

短大情報関連学科におけるコンピュータサイエンス

基礎教育についての試案

河村 一樹

尚美学園短期大学

短期大学の情報関連学科におけるコンピュータサイエンスをベースとした教育について、そのカリキュラム試案を提案する。従来の短大におけるコンピュータ教育では、いくつかの問題が生じていた。この結果、コンピュータ教育の質的低下という実状を生み出した。そこで、大学で実施されているコンピュータサイエンスの基礎教育を短大でも導入するとともに、そのための標準的なカリキュラムを試案として提案する。そのカリキュラム作成にあたっては、コンピュータサイエンス分野における「最少で本質的な」部分のみを抽出して再構成するという基本的な考え方を基盤にする。

A TENTATIVE PLAN ABOUT BASIC EDUCATION OF COMPUTER SCIENCE FOR INFORMATION RELATIONAL COURSE IN JUNIOR COLLEGE

Kazuki KAWAMURA

SHOBI JUNIOR COLLEGE

This paper presents a tentative plan of the curriculum about basic education of computer science for information relational course in junior college. A usual computer education of junior college had some problems. As a result, the deterioration of computer education was caused. Accordingly, this paper presents the introduction of basic computer science education similarly university, and a tentative plan of standard curriculum. For making of the curriculum, we have a fundamental concept which indicates the reorganization of the minimum essential part in the computer science domain.

1. はじめに

短期大学(以下、短大と略す)のさまざまな学科において、コンピュータ教育が実施されている。

コンピュータ教育という観点から学科を分類してみると、コンピュータ専門系とコンピュータ応用系、非コンピュータ系の三つに分けることができる。コンピュータ専門系は、コンピュータ技術の習得を目的とする学科である。コンピュータ応用系は、特定業務での応用を前提にして、コンピュータ技術を学習する学科である。非コンピュータ系は、コンピュータ以外の分野を習得の対象とする学科である。

以上より、コンピュータ専門系とコンピュータ応用系の学科については、系統的なコンピュータ教育の実施が要求される。非コンピュータ系の学科については、コンピュータリテラシーを対象に、コンピュータを道具として使いこなすための教育が施される必要がある。本稿では、前者のコンピュータ専門系および応用系の学科(以下、これらを総称して情報関連学科とする)に対するコンピュータ教育について取り上げる。なお、具体的には、専門系では「情報処理科」、応用系では「経営情報学科」といった学科が、それぞれに対応する。いずれの学科も、コンピュータシステムにおける基本ソフトウェアあるいは応用ソフトウェアの構築に携わる人材を、その育成目標にしていることにする。

大学におけるコンピュータ教育は整備されつつあるのにもかかわらず、短大の情報関連学科におけるコンピュータ教育については、ほとんど未整備の状態にある。コンピュータサイエンスといった系統的な教育指針もないまま、学科独自の采配にゆだねられた形で、カリキュラムが作成され運用されている。

しかし、短大においても、大学と同様に学問としての系統的なカリキュラム体系をもとに、コンピュータ教育が実施されるべきである。コンピュータ教育の質的向上をめざすためにも、標準的なカリキュラム指針を作成すべきである。

以上のような着想のもとに、本稿では、短大の情報関連学科におけるコンピュータサイエンス基礎教育のためのカリキュラムを、試案として提案することにする。

2. 大学におけるコンピュータ教育

大学におけるコンピュータ教育は、米国が中心となって整備が進められている。その中

心には、コンピュータサイエンスという学問領域が位置づけられ、明確なコンセプトのもとに教育が実践されている。

過去の経緯をたどると、1968年にACMからカリキュラム68 [1] が発表された。これによって、学問としてのコンピュータサイエンスが認知されるようになった。その後、十年毎に改訂が進められている。

1978年には、カリキュラム78 [2] が発表された。ここでは、コンピュータサイエンスのコアカリキュラムが作成された。1988年には、IEEEとの共同作業により、カリキュラム88 [3] が発表された。ここでは、コンピューティングの学問領域について、三つの主要なパラダイムと九つの副領域により分けるといった考え方が提案された。この3×9のマトリックスは、各大学のカリキュラム評価に適用できるということで、デニング図と呼ばれるようになった。

