

学科の教育デザインを効果的に推進するために
～LU とカリキュラム作成支援システム～

神沼靖子[†], 松澤芳昭[‡], 児玉公信[†]

[†]情報処理学会フェロー, [‡]慶應義塾大学環境情報学部, [†](株)エクサ

概要

「大学が送り出す卒業生のスキルと産業界が必要とする人材のスキルにギャップがある」ことが問題になっているが、根本的な解決は難しい。そこで先ず、ギャップの本質は何かを分析し、それを関係者が共有することが必要であろう。その上で、ギャップの解消方法を検討する必要があると考えている。筆者らは、ギャップの本質を分析して解決方法を見出すために、知識体系(BOK)とスキル体系とラーニングユニット(LU)に注目し、これらを蓄積して共用することを検討してきた。その結果、教育設計で支援するための仕組みを開発し、実践を通して有効性を評価したので報告する。

To promote an educational design of the course effectively
—LU and curriculum preparation support system—

Yasuko Kaminuma[†], Yoshiaki Matsuzawa[‡], Kiminobu Kodama[†]

[†]A fellow of the IPSJ, [‡]Graduate School of Media and Governance, Keio University,

[†]Exa Corporation

Abstract

It becomes a problem that there is a gap in skill of the undergraduate and skill of the talent whom the industrial world needs. However, the basic solution is difficult. Then, it is necessary that the party shares it by the analysis of the essence of the gap. Based on it, the resolution method of the gap must be examined. Then, the system which supported the instructional design was developed by the utilization of BOK, Skills and Learning Unit. The result of evaluating by the practice is reported.

1. はじめに

企業が新卒者に求める理想と現実のギャップ^[1]に関して、産官学を巻き込んだ議論が経済産業省をはじめ^[2], 多方面でなされている。しかし、その多くは表層的な議論にとどまっており、ギャップの本質については深い分析がなされていない。それゆえ、ギャップを埋めるための決定的な方法も見つけられていない。この問題解決を難しくしている原因として、教育環境の複雑さと多様性をあげることができる。さらに、教育環境における要因としては、我が国の教育に関する

歴史的な経緯，大学および産業界の人材育成の仕組み，教員組織や学習者に関する質の問題などが含まれる。

筆者らは，ギャップの本質的な原因として，人材育成の仕組みの中でも，特に大学の情報専門教育のカリキュラム設計のあり方に注目した。大学のカリキュラムが科目名依存であることが，産業界と大学の思いのズレを生む一因であろうと考えたからである。

そこで，既存の科目名にこだわることなく，必要な知識とスキルを身につけるために，現状の教育を分析，設計，評価するという原点に戻って検討した。その結果，知識とスキルのほかに，LU(ラーニングユニット)という概念が思いのズレを解消できるのではないかと考えるに到った。

さらに，BOK (Body of Knowledge ; 知識体系)，Skills (スキル体系)，および LU を利用して，カリキュラムをシステムティックに作成または評価・分析する活動を支援できるのではないかと考えた。そこで，これらの仕組みを構築することにした。

本論文では，これらのシステムの概念モデルを示すと共に，教育デザインにおけるシステムの有用性と有効性を評価した結果について報告する。

以下，2章では教育デザインにおける課題を分析し，3章では効果的にカリキュラムを設計するプロセスについて述べる。4章で教育デザインの概念モデルについて，5章でカリキュラム作成支援システムについてそれぞれ述べ，6章では，J07-IS モデルカリキュラムの策定を通して得られた関係者の評価について考察する。7章はまとめである。

2. 教育デザインとその課題

2.1 教育デザインの課題の分析

教育デザインは教育環境に依存するため，他所のカリキュラムやモデルカリキュラムをそのままコピーしても，適切な教育を実施することはできない。特に，情報システム教育の対象はカバーする範囲が広いため，当該教育環境の理念と目的を達成するような目標を掲げてカリキュラムを設計し，それを実施しなければならない。

さらに，効果的に教育を設計するために，システムティックな教育デザイン方式を導入することが必要であるといえる。神沼は，教育デザイン入門⁴⁾の第一部において，「環境の分析と設計，実施と評価を繰り返し改善すること」が重要であると述べている。そのためには，教育関係者が自らの環境を分析した上で，カリキュラムを設計しなければならない。

