

教職課程での 「情報科教育法」と「コンピューティング科学」科目

長野大学 産業情報学科／高等学校情報科教職課程 和田 勉
wadaben@acm.org

0. 概要

私は専任教員として「情報科教育法」を担当する一方、教職課程必修科目「コンピューティング科学」も担当している。「コンピューティング科学」では情報の科学的側面を教え、「情報科教育法」では教科「情報」の構成や個別の教育方法論を教える、と役割分担させている。ただし「情報科教育法」でも最低限の情報の科学的素養は求めており、そのチェックにセンター入試「情報関係基礎」の過去問題を利用している。本発表では両科目を担当する立場からの経験を述べる。

1. はじめに

高等学校情報科は現在ではほとんど現職教員等認定講習により情報科免許を取得した高校既存教員が担当しているが、情報科の未来を担うべき新卒教員を養成する教職課程が全国の大学で開始されている。現時点では情報科の新卒教員を採用しない都道府県市教育委員会が多く教職学生が自らの将来に不安を抱いている、という大きな問題をかかえつつも、それぞれの教職課程を担当する先生方がそれぞれに工夫されておられる様子は、すでにあちこちで報告がなされている。

情報科教職課程に関する報告は、課程全体に関する報告も多いが、「情報科教育法」科目を担当する御立場の先生からの御報告もかなりある。またその中には、非常勤教員の立場で担当するの方からのものも散見される。

「情報科教育法」は情報科教職課程のかなめの重要なものであり、その内容・構成が発表の対象であるのは当然のことである。しかしながらそれらの中には、情報科教員として必要な資質をすべて「情報科教育法」だけで教えようと努力なさっている、という印象が残るものも散見されるように思う^{※1}。もとより情報科教職課程は「情報科教育法」科目だけで担われるべきものではなく、各「教職に関する科

目」と「教科（情報）に関する科目」に支えられ、その交点にあつて「情報分野を教育すること」あるいは「教科「情報」そのものについて」を主に教えるべき科目だが、あたかも情報科教職課程のすべてを「情報科教育法」科目で担っているかのごとき印象を与える発表も散見されることは、以前から気になっていた。また、かなめの位置にある「情報科教育法」を非常勤の先生が担当する場合には、その先生ご自身の授業担当者としての資質や御努力のこととは別に、情報科教職課程全体のまとめとしての立場から目を配り「情報科教育法」と各「教科（情報）に関する科目」との連携を十分に図るという点において支障を生じる場合もありうるのでは、ということも気になっていた。

私が在籍する長野大学では、幸い、専任教員である私が、「情報科教育法」科目を担当するとともに、情報科教職課程全体^{※2}のまとめ役として、学科の専門科目でもある「教科（情報）に関する科目」全体に目を配り、またその一部は自分自身が担当している。特に私が担当する「コンピューティング科学」という科目は、情報科教職課程履修学生には必修科目（一般の学生には選択科目）として開講している。履修学生約 30 名の中で情報科教職課程履修学生は 1～2 割程度であるが、「情報の科学的理解」の中核をなすコンピューティング科学を教える科目としてなくてはならない存在である。「情報科教育法」の担当者でもある私がこの科目をも担当していることで、両科目間のきわめて緊密な連携が可能になっている。

以下、「コンピューティング科学」の授業の概要と、「情報科教育法」がどのようにそれと連携しているか、を紹介する。

2. 「コンピューティング科学」科目と「情報科教育法」科目

図 1 は「コンピューティング科学」科目の授業概要である。見て分かるように、「コンピューティン

^{※1} 「情報科教育法」を担当しておられる先生に対する疑問ではない。必要事項を扱う他の科目が十分でない中で「情報科教育法」ですべてを扱うべく非常なご努力をなさっておられる先生も居られることは想像に難くない。

^{※2} 教職課程全体の担当教員は別におられるため、「教職に関する科目（情報科教育法を除く）」については私はあまり関与していない。

グ科学」「計算機科学」「情報科学」「情報工学」などの名で呼ばれる分野を、表面的な個別技術—例えば特定のプログラミング言語の文法—にできるだけとらわれることなく、その原理的・理論的側面に重点を置いて解説する科目としている。

一方、「情報科教育法」科目 (I が前期、II が後期) は図 2 のように構成している。履修者は少なく、5~10 名程度である。この中で最も長い時間をかけるものが、「学習指導要領解説 情報編」に沿って、情報 A・情報 B・情報 C の各項目 (1)~(4) を各受講学生に割り当てて、順番にそれぞれ解説させるもので、5~6 月に授業 7 回ぶんの時間を使って行なっている。これは、学習指導要領の構成を学ぶと同時に、その解説を各人に担当させることにより、それ

