

10進2進変換の原理の分かりやすい説明

梶浦 文夫

倉敷芸術科学大学生命科学部

(2009年10月1日 受理)

1. はじめに

平成15年度から高等学校で教科「情報」が必修となり、この教科の中で、2進数、16進数なども扱われるようになった。これらの基数変換の中で、2進数から10進数への変換についてはその原理も計算法も比較的説明しやすい。それに対して、10進数から2進数への変換の方法については「やり方」の説明はできても、「なぜそのように計算するのか」という原理の説明が難しい。そのため、教科書^{1) 2) 3) 4)}や参考書⁵⁾でも10進2進変換については「やり方」だけを説明している。

著者は大学で情報リテラシーや情報科教育法を担当し、長年にわたって「10進から2進への変換の原理の説明」に取り組んできた。その中で、標準的に使われている10進2進変換の計算法(筆算)の原理(なぜそのような計算のしかたをするのか)について説明を試み続けてきた。本研究では、主に黒板を使ってこの原理を分かりやすく説明する方法を考案したので報告する。

2. 2進数から10進数への変換

従来の教科書や参考書でも、「2進10進変換」については分かりやすく説明しているものが多い。その理由は、2進数の表記法の説明自体が「2進10進変換」の計算法を示しているからである。

図1に2進数のしくみとそれに基づく2進10進変換法の例を示す。普段使っている10進数を例に出し、それと比較しながら2進表記法について説明する。10進数が右端から1の位、10の位、100の位となっていることを確認しながら、2進数では1の位、2の位、4の位、8の位となることを説明する。そのことを踏まえた上で、「8の位に1と書かれている」ということは、言葉を換えれば、「8のかたまりが1つある」ということを表していることを理解させる。

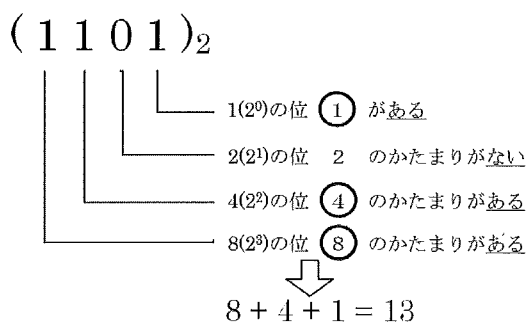


図1 2進数のしくみと2進10進変換法

同様に「4の位が1である」ことは「4のかたまりが1つある」、「2の位が0である」ことは「2のかたまりがない」、「1の位が1である」ことは「1が1つある」ことを表していることを説明する。

以上のように、2進表記法のしくみ自体が、2進10進変換へのヒントあるいは答えそのものになっているため、2進10進変換の計算のしかたは比較的説明しやすい。例えば、図2のように、2進数の各位の値に注目させ（下に小さく位の値を書かせる）、その位が1であればその位の値（かたまり）があり、その位が0であればその位の値（かたまり）がないということを表している。図2の例の場合は、16のかたまり、4のかたまりおよび2のかたまりがあることになる。こ

のように、2進10進変換は、2進数の説明自体が「10進数で言えばいくらになるか」の答えになっているため、非常に説明がしやすいという特徴がある。

$$\begin{array}{cccccc} (1 & 0 & 1 & 1 & 0) &_2 \\ \textcircled{16} & 8 & \textcircled{4} & \textcircled{2} & 1 & \end{array} = 16 + 4 + 2 = 22$$

図2 2進10進変換の計算例

3. 10進数から2進数への変換

2進10進変換と比べて逆方向の10進2進変換はその原理の説明が難しく、教科書や参考書でも計算の方法しか説明されていないものがほとんどである。また、説明があっても理解しづらいという問題がある。一般的な10進2進変換の計算の方法を図3に示す。

10進数を2で割り余りを求めていき、最後の商と余りを逆から並べたものが答えの2進数だというものである。商が1になった時点で終了させるタイプと、商が0になるまで割り続けるタイプがあるが、基本は同じである。

教科書や参考書にも図3のような計算法は載っているが、なぜそのような計算のしかた

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 69} \\ 2 \overline{) 34} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 1 \\ 2 \overline{) 17} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 0 \\ 2 \overline{) 8} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 1 \\ 2 \overline{) 4} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 0 \\ 2 \overline{) 2} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 0 \\ 1 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 0 \end{array}$$

$69 = (1000101)_2$

図3 10進2進変換の計算法

をするのかの説明はほとんどない。また、あっても分かりやすいものはない。

著者はこれまでも、図を用いて10進2進変換のしかたを説明する試みを行ってきた。その1つの例を図4に示す。図4の例では10進数の11を2進数に変換しようとしている。まず、学習者に2進数の各位の値を意識させる。右端から1の位、2の位、4の位、8の位である。図4のように、変換したい10進数の11を11個の四角で表し、左側から一番大きな位の値（8）の四角が含まれているか見る。この場合は含まれているので、8個分の四角を枠で囲み、8の位の位置に「1」を書き込む。