2.2 知識とスキルの違い

CC2005⁴⁾を反映した情報専門教育のカリキュラム標準 J07 (中間報告)⁵⁾では，CS (コンピュータ科学)，IS (情報システム)，SE (ソフトウェアエンジニアリング)，CE (コンピュータエンジニアリング)，および IT (インフォメーションテクノロジー) の 5 領域で必要なそれぞれの知識を BOK として集大成している。IS の BOK (以下，ISBOK と記す) は IS'95⁶⁾で作成され，国際的な評価を経て IS'97⁷⁾で体系化されている。それは，さらに CC2005 に含まれる IS2002 で修正更新されている。

講義中心の学習では，BOK 要素の「概念を正しく理解すること」と「簡単な使い方を理解すること」を目指している。しかし，知識を理解しただけでは，高度な技術を伴う実社会の問題を解

決することが不可能なことが多い。現実には、知識と技術を使いこなして、実務的な問題解決ができる能力をスキルと呼ぶことが多い。知識とスキルとは、上位レベルにおいては共通な枠組みがあるが、この二つの概念は独立している。そこで、筆者らは、知識とスキルを、別の体系として整理しておくことが望ましいと考えた。

本研究では、IS2002のSkillsの定義を参考にして、我が国の実務に関係するスキルを体系化し、教育デザインにおいて利用することにした。

3. カリキュラム設計のプロセス

ここでは、カリキュラムの開発を、次の(1)から(5)の手順にしたがって、効果的に展開することとした。

- (1) BOKとSkillsの基本テーブルを作成(又は補完)する。
- (2) 教育目的と学習目標を定義し、BOKと紐付けて、LUを作成(または更新)する。
- (3) Skillsを参照し、学科の理念と目的に基づいて、対象とする専門教育の範囲を設定する。
- (4) 確定した教育の範囲に必要なLUを選択して、科目を形成し命名する。
- (5) 作成した専門科目、および基礎科目(一般教養科目、参照学問領域の科目など)から、カリキュラムを編成する。

以下、3.1では(1)に関して、3.2では(2)に関して、3.3では(4)と(5)について、それぞれの考え方を補足する。

3.1 BOKとSkillsの補完

BOKとSkillsは、教育の評価やカリキュラムの策定における最も基本的なデータといえる。このため、BOKに含まれる要素も、Skillsに含まれる要素も、社会の変化や技術の進化に対応して、随時補完しなければならない。そこで、筆者らはこれらの要素をデータベースで管理し、必要に応じて維持更新できるように設計することとした。

本研究の対象であるISBOKは第4階層の深さまで展開しているが、情報の更新では、この第4階層目(以下、レベル4と記す)を更新することが多いと考えられる。ただし、技術的に大きな革新があった場合には、上位の階層であるレベル3またはレベル2を修正することもあり得る。その場合には、体系そのものの再検討も必要になる。

Skillsに関しても同様に、更新が容易に行えるように設計する必要がある。現在はスキルの項目数が少ないため、第3階層の深さまで展開しているが、将来は第4階層まで展開する可能性もある。その場合に、容易に拡張できるような概念モデルを設計しておくことが必要である。また、状況によっては、レベル3またはレベル2の階層で加除修正することもあり得る。

3.2 LUの作成と共用

BOKの導入だけでは、カリキュラム編成が難しいということで検討されたのが、LUの概念である。ISのLUはIS'95開発の際に、ガニエが提唱した概念が導入されている。それはIS2002まで継承されている。LUには教える視点からの教育目的、これに関係する複数のBOK、学習によって達成して欲しい複数の学習目標を関係付けている。

筆者らは、IS'97を参照してLUを開発し、理解しやすいレイアウトを形成した。さらに、多様

な使い方を可能とするために、LU の粒度を自由に変更できるようにした。そうすることによって、使用条件に適合する LU を選択するだけで、科目を容易に設計できる。また、適切な LU がない場合には、新たな LU を作成してテーブルに追加蓄積できるようにした。

IS 領域の LU として IS 教育委員会が作成したものが 200 近く蓄積できているが、それらを情報処理学会の IS 教育委員会の URL で公開している¹⁸⁾。これをベースとすれば、任意のカリキュラムを策定する場合でも活用できる。