をきっかけとして普通教科「情報」を構成する各分野を話題に取り上げ、それを各人が理解できているかどうかを確認するという役割も持っている。

当然この中で、コンピューティング科学分野の事項に各所でいきあたる。例えば情報 A(4)ア「情報機器の発達とその仕組み」において、情報機器で扱われる文字、数字画像等の情報がデジタル化され統合化されたことについての記述がある。共通する事項が情報 B(2)ア「コンピュータにおける情報の表し方」や情報 C(1)ア「情報のデジタル化の仕組み」などでもとりあげられている。これらの内容を理解するには例えば、文字コード、2 進数表現、ピクセル、サンプリングなどの事項に関する理解が不可欠である。また別の例として、情報 B(2)イ

科 目 名	単 位	履修年次	開講形態	担当教員		
コンピューティング科学	4	2~	前期2コマ	和田 勉		
授業の概要						
<p>コンピューティング科学を構成する各領域を一通り紹介する。コンピューティング科学は、計算機科学あるいは情報科学などとも呼ばれ、「情報」の理論的背景を成す学問である。(ただし情報科学と言う場合は多少ニュアンスが異なる。また別の分野では情報科学という言葉を全く別の意味で使っている場合がある。) 情報分野を学ぶ人(高校情報科教員を目指す人を含む)は、「コンピュータ活用」などで学ぶ常識的・実務的な事項、およびプログラミングやオペレーティングシステムなどの専門的各論を学ぶことと併せ、その理論的・原理的背景を一通り身に付けておくことが重用であり、本講義はそれを扱うものである。コンピューティング科学を構成する各領域を一通り簡潔に紹介することに重きを置く。</p> <p>座学だけではなく、以下に示すようにいくつかの演習を含む。</p>						
授業計画						
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> 1. アルゴリズムとプログラム 2. プログラミング言語の構文 3. プログラムの3要素：連続・選択・繰返し 4. モジュール化プログラミングとオブジェクト指向プログラミング 5. 整列(ソート)と探索(サーチ)のアルゴリズム 1 各自トランプを用意しバブルソートや二分探索法の机上実習を行なう 6. 並列アルゴリズム 7. 数の増え方—2乗・べき乗・階乗 8. データ構造：配列・構造体・リスト構造(木構造を含む) </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> 9. 再帰：ハノイの塔とマージソートを例として 1 各自ハノイの塔を用意して再帰的解法を体得する実習を行う 10. 数・文字・リストの内部表現 1 固定小数点数と浮動小数点数、文字コード、画像・動画・音声の表現、ポインタ 11. 論理回路 (and, or, not) と半加算器・全加算器 12. データバス、クロック 13. 命令セットアーキテクチャと機械語プログラム 1 機械語プログラミングの実習：教育用ボードコンピュータ KUE-CHIP2 ボード(大学備品)を用いて機械語のプログラミングを行い、スイッチ列から入力・実行する実習を行う。 </td> </tr> </table>					1. アルゴリズムとプログラム 2. プログラミング言語の構文 3. プログラムの3要素：連続・選択・繰返し 4. モジュール化プログラミングとオブジェクト指向プログラミング 5. 整列(ソート)と探索(サーチ)のアルゴリズム 1 各自トランプを用意しバブルソートや二分探索法の机上実習を行なう 6. 並列アルゴリズム 7. 数の増え方—2乗・べき乗・階乗 8. データ構造：配列・構造体・リスト構造(木構造を含む)	9. 再帰：ハノイの塔とマージソートを例として 1 各自ハノイの塔を用意して再帰的解法を体得する実習を行う 10. 数・文字・リストの内部表現 1 固定小数点数と浮動小数点数、文字コード、画像・動画・音声の表現、ポインタ 11. 論理回路 (and, or, not) と半加算器・全加算器 12. データバス、クロック 13. 命令セットアーキテクチャと機械語プログラム 1 機械語プログラミングの実習：教育用ボードコンピュータ KUE-CHIP2 ボード(大学備品)を用いて機械語のプログラミングを行い、スイッチ列から入力・実行する実習を行う。
1. アルゴリズムとプログラム 2. プログラミング言語の構文 3. プログラムの3要素：連続・選択・繰返し 4. モジュール化プログラミングとオブジェクト指向プログラミング 5. 整列(ソート)と探索(サーチ)のアルゴリズム 1 各自トランプを用意しバブルソートや二分探索法の机上実習を行なう 6. 並列アルゴリズム 7. 数の増え方—2乗・べき乗・階乗 8. データ構造：配列・構造体・リスト構造(木構造を含む)	9. 再帰：ハノイの塔とマージソートを例として 1 各自ハノイの塔を用意して再帰的解法を体得する実習を行う 10. 数・文字・リストの内部表現 1 固定小数点数と浮動小数点数、文字コード、画像・動画・音声の表現、ポインタ 11. 論理回路 (and, or, not) と半加算器・全加算器 12. データバス、クロック 13. 命令セットアーキテクチャと機械語プログラム 1 機械語プログラミングの実習：教育用ボードコンピュータ KUE-CHIP2 ボード(大学備品)を用いて機械語のプログラミングを行い、スイッチ列から入力・実行する実習を行う。					
テキスト・参考書						
テキスト：L.Goldschlager, A.Lister 「計算機科学入門」武市正人、小川貴英、角田博保共訳 近代科学社 ¥2,266. 必須教材：ハノイの塔(玩具) 銀河工房製 ¥3,000. (または同様のものを自作) 必須教材：トランプ1セット						
成績評価の方法						
期間途中に1回、終了後に1回、計2回の試験を行い、2回の平均点と第2回の得点とのうち高いほうの点数をその受講生の成績とする。すなわち： $P = \max(b, (a+b)/2)$ ただし P:成績 a:第1回試験の得点 b:第2回試験の得点						

