【分科会Ｇ】２０１教室
プログラミングで
基数変換の仕組みを理解しよう

-コンピュータサイエンスアンプラグドの「点を数える」を
ドリトルで表現しよう-

神奈川県立茅ケ崎西浜高等学校

情報科　鎌田高徳

takanari-k@pen-kanagawa.ed.jp

2017/8/10

私が考える教科情報において プログラミング教育で学ばせること

- プログラミングで
情報の科学的な理解（仕組みの理解）
を深める

発表の流れ

(1)プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める
(2)仕組みの理解を“アンプラグド”で
(3)プログラミング“を”教える(ドリトル)
(4)プログラミング“で”基数変換を学ぶ
(5)プログラミングをどう“評価”するのか
(6)プログラミングで“できなかった”こと

（1）国研の研究主題

共通教科「情報」における、問題解決的な
学習の指導・評価方法に関する研究

（2）国研のサブテーマ
題材の工夫を通した、意欲の向上
思考力・判断力・表現力の育成

→基数変換のプログラムを作ろう
　という題材の工夫を行った

プログラミング教育を調理に例えるならば

プログラミングを教える
（包丁の使い方）
ドリトルの使い方

プログラミングで教える
（調理で包丁を使う）
基数変換を教える

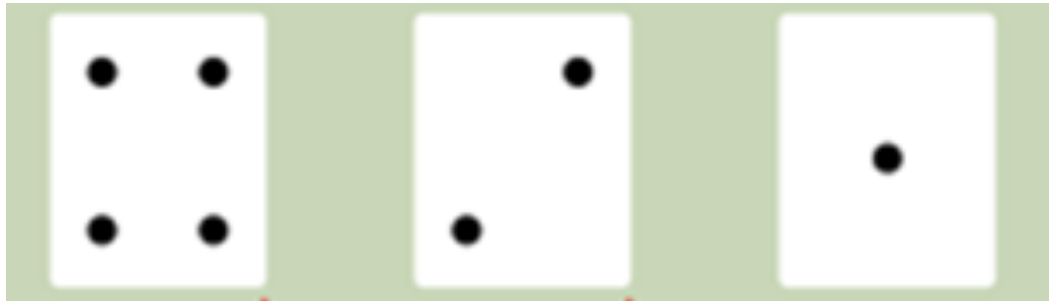
プログラミングに関する生徒のアンケート

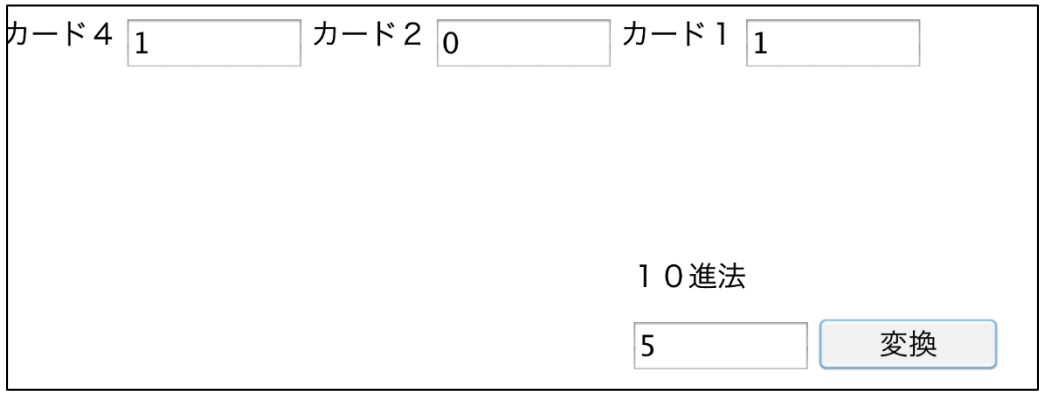
プログラミングを取り入れた題材	プログラミング言語	プログラミング導入のねらい	（A）プログラムを使って分かった	（B）プログラムを使わなくても分かった	（C）分からなかった
基数変換を行うプログラムを制作しよう	ドリトル	基数変換の手順をプログラムに置き換えて考えさせる	○61%	12%	２６％
公開鍵暗号方式の解読の手順を考え、その手順をプログラムで実行しよう【分科会Ｂ202教室　大石】	VBA	公開鍵の素因数分解の手順をプログラムで実行させ、なぜ公開鍵が簡単に解読されないか検証させる	○73%	6%	２０％
クライアントサーバシステムの役割をプログラミングで体験しよう【分科会F102教室　小松】	ドリトル	サーバ役とクライアント役に役割を分けて、その仕組みを体験的に学ばせる	○68%	5%	２５％

分かった生徒（A＋B）の合計　◎　80%以上、○70%以上（回答者数150名）

プログラミング導入のねらい

- 基数変換の計算の手順を**プログラムの手順に置き換えて**書くことができるようになる。






```
ラベル４＝ラベル！”カード４”作る。
カード４＝フィールド！作る。
ラベル２＝ラベル！”カード２”作る。
カード２＝フィールド！作る。
ラベル１＝ラベル！”カード１”作る。
カード１＝フィールド！作る。

ラベル10進法＝ラベル！”１０進法”作る　－１００　１００　位置。
計算結果10進法＝フィールド！作る　－１００　５０　位置。
計算ボタン＝ボタン！　”変換”　作る。

計算ボタン：動作＝「
カード４＝（カード４！読む）。
カード２＝（カード２！読む）。
カード１＝（カード１！読む）。

十進計算＝カード１＊１＋カード２＊２＋カード４＊４。
計算結果10進法！（十進計算）書く」。
```

