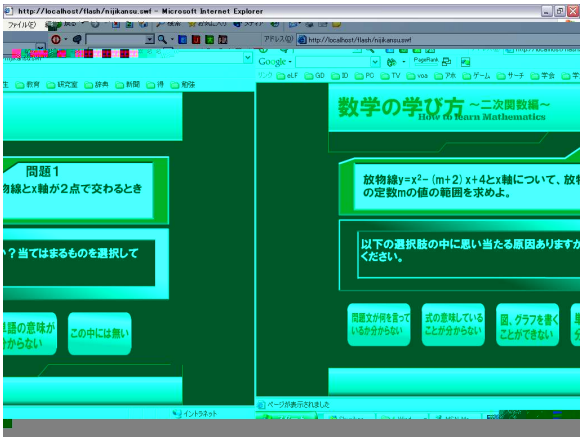
A

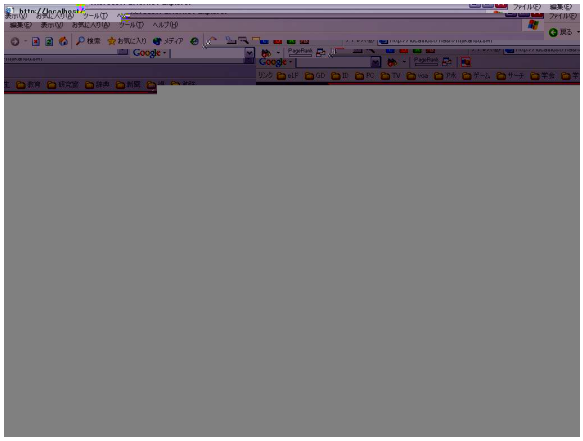
K K

ユーザインターフェースの実装

事前テストフェーズ

4.1 4.2





4.1 4.2

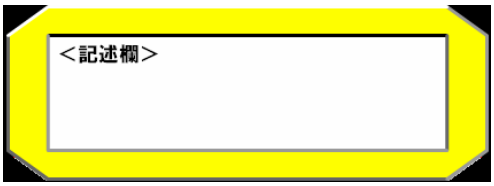
4.3

4.4

4.5

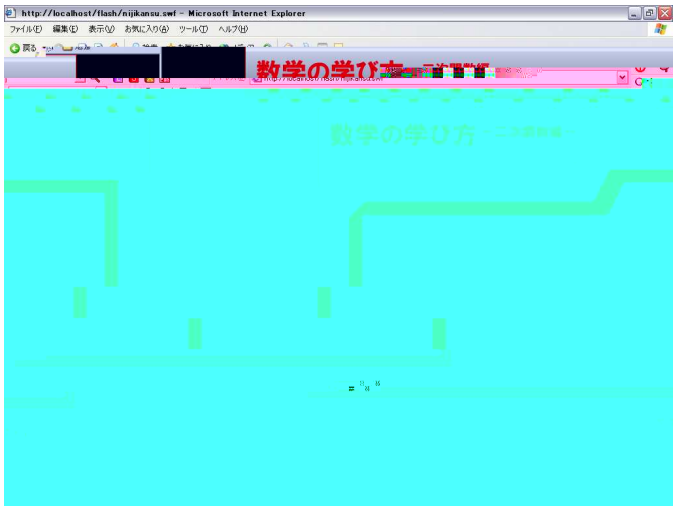
4.6 4.5

4.3 4.4



4.5 4.6

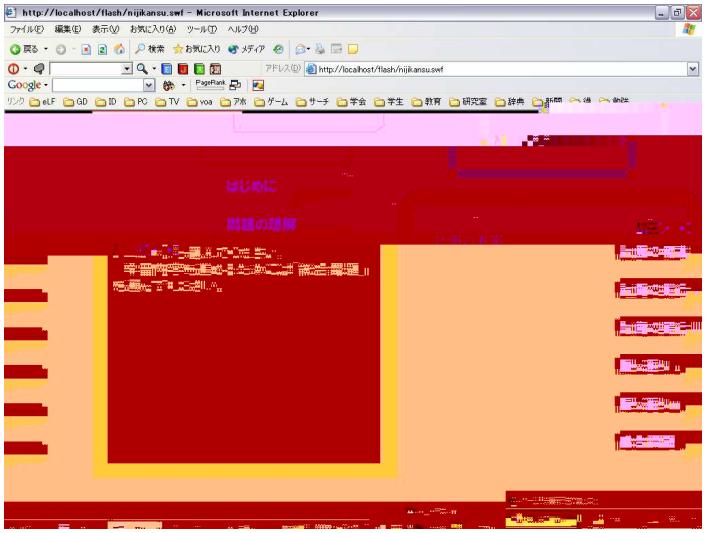
4.7



4.7

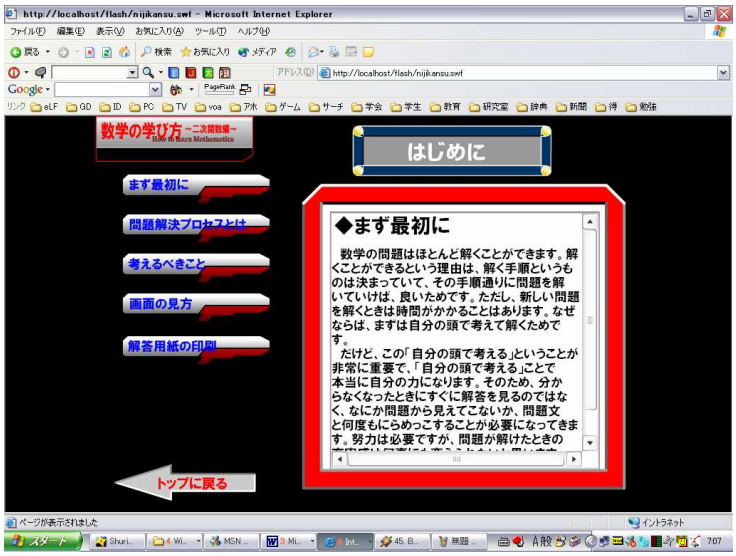
