

都倉信樹

大阪電気通信大学

コンピュータアーキテクチャに関する教育を活性化したいという問題意識で、別稿「対話で教えるコンピュータアーキテクチャ」¹⁾では、講義内容のあるストーリーの提案をさせていただいた。ここでは、できるだけ学生にいろいろ考えてもらうことを目指した講義のある考え方について紹介する。

■ インタラクティブ講義と時間外にも
しっかり学習していただく講義

まず、講義はできる限り双方向的にする。そのために、少し説明しては小さいクイズ（5択を数題など）を出す。配布したコピー用紙に自分の回答を書かせる。ごく簡単なクイズなので、一通り机間巡回しつつ回答状況を見て、教壇に戻って回答する。時々引っかけ問題も混ざっており、学生はやられたと笑いつつ、引っかかる原因となった思い込みや定義の不注意な読みなどをしっかり理解する。特に理論系の科目のときは、定義をいい加減に読むとあとあと困るので、そこをたたき込むのに、説明してすぐにクイズで確認するのが効果的である [例は付録に]。こうすると寝たり私語をするのは難しく、大体講義の流れに付いてきてくれる。しゃべりが下手な筆者でもこの方法で学生と双方向のコミュニケーションが成り立っていると思われる時間を持てる。

クイズは講義の中で特にしっかり注意して理解してほしいことを定着させるためであるが、自習を求めるテキストの方の小問は、そのパラグラフで読み取ったことを基に問題を解いたり、関連したことを

考えさせるものである。学生は講義範囲のテキストの小問を回答してレポートすることを求められる。かなり多数の小問があるし、次週までにレポートする必要がある、かなりのロードになる。講義が終わると学生たちの幾人かは、さっそく勉強会をやったりして、励まし合いながらレポートを早く出そうとがんばっている姿がよく見られた。全部解けとは求めていないが、トップクラスの学生はすべて解答してくれたし、それに続くレベルの学生も奇数番目などできる限り解答してくれた。提出されたすべてのレポートをみて、回答をしっかりとっている学生は褒め、それほどでない学生はもうちょっとがんばるように激励したりする。ただ、筆者が回答の採点をするわけではない。それは次の仕掛けによる。

補助教材と称して、すべての小問の解答・参考情報を記したものを学内Webにアップする。学生には補助教材の対応する解答を読んで自己採点することを求める。自己採点が適正かどうかを講義中2回ほど筆者はチェックしているが、おおむね適正に自己採点している。その採点が重要なのではなく、とにかく取り組んで自分で考えることが大事であることを学生も理解しており、答えをコピーしてごまかすことはない。理由は解答を見に行くと、通常の問題集の解答のように結果だけが示されているのではない。問題の背景の説明や、どう取り組めばよいか、解くための考え方を解説したり、可能な範囲で、別の考えを示したり、関連問題、発展問題などを含めている。こうして、1つの小問の解答を見に行つて

も、それに関連したかなりの文章を読むことになる。コピペなどまったく意味をなさないのである。「考えさせる」、それを徹底したいという思いである(日本語力の低下も話題に上るが、日常的に文章を多読させることも有用と考えた上である)。

それら大量の解説を読んでもらいたいの、その文章はいろいろ工夫する。題材の選択が最も重要だが、記述形式も工夫する。文献1) で見ていただいた対話形式を使うこともある。学生が間違いやすいところを両者で検討したり、うっかり陥る発想などを対話しつつ吟味するという形にする。楽しく読んでもらいたいの、いわゆる「ボケと突っ込み」的に書いたり、時には土屋賢二先生(「ツチャの資格」文春文庫他、独特の文体で笑いとともに、多少哲学的思考を誘う多数の著書を発表)のスタイルをまねてみたこともあるが、文才の欠如を思い知っただけであった。

