

〔研究ノート〕

## 虫の視座で学ぶ数

宇野民幸

名古屋学院大学スポーツ健康学部

### 要 旨

虫の視座で数を理解すると、はたしてどのようなことになるのか。特に虫のなかでも、「昆虫」の世界において考えると、その足の数は6本であるため、人間がふつう数を表現している十進法ではなく、自然と「6進法」による位取りをおこなっていると考えられる。初等教育や幼児教育に携わることを志望している学生にそのような導入をして、就学前から小学生になる段階で学ぶ「位取り」の原理について、子どもにとっては何が難しく、また、面白くあるポイントであるのか、身をもって感じて意識してもらうために試みている実践研究について、ここで紹介する。

キーワード：数字，数詞，量物（半具体物），位取りの原理，初等教育算数

## The Representation of Numbers from the Viewpoint of Insects

Tamiyuki UNO

Faculty of Health and Sports  
Nagoya Gakuin University

---

発行日 2017年2月28日

## 1. はじめに ～虫の視座（6進法）とは～

はたして、虫が数を理解して表現していく際には、どのような過程を経るのか。数として、1～5までは通常の間と同じように考え、それを呼ぶには、「いち・に・さん・し・ご」と数詞をもちいて、また書くのには、「1・2・3・4・5」という算用数字で表記していたとする。虫の世界では、その次の数は、「6」ではなく、さらにその次にもう一つ数える必要がある場合を考えてみると（人間でいう「7」つめ）、足（指）がもう足りなくなるので、「6」を一束にして、もう一つという表現となるであろう。すると、人間でいう「6」は、「ひとまとまり」とする位取りの単位となる。すなわち、数字では「10」と表記されることが自然になる。そして、この数は、「じゅう」ではなく、「ろく」と呼ばれることにする。すなわち、「ろく」だけ数はあるが、数字の表記としては、位取りをして「10」と表現されていることになる。

上記のように授業において展開すると、この段階で、学生は「??」となる様子が見られる。数を6つずつまとめて位取りをする、「6進法の原理」について考えているのだが、このように（虫の世界の）算数として、学んだ経験はないのであろう。特に、「10」と数字で表記して、「じゅう」と呼んで、実際には（人間の）「6」を表すことでもよいが、それでは人間としてこれまでもちいてきた「10」と、実際の数は異なるという意識を持ちにくいであろう。ゆえに、あえて「ろく」と呼んで、「10」と数字では書かれても、実際には（人間でいう）「6」個のものを表していることを意識する手立てとしている。この段階で同時に学生には、6進法の原理を振り返りながら、「なるほど」と納得して学ん

でいる様子も見られてくる。

すると、その続きの数字は「11」となり（人間の「7」）、その数詞としては「ろくいち」と呼ばれることが妥当ということになる。先ほど、「??」となった学生の中には、さらに「???」となる場面があるが、これは算数科の理解から、十進法においては、今や誰も当たり前、ほとんど何の疑問もなく、数字も数詞も使える状況となつてはいるが、位取りの原理そのものを理解するとなると、十進法以外においては、簡単ではない実際がある。これまで、数学や情報の授業において、数字のn進法への変換や、あるいは、n進法から十進法への変換は、ほとんどの学生が学んで修得しているが、その計算の方法や、どちらがどちらの方法かを忘れていたり、また計算法は覚えており、できる場合でも、必ずしもその原理を理解しているわけではないことが少なくないことが推察される。

この、「11（ろくいち）」に続く数の表現は、「12・13・14・15」という数字になり、それぞれ「ろくに・ろくさん・ろくし・ろくご」と数詞で呼ばれることが自然に考えられる。

このように考えていくと、なぜに改めて、そんな分かりにくい表現を今さらしようとしているのか、という疑問を露わにする場合も学生に出てきたり、また、これまで「じゅう」としていたところを、「ろく」と呼び換えてしまえばこなせると、その手軽な理解を助言する学生も出てくる。

この一見、面倒な書き方・呼び方をする理由は、こどもにとって「初めての位取りの原理」とは、同様の概念の理解を必要とされている状態であること、また、「じゅういち」を「101」と書くなどの、つまずきが生まれるのは、まさ

