

高校情報科『情報Ⅱ』検定済教科書のレビューと DX ハイスクールの在り方の検討

綾 皓二郎^{*1}

Email: aya.k2015h27@gmail.com

*1: みやぎインターカレッジコープ

◎Key Words 学習指導要領, 情報Ⅰ, プログラミング教育, 数理・データサイエンス・AI

1. はじめに

この報告は、2024 年 PC カンファレンスでの発表の続報⁽¹⁾で、『情報Ⅱ』検定済教科書のレビューと「高等学校 DX 加速化推進事業 (DX ハイスクール)」⁽²⁾⁽³⁾についての検討、次期学習指導要領と教科「情報」の在り方の考察からなる。レビュー対象の教科書は、文科省教科書目録に記載の 3 社 3 種類である。

報告は、高校教育の実情には疎い者による個人的なものであり、間違いや誤解があることを恐れる。

2. 高校教科「情報」に関する年表

教科書のレビューに入る前に、教科「情報」を巡る、内閣府、文科省等の動きを年表形式でまとめておく。

2016 年 1 月 Society 5.0 の提唱
2018 年 3 月 学習指導要領告示 (『情報Ⅰ』『情報Ⅱ』)
2019 年 6 月 AI 戦略 2019 の策定 (数理・データサイエンス・AI 教育の構築に関する提言)⁽⁴⁾
2021 年 3 月 『情報Ⅰ』(必修, 2 単位) 教科書検定済
2021 年 7 月 共通テストに「情報」を追加
2021 年 8 月 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度開始 (大学)
2022 年 4 月 AI 戦略 2022 の策定
2022 年 2 月 『情報Ⅱ』(選択, 2 単位) 教科書検定済
2022 年 4 月 『情報Ⅰ』授業開始
2023 年 4 月 『情報Ⅱ』授業開始
2024 年 4 月 DX ハイスクール開始
2025 年 1 月 共通テストで「情報」の実施
2025 年～ 次期学習指導要領の改訂議論開始

『情報Ⅱ』と DX ハイスクールは、AI 戦略の強い影響を受けている。なお、AI 戦略の 2019 と 2022 には高校教育に関する限り文言に変更はない。

3. 『情報Ⅱ』の位置づけと特徴

学習指導要領によれば、『情報Ⅱ』の目標は、「情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ、情報技術を活用して問題の発見・解決を行う学習活動を通して、問題の発見・解決に向けて情報と情報技術を適切かつ効果的、創造的に活用し、情報社会に主体的に参画し、その発展に寄与するための資質・能力を育成することを目指す」⁽⁴⁾である。ここで、情報科学よりも情報技術に力点が置かれていることに留意する。『情報Ⅱ』の内容は、次の 5 単元から構成される。

(1) 情報社会の進展と情報技術

(2) コミュニケーションとコンテンツ

(3) 情報とデータサイエンス

(4) 情報システムとプログラミング

(5) 情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究

『情報Ⅱ』の単元は、(5)を除けば『情報Ⅰ』の単元と対応しており、『情報Ⅱ』は『情報Ⅰ』を発展させた科目⁽⁵⁾⁽⁶⁾とされる。(3)のデータサイエンスには機械学習を含めている。学ぶ順序が(3)(4)となっていることが、『情報Ⅱ』でのプログラミングの位置づけを示唆している。

4. 『情報Ⅱ』の教科書

『情報Ⅰ』の教科書は 6 社 12 種類もあるが、『情報Ⅱ』の教科書は 3 社 3 種類に激減し、次となる。

- ・実教『情報Ⅱ』B5 判, 207 頁 (+18)
- ・日文『情報Ⅱ』B5 判, 167 頁 (−56*)
- ・東書『情報Ⅱ』B5 判, 163 頁 (−40*)

(*) 内は『情報Ⅰ』(*採用数が多いもの)と比べた頁の増減を示す。以後、教科書を引用するときには、出版社名を使うことにする。この三教科書には内容から判断して 3 レベルの難易度が認められる。

