

新・試作教科書「情報IIIx」と他分野との関連*

辰己丈夫 (東京農工大学), 長 慎也 (一橋大学), 奥村晴彦 (三重大学)

概要

情報処理学会 初等中等情報教育委員会では、近い将来改訂が予想されている新学習指導要領の作成にあたり参考資料の候補となるべき「情報処理学会・新試作教科書」を作成した。新試作教科書の作成の経緯については、他の発表に譲り、本稿では「情報 IIIA」「情報 IIIB」「情報 IIIC」の目的や、その実現方法などについて述べる。

Abstract

This paper discusses educational subjects of “Information III” in our proposal which is published 2006. In our proposal, this educational subject has three semi-subjects — Information IIIA, IIIB and IIIC. We proposed that this subject must related subject to other subjects. For example, “Information IIIA” has many educational items which based on art, physical exercise, music and human natural language. The discussion is consists of what and how the mandatory parts and optional parts are written.

1 情報 III の意義

生徒一人一人の個性がだんだんと現われてくる発達段階にある高校生において、本人の進路に応じた教育機会と教育内容が与えられなければならない。当委員会では、必修履修として情報 I、選択履修として情報 II を提案し、また、大学入試科目には情報 II を提案した。この提案は、高等学校を卒業し、そのまま就職する生徒にとっても、日本人として必要となる真の情報リテラシーを身に付けるべき科目が情報 I であり、一方で、専門性を深めるために大学進学を希望する生徒のために、情報に関する学問的深化につながる科目が情報 II であるといえる。

情報 III は、情報という学際的な領域について、情報の立場から見た他教科、そして他教科の立場から見た情報を学ぶ科目として用意された、いわばオプションの科目である。その詳細な内容は、目次案としてしか示されていないが、いずれの内容も「取り組むことで、学問を深めることができる内容」とした。

特に、情報以外の各教科・科目が持つ専門性をモデルの材料として、専門性から導かれる手順をアルゴリズムの例とすることで、モデルの

正しさ、アルゴリズムの正しさを情報の手段で検証することができる。これは、情報と、元教科の両方の理解を格段に進めることができる。

その点からも、情報 III を設置することは、高等学校の授業全体を、情報という糊を利用して総合的に組み立てる意義があるといえる。

また、その授業の担当は、情報科の教員と、元教科の教員の二人によるチームティーチングにすべきであり、そのようにすることで、教員全体の情報活用能力も向上し、また、情報科の教員への負担も少なくてすむ。もし、関連する元教科が存在しない、あるいは、実施学校において関連する元教科の担当教員を確保できないときには、必要に応じて社会人を特別非常勤講師制度¹などで任用することが望ましい。

2 情報 III の各科目

ここでは、情報 III に属する各科目の構成と学習単元について述べる。

2.1 「情報 IIIA」について……身体行動と情報

ここに、情報 IIIA の目次案を示す。

第 1 章 情報処理装置としての人間

1.1 人間の感覚と情報処理

- 人間の情報処理 — 感覚器 (5 覚、神経系、脳)、感覚器 → 脳 → 筋肉運動、短期記憶と

¹教育職員免許法 (昭和 24 年法律第 147 号)、昭和 63 年改正。

*New “Joho” Experimental Textbook:Series III Proposal, by TATSUMI Takeo (Tokyo University of Agriculture and Technology), OKUMURA Haruhiko (Mie University), CHO Shin'ya (Hitotsubashi University)

長期記憶

1.2 視覚の仕組みとその性質

- 視覚の仕組み、色情報とその構成、画像の表現と性質
- 色立体、HSB カラーモデル、RGB と HSB
- 動画の原理、フレームアニメーション、オブジェクトアニメーション

