

大学の文科系学部におけるプログラミング教育の試み

佐野 洋

東京外国語大学 外国語学部

E-mail: sano@fs.tufs.ac.jp

概要

理工系学部を中心として多くの大学で一般情報処理教育が実施されている。社会全体に高度の情報化が進み、本学のような文科系単科大学においても、キャンパスネットワークを始めとした情報システムが導入されている。人文科学や社会科学系の学生にあっても情報処理に対する教養習得が教育に求められている。情報システムは、教育や研究基盤として機能するが、情報システムの設備機器性能に価値があるのではなく、ユーザーに効果的に利用された時に初めて価値が現れる。利用者の目的、要求、学習特性等は組織毎に違いがあり、よって、情報システムの設備充実以上に、実施すべき教育理念を個々の組織で明確にすることが肝要となる。

本稿は、文科系大学における情報教育のケーススタディとして、本学におけるプログラミング教育の中間結果について報告する。

Computer Programming Education for Humanity Courses: A Case Study at Tokyo University of Foreign Studies

SANO, Hiroshi

E-mail: sano@fs.tufs.ac.jp

Abstract

A result of an investigation on a course of computer programming is presented. The beginner course has been designed for students in humanity courses, even those who are not familiar with computers and computer operations. The training program and education method used in the course are based on a user model, which divides the computer objects by viewing of the process of interactions between users and computer.

Lack of both fund and manpower have perplexed the literacy education stuff, which might be a common situation on humanity courses. As a case study, the paper introduces the training program and explains how we lecture the course at Tokyo University of Foreign Studies.

1 はじめに

ネットワーク関係の技術誌によれば、現時点においても、世界のデータトラフィック量は既存の電話回線サービスを使う音声トラフィック量とほぼ同程度であるという[11]。同誌によれば、インターネット上のデータ量の増加は100日で2倍の伸びを続けており、インターネットがほとんどの通信の基盤となる現実が目前とされる。21世紀に向けて情報・通信分野は大幅な事業拡大が予測されており、社会全体が高度情報化を指向している。いわゆる専門家や技術者に限らず、さまざまな分野、多様な業種で情報処理・情報科学に関する教養や素養の習得が要求されている。

こうした社会的要請に対して、大学等、多くの教育・研究機関においても一般情報処理教育が実施されている。しかしながら、情報通信分野の技術革新の、ドッグイヤー¹とも喩えられるほどの急激な発展に、迅速に教科内容を対応させる困難さ、また、教育体制や基盤等の環境整備の遅れが、特に人文科学系や社会科学系の教育・研究組織において指摘されている。

東京外国語大学における情報化の取り組み

いわゆる文科系単科大学である本学は、平成8年度に情報処理教育室1室と試験LANが設置され、平成9年度にキャンパスネットワークが敷設された。目下、人的な制約とコスト面の制約がある中、施設設備の充実を進めている[5, 6, 7]。また、平成12年度にキャンパス移転を予定しており、施設設備面での拡充を行う予定である。

教育面では、一般情報処理教育に対応する講義を徐々に開講し始めている。過去2年間実施してきたが、その内容は一般的な意味でのコンピュータリテラシー教育に留まっている。指摘される[1, 2]ように、自組織に適切な一般情報処理に対する教育理念の模索とカリキュラムを再構築を目指し、語学系大学であることを基軸とする情報教育の内容検討を始めている。

本稿は、文科系大学における情報教育のケーススタディとして、本年度、著者が開講しているプ

ログラミング教育の中間結果について報告する。

第2章では、本学におけるプログラミング教育の必要性について考察する。施設制約上、演習ができない環境でプログラミング教育を実施している。そうした状況に対応するために採用したアプローチについて第3章で説明する。通年の講義として実施しているが、中間結果として、現在の学習状態を把握するためのアンケートを受講者に対して行い、理解度(もしくは問題点)を調査した。第4章で説明する。第5章では中間結果としてのまとめを行う。

2 文系向け情報教育

2.1 情報機器操作支援

一般社会へのパソコンの急速な普及とネットワークコンピューティング技術の発達により、パソコンやアプリケーションソフトウェアの利用、ISP(インターネット・サービス・プロバイダー)へのホストマシンのネットワーク接続等について、夥しい数の参考書籍が出版されている。操作方法や設定方法を優先して記述する単なるマニュアル的な内容の本が多い。概念や仕組みに関する理解を求めないタイプの解説書が多いので、理解せずに動作させることになり実力がつかず、応用がきかない。そのため種類の違うマシンやOSの異なるクライアントに対して設定ができない、アプリケーションの応用利用ができない、トラブルに対しても対処方法がわからないなどの問題がある。

