

情報教育における正確さとわかりやすさのバランスに 最適解はあるか

高等学校情報科の教科書記述に基づく考察

中園 長新[†]

[†] 麗澤大学国際学部 〒277-8686 千葉県柏市光ヶ丘 2-1-1

E-mail: †nnakazon@reitsku-u.ac.jp

あらまし 科学技術を専門家以外に紹介あるいは説明する場合、高度な専門的内容をかみ砕いて平易に説明することが一般的であると考えられる。一方で、学校教育等では正しいことを正しく教えることも、同様に重要であると考えられる。本研究では高等学校情報科の教科書における「メディアリテラシー」と「変数」の記述を分析し、正確さとわかりやすさのバランスとして次のように提案する。教育内容は正確さを担保したものとする。しかし、正確さを重視すると内容理解が困難になると予想される場合は、高校生が十分に理解できるレベルまでわかりやすさを追求する。また、わかりやすさを追求することにより、学習者が学習内容を楽しんだり、学びの意義を見出したりすることも期待される。

キーワード 正確さ、わかりやすさ、科学コミュニケーション、情報科、教科書

Is There an Optimal Balance Between Accuracy and Clarity in Informatics Education?

A Study Based on Textbook Descriptions of High School Informatics

Nagayoshi NAKAZONO[†]

[†] Faculty of Global Studies, Reitaku University 2-1-1 Hikarigaoka, Kashiwa, Chiba, 277-8686 Japan

E-mail: †nnakazon@reitsku-u.ac.jp

Abstract When introducing or explaining scientific technologies to non-specialists, it is common practice to explain highly specialized information in a simple and easy-to-understand manner. However, it is equally important to teach what is right and correct in school education. This study analyzes the descriptions of “media literacy” and “variables” in high school informatics textbooks and proposes the following as a balance between accuracy and clarity. The educational content should ensure accuracy. However, if understanding of the content is expected to become difficult when emphasis is placed on accuracy, the level of understandability should be pursued to a level that high school students can fully comprehend. It is also expected that by pursuing comprehensibility, learners will enjoy the content and find meaning in learning.

Key words Accuracy, Clarity, Science Communication, Informatics, Textbooks

1. はじめに

1.1 研究の背景

日常会話であれ学術的議論であれ、我々が他者とのコミュニケーションを通して情報交換を行う際は、その内容を相手に正しく伝えたいと考えることが多い。経験的に言えば、自分と相手と同じ文脈や背景を共有している場合、情報伝達における齟齬は発生しにくく、逆にそれらの共有が不十分な場

合は、情報が伝わらなかったり、誤った情報が伝わってしまったりしてしまうこともある。本稿ではこうしたコミュニケーションのうち、科学技術を専門家が専門家ではない人（非専門家）に対して紹介あるいは説明する場合を対象として議論を行う。

科学技術を広義に解釈した場合、学校教育は「科学技術（教科等の学習内容）を専門家（教員）が非専門家（児童生

徒)に対して紹介あるいは説明する」場であると考えることができる。もちろん、学校教育はこのような場だけでなく、児童生徒同士の主体的な学習活動や、自主的な課題解決学習等のさまざまな場面が複合的に見出されるが、知識活用の前段階として知識習得が必要であるとの考え方もあり[1]、「主体的・対話的で深い学び」が推進されている現代の学校教育においても、知識伝達は学びの形態の一つとして重要であろう。ここでは学校教育のこうした一側面だけに焦点を絞って検討する。

科学技術の紹介・説明という見方を学校教育に援用した場合、そこではどのような科学コミュニケーションが顕れるのだろうか。科学技術は理論によって裏付けられた知識・技術等に基づくため、時として高度な専門の内容を扱う。そうした内容を非専門家に対して紹介・説明するためには、内容を平易にかみ砕いて説明することが必要になる場合がある。高度な内容を平易にすると、その内容は常に正確さを維持できるのかという問題がある。一方で、学校教育は正しいことを正しく教えることが、役割の一つとして求められている。こうして見たときに、学校教育において科学技術を紹介・説明する際に、どこまでかみ砕く必要があるかという問いと同時に、どのように正しさを保障していくかという問いが表出する。そしてこれらの問いは、時として矛盾することが想定される。

本研究ではこのような、科学技術を学校教育で扱う際の正確さとわかりやすさのトレードオフについて検討を行う。科学技術と学校教育はともに広範であり、すべてを対象として検討することは議論が散逸する恐れがあるため、本稿では科学技術との親和性が高く、かつ最新の動向を反映しやすと思われる高等学校情報科の学習を対象として検討を行う。

1.2 研究の目的

本研究は、科学技術を学校教育で扱う際の正確さとわかりやすさのトレードオフについて、望ましいバランスがどのようなものであるか検討することを目的とする。ただし、学校教育すべてを対象とすることは困難であるため、本稿では高等学校情報科の教科書記述を検討することを通して、情報教育における学習内容がどのように正確さを保ち、どのようにわかりやすさを追求しているのかについて考察を行う。