どの教科書も構成は学習指導要領の単元(1)から(5)に準じた章立てとしている。実教版ではセオリー編の第 1 章が(1)と(2)に、プロジェクト編が(5)に対応する。実教版での頁数の増加は第 3 章プログラミング言語 (計 42 頁)が設けられているからであるが、『情報Ⅱ』の頁数は実質的に大きく減少しているとみてよい。日文版は第 1 章から第 5 章を (1)~(5)に章題まできちんと対応させている。東書版では実習編と理論編の各編で(1)~(4)に対応させ、(5)は(1)~(4)に組み入れている。

教科書の種類の少なさと頁数の減少は、『情報Ⅱ』の有り様を示唆する。これは『情報Ⅱ』が選択科目で販売数がそれほど見込めないことを予想してコスト削減を図ったことがその理由の一つではないかと想像される。

2024 年度の教科書需要数を見てみると、『情報Ⅱ』は『情報Ⅰ』の 5%程度の約 5 万冊⁽⁷⁾とされる。教科書出版社といえども民間の企業であるから、教科書の販売数がきわめて少なければ、出版社と種類の数が大きく減ることは避けられないことが分かる。

5. 三つの教科書に共通する問題点と課題

5.1 形式：構成と各項の説明ページ

実教版と東書版は、章・節・項・目の区分が不明瞭で分かりにくい。文献の引用が実教版と東書版で各 1 例あ

るが、引用文献としての記載が不十分である。

三教科書とも頁数を大きく減らしているの、一般に記述は簡略に羅列的になっている。すなわち、単元(1)～(4)に対応する各項は、見開き2頁が大半で、2頁を超えるものは例外的である。しかも内容は思考力を問うよりも知識伝達が主となっている。『情報Ⅱ』が発展科目ならば、各項目を詳しく分かりやすく説明する配慮がほしい。現状では、生徒の関心と興味を引きにくいのではない。単元(5)は『情報Ⅱ』の目玉であるが、探求課題を扱うので相当時間を要することを考えると、単元(1)～(4)での盛りだくさんの内容を丁寧に教える授業時間は確保できるのだろうか。

5.2 内容1：数学的取り扱い

単元(3)の機械学習を含むデータサイエンスでは、数学的な取り扱いきわめて不十分である。AI戦略2019⁽⁴⁾では数理・データサイエンス・AI教育の構築が不可欠であるとしているが、『情報Ⅱ』では最初にくる数理の取り組みがきわめて弱いので、データサイエンス・AIの説明はほぼ定性的なものになっている。

なぜ、そうなっているかは、学習指導要領解説情報編(以下【解説】)⁽⁵⁾をみれば分かる。学習指導要領は2003年に最低基準となり、「歯止め規定」はなくなったはずであるが、【解説】『情報Ⅱ』のデータサイエンスの取り扱いでは「歯止め」の文「ここでは、数学科における学習内容と関連する部分も含むが、数学や統計学の専門的な内容に深入りすることなく」がある。したがって、データサイエンスというが、数学的・統計学的な数式による説明はほとんどなく、表計算ソフトの利用で済ませている。そこで【解説】は「可視化やソフトウェアによる処理の結果を基に、その概念を理解するようにする」としかいえない。しかし、これではデータサイエンスや機械学習の原理的理解は難しいといえよう。

『情報Ⅱ』で必要とする数学の知識は、推測統計学、ベクトルの代数的取り扱い、行列、全微分・偏微分などであり、学習内容がいたずらに高度な内容に及ぶことはない。実教『高校情報ⅠPython』ではADVANCEが計11節42頁もあるのに、『情報Ⅱ』のどの教科書も、単元(5)を除いて、学習指導要領の範囲を超える「発展」として踏み込んだ取り扱いをしていない。数学抜きでデータサイエンス・AIをなぞることで雰囲気を感じることができれば、大学教育との接続は問題ないと考えているのであろうか。『情報Ⅱ』が発展科目ならば、AI戦略とDXハイスクールからの要請に答えようとすれば(後述)、数学・統計学に関する歯止め規定を超えて発展的な内容を学べるように、頁数を確保して説明することが求められている、と思われる。