筆者は担当していた4～6講義で、この考えでテキストを作成し印刷配布した。ほとんどの科目で、A4(40×40)で200ページ程度のものになるが、補助教材はpdfで全体ではテキストと同じくらいのボリュームになることもある。このほかに用語解説や過去問、未来問、デモプログラムなど、学生の学習を誘導する種々の情報を学内Webの担当者のサイトに掲載した(なお、講義は黒板での手書きで、プレゼンソフト類は使わない。講義のビデオ記録は学内Webで公開しており、就活で欠席の学生などが利用している)。

私の講義では大量のレポートを書かされることを学生はよく知っている。しかし、多くの学生はおどろくほど熱心に自分で解答を示し、自己採点し、そして、毎週「話題提供」と称する数百字の身辺雑記的なレポートを書いてくれた。この話題提供にはすべて返信をした。レポートは電子的に提出し、教員はそれにコメントでき、それらを全員が共有する形のシステムを使っている²⁾。かなりしんどい科目である。講義に参加しレポートに取り組むといろいろ深く理解でき、分かったという感じが持てるようにしている。欠席の多い学生を別として、ほとんどの学

生は合格圏に入る。多くの学生を相手にする座学で、学生に必要な基礎知識を伝えるだけでなく、いろいろ多面的に考えさせるという訓練をするのに上の方法が使える。特に、代案がいくつもあることを講義中では必ずしも十分には扱えない場合でも、補助教材ではそのことが説明できる。学生は、その具体的な検討をいろいろな事例で行うことになる。

情報処理教育の活性化に向けて

アーキテクチャ、OS、コンパイラ等の分野ではすでに膨大な先人の成果が蓄積されている。それを単に伝える方法では学生は萎縮する。また、現行方式の背後には実に多くの代案があり、現在あるいは少し過去の時点の技術レベルで適切なものが使われているに過ぎない。技術が変われば当然方式も変わる可能性があり、いくつもの代案の中から最適なものを選ぶという考えかたを学生に持ってもらいたい。そして、自分で自由にいろいろ代案を提案するようになってほしい。そういう分野で、どう講義をするか。

そのために、ほぼアイデアが出尽くしたかに見える分野で新しく問題を作り出し、再検討する材料とすることを旨とした対話型教材の一案を本誌の文献1)で提示した。対話型は教材の提示方法の一例として試みたものであって、それ以外の方法でも構わない。また、講義だけでは十分なことを伝えられないのが現状であるが、しっかり学習してもらう講義の仕方の一例をここで示した。学生に確実に分かるようにクイズを活用し、きちんと聞けば分かるのだと思わせ、興味をつなぐストーリーで、たっぷりの時間外学習の小問(ここではいろいろな代案に触れるようにする)を提供し、それをやればやるだけ理解が深まると実感させる講義の提案である。

筆者がこの種の科目を担当した時期はいろいろアーキテクチャについてのアイデアが登場した。新着の雑誌を見ては、「これは面白い、講義で扱えそうだ」と思ったアイデアを手書きのプリントで配って講義する時代で、講義が実に楽しかった。それは過去のことではあるが、今でもなにか楽しめる題材

を見つけて、講義を活性化させること、これが情報教育にかかわる我々の責務の1つであろうと考える。

すでに成熟し、なにも新しいことはないなどと諦めず、既成のテキストに囚われることなく自由に発想して、新しいストーリーをどんどん開発し、それを互いに公開して情報処理教育の活性化、レベル向上に使うようになってもらいたいというのが筆者の願いである。

参考文献

- 1) 都倉信樹：対話で教えるコンピュータアーキテクチャ，情報処理，Vol.53，No.2，pp.162-170 (Feb. 2012).
- 2) 永井孝幸，松前 進，都倉信樹：教員の作業効率向上を目指した授業支援システムの構築と運用，工学教育，Vol.53，No.2，pp.64-69 (Mar. 2005).

