

ビット列を普遍概念とする情報科の理念

夜久 竹夫[†] 杉田 公生[‡] 土田 賢省^{*} 宮寺 庸造^{**}
† 日本大学文理学部 ‡ 東海大学理学部 * 東洋大学工学部 ** 東京学芸大学
Email: yaku@cs.chs.nihon-u.ac.jp

情報科を体系的に教育するための普遍的なコンセプトとして”ビット列の世界の法則を理解し活用する”という概念を導入する。このコンセプトのもとでは、コンピュータ、プログラム、ネットワーク、マルチメディアなどは全てビット列世界の上位概念として扱われ、情報科全体が統一かつ体系的に理解される。

1.はじめに

教科にはその教科特有のコンセプトが必要である。例えば数学には数値・図形とその上の各種の演算があり、物理には物質と物質に作用する力がある。本論では、情報科学をもとに情報科のコンセプトを探る。

日本の繁栄は高い技術に支えられて来たが、食料問題などにより繁栄だけでなく社会の維持そのものが技術立国の成否に左右されるようになった。現在のところ日本は工業先進国の一つだが、最近の情報技術の進歩は工業技術の大幅な変革を引き起こしている工業製品にも巨大なソフトウェアが大量に搭載されるケースが増えてきている。例えば、新世代携帯電話や一部の自動車では合計 400 万～1000 万行のプログラムが搭載されているといわれる。それらのソフトウェアの一部は末端の部品ではなく製品全体を統括する中心的役割を果たしていることに注意する。日本が工業製品の優位性を保つためには、搭載されるそれらのソフトウェアの開発技術でも優位性を保たなければならなくなった。そのため、日本の情報科教育では情報機器の利用者を育成するだけでなく、情報製品の開発者育成を支援する必要がある、明確なコンセプトのもとで情報教育を強力に推進する必要がある。

日本では汎用コンピュータ以外のデジタル機器や組み込みコンピュータなどが発達しているため、本論はそれらも含めた情報科の理念構築を目的とする。

3 節で我々は情報科を体系的に教育するための普遍的なコンセプトとして”ビット列の世界の法則を理解し使いこなす事”を導入する。そのコンセプトのもとではコンピュータとプログラム、ネットワーク、マルチメディアなどはビット列世界の高次概念として扱われて、全体が体系的かつ統一的理解される。同時に情報科以外の教科との境界が明確になる。

2.準備

2.1 他教科の基本コンセプト

現在、国際科学オリンピックは、数学、情報、物理、化学、生物を対象としている。以下の表で、情報以外の科目に関する日本の高校教育の内容⁽²⁾の一部を表1に示す。

各項目は各学問分野の分類を反映していて、例えば

数学では、数・式は代数学、図形は幾何学、関数・微分・積分は解析学に対応している。

表1 科目の項目

| 科目 | 内容の項目 |
|----|----------------------|
| 数学 | 数、式、図形、関数、微分、積分、他 |
| 物理 | 運動、エネルギー、電気、磁気、原子核、他 |
| 化学 | 分子、化合物、化学反応、化学平衡、他 |
| 生物 | 細胞、発生、遺伝、進化、生態系、他 |

2.2 情報教育カリキュラム

表2で中等教育の情報系カリキュラムを紹介する。(1)アメリカの”K12 コンピュータサイエンスモデルカリキュラム”⁽⁴⁾は広義の”コンピュータサイエンス”を対象としていて、プログラムとアルゴリズムが重視される。(2)ユネスコの”ICT中等教育カリキュラム”⁽¹⁾は情報通信技術を対象としていて、情報機器やソフトウェアを利用する問題解決に重点を置いている。ただし、上級科目にはプログラミングとソフトウェア開発が含まれる。(3)日本の普通教科情報⁽²⁾は情報全般を対象にしているが情報機器の操作と他教科との境界領域の比重が高い。従って、ITによる技術立国を必要とする日本の現状には不十分に見える。

表2 情報カリキュラムの構成

| 名称 | 構成 |
|---|--|
| K12 C S モデルカリ キュラム ⁽¹⁾ | L1.ワープロ、インターネット、エクセル L2.アルゴリズム；プログラミング；WEBデザイン L3.プログラム設計 L4.プロジェクト WEBプログラミング 出版 CG |
| UNESCO ICT 中等 教育カリ キュラム ⁽²⁾ | A. ICT Lit, ワープロ、表、DB、プレゼン、 インターネット、倫理 B. Appl. of ICT in Subject Areas 数学、言語などとの関 連データベース設計、グラフィックス・音楽、応用問題 C. 総合問題 D. ICT Specialization プログラミング・ ビジネス情報システム・プロコン・プロマネ |
| 普通教科 情報 ⁽³⁾ | A 情報活用の実践力 (リテラシー) B 情報の科学的理解 (情報の科学) C 情報社会に参画する態度 (情報と倫理) 注. プログラミングは除かれている |

3.情報科のコンセプト

3.1 情報科

情報の普遍的な概念は、ビット列である。そこで、“ビット世界の法則を理解し使いこなす事”を情報科の目標とする。我々が実生活で主として接するコンピュータ、マルチメディア、ネットワーク、情報システムは学問分類にも適合しているためそれらを情報科の細目とする。下の表3で情報科の普遍的なコンセプトを示す。