図1 「コンピューティング科学」科目の授業概要(一部省略)

「コンピュータにおける情報の処理」にはアルゴリズムに関する内容を含んでいる。また情報 B(3)ア「モデル化とシミュレーション」では、「モデル化」と「シミュレーション」に関する理解が必要である。

また普通教科「情報」の項目別分担解説は「情報科教育法 I」（前期）において行なう一方で、「情報科教育法 II」（後期）において専門教科「情報の 11 の科目について同様の分担解説を行なわせている。上記の例についていえば、この中の「第 5 アルゴリズム」「第 8 モデル化とシミュレーション」、および「第 10 図形と画像の処理」や「第 11 マルチメディア表現」の一部においても、上記の事項の理解は不可欠である。

これらの事項そのものの解説は「情報科教育法」の中では原則としてしないようにしている。ただし「これはおおよそどういう類の話か」「これについて学びたいければどんなキーワードで本や解説 Web ページを探せばよいか」、そして「これは本学のどの授業で扱っているか（扱うはずであるか）」ということについては、むしろ心がけて話すようにしている。また「それらを情報教育の立場から見た場合の問題点」といったことについては当然扱っている^{※3}。しかしそれらの事項そのものは、各「教科（情報）に関する科目」で学ぶべきものであり、例えば「アルゴリズムとは何か」ということを「情報科教育法」で何時間も割いて理解させるのは、本来のこの科目の役割ではないと考える。

一方、それらを教える役目の「コンピューティング科学」科目では、8～9 割の学生が教職課程とは無関係ということもあり、授業中の話の中では特に情報科教育に関する話には触れない。しかし授業の全体構成および各回の構成においては、情報科教職課程のことも常に念頭に置き、この授業で扱うべき範囲のことで教職学生たちに必要なことはもらさず扱うように心がけている。

なお、「コンピューティング科学」も「情報科教育法」(I,II)もともに 2 年次から履修可能となっているため、2 年次の学生で「情報科教育法」だけを履修し「コンピューティング科学」の履修は 3 年次に予定する者もいる。これは望ましいことではないが、履修人数がわずかであるため一人一人に個別に対応することができること、また中には「コンピューティング科学」を履修する前からこれらの事項はあ

る程度理解している者もいることから、あえて先修後修科目などの履修登録上の措置を要請することはせずにいる。

3. センター試験「情報関係基礎」

1 年間の「情報科教育法」科目内で、最後の時期にまとめとして行なっていることが 2 つある。受講生全員が一人一人行なう普通教科「情報」の模擬授業と、終了し問題が公開されたばかりのセンター試験「情報関係基礎」の問題を用いてのペーパーテストである。「情報関係基礎」を用いる主たる意図は、高校情報科教員を目指す者として、教職学生が、コンピューティング科学を中心とする「情報の科学的理解」で少なくとも必要な最低水準には達していることを確認することである。そのため、100 点満点換算^{※4}で 60 点取ればよしとし、60 点を下回った場合は「情報科教育法 II」の点数を減点、はなはだしい場合は単位を与えないとしている^{※5}。

