

星稜女子短大生の「数学トレーニング」

乙丸由紀

I. はじめに

9月3日の北國新聞『時鐘』に、
 学習塾のベテラン講師に聞いた話として、今の子どもは「 2×3 」のような単純計算はできるのに、「太郎さんが縄跳びを2分間ずつ3回やりました。全部で何分間やったでしょう」という文章題になると、途端に意味が理解できずにギブアップする子が増えたという。実際に社会で生きていく上では、単純計算で事足りる場面はまれで、いろんな出来事が絡み合った「文章題」を解く局面が多い。それだけに、国語力を含めた総合的な基礎学力が脆弱になったことが心配だ。

という記事があった。同じようなことを、本学の「数学」、「情報と数学」の授業で感じる。また、表計算(Excel)の検定試験でも問題文の意味が理解できなくて操作できない、文章中の構成要素間の関係がわからなくて関数が使えないという学生が多い。問題解決のための能力の不足が考えられる。

そこで、問題を解決する力を育むための「数学トレーニング」をどのように進めれば、より効果的かを考える。

II. 数学教育の問題点

『数学教育2004年3月号 No. 556』のなかで、大久保和義氏は次のように書いている。

2003年に出された中央教育審議会答申では、算数・数学の好き嫌いについての調査結果が示されており、以下のようになっている。

算数・数学の好き、嫌いに

小学校算数 好き、どちらかという好き 51.7%

中学校数学 好き、どちらかという好き 44.0%

さらに、第3回国際数学教育調査(IEA)では

中学校2年の意識調査(()内は国際平均値、(-)は未調査)

	数学が好き・大好き	数学の勉強が楽しい
1995年	53% (68%)	46% (65%)
1999年	48% (72%)	38% (-)

	数学を使う仕事をしたい	生活の中で大切
1995年	24% (46%)	71% (92%)
1999年	18% (-)	62% (-)

と報告されている。この二つの調査から、日本の児童・生徒の成績は国際的にみてトップクラスの水準にありながら、算数・数学が好きである(数学が好きな生徒の割合は38か国中37位)とか、将来数学に関連する職業に就きたい、数学は生活で役立つと思っている者の割合が国際的にみて低いレベルであること、学習が受け身で覚えることは得意だが、自ら調べ判断し、自分なりの考えをもちそれを表現する力が十分育っていないこと、一つの正答を求めることはできても多角的なものの見方や考え方が十分ではないこと、などの問題点があることが指摘されている。さらに、1995年の結果と比較しても、1999年に行われた調査では、ますます数学離れが進んでいるという深刻な問題になっており、早急な対応が求められる。そのためには、生徒が数学の学習が楽しい、数学の学習が有用だと感じる事が大切である。教師が主体となって授業を展開し、単に内容、方法を覚えるだけなら、その授業に生徒は面白さ、楽しさを感じないだろう。

数学を学習する事が楽しいと感じるためには、やはり生徒が「数学が分かった」と実感することが大事である。「分かった」とは、生徒が意味を伴ってそのことが分かることである。生徒がすでに学習した内容、考え方を駆使して試行錯誤しながら、また、教師の支援を受けたり、友達との交流を通して、自分たちが中心となって解決していくことに他ならない。そのような学習を通して、生徒が考える過程を楽しんだり、発見することの喜びとか算数・数学の面白さを味わうことが大切であろう。また、数学の創造的な過程に参加する授業の構築も考えられる。さらには、日常の場面で学んだ数学を適用したり、日常の場面から問題を見つけ、その問題の解決を通して、数学学習の楽しさ、有用性を感得することも大事である。

上記のことと同じことが本学の学生へのアンケート結果からもわかる。(資料1)は平成15年7月に2年生に実施したもので、(資料2)は平成19年10月に1年生に実施した結果である。

予想通り、数学が好きではない。その理由は難しいからというもの。また、短大での他の授業でも数学は必要とは思えないし、日常生活でも数学の勉強は必要だと思っていない。数学の問題を解くプロセス(いろいろな前提条件を組合せて、論理的に、順序よく進めていく)は、短大の授業のいろいろな場面で役に立つ。たとえば、レポートを書いたり、何かを発表したりするときに論理的に構成する能力が必要になるが、それは数学の問題を考えることで培われる。日常生活においても、いろいろな情報から必要な情報を取捨選択し、それらを論理的に組合せる能力などは数学の問題を解くことで養われる。