発表の流れ

（1）プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める

（2）仕組みの理解を“アンプラグド”で

（3）プログラミング“を”教える（ドリトル）

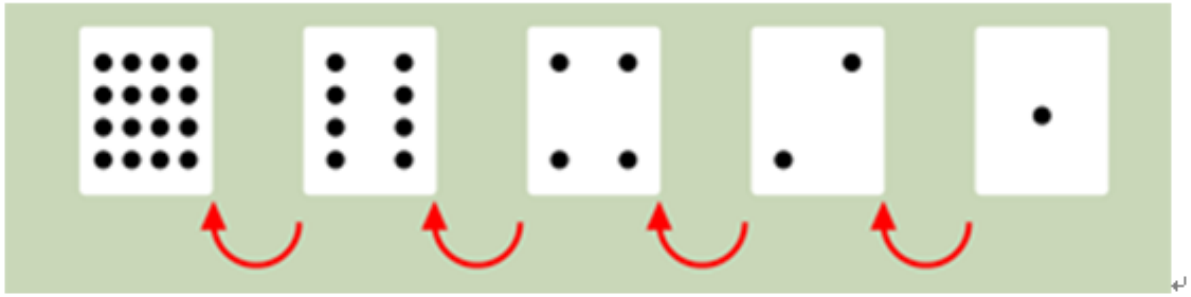
（4）プログラミング“で”基数変換を学ぶ

（5）プログラミングをどう“評価”するのか

（6）プログラミングで“できなかった”こと

基数変換の導入は
コンピュータサイエンスアンプラグド

- 2進法カード（点を数える）



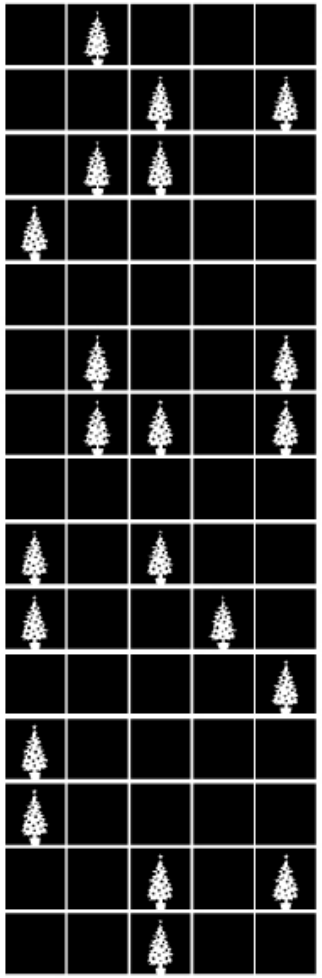
上の図の順番にカードを並べ、裏返しにする。カードに描かれた点の数の合計で数を表す。

カードを使って考えよう

１．作れる１番小さい数（最小）は？	
２．作れる１番大きい数（最大）は？	
３．最小と最大の間の整数は全部作れるか。	
４．ある数をカードで作れるやりかたは１通りか	
５．もう１枚カードを追加する場合、点の数はいくつか	
６．その時、作れる１番大きい数はいくつか	
７．１００までの整数をすべて表すには何枚カードが必要か	

「コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス」,兼宗　進

２進法カードを使いながらメッセージを解く問題に取り組ませ、仕組みを理解を確認



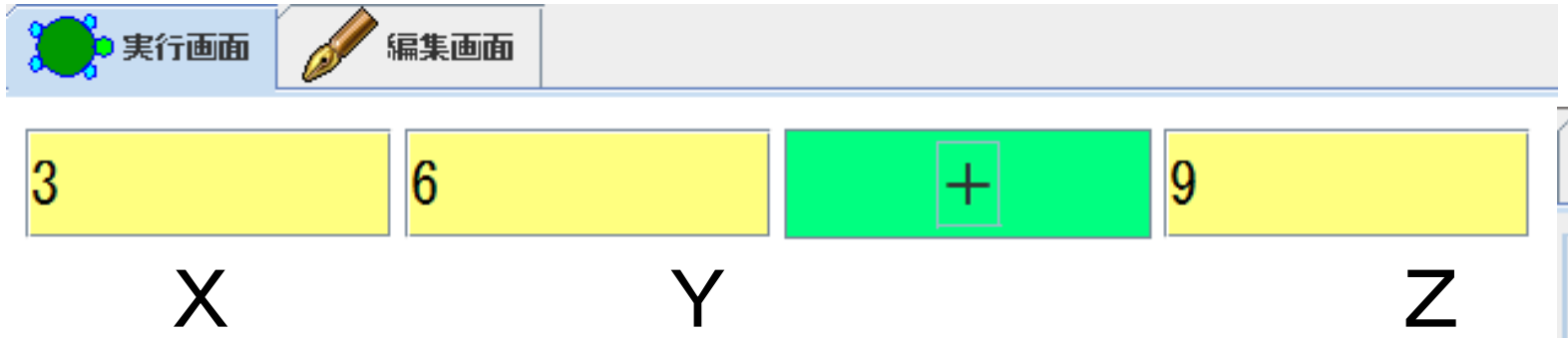
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

