

数学教育の思想性の考察（第2報）

本 間 俊 宏

概 要 数学教育の思想性について考察するとき、コンピュータ科学の思想には、数学教育のヒントになるものがある。本稿では、コンピュータ科学の中にある数理について考察する。

検索語 数学教育の思想 コンピュータ科学の思想 デッドロックの数理

I 研究の目的

第1報では、数学の概念の背景にある思想にまで踏み込んだ数学教育について考察を試みた。そこでは、数学教育の教材から、整数の除法、実数の構造、微積分、座標と次元、集合、不確定事象などにある思想について考察した。さらに、コンピュータの発達との関連で数理科学からのアプローチとして、アルゴリズム、グラフ、ファジィ、フラクタルなどにある思想について考察した。

第2報では、コンピュータ科学の思想、たとえば、「アルゴリズム」は、その学習によって結果にだけ着目していた子どもたちが、プロセスの重要性に気づき、プロセスそのものを楽しむように変質したという仮説（実証がすすんでいるとはいえない）が提起されている。そこで、コンピュータ科学の思想について、数学教育の視点からの考察を試みる。

II 研究の方法

小学校6年生の兄と4年生の妹の対話で構成された次の絵本から研究テーマを選び、小学生を対象として実践的な研究を試みる。

徳田雄洋（1990）「はじめて出会うコンピュータ科学」（全8巻）岩波書店
この絵本には、各巻にコンピュータ科学のテーマがある。それらを、数学教育の視点から列挙する。「 」は巻の題名、（ ）はコンピュータ科学のテーマ、

○囲いの数字はその項目である。

1 巻. 「1 と 0 の世界」(ハードウェア)

- ① 2 進法の数理
- ② 論理回路
- ③ 演算回路

2 巻. 「あいまいな文」(自然言語)

- ① 自然言語の数理
- ② 論理的パラドックス
- ③ 命題論理

3 巻. 「こわれている電卓」(情報構造)

- ① カッコ構造の数理
- ② 計算とメモリーの数理

4 巻. 「カッコのない国」(コンパイラ)

- ① 構文の数理
- ② スタックの数理
- ③ 構文の変換の数理

5 巻. 「どんどん出てくる絵」(図形処理)

- ① あいまいな絵
- ② 再帰的処理による絵
- ③ フラクタル図形
- ④ 一筆書きの数理

6 巻. 「山の背くらべ」(アルゴリズム)

- ① 選択問題
- ② 整列問題
- ③ 併合問題

7 巻. 「終わりのない仕事」(ネットワーク)

- ① ネットワークの数理
- ② メッセージ伝達の数理

③ 終了判定の数理

8巻.「人気のあるレストラン」(オペレーティングシステム(OS))

① デッドロックの数理

② 連続領域確保の数理

③ OSのフォーク操作の数理

④ OSの時間逆行操作の数理

今回は、8巻の①デッドロックの数理を考察する。

Ⅲ デッドロックの数理—子どもの作例から

デッドロックの数理として、この絵本では、次の4つの例をあげている。

例1 右側通行の道路で、北からの自動車の列、東からの自動車の列、南からの自動車の列、西からの自動車の列が、それぞれ交差点へ向かった。どの交差点にも信号機がなく、それぞれの自動車の列はどんどん前へ進んでいき、しまいには、どの自動車の列もまったく前へ進めなくなったという。

例2 ある外国の大学に入学しようとするとき、その大学は、日本にあるその国の大使館の発行するその国への入国許可書がないと、最終の合格証明書は発行できないといい、その国の大使館は、その大学の発行する最終の合格証明書がないと、その国への入国許可書は発行できないという。

例3 2つのロボットがそれぞれ自分のボールを運んで、相手のゴールへ早く入れるコンテストで、どちらもまず、自分のゴールに網のふたをかぶせて、相手が自分のゴールへボールをぜったいに入れられないようにしたという。

例4 絵の具をよそのクラスの友だち2人に貸したとき、2人とも5色の絵の具(赤、黄、青、白、黒)がそろわないと絵は完成しない。とりあえず、1人に赤、黄を、もう1人には青、白、黒を貸したところ、しばらくして、どちらの人も、自分の絵が完成してからでないと、相手に持っている絵の具を渡せないといいだしたという。