たとえば、単回帰分析で回帰係数を最小2乗法、偏微分を使って導出することは、後の重回帰分析や機械学習のアルゴリズムに接続する基礎となるものであるが、これができていない。実教版も踏み込みが足りない。

5.3 内容2：アルゴリズムとプログラミング

アルゴリズムとプログラミングの取り扱いきわめて不十分である。『情報Ⅰ』には、コンピュータとプログラミングという単元があるが、【解説】に「アルゴリ

ムやプログラムの記述方法の習得が目的にならないよう取扱いに配慮する」とあるためか、具体的なモデル化とアルゴリズムの説明は、実教『高校情報ⅠPython』のADVANCEでの取り扱いを除けば、簡略で限定的である。探索やソートを扱っていない教科書もある。

他方『情報Ⅱ』では機械学習のモデル化とアルゴリズムは不十分ながら学ぶが、それ以外ではアルゴリズムが扱われているとは言い難い。用語「アルゴリズム」は【解説】『情報Ⅱ』や、文科省編の教員研修用教材⁽⁶⁾第4章情報システムとプログラミングには、一度も現れないのであるから、教科書がそうなるのは仕方がないといえるであろう。

『情報Ⅱ』において、アルゴリズムとプログラミングを本格的に発展的に扱ってほしい。アルゴリズムとプログラミングは、コンピュータ科学のコアであり、計算論的思考のキー概念である抽象化、分割、パターン認識などを学ぶには最適な領域であるからである⁽⁷⁾。マージ、再帰、分割統治法、暗号、数値計算、素数と素因数分解、モンテカルロ法、後置記法、貪欲法、動的計画法、数理パズルなどのアルゴリズムからいくつかを取り上げて、なぜ学ばせないのか、疑問である。特に再帰処理のアルゴリズムを、数学の漸化式と対応させて、高校段階で学んでおくことは大切である。

情報科学の専門家から教科「情報」におけるアルゴリズムの取り扱いを懸念する声が聞かれないのはなぜか、その理由を知りたい。

アルゴリズムの対象は、データサイエンスに限らないで、計算科学やシミュレーションの課題を含める必要がある。今の『情報Ⅱ』では、後者のような情報科学的な領域の発展的な取り扱いがほとんどなされていない。

日文版と東書版の『情報Ⅱ』のプログラミングでは、『情報Ⅰ』での入門の学習から、いきなり外部ライブラリを使わせるPythonやR、Processing、3D Builderなどの応用プログラミングに進んでいる。このように学習段階に大きな飛躍がある取り扱いは、生徒の理解を難しくさせるのでなかろうか。下手をすると、外部ライブラリやアプリの使い方が終わってしまうことを危惧する。実教版では第3章はプログラミング言語の説明となっているが、JavaScriptとPythonの文法とごく短いプログラム例を扱っているだけである。JavaScriptが計6頁、Pythonが計33頁である。

5.4 内容3：情報システム

情報システムの内容は、各項は見開き2頁で、詰め込み過ぎである。『情報Ⅰ』を履修しただけで、システム開発の経験がまったくない高校生に企業の研修でやるような実務的ノウハウ(技法や手法)を細々と教えることでよい。計算論的思考など、基本的な考え方を学ぶことが求められているのではない。また実務経験に乏しい教員が、研修を受けても、情報システムを確かに教えることにできるのだろうか。

たとえば、要件定義や外部・内部設計は知っておく必要はあっても、システム開発のモデルに、ウォーターフォール、プロトタイプ、スパイラル、アジャイルのモデルを取り上げて羅列的に説明して、生徒に覚えさせる必要はあるのだろうか。プロジェクトマネジメントは高校生

が知っておかねばならないことか。企業の Off-JT や OJT, 大学の専門課程でやればよいことではないか。情報システムの仔細を学ばせることよりも、代わりにアルゴリズムとプログラミングが確実に学べる時間を確保することのほうが大切であると思われる。