次に、残りの四角の中に、次の位の値(4)の四角が含まれているかを見る。残りは3個であり、4個の四角はないので4の位の位置に「0」を書き込む。このようにして、2の位の位置には「1」を、1の位の位置には「1」を書き込んで変換が終了する。

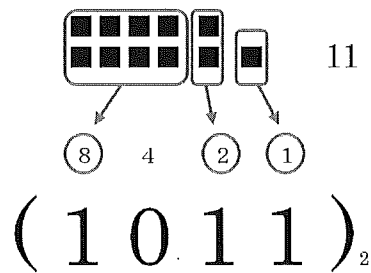


図4 10進2進変換のしかた

この説明のしかたは、学習者には分かりやすく理解しやすいと好評であった。しかし、図3の計算法とは逆方向の処理であるため、図3の計算法の説明には使えない。また、大きな数値に対しては使いづらいという問題がある。

4. 新しい10進2進変換の原理の説明

新しく提案する説明法を以下に詳述する。基本的に教師は黒板に手順を示しながら説明し、学習者はノートに記述しながら理解していくものとする。この例では10進数の11を2進数の1011に変換している。

まず、変換する10進数の数だけ横一直線に丸を描き、少し間隔をあけて丸の個数(この場合は11)を書く。

その状態を図5に示す。



11

図5では丸の中を塗り

つぶしているが、黒板や

図5 10進2進変換の原理の説明1

ノートに描くときは枠だけでも良い。丸と丸は離れていることが分かるように、ある程度の間隔を置いて描くようにする。

次に、図6に示すように、左端から丸を2個ずつ組にしていける。この例の場合は、2個組みが5組でき、余りが1個できる。図6のように、余りが出たことを注意書きして強調することが大切である。

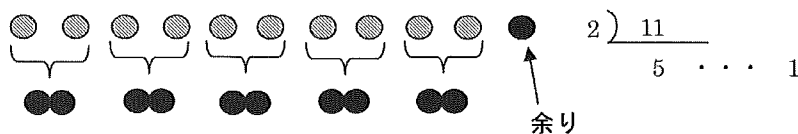


図6 10進2進変換の原理の説明2

図6の右側の筆算式は横書きにすると「 $11 \div 2 = 5 \cdots 1$ 」である。これは、左側の処理で言えば、「11個の丸を2個ずつ組にすると5組できて1個余る」ことを表している。逆に言えば、「右のような筆算は、左のような処理と全く同じことを数字だけで計算している」ことになる。この状態を数字だけで表せば、「 $11 = 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1$ 」である。

図6の状態からさらに2組ずつ組にしていくと、図7のようになる。図7の状態は、11個の丸が、4個組みが2組、2個組みが1組およびばらばらが1個にまとめられた状態である。数字だけで言えば、「 $11 = 4 + 4 + 2 + 1$ 」である。これは、左側の処理で言えば、「5組ある2個組をさらに組にして4個組にすると2組できて、2個組が1組余る」ことを表している。

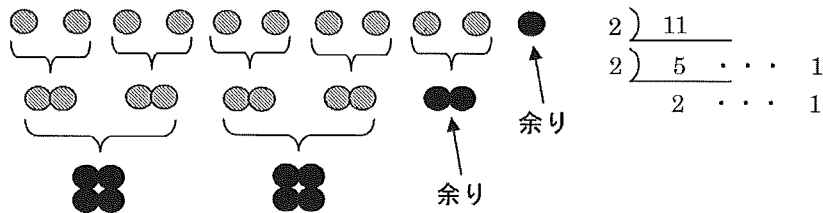


図7 10進2進変換の原理の説明3

図7の状態からさらに2組ずつ組にしていくと、図8のようになる。図8の状態は、11個の丸が、8個組みが1組、2個組みが1組およびばらばらが1個に分解された状態である。数字だけで言えば、「 $11 = 8 + 2 + 1$ 」である。これは、左側の処理で言えば、「2組ある4個組をさらに組にして8個組にすると1組になり、全体では8個組と2個組とばらばら1個になる」ことを表している。