に、その概念の把握に関わることであるため、そこを根本的に、また、リアルにも体感してもらおうための方法として考えていることにある。

さらに、虫の世界においては、「15」の次は、「20」という数字になり、その数詞について考えることになる。

## 2. ものと数の仲介について

上述のように虫の世界で数を考えていくと、あまりn進法について、こだわって考えていない場合、「??」が増える状態も考えられる。どこか分かる部分があるが、しかし曖昧であることより、たえず「？」が生まれてくる状況となる。そのような場合にも、もの数を数字にしたり、数詞で表現したりする場合には、それをいわば仲介する図や絵の表現があると、その理解が確かなものになっていく場合がある。

例えば、虫の世界の1から10（ろく）までのくだけは、次のようである（図1）。

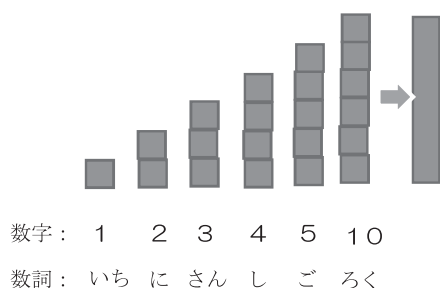


図1

虫の世界の算数では、自然な数の学びと考えられるが、人間の目で見ると確かに違和感がある。ゆえに、それを理解するために、次の図は有効と考えている（図2）。

このような表現は、言葉にするよりも説得力がある場合がある。そして、5の次を「10」

と表記することの（人間としての）違和感は、さらにもう1つものがあった場合を考えると、そのものを結束して、「0」を導入することによる表現を理解することで、（虫にとっては）自然の流れであることがわかる。

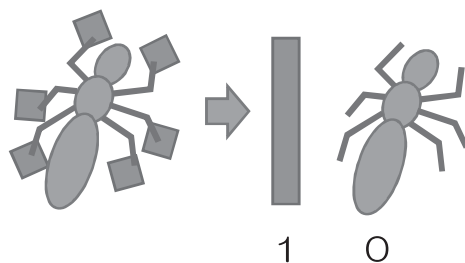


図2

次の図3において矢印で示したように、ものを入れる空間とした、ものがあってもいい場所に「ない」ことが、「0」という表現につながるよう、「3→2→1→0」とし、そして、「13→12→11→10」と図や絵とともに考えていくと、「れい」の概念を理解できて、「ろく」の数字「10」も納得できるものになる。ここでも、ものと数との仲介となる、図のような表現が有効となることが分かる。このような仲介の存在は、モンテッソーリ教育では、「量物」と

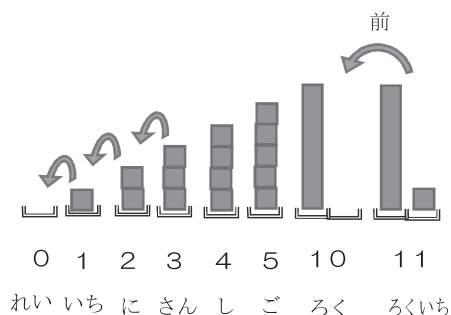


図3

呼ばれ、数学の教育協議会などにおいては、「半具体物」と呼ばれている。

### 3. 数詞の類推

ここで一旦、人間の、特に日本人の意識に戻って考えてみると、「いち・に・さん・し…く・じゅう」そして、「じゅういち」「じゅうに」という数詞は、十進法の位取りに即してつけられていることが確認できるが、他の諸国の数詞を調べてみると、まず英語では、「ワン・トゥー・スリー・フォー…ナイン・テン」の後には、「イレブン」「トゥエルブ」と、必ずしも位取りには即していないことが分かる。ドイツでも、「ein (アイン)・zwei (ツヴァイ)・drei (ドライ) …neun (ノイン)・zehn (ツェーン)」の後には、「elf (エルフ)」「zwölf (ツヴォルフ)」となり、やはりここでは十進法には即しておらず、またフランスでは、「un (アン)・deux (ドゥー)・trois (トロワ) …neuf (ヌフ)・dix (ディス)」の後、「onze (オーンズ)」「douze (ドゥーズ)」となり、さらに「treize・quatorze・quinze …」と続いている。すなわち、11・12の数詞については、英語では、「テンワン・テントゥー」とはならず、ドイツ語でも、「ツェーンアイン・ツェーンツヴァイ」とはならず、そしてフランス語でも、「ディスアン・ディスドゥー」とはなっていない実際がある。すなわち、日本語では、十進法の位取りに即して分かり易く数詞がつけられているという特徴があり、先の6進法の数詞とは、いわば、日本における数詞の付け方から類推して、虫の世界の数として考えていたことになる。