ただ、難しいから数学が好きではない。日常生活でも数学の知識を使う機会がない。買い物に必要な算数ができればいい。というのは、高校までの数学教育に問題があるのでは

ないだろうか。短大での「数学トレーニング」は、まず「考えてみようか」「解いてみようか」という気持ちにさせることからはじめねばならない。また、数学の問題を考えるプロセスは、日常生活において論理的に問題を解決するのに必要であることも伝えねばならない。難しいと思われる数学ではなくて、小学校、中学校でした数学の問題で、まずは「できた」「難しくない」と感じる事が大切である。

(資料1)

数学についてのアンケート結果

- (1) 数学の授業はいつまでありましたか。
 高校1年まで 3人 高校2年まで 34人 高校3年まで 58人
- (2) 算数・数学は好きですか。
 はい 19人 いいえ 47人 どちらでもない 29人
- (3) (2)で答えた理由を書いてください。
 (はい) 得意だった 4人、解けたときうれしい 7人、答えが1つ 6人
 (いいえ、どちらでもない) 難しい 50人、面倒くさい 5人
- (4) 短大での授業で数学が必要だと感じたことはありますか。
 ある 27人 ない 68人
- (5) あると答えた人はどの授業ですか。
 簿記、経済、税務会計、計算実務、情報関係の科目
- (6) コンピュータリテラシー(コンピュータ活用能力)と数学は関係あると思いますか。
 ある 28人 ない 27人 どちらともいえない 40人
- (7) あると思う人はどのような点ですか。
 Excelの関数を使うとき 11人
- (8) 現在、日常生活で数学の勉強は必要だと思いますか。
 はい 37人 いいえ 54人
- (9) (8)で答えた理由を書いてください。
 (はい) 金額計算に必要 17人、忘れないよう 3人、役立つから 5人、
 就職活動に必要 4人、考えるから 3人、何をするにも必要 1人
 (いいえ) 数学は使うことがない(算数でよい) 37人、嫌いだから 1人

(資料2)

数学についてのアンケート結果

- (1) 数学の授業はいつまでありましたか。
 高校1年まで 2人 高校2年まで 27人 高校3年まで 38人
- (2) 算数・数学は好きですか。
 はい 16人 いいえ 35人 どちらでもない 16人
- (3) (2)で答えた理由を書いてください。
 (はい) 得意だった 8人、解けたときうれしい 9人、答えが1つ 1人
 (いいえ、どちらでもない) 難しい 42人、面倒くさい 6人
- (4) 短大での授業で数学が必要だと感じたことはありますか。
 ある 15人 ない 51人
- (5) あると答えた人はどの授業ですか。
 簿記、計算実務、情報関係の科目、SPI検査
- (6) コンピュータリテラシー(コンピュータ活用能力)と数学は関係あると思いますか。
 ある 19人 ない 13人 どちらともいえない 35人
- (7) あると思う人はどのような点ですか。
 Excelの関数を使うとき、数字を使うとき
- (8) 現在、日常生活で数学の勉強は必要だと思いますか。
 はい 25人 いいえ 40人
- (9) (8)で答えた理由を書いてください。
 (はい) 金額計算に必要
 数学の力で成り立っているから楽しい
 就職活動に必要
 脳の活性化
 応用力のため
 (いいえ) 数学は使うことがない(算数でよい)
 嫌いだから必要がないから(困らないから)
 電卓やパソコンがあるから
 数学の知識を使う機会がない

これは、今までの時間的余裕のない学校教育で、評定が比較的容易である「知識や技能」の維持という現実的方策を受け入れたからである。時間的制約の中ではどう教材を整理して提供すれば大量に素早く数学的知識を受け入れてくれるか、どんな練習をどう繰り返せば計算が早く正確にできるようになるかに関心が寄せられてしまった。そして、「わからせ、できるようにする」に眼目をおき、「理解を促すことを願いながら結果として暗記を強要」してきたからであり、日常生活と関連づけた具体的な問題ではなく、単に抽象的な算数・数学の問題が多く扱われてきたからである。この結果、「数学嫌い」「指示待ち人間」「わからせ損ねて、理解を育てられず」「一過性勉強で、丸暗記」、「試験終了後、精神衛生上早急に知識を忘却破棄する」といった悪循環に陥ってしまった。

と、『数学教育2003年8月号 No. 549』のなかで、柴田録治氏は数学教育の問題点として指摘している。

つまり、これまでの数学教育は知識記憶型の受け身の学習スタイルであり、簡単な計算問題も電卓を使い、早く答えを出すことに重点をおき、計算のプロセスを大事にしなかった。自分の頭で考えるのが面倒であり、「数学がどのように役に立つのか」、「なぜ、数学を勉強するのか」わからない。問題を考え、できたときの「感動」、「達成感」もあじわったことがないので、学習意欲がわからないのである。

