

# コンピューティングの概念に基づいた必修・選択・選択型 高等学校「情報科」カリキュラム

夜久 竹夫  
日本大学  
yaku.takeo@nihon-u.ac.jp

穴田 浩一  
早稲田大学高等学院  
anada-koichi@waseda.jp

尾崎 知伸  
日本大学  
ozaki.tomonobu@nihon-u.ac.jp

久野 靖  
筑波大学  
kuno@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp

小泉 カ一  
尚美学園大学  
r-koizumi@s.shobi-u.ac.jp

後藤 隆彰  
流通経済大学  
goto@rku.ac.jp

齋藤 実  
埼玉県立大宮高等学校  
saito.minoru.0b@spec.ed.jp

宮寺 庸造  
東京学芸大学  
miyadera@u-gakugei.ac.jp

既発表のコンピューティングの概念に基づいた必修・必修・選択型高等学校情報科カリキュラム案を改訂して、学会連名の提言に準拠した、必修・選択・選択型カリキュラムを示す。本カリキュラム案は前カリキュラム案と同様にコンピューティングを指向していて、科学的なアプローチによる情報の活用能力の育成を主眼とし、コンピューティングの概念に基づいた学習内容からなる。

キーワード：情報科カリキュラム、情報活用能力、コンピューティング、ビット列

## 1. はじめに

情報学教育は各国の社会の将来を左右する事項と考えられ、各国で意欲的に実施と検討が進められている（例えば、[1, 2, 3, 4]）。わが国でも最近ではプログラミング教育の重要性が再認識されて、情報学教育への取り組みが話題になっている（例えば、[5, 6]）。我々はコンピューティングに基づき、以下の表1のような基本理念（[8, 9, 10, 11, 12]を参照）による、プログラミングを重視した必修・必修・選択型の高校情報科カリキュラム[13]を提案した。

表1 情報科の基本理念

基本対象	原理	到達目標	高次概念
ビット列	ビット列上の操作 ≡ コンピューティング	法則の理解と 応用	コンピュータ、 プログラム、 情報通信ネットワーク、 デジタルメディア 情報システム

その後、情報教育に関わる各学会が連名で情報学教育に対する提言[14]を行い、必修・選択・選択型の高校情報学教育を示した。

そこで、本論では、[13]のカリキュラム案の理念、項目数や内容はそのままに、項目の順序を変更して、[14]に準拠した必修・選択・選択型のカリキュラム案を示す。本論で示すカリキュラム案は、情報Ⅰ（必修）、情報Ⅱ（選択）、情報Ⅲ（選択）からなる。

## 2. カリキュラム案の理念

ここでは必修・選択・選択の形式を想定した、高等学校普通教科情報のカリキュラム案を示す。このカリキュラム案の構造はスパイラル形式である。すなわち、情報Ⅰで情報学の基礎全般をカバーして、情報Ⅱと情報Ⅲで発展的な内容を扱う。[13]のカリキュラム案の情報Ⅰと情報Ⅱ合わせた内容と、このカリキュラム案の情報Ⅰと情報Ⅱを合わせた内容は同一となる。

全体として、情報学（例えば[7]）教育のイメージを、情報と情報技術に関して科学的（論理的、体系的、実証的）な考え方を育成する科目と位置づける。そのイメージの下で、情報教育では、情報概念の中の、情報機器と情報システムで扱われるビット化された情報（ビット列）を主な対象とする。ビット化される以前の情報に関しては可能な場合は該当する他教科で扱う。又、情報モラル等に関しては、新たな公民科目で扱う事を想定する。