その、いわば日本における蟻や蜜蜂の視座による、「ろくいち・ろくに・ろくさん…」という

数の学習が、先の量物の仲介によっても納得されてきたところで、次の学習の節目、あるいは壁となるのは、次の場面である(図4)。

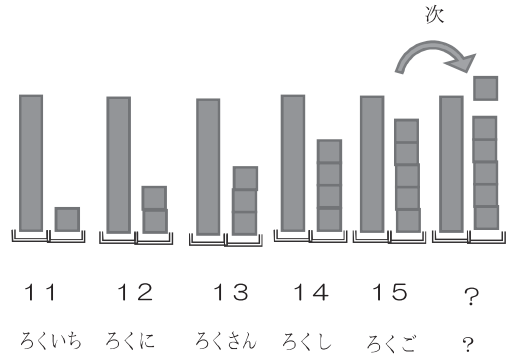


図4

このあたりから、学生は数字の?は、「16」とはしないように、また、「16」と取りあえず試してみても、虫の身としては不安そうである。そして、先ほどの蟻の絵や、またさらにものが一つ増えた状況などをヒントにすると、「15」の次の数字は、「20」であることに納得がいくようになる。ここまでくると、位取りの原理がだいぶ身につけていることになる。

そして、「20」の数詞については、仲介を頼りにしても、主に二通りの考え方が出てくる(図5)。

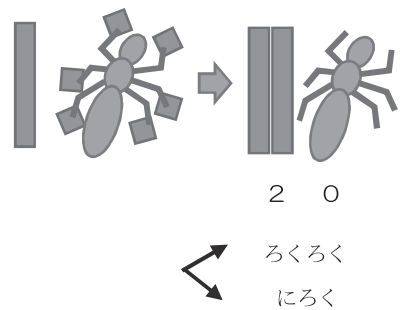


図5

ここは、「ろくろく」と「にろく」の、どちらの可能性も残して先に進んでみることにすると、次のことが分かる（図6）。

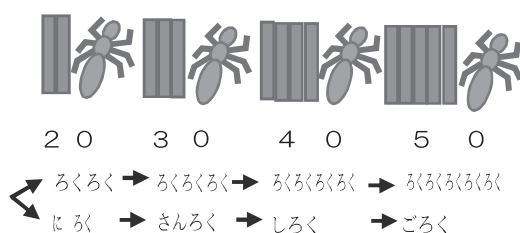


図6

このことを先回りして考えて、「ろくろく」では、その後も同じ規則に従って考えると、「ろくろくろく…」と呼ばなくてはいけなくなることから、「にろく」の方が良いであろう、という判断の声も聞かれるようになってくる。意外に、「人間は『にじゅう』とするから、虫では『にろく』となる」という、人間の知恵に頼った意見はあまり出てこないことから、こちらが、それをあえて確認することもある。ここは、虫にしっかり成りきった方が、位取りの原理やその難しさを体感することになる、すなわちここでは、「2 0」の呼び方の正解を必ずしも急いで求めるのではなく、その根拠を自ら感じて、あるいはその経緯を類推して納得したい、という態度の現れと捉えたいところである。

#### 4. メインテーマの壁 ～3ケタの大台～

この段階までくると、虫（6進法）として、2ケタまでの数は、読んだり書いたりして表現できることになる。そして、その6進法とは「0・1・2・3・4・5」の6つの数字をもちいて表現する方法であることも、身を持って