2. 科学コミュニケーションとしての学校教育

2.1 「科学」の定義

我々の日常生活において「科学」という語は、自然科学に限定して用いられることが多い。学校教育においても、学問としての科学と教科としての理科を同一視している傾向があるように見受けられる。しかし本稿では、「科学」をより広義の語として捉える。

小学館『日本国語大辞典』第二版では、「科学」という語を次のように定義している(抜粋)。

普遍的真理や法則の発見を目的とし、一定の方法にもとづいて得られた体系的知識。その対象領域によっ

て、自然科学と社会科学とに分類され、また、これに数学、論理学を含む形式科学や、哲学、歴史、文学を含む人文科学を加えることもある。狭義には、自然科学をさす。

本稿では「科学」をできるだけ広く捉え、自然科学だけでなく社会科学や形式科学、人文科学を含む、体系的知識のすべてを指すものとする。このように捉えたとき、何らかの学問に基づいて実践される学校教育の教科学習は、すべて科学を扱っていると解することができる。

2.2 科学コミュニケーション^(注1)

科学コミュニケーション(サイエンスコミュニケーション)とは、「科学技術が社会と共にあるために必要不可欠な機能を担う活動」[3]であり、「科学者(専門家)とそうでない人たち(市民)の間で科学に関する情報をやりとりすること」[4]である。

科学コミュニケーションの具体例としては、たとえば日本科学未来館をはじめとした科学館等における科学コミュニケーターの存在がある。科学コミュニケーターは「科学者や技術者と一般の方々をつなげる」ことを役割としており、展示フロアでの対話や実演、展示やイベントの企画・制作、社会との連携・科学情報の発信を行っている[5]。端的に言えば、科学コミュニケーターは科学館の展示物・内容に関する専門家であり、来場者(非専門家)に対して解説等を行うことを使命としている。

科学コミュニケーションには、「知識翻訳機能」「対話・調整機能」「共創のためのコーディネーション機能」が必要である[3]。すなわち、高度化・細分化された専門知識をかみ砕いて共通理解を形成したり、議論の際は中立的立場で議論を進行・収斂したり、多様なステークホルダーが社会を共創することを支えたりすることである。

2.3 科学と学校教育

本研究では、学校教育を科学コミュニケーション[6]の一形態と捉える。研究の背景で述べたとおり、この視点は学校教育を一面的にしか見ていないという点に注意を要するが、学校教育が持つ知識伝達の側面にのみ着目することにより、本研究の視座が明確になる。

この視点に立って考えると、学校教育は、教員が児童生徒に対して科学的な知識を教授・伝達する場であり、それらの知識を教科に分解し、科学の側面ごとに学べるようになっていく。たとえば国語は人文科学のうち文学を主として扱い、理科は自然科学のほとんど(物理学・化学・生物学・地学)を扱う。すなわち、学校教育(教科教育)は、教員が児童生徒に対して科学を教える場であるとみなすことができる。このシチュエーションにおいて、教員は対象とする科学に対する専門家であることが期待されており、児童生徒は非専門家であることが想定される。

2.4 学校教育における正確さとわかりやすさ

学校教育(より具体的に言及するならば教科教育としての

(注1): 本節の記述の一部は、筆者の既発表論文[2]を引用している。

授業)においては、多くの場合「わかりやすさ」が期待される。やや古い調査であるが、2005(平成17)年に神奈川県教育委員会が実施した調査[7]によると、「めざす教員像」として「わかりやすい教員」を挙げた教員が全体の68.0%、「教わりたい先生」として「わかりやすい授業をしてくれる」先生を選んだ児童生徒^(注2)が、いずれの学校段階においても7割以上である等、教員・児童生徒の双方が、わかりやすさを重視していることがうかがえる。

一方で、学校教育における教授内容に対しては、それが正確であることが求められている。正確さについては、教科教育の拠り所となる教科書(文部科学省検定済教科書)の扱いから考えるとわかりやすい。日本の初等中等教育で使われる教科書は「教育課程の構成に応じて組織排列された教科の主たる教材」^(注3)であり、法律^(注4)により授業での使用義務が課されており、文部科学大臣による検定(いわゆる教科書検定)を経なければならない。教科書検定は「義務教育諸学校教科用図書検定基準」(小中学校等の場合)や「高等学校教科用図書検定基準」(高等学校の場合)に基づいて実施されるが、検定基準の一つに「正確性及び表記・表現」があり、具体的には「図書の内容に、誤りや不正確なところ、相互に矛盾しているところはないこと。」や「図書の内容に、児童又は生徒がその意味を理解し難い表現や、誤解するおそれのある表現はないこと。」等が定められている。これらの基準に基づく検定を経た教科書を使った授業は、正確さが担保されるものと解される^(注5)。

なお、教科書については小宮山がリベラルアーツの視点から「しっかりとしたエビデンスに基づいて(編集している時点では)作られている教科書は、かなり信頼できる啓蒙書である」[8]と述べており、学校教育という枠組を外して考えたとしても、その正確さは教科書の特徴として言及可能であると考えられる。