本論文のカリキュラム案は、日本情報科教育学会  
関東・東北支部プログラミング教育検討委員会、  
2015年度第一次中間報告書Ⅳ章に示されている。

## 2.1 基本理念の構造

図1で高次概念と基本対象間の関係を示す。

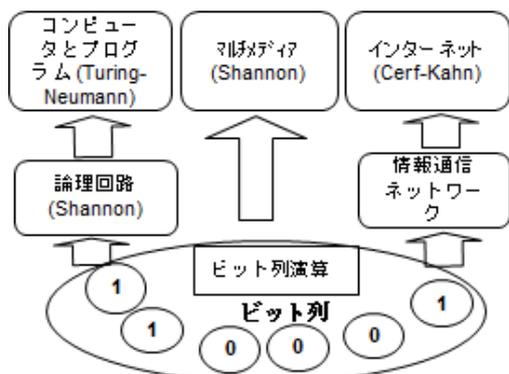


図1 高次概念と基本対象間の関係

## 2.2 基本知識

理科で光速の概念が重要であるように、情報科では計算可能性の概念は重要である。情報科教員はプログラミング知識に加えて計算可能性と計算不可能性の概念を知っていることが望ましい。

### 3. 高校情報科の範囲と目標 [4, 13]

情報機器の操作法は中学校以下の情報教育で習得済みと仮定して[13]、高校情報科では扱わない。デジタル情報以外を対象とする情報処理、計算は基本的に情報科以外の当該教科で教える事を想定する。また、他教科分野の問題解決、情報モラル等の詳細な内容は情報科には含めない。ただし、ビット列とコンピューティングで説明がつく範囲での情報モラル、倫理は扱う。

高校情報科では特に「コンピューティングの理解と活用能力」に力点を置くものとする。

なお、以下のカリキュラム案では[4]の内容を一部引用して、[4]の文言と重複する部分もある。

高等学校情報科の目標を次のように定める。

「デジタル情報と情報処理に関する概念と原理・法則を理解し、事象をビット空間に表現しプログラムにより処理する能力を高め、コンピューティングの世界観により世界を認識しデジタル情報と情報処理に関する概念と原理・法則を応用して新しい価値を創造する知識と態度を育てる」 [13]。

本カリキュラム案では、コンピューティングを指向して以下の3科目を想定する。以下、各科目の詳細について述べる。

## 4. 情報 I

### 4.1 目標

情報技術と情報化の進展が社会に及ぼす影響を情報の科学的な側面から理解させるとともに、情報と情報技術を問題の発見と解決に効果的に活用させるための

知識や技能、科学的な考え方を習得させ、情報および情報手段を主体的に活用し新しい価値を創造する能力と態度を育てる。

## 4.2 内容

### (1) プログラム

#### ア アルゴリズムとプログラミング

情報処理の手順を、アルゴリズムを用いて表現する方法を習得させ、プログラミングによって処理手順の自動実行の有用性を理解させる。

#### イ プログラミング技法

並べ替えや探索などの基本的なアルゴリズムを理解させるとともに、それらのプログラムの作成を体験させ、プログラムの基本概念を習得させる。

#### ウ プログラムとその活用

データ処理やシミュレーションなどにおいて、様々なプログラムを問題の分析や発見、解決に効果的に活用できるようにする。

### (2) 情報通信ネットワーク

#### ア 情報通信ネットワークの仕組み

情報通信ネットワークにおいて、情報が処理される仕組みや表現される方法を理解させる。

#### イ インターネット上のサービス

情報システムにおけるサービスの概念とその特徴を、情報の流れと処理の仕組みとを関連付けながら理解させ、それらの利用の在り方や社会生活に果たす役割と及ぼす影響を考えさせる。

#### ウ インターネットの安全性と信頼性

情報システムにおける安全性と信頼性の重要性を理解させる。システムへの侵入を防ぐための手段と情報の暗号化、認証の仕組みを理解させ、情報システムにおける安全性と信頼性の重要性を考えさせる。

### (3) デジタルメディア

#### ア デジタルメディアと情報社会

コンピュータやインターネットなどの情報手段を適切に活用するために、デジタルメディアの特徴とメディアの意味を理解させるとともに、情報社会の中での個人の責任や心構えについて理解させる。