1.3 聴覚の仕組みとその性質

- 音とその性質、音は空気の波、周波数と高さ、強さ
- 音のデジタル表現、サンプリング、AD/DA、MIDI
- 言葉と人間の思考/コミュニケーション

1.4 人間と身体運動

- 筋肉運動、神経系、フィードバック、練習効果、疲労

1.5 人間と認知のしくみ

- 脳のはたらき、短期記憶と長期記憶、5 覚の特性

第 2 章 視覚表現とデザイン

2.1 デザインとその要素

- デザイン、アイデアとかたち
- 造形要素 — 形、色、テクスチャ (質感)、空間、時間
- 空間と配置、対称/非対称、反復、対比、順序

2.2 色と配色

- 色の性質、暖色、寒色、中間色
- カラースキーム、類似と対比、アクセント、バランス

2.3 コンピュータグラフィクス

- 2次元グラフィクス、ピクセルグラフィクスとベクターグラフィクス
- ペイントソフト、フォトレタッチソフト、作図ソフト、レイヤー
- 3次元グラフィクス、モデリング、レンダリング、アニメーション

2.4 作品製作

第 3 章 音と音楽

3.1 音の情報

- 高さと周波数、大きさ、波形、倍音成分
- AD変換、DA変換、サンプリング、量子化

3.2 音楽の情報

- 楽譜の情報、五線譜、音符の長さ、高さ、井とb
- 和音 (コード) の構造、メジャー/マイナー、不協和音、移調/転調
- 楽譜の構造、モチーフ、メロディ
- リズム、リズムの構造

3.3 DTM(Desktop Music)

- DTM、MIDI、シンセサイザ/シーケンサ
- ノートナンバー、ノート ON/OFF、ベロシティ
- General MIDI

3.4 作品製作

第 4 章 情報アーキテクチャ

4.1 情報とラベル

- ラベリングの概念、語彙、シソーラス、索引
- 語彙の選択、語彙の標準化

4.2 情報の組織化

- 情報の構造化、階層構造、線形構造、ネットワーク、ナビゲーションモデル
- ユーザビリティ、アクセシビリティ、ユニバーサル

4.3 ページデザイン

- コンセプト、テンプレート、レイアウト、配色
- スタイルシート、HTML、ツール

4.4 Web サイトのデザイン

- コンセプトメイキング、プランニング
- 素材の収集と製作、流し込み
- サイトの公開とアクセス解析、検証と修正

情報 IIIA は、人間の身体行動に関わる領域を情報学の視点から見た様相と、情報に関わる領域を身体行動の視点から見た様相の両方をも学ぶことを意図している。すなわち、

1. 人間が持つ感覚と情報・データ
 - (a) 視覚と色
 - (b) 聴覚と音
 - (c) その他のデータのデジタル化
 - (d) 人間の体と情報という「身体→情報」という視点
2. 情報に見る身体行動
 - (a) 人間の体で表す情報

- (b) コンピュータの操作練習
 - (c) 脳の働きと情報
 - (d) ユーザインターフェイス
- という「情報→身体」という視点

の二つを含むものである。

情報 IIIA の特徴として、「制作」「表現」を重視している点も重要である。すなわち、情報 IIIA は身体行動と関わる内容が多いことから、実際に作品を制作したり、作品を上演したりすることで、その内容をより深く理解することが可能となるのである。もちろん、その過程において、3Dグラフィックスや、音符処理などの高度な情報処理を活用すべきであることはいうまでもない。

情報 IIIA を指導する場合は、関連する元の教科として、保健・体育、生物、音楽、美術を挙げることが可能であるから、これらの教員とのチームティーチングを行なうことが望ましい。

なお、本教科は、現行指導要領の専門教科「情報」にある「情報と表現」の内容をわかり易く構成しなおした内容を含む。

3 「情報 IIIB」について……情報学入門 ここに、情報 IIIB の目次案を示す。

<p>第1章 人間の情報処理とプログラミング</p> <p>1.1 人間の情報処理の特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 神経系の性質、脳の性質、視覚や聴覚の性質 ● 短期記憶と長期記憶、反射、錯覚 <p>1.2 人間とコンピュータのやりとり</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 対話的ソフトウェア、対話的グラフィクス <p>1.3 情報機器と人間の接点</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Model Human Processor、人間の反応速度、認知科学的アプローチ ● ユーザインタフェース、ユーザビリティ、アクセシビリティ、GUI/CUI、モデルとアナロジー、画面のデザインと評価 <p>1.4 動きと人間の反応</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 時間つれての動き、アニメーション、GUI 部品による制御 ● 人間の応答を扱う、スクロール、ドラッグなどの自作、ゲーム性
--