できないことが、できるようになる。わからなかったことがわかるようになる。わかり方の度合いは、人によりまちまちであるが、その人なりに、「なるほど」「わかった」と思えてくるようにすることが数学教育には必要である。

Ⅲ. 数学教育で目指すもの

中学校学習指導要領解説—数学編—(p. 5～6)では、目標の改善について、

- ①「自ら学び自ら考える力を育成できるようにすること」
- ②「数学的活動の充実を図ることができるようにすること」

の二つを上げ、次のように解説している。

数学の学習は、単に問題を解いて答えを求めるということだけではない。これまで述べてきたように、自ら調べ判断する力や、粘り強く考え続け、考えたことを相手に分かるように説明したり、表現したりする論理的な思考力や表現力も大切にする必要がある。そこで、「自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら問題を解決していく」数学学習の実現を目指すとともに、学ぶことの楽しさや充実感を味わえる学習活動を一層充実できるようにした。

目標には新たに「数学的活動の楽しさ」という文言が盛り込まれた。

実生活との関連を図り、事象を数理的に考察する力を伸ばし、数学的な見方や考え

方を用いて問題を解決する能力を一層高めることができるようにするために、観察、操作、実験など具体的な活動を通して、ものごとの関係やきまりを見いだしたり、得られた結果の意味をよく考えたりするなどの活動も重視することとした。

数学的活動というとき、問題解決においてさまざまな活動が想定される。例えば、日常、不思議に思うこと疑問に思うことなどを、すでに身に付けた知識をもとによく観察し、問題点を整理したり、見通しをもって結果を予想したり、解決するための方法を工夫したり、たどりついた結果やその過程についても振り返って考えたり、また、事象の中に潜む関係を探り規則性を見いだしたり、これを分かりやすく説明したり一般化したりするなどの活動である。

このように、中学校数学の目標に、「数学的活動の楽しさ」を味わうことが明記されている。これは、平成元年に目標に入れられた「数学的な見方や考え方のよさを知り・・・」に加えて、さらに情意的な側面を大切に、数学を学ぶことへの意欲を高めるとともに、数学を学ぶ過程を大切にすると趣旨によるものである。単にでき上がった数学を知るだけではなく、事象を観察して法則を見つけて事柄の性質を明らかにしたり、具体的な操作や実験を試みることを通して数学的内容を帰納したりして数学を創造し、発展させる活動を通して数学を学ぶことを経験させ、その過程に見られる工夫、驚き、感動を味わい、数学を学ぶことの面白さ、考えることの楽しさを味わえるようにすることが大切であることを述べている。その過程においては、数学的な考え方も大いに用いられ、数学的な見方や考え方も高まることが期待されている。

また、『数学教育2005年2月号 No. 567』のなかで、立花正男氏(国立教育政策研究所教育課程研究センター教育課程調査官)は、つぎのように述べている。

数学の勉強をするに当たって、ある知識や技能を習得させるとき、単なる機械的な伝授でなく、新しい数学を発見したり、作り上げていこうとするプロセスをたどることが大切である。

学習によって身に付ける力は「その場限りの学力」と「生涯使える学力」がある。内容の解き方を覚えるのは、「その内容に即したその場限りの学力」であり、内容を通して学習の方法を学ぶのは、「生涯使える学力」である。今求めているのは、生徒が「生涯使える学力」を身に付けることである。「生涯使える学力」を身に付けるとは、勉強の仕方を身に付け、生徒が教師から離れたとき、勉強を自立してやっていける状態になることである。

そしてまた、彼はつぎのようなことも述べている。

社会では、今までの情報や知識をデータベースとして、必要な情報を検索し、「このような状況ではこうなっていく」と判断し、自分の行動を決定し、他人を説得することが必要である。このときは、「先を見通す力」や、「仕事などを段取りする力」が必要になる。そ

の基礎になるのが、「論理的に考える力」であると考え。この「論理的に考える力」は数学教育全体を通して意識して指導することによって育成することができる。と考える。

「論理的に考える力」とは、簡単にいうと、「矛盾がないように考えられる力」である。論理的に考える目的は、考えたことを相手にきちんと説明できるようにするためである。したがって、論理的に考えただけでは不十分であり、他者に説明できてはじめて論理的に考えたことに価値がでてくるのである。

私たちは、社会の問題に対応するとき、自分の知識をもとにアイデアを作り出し、適切に対応することが必要である。このときに実は数学で学習している考え方と同じような考え方をしている。つまり、私たちは日常の生活において、数学で学習した考え方を意識せずに使っているのである。自分の生活や数学の学習を豊かにするために、「数学の考えをどのように使うか」、「数学をどのように勉強したらよいか」を生徒と一緒に考えていくようにしたい。

