

高校生は情報化社会に役立つ数学を学んでいるか

工学部新入生の現状から



岡部 進

日本大学・工学部

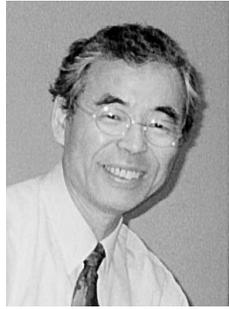
□ 作業する授業に戸惑う工学部新入生

工学部に入学する新入生の最初の授業で「次回から関数電卓や方眼紙、定規・コンパス・分度器を持ってくるように」と伝え、次の授業で作業がともなう授業をした。工学部にくる学生だから、関数電卓やプログラム電卓、パソコンぐらいはできるであろうと思っていたら、とんでもない。関数電卓をもってきたのはよいのだが、その扱い方がぎこちない。マニュアル（テキスト）に始めて接したらしい。ほとんどの学生がこうした状況である。そうした中で、二三の学生がプログラム電卓を気楽に動かしている。聞いて

みると、専門学科の卒業生であった。「なるほど、普通科卒業生は関数電卓など眼中になかったらしいぞ」と、私は彼らの高校時代の姿に合点した。

「方眼紙はどうであるうか、使えるかな」と思って、予め準備してきた新聞記事のデータを板書した。十個足らずの年次別データを方眼紙に書かせた。縦軸や横軸の単位目盛りをどうとればよいのか、しばらく、彼らは考え込んだ。慣れない手つきで、腫れ物にさわるような格好で学生は方眼紙に困惑した。「学生は私を嫌っているぞ」と、学生の目を見ながら私は実感した。と同時に私は「彼らの弱点に迫っている！」という事実を認識した。

なんとか方眼紙にデータを載せることが出来た時点で、データ列のグラフを観察してから、「データに潜む法則性を式で表してみよう」と、その式化のプロセスを議論した。データを数学の目でいかに捉えることができるか、その捉え方が学力であろう。まず「数列」が思い出されればよい。しかし数列が思い出されても、高校での数列は既に規則性



おかべ・すむむ●一九三五年、神奈川県生まれ●主な論文、著書に
1、論文「社会現象の教材化―年次別データ、数列、片対数方眼紙、関数電卓を活用して―」（日本数学会誌第八十巻第一号 一九八八年一月）2、論文「葉の輪郭曲線の式化をめぐる方法的な考察―高校2年生と大学1年生の課題レポートをもとに―」（数学教育学会研究紀要 vol.38No.1.2 一九九七年十月）3、論文「只、文聰と統計活動」（日本大学工学部紀要分類B一般教育編」第三十七巻平成八年三月）4、著書「小倉金之助その思想」教育研究社一九八五年九月 5、著書「算数・数学教育の発想」教育研究社一九八五年九月 6、著書「高校生とまどいの数学的体験」教育研究社一九八九年三月 7、著書「日常性の数学にめざめて」教育研究社一九九一年四月 8、著書「日常性の数学」教育研究社一九九四年九月●小生の拙著、上記6、7、8には本文にはかききれない部分の授業実験と、高校生のレポートが載っています。小生の授業実験（実践）といってもよいのかもしれないが）は小倉金之助研究からスタートしています。その点が拙著4、5に載っています。

があるものが全てである。ここに登場しているデータ列は、規則性があるのかないのかまだ分からない。そこでデータ列のグラフが描けているのだから、それを頼りに、そこに内在する規則を探そうというわけである。「探す」目は既習の数学の知識であって、高校数学を使うということでもある。なかなか数学が使えない。時は過ぎ去るばかりだ。「何を使えばいいんだ」と、データ処理の初歩知識がないことに、自分に腹が立つ、という学生のいらだちが見える。私はじっと我慢して学生の動きを観察した。

「差を取る」という声に、「あ、そうか」と、学生はさらに落胆した。高校で何を勉強してきたんだろうか、と学生は反問した。電卓を机上に置いているのに、データ間の差を電卓で計算をしないで手計算している。高校までの学習の習慣がそうさせているのであろうか。「差」の観察がはじまる。そして「比」の観察と続き、「比」がほぼ一定というところで相乗平均を求めた。相乗平均を出すには関数電卓を使った。その相乗平均を「公比」として、等比数列の一般項を使って指数関数を求めて「規則性」を式化した。そして求めた指数関数曲線を描いて近似してみた。この作業結果は次回までに感想を書いてレポートとして提出することにした。レポートの感想にもあったが、こうした作業

は学生にとって初めての経験らしい。高校での学習にはなかつたという。

続いて、高校数学の三角関数や指数関数、対数関数のグラフを二ミリ単位で方眼紙に書かせた。そのときの学生の反応も「高校生の現在」の姿を浮き彫りさせてくれる。(岡部進『学校数学はいらないか』教育研究社一九九六年三〇～四頁)