一方、コンピュータサイエンスの基本的な概念を理解させれば、自ら理解して情報機器を操作できる能力の向上させることができる。このような技能教育のためにプログラミング教育は必要である。例えば、[2, 87-89頁]に挙がるコンピュータシステムとアーキテクチャ系の講義(「情報処理システム構成論1」)、およびコラボレーション系の講義(「情報通信網構成論」)の内容を簡略化し、再構成したものが該当する。

¹犬の1年は人間に例えると7年に相当するという

2.2 コミュニケーション支援

前章で述べたように、インターネットは次第に通信基盤となっている。データ、音声、ビデオ等のメディアを統合し、世界規模で空間的、時間的な制約を超えた情報共有の「場」を提供しようとしている。国内外を問わず他の人々との高次のコミュニケーションによって形成され、獲得される情報知の占める重要性は、今後あらゆる分野で高まると考えられる。

本学は、26の専攻語(語学)教育を行っている。インターネットで提供される情報共有の「場」で活躍できる能力が必要で、語学力に加えて、コンピュータ上に実装される基本的な情報処理機構と通信機能を理解する技能教育が求められる。

ネットワークと介して接続しているデータベース等の分散システムは夥しい数にのぼる。そうしたシステム間で、知識や意志を交換しあう時、マニュアル操作をベースにした情報機器操作に頼っているだけでは十分な情報交流はできない。情報知獲得のため、例えば、ネットワークエージェントを他と連携させて行動させる、分散コンピューティング環境でスクリプトを機能させるといった技能教育に、プログラミング教育は必要である。例えば、[2, 90-91 頁]に挙がるコラボレーション系の講義(「情報モデル論」, 「意志決定論」)が該当する。知識工学・応用知識工学に該当する講義も必要であろう。

2.3 語学教育・研究支援

従来からデータベース分野のアプリケーションは、電子化辞書の構築やコーパス整備のために利用されてきた。近年に至り情報機器は、その技術革新によってハードウェアコストが急速に低下しており、個人利用にあってもギガサイズ、組織レベルではテラサイズデータの情報操作が可能である。データの論理的な構造や操作の自動化、効率等について体系的に学習する必要がある。例えば、[2, 76-77 頁]に挙がるコンピュータサイエンス系の講義(「データ構造とアルゴリズム」, 「データベース」)が該当する。

表1には、中野洋著「パソコンによる日本語研

究法入門」[8]の目次を挙げた。著者は「語彙論」という教科で利用している。

表 1: 「日本語研究法入門」の目次

文字列の検索	文字列の検索 文字列の範囲指定 複数ファイルの検索
文字調査	パソコンによる文字調査 グラフ表示 頻度順文字表 ひらがなと漢字の分布
語彙調査	語数を数える 語彙表を作 語彙の分布
索引の作成	文脈付用語索引の作成 文脈付文字索引の作成
言語の対象研究	対象用例表の作成

表1に示すように、記号としての文字列処理、統計手法用いた言語特徴分析、言語の構造の分析、ことばの意味の分析等がその内容として含まれている。この本にはプログラムコードがフロッピーで添付されており、それらを利用することで学習を進めてゆくことができる。本書の内容を基礎として応用研究を進める、他の言語への適用を行う等の場合には、コンピュータサイエンスを基礎とする技能教育が求められる。例えば、[2, 76-77 頁, 91 頁]に挙がるコラボレーション系の講義(「理論・計量言語学」, 「自然言語処理」, 「音声情報処理及び音声言語分析」, 「状況理論」)が該当する。

3 コンピュータリテラシー教育

教育・研究組織の性格によっても細目には違いはあるが、一般的なコンピュータリテラシー教育項目を[1]を参照して挙げる。

1. キーボード教育
2. エディタ、ワープロと文書作成
3. 電子メール・電子掲示板システム
4. 表計算とデータベース
5. 統計計算・図形処理パッケージ
6. 情報化社会・法との関連

施設設備の不足という状況で、コンピュータリテラシー教育を過去2年間、選択科目として一部学生を対象に実施した。演習を実施する適正規模として20人クラスが推奨されている[1]。演習が実施可能な本学の情報処理教室は定員60名である。著者が開講する一般情報処理のクラスには、初年度約300名、次年度はおよそ270名、今年度は約200名の受講者があった²。

3.1 自習型リテラシー教育へのアプローチ

講義と演習を有機的に結合させることが望ましいが、現状で200名以上に1人で対応することは難しい。受講人数を制限するなどの措置を取ったものの、情報システムが適正規模の集合教育に対応できないため、今年度、講義内容をリテラシー教育からプログラミング教育に変更し、演習は自習時間で実施することを前提に、講義でコンピュータリテラシー説明が効果的にできる方法を探った。