学習フェーズ

4.8



4.8

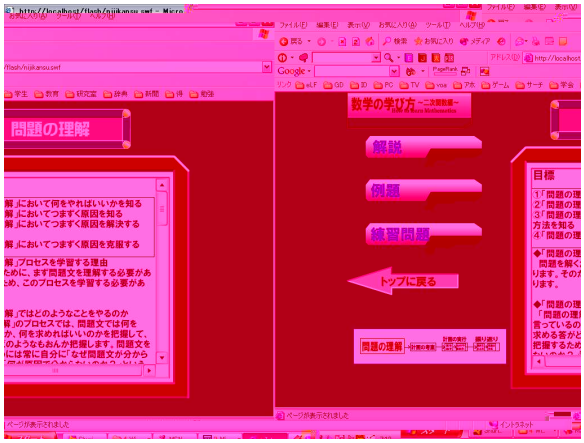
4.9



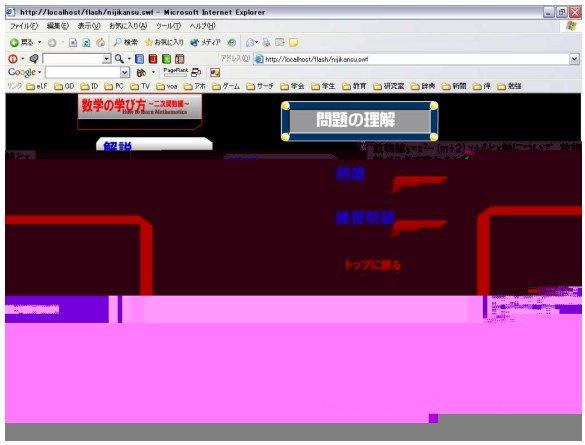
4.9

4.10　　4.11

4.12



4.10



4.11

4.12

4.13　　4.14

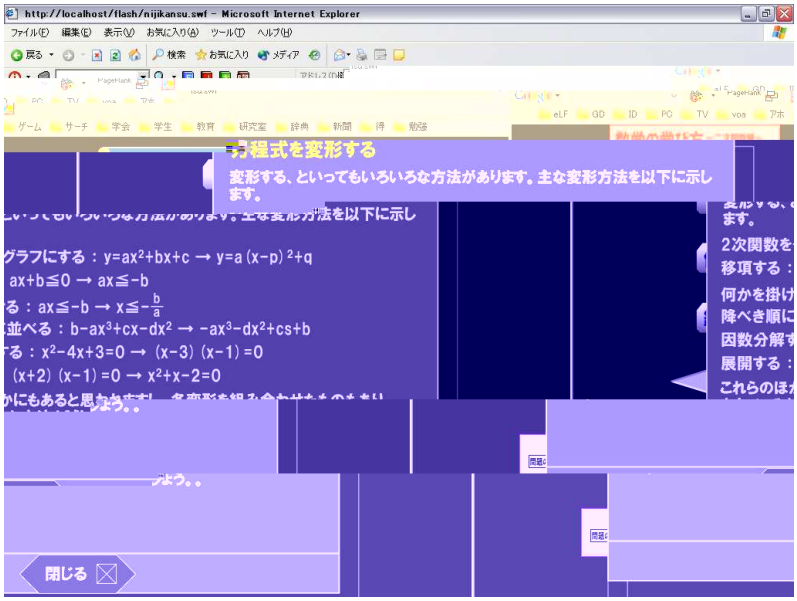
4.15

4.13

4.14

4.15

4.16



4.16

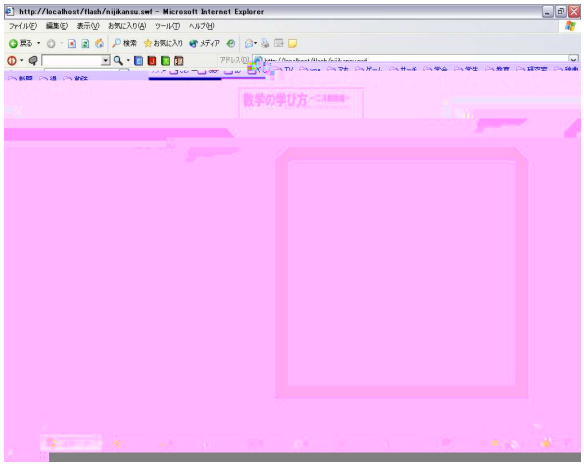
事後テストフェーズ

インターフェース制御機能の実装

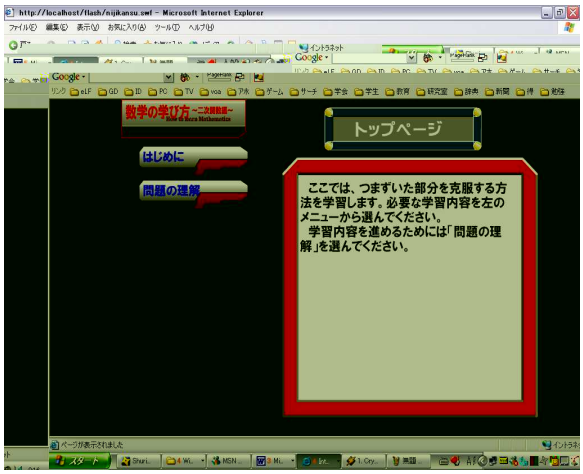
4.17