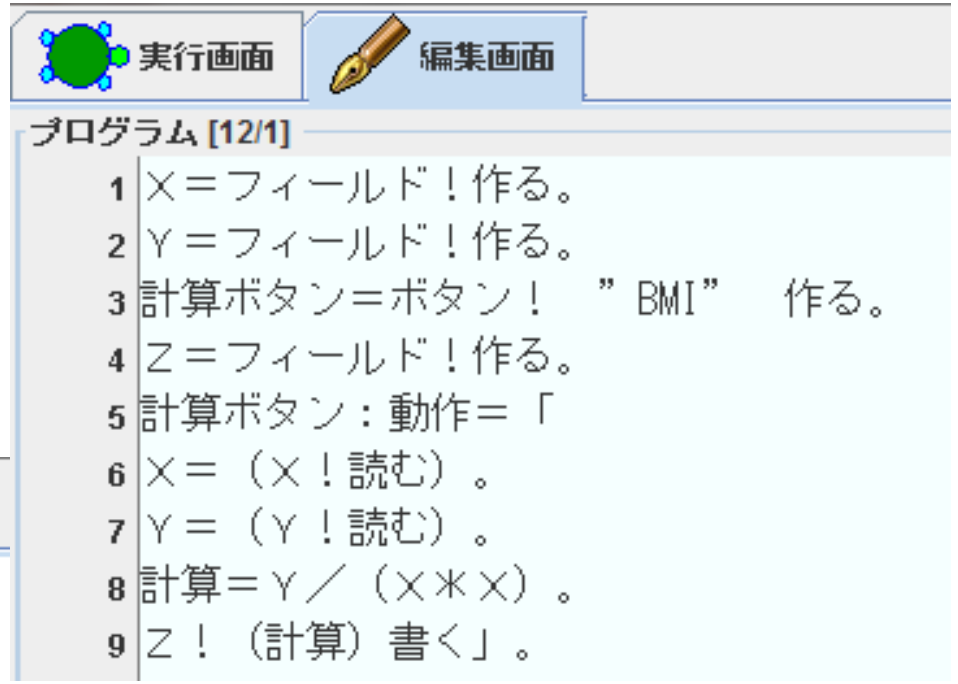
発表の流れ

（1）プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める
（2）仕組みの理解を“アンプラグド”で
（3）プログラミング“を”教える（ドリトル）
（4）プログラミング“で”基数変換を学ぶ
（5）プログラミングをどう“評価”するのか
（6）プログラミングで“できなかった”こと

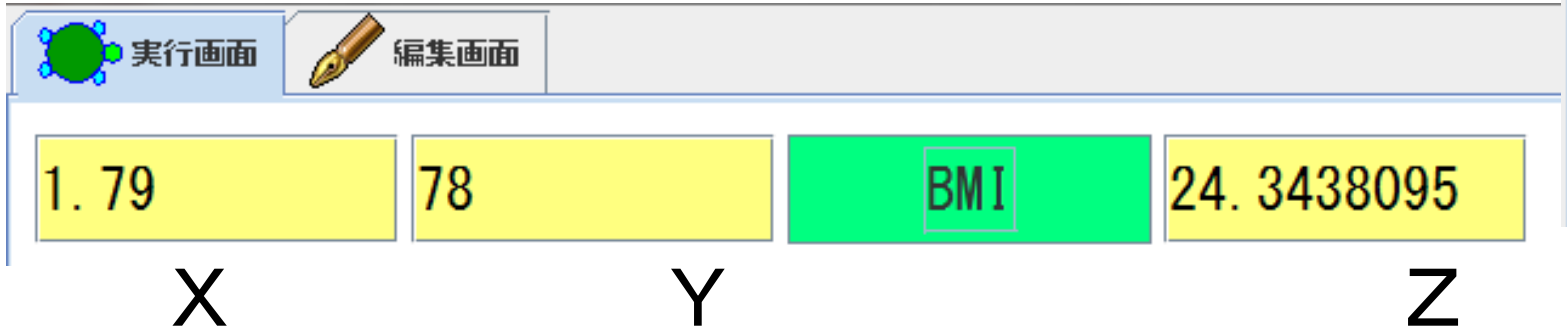
プログラミング言語ドリトルを学ぶ

(1)ドリトルで四則演算の計算機を作成





(2)ドリトルでBMIの計算機を作成



こんな大変なものでスマホやコンピュータを処理しているなんて本当に進化したなと思った。こういうプログラム系はとても苦手なのでこういうのを開発した人はすごいと思った。でも、覚えたくないです。

スマホとか使ってるときに画面がとまったりして、重いなーと思うことがよくあるけどそういうのは、複雑な計算とかをしているのかなと思った。
ボタン押すだけでできることも、本当はいろいろな計算とかをしていることが分かった