#### イ 情報のデジタル化

情報のデジタル化の基礎的な知識と技術及び情報手段の特徴と役割を理解させるとともに、デジタル化された情報が統合的に扱えることを理解させる。

#### ウ 情報社会を支える情報技術

情報技術の進展が社会に果たす役割と及ぼす影響と、安心かつ安全なデジタル情報社会を支える技術について理解させる。

### 4.3 実施法

- (1) 内容の(1)のアについては、アルゴリズムの基本的な制御構造について理解させるとともに、それらの構造を含むプログラムの作成を体験させる。イについては、基本的なアルゴリズムの理解と習得とともに、それらをプログラミング言語で表現できることの体験を通して、プログラミングの基礎を身に付けさせる。これらの活動には、論理的思考の学習を意識すること。ウについては、アルゴリズムやプログラミングを用いた問題解決手法の理解と活用を重視すること。また、イ及びウについては、学校や生徒の実態に応じて、適切なアプリケーションソフトウェアやプログラム言語を選択するとともに、適切な例題を使った演習を取り入れること。
- (2) 内容の(2)のアについては、TCP/IP や IP アドレス、ポート、ネットマスクなどインターネットの基幹技術を中心に学習する。また、WAN や LAN などのネットワークやハブやルータなどの構成要素や、ネットワークの階層構造、プロトコルの役割、通信速度や誤り検出などについても扱う。イについては、ウェブやメール、クラウドコンピューティングなど、利用頻度の高いサービスの仕組みを取り扱う。また、情報検索に関し、必要な情報収集やランキングメカニズムについても取り扱う。ウについては、マルウェアやウイルスの例を用い、ファイヤーウォールやアンチウイルスソフトの重要性を取り扱う。また、通信経路の暗号化と鍵を利用したデータの暗号化、パスワード及び生体による本人認証の方式も取り扱う。
- (3) 内容の(3)のアについては、情報やメディアの定義、それらの特徴について理解させるとともに、情報社会の特徴と、情報化が社会に与える影響についても扱う。イについては、アナログとデジタルの特徴、情報のデジタル表現の仕組みとそれらの特性について理解させる。ウについては、デジタル情報社会の安全・安心を支える情報技術と仕組みについて理解させるとともに、デジタル情報を適切に活用するための仕組みや技術を理解させる。また、デジタル情報社会における個人の責任や態度についても取り上げ、情報技術を社会の発展に役立てようとする心構えを身に付けさせること。

## 5. 情報Ⅱ

### 5.1 目標

デジタル情報社会の基盤である、通信を伴う大規模情報システムの仕組みや役割、影響を理解させるとともに、情報を効果的に収集、蓄積、処理、伝送するための科学的な考え方を習得させ、安全性信頼性の高

いデジタル情報社会の発展に、社会的かつ技術的な側面から主体的に寄与する能力と積極的に参画する態度を育てる。

### 5.2 内容

- (1) コンピュータ
  - ア ハードウェア  
基本論理回路やCPUなどのハードウェアの役割と情報処理の仕組みを理解させる。
  - イ ソフトウェア  
基本ソフトウェアやアプリケーションソフトウェアの役割を理解させる。
  - ウ コンピュータシステム  
ハードウェアとソフトウェアが連携してコンピュータが動作している計算（処理）の仕組みを理解させるとともに、コンピュータで扱える情報の種類と特徴についても理解させる。
- (2) 情報システム
  - ア 情報システムの仕組み  
情報システムの特徴を、構成要素と仕組みとを関連付けて理解させるとともに、情報システムの発展と社会の情報化が人に果たす役割と影響について考えさせる。
  - イ 人と情報システム  
人にとって利用しやすい情報システムの在り方や、情報通信ネットワークを活用して様々な意見を提案し集約するための方法について考えさせる。また、センサーネットワークやモノのインターネットの概念と仕組みを理解させ、データ処理の自動化と多様化が情報システムと情報社会に与える影響を考えさせる。
  - ウ 情報の蓄積と管理  
情報を蓄積し、容易に管理・検索するためのデータベースシステムの概念を理解させ、問題解決にデータベースを活用できるようにする。
- (3) デジタル情報社会
  - ア インターネットとコミュニケーション  
コミュニケーション手段の発達をその変遷と関連付けて理解させるとともに、デジタル情報の特性から、デジタルメディアを用いたコミュニケーションの特徴とその社会とのつながりを考えさせる。
  - イ 情報社会の安全性  
デジタル情報社会に潜む危険とそれを回避する技術を理解させるとともに、情報社会の安全性を高めるために個人が果たす役割と責任を考えさせる
  - ウ 情報と社会  
情報技術の応用分野の広がりを認識させ、より良い情報社会を構築する上での情報技術と人間の役割を考えさせる。さらに、情報技術の進展が社会に果たす役割と及ぼす影響を理解させ、情報技術を社会の発展に役立てようとする態度を育成する。