第2章 数学とプログラミング

2.1 図形問題とプログラミング

- 三角形の3辺の長さから面積を求める、入力、計算、合成関数、検査、正弦定理/余弦定理、ヘロンの公式
- 不等式と領域 — AND(論理積)、OR(論理和)、積と和の表現、1次不等式の領域、2次不等式の領域、1次式同士の積で作られる不等式が表す領域

2.2 数列とプログラミング

- 第 n 項を求める、繰返しの計算、ループの終了条件、あふれ、帰納/再帰、等差数列、等比数列、漸化式
- 階差数列と元の数列、差分、和分、配列、引数

2.3 確率・統計とプログラミング

- 順列の生成、 n 進法、階数進法、長さ4の順列、長さ n の順列
- 数え上げ、状態変数、番兵
- 統計、分散、標準偏差、共分散、相関計数

2.4 数とプログラミング

- 二進法とホーナーの方法、print format、二進表現と十進表現、数値型、小数点の扱い、多項式、負の数・補数表現と modulo
- 整数、整数判定、繰り上げ、繰り下げ、四捨五入、 n 桁の概数、1次不定方程式、ピタゴラス数
- 暗号と整数とプログラミング、メモリ領域の動的な確保、関数のオーダ、計算量理論、素因数分解、RSA

第3章 物理現象とプログラミング

3.1 情報の記憶/伝達と物理現象

- 状態の違い、情報の物理的意味、電流や磁力線の向き、ポテンシャル、双安定
- 情報の伝達とは、手旗信号、モールス信号、光ファイバ、電流/電気信号、変調、増幅、波形の復元
- 情報機器における情報の記憶/伝達、半導体の原理、ゲート、デジタル回路、フリップフロップ、SRAM、DRAM

3.2 情報の処理

- 情報処理の歴史、古代、筆記用具、MEMEX、ENIAC、バッチ、対話グラフィクス、エンゲルバート、アランケイ、現代、未来
- コンピュータによる情報処理、論理回路、加算器、ALU、ラッチ同期回路、クロック、制御ロジック、プログラムとソフトウ

ェア

- 入出力装置、ディスプレイ、プリンタ装置、マウス、タッチパネル、サウンドボード

3.3 物理現象とその法則

- 等速度運動と加速度、等速度運動の計算、摩擦、加速、自由落下、放物運動、衝突とはね返り
- 振動と波、単振動、ばねの強さ、おもりの重さと振動数、摩擦と減衰、共振、波のシミュレーション

3.3 統計的現象

- ランダムウォーク、理想気体

第4章 グラフィックスと対話的ソフトウェア

4.1 コンピュータシステムの構造と機能

- コンピュータの構成要素、入力デバイス、CPU・プログラム、ディスプレイ、スピーカ
- グラフィックス、画像の転送とアニメーション、線の表示、文字の表示
- 入力 — ボーリングとイベント、キー入力、マウス入力

4.2 オブジェクト指向

- オブジェクトと動作、オブジェクトとは、動作の割り当て
- クラスの利用、複数のオブジェクトの動作をまとめる

4.3 データ構造

- 抽象データ型、リスト・ハッシュ
- データの操作、オブジェクトの生成と消去
- データの検索、たどり、探索アルゴリズム、衝突判定

情報 IIB は、情報学、すなわち、数学、数理論理学、計算機科学 (コンピュータサイエンス)、計算機工学、認知学などを取り上げる内容であり、従来は、大学の情報系専門と呼ばれる学科・学部・大学で取り上げられてきた分野である。

その内容は、モデル、データ、アルゴリズム、プログラム、シミュレーション、ユーザインターフェイスについて、より高度な内容を取り扱うものである。また、こういった内容を利用して応用可能なさまざまな対象を抽象的に考察することも含まれる。また、人間