プログラムってすごいんだなあと改めて感じました。人が嫌になっちゃう計算でもプログラムなら操作は必要だけど一瞬で計算できるのがすごい

プログラミング言語ドリトルを学ぶ意義

- プログラミングを学ばないと、自分で考えた手順をプログラミングで表現できない

ドリトル（包丁）の使い方を
理解しないと

ドリトル（包丁）で基数変換の
手順をプログラミング化できない
もしくは写経のプログラムになる

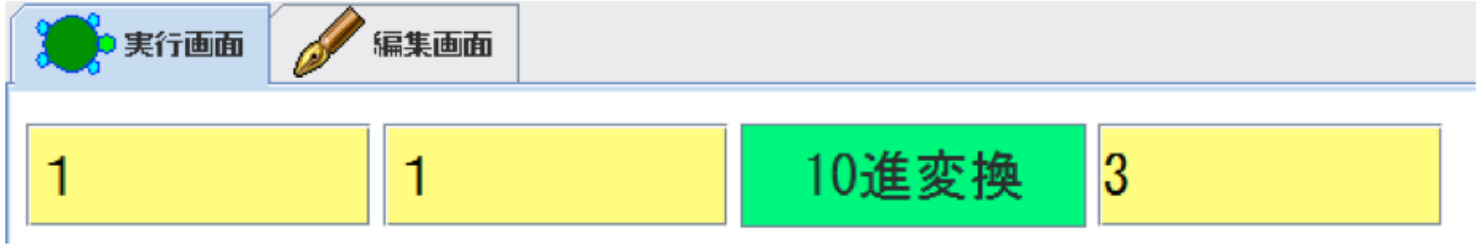
発表の流れ

（1）プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める
（2）仕組みの理解を“アンプラグド”で
（3）プログラミング“を”教える（ドリトル）
（4）プログラミング“で”基数変換を学ぶ
（5）プログラミングをどう“評価”するのか
（6）プログラミングで“できなかった”こと

１.基数変換の方法を手順化

手計算から計算の手順を考えプログラミングに置き換えて考え、配布したプログラムを実行してテストさせる

３．２進数から１０進数への変換の手順

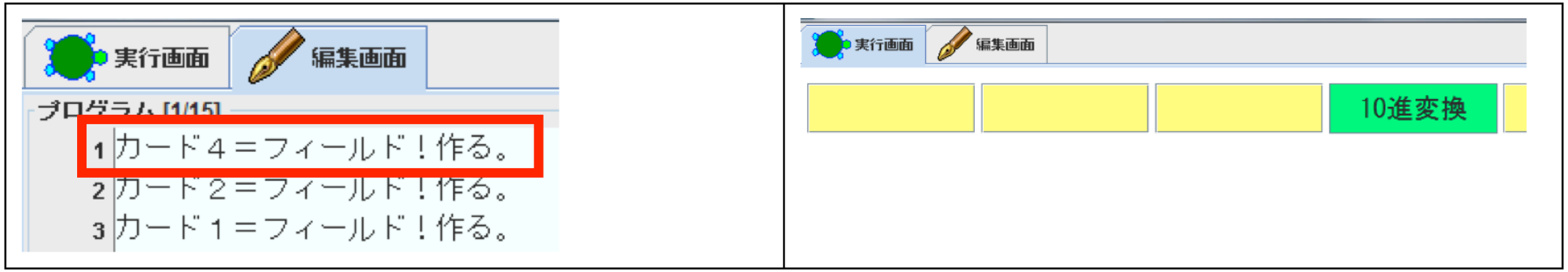
①手計算の手順　→	②プログラミングによる計算の手順
（１１）$_2$	 （カード２）　（カード１）（変換ボタン）　（計算結果） 計算結果＝