Ⅳ. 短大での「数学トレーニング」

Ⅱ. 数学教育の問題点、Ⅲ. 数学教育で目指すものを踏まえて、短大での「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」での「数学トレーニング」について考える。

本学では、高校までの数学が得意でない、数学が嫌い、面倒だと思える学生も多く、商業科高校出身者もいて、複素数や対数などは知らないし、 $1/2 + 3/5$ といった分数の計算はかろうじてできても、 $3/(x+2) + 2/(x-3)$ といった分数式の計算になるとできない。因数分解ができないからか、2次方程式も解けないし、不等式が苦手である。

そこで、まず「数学Ⅰ」では、中学・高校で学習した基礎となる数学知識(数学リテラシー)を学習する。もっとも基本的な数と式の計算から始める。計算の基礎である和・差・積・商を得る基本的な演算である加法・減法・乗法・除法から、平方根の計算、累乗根の計算、指数計算、対数計算、複素数の計算、式の展開、因数分解、分数式の計算、無理式の計算と進める。それから、1次方程式、2次方程式、不等式、1次関数、2次関数で15回の授業が終わってしまう。

以前は、数学の授業を通して「確かな学力」「生きる力」を育成していくために、解き方を覚えさせたり練習を繰り返すだけの授業ではなく、問題解決の授業をしなければならないと考えた。そのためには、数学的な知識や技能だけではなく、「必要なことはなにか」「何をすべきか」などといった問題解決のための手だてを見通す力が養われること。そして「数学のよさ」に触れ、「数学を活用したい」と感じられるようにしなければと考えていた。「考える力」を伸ばし、「問題解決能力」を養うような授業をしたいとあせて、失敗したように思う。

今回、「数学Ⅰ」で、もっとも基本的な数と式の計算から始めたのは、受け身的学習スタ

イルでただ90分間座っているのではなく、とにかく「自分でやってみよう」、「自分で考えてみよう」という気にさせることが必要だったからである。黒板で説明するのはできるだけ少なくして、プリントを配布する。まずは「自分でやってみる」、わからない問題は「友達と一緒に考える」。それでも解けない問題は「自分で考えたところまでを説明してその先の考え方、ヒントをもらう」。けっして正解を与えない。プリントの問題はその時間内にできなければ宿題にし、提出されたプリントは採点し、間違ったところはなおして再提出させる。

「友達と一緒に考える」、「自分で考えたところまでを説明する」というのは、「数学トレーニング」としてはもっとも効果的である。数学を通して、自分の考えや意志をわかりやすく伝える「コミュニケーション能力」の育成、「論理的にものごとを考える力」の育成につながるからだ。

「数学Ⅱ」では、集合、場合の数、順列、組合せ、確率の問題を考える。授業の進め方は「数学Ⅰ」と同様にプリントを配布する。ここでは、それぞれのことばの定義だけは説明し、解き方や考え方は学生がそれぞれ自分流に進める。基本的な数と式の計算とは違い文章問題になると、どこから考えていいかわからない、問題の意味がわからないなどかなり苦戦する。そこで、多くの学生ができない問題については、「考えることをあきらめないうちに」手がかりを教える。問題文の通りに図(絵)をかくことを勧める。自分の考えを図にかくことで解決の糸口が明らかになったり、自分の考えを整理したりすることができるからである。

文章問題の考え方に慣れたところで、就職用のSPI適性検査の非言語能力問題で「数学トレーニング」する。いろいろな文章問題を考えることで、企業活動に必要な論理的判断・思考、知覚の早さ・正確さなどが育成されてくる。

「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」の授業を1年間続けることで、「数学離れ」「数学嫌い」の学生が、「数学のおもしろさ」を感じることはできないが、「わかった」、「できた」という達成感、充実感が味わえるのではないだろうか。そのためにも、女子短大生にはこのように計算問題でも文章問題でも、「自分でやってみる」、「友達と一緒に考える」、「自分で考えたところまでを説明する」という「数学トレーニング」が必要である。

V. パソコンを使う「数学トレーニング」

ここ数年のテクノロジーの発展にともない、インターネットや表計算ソフトは、社会生活の中で日常的に活用されるようになってきている。数学教育でも生徒自身が主体的に学習したり、数学的活動を行ったりすることを支える道具として、コンピュータ等のテクノロジーを活用できる環境が整ってきている。