2.5 正確さとわかりやすさのバランス

学校教育が正確さとわかりやすさの双方を重視している以上、いずれも十分に満たされる教育を実践することが理想形であると考えられる。しかしながら現実的には、正確さとわかりやすさはトレードオフの関係になることも多い。わかりやすいということは、正確さを犠牲にするということであるとも言われる[9]。角道も、大学教育の文脈であるが「快刀乱麻を断つ説明は、学問的な正しさを犠牲にした危うい議論である」[10]と指摘し、一面的に確からしい説をわかりやすく説明しても、多面的な学問を正確に説明できないことを問題視している。

学校教育が扱う専門性という観点からも、正確さとわかり

やすさの両立は困難である。コリンズらは特定分野の専門知を理解するステップを梯子にたとえて、その最初の段階は、何らかの事物に関する説明文を読んだとしても、その説明文に書かれている以上の情報はもたらされないという「ピアマット知識」^(注6)であると述べている[11]。ピアマットという小さなスペースで専門的知識を語った場合、わかりやすさによって理解した気になることはできても、実際の理解に至るほどの正確さが無いという事例である。

学校教育を科学コミュニケーションとして捉えたとき、こうした正確さとわかりやすさのジレンマは大きな問題になる。両方を達成することが困難であるとすれば、「ある程度は正確であり、ある程度はわかりやすい」というバランスの取れたポイントを探さなければならないだろう。ただし、そのようなポイントは常に一定のところにあるのか(テーマや学習者等によって変動しないのか)、あるいはそもそもそういったポイントは実在するのか、といった疑問が生じる。

本稿は、この疑問に対する議論の一助として、教科書の記述から正確さとわかりやすさのバランスを検討する。

3. 情報科の教科書記述とその検討

3.1 高等学校情報科の教科書

本稿執筆時(2024年)における現行学習指導要領(高等学校は平成30年改訂・告示)[12]では、高等学校情報科は共通教科と専門教科が存在し、共通教科は必修科目「情報Ⅰ」と選択科目「情報Ⅱ」で構成される。すべての科目を対象とするのは困難であるため、本研究では共通教科情報科の必修科目「情報Ⅰ」の教科書を対象として検討を行う。以下、特記しない限り、学習指導要領は高等学校の平成30年告示版を、情報科は共通教科情報科を指すものとする。

2024年現在、情報Ⅰの教科書は表1に示した13種が刊行されている[13]。ただし、うち2種はブックインブック形式でセット利用を想定しているため、本稿ではこの2種をあわせて1種と捉え、全12種として扱う。また、本稿で教科書を参照する際は「東書701」のように、出版社略称と教科書番号を組み合わせたもので表記する。

3.2 情報科教科書における「間違い」

表1で示した12種の教科書は、すべて文部科学大臣による検定に合格した上で発行されている。しかし、検定に合格した教科書であっても間違いがまったく存在しないわけではない。各教科書会社のウェブサイトには毎年のように教科書の正誤情報が掲載されているし、情報科ではないが、検定合格後に約1200箇所(訂正が発覚し、廃刊が決定した教科書も存在する[14])。

発行者による訂正の案内だけでなく、インターネット等で、個人等が教科書の間違いを指摘することもある。情報科においても、現在発行されている教科書に複数の間違いがあ

(注2)：この調査における児童生徒は、小学生、中学生、高校生および盲・ろう・養護学校生(現在の特別支援学校生に相当)が対象である。

(注3)：教科書の発行に関する臨時措置法、第2条からの引用。

(注4)：学校教育法、第34条を参照。

(注5)：なお、本節は「教科書検定の結果は(常に)正確である」という前提で記述しているが、この前提の真偽については本研究の範囲外であるため、本稿では議論しない。

(注6)：ピアマットとは、ビールグラスの下に敷くコースターのことである。文献[11]では、コースターに書かれた専門的文章を読んでも、読み手はその本質的理解には至れないという例が紹介されている(p.22)。

表1 情報Iの教科書

Table 1 Textbooks of Informatics I

発行者	略称	記号・番号	書名	備考
東京書籍	東書	情 I 701	新編情報 I	
東京書籍	東書	情 I 702	情報 I Step Forward!	
実教出版	実教	情 I 703	高校情報 I Python	
実教出版	実教	情 I 704	高校情報 I JavaScript	
実教出版	実教	情 I 705	最新情報 I	
実教出版	実教	情 I 706	図説情報 I	
開隆堂出版	開隆堂	情 I 707	実践 情報 I	
数研出版	数研	情 I 708	高等学校 情報 I	
数研出版	数研	情 I 709	情報 I Next	
日本文教出版	日文	情 I 710	情報 I	
日本文教出版	日文	情 I 711	情報 I 図解と実習 図解編	712 とセット
日本文教出版	日文	情 I 712	情報 I 図解と実習 実習編	711 とセット
第一学習社	第一	情 I 713	高等学校 情報 I	