コンピュータを操作する場合、利用者が向かうのはディスプレイであり、何らかのインタフェースプログラムを介してコンピュータと対話する。演習を考える時、どのようなアプリケーションを実習するにも、インタフェースを通じた説明になる。そこで、インタフェースの設計思想や設計プロセスを調査し、そのプロセスが前提とするユーザーモデルを逆に分析することで、コマンドの実行やOSサービス等のコンピュータオブジェクトが、どのように利用者に提供されているかを知ることができる。直接にコンピュータの操作を説明することに代えて、インタフェースのユーザーモデルとコンピュータオブジェクトの関係を説明することで、利用者にコンピュータに対する概念形成を促せると考えた。

次節では、インタフェースの設計プロセスを紹介し、ユーザーモデルがどのように前提され、コンピュータの機能がインタフェースにどのように配置されているかを考察する。

²次年度、非常勤2コマが新設され、今年度はさらに1コマ増加している。いずれも60名を受講者の上限とし半期で終了する。

3.2 インタフェース設計プロセスのリバース分析

アップル社の Macintosh に代表されるように1990年代ユーザーインタフェースが革新的な発展を遂げた。従来のコマンドラインベースのCUI(Character User Interface)に変わり、アイコンを多用するGUI(Graphical User Interface)を利用できる情報環境に変わっている。CUIを実装する機能中心のソフトウェア開発と違い、GUIを実装するソフトウェアでは、インタフェースの作成に多くのコストが投入される。文章編集、表計算、データベースなどアプリケーションが実現するタスク機能はCUIを実装するソフトウェアと変化はほとんどない。利用者からの「見え方」が変化している。ユーザー・インタフェースの設計は概ね次のようなステップを踏むという[10]。

1. 顧客が解決したがっている問題を定義する
2. オペレーターをモデル化する
3. タスク分析を行う
4. タスク領域に一致するコンピュータオブジェクトと機能を定義する
5. ユーザー・インタフェースの概観と動きを設計する
6. 設計を評価する

タスクは、表計算やデータベース等に固定されているから、操作法を効果的に教授するためには、ユーザー・インタフェース設計において、(1)オペレーターがどのようにモデル化されているか、(2)タスク領域に一致するコンピュータオブジェクトが何であるかを押さえておくことが重要な点となる。

3.3 オペレーター(利用者)のモデル化

GUIなどのインターラクティブシステムの設計はユーザーを理解することに焦点があてられる。その一つにユーザーの認識行動を意味論を構文論で捉える一般的なモデルがある[10, 18頁]。

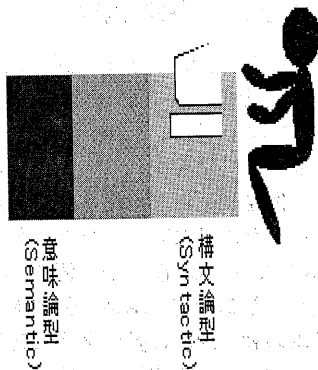


図 1: 利用者モデル

このモデル[10, 18 頁]によると、構文論的知識は、GUI等インタラクティブ・システムを通じたオペレーター(利用者)からの入力表現とGUIからの出力表現は、利用者がインタラクティブ・システムと対話をするために知っておかなければならない「言語習慣」とされる。それぞれのコンピュータに固有の知識である。一方、意味論的知識は、事実および手続きの概念もしくは記号の階層組織とされる。事実の概念は、データとみなすことができ、手続きの概念は、データの手続きの運用のセットとされる。そして、これらは、コンピュータ領域(一般情報処理分野)に従属なものと、タスク領域(アプリケーション)に従属であるものとに区分される。

このモデルにおける利用者の分類は次のようになる。

1. 初心者: コンピュータ領域およびタスク領域における構文論的知識も意味論的知識も持っていない。もしくは浅い。
2. 教養的知識のある者: コンピュータ領域とタスク領域の意味論的知識は十分であるが、構文論的知識の詳細は把握していない。
3. 教養および実践的知識のある者: 双方の知識に通じている。