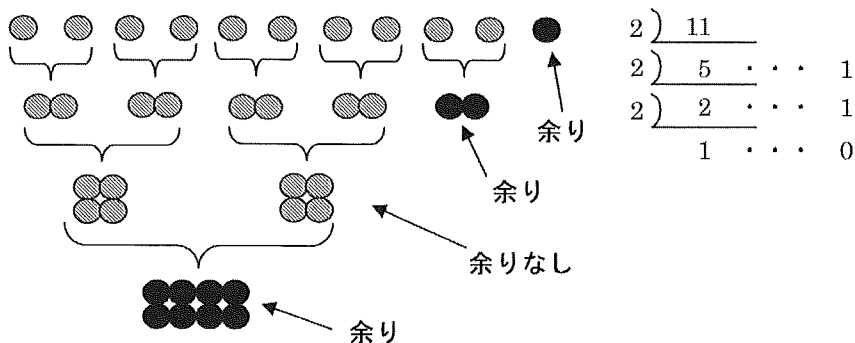


図8 10進2進変換の原理の説明4

以上のことをまとめると、図9のようになる。10進数の11は、8のかたまり、2のかたまりおよびばらばらの1に分解された。これを図9の右下のように2進数で書くと、「8のかたまりがあるので、8の位が1」、「4のかたまりはないので、4の位は0」、「2のかたまりがあるので、2の位は1」、「ばらばらは1個あるので、1の位は1」となる。以上の処理を数字だけの筆算で行うと、図8の右側のようになる。

実際に授業の中でこの説明をする場合は、次のような手順で説明をするのが良いと考え

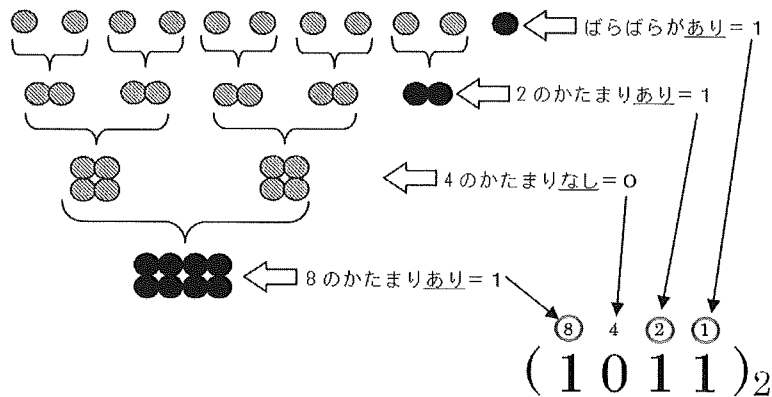


図9 10進2進変換の原理の説明5

られる。

- (1) 図5～図9の左側の手順(筆算の部分以外)を1段階ずつ説明しながら板書する
- (2) 2～3の例を与えて、ノート上で練習させ、(1)の手順に慣れさせる
- (3) 10進2進変換の筆算が図5～図9の左側の手順と全く同じであることを理解させる。

5. まとめ

黒板を使って10進2進変換の原理を説明する方法を考案しその手順を詳述した。提案した説明法は、変換すべき10進数の数だけオハジキ(丸)を描き、それらを2つずつ組にしていく方法で、ばらのオハジキ、2のかたまり、4のかたまり、8のかたまりにまとめ、2進数に変換していく。そして、このような視覚的体験的な変換の手順が、標準的に使われている筆算形式の計算法と全く同じことを、うまく説明できる。

これまで、2進10進変換は「やりかた」だけでなく比較的簡単に「原理」も説明できていたが、10進2進変換については、「やりかた」だけの説明で終わらせていた。今後は、提案の説明法で「やりかた」だけでなく、「なぜそのような計算のしかたをするのか」を説明し、学習者の理解をより深めることができる。

今後は、実際に大学の「情報基礎教育」の現場でこの説明法を試していきたい。また、担当している「情報科教育法」の中で、高校の教員を目指す学生たちにこの方法を薦めていきたい。実際の授業の中でこの説明法を試すとともに、さらに分かりやすい説明法を目指して改良を重ねていきたい。

文献

- 1) 中村祐治他編, “新版情報C”, 開隆堂, 東京, 2006.
- 2) 岡本敏夫他編, “情報B”, 実教出版, 東京, 2003.
- 3) 水越敏行他編, “新・情報C”, 日本文教出版, 大阪, 2006.
- 4) 水越敏行他編, “情報B”, 日本文教出版, 大阪, 2003.
- 5) 菅原彪他編, “ハードウェア技術”, コロナ社, 東京, 2004.

A Comprehensive Explanation on Principle of Decimal-binary Conversion

Fumio KAJIURA

*Dept. of Comparative Animal Science,
Kurashiki University of Science and the Arts,
2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712-8505, Japan*
(Received October 1, 2009)

In 2003, all of the Japanese high school students started learning a new subject “Information.” In this class students learn “binary number”, “hexadecimal number”, “binary-decimal conversion”, and “decimal-binary conversion” and so on. Among them binary number and binary-decimal conversion are not so difficult for many students to understand the principle and the method. But decimal-binary conversion is different from them. Decimal-binary conversion is not so difficult to understand the method but is very difficult to understand the principle, in other words, to understand why we use such a calculation method.

The author has also been teaching the method and the principle of Decimal-binary conversion in the class of “Information Literacy” and “Computer Literacy” for college students. This paper proposes how to explain the principle of Decimal-binary conversion.