㊦ 「座学」漬けの高校生

——高校数学の授業形態を調査して——

作業に戸惑う学生を見て、私は高校数学の授業形態を調査しようと考え、二年続きで調査した。そのうち、平成九年度に行った調査についてふれよう。

次の①から⑨の調査項目をもとに調査用紙を作成し、実態ができるだけ数量的に把握できるようにした。

〔調査項目〕

① 授業はどのように行われていたか。

次の六項目について七段階に分けて程度を示すこと。

1 教師主導、2 講義中心、3 一斉授業、4 教

室内の授業、5 板書中心、6 発問(多少)

② 授業では何を重点に行われていたか。

次の六項目について七段階に分けて程度を示すこと。

1 概念理解、2 問題解法、3 グラフ書き、4 日常現象との関わり、5 数学用語、6 数学の歴史

③ 授業では何を使っていたか。

次の十八個の品目から、使う頻度の高い順に選ぶこと。

1 教科書、2 問題集、3 OHP、4 ビデオ、5

新聞・雑誌の記事、6 教師作製プリント(問題演習用)、7 教師作製プリント(問題演習以外)、8 業者作製プリント(問題演習用)、9 業者作製プリント

(問題演習以外)、10 年鑑・白書の類(以下略)

④ 授業で次の作業を取り入れていたか。

1 実験・実測、2 調査

⑤ 授業で課題が出されたか。

その有無と種類。

⑥ 新聞や雑誌を読んでいるか。

またそこに出ている統計グラフに関心があるか。

⑦ 預貯金の手続きで金融機関を利用しているか。

⑧ 各種料金表(ガス、水道、電気、運賃など)に関心があるか。

⑨ 高校数学の授業についての感想

これらの項目について調査することにした。そのうち、

①～⑤は授業形態についての調査であり、⑥～⑧は高校時代の数量生活・経済生活への関心度についてである。⑨は、記述で、学生の文章を分析することから導かれる結論をもとに①～⑤の補足をするねらいとした。

このアンケート調査は平成九年（一九九七年）四月に四学科三百名について実施した。そのうちの一学科（八十名）の結果を以下に示そう。この結果は「高校生の現在」が授業形態を通して浮き彫りされる。次にその特徴のいくつかをあげてみたい。

(1) 根強い教師主導型授業

高校数学の授業はどのような形態で行われているのだろうか。生徒と教師の関係はどうだろうか。はたして生徒は授業に主体的で活動的であろうか。

図1は、調査項目①の調査結果である。六項目のそれぞれの程度（傾向）をヘマイナス3より（以上）3までの偏差の数値に換算して図示してある。偏差の数値が3に近ければその項目の傾向は高く、マイナス3に近ければその程度は低い、と解釈できるようにしてある。各項目に対応する点を折れ線で結んでその全体像を見ると、0点を通る横軸を基準線にして、六項目に対応する点は、「発問」を除いて、いずれも基準線より上方にある。中には基準線か

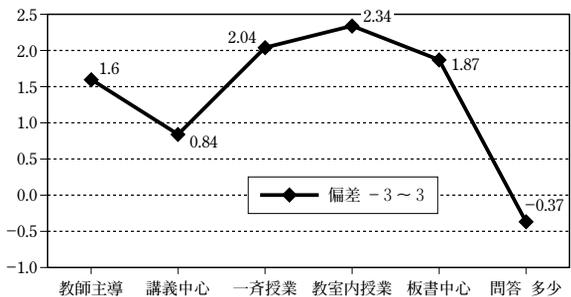


図1 高校数学の授業形態

(6項目の視点から-3から3への7ポイント偏差で見る)

光景は、演劇にたとえようと、演技をしている主役は教師ひとり、観客は生徒ということになる。

(2) 授業は問題解決へ偏りがち

それでは次に、教師はどんな授業をしているのだろうか。図2は、調査項目②の結果で、授業での重点の置き方である。図1と同じように七段階の偏差で表してある。

なかなか離れている点もある。すなわち、高校数学の授業は「板書中心」の「講義式」であり、教室内での「一斉授業」の教師主導型であることがわかる。このことは、見方を変えようと、生徒は教室内にとどまり、椅子に座ったまま、教師の講義を聞き、教師が板書することをひたすら写す。その仕事を皆が一斉に行っているというわけであろう。つまり高校生は「座学」漬けの日々なのである。この

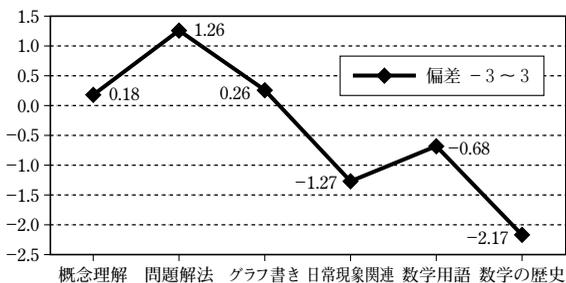


図2 高校数学の授業での重点箇所
(6項目の対象を-3から3への7ポイントで捉える)