(文部科学省の教科書目録[13]を参考に整理)

ることを指摘する記事が(おそらく)個人によって公開され、ちょっとした話題になった^(注7)。

教科書における“間違い”がどのような理由で発生したのかは、一つひとつの事例によって異なるものと考えられる。たとえば日本文教出版が教科書『情報I』(日文710)に関して公開している「令和5年度高等学校教科書の訂正に関するお知らせ」[15]には6件の訂正が記載されているが、訂正理由は1件が「よりわかりやすい表現にするため」、1件が「誤記等」で、4件が法改正に伴う変更であった。このように、一概に“間違い”といっても、すべてがミスによるものではないことは意識する必要がある。

また、教科書訂正では日本文教出版の例にあるように、わかりやすさのために実施されることもある。わかりやすさの訂正前後のどちらかが正しさを持たないということではないだろうが、訂正し表現が変化したことにより、正しさもまた変化する可能性は否定できない。

3.3 教科書記述の検討対象

本研究では情報科教科書を対象として、その記述を検討することで正確さとわかりやすさのバランスを検討する。教科書すべての記述を対象とすることは困難であるため、本稿では次の2つの内容に関する記述を対象とした。

- メディアリテラシー
- (プログラミング言語における)変数

これらを対象とした理由は次の通りである。まず、用語「メディアリテラシー^(注8)」および「変数」は、いずれも情報Iの教科書全種の索引に掲載されていることが、先行研究[16]～[18]によって明らかになっている。また、「メディアリテラシー」については、専門書によって定義の曖昧さが指摘されており、教科書によっても扱いが難しいと予想されること、

「変数」については前述の個人記事において、たとえ話による説明に疑義が出されていたことから、いずれも今回の検討にふさわしいと考えた。なお、これら2つの用語が他の用語と比較して、本研究の文脈において特に優れているという意味ではなく、他の用語についても同様の検討を広げていく必要があると考えるが、その点については今後の検討課題としたい。

3.4 教科書記述の検討:「メディアリテラシー」

まず、「メディアリテラシー」の説明について検討する。教科書によっては中黒をつけて「メディア・リテラシー」と表記している場合もあるが、表記揺れについては同一語として扱う。

3.4.1 情報科教科書における「メディアリテラシー」の記述

各教科書の索引を参照して、索引語「メディアリテラシー」または「メディア・リテラシー」が掲載されているページを確認し、該当記述を抜粋した結果を表2に示す。なお、索引において複数ページが参照されている場合は、すべてのページを確認し、語句の定義と考えられる記述が記載された部分を対象とした。

3.4.2 メディアリテラシーの定義の多様性

情報科教科書におけるメディアリテラシーの扱いについては、中橋による先行研究で整理されている[19]。先行研究によると、メディアリテラシーを複合的な能力として複数の能力要素を挙げている教科書が多く、紹介されている文脈として「情報の真偽を判断する能力」に触れられているものが多いことが確認されている。

専門書においても、メディアリテラシーの定義は多義的である。日本におけるメディアリテラシー興隆の契機となった菅谷による『メディア・リテラシー:世界の現場から』では、「メディアが形作る「現実」を批判的(クリティカル)に読み取るとともに、メディアを使って表現していく能力」と説明されている[20]。水越はメディアリテラシーを、「人間が

(注7): 2023年1月に公開された、@nodai2h_ITC氏による記事「やはり俺の情報教科書はまちがっている。」なお、本稿では当該記事内容の真偽や正誤については議論しない。 https://qiita.com/nodai2h_ITC/items/6c7b7ad029adf17da5f0

(注8): 表記揺れである「メディア・リテラシー」は同じ語として扱う。

表2 情報Iの教科書におけるメディアリテラシーの記述
Table 2 Description of Media Literacy in Textbooks of Informatics I