4.18

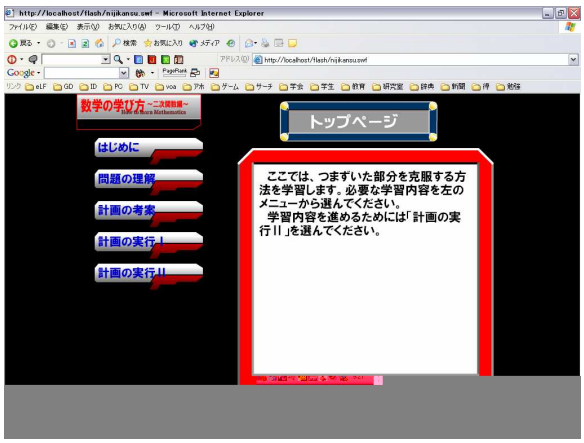
4.19



4.17



4.18



4.19

4.19

4.20

4.20

4.21

ユーザデータ収納機能の実装

事前テストフェーズ

30 4.3

perl

FLASH FLASH

Action Script perl

1 1

○ × 1 1

/ 1

1 1

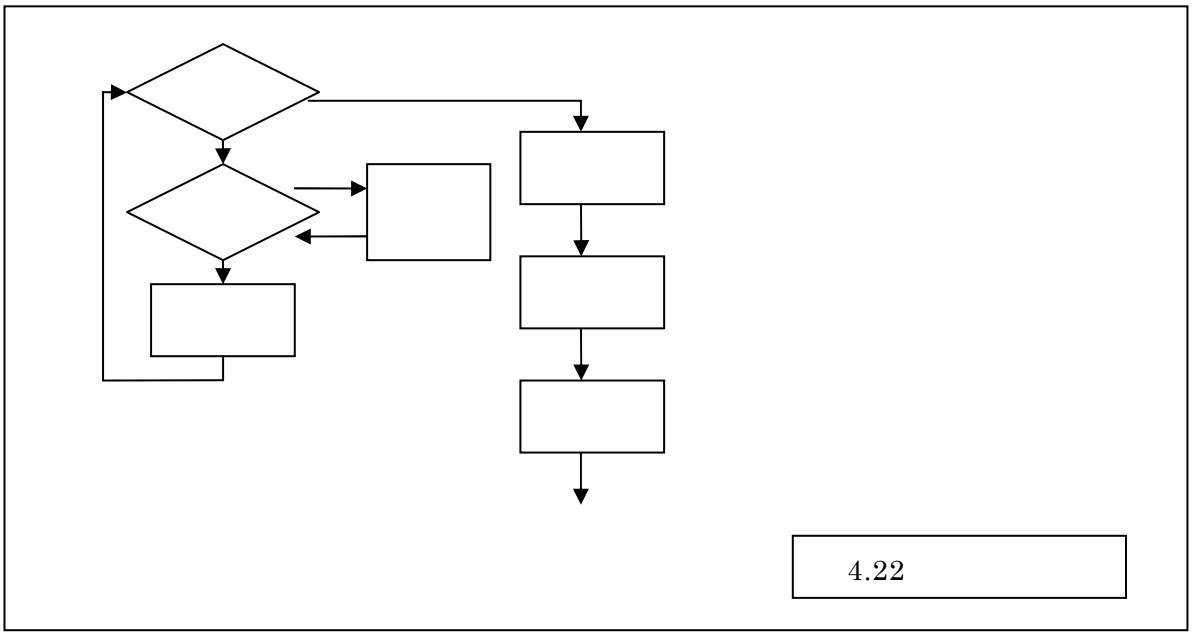
1

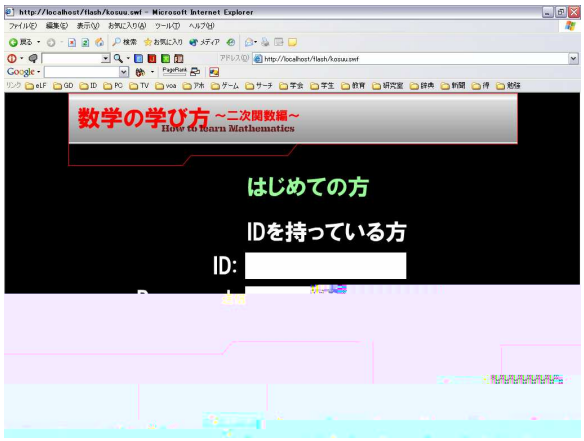
/ 1

1 1

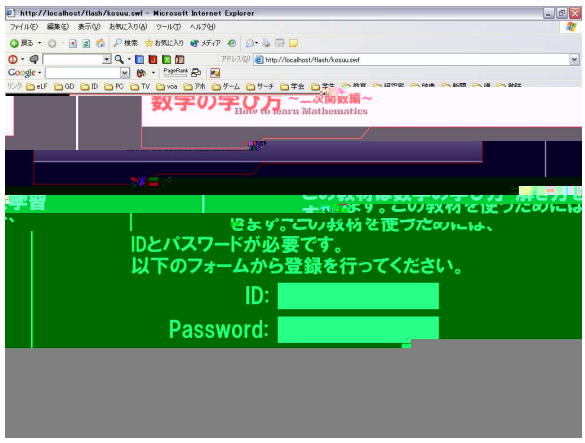
4.3

		FLASH	
$data[0]	1 ○ ×	1pro	21/10
$data[1]	1 /	1pro_g1	21/10
$data[2]	1	1pro_g2	10/21-24
$data[3]	1 /	1pro_k1	21/10
$data[4]	1	1pro_k2	$data[2]
$data[5]	2 ○ ×	2pro	10-11/21-23
$data[6]	2 /	2pro_g1	21/10
$data[7]	2	2pro_g2	21/10
$data[8]	2 /	2pro_k1	21/10
$data[9]	2	2pro_k2	10/21-27
$data[10]	3-1 ○ ×	3-1pro	21/10
$data[11]	3-1 /	3-1pro_g1	21/10
$data[12]	3-1	3-1pro_g2	21/10