3.3 科目の形成とカリキュラムの編成

科目の設計に先立って対象とする専門領域と学習者の前提知識を分析した。その結果を反映して、LU を作成している。LU を選択して繋ぎ合わせた科目が目的を達成できるかという視点で、個々に評価することが必要である。その際、必要な内容が脱落していないかについて確認する。また、別の科目との間で、大幅に重複している内容がないかを確認する。このような確認の結果、過不足があれば LU を追加し補填したり削除したりすることができる。こうして形成した科目内容は、LU を羅列するだけで表現できるようにした。

既存の科目を手直する場合にも、同じプロセスを採用できる。作成した専門科目のほかに、専門基礎科目や一般教養科目、および参照学問領域からの選択科目を選べば、カリキュラムの編成は終了する。

これらの作業を効果的にしかも効率よく進めるために、基礎データのデータベースと簡単な活用支援システムを作成することにした。この仕組みの詳細については 4 章以降で述べる。

4. 教育デザインのフレームワーク

4.1 教育デザインのための概念モデル

BOK, Skills および LU の一見複雑な関係を整理するために、その概念モデル¹⁹⁾を作成した。これは、カリキュラムの議論が進むとともに、何度も書き換えられた。図 1 はその最終版である。このモデルについて概説する。

まず、BOK は 4 レベルまでである。LU は、目指す学習レベルで複数の BOK を取り上げる。逆に、同じ BOK が異なる複数の LU で取り上げられることもある。LU の内容として、LU 自身の識別情報のほかに、タイトル、教育目的および包括的学習レベルをもつ。LU はどれかのエリアに属さなければならない。

LU は複数の LO (Learning Objective ; 学習目標) を持つ。LO と BOK の関係は明白ではないが、結果的に、その目標を達成できる BOK が対応づいているものと期待される。

Skills は 3 レベルある。LU のなかには一つの Skill に対応しているものがある。逆に、同じ Skill が異なる複数の LU に対応することもある。

科目 (Subject) は複数の LU から成り、逆に同じ LU が他の異なる科目で重複して使われることも許す。コース (Course) は関係する複数の科目で構成され、その学習順序を並べたものである。