理解し出している感もある。そして、最後に考えて欲しい、授業のいわばメインテーマとして、「5 5」の次の数の表現がある（図7）。

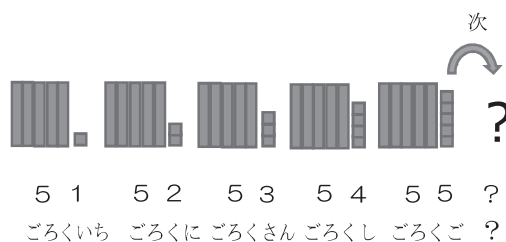


図7

この「5 5」の次に来る数の表現として、絵や図をもちいた表現、数字、数詞を（どれかでも）考えていく展開をする。数字としては、6進法の「0～5」のみをもちいるルール、すなわち、「6は使わない」ことを再確認することが、考えるためのヒントとなる。

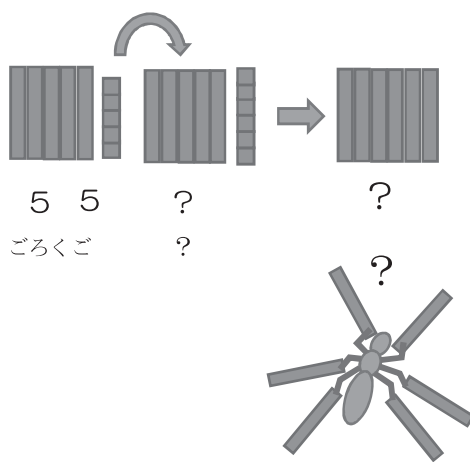


図8

図をもちいた表現としては、まず、図8の上のようにして考えられるが、「6」を使わないとなると、このままの表現では、数字や数詞につ

いては、やはり、考えさせられる場面となる。その時に、あえて図8のように、蟻の絵で具体的に表現する試みの意図は、「10(ろく)」の位の束を数えていっても、手(足)いっぱいとなる事態となり、蟻として、のっぴきならない状況であることを意識してもらうためである。

さらに、ものがもう一個ある状況を数えようとした場合に、この状態のままでは、「無理」であることが分かる。ゆえに、「束をさらに束ねておく」という発想に至ることを期待する。これが、まさにあらたな位「100」への繰り上がりである(図9)。

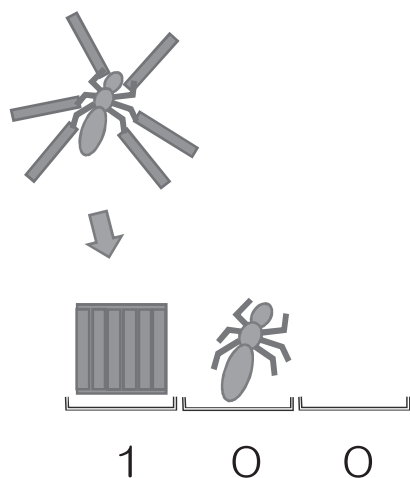


図9

これで、図的な表現と、あらたな3ケタの数字の表現「100」に至ることになる。そして、この「100」を、「どのように呼ぶか?」ということが問題になる。人間は、その数字を「ひゃく」と呼んでいるが、これは十進法での呼び方であり、その数は「ひゃっこ」とは異なる。実際に、十進法で数を表現すると、今初めての6進法の3ケタの数字として示されている「100」は、「10(ろく)」の束が、6本あることより、 $6 \times 6 = 36$ 個であることが分かる。

このように、6進法での「100」は、十進法での「36」であるという理解も、この図的な表現により確認し易いことが分かる。

さて、この「100」についての数詞の表現を、しばらく考えてみると、どのように呼ぶべきかという正解はこれまでの学びにない、ということがいえる。人間の十進法に戻ってみると、「いち・に・さん…く」、そして「じゅう」と、それを組み合わせて「じゅういち」など、表現していた2ケタまでの数詞からは、「ひゃく」という呼び方のヒントは確かにないことが分かる。ゆえに、ここは、「自由に命名していいところ」であることに気付く。それで、学生にその命名の案を、銘々に募ると、控えめそうにもいろいろと出てくる。