中道一夫・植山睦子の両教諭の協力によりこの4例を小学校6年生に説明し

た。(注)

デッドロック＝行きづまり現象

とまとめ、子どもたちに体験にもとづく例を書かせ、解決策も示させた。架空の例でもよいかという子どももあり、それでもよいことにした。

以下、子どもたちの例を紹介する。原文のまま掲載する。

A：①思い出そうとしても急にド忘れして思い出せなくなること。

②塾で○番の○を問くと帰れるのにどうしても分からなくて帰れないこと。

③事業をするのに大金を借りた人に貯金を全部おろしても返せなくて、毎日さいそくをしにくること。

(感想) この行きづまり現象はいつになっても残ると思うけど、それを解決するのは人1人1人がゆずり合うことが大切だと思う。

B：①宿題をわすれて、目の上に学校があるが、わすれていくと先生におこられるから、家にかえると、家があかなくて、その内、時がたち、みんなが帰っていき、小学校の友達が帰ってきて、もしみつかると、「何で、学校、休んだん」ときかれると、家の中にきこえてしまうどうしようもない状態。

②遠い所に、行き、いきなり、台風がきて、かさが、飛んでいき、雨がはげしくふってきて、どうしようもない状態。

③今の世の中で、(仏、中国)が、核をつかうといい、他の国がそれを批判するが、国連などが憲法でそれを禁止するまでは核をつかいつづけるという状態。

(解決) 小さな国が、だんけつする。

C：①勉強が行きづまって遊んでいる。

(解決方法) ①遊びまくってそれから勉強をはじめる。

②ずっと遊びつづける。

②〇〇先生になぐられかけた。

(解決方法) ①なぐりかえす

②にげる

③なぐられる

D : ①父親とぼくになんだかあって「塾行くな！」と言われて「いやです行きたいです。」と言うと父親に「じゃあなんでちゃんとせいへんねん言うてみる。」と言われた時。

②ある男の子が「見せろ。」と言ってぼくが「いやだ。」と言ったらその男の子が「あの秘密をばらすぞ。」と言われた時。

③勉強がはかどらないとき母親に「スピードあげてやれ。」と言われたとき「だってむずかしいねんもん。」と言い返すと「そのむずかしいのをスピードあげるのが勉強やろ。」と言われた時。

④ある男の子にペンをとられてそのペンをふでばこに入れられてそれを返してもらおうと男の子のふでばこをあけると「やめろ盗むな。」と言われたとき。

E : ①先生にぜったいまちがえるなど、いわれて、けしゴムをとられてしまっ
てしかたなくはじめたが、1番からまちがえてしまった。

②びんぼうで、クーラーもせんぷうきもうちわもなくえいえんにあつかった。

③テストの時、えんぴつをわすれて、ほかの人にかりたが、すぐにしんがおれてしまいもう一本かりようとしたがかしてくれなかったのでえいえんにテストができなくて、おわってしまった。

④世界に1こしかないとけいを手にいれたが1年後にはりがおれてしまい
かえようとしても1こしかないのでえいえんにつぶれたまんまだった。

⑤やきゅうをしようと思ってバットをもってくる人をきめたがその人がバット
をもってくるのをわすれてしまいえいえんにできなかった。

(解決) ①けしごむを先生にかりるか、そのまま0点でおわるか。

②れいぼうのかかった電車にのる。

③そのままおわる。

④あきらめる。

⑤やきゅうをあきらめる。

F : ①塾のある先生が「予習をみなしてこい。そうじゃないと教室にいれへんぞ。」といったので、次の授業のときみんな予習してきたら、「予習なんかしてくるな。長文の問題が何分ぐらいで解けるかわからんやろ。」と、思いきりおこられました。それで次の授業で予習をしてこなかったら、今度は「なんで予習せいへんね。お前らは。」とおこられました。

G : ①A君が、B君C君D君にお金を返してもらおうとすると、B君は「C君が返せばぼくも返す。」するとC君は「D君が返せば返す。」D君は「B君が返したら返す。」といった現象。