## 5.3 実施法

- (1) 内容の(1)のアについては、コンピュータのハードウェアを構成する論理回路を簡単な装置を使った実習や演習を通して理解させるとともに、背景となる数学的な理論についても理解させる。さらには、それらを利用した情報処理の仕組みを理解させる。イについては、基本ソフトウェアと応用ソフトウェアの役割と違いについて実習や演習を通して具体的に理解させる。ウについては、コンピュータの5大機能を理解させるとともに、CPUの内部での命令やデータの流れを追いながら計算処理の仕組みについて理解させる。
- (2) 内容の(2)のアについては、クライアントサーバやP2Pといったネットワーク上でのシステム形態と、集中処理や分散・並列処理などの処理形態について取り扱う。イについては、GUIを中心に、人と情報システムの間での情報のやり取りの方法についても取り扱う。また、ビッグデータの利活用事例を取り上げる。ウについては、データベースの種類について取り扱う。また、簡単なデータベースを作成・操作する活動を取り扱う。
- (3) 内容の(3)のアについては、ソーシャルメディアについて、情報通信ネットワークなどを利用した犯罪などについて取り上げ、情報技術の適切な活用について生徒が主体的に考え、発表しあうなどの活動を取り入れること。イについては、情報セキュリティなどに関する情報技術の適切な活用方法についても扱い、情報セキュリティを確保するためには技術的対策と組織的対応とを適切に組み合わせることの重要性についても扱うこと。ウについては、望ましいデジタル情報社会を構築する上での社会の役割について生徒が主体的に考え、討議し、発表しあうなどの活動を取り入れること。

## 6. 情報Ⅲ

### 6.1 目標

プログラミングやソフトウェア開発の仕組みに関する知識を理解させ、知識を活用するための技術を習得させるとともに、計算機科学の基礎となる学問分野の初歩に関する知識を理解させる。

### 6.2 内容

#### (1) プログラミング

##### ア プログラミング技法

高度な制御構造や、データ構造とアルゴリズムの概念に関する知識を理解させ、対象のモデル化とコ

ード化の知識およびプログラミングの技術を習得させる。

##### イ データベース操作

データベースにおける演算と操作の概念に関する知識を理解させるとともに、実際にデータベースを活用できる技術を習得させる。

##### ウ 問題解決とプログラム

プログラムを用いた問題の解決法に関する技術を、実例を用いて習得させる。

#### (2) ソフトウェア開発

##### ア ソフトウェア設計

ソフトウェアの開発プロセスおよび、要件定義から内部設計までのソフトウェア設計の一連の工程と内容に関する知識を理解させる。

##### イ ソフトウェア開発

ソフトウェア開発法およびテスト技法に関する知識を理解させる。

##### ウ ソフトウェア管理

ソフトウェアの品質を検証する方法に関する知識を理解させる。

#### (3) コンピュータ科学

##### ア 計算理論とプログラムの理論

代表的な計算モデルの概念とその仕組みに関する知識および、アルゴリズムの性質、性能を測るための概念、手法に関する知識を理解させるとともに、それらの重要性を認識させる。