このように、全体として LU を中心にした概念構造となっている。

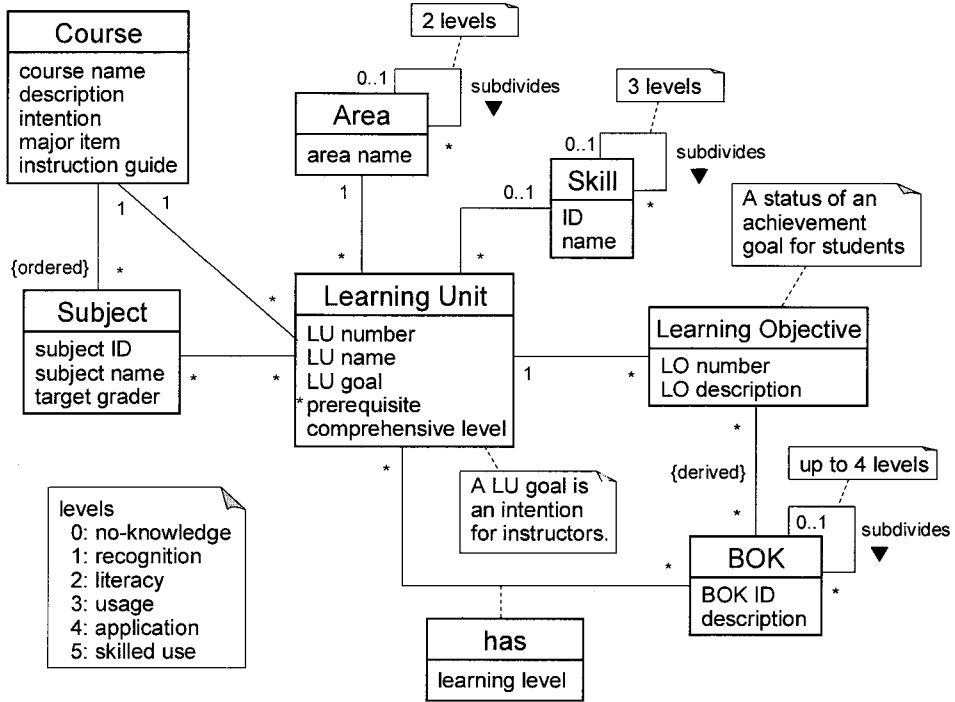


図1 教育デザインの概念モデル

4.2 モデルの実装

この概念モデルに対応する実装モデルを図2に示す。関連を連関テーブル（外部キーだけのテーブル）で表現している。

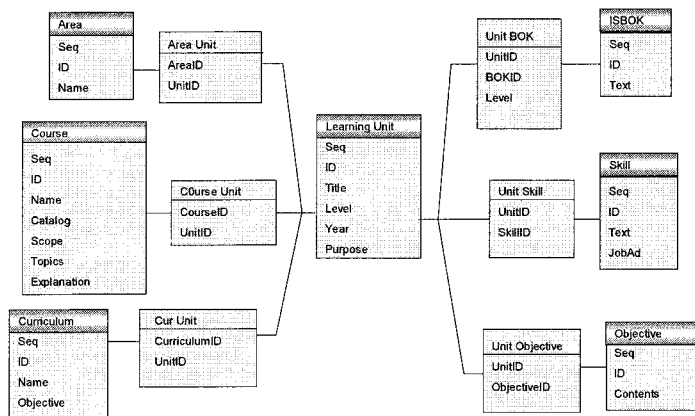


図2 実装モデル

5. カリキュラム作成のための支援システム

4章で示したフレームワークに基づいて、カリキュラムを効果的に作成するためにデータベースを構築し、さらにそれを活用する支援システムを構築した。本章ではこの設計について述べる。

5.1 支援システムの基本設計

当初は、カリキュラム開発者（以下作業者と記す）がデータを Word または Excel に入力して印刷を行うという方法で作業した。この方法では、「Word ではデータが形式化されていないのでデータベースが構築できない」、「Excel では清書用印刷の制御が不便である」という問題点があった。そこで、IS2002 の成果物を参考にして、PC 上で容易に構築できる支援システムを設計した。そのシステム構成を図 3 に示す。このシステムは Microsoft Office (Excel, Access, Word) 連

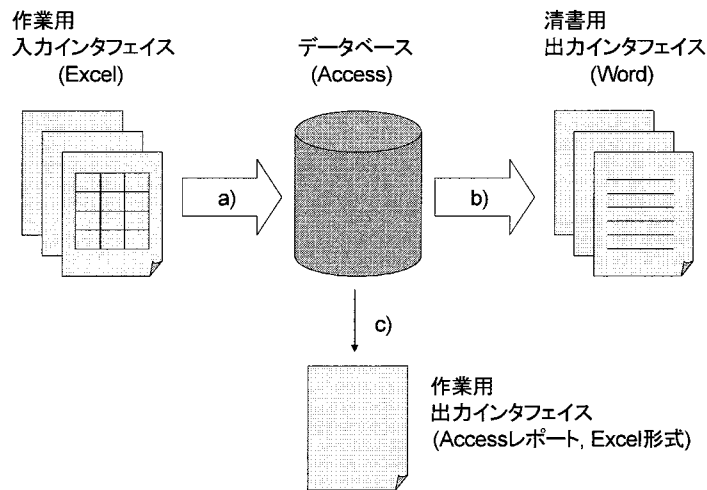


図 3 システム構成図

携^註を利用して構成されている。作業用のインタフェースとして Excel を活用し、Access データベースを通して Word 形式の清書用出力インタフェースに変換するように設計した。このため、図中 a) は Excel VBA、b) は Word VBA を利用して Access データベースへデータを入出力するプログラムを開発作成している。

システム設計では、作業者が PC 上で容易に作業できることを優先し、しかもデータ作成作業、清書それぞれの利便性を高めることを重視した。さらに、データベースの構築で、Access レポートの機能を利用して c) の変換を行うことにより、作業する際に必要な形式のデータファイルをオンデマンドで出力できるようにした。

この設計によって、将来的には、a), b) の部分に ODBC (Open DataBase Connectivity) を利用し、それまでに構築したデータベースを利用して、Web アプリケーションに展開することも可

^註 実装および動作確認をしているのは Microsoft Office 2003 版のみ。

能になった。

5.2 データベースと入出力システム

データベース定義（Access から出力したもの）は図 2 の実装モデルで示している。

入力ファイルは Excel 形式の LU が核になっている。初期の LU は作成しやすいコースごとに処理し、追加は既存の LU と BOK を参照すると効率よく作業ができる。カリキュラムは科目ごとに LU を紐づけて設定し、関連情報を含めて作成したファイルをデータベース構築時に統合できるように開発している。