教科書	ページ	内容
東書 701	7	(側注)メディアを介して得られた情報を的確に読み解き、利用する力である、メディアリテラシーを身につける必要がある。
東書 702	5	(側注)メディアを介して得られた情報を読み解く能力をメディアリテラシーという。メディアを活用する力やメディアで情報を発信する力を含めることもある。
実教 703	25	マスメディアで報じられた情報をさまざまな視点で分析・評価し、情報の真偽を正しく判断する能力、また文字や画像などさまざまなメディアを活用して効果的な形態で表現する能力をメディアリテラシーという。
実教 704	25	マスメディアで報じられた情報をさまざまな視点で分析・評価し、情報の真偽を正しく判断する能力、また文字や画像などさまざまなメディアを活用して効果的な形態で表現する能力をメディアリテラシーという。
実教 705	31	情報社会を生きていくためには、メディアからの情報を主体的に読み解く能力やメディアにアクセスして活用する能力、メディアを通じてコミュニケーションを行う能力などが求められる。これらを総称してメディアリテラシーという。
実教 706	42	さまざまなメディアから提供される情報を主体的に読み解く能力、メディアを活用しながら問題の発見・解決に向けて、適切かつ効果的に情報を扱う能力、メディアを介して情報発信を主体的に行う能力、これらを総称してメディアリテラシーという。
開隆堂 707	32	さまざまな情報の中から適切な情報を選択して意図を読み解き、内容の真偽を見分ける能力のことをメディアリテラシーといい、すべての人が身につけることを求められています。 ※側注に詳細な定義あり。
数研 708	15	(側注)メディアで報じられた情報を客観的に評価したり、メディアを用いて効果的に情報を発信したりする能力。
数研 709	9	(側注)テレビや新聞、インターネットなどから伝えられる情報の真偽をきちんと見きわめて、メディアを適切に活用する能力。
日文 710	67	(側注)メディアの意味と特性を理解したうえで、受け手として情報を正しく読み解き、送り手として正確に情報を表現・発信する能力。さらに、メディアのあり方を考え、みずから行動できる能力のこと。
日文 711	9	(側注)大量の情報の中から正しい情報を見抜くなど、情報の送り手・受け手として必要な能力のこと。
第一 713	16	たくさんの情報の中から重要なものを見つけたり、情報の真偽を見抜き適切に活用することができる能力をメディアリテラシーとよぶ。

メディアに媒介された情報を、送り手によって構成されたものとして批判的に受容し、解釈すると同時に、自らの思想や意見、感じていることなどをメディアによって複合的に表現し、コミュニケーションの回路を生み出していくという、複合的な能力」[21]と説明している。

そもそも「メディア」と「リテラシー」の用語はどちらも多義的であり、その組合せである「メディアリテラシー」も、使われる文脈に応じて意味を変える多義的な言葉であるとされている[22]。そのため、情報科教科書においてメディアリテラシーを扱う際も、多義性に言及することが「正確さ」につながるものと期待される。

しかしながら、教科書によってはメディアリテラシーを一面的にとらえているものも見受けられる。たとえば東書 701は「メディアを介して得られた情報を的確に読み解き、利用する力」として、メディアの読解に主眼を置いている。また、日文 711は「大量の情報の中から正しい情報を見抜く」という、批判的思考とも取れる能力のみを取り上げて説明している。一方で、実教 705・706のように複数の視点から捉え、「これらを総称して」と表現して複合的な力であることを明記した教科書もあり、メディアリテラシーを捉える視座が教科書によって異なることが確認できる。

3.4.3 情報Iにおけるメディアリテラシーの指導の検討 「メディアリテラシー」が多義性を持つ語であるならば、

それらのさまざまな側面を列挙して定義することが「正確さ」を高めると考えられる。その一方で、さまざまな視座を列挙することは、定義が散漫な印象になり、学習者にとっては「結局何が正解なのか」という意識にもつながりかねない。もちろん、学校教育での学びは、常に確固たる正解が存在するとは限らず、さまざまな解釈や発展が期待できる学びも重要である。メディアリテラシーに関するさまざまな視座の提供は、このような学びを実践する上で追い風となることも期待できよう。

筆者は、情報科教科書を通して「メディアリテラシー」を学ぶ場面を想定し、わかりやすさを意識しつつも、正確さを担保するために多様な定義を幅広く紹介することが望ましいのではないかと考える。筆者がこのように考える理由は、次の通りである。

- 多くの専門家が多義性を認識し、それぞれの定義を紹介していることから、学習者もさまざまな定義に触れていたほうがよい。
- 多義性を持った定義を知ることによって、現代の学校教育で重視されている、自ら考える学習能力や、答えのない問に向き合う力等が育成されると期待される。

ただし、多面的な定義を列挙することは教科書の紙面を圧迫するとともに、重要箇所がわかりにくくなるという危惧もある。この問題点を解決する方法としては、開隆堂 707のよ

うに、本文には代表的な定義をコンパクトに示し、側注あるいはコラム等を活用して詳細な定義を紹介するといったメリハリをつけることで、ある程度解決できるのではないかと期待される。

3.5 教科書記述の検討：「変数」

次に、プログラミング言語における「変数」の説明について検討する。

3.5.1 情報科教科書における「変数」の記述

各教科書の索引を参照して、索引語「変数」が掲載されているページを確認し、該当記述を抜粋した結果を表3に示す。

3.5.2 箱のメタファを用いることの是非

変数については、教育関係に限らず多くのプログラミング参考書等において、「箱」のメタファを用いた説明が多くみられる。すなわち、コンピュータのメモリの一部領域に名前をつけて箱として扱い、その箱に値を出し入れする感覚である。このメタファは一般に、変数への代入や値参照という基本的操作をうまく言い表していると解される。