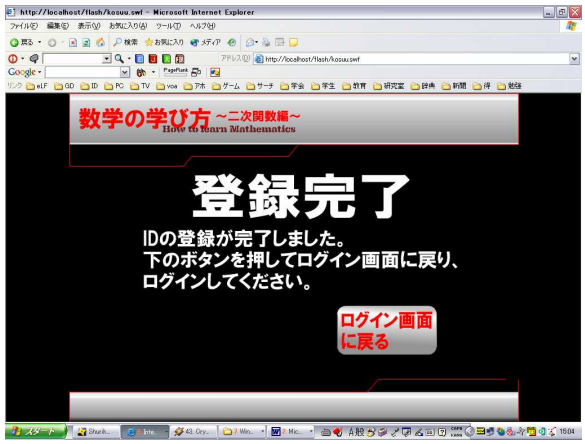


4.23



4.24

4.25



4.26

形成的評価と改善

2 次関数の 1 対 1 評価

10)

1　1

1 対 1 評価・改善(1)

.

3

.

2004　12　2　16　19

.

0.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

.

5

1.

2.

$y=x^2-2(m-4)x+4$ x x m

→

$m<-6$, $m>2$ → $2<m<6$

3.

4.

5.

$y=x^2-2(k-4)x+9$ x x 2 k

→

$1<k<7$ → $k<1$, $k>7$

$y=x^2-2(k-4)x+9$ x x k

1.

2.

3.

4.

.

5.1

2

5.1

○

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	

2 ○

1.	
2.	
3.	
3	

4.		
5.		

1 対 1 評価・改善(2)

.

3

.

2004 12 9 14 17

.

0.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

.

4

1.

2.

3.

4.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

.

5.2

4

5.2

○

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	

2 ○ ○

0.	
1.	
2.	
3.	
3	
4.	
5.	

個数の処理の 1 対 1 評価

2　　1　1

1 対 1 評価・改善(1)

.

3

.

2004　1　18　　14　　17

.

0.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

.

2

1.

2.

1. 1

2. 2

3.

4.

○ ○ ● ●

5.

6.

○ ○ ○ ○

○ ○

7. ○ ○

● ● × ×

.

5.3

5.3

○

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	

2 ○

1.	
2.	
3.	
3	
4.	
5.	

1 対 1 評価・改善(2)

.

3

.

2004 1 20 10 13

.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

.

1

1.

1.

2. 1440 → 14400

3.

4.

5.

6.

7.

2 × 4

.

5.5

5

5 2 3

5.5

	A		
	B		
	C		
	D		
	E		
	F		
	G		
	H		
	I		
	J		

.

4 3

2 1 5.6

2.