1990年には、ACM/IEEE-CS共同カリキュラム作業部会から、カリキュラム91 [4] が発表された。これによって、カリキュラムを構成する全科目についての詳細な内容が明らかにされた。またその中で、よく用いられる12個の頻出概念(recurring concepts)が提示された。

一方、我が国においても、コンピュータ教育についての検討 [5] が行なわれた。その後、文部省からの委託という形で、情報処理学会「大学等における情報処理教育検討委員会」による活動が続けられた [6]。そこで、三つのワーキンググループ(WG)が発足した。

1. CS (コンピュータサイエンス)
2. IS (インフォメーションシステム)
3. 一般教育

CSWGでは、米国でのコンピュータサイエンスカリキュラムをベースに、委員会独自の指針を盛り込んだ暫定モデルカリキュラム案(I P S J CSカリキュラムJ 90) [7] を発表した。ISWGでは、情報システム学という学問領域を定義し、その理論と技術を体系化したカリキュラム案 [8] を発表した。一般教育WGでは、その母体をコンピュータサイエンスに位置づけるとともに、カリキュラム91の頻出概念を一般教育に適用するための指針 [9] などを発表した。

以上によって、大学におけるコンピュータ教育のための標準的な指針は、すでに準備されたことになる。それぞれの学科において、これらをどのような形で実践していくのが、大学での今後の課題といえる。

3. 短大におけるコンピュータ教育

3.1 その問題点

短大全般におけるコンピュータ教育に関しては、いろいろな面において、大学の状況よりも立ち遅れていることは否めない。その根本的な問題について、以下に述べる。

① 修業年数の制限

大学と異なり、短大は二年間という限られた就業年限である。その中で、一般教育科目と専門科目を履修しなければならない。さらに、短大によっては、資格取得のための講座を別途設置している場合がある。また、二年次になると、就職活動も追加される。このため、詰め込み式のカリキュラム編成になりがちになる。

以上のことが、コンピュータ教育にも必然的に反映してくる。基礎理論を無視して、中途半端な技術だけを教育するようなケースが多々見られる。

② 中途半端な学問的立場

短大を含め大学は、本来学問探求の場ではない。研究と教育を両立させながら、専門領域を学究する姿勢を大学人は持つ必要がある。

しかし、残念ながら短大においては、学術的研究に対して十分対応できていない場合が多い。研究環境（人的資質、費用、設備）が十分整備されていなかったり、研究より教育を優先する雰囲気があったりする。とくに、科学（コンピュータサイエンスとして）や工学（コンピュータエンジニアリングとして）という学問領域に属するコンピュータ分野においては、研究環境の良し悪しに多大な影響を受けることになる。

③ 教育環境の不備

一般的に短大の規模は大学よりも小さく、間接部門（事務、就職、募集、図書など）の規模もある程度制限される。コンピュータに関しても同様であり、コンピュータセンターを設置して、専任の技術職員による管理運用を実施している所は、数少ない。場合によって、教員自身がコンピュータ演習室の管理運用をすべて任せられている所すらある。

しかし、コンピュータ教育においては、最適なコンピュータ環境の整備が、とても重要な課題になる。陳腐化した機材や、不十分な使用時間と台数に依存したコンピュータ教育は、弊害を招くだけである。

3.2 その改善案

3.1で述べた問題点を集約すると、「その質的な低下に尽きる」といえる。したがって、これを解決するための基本的な姿勢は、コンピュータ教育の質的向上をめざした改革をはかることである。

そのためには、短大においてもコンピュータサイエンス教育を実施することを提案する。それとともに、それを体系づけた標準カリキュラムを作成することも提案する。以下に、それぞれについて、具体的に説明する。

① コンピュータサイエンス教育の実施

コンピュータサイエンスは、他の専門領域と同様に、学問としての基盤を持っている。それだけでなく、実際の応用面に直結した技術をも包括する。以上の関係を示すと、図1のようになる。