健全なリテラシー教育では、(1)の状態にある学生に対して、適切な講義によって(2)の状態にし、

講義と連携する演習において、(3)の知識状態に引き上げることになる。

3.4 コンピュータオブジェクトと機能の定義

コンピュータ領域とタスク領域で利用可能なオペレーションは、コンピュータオブジェクトとして実装される。CUIでコマンドと称され、GUIではメニューとかアイコンと呼ばれる。コンピュータオブジェクトは通常、インタフェース内に配置される。配置の基本的な設計原則は、直接対応であるという[10, 26 頁]。直接対応によって、利用者は自らの意図をコンピュータシステムから提供される概念に素直に翻訳する。コンピュータに向かう利用者が、正しい結果を得るための入力をすばやく決定できればできるほど、翻訳のための負担が小さいといわれている。コンピュータオブジェクトの定義は次のようにして行われる。

- タスクオブジェクトとコンピュータオブジェクトを対応させ、コンピュータオブジェクトを意味論型と構文論型に分類する
- タスクの成果を向上させるための一般的なコンピュータが提供するサービスを用意する
- 利用者とインタフェースのどちらが、主導的に振る舞うのかを決定する

3.5 ユーザーモデルに基づくコンピュータ・オブジェクトの説明

こうしたインタフェースの設計原則からわかることは、アプリケーションを説明するリテラシー教育を実施する場合には、(1)教授者が意味論型オブジェクトと構文論型オブジェクトを混同しないこと、(2)利用者の意図を実現するコンピュータオブジェクトを十分認識させること、(3)タスクオブジェクトとコンピュータが提供するサービスの違いを分からせることである。

コンピュータの基本操作を説明するリテラシー教育を実施する場合には、(1)コンピュータ固有の言語習慣については多様性が存在すること、(2)自習で利用するコンピュータの言語習慣の特徴を教

授すること³, (3) 言語習慣と構文論型オブジェクトの関係を認識させることである。

4 プログラミング教育

4.1 対象科目と受講者

授業科目(選択科目)と対象者を表2に挙げる。

表2: 授業科目と対象者

科目名	対象学年	受講者数
情報科学基礎	1年生, 2年生	約200名

4.2 講義内容

次のステップで講義を進めている。

1. 講義によるコンピュータリテラシー説明(OSによる基本サービスの説明)
2. プログラミング講義
3. 講義によるコンピュータリテラシー説明(電子メール, エディタ等の基本アプリケーションの説明)
4. プログラミング講義
5. 課題提示
実習(マニュアルの配付)と電子メールによる課題提出
6. プログラミング講義

ユーザーモデルに基づくコンピュータ・オブジェクトの説明によって、講義でOSが提供する基本のコンピュータサービス及び基本アプリケーションを説明した。コンピュータの利用資格とメールアドレスを与え、利用マニュアルも配付することで自習させるようにした。メールアドレスの配付以降、コンピュータ利用上の質問は電子メールで受け付けている⁴。

³具体操作はマニュアルで指示すれば十分である。

⁴電子メールを出すための質問については受けられないので、昼休み等に実習室を回りその都度質問を受け付けている。

4.3 プログラミング教科内容

プログラミング言語はPerlを採用した。教科書[9]と講義ノートを使っている。初歩的な数値計算例題を使ったプログラミング例題の解説が中心で文法規則を体系的には説明しない。アルゴリズムを考えさせる例題やデータ構造の利用を意識させるようなプログラムはない。プログラミング言語としての話題は、代入、演算子、変数、標準入出力、繰り返し、制御構造、単純な配列等である。

プログラムの動作説明の際に必要なに応じて、その都度、コンピュータの機能や、UNIXシステムの概念的な説明を、ユーザーモデルに基づくコンピュータ・オブジェクトの説明に沿って実施した。例えば、入出力に関するプログラミング説明では、UNIXシステムで使用するシェルやコマンド、標準入出力などについても解説している。

4.4 説明方針

プログラムの文法規則を、母語以外の外国語(人工語)の習得物の1つとして説明している。幾つかの概念は、言語学等で使われる用語とその説明に置き換えて説明した。

表3: 説明例

プログラミング	言語学習
実行単位	センテンス
演算子	述語
引数	述語-項
変数	指示
インクリメンタル/デクリメンタル演算子	接頭辞, 接尾辞
繰り返し	「繰り返す」という動詞の意味を展開して説明
制御構造	セマンティクス

データ構造のように対応する概念に適切なものを見つけない場合も多い⁵。なお、タスクのフローチャートについては調理手順のアナログを利用した⁶。

⁵こうした場合、プログラミングの説明では、何を言っているのか分からないという意見がしばしば聞かれる。

⁶若干だが調理に置き換えると良く分かったという意見もあった。

4.5 受講者へのアンケート

ある程度のプログラミング講義が進んだ段階で、コンピュータ利用資格とメールアドレスを全員に与えた。利用マニュアルを配付し、講義時間外にコンピュータを自分で利用させるようにした。コンピュータシステムは UNIX である。GNU Emacs を中心にしたキーボードベースのメーラ (mew) を利用している。プログラミング課題 (5 題) を課し提出させている。課題提出に先だって理解度のアンケートを実施した。