それは、「りゃく」や「りょく」など、「ろく」と「ひゃく」の合の子であろう表現や、「スーパー」や「オーバー」など、あらたな3ケタという位に突入していることを強調している表現、そして、「むし」や「か」、あるいは「だいこん」など、ここまでの流れである6進法を考えている背景や、図的な表現のイメージからの発想もある。そんな中から、合意を得てクラスで統一して呼び名を決めることにする。今年度、本学のクラスでは「だいこん」が採用された。すると、次のように、さまざまな(すべての)3ケタの数が表現できることになる(図10)。この段階まで来ると、これまで不可思議な表情をし

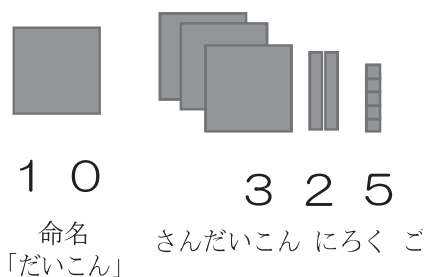


図 10

ていた面々や、当たり前かのような面々も、何らかの納得や笑みをこぼす場合が見られる。初めて十進法で3ケタを知る、小学生の児童も、このような興味のもとで学んで欲しいと感じさせられる場面である。

そして、小学校の算数科と同様にして、3ケタまでの仕組みを理解できることが節目となり、その位取りの構造と関連して筆算の仕組みを確かな学力とすることで、4ケタ以上についても自力で解決していくことが期待できる。

このように、虫の世界(6進法)の「100」には、新たな数詞の表現が必要となることについて、通常の十進法と比較させた図表により、次のように分かり易く、本学のホームページの企画に紹介いただいている(図11・図12)。



図 11



図 12

(名古屋学院大学教育学習センターのブログ「学生と先生を繋ぐ連続企画★Bridge★No.30」2016年7月1日より)

### 5. 「抜き打ちテスト」と称して

上述のように、虫の世界の6進法について、その数字と数詞の表現について、3ケタの数まで学び、クラスで統一した数詞も決めたところで、では「抜き打ちテスト」をします、と宣言する。小学校風に、そのように言うのであるが、ほとんど死語であるのか、学生はあまり本気にはしていないようである。本年度は、「やったー！」とう声が聞かれ、嬉しい限りである。教職を志望する学生には、将来、そのような声を、児童から得てもらいたいと感じる。この「抜き打ちテスト」とは、ここまで学んで来た虫の世界で、読み上げられた数詞を数字に直して書く、というものである。抜き打ちテストというから、気合いを入れ過ぎ、人間に戻り、6進法で表現されるその数を、十進法の表現に計算し直して数字を書くという学生もいた。

これは、ここまで虫として学んだ、6進法の数詞を聞いて、そのまま虫の世界で数字にする

という課題であるが、具体的には次のような問題を読みあげる（表1）。

全問正解となる人も少なくないが、結構苦戦して満点が難しいことも自然である。授業の展開を途中から聞いていない場合、まさかの零点となる。問題の数詞は読みあげるのだが、一度、わざと速めに読んで、二度目に比較的丁寧に読むと、集中してくる様子が多くみられる。読まれた数詞は、言葉の文字のまま記すことはNGというルールにして、先ほどの絵や図的な表現

「3 2 4」、問2「1 5 2」、問3「2 0 5」、問4「4 4 0」、問5「5 3」、問6「3 1 0」、問7「1 0 2」、問8「1 2」、問9「4 0」となるが、問4や問9に関しては、算数科において、4の数詞「し」は、「よん」とする場合もあるため、その呼び方でも再度伝えることにしている。

この「抜き打ちテスト」を通して、改めて気付いて欲しいこととして、問1など、どの位においても、「2～5」の数字がある場合には、

表1

抜き打ちテスト「数字にしましょう」	
問1	さんだいこん にろく し
問2	だいこん ごろく に
問3	にだいこん ご
問4	しだいこん しろく (よんだいこん よんろく)
問5	ごろく さん
問6	さんだいこん ろく
問7	だいこん に
問8	ろく に
問9	しろく (よんろく)

についてはOKとする。この、前者はコメントするが、後者はあえて初めはコメントしない。

数詞と数字の仲介となる図や絵の表現は、位取りの原理を根本的に理解する手立てとしても大切であり、算数教育では、必ずもちいられること、また幼児教育においても、例えば、モンテッソーリ教育の重視する数量感覚の学びにおける、数詞と数字そして数量との関係（松浦，2004）の大切さについて、身をもって意識できる機会となる（図13）。