このことから、授業は「問題解法」に偏りがちであることがわかる。授業は問題を理解させることやグラフを書くこともなされているが、それは問題解法に関するもので、そのため、高校生は日常現象に関わりを持って数学を学んだり、数学用語や数学の歴史にふれたりする機会がほとんどないのかもしれない。つまり授業のレパートリーに偏りが見られ、

折れ線の全体像を見ると、各項目に対応する点は基準線を上下に揺れているから、折れ線は基準線に交叉するようにして上下に揺れている。「問題解法」が上方に偏り、その次に「概念理解」や「グラフ書き」が基準線よりやや上方で、「日常現象関連」や「数学用語」、「数学の歴史」は基準線より下方である。とりわけ「数学の歴史」は基準線からかなり離れている。

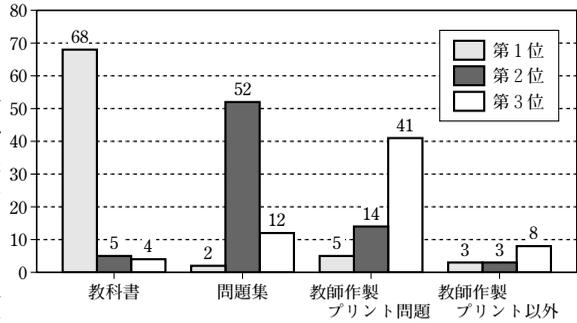
生徒のニーズに十分に答えられないというおそれが出てきている。この現象は、たとえば演劇鑑賞会を教師が一方的に企画し、全員に見ることを強引に勧めると、芝居につき合えない者が現れ、「見たくない」と欠席したり、劇場外に留まったり、芝居の最中に寝ていたり、本を読んでいたりする行動が生まれるのと類似している。

(3) 教科書・問題集・教師作製プリントの
三点セット授業
高校数学の授業は、図1、2で見たよう

に、教師主導型で問題解法に偏っているという事実を掴んだ。次に授業の素材は何か。何をどのように使って授業が行われているのかを見ると、図3がその回答である。

図3は、調査項目③で、教師が授業で使用する品目のリストを、使用頻度の高い順に列挙した結果である。これを見ると、第一位は教科書で八十名中六十八名、続いて二位は問題集で五十二名、第三位は教師作製プリント（問題演習用）で四十一名であった。この三者は他の品目に比べて圧倒的に使用されている。

このことから、授業では教科書と問題集の内容が中心で、さらに教師作成の演習用プリントが補充されているというわけである。授業は三点セット（教科書・問題集、教師作



製問題演習用プリント)を使
 使って教師主導の講義式で
 問題解決の授業が行われて
 いる、ということがこのア
 ンケート調査から裏付けら
 れ、「高校生の現在」が数
 学の授業を通して徐々に見
 えてくる。高校生は授業中
 が、想像してみよう。生徒
 は、毎時間、三点セットを
 机上に置くであろう。三点
 セットを学習の拠り所とし
 て講義を受ける。椅子に座

って、教師が講義する問題解決の仕方をそのままノートす
 る(これを私は「転写」と呼ぶ)。授業は講義と転写である。
 生徒によっては転写に主体性を保持できることもありうる
 が、転写は機械的な物まね行為に傾きがちであろう。こう
 した転写で、生徒は数学の授業の時間を過ごしているのは
 なからうか。

このように、三点セットの教師主導型の講義式で問題解
 法である授業は機械的な物まね行為の転写が生徒から生ま
 れやすい。活動的な年齢の生徒にとって転写の行為は自然
 ではないから、転写の行為に疑問を持つ生徒もでるであろ
 う。あるいは転写行為という、問題解決の物まねに意義を
 見つけられない生徒や物まねを拒否する生徒も出てくるで
 であろう。転写行為を否定して主体的な創造活動を求めて
 悶々とする生徒も出てくるであろう。そして数学を学ぶ意
 義を見いだせないで悩む生徒や、転写式問題解決法の数学に
 見切りをつけて拒否して高校数学から離れる生徒も現れて
 くるであろう。ここに「数学離れ」現象が発生しやすい状
 況が生まれる。いま、この授業形態が全国的に定型化して
 いるのではないか。

この授業形態をここでは教師主導型の「講義式・問題解
 法・三点セット授業」と呼ぶことにしよう。

(4) 授業では生徒は

主体的に活動する機会がない

このような「講義式・問
 題解決法・三点セット授
 業」は授業中に生徒が自

分の意志で活動する機会を奪っているのではないか、また
 こうした授業は数学が自分の内面にしか存在しないとい
 うような閉鎖的な学習にしているのではないかという危惧を