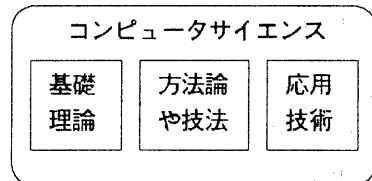


図1. コンピュータサイエンスの構成

図1の構成は、カリキュラム88の三つのパラダイムにも相当する。左から「理論」「抽象化」「設計」の各パラダイムである。カリキュラム88では、次のように定義している。

理論：（整合的な数学的理論に基づいた）数理科学の基礎

抽象化：（実験科学から派生した）自然科学の基礎

設計：（エンジニアリングから派生した）工学の基礎

ここで重視すべき点は、理論的な体系をきちんと定義していることである。それとともに、応用技術への展開がはかられていることもあげられる。以上のことを十分考慮したコンピュータ教育を、取り入れる必要がある。

② 標準カリキュラムの作成

①を考慮した短大独自のコンピュータサイエンス教育を体系づけたカリキュラムを、標準カリキュラム（ここでは、「短大標準カリキュラム」と呼ぶ）として作成すべきである。これに基づいて、それぞれの短大において、カリキュラムの評価と再編成を独自に進めることが可能になる。

その場合、大学でのコンピュータサイエンスカリキュラムをそのまま持ち込むことは適切ではない。短大の教育環境やその実態に合

わせた形で、最適化をはかる必要がある。とくに、3.1で取り上げた修業年数の制限を考慮しなければならない。

4. カリキュラム指針

短大標準カリキュラムを作り上げるための方針としては、大学のカリキュラムを短大用に最適化することがあげられる。

その最適化とは、コンピュータサイエンス分野における「最少で本質的な (minimum essential)」な部分だけを抽出して再構成することを意味する。そのときに、基礎理論と応用技術との関連を明らかにしながら、体系化することがポイントとなる。具体的には、図2で示すような関連を提案する。