5.6

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

5.1 10 5.2

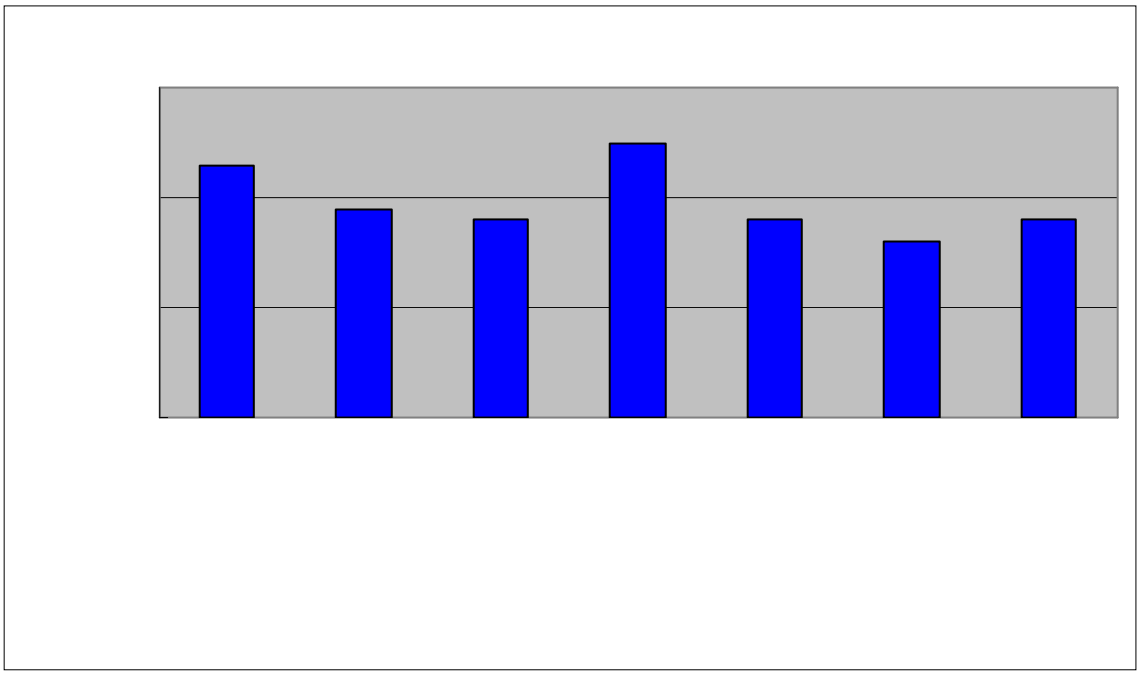
2.5

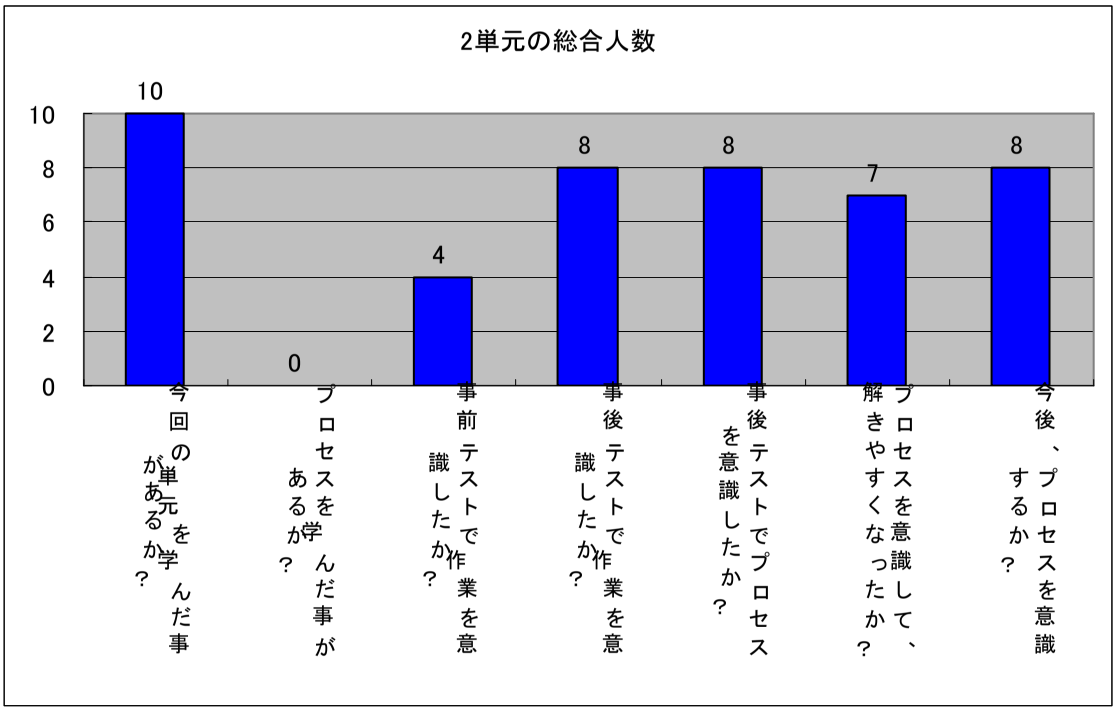
3.3 3.5

7 3 4

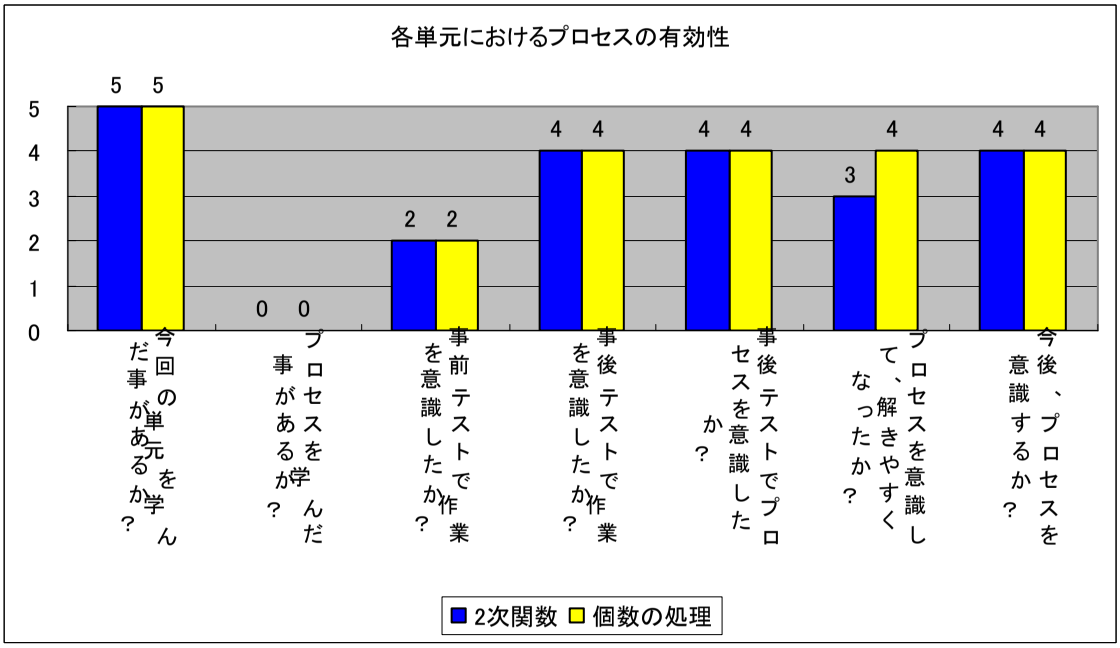
4

3.0




2単元の総合人数
10
8
6
4
2
0
10
0
4
8
8
7
8
今回の単元を学んだ事があるか？
プロセスを学んだ事があるか？
事前テストで作業を意識したか？
事後テストで作業を意識したか？
事後テストでプロセスを意識したか？
プロセスを意識して、解きやすくなったか？
今後、プロセスを意識するか？

5.3　　10


各単元におけるプロセスの有効性
5
4
3
2
1
0
5 5
0 0
2 2
4 4
4 4
3 4
4 4
今回の単元を学んだ事があるか？
プロセスを学んだ事があるか？
事前テストで作業を意識したか？
事後テストで作業を意識したか？
事後テストでプロセスを意識したか？
プロセスを意識して、解きやすくなったか？
今後、プロセスを意識するか？
2次関数
個数の処理

5.4

.

2

1　1

1. k m

2.

3. 3-2

4.

5. 5 4

6.

.

● ○ A,B,C…

2 次関数の追加した問題の 1 対 1 評価

2

1 対 1 評価・改善(1)

.

3

.

2004　2　4　　14　　17

.

1.

2.

3.　　1

4.1　　2

5.2　　1

6.　　1

7.1　　2

8.2　　2

9.　　2

10.

11.

12.

.

1.

2.

1.

2.

3.

.

5.8

5.8

○

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