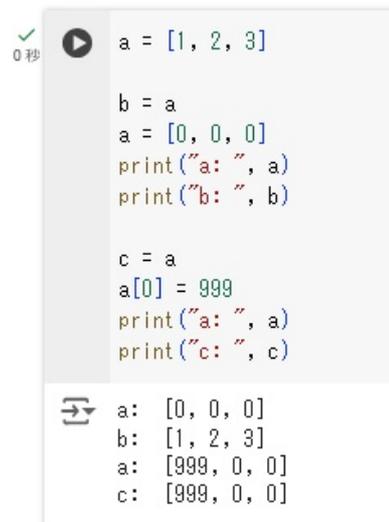
情報科教科書においても、12種中10種が箱を使った説明であり、箱という言葉を使っていない日文711についても、「入れ物」を箱と同義であると捉えればその数は11種となる。唯一、東書702だけが箱のメタファを使っていなかった。

箱のメタファを使う場合、たとえば変数aとbを用意してb = aという命令を実行した場合、プログラミングから少し離れてことばとしての解釈を試みるならば、次のような解釈が可能であると考えられる。

- i 箱aの中身と同じものが箱bにも入った。
- ii 箱aが箱ごと、箱bの中に入った。
- iii 箱aの中身が箱bに移動し、箱aは空になった。

学校教育においても近年人気が高まっているPythonの場合、これらの解釈のうちiiiは誤りであるが、文脈によってはiとiiそれぞれが正しく見えることがある。図1は、Google Colaboratory上で作成したPythonプログラムを実行している様子であるが、b = aまたはc = aという、同じ形で代入しているにもかかわらず、その後の処理によってaとbは異なる値となり、aとcは同じ値になった。

Pythonにおける変数のこのような挙動は、箱のメタファでは説明できない。変数の挙動を正確に説明するためには、プログラムにおける変数が、コンピュータに搭載されているメモリと密接に関連している[23]ことを説明し、メモリのアドレスを直接指定する代わりに変数を使っているという意識を理解させる必要がある。この点において、東書702や実教705・706はメモリの物理構造を意識して変数を説明しており、正確さが高まっていると考えられる。また、ここで示したPythonのように、箱のメタファでは矛盾が生じるプログラミング言語がある一方で、配列の代入によって配列の新しいコピーが作成され、aとb、aとcがいずれも異なる値になる、PHPのような言語も存在する。この場合、前述の解釈iが正しいと解釈できる。このようなプログラミング言語ごとの差異を吸収する必要性も踏まえ、プログラミングの入門書



```
a = [1, 2, 3]
b = a
a = [0, 0, 0]
print("a: ", a)
print("b: ", b)

c = a
a[0] = 999
print("a: ", a)
print("c: ", c)
```

Output:

```
a: [0, 0, 0]
b: [1, 2, 3]
a: [999, 0, 0]
c: [999, 0, 0]
```

図1 Pythonプログラミングにおける変数の挙動
Fig. 1 Behavior of Variables in Python Programming

でも「たとえ話を多用すると一見理解しやすいようにみえて後で混乱する原因になる」[24]として、箱のメタファを使わずにメモリとの関係から説明している書籍もある。

一方で、変数とメモリの関係性から説明を開始する場合、果たして学習者は理解できるのかという問題が生じる。箱のメタファの場合、学習者は箱という既知の具体物をイメージしながら（場合によっては教授者が実物を用意することで、イメージの負荷すら軽減させ）、変数という未知の存在を“体験”することができる。ここで箱のメタファを用いずにメモリとの関係性を説明するためには、学習者にコンピュータのメモリ機能について最低限の知識・理解が必要であり、コンピュータの筐体に隠れて目に見えない電気的な挙動のみを行うメモリの動作をイメージできなければならない。メモリを図解して視覚化した説明も可能であると思われるが、Pythonのようにポインタとしての挙動を主とする変数の理解は、必修履修科目である情報Iの学習レベルとして適切であるかどうか、検討が必要であろう。

3.5.3 情報Iにおける変数の指導の検討

変数の説明において、箱のメタファを用いた「わかりやすい」指導では、ポインタとしての挙動を行う変数の挙動を正しく説明できなかったり、プログラミング言語ごとの差異が意識しづらくなったりする弊害が予想される。一方で、メモリとの関連から変数を導入する「正確な」指導では、前提となる知識が多く必要であり、変数のことを知るために高度な学習を強いることになる。

変数の指導において、正確さとわかりやすさのバランスをとることは困難を極める。しかし、本稿で扱っている高等学校必修履修科目「情報I」の文脈に特化して考えるのであれば、何らかのメタファを導入し、わかりやすさを優先させることが望ましいのではないかと考える。筆者がこのように考える理由は、次の通りである。