「情報関係基礎」は、普通教科「情報」のすべての面をカバーしているわけではないが、少なくとも「情報の科学的理解」については教職学生が最低水準に達していることを確認できると考える。「情報科教育法」の中では教えていないことをあえて試験しているわけであるが、情報科教職課程に「専属」した授業は「情報科教育法」だけであることから、この授業の単位を出すことは「情報科教員としてスタートできる水準に達したと見極めること」との考えから、あえてこのようにしている。

4. おわりに

ここでは私自身が担当する「コンピューティング科学」に関する事項にしぼって述べたが、他の分野の事項についても同様に、可能な限り「情報科教育法」の中では基本的には扱わず「教科（情報）に関する科目」への「橋渡し」だけをするようにしている。その中でも、辰己丈夫先生（東京農工大学）に非常勤講師を御願ひして集中講義として毎年開講している「情報化社会と情報倫理」科目には、「コンピューティング科学」に対しての場合と同じぐらい多くのことを「橋渡し」し「依存」していることを特に記す。

^{※3} さらに実際上のことを言えば、つつい事項解説そのものまでしてしまうこともないわけではない。しかしそれはあくまで「つい勢いで」あるいは「特別に事情を考慮して」である。

^{※4} 「情報関係基礎」は第 1、2 問は必答、第 3・4 問はどちらかを選択して解答というものであるが、この授業で用いる際は全問答えさせているため 135 点満点となる。これを 100 点満点に換算している。