2.コード記述

1ビット増やした基数変換したコードを考えさせコードを記述させる

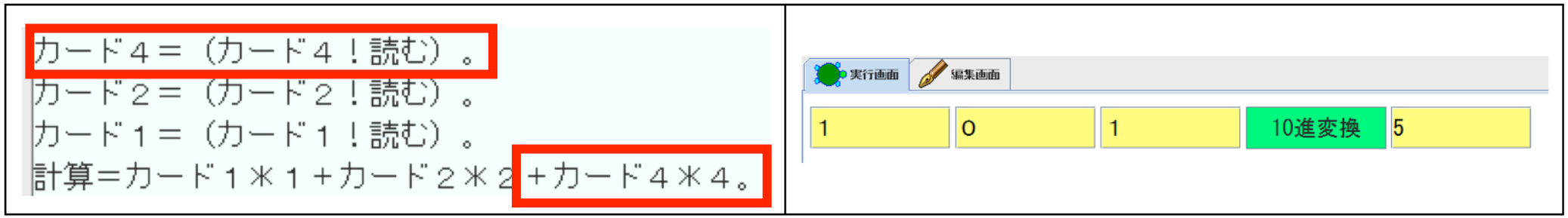
４．ドリトルでカード４の変換まで対応したプログラムを作ろう

①カード４を追加しよう　　隣の人にプログラムができているかチェックを貰おう→（　　）



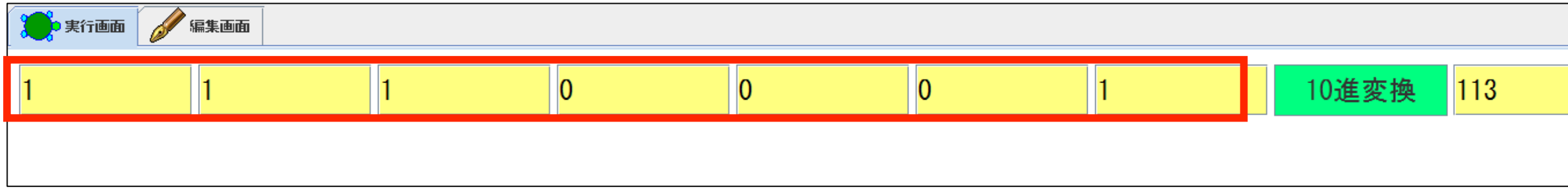
②カード４のデータを読み込み、カード４の計算式を追加するプログラムを作ろう

隣の人にプログラムができているかチェックを貰おう→（　　）



３.検証

１ビットずつ増やし、最終的に7ビットまで増やしたプログラムの手順をプログラミングし正しく変換されたかテスト



作ったプログラムがしっかりと動くかテストをして、その結果を隣と相互チェックしよう

入力した２進数のデータ	１０進法への計算結果	隣の人と結果の相互チェック
１０００１００		
１０１１１０１		
１１１００１０		

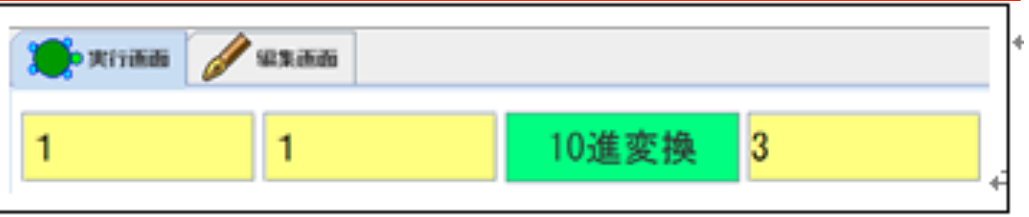
４．言語活動

毎回プログラムをテストし、試行錯誤させ相互チェックを行う

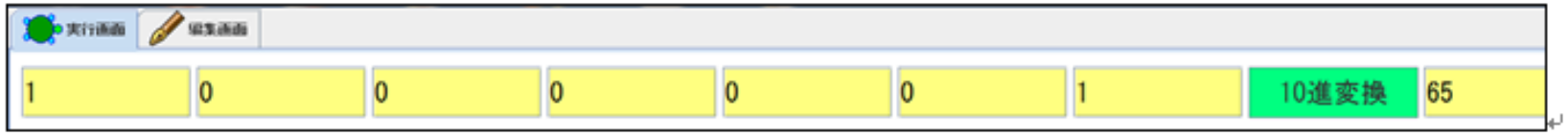
②ボタンを押したらカード２とカード１のデータを読み込み、計算するプログラムを作ろう

隣の人にプログラムができているかチェックを貰おう→（　　）

```
6 カード２＝（カード２！読む）。
7 カード１＝（カード１！読む）。
8 計算＝カード１＊１＋カード２＊２。
```



５．下記のようにカード６４までの変換に対応した、２進数から１０進数への変換プログラムを作ろう



作ったプログラムがしっかりと動くかテストをして、その結果を隣と相互チェックしよう

入力した２進数のデータ	１０進法への計算結果	隣の人と結果の相互チェック
１０００１００		
１０１１１０１		
１１１００１０		

5. 基数変換プログラムで文字を読み解く

ドリトルのプログラムを使ってお互いにメッセージを送りあう

文字コード表（ASCII コード）

A	B	C	D	E	F	G	H	I
65	66	67	68	69	70	71	72	73

J	K	L	M	N	O	P	Q	R
74	75	76	77	78	79	80	81	82

S	T	U	V	W	X	Y	Z
83	84	85	86	87	88	89	90

２進数						
1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1

10 進数	文字

発表の流れ

（1）プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める
（2）仕組みの理解を“アンプラグド”で
（3）プログラミング“を”教える（ドリトル）
（4）プログラミング“で”基数変換を学ぶ
（5）プログラミングをどう“評価”するのか
（6）プログラミングで“できなかった”こと