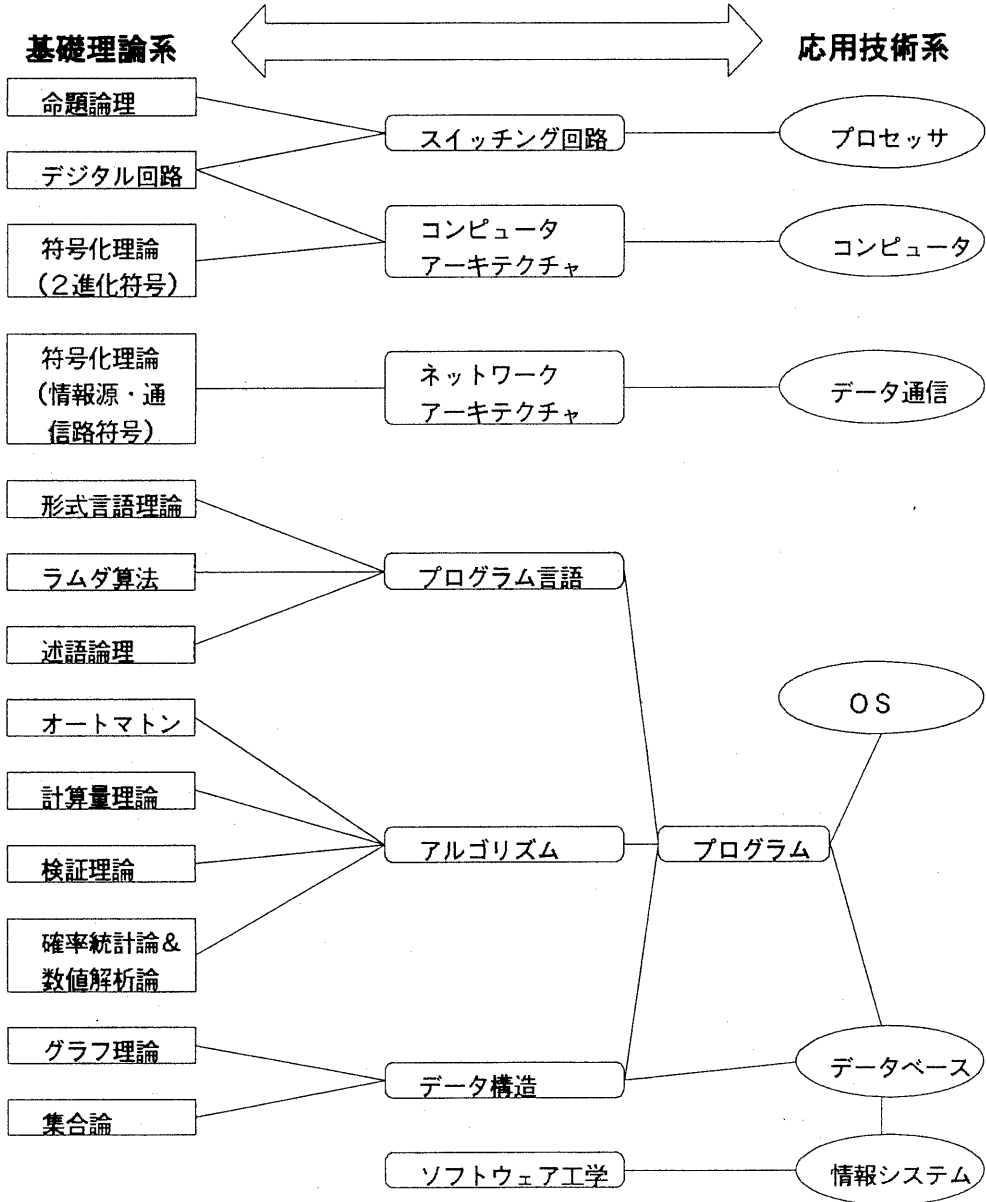


図2. 理論と技術の関連

ここで問題となることは、基礎理論をどこまで掘り下げるかという点である。できるだけ最少で本質的な部分に集約するとともに、それらの理論がどのような形で応用技術に結びついているかについても明らかにする必要がある。これらのことを考慮した上で、それぞれのテーマのガイドラインについて、以下に列挙する。

T1. 命題論理

具体的な項目：命題、論理記号、論理代数、論理関数

技術への適用：論理回路の設計

T2. 符号化理論（2進化符号）

具体的な項目：2/10/16進数、ビットとバイト、数値符号化と文字符号化、イメージ符号化

技術への適用：コンピュータ（主記憶装置や補助記憶装置）の内部機構、イメージ情報処理

T3. 符号化理論（情報源／通信路符号）

具体的な項目：情報量、情報源、情報源符号化定理、通信路、通路符号化定理

技術への適用：データ通信の符号処理

T4. 形式言語理論

具体的な項目：言語と文法（句構造・文脈依存・文脈自由・正則）

技術への適用：プログラム言語の構文規約、BNF記述

T5. ラムダ算術

具体的な項目：ラムダ式、再帰関数

技術への適用：関数型プログラム言語（LISP）

T6. 述語論理

具体的な項目：項と述語、限定作用素

技術への適用：論理型プログラム言語（Prolog）

T7. オートマトン

具体的な項目：有限／プッシュダウン／テーリング機械のどれか

技術への適用：アルゴリズムの定式化

T8. 計算量理論

具体的な項目：領域計算量と時間計算量、

O記法とΩ記法、計算量クラス（P問題とNP問題）

技術への適用：アルゴリズムの効率性評価、アルゴリズムの存在有無

T9. 検証理論

具体的な項目：部分正当性（表明、ホアの公理系）、全正当性（停止性）

技術への適用：プログラムの検証

T10. グラフ理論

具体的な項目：グラフの定義、経路と閉路、木、木の巡回、データ構造（ヒープ、2分探索木バランスマ、AVL木）

技術への適用：グラフによるデータ構造、データベーススキーマ（階層型、網型）、グラフによるアルゴリズム

T11. 集合論

具体的な項目：集合、集合演算、関係、関係演算

技術への適用：アルゴリズムの組み合わせ、関係型データベーススキーマ

なお、以上のほかに、中間の方法論や技法（抽象化）という分野についても必要となる基本的なテーマがある。以下に、追加する。

A1. プログラム言語

具体的な項目：構文記述、意味記述、記憶域、データ構造、制御構造、コンパイル技法、各種プログラム言語（手続き型、関数型、論理型、オブジェクト指向型）

技術への適用：プログラムの基本構造

A2. データ構造

具体的な項目：基本的データ構造（データ型、配列、レコード、ポインタ）、データ抽象（抽象データ型、オブジェクト指向）、問題向きデータ構造（線形リス

- ト、木、スタックとキュー)
- 技術への適用：プログラム設計（データ構造）
- A3. アルゴリズム（基本）
- 具体的な項目：探索アルゴリズム（線形、2分、バランス木、ハッシュ法）、整列アルゴリズム（選択、バブル、挿入、シェル、クイック、ヒープ、マージ）、グラフアルゴリズム（深さ優先探索、幅優先探索、最短経路探索、最小木探索）、再帰的アルゴリズム
- 技術への適用：プログラム設計（アルゴリズム）
- A4. ソフトウェア工学
- 具体的な項目：大規模ソフトウェアの開発、ソフトウェア設計と実現方法、ソフトウェアメトリックス、ソフトウェア開発環境
- 技術への適用：情報システムの構築

5. 短大標準カリキュラムの試案

以上のようなカリキュラム指針を、具体化した短大標準カリキュラムの試案について述べる。

試案の構成にあたっては、専門領域毎（科目には相当しない）に取り上げるべき内容を列挙する。

- ①「コンピュータハードウェア」
- 理論面：T1（命題論理）、T2（デジタル回路）
- 技術面：スイッチング回路、コンピュータ装置構成
- ②「コンピュータアーキテクチャ」
- 理論面：T2（符号化理論）
- 技術面：アセンブリレベルのマシン構成、メモリシステム構成、入出力制御
- ③「データ通信」
- 理論面：T3（符号化理論）
- 技術面：ネットワークアーキテクチャ、プロトコル
- ④「アルゴリズムとデータ構造」

- 理論面：T7（オートマトン）、T8（計算量理論）、T9（検証理論）、T10（グラフ理論）、T11（集合論）
- 技術面：A2（データ構造）、A3（アルゴリズム）
- ⑤「プログラム言語」
- 理論面：T4（形式言語理論）、T5（ラムダ算術）、T6（述語論理）
- 技術面：各種プログラム言語、プログラミングパラダイム、言語翻訳システム
- ⑥「プログラミング演習」
- 理論面：④と⑤
- 技術面：あるプログラム言語によるプログラミング
- ⑦「オペレーティングシステム（OS）」
- 理論面：直接的にはなし
- 技術面：タスク/プロセス/メモリ/デバイス/データ（ファイル）管理、セキュリティ
- ⑧「データベース」
- 理論面：T10（グラフ理論）、T11（集合論）
- 技術面：データモデル、DBMS、RDB、OODB
- ⑨「情報システム」
- 理論面：直接的にはなし
- 技術面：A4（ソフトウェア工学）

これらの専門領域を科目として独立すべきか、いくつか合併した形で構成するかは、学科毎の裁量に一任すればよい。ただし、考慮すべき点としては、それぞれの専門領域毎に、理論と技術を対にして取り上げるという配慮が必要である。

以上の専門領域に、さらに追加すべきものをあげるとするならば、「情報化社会論」が該当する。これは、カリキュラム91の「社会的、倫理的、職業的問題」に相当する分野である。

また、問題となることは、演習で用いるプログラム言語の選択である。現在、多くの短大では、BASICかCOBOLが中心となっている。しかし、これらの言語では、体系的なプログラミングが行なえない。たとえば、データの抽象化、ブロック（局所的な変数や定数宣言）やポインタ、再帰などが扱えない。

このような視点からいうと、PascalやCの方が妥当になる。情報関連学科においては、

コンピュータサイエンスにもとづくプログラミングの基礎教育を行なうべきである。COBOLについては、企業に入ってからでも十分に合うといえる。

6. おわりに

以上、短大情報関連学科における標準カリキュラムの構成について提案した。

二年間の短い修業年限ではあるが、コンピュータサイエンスの最少で本質的な部分だけを抽出して再編成することによって、短大でも十分系統的なコンピュータ教育が可能になる。これによって、短大情報関連学科におけるコンピュータ教育の質的向上が期待される。

ただし、課題としては、以上の短大標準カリキュラムに対応した教育環境（教員、教材、演習機材）が、どれだけ整備できるかである。

短大の情報処理教育の在り方に関しては、「短期高等教育における情報処理教育の実態に関する調査研究委員会」（主査：大岩元先生）が、1993年に発足して検討を続けている。そして、1994年9月に、その委員会から報告書[10]が発表される予定になっている。ここでは、高専が中心となっているが、来年度は短大が検討課題になる予定である。そこで、今後とも短大におけるさまざまな情報処理教育に関する検討を続けていくことになっている。

また、教材については、短大情報関連学科を対象にした「入門情報科学シリーズ」を、ソフトバンク(株)の協力を得て作成している最中である。シリーズは、全13冊となり、来年度の発行予定している。なお、構成は、次のようになる。

1. コンピュータ基礎論
2. 情報数学
3. 情報システム設計
4. 計算機アーキテクチャ
5. データ構造とアルゴリズム
6. プログラム言語
7. ソフトウェア工学
8. 情報制作基礎と演習
9. 情報検索基礎と演習
10. 情報通信基礎と演習
11. プログラミング演習 (COBOL)
12. プログラミング演習 (BASIC)
13. プログラミング演習 (C)

これらは、いずれもコンピュータサイエンスを基礎とした構成にしているとともに、短大

教育にターゲットを絞った点が、このシリーズの特徴といえる。

企業の学生に対するニーズも、量から質へ明らかに変化してきている。したがって、短大のコンピュータ教育も変革すべき時期に来ている。より良いコンピュータ教育の実現に向けて、今後も検討を続けたい。

参考文献

- [1] CURRICULUM committee on computer science: CURRICULUM68, Recommendations for academic programs in computer science, Comm. ACM, Vol. 11, No. 3, pp. 151-197, 1968
- [2] R. Austing, B. Barnes, D. Bonnette, G. Engel, G. Stokes (eds): CURRICULUM78, Recommendations for the undergraduate program in computer science, A report of the ACM curriculum committee on computer science, Comm. ACM, Vol. 22, No. 3, pp. 147-166, 1979
- [3] P. J. Denning, D. E. Comer, D. Gries, M. C. Mulder, A. Tucker, A. J. Turner, P. R. Young: Report of the ACM task force on the core of computer science, Association for Computing Machinery, New York, 1988
- [4] A. B. Tucker, B. H. Bornes, R. M. Aiken, K. Barker, K. B. Bruce, J. T. Cain, S. E. Conry, G. L. Engel, E. R. G. Epstein, D. K. Lidtke, M. C. Mulder, J. B. Rogers, E. H. Spafford, and A. J. Turner: Computing Curricula 1991-Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force, Association for Computing Machinery, New York, 1990
- [5] 坂井利之、他編：情報工学の教育・研究、共立出版、1980年
- [6] 野口正一、中森真理雄：大学等における情報処理教育の諸問題—平成元年度の調査研究を中心として、情報処理、Vol. 31, No. 10, pp. 1373-1389, 1990年
- [7] 大学等における情報処理教育検討委員会：大学等における情報処理教育のための調査研究報告書、情報処理学会、1991年

- [8] 大学等における情報システム学の教育の実態に関する調査研究委員会：大学等における情報システム学の教育の実態に関する調査研究、情報処理学会、1992年
- [9] 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委員会：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、情報処理学会、1993年
- [10] 短期高等教育における情報処理教育の実態に関する調査研究委員会：短期高等教育における情報処理教育の実態に関する調査研究、情報処理学会、1994年（予定）
- [11] 国井利泰編：コンピュータサイエンスのカリキュラム、（b i t別冊）共立出版、1993年
- [12] 有沢誠、他：コンピュータサイエンスをいかに学ぶか、（b i t別冊）共立出版、1993年
- [13] Alan. W. Biermann: Great Ideas in Computer Science, The MIT Press, 1990
- [14] 広瀬健、他編：コンピュータソフトウェア事典、丸善、1990年