##### イ プログラム言語と処理系

プログラム言語処理系の種類とその仕組みに関する知識を理解させるとともに、プログラム言語の解釈と実行の流れに関する知識を理解させる。

##### ウ データベースの理論

データベースのデータの取り扱いおよび、データベースシステムが行う制御の仕組みに関する知識を理解させる。

## 6.3 実施法

- (1) 内容の(1)のアについては、サブルーチンや再帰構造などの制御構造を扱う。また、スタック、キュー、リスト、木構造などのデータ構造を取り上げ、グラフの考え方を扱う。イについては、データベース操作に必要な関係演算を理解させ、SELECT文、INSERT文などの各操作に関する技術を、具体例を通して習得させる。ウについては、モデル化やコード化の内容を扱い、具体例を通してモデル化とコード化の意義を理解させるとともに、実習を通してプログラムを用いた問題解決に関する技術を習得させる。
- (2) 内容の(2)のアについては、要求定義、外部設計、内部設計などのソフトウェア開発の一連の流れ、ソフトウェアの開発プロセス・モデルの知識を

理解させる。イについては、ウォーターフォール、アジャイルなどの開発標準やコーディング規約などプロジェクトでソフトウェアを開発するために必要な知識を理解させる。また、テスト技法については、単体テスト、結合テスト、ホワイトボックステスト、ブラックボックステストなどの知識を、具体例を通して理解させること。ウについては、ソフトウェアレビュー、ソフトウェアメトリクスなどのソフトウェア検証の内容を扱うこと。

(3) 内容の(3)のアについて、オートマトンや形式言語、チューリングマシン、計算可能性などの計算理論の内容を扱うとともに、様々なアルゴリズムとその計算量の内容を扱うこと。イについては、インタプリタやコンパイラなどの言語処理系の仕組みを扱うこと。ウについては、関係演算などデータ操作や正規化に関する基本的な知識の他、データベース管理システムの働きやトランザクション処理、排他制御などを扱うこと。

## 7. 各科目の概要

[13]で示した概要表の項目を、5, 6, 7節のカリキュラムに合わせて並び替える。

### (1) 情報Ⅰの概要

情報Ⅰの概要を表2に示す。

表2 情報Ⅰの概要

内容	キーワード
(1) プログラム ア アルゴリズムとプログラミング イ プログラミング技法 ウ プログラムとその応用	プログラミングの入門 変数の概念・制御構造 アルゴリズム・計算の手間 検索・ソート・モデル化とシミュレーション
(2) 情報通信ネットワーク ア 情報通信ネットワークの仕組み イ インターネット上のサービス ウ インターネットの安全性と信頼性	ネットワークと通信の仕組み 電子メール・WWW・情報検索の仕組み 符号・暗号・情報セキュリティ 社会におけるネットワーク
(3) デジタルメディア ア デジタルメディアと社会 イ 情報のデジタル化 ウ 情報社会を支える情報技術	数値の表現・文字の表現 静止画・動画像・音声・マルチメディア 圧縮 情報保護

### (2) 情報Ⅱの概要

情報Ⅱの概要を表3に示す。

表3 情報Ⅱの概要

内容	キーワード
(1) コンピュータ ア ハードウェア イ ソフトウェア ウ コンピュータシステム	ブール代数・論理回路 基本ソフト アプリケーションソフト コンピュータで扱うデータ
(2) 情報システム ア 情報システムの仕組み イ 人と情報システム ウ 情報の蓄積と管理	情報システムの形態 人と情報システム データベース センサーネットワーク
(3) デジタル情報社会 ア インターネットとコミュニケーション イ 情報社会の安全性 ウ 情報と社会	ソーシャルメディア 社会とのかかわり 安全な社会