多くの学校においては、

- ① 普通教室でコンピュータ+プロジェクタが使える。
- ② コンピュータ室もある。
- ③ 学校で(高速の)インターネットが使える。
- ④ 多くの学校では校内LANが設置されている。
- ⑤ 授業や仕事の道具としてパソコン・インターネットが使える。
- ⑥ 授業用コンテンツが整備されている。

と、教育環境が整備されている。もちろん本学も上記のすべてが整っている。しかしいろいろな授業への活用が叫ばれているにもかかわらず、活用事例は少ない。数学の授業においても、コンピュータのもつ特性を生かして生徒の理解を助けたり、黒板とチョークでは表されないものを視覚的に見せていろいろ考えさせたり、動的な教材提示によってより一般的な考え方ができるようになったりすることをねらったコンピュータの利用が考えられているが、いまだ有効な使い方ができていない。コンピュータを利用すると、初めはものめずらしさのため、興味関心を示すが、数学的な内容への興味関心ではないこともあり、コンピュータで視覚的に表現したり、演算処理したりすることによって、その場では、学習内容を理解したかのような錯覚に陥ることがある。また、コンピュータの操作に手一杯になり、数学的な内容を理解する余裕がなくなってしまうこともある。

昨年度、本学の「情報と数学」の授業のうち、統計処理の部分をコンピュータ室で行った。いろいろなデータを整理して、度数分布表を作成し、ヒストグラムをつくる。また、平均値、標準偏差、相関係数を定義式に基づいて計算し、その後Excel関数を使って求める。2つの統計量について相関係数を求め、散布図を描き、近似曲線を描く。しかし、学生はExcelの操作にのみ集中し、肝心の統計量の意味すること、扱い方などは理解するまでに至らなかった。使えば効果の得られる情報機器をいかに有効的に活用していくか、今年度の課題である。

文章で表された内容を数学的にとらえ、数量関係や図形の特徴を自分のイメージとしてとらえる活動は、数学的な考え方を伸ばす上で重要である。そして、その理解への支援やイメージを共有する活動、「数学トレーニング」はITの活用で容易になってきている。

ただし、数学的な思考の場を大切にするために、安易にITによる支援を行うのではなく、その思考活動をする場面を設けた後に、ITを利用して支援する場面を設けるなど、どの場面で必要なのかに留意しなければいけない。

今年度の「情報と数学」の授業では、統計処理だけでなく、整数計算においても、Excelを使用して「数学トレーニング」をしていく授業を進めていく。もちろん、「自分が何をしたいのか」を明確にし、数学的な思考の場を大切に。安易に最初からExcelのいろいろな便利な機能を使うことがないようにしなければならない。Excelでは1つの課題に対して、表や式・グラフといった追求方法が用意されており、それらを利用しながら、それまでの洞察を改良して、より深い理解、問題状況の把握を達成することができるので、ぜひ、

このExcelを使って、女子短大生への「数学トレーニング」を効果的に行いたい。

最後に、Excelの検定試験について、「就職するにあたって、企業活動でも何の役にもたたない」という人がある。しかし、問題を読んで、「やりたいことは何か」、「何が目的」で「何を作るのか」を明確にして、そのためには「どのような手順」で「どのようなExcelの機能を使うか」を考え、それを操作する。そして、得られた結果が最初の「目的を満たしたか」を検証するということを繰り返し学習することで、企業活動に必要な論理的判断・思考、知覚の早さ・正確さなどが育成されてくるのではないだろうか。Excelの検定試験などを否定する人は、小学校からある算数・数学教育を「必要のないもの」、「役にたたないもの」と思っていることになるのではないだろうか。学生が検定試験の練習をすることは、「数学トレーニング」するのと同じ効果があると考えられる。

【参考文献】

- (1) 柴田録治著「確かな学力と個に応じた指導の充実」数学教育 2003年 8
- (2) 大久保和義著「日常生活から数学を見つけよう」数学教育 2004年 3
- (3) 立花正男著「現在の教育課程にみる使える数学」数学教育 2005年 2
- (4) 浪川幸彦著「数学で求められる「探求する」心」数学教育 2005年 2
- (5) 川上公一著「テクノロジーによる使える数学へのアプローチ」数学教育 2005年 2
- (6) 川野邊一晃著「生徒と道具づくりを楽しもう」数学教育 2004年 7
- (7) 相場一彦著「問題解決の授業における教科書の活用」数学教育 2006年 10
- (8) 大友正純著「問題解決学習へと転換しよう！」数学教育 2006年 10
- (9) 上原永護著「基本はプレゼンの利用」数学教育 2004年 9
- (10) 飯島康之著「パソコン・ネットワークの活用と図形の指導」数学教育 2005年 7
- (11) 上原永護著「環境の整備と使い分け」数学教育 2005年 7