5.5 内容4：問題発見・解決の探究

Web コンテンツや電子掲示板の制作のような身近な課題が扱われている。これは、AI 戦略2019の〈大目標〉「新たな社会の在り方や製品・サービスのデザイン等に向けた問題発見・解決学習の体験等を通じた創造性の涵養」⁽⁴⁾を受けたものであろう。この探究にはデータサイエンスの課題に加えて、他の情報科学的な課題、たとえば素数やフィボナッチ数列の性質などの整数論のアルゴリズム、フラクタルやカオスなどのシミュレーションも扱ってほしい。これらの課題では、探求心、センス・オブ・ワンダー、および論理的思考力、問題解決力の育成が期待でき、これは創造性の涵養に繋がるはずである。

探求の単元(5)では、情報社会への参画で一番大切なことが述べられていない。「情報社会へ主体的に参画しその発展に寄与するための資質・能力を育成する」ことを科目目標とするのであれば、新たな価値を創造するだけに留まるのではなく、その結果、必要ならば制度や法規を主権者が自らの意志で変更することや創ることができることまでを的確に述べてほしい⁽¹⁾。

6. 個々の教科書の問題点

6.1 実教『情報Ⅱ』

編集を急いだのか、記述に粗さが目立つ。疑問点や問題点、言葉の使い方のすべてを指摘できるスペースはないので、それらの一部を示す。

- ・記述の順序がまずいものが多い。ある事項に関する説明がそこまでの知識ではわからない。ページを先に進んで読み返ししないと理解できない。例：外れ値、最尤法、混同行列、インデント、オブジェクト、モジュール、メソッド呼び出し。繰り返し、変更可能／不可能オブジェクト、CSV ファイルなど。
- ・プログラミングの説明に関しては『情報Ⅰ』のほうが体系的で分かりやすい。『情報Ⅱ』のプログラミング言語の章では、構造化プログラミング、オブジェクト指向プログラミングに基づいて、体系的に文法を説明しなければならないはずが、そのようになっていない。型、関数、クラス、オブジェクト、インスタンスをきちんと順を追って説明してほしい。
- ・関数を説明する項の中で、if 文などの条件分岐が説明されている。リストとタプルの項に for 文や range による繰り返しを押し込んでいる。while 文は扱われていない。関数の作り方の説明に先立って、副作用のない関数とか、ラムダ式は関数名を持たない、その場限りの使い捨て関数のことといわれても戸惑うだけである。
- ・リスト、タプル、配列、集合、辞書、文字列のデータ構造は、アルゴリズムにも触れてきちんと説明してほしい。
- ・イテレータ、ジェネレータ、再帰呼び出しは、言葉だけで、説明がほとんどない。
- ・モジュールやファイルの取り扱いなどは、プログラミン

グ言語の章にまとめたほうがよいのではないか。

- ・モジュールについては、最初に標準(組み込み)、外部、自作のモジュールがあることを述べる。
- ・Python の説明には、誤解を招く表現や誤った記述がかなりある。間違い：(誤 → 正を示す)。scikit_learn はフレームワーク → ライブラリ。PEP8 は規約 → ガイドライン。セルマジックが% → %%、ラインマジックは%% → %。おかしい表現：Python の生態系、リストよりも機能の劣るタプル。
- ・PJ (プロジェクト) は、実情に合わせて適宜選択するとしても 20 時間では足りないのではないか。プロジェクト名が的確でないものがある。例：電子掲示板システム、データベースシステム、IoT システム。
- ・PJ10 問題1 解説「炎上を中心になる人たちは強い正義感をもっており、・・・、批判的意見を投稿し続ける」(下線は引用者による)という記述は、ポイントがずれていないか。「批判的」という言葉をメディアリテラシーから学んでほしい。
- ・p.26 図1の文献引用が不正確：図1の題目は データに関する洞察力を養う上での重要な概念、領域知識の考慮は領域特有の考慮事項、倫理的問題への対応は倫理的問題解決であろう。図番号を本文での図番号の表記と異なる囲み数字としているのはなぜか。
- ・p.31 何のデータか分からない表を与えて、外れ値を機械的に求めさせることは適切とはいえない。なぜそのデータで外れ値とするかの検討が先にあるべきである。
- ・p.36-37 標本平均、標本分散と不偏分散の関係は、きちんと式を使って説明してほしい。