- 情報Iは必修履修科目でありすべての高校生が学習する

表3 情報Iの教科書における変数の記述

Table 3 Description of Variable in Textbooks of Informatics I

教科書	ページ	内容
東書 701	71	(側注) 変数は値を入れる箱のようなもので、プログラムでは箱をどう演算するか書き表す。
東書 702	83	変数はメモリの番地に対応付けられ、値を書き込んだり、更新したりしながら、演算が実行される。
実教 703	135	変数は値や文字列を保管する箱のようなもので、代入演算子「=」を使って最初に変数に値を代入した時点で変数の宣言が行われる。 ※側注で型について言及あり。
実教 704	135	変数とは、数値や文字列などのデータを保管する箱のようなもので、名前を付けることができる。変数を使用するときは「var」を変数名の前に付けて始めに宣言を行い、変数に値を代入するときは代入演算子「=」を使う。(後略) ※側注で型について言及あり。
実教 705	168	変数とは、メモリ上のデータ(値)を格納する領域のことをいい、その領域に付けた名前を変数名という。値を格納できる箱に例えられる。変数を使用するためには、名前と型を宣言する必要がある。(後略)
実教 706	102	(側注) 値を格納するメモリ上の箱のようなもの。数字や文字などを格納して用いられることが多い。これを利用するためには名前(変数名)を付ける。
開隆堂 707	81	※言葉による定義はないが、側注に箱の絵を用いた定義のイメージあり。データ型についても言及あり。
数研 708	102	いろいろな数や文字をあてはめることができる「箱」のようなものを変数とよび、変数に数値や文字をあてはめることを代入という。
数研 709	105	いろいろな数値や文字をあてはめることができる「箱」のようなものを変数といい、変数に数値や文字をあてはめることを代入という。
日文 710	135	変数とは、名前のついた箱のようなもので、文字列や数値などの値を格納するために使う。(後略) ※側注で型について言及あり。
日文 711	79	変数とは、文字列や数値などのデータを格納する入れ物のようなもので、この変数に値を入れることを代入という。
第一 713	109	変化する値の受け皿を変数という。 ※側注に箱を使ったイメージ図あり。

から、理解度や学習意欲が多様な生徒に合わせた授業展開が求められる。

- 情報Iで学ぶ生徒は全員がコンピュータ専門職を目指すわけではないから、学習内容を楽しんだり、学びの意義を見出したりすることを重視したい。
- 図1に示したようなソースコードは珍しいものではないが、高等学校の必修授業では教材を検討することによって避けることもある程度可能であり、このような挙動に気づかない状態で学んでも支障がない。

なお、3つめの理由についてはいわゆる「臭いものに蓋」の状態であり、前向きな対応とは言い難いが、そういった見方も可能であることを示すために敢えて併記した。

4. 議 論

これまでの検討してきた、情報科教科書における「メディアリテラシー」と「変数」の扱いを元に、正確さとわかりやすさのバランスについて考察する。

まず、情報科教科書で扱う語や概念の中には、多義性を持っていたり高い専門性を持っていたりして、短く簡単な言葉では十分に定義できないものが存在することが明らかになった。こうした対象を扱う場合は、さまざまな定義の中から一部を抜粋したり、正確さを犠牲にしてわかりやすさを重視したりすることがある。原則としてすべての高校生が学ぶ科目であるという特性をふまえれば、わかりやすさを重視するために正確さが一定程度犠牲になることは、やむを得ないと考えることもできる。

一方で、正しいことを正しいと教えることが期待されてい

る学校教育において、正確さを軽視する姿勢は適切とはいえない。高等学校は後期中等教育であり、小学校・中学校段階での学びが土台となっている。高校生相手だからといって能力を低く見積もるのではなく、必要とされる正確な学びを提供することは、教育としてあるべき姿であろう。

このように考えたとき、高等学校における情報教育では、正確さとわかりやすさのバランスを次のように意識することが適当ではないかと考える。

まず原則として、教育内容は正確さを担保したものとす。その対象が多義性を持っているのであれば、一面的な定義の紹介で終わらず、さまざまな見方・考え方による多様な定義を紹介するべきである。しかし、高校生の発達段階や既有知識等を鑑みて、正確さを重視すると内容理解が困難になると予想される場合は、高校生が十分に理解できるレベルまでわかりやすさを追求する。その際、たとえ話等を用いてわかりやすくすることも効果的である。また、わかりやすさを追求することにより、学習者が学習内容を楽しんだり、学びの意義を見出したりすることも期待される。

このバランスは、本稿における2つの内容の検討から導出されたものである。他の内容を検討した際に同様のバランスが見出される保証はないため、このバランスの妥当性についてはさらなる調査・検討が必要であろう。本稿はその第一歩として、正確さとわかりやすさのバランスについて提案を行った。

5. おわりに

技術の進歩とともに、学校教育で学ぶべき内容は増加を続

けている。教育においては効率や効果が求められ、限られた授業時数で学習内容をすべて扱うために、教員は日々努力している。新しい概念は多義的なものや複雑なものも多く、これまでの概念であっても時代変化や研究発展によって、常識が非常識に変わることでさえあり得る^(注9)。

その中でも情報教育は、時代の変化や技術革新の影響を色濃く受ける学びのひとつといえよう。時代とともに常識がめまぐるしく変化し、学ぶべき内容が大きく変容する情報教育において、正確さとわかりやすさのバランスを検討することは、学習者に対する教育効果という点からも重要であると考えられる。本稿はそのバランスについて、2つの内容の検討を元に提案を行った。