### (3) 情報Ⅲの概要

情報Ⅲの概要を表4に示す。

表4 情報Ⅲの概要

内容	キーワード
(1) プログラミング ア プログラミング技法 イ データベース操作 ウ 問題解決とプログラム	プログラミング言語の潮流 制御構造・データ構造・アルゴリズム データベース操作 プログラミング技法・問題解決
(2) ソフトウェア開発 ア ソフトウェア設計 イ ソフトウェア開発 ウ ソフトウェア管理	ソフトウェアエンジニアリング 開発プロセス ソフトウェア品質管理・テスト技法 ソフトウェアプロジェクト
(3) コンピュータ科学 ア 計算モデル イ プログラム言語と処理系 ウ データベースの理論	計算モデル アルゴリズムと計算可能性 プログラム言語と処理系 データベースの理論

## 8. おわりに

[13]でコンピューティングの概念を基に再構成された高校情報科の、必修・必修・選択型カリキュラム[13]を、[14]に合わせて必修・選択・選択型に再構成した。

今後は、高校教育の小学校、中学校の情報教育[13]及び隣接諸分野との分担を検討する必要がある。また、カリキュラムの詳細と学問分野の中の情報科学・情報工学[7]との整合性も検討する必要がある[13]。

一連の研究で多くのご示唆を戴いた東京学芸大学の天良和男氏、東海大学の杉田公生氏、東洋大学の土田賢省氏に感謝します。更に論文の準備に当たって助力いただいた日本大学の横田健氏に感謝します。

## 参考文献

- [1] 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>
- [2] UNESCO-IFIP: "Information and Communication Technology in Secondary Education", 1994 (rev. 2004).

- [3] Department for Education in England, "National curriculum in England : Computing", pp.204-207, 2013.
- [4] 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説 情報編, 2010, 開隆堂 (株), p.159.
- [5] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, "「創造的 IT 人材育成方針」～IT とみんなで作る豊かな毎日～", 2013.
- [6] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 世界最先端 IT 国家創造宣言, 2013 (2014 改訂), <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20140624/siryou1.pdf> (2014.7 時点)
- [7] 萩谷昌己, 「情報学を定義する—情報学分野の参照基準」, 情報処理, Vol.55, No.7, pp.734-743, 2014.
- [8] 夜久竹夫, 杉田公生, 土田賢省, 宮寺庸造, ビット列にもとづく情報科の普遍理念, 日本情報科教育学会第1回全国大会, pp.111-112, 2008.
- [9] 夜久竹夫, 岡本敏雄, 久野靖, 小泉カ一, 宮寺庸造, 「高等学校情報科カリキュラムのベースとなるべき理念—教育課程改訂を見据えて—」, 日本情報科教育学会第7回全国大会講演論文集, pp.107-108, 2014.
- [10] 久野靖, 岡本敏雄, 小泉カ一, 宮寺庸造, 夜久竹夫, 「情報活用能力の再規定と発達段階に応じた指導内容の提案—教育課程改訂を見据えて—」, 日本情報科教育学会第7回全国大会講演論文集, pp.109-110, 2014.
- [11] 久野靖, 小泉カ一, 宮寺庸造, 夜久竹夫, コンピューティングを基盤とした情報教育の再規定, 情報教育シンポジウム SSS2014 論文集, pp. 111-118, 2014.
- [12] 日本情報科教育学会 関東・東北支部, 「プログラミング教育検討委員会 中間報告1・2 (2014.7.4)」, 2014.
- [13] 夜久竹夫, 穴田浩一, 尾崎知伸, 久野靖, 小泉カ一, 後藤隆彰, 斎藤実, 宮寺庸造, コンピューティングの概念に基づいた情報科カリキュラム, 情報科教育学会誌7 (2014), 11-14.
- [14] 日本情報科教育学会, 日本教育工学会, 一般社団法人 教育システム情報学会, 一般社団法人 情報処理学会, 情報学教育研究会, 初等中等教育における一貫した情報教育 (情報学教育) の充実について (提案), 2015,

例えば

<ps://www.ipjs.or.jp/release/jyouhoukyouiku20150424.html>