先ほどの「抜き打ちテスト」の正解は、問1

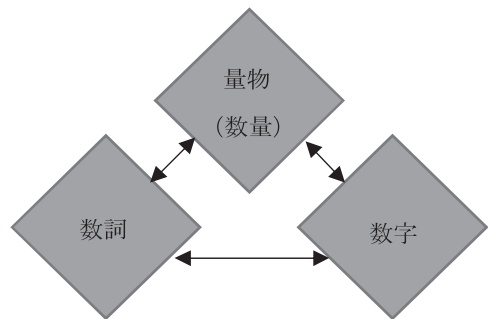


図13

「モンテッソーリ教育が見守る子どもの学び」

（松浦，2004）から

「何だいこん、何ろく、何」という呼び方になるため、そのパターンに慣れることで、比較的に正当を得易いことが分かるが、特に「1」については、「1 0 0」は「いちだいこん」とせず、「だいこん」と呼び、「1 0」は「いちろく」とせず、「ろく」と位の数詞をそのまま呼ぶ慣習がある（とする）ため、問6や問7では、少し考える間をとる感じとなる。また、問3以降で、「0」が含まれる、いわゆる空位がある場合は、うっかりミスやつまづきにつながり易くなる。そして、2ケタの問題を復習がてらに急に混在



すると、特に3ケタの習いたてにおいては、いくらか戸惑うこともある。

6. 学習効果について

上記の「抜き打ちテスト」に対して、1回目には読まれた数詞を聞くだけで数字に直すテスト(1st)をした後で、今度は、上記の量物(数量)に対応する、これまで虫の世界でもちいてきた図的な表現を描いてから、数字にする(2nd)というテストをおこなった。すると、正解数の結果には、次のような有意差が出て、学習の効果としての表れとみることができる(表2~表4)。

表2

正解数	5	6	7	8	9	計
1st	0	1	5	15	25	46
2nd	1	0	2	5	38	46
計	1	1	7	20	63	

$\chi^2$ 分布確率(df4) 0.027 < 0.05

表3

正解数	~7	8	9	計
1st	6	15	25	46
2nd	3	5	38	46
計	9	20	63	

$\chi^2$ 分布確率(df2) 0.013 < 0.05

表4

正解数	~8	9	計
1st	21	25	46
2nd	8	38	46
計	29	63	

$\chi^2$ 分布確率(df1) 0.0035 < 0.01

それぞれの表において、一回目(1st)は、数詞が呼ばれるのを聞いただけで、その数を数字にして書く抜き打ちテストの結果であり、二回目(2nd)は、数詞を聞いて、絵や図的な表現にして

描いた上で、数字にするよう促した上での結果である。

表2は、テストの正解数と人数をそのまま表にしたものであり、度数となる人数の少ない正解数の階級があるため、その階級を合併したものが表3であり、さらに合併して、正解数が8問以下と全問(9問)正解とで階級を分けたものが表4である。どの場合においても、 $\chi^2$ 乗検定により、それぞれの自由度で独立性を検定すると、5%未満で有意差がある。特に、最後の合併した区分け(表4)においては、1%未満で有意差が示され、独立性が棄却される。

この授業で、虫の世界を体験してもらった学生らの振り返りの自由記述には、次のようなものがあった。文末に示した、数字と矢印は、「抜き打ちテスト」の結果の変化を示しており、例えば、(8⇒9)は、1回目のテストで8問正解、2回目では9問正解であった場合である。

- ・ 図をかきながら数字を書くとき、間違っていたと答え合わせをする前に気付けたので、最初は図をかきながら定着させることが大切だなと思った。(8⇒9)
- ・ 3けた目の数詞は確かに十進法でもまったく異なるものを使ってるということを実感してびっくりした。(8⇒9)
- ・ 十進法の十、百も子どもは初めて触れるものかも知れないので、今回と同じように感じる子もいると思った。特に0の所は注意しなければならないと思った。(9⇒9)
- ・ 百の位を「蜂」(はち)にしていたら、よりややこしくなって面白いだろうなと思った。(9⇒9)
- ・ 昆虫の数を学んでみて、初めて10とか、100とかを意識しました。今日の授業の