提出課題: 「分からない点, 理解できない点を講義の範囲で答えよ (メールで送付のこと)」

複数回答のため, 回答項目ごとに集計した。表 4 は, 理解度に対する回答である。

表 4: 理解に対する回答

回答内容	回答数	割合 (%)
分からないところはない	60	45.5
何らかの分からない点がある	61	46.2
まったく分からない	11	8.3
総計	132	

表 5 は, 「何らかのわからない点がある」と答えた回答の具体的な内容を示している。

一般数学や数理論理学に関する講義がないために, 演算子, 論理演算子, 条件式などのプログラミング用語の理解が難しいものと思われる。

表 6 には, プログラミング講義とは関係のない回答結果を挙げた。

「インストール」「アプリケーション」等は, コンピュータの基本構成に関する概念事項である。インタフェースに現われないコンピュータオブジェクト, サービスの概念については, 今回の試みでは説明できない範疇である。実習を伴う講義として教育する必要がある。

5 おわりに

本稿では, 文科系大学におけるプログラミング教育の試みについて述べた。施設設備の不足のた

表 5: 分からない点

回答内容	回答数
代入 (なぜ数学の等式と違うのか)	4
変数の使い方	3
演算子とは何か	4
論理演算子の使い方	5
初期化とは何か	2
条件式の使い方	2
プログラム記号の複雑さ	1
文区切り, ワード区切りのスコープ	4
do-while, for 文の違い	2
null とスペースの違い	1
半角と全角の違い	3
プリント文の「 <code>^n</code> 」の機能 (変数展開)	3
コメント文の役割	9
while, until の違い	1
C/C++ の違いは何か	2
キーボードからの入力, ディスプレイへの出力法	3
配列へのデータアクセスの仕方	2
文字コードとは何か	2
print 文の書式指定	2
exit 文の役割は何か	1
データキャスト (が面倒である)	1
繰り返し	4

め演習講義を併設できない中で, 講義によるコンピュータリテラシー説明の一方法を提案し, それを講義に応用した中間結果をアンケート調査を基に報告した。

基本的には, 施設設備や支援スタッフが整った中での, 語学系大学における情報学カリキュラムの検討を進めなければならないし, 今後も検討を重ねる予定であるが, 本稿で示したように, 教育・研究組織の現状を鑑みると, 次の点も検討課題と

表 6: その他の回答

回答内容	回答数
センテンスとステートメントの違い	1
コマンドとは何か	1
どのようにプログラムを使うのか	2
コンピュータによってキー操作法が違うのはなぜか	1
プログラムと数学の違いは何か	1
インタプリタとコンパイラとは何か	2
インストール (の意味) は何か	1
アプリケーション (の意味) は何か	1

して重要である。

- 設備制約の中での教授法
- 人的制約の中での教授法

今年度、残りの講義では、更にコンピュータリテラシー説明に工夫を凝らし、その成果と問題点を明らかにしたい。講義経験をまとめ、コンピュータサイエンスにおける瀬出概念との関連を明確にすることで上記制約の中でも利用できるコンピュータリテラシー教育用のガイドとしたい。

参考文献

- [1] 大岩元:「大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究」,(社)情報処理学会,1993.
- [2] 国井利泰:「大学における情報システム学の教育の在り方に関する調査研究」,(社)情報処理学会,1993.
- [3] 神村伸一:「計算機科学の瀬出概念の理解を目指した情報リテラシー教育」,情報処理学会誌研究報告,97-CE-46,1997.
- [4] 木村清:「皮膚感覚から入るリテラシー教育 - 非情報系短大における講義事例 -」,情報処理学会誌研究報告,97-CE-46,1997.
- [5] 佐野洋:「文系大学におけるネットワーク管理」,情報処理教育研究者集会, 1996.
- [6] 佐野洋:「文系大学における情報システム開発技法」,情報処理教育研究者集会, 1997.
- [7] 「チャレンジ新システム」,日経オープンシステム,日経BP社,66号,1998.
- [8] 中野洋:「パソコンによる日本語研究法入門」,笠間書院,1997.
- [9] 前川守:「1000万人のコンピュータ科学 入門編 気軽にプログラミング」,岩波書店,1995.
- [10] L.バス,J.クーター著,廣田年亮訳:「ユーザーインタフェースの開発」,トッパン,1992.
- [11] “PCWEEK”,ソフトバンク,VOL.9,No.16,1998.