授業の最後にプログラミングを使って基数変換が理解できたかアンケート

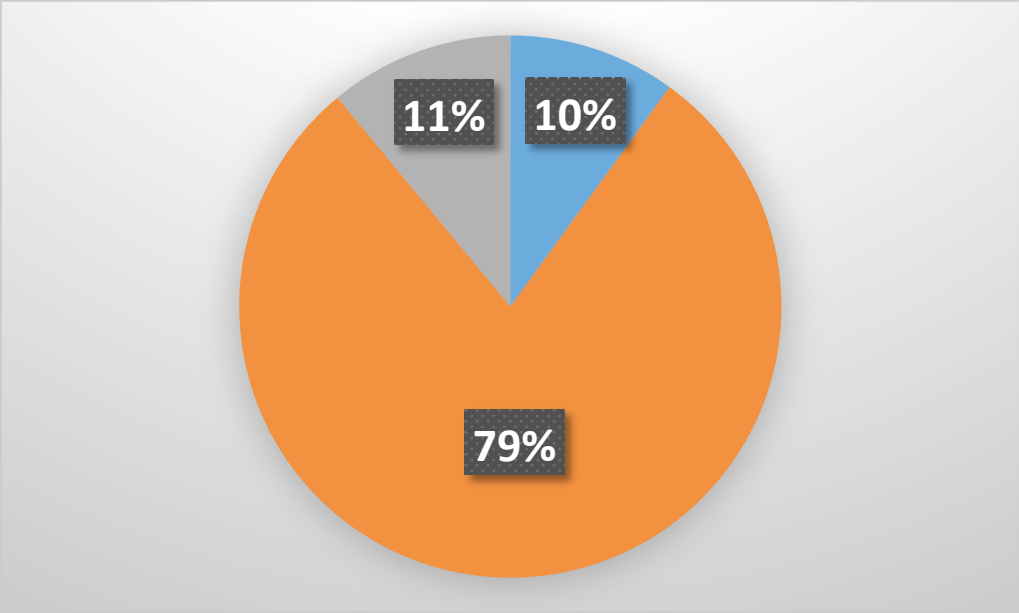
６．振り返り

２進数から１０進数への変換の手順をプログラムに置き換えて変換の仕組みが理解できたか○を付けよう。

A．プログラムを使わなくても理解できた　　Ⓑ プログラムを使って理解できた　　C．理解できなかった

表2　生徒によるアンケートデータ（回答数 141）

質問	回答数
プログラミングを使わなくても理解できた	10%
プログラミングを使って理解できた	79%
理解できなかった	11%



A．プログラムを使わなくても理解できた　　B．プログラムを使って理解できた　　C．理解できなかった

２進数から１０進数への変換の手順をプログラムに置き換えてみて学んだことを書きなさい

（中学生の時にプログラムをやっていたので、復習的な感じで授業をうけました。
1つ分からないのが、512までプログラムを入れたものの、1つだけうごかなかったことです。）

A．プログラムを使わなくても理解できた　　(B) プログラムを使って理解できた　　C．理解できなかった

２進数から１０進数への変換の手順をプログラムに置き換えてみて学んだことを書きなさい

（2進数から10進数への変換で学んだことは、プログラムに置きかえてやると、より分かりやすくなった。この変換で文字も表示できるということを学んだ。でも、計算などが複雑で、プログラムを使わないと理解できなかった。）

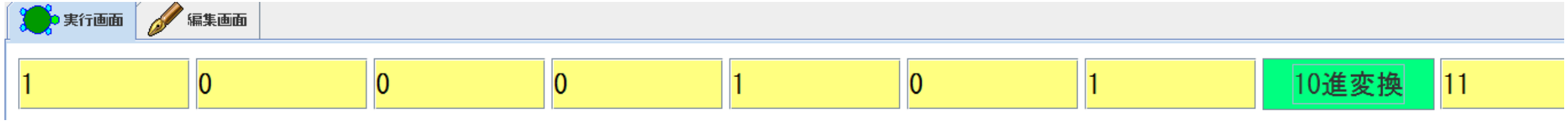
A．プログラムを使わなくても理解できた　　B．プログラムを使って理解できた　　(C.) 理解できなかった

２進数から１０進数への変換の手順をプログラムに置き換えてみて学んだことを書きなさい

（練習問題などでプログラムのやり方は理解できたが、なぜその数字になるのかなど理解できなかった。でも自分のケータイの計算機などはこの動作をしていると思うと、パソコンやケータイは瞬時に計算できるのはすごいと思いました。）

プログラミングをどう評価するか考えた

- コードが正しく記述できているかチェックする
→評価量が膨大で大変になる
- 次の授業でエラーがあるプログラムを配布し
バグの修正ができるかテストをした



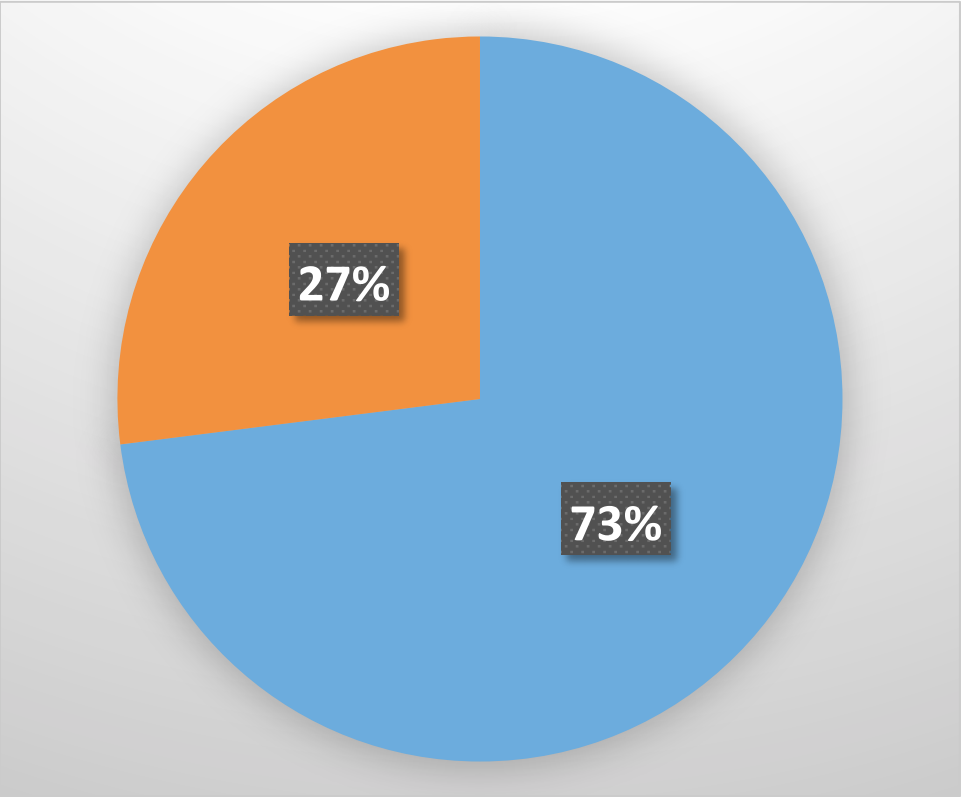
②作ったプログラムがしっかりと動くかテストをして、その結果を隣と相互チェックしよう