ように視点を変えてみて初めて気付けたことがあっておもしろかったです。(9⇒8)

- ・ むずかしかったです！どうしても「10」を「いちろく」じゃなくて「ろく」ということになれなくて、「100」とか「1000」を「いち」をつけずによむことが他の生物？からしたら難しいのかなって、これも不思議だなと思ったことです。(9⇒7)
- ・ 数の操り方になれていないと、こんなに頭を使うのだなと思いました。小学1年生の気持ちが少しだけわかりました。速く言われれば言われるほど焦って、ジタバタしてしまうので、よっぽど頭の中で整理しておかないと空位のあつかいなどが難しいと感じます。(9⇒9)
- ・ 私も、幼稚園に通っていたときは空位がわからなかったことを覚えています。今では当たり前になることでも、小さい子どもは分からないことがあることを実感しました。(9⇒9)

## 7. おわりに

～子どもスポーツ教育学科において～

最近、この授業の導入としては、「なぜに、私たちは十進法をもちいるのか」から始めて、では虫、特に「昆虫」であったら、として何か昆虫の絵をまず描いてもらうことを試みている。

特に「昆虫」と宣言しても、足が6本ではない様々な生物も登場してくる。そこでは、蝶やトンボなど、羽が目立つものもあるため、足の数が分かるようにすることも促していく。これらの足のリアルな状態や、羽の裏側（腹側）な

どは、ネットでこそ簡単に見られる時代であるが、その便利さと併進して、実際に昆虫を見る機会、手にする機会は減っていることから（環境庁、1996）、得体が知れない、気持ちが悪いと感じる場合も増えているようである。小学校や幼稚園の先生を志望する学生の場合でも、その傾向は少なくないであろう。それは、確かに、実際に手に持ったり、何とか掴もうとした時の、まさに、その厄介さを体験していないと、なお、それは、厄介そうで、できれば直接的には関わりたくないものとなるであろう。今や、写真を見るだけでNGとなることがある影響を受けてか、昔からある小学校の学習ノートの表紙も、虫が激減して、現在は花が中心となっている。

本稿で紹介した取り組みへも、「やはり、私は十進法のみまでよい」、「なぜ、わざわざ面倒くさいことを考えているのか」という意見や雰囲気も、学生から出ることがある。先に紹介した学生たちの意見には肯定的なものが多く、そのように、子どものつまずきのポイントを身を持って意識するという趣旨は、伝わっている場合もあれば、これまでの十進法の便利さ、暗黙の理解と知識を、わざわざ壊したくはない、という意識も働く場合があるということが推察される。

本学で立ち上がった幼稚園・小学校の教職を目指す学科の学生においては、先の命名する数詞であれば、「だいこん」という図的なイメージを大事にした発想が出て、大半の支持を得たり、その数の学習には、やはり違和感を初めは示していても、「やっとなやんでいることがわかった！」と、納得しながら学ぶ前向きな姿が見られた。

その学科の特性から、スポーツや健康という事柄は、やはり他人事ではなく、身を持って納得して体験する、また、納得するまでおこなう、

そして挑む，ということをお大切にすることを心意気と根性と捉えられ，今後も期待して展開を考えたいところである。

最後に，本論考のタイトルおよび参考とする文献について有益なご助言と議論をくださった同僚の四方田健二先生と，ホームページの紹介用に分かり易い図もご作成くださった加藤めぐみ氏に感謝を申し上げる。

#### 引用文献

松浦公紀（2004）モンテッソーリ教育が見守る子どもの学び，学習研究社，pp106－107  
名古屋学院大学教育学習センターブログ「学生と先生を繋ぐ連続企画★Bridge★No. 30」  
<http://blog.ngu.ac.jp/kgakusyu/2016/07/bridgeno30.html>（2016年10月31日参考）

#### 参考文献

宇野民幸・神谷典子（2014）はじめての0について－幼児と児童の0－，名古屋女子大学紀要，第60号，pp95 - 106  
宇野民幸（2014）表象として学ぶ0，名古屋女子大学紀要，第60号，pp107 - 114  
環境庁（1996）平成8年版環境白書