6.2 日文『情報Ⅱ』

技法や手法を多数取り上げているが、多くは表形式の羅列的・説明だけで、実際にどのように使うかの具体的な丁寧な説明が欠けている。経験の乏しい高校生が技法や手法の細かな知識を学ぶ必要はあるのだろうか。ニューラルネットワークの説明はわずか2頁で済ませている。情報システムのプログラミングの項も2頁で、具体的なプログラム作成やアルゴリズムの説明はない。索引にはアルゴリズムという用語はない。説明変数と目的変数の説明では、図1の数理モデルの代わりにもっと分かりやすい例を出してほしい。Python では使わないフィールドなどの用語をプログラミングで使うことは避けたい。

6.3 東書『情報Ⅱ』

『情報Ⅱ』は、情報などの漢字と Web などの英語に多数のルビを何度も振らなければ学べない科目か。実習編と理論編は計106頁で、ほとんどの項が見開き2頁の超コンパクトに過ぎて説明がまったく足りず、発展的な内容となっていない。理論編では、第3章12項の「機械学習と人工知能」、第4章16項の「情報システムのプログラム」のような重要項目でもわずか2頁で、数学的・統計学的説明やプログラミングの説明はほとんどない。実習編の課題は選択としても準備に要するアプリやデバイスが多い。第1章03項で、英文の原著27頁を読ませるのはとても無理なこと、翻訳ソフトを使っても難しい課題である。理論編では第2章06項の「コンテンツの発信」

などの広告分野の説明が詳し過ぎる。高校生が学ぶ必要があるとは思えない。活用編は、本来『情報Ⅰ』で扱われてよい部分である。06項「QC サークル」は必要か。間違い：p.36 アルファベットが出現 → アルファベットの各文字が出現、キーボードの母音、子音 → 母音字、子音字。

7. DX ハイスクール (DXH) の検討

DXH の目的は⁽²⁾、高校段階からデジタル等成長分野を支える人材育成を抜本的に強化することにある。この高校 DX 加速化推進事業の内容は、

- ① 情報、数学等の教育を重視するカリキュラムを実施
- ② ICT を活用した文理横断的な探究的な学びを強化
- ③ 必要な実習等の環境整備の経費を予算化し助成である。①と②において不可欠となる科目が『情報Ⅱ』とされるが、この背景には低迷する『情報Ⅱ』の履修を活性化し鞭撻しなければならない事情がある。さらに DXH には、次期教科「情報」制定までの間を埋める試行の役割が期待されていると想像される。

『情報Ⅱ』は、AI 戦略 2019 における〈具体目標〉「データサイエンス・AI の基礎となる理数素養や基本的情報知識を習得」⁽⁴⁾を実現するに相応しい科目として捉えられ、さらに大学の数理・データサイエンス・AI 教育との接続が意識されている⁽⁵⁾。

DXH の目的を達成するためには、『情報Ⅱ』において数理が抜け落ちたデータサイエンス・AI の学習を数理に基づいた文理横断の学習に転換することができるかがポイントになる。『数理資本主義の時代』⁽⁶⁾というレポートで、第四次産業革命を主導し、その先へと進むために不可欠な科学は、数学の他にないと宣言されている。

AI 戦略 2019 では「確率・統計・線形代数等の基盤となる知識を高校段階で修得することができるよう、教材を作成し、大学等に進学する者等を中心に指導 (2020 年度)」とあるので、これが多数の DXH で実現できる事業とする必要がある。文科省は「行列入門」の教材を 2022 年に作成しているが、さらに「推測統計学入門」、「代数的ベクトル入門」「全微分・偏微分入門」などの発展的内容の教材の作成が必要となる。