^{※5} 補習しその後には再試験を行なう場合もある。

科目名	単位	履修年次	開講形態	担当教員										
情報科教育法 I	2	2～	前学期	和田 勉										
授業の概要														
<p>新しい学習指導要領が 2003 年度から全国の高等学校で開始され、同指導要領に基づいての新普通教科「情報」も初年度を終えた。同時に（実際に発足した数はわずかだが）専門高校の工業科や商業科等と並ぶ情報科の制度も発足した。本学の高校情報科教職課程はこの新しい両教科に共通の教員免許を取得するためのものであり、本科目はそのかなめの教科教育法である。（工業科の一部である「情報技術」や商業科の一部である「情報処理」等を担当するための免許区分ではない。）</p> <p>高校情報科教員には、高校の教員としての資質に加え、一般の生徒に「情報」を教える能力や「情報科の生徒」に専門教育をする能力が要求される。もちろんまず自分自身が、情報の各分野について、表層的にではなく正しく本質を理解していることが必須である。</p> <p>本科目では、まずこの新教科の概要・発足までの経緯・現状を紹介し、高等学校学習指導要領・同解説中の普通教科「情報」の部分を一覧する。また私も執筆を分担した「情報処理学会普通教科「情報」試作教科書」を取り上げ、情報科の学習指導案の例を学ぶ。（以下「情報科教育法 II」の本欄を参照）</p>														
授業計画														
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 1. 高校の新教科「情報」とは 新教科とそれを取りまく現状 2. 高等学校学習指導要領 - 普通教科「情報」 科目「情報A」「情報B」「情報C」 3. 情報処理学会普通教科「情報」試作教科書 4. 各出版社の普通教科「情報」教科書の比較検討 5. 情報科の授業計画と授業案 </td> <td style="vertical-align: top;"> 6. 随時挿入話題 情報教育関係団体・メイリングリスト 情報分野に先進的な高校 高校情報科教員への道 Ø 専修免許、情報関係各検定等 教科「情報」のためのテレビ番組等 この教職課程を卒業した先輩たち 7. 情報教育分野のシンポジウム（SSS2004）やカンファレンス(2004PCC)等への参加・聴講 </td> </tr> </table>					1. 高校の新教科「情報」とは 新教科とそれを取りまく現状 2. 高等学校学習指導要領 - 普通教科「情報」 科目「情報A」「情報B」「情報C」 3. 情報処理学会普通教科「情報」試作教科書 4. 各出版社の普通教科「情報」教科書の比較検討 5. 情報科の授業計画と授業案 	6. 随時挿入話題 情報教育関係団体・メイリングリスト 情報分野に先進的な高校 高校情報科教員への道 Ø 専修免許、情報関係各検定等 教科「情報」のためのテレビ番組等 この教職課程を卒業した先輩たち 7. 情報教育分野のシンポジウム（SSS2004）やカンファレンス(2004PCC)等への参加・聴講								
1. 高校の新教科「情報」とは 新教科とそれを取りまく現状 2. 高等学校学習指導要領 - 普通教科「情報」 科目「情報A」「情報B」「情報C」 3. 情報処理学会普通教科「情報」試作教科書 4. 各出版社の普通教科「情報」教科書の比較検討 5. 情報科の授業計画と授業案 	6. 随時挿入話題 情報教育関係団体・メイリングリスト 情報分野に先進的な高校 高校情報科教員への道 Ø 専修免許、情報関係各検定等 教科「情報」のためのテレビ番組等 この教職課程を卒業した先輩たち 7. 情報教育分野のシンポジウム（SSS2004）やカンファレンス(2004PCC)等への参加・聴講													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>科目名</th> <th>単位</th> <th>履修年次</th> <th>開講形態</th> <th>担当教員</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>情報科教育法 II</td> <td>2</td> <td>2～</td> <td>後学期</td> <td>和田 勉</td> </tr> </tbody> </table>					科目名	単位	履修年次	開講形態	担当教員	情報科教育法 II	2	2～	後学期	和田 勉
科目名	単位	履修年次	開講形態	担当教員										
情報科教育法 II	2	2～	後学期	和田 勉										
授業の概要														
<p>（全般的なことは「情報科教育法 I」を参照）</p> <p>まず、普通教科「情報」に関する事項のうち「情報科教育法 I」で扱いきれなかった部分を扱うと共に、その後の情勢の変化や新たに明らかになったことなどを補足する。（その後も情勢の変化などに応じた補足は授業内で随時行なう。）次いで、私が大学での授業あるいは情報処理学会試作教科書や学会委員会報告書の執筆などにおいて研究実践してきた、指導技法・コースウェアの各論を解説する。その後、専門教科「情報」に関し、主に学習指導要領解説を元に概観する。学習指導要領中には専門教科「情報」を構成する 11 の科目が挙げられており、その中には各「教科(情報)に関する科目」（情報学科の専門科目）と強く関連している項目が多いので、それぞれが専門科目のうちどの授業で扱われているかを確認しながら進む。ただし各専門分野への糸口までは紹介するが、内容自体をあらためて本授業内で教授することはしない。（それは「教科(情報)に関する科目」としての各専門科目の役目だと考える。）最後に、受講者全員ひとりずつ、普通教科「情報」から任意の 1 単元を選んで模擬授業を行なう。また、情報科教員として必要最低限の情報科学的素養を身につけているかの確認として、センター入試「情報関係基礎」の過去問題を用いた確認テストを行う。</p>														
授業計画														
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 1. 情報各分野の指導技法の例 タートルグラフィックスを用いた「プログラミング的考え方」への導入 ハノイの塔を用いた再帰概念の理解 数字カードを用いた整列と探索の説明 「トラック割り当て問題」を例とした問題解決型学習コース </td> <td style="vertical-align: top;"> 2. 情報分野の試験問題の例 センター入試「情報関係基礎」 本学の情報分野入門授業の試験過去問題 3. 専門教科「情報」 4. 模擬授業（受講者全員ひとりずつ担当） 5. センター入試「情報関係基礎」過去問を用いた確認試験 </td> </tr> </table>					1. 情報各分野の指導技法の例 タートルグラフィックスを用いた「プログラミング的考え方」への導入 ハノイの塔を用いた再帰概念の理解 数字カードを用いた整列と探索の説明 「トラック割り当て問題」を例とした問題解決型学習コース	2. 情報分野の試験問題の例 センター入試「情報関係基礎」 本学の情報分野入門授業の試験過去問題 3. 専門教科「情報」 4. 模擬授業（受講者全員ひとりずつ担当） 5. センター入試「情報関係基礎」過去問を用いた確認試験								
1. 情報各分野の指導技法の例 タートルグラフィックスを用いた「プログラミング的考え方」への導入 ハノイの塔を用いた再帰概念の理解 数字カードを用いた整列と探索の説明 「トラック割り当て問題」を例とした問題解決型学習コース	2. 情報分野の試験問題の例 センター入試「情報関係基礎」 本学の情報分野入門授業の試験過去問題 3. 専門教科「情報」 4. 模擬授業（受講者全員ひとりずつ担当） 5. センター入試「情報関係基礎」過去問を用いた確認試験													
.....														

図 2. 「情報科教育法 (I, II)」科目の授業概要（一部省略）