入力した２進数のデータ	１０進法への計算結果	どちらかに○を
１０００１０１		自分で修正できた　（　　） 自分で修正できなかった（　　）
１０１１１００		
１１１０１１０		

バグのあるプログラムを修正できるかのテストの結果より

表3　プログラムのテスト結果（回答数 147）

質問	回答数
プログラミングを修正できた	73%
プログラミングを修正できなかった	27%

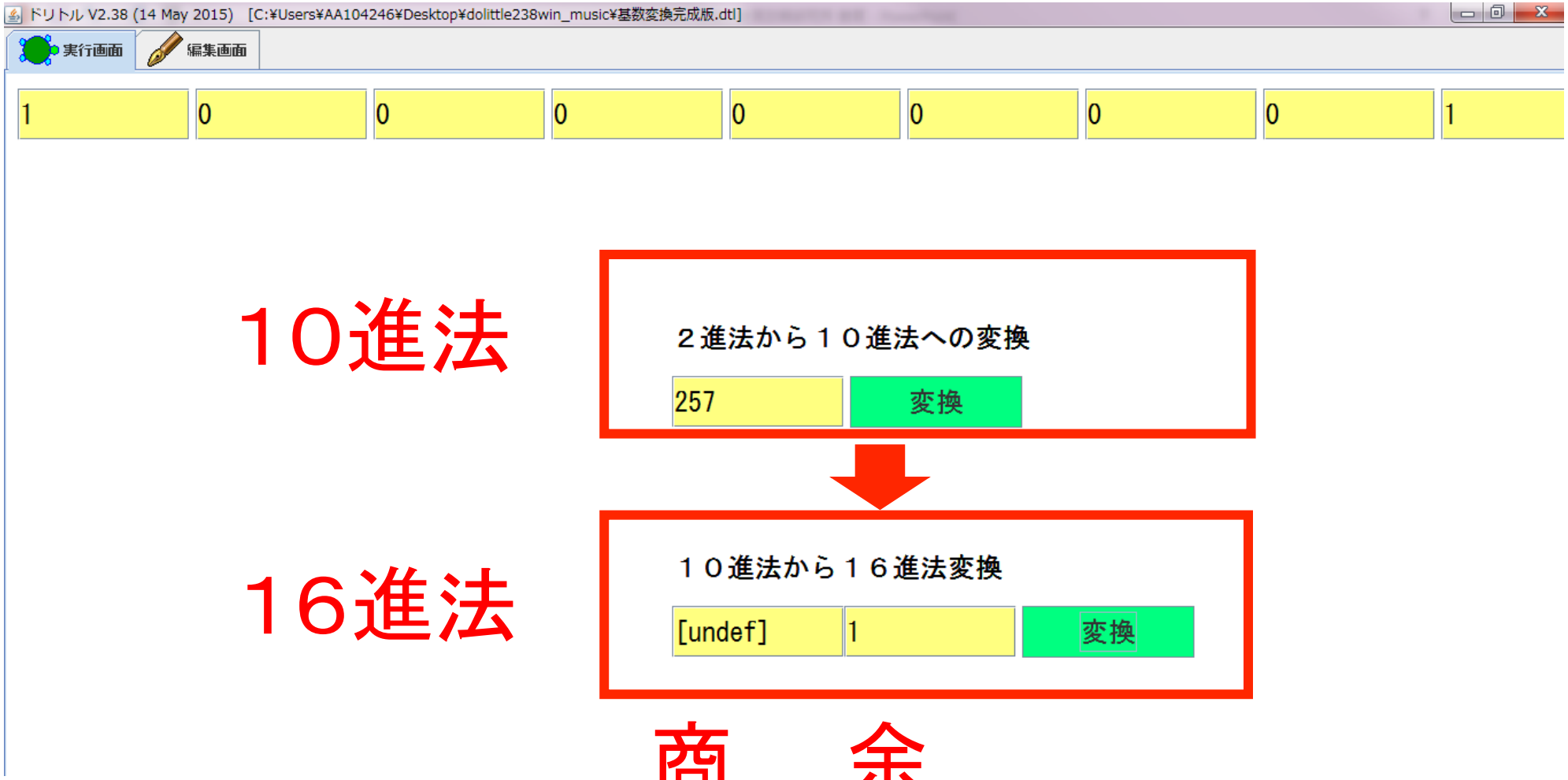


理解できた生徒は89%だったのに対し、
修正できた生徒は73%となった
理解を深めるにはこうした演習テストが必要である

発表の流れ

（1）プログラミングで“情報の科学的な理解”を深める
（2）仕組みの理解を“アンプラグド”で
（3）プログラミング“を”教える（ドリトル）
（4）プログラミング“で”基数変換を学ぶ
（5）プログラミングをどう“評価”するのか
（6）プログラミングで“できなかった”こと