表3 情報科のコンセプト

| 基本対象 | 基本操作 | 到達目標 | 高次概念 |
|------|----------|-------|---------------------------|
| ビット列 | ビット列上の操作 | 法則の理解 | コンピュータ、デジタルマルチメディア、ネットワーク |

3.2 情報科各項目間の関係

コンピュータはビット演算を実現する論理回路(Shannon)からなる。ノイマン型コンピュータの機械語(Neumann-Turing)はビット演算の高次概念でありアルゴリズムは機械語の高次概念であるから、コンピュータとアルゴリズムはビット列の高次概念である。ネットワークはビット列の伝送体系(Cerf-Kahn)であるから、ビット列の高次概念である。マルチメディアは現実世界をビット列で表現する方法(Shannon)の体系であるから、ビット列の高次概念と解釈される。情報システムは以上のような高次概念を更に複合的に組み合わせた概念であるから、ビット列の高次概念として捉えられる。

情報科では図1に示す高次概念間の関係を理解して情報を体系的に使いこなす事も目標とする。

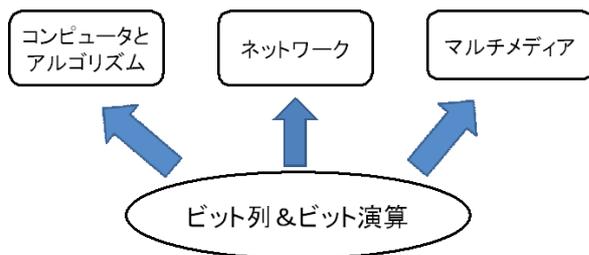


図1 情報科のコンセプト

3.3 各細目分野のコンセプト

各細目分野のコンセプトを表4に示す。

表4 細目分野のコンセプト

| 細目分野 | 基本概念 | 理解項目 | 高次概念の例 |
|---------|-----------------|--------------|-------------|
| コンピュータ | ビット演算 | 速度・素子数 | コンピュータの5大要素 |
| 情報処理 | アルゴリズムの基本・反復と分岐 | 計算時間・メモリー使用量 | ソート、サーチ |
| ネットワーク | プロトコルとアドレス | 安全性・速度 | 暗号、セキュリティ |
| マルチメディア | ビット列表現 | 表現・サイズ | データ構造 |

| 情報システム | 入出力とオブジェクト、情報モデル | 使い易さ、堅牢性 | データベース |
|--------|------------------|----------|--------|
|--------|------------------|----------|--------|

3.4 情報科カリキュラムの将来案

我々は現行カリキュラムに比べて、ビット列に直接関連の無い境界領域の話題を減らし、プログラミングを盛り入れたカリキュラム案⁽⁷⁾を検討している。

4.情報科の位置づけ

情報科はビット世界内部の法則を理解させるだけでなく、ビット世界と他の世界との関係を理解させる必要もある。ビット世界は、物質世界と異なり人間が作るものであり、記号世界とも異なり実際に機能するものである事に注意する。図2にそれぞれの教科の対象を示す。

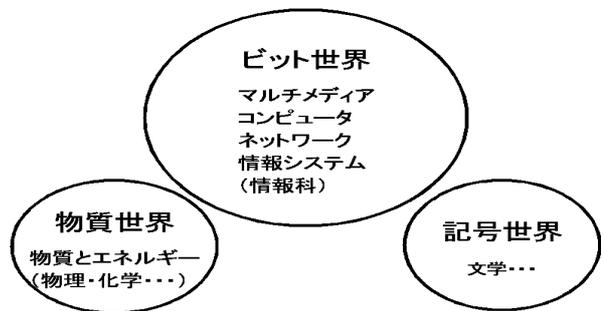


図2 教科の対象

5.おわりに

今後は、情報科の隣接分野との境界領域を整備する必要がある。また、大学教育の中の情報科学・情報工学^(5,6)のコンセプトと整合させる必要がある。

参考文献

- (1)UNESCO-IFIP : “Information and Communication Technology in Secondary Education”, 1994 (rev. 2004) <http://www.edu.ge.ch/cptic/prospective/projects/unesco/en/>
- (2)文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 11 年 3 月告示, 14 年 5 月, 15 年 4 月, 15 年 12 月一部改), http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122603.htm.
- (3)文部省, 高等学校学習指導要領解説 情報編, 平成 12 年(2000), 開隆堂(株).
- (4)ACM K-12 Task Force Curriculum Committee: A Model Curriculum for K-12 Computer Science (2nd Ed.)”, 2003. <http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/K-12ModelCurr2ndEd.pdf>
- (5)The Joint Task Force for Computing Curricula 2005 A cooperative project of ACM-AIS-IEEE-CS, Computing Curricula 2005 The Overview Report, 2005 http://www.acm.org/education/curriculum_vols/CC2005-March06Final.pdf
- (6)情報処理学会, 情報専門学科カリキュラム J07-その骨子, 第69回情報処理学会イベント企画, 2007.
- (7)夜久竹夫, 宮寺庸造, 土田賢省, 杉田公生, 次期情報科カリキュラムの提案, 科学研究費報告書, 2007.