の持つ情報処理能力について、計算学の立場で取り上げることも、本科目の対象である。

情報 IIB を指導する場合は、関連する元の教科として、数学、物理を挙げることが可能であるから、これらの教員とのチームティーチングを行なうことが望ましいが、情報 IIB の場合は、プログラミングなどの計算機工学固有の単元が多いため、チームティーチングは、他科目と比べると少ない。

なお、情報 IIB で大学で学ぶ範囲のすべてを取り上げることは不可能である。取り上げることが可能な内容は、同時に学習する (はず) の、数学、物理などの教科・科目から深入りしない程度で発展させた程度とすべきである。

4 「情報 IIC」について……情報社会論

ここに、情報 IIC の目次案を示す。

第1章 情報社会の成り立ち

1.1 産業社会の発展と情報

- 古代、中世、産業革命、近代社会
- 第1次産業、第2次産業、第3次産業
- 科学技術社会、情報社会

1.2 情報と社会

- 印刷と出版、書籍、新聞、雑誌
- デモクラシーと情報、表現の自由、言論/出版の自由

1.3 通信技術と社会

- 通信手段の発達、手紙、信号機、電信、電話、テレビ、ネット
- ネットワークの特性、ネットワーク上の通信

1.4 メディアの発達と個人

- マクルーハンのメディア論
- 個人メディア、マスメディア、ネットワークメディア

第2章 情報と文化

2.1 言語と文化

- 言語圏、文化圏、言語の意味と役割、言語の変化と歴史

2.2 公共政策と文化

- 図書館、美術館、ホール、劇場、伝統文化施設
- 図書館と美術館のデジタル化、デジタル著作権管理 (DRM)

2.3 メディアと文化

- メディアとメディアリテラシー、コミュニケーション

2.4 ネットワークと文化

- ネットワーク文化、用語、匿名/偽名、ネット中毒、ネット依存、ネカマ
- フリーソフトウェア、伽藍とパザール、GPL、オープンソース開発
- SNS、Wiki、Blog、Web2.0

第3章 情報と社会活動

3.1 社会活動における情報システム

- 製造業、金融業、交通、運輸、流通における情報システム
- 公共の情報システム、電子申請、情報公開

3.2 経済活動と情報システム

- 株取引、為替取引、トレーダー、ネット取引引き
- B2B、B2C、ネットショップ、モール、オークション、ロングテール

3.3 情報技術のさまざまな適用

- マーケティング、アフィリエイト、CRM、データウェアハウス
- BPR、ビジネスモデル、戦略情報システム

3.4 情報システムの構築と管理

- 要求分析、ユースケース、プロジェクト管理、チーム作業、保守
- リスク分析、リスク管理、リスク回避

第4章 情報社会を守るきまりと技術

4.1 知的財産権

- 産業財産権 — 商標、特許、意匠、実用新案
- 著作権 — 経済的著作権、著作者人格権、著作隣接権

4.2 情報の公開と保護

- 公開情報と秘密情報、情報をまもる決まり、不正アクセス禁止
- 個人情報とその保護、情報の破棄

4.3 情報と公共の利益

- 情報公開法、オンブズマン、内部告発者の保護

4.4 情報の保護技術

- チェックサム、暗号、電子署名、電子すかし

● ネット犯罪、ネット上の攻撃と対策

情報 IIC は、情報技術が社会とどのように関わるかを、現代社会、言語(国語)、経済、道徳などの各教科等との関連で考える科目である。

まず、情報技術が、現代史のなかでどのように登場したのか、そして、その結果として現代史にどのような影響を与えるのかと言う歴史の観点での議論を行なう。

また、情報技術が社会に普及するに連れ、その重要度も高まってきている。特に、人間社会の文化活動と経済活動への影響は大きく、いまや、情報技術抜きには文化も経済も語れない。そこで、情報技術と文化、特にメディアリテラシーや言語との関連について述べる。さらに、政策と情報の関連などについても考察をする。