昨年度は10進法から16進法のプログラムの改善に取り組ませた



商　　余

```
44 計算結果１６進法割る！（十六割！十六進表示割る）書く。
45 計算結果１６進法余り！（十六余！十六進表示余り）書く」。
```

１０．このプログラムを改良するとしたら、あなたはどうすればいいと思いますか？

わからない

１０．このプログラムを改良するとしたら、あなたはどうすればいいと思いますか？

まったくわからない。

0．このプログラムを改良するとしたら、あなたはどうすればいいと思いますか？

32進法をつくって、最大を32にすれば、256でやっても計算できると思う。そうなったらアルファベットがふえるから少し大変かも

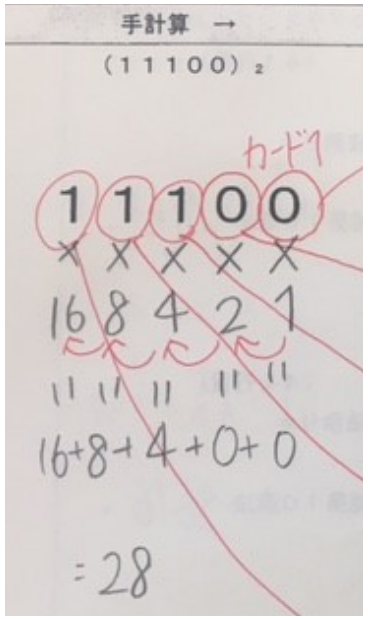
32進法　（50%）
分からない　（50%）

両方のバランスをしっかりと取らなければ深い学びにならない

ドリトルを教える

ドリトルで基数変換を教える

プログラミング的思考は人間の手順を
コンピュータの手順に置き換える考えでは？



- 手計算で基数変換をする力

↕

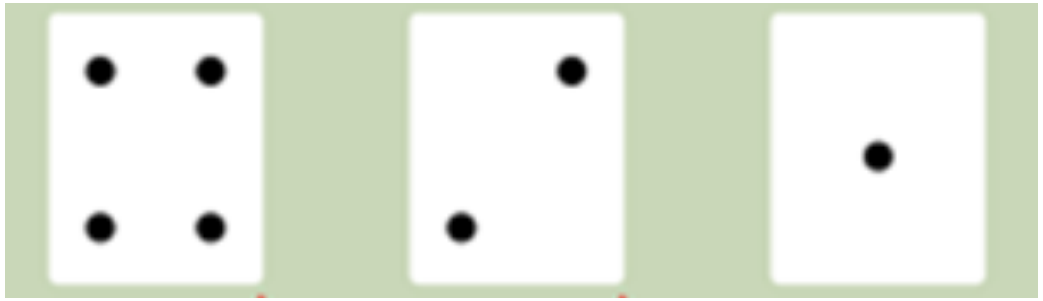
プログラミング的思考

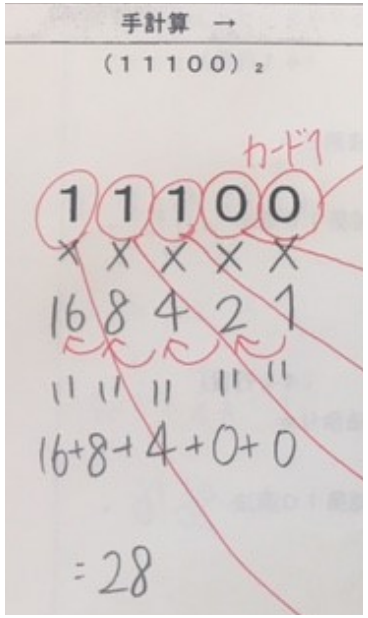
↕

- プログラムを作って
問題解決する力

```
ラベル４＝ラベル！”カード４”作る。
カード４＝フィールド！作る。
ラベル２＝ラベル！”カード２”作る。
カード２＝フィールド！作る。
ラベル１＝ラベル！”カード１”作る。
カード１＝フィールド！作る。

ラベル10進法＝ラベル！”１０進法”作る　－１００　１００　位置。
計算結果10進法＝フィールド！作る　－１００　５０　位置。
計算ボタン＝ボタン！　”変換”　作る。

計算ボタン：動作＝「
カード４＝（カード４！読む）。
カード２＝（カード２！読む）。
カード１＝（カード１！読む）。

十進計算＝カード１＊１＋カード２＊２＋カード４＊４。
計算結果10進法！（十進計算）書く」。
```

プログラミングで基数変換を理解させてみませんか

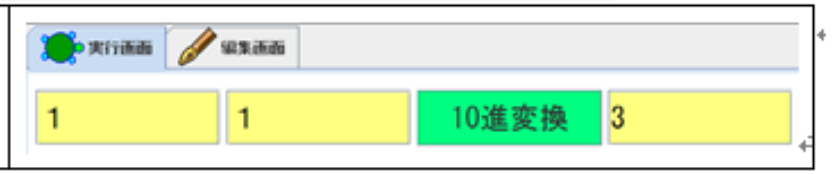




②ボタンを押したらカード２とカード１のデータを読み込み、計算するプログラムを作ろう

隣の人にプログラムができているかチェックを貰おう→（　　）

```
6 カード２＝（カード２！読む）。
7 カード１＝（カード１！読む）。
8 計算＝カード１＊１＋カード２＊２。
```



私が考える教科情報において プログラミング教育で学ばせること

- プログラミングで
情報の科学的な理解（仕組みの理解）
を深める