いだがざるを得ない。

調査項目④では、「数学の授業で実験・実測や調査が取り入れられていたか」を調べているが、その結果によると、「実験・実測」をしたことのあるものは八十名中十一名で一〇数%にすぎない。「調査」になるとさらに少なく五%である。この結果を見ると、数学の授業では「実験・実測」「調査」(まとめて「作業」と呼ぶ)を八〇数%の教師が行っていない。このことは、八割以上の数学教師が数学の授業では「作業」は不要であると考えているとも受けとめられる。またこのことは、高校数学に関わりを持って生徒が教室外に出ていたり、椅子から離れて行動するという機会をほとんど設定していないということでもある。この事実を、「講義式・問題解決・三点セット授業」と結びつけて考えてみると、数学は対自然や対社会と関わりがあるという、数学のそうした側面を生徒は捨象したり、見失ったりすることにもなる。また、生徒はみずから対象(自然や社会)に向かって作業を通して何かの事実を掘り起こすという、主体的に行動する機会を失っているということでもある。さらに、そうした機会がないことは、高校数学を学ばなければならないという、「学ぶ必然性」を生徒が主体的に追求するルートも閉ざされているということにも繋がる。いずれにせよ、高校数学の授業は数

学が生徒の内面にのみ存在することになって、没社会的で、行動的でない生徒を生み出しているといえよう。

(5) 数量生活が営まれていない高校生

「学ぶ必然性」が追求できない授業

にすっかり馴染んでいる高校生は一体どのような数量生活をしているのであろうか。日本大学工学部に入學してきた学生にみる高校時代の数量生活であるが、そこには高校生の没社会的な数量生活の一端を示す事実がアンケート結果に出ている。

調査項目⑥⑦⑧の結果をとりあげると、調査項目の⑥「新聞や雑誌に出ている統計グラフへの接し方」では、日刊のスポーツ新聞や他の新聞への関心は「見ない」に傾斜している。また新聞記事や雑誌に出ている統計グラフへの関心は「見ない」にさらに傾斜している。そして調査項目の⑦「預貯金の手続きをしたことがあるか」では、預貯金の手続きをしたことがある生徒は、「よくした」が六十九名中五名、「たまにした」は二十三名で、両者を併せても半分にならない。また調査項目の⑧「各種料金表を見たことがあるか」では、各種料金表を家庭で見たものは「よく見た」は七十七名中七名、「時々見た」は十九名で、これも併せて半分に満たない。授業で各種料金表を見たものは、僅かに二名である。

このように家庭でも学校の授業でも高校生は、社会的にも、経済生活からも過保護であつて、社会や経済への関心は低い。彼等は社会の変化や経済現象の変動に敏感に反応する行動形態を学んでいない。つまり社会から隔離され、情報化社会に疎遠な高校生が「高校生の現在」ではなからうか。そうした隔離された生活のもとで数学を内面の充実というねらいで学んでいる！

しかしこうした「内面の充実」という数学観では対自然や対社会の諸現象を説明するのに数学は道具として役に立てることはできない。工学部を志望してきている学生であっても、関数電卓すら持ったことがないのだから、そしてそれが高校では「普通」であるというのだから、高校生は日常との関わりが薄い「座学」漬けになって、すっかり没社会的な人間に変身しているといえるのではなからうか。それが数学の授業を通してみた「高校生の現在」である。

Ⅲ 授業形態の改革に向けての提案

——アンケート結果を生かして

そこで、学んでいる数学が高校生の日々の生活に関わつて生きていくようにするには、授業形態を改革する必要がある。その改革はどのようであればよいか。アンケート結

果や私の試みている授業から引き出される結論を次に書いてみよう。

〔授業形態の改革提案〕

- (1) 講義式に代えて、実験・実測・調査の類(作業)をできるだけ導入する
- (2) 問題解法の問題に自然や社会の現象を関わらせる
- (3) 三点セットではなく、新聞・雑誌・年鑑・白書に見られるデータ(数学的対象)を授業の素材として活用する。
- (4) 電卓(関数電卓・グラフ電卓・ポケットコンピュータ)・パソコン・OHPなどを多用する
- (5) 教室外へ学習の場を広げる(例えば、図書館の利用)
- (6) 社会現象について数学を使って解き明かすような課題を与えて、レポートを作成する機会を作る

ここでは六個の提案をした。この提案は机上論ではない。これら(1)～(6)までのことについては、十数年来、ささやかだが私は試みてきたことで実現が困難なことではない。教師に勇気があれば実現できるのではないかと思う。

〈参考文献〉岡部進『日常性の数学にめぐめて』教育研究社 一九九一年、

同『高校生とまどいの数学的体験』教育研究社 一九八九年