成果物である各種帳票は、清書用フォーマットを適用した自動出力が可能となっている。また、Word による出力を可能としたことで、最終的なファイル結合や見栄えの調整も容易となった。出力帳票例として、ISBOK 一覧、スキル一覧、およびカリキュラム編成のほか、LU 一覧、スキルと LU の対応、コース仕様と LU の対応、知識とスキルの関係などがある。当然ながら、データベースから直接作業用のファイルを作成することも容易である。

6. 評価と考察

前章で開発した支援システムの利便性と有効性・有用性について、J07-IS モデルカリキュラムの策定を通して検証した。当初、J07-IS のモデルカリキュラムを策定するために数ヶ月を必要としていた。しかし、支援システムを利用することで、カリキュラムの分析と評価時間は短縮できた。異なるカリキュラム方針を持ち寄って議論しながら、標準的なカリキュラムを設計するという作業は、約 2 日で達成することが可能となった。ただし、ここにはカリキュラム方針を検討する時間は含まれていない。標準的なカリキュラム作成プロセスは、3 章の（3）から（5）に従っている。

一方、新しいコースの設定と LU の作成・集積には、半年を必要としていた。手作業で作成した 1 コースの LU の評価には、およそ 45 時間を要した。これに対し支援システムを適用した 1 コースの評価は 3 時間で終了した。それは、手作業の 1/15 の所要時間である。ここには、成果を表示するのに必要な時間も含まれている。

ただし、これらの被験者は、LU の作成経験がある作業員であり、よって計時も経験者のものである。評価に必要な情報の書式を選択して紙に出力したものを参照したケースでも、全て手作業で実施する時間の 1/3 以下であった。

以上のように、このシステムの有用性が確認できた。

7. おわりに

本研究では、新卒者に対する企業と大学の思いのズレを解消するために、卒業生に保証できる知識とスキルのレベルを容易に明確にすることを可能とする、システムティックな教育デザインについて検討した。そのキーとなったのは LU である。

教育カリキュラムと科目をそれぞれ LU と紐付けることで、卒業生の能力を明示的に示すことが可能となり、新卒者の能力を企業に明示的に示すことが容易になった。また、BOK, Skills, LU, および関連情報を蓄積するデータベースも有効であることを、モデルカリキュラム策定の実

作業に適用することで実証できた。

本論文では、当該環境に適合するカリキュラムを作成したり評価したりする場合の教育デザインを支援する方法について述べた。このシステムは、大学のカリキュラム策定のみならず、企業の人材育成にも適用できる。

LU を初めて作成（または活用）する人たちの作業効率がどのくらい向上するかについては、別途検証する必要がある、今後の課題である。

最後に、本研究を進めるにあたり、議論に協力いただいた IS 教育委員会の各位に感謝の意を表す。また、宮川裕之、渡邊慶和、竹並輝之、松永賢次、吉永努、田名部元成、福村好美の各委員には実証実験にも協力いただいた。ここに深謝する。

参考文献

- [1] (社)日本経済団体連合会, 産学官連携による高度な情報通信人材の育成教科に向けて, 2005.6.21
- [2] 産業構造審議会情報経済分科会情報サービス・ソフトウェア小委員会人材ワーキンググループ報告書, 「高度 IT 人材の育成をめざして」, 2007.7.20
- [3] 実践的ソフトウェア教育コンソーシアム編, 教育デザイン入門—大学教育と FD プログラム—, オーム社, 2007.11.20
- [4] The Joint Task Force for Computing Curricula 2005(ACM/AIS/IEEE-CS), The Overview Report covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering, 2005.12.30
- [5] 情報処理学会情報処理教育委員会 J07 プロジェクト連絡委員会, 情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07 (中間報告), 2007.7.31
- [6] AIS/ACM/DPMA, Information Systems IS'95(Model Curriculum and Guideline for Undergraduate Degree Programs in Information Systems), 1995
- [7] ACM/AIS/AITP, IS'97 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems, 1997
- [8] LU 参照 URL は <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/%7Eethn0510/isecom/>
- [9] 児玉公信, 「UML モデリングの本質」, 日経 BP, 2004