(2011年7月31日受付)

都倉信樹 (正会員) ntokura@nike.conet.ne.jp

CS'90, CS'97, IS'97, J07-IS等の策定に参画した。大阪大学，鳥取環境大学名誉教授，大阪電気通信大学学長，本会フェロー。

付録 ミニクイズの例

講義で出すミニクイズの具体例を示そう。実はいろいろなパターンがある。仮説実験授業と似て、与えられた情報の中で、どれが正しいと思うかという5択問題を出して、学生に推理してもらうというクイズも効果的だし、単に学生の意識を知るために、「〇〇について」という自由記述問題を出すこともある。

理論的な講義では、定義をしっかりと理解してもらうことがまず大事で、そこを猛スピードで飛ばすようなことをすれば、学生をそこで振り落とす結果になる。次のようなクイズをやって定義をしっかりと分かせると学生は「この講義は分かるように教えてくれる」と理解して、あとの話も聞いてくれる。具体的な例のために、定義を説明する。

「 Σ は記号の有限集合で、 Σ の上の長さ n の記号列とは、 $s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ のように、 n 個の Σ の記号の並んだものである。すなわち、 $s_i \in \Sigma$ ($i=1, \dots, n$)。また、記号列 s の長さ $|s|$ は、 s に含まれる記号の数と定義する。長さ 0 の記号列を特に ε で表す。すなわち、 $\varepsilon = ()$ 、 $|\varepsilon| = 0$ 。なお、記号として文字記号を想定するとき、文字列 s は上の記号列の表現から両端の (と) とカンマを取り除いて文字のみを書き連ねた簡略表現形で表す。なお、 Σ の上の長さ 0 以上の Σ の上の記号列のすべての集合を Σ^* と表す。

例. $\Sigma = \{0, 1\}$ のとき、これは 0 と 1 という 2 つの文字からなる記号列集合である。記号列 (0, 1, 0) は、010 と簡略表現できる。010 $\in \Sigma^*$ である。」

こういう説明をして学生にクイズを出す (この例は正誤判定問題)。

1. $\Sigma = \{a, b, c\}$ のとき、 $abcdca \in \Sigma^*$ 。
2. $\Sigma = (0, 1)$ のとき、 $001 \in \Sigma^*$ であり、 $|001| = 3$ 。
3. $\Sigma = \{a, b, c\}$ のとき、 $abcdcba \in \Sigma^*$ 。
4. $\Sigma = \{0, 1\}$ のとき、 $|000111| = 7$ 。
5. Σ がなんであっても、 $\varepsilon \in \Sigma^*$ 。

以上のような問題を板書し、「5つの文章について、それぞれ正しい文章かどうかを答えなさい。しっかり考えてください」と言って、机間巡回に移る。

解答5のみ正みたいだが、句点がないので文章としてはだめ。すべて誤である。学生から「そんなあ」というブーイングがきたら、もっけの幸い。「諸君はプログラムを書くのだから、一字一句にも目を光らせる習慣をつけましょう」と切り返す。実はこちらは問題を黒板の前で即興的に考えるので、頭が回らず、学生に指摘されて気がつくこともままある。引っかけ問題と称しているが、実は教員の過誤に起因するもの多数である。「教員たるもの、教材や問題には一文字も誤りがあってはならない」と厳しく教員に注文する教職の指導者もおられるが、誤りを一切認めない態度は、実は例のナントカ神話のような恐ろしい方向に向くのである。「人間だから」と言い訳するのではないが、間違いにも大きな役割・教育効果がある。なお、こういう定義の確認以外でもミニクイズをしばしば出して、漠然と講義を聞くのではなく、論理ギャップがないようしっかりと考えていくことを求めていく。計算問題も上手く出せば可である。また、上の説明で、 ε という記号は Σ に含まれていないと暗黙に仮定してその説明はしていない。そういうこともクイズに出してもいい。要は鵜呑みにしない訓練を学生にするつもりならクイズのネタはいくらでもある。