8. 次期教科「情報」の在り方

教科「情報」の教科書は学習指導要領の改訂まで 10 年間はもたないという声を聞く⁽⁷⁾。現行と同じスタイルの科目で、同じスケジュールとすれば、2028 年に次期学習指導要領が告示され、2032 年に『情報Ⅰ』、2033 年に『情報Ⅱ』が授業開始となる。そうすると現在の教科書を 2031 年頃まで使うことになるが、次のような問題が発生する。

- ・情報技術の進展やそれに伴う社会の変化を対応できない。AI 技術や AI の使い方、AI 倫理などを盛り込む必要がある (現状でも生成 AI が教室で使われている)。
- ・新技術を学ぶに必要な数学が準備できていない。
- ・Next GIGA スクールの世代に対応できない。
- ・『情報Ⅰ』『情報Ⅱ』が各 2 単位ではとても足りない。
- ・共通テストの「情報」がもたない恐れがある。

これらの問題解決のためには、次のような問題が新たに生起する。

- ・『数学Ⅰ』『数学Ⅱ』『数学Ⅲ』の内容と単元、確率・統計の取り扱い、履修単位、履修方法などの見直し。

- ・教科「数学」と「情報」の履修年次を含めた円滑な接続の確保、および両教科の担当範囲の明確化。
- ・『情報Ⅰ』『情報Ⅱ』の単位数を増やす、また 2 科目必修とすると、情報科教員が一人では対応できないが、これを二人に増やせるかはきわめて難しい問題となる。
- ・新技術に対応できるように、現職教員の研修を継続的に行うことが欠かせない。
- ・デジタル教科書にして、内容を 1, 2 年で更新できる柔軟な制度⁽⁷⁾にすることができるか。この場合には教科書検定で透明性を確保することが求められる。

ここで、発想を転換して、新技術を限りなく追いかけるのは止めて、教科の内容を技術が変わっても生き残れる情報の科学と技術の原理的理解と基礎・基本に絞ることにしてはどうか。新技術の学習をもっぱら外部ライブラリやアプリの利用に依ることは避けなければならない。

9. おわりに

『情報Ⅱ』の検定済教科書をレビューしてみた結果、問題点や説明不足の項目、分かりにくい箇所が多数あることを見出した。出版社では査読委員会を設置して事前にしっかりとレビューをお願いしたい。

『情報Ⅱ』において、アルゴリズムとプログラミングの本格的で体系的な学習を強化する必要があることを指摘した。

大学に進学する高校生が、『情報Ⅱ』により大学での学習や研究において十分な準備ができる (実教版 はじめに) ように、更なる努力をお願いしたい。

『情報Ⅱ』の学習は、「創造的に」「発展に寄与」「新たな価値を生み出す」など、生徒への期待が大きすぎるように思われる。筆者は、もう少し気楽に楽しく伸び伸びと情報と情報科学、情報技術を学んでもらえることができれば願っている。

参考文献

- (1) 綾 皓二郎：「高校情報科『情報Ⅰ』検定済教科書のレビューとプログラミング教育の在り方」, 2024 PC Conference 論文集, pp.135-138 (2024).
- (2) 文科省：「高等学校 DX 加速化推進事業 (DX ハイスクール)」, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/shinko/mext_02974.html (2024).
- (3) 高岡詠子, 中野由章：「高等学校 DX 加速化推進事業 (DX ハイスクール) に関する情報処理学会の意見表明について」, 情報処理学会「情報処理」(2024).
- (4) 内閣府：「AI 戦略 2019」, <https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2019.pdf> (2019).
- (5) 文科省：「高等学校学習指導要領解説—情報編」, <https://www.mext.go.jp/content/000166115.pdf> (2018).
- (6) 文科省：「高等学校情報科「情報Ⅱ」教員用研修教材」, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00742.html (2020).
- (7) 綾 皓二郎：「計算論的思考を育む Python プログラミング入門」, 近代科学社 Digital (2023).
- (8) 経産省：「数理資本主義の時代 ～数学パワーが世界を変える～」, https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/trisukei_jinzai/20190326_report.html (2019).
- (9) 朝日新聞：「共通テスト「情報Ⅰ」」, 2025 年 5 月 23 日紙面。