ここでは、経済活動と情報の関わりについて多くの時間を費やし、現在の社会の経済活動の基本について、単なる経済学の立場での考察のみならず、コンピュータを使った演習を利用して、例えば電子商取引引きサイトを実際に構築し、広告活動を実体験的に取り入れることが必要である。

さらに、このようなコンピュータを利用した情報社会に関わる法令の問題についても取り扱う。

情報 IIC を指導する場合は、関連する元の教科として、世界史、政治・経済、現代社会を挙げることが可能であるから、これらの教員とのチームティーチングを行なうことが望ましい。

5 情報 III における学習者評価

情報 III の各教科の各単元の多くは、元教科との関連が強い。そのため、学習活動を評価するに当たっては、元教科における知識理解や技能の修得という観点で見ると、情報に属する知識理解や技能の修得で見るとの2通りの観点が存在するが、このどちらかのみを観点を採用することは避けるべきである。例えば、情報 IIIA の色に関する単元を理解するに当たっては、美術的な技能、物理での光に関する知

識、情報学としての色のデジタル表現の3つの観点をバランスよく採用すべきである。そのためには、元教科の試験問題と同等な試験問題をカスばかりでなく、情報の観点における試験問題や生徒評価の手法を確立しておくべきである。

5.1 評価例

情報 IIIB では、その第2章に「第 n 項を求める、繰返ししの計算、ループの終了条件、あふれ、帰納/再帰、等差数列、等比数列、漸化式」という単元を設定した。

ここで、プログラムや表計算ソフトを利用して、ある数列の第 n 項の具体例を求める。いま、その数列が、

$$a_n = \begin{cases} 4a_{n-1} - 3 & (n = 2, 3, \dots) \\ 3 & (n = 1 \text{ のとき}) \end{cases}$$

を満たすとする。

そこで、 n の具体例を入力したときに、 a_n の値を表示するプログラムを作成するという課題を与えるとする。このとき、数学では当該漸化式を球解し

$$a_n = 2 \cdot 4^{n-1} + 1 \quad (n = 1, 2, \dots)$$

なので、

```
n=parseInt(prompt("n?"));
document.write(
  "求める項は", 2*Math.pow(4, (n-1))+1);
```

という解答がある一方で、

```
n=parseInt(prompt("n?"));
a=3;
for (i=1; i<n; i++){
  b=4*a-3;
  a=b;
}
document.write("求める項は", a);
```

という解答や、表計算ソフトを利用した、

- セル A1 に 1 を入力する。
- セル B1 に 3 を入力する。
- セル A2 に =A1+1 を入力する。

- セル B2 に =4*B1-3 を入力する。
- セル A2 B2 の内容を、そのセルの下側へ次々にコピーする

という解答が存在し得る。そこで、この片方のみを正解とするのではなく、それぞれの長所短所を考えさせることが望ましい。

6 おわりに

本稿では、もともと学際的な性格が強い「情報」に属する科目のなかでも、特にその学際性を積極的に利用し、情報に関する学習と、元教科に関する学習の両方に効果をもたらす「情報 III」の構成などを議論した。

情報 III は、試作教科書のなかでは「情報らしさがない」科目であるが、一方で、他教科の教員にとっても、その特徴を捉えやすい科目にできると言える。

本稿を契機として、情報 III のような学際的な科目が広く評価されるようになることを願うものである。

参考文献

- [1] 文部省, 高等学校学習指導要領解説 情報編, 開隆堂出版, 2000.
- [2] 情報処理学会初等中等教育委員会, 高等学校普通教科『情報』試作教科書, <http://ce.eplang.jp/index.php?%BB%EE%BA%EE%B6%B5%B2%CA%BD%F1>.
- [3] 情報処理学会情報処理教育委員会, 日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005, <http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/proposal-20051029.html>.
- [4] 情報処理学会情報処理教育委員会, 2005 年後半から 2006 年初頭にかけての事件と情報教育の関連に関するコメント, <http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/statement2006.html>.