H : ①自分の大金をポケットに入れたのを忘れて、盗まれたと思い警察に行った。永久に見つからないはずだ。

②誘拐事件が起こった。犯人は身代金を要求してきた。警察は現場へ向かい人質の解放を要求した。いつになっても事態は変わらない。

③フランスがムルロア環礁沖で核実験をすると発表した。日本は核実験に対して大反発した。しかし、国交断絶が起こるやもしれぬ。どちらかが折れなくては戦争は必定だ。

I : ①お父さんに、「ご飯を食べる前に宿題をきなさい。」と言われた。しかし、お母さんには、「ご飯を食べてから宿題をきなさい。」と言われた。

J : ①A, B, Cが遊んでいてD君はその遊びに参加させてもらうために、A君によせてくれとたのむと、A君は「B君に聞いてくれ」そして、D君はB君に言う「C君に聞いてくれ」そしてC君に聞くと「A君に聞いてくれ」と言われた最後まで遊べなかった。

これらの子どもの例からデッドロックの現象として、次のようなタイプに分けられる。

I型 1つのことが単に行き詰まる

II型 2つのことが対立して動きがとれなくなる

III型 ぐるぐる循環して終わりが無い

I型は、A①②, B①②, C①②, E①②③④⑤, H① 計12例
 II型は、A③, B③, D①②③④, F①, H②③, I① 計10例
 III型は、G①, J① 計2例

語られている例を話題別にすると、

学習に関しては、 A①, C①, D③, E③, I① 計5例
 自分のことについては、 E②④, H① 計3例
 友人とのかかわりでは、 D②④, E⑤, G①, J① 計5例
 学校に関しては、 B①, C②, E① 計3例
 塾に関しては、 A②, D①, F① 計3例
 社会については、 A③, B②③, H②③ 計5例

この例をひとつひとつ分析すると、子どもの生きざまがあらわれている。子どもの家庭環境、心理状態、生活体験などが観察できる。

IV 考察

後日、植山は、算数の授業で、教師も児童も問題を解けなかつたとき、児童の一人がデッドロックだなといったと報告した。児童は、デッドロックの数理の調査を覚えていて、そのときに学んだことが、別のときに表現できたことになる。

子どもたちに説明した4例は、いずれもII型である。コンピュータ科学におけるデッドロックの現象は、1つの資源（リソース）を2つのタスクが要請するとき起こる現象で、このままではどちらのタスクも不完全の状態に陥ってしまう。オペレーティングシステムではこのような現象が起こらないようにコントロールする。

このデッドロックの現象を、子どもたちには行き詰まり現象としてとらえさせた。その結果は上述の3つのタイプに分かれたのである。

V 今後の課題

コンピュータのオペレーティングシステムでは、同時に2つのタスクが1つ

の資源を要求したときは、停止した状態になるので、リセットせざるをえない。しかし、人間はそのようなとき、その状態から脱出する方法を模索する。むしろ、ご破算にして再スタートするということができない場合も起こりうる。授業では、デッドロックをどのように解消するかがキーポイントになろう。コンピュータではできないが、人間の知恵ならばうまくクリアできるということがポイントになろう。

子どもたちは行き詰まり現象を上述の3つのタイプに分けて意識しているわけではない。そこで、どのようなときに行き詰まりが起こるかということのメカニズムを意図的に考えさせる必要がある。

デッドロックの数理としては、前述の3つのタイプがある。すなわち、

I型 1つのことが単に行き詰まる

II型 2つのことが対立して動きがとれなくなる

III型 3つ以上のことがぐるぐる循環する

これらのタイプを分けて指導し、なぜ行き詰まるか、その解決策はどうするかを考えさせることになろう。形式論理ではまかないきれないひとつの論理である。さらには、今回は6年生での調査であるが、学年が下がればデッドロックの数理がどこまでわかるか、今後の実践研究で明らかになろう。

(注) 中道一夫・植山睦子は甲子園学院小学校の教諭で、1995年8月19日に勤務校の6年生を対象にして調査した。

<参考文献>

徳田雄洋 (1990) 「はじめて出会うコンピュータ科学」(全8巻) 岩波書店

本間俊宏 (1995) 「数学教育の思想性の考察」児童教育学研究第14号

神戸親和女子大学児童教育学会 PP.20-30

本間俊宏・柳本朋子 (1995) 「コンピュータ科学の基礎、その教育の研究と実践

—UNESCO “The influence of computers and informatics on mathematics and its teaching” とかかわって(2)—」

1995年度数学教育学会秋季年会発表論文集 PP.95-98