

## 進数変換に関する教授法の一考察 -人のペア作りの概念から包含除を考える-

御家 雄一<sup>†</sup> 伊藤 一成<sup>‡</sup>

青山学院大学大学院 社会情報学研究科<sup>†</sup> 青山学院大学 社会情報学部<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

平成 30 年告示の高等学校学習指導要領では科目「数学 A」の内容について、数学と人間の活動の中で二進法の考え方などについて扱うものとされている[1]。また科目「情報 I」の内容について、コンピュータとプログラミングの内容説明のなかで「コンピュータでの情報の内部表現と計算に関する限界について理解すること。」とあり、その理解のためには  $n$  進法を習得することは必須である。

令和 4 年 4 月発行の数学 A と情報 I の検定教科書では、位取り記数法の説明と基数変換の説明がされている。十進法を  $n$  進法に変換する際の説明について、いくつかの数学 A の教科書では計算原理から考えた例を提示したのちにすだれ算の方法を提示している。情報 I の教科書では十進法から二進法の変換はすだれ算のみの説明がされている。そのため、数学 A、情報 I とともに計算方法のみに着目して計算の意味について理解されないことが懸念される。そこで、十進法から二進法に基数変換の意味を理解させるための授業法の提案と授業実践について報告する。

### 2. 実践内容

#### 2.1 提案手法の立ち位置

生徒は二進法について学習済みであり、十進法表記の数値と二進法の数値が一致することと、位取り記数法については習得しているが、基数変換が未習である。

#### 2.2 実践に用いた人型ピクトグラム人形

生徒 1 人あたりに 16 体の人型ピクトグラム人形を配布した。配布した人型ピクトグラム人形は木の板を人型にカットし、片面を黒く塗りつぶしたものである。図 1 に人型ピクトグラム人形の形状を示す。



図 1. 人型ピクトグラム人形

ピクトグラムの語彙は意味するものの形状を使ってその意味概念を理解させる記号のことである。ピクトグラムはコンテンツ表現の抽象度の高さから、それを見た人物が自分自身や本人に関わる人物事物など想起させる効果があるといわれている。

我々は、これまでにこの人型ピクトグラム人形を用いたコンピュータサイエンスアンプラグドのアクティビティを多数開発している[3]。

今回、学習者の日常生活や経験と重ね合わせ、人数を数える過程と同様の環境を机上の人型ピクトグラム人形を用いてシミュレーションするアクティビティを開発し、実践したので報告する。

#### 2.3 実践手順

生徒一人につき A3 用紙 1 枚を配布し、机上に敷かせる。その上に人型ピクトグラム人形を 16 体置かせた。授業中は人型ピクトグラム人形をピクさんと呼称する。そのため本稿でも人型ピクトグラム人形を以後ピクさんと表記する。

生徒には机上のピクさんの人数を数え上げさせた。その際、生徒は「ひとり、ふたり、さんにん…」と数えながらピクさんを配置し、10 人になると円で囲い集合を形成し、十の単位で数をまとめるよう指示する。完成形を図 2 に示す。これは小学校学習指導要領解説で、十を単位とした数の見方の指導について「40 は 10 の 4 個分である」というように 10 の何個分かで何十になるとみたりすると説明されている[2]。

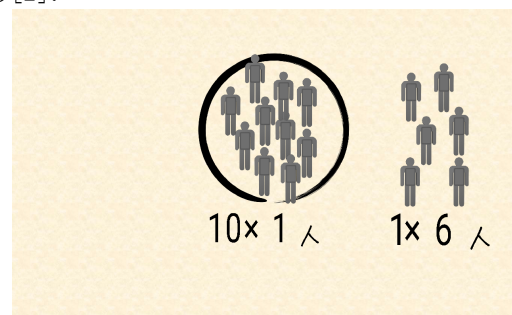


図 2. 人数の数え上げと十進法の概念

同様に二進法においても位取り記数法の各位に何人のピクさんが配置されるか考えさせる。ここで十進法と二進法の桁の重みを比較し、いずれも各桁は  $n$  倍ずつ桁の重みが増えていることに気づく。そこで十進法であればピクさんが 10 人ずつグループを形成していたことを同様に二進法では 2 人ずつ

アを形成することに気づく。そこで例え話として平成中期に流行した「2娘1」（ニコイチ）という表現を通じて、数のグループ化を体験させる。この場合のニコイチは仲良し2人組を表す単語である。各生徒の机の上にある16体のピクさんを扱い、16体のピクさんで2コ1を作る。8組になった2人1組それぞれを一時的に1人として捉えて、さらに2コ1を作る。それを繰り返す。すると16コ1ができる。