2 ○

1.	
2.	

3.	
4.	
5.	
5	
6.	
7.	

1 対 1 評価・改善(2)

.

2

.

2004 2 8 16 19

.

1.

2.

3. 1

4. 1

5. 1

6.1 2

7.2 2

8. 2

9.

10.

11.

.

.

5.9

5.9

○

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

2 ○

1.	
2.	
3.	

4.	
5.	
5	
6.	
7.	

最後に

G.

e

10 7

10 7

10 8

2 2 1 1 2

参考文献

1) (1999)

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/12/chuuou/toushin/991201.htm

2) 2000 p.482

3) (1998)

4)G. (1975)

5) (1996) ―

― , , 48 , 7-15

6) (2002)

50 1 92-102

7)Zimmerman,B.J. 1998 Developing self-fulfilling cycles of academic regulation：An analysis of exemplary instructional models. In D.H. Shunk & B.J. Zimmerman(Eds.),*Self-regulated learning*. Pp.1-19. New York：The Guilford Press.

8)

(1992)

A, Vol. J75-A, No.2, pp.164-172

(1992)

ET92-23

(1991)

ET91-81

(1991)

Vol.6 No.3 pp.33-38

9) 2000 CAI p.3&p.73

10) (2002) ― ―

11) 2004.9

20 14- 1a-611-1