今後は提案したバランスについて、他の内容についても同様に適用できるかを検討する必要がある。情報科教科書はもちろんのこと、校種・教科が異なる学びについても同様に適用できるのか、できない場合はどのような違いが生じるのか、といったことについての検討は、今後の課題である。

謝辞 本稿に含まれる研究成果の一部は、JSPS 科研費 JP21K02864 の助成を受けたものである。

文 献

- [1] 日高晃昭（編著），「教えることをためらわない理科授業：「知識伝達-事例化」学習の試み，ぎょうせい，東京，2007.
- [2] 中園長新，「専門家と非専門家の対話に倫理綱領はどのように貢献できるか，」電子情報通信学会技術研究報告（SITE2022-53），vol.122，no.290，pp.9-14，2022.
- [3] 科学技術社会連携委員会，「今後の科学コミュニケーションのあり方について，」文部科学省，2019.
- [4] 岸村顕広，「科学コミュニケーションを通じた地域社会と科学の関わり：「双方向コミュニケーション」「共創」の実装に向けて，」学術の動向，vol.25，no.8，pp.21-27，2020.
- [5] 日本科学未来館，「科学コミュニケーターについて」.
<https://www.miraikan.jst.go.jp/aboutus/communicators/>
- [6] 廣野喜幸，「科学コミュニケーション，」よくわかる現代科学技術史・STS，塚原東吾，綾部広則，藤垣裕子，柿原 泰，多久和理実（編），pp.192-193，ミネルヴァ書房，京都，2022.
- [7] 神奈川県教育委員会，「教育に関する学校関係者向け意識調査調査報告書」.
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/u5t/cnt/f10972/>
- [8] 小宮山博仁，「教科書について考えてみよう，」文化資本とリベラルアーツ：人生を豊かにする教養力，pp.67-73，明石書店，東京，2023.
- [9] 藤垣裕子，「わかりやすさとは何か，」学内広報，no.1359，p.21，東京大学広報委員会，2007.
- [10] 角道亮介，「「わかりやすさ」よりも「正しさ」を，」大学時報，no.376，pp.94-97，日本私立大学連盟，2017.
- [11] H. コリンズ，R. エヴァンズ，専門知を再考する，名古屋大学出版会，名古屋，2020.
- [12] 文部科学省，「高等学校学習指導要領（平成30年告示），」東山書房，京都，2018 [出版2019].
- [13] 文部科学省，「高等学校用教科書目録（令和6年度使用）」，2023. https://www.mext.go.jp/content/20230510-mxt.kyokasyo02-000029065_3.pdf
- [14] 東京書籍，「地図教科書『新高等地図』の大量訂正を受けての対策について」.
<https://www.tokyo-shoseki.co.jp/news/detail/383>
- [15] 日本文教出版，「令和5年度高等学校教科書の訂正に関するお知

- らせ」.
https://www.nichibun-g.co.jp/textbooks/joho/download/r5/r5joho.j01-1_teisei_202310.pdf
- [16] 中園長新，「高等学校「情報I」教科書の索引に掲載された語句の傾向，」2022PCカンファレンス論文集，pp.145-148，2022.
 - [17] 情報処理学会情報入試委員会，「情報科全教科書用語リスト」.
<https://sites.google.com/a/ipsj.or.jp/ipsjin/wordlist>
 - [18] 赤澤紀子，赤池英夫，柴田雄登，角田博保，中山泰一，「情報科教科書に現れる用語の変遷：情報ABCから情報I・IIまで，」情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」，pp.13-24，2024.
 - [19] 中橋 雄，「高等学校情報科教科書におけるメディア・リテラシーの取り扱い，」学習情報研究，2023年3月号，pp.34-37，2023.
 - [20] 菅谷明子，メディア・リテラシー：世界の現場から，岩波新書（新赤版）680，岩波書店，東京，2000.
 - [21] 水越 伸，「メディア・リテラシーと人間像の転回，」新版 デジタル・メディア社会，pp.91-129，岩波書店，東京，2002.
 - [22] 中橋 雄，改訂版メディア・リテラシー論：ソーシャルメディア時代のメディア教育，北樹出版，東京，2021.
 - [23] 矢沢久雄，コンピュータはなぜ動くのか：知っておきたいハードウェア&ソフトウェアの基礎知識，日経BP，東京，2003.
 - [24] 渡辺宙志，ゼロから学ぶPythonプログラミング：Google Colaboratoryでらくらく導入，講談社，東京，2020.
 - [25] 高木徳郎，「鎌倉幕府の成立をめぐる高校生の歴史認識，」早稲田大学大学院教育学研究科紀要，vol.34，pp.17-31，2024.

(注9)：たとえば日本史における鎌倉幕府の成立年については諸説あり，以前は源頼朝が征夷大将軍となった1192年とされていたが，現在では守護・地頭の設置によって実効支配が始まった1185年とする説をはじめ，他の学説も広く知られつつある[25]。これは過去の事実が変化したのではなく，事実の解釈が変化した例である。