同様に15体でも実施する。15体で実施した際は図3のようになり、2コ1を作るたびに余りが発生する。その余りは置いておいて触れない。

この2コ1を作る手順は(ピクさんの人数)÷2をした際の商と剰余にあたる。また割り算には等分除と包含除が存在することを説明し、今回の割り算は2人ずつに分ける包含除であることを説明することで、机上のシミュレーションと計算式が一致するようにアプローチした。その過程を図3に示す。

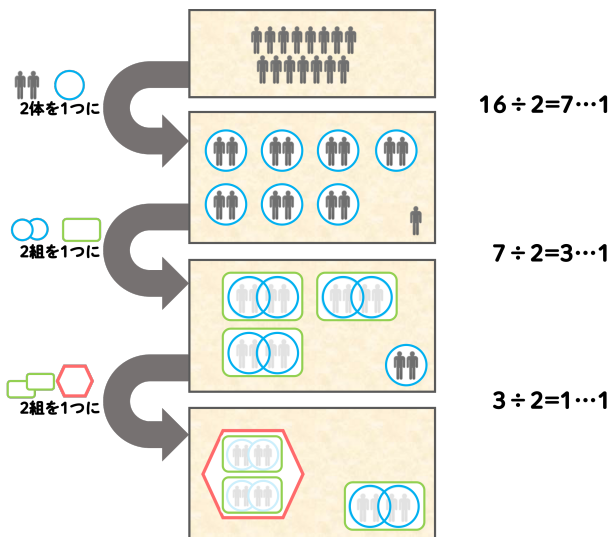


図3 包含除を繰り返し基数変換する過程

図3の左列は2コ1を表しており、真ん中列は2コ1の処理後に出来る結果を表している。右列はその際の処理を割り算の式で表している。

この手順を、初期配置の人数を繰り返した後に、すだれ算を説明した。

### 3. 実践評価

令和4年6月に東京都立の中等教育学校4年生(高校1年生に相当)140名に情報Iの授業で実践した。授業は一般的なパソコン室で50分間の授業のうち序盤の20分間で実施し、授業感想を収集した。感想を一部紹介する。「二進法の考えかたが、問題集をやったものの難しくちゃんと腑に落ちて居ませんでしたが、ニコイチの考え方を利用することにより簡単に私でも理解することができました。」「ピクをペアにする考え方が自分にはわかりやすく、す

っきりした。」「ピクをもちいて二つを束にして考えるというのは分かりやすかった。インターネットで調べると十進数から二進数の変換方法は出てくるが、なぜその方法で求められるのか解説していないものしかなかったのが非常に良かった。2で割っていくことで1桁ずつ取り出していく感じで、小学校の算数の位取りのイメージをもつと理解しやすかった。」

これらの感想から、基数変換について予習をした生徒は、教材で説明される内容では計算手法に着目されていたため、計算手順の深い意味を理解できただろう。事前学習せずに授業に参加した生徒はパズルゲームのように授業を楽しむと同時に、日常的に扱う除算の意味についての説明を新たに受け、その内容を理解し納得することができたと考えられる。

情報Iで人型ピクトグラム人形でニコイチを作ることを繰り返すことで計算手法の意味を考えることが、本実践の7ヶ月後に数学Aで基数変換を授業で取り上げられた際に思い出され、理解が素早くできたことを複数の学習者から報告されている。しかしながらそれを示す評価は実施できていない。そのため数年間に渡った長期的な調査が必要だろう。

### 4. まとめ

本稿では人型ピクトグラムを用いて十進法からn進法への変換の過程で位撮り記数法の理解とすだれ算の関係性を生徒に体験させその考察を促す教育方法の提案と実践報告した。

基数変換の教育においては単に手法の習得に留まりその背後にある意味を理解しない可能性が懸念される。しかし本実践の机上の人数数えシミュレーションを用いることで、基数変換の計算の意味を深く理解することが可能であることが示されただろう。基数変換は適切な手順を踏めば完了できるため、学習者が適切に手順通りに実施できたか、その計算の意味を考えながら変換したか評価は困難である。一部の生徒の感想に基づいた評価を行っているが、計算手法への理解や納得感に関しては、前向きな示唆が得られた。

### 参考文献

- [1] 高等学校学習指導要領(平成30年告示)  
[https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_03.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_03.pdf)
- [2] 【算数編】小学校学習指導要領(平成29年告示)解説  
[https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt\\_kyoiku02-100002607\\_04.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002607_04.pdf)
- [3] 伊藤一成, 吉田葵, 御家雄一, 米田貴: ヒューマンピクトグラムアンブレラド - 人型ピクトグラムを用いた統一学習環境 - 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 CE141, pp. 1-10 (2017)