

情報システム学カリキュラムの現状と展望

君島 浩

株式会社富士通ラーニングメディア

情報システム学カリキュラムの現状と展望を述べる。システムエンジニア教育の現状を分析する。そして、情報システム学カリキュラムをより系統的に効果的にするいくつかの方針を提案する。

The Current Status and the Perspective
of Information Systems Curriculum

Hiroshi Kimijima

Fujitsu Learning Media Limited

This paper describes the current status and the perspective of information systems curriculum. The current status of systems engineer education is analyzed. Then a few guidelines to make information systems curriculum more systematic and effective are proposed.

1. 序

日本では情報システム学カリキュラムの制定や改訂が活発ではなかった。最近では学校用の情報システム学カリキュラムの検討や通産省の新しい情報処理技術者カリキュラムの制定が進められている。

本稿は企業内でのシステムエンジニア教育の経験と教育学的な観点から情報システム学カリキュラムの現状を概観し、より系統的・効果的なカリキュラムにするための提案をする。

2. 情報システム学カリキュラムの経緯

米国ではソフトウェア技術者を養成する計算機科学カリキュラムとシステムエンジニア（SE）を養成する情報システム学カリキュラムは分離されている。ソフトウェア技術は主にシステムプログラムの単品を開発する。一方、SEは主に応用プログラムの複合システムを開発あるいは組み立てる。

米国では1900年に入って、企業経営において職務中心主義が確立した。人間がやるか機械がやるかは別として、仕事の定義・構造・技法・目標などを明確に定義する。その定義をもとにして人間や機械を効果的に調達し、作業させるのである。1900年代前半にはコンピュータが台頭し、保険計算、国家統計、研究、教育、設計などの特に重要な応用分野に活用された。1968年のACM 計算機科学カリキュラム68は、計算機科学と情報システム学の分離がされておらず、統計、情報検索、コンピュータグラフィックス・CADなどが含まれていた。これらの話題が情報システムの重要主題であることを意味している。1979年の計算機科学カリキュラム78で情報システム学の排除が行われ、代わりに情報システム学カリキュラム82が制定された。これはシステム工学・ミドルウェア・計算機科学などで構成されている。米国の得意な応用パッケージソフトウェアの開発経験が反映されているとは必ずしも言えない。

日本では情報工学科が計算機科学科に近いものである。経営工学科が情報システム学科に近いが、教育内容は経営学と情報工学が主体である。情報システムの開発・組み立ての専門家という意味では不十分である。通産省の新しい情報処理技術者育成カリキュラムは、SE教育の部分をかなり充実させた。ただし教育学的には議論が十分とは限らず、実現しながら洗練していく必要がある。

3. カリキュラム改善の概観

社会活動の中心になる生産活動を支えるものとして、研究と教育が重要である。研究の方法は文献分析と実験・考案である。教育は自己啓発による文献分析の負荷を軽減する指導であり、文献の分類・選択・共通化・理論化などが主たる貢献である。教育にも上手下手があり、専門的な教育学がある。上手にカリキュラムを作るには、過去のノウハウを単純に配列するのではなく、量が少なくなるように圧縮し、かつ理解しやすいように意味付けや理論付けをする必要がある。

日本は物作りを効率化しなければならない。日本は資源が乏しいので、知識集約国家に向かうべきであるとか、モノの時代からヒトの時代へ転換すべきだと言われる。しかし、衣食住が社会生活の基本であり、物を軽視すると空洞化することには、日米の違いはない。

資源が乏しいことを程度問題と考え、この程度に応じて米国よりも物作りの効率化につとめ、それを支える位置付けで知的職務や研究・教育をできる限り効率化するものだと考えたい。そうすることが自然にヒトの創造性や生きがいにつながるだろう。

カリキュラムの改善については、本稿では次のような断片的な方針を列挙するのにとどめる。

- (1)基礎理論の確認
- (2)基礎理論の要素としての生産管理論の活用
- (3)分野講座群を中核に据える
- (4)パッケージソフトウェアの教え方
- (5)マルチメディア・ヒューマンインタフェースの開発方法

この後は、以上の方針のそれぞれを説明し、最後に講座の実施経験を述べる。

4. 基礎理論の確認

特に企業内のSE教育では、理論的な説明が不足している。せっかく中学・高校などで教わった理論が活用されていない。情報システム学に使うことができる基礎理論には次のようなものがある。

まず集合論がいろいろな場面に使える。ポチやタローなどのインスタンスの集合に犬という総称名を付けることは、物事の共通点を見抜き、物事を整理し、物事を言葉で記憶する出発点である。言語の意味則などにこの理論が表れる。こういったカテゴリが更に集まって小分類・中分類・大分類を構築していく。分類はそれによって階層構造・木構造を形成する。

次に集合以外の関係論もいろいろな場面に使える。さきほどの木構造の枝の間を横通しでつなげる関係は、文献のキーワード、業務間をつなぐファイル・データベース・通信などに表れる。こういった関係に前後関係が加わったものは、言語の構文則やジョブフローなどに表れる。

前後関係の良い悪いを判断する手段として、時間や空間に関する性能論が出てくる。性能論は職務中心主義では目標基準として具体化される。業務をコンピュータにやらせる場合には、ハードウェアの基本的性能やソフトウェアのアルゴリズムなどが加わったシステム性能を扱うことになる。

これらの基礎理論は、性能論に多少の計算が出てくる以外はそれほど高度な学術とは言えない。そこが情報システム学が四年制大学の専門学科を構成するほどの専門学術と言えるかどうかの問題点である。ただし、このことは講座体系カリキュラム、各講座カリキュラムなどの設計・実践を進めながら考え直していきたい。

5. 生産管理論を基礎理論の要素へ

生産管理論は基礎理論の中心とは言えなくても、不可欠な要素であると考えられる。生産管理論は既に情報工学にも相当活用されており、情報システム学には更に活用できるものである。

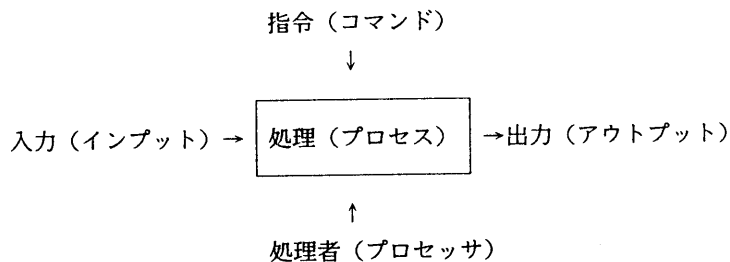
まず企業における多種多様な作業は、似たインスタンスをまとめて総称名が付けられる。それらがまとめて小分類・中分類・大分類を構成する。それによって企業の仕事の階層

構造・木構造ができあがる。組織表は具体的な木構造の例である。ここでは階層ごとの総称名を示す。またこういった概念を応用した用語を右に例示する。

世界（ワールド）	
国家（ナショナル）	
経営（ビジネス）	ビジネスプロセスリエンジニアリング
使命（ミッション）	
職務（ジョブ）	ジョブ制御文，ジョブ管理
段階（フェーズ）	ソフトウェア設計フェーズ
任務（タスク）	タスク管理
ルーチン	サブルーチン
ステップ	ステップ数

仕事の上手下手を評価し、給料を決めるために、それぞれの作業項目には時間の速さや空間の狭さなどについての目標基準が制定される。人間の目標基準がコンピュータの性能のモデルになる。

企業組織においては作業項目は、連結されて分業・協業が成立する。そのモデルを下図に示す。



こういった連結手段で作業項目を連結したものを工程（プロセス）という。工程には単流・分流・合流・並行・反復・選択などの基本構造があり、これが流れ図やプログラム構造のモデルになっている。

生産活動においては主たる作業者の活動のほかに、管理活動が必要である。生産管理の活動項目を次に示す。

(1)作業分析

上手な作業を調査して、職務基準書（作業分解構造+目標基準）を制定する。これは情報システムのプログラム体系のモデルである。また作業マニュアル（指示書，インストラクション）を文書化する。これは応用プログラムや機械語命令のモデルである。

(2)工程設計

工程設計をプロセスプログラミングまたはプロセスエンジニアリングという。これが計算機プログラミングのモデルである。また工程計画はジョブ制御文やシェルスクリプトとのモデルである。

(3)運用

作業の実施を運用（オペレーティング）といい、それを管理職が管理することを運用

管理または日程管理（スケジューリング）という。管理職は状況に応じて作業の詳細な工程を決めて、任務（タスク）に処理者を割り振る指令（コマンド）を行い、更にこまかな指導（インストラクション）する。これらの概念はオペレーティングシステムなどのモデルになっている。

(4)工程再設計

工程再設計（プロセスリエンジニアリング）とは職務基準書・作業マニュアル・工程計画雛形・日程表雛形などを改訂することである。

6. 分野講座群を中核に

工学の中核は一般論のエンジニアリングではなく、個別論のテクノロジーである。情報システム学においても個別の情報システム定石を講座体系の中の中核講座群にすべきである。筆者はソフトウェア技術者であったが、その主たる能力はコンパイラ作成技術などのテクノロジーであったと思う。計算機科学（情報工学）にはコンパイラ、オペレーティングシステム、ファイル・データベース管理システム、ネットワーク管理システムという学術的な中核講座があった。情報システム学にもこれに相当するものがあるべきであり、その内容によっては情報システム学が十分に学術的な専門分野になりえる。

次のような分野が中核講座群の候補として思い浮かぶ。

- (1)カネを扱う代表として、会社間取引、金融業、経理
- (2)モノを扱う代表として、製造業、設計、材料購買、製造、出荷
- (3)ノウハウを扱うものとして、研究、教育、販売推進（カタログ作り）
- (4)空間移動を扱うものとして、流通、運輸、交通
- (5)モノと空間を扱う主要産業として、建築設計、建築、建築資材業

カリキュラム68が扱っていた統計はどの分野にも使われるし、情報検索は研究・教育に使われるし、CADは製造業に含まれるので、いずれもカバーできる。

これらの各分野は情報システムのトップダウン開発に応じて、作業の各階層について構造化の定石を含むべきである。階層ごとのシステム設計としては次のような例がある。

- | | |
|-------------|----------------------------|
| (1)国家・世界レベル | 電子調達システムCALSなど |
| (2)経営レベル | CIMやメインフレームによる経理処理 |
| (3)使命レベル | クライアントサーバシステムによるCADやカタログ制作 |
| (4)職務レベル | 車載携帯パソコンによるトラック運送管理 |

日本ではこういった応用分野のパッケージソフトウェアが少ないし、応用分野の系統的な情報システム活用の本は少ない。数少ない例外として、青山哲夫著「建築設計事務所のマッキントッシュ活用法」（森北出版）がある。

7. パッケージソフトウェアの教えかた

パッケージソフトウェアは、物価低減と創造性への集中のために、特に日本では必要であるのに遅れていた。遅れていたのは利用者のニーズの問題ではなく、情報システム業の経営者およびSEの能力が欠けていたからだと思う。パッケージソフトウェアを開発する能力を養成するには、前に述べた分野講座に加えて、一般的なシステム工学を米国に習って次のようにするべきである。

まず、産業界や会社や業務を、生産管理論に基づいて、集合論で考えるように仕向ける。分類によって共通点を見抜く能力が大切である。例えば、東京三菱銀行、第一勧業銀行、富士銀行を同じカテゴリのインスタンスとして考え、できれば既存の銀行情報システムの共通点を分析する。また特徴も洗い出すが、相違点を洗い出すのは日本人は得意である。また木構造ではなく、枝が合流するような共通の使命・職務・任務も洗い出す。

これらの調査分析に基づいて、複数顧客開発契約（マルチクライアント契約）を行う。このことは米国では昔から行われていた。作業の分類に加えて、作業項目間の関係であるファイル・データベース・通信について無駄のない関係を洗い出す。これもミドルウェアパッケージや業界標準の候補になる。

パッケージソフトウェアの次には、逆に企業ごとのカスタマイズの時代が来る。米国では工場の製造制御コンピュータのソフトウェアを随時書き直すことが進んでいる。開発中のカスタマイズ向き設計や運用中のカスタマイズ作業も教育する。

8. マルチメディア・ヒューマンインタフェースの開発方法

トップダウンな情報システム工学の必要性は既に普及しているにも係わらず、最近再びコーディングから取り組むような教育が出てきている。マルチメディアや画面設計をするのに、視覚的プログラム言語やウィンドウインタフェースOSのシステム関数の教育で済ませるやり方である。このような教育学的な観点の欠如があれば、どんなに教育に力を入れてもSE教育は成功しない。

マルチメディアやヒューマンインタフェースは、人間と機械の関係である。これは職務中心主義を元にして、開発方法を定義することができる。

ある職務定義を出発点にして、人間と機械の分業を変更し、機械により多くの作業を移行する。これによって人間が分担する作業の構造と、機械が分担する作業の構造と、その間で伝達する情報の構造とが決まる。後はこれを連携させてトップダウンに開発すればよい。これは教育工学におけるマルチメディアCAI開発を応用した考えである。

人間	画面	機械
職務	ディスプレイ装置とセッション	プログラム体系
段階	窓（ウィンドウ）	プログラム
任務	ショット	タスク
ルーチン	パラグラフ・ウィジェット	自前関数・システム関数
ステップ	詳細な表現	文

以上は階層構造であるが、順序構造については作業の順序にショットを配列し、パラグラフはウィンドウの左上から右下へ配列する。このようにして開発技法も定まる。

品質管理はもはや機能的に正しいかどうかだけでは不足である。機械が正しいだけでなく、人間が操作方法を理解でき、円滑に使えることが大切である。そこで製品マニュアル技法の一つである使用性テストを行う。実際に人間と機械とで協業してみて、つまづかないこと、目標基準を達成できることを確認する。同じくプロトタイプを作ったときには、

使用性レビューを行う。

9. ワープロ講座の実施経験

SE教育とは言えないが、集合論などの基礎理論、生産管理論、人間・機械分業などの考えを活用したワープロ講座を実施した。対象は新入社員や事務職員であり、文章技術の講義単元とそれに関係する機能のワープロ実機演習の単元を組みにして進める1日半講座である。これは単なるワープロ講座よりも理解しやすく能力が向上するという結果を得た。講座構成を次に示す。

課題：生活・趣味などから生徒ごとに何かの話題を選び、知識・事実を文書にする。

①基礎

語りと文書、文法と言語、文・文節・文字、文字入力・文節変換の演習

方法としては五十音を3回入力する。紙鍵盤を見ながらタッチタイピングする。

②情報分析

参考文献・体験からの項目洗い出し。参考文献の標題等の意味（集合と関係）。

項目の分類と分類名付与。アウトライン設計（章見出し、段落主題）。

③標題部分を書く

標題の構文則。拡大文字。中央揃え。右寄せ。作成時配置。

④見出しを書く

階層構造と順序構造。読み飛ばしと読み直し。見出しの配置。強制改行。

⑤段落を書く

階層構造と順序構造。字下げ。主題文と補足文。自動配置。

⑥文を書く

短文。単文。複文。重文。かかり。文節と文節変換。単語の定義（記憶と分類）。

保存。仮印刷。

⑦見直し・校正記号・更新

更新機能

⑧印刷

印刷時配置、印刷

⑨複数媒体（マルチメディア）

パラグラフの種類と選択。各種媒体の形式定義（箇条書きなど）。

関係する教育要員は「難しそうなことを教えている」と不安を表明していた。講座を実施した結果、学術レベルの低いと思われる新入社員や事務職員が「十分に分かる」と評価してくれた。考えて見れば簡単である。受講者たちは中学校や高等学校でさえ学術的な教育を消化してきた。この程度の集合論・関係論の応用分野は高等学校の数学よりはるかにやさしい。問題なのは経験のある教育要員が「（学術的なので自分には講義できないから）難しい」と判断していることである。教育カリキュラムを高度に設計し、教育要員を教育することが大切である。そうすると教育カリキュラムを適切に設計でき、教育要員を指導できる人材が必要である。カリキュラム設計は教育学によってだれでもできるのだが、教育学を修得し、主題分野を調査し、カリキュラム設計・教材開発・指導に取り組むことにやりがいと熱意を持つ人が不足しているのが問題である。

10. まとめ

情報システム学カリキュラムの検討が不足している。情報システム学カリキュラムの、共通基礎理論およびいくつかの断片的な講座や講座体系の方針を提案した。情報システム学カリキュラムの設計と教材開発・講座実施に、まじめに熱心に取り組むことが大切である。プロジェクト管理やレビューや品質管理についても、改善の方針を持っているが、これは情報工学と共通のことなので本稿では割愛した。

<参考文献>

- 1) 清野, 「情報学における真と偽」, 情報処理, Vol.19, No.8.
- 2) 坂井利之他編, 「情報工学の教育・研究」, 共立出版, 1980.
- 3) 君島浩, 「開発・教育・研究におけるソフトウェアの読みと書き」, 情報処理学会, 第23回プログラミング・シンポジウム報告集, 1982.
- 4) 君島浩, 「企業内教育システムハンドブック」, ソフトリサーチセンター, 1992.
- 5) 青山哲夫, 「建築設計事務所のマッキントッシュ活用法」, 森北出版, 1993.
- 6) 君島浩, 「社内教育システム開発方法論」, 日科技連, 1993.
- 7) 君島浩, 「情報工学としての教育活動」, bit, 1993.
- 8) 君島浩, 「静岡大学における産業教育要員養成講座」, 日本教育工学会研究会論文集, 1993.
- 9) 國井利泰編, 「コンピュータサイエンスのカリキュラム」, 共立出版, 1993.
- 10) 通商産業省機械情報産業局編, 「新情報革命を支える人材像」, コンピュータエージ社, 1993.
- 11) 大野豊監修, 「システム開発取引の共通フレームSLCP-JCF94」, 通産資料調査会, 1994.
- 12) 君島浩, 「ACM カリキュラム78に従ったプログラミング入門講座の事例」, ソフトウェアシンポジウム論文集, 1994.
- 13) 君島浩, 「構造的な情報工学基礎講座の事例」, 日本教育工学会研究会論文集, 1994.
- 14) 君島浩, 「UNIX実務の学び方」, ソフトリサーチセンター, 1994.
- 15) 君島浩, 「マルチメディア教材開発者のためのモデルテキスト」, 日本教育工学会研究会論文集, 1994.
- 16) 君島浩, 「論文の作り方」, bit, 1994.
- 17) 君島浩, 「新時代の研修技法」, マネジメント社, 1994.
- 18) 小林康夫他編, 「知の技法」, 東京大学出版会, 1994.
- 19) 「教育エンジニア育成カリキュラム」, 中央情報教育研究所, 1994.
- 20) 君島浩, 「教示的生産管理システムの提案」, 情報処理学会ウィンターワークショップ